

四川正达凯新材料有限公司  
宣汉县先进智造产业园项目  
年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨  
电子级 DMC 新材料项目（一期）

可行性研究报告

编制单位：中国成达工程有限公司

编制日期：2023 年 03 月

四川正达凯新材料有限公司  
宣汉县先进智造产业园项目  
年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨  
电子级 DMC 新材料项目（一期）

# 可行性研究报告

文件号：F22003-0-1-02-1

本文件含有中国成达工程有限公司的知识产权及  
专利商的专利/专有技术，在未取得本公司书面许可前，  
不得进行复制或向第三方透露，也不得用于与本项目  
无关的其它用途。

编制单位：中国成达工程有限公司

编制日期：2023 年 03 月



# 工程咨询单位资信证书

单位名称： 中国成达工程有限公司

住 所： 成都市天府大道中段279号

统一社会信用代码： 91510100201965466L

法定代表人： 刘一横

技术负责人： 王允升

资信等级： 甲级

资信类别： 专业资信

业 务： 石化、化工、医药， 石油天然气

证书编号： 甲272021011219

有 效 期： 2022年01月21日至2025年01月20日



发证单位： 中国工程咨询协会

四川正达凯新材料有限公司宣汉县先进智造产业园项目  
项 目 名 称： 年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目（一期）

编 制 单 位： 中国成达工程有限公司

资 信 证 书： 化工、石化、医药，石油天然气甲级资信

资信证书编号： 91510100201965466L-18ZYJ18

公司审定： 曾志中

公司副总经理

教授级高级工程师

注册咨询工程师（投资）

审 核： 郑 渊

副总工程师

教授级高级工程师

注册咨询工程师（投资）

## 主要编制人员名单

项目经理：周明灿

项目总工：张 固

|         |     |     |     |
|---------|-----|-----|-----|
| 主要编制人员： | 赵 丽 | 朱艳茹 | 苏豪杰 |
|         | 高良宏 | 徐振华 | 兰 璞 |
|         | 刘维红 | 吴定邦 | 孙雪冬 |
|         | 殷 磊 | 陈 佳 | 贾艺军 |
|         | 李全革 | 苏雪容 | 李少雄 |
|         | 梁 娥 | 程 方 | 周 强 |
|         | 周劬敏 | 何 涛 | 崔 文 |
|         | 韦俊逸 | 何中强 |     |

校审人员：

## 目 录

|      |                                |     |
|------|--------------------------------|-----|
| 1.   | 总 论 .....                      | 1   |
| 1.1. | 建设项目概述 .....                   | 1   |
| 1.2. | 研究内容及研究结论 .....                | 8   |
| 2.   | 市场预测分析 .....                   | 13  |
| 2.1. | 乙二醇 .....                      | 13  |
| 3.   | 产品方案和生产规模 .....                | 21  |
| 3.1. | 生产规模、产品方案 .....                | 21  |
| 3.2. | 产品质量标准 .....                   | 21  |
| 3.3. | 全厂主要工艺物料平衡 .....               | 22  |
| 4.   | 工艺技术方案 .....                   | 23  |
| 4.1. | 工艺技术方案의 比选 .....               | 23  |
| 4.2. | 工艺流程描述和消耗 .....                | 36  |
| 4.3. | 关键设备说明 .....                   | 54  |
| 4.4. | 超限设备 .....                     | 58  |
| 4.5. | 自动控制 .....                     | 59  |
| 5.   | 原材料、辅助材料、燃料和动力供应 .....         | 70  |
| 5.1. | 主要原材料、辅助材料、燃料的种类、规格、年需要量 ..... | 70  |
| 5.2. | 水、电、汽和其他动力供应 .....             | 73  |
| 6.   | 建厂条件和厂址选择 .....                | 74  |
| 6.1. | 建厂条件 .....                     | 74  |
| 6.2. | 厂址选择 .....                     | 81  |
| 7.   | 总图运输、储运、土建、界区内外管网 .....        | 82  |
| 7.1. | 总图运输 .....                     | 82  |
| 7.2. | 厂区内外管网 .....                   | 85  |
| 7.3. | 储运 .....                       | 86  |
| 7.4. | 建筑结构 .....                     | 91  |
| 8.   | 公用工程方案和辅助生产设施 .....            | 102 |

|       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|
| 8.1.  | 公用工程方案 .....           | 102 |
| 8.2.  | 辅助设施 .....             | 152 |
| 9.    | 厂外工程 .....             | 162 |
| 10.   | 节能、节水 .....            | 163 |
| 10.1. | 节能 .....               | 163 |
| 10.2. | 节水 .....               | 167 |
| 11.   | 环境保护 .....             | 169 |
| 11.1. | 环境和生态现状 .....          | 169 |
| 11.2. | 执行的环境法规与标准 .....       | 178 |
| 11.3. | 主要污染源及污染物 .....        | 179 |
| 11.4. | 环境保护措施 .....           | 188 |
| 11.5. | 环保设施与机构设置 .....        | 192 |
| 11.6. | 环境保护设施费用 .....         | 192 |
| 11.7. | 环境影响分析 .....           | 193 |
| 11.8. | 存在问题及建议 .....          | 193 |
| 12.   | 消防 .....               | 194 |
| 12.1. | 编制依据 .....             | 194 |
| 12.2. | 现有消防设施 .....           | 194 |
| 12.3. | 装置性质及火灾危险类别 .....      | 194 |
| 12.4. | 消防设施 .....             | 195 |
| 12.5. | 消防投资估算 .....           | 197 |
| 13.   | 安全 .....               | 198 |
| 13.1. | 设计采用的规定及标准规范 .....     | 198 |
| 13.2. | 建设项目生产过程中危害因素的分析 ..... | 199 |
| 13.3. | 环境危害分析 .....           | 201 |
| 13.4. | 安全卫生防护的措施 .....        | 202 |
| 13.5. | 机构设置及人员配备情况 .....      | 203 |
| 13.6. | 安全卫生投资估算 .....         | 204 |
| 13.7. | 预期效果与建议 .....          | 204 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>14. 职业卫生 .....</b>         | <b>205</b> |
| 14.1. 设计采用的规定及标准规范 .....      | 205        |
| 14.2. 职业病危害因素和职业病分析 .....     | 205        |
| 14.3. 采取的职业卫生防护措施 .....       | 206        |
| 14.4. 职业卫生管理机构 .....          | 207        |
| 14.5. 专项投资估算 .....            | 207        |
| 14.6. 预期效果 .....              | 207        |
| <b>15. 组织机构与人力资源配置 .....</b>  | <b>209</b> |
| 15.1. 企业管理体制与组织机构设置 .....     | 209        |
| 15.2. 生产班制与人力资源配置 .....       | 209        |
| 15.3. 人员培训与安置 .....           | 210        |
| <b>16. 项目实施计划 .....</b>       | <b>211</b> |
| 16.1. 项目组织与管理 .....           | 211        |
| 16.2. 实施进度计划 .....            | 211        |
| 16.3. 主要问题与建议 .....           | 214        |
| <b>17. 投资估算 .....</b>         | <b>216</b> |
| 17.1. 本项目投资金额及其依据 .....       | 216        |
| 17.2. 固定资产投资估算 .....          | 216        |
| 17.3. 基本预备费 .....             | 222        |
| 17.4. 流动资金估算 .....            | 222        |
| 17.5. 投资使用计划 .....            | 223        |
| <b>18. 财务分析 .....</b>         | <b>224</b> |
| 18.1. 项目营业收入预测 .....          | 224        |
| 18.2. 项目成本费用分析 .....          | 224        |
| 18.3. 项目税金测算 .....            | 228        |
| 18.4. 项目损益分析 .....            | 229        |
| 18.5. 项目投资未来现金流量预测 .....      | 230        |
| 18.6. 项目投资回收期、内部收益率及净现值 ..... | 232        |
| <b>19. 风险分析 .....</b>         | <b>233</b> |

|       |                |     |
|-------|----------------|-----|
| 19.1. | 概述 .....       | 234 |
| 19.2. | 风险因素的识别 .....  | 235 |
| 19.3. | 风险程度的估计 .....  | 237 |
| 19.4. | 风险分析及对策 .....  | 238 |
| 19.5. | 主要风险对策建议 ..... | 239 |
| 20.   | 研究结论与建议 .....  | 242 |
| 20.1. | 技术方案结论 .....   | 242 |
| 20.2. | 投资估算结论 .....   | 242 |
| 20.3. | 技术经济结论 .....   | 242 |
| 20.4. | 建议 .....       | 242 |
| 21.   | 附件 .....       | 244 |

## 1. 总论

### 1.1. 建设项目概述

#### 1.1.1. 项目名称和建设地点

项目名称：年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目（一期）

建设单位：四川正达凯新材料有限公司

企业性质：私营企业

法人代表：肖海军

项目性质：新建项目

建设地点：四川省达州普光化工园区（宣汉县普光镇杏树村）

#### 1.1.2. 建设单位基本情况

四川正达凯新材料有限公司（以下简称“四川正达凯”）成立于 2021 年 12 月 22 日，注册资金 10 亿元，注册地址为四川达州普光经济开发区柳池工业园区标准厂房 6 号楼 2 楼。四川正达凯拟投资 100 亿建设“年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目”，其中，一期项目投资 60 亿。项目总占地约 1,300 亩，位于达州普光化工园区。项目一期以天然气为原料，采用国际先进的氧化偶联法乙二醇生产工艺，建设空分装置、天然气转化装置、气体净化分离装置、乙二醇装置、分离提纯装置和公用装置及相关配套设施等，形成年产 60 万吨 MEG 的生产能力，此项目建成后，将带动当地石化、PET、新材料、包装、纺织化纤、物流等相关上下游产业联动发展，结合当地优势打通当地石化产业链，形成新的产业集群。

#### 1.1.3. 项目背景、必要性和可行性

##### 1.1.3.1. 项目的背景

乙二醇以天然气为原料，是发展聚酯新材料、聚氨酯、光学新材料、锂电新材料等多个大型产业链的核心原料。

其中，乙二醇直接下游产业主要为聚酯新材料、聚氨酯等，聚酯作为性能优异的合成材料广泛应用于纺织服装、家纺、卫材、产业用纺织品、食品与轻工艺品等包装、光学膜、光伏背板膜、车胎帘子布、安全气囊、海洋绳缆等。

本项目规划基于达州在国家西部大开发最前沿的地域和资源优势，依托企业在合成材料领域先进的技术和管理团队，拟建聚酯用主要原料乙二醇装置，打造天然气-乙二醇-聚酯产业链，提升企业发展的灵活性和抗风险能力以及市场竞争能力。同时，本项

目落地实施也将为企业打造新的利润增长点，并促使企业逐步成为新材料产业孵化和人才培育基地，推动企业高质量发展。

### 1.1.3.2. 建设本项目的必要性

#### （1）响应国家战略深化西部布局

2021 年 10 月，国务院印发《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》，支持达州建设川东北区域中心城市，与万州、开州共建川渝统筹发展示范区，发挥要素成本、市场和通道优势，以更大力度、更高标准承接东部地区和境外产业链整体转移、关联产业协同转移，补齐建强产业链。2021 年 3 月，《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，提出实施中国“气大庆”建设行动，加强天然气产供储销体系建设，天然气年产量力争达到 630 亿立方米。大力推进天然气（页岩气）勘探开发，完善资源开发利益共享机制，加快增储上产，重点实施川中安岳、川东北高含硫、川西致密气等气田滚动开发，推动天然气等矿产资源就地转化利用。

本项目拟于四川省达州市进行建设，采用当地丰富的天然气资源作为主要原材料生产 MEG，响应“浙川东西部协作”号召，助力我国西部大开发战略，拉动当地经济、税收、就业，形成聚集效应和良性循环，为达州市先进制造产业发展奠定坚实基础。

#### （2）保障上游原材料的稳定供应

我国目前市面上 MEG 产品主要由煤制工艺生产，受原煤成分、加工工艺的影响，煤制 MEG 品质相对较低，仅有少部分质优、高效的产能集中于头部化工企业，因此 MEG 进口量一直处于高位。根据 CCF 统计，2022 年我国 MEG 进口依存度为 35.5%。

四川正达凯母公司万凯新材料股份有限公司（以下简称“万凯新材”）现有瓶级 PET 产能位居全国前列，每年对主要原材料 MEG 的采购规模较大，近年来全球地缘政治冲突及国际贸易形势日益严峻，可能对后续 MEG 进口供应的稳定性造成一定影响。本项目达产后，将能够满足一部分万凯新材对原材料 MEG 的需求，有效提升万凯新材对上游主要原材料供给的自主把控能力，减少万凯新材 MEG 进口依赖，提高原材料供给安全性，降低外部不确定因素的影响，进一步提升万凯新材经营的稳定性。

#### （3）控制原材料价格波动风险

万凯新材主营产品瓶级 PET 的主要原材料 PTA 以及 MEG 目前均采购自外部供应商。万凯新材主要供应商供应的 MEG 主要为油制或煤制 MEG，市场价格随原油价格的

波动变化较大。未来随着万凯新材产能的不断增加，如何有效且稳定地控制原材料采购成本，将会对万凯新材业绩稳定性及盈利能力产生较大影响。

四川是全国天然气生产大省，也是川气东输的重要产出地，根据四川省能源局发布的数据，2022 年全省天然气（含页岩气）产量达到 513.4 亿立方米；而本项目所在地达州市宣汉县拥有我国目前发现的规模最大海相整装高含硫气田普光气田，截至 2013 年 2 月已探明天然气地质储量 4,122 万立方千米，因此本项目周边天然气资源尤为丰富，供应量大且稳定。其次，影响天然气价格的主要因素之一是管道运输成本，本项目就地取材能够取得具有显著价格优势的天然气原材料。此外，天然气价格由各地政府以及中石油、中石化等国有大型企业统一定价，且价格调整频率较少，价格波动较原油价格更为稳定，因此本项目选择天然气制 MEG 能够保证万凯新材 MEG 成本长期处于稳定区间。

因此，万凯新材通过本项目向上延伸产业链，将能够进一步降低原材料价格波动风险，提升经营稳定性。

#### （4）自主把控原材料质量，助力化工行业迭代升级

本项目选取先进的天然气制 MEG 工艺技术，天然气制 MEG 工艺较煤制工艺，具有纯度高杂质少、透光率高、稳定性好、不易氧化等优点，且所用原材料和工艺过程较煤制技术路线具有节能环保的优势。此外，本项目聘请了业内经验丰富的上海浦景化工技术股份有限公司作为技术合作方，本项目将采用深冷空分技术、纯氧转化工艺、天然气脱硫转化、脱碳、深冷分离提纯 CO、PSA 提氢等先进技术及设备。

本项目的实施，除了能够实现万凯新材自给优质 MEG 原材料，还能够结合下游产品瓶级 PET 生产过程中对原材料性能的具体需求优化改进 MEG 生产工艺，有利于自主把控原材料质量，进一步提升万凯新材 PET 产品市场竞争力，助力我国化工行业迭代升级。

#### （5）降本增效提升市场竞争力

本项目将引进先进的 60 万吨合成气制生产装置，具备显著的规模化效应，单位 MEG 生产成本进一步降低。根据万凯新材初步测算，本项目达产后每吨 MEG 生产成本预计比近五年（2018 年-2022 年）万凯新材 MEG 平均采购价格低约 16%。此外，本项目所在地与重庆万凯生产基地距离较近，根据公司测算，四川达州至重庆涪陵的 MEG 运费较现有供应商从华东地区、新疆地区运至重庆涪陵的 MEG 运费可降低约 50%。

未来 MEG 的就近供应能够有效节约原材料运输成本，显著降低万凯新材瓶级 PET 生产的单位成本，进一步提升 PET 产品的市场竞争力。

### 1.1.3.3. 建设本项目的可行性

（1）国家及地方产业政策的大力支持，为项目实施提供良好的政策环境

本项目拟采用先进、绿色环保的以天然气为主要原材料的合成气制 MEG 技术路线，在我国石化、化工等相关行业进入高质量转型发展时期的背景下，国家及各级政府出台了一系列产业政策，推动我国 MEG 产业的健康、绿色发展，为本项目实施提供了良好的政策环境，主要相关产业政策如下：

| 政策名称                      | 颁布时间        | 颁布机构      | 相关内容                                                                                                                |
|---------------------------|-------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 《四川省“十四五”工业绿色发展规划》        | 2022 年 6 月  | 四川省经信厅    | 要求大力发展工业绿色低碳转型工程，优化天然气（页岩气）开发模式，提升化工产业技术含量和产业附加值，加快建设国家重要的优质清洁能源基地和精细化工生产基地，川东北经济区建设集勘探开发、综合利用、精深加工于一体的天然气综合开发利用示范区 |
| 关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见 | 2022 年 4 月  | 国家工信部、发改委 | 要求动态更新石化化工行业鼓励推广应用的技术和产品目录，加快先进适用技术改造提升，优化烯烃、芳烃原料结构，加快煤制化学品、煤制油气向高附加值产品延伸，提高技术水平和竞争力                                |
| 《四川省“十四五”制造业高质量发展规划》      | 2021 年 11 月 | 四川省经信厅    | 明确规划：在未来五年，四川将加快构建以“5+1”产业为基础，“3+4+4+N”为格局的现代制造业新体系，建设全国重要的先进材料、能源化工、汽车产业研发制造和医药健康                                  |

| 政策名称                               | 颁布时间       | 颁布机构      | 相关内容                                                                                |
|------------------------------------|------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |            |           | 等 4 个产业基地                                                                           |
| 石化化工行业鼓励推广应用的技術和产品目录（第一批）          | 2021 年 3 月 | 国家工信部     | 将“煤基合成气制乙二醇工程技术”列入目录                                                                |
| 《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年》远景目标纲要 | 2021 年 3 月 | 四川省人民代表大会 | 实施中国“气大庆”建设行动，加强天然气产供储销体系建设，建成全国最大天然气（页岩气）生产基地，天然气年产量力争达到 630 亿立方米，推动天然气等矿产资源就地转化利用 |
| 《四川省油气化工产业绿色发展技术指南（2021）》          | 2021 年 2 月 | 四川省经信厅    | 将“20 万吨/年及以上合成气制乙二醇生产技术”、“功能聚对苯二甲酸类（PET）聚酯材料关键技术”列入目录                               |

除上述产业政策外，2021 年 10 月，国务院印发《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》，规划范围包括重庆市的中心城区及万州、涪陵、綦江等 27 个区（县）以及四川省的成都、自贡、泸州、宜宾、广安、达州、雅安、资阳等 15 个市，总面积 18.5 万平方公里。本项目拟建设地点位于四川省达州市，根据上述纲要，国家未来将重点推动渝东北、川东北地区一体化发展，支持达州建设川东北区域中心城市，与万州、开州共建川渝统筹发展示范区，发挥要素成本、市场和通道优势，以更大力度、更高标准承接东部地区和境外产业链整体转移、关联产业协同转移，补齐建强产业链。

## （2）公司已具备项目实施所需的人员、技术和市场储备

人员储备方面，万凯新材核心管理层稳定，积累了多年聚酯产业链内的从业经验，并通过重庆万凯的建设经营，在川渝地区搭建了本地化的业务团队，具有较为充分的人员储备。同时，本项目所处的川渝地区人口密集，劳动力资源丰富，根据第七次全国人

口普查，川渝地区人口约 1.16 亿，人口总数占全国的比例达到了 8.22%，且当地石化产业发展相对成熟，为本项目的建设及运营提供了充足的劳动力资源。

生产技术方面，近年来我国合成气制 MEG 技术路线已趋于成熟，A 股上市公司如新疆天业股份有限公司（证券代码：600075）、山东华鲁恒升化工股份有限公司（证券代码：600426）、桐昆集团股份有限公司（证券代码：601233）等已陆续投建类似合成气制乙二醇生产项目。此外，本项目聘请了业内经验丰富的上海浦景化工技术股份有限公司作为技术合作方，本项目将采用深冷空分技术、纯氧转化工艺、天然气脱硫转化、脱碳、深冷分离提纯 CO、PSA 提氢等先进技术及设备。

本项目达产后将形成 60 万吨 MEG 年产能。截至 2022 年末，万凯新材拥有 240 万吨瓶级 PET 年产能，其中重庆万凯拥有 120 万吨瓶级 PET 年产能，同时，重庆万凯三期 60 万吨项目已处于建设阶段，预计于 2023 年上半年投产，届时重庆万凯瓶级 PET 年产能将达到 180 万吨。通常生产 1 单位瓶级 PET 所需约 0.34 单位 MEG，据此推算，2024 年后万凯新材仅重庆万凯的 MEG 生产需求量将达到约 62 万吨，能够有效覆盖本项目建成后新增的 60 万吨 MEG 年产能，为本项目的新增产能消化提供了基础。

### （3）川渝地区丰富的天然气资源为项目后续建成投产提供了重要保障

川渝地区是我国主要的天然气生产地区，将为本项目提供充足且相对廉价的生产原材料。2021 年川渝地区天然气产量达到了 669 亿立方米，其中四川省 528 亿立方米，重庆市 140 亿立方米，占我国天然气产量的比重达到了 32.59%。根据四川省能源局发布的数据，2022 年全省天然气（含页岩气）产量达到 513.4 亿立方米；而本项目所在地达州市宣汉县拥有我国目前发现的最大规模海相整装高含硫气田普光气田，截至 2013 年 2 月已探明天然气地质储量 4,122 万立方千米。因此本项目周边天然气资源尤为丰富，供应量且稳定。

### （4）公司丰富的建设运营经验为项目提供了重要保障

企业运营管理方面，万凯新材已根据长期经营经验，并按照 ISO9001 国际质量管理体系、ISO14001 国际环境管理体系、ISO45001 职业健康安全管理体系三体系认证的要求，编制了质量、环境和安全管理手册、程序文件和作业指导书，建立包括对原辅材料进行检验、对生产中间过程监督管理、对产成品进行检验定等、物流、售后服务等全流

程管理体系，保证了公司的日常管理和质量控制按照国际标准化模式运作，从而为本项目的顺利建设及后续运营提供了重要保障。

生产项目建设方面，目前万凯新材已建成并顺利运营了浙江海宁及重庆涪陵两大生产基地，拥有瓶级 PET 年产能共计 240 万吨，产能规模位于全球第四、国内第二，并具有全球最大规模的单套 60 万吨瓶级 PET 生产装置的建设及运营经验。万凯新材近年来产能利用率及产销率均处于较高水平，呈现出良好的运营态势。万凯新材丰富的东西部本地化建设及运营经验为本项目的顺利建设及后续运营提供了重要保障。

#### 1.1.4. 编制的依据和原则

##### 1.1.4.1. 编制依据

（1）四川正达凯新材料有限公司与中国成达工程有限公司签署的《四川正达凯新材料有限公司年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目可行性研究报告技术咨询合同书》（合同编号：CD-2022-F-001-00）；

（2）中国石油和化学工业联合会文件（中石化联产发【2012】115 号）关于印发《化工投资项目可行性研究报告编制办法》（2012 年修订版）；

（3）业主提供的设计基础条件；

（4）专利商提供的技术方案。

##### 1.1.4.2. 编制原则

（1）符合国家的产业政策、投资方向及行业准入和地区的规划，遵守并执行国家有关环境保护、消防、节能和安全工业卫生等各项政策、法规和法令；

（2）在安全可靠的基础上，选择的工艺方案应为能耗低、消耗少、三废少，满足“节能减排”的要求。采用技术先进、成熟可靠，力求产品在同行业中有较强的竞争力；

（3）本项目在充分考虑技术的安全性、可靠性与经济性的基础上，应尽量做到国产化、露天化、轻型化和社会化；

（4）以节能降耗为中心，通过对流程的优化和采用先进的节能降耗措施，使项目产品的消耗和生产成本大幅度下降，提高工厂运行的整体经济效益；

（5）装置选用先进的自动化控制技术，优化操作、稳定生产、降低消耗、保障产品产量和质量；

（6）装置选用先进可靠的“三废”处理工艺及技术和“三同时”的原则，满足国

家有关环境保护的规定和循环经济、环境友好的要求，以保证外排废水、废气、废渣达到国家和当地有关环保排放的标准，实现综合利用与达标排放的目标；

（7）贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，确保本工程投产后符合职业安全卫生的要求，保证职工的安全和健康。采用先进的控制和保护系统，改善生产操作条件，为保护操作人员的身体健康，创造一个安全、清洁、文明的生产环境；

（8）最大程度地发挥企业的优势，优化设计，强化管理，有效地控制工程总投资，加快建设进度，降低产品的生产成本，以使本项目达到较好的经济效益，公用工程和基础设施尽可能考虑项目分期建设的特点。

## 1.2. 研究内容及研究结论

### 1.2.1. 研究内容

本项目建设内容包含空分空压装置、合成气制备装置、乙二醇装置三个工艺装置。其中合成气制备装置包含天然气脱硫及转化、转化气脱碳、深冷分离制取 CO、PSA 提氢；乙二醇装置包含 NO 制备、酯化及精馏、羰化及双酯分离、DMO 加氢及乙二醇精馏。全厂配套建设全厂总变及变配电系统、燃气发电机组（带 HRSG）、燃气锅炉、循环冷却水站（分工艺装置循环水站和空分装置循环水站）、脱盐水处理站、回用水站、污水处理站、生产消防水站等公用工程；以及中央控制室、中心化验室、全厂火炬、备品备件库及机修、化学品库、危废暂存库、泡沫消防站、消防气防站、消防事故废水及雨水监控、安保/安防中心等辅助设施；液体化工罐区及装卸站储运设施；食堂、综合办公楼、安全培训中心等服务设施。详见表 1.2-1。

表 1.2-1 项目主要建设内容

| 序号 | 装置          | 备注 |
|----|-------------|----|
| 一  | 全厂总体        |    |
| 1  | 全厂总图        |    |
| 2  | 全厂地管        |    |
| 3  | 全厂管廊        |    |
| 4  | 全厂供电及照明     |    |
| 5  | 全厂电信及火灾报警系统 |    |
| 6  | 全厂消防安全卫生    |    |
| 二  | 工艺装置        |    |
| 1  | 空分空压（一）     |    |

| 序号  | 装置                 | 备注     |
|-----|--------------------|--------|
| 1.1 | 空气预冷               |        |
| 1.2 | 空气纯化               |        |
| 1.3 | 冷箱                 |        |
| 1.4 | 液氮液氧后备系统           | 一期一次建设 |
| 1.5 | 开车仪表空气系统           | 一期一次建设 |
| 2   | 空分（二）              |        |
| 2.1 | 空气预冷               |        |
| 2.2 | 空气纯化               |        |
| 2.3 | 冷箱                 |        |
| 3   | 合成气制备装置（一）         |        |
| 3.1 | 天然气压缩              |        |
| 3.2 | 天然气脱硫及转化           |        |
| 3.3 | 合成气脱碳              |        |
| 3.4 | CO <sub>2</sub> 压缩 |        |
| 3.5 | CO 分离              |        |
| 3.6 | PSA-H <sub>2</sub> |        |
| 4   | 合成气制备装置（二）         |        |
| 4.1 | 天然气压缩              |        |
| 4.2 | 天然气脱硫及转化           |        |
| 4.3 | 合成气脱碳              |        |
| 4.4 | CO <sub>2</sub> 压缩 |        |
| 4.5 | CO 分离              |        |
| 4.6 | PSA-H <sub>2</sub> |        |
| 5   | 乙二醇装置（一）           |        |
| 5.1 | NO 制备              |        |
| 5.2 | 酯化及精馏              |        |
| 5.3 | 羧化                 |        |
| 5.4 | 双酯分离               |        |
| 5.5 | DMO 加氢             |        |
| 5.6 | 乙二醇分离              |        |
| 5.7 | 溴化锂制冷              |        |
| 5.8 | 中间罐区               |        |

| 序号  | 装置           | 备注                        |
|-----|--------------|---------------------------|
| 6   | 乙二醇装置（二）     |                           |
| 6.1 | 酯化及吸收        |                           |
| 6.2 | 羰化           |                           |
| 6.3 | 双酯分离         |                           |
| 6.4 | DMO 加氢       |                           |
| 6.5 | 乙二醇分离        |                           |
| 6.6 | 溴化锂制冷        |                           |
| 6.7 | 中间罐区         |                           |
| 三   | 公用工程         |                           |
| 1   | 脱盐水处理站（一）    |                           |
| 2   | 脱盐水处理站（二）    |                           |
| 3   | 工艺循环水处理站（一）  |                           |
| 4   | 工艺循环水处理站（二）  |                           |
| 5   | 空分循环水处理站（一）  |                           |
| 6   | 空分循环水处理站（二）  |                           |
| 7   | 生产消防水站       |                           |
| 8   | 污水预处理站       |                           |
| 9   | 动力中心（一）      |                           |
| 10  | 动力中心（二）      |                           |
| 四   | 辅助设施         |                           |
| 1   | 中心控制室        | 建筑一次建设，控制系统分两条线独立建设       |
| 2   | 分析化验室        | 一期一次建设                    |
| 3   | 化学品库         | 一期一次建设                    |
| 4   | 危废暂存库        | 一期一次建设                    |
| 5   | 备品备件库及三修     | 一期一次建设                    |
| 6   | 全厂火炬         | 塔架统一建设，分液罐、液封罐、管网及系统分两期建设 |
| 7   | 泡沫消防站        | 一期一次建设                    |
| 8   | 事故废水及雨水监控（一） | 分两条线独立建设                  |
| 9   | 事故废水及雨水监控（二） | 分两条线独立建设                  |
| 10  | 安保/安防中心      | 一期一次建设                    |
| 11  | 消防气防站        | 一期一次建设                    |
| 五   | 贮运设施         |                           |

| 序号 | 装置      | 备注     |
|----|---------|--------|
| 1  | 原料及成品罐区 | 一期一次建设 |
| 2  | 装卸站     | 一期一次建设 |
| 3  | 开票及地磅设施 | 一期一次建设 |

本可行性研究报告对项目各装置工艺技术方案，自动化控制方案，原料、辅助材料及动力供应，原料和产品的储存设施，建厂条件，公用工程及辅助设施，“三废”处理及环境保护措施，安全、消防及劳动保护措施，工厂组织及定员，项目实施初步规划，投资估算及资金来源，产品成本及经济效益等方面进行研究。在研究的基础上做出评价结论，为项目决策提供参考依据。

### 1.2.2. 研究结论

本项目符合国家、当地政府的发展规划和四川正达凯新材料有限公司的发展战略，通过技术方案比选和技术经济分析，得到研究结论如下：

（1）本项目以天然气为原料，生产 60 万吨/年聚酯级 MEG 产品，实现了天然气资源的高附加值利用，为万凯新材向上向下延伸了产业链，增强公司企业资源整合和抗风险能力。

（2）本项目选择的主要工艺技术先进、成熟、可靠，项目整体能耗低，安全、卫生、环保等各项措施完善，符合国家标准；

（3）本项目依据万凯新材下游产业发展现状，合理确定装置规模及分期建设方案，既产业上下游协调联动又降低了投资强度。

（4）项目选择达州普光工业园区，原燃料天然气供应可靠，水、电等公用工程供应可以满足需要，交通运输便利，区位优势明显。

（5）本项目达产后平均销售收入为 258,116.25 万元（不含税）；项目达产后平均年 28,231.92 万元，投资税后内部收益率为 8.06%，具有较好的盈利能力；项目生产经营期内盈亏平衡点为 49.98%，本项目盈亏平衡点总体上处于中等水平。项目从财务评价角度看是可行的。

综上，本项目的建设是必要的、可行的。

### 1.2.3. 项目一期主要技术经济指标

表 1.2-2 项目一期主要技术经济指标表

| 序号 | 项 目 名 称 | 单 位 | 数 量 | 备 注 |
|----|---------|-----|-----|-----|
|----|---------|-----|-----|-----|

| 序号    | 项 目 名 称    | 单 位                 | 数 量        | 备 注   |
|-------|------------|---------------------|------------|-------|
| 一     | 生产规模       |                     |            |       |
| 1     | 聚酯级 MEG    | 10 <sup>4</sup> t/a | 60         |       |
| 二     | 产品方案       |                     |            |       |
| 1     | 聚酯级 MEG    | 10 <sup>4</sup> t/a | 60         |       |
| 三     | 全厂定员       | 人                   | 568.00     |       |
| 四     | 经济评价指标     |                     |            |       |
| 1     | 基本数据       |                     |            |       |
| 1.1   | 工程总投资      | 万元                  | 600,000.00 |       |
| 1.1.1 | 建筑工程       | 万元                  | 58,510.38  |       |
| 1.1.2 | 设备投资       | 万元                  | 273,352.95 |       |
| 1.1.3 | 安装工程       | 万元                  | 185,167.07 |       |
| 1.1.4 | 工程建设其他费用投资 | 万元                  | 53,688.04  |       |
| 1.1.5 | 预备费        | 万元                  | 28,535.92  |       |
| 1.1.6 | 铺底流动资金     | 万元                  | 745.64     |       |
| 1.2   | 建设期        | 年                   | 3          |       |
| 1.3   | 生产期        | 年                   | 15         |       |
| 1.4   | 年均销售收入     | 万元                  | 258,116.25 | 不含增值税 |
| 1.5   | 年均营业成本     | 万元                  | 214,267.16 |       |
| 1.6   | 年均利润总额     | 万元                  | 37,642.56  |       |
| 1.7   | 年均所得税      | 万元                  | 9,410.64   |       |
| 1.8   | 年均净利润      | 万元                  | 28,231.92  |       |
| 1.9   | 达产年工业增加值   | 万元                  | 70,250.55  |       |
| 2     | 评价指标       |                     |            |       |
| 2.1   | 项目投资（税前）：  |                     |            |       |
| 2.1.1 | 财务内部收益率    |                     | 10.46%     |       |
| 2.1.2 | 财务净现值      | 万元                  | 66,903.77  | ic=8% |
| 2.1.3 | 投资回收期（静态）  | 年                   | 10.85      |       |
| 2.2   | 项目投资（税后）：  |                     |            |       |
| 2.2.1 | 财务内部收益率    |                     | 8.06%      |       |
| 2.2.2 | 财务净现值      | 万元                  | 1,525.37   | ic=8% |
| 2.2.3 | 投资回收期（静态）  | 年                   | 12.14      |       |

## 2. 市场预测分析

### 2.1. 乙二醇

#### 2.1.1. 产品概述

##### 2.1.1.1. 产品性质及用途

乙二醇（Ethylene Glycol，简称 EG）又名甘醇、1,2-亚乙基二醇，CAS 号 107-21-1，分子式为  $C_2H_6O_2$ ，结构简式：HO-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-OH。乙二醇外观为无色澄清粘稠液体，分子量 62.07。溶于水、低级醇、甘油、丙酮、乙酸、吡啶、醛类、微溶于醚，几乎不溶于苯、二硫化碳、氯仿和四氯化碳，能够溶解氯化锌、氯化钠、碳酸钾、氯化钾、碘化钾、氢氧化钾等无机物。乙二醇的相关物理性质见表 2.1-1。

表 2.1-1 乙二醇的物理性质

| 性质                     | 指标         |
|------------------------|------------|
| 冰点，℃                   | -13.2      |
| 沸点（101.3 kPa），℃        | 197.6      |
| 闪点，℃                   | 111.1      |
| 燃点，℃                   | 418        |
| 相对密度（20℃），g/mL         | 1.1135     |
| 表面张力（20℃），mN/m(dyn/cm) | 484（46.49） |
| 折射率，nd20               | 1.4318     |
| 蒸汽压（20℃），kPa           | 6.21       |
| 蒸发热（101.3 kPa），kJ/mol  | 52.24      |
| 燃烧热（25℃），kJ/mol        | -1189.595  |
| 生成热（25℃），kJ/mol        | -392.878   |
| 熔化热，kJ/mol             | 11.63      |
| 临界温度，℃                 | 372        |
| 临界压力，kPa               | 6515.73    |
| 临界体积，L/mol             | 0.186      |
| 临界压力因子 Ze              | 0.2671     |
| 粘度，mPa·s(cP)           |            |
| 0℃                     | 51.37      |
| 20℃                    | 19.83      |
| 40℃                    | 9.20       |

乙二醇的用途十分广泛，主要用于生产聚酯和防冻剂，约占乙二醇消费量的 90%，还可以用于生产非离子表面活性剂、不饱和聚酯树脂、润滑剂、增塑剂、炸药、涂料、照相显影液、刹车液和油墨等。

#### 2.1.1.2. 工艺路线

目前，乙二醇的生产方法主要有石油路线和非石油路线两大类。石油路线产能约占 56%，煤制乙二醇约占 35%，其余为甲醇制乙二醇。

石油路线法是由石油生产乙烯，乙烯经氧化生产环氧乙烷，环氧乙烷水合生成乙二醇，包括环氧乙烷法、碳酸乙烯酯法、酯交换法等，其中非催化及催化水合环氧乙烷法是主要的生产方法。

非石油路线法是以煤或天然气为原料制备合成气或以焦炉气净化制备为原料制备合成气，经变换、脱硫脱碳、分离、合成、精制等工序生产乙二醇。非石油路线制乙二醇又分为直接和间接合成法：直接合成法作为最简单的乙二醇合成方法，是理论价值最高的一条生产工艺，最符合原子经济性。但因催化剂活性、反应压力、反应气转化率及乙二醇选择性等因素达不到工业化要求，未实现工业化；间接合成法则由合成气经甲醇、甲醛等中间化合物再转化制乙二醇的工艺方法，主要有甲醛法和草酸酯法。甲醛法包括甲醛羰化法、甲醛缩合法、甲醛氢羧基化法等，大都处于试验阶段，庄信万丰 Davy 公司甲醛氢羧基化工艺相对比较成熟，其工业化装置仍处于建设和设计阶段，还有待进一步观察；草酸酯法通过 CO 氧化偶联法反应条件比较温和，是比较成熟的合成气制乙二醇路线。

### 2.1.2. 市场分析及预测

#### 2.1.2.1. 全球市场

##### （1）供需现状

2016 年因亚洲及北美地区不断有新装置投放，世界乙二醇生产能力达到 3,063 万吨，产量为 2,561 万吨。当年新建和改扩建的装置企业主要是中国大陆的煤制乙二醇和加拿大的装置。当年世界乙二醇生产能力主要集中在东北亚、中东及北美地区；区域内装置开工率较高，世界乙二醇主要消费区域为东北亚、北美和印巴地区，占世界总消费量的 80.4%，其中东北亚所占比例持续上升。

2017 年，因东北亚及北美地区有新装置投放，全球乙二醇产能明显增长，达 3,163 万吨/年，全球乙二醇产量及消费量分别达到 2,750 万吨和 2,754 万吨，装置产能平均负

荷为 86.9%。当年，全球乙二醇的供应仍集中于东北亚、中东和北美地区，区域内装置开工率较高。全球乙二醇主要消费区域为东北亚、北美和印巴地区，占世界总消费量的 81.7%，其中东北亚所占比例持续上升，而且还将保持增长势头。尽管地区内新建装置规模也持续增加，但巨量缺口仍存在。

2018 年，除中国以外的乙二醇装置扩能速度不大，仅有沙特和美国两套新装置投产，新增产能为 48 万吨。

到 2020 年，全球乙二醇产能达到 4,097.6 万吨/年，新增产能主要来自中国，开工率 77.2%，产量 3,161.8 万吨，同比增长 8.4%。2020 年世界乙二醇消费量达到 3,041.8 万吨，同比下滑 1.48%。2020 年世界各地区乙二醇供需情况详见下表。

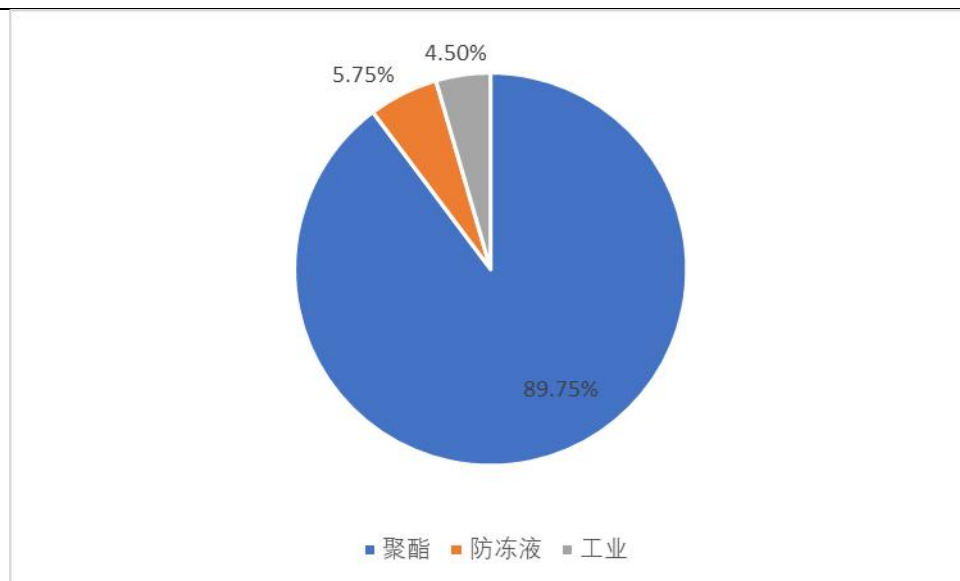
表 2.1-2 2020 年世界各地区乙二醇供需状况表（万吨/年，万吨）

| 地区  | 产能      | 产量      | 消费量     |
|-----|---------|---------|---------|
| 非洲  | 0       | 0       | 21.0    |
| 中欧  | 8.5     | 4.1     | 10.7    |
| 独联体 | 48.1    | 37.4    | 66.0    |
| 印巴  | 200.0   | 153.6   | 256.4   |
| 中东  | 917.4   | 952.9   | 115.7   |
| 北美  | 630.7   | 437.5   | 224.0   |
| 东北亚 | 1,842.7 | 1,308.6 | 2,038.2 |
| 南美  | 44.4    | 12.9    | 33.2    |
| 东南亚 | 279.7   | 200.9   | 165.9   |
| 西欧  | 126.1   | 53.9    | 110.7   |
| 世界  | 4,097.6 | 3,161.8 | 3,041.8 |

全球范围内乙二醇下游消费主要应用于聚酯生产、防冻液和工业等。2020 年三大领域在全球消费中占比分别为 89.75%、5.75%和 4.50%。不同区域间乙二醇的下游消费结构稍有差异，但聚酯生产占主导地位。

因聚酯行业对乙二醇需求量较大，且随着近年来聚酯行业的快速发展，乙二醇需求方面的占比呈增长态势。虽然全球汽车保有量在不断上升，但随着新能源汽车的快速发展，对防冻液的需求增速放缓；在精细化工方面，需求量较小，2020 年新冠肺炎疫情对行业的冲击使得其在乙二醇需求占比出现下滑。

图 2.1-1 2020 年全球乙二醇消费结构



## （2）供需预测

在经历了近年来美国及中国乙二醇长期高速增长后，未来全球乙二醇产业增速逐渐趋缓。预计到 2025 年全球乙二醇产能将超过 5,800 万吨/年。

全球尤其是亚洲聚酯产能大幅增长的拉动，全球乙二醇的需求将保持较快增长。预计到 2025 年全球乙二醇需求量将进一步增至 3,670 万吨。

### 2.1.2.2. 国内市场

#### （1）供应现状及预测

在 2010 年之前，石油制乙二醇是我国乙二醇的主要生产方式，由于国内原油资源短缺，乙二醇对外依存度较高。2009 年 12 月，历经中科院物构所 30 多年的科学研究，我国攻克了对于煤制乙二醇的世界性技术难题，建成了第一套乙二醇示范性的生产项目。但该工艺自 2009 年 12 月打通全流程并产出合格产品后长时间未达产。

经过多年摸索，2016 年开始，随着煤制乙二醇工艺的逐步改善，项目运行的稳定性得到了极大的提升。通辽金煤、新疆天业、河南煤化安阳等生产装置可在高负荷率下稳定运行。2016 年，煤制乙二醇的紫外透光率和纯度达到了聚酯行业标准，聚酯企业将煤制乙二醇与乙烯法乙二醇掺混使用。由于煤制乙二醇产量和质量不断提高，且价格低于乙烯法产品，聚酯企业煤制乙二醇的掺混比例不断提高，2016 年掺混比例 20%，2018 年已提高到 80%。

每年大量的缺口加上技术的提升带动煤制乙二醇产能的不断增长。2019 年新增产能恒力石化 90 万吨/年为一体化工装置，内蒙古荣信化工的 40 万吨/年装置是煤基合成气

制乙二醇项目。2020 年聚酯巨头恒力石化和浙江石化相继在年初投产，下半年又有中化泉州、中科湛江、新疆天业等装置投产。2020 年国内乙二醇产能增加到 1568.1 万吨/年，同比产能增幅达到 42.15%。2021 年国内有炼化一体化以及乙烷气项目装置投产，卫星石化 180 万吨/年的乙二醇装置是国内首套乙烷制项目，浙石化二期 1#80 万吨/年以及福建古雷 70 万吨/年的两套石脑油制的产能顺利投放，国内乙二醇装置明显增加。煤化工方面，煤制乙二醇项目合计投产 156 万吨/年。2021 年国内市场乙二醇新增产能 486 万吨/年，达到 2,054.1 万吨/年。

随着煤制乙二醇技术的不断成熟，我国乙二醇产量也在不断提升，产能利用率不断提高，2018 年开始乙二醇进入新的投产周期，新建装置拉低了开工率。到 2020 年底，我国乙二醇产量达到 883.81 万吨。根据初步预估，2021 年我国乙二醇产量约 1,198 万吨，同比增长 35.5%。2021 年 1-11 月，国内乙二醇装置平均负荷为 66.16%，其中煤制乙二醇装置平均负荷为 49.19%。乙二醇开工率维持低位运行，主要受乙二醇生产利润不高及联产装置生产环氧乙烷的影响。近年来，我国乙二醇供应情况如下表。

表 2.1-3 国内 2016-2021 年乙二醇产能、产量统计表（万吨/年，万吨，%）

| 年份   | 产能     | 同比   | 产量     | 同比   | 产能利用率 |
|------|--------|------|--------|------|-------|
| 2016 | 769.1  | 6.2  | 502.81 | 8.9  | 65.3  |
| 2017 | 819.1  | 6.5  | 579.87 | 15.3 | 70.8  |
| 2018 | 1078.1 | 31.6 | 688.81 | 18.8 | 63.9  |
| 2019 | 1103.1 | 2.3  | 814.92 | 18.3 | 73.9  |
| 2020 | 1568.1 | 42.2 | 883.81 | 8.4  | 56.4  |
| 2021 | 2054.1 | 31.0 | 1198   | 35.5 | 58.3  |

注：2021 年产量数据为初步统计数据

纵观行业格局来看，未来 3-5 年国内乙二醇新增产能依旧集中，且摆脱了近几年新增产能单纯的以合成气路线为主的格局，炼化一体化装置重新成为未来乙二醇新增的主动力；且细分来看，下游聚酯企业产业链向上游的一体化延伸也占有极高的比重，未来乙二醇市场整体的行业布局将会发生明显的变化。预计到 2025 年我国乙二醇产能将超过 2,900 万吨/年。

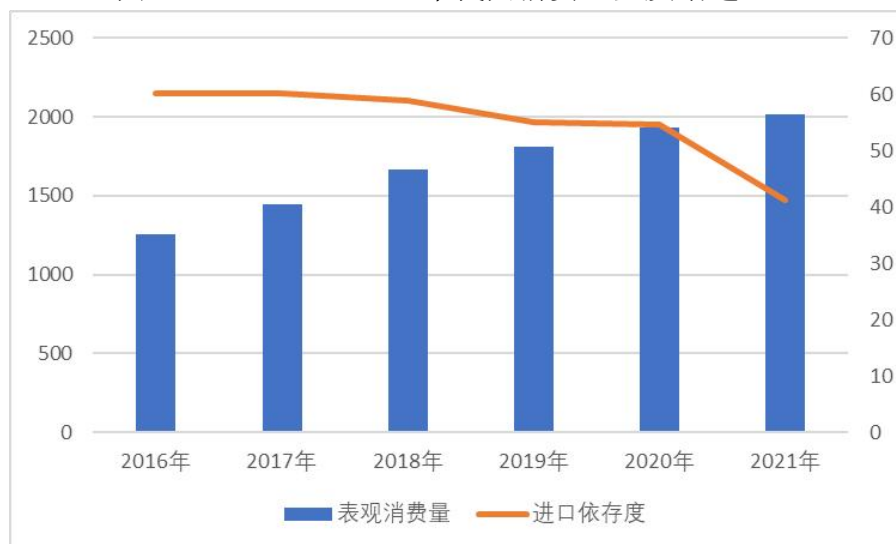
## （2）消费现状及预测

### 1）消费总量及增速

随着下游聚酯行业的高速发展，中国乙二醇的表观消费量也稳步向上增长，从 2011

年的 1,013.7 万吨增长到 2020 年的 1,932.52 万吨,2011~2020 年年均增长幅度为 7.4%。2021 年我国乙二醇消费量进一步增长到 2015 万吨,同比增长约 4.3%, 仍保持较快增速。同时, 由于 2021 年国内乙二醇产量增幅较大, 进口量显著下降, 对外依存度跌破 50%, 达到 41.2%。

图 2.1-2 2016-2021 年我国消费总量及增速

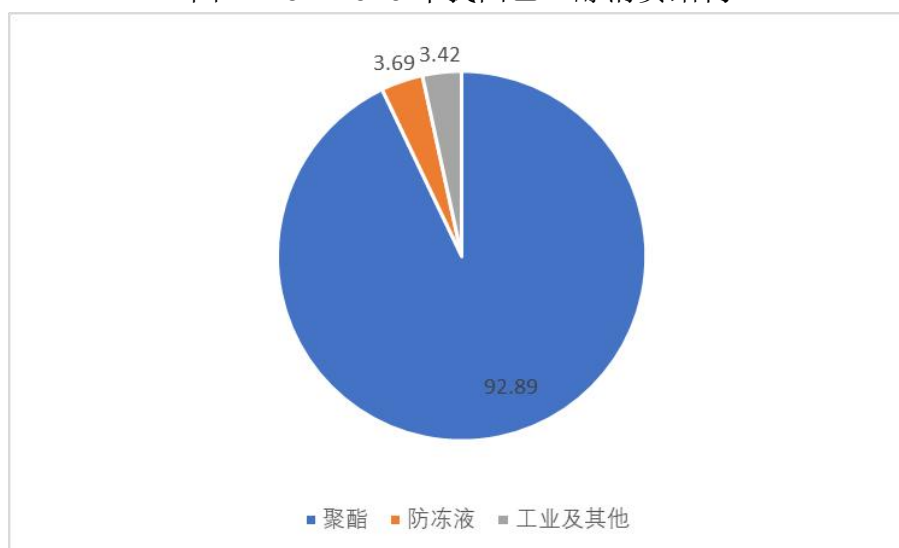


注：2021 年数据为预估数据

## 2) 消费结构

聚酯是我国乙二醇最大的应用领域, 其中聚酯产品包括涤纶长丝、涤纶短纤、聚酯瓶片、聚酯切片等, 其消费合计占比 92.89%。另外, 防冻液、工业及其他用途用量较小。防冻液目前广泛采用作为汽车冷却系统的循环介质, 随着电动汽车的快速增长, 防冻液领域的消费量将稳中趋降, 详见下图。

图 2.1-3 2020 年我国乙二醇消费结构

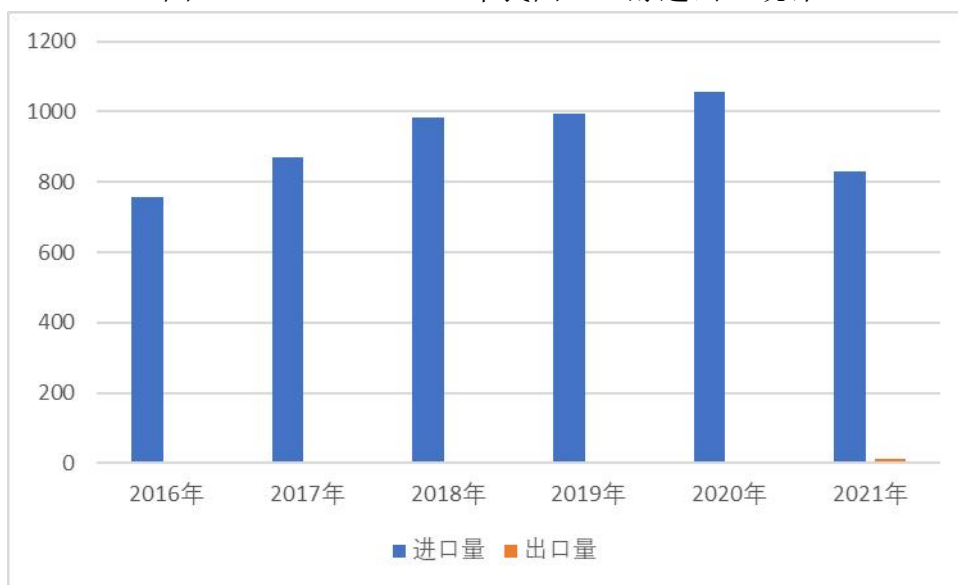


### 3) 进出口情况

近几年，除 2016 年外，中国乙二醇进口量整体呈现稳步增长的趋势。2016 年国外装置集中检修，且下游需求不旺，而国内乙二醇产量延续增长势头，因此乙二醇进口方面出现大幅萎缩局面。随着聚酯行业的高速发展，国内乙二醇需求仍存在较大缺口，进口量恢复稳步增长趋势。2020 年由于国内率先从疫情中恢复，而海外疫情控制不力，大量乙二醇涌入中国。2020 年，中国乙二醇进口量达到创纪录的 1,054.79 万吨，增幅达 5.92%。2021 年在国内产量大幅提升的情况下，乙二醇进口量显著下滑，预估为 830 万吨，降幅达 21.3%。

我国是一个乙二醇高度依赖进口的国家，从几年的情况看，乙二醇出口量非常少，均在 2 万吨以下，与几百万吨的乙二醇进口量相比可以忽略不计。国产乙二醇供应量无法满足中国乙二醇下游市场需求，正常年份乙二醇出口量极少，主要为电子级、试剂等形式出口。但 2020 年年中开始，中国乙二醇供应出现阶段性过剩，市场价格维持低位。然而海外市场下游需求恢复的同时，乙二醇产出量未同步回升，海外供应缺口增加，价格明显走强。此阶段中国乙二醇内外盘价差拉大，部分贸易商开始将港口货源转出口至欧洲地区国家，进而带动月度出口出现持续性放量，这在一定程度上强化了 2020 年四季度至 2021 年前 4 个月乙二醇去库的程度。2021 年 1-11 月我国乙二醇出口增加到 12.3 万吨，累计出口同比增长 132.94%，全年出口预估为 13 万吨。近年来，我国乙二醇进出口情况详见下图。

图 2.1-4 2016-2021 年我国乙二醇进出口统计



防冻液、UPR 等下游消费增长潜力有限，未来乙二醇消费靠聚酯拉动。据卓创统计，2020-2022 年聚酯新增产能约 1,327 万吨。虽然我国纺织业成本上升明显，基础纺织服装产能逐步向东南亚、非洲等地转移，但其服装产业基地上游聚酯化纤配套不完善，仍将主要依赖进口国内聚酯化纤原料来加工生产。因此，未来国内聚酯需求仍将呈现增长态势。按 5% 的增速测算，到 2025 年我国乙二醇消费量将达到 2,320 万吨。

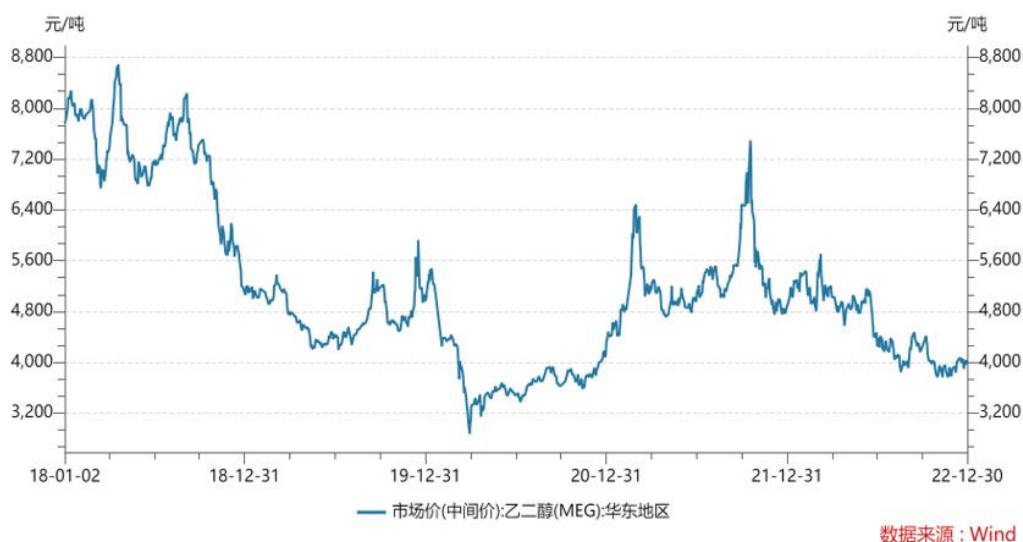
#### 4) 供需平衡预测

随着我国炼化一体化项目和合成气制乙二醇项目的不断落地，未来我国乙二醇产能增量较大，到 2025 年产能增长超过 100%，与此同时，乙二醇下游消费增速平稳。因此，我国乙二醇从产能上将能实现自给自足。根据初步测算，到 2025 年我国乙二醇产能 2,900 万吨/年，消费量 2,320 万吨，装置开工率 80%，基本供需平衡。

#### 2.1.3. 产品价格分析

乙二醇价格走势主要受供需态势影响，原油价格和动力煤走势也是重要影响因素之一。根据 wind 数据统计，2018 年-2022 年乙二醇整体价格波动较为明显，整体呈波动下降趋势。2018 年-2022 年间，乙二醇最高含税价格为 8,690.00 元/吨，最低含税价格为 2,875.00 元/吨。平均含税价格为 5,117.61 元/吨，中位数价格为 4,915.00 元/吨。

图 2.1-5 2018-2022 年我国乙二醇价格走势（元/吨）



#### 2.1.4. 目标市场

本项目生产的乙二醇主要用于万凯新材自用，截至目前，公司拥有 PET 产能规模约 240 万吨，产能规模在全球排名第四位，在国内排名第二位，具备突出的规模优势。其中，公司在重庆生产基地的产能规模达到了 120 万吨，并且重庆三期项目已处于建设

阶段，预计 2023 年将建设完成。建成投产达产后，公司重庆生产基地产能规模将达到 180 万吨/年，按照生产 1 吨瓶级 PET 所需约 0.355 吨 MEG 计算，公司仅重庆生产基地的 MEG 生产需求量将达到约 64 万吨。本项目正是万凯新材实施后向一体化，控制关键原材料的重要举措，项目规模根据公司内部使用来平衡。因此，本项目产品主要供应公司内部使用，优先供应本项目临近的重庆基地使用。在公司产能尚未完全实现之前，也可向周边聚酯企业供应。广安园区内浙江吉兴化纤准备投资 60 万吨/年功能性差别化聚酯及纤维新材料生产线，其中一期规模 30 万吨。恒力石化在泸州建设 120 万吨聚酯纺丝装置。除公司自用外，这些企业也可作为本项目的目标企业考虑。

### 2.1.5. 下游 PET 市场需求

在下游 PET 市场终端需求方面，由于瓶级 PET 具有无毒、无味、透明度高、强度高、可塑性好的特点，在软饮料、乳制品、酒类、食用油、调味品、日化、电子产品、新能源、建材等领域具有广泛用途及良好的应用前景，其市场需求呈现持续增长态势。根据化纤信息网（CCF）数据，近年来我国瓶级 PET 市场呈现出产销两旺态势，2021 年我国瓶级 PET 产量约为 1,035 万吨，其中国内市场需求约为 750 万吨，同比增长 25.8%。在出口方面，近年来国内领先厂商加大对海外市场的开拓，出口总量呈现持续增长态势，根据海关总署数据，2021 年我国瓶级 PET 出口量约为 317.97 万吨，同比增长 36.03%。

## 3. 产品方案和生产规模

### 3.1. 生产规模、产品方案

产品方案见表 3.1-1。

表 3.1-1 产品方案

| 序号 | 产品名称 | 单位   | 量  | 备注                       |
|----|------|------|----|--------------------------|
| 1  | 乙二醇  | 万吨/年 | 60 | 聚酯级乙二醇产品规格 GB/T4649-2018 |

年连续操作时间 8000 小时，操作弹性 60~110%。

### 3.2. 产品质量标准

#### 3.2.1. 乙二醇

表 3.2-1 聚酯级乙二醇产品规格 GB/T4649-2018

| 序号 | 项目 | 指标         |
|----|----|------------|
| 1  | 外观 | 透明液体，无机械杂质 |

| 序号                                                | 项目                                                                      | 指标                                |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 2                                                 | 乙二醇, w/% $\geq$                                                         | 99.9                              |
| 3                                                 | 二乙二醇, w/% $\geq$                                                        | 0.050                             |
| 4                                                 | 1,4-丁二醇 <sup>a</sup> , w/% $\geq$                                       | 报告 <sup>b</sup>                   |
| 5                                                 | 1,2-丁二醇 <sup>a</sup> , w/% $\geq$                                       | 报告 <sup>b</sup>                   |
| 6                                                 | 1,2-己二醇 <sup>a</sup> , w/% $\geq$                                       | 报告 <sup>b</sup>                   |
| 7                                                 | 碳酸乙烯酯 <sup>a</sup> , w/% $\geq$                                         | 报告 <sup>b</sup>                   |
| 8                                                 | 色度(铂-钴)/号<br>加热前 $\leq$<br>加盐酸加热后 $\leq$                                | 5<br>20                           |
| 9                                                 | 密度(20°C)/(g/cm <sup>3</sup> )                                           | 1.1128~1.1138                     |
| 10                                                | 沸程(在 0°C, 0.10133MPa)<br>初馏点/°C $\geq$<br>干点/°C $\leq$                  | 196.0<br>199.0                    |
| 11                                                | 水分, w/% $\leq$                                                          | 0.08                              |
| 12                                                | 酸度(以乙酸计)/(mg/kg) $\leq$                                                 | 10                                |
| 13                                                | 铁含量/(mg/kg) $\leq$                                                      | 0.10                              |
| 14                                                | 灰分/(mg/kg) $\leq$                                                       | 10                                |
| 15                                                | 醛含量(以甲醛计)/(mg/kg) $\leq$                                                | 8.0                               |
| 16                                                | 紫外透光率/%<br>220nm $\geq$<br>250nm $\geq$<br>275nm $\geq$<br>350nm $\geq$ | 75<br>报告 <sup>b</sup><br>92<br>99 |
| 17                                                | 氯离子/(mg/kg) $\leq$                                                      | 0.5                               |
| a. 乙烯氧化/环氧乙烷水合工艺对本项目不作要求。<br>b. “报告”是指需测定并提供实测数据。 |                                                                         |                                   |

### 3.3. 全厂主要工艺物料平衡

全厂主要工艺物料平衡见附图。

## 4. 工艺技术方案

本一期项目产品为以天然气为原料制取 60 万吨乙二醇，主要由以下装置组成：

- （1）空分空压装置
- （2）合成气制备装置：主要包括天然气脱硫转化、脱碳、深冷分离提纯 CO、PSA 提氢
- （3）乙二醇装置

### 4.1. 工艺技术方案比选

本项目各工艺装置进行技术方案选择时，结合项目实际情况，突出项目自身特点，遵循先进适用、成熟可靠、运行经济、安全环保、节能降耗的原则，以保证本项目建成投产后能够安、稳、长、满、优的运行。

#### 4.1.1. 空分空压装置

本项目空分空压装置为全厂提供所需的氧气、氮气、仪表空气和工厂空气。其中氧气、氮气需要通过空气分离（即空分）得到，是空分空压装置的核心，其技术方案比选说明如下：

##### 4.1.1.1. 国内外空分技术概况

目前成熟的空分技术有 PSA 空分技术和深冷空分技术。PSA 空分技术相对简单，适用于小型装置，一般用于制氮或制氧规模小于  $5000\text{Nm}^3/\text{h}$  空分装置，且制氧纯度不高，影响工艺装置效率；深冷空分技术相对复杂，但适用于大型空分装置，且产品纯度高，是目前大型空分装置的技术选择。深冷空分技术是将原料空气在低温下液化，利用各组分沸点差异，通过精馏分离得到氧气、氮气、氩气等产品气体。深冷空分技术整个流程由空气压缩、空气预冷、空气净化、膨胀制冷、低温精馏、产品压缩输送等系统组成，具有运行连续、稳定、安全、操作维护成本低等特点。

目前国外主要的深冷空分技术厂商有法国液化空气公司（Air Liquide）、林德公司（Linde）、空气化工产品公司（APCI）等；国内空分技术厂商有杭氧股份有限公司、开封空分集团和四川空分设备有限公司等。法液空、林德、APCI 三家公司在全球大型空分市场占据领导地位，国内杭氧、开空也拥有一定的市场份额，主要集中在国内。法液空技术最大已运行的空分装置能力超过  $120000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；林德空分技术目前最大已运行的空分装置能力为  $110000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；空气化学品公司空分技术目前最大的已运行空分装置能力为  $105000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。国内杭氧空分技术目前最大的已运行空分装置能力为

105000Nm<sup>3</sup>/h（神华宁煤煤制油项目）；开空技术目前最大的已运行空分装置能力为 65000Nm<sup>3</sup>/h；川空技术目前最大的已运行空分装置能力为 63000Nm<sup>3</sup>/h。

#### 4.1.1.2. 技术路线选择

本项目正常生产需要约 110252Nm<sup>3</sup>/h 氧气、约 57700Nm<sup>3</sup>/h 高纯氮气。项目分两期建设，每期正常生产需要约 55126Nm<sup>3</sup>/h 氧气、约 28850Nm<sup>3</sup>/h 高纯氮气。氧气纯度越高，越有利于提高工艺装置效率，氮气纯度越高约有利于装置运行安全。鉴于需要的氧气及氮气规模，本项目适合选择深冷空分技术。

深冷空分一般包含原料空气压缩、空气预冷、空气净化、膨胀制冷气体增压、膨胀制冷、空气分离、产品（特别是氧）增压以及后备系统等，其中膨胀制冷气体增压、氧增压存在多种方案选择，需要进行比较。

#### 4.1.1.3. 膨胀制冷气体增压方案选择

空分装置冷量主要由来自增压机的高压气体通过膨胀机膨胀制冷提供，目前空分装置的增压流程包括空气增压和氮气循环增压两种。

空气增压流程采用空气作为增压介质。氮气增压流程采用氮气作为增压循环介质。空气作为增压循环的介质，单位气量的制冷量比氮气大，制取同等冷量所需空气量小于氮气增压循环所需的氮气，因此相应的增压机、板式换热器、精馏塔等设备尺寸较小，投资较省，能耗也相对较低。氮气增压循环可以从增压机不同段间抽取多个压力等级的氮气，适用于所需氮气产品等级多的工况。对于正常生产氮气消耗量大，且需要多个压力等级的装置，采用氮气增压流程可以实现氮气增压流程的增压机和产品氮压机的合二为一，可以减少外压缩氮压机或内压缩液氮泵，与空气增压流程相比减少动设备数量，节省占地面积。空气增压流程增压后的空气直接进板式换热器液化节流后进塔参与精馏，操作简单；而氮气增压流程的增压氮气需要从分馏塔得到精馏得到，循环流路复杂，特别是调试开车难度大，时间长。

本项目正常生产时氮气需求量小，等级不多，因此采用空气增压流程不仅一次性投资低，而且运行能耗低，推荐采用空气增压流程。

#### 4.1.1.4. 产品氧增压方案选择

本项目空分装置生产的氧气主要供天然气转化使用，用气压力约 4.1MPa<sub>g</sub>。纯氧是一种强氧化介质，为保证空分装置的安全运行，氧气的增压工艺常常成为研究的一个重点。

空分装置的氧气增压有两种方式，即采用氧气压缩机和液氧泵，前者压缩介质为气氧，在冷箱外压缩；后者压缩介质为液氧，在冷箱内压缩。分别称为外压缩流程和内压缩流程。

从占地面积看，外压缩流程使用氧气压缩机将氧气增压，占地大；内压缩流程使用液氧泵将液氧增压，占地较小。

从能耗上看，相同制氧能力空分装置，采用内压缩流程和外压缩流程的实际功耗相近。尽管内增压流程理论上要多消耗约 3% 的增压机压缩功；但是增压机的效率比氧压机高，两者实际的功耗是非常接近。

从安全方面分析，尽管外增压流程的使用也比较普遍，氧气压缩机的设计和制造水平不断提高；但是统计数据表明，国内用户使用的氧压机(包括进口氧压机)有多台次发生过燃烧事故，而内增压流程从未出现过类似事故。

从投资上看，两种流程相接近，内压缩流程略微偏低。此外，使用液氧泵的内增压流程比使用氧压机的外增压流程操作、管理更为方便，维修工作量少。

因此，对于氧气增压工艺，本项目推荐内压缩流程。

#### 4.1.1.5. 后备系统方案

一期空分装置共设一套液氧、液氮、液氩储罐及装车系统。在空分装置停车时，液氮贮存后备系统满足全厂装置事故氮气用气需要。

#### 4.1.1.6. 空分空压技术方案比选结论及建议

综上所述，本项目空分空压装置宜采用深冷空分技术，每期配置制氧能力为  $60640\text{Nm}^3/\text{h}$  空分装置一套。每套空分装置同时生产氮气  $31800\text{Nm}^3/\text{h}$ ，副产液氩  $2000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。空分装置采用空气增压制冷、氧气内压缩、氮气外压缩流程。正常生产时，装置所需工厂空气、仪表空气可以从增压机一级抽取。液氮后备系统满足装置事故氮气用气需要。同时配套设置空压站，满足空分装置开车及空分装置临时停车时全厂用仪表空气及工厂空气用气需求。国内外多家空分技术均能胜任本项目空分装置的技术要求，为节省项目建设投资，并助力中国制造发展战略，本项目空分空压装置宜选用国产技术。

### 4.1.2. 合成气制备装置

#### 4.1.2.1. 原料路线确定的原则和依据

乙二醇(简称 EG)是一种重要的基本有机化工原料，常温下为无色、无臭、有甜味的粘稠液体。易吸湿，能与水和丙酮混溶，能大大降低水的冰点，微溶于乙醚。主要用

来生产聚酯纤维(PET)、塑料、橡胶、聚酯漆、胶粘剂、非离子表面活性剂，也被大量用作溶剂、润滑剂、增塑剂和防冻剂等，它和对苯二甲酸(PTA)反应生成聚对苯二甲酸乙二醇酯，可作为聚酯纤维和聚酯塑料的原料，我国乙二醇的消费构成中约 95%用于生产聚酯，5%用于生产防冻剂等。

生产乙二醇的原料可以是石油制乙烯或者天然气、煤、焦炉气含有氢和一氧化碳的工业气体。

目前，国内外大型乙二醇的工业生产主要是通过乙烯的催化氧化反应生成环氧乙烷，环氧乙烷再进行非催化水合反应制得乙二醇产品。

环氧乙烷至乙二醇生产技术基本上由英荷壳牌(Shell)、美国 SD 公司、DOW 化学公司所垄断。该法工艺流程长，水比( $H_2O$  和 EO 的摩尔比)高，乙烯氧化制环氧乙烷的选择性较低，环氧乙烷水合副产物多，分离精制工艺复杂，能耗大；该工艺路线完全依赖于石油资源，当原油价格涨时，采用该工艺生产乙二醇产品的成本逐渐增加显著，竞争性降低。

由于石油资源的限制，开发以合成气为基础的各种新乙二醇生产工艺也十分引人关注。该路线是指以通过合成气中的 CO 和  $H_2$  为原料，通过直接合成法或者间接合成法制取乙二醇，是当今世界普遍关注的一项化工新工艺。直接工艺即由合成气直接合成乙二醇；间接工艺是合成气经某种中间化合物后再转化为乙二醇；以甲醛法和经草酸二甲酯的草酸酯法为代表，其中草酸酯合成法的研究比较深入。

近年来国内乙二醇市场增长迅速，乙二醇国内自给率不足，需从中东等地区大量进口。由于上游开采的天然气量大且价格较低，受业主委托，本项目确定以天然气为原料制备合成气生产乙二醇。

#### 4.1.2.2. 国内、外工艺技术概况

目前，国际上广泛采用的先进的合成气制备技术，主要有：DPT(Davy Process Technology)、KBR（凯洛格）、Lurgi（鲁奇）公司等。不同合成气制备技术的消耗及能耗差异不大，其主要的差异在于所采用的转化工艺和转化设备类型不同。

国外不同的转化工艺特点简述如下：

##### 1) DPT 转化工艺的技术特点：

联合转化，即传统蒸汽转化与纯氧部分氧化相结合的转化工艺。转化压力可高达 4.5MPa，水碳比为 2.5，二段出口甲烷约为 1%vol。

一段蒸汽转化。转化压力为 2.0MPa，出口温度约为 890℃，残余甲烷含量为 3%vol。转化炉采用顶烧式方箱炉，占地少，对流段设多组预热盘管，转化炉热效率高。

### 2) Lurgi 转化工艺技术特点：

采用一段蒸汽转化，转化炉为顶烧式方箱炉，转化压力在 2.0~2.5MPa 之间。出口温度约为 890℃，残余甲烷含量为 2.8%vol。

### 3) KBR 转化工艺技术特点：

一段炉采用顶烧箱式炉，二段炉、废热锅炉等设备采用 KBR 公司的专有技术设备。

以天然气为原料制备合成气，国际上的各公司所采用的工艺方法不同，但是生产流程基本相同，包括天然气蒸汽转化制合成气，二氧化碳脱除，合成气分离等工艺过程。各个公司均有其独特的技术，归纳有以下几个发展趋势：

1) 提高转化压力、降低转化的水碳比，以节省压缩功和工艺蒸汽消耗。

2) 将一段转化炉的负荷向二段转化炉转移，以减少一段转化炉的大小和燃料天然气消耗。

3) 采用低能耗的脱碳技术，如带蒸汽喷射的热钾碱脱碳技术和 MDEA 脱碳技术等。

## 4.1.2.3. 技术方案选择

### (1) 脱硫工艺技术选择

脱硫工艺方案的确定取决于硫的含量及硫的形态。如天然气含总硫  $>150\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，一般采用两段脱除，先用湿法脱除天然气中的大部分无机硫，经粗脱硫后，少量的有机硫和无机硫用干法最终脱除至  $\leq 0.1\text{ppm}$ （总硫），以满足生产要求。

根据业主提供的数据，本项目中原料天然气中硫含量很低，因此采用干法脱硫。工艺装置内设铁锰脱硫槽，对有机硫进行加氢转化和脱除；为保证脱硫精度，铁锰脱硫槽的出口设置一台氧化锌脱硫槽，以保证天然气中的总硫脱除到  $\leq 0.1\text{ppm}$ 。

### (2) 天然气转化制气工艺技术选择

对于以天然气为原料的合成气制备装置，其转化工艺可采用以下几种技术：

——低水碳比一段蒸汽转化工艺

——换热式转化工艺

——非催化部分氧化工艺

#### 1) 低水碳比一段蒸汽转化工艺

采用低水碳比一段蒸汽转化，水碳比一般低于 2，转化压力常在 2~2.5MPa，出转

化炉的温度要达到  $890\sim 920^{\circ}\text{C}$ ，转化管壁温高达  $930\sim 940^{\circ}\text{C}$ ，转化气最高温度约  $900^{\circ}\text{C}$ 。此工艺的优点是水碳比低，工艺蒸汽消耗较少；不需要消耗氧气，天然气一段部分转化所需热量全部来自一段炉辐射段。此工艺的主要不足是，转化气氢气多一氧化碳少，需补入较多  $\text{CO}_2$  才能达到要求的  $\text{H}_2/\text{CO}$  比；转化压力低，后端要设置增压设备才能满足乙二醇装置对氢气和一氧化碳的压力要求；另外转化炉长期低水碳比操作，催化剂有析碳的风险。

## 2) 换热式转化工艺

换热式转化工艺采用一段蒸汽转化（GHR）与二段催化部分氧化相结合。二段转化炉是一个自热式的部分氧化炉（ATR），甲烷转化所需的热量由二段炉内氢和甲烷的燃烧来提供。联合转化一段炉操作压力  $4.0\sim 4.5\text{MPa}$ ，一段转化气进入二段炉与空分来的纯氧混合自燃，燃烧并部分氧化后的气体进入二段床层，使甲烷进一步转化，出口二段炉气温在  $950\sim 1050^{\circ}\text{C}$ ，残余甲烷  $0.5\%\sim 1.5\%$ 。换热式转化的合成气组成是可调节的，调节的方法是通过调节水碳比、二段转化炉出口温度以及加氧量和  $\text{CO}_2$  循环量。

换热式转化工艺具有良好的调节性，有多种手段可以调节转化气中  $\text{H}_2$  与  $\text{CO}$  的比例；转化压力高，后端不需设置增压设备即可满足乙二醇装置所需氢气的压力要求；转化气残余甲烷含量低；水碳比适宜，催化剂析碳风险小。不足之处是  $\text{CO}_2$  需要循环、需空分提供氧气，但是氧气消耗较非催化部分氧化工艺（POX）少。

## 3) 纯氧转化工艺

纯氧转化工艺没有一段炉或换转炉，只有纯氧转化炉，天然气在纯氧转化炉内发生催化部分氧化。纯氧转化炉是一个自热式的部分氧化炉，甲烷转化所需的热量由二段炉内氢和甲烷的燃烧来提供。天然气与工艺蒸汽的混合气进入纯氧转化炉与空分来的纯氧混合自燃，燃烧并部分氧化后的气体进入二段床层，使甲烷进一步转化，出口转化气气温约  $1035^{\circ}\text{C}$ ，残余甲烷约 1%。

有多种手段可以调节转化气中  $\text{H}_2$  与  $\text{CO}$  的比例；转化压力高，后端不需设置增压设备即可满足乙二醇装置所需氢气的压力要求；转化气残余甲烷含量低；水碳比适宜，催化剂析碳风险小。不足之处是  $\text{CO}_2$  需要循环、需空分提供氧气，但是氧气消耗较非催化部分氧化工艺（POX）少，高于换热式转化工艺。

## 4) 非催化部分氧化工艺

非催化部分氧化工艺水碳比低于 0.5，出转化炉的转化气的温度约  $1300^{\circ}\text{C}$ 。此工艺

的优点是工艺消耗较少，CO<sub>2</sub> 没有循环，此工艺的不足之处是：转化气废锅运行条件比较苛刻，设备寿命短，氧气消耗高，需要配置的空分大。

以上几种工艺技术对比较见表 4.1-1。

表 4.1-1 转化技术比较表

| 转化工艺<br>项目 | 低水碳比<br>一段蒸汽转化  | 换热式转化             | 纯氧转化              | 非催化部分氧化           |
|------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 天然气消耗      | 低               | 最低                | 较低                | 较高                |
| 氧气消耗       | 无               | 较低                | 低                 | 较高                |
| 水碳比        | ~1.8            | 1.8               | ~0.65             | <0.5              |
| 转化压力       | 低<br>(2~2.5MPa) | 高<br>(3.8~4.5MPa) | 高<br>(3.8~4.5MPa) | 高<br>(4.0~4.5MPa) |
| 残余甲烷含量     | 较高              | 较低                | 低                 | 很低                |
| 转化气出口温度    | 890~920℃        | ~1010℃            | ~1035             | ~1300             |
| 副产输出蒸汽     | 少               | 少                 | 多                 | 多                 |

非催化部分氧化天然气消耗高，转化炉出口转化气温度较高，转化废锅运行条件较为苛刻，转化废锅的寿命较短，对装置运行的安全、稳定带来不确定性；纯氧转化工艺操作条件温和，转化压力高，节省后端增压设备的投资和功耗，对转化气组分的调节手段多，虽然需要空分提供氧气，但因乙二醇装置也需要空分提供纯氧，只需将空分规模适当放大即可。换热式转化工艺，虽然天然气消耗低，氧气消耗低，调节手段与纯氧转化工艺相当，但是由于水碳比高些，基本无蒸汽输出，而乙二醇装置需要大量的蒸汽，因此在可研阶段转化工艺技术暂按采用中国成达工程有限公司的纯氧转化工艺考虑。

中国成达工程有限公司有比较成熟可靠的、能耗先进的、环境友好的传统两段转化工艺、换热式转化工艺和纯氧转化工艺，三个工艺中都有类似的二段转化炉，采用类似转化工艺的项目如下：

| 序号 | 项目名称                             | 具体装置            |
|----|----------------------------------|-----------------|
| 1  | 云南祥丰石化有限公司改扩建 30 万吨/年合成氨项目填平补齐工程 | 合成氨 20 万吨/年工程设计 |
| 2  | 云南祥丰金麦化工有限公司年产 20 万吨合成氨项目        | 合成氨 20 万吨/年工程设计 |
| 3  | 青海云天化 20 万吨合成氨一期                 | 20 万吨/年合成氨 EPC  |
| 4  | 青海云天化 20 万吨合成氨二期                 | 20 万吨/年合成氨 EPC  |
| 5  | 绵阳美丰 15 万吨合成氨                    | 合成氨 20 万吨/年工程设计 |
| 5  | 美氰 20 万吨合成氨                      | 合成氨 20 万吨/年工程设计 |

|   |               |                 |
|---|---------------|-----------------|
| 6 | 重庆涪陵 20 万吨合成氨 | 合成氨 20 万吨/年工程设计 |
|---|---------------|-----------------|

### （3）脱碳工艺技术选择

目前脱除  $\text{CO}_2$  的方法很多，主要分为两大类：即物理吸收和化学吸收，物理吸收如：低温甲醇洗、液氮洗、聚乙二醇二甲醚（NHD）、碳酸丙烯脂法及变压吸附法等；化学吸收法如改良热钾碱法、乙醇胺法和改良胺法（MDEA 法）等。脱碳工艺的选择与原料、操作参数、流程组合等均有关，在传统的以天然气或轻油为原料的制取合成气的装置：低压  $\leq 1.0\text{MPa}$  时，以乙醇胺法脱碳较为经济。中压  $1.6\sim 3.5\text{MPa}$ ，按成熟的方法主要有改良热钾碱法和 MDEA 法。与改良热钾碱法相比，采用 MDEA 技术脱碳，设备投资略低，但由于 MDEA 溶液的价格比热钾碱溶液贵得多，因此总投资二者相当。在运行过程中由于溶液会有损失，将定期补充溶液，因此使用改良热钾碱法脱碳的运行费用更低。另外由于单位体积的改良热钾碱溶液对二氧化碳的吸收能力比 MDEA 溶液更强，因此改良热钾碱溶液的循环量小，运行过程中的电耗更低。

使用 aMDEA 工艺脱碳，单位体积二氧化碳的再生热消耗更低；正常生产无废水外排，同时 MDEA 无毒，可在空气中自然降解，因此不会对环境造成污染，更加环保；MDEA 溶液腐蚀小，系统运行维护费用低；MDEA 溶液没有结晶问题，系统操作维护更简单。经过对全系统进行热量平衡后，低位能的废热较多，可以充分利用工艺气余热，剩余蒸汽输出界区供其它装置使用，这样使 MDEA 工艺的优势可以得到充分发挥，因此本可研暂按采用国内的 aMDEA 脱碳工艺考虑。

### （4）气体分离工艺技术

目前 CO 的分离方法主要有变压吸附法(PSA 法)和深冷分离法。

变压吸附技术应用于提取 CO，是 1979 年德国 Linde 公司研制开发的技术，1984 年建立了第一套工业装置。其基本原理是根据混合物中不同的吸附质在吸附剂上的吸附量不同，以及同一吸附质在吸附剂上的吸附量随着吸附质的分压不同而变化的原理设计的分离过程。变压吸附法可在环境温度下操作，对原料气的适应性广，不需要复杂的预处理系统，无设备腐蚀和环境污染问题；装置工艺简单，自动化程度高，操作方便，运行费用低，具有得天独厚的优势。但其缺点也比较明显：

- 对原料气要求较高，当原料气中( $\text{CH}_4+\text{Ar}$ )体积分数达到 1% 时，CO 纯度只能达到 96%。若原料气中 CO 浓度较低，则 CO 回收率随之降低；
- 分离过程复杂，需用 2 套 PSA 装置，才可使 CO 纯度大于 96%，其回收率约

70%。故 PSA 法装置规模受到一定限制。用在本装置上，无法满足 CO 纯度和收率要求。

深冷分离法又称低温精馏法，利用各种气体组分的沸点差异，通过低温蒸馏来实现气体混合物的分离。1925 年由德国 Linde 公司开发成功，上世纪 60 年代开始在工业上应用于制备高纯度 CO。深冷分离技术在我国已经发展几十年了，该技术自 90 年代开始国产化，也越来越成熟。但深冷分离法制取的 H<sub>2</sub> 浓度在 85%~95% 之间，不能满足乙二醇生产 H<sub>2</sub> 浓度的要求，必须进行 H<sub>2</sub> 的提浓。

综上，可研阶段暂定先利用国内深冷分离工艺制取 CO，再利用国内变压吸附工艺对分离出的 H<sub>2</sub> 进行提浓。

#### 4.1.3. 乙二醇装置

##### （1）石化路线法

石化路线合成乙二醇的方法包括环氧乙烷直接水合法、环氧乙烷催化水合法和碳酸乙烯酯法。

##### 1) 环氧乙烷直接水合法

环氧乙烷直接水合法是当前国内外工业化生产乙二醇的主要方法，该工艺是在高温和加压条件下进行的。环氧乙烷在管式反应器中，通常是将环氧乙烷与水以一定摩尔比混合，然后与离开水解反应器的乙二醇和水的混合物换热，预热到 120~160℃ 后进入水解反应器，在 190~200℃ 水解，停留时间约为 30min，操作压力约为 2.23MPa，过程为放热反应。生成的乙二醇水溶液中乙二醇质量分数大约在 10% 左右，同时还有一缩乙二醇（DEG）、二缩乙二醇（TEG）和少量的聚乙二醇生成，为了提高乙二醇的选择性，一般将水比提高。该生产技术基本上由 Shell、Halcon-SD 以及 UCC 三家公司垄断，他们的工艺技术和工艺流程基本上相似，三家公司的专利技术主要区别在技术细节上。由于反应液中含有大量的水，需要设置多个蒸发器脱水，造成工艺流程长，设备多，能耗高，直接影响乙二醇的生产成本，这也是现行乙二醇工业生产方法的主要缺点。

石化路线的环氧乙烷直接水合法生产乙二醇的工艺路线存在如下问题：

- 乙烯是以石油为原料生产的，随着原油价格逐渐上涨，经济性会逐渐降低。
- 乙烯氧化制环氧乙烷的选择性较低，理论选择性为 85.7%，而且不可避免有大量副产物二氧化碳生成，工业上以乙烯计的乙二醇收率在 70% 左右。
- 环氧乙烷水合还会生成大量二乙二醇、三乙二醇等副产物，为了得到高收率的

乙二醇，水合反应必需在较高的水比下进行，使生成物中乙二醇浓度很低，分离精制工艺复杂，能耗大。为了解决环氧乙烷直接水合法存在的问题，国内外相继开发了环氧乙烷催化水合法生产乙二醇的技术。

## 2) 环氧乙烷催化水合法

环氧乙烷催化水合法是针对目前直接水合法生产乙二醇工艺中水比高的缺点，为了提高选择性，降低水比，同时保证降低反应温度和能耗。国内外专家学者已发表了一些 EO 催化水合制乙二醇的专利文献。其中有 Shell 公司、UCC 公司、莫斯科门捷列夫化工学院、上海石油化工研究院、南京工业大学等，其关键是催化剂的研制与开发。水合催化剂的开发，大致可分为均相催化水合法和非均相催化水合法两大类。其中有代表的是 Shell 公司的非均相催化水合法，Shell 公司 1994 年报道了季胺型酸式碳酸盐阴离子交换树脂作为催化剂进行 EO 催化水合的工艺，EO 转化率达到 95~98%，EG 选择性为 97~98%。1997 年又开发了类似二氧化硅骨架的聚有机硅烷盐负载型催化剂及其催化的环氧化物水合工艺。该技术可进行间歇操作，也可进行连续生产，可节省 EO/EG 装置总投资费用的 15% 左右。UCC 公司开发了两种水合催化剂：一种是负载于离子交换树脂上的阴离子催化剂，主要是铝酸盐、钨酸盐、钒酸盐；另一种是钼酸盐复合催化剂，两种催化剂在水比为 5:1 时可获得 96.6% 的乙二醇收率。国内的大连理工大学和抚顺石化院合作开发的杂多酸复合催化剂，在水比为 5:1 时也可获得 96% 的乙二醇收率。尽管许多公司在环氧乙烷催化水合生产乙二醇技术方面做了大量的工作，在催化剂的制备、再生、寿命、环氧乙烷转化率和乙二醇选择性等问题方面取得了很大的进步。但是采用该方法进行大规模工业化生产还有待时日。因为该工艺还存在诸如催化剂稳定性不够、制备复杂、难以回收利用、金属阴离子残留等问题。

## 3) 碳酸乙烯酯法

碳酸乙烯酯法主要包括有日本三菱化学开发的碳酸乙烯酯直接水合法和由 Texaco 开发的联产乙二醇和碳酸二甲酯法。

碳酸乙烯酯直接水合法是利用乙烯氧化生产环氧乙烷时排放的  $\text{CO}_2$  为原料，与 EO 在催化剂作用下生成碳酸乙烯酯，然后由碳酸乙烯酯水解生成乙二醇。该工艺分为一步法和两步法：一步法经过了生成碳酸乙烯酯中间体的过程，所用催化剂有阴离子交换树脂、季胺盐、季磷盐、碱金属、碱土金属、碳酸盐等。两步法则是将环氧乙烷与  $\text{CO}_2$  的酯化反应和碳酸乙烯酯的水解反应分别在两个反应器进行。

乙二醇和碳酸二甲酯联产技术的主要过程为两步：首先  $\text{CO}_2$  和环氧乙烷在催化剂作用下合成碳酸乙烯酯，然后碳酸乙烯酯和甲醇反应生成碳酸二甲酯和乙二醇。这两步反应属于原子利用率 100% 的反应，属于“零排放”的清洁生产工艺，具有很好的发展前景。

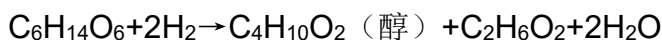
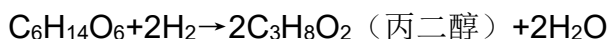
但是，石化路线合成乙二醇的基础是以乙烯氧化生产环氧乙烷为前提，尽管工艺和催化剂的研究有了很大的突破，但它们各自面对的突出的问题是目前原油不足，价格持续上涨的趋势，其经济性会逐渐降低，并进一步影响国内外乙二醇的生产需要，因而开辟一条新的乙二醇合成路线迫在眉睫。

## （2）生物质资源路线合成乙二醇方法概述

主要为以玉米淀粉为原料生产多元醇，多元醇加氢合成二元醇。

目前核心技术路线以玉米淀粉为原料生产山梨醇，山梨醇加氢生产二元醇。

其主要反应为：



由于国家粮食政策的保护，国内仅有长春金宝特生物化工开发有限公司一家生产。

## （3）碳一路线合成乙二醇方法概况

目前较有发展前景的方法主要是以合成气和甲醛为原料的两种碳一路线。

以甲醛为原料合成乙二醇的方法主要有：甲醛氢甲酰化法、甲醛二聚法、甲醛和甲酸甲酯偶联法、甲醛电化加氢二聚法等。这些方法从本质上说属于由合成气间接合成乙二醇。甲醛甲酰化以三聚甲醛或多聚甲醛为甲醛来源，以贵金属锗等作催化剂，成本较高，离工业化还有一定距离。甲醛加氢二聚法，乙二醇选择性低，尚处在实验室开发阶段。甲醛和甲酸甲酯偶联法对于开发甲醛和甲酸甲酯下游产品，解决甲酸甲酯的储存和运输难的问题，具有一定的意义，但反应采用三聚甲醛或多聚甲醛作为甲醛来源，成本高。

因此从原料选择的经济合理性及我国的能源结构组成考虑，采用合成气生产乙二醇最适宜。

合成气的原料来源较丰富，价格较便宜。因此各国对合成气合成乙二醇进行了大量研究，近十年来发表了许多有关的专利和论文，并有工业装置投产。

目前以合成气为原料合成乙二醇的路线可归纳为直接合成法和间接合成法。

### 1) 合成气直接合成乙二醇

以合成气为原料通过直接或间接工艺合成乙二醇早已受到各国研究者的青睐和关注。

美国 DuPont 公司于 40 年代就开展这项研究工作，开发出由合成气经甲醛合成乙二醇的间接工艺，并投入工业化生产。但由于此工艺的技术经济性问题，于 1968 年停止使用。50 年代 DuPont 公司开发合成气直接合成乙二醇工艺，然而在开发高性能催化剂及缓和反应条件的研究上受阻。70 年代末到 80 年代初，油价暴涨，又刺激了这一技术的开发。

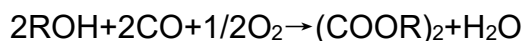
合成气直接合成乙二醇反应的催化剂体系一般采用铑的羰基络合物，日本宇部兴产开发出了新型铑钌双金属催化剂，在 860MPa、230℃ 的条件下进行液相反应，乙二醇选择性为 70%~80%，时空收率达到 416g/Lcat.h。由于反应条件苛刻，副产大量的甲酸酯，乙二醇的收率和选择性较低，要实现工业化还有一段距离。

直接法反应条件较苛刻，压力在 10MPa 以上，而且用昂贵的铑作催化剂，另外反应的转化率和选择性都较低。因此，今后研究方向主要是通过改进催化剂和助剂，使反应在比较温和的条件下进行。由于此技术在开发高性能催化剂及缓和反应条件、催化剂的连续循环使用及与产品分离的研究上受阻，目前，合成气直接合成乙二醇技术仍处于实验室阶段。

### 2) 合成气间接合成乙二醇

合成气间接法合成乙二醇，即从一氧化碳出发，偶联得到草酸二酯，然后经草酸二酯催化加氢制乙二醇的碳一路线，是近来被公认为技术性和经济性较好的一种工艺路线。

1966 年，美国联合石油公司公布了 CO、醇和氧气在以  $\text{PdCl}_2\text{-CuCl}_2$  为催化剂的条件下，在 125℃、7.0MPa 下反应合成草酸二烷基酯的专利。反应方程式如下：



该方法由于使用含氯催化剂，设备腐蚀严重。另外，由于水是催化剂的强中毒物质，为保持反应体系无水状态，需要使用大量脱水剂，致使该反应过程经济性差，很难实现工业化。此后，美国 ARCO 公司和日本宇部兴产公司对催化剂体系进行了改进，但仍未能解决设备腐蚀问题。

之后，宇部兴产公司和美国 UCC 公司联合开发了合成草酸二酯的新工艺路线，该

工艺采用 2% 的以活性炭为载体的钯催化剂，在反应条件为 90℃、9.8MPa 下，引入亚硝酸酯，使 CO 与丁醇发生偶合，解决了原方法的腐蚀等问题，并建成一套 6000 吨/年草酸二丁酯的工业装置，但该方法草酸酯生成速率慢，副产物多，且加氢要在 20MPa 以上进行。

1977 年日本宇部兴产提出常压气相合成草酸酯技术，该技术以 Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 为催化剂，在温度 80~150℃、压力 0.5MPa 条件下，CO 和亚硝酸甲酯或亚硝酸丁酯进行气相反应生成草酸酯，其收率达到 98%。草酸二酯经净化后，在铜铬催化剂、3MPa、225℃ 条件下进行气相加氢反应生成乙二醇，乙二醇选择性为 95%。

20 世纪 80 年代初，国内也开始了 CO 催化合成草酸酯及其衍生物产品草酸、乙二醇的研究。中国科学院福建物构所与南靖合成氨厂合作，利用合成氨装置回收的 CO，在常压、150℃ 下催化偶联合成草酸二甲酯，然后以 Cu/Cr 为催化剂，进行草酸二甲酯的低压加氢，转化率达 95%~100%，乙二醇选择性为 80%~90%。中科院宁波材料所对华鲁恒升原有 5 万吨/年乙二醇装置进行改造，2015 年 7 月 31 日装置投料生产，系统连续运行 3000 多个小时，与原装置比较获得了乙二醇技术较大进展，同时形成的 CO 偶联制草酸二甲酯工艺已向国家专利局申报发明专利。宁波材料所采用世界上先进的草酸二酯加氢装置进行试验，得出优化的工艺指标和催化剂配方，可针对性地根据客户产品进行工艺设计，使产品的收率更高，装置配置更具低能耗优势，确保装置设计的整体合理性、先进性和长周期安全稳定性。

表 4.1-2 工艺技术方案的综合评价

| 序号 | 比较项目   | 产品方案的评价 |         |         |
|----|--------|---------|---------|---------|
|    |        | 石化路线法   | 生物路线法   | 碳一路线法   |
| 1  | 技术先进性  | 传统法     | 新开发     | 新开发     |
| 2  | 技术适用性  | 乙烯为原料   | 玉米淀粉为原料 | 合成气为原料  |
| 3  | 技术可靠性  | 成熟      | 不成熟     | 较成熟     |
| 4  | 技术安全性  | 技术垄断    | 未知      | 涉及专利技术  |
| 5  | 原料来源问题 | 不足      | 不足      | 丰富      |
| 6  | 产品质量   | 满足要求    | 满足要求    | 满足要求    |
| 7  | 工业化业绩  | 丰富      | 低       | 一般      |
| 8  | 原料的适应性 | 石油丰富地区  | 我国东北地区  | 国内大部分地区 |
| 9  | 清洁生产要求 | 良好      | 可满足     | 良好      |

| 序号 | 比较项目  | 产品方案的评价  |        |        |
|----|-------|----------|--------|--------|
|    |       | 石化路线法    | 生物路线法  | 碳一路线法  |
| 10 | 成本优势  | 低        | 未知     | 高      |
| 11 | 存在的问题 | 能耗高，制备复杂 | 原材料不易得 | 催化剂成本高 |

综上所述并根据建设单位实际情况确定本可研工艺技术方案为合成气间接合成制乙二醇路线。

目前，合成气经草酸二甲酯制乙二醇技术主要由日本宇部兴产、福建物构所、上海浦景和中科远东（宁波中科远东催化工程技术有限公司、中国科学院宁波材料技术与工程研究所为联合体）提供。

四川正达凯目前已经与浦景化工签署了技术实施许可合同。浦景化工是有由国家能源集团和国机集团共同组建企业，是国内主要合成气制MEG技术厂商，在MEG行业内具有丰富的技术经验积累，截至目前已经落地合成气制MEG项目7个，授权客户14个，其合成气制MEG技术具有催化剂活性高、寿命长、耐受力强、原料消耗低、高优等品率以及环境友好等技术优势。

## 4.2. 工艺流程描述和消耗

### 4.2.1. 工艺流程描述

本项目工艺装置包含空分空压、合成气制备（脱硫转化、脱碳、深冷分离、PSA）、乙二醇装置。

全厂主工艺流程详见附件：全厂工艺流程图。

各主要工艺装置的工艺流程描述见下。

#### 4.2.1.1. 空分装置

空分装置采用分子筛净化空气、带增压透平膨胀机、上、下塔采用规整填料塔、氧内压缩、氮外压缩、全精馏无氢制氩工艺。空分装置分为空气压缩、空气预冷、空气净化、空气分离、液氧液氮后备系统，流程描述如下。

##### （1）空气压缩

原料空气自吸入口吸入，经自洁式空气过滤器除去灰尘及其它机械杂质，过滤后的空气进入离心式空压机，经压缩机压缩到约 0.5 MPag，然后进入空冷塔冷却。

##### （2）空气预冷

进入空冷塔的冷却水分为循环冷却水和冷冻水，冷冻水为经水冷塔冷却后的水。在

水冷塔中，循环冷却水与污氮气逆流接触，利用不含水的污氮气吸收水分带走热量使循环冷却水降温成为冷冻水。

在空冷塔中，空气自下而上穿过空冷塔，在空冷塔下段被循环冷却水预冷后在上段被冷冻水进一步冷却，空气在冷却的同时，又得到清洗。

### （3）空气净化

经空冷塔冷却后的空气进入切换使用的分子筛吸附器，空气中的二氧化碳、碳氢化合物和水分被吸附。分子筛吸附器两台切换使用，其中一只工作时，另一只再生，切换周期约为 8 小时，定时自动切换。来自中压蒸汽管网的中压蒸汽在再生蒸汽加热器中加热来自冷箱的氮气，用于分子筛再生，加热后产生的中压蒸汽冷凝液送出界区。

### （4）空气分离

净化后的加工空气分三股：一股空气经增压机增压至一定压力后中抽，随后引入膨胀机的增压端中增压，然后被冷却水冷却至常温后进入主换热器，再从主换热器中部抽出进入膨胀机，膨胀后空气进入下塔参与精馏。增压机末级抽出的高压空气与分子筛后空气直接进入主换热器后，被返流气体冷却至饱和温度进入下塔参与精馏。空气经下塔初步精馏后，在下塔底部获得富氧液空，在下塔顶部获得纯液氮，液氮抽出作为产品送入贮槽。

在下塔顶部获得压力氮气，经主换热器复热后出冷箱进入产品氮气管网。部分压力氮需经氮压机加压至更高压力。下塔抽取的液空、纯液氮，进入液空液氮过冷器过冷后送入上塔相应部位。经上塔进一步精馏后，在上塔底部得到液氧，一部分经液氧泵压缩后进入主换热器，复热后出冷箱，进入产品氧气管网。另抽取一部分液氧直接进入液氧贮槽。

在上塔中部抽取一定量的氩馏份送入粗氩塔，氩馏份经粗氩塔精馏后得到粗氩气，并送入精氩塔中部，经精氩塔精馏后在塔底部得到纯液氩。

从上塔顶部引出污氮气，经过冷器、主换热器复热后出冷箱，一部分进入加热器作为分子筛再生气体，其余气体送水冷塔。

### （5）液氧、液氮、液氩储罐及装车系统

从冷箱抽出的液氧、液氮及液氩送入液氧、液氮及液氩贮槽储存。当空分装置停车时，启动液氮后备泵将液氮增压至所需压力，然后经汽化器汽化送入氮气管网供用户使用。

## （6）仪表空气和工厂空气抽取

正常工况下，从增压机中抽一股压缩空气，减压至约 0.7MPag 后一部分作为仪表空气送入全厂仪表空气管网；另一部分作为工厂空气送全厂工厂空气管网。同时，还从间断增压机级间抽取约 400Nm<sup>3</sup>/h 高压仪表空气去事故仪表空储罐储存备用，以满足事故时持续向全厂控制阀供气 25min 以上。正常生产时空分装置所需的仪表空气由空分装置自身提供。

空分空压装置同时配置仪表空气站，以满足空分装置开车及空分装置故障时的仪表空气及工厂空气需求。

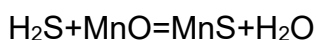
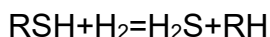
### 4.2.1.2. 合成气制备装置

合成气制备装置包含脱硫转化工序、脱碳工序、深冷分离工序、PSA 工序，具体工艺原理及流程叙述如下。

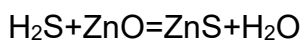
#### 4.2.1.2.1. 工艺原理

##### （1）天然气脱硫

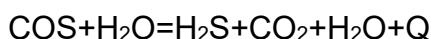
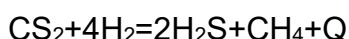
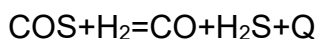
本装置采用干法脱硫来处理该原料气中的硫份。在原料气中加入约 1~5% 的氢，通过对流段预热到 380℃，进入到铁锰脱硫槽，在脱硫剂的作用下，使其中的有机硫转化为无机硫，同时也将部分无机硫脱除，反应式如下：



为了进一步脱除剩余的无机硫，在铁锰脱硫槽后设置了一个氧化锌脱硫槽，来进一步脱除天然气中的硫，氧化锌脱除硫是靠下述反应完成：



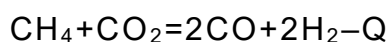
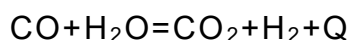
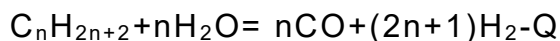
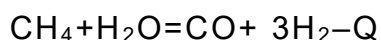
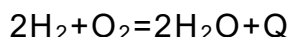
部分有机硫，可在烃类存在下，加入 H<sub>2</sub> 或水蒸气，借助于 ZnO 脱硫剂，首先转化为 H<sub>2</sub>S，然后再被吸附掉。其反应式如下：



氧化锌吸硫速度极快，因而脱硫沿气体流动方向逐层进行，最终硫被脱除至 0.1ppm 以下，以满足蒸汽转化催化剂对硫的要求；天然气有机硫含量在 4~10ppmv 时，天然气中的氢气浓度控制在 3%（v）。

## （2）天然气蒸汽转化

烃类的蒸汽转化是以水蒸汽为氧化剂，在镍催化剂的作用下与烃类物质反应，得到 CO、CO<sub>2</sub> 及 H<sub>2</sub>，这一过程为吸热过程，需由外界提供热量，在纯氧转化炉内同时发生 CO<sub>2</sub> 的重整反应，CO<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 反应生成 CO 和 H<sub>2</sub>。本装置中纯氧转化炉中转化所需的热量均由纯氧转化炉内氢气、甲烷等可燃物与氧气燃烧提供，在转化炉内发生的主要反应如下：



由于烃类蒸汽转化反应是一个吸热、体积增大的可逆过程，因此提高转化温度对反应有利。虽然从热力学观点来看，提高压力对转化反应进行不利，但适当合理的提高转化压力，可加快反应速度，减少催化剂用量和设备投资，而且可以大幅度节省后续工序的压缩功。提高转化压力后，装置中总的压缩功是降低的。

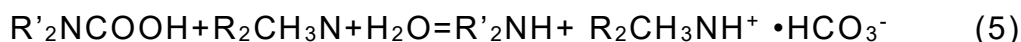
## （3）脱碳

采用国内低能耗的 MDEA 溶液脱除二氧化碳，MDEA 溶液与 CO<sub>2</sub> 反应如下：



反应受（1）控制，反应（1）是 CO<sub>2</sub> 水化反应，在 25℃ 时反应速度常数 K<sub>OH</sub>=104 升/克分子·秒。〔OH〕=10<sup>-3</sup>~10<sup>-5</sup>，所以反应（3）是很慢的反应。

当在 MDEA 溶液中加入 1~3% 活化剂 R<sub>2</sub>NH 时，吸收 CO<sub>2</sub> 反应按下面的历程进行：



反应式（6）受反应（4）控制，反应（4）是二级反应。在 25℃ 时反应速度常数 K<sub>AM</sub>=104 升/克分子·秒，加入 1~3% 化剂，其游离胺（R'<sub>2</sub>NH）>10<sup>-2</sup> 克分子，由此

看出反应（4）的速度大大快于反应（1）。

$$K_{AM}[R'_2NH]/K_{OH}[OH]=10\sim 1000$$

综上所述,加入活化剂改变了 MDEA 溶液吸收 CO<sub>2</sub> 的历程。活化剂起到了传递 CO<sub>2</sub> 的作用,加快了反应速度。活化剂在表面吸收了 CO<sub>2</sub>, 然后向液相 (MDEA) 传递 CO<sub>2</sub>, 而活化剂又被再生。从化学观点来看, MDEA 含有一个叔氮原子作为活性基团, 这就意味着这个溶液中仅吸收 CO<sub>2</sub> 生产碳酸氢盐, 因此可进行加热再生。它的蒸汽消耗远比伯、仲胺与 CO<sub>2</sub> 生成颇为稳定的氨基甲酸盐进行加热再生时低。

### （3）深冷分离

CO 分离采用深冷分离法又称低温精馏法, 其实质为气体液化分离技术。工艺原理为: 原料气经冷却后, 利用气体中各组分的冷凝特性和挥发度不同的特性进行轻重组分的分离和精馏操作, 使目标气体组分得到分离和精制。

### （4）PSA

吸附剂在一定温度下和一定的压力下对不同的气体组分的吸附容量不同, 且吸附剂的吸附容量具有随气体压力的升高而增大, 随气体压力的降低而减少的特性。利用这一特性, 在较高压力下吸附剂床层对气体混合物进行吸附, 容易吸附的组分被吸附剂吸附, 不易吸附的组分从床层的一端流出, 当吸附达到一定程度时, 降低吸附剂床层的压力, 使被吸附的组分脱附出来, 从床层的另一端排出, 从而实现了气体的分离与净化, 同时也使吸附剂得到了再生, 该工艺被称为变压吸附工艺 (Pressure Swing Absorption, 缩写为 PSA)。

变压吸附工艺的优点是压力变化快, 循环周期短, 因而吸附剂的利用率高, 适合大气量多组分气体的分离。但通常在 PSA 工艺中吸附剂床层压力即使降至常压, 被吸附的杂质也不能完全解吸, 此时可采用两种方法使吸附剂完全再生: 一种是用产品气对床层进行“冲洗”将较难解吸的杂质冲洗下来, 其优点是在常压下即可完成, 不再增加任何设备, 但缺点是会损失产品气体, 降低产品气的收率; 另一种是利用抽真空的办法进行再生, 使较难解吸的杂质在负压下强行解吸下来, 这就是通常所说的真空变压吸附 (Vacuum Pressure Swing Absorption, 缩写为 VPSA)。VPSA 工艺的优点是再生效果好, 产品收率高, 但缺点是需要增加真空泵, 消耗高。

在实际应用过程中, 究竟采用以上何种工艺, 主要视原料气的组成条件、流量以及工厂的资金和场地等情况而决定。对于 2.0Mpa.G 以上的变换气提纯 H<sub>2</sub> 的变压吸附装

置，既可以采用 PSA 流程又可以采用 VPSA 流程。由于原料气的压力较高，原料气中的杂质属于较容易解吸的杂质，在能够保证氢气回收率的情况下，通常采用投资少、能耗低的 PSA 流程。如因制氢成本较高而要求尽可能高的氢气回收率，则宜选择投资相对较大、能耗较高的 VPSA 流程，但同时因为动力设备的增加，增加了装置的运行成本。对本装置而言，在综合考虑后，选择冲洗再生的 PSA 流程是最为适宜的。

#### 4.2.1.2.2. 流程叙述

##### （1）脱硫转化

来自界区的天然气压力约 6.3MPa(G)，首先进入天然气分离器、天然气过滤器，将天然气管线运输中携带的液体、固体杂质分离，分离后的天然气进入到天然气膨胀机进行膨胀做功，做功后的天然气压力降至约 4.1MPaG，小部分作为燃料气送到燃料气分离器，与来自深冷分离的富甲烷气、脱碳的闪蒸气、乙二醇装置的加氢弛放气尾气等燃料气汇合后，送到加热炉。原料天然气到加热炉的天然气预热盘管预热到约 380℃，然后进入铁锰脱硫槽脱硫，铁锰脱硫槽后串接一氧化锌脱硫槽以保证脱硫的精度，离开氧化锌脱硫槽的天然气中硫含量小于 0.1ppm。脱硫后的天然气按 0.65 的水碳比配入工艺蒸汽，并和来自 CO<sub>2</sub> 压缩机的 CO<sub>2</sub> 循环气混合后，一起送至加热炉内的混合气盘管预热，预热后的混合气进入纯氧转化炉，在镍触媒的作用下进行蒸汽转化反应生成氢气和一氧化碳，同时发生 CO<sub>2</sub> 重整反应生成氢气和一氧化碳，转化反应需要的热量来自纯氧转化炉内甲烷的燃烧反应。纯氧炉出口转化气中的残余甲烷含量降低到约 1%(dry)。纯氧转化炉出口气温度约 1035℃，依次进入转化气废锅、转化气锅炉给水预热器、低压废锅、CO<sub>2</sub> 再沸器进行回收热量，转化气废锅中回收的热量用于产生 4.2MPa 的中压蒸汽，在低压废锅内产 0.5MPaG 的低压蒸汽。

##### （2）脱碳工序

来自脱硫转化工序的转化气依次进入 CO<sub>2</sub> 再生塔再沸器、转化气水冷器，在转化气分离器中将冷凝液分离下来。分离下来的工艺冷凝液经工艺冷凝液泵加压后送往工艺冷凝液汽提塔汽提后回收使用。转化气进入 CO<sub>2</sub> 吸收塔，在吸收塔中与 MDEA 溶液逆流接触，分两段完成二氧化碳的吸收。CO<sub>2</sub> 吸收塔顶气体经水冷器、低温水冷却器冷却至 15℃，并分离掉冷凝液后去深冷分离工序，脱出 CO<sub>2</sub> 后的净化气中的 CO<sub>2</sub> 含量小于 100ppm，理论值可到 50ppm。吸收二氧化碳后的 MDEA 溶液（富液）经水力透平回收能量后，进入富液闪蒸洗涤塔，塔顶的闪蒸气去加热炉作燃料，塔底的 MDEA 溶液

进入 CO<sub>2</sub> 再生塔的顶部，水力透平回收的动力用于提供半贫液泵运转所需的部分动力。在 CO<sub>2</sub> 再生塔上段，经闪蒸、蒸汽汽提，富液中溶解的 CO<sub>2</sub> 被部分再生出来，形成半贫液。一部分半贫液经半贫液循环泵加压，并经溶液换热器加热后，进入到 CO<sub>2</sub> 再生塔的中部再次闪蒸，其余的半贫液经半贫液泵加压进入到 CO<sub>2</sub> 吸收塔的中部循环使用。进入 CO<sub>2</sub> 再生塔中部的半贫液经过进一步的闪蒸后，成为贫液，而后经过溶液换热器回收热量、再经贫液水冷器冷却后，经贫液泵加压送至 CO<sub>2</sub> 吸收塔上段循环使用。CO<sub>2</sub> 再生塔中再生出来的二氧化碳经 CO<sub>2</sub> 气冷却器冷却到约 40℃，然后在 CO<sub>2</sub> 分离器内分离掉凝液后，送至 CO<sub>2</sub> 压缩机。

### （3）深冷分离工序

采用三塔工艺流程，制取合格的 CO 产品气，CO 的回收率可达 95%。

#### ● 分子筛吸附系统

来自脱碳工序的转化首先进入分子筛吸附器，将其中含有的微量 CO<sub>2</sub> 和饱和水脱除，以免它们在冷箱内冻结并引起低温设备和管道的堵塞。分子筛吸附器由两台组成，内装分子筛，一台使用，一台再生，由程序控制器实现自动切换，总周期 24 小时，其中吸附 12 小时，再生 12 小时；分子筛再生用的气体为来自空分的低压氮气，需要一台再生气加热器和一台再生气冷却器，及成套切换部分仪表阀门，主切换阀门采用进口轨道球阀。分子筛吸附装置的再生工序总体上分为两个主要阶段：

加热阶段：来自空分的低压氮气在再生气体加热器中先被中压水蒸汽加热到 200℃，然后通过吸附器，CO<sub>2</sub> 和水被释放出来，被再生气体带走，经过再生气冷却器冷却到常温出界区。

冷却阶段：在加热阶段后，来自空分的低压氮气（旁路于再生气体加热器）使热的吸附剂冷却下来。再生氮气送入再生气体冷却器。再生工序后，再生的吸附器可以再次进行吸附。

#### ● 深冷分离冷箱

经过分子筛吸附净化后的原料气，经过过滤器过滤掉机械杂质后进入冷箱。

原料气依次进入冷箱内换热器 E201、E203 和 E202，冷却冷凝至一定温度后进入氢气分离器 V201，经分离罐分离后的气体为富氢气，富氢气经换热器复热至常温以回收冷量，然后出冷箱进入变压吸附提纯；由氢气分离器 V201 罐底出来的液体经过节流后分为两部分，其中一部分进入换热器 E202 部分蒸发，然后两股分别进入汽提精馏塔

T201 的不同位置。经气提塔精馏后塔底分离出来的液体主要是一氧化碳，塔顶气体则为部分闪蒸气，经 E202 和 E201 复热至常温以回收冷量，然后出冷箱与解析气混合并经压缩后直接送至冷箱入口；气提塔塔底液体经换热器 E202 过冷后节流进入脱氮塔 T202，将一氧化碳中的氮气含量降低，脱氮塔塔顶富氮气经 E202 和 E201 复热至常温以回收冷量，然后出界区，可作为燃料使用；脱氮塔底一氧化碳和少量甲烷馏分经过节流后经换热器 E204 气化，进入脱甲烷塔 T203 进行精馏，脱甲烷塔塔顶得到 CO 产品，经 E202 和 E201 复热至常温以回收冷量，然后出界区；脱甲烷塔底得到粗甲烷液体，经 E202 和 E201 复热至常温以回收冷量后出冷箱。同时汽提塔、脱甲烷塔分别设置了塔底再沸器 E203 和 E205，其再沸的热量均由原料气和循环氮气提供，而脱氮塔塔底再沸的热量由换热器 E202 提供。

为了维持系统冷量，需要使用部分  $N_2$  在系统内循环，将低压  $N_2$  用压缩机进行压缩后进入冷箱循环，循环  $N_2$  经换热器 E201 和 E202 冷却后节流至一定压力，经换热器 E204 为系统提供冷量，然后经 E202 和 E201 复热至常温以回收冷量后，重新进入  $N_2$  压缩机循环；同时为维持系统冷量，第一主换采用氮气膨胀机制冷。

#### ● 冷凝液排放系统

因冷箱在低温下运行，停车或异常情况下物料不能直接排入火炬系统，需要设置紧急排放系统，含冷液体排放罐 1 台，火炬气加热器 1 台，冷物料经这两台设备后进入火炬系统。

#### （4）PSA 工序

原料气在 3.05MPa、 $\sim 40^\circ\text{C}$  下进入 PSA 系统，由 PSA 提纯得到合格产品氢气。PSA 工序由 12 台吸附器及其他设备组成，在 PSA 系统中，每台吸附器在不同时间依次经历吸附(A)、多级压力均衡降(EiD)、多级顺放(PP)、逆放(D)、多级冲洗(P)、多级压力均衡升(EiR)、最终升压(FR)。逆放步骤排出吸附器中吸留的部分杂质组分，剩余的杂质通过冲洗步骤进一步完全解吸。PSA 得到的产品氢气输出界区，解吸气送至 PSA 尾气压缩机压缩，压缩后的解吸气送至深冷分离继续回收 CO。

通过 PSA 工序后，氢气的回收率可达 90%（相对于 PSA 入口的原料气）。

#### （5）压缩机

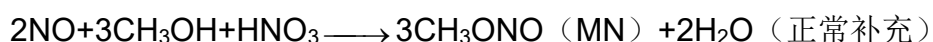
合成气制备装置主要设置有  $\text{CO}_2$  循环压缩机、解吸气压缩机和  $N_2$  循环压缩机，均采用电动离心式压缩机。

### 4.2.1.3. 乙二醇装置

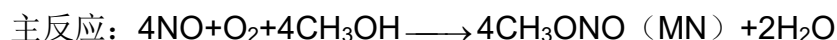
#### 4.2.1.3.1. 工艺原理

以符合要求的氢气、一氧化碳和氧气为原料，采用浦景化工合成气制乙二醇技术生产工业用乙二醇。其中涉及到的主要反应包括：氮氧化物与氧气、甲醇反应合成亚硝酸甲酯（MN）；亚硝酸甲酯（MN）与一氧化碳气相合成草酸二甲酯（DMO）；草酸二甲酯气相加氢合成乙二醇（EG）。其中，开车时 NO 制备采用 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>，正常生产时 NO 补充采用硝酸还原工艺。以下为主要反应方程式：

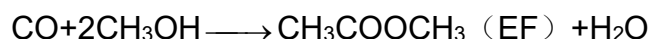
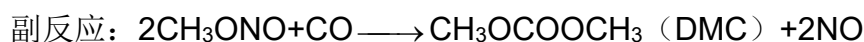
##### （1）NO 制备反应



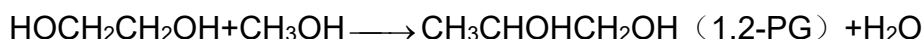
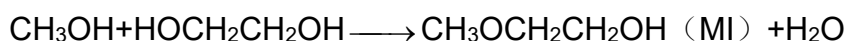
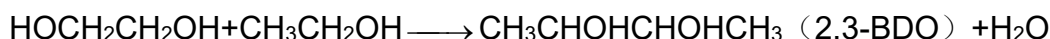
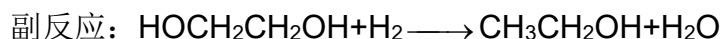
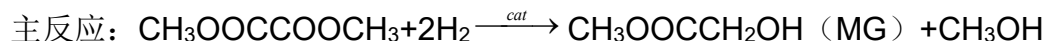
##### （2）酯化反应

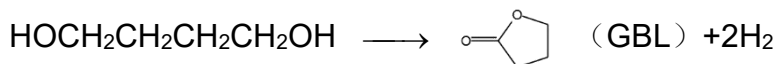


##### （3）羰基化反应



##### （4）加氢反应





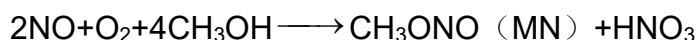
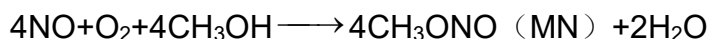
### (5) 总反应方程式



### (6) 反应过程及控制

#### 1) 酯化反应

氧气与酯化循环气进入酯化塔主要发生以下反应：



反应在 0.2~0.5MPaG，40~50℃下进行。

反应失控的主要风险是过氧，过氧会引起酯化塔超温，进而造成亚硝酸甲酯受热分解爆炸。

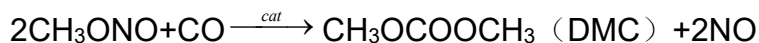
为避免过氧，采取了以下措施：

- a. 对氧气流量进行准确测量。在氧气管线上设有氧气流量计和调节阀。
- b. 在酯化塔气相出口设有 O<sub>2</sub> 和 NO 含量在线检测，保证酯化塔出口没有 O<sub>2</sub> 且 NO 含量≤5%。
- c. 设置多点温度计，酯化塔内温度高报警、高高联锁，确保酯化塔超温时能及时联锁切氧并通入氮气。
- d. 酯化塔设备上设置安全阀和爆破片，反应失控的事故状态下，安全阀和爆破片起跳，泄放气体送火炬。

组分（mol%）：CO 30.37%，N<sub>2</sub> 21.38%，NO 11.66%，亚硝酸甲酯 12.76%，甲醇 10.76%，CO<sub>2</sub> 9.42%，二甲醚 0.9%，水 0.84%，碳酸二甲酯 0.72%，甲酸甲酯 0.5%，Ar，0.4%，甲缩醛 0.24%，HNO<sub>3</sub> 370ppm，乙醇 55ppm；

#### 2) 偶联反应

偶联循环气进入偶联反应器主要发生以下反应：



反应在 0.2~0.5MPaG，110~120℃下进行。

反应失控的主要风险是超温，超温会引起 MN 自分解及催化分解，同时损坏催化剂。

为避免超温，采取了以下措施：

a. 反应器内设置多点温度计，监测反应器内温度。

b. 反应器内温度高报警、高高联锁，每个反应器配置一个紧急氮气储罐，确保超温时能及时联锁补入紧急氮气进行吹扫移热。

c. 反应器设有恒温水浴，反应移热采用强制循环，且循环水泵为三开一备，备泵为热泵且自启动，循环水泵挂事故电源并在第一批次启动，确保在任何情况下都能及时移除热量。

d. 偶联反应器设备上设置安全阀和爆破片，反应失控的事故状态下，安全阀和爆破片起跳，泄放气体送火炬。

组分：CO：36.00%、N<sub>2</sub>：23.75%、NO：13.06%、亚硝酸甲酯：12.00%、CO<sub>2</sub>：10.32%、ME：2.79、甲酸甲酯：0.48%、甲缩醛：0.21%、二甲醚：0.97%、氩气：0.42%。

#### 4.2.1.3.2. 流程叙述

##### （1）NO 制备单元（开车用）

来自槽车的 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 液体经槽车卸车泵加压后，输送到 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 储罐，从储罐中出来的 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 液体经 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 输送泵加压后，分别送至酯化单元的酯化循环塔循环气进料管线。

##### （2）酯化单元（以单系列说明）

酯化单元（以单系列说明）

酯化单元共有三个系列，下面以单系列进行说明。

来自循环气气液分离罐中的循环气（含 NO）经偶联循环气压缩机加压后，与计量配比的氧气、甲醇分别从上部进入循环酯化塔（两台循环酯化塔并联操作），并在循环酯化塔内混合、酯化，部分 NO 转化为亚硝酸甲酯（ $4\text{NO} + \text{O}_2 + 4\text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow 4\text{CH}_3\text{ONO} (\text{MN}) + 2\text{H}_2\text{O}$ ）。反应后气相从循环酯化塔底部侧面引出，温度约 55.7℃，先后经酯化塔气相出口冷凝器和酯化塔气相出口二级冷却器冷却冷凝，冷凝后液相返回循环酯化塔塔釜，气相送至甲醇洗塔。甲醇洗塔上部通入从加氢甲醇中间罐（加压后输送来的甲醇），洗涤从塔底进入的酯化循环气。洗涤后循环气经偶联进料分离罐冷凝分离后，气相与界外来 CO 混合后送去偶联单元（偶联进料预热器），液相返回循环酯化塔塔釜。甲醇洗塔洗涤后塔釜液经甲醇洗塔釜液泵加压后送至循环酯化塔塔釜。

循环酯化塔塔釜液分为两股，一股经酯化塔循环液泵加压，并经酯化塔循环液冷却

器冷却后回流至酯化塔塔顶，另一股经酯化塔釜液泵加压后送至一次气提塔。在一次气提塔中，底部通入界外来 CO 气提进塔液相，气提后气相返回至循环酯化塔，釜液经一次气提塔釜液泵加压后送至硝酸还原系统。

在硝酸还原系统中，一次气提塔来液相与界外来硝酸经管道混合器混合后送入回收罐，与来自偶联循环气压缩机的循环气进行硝酸还原反应生成亚硝酸甲酯（ $2\text{NO} + 3\text{CH}_3\text{OH} + \text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{CH}_3\text{ONO}(\text{MN}) + 2\text{H}_2\text{O}$ ），反应后气相（3.8barA, 63.6°C）经回收罐气相出口冷凝器冷却后送至回收罐气相出口分液罐分离凝液后气相返回至循环气气液分离罐，液相经回收罐出液泵加压后，一部分回流至回收罐，一部分送至二次气提塔塔顶。二次气提塔塔底通入界外来 CO，气提来自硝酸还原系统和草酯精馏塔的液相，用气提后气相返回至循环酯化塔，釜液送入碱液混合罐，来自碱液罐的碱液中和后送去酯化精馏单元（酯化精馏一级预热器）。

在酯化尾气处理系统中，正常工况下，来自酯化甲醇中间罐的酯化甲醇（经尾吸塔入口甲醇泵）经甲醇冷却器冷却，然后送去界外进一步深冷冷却后，再送入尾气反应吸收塔，与来自偶联循环气压缩机的部分循环气（经尾气冷却器与塔顶气换热后）和计量配比的工艺空气反应生成亚硝酸甲酯（ $4\text{NO} + \text{O}_2 + 4\text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow 4\text{CH}_3\text{ONO}(\text{MN}) + 2\text{H}_2\text{O}$ ），反应后塔顶气相经尾气冷却器回收冷量，与来自另两个酯化系列的尾吸塔塔顶气混合后（29°C, ~5barA）送去火炬或界外锅炉，尾吸塔塔釜液经尾气反应吸收塔釜液泵加压后返回酯化塔。

酯化三系列共设一套精馏系统。在酯化精馏系统中，设置甲醇精馏塔 A、甲醇精馏塔 B、DMC 脱轻塔、DMC 加压塔和 DMC 精制塔对酯化单元二次气提塔来酯化液相和偶联精馏单元来富含甲醇和 DMC 的液相进行分离。

来自二次气提塔釜液泵的二次气提塔釜液，进入一级预热器与来自塔 B 回流罐的物料换热后，进入二级预热器与甲醇精馏塔 B 塔釜液进行再次换热，换热后送入甲醇精馏塔 A 进行精馏分离。甲醇精馏塔 A 塔顶气相经塔 A 一级冷凝器冷凝后送入塔 A 回流罐，回流罐内气相经塔 A 二级冷凝器进一步冷凝后，不凝气送至 T10 塔冷凝器气相出口，液相自流至 A 塔回流罐，回流罐内的液相经塔 A 回流泵加压后，分为三股，一股回流入甲醇精馏塔 A 塔顶，一股与塔 B 回流罐内液相、T8 塔回流泵来的甲醇液混合后进甲醇冷却器冷却，冷却后送至中间罐区酯化甲醇中间罐，一股送至 DMC 脱轻塔进料预热器。甲醇精馏塔 A 釜液经塔 A 釜液泵加压后进入塔 B 进料预热器，与甲醇精馏塔 B 塔

釜液换热后，送入甲醇精馏塔 B 精馏分离。甲醇精馏塔 B 塔顶气相与塔 A 再沸器釜液换热后，送至塔 B 回流罐，塔 B 回流罐内气相经塔 B 二级冷却器冷却冷凝后，不凝气送去燃料气管网或火炬，液相经塔 B 回流泵加压后，一部分回流至甲醇精馏塔 B 塔顶，一部分送入一级预热器与进塔 A 的二次气提塔釜液换热后，再经甲醇冷却器进一步冷却后送至中间罐区酯化甲醇中间罐。甲醇精馏塔 B 塔釜采出含硝酸钠废水先后与甲醇精馏塔 A 塔釜液和进塔 A 的二次气提塔釜液分别在塔 B 进料预热器、二级预热器换热后，最后经废水冷却器进一步冷却，送去中间罐区废水罐。

来自塔 A 回流泵的塔 A 塔顶采出液与来自双酯分离塔回流泵的双酯分离塔顶采出液混合后，先后与来自 DMC 加压塔进料预热器的 DMC 加压塔塔顶采出液和 DMC 加压塔回流罐气相换热后送入 DMC 脱轻塔脱除混合一元醇。DMC 脱轻塔塔顶采出气相经 DMC 脱轻塔冷凝器冷凝后，送入 DMC 脱轻塔回流罐，回流罐内液相经 DMC 脱轻塔回流泵加压后回流至 DMC 脱氢塔塔顶，气相送至 DMC 脱轻塔深冷器进一步冷凝，冷凝后进入 DMC 脱轻塔二级气液分离罐气液分离，分离后不凝气送至 T10 塔冷凝器气相出口，液相送至 DMC 脱轻塔深冷采出罐，再经 DMC 脱轻塔塔顶采出泵加压后送至中间罐区混合一元醇中间罐。DMC 脱轻塔侧线采出液经 DMC 脱轻塔侧采泵加压后送至 DMC 加压塔进料预热器。DMC 脱轻塔釜液经 DMC 脱轻塔塔釜泵加压，并经 DMC 脱轻塔釜冷却器冷却后送至中间罐区酯化甲醇中间罐。

DMC 脱轻塔侧线采出液进入 DMC 加压塔进料预热器与来自 DMC 加压塔回流罐的液相换热后，送入 DMC 加压塔。DMC 加压塔塔顶气相与 DMC 脱轻塔再沸器塔釜液换热后，送至 DMC 加压塔回流罐，回流罐内气相送至 DMC 脱轻塔进料加热器与塔 A 塔顶采出液换热后形成冷凝液，冷凝液送回至 DMC 加压塔回流罐，回流罐内液相经 DMC 加压塔回流泵加压后回流至 DMC 加压塔塔顶。DMC 加压塔塔釜液送至 DMC 精制塔精制 DMC。

DMC 精制塔塔顶采出气相经 DMC 精制塔冷凝器冷凝后进入 DMC 精制塔气液分离罐，分离出不凝气送至 T10 塔冷凝器气相出口，液相自流至 DMC 精制塔回流罐，再经 DMC 精制塔回流泵加压后，一部分回流至 DMC 精制塔塔顶，一部分送回至 DMC 脱轻塔。从 DMC 精制塔侧线采出优级品 DMC 送至 DMC 精制塔侧采罐，再经 DMC 精制塔侧采泵加压并经 DMC 产品冷却器冷却后送中间罐区优级品碳酸二甲酯罐，从 DMC 精制塔塔釜采出一级品 DMC 经 DMC 精制塔釜泵加压并经 DMC 精制塔釜采出冷却器冷

却后送去中间罐区一级品碳酸二甲酯罐。

### （3）偶联单元（以单系列说明）

偶联反应单元共有三个系列，偶联精馏共有三个系列，下面以单系列进行说明。

来自酯化单元偶联进料分离罐的酯化循环气（24.5℃，5barA）经偶联进料预热器预热至 55℃后，分两股分别进入偶联进料换热器，与来自偶联反应器出口的反应产物换热后（108℃）进入偶联反应器，偶联反应器反应产物（120℃，~3.3barA）与进料气换热后，分别进入草酯吸收塔。

在草酯吸收塔中，用来自加氢甲醇中间罐的甲醇(经加氢甲醇输送泵加压后)洗涤偶联反应产物（DMO），洗涤后塔顶气相经草酯吸收塔顶冷凝器冷凝后，进入草酯吸收塔气液分离罐，分离出的气相返回循环气气液分离罐，液相进入草酯吸收塔回流罐，经草酯吸收塔回流泵加压后回流入草酯吸收塔顶，草酯吸收塔釜液经草酯吸收塔釜液泵加压后送入草酯精馏塔。

草酯精馏塔塔顶气相经草酯精馏塔顶冷凝器冷凝后，送入草酯精馏塔回流罐，回流罐内不凝气返回至草酯吸收塔，液相经草酯精馏塔回流泵加压后，一部分回流入草酯精馏塔顶，一部分送去酯化单元二次气提塔，开工时一部分去草酯吸收塔。在正常工况下，草酯精馏塔釜液经塔釜出口调节阀调节后送至双酯分离塔，当偶联精馏停车时，釜液经草酯精馏塔釜液泵加压后送至另一个系列的草酯精馏塔，当三个系列偶联精馏均停车时，釜液经草酯精馏塔釜液泵加压后送至草酯备用罐。

在双酯分离塔中，塔顶气相经双酯分离塔顶冷凝器冷凝后，进入双酯分离塔回流罐，经双酯分离塔回流泵加压后，一部分回流至双酯分离塔塔顶，一部分送去酯化精馏单元的 DMC 脱轻塔。双酯分离塔釜液经双酯分离塔釜液泵加压后送去加氢单元草酯配料罐。

### （4）加氢单元（以单系列说明）

加氢单元（指加氢反应部分）共有两个并联单元，驰放气冷凝、反应液闪蒸、草酯配料罐、备用罐系统由两个加氢单元共用。每个单元采用两并两串流程，即一台压缩机对应四台反应器，反应器采用两并两串，工艺流程说明以单条线为例进行说明（共用系统在此条线范围）。

来自循环氢压缩机的循环氢进入加氢二级换热器与来自加氢一级分离罐的循环气进行换热后进入加氢一级换热器与来自加氢反应器出口的气体再次换热，第二次换热后进入加氢一级过热器经 1.7MPaG 蒸汽加热至 190℃，进入草酯蒸发分离塔与来自草酯

输送泵的草酸二甲酯配料液混合，混合后再进入加氢二级过热器，经 1.7MPaG 蒸汽加热至 170℃，然后原料经入口过滤罐过滤后，进入加氢反应器进行反应，反应后的加氢产物（175℃）进入加氢一级换热器进行换热，换热后的气液混合物（125℃）进入加氢一级分离罐进行气液分离，分离后的液相产物送去反应液一级槽进行闪蒸，分离后的循环气进入加氢二级换热器换热，换热后进入加氢冷凝器进一步冷凝，冷凝后（温度降至 40℃）的气液混合物进入加氢二级分离罐进行气液分离，分离后的液相产物送去反应液二级槽进行闪蒸，分离后的循环气进入第二个反应器的换热系统。

来自第一换热系统加氢二级分离罐的循环氢进入加氢二级换热器与来自加氢一级分离罐的循环气进行换热，换热后进入加氢一级换热器与来自加氢反应器出口的气体再次换热，第二次换热后进入加氢一级过热器经 1.7MPaG 蒸汽加热至 190℃，加热后进入草酯蒸发分离塔与来自草酯输送泵的草酸二甲酯配料液混合，混合后进入加氢过热器，经 1.7MPaG 蒸汽加热至 170℃，然后原料经入口过滤罐过滤后，进入加氢反应器进行反应，反应后的加氢产物（~175℃）进入加氢一级换热器换热，换热后温度降至 125℃的气液混合物进入加氢一级分离罐进行气液分离，分离后的液相产物送去反应液一级槽进行闪蒸，分离后的循环气进入加氢二级换热器进行换热，换热后进入加氢冷凝器进一步冷凝，冷凝后（40℃）的气液混合物进入加氢二级分离罐进行气液分离，分离后的液相产物送去反应液二级槽进行闪蒸，分离后的循环气进入循环氢压缩机的入口。

来自 650 单元两条线的的循环气混合后进入循环氢压缩机。压缩机出口的循环气分出一股弛放气，其余循环气回第一个换热系统。分出的弛放气先经过弛放气冷凝器冷凝，冷凝后温度降至 15℃，进入弛放气分离罐进行气液分离，分离出的液相送入反应液二级槽，气相送去 PSA 进行氢气回收，回收的氢气进入第二个反应器的换热系统。

反应液一级槽的粗乙二醇进入加氢精馏单元的脱醇塔 B。反应液二级槽的粗乙二醇经反应液泵加压后送入加氢精馏单元的脱醇塔 A。反应液一级槽和反应液二级槽的闪蒸气排放至火炬管网。

#### （5）加氢精馏单元

加氢精馏为 1 个系列，流程简述如下：

来自反应液二级槽的粗乙二醇经反应液泵加压后，与 T5 塔侧采泵采出的精制乙二醇产品换热，换热后进入 T1 塔精馏分离。T1 塔塔顶蒸出 99.9% 的精甲醇（经 T1 塔冷凝器冷凝后进入 T1 塔回流罐），分离后的气相进入 T1 塔深冷器进一步冷却，冷却后的

气液混合物经 T1 塔塔顶二级气液分离罐分离后，液相进入 T1 塔回流罐，不凝气进入真空泵，T1 塔回流罐的液体经 T1 塔回流泵加压后，一部分回流至 T1 塔，另一部分作为产品与 T2 塔采出甲醇产品混合后，并经加氢精馏甲醇冷却器冷却后送至中间罐区加氢甲醇中间罐。T1 塔塔釜约含 10%~15% 甲醇的物料与来自加氢单元反应液一级槽的粗 EG 原料混合后进入 T2 塔进一步脱甲醇；T2 塔塔顶蒸出 99.9% 的精甲醇经 T2 塔冷凝器冷凝后进入 T2 塔回流罐气液分离，分离的气相进入 T2 塔深冷器进一步冷却，冷却后的气液两相进入到 T2 塔塔顶二级气液分离罐，分离出不凝气进入真空泵，液相进入到 T2 塔回流罐，T2 塔回流罐的液体经 T2 塔回流泵加压后，一部分回流至 T2 塔，一部分作为产品经加氢精馏甲醇冷却器冷却后送至中间罐区加氢甲醇中间罐，T2 塔釜物料经 T2 塔塔釜泵加压后进入 T3 塔。

T3 塔的主要作用是脱除乙醇、水、醛醚等轻组分以及少量的多元醇等轻组分，T3 塔顶组分进入轻质二元醇分离系统（包括 T8，T10 两塔）。T3 塔塔顶气相经 T3 塔冷凝器冷凝后，冷凝液进入 T3 塔回流罐并经 T3 塔回流泵加压后，一部分回流至 T3 塔塔顶，一部分送至 T8 塔。T3 塔冷凝器气相送入 T3 塔深冷器进一步冷凝，并经 T3 塔塔顶二级气液分离罐分离后，不凝气送入 T3 塔真空泵，液相进入到 T3 塔深冷液缓存罐。T3 塔深冷液缓存罐内的液相经 T3 塔深冷液（轻组分）输送泵加压后送至轻质二元醇分离系统 T8 塔。

T8 塔塔顶气相进入 T8 塔冷凝器冷凝，冷凝后液相进入 T8 塔回流罐，气相进入 T8 塔深冷器进一步冷凝，冷凝后的气液两相进入到 T8 塔塔顶二级气液分离罐，分离出液相进入到 T8 塔回流罐，不凝气进入 T8 塔真空泵。T8 塔回流罐内液体经 T8 塔回流泵加压后，一部分回流至 T8 塔，一部分送至酯化精馏单元甲醇冷却器冷却后去酯化甲醇中间罐。T8 塔侧线采出液（乙醇）经 T8 塔侧采泵加压后送至 T10 塔。T8 塔塔釜液经 T8 塔塔釜泵加压并经加氢精馏废水中间冷却器冷却后送至中间罐区废水罐。

T10 塔（660T-6610）塔顶气相进入 T10 塔冷凝器冷凝分离，分离后液相进入到 T10 塔回流罐，不凝气送尾气气液分离罐，T10 塔回流罐内液相经 T10 塔回流泵加压后，一部分回流至 T10 塔，一部分送至成品罐区混合一元醇罐。T10 塔塔釜物料为乙醇产品，经 T10 塔塔釜泵加压后送到分子筛吸附得到乙醇产品后，送至中间罐区乙醇中间罐。

T3 塔塔釜物料经 T3 塔塔釜泵加压后送至 T4A/B 塔，在 T4A/B 塔中继续脱除丙二醇和 1,2 丁二醇等与 EG 沸点相近的组分，T4A 塔和 T4B 塔并联操作。T4A/B 塔顶气相

分别进入 T4A 塔冷凝/蒸汽发生器和 T4B 塔冷凝/蒸汽发生器回收热量，冷却后的气液两相分别进入到 T4A/B 塔回流罐，分离出气相进入 T4A/B 塔水冷器进一步冷凝，冷凝后的气液混合物送入 T4A/B 塔塔顶二级气液分离罐，分离后不凝气送至 T4A/B 塔真空泵，液相送至 T4A/B 塔回流罐，并经 T4A/B 塔回流泵加压后，一部分回流至 T4A/B 塔，一部分送至 EG 回收系统 T9 塔，T4A/B 塔塔釜物料经 T4A/B 塔塔釜泵加压送至 T5A/B 塔。

T5A/B 塔塔顶采出气相先后进入 T5A/B 塔冷凝/蒸汽发生器冷却，液相流至 T5A/B 塔回流罐，气相再经 T5A/B 塔水冷器冷凝后分离后，不凝气送至 T5A/B 塔真空泵，冷凝液一部分回流至 T5A/B 塔塔顶，一部分和 T4A/B 塔顶物料一起进 EG 回收系统 T9 塔，T5A/B 塔釜物料送至 T7 脱重塔脱除重组分，T5 塔侧线采出物料送至原料/EG 产品换热器，与 T1 塔进料液换热，并经 EG 产品冷却器进一步冷却和树脂精制后，送至中间罐区。T7 塔塔顶蒸出 EG 经 T7 塔冷凝/蒸汽发生器冷却，凝液流至 T7 塔回流罐，气相送至 T7 塔水冷器冷却冷凝后，送至 T7 塔塔顶二级气液分离罐分离出来的液相送至 T7 塔回流罐，气相送至 T7 塔真空泵，T7 塔回流罐出口液相经 T7 塔回流泵加压后一部分作为回流，一部分送回至 T5A/B 塔，塔釜物料为重组分二元醇，经 T7 塔塔釜泵（加压并经重组分冷却器冷却后，送至成品罐区重质二元醇中间罐。

T4A/B 塔、T5A/B 塔顶物料进入 EG 回收系统中的 T9 塔，T9 塔塔顶蒸出物料经 T9 塔冷凝器冷凝后，液相送至 T9 塔回流罐，气相送至 T9 塔真空泵，T9 塔回流罐出口液经 T9 塔回流泵加压，一部分回流入 T9 塔塔顶，一部分作为轻质二元醇产品送至成品罐区轻质二元醇罐，T9 塔塔釜物料经 T9 塔塔釜泵加压送至液相加氢后返回 T4A/B 塔。

## （6）中间罐区

简要说明如下，详细内容见 PFD 和设备表。

聚酯级乙二醇送至乙二醇中间罐，再次分析确认合格后，通过乙二醇输送送出界区。

优级品碳酸二甲酯送至优级品碳酸二甲酯罐，通过再次分析确认，若合格则通过优级品碳酸二甲酯输送泵送出界区；若不合格则切换阀门送至一级品碳酸二甲酯罐。一级品碳酸二甲酯送至一级品碳酸二甲酯罐，再次分析确认合格后，根据市场情况决定是将其送出界区，还是返回 DMC 脱氢塔使其转变为聚酯级碳酸二甲酯。

加氢精馏中间罐为空备罐，用于收集事故工况下加氢精馏各塔的不合格加氢精馏液，分析化验后，通过加氢精馏输送泵再次返回加氢精馏单元的 T1 塔。

乙醇送入乙醇中间罐，再次分析化验后，通过乙醇输送泵送至界外。

来自界区的甲醇先存入甲醇原料罐，用甲醇输送泵送入加氢甲醇中间罐。

加氢甲醇中间罐的甲醇经分析确认合格后，由加氢甲醇输送泵分别输送至甲醇洗塔、草酯配料罐、草酯备用罐、草酯吸收塔和酯化甲醇中间罐。

来自酯化残液泵和加氢甲醇中间罐的甲醇送入酯化甲醇中间罐，经分析化验合格后，一部分由酯化塔入口甲醇泵送至循环酯化塔，另外一部分由尾吸塔入口甲醇泵送至尾气反应吸收塔。

从  $N_2O_4$  储罐中出来的  $N_2O_4$  液体经  $N_2O_4$  输送泵加压后，分别送至酯化单元的酯化循环塔循环气进料管线。

酯化停车回收液罐用于收集停车时酯化单元尾气反应吸收塔的残液。

## （7）蒸汽系统

乙二醇装置共设置蒸汽管网如下：

### ● 1.7MPaG 饱和蒸汽

1.7MPaG 饱和蒸汽来自界区，主要用于加氢反应单元加氢一级过热器、加氢二级过热器（仅开车）和偶联进料加热器（仅开车）、酯化精馏 DMC 加压塔再沸器、偶联精馏草酯精馏塔再沸器、加氢二级过热器、加氢精馏 T7 塔再沸器。

### ● 1.0MPaG 饱和蒸汽

1.0MPaG 饱和蒸汽来自界区，主要用于偶联精馏双酯分离塔再沸器、加氢精馏 T2 塔再沸器、T3 塔再沸器、T4 塔 A 再沸器、T4 塔 B 再沸器、T5 塔再沸器、T6 塔再沸器、T9 塔再沸器。

### ● 0.5MPaG 饱和蒸汽

正常工况，主要来自于乙二醇装置内加氢汽包和低压蒸汽闪蒸罐，所产蒸汽主要用于酯化精馏塔 B 再沸器、偶联进料预热器（仅开车用）、偶联汽包（仅开车用）、加氢汽包（仅开车用）、加氢精馏汽包（仅开车用），不足部分由界区补充。

### ● 0.1MPaG 饱和蒸汽

0.1MPaG 饱和蒸汽来自乙二醇装置内加氢精馏 T4 塔 A 冷凝/蒸汽发生器、T4 塔 B 冷凝/蒸汽发生器、T5 塔冷凝/蒸汽发生器、T6 塔冷凝/蒸汽发生器、T7 塔冷凝/蒸汽发生器。0.1MPaG 饱和蒸汽主要用于酯化精馏单元 DMC 脱轻塔开工

再沸器、DMC 精制塔沸器、加氢精馏 T8 塔再沸器、T10 塔再沸器、T11 塔再沸器，多余蒸汽一部分送至 0.07MPaG 饱和蒸汽管网，一部分送至界区。

#### ● 0.07MPaG 饱和蒸汽

主要来自乙二醇装置内偶联汽包，小部分来自低低压蒸汽闪蒸罐。0.07MPa 饱和蒸汽主要用于酯化单元硝酸还原系统的循环液加热器、溴化锂制冷，不足部分 0.1MPa 蒸汽管网补充。循环热加热器的蒸汽凝液送至溴化锂一起加压送出界区。

### 4.2.2. 主要工艺设备表

工艺装置设备表见附件。

### 4.3. 关键设备说明

#### 4.3.1. 关键动设备选型说明

##### 4.3.1.1. 空分装置

空分装置内所有的设备均由空分设备制造商确定。

##### （1）原料空压机/增压机压缩机组

原料空气压缩机及增压空气压缩机是空分装置的核心设备，原料空气压缩机及增压空气压缩机均采用离心压缩机，分别由电机驱动，原料空气压缩机气量约 27.63 万  $\text{Nm}^3/\text{h}$ ，进气压力为当地大气压，排气压力约为 5barg。增压压缩机气量约 11.49 万  $\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

原料空气压缩机采用水平剖分缸体，增压空气压缩机采用多轴齿轮式，叶轮都采用三元流叶轮，原料空气压缩机 4 级压缩，配 3 级中间冷却，气体从叶轮出口通过冷却分离器进行冷却分离后再进入下一级压缩，节约压缩功。机组按照 API617、API614、API670、API671 等标准及项目的工程规定要求进行设计、制造、试验和检验。

原料空气压缩机及增压空气压缩机都采用入口导叶调节负荷，满足 70~105%的调节范围。

压缩机入口配置户外型，带 PLC 控制的自洁式空气过滤器。

机组配套完整的润滑油系统，并配带有高位油箱。机组油系统拟全部采用不锈钢材质。

机组的控制和监测系统：该压缩机机组为单机连续运行关键设备，一旦出故障，势必造成重大损失。因此应设置先进可靠的压缩机控制系统进行机组的控制、监测和保护，将机组的全部运行参数、报警信号、连锁信号送到主控制室的微机系统并在 CRT 画面

上显示，并将关键参数送 DCS 系统。监控系统主要应包括以下功能：

- (a) 压缩机组参数（F、P、T）的监测与控制；
- (b) 压缩机负荷调节；
- (c) 压缩机防喘振控制；
- (d) 压缩机组启动顺序控制；
- (e) 机组轴振动和轴位移的监测与保护；
- (f) 机组轴承温度的监测与保护；
- (g) 机组报警联锁逻辑控制系统；
- (h) 机组润滑油系统运行状态的监测与控制，并将关键参数送 DCS 系统；

此机组无备机，对压缩机可靠性要求高，技术要求高，要求连续运行时间为 5 年。  
该机组拟由压缩机制造厂商来成套。

## 2) 增压膨胀机

空分设置两台增压膨胀机，一台运行一台备用。

## 3) 液氧泵

单套空分装置设置两台液氧泵，运行模式为一开一备。液氧泵用于提高产品氧的压力，将液氧通过液氧泵增压，然后气化，在冷箱出口处得到所需压力的氧气（液体泵的密封气由纯化系统后的空气提供）。液氧泵拟采用国外引进设备。

### 4.3.1.2. 合成气制备

CO<sub>2</sub> 循环气压缩机、PSA 解吸气压缩机均采用电动离心式压缩机。

#### 1) CO<sub>2</sub> 循环气压缩机组

采用齿轮增速变频防爆电机驱动双缸三段离心式压缩机，进口体积流量 19724Nm<sup>3</sup>/h，进口压力 0.12MPa（A），进口温度 40℃，出口压力 4MPa（A），电机功率 4500kW。配套油系统，干气密封系统，防喘振系统，机组监控保护系统，变频控制系统等。

#### 2) PSA 解吸气压缩机组

采用齿轮增速变频防爆电机驱动三缸七段离心式压缩机，进口体积流量 41360Nm<sup>3</sup>/h，进口压力 0.12MPa（A），进口温度 30℃，出口压力 3.4MPa（A），电机功率 9000kW。配套油系统，干气密封系统，防喘振系统，机组监控保护系统，变频控制系统等。

#### 4.3.1.3. 乙二醇装置

##### 1) 偶联循环气压缩机

采用齿轮增速变频防爆电机驱动组装式离心式压缩机，进口体积流量 333930Nm<sup>3</sup>/h，进口压力 0.308MPa(A)，进口温度 35℃，出口压力 0.558MPa(A)，电机功率 8500kW。配套油系统，干气密封系统，防喘振系统，机组监控保护系统，变频控制系统等。

##### 2) 加氢循环压缩机

采用齿轮增速变频防爆电机驱动单缸一段离心式压缩机，进口体积流量 717560Nm<sup>3</sup>/h，进口压力 2.6MPa(A)，进口温度 40℃，出口压力 2.9MPa(A)，电机功率 4800kW。配套油系统，干气密封系统，防喘振系统，机组监控保护系统，变频控制系统等。

#### 4.3.2. 关键静设备说明

主要静设备的技术特点、材料选择、结构特点简述如下：

##### (1) 加热炉

加热炉是本项目的大型核心设备，采用方箱炉结构，方箱形辐射段可以容纳更多的炉管，在大中型加热炉中应用较多。加热炉设置了辐射段、过渡段、对流段、烟道，通过在烟道后设置引风机保证炉内负压，并将烟气引至烟囱排放。

辐射段炉顶间隔设置了 3 排燃烧器和 2 排炉管，形成了炉管双面热辐射，提高了传热效率及炉管利用效率，节约了高合金炉管。每排 32 根光管换热管，通过弯头连接形成回路形辐射管系，管系顶部设置两组进口集合管和出口集合管。管系顶部设置悬吊系统，形成管系上悬挂下膨胀结构，合理解决了高温运行情况下的管管膨胀产生的热位移。

加热炉通过燃烧器内燃料燃烧产生的高温加热炉管内的工艺介质，燃烧器设置在辐射段顶部，燃烧器燃烧的烟气自上而下流动，与炉管充分换热后经过三条炉底烟道汇总后流出辐射段炉膛，经过渡段去对流段热端、对流段顶部、对流段冷端，在对流段顶部热端侧面，设置过热烧嘴，进行补热，满足对流段管内介质的预热，对流段冷端设置 SCR，满足项目环保要求，实现低氮排放，烟气中 NO<sub>x</sub> 排放可达 30mg/Nm<sup>3</sup>。

##### (2) 纯氧转化炉

纯氧转化炉是本项目的核心设备，纯氧从顶部喷入炉内，炉头设置原料气和氧气的混合器，混合气也从纯氧转化炉顶部侧向进入，与纯氧混合燃烧产生热量，在触媒的作用下进行转化反应，反应后的高温气体从纯氧转化炉下部离开，通过输气管去转化废锅

回收热量以产生中压蒸汽。

纯氧转化炉承压壳体内衬耐火浇注料，壳体外设置有水夹套。所有的触媒都被支撑在一个刚玉支撑拱上，刚玉支撑拱需先堆放一些刚玉耐火球以避免触媒漏出拱砖，触媒上表面也需堆放一层刚玉球及六角形刚玉砖，以保护触媒及均匀分布工艺气流。由于纯氧转化炉工作温度很高，炉内介质有大量氢气存在，属于强还原性气氛，对耐火材料、刚玉球、刚玉砖的化学成分、机械性能，都有严格的要求；严格地说，耐火材料的质量好坏，是纯氧转化炉使用寿命的关键。

承压壳体采用碳钢，炉内温度较高，耐火材料内部的锚固件采用高合金钢。为了避免承压壳体因为耐火材料的局部开裂导致温度过高，承压壳体外还设置有水夹套，可以保证在耐火材料出现小问题时不紧急停车，可以维持生产至正常维修。

### （3）转化废锅

本项目转化废锅采用成达专有设备——薄管板废锅结构。高温转化气走管程，锅炉给水走壳程，利用高温转化气加热锅炉给水，产生蒸汽，实现转化气的余热回收，提高装置热效率。

该设备高温侧管箱与输气管相连，管箱内部设置双层耐火浇注料，并带水夹套结构，承压壳体材料选用 Q345R，水夹套采用 Q235B。壳程设置上升管与下降管，与汽包相连，壳程筒体选用 Q345R，换热管与管板采用 Cr-Mo 钢，换热管入口端温度较高，采用高合金钢材料的套管接口，避免高温烟气直接接触换热管与管板的焊接接头，起到保护换热管头及管板的作用。转化气出口温度较低，无须设置耐火材料与水夹套，材料选用 Cr-Mo 钢。薄管板废锅常规零部件的计算按照 GB/T150 的规定，薄管板与连接筒体均采用应力分析，薄管板的周边区域采用圆弧结构，承受管壳程因温差形成的应力等。

该设备从成达实际运行的多个项目看，运行稳定，安全可靠，经济性高。

### （4）偶联反应器

偶联反应器为本装置的核心设备之一，该设备的主要功能是将亚硝酸甲酯（MN）与 CO 在触媒的作用下，反应生成草酸二甲酯（DMO）。由于偶联反应放热量较大，为有效控制反应温度，反应器采用列管式固定床结构。反应器上下封头均为椭圆形封头，内部为多根反应管，管内装填触媒，触媒的支撑采用弹簧支撑结构，反应管由多块盘环式折流板支撑。管外采用饱和水移除反应热。另外，为监测反应器内床层温度分布，在反应器不同径向设置多个热电偶套管。

该反应器操作条件温和，但考虑到极端工况的影响，为保证工艺安全和触媒性能稳定，管程壳体选用 S30408，换热管选用不锈钢材质 S30408，壳程主体材质为 S30408。裙座采用低合金钢制造。

#### （5）加氢反应器

加氢反应器为本装置的核心设备之一，该设备的主要功能是将草酸二甲酯(DMO)与氢气反应生成乙二醇(EG)。由于草酸酯加氢反应为放热反应，因此该反应器也采用了列管式固定床反应器。反应器上下封头均为椭圆形封头，内部为多根反应管，反应管内装填触媒，触媒的支撑采用耐火球支撑结构，反应管由多块盘环式折流板支撑。管间采用饱和水移除反应热；另外，为监测反应器内床层温度分布，在反应器不同径向设置了多个热电偶套管。

加氢反应器管程壳体选用 Q345R 复合 S30403，换热管选用双相不锈钢材质 S22053，壳程主体材质为 Q345R。裙座采用低合金钢制造。

#### 4.4. 超限设备

本项目运输形式均为公路运输，暂未给出超限运输尺寸。预估可能存在的大型超限设备见下表 4.4-1。

表 4.4-1 大型超限设备一览表

| 序号 | 设备名称    | 备注                       |
|----|---------|--------------------------|
| 1  | 加热炉     | 分段运输或现场制作                |
| 2  | 纯氧转化炉   | 整体超限运输                   |
| 3  | 输气管     | 整体超限运输（与二段炉一体）或单独运输（不超限） |
| 4  | 循环酯化塔   | 现场制作                     |
| 5  | 甲醇精馏塔   | 现场制作                     |
| 6  | 尾气反应吸收塔 | 分段运输或现场制作                |
| 7  | DMC 脱轻塔 | 分段运输或现场制作                |
| 8  | DMC 加压塔 | 分段运输或现场制作                |
| 9  | DMC 精制塔 | 分段运输或现场制作                |
| 10 | 甲醇洗塔    | 分段运输或现场制作                |
| 11 | 一次气提塔   | 分段运输或现场制作                |
| 12 | 二次气提塔   | 分段运输或现场制作                |
| 13 | 偶联反应器   | 整体超限运输                   |

|    |         |           |
|----|---------|-----------|
| 14 | 草酯吸收塔   | 分段运输或现场制作 |
| 15 | 草酯精馏塔   | 分段运输或现场制作 |
| 16 | 加氢反应器   | 整体超限运输    |
| 17 | 双酯分离塔   | 分段运输或现场制作 |
| 18 | T1 塔    | 现场制作      |
| 19 | T2 塔    | 分段运输或现场制作 |
| 20 | T3 塔    | 分段运输或现场制作 |
| 21 | T4A/B 塔 | 现场制作      |
| 22 | T5 塔    | 现场制作      |
| 23 | T6 塔    | 分段运输或现场制作 |
| 24 | T7 塔    | 分段运输或现场制作 |
| 25 | T8 塔    | 分段运输或现场制作 |
| 26 | T9 塔    | 分段运输或现场制作 |
| 27 | T10 塔   | 分段运输或现场制作 |

注：本项目涉及超限设备较多，且部分设备直径较大，无法分段运输，建议业主引进设备制造厂在项目现场组建卷板组焊及热处理设施。

## 4.5. 自动控制

### 4.5.1. 概述

本预可行性研究报告适用四川正达凯年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目（一期）的仪表及控制系统的设计。

项目所涉及的主工艺装置、公用工程、辅助设施及贮运设施包括：

| 主要工艺装置 |         |
|--------|---------|
| 序号     | 装置名称    |
| 1      | 空分/空压   |
| 2      | 合成气制备装置 |
| 3      | 乙二醇装置   |
| 主要公用工程 |         |
| 序号     | 装置名称    |
| 1      | 脱盐车站    |
| 2      | 工艺循环水站  |
| 3      | 空分循环水站  |
| 4      | 污水预处理站  |

| 主要工艺装置  |           |
|---------|-----------|
| 序号      | 装置名称      |
| 5       | 动力中心      |
| 主要的辅助设施 |           |
| 序号      | 装置名称      |
| 1       | 中心控制室     |
| 2       | 备品备件库及三修  |
| 3       | 全厂火炬      |
| 4       | 事故废水及雨水监控 |
| 主要的贮运设施 |           |
| 序号      | 装置名称      |
| 1       | 原料及成品罐区   |
| 2       | 装卸站       |
| 3       | 开票及地磅设施   |

本项目各生产装置的工艺过程为连续生产，生产过程及储运设施中存在可燃气体和/或有毒气体。本设计遵循“技术先进、控制安全、运行可靠、操作方便、经济合理”的原则，采用国际、国内先进的仪表及控制系统，保证各装置的安全、平稳、长周期、高质量的运行。仪表维修车间只考虑仪表的小修。

#### 4.5.2. 控制系统的选择

本项目将采用中心控制室（CCR）和现场机柜室（FAR）分离设置方式。

原则上各生产装置、公用工程、辅助设施及贮运设施的控制系统操作员站、工程师站、辅助操作台及远程 I/O 或远程控制站设置在 CCR；各控制系统的控制站设置在相应的 FAR，同时在 FAR 内设置操作员站和/或工程师站，操作员站用于开车前的调试、系统维护和工艺过程的监视，工程师站用于开车前的组态、除错、修改、测试、软件装载、系统维护和报警事件顺序记录。

各 FAR 与 CCR 的信号原则上采用冗余的防鼠铠装阻燃光缆连接（不同路径）。

##### 4.5.2.1. 基本过程控制层

本项目的基本过程控制层包括：

- 分散控制系统（DCS）
- 安全仪表系统（SIS）
- 仪表设备管理系统（AMS）

-设备包控制系统（PLC）

-可燃及有毒气体报警系统（GDS）

中心控制室的各 DCS 系统均应设置与全厂管理网的通信接口，提供全厂信息管理系统所需的数据和网络结构基础，实现全厂管控一体化。控制系统与工厂管理网之间的数据交换通讯，优先选用 OPC 技术。

#### 4.5.2.2. 分散控制系统（DCS）

分散控制系统（DCS）完成对各装置的基本过程控制、顺序控制、操作、监视、管理、以及部分工艺连锁。控制器应该是冗余的以微处理器为基础的设备，控制器有多种计算能力及复杂内置逻辑程序的控制运算法则，功能包括：过程变量控制、被控和非被控变量指示、控制回路监控、实时和历史趋势记录并保存、动态流程画面等。系统具有打印各种生产报表，储存重要的生产信息的功能。

DCS 系统具有先进的自诊断功能，对系统的 CPU、电源及 I/O 卡等具有故障诊断及报警功能。

DCS 系统控制器的 CPU、控制回路 I/O 卡、电源单元、通讯单元系统（包括 I/O 总线，交换机等）均采用冗余技术。

#### 4.5.2.3. 安全仪表系统（SIS）

工艺装置的紧急停车和安全保护设置安全仪表系统（SIS）。安全仪表系统（SIS）为故障安全型。

SIS 系统包括测量仪表、逻辑控制器、最终元件。

SIS 系统具有先进的自诊断功能，对系统的 CPU、电源及 I/O 卡等具有故障诊断及报警功能。

逻辑控制器的 CPU、电源单元和通讯单元（包括 I/O 总线，交换机等）均采用冗余技术。

安全仪表系统（SIS）独立于 DCS 系统单独设置。

#### 4.5.2.4. 仪表设备管理系统（AMS）

实现 HART 设备的组态、标定、档案管理和故障排除，预测性故障诊断提高设备可用率和性能，对现场设备进行设备的全生命周期的管理。

#### 4.5.2.5. 压缩机控制系统

压缩机的驱动机采用电机驱动。乙二醇装置中的主要压缩机，如：合成循环气压缩

机、加氢循环气压缩机采用离心式压缩机。压缩机的防喘振系统，轴振动及轴位移监测系统，机组控制系统由压缩机制造厂商成套供应。防喘振阀采用原装进口阀门。

#### 4.5.2.6. 可燃及有毒气体报警系统（GDS）

可燃气体和有毒气体检测报警系统由可燃气体或有毒气体检测器、现场警报器、报警控制器等组成。

为保障石油化工企业的人身安全和生产安全，监测生产过程及储运设施中泄漏的可燃气体或有毒气体，并及时报警，预防人身伤害以及火灾与爆炸事故的发生，设置独立的可燃气体和有毒气体报警检测系统。

可燃气体和有毒气体检测报警信号送至中心控制室等进行显示报警，在中心控制室及消防控制室设置独立的显示操作站；可燃气体的二级报警信号和报警控制单元的故障信号送至消防控制室进行图形显示和报警。

设置现场区域报警器。可燃气体和有毒气体探测器带一体化的声、光警报器。

在中心控制室的各操作区设置可燃气体和有毒气体声、光报警。

本项目设置消防气防站，有毒气体的二级报警信号和报警控制单元的故障信号送至消防气防站进行图形显示和报警。

#### 4.5.2.7. 其它

部分成套装置，如空分及氢回收装置等的现场仪表随装置成套提供。

汽车装车采用 PLC 定量装车控制系统。汽车装车站设置操作室，用于装车操作及装车业务管理。

火炬系统的现场仪表及控制系统成套提供。

### 4.5.3. 仪表选型

#### 4.5.3.1. 选型原则

（1）对于引进装置的仪表选型原则上应尊重专利商的要求及推荐。其它工艺装置和设备成套仪表原则上应遵循本设计规定。

（2）仪表选型要安全可靠、技术先进、安装维护方便。原则上本项目的仪表及阀门应采用高质量的进口、独资、合资品牌及国产知名品牌的产品。

（3）主要仪表应选用电子式，变送器选用二线制智能型(4~20mA+HART,24V DC)。现场仪表原则上不采用气动调节器。仪表的型号及类型尽可能地被限制，主体仪表应选用同一系列仪表，以便减少备品备件，便于维修管理。

（4）阀门执行机构原则上应采用气动执行机构。

（5）各装置的主要进出物料—原料、产品、半产品等的计量仪表原则上应采用精度较高的仪表。主要的原料、产品及公用工程量（气体、蒸汽流量的测量）应考虑温度和/或压力补偿。进出装置界区的计量仪表宜安装在供方管线上。

（6）现场安装的电子式仪表应根据危险区域的等级划分，选用具有防爆合格证的产品。电子式仪表优先选用本安型仪表（Ex ia Ga）。

原则上，仪表接线箱的选择应根据危险区域的等级划分，优先选择增安型（Ex e Gb），其次是隔爆型（Ex d Gb）。

在满足防爆区域等级划分的情况下，电磁阀原则上采用 24V DC 隔爆型（Ex d Gb），低功耗电磁阀。

对于爆炸性粉尘环境的仪表必须按照国家有关“爆炸性粉尘环境用电气设备”的标准设计和制造。

（7）现场安装的电子式仪表应至少满足 GB4208 标准规定中的 IP65 的防护等级；在现场安装的就地仪表，防护等级不应低于 IP55；对于一些特殊地方（如仪表井、阀门井等）安装的仪表，防护等级应为 IP68。

（8）在可能遭受严重雷害的区域，应实施仪表系统防雷设计。

#### 4.5.3.2. 仪表传输信号

- 1）热电阻、热电偶为电阻信号及直流毫伏信号
- 2）模拟量输入：4-20mA DC+HART（二线制及四线制）电流信号
- 3）模拟量输出：4-20mA DC+HART 电流信号
- 4）数字量输入：无源接点信号或 NAMUR 信号
- 5）数字量输出：无源或有源接点信号
- 6）气动仪表： 20~100KPa.g
- 7）特别用途的仪表，亦可用其它传输信号。

#### 4.5.3.3. 工程单位

所有仪表选用的测量单位及刻度均采用符合 ISO1000 标准规定的国际单位制（SI）。

|     |    |                                       |                   |     |
|-----|----|---------------------------------------|-------------------|-----|
| 流量： | 蒸汽 | kg/h                                  | t/h               |     |
|     | 液体 | kg/h                                  | m <sup>3</sup> /h | t/h |
|     | 气体 | Nm <sup>3</sup> /h (@0℃, 101.325 kPa) |                   |     |

|          |                                        |                |                  |
|----------|----------------------------------------|----------------|------------------|
| 压力:      | Pa                                     | kPa            | MPa              |
| 液位:      | %                                      | mm (罐区或精密计量测量) |                  |
| 液体、蒸汽密度: | kg/m <sup>3</sup>                      |                |                  |
| 气体密度:    | kg/ Nm <sup>3</sup> (@0℃， 101.325 kPa) |                |                  |
| 温度:      | ℃                                      |                |                  |
| 成份分析:    | ppm                                    | wt %           | vol %      mol % |
| 酸碱度:     | pH                                     |                |                  |
| 电导率:     | μ S/cm                                 |                |                  |

#### 4.5.3.4. 流量仪表

##### (1) 差压式流量仪表

在满足工艺等条件的情况下，一般情况下选择差压式流量仪表。差压式流量仪表的节流元件的形式一般为平衡流量计（又称多孔孔板流量计）或孔板。

蒸汽流量的测量一般采用孔板、流量喷嘴。对于要求流量的测量精度及可靠性高的工艺介质，一般采用流量喷嘴，特别是高压过热蒸汽。

巴类流量计可用于大口径管道。

##### (2) 涡街流量计

DMO、DMC、甲醇、中低压蒸汽等介质，可采用涡街流量计。

##### (3) 电磁流量计

腐蚀性介质（乙二醇装置中的硝酸、碱类）、水及污水等流量的测量优先采用电磁流量计(导电介质)。

##### (4) 金属管转子流量计

对于低流速、非关键的、管径为 1/2" ~3" 的工艺介质的流量测量，一般采用金属管转子流量计。

##### (5) 界区计量

进出装置(工厂)界区的液体及气体原料和产品计量时，应采用精度较高的流量仪表。如：质量流量计，容积式流量计等。

#### 4.5.3.5. 液位仪表

(1) 集中液位测量一般采用差压变送器，对于易结晶，粘稠或含悬浮物的介质选用法兰式或插入式法兰差压变送器。

(2) 罐区的液位测量一般采用雷达液位计，伺服液位计等。

(3) 就地液位计应优先考虑使用磁翻板液位计。

(4) 测量范围不大的液位连续测量，密度变化不大的场合，且是不宜结晶、不宜堵塞、非聚合的清洁液体时，可采用外浮筒式液位计。外浮筒式的导波雷达的测量方式也可以采用。

#### 4.5.3.6. 压力仪表

(1) 一般介质可选用普通压力表或压力变送器；腐蚀性或易堵介质采用隔膜压力表和隔膜变送器。

(2) 测量微小压力时，可选用差压变送器。

#### 4.5.3.7. 温度仪表

(1) 就地温度指示一般选用万向型双金属温度计，温度范围为-80~500℃。表盘直径为 $\phi 100\text{mm}$ 。

(2) 集中检测温度元件根据不同使用场合，选用符合 IEC60584 或 IEC60751 标准的热电偶或 Pt100 (Platinum 100 ohm at 0℃) 热电阻(三线制)。

(3) 多支热电偶将用于乙二醇装置循环酯化塔、偶联反应器及加氢反应器的温度测量。

#### 4.5.3.8. 分析仪表

(1) 根据生产过程的要求，采用技术成熟的在线分析仪表，如：热导分析仪、工业色谱仪、傅里叶红外分析仪、氧气分析仪、电导分析仪、红外线分析仪、pH 计及微量水分析仪等。

(2) 根据生产过程的需要，采用包括采样系统、样气预处理系统和回收、公用工程等成套供货的分析小屋。分析小屋为金属结构，防火、防雨型。分析小屋的所有设备、配管、配线等布置及安装都由分析小屋的制造商成套提供。分析仪及分析小屋（包括分析小屋成套的所有设备、配管、配线等）必须考虑工艺介质及所在区域的防爆等级的划分。设置在爆炸危险区域 2 区范围内的分析小屋，应设置毒性气体和（或）可燃气体检测器，并同时设置氧气探测器。

#### 4.5.3.9. 阀门

(1) 调节阀可选用单座阀、蝶阀、偏心旋转阀。高压差的场合选用角型阀。除非特殊情况，调节阀首选为单座（GLOBE）型。蝶阀应用大口径低压差场合。

- (2) 自力式调节阀宜适用于调节公用工程介质，如：空气、氮气等。
- (3) 切断阀可选球阀、闸阀或高性能蝶阀(大口径)。
- (4) 一般情况下，调节阀的执行机构选用弹簧复位气动薄膜执行机构或气动活塞型执行机构。
- (5) 阀内件材料应符合工艺介质要求，一般情况下，阀内件选用 316SS 不锈钢。其对于高差压、高温、流体中含有固体、闪蒸液体、空化流体等场所，阀内件的表面应硬化处理或选用其它合适的材料。
- (6) 一般情况下，对于高温高压介质及危险介质场合（如：剧毒，可燃，高腐蚀等），蝶阀采用法兰式连接。
- (7) 对于直行程调节阀（Globe），剧毒介质、环保要求零泄漏的场合，应选用波纹管密封型阀盖。

#### 4.5.4. 中心控制室、现场机柜室及汽车装车操作室

(1) 中心控制室（CCR）的功能房间包括操作室、机柜室、工程师站室、空调机室、UPS 室、备件室、电信设备室、打印机室、安全消防监控室；辅助房间包括交接班室、生产调度室、会议室、更衣室、办公室、资料室、休息室、急救设备间、卫生间等。

中心控制室（CCR）建筑面积：~70 米×55 米。根据抗爆评估确定是否采用抗爆结构。

(2) 现场机柜室（FAR）宜设置机柜室、工程师室、UPS 室、备件室和空调机室等房间。根据抗爆评估确定是否采用抗爆结构。

(3) 现场汽车装车操作室宜设置机柜间、操作间、UPS 室、备件室和空调机室等房间。根据抗爆评估确定是否采用抗爆结构。

#### 4.5.5. 仪表的供电和供气

##### 4.5.5.1. 仪表的供电

仪表电源采用双 UPS 双输出回路的供电方案，一般情况下，UPS 输出的交流电源规格为：220V AC，50Hz。

UPS 的后备供电时间为 30 分钟。

##### 4.5.5.2. 仪表供气

仪表气源质量应符合仪表供气设计规范要求。

进入各装置界区的压力（宜达到）： $0.6\text{MPa (G)}$ 。

露点：操作（在线）压力下，其露点应比装置所在地历史上年（季）极端最低温度至少低  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

粉尘含量： $<1\text{mg/m}^3$

含尘粒径： $\leq 3\text{ }\mu\text{m}$

油含量： $<10\text{mg/m}^3$

气源备用系统应能维持 25 分钟。

#### 4.5.6. 安全技术措施

为保证操作人员和生产装置的安全，控制系统具有以下安全技术措施：

##### 4.5.6.1. DCS 系统

（1）系统具有防止网络病毒、防止网络黑客木马、防止网络数据风暴等保障网络安全措施。

（2）系统具有冗余技术。

（3）系统具有完整的硬件、软件故障诊断及自诊断系统，并在操作员站/工程师站上显示自诊断状态和结果。一旦检测出故障，即产生报警及显示。

（4）操作员站具备不同级别的操作权限，不同操作区域或数据集合拥有不同的操作权限。操作级别的权限通过密码或钥匙方式限定。操作员的操作密码和权限应能由系统管理员设定和修改。

（5）所有的过程参数报警和系统硬件故障报警由控制系统实现，可以在控制系统操作站的多种画面中以直观方式通知操作员系统中正在发生的报警，操作员可以在“报警列表”画面中仔细观察报警的详细信息。系统至少应有两种可供选择的报警方式：声响和颜色。

对于重要的过程参数报警，不仅在控制系统操作站上报警，还在辅助操作台上的闪光报警器上报警。

##### 4.5.6.2. SIS 系统

（1）安全仪表系统（SIS）独立于 DCS 系统单独设置。安全仪表系统（SIS）应根据安全完整性级别（SIL）确定安全仪表系统（SIS）的配置及要求，包括测量仪表、逻辑控制器、最终元件。安全仪表系统（SIS）设计成故障安全型。当安全仪表系统内部产生故障时，安全仪表系统应能按设计预订方式，将过程转入安全状态。

(2) SIS 系统（如工程师站）具有防病毒及硬件防火墙来保障 SIS 系统及网络安全措施。

(3) SIS 系统的逻辑控制器具有冗余/容错技术。

(4) SIS 系统的逻辑控制器具有完整的硬件、软件自诊断功能，并在工程师站上显示自诊断状态和结果。一旦检测出故障，即产生报警及显示。

(5) SIS 系统的逻辑控制器应具有一定程度的冗余容错能力，即当某些模块发生故障后，不影响整个系统的有效工作。从工艺角度，保证每个输出所导致的结果是安全的。

(6) SIS 系统逻辑控制器的所有的硬件、网络通讯等满足安全等级的要求。

#### 4.5.6.3. 其它

(1) 仪表及控制系统的接地采用等电位联接，接入电气专业的低压配电系统接地网。

(2) 仪表及控制系统的电源由 2 套独立的不间断电源装置（UPS）提供。

#### 4.5.7. 标准和规范

表 4.5-1 仪表设计主要标准规范（按最新规范执行）

| 序号 | 标准号                     | 标准名称                     | 备注       |
|----|-------------------------|--------------------------|----------|
| 1  | GB 50058-2014           | 爆炸危险环境电力装置设计规范           |          |
| 2  | GB 50160-2008 （2018 年版） | 石油石化企业设计防火标准             |          |
| 3  | GB（或 GB/T）3836          | 爆炸性环境                    | 若干部分     |
| 4  | GB 50093-2013           | 自动化仪表工程施工及质量验收规范         |          |
| 5  | GB 4208-2017            | 外壳防护等级（IP 代码）            |          |
| 6  | GB/T 2624-2006          | 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 | 第 1-4 部分 |
| 7  | GB/T 50493-2019         | 石油化工可燃和有毒气体检测报警设计标准      |          |
| 8  | GB/T 50770-2013         | 石油化工安全仪表系统设计规范           |          |
| 9  | GB/T 21109-2007         | 过程工业领域安全仪表系统的功能安全        |          |
| 10 | GB/T 20438-2017         | 电子/电气/可编程电子安全相关系统的功能安全   |          |
| 11 | SH/T 3101-2017          | 石油化工流程图图例                |          |
| 12 | SH/T 3005-2016          | 石油化工自动化仪表选型设计规范          |          |
| 13 | SH/T 3019-2016          | 石油化工仪表管道线路设计规范           |          |

| 序号 | 标准号            | 标准名称                   | 备注 |
|----|----------------|------------------------|----|
| 14 | SH/T 3020-2013 | 石油化工仪表供气设计规范           |    |
| 15 | SH/T 3021-2013 | 石油化工仪表及管道隔离和吹洗设计规范     |    |
| 16 | SH/T 3081-2019 | 石油化工仪表接地设计规范           |    |
| 17 | SH/T 3082-2019 | 石油化工仪表供电设计规范           |    |
| 18 | SH/T 3104-2013 | 石油化工仪表安装设计规范           |    |
| 19 | SH/T 3105-2018 | 石油化工仪表管线平面布置图图形符号及文字代号 |    |
| 20 | SH/T 3126-2013 | 石油化工仪表及管道伴热和绝热设计规范     |    |
| 21 | SH/T 3199-2018 | 石油化工压缩机控制系统设计规范        |    |
| 22 | SH/T 3021-2013 | 石油化工仪表及管道隔离和吹洗设计规范     |    |
| 23 | SH/T 3006-2012 | 石油化工控制室设计规范            |    |
| 24 | SH/T 3174-2013 | 石油化工在线分析仪系统设计规范        |    |
| 25 | SH/T 3164-2021 | 石油化工仪表系统防雷设计规范         |    |
| 26 | SH/T 3184-2017 | 石油化工罐区自动化系统设计规范        |    |
| 27 | SH/T 3198-2018 | 石油化工空分装置自动化系统设计规范      |    |
| 28 | SH/T 3183-2017 | 石油化工动力中心自动化系统设计规范      |    |

## 5. 原材料、辅助材料、燃料和动力供应

### 5.1. 主要原材料、辅助材料、燃料的种类、规格、年需要量

#### 5.1.1. 原料

##### 5.1.1.1. 天然气

本项目所需天然气以普光净化厂 2021.06.01-2021.11.30 天然气分析数据的平均值为准，天然气条件规格见表 5.1-1。

表 5.1-1 天然气规格

| 项目                                  | %v    | 备注                      |
|-------------------------------------|-------|-------------------------|
| He                                  | 0.01  |                         |
| H <sub>2</sub>                      | 0.0   |                         |
| N <sub>2</sub>                      | 0.91  |                         |
| CO <sub>2</sub>                     | 1.65  |                         |
| CH <sub>4</sub>                     | 97.39 |                         |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>       | 0.04  |                         |
| 温度℃                                 | 常温    |                         |
| 压力 MPaG                             | 7.0   | 出天然气净化厂（到装置界区压 6.3MPaG） |
| H <sub>2</sub> S mg/Nm <sup>3</sup> | 0.06  |                         |
| 总硫 mg/Nm <sup>3</sup>               | 5.83  |                         |

表 5.1-2 合成气制备装置原料天然气用量

| 序号 | 名称  | 单位                 | 规格        | 一期消耗   | 两期消耗    | 备注        |
|----|-----|--------------------|-----------|--------|---------|-----------|
| 1  | 天然气 | Nm <sup>3</sup> /h | 见 5.1.1.1 | 74,560 | 149,120 | 包括加热炉用燃料气 |

##### 5.1.1.2. 乙二醇装置

###### （1）甲醇

甲醇原料满足甲醇标准（GB 338-2011）优等品要求，见表 5.1-3。

表 5.1-3 甲醇规格

| 项目                                        | 规格(优等品)     |
|-------------------------------------------|-------------|
| 色度, Hazen 单位(铂-钴色号) ≤                     | 5           |
| 密度, ρ <sub>20</sub> /(g/cm <sup>3</sup> ) | 0.791~0.792 |
| 沸程 <sup>a</sup> (0℃, 101.3kPa) /℃ ≤       | 0.8         |
| 高锰酸钾试验/min ≥                              | 50          |

| 项目                             | 规格(优等品)   |
|--------------------------------|-----------|
| 水混溶性试验                         | 通过试验（1+3） |
| 水, w/% ≤                       | 0.10      |
| 酸(以 HCOOH 计), w/% ≤            | 0.0015    |
| 或碱(以 NH <sub>3</sub> 计), w/% ≤ | 0.0002    |
| 羰基化合物(以 HCHO 计), w/% ≤         | 0.002     |
| 蒸发残渣, w/% ≤                    | 0.001     |
| 硫酸洗涤试验, Hazen 单位(铂-钴色号) ≤      | 50        |

## （2）氢气

表 5.1-4 氢气规格

| 项目                            | 规格   |
|-------------------------------|------|
| 氢气, v% ≥                      | 99.9 |
| Cl, ppm(v) ≤                  | 0.1  |
| CO+CO <sub>2</sub> , ppm(v) ≤ | 20   |
| 水分, v% ≤                      | 0.01 |
| 总硫, ppm(v) ≤                  | 0.1  |
| 砷, ppm(v) ≤                   | 0.1  |
| 磷, ppm(v) ≤                   | 0.1  |
| 氢氰根, ppm(v) ≤                 | 0.1  |
| 压力, MPa(G) ≥                  | 2.8  |
| 温度, °C                        | 常温   |

## （3）一氧化碳

表 5.1-5 一氧化碳规格

| 项目                         | 规格   |
|----------------------------|------|
| 一氧化碳, v% ≥                 | 98   |
| H <sub>2</sub> , ppm(v) ≤  | 200  |
| N <sub>2</sub> +Ar, v% ≤   | 1.92 |
| Cl, ppm(v) ≤               | 0.1  |
| O <sub>2</sub> , ppm(v) ≤  | 100  |
| CO <sub>2</sub> , ppm(v) ≤ | 5    |
| CH <sub>4</sub> , ppm(v) ≤ | 300  |
| 水份, ppm(v) ≤               | 10   |
| 总硫, ppm(v) ≤               | 0.1  |

| 项目              | 规格    |
|-----------------|-------|
| 羧基铁+羧基镍, ppm(v) | ≤ 0.1 |
| 砷, ppm(v)       | ≤ 0.1 |
| 磷, ppm(v)       | ≤ 0.1 |
| 氢氰根, ppm(v)     | ≤ 0.1 |
| 压力, MPa(G)      | 0.6   |
| 温度, °C          | 常温    |

#### （4）氧气

表 5.1-6 氧气规格（GB/T3836-2008）

| 项目                       | 规格     |
|--------------------------|--------|
| O <sub>2</sub> , v%      | ≥ 99.6 |
| H <sub>2</sub> O, ppm(v) | ≤ 10   |
| 压力, MPa(G)               | 0.6    |
| 温度, °C                   | 常温     |

表 5.1-7 乙二醇装置原辅材料消耗量

| 序号 | 名称     | 单位              | 规格        | 一期小时用量  | 两期小时用量 | 备注        |
|----|--------|-----------------|-----------|---------|--------|-----------|
| 1  | 一氧化碳   | Nm <sup>3</sup> | ≥98v%     | 60574.5 | 121149 | 来自合成气制备装置 |
| 2  | 氢气     | Nm <sup>3</sup> | ≥99.9v%   | 117375  | 234750 | 来自合成气制备装置 |
| 3  | 氧气     | Nm <sup>3</sup> | ≥99.6v%   | 14926   | 29852  | 来自空分装置    |
| 4  | 硝酸     | kg              | ≥63wt%    | 1166.1  | 2332.2 | 外购        |
| 5  | 氢氧化钠溶液 | kg              | ≥30wt%    | 1166.1  | 2332.2 | 外购        |
| 6  | 甲醇     | kg              | 工业级 99.9% | 5059.5  | 10119  | 外购        |

#### 5.1.2. 辅助材料

本项目需要使用的辅助材料包含脱销用氨、水处理用药剂以及酸、碱等，均为常规化学品，市场供应充足、供货商众多，无供应风险。本项目使用的催化剂包含脱硫催化剂、脱销催化剂、转化催化剂、分子筛吸附剂等，国内外均有专业厂商生产供货，采购及供应无风险。乙二醇用催化剂由浦景化工提供专用催化剂，有保障无风险。

#### 5.1.3. 燃料

本项目工艺装置加热炉（天然气转化装置）正常工况使用装置工艺尾气作为燃料，燃机、燃气锅炉使用天然气为燃料，与原料天然气采用同一气源，供应有保障。

## 5.2. 水、电、汽和其他动力供应

### 5.2.1. 生产水、生活水及消防水供应

（1）本项目生产来自普光园区，园区供水能力为 7.5 万立方米/天（3125m<sup>3</sup>/h），水质为地表水三类。

（2）本项目生活用水水源来自普光园区，水质达到《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006 的要求。

（3）本项目自建消防水站，并满足本项目使用要求。

### 5.2.2. 电力供应

建厂地区附近两处电源，柳池工业园区 220KV 变电站，距本项目 10 公里，容量 30 万千瓦，目前负荷已达到 90%，无法满足为本项目供电。芭蕉镇建设有 220KV 变电站，直线距离为 10 公里，铺设线缆在 15 公里以内，容量为 2X18 万千瓦，可保证 20 万千瓦时的供电量。芭蕉镇变电站双电源，双回路供电，供电类别为大工业供电。

### 5.2.3. 蒸汽供应

本项目设置燃机余热废锅及燃气锅炉，为工艺装置提供蒸汽。工艺装置所需蒸汽首先使用自身工艺副产蒸汽，不足部分利用燃机余热废锅及燃气锅炉供汽。

## 6. 建厂条件和厂址选择

### 6.1. 建厂条件

#### 6.1.1. 地理位置

本项目厂址位于四川达州普光经济开发区西区普光功能区。本项目征地面积 74.2537 公顷（合 1113.8 亩），其中一期工程用地面积 48.0637 公顷。

四川省宣汉县位于北纬  $31^{\circ} 06' 08'' \sim 31^{\circ} 49' 57''$ 。东经  $107^{\circ} 22' 29'' \sim 108^{\circ} 32' 47''$  之间，属达州市管辖，东邻重庆市万州区，北靠达州市万源市（县级市），西与达州市达县、通川区，巴中市平昌县交界，南与达州市达县、开江县相连。宣汉县域东西最大距离 110.6km，南北最大距离 78.8km，总面积约 4271km<sup>2</sup>。

四川达州普光经济开发区位于宣汉县土主镇、柳池乡-双河镇和南坝镇，距宣汉县城约 30km。评估区县道 X169、X028 和包茂高速（G65）从附近通过，交通较为便利。园区规划面积 29.95 平方公里，建成面积 8.52 平方公里，设普光功能区、柳池功能区、方斗功能区、南坝、独树梁功能区及五宝功能区等五个功能区，主要发展天然气化工、硫化工、锂钾综合开发、建材产业，协同发展冶金、机械、农副产品加工产业，重点发展天然气硫磺、微玻纤新材料、锂钾综合开发、铜基新材料等新兴产业。

#### 6.1.2. 自然概况

##### 6.1.2.1. 地形地貌

项目区位于川东平行岭谷地貌的开阔谷地中，以丘陵为主，整体地势北高南低。地形地貌类型多样，山、丘、谷、坝俱全，尤以丘陵比例较大，由于被流水侵蚀，显得支离破碎；一般属中切割，中、南部属浅切割，但冲沟发育，一般沟浅而宽。根据园区内的地形高程和切割深度将区内地貌划分为低山、丘陵地貌两个一级地貌单元，在丘陵地貌中又分斜坡、冲沟和河流阶地地貌。

本项目场址地势平坦开阔，地质条件简单，无不良工程地质现象，场地地基属均匀地基，场地内无可液化的粉土及粉细沙层，根据场地现状，结合拟建物的特点，该场地适宜建设。

##### 6.1.2.2. 地质构造

###### （1）地质构造

本项目距离四川盆地东北边缘的大巴山较近，其大地构造位置属于扬子地台北缘的大巴山弧形褶皱带，为大巴山造山带及其前陆盆地的结合部。本项目区构造以褶皱为主，

而且发育相当强烈，其构造特征主要有以下几点：峡区构造类型以褶皱为主，极少断层发生。褶皱强度从 SW--NE 逐渐加强。褶皱剖面几何类型以等厚（平行）为主，而相似型极不发育，因而不协调褶皱十分发育。褶皱的组合类型为较典型的梳状褶皱，其中以隔档式为主。主要是由褶皱形态、强度、发育部位控制了不同岩性层的分布和产出状态，加之外动力（主要是河流和地下水地质作用）进而形成了不同特色的地貌景观。

## （2）地层岩性

项目区地处四川构造盆地边缘，地层仅东北部小部分为地槽次稳定性建造，其余均为稳定的地台型不变质地层，出露有上元古界震旦系、下古生界寒武系、上古生界二叠系、中生界三叠系、侏罗系、白垩系、新生界第四系等时代的地层。震旦系至中三叠系主要为海相沉积、岩相比较稳定，生物群比较丰富，下三叠统底部为区域假整合；上三叠统为陆相含煤地层，区域假整合于中三叠统之上；侏罗系、白垩系地层为陆相红色碎屑岩，岩相变化大，生物分布不均，且较贫乏，第四系不太发育。地层以中生界侏罗系砂泥岩分布最广，主要分布在盆地红层丘陵区各向斜轴部及两翼；背斜轴部、低山两侧及槽谷地区则以三叠系砂岩、灰岩、页岩为主；古生界灰岩、页岩、砂岩等。

## （3）地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），项目区地震动峰值加速度为 0.05g，地震反应谱特征周期定为 0.35s，地震基本烈度为 VI 度。

## （4）水文地质

项目区地下水按赋存条件及水动力特性基本可分为松散孔隙水与基岩裂隙水两种类型。

松散裂隙水主要赋存于 Q4al+pl、Q4c+dl 及 Q4dl+el 层中，接收大气降水、地表水的补给，顺地形向冲沟及其河流下游排泄，并部分补给下卧岩层。其中 Q4c+dl 及 Q4dl+el 层含水层由于分布较零星，厚度不大，同时该层含大量粘土，故其透水性较差，富水性弱，水量贫乏，局部地段上具有滞水特点；Q4al+pl 卵（砾）石夹土中，主要接受河水的补给，并与河水互为补排关系。该含水层沿中河两岸呈不规则条带状分布，故具有透水性好，富水性强，补给源近，地下水水量较大等特点。

基岩裂隙水主要赋存于基岩构造裂隙、风化裂隙和砂岩孔隙中，接受大气降水及上覆松散堆积层中地下水补给，顺地形沿裂隙向坡下沟谷及下游排泄。因地形切割较强烈，岩体以砂泥岩互层为主，同时岩体节理裂隙连通性较差，故该类地下水较贫乏。

### 6.1.2.3. 气候、气象条件

宣汉县位于四川盆地东部，属亚热带润湿气候区，具有冬暖、春早、夏热、秋雨、多伏旱、日照适宜、无霜期长等特点。根据宣汉县气象站 1951 年~2010 年实测系列，其多年平均气温 16.8℃，极端最高气温 41.3℃（1,953.8.19），极端最低气温-5.3℃（1,956.1.9），多年平均降水量 1,239.4mm，多年平均蒸发量 1,113.0mm，多年平均相对湿度 80%，多年平均日照时数 1,535.2h，多年平均无霜期 298d，多年平均风速 1.7m/s，历史最大风速 18.0m/s（1982 年），相应风向 NE，实测年最大 24h 雨量 194.1mm（1,980.6.6），年最大 1h 雨量 77.6mm（1,960.6.30）。

表 6.1-1 项目区气象特征值统计表

| 序号 | 项目            | 数值      | 备注 |
|----|---------------|---------|----|
| 1  | 年平均气温（℃）      | 16.8    |    |
| 2  | 无霜期（d）        | 298     |    |
| 3  | ≥10℃积温（℃）     | 5,514.4 |    |
| 4  | 极端最高气温（℃）     | 41.3    |    |
| 5  | 极端最低气温（℃）     | -5.3    |    |
| 6  | 多年平均降水量（mm）   | 1,239.4 |    |
| 7  | 年最大降水量（mm）    | 1,494.4 |    |
| 8  | 年最小降水量（mm）    | 840.9   |    |
| 9  | 一日最大降水量（mm）   | 194.1   |    |
| 10 | 平均相对湿度（%）     | 80      |    |
| 11 | 多年平均蒸发量（mm）   | 1,113   |    |
| 12 | 多年平均风速（m / s） | 1.7     |    |
| 13 | 最大风速（m / s）   | 18      |    |
| 14 | 1h 最大暴雨值      | 40      |    |
| 15 | 6h 最大暴雨值      | 72      |    |
| 16 | 24h 最大暴雨值     | 110     |    |

表 6.1-2 逐年气象参数

| 年份           | 2021  | 2020  | 2019  | 2018  | 2017  | 2016  | 2015  | 2014  | 2013  | 2012 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 年平均气压<br>hpa | 968.9 | 969.1 | 978.6 | 968.8 | 969.4 | 968.9 | 968.9 | 969.1 | 968.2 | 968  |
| 年平均气温<br>℃   | 16.9  | 17.3  | 17.7  | 17.9  | 17.5  | 17.7  | 17.4  | 16.7  | 17.7  | 16.7 |

|           |         |         |         |         |         |       |         |       |         |         |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|---------|
| 年均相对湿度 %  | 83      | 82      | 81      | 81      | 83      | 79    | 75      | 79    | 77      | 76      |
| 年平均地温℃    | 19      | 19.3    | 19.5    | 19.9    | 19.5    | 20.5  | 20.1    | 18.9  | 20.3    | 19.1    |
| 年平均风速 m/s | 15      | 14      | 14      | 15      | 14      | 15    | 11      | 11    | 12      | 11      |
| 年降水总量 mm  | 1,793.9 | 1,328.2 | 1,352.3 | 1,017.5 | 1,486.8 | 1,091 | 1,097.6 | 1,391 | 1,190.7 | 1,191.6 |
| 雷电次数      | 20      | 24      | 16      | 36      | 25      | 29    | 12      | 21    | 37      | 34      |
| 年降雪量 mm   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0     | 0       | 0     | 0       | 0       |

2019年普光风向玫瑰图

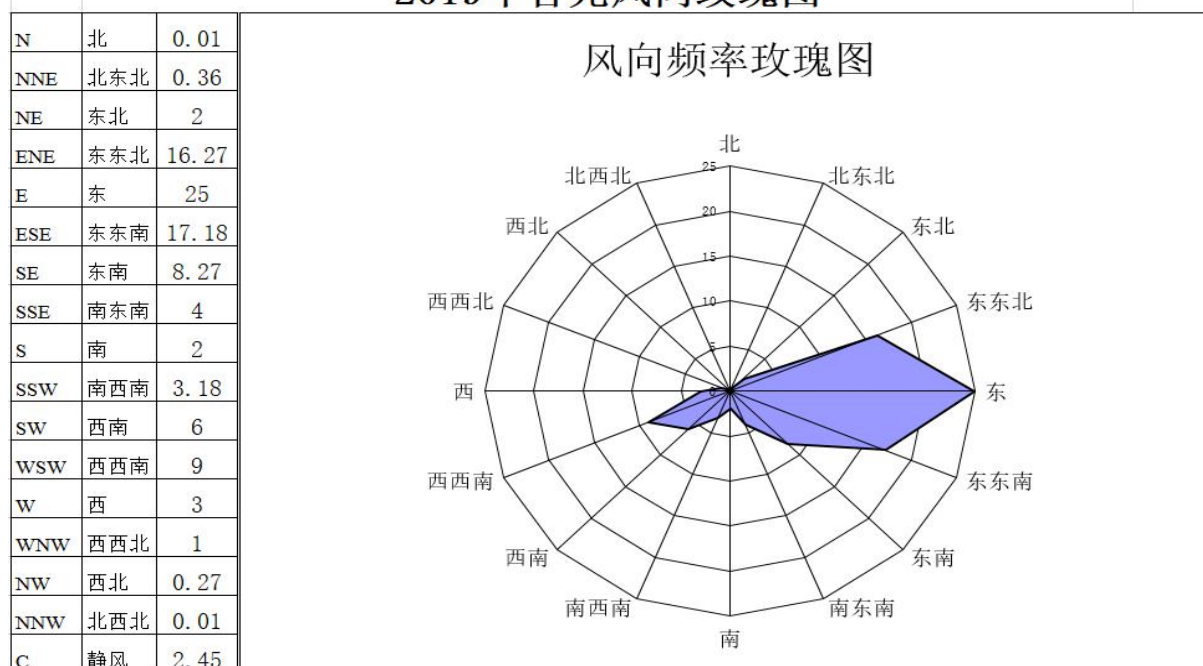
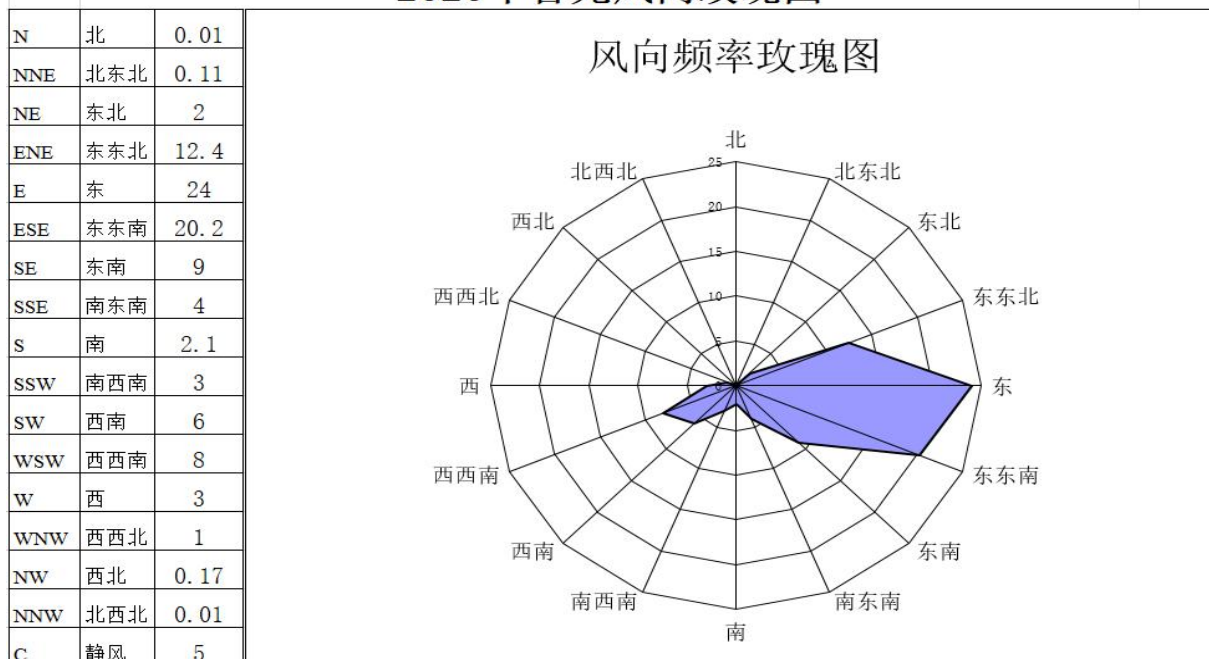


图 6.1-1 普光风向玫瑰图

2020年普光风向玫瑰图



#### 6.1.2.4. 水文

宣汉县属嘉陵江水系。前、中、后河纵横宣汉县，中河于普光镇汇入后河，前、后河与城东汇为州河，天然落差 16.6-327m，年均流量 34-160m<sup>3</sup>/s，宣汉县内流域面积占宣汉县幅员 88%。州河发源于大巴山南麓，沿途纳入明月江、铜堡河等。州河东林站多年平均流量 158.64m<sup>3</sup>/s，年迳流量 50.8 亿 m<sup>3</sup>；明月江明月谭站多年平均流量 14.83m<sup>3</sup>/s，年迳流量 4.68 亿 m<sup>3</sup>。该区域境内河流皆属渠江水系，流向与地域地势倾向一致。干流的基本流向是向北流向南。境内河流有后河。后河：发源于万源县城北大横山，由北面万源入境南流，纵贯西北部。全流域面积为 3,670.7 平方公里，干流长 56 公里，总落差 60 米，平均坡降约 1.1%。

项目区主要溪流是西河，由西向东经双河、土主、普光流入后河，流经土主 14 余公里，穿越 4 村 2 社区 20 组。河流对工程的建设影响较小。

#### 6.1.2.5. 植被

项目区地处亚热带季风气候区，气候温和，地形多变，植物种类繁多，植被类型以亚热带常绿阔叶林为主，主要有杉松、柏、桉木、栎类（如麻栎、槲栎、松皮栎等）及黄荆、马桑等，森林覆盖率达到 45%。

#### 6.1.2.6. 土壤

项目区所在地主要分布有水稻土、紫色土、潮土和黄壤土四大类。分布不均，各地差异较大，与地层岩性直接相关。水稻土主要分布于低山、丘陵、平坝等岩层上，土层

较厚，肥力较高；紫色土系紫色砂泥岩风化而成，分布于广大丘陵和台坎状低山区，一般自然肥力较高；黄壤土为砂泥岩、灰岩等风化而成，一般地势较高，光热条件差，肥力低；潮土为第四系河流冲积而成，地势平坦，土质肥沃。项目区以黄壤土为主。

#### 6.1.2.7. 其它

本项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等。

### 6.1.3. 社会经济概况

#### 6.1.3.1. 社会经济概况

宣汉县位于四川省东北部、大巴山南麓，地处川、陕、渝、鄂四省市结合部，位于成都、重庆、西安、武汉等大中城市交汇的中心地带，区位优势突出，宣汉县全县辖有 54 个乡镇，S210、襄渝铁路、省道梁双公路以及川陕高速公路穿境而过，交通便捷。2017 年全年宣汉县实现地区生产总值 224 亿元，同比下降 6.7%，三次产业结构调整为 24.7: 46.2: 29.1；地方公共财政收入 14.6 亿元，增长 3.8%；规模以上工业增加值 67.4 亿元，下降 27.7%；全社会固定资产投资 232 亿元，增长 13.8%；社会消费品零售总额 103.5 亿元，增长 13.5%；城镇居民人均可支配收入 20,648 元，增长 8.6%；农村居民人均可支配收入 7,480 元，增长 9.8%。土主镇位于县城以北，与胡家、双河、柳池、普光、清溪接壤，幅员 44 平方公里，距县城 17 公里、达州市区 36 公里。辖 5 个村（庙潭、杏树、双树、合溪、石人）、2 个社区（欣兴、辽原），37 个村（居）民小组。2015 年有 4,803 户 13,670 人，其中农业人口 10,080 人。全镇建档立卡贫困村 1 个，建档立卡贫困户 608 户 1,923 人。2015 年地区生产总值 18,990 万元，其中第一产业 7,178 万元、第二产业 5,089 万元、第三产业 6,722 万元，农民人均纯收入 7,997 元。

#### 6.1.3.2. 土地利用现状

宣汉县幅员面积为 4,271.54km<sup>2</sup>，根据区域土地利用结构，土地利用类型主要有耕地、林地、地、水域及其他未利用土地等。土主镇耕地 14,470 亩，其中水田 7,962 亩、旱地 6,508 亩，林地 28,000 亩。

### 6.1.4. 交通运输条件

#### 6.1.4.1. 对外交通联系

##### （1）铁路

襄渝铁路从宣汉县西北面经过，在经开区西区西北侧的胡家镇设有宣汉站（客货运

站）。

## （2）高速公路

包茂高速从宣汉县西北面经过，在经开区西区柳池功能区、普光功能区均设置有高速出入口，是西区主要对外快速联系通道。

## （3）快速路

规划新建方斗功能区与石柱槽货运站交通线，新建石化大道与方斗功能区快速路，同时推进西区与宣汉县中心城区快速路选线研究，加快 S201 道路的提档升级，促进经开区与中心城区的融合发展。

### 6.1.4.2. 经开区道路系统规划

西区形成以包茂高速、X169、G210、庙河街为主体的环形道路交通体系，串联西区各功能区，各功能区内部依据地形条件与建设需求形成各功能区内部路网。

东区以 S201 为主体，各功能区以主干道、次干道、支路的三级道路体系，路网以方格网为主。

### 6.1.5. 公用设施依托条件

#### 6.1.5.1. 供水

项目区供水水源：中河为主水源，白岩滩水库为备用水源。近期由普光老镇区中河上游附近新建的水厂及土主自来水厂供水。

项目区供水水厂：远期扩容普光新建水厂，供水规模为 4 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ；扩容土主自来水厂供水规模 3 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。

#### 6.1.5.2. 污水处理厂及排水规划

项目区污水处理厂规划：普光功能区污水处理厂近期规模 0.2 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 、远期扩建至 2.5 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。

项目区排水规划：纳污水体后河，排污口位于普光镇下游。

#### 6.1.5.3. 电力工程

根据四川达州普光经济开发区总体规划，西区柳池功能区电源主要由已建 220 千伏柳池变电站接入，方斗功能区由新建 220 千伏变电站接入，锂钾功能区由新建 110 千伏变电站接入，普光功能区由新建 110 千伏变电站接入。东区南坝功能区与独树梁功能区电源近期由南坝现状 110 千伏变电站接入，远期新建一处 35 千伏变电站保障独树梁功能区用电需求，农副产品加工区电源由五宝镇变电站接入。

#### 6.1.5.4. 燃气工程

普光经济开发区西区气源来自普光净化厂，东区气源来自于罗家寨天然气净化厂。柳池、方斗功能区气源由现状柳池门站接入；普光功能区气源为普光天然气门站；南坝、独树梁功能区气源为南坝罗家寨净化厂，五宝功能区气源由五宝镇门站接入。

### 6.2. 厂址选择

项目位于四川达州普光经济开发区西区普光功能区规划用地内。项目选址区域不位于风景名胜区、生态保护区、自然和文化遗产保护区及饮用水源保护区内，项目建设符合总体规划，符合国家产业政策，符合节约集约利用土地的有关现定，交通便利、通讯通畅。

## 7. 总图运输、储运、土建、界区内外管网

### 7.1. 总图运输

#### 7.1.1. 总平面布置

##### 7.1.1.1. 总平面布置原则

- 1) 满足国家及行业现行的标准、规范要求。
- 2) 统一规划，因地制宜，远近期发展相结合。
- 3) 根据工艺生产要求，力求功能分区明确，工艺流程顺畅，管线短捷。
- 4) 依据工业园区总体规划，合理布置,内外交通运输衔接顺畅。
- 5) 人货分流，物流明晰，确保交通运输安全畅通。
- 6) 综合考虑风向、朝向，减少环境污染，为三废治理、综合利用、环境保护创造必要的条件。

##### 7.1.1.2. 总平面布置

###### （1）功能划分及项目组成

本项目主要功能划分及项目组成如下：

工艺生产装置：合成气制备装置、乙二醇装置。

公用工程及辅助生产设施：空分装置、空分循环水站、脱盐水处理站及回用水站、工艺循环水站、综合泵站、污水处理站、事故废水及雨水监控、分布式能源站、110KV 总变电所、中心控制室、中央化验室、化学品库、危废暂存库、全厂火炬等。

储运设施：原料及产品罐区、汽车装卸站。

###### （2）总平面布置方案

厂区用地不规则呈枫叶状，本项目一期工程用地面积 48.0637 公顷。

根据园区供地情况，将本项目一期工程装置及设施集中布置在场地北面。综合考虑工艺流程顺畅、预留地大小、管线长短及敷设难度、地质情况的差异、原料及成品运输方便等因素，本项目总平面布置如下：

- 1) 中心控制室、中央化验室、化学品库、危废暂存库布置在空分装置南面。
- 2) 根据工艺流程，将合成气制备装置、乙二醇装置由东至西集中布置在厂区西面。既节约了土地，又使各生产单元之间联系更加紧密，工艺流程顺畅，管线短捷，便于工厂的管理和安全生产。

- 3) 将 110KV 总变电所、分布式能源站布置在乙二醇装置北面；工艺循环水站、脱

盐水站及回用水站、综合泵站等水系统集中布置在合成气制备装置北面；空分装置、空分循环水站布置在合成气制备装置东面。便于水、电、气的进线，也使配套的公用工程设施和辅助设施靠近主要用户以减少能耗，降低生产成本，方便管理。

4) 将污水处理站、事故废水及雨水监控布置于地势较低的厂区北面中部，方便污水及废水收集。

5) 原料及产品罐区、汽车装卸站布置在厂区东北角，东邻园区主要道路，便于产品运输。

6) 全厂火炬布置在厂外西面空地，位于全年最小风频的上风侧，并靠近火炬气的主要排放源。

详细布置见附图 3 总平面布置图。

### (3) 主要技术经济指标

全厂总图布置主要经济技术指标见下表。

表 7.1-1 全厂总图主要经济技术指标

| 序号 | 名 称             | 单位             | 数量      | 备 注                    |
|----|-----------------|----------------|---------|------------------------|
| 1  | 本项目征地面积         | 公顷             | 74.2537 | 厂区红线内用地面积，未包括厂外全厂火炬用地。 |
| 其中 | 一 期 工 程 用 地 面 积 | 公顷             | 48.0637 |                        |
|    | 二期工程预留用地面积      | 公顷             | 26.19   |                        |
| 2  | 建、构筑物占地面积       | m <sup>2</sup> | 258500  | 包括露天设备用地面积             |
| 3  | 道路用地面积          | m <sup>2</sup> | 161800  |                        |
| 4  | 工程管线用地面积        | m <sup>2</sup> | 103500  |                        |
| 5  | 绿化面积            | m <sup>2</sup> | 111400  |                        |
| 6  | 绿地率             | %              | 15.0    |                        |
| 7  | 建筑系数            | %              | 34.8    |                        |
| 8  | 工厂利用系数          | %              | 70.5    |                        |

## 7.1.2. 竖向布置

### 7.1.2.1. 竖向布置原则

- 1) 满足厂区防洪、排洪及地下管线敷设高程的要求，确保道路及场地坡度合理，雨水排除顺畅。
- 2) 根据场地现有地形，选择适当的布置方式，以减少土石方工程量。
- 3) 确保厂内外道路的衔接以及对消防、运输的要求。

### 7.1.2.2 竖向布置

本项目建设场地地势起伏，以丘陵为主，整体地势西高东低，南高北低。自然地面标高约在 399~465 米之间，竖向布置拟采用连续式和阶梯式联合布置的方式，在同一装置区或设施区内，拟采用平坡式布置，必要时装置区和罐区设置不大于 0.5% 的坡度，不同装置区或设施区之间根据需要采用台阶式布置，高差不大于 4 米。竖向布置初步的方案是拟沿东西向和南北向分别设置三个台阶，西高东低，南高北低，台阶高差为 1.5~3.5 米。场地设计标高约在 413~420 米之间。

场地及道路的雨水通过建筑边沟和道路雨水篦子收集后排入地下管网系统，生产、生活污水收集后经预处理输送到园区污水处理场处理。

### 7.1.3. 道路及场地铺砌

厂区道路采用城市型道路，装置四周道路形成环行布置，以满足装置区设备吊装、维修，运输及消防要求。道路、室外地坪铺砌均采用水泥混凝土路面结构形式。本工程通道宽度为 30-40 米，主要道路路面宽度 9 米，次要道路为 7 米，道路交叉口路面内缘转弯半径一般情况采用 12 米。

### 7.1.4. 全厂运输

本项目的原料天然气由管道输送至厂区，主要产品乙二醇通过公路外运，本项目原料、成品的公路运输采用用户自取方式，或依托社会运力解决，本工程不需要购置运输车辆。厂内运输需配备 2 台 80 吨数字化汽车衡。

### 7.1.5. 防护及绿化

#### 7.1.5.1. 防护

为确保工厂和人员的安全，防止与工厂无关的人员进入厂区，根据工厂地块条件及周边道路条件，厂区共设置 3 个出入口（人流出入口、货运出入口、消防出入口），并在出入口处设置传达警卫室。其中工厂东南角设置全厂人流出入口，连接园区主要道路，方便人员管理及出入。在厂区东侧中部设货运出入口与园区主要道路相连，以方便原料及产品的运输。在工厂北面设消防出入口，利于安全消防。全厂人货分流，物流明晰，交通运输安全畅通。

沿厂区用地红线设置厂界实体围墙，汽车装卸站设铁艺围墙独立厂区，围墙高度 2.2 米，以满足安全生产和保卫的需要。

#### 7.1.5.2. 绿化

## （1）绿化布置原则

- 1) 与周围的环境和建、构筑物相协调。
- 2) 与总平面布置、竖向布置和管线综合设计相互配合进行。
- 3) 生产装置与周围消防车道之间，不宜种植绿篱或茂密的灌木 丛。
- 4) 厂区的绿化不应妨碍消防操作。
- 5) 生产区不应种植含油脂较多的树木，宜选择含水分较多的树种。

## （2）绿化布置

装置设备安装及道路施工完成后，在绿化区，去除建筑垃圾，选择适合绿化的土壤进行换土，以确保绿化效果。并选择适合本地区，本装置生态环境的树种，建议选用以草坪绿化为主。

本厂区绿化面积为 111400 平方米，绿化率为 15%。

### 7.1.6. 总图设计采用的标准规范

表 7.1-2 总图设计采用的标准规范

| 序号 | 标准编号            | 标准名称                  |
|----|-----------------|-----------------------|
| 1  | GB 50016-2014   | 建筑设计防火规范(2018 年版)     |
| 2  | GB 50160-2008   | 石油化工企业设计防火标准(2018 年版) |
| 3  | GB 50984-2014   | 石油化工工厂布置设计规范          |
| 4  | GB 50187-2012   | 工业企业总平面设计规范           |
| 5  | GB 50489-2009   | 化工企业总图运输设计规范          |
| 6  | GB 50201-2014   | 防洪标准                  |
| 7  | GBJ 22-1987     | 厂矿道路设计规范              |
| 8  | GB/T 50103-2010 | 总图制图标准                |
| 9  | GB/T 51027-2014 | 石油化工企业总图制图标准          |

## 7.2. 厂区内外管网

### 7.2.1. 概述

厂内外管网包括主要的工艺外管、公用工程管道和火炬管线。其中主要的工艺管道包含从界区至转化装置的原料天然气管以及各工艺装置间的工艺介质输送管道。公用工程管道包括氮气、仪表空气、工艺空气、蒸汽及凝液管道等。火炬管主要为各装置到火炬主管的连接管。

### 7.2.2. 设计原则

本项目管廊涉及的管道包含输送易燃易爆工艺介质的管道。管廊设计的首要任务是符合相关的标准规范，在管廊布线中贯穿安全、可靠的设计原则将工艺物料输送管线和公用工程管线能有效地连接进出所属装置。在节省能源、节约材料的指导思想下，尽量符合平直、短路程的布管走向。

外管廊的设计本着满足工艺要求前提下，全厂管架应便于交通、美观大方、经济实用：外管廊管架底层净空 $\geq 4$  米，跨马路底层净空 $\geq 5.5$  米。

管架上的断面布置遵守一般电气和仪表电缆在上层、非腐蚀及热力管道在上层、腐蚀介质管道在下层的原则。还应注意电气电缆与仪表电缆的间距要求。

外管廊管架上管道设计应满足管道设计所有规范要求和规定。

### 7.2.3. 管廊初步布局

全厂管廊在工程设计阶段根据管道布置需求以及总图布置方案设计，综合考虑管廊面宽占地及管廊高度因素，管廊布管层数初定为 3~4 层，每两层高间距约为 2.2m，底层的净空高度定为 6m~8m，采用桁架与纵梁式管架混合布局，管廊采用钢结构形式。

## 7.3. 储运

### 7.3.1. 液体储运

#### 7.3.1.1. 研究范围

本项目储运部分主要承担四川正达凯年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目（一期）原料及成品罐区的液体原料和产品的储存以及装卸运输。储存介质主要包括甲醇、乙二醇、乙醇、轻质二元醇、混合一元醇等。

主要储存介质及运输量见下表 7.3-1。

表 7.3-1 原料及成品罐区主要储存介质及运输量（万吨）

| 序号 | 物料名称  | 年运量万吨  | 物质形态 | 储存方式 | 运输方式   | 备注  |
|----|-------|--------|------|------|--------|-----|
| 1  | 甲醇    | 8.8792 | 液    | 内浮顶罐 | 公路     | 原料  |
| 2  | 乙二醇   | 120    | 液    | 固定顶罐 | 集装箱+铁路 | 产品  |
| 3  | 乙醇    | 1.3592 | 液    | 内浮顶罐 | 公路     | 副产品 |
| 4  | 轻质二元醇 | 2.7    | 液    | 固定顶罐 | 公路     | 副产品 |
| 5  | 混合一元醇 | 2.38   | 液    | 内浮顶罐 | 公路     | 副产品 |

#### 7.3.1.2. 设计原则

原料及产品的储存根据中国石化集团公司标准《石油化工企业储运系统罐区设计规

范》（SH/T3007-2014）的有关规定设计并遵循以下原则：

- （1）储运设施规模与生产装置规模相适应；
- （2）应满足全厂总工艺流程中不同加工方案及原料产品在不同进、出厂条件下对存储物料储存周期的要求，并留有一定的灵活性，为以后调整生产方案、增加品种、提高产品数量创造便捷有利条件；
- （3）储运设施的能力要适应各生产装置复杂操作和灵活性的要求；
- （4）在满足生产要求的前提下，力求简化，减少周转。原料、中间原料的储罐均靠近下游装置布置，正常生产时装置间直接供料，中间原料储罐的设置仅为满足开工、停产和在生产装置不平稳运行时的调整需要；
- （5）尽可能合理布局储运设施，减少占地、节省投资、提高效益。

### 7.3.1.3. 储运方案

#### 7.3.1.3.1. 储存系统

##### （1）原料甲醇

原料甲醇年消耗量 8.8792 万吨，全部由公路运输运送进厂。设置 2 台 3000m<sup>3</sup> 内浮顶罐，实际储存量约 4,266 吨，实际储存天数约为 16 天。

储罐设置温度、液位、压力测量，并设有液位和压力高低报警及液位高高/低低联锁。储罐设置氮封，储罐尾气通过水洗涤达标后直排大气，洗涤废液送污水处理单元。

原料甲醇设卸车泵 2 台，2 开 0 备；设输送泵 2 台，1 开 1 备。

##### （2）产品乙二醇

产品乙二醇的年产量为 60 万吨，全部通过集装箱槽罐车由公路运输至火车站，再由火车外运销售。设置 3 台 20,000m<sup>3</sup> 固定顶储罐，储存量约 60,145 吨，实际储存天数约为 17 天。

储罐设置温度、液位、压力测量，并设有液位和压力高低报警及液位高高/低低联锁。储罐设置氮封，储罐尾气直排大气。

产品乙二醇设装集装箱槽罐泵 3 台，3 开 0 备。同时设置 1 台输送泵兼装车泵，用以将成品罐区的非聚酯级乙二醇返送回装置。

##### （3）副产品乙醇

副产品乙醇的年产量为 1.3592 万吨，全部通过公路运输运送出厂。设置 2 台 500m<sup>3</sup> 内浮顶储罐，储存量约 712 吨，实际储存天数约为 17.5 天。

储罐设置温度、液位、压力测量，并设有液位和压力高低报警及液位高高/低低联锁。  
储罐设置氮封，储罐尾气通过水洗涤达标后直排大气，洗涤废液送污水处理单元。

副产品乙醇设装车泵 1 台，1 开 0 备。

#### （4）副产品轻质二元醇

副产品轻质二元醇的年产量为 2.7 万吨，全部通过公路运输运送出厂。设置 2 台 500m<sup>3</sup> 固定顶储罐，储存量约 864 吨，实际储存天数约为 11 天。

储罐设置温度、液位、压力测量，并设有液位和压力高低报警及液位高高/低低联锁。  
储罐设置氮封，储罐尾气直排大气。

副产品轻质二元醇设装车泵 1 台，1 开 0 备。

#### （5）副产品混合一元醇

副产品混合一元醇的年产量为 2.38 万吨，全部通过公路运输运送出厂。设置 2 台 500m<sup>3</sup> 内浮顶储罐，储存量约 819 吨，实际储存天数约为 11.5 天。

储罐设置温度、液位、压力测量，并设有液位和压力高低报警及液位高高/低低联锁。  
储罐设置氮封，储罐排放的尾气通过风机送入地面废气焚烧系统。

副产品混合一元醇设装车泵 1 台，1 开 0 备。

原料成品储罐配置详见表 7.3-2。

表 7.3-2 原料成品储罐配置表

| 序号 | 物料    |                         | 年运输量<br>(×10 <sup>4</sup> t/a) | 储罐 |                         |                        | 储罐<br>型式 | 储存<br>温度<br>(℃) |
|----|-------|-------------------------|--------------------------------|----|-------------------------|------------------------|----------|-----------------|
|    | 名称    | 密度<br>kg/m <sup>3</sup> |                                | 个数 | 容积<br>m <sup>3</sup> /个 | 总容积<br>/m <sup>3</sup> |          |                 |
| 1  | 甲醇    | 790                     | 8.8972                         | 2  | 3000                    | 6000                   | 内浮顶      | 常温              |
| 2  | 乙二醇   | 1114                    | 120                            | 3  | 20000                   | 60000                  | 固定顶      | 常温              |
| 3  | 乙醇    | 791                     | 1.3592                         | 2  | 500                     | 1000                   | 内浮顶      | 常温              |
| 4  | 轻质二元醇 | 960                     | 2.7                            | 2  | 500                     | 1000                   | 固定顶      | 常温              |
| 5  | 混合一元醇 | 910                     | 2.38                           | 2  | 500                     | 1000                   | 内浮顶      | 常温              |

#### 7.3.1.3.2. 装卸系统

本项目所有原料及成品罐区的原料及产品通过汽车运输进出厂区。

甲醇通过卸汽车泵及卸汽车鹤管进行卸车，设 2 台卸汽车鹤管。贸易计量采用地磅进行交割。

乙二醇通过罐区装集装箱槽罐泵及装集装箱槽罐鹤管进行装车，设 12 台装集装箱

槽罐鹤管。装车采用定量装车控制系统控制，贸易计量采用地磅进行交割。

乙醇通过罐区装汽车泵及装汽车鹤管进行装车，设 1 台装汽车鹤管。装车采用定量装车控制系统控制，贸易计量采用地磅进行交割。

轻质二元醇通过罐区装汽车泵及装汽车鹤管进行装车，设 1 台装汽车鹤管。装车采用定量装车控制系统控制，贸易计量采用地磅进行交割。

重质二元醇利用装置区内的装汽车泵及装汽车鹤管进行装车，设 1 台装汽车鹤管。装车采用定量装车控制系统控制，贸易计量采用地磅进行交割。

混合一元醇通过罐区装汽车泵及装汽车鹤管进行装车，设 1 台装汽车鹤管。装车采用定量装车控制系统控制，贸易计量采用地磅进行交割。

#### 7.3.1.4. 储运系统工程量

##### 7.3.1.4.1. 储罐配置

表 7.3-3 原料成品储罐一览表

| 序号 | 名称    | 容积                            | 数量 | 型式  | 备注 |
|----|-------|-------------------------------|----|-----|----|
| 1  | 甲醇罐   | 3000m <sup>3</sup> , Φ17x15m  | 2  | 内浮顶 | 氮封 |
| 2  | 乙二罐   | 20000m <sup>3</sup> , Φ38x20m | 3  | 固定顶 | 氮封 |
| 3  | 乙醇罐   | 500m <sup>3</sup> , Φ8.8x9.8m | 2  | 内浮顶 | 氮封 |
| 4  | 轻质二元醇 | 500m <sup>3</sup> , Φ8.8x9.8m | 2  | 固定顶 | 氮封 |
| 5  | 混合一元醇 | 500m <sup>3</sup> , Φ8.8x9.8m | 2  | 内浮顶 | 氮封 |
| 6  | 废液收集槽 | 10m <sup>3</sup> , Φ2x3.6m    | 2  | 卧式  |    |

##### 7.3.1.4.2. 机泵配置

表 7.3-4 原料成品罐区及装卸车站机泵配置一览表

| 序号 | 名称         | 技术规格                                   | 数量 | 型式  |
|----|------------|----------------------------------------|----|-----|
| 1  | 甲醇卸汽车泵     | Q=40m <sup>3</sup> /h, H=60m, N=15kW   | 2  | 离心泵 |
| 2  | 甲醇供料泵      | Q=30m <sup>3</sup> /h, H=100m, N=15kW  | 2  | 离心泵 |
| 3  | 乙二醇装集装箱泵   | Q=240m <sup>3</sup> /h, H=60m, N=90kW  | 3  | 离心泵 |
| 4  | 工业级乙二醇装汽车泵 | Q=120m <sup>3</sup> /h, H=60m, N=75kW  | 1  | 离心泵 |
| 5  | 乙醇装汽车泵     | Q=60m <sup>3</sup> /h, H=60m, N=18.5kW | 1  | 离心泵 |
| 6  | 轻质二元醇装汽车泵  | Q=60m <sup>3</sup> /h, H=60m, N=18.5kW | 1  | 离心泵 |
| 7  | 混合一元醇装汽车泵  | Q=60m <sup>3</sup> /h, H=60m, N=18.5kW | 1  | 离心泵 |
| 8  | 废液输送泵      | Q=20m <sup>3</sup> /h, H=100m, N=15kW  | 2  | 离心泵 |
| 9  | 罐区尾气风机     | Q=150Nm <sup>3</sup> /h, Pout=40KPaG,  | 2  | 变频  |

| 序号 | 名称        | 技术规格                                          | 数量 | 型式 |
|----|-----------|-----------------------------------------------|----|----|
|    |           | N=30kW                                        |    |    |
| 10 | 汽车装卸站尾气风机 | Q=1200Nm <sup>3</sup> /h, Pout=40KPaG, N=55kW | 2  | 变频 |

#### 7.3.1.4.3. 汽车装卸鹤管和集装箱装卸鹤管

表 7.3-5 储运系统鹤管配置一览表

| 序号 | 名称          | 规格       | 数量 |
|----|-------------|----------|----|
| 1  | 甲醇卸汽车鹤管     | DN100    | 2  |
| 2  | 乙二醇装集装箱槽罐鹤管 | DN100/50 | 12 |
| 3  | 乙醇装汽车鹤管     | DN100/50 | 1  |
| 4  | 轻质二元醇装汽车鹤管  | DN100/50 | 1  |
| 5  | 重质二元醇装汽车鹤管  | DN100/50 | 1  |
| 6  | 混合一元醇装汽车鹤管  | DN100/50 | 1  |

#### 7.3.1.5. 储运系统消耗指标

成品罐区、汽车装卸站主要消耗公用工程为水、氮气、电等，主要消耗指标见表 7.3-6 及 7.3-7。

表 7.3-6 原料成品罐区公用工程消耗量一览表

| 序号 | 名称   | 规格       | 单位              | 小时消耗量              | 备注    |
|----|------|----------|-----------------|--------------------|-------|
| 1  | 氮气   | 0.6 MpaG | Nm <sup>3</sup> | 正常：1300<br>最大：3000 |       |
| 2  | 仪表空气 | 0.6 MpaG | Nm <sup>3</sup> | MAX.200            |       |
| 3  | 工厂空气 | 0.6 MpaG | Nm <sup>3</sup> | MAX.200            |       |
| 4  | 生产水  | 0.4 MpaG | t               | MAX.10             |       |
| 5  | 生活水  | 0.4 MpaG | t               | MAX.15             |       |
| 6  | 循环水  | 0.4 MpaG | t               | 2                  |       |
| 7  | 电    |          | KWh             | 900                | 包括电伴热 |

表 7.3-7 汽车装卸站公用工程消耗量一览表

| 序号 | 名称   | 规格       | 单位              | 小时消耗量   | 备注 |
|----|------|----------|-----------------|---------|----|
| 1  | 氮气   | 0.6 MpaG | Nm <sup>3</sup> | 最大：200  |    |
| 2  | 仪表空气 | 0.6 MpaG | Nm <sup>3</sup> | MAX.50  |    |
| 3  | 工厂空气 | 0.6 MpaG | Nm <sup>3</sup> | MAX.100 |    |
| 4  | 生产水  | 0.4 MpaG | t               | MAX.10  |    |
| 5  | 生活水  | 0.4 MpaG | t               | MAX.15  |    |

|   |     |          |     |     |       |
|---|-----|----------|-----|-----|-------|
| 6 | 循环水 | 0.4 MpaG | t   | 1   |       |
| 7 | 电   |          | KWh | 150 | 包括电伴热 |

## 7.4. 建筑结构

### 7.4.1. 建筑

#### 7.4.1.1. 建筑设计依据及设计基础

详见本报告“建厂条件和厂址选择”章节内容。

#### 7.4.1.2. 建筑设计范围

本工程为新建项目。建筑设计包括工艺装置区、公用工程、辅助设施等三大装置区域的所有建构筑物。

#### 7.4.1.3. 设计原则

（1）在满足生产使用要求的前提下，设计力求贯彻“安全、经济、绿色、美观”的设计原则，在符合设计规范的要求下，合理并全面的确定各个建、构筑物的设计方案。

（2）贯彻集中化、露天化、轻型化的原则，注意利用先进建筑技术和地方材料，在满足生产使用要求和确保安全的前提下，推广使用新技术、新材料，尽可能地为业主节约建设资金，缩短工程建设周期。

（3）在满足生产要求的原则下，为施工维修和安全提供便利条件。生产和辅助生产建筑物应根据当地气候及生产特点，按需采用封闭式厂房、敞开式厂、半敞开式厂房。采取必要措施，妥善处理防火、防爆、防渗、防腐蚀、防毒、防震、防尘、防噪音及节能等要求。

（4）实行建筑节能设计，因地制宜地选择朝向，采用合理的建筑体形，推广保温隔热性能好的新型围护结构，降低单位建筑面积的能耗，提高用能效率。

（5）贯彻执行并执行国家有关工程建设的环境保护、消防、节能和安全工业卫生等各项政策、法规和法令，符合国家的产业政策、投资方向及行业准入和地区的规划，应符合国家现行的建筑工程建设标准、设计规范和标准。

#### 7.4.1.4. 建构筑物

主要建、构筑物特征详见以下建、构筑物一览表。

表 7.4-1 工艺装置建、构筑物一览表

| 序号 | 建、构筑物名称     | 生产类别 | 耐火等级 | 占地面积 (M <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (M <sup>2</sup> ) | 层数 | 建筑结构型式      | 备注                     |
|----|-------------|------|------|------------------------|------------------------|----|-------------|------------------------|
| 一  | 合成气制备装置（一）  |      |      |                        |                        |    |             |                        |
|    | 压缩机厂房       | 甲    | 二    | 2592                   | 2592                   | 1  | 门式刚架        | 半开敞，<br>设 50T 防<br>爆吊车 |
|    | 合成气装置机柜间    | 丁    | 二    | 660                    | 660                    | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |                        |
|    | 合成气装置变电所    | 丙    | 二    | 1000                   | 3000                   | 3  | 钢筋混凝土框架     |                        |
|    | 脱碳框架        | 甲    |      | 144                    | 432                    | 3  | 钢框架         | 构筑物                    |
|    | 转化框架        | 甲    |      | 159                    | 900                    | 6  | 钢框架         | 构筑物                    |
|    | 初期雨水池       |      |      | 9x10                   |                        | 4  | 钢筋混凝土水池     | 构筑物                    |
|    |             |      |      |                        |                        |    |             |                        |
| 二  | 乙二醇装置（一）    |      |      |                        |                        |    |             |                        |
|    | 压缩厂房        | 甲    | 二    | 2490                   | 2490                   | 1  | 门式刚架        | 半开敞，<br>设 50T 防<br>爆吊车 |
|    | 现场机柜间       | 丁    | 二    | 1000                   | 1000                   | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |                        |
|    | 装置变电所       | 丙    | 二    | 1900                   | 3800                   | 2  | 钢筋混凝土框架     |                        |
|    | 中间罐区泡沫站     | 戊    | 二    | 36                     | 36                     | 1  | 门式刚架        | 开敞                     |
|    | 酯化框架 1      | 甲    |      | 4305                   |                        | 5  | 钢框架         | 构筑物、<br>开敞             |
|    | 酯化框架 2      | 甲    |      | 4305                   |                        | 5  | 钢框架         | 构筑物、<br>开敞             |
|    | 酯化框架 3      | 甲    |      | 4305                   |                        | 5  | 钢框架         | 构筑物、<br>开敞             |
|    | 凝液闪蒸框架      | 戊    |      | 580                    |                        | 3  | 钢框架         | 构筑物、<br>开敞             |
|    | 溴化锂制冷框架     | 戊    |      | 1372                   |                        | 4  | 钢框架         | 构筑物、<br>开敞             |
|    | 加氢合成框架（2 个） | 甲    |      | 1372                   |                        | 4  | 钢框架         | 构筑物、<br>开敞             |
|    | 精馏框架 1      | 甲    |      | 3240                   |                        | 7  | 钢框架         | 构筑物、<br>开敞             |
|    | 精馏框架 2      | 甲    |      | 2592                   |                        | 7  | 钢框架         | 构筑物、<br>开敞             |
|    | 初期雨水池       |      |      | 20x22                  |                        | 4  | 钢筋混凝土水池     | 构筑物                    |
|    |             |      |      |                        |                        |    |             |                        |
| 三  | 空分空压（一）     |      |      |                        |                        |    |             |                        |
|    | 预冷厂房（含框架）   | 戊    | 二    | 324                    | 324                    | 1  | 门式刚架        | 开敞                     |
|    | 压缩厂房        | 甲    | 二    | 1350                   | 2700                   | 2  | 门式刚架        | 半开敞，                   |

| 序号 | 建、构筑物名称   | 生产类别 | 耐火等级 | 占地面积 (M <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (M <sup>2</sup> ) | 层数 | 建筑结构型式      | 备注          |
|----|-----------|------|------|------------------------|------------------------|----|-------------|-------------|
|    |           |      |      |                        |                        |    |             | 设 50T 防爆吊车  |
|    | 膨胀机厂房     | 戊    | 二    | 180                    | 180                    | 1  | 门式刚架        | 开敞          |
|    |           |      |      |                        |                        |    |             |             |
| 四  | 分布式能源站    |      |      |                        |                        |    |             |             |
|    | 分布式能源站机柜间 | 丁    | 二    | 396                    | 396                    | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |             |
|    | 分布式能源站变电所 | 丙    | 二    | 1500                   | 600                    | 1  | 钢筋混凝土框架     |             |
|    | 汽轮机厂房     | 丁    | 二    | 288                    | 288                    | 1  | 门式刚架        | 开敞，设 50T 吊车 |
|    | 除氧槽框架     | 丁    |      | 504                    |                        | 2  | 钢框架         | 开敞          |

表 7.4-2 公用工程建、构筑物一览表

| 序号 | 建、构筑物名称       | 生产类别 | 耐火等级 | 占地面积 (M <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (M <sup>2</sup> ) | 层数 | 建筑结构型式      | 备注   |
|----|---------------|------|------|------------------------|------------------------|----|-------------|------|
|    | 脱盐水处理及回用水站（一） | 戊    | 二    | 6100                   | 6100                   | 1  | 门式刚架        |      |
|    | 加药站棚          | 戊    | 二    | 360                    | 360                    | 1  | 门式刚架        | 开敞   |
|    | 综合泵房          | 戊    | 二    | 930                    | 930                    | 1  | 门式刚架        |      |
|    | 原料及成品罐区泡沫站    | 戊    | 二    | 60                     | 60                     | 1  | 门式刚架        | 开敞   |
|    | 装车站台          | 戊    | 二    | 6720                   | 6720                   | 1  | 门式刚架        | 开敞   |
|    | 110KV GIS 室   | 丙    | 二    | 360                    | 360                    | 1  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 35KV 变电所      | 丙    | 二    | 918                    | 1836                   | 2  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 公用工程变配电所      | 丙    | 二    | 1248                   | 2496                   | 2  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 脱盐水处理现场机柜间    | 丁    | 二    | 550                    | 550                    | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |      |
|    | 污水处理站现场机柜间    | 丁    | 二    | 500                    | 500                    | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |      |
|    | 原料及成品罐区现场机柜间  | 丁    | 二    | 342                    | 342                    | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |      |
|    | 汽车装卸站现场控制室    | 丁    | 二    | 600                    | 600                    | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |      |
|    | 工艺循环水站（一）     |      |      | 22x242                 |                        |    | 水池+钢筋混凝土框架  | 重点防渗 |
|    | 空分循环水站（一）     |      |      | 20x20                  |                        |    | 水池+钢筋混凝土框架  | 重点防渗 |
|    | 初期雨水池         |      |      | 12x10                  |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 生活污水池         |      |      | 10x10                  |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |

| 序号 | 建、构筑物名称         | 生产类别 | 耐火等级 | 占地面积 (M <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (M <sup>2</sup> ) | 层数 | 建筑结构型式      | 备注   |
|----|-----------------|------|------|------------------------|------------------------|----|-------------|------|
|    | 事故水池及雨水检测池      |      |      | 110x40                 |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 一般防渗 |
|    | 污水处理变配电室（一）     | 丙    | 二    | 176                    | 176                    | 1  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 污水处理控制室（一）      | 丁    | 二    | 192                    | 192                    | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |      |
|    | 臭氧制备及气化间（一）     | 戊    | 二    | 360                    | 360                    | 1  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 加药间（一）          | 戊    | 二    | 270                    | 270                    | 1  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 废气处理间（一）        | 戊    | 二    | 252                    | 252                    | 1  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 提升泵房 1（一）       | 戊    | 二    | 60                     | 60                     | 1  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 提升泵房 2（一）       | 戊    | 二    | 30                     | 30                     | 1  | 钢筋混凝土框架     |      |
|    | 污泥厂房（一）         | 戊    | 二    | 20                     | 20                     | 1  | 门式刚架        |      |
|    | 高浓度废水调节池（一）     |      |      | 14.14x10               |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 中和池（一）          |      |      | 1.8x1.8                |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 水解酸化池（一）        |      |      | 11x6                   |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | AO 生化池（一）       |      |      | 69x5                   |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 二沉池（一）          |      |      | Φ10×5                  |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 二沉池配水井及污水回流井（一） |      |      | 5x4.5                  |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 臭氧流化床（一）        |      |      | 3x4.5                  |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 废水池（一）          |      |      | 10x3                   |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 监测水池（一）         |      |      | 5x12                   |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 格栅井及集水池（一）      |      |      | 4x4                    |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 低浓度废水调节池（一）     |      |      | 10x20                  |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 中和池（一）          |      |      | 2x2                    |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 事故池（一）          |      |      | 25x25                  |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |
|    | 污泥浓缩池（一）        |      |      | Φ10×5                  |                        |    | 钢筋混凝土水池     | 重点防渗 |

表 7.4-3 辅助设施建、构筑物一览表

| 序号 | 建、构筑物名称 | 生产类别 | 耐火等级 | 占地面积 (M <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (M <sup>2</sup> ) | 层数 | 建筑结构型式      | 备注   |
|----|---------|------|------|------------------------|------------------------|----|-------------|------|
| 1  | 中央控制室   | 丁    | 二    | 3850                   | 3850                   | 1  | 钢筋混凝土框架+防爆墙 |      |
| 2  | 中心化验室   | 丙    | 二    | 780                    | 1512                   | 2  | 钢筋混凝土框架     |      |
| 3  | 化学品库    | 甲    | 二    | 1152                   | 1152                   | 1  | 钢筋混凝土框架     | 重点防渗 |

|   |       |   |   |      |      |   |         |     |
|---|-------|---|---|------|------|---|---------|-----|
| 4 | 危废暂存库 | 甲 | 二 | 288  | 288  | 1 | 钢筋混凝土框架 |     |
| 5 | 备品备件库 | 丁 | 二 | 3456 | 3456 | 1 | 门式刚架    |     |
| 7 | 维修车间  | 丁 | 二 | 1242 | 1242 | 1 | 门式刚架    |     |
| 8 | 门卫    |   | 二 |      |      |   | 钢筋混凝土框架 | 2 个 |
| 9 | 次门卫   |   | 二 | 36   | 36   | 1 | 钢筋混凝土框架 |     |

#### 7.4.1.5. 建筑材料

##### （1）结构材料选用

混凝土、钢筋、型钢、水泥等均建结构专业设计说明。

##### （2）墙体材料

1）钢结构建筑，墙面采用镀铝锌彩色压型钢板，有保温隔热要求的用双层压型钢板复合保温墙体，无保温隔热要求的则采用镀铝锌彩色单层钢板。

2）钢筋砼结构的墙体围护材料采用轻质、保温、节能的轻集料混凝土小型空心砌块或蒸压加气混凝土砌块。

3）有泄爆要求的建筑采用轻型硅酸钙泄爆板墙体。

##### （3）防水材料

本工程中，重要工业建筑屋面防水等级为 I 级，其它建、构筑物屋面防水等级为 II 级。屋面防水材料选用 APP 改性沥青防水卷材,防水混凝土刚性防水以及彩板自防水等。

##### （4）保温材料

采用阻燃型挤塑聚苯乙烯保温板、岩棉板以及玻璃丝棉等保温材料。

##### （5）装修材料

1）门窗选用铝合金门窗；彩钢夹芯板大门、钢制门；防火门、抗爆门等。有节能要求的建筑采用节能门窗和中空玻璃。

2）内墙装修材料，标准要求高的可采用乳胶漆墙面（如控制室、办公室），一般厂房采用丙烯酸内墙涂料和无机内墙涂料。

3）外墙装修采用耐候性好的丙烯酸外墙涂料或真石漆外墙涂料。

4）吊顶采用防火装饰纸面石膏板、矿面装饰板,铝合金方板（用于卫生间）。

#### 7.4.1.6. 建筑防火、防爆、抗爆设计

建筑物的构件耐火极限应符合《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 年版）的有关规定执行。

构筑物的耐火保护按照《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）的第 5.6 节要求执行。

（1）有火灾爆炸危险的甲、乙类厂房，为利于防火、防爆，应尽可能采用独立设置，并宜采用敞开或半敞开式的建筑。

（2）有火灾爆炸危险的甲、乙类厂房，设计在满足防火间距、安全疏散、平面布置等要求的前提下，建筑物应尽量选用抗爆性强的结构。

（3）有爆炸危险的甲、乙类厂房应设置泄压设施，泄压设施的设置按《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 年版）及《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）的规定执行。

（4）有火灾爆炸危险的封闭厂房，当室内危险气体比空气轻时应在厂房上部采取通风措施；比空气重时应在厂房下部采取通风措施以利排风，并做不发火地坪。

（5）有爆炸危险的甲、乙类厂房内不应设置办公室、休息室。如必须贴邻本厂房设置时，应采用一、二级耐火等级建筑，并应采用耐火极限不低于 4h 的非燃烧体防护墙隔开和设置直通室外或疏散楼梯的安全出口。

（6）承重钢框架、支架、裙座、管架应覆盖耐火层的部位及厚度应满足《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）的有关规定。涂有耐火层的构件，其耐火极限不应低于 2.0h。

（7）所有控制室采用抗爆设计，并按照现行《石油化工控制室抗爆设计规范》GB 50779-2012 相关要求执行。

#### 7.4.1.7. 建筑防腐蚀、防渗设计

（1）建筑防腐蚀设计均执行《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046-2018。防渗设计执行《石油化工工程防渗技术规范》GB/T 50934-2013

（2）楼、地面防腐蚀：一般采用花岗岩、耐酸砖或防腐涂料等面层材料，也可采用其它性能可靠的新型防腐材料。

（3）酸、碱、中和池、污水池槽等防腐蚀：用耐酸瓷板、花岗岩板贴面或其它性能可靠的新型防腐材料。

（4）使用和生产甲、乙、丙类液体的厂房管、沟不应和相邻厂房的管、沟相通，该厂房的下水道应设有隔油设施。

（5）本工程防腐蚀构造均选自 20J333《建筑防腐蚀构造》图集。特殊介质的防腐

蚀由主导专业提供设计依据。

#### 7.4.1.8. 节能设计

（1）办公、培训等民用建筑按照现行《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015

（2）工业建筑节能设计按照现行《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245-2017 的相关要求执行。

#### 7.4.1.9. 防噪音

对生产过程和设备产生的噪音，应首先从声源上进行控制，如仍达不到要求，则应采用隔声、消声、吸声以及综合控制噪声等控制措施。当不易对声源作隔声处理，而又允许操作管理人员不经常停留在设备附近，可选用以砖、混凝土等建筑材料为主的高性能围护结构的值班室、观察室、休息室等隔声室。与声源间相邻布置时，应设隔音门及隔声观察窗，减少噪声影响，要求严格者宜采用双道隔声门的门斗和多层隔声窗。

### 7.4.2. 结构

#### 7.4.2.1. 建设场地工程地质条件

##### （1）工程地质

普光经济开发区内地质条件较好，地质构造稳定。

##### （2）地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版），区内建筑抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组。

##### （3）水文地质

根据《四川省水文地质区划》，普光经开区属于四川盆地及盆周山地湿润气候水文地质区—四川盆地地方山丘陵副区—盆地丘陵红层裂屑水亚区。

区内红层为典型的陆相沉积，总厚度达 5000-6000m。自北向南，由新到老，呈条带状依次展布。红层岩性单一，以紫红、棕红色砂岩、泥岩为主，偶见砾岩、页岩及灰岩。岩性、岩相纵横向变化均较大。砂岩多为钙质胶结。泥岩常含砂质，普遍含钙质，且含脉状、薄层状及斑块状石膏。中、上侏罗统砂、泥岩层为本区主要含水层，其岩性组合、岩石成分的差异和岩相的区域变化无疑是决定区域赋水特征、富水性及其变化的主要因素。

地下水主要赋存特征有：风化带网状裂隙水分布十分广泛；各地段富水性一般较差，水量极不均匀；地下水位高，埋深浅，淡水带厚度通常较薄；地下水补给、径流、排泄

条件良好，动态不稳定。

#### 7.4.2.2. 结构设计

##### （1）设计原则

遵循国家现行的标准、规范、规程、规定，根据功能要求选用安全适用、经济合理、便于施工的结构方案。在确保工程质量和安全的前提下，积极采用成熟的新技术、新材料，尽可能为业主节约建设资金，缩短建设周期。

##### （2）采用的主要标准及规范

表 7.4-6 结构设计采用的主要标准规范

| 序号 | 标准编号                  | 标准和规范名称            |
|----|-----------------------|--------------------|
| 1  | GB 55001-2021         | 工程结构通用规范           |
| 2  | GB/T 50105-2010       | 建筑结构制图标准           |
| 3  | GB 50068-2018         | 建筑结构可靠度设计统一标准      |
| 4  | GB 50153-2008         | 工程结构可靠度设计统一标准      |
| 5  | GB 50292-2015         | 民用建筑可靠性鉴定标准        |
| 6  | GB50144-2019          | 工业建筑可靠性鉴定标准        |
| 7  | GB 50009-2012         | 建筑结构荷载规范           |
| 8  | GB 50016-2014(2018 版) | 建筑设计防火规范（2018 版）   |
| 9  | GB 50160-2018         | 石油化工企业设计防火规范       |
| 10 | GB 50183-2015         | 石油天然气工程设计防火规范      |
| 11 | GB 50046-2018         | 工业建筑防腐蚀设计标准        |
| 12 | GB50021-2001          | 岩土工程勘察规范（2009 年版）  |
| 13 | GB 50011-2010         | 建筑抗震设计规范（2016 年版）  |
| 14 | GB 50191-2012         | 构筑物抗震设计规范          |
| 15 | GB 50223-2015         | 建筑工程抗震设防分类标准       |
| 16 | GB 18306-2015         | 中国地震动参数区划图         |
| 17 | GB 50007-2011         | 建筑地基基础设计规范         |
| 18 | GB 50202-2018         | 建筑地基工程施工质量验收标准     |
| 19 | GB 50003-2011         | 砌体结构设计规范           |
| 20 | GB 50010-2010         | 混凝土结构设计规范（2015 年版） |
| 21 | GB50367-2013          | 混凝土结构加固设计规范        |
| 22 | GB 50204-2019         | 混凝土结构工程施工质量验收规范    |
| 23 | GB 50914-2013         | 化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准 |

| 序号 | 标准编号             | 标准和规范名称                    |
|----|------------------|----------------------------|
| 24 | GB 50135-2019    | 高耸结构设计规范                   |
| 25 | GB 50017-2017    | 钢结构设计标准                    |
| 26 | GB 51022-2015    | 门式刚架轻型房屋钢结构技术规范            |
| 27 | GB 50069-2016    | 给水排水构筑物结构设计规范              |
| 28 | GB 50141-2008    | 给水排水构筑物施工及验收规范             |
| 29 | GBJ 50208-2011   | 地下防水工程质量验收规范               |
| 30 | GB 50077-2017    | 钢筋混凝土筒仓设计标准                |
| 31 | GB 50051-2013    | 烟囱设计规范                     |
| 32 | GB 50040-2020    | 动力机器基础设计规范                 |
| 33 | GB 50094-2010    | 球形储罐施工规范                   |
| 34 | GB 50128-2014    | 立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范         |
| 35 | GB 50205-2020    | 钢结构工程施工质量验收规范              |
| 36 | GB 51019-2014    | 化工工程管架、管墩设计规范              |
| 37 | GB/T 324-2008    | 焊缝符号表示方法                   |
| 38 | GB/T 8923.1-2011 | 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定     |
| 39 | GB/T 11263-2017  | 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢            |
| 40 | GB/T 700-2006    | 碳素结构钢                      |
| 41 | GB/T 1591-2018   | 低合金高强度结构钢                  |
| 42 | GB 706-2016      | 热轧型钢                       |
| 43 | GB/T 702-2017    | 热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差          |
| 44 | GB/T 95-2002     | 平垫圈 C 级                    |
| 45 | GB/T 41-2016     | 六角螺母 C 级                   |
| 46 | GB/T 3632-2008   | 钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副            |
| 47 | GB/T 1228-2006   | 钢结构用高强度大六角头螺栓              |
| 48 | GB/T 1229-2006   | 钢结构用高强度大六角螺母               |
| 49 | GB/T 1230-2006   | 钢结构用高强度垫圈                  |
| 50 | GB/T 1231-2006   | 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件 |
| 51 | GB/T 5117-2012   | 非合金钢及细晶粒钢焊条                |
| 52 | GB/T 5118-2012   | 热强钢焊条                      |
| 53 | JGJ 94-2008      | 建筑桩基技术规范                   |
| 54 | JGJ 79-2012      | 建筑地基处理技术规范                 |
| 55 | JGJ 8-2016       | 建筑变形测量规程                   |

| 序号 | 标准编号             | 标准和规范名称               |
|----|------------------|-----------------------|
| 56 | SH 3147-2014     | 石油化工构筑物抗震设计规范         |
| 57 | SH/T3055-2017    | 石油化工管架设计规范            |
| 58 | SH/T 3073-2016   | 石油化工管道支吊架设计规范         |
| 59 | SH/T 3137-2013   | 石油化工钢结构防火保护技术规范       |
| 60 | SH/T 3066-2017   | 石油化工反应器、再生器框架设计规范     |
| 61 | SH/T 3067-2017   | 石油化工钢筋混凝土冷换器框架设计规范    |
| 62 | SH/T 3077-2012   | 石油化工钢结构冷换框架设计规范       |
| 63 | SH/T 3083-1997   | 石油化工钢储罐地基处理技术规范       |
| 64 | SH/T 3510-2017   | 石油化工设备混凝土基础工程施工质量验收规范 |
| 65 | SH/T 3091-2012   | 石油化工压缩机基础设计规范         |
| 66 | SH/T 3030-2009   | 石油化工塔型设备基础设计规范        |
| 67 | SH/T 3057-2017   | 石油化工落地式离心泵基础设计规范      |
| 68 | SH/T 3058-2016   | 石油化工冷换设备和容器基础设计规范     |
| 69 | SH/T 3062-2017   | 石油化工球罐基础设计规范          |
| 70 | SH/T 3068-2018   | 石油化工钢储罐地基与基础设计规范      |
| 71 | SH 3528-2014     | 石油化工钢储罐地基与基础施工及验收规范   |
| 72 | SH 3029-2014     | 石油化工排气筒和火炬塔架设计规范      |
| 73 | SH/T 3132-2013   | 石油化工钢筋混凝土结构水池结构设计规范   |
| 74 | SH/T 3535-2012   | 石油 化工混凝土水池工程施工及验收规范   |
| 75 | HG/T 20554-1993  | 活塞式压缩机基础设计规定          |
| 76 | HG/T 20555-2006  | 离心式压缩机基础设计规定          |
| 77 | GB 50779-2012    | 石油化工控制室抗爆设计规范         |
| 78 | YB/T 4001.1-2007 | 钢格栅板及配套件 第一部分：钢格栅板    |

#### 7.4.2.3. 主要建构筑物结构设计形式

本工程结构的设计使用年限为 50 年。

根据装置区建、构筑物的不同功能要求，结构方案的选择应遵循国家现行颁布实施的有关规范和规定，以满足工艺要求为前提，结合实际情况选择合适的结构形式，做到安全实用、经济合理、施工方便。主要结构形式设计如下：

- 1) 一般的多层或单层房屋，采用钢筋混凝土结构；
- 2) 压缩机厂房、仓库、泵房等单层大跨度厂房可采用钢结构或钢筋混凝土结构；多层厂房采用现浇钢筋混凝土框架结构；

- 3) 配电间、变电站、控制室等重要建筑物采用钢筋混凝土结构；
- 4) 装置工艺框架、操作平台采用钢结构；工艺有特殊要求或腐蚀性严重的框架亦可根据需要采用现浇钢筋混凝土结构；
- 5) 管廊采用钢柱、钢梁（或钢桁架）；
- 6) 池类结构一般采用现浇钢筋混凝土结构；
- 7) 管沟及电缆沟，一般采用钢筋混凝土结构，浅沟采用砌体结构或素混凝土结构；
- 8) 地沟、集水坑（井）、阀门井等采用现浇钢筋混凝土结构；
- 9) 抗渗结构设计要求；

本项目中因为渗漏有可能对环境产生污染的设备基础，地坑，水池，水沟，地坪等需做抗渗设计。

具体详见建构筑物一览表。

#### 7.4.2.4. 材料选用

钢筋：HPB300，HRB400；抗震等级为一、二、三级的框架和斜撑构件（含梯段），采用 HPB300E，HRB400E。

混凝土：垫层混凝土强度等级为 C15；桩、基础、基础梁、梁、板、柱混凝土强度等级不低于 C30；

钢材：Q235B，Q355B。

#### 7.4.2.5. 地基和基础方案，以及对特殊地基所采取的处理措施：

##### （1）地基方案

挖方区，基岩埋置深度较浅，可作为基础持力层。

填方区，此区域填土深度在 2~15 米不等，该层密实度差且不均匀，强度低，变形大，如需作为基础持力层需要进行处理。拟采取强夯方法进行处理，经处理的土层检测合格后，可作为基础持力层。（要求强夯后的地基承载力特征值不小于 250KPa，压缩模量不小于 15Mpa。）

对于荷载大，承载力和沉降要求高的建、构筑物，可采用桩基。

##### （2）基础方案

本项目建构筑物基础主要采用独立基础。对荷载较大或各柱荷载差异过大，可能产生较大的相对沉降，当采用浅基础不能满足设计要求时，采用筏板基础；当上部结构荷载特别大的条件下采用桩基。

## 8. 公用工程方案和辅助生产设施

### 8.1. 公用工程方案

#### 8.1.1. 给排水

##### 8.1.1.1. 设计范围

给排水工程研究范围为本项目界区范围内的生活给水系统、生产给水系统、循环水系统、稳高压消防给水系统、脱盐水系统、排水系统及循环水站、综合泵站、脱盐水站、污水处理站。

##### 8.1.1.2. 设计原则

- （1） 设计中严格执行国家有关法规、规范、标准；
- （2） 给排水工艺设计技术具有先进性、适用性和可靠性；
- （3） 设备选型安全、可靠和适用；
- （4） 采取有效措施确保安全，严格执行国家有关安全和消防规定；
- （5） 依托原有设施，经济上尽量节省投资。

##### 8.1.1.3. 设计中采用的标准规范

给排水专业采用的主要标准规范详见表 8.1-1。

表 8.1-1 给排水专业主要标准规范

| 序号 | 标准名称             | 标准号                |
|----|------------------|--------------------|
| 1  | 《生活饮用水卫生标准》      | GB5749-2006        |
| 2  | 《建筑给水排水设计标准》     | GB 50015-2019      |
| 3  | 《室外给水设计标准》       | GB50013-2018       |
| 4  | 《室外排水设计标准》       | GB50014-2021       |
| 5  | 《工业循环冷却水处理设计规范》  | GB50050-2017       |
| 6  | 《工业循环水冷却设计规范》    | GB/T50102-2014     |
| 7  | 《机械通风冷却塔工艺设计规范》  | GB/T50392-2016     |
| 8  | 《工业用水软化除盐设计规范》   | GB/T50109-2014     |
| 9  | 《建筑设计防火规范》       | GB50016-2014（2018） |
| 10 | 《消防给水及消火栓系统技术规范》 | GB50974-2014       |
| 11 | 《石油化工企业设计防火标准》   | GB50160-2008（2018） |
| 12 | 《石油化工工程防渗技术规范》   | GB/T50934-2013     |
| 13 | 《石油化工给水排水水质标准》   | SH3099-2021        |

| 序号 | 标准名称               | 标准号           |
|----|--------------------|---------------|
| 14 | 《化学工业给水排水管道设计规范》   | GB50873-2013  |
| 15 | 《化学工业污水处理与回用设计规范》  | GB50684-2011  |
| 16 | 《石油化工企业给水排水系统设计规范》 | SH/T3015-2019 |

#### 8.1.1.4. 可依托情况

（1）本项目生产用水水源依托新建水厂及土主自来水厂，管道送至界区。水质达到《石油化工给水排水水质标准》SH 3099-2021 生产给水水质指标，水量可满足本项目使用要求。

（2）本项目生活用水水源依托新建水厂及土主自来水厂，管道送至界区。水质达到《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006 的要求，水量可满足本项目使用要求。

（3）本项目污水界区内处理到以下指标：COD $\leq$ 316mg/L，BOD $\leq$ 158mg/L，SS $\leq$ 300 mg/L，氨氮 $\leq$ 35 mg/L，TN $\leq$ 40 mg/L，TP $\leq$ 4 mg/L，氯化物 $\leq$ 1000 mg/L，TDS $\leq$ 9000 mg/L，排放到普光园区污水处理厂。

#### 8.1.1.5. 给水系统

本项目给水系统分为：生活给水系统、生产给水系统、稳高压消防给水系统、循环冷却水系统、脱盐水系统。

拟建项目用水量表 8.1-2，详细情况参见拟建项目水平衡图。

表 8.1-2 拟建项目用水量（正常工况/最大工况）

| 序号 | 装置名称      | 生活水<br>(m <sup>3</sup> /h) | 生产水<br>(m <sup>3</sup> /h) | 循环水<br>(m <sup>3</sup> /h) | 脱盐水<br>(m <sup>3</sup> /h) | 备注 |
|----|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----|
| 1  | 合成气制备（一）  |                            |                            | 7899                       | 40/220                     |    |
| 2  | 乙二醇装置（一）  |                            |                            | 49863                      | 100                        |    |
| 3  | 乙二醇装置（一）  |                            |                            | 49863                      | 100                        |    |
| 4  | 动力站（一）    |                            | 10                         | 2150                       | 252                        |    |
| 5  | 脱盐车站（一）   |                            | 184/409                    |                            |                            |    |
| 6  | 工艺循环水站（一） |                            | 585/630                    |                            |                            |    |
| 7  | 空分循环水站（一） |                            | 72                         |                            |                            |    |
| 8  | 公辅设施      | 16                         |                            |                            |                            |    |
| 9  | 初期雨水      |                            | 15                         |                            |                            |    |
| 10 | 罐区        |                            | 3                          |                            |                            |    |
| 11 | 合计        | 16                         | 1875/2162                  | 121835                     | 825/1005                   |    |

### （1）生活给水系统

生活给水系统主要供给项目内的生活用水，如卫生间用水，淋浴用水和洗眼器用水等，用量为  $16 \text{ m}^3/\text{h}$ ；主管 DN100 来自界区外自来水管道，接至项目新设生活水处理成套设备。

生活给水管采用 SS304 不锈钢管，焊接连接。

生活给水管道采用环状布置，埋地敷设。生活用水接管点设在项目界区线处。接管点原则上为一处，在进入界区后，在干管上安装切断阀、流量计和压力表等测量仪表。

### （2）生产给水系统

生产给水系统分为高压生产给水系统和低压生产给水系统，高压生产给水系统供工艺装置、公辅设施等的生产用水；低压生产给水系统供脱盐车站、循环水站的补充用水。

生产水总用水量为  $1,875/2,162 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

生产给水管采用无缝钢管，焊接连接，埋地钢管采用加强级环氧煤沥青防腐。

低压生产给水/高压生产给水均管道采用枝状布置，埋地敷设。用水接管点设在各装置界区线处。接管点原则上为一处，在进入界区后，在干管上安装切断阀、流量计和压力表等测量仪表。

### （3）稳高压消防水系统

根据《石油化工企业设计防火规范》和《消防给水及消火栓系统技术规范》，本项目消防按同一时间发生一次火灾考虑。消防给水系统均采用稳高压消防给水系统。

高压消防水管道环状布置，埋地敷设。管网上布设消火栓、消防水炮等，工艺装置区、罐区消火栓间距  $40\sim 60\text{m}$ ，生产辅助设施、公用工程区域消火栓间距  $100\sim 120\text{m}$ ，并在适当处设置切断阀，使相邻切断阀之间的消火栓个数不超过 5 个，以保证消防供水。消防水炮位置按保护对象和水炮射程确定，间距一般  $30\sim 50\text{m}$ ，并在管网适当处设置切断阀。

消防水管采用无缝钢管，焊接连接，埋地钢管采用加强级环氧煤沥青防腐。

本项目消防用水量  $450\text{L/S}$ ，火灾延续时间 6 小时。

最大消防用水量为  $6,000$  立方米。本项目生产水量为  $1,875/2,162\text{m}^3/\text{h}$ ，需要储存 8 小时的用量，需 2 个有效容积  $8000\text{m}^3$  水罐供一期使用。

低压生产水：利用生产消防水水罐液位差对循环水和脱盐水进行补水。

泵房内配置：

一期项目设置高压生产水泵 2 台，1 用(变频)1 备， $Q=90.0\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=45\text{m}$ 。

消防水泵 2 用 2 备，2 电 2 柴，电泵  $Q=225\text{l/s}$ ， $H=110\text{m}$ ，柴油泵  $Q=225\text{l/s}$ ， $H=110\text{m}$   
(带控制柜)

稳压泵组一套，1 用 1 备， $Q=15.0\text{l/s}$ ， $H=90\text{m}$ ，(配套气压罐，带 PLC 柜及自动巡检柜)。

#### (4) 循环冷却水系统

本项目新建循环水系统根据项目需求及总图布置，一期设置空分循环水及工艺循环水 4 套各自独立的循环水系统。其中空分循环水系统独立供空分装置用循环水；工艺循环水系统独立供乙二醇装置、动力站，合成气制备装置用循环水。

一期新建工艺循环水站、空分循环水站，包括冷却塔、塔下水池、循环冷却水泵、旁滤器、加药加氯系统及循环冷却水管网等。循环水量详见水平衡图，循环冷却水系统设计如下：

##### 1) 设计气象参数

- 平均每年超过 5 天日均干球温度： $36.4^{\circ}\text{C}$ ；(待定)
- 平均每年超过 5 天日均湿球温度： $28.3^{\circ}\text{C}$ ；(待定)
- 大气压力： $96.89\text{KPa}$

##### 2) 设计工艺参数

- 一期工艺循环水站设计规模为： $60500\text{m}^3/\text{h}$
- 一期空分循环水站设计规模为： $5000\text{m}^3/\text{h}$
- 供水温度： $t_1=42.0^{\circ}\text{C}$
- 回水温度： $t_2=32.0^{\circ}\text{C}$
- 供水压力： $P\geq 0.45\text{MPa (G)}$ ；(进工艺装置)
- 回水压力： $P\geq 0.25\text{MPa (G)}$ ；(出工艺装置)
- 循环水 PH： $6.8\sim 9.3$
- 循环水补充水浑浊度： $\leq 3\text{mg/L}$
- 浓缩倍数： $\geq 4$
- 氯离子含量  $\text{CL}^-$ ： $\leq 200\text{mg/L}$

3) 系统组成：包括冷却塔、过滤器、加药装置、加氯装置、加酸装置、监测换热器。

#### A. 冷却塔:

一期工艺循环水站: 钢筋混凝土结构机械通风逆流式冷却塔一期 11 座

一期空分循环水站: 钢筋混凝土结构机械通风逆流式冷却塔 1 座

单座冷却塔处理能力均为  $5500\text{m}^3/\text{h}$ 。冷却塔风机直径  $\Phi 10.06\text{m}$ , 电机功率  $250.0\text{KW}$ ,  $V=10\text{Kv}$ 。分别设风机安全监测控制系统（油温、油位、振动）1 套。

#### B. 水池:

一期工艺循环水站设塔下水池 4 座, 地上式。分别设置水泵吸水池 2 座, 地上式; 并设连通渠与塔下水池连接, 渠道内设双格网。

一期空分循环水站设塔下水池 2 座, 地上式。分别设置水泵吸水池 1 座, 地上式; 并设连通渠与塔下水池连接, 渠道内设双格网。

#### C. 循环水泵:

一期循环水泵均布置在室外。

一期工艺循环水站: 6 开 2 备, 单台水泵性能参数:  $Q=10000\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=55\text{m}$ , 电机功率  $N=2400\text{kW}$ ,  $V=10\text{Kv}$ , 防护等级为 IP54, F 级绝缘。

一期空分循环水站: 1 开 1 备, 单台水泵性能参数:  $Q=5000\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=50\text{m}$ , 电机功率  $N=800\text{kW}$ ,  $V=10\text{Kv}$ , 防护等级为 IP54, F 级绝缘。

#### D. 旁滤器:

一期工艺循环水站: 旁滤水量  $1800\text{m}^3/\text{h}$ , 占循环水总量的 3%, 设计 10 台压力式过滤器, 单套处理能力为  $180\text{m}^3/\text{h}$ 。利用循环回水余压进水。

一期空分循环水站: 旁滤水量  $200\text{m}^3/\text{h}$ , 占循环水总量的 4%, 设计 2 台压力式过滤器, 单套处理能力为  $100\text{m}^3/\text{h}$ 。利用循环回水余压进水。

E. 加药装置: 为防止换热设备及管道的腐蚀, 减少结垢, 保证工艺热交换装置经常高效、正常运行生产, 需对循环水投加缓蚀剂、阻垢剂。设置二罐二泵（计量泵）成套投加缓蚀剂、阻垢剂加药设备各 1 套, 包括溶液罐、计量泵。

一期工艺循环水站和空分循环水站共用一套设备。

F. 加次氯酸钠装置: 为防止换热设备及管道的生物粘泥沉积, 保证工艺热交换装置经常高效、正常运行生产, 需对循环水投加次氯酸钠。设置 1 套组合式成套加氯设备, 投加方式为连续投加, 加氯装置设于室外。一期工艺循环水站和空分循环水站共用一套设备。

G. 加酸装置：为调节循环冷却水的 PH 值，保证工艺热交换装置经常高效、正常运行生产，需对循环水投加 98%浓硫酸。设置 1 套组合式成套加酸设备，投加方式为连续投加，加氯装置设于室外。一期工艺循环水站和空分循环水站共用一套设备。

H. 智能化监测换热器：为了对循环水质进行不间断监测，指导运行，确定缓蚀剂、阻垢剂的品种及投加剂量，通过对流经监测换热器的循环水的水流量、进水口温度、出水口温度、热介质温度的监测，测试出污垢热阻和污垢沉积速率；采用线性极化法对腐蚀率进行不间断监测；同时对循环水的 pH 值、电导率、浓缩倍数等参数进行监测。在一期工艺循环水站和空分循环水站区域内分别设置电加热式智能化监测换热器 4 台。

#### 4) 循环水水质指标

- 经过对循环水水质进行处理后，其水质指标如下：
- 污垢热阻值： $3.44 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{w}$
- 碳钢腐蚀率：小于  $0.125 \text{mm}/\text{a}$
- 铜、铜合金、不锈钢腐蚀率：小于  $0.005 \text{mm}/\text{a}$
- 冷却水悬浮物：小于  $10 \text{mg}/\text{l}$

#### 5) 管道系统

管径  $\text{DN} \leq 400 \text{mm}$  时采用无缝钢管，管径  $\text{DN} > 400 \text{mm}$  时采用螺旋缝焊接钢管，焊接连接，埋地钢管采用加强级环氧煤沥青防腐。

### (5) 脱盐水系统

#### 1) 概述

一期项目的脱盐水站工艺路线处理规模如下：

一期项目脱盐水设计规模：原水制备脱盐水规模： $400 \text{m}^3/\text{h}$ ，回收蒸汽凝液制备脱盐水规模  $200 \text{m}^3/\text{h}$ 。

脱盐水产品水质：

硬度：  $\approx 0 \text{mg}/\text{l}$

电导：  $\leq 0.2 \mu\text{S}/\text{cm}$

$\text{SiO}_2$ ：  $\leq 0.02 \text{mg}/\text{L}$

压力：  $0.5 \text{MPa}$ （可按照用户要求调整）

## 一期脱盐水系统工艺流程

低压生产水→原水箱→原水泵→叠片过滤器→超滤装置→超滤水箱→超滤水泵→保安过滤器→一级高压泵→一级反渗透装置→中间水箱→中间水泵→混床→脱盐水箱→脱盐水泵→用水点

一级反渗透浓水→浓水反渗透装置→产水（浓水至回用水站）→超滤水箱

蒸汽冷凝液→冷凝液水箱→冷凝水泵→精密过滤器→中间水箱

### 2) 工艺流程说明

来自低压生产给水系统的生产水进入原水箱，经原水泵加压进入叠片过滤器去掉水中悬浮物及固体杂质后进入超滤系统，进一步去除水中微粒后进入超滤水箱，经增压水泵及 RO 高压泵加压进入反渗透装置，除去水中 98% 的含盐量（阳阴离子），产生的淡水进入中间水箱，再经中间水泵加压送至混合离子交换器，进一步去除水中微量离子，从而制得合格的脱盐水进入脱盐水箱，最终经脱盐水泵加压通过脱水管网分别送至各用水点。

来自生产装置的蒸汽冷凝液进入冷凝液水箱，经冷凝水泵加压进入精密过滤处理后与脱盐水处理反渗透装置出水一同进入中间水箱，经中间水泵加压进入混合离子交换器，进一步去除水中微量离子。

设置浓水反渗透装置，对脱盐水一级反渗透浓水进行二次回收利用，浓水反渗透的产水进入脱盐水箱回收利用，浓水反渗透浓水余压进入回用水系统。

### 3) 控制水平

一期脱盐水处理站采用 PLC 控制系统。对整个制备工艺过程实现操作、设置、控制、显示、报警，并设有与全厂中央控制室的通讯接口。

### 4) 废水收集及排放

一期脱盐水处理站叠片过滤器反洗水、超滤装置反洗水，反渗透装置浓水经收集后外排至回用水系统。

脱盐水处理站的混合床再生酸碱废水及双膜化学清洗排水经收集后于中和池内，经中和处理，其 PH 值达到 6~9，由中和水泵加压送至废水收集池，经泵提升后外排至回用水系统。

### 5) 管道系统

脱盐水管道采用 S304 不锈钢管，焊接。

## （6）回用水系统

### 1）概述

一期项目的回用水系统工艺路线及设计处理规模：350m<sup>3</sup>/h

回用水系统工艺流程

废水收集池→废水提升泵→高密池→高密产水池→超滤给水泵→多介质过滤器→自清洗过滤器→回用水站超滤装置→超滤产水箱→回用水反渗透给水泵→保安过滤器→反渗透高压泵→回用水反渗透装置→反渗透产水箱→循环水站补水。

高密池污泥→污泥浓缩池→污泥脱水机→脱水后污泥外排

一期污泥脱水系统一套。

### 2）工艺流程说明

回用水站废水收集池收集循环水站及脱盐水处理站排放的清净水，经过高密池除硬以后，采用多介质过滤器去除悬浮物及浊度后进入回用水超滤系统，回用水系统超滤产水经泵提升及高压泵增压后进入回用水反渗透装置进行回用处理，回用水反渗透产水送至循环水站作为补水。高密池污泥经浓缩脱水后运送至厂外处理。

### 3）控制水平

一期回用水系统采用 PLC 控制系统。对整个制备工艺过程实现操作、设置、控制、显示、报警，并设有与全厂中央控制室的通讯接口。

### 4）废水排放

一期回用水系统含盐废水排至园区污水处理站处理。

#### 8.1.1.6. 排水系统

本项目排水系统分为：生活污水、初期雨水系统、清净水、清净水、消防事故水系统。

拟建项目排水量如下表 8.1-3，详细情况参见拟建项目水平衡图。

表 8.1-3 拟建项目排水量表（正常/最大工况）

| 序号 | 装置名称       | 生活污水(m <sup>3</sup> /h) | 生产污水(m <sup>3</sup> /h) | 清净水 (m <sup>3</sup> /h) |
|----|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1  | 合成气制备装置（一） |                         | 10                      |                         |
| 2  | 乙二醇装置（一）   |                         | 37/66                   |                         |
| 3  | 动力站（一）     |                         |                         |                         |
| 4  | 工艺循环水站（一）  |                         |                         | 187                     |

|   |           |    |         |         |
|---|-----------|----|---------|---------|
| 5 | 空分循环水站（一） |    |         | 16      |
| 6 | 脱盐车站（一）   |    |         | 53/98   |
| 7 | 公辅设施      | 15 |         |         |
| 8 | 初期雨水      |    | 15      |         |
| 9 | 合计        | 15 | 109/167 | 534/579 |

### （1）生活污水系统

本系统主要来自卫生间、浴室等设施的生活污水。生活污水经化粪池初级处理后，重力流入生活污水管网末端的生活污水收集池。经生活污水提升设施提升至污水处理站。

生活污水管道采用枝状布置，重力流管道埋地敷设，压力流管道沿管廊敷设。

管网采用带涂层加厚无缝钢管（碳钢腐蚀余量为 2mm），设计压力等级为 PN1.0，焊接连接。检查井采用钢筋混凝土结构。

### （2）初期雨水系统

本系统主要收集和排放界区内生产装置区及罐区围堰内可能受到污染的雨水及地面冲洗水。初期雨水总量按照规范要求，以污染区域面积乘以 15mm 降雨量计。初期雨水收集到初期雨水池内就近上管廊，经泵提升至附近管廊，送往本项目内的污水处理站。

管网采用带涂层加厚无缝钢管（碳钢腐蚀余量为 2mm），设计压力等级为 PN1.0，焊接连接。埋地管道采用加强级环氧煤沥青防腐。

### （3）清净雨水系统

本系统主要收集和排放非污染区雨水及污染区内后期雨水，地面雨水的收集采用雨水口、雨水支管和雨水干管。初期雨水与后期雨水在装置污染区末端采用阀门切换，前期雨水阀门常开，前期雨水流入初期雨水管道，水池装满后，关掉初期雨水阀门，打开清净雨水阀门，后期雨水进入雨水系统。初期污染雨水至本项目污水处理站处理，清净雨水汇集后以重力流的方式排至雨水监控池，监控池停留依据雨水停留时间可取 10~30 分钟要求，在雨水排出口处设置雨水监测池一座。有效容积 6000m<sup>3</sup>。雨水经监控合格后，以重力流的方式排至园区雨水管网。并设置清净雨水提升泵一用一备，每台流量 200m<sup>3</sup>/h，扬程 20 米。

管网采用钢管，设计压力等级为 PN1.0，焊接连接。检查井采用钢筋混凝土结构。

### （4）清净废水系统

本系统主要收集循环冷却水系统的排污水和脱盐车站的排污水。

清净废水分区域收集，在各装置内设置水池均排入本项目的回用水站。

压力流管道沿管廊敷设。

管网采用带涂层加厚无缝钢管（碳钢腐蚀余量为 2mm），设计压力等级为 PN1.0，焊接连接。埋地管道采用加强级环氧煤沥青防腐。

#### （5）消防事故水系统

本项目设置消防排水收集、储存、监控及处理设施，防范和控制企业发生火灾事故时和事故处理过程中产生的物料泄漏和污水对周边水体环境的污染和危害，降低环境风险。

发生消防事故时，RDV1 阀门关闭，RDV2 打开，本项目消防事故水借用雨水系统收集，最终进入到消防事故水池。

根据中国石油化工集团公司《水体污染防控紧急措施设计导则》中事故储存设施总有效容积的规定，事故储存设施总有效容积计算公式为：

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}} + V_4 + V_5$$

$V_1$ ——收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量。

$V_2$ ——发生事故的储罐或装置的消防水量， $\text{m}^3$ ；

$$V_2 = \sum Q_{\text{消}} t_{\text{消}}$$

$Q_{\text{消}}$ ——发生事故的储罐或装置的同时使用的消防设施给水流量， $\text{m}^3/\text{h}$ ；

$t_{\text{消}}$ ——消防设施对应的设计消防历时， $\text{h}$ ；

$V_3$ ——发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量， $\text{m}^3$ ；

$V_4$ ——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量， $\text{m}^3$ ；

$V_5$ ——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量， $\text{m}^3$ ；

$$V_5 = 10qF$$

$q$ ——降雨强度， $\text{mm}$ ；按平均日降雨量；

$$q = q_a / n$$

$q_a$ ——年平均降雨量， $\text{mm}$ ；

$n$ ——年平均降雨日数；

$F$ ——必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积， $\text{ha}$ 。

本项目对消防废水收集池的容积核算如下：

泄漏最大物料量  $V_1$

本项目最大容积储罐设有围堰，不会泄露到事故应急水池。

消防水量 V2

本项目一次火灾消防用水总量为 6000m<sup>3</sup>。

可储存物料量 V3

此部分包括两部分容积，一部分为罐区防火堤所能储存的物料的容积，一部分为地下管网所能储存物料的容积。可存物料不会泄漏到事故应急水池。V3=0。

生产废水量 V4

本项目生产污水不进入该系统。故 V4=0。

降雨量因降雨日数未定，根据相近地区考虑 V5

V5 雨水量。故 V5=10708.0m<sup>3</sup>。

消防废水收集池容积为：

V=6000+10708=16708m<sup>3</sup>

经计算，消防事故收集池有效容积应为 16708m<sup>3</sup>，考虑一定富裕，故设计有效容积为 18000m<sup>3</sup>。

消防事故收集池提升泵考虑一用一备，每台流量 200m<sup>3</sup>/h，扬程 20 米。

#### 8.1.1.7. 污水处理站

1) 本项目污水来源于合成气制备（含脱碳）装置、乙二醇装置以及公用工程的生产、生活污水，以及生产装置的事故排放水。污水处理站布置中。排放特性如后所述。

2) 污水处理站后排水，至回用水站进行处理。最终排入园区污水处理站。

3) 工艺污水来源

表 8.1-4 天然气转化装置废水排放一览表（一期）

| 序号                                                                                                                                                                                                    | 废物排出设备     | 废物名称  | 组成及特性数据                | 排放特征   |     |    |    | 排放数量               | 备注       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|------------------------|--------|-----|----|----|--------------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                       |            |       |                        | 温度     | 压力  | 连续 | 间断 |                    |          |
| 1                                                                                                                                                                                                     | 中压汽包排污冷却器  | 锅炉排污  | TDS 86ppm<br>磷酸盐 16ppm | 40     | 常压  | √  |    | 1.8t/h,<br>max6t/h | 去污水处理厂   |
| 2                                                                                                                                                                                                     | 夹套（二段炉等）排污 | 排污水   | 含微量铁的水                 | 90-100 | 常压  | √  |    | 1000kg/h           | 去污水处理厂   |
| 3                                                                                                                                                                                                     | 工艺冷凝液汽提塔   | 工艺冷凝液 |                        | 40     | 0.5 | √  |    | 49.2t/h            | 正常去脱盐水装置 |
| 备注：<br>1、汽提后工艺冷凝液含有：汽提后冷凝液成分：NH <sub>3</sub> ：5ppm（wt）；CO <sub>2</sub> ：5ppm（wt）；胺：10ppm（wt）；金属粉尘：2.5ppm（wt），微量溶解的 H <sub>2</sub> 、CO、CH <sub>4</sub> ；<br>2、开车时及事故工况不回收，去污水处理厂；汽提合格的工艺冷凝液去化水装置，汽提不合格 |            |       |                        |        |     |    |    |                    |          |

| 序号 | 废物排出设备                                                                                                                                         | 废物名称            | 组成及特性数据 | 排放特征 |    |   |   | 排放数量     | 备注          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|------|----|---|---|----------|-------------|
|    | 的工艺冷凝液去污水处理厂；<br>3、事故工况下成分：NH <sub>3</sub> ：1000mg/L，CO <sub>2</sub> ：3000mg/L，醇类和胺：1000mg/L，微量的金属粉尘、微量溶解 H <sub>2</sub> 、CO、CH <sub>4</sub> 。 |                 |         |      |    |   |   |          |             |
| 4  | 工厂冲洗水                                                                                                                                          | 含少量油、氨热 MDEA 液等 |         | 常温   | 常压 |   | √ | 5t/h     | 去污水处理厂，每班一次 |
| 5  | 压缩机段间分离器                                                                                                                                       | 含油水             | 含少量油的水  | 40   |    | √ |   | 2000kg/h | 去含油水系统      |

表 8.1-5 乙二醇装置废水排放一览表（一期）

| 序号 | 废物排出设备 | 废物名称   | 组成及特性数据                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 排放特征 |     |    |    | 排放数量                   | 备注                              |
|----|--------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|----|----|------------------------|---------------------------------|
|    |        |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 温度   | 压力  | 连续 | 间断 |                        |                                 |
| 1  | 废水罐    | 废水     | PH:4.28<br>CODCr:1060mg/l<br>BOD <sub>5</sub> :935mg/l<br>SS:5mg/l<br>NH <sub>3</sub> -N:7.75mg/l<br>氯化物:<0.007mg/l<br>总溶固:9.96×10 <sup>3</sup> mg/l<br>Ca <sup>2+</sup> :<0.02mg/l<br>二甲醚 100PPm<br>N <sub>2</sub> :0.14%<br>乙酸甲酯 200 PPm<br>NaNO <sub>3</sub> :0.49%<br>CH <sub>3</sub> OH:<100ppm<br>乙醇 100 ppm<br>碳酸二甲酯 300PPm<br>甲酸甲酯 200 ppm<br>甲缩醛 200 ppm | 45   | 0.5 | √  |    | 27-55m <sup>3</sup> /h | 去污水处理厂                          |
| 2  | 排污罐    | 汽包排水   | 含微量 TDS，磷酸盐                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 45   | 常压  | √  |    | 10m <sup>3</sup> /h    | 去污水处理厂                          |
| 3  | 加氢精馏工段 | 加氢废水   | 乙醇：0.22%wt<br>乙二醇单甲醚：5.83%wt<br>乙醇酸甲酯：6.83%wt<br>1,2-丙二醇：1.02%wt<br>2,3 丁二醇：2.11%wt<br>水：83.99%wt                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |     | √  |    | 0.9m <sup>3</sup> /h   | 正常工况送合成气制备或污水处理厂                |
| 4  | 工厂冲洗水  |        | 含少量油、醇等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 常温   | 常压  |    | √  | 15m <sup>3</sup> /h    | 去污水处理厂，每班一次，每次 15 分钟            |
| 5  | 各加热换热器 | 加热蒸汽凝液 | 含有少量铁离子                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 95   | 0.5 | √  |    | 637t/h                 | 正常工况 445t/h 送天然气造气，其余送能源给站，开停车工 |

|   |                |               |              |    |    |  |   |         |                                                      |
|---|----------------|---------------|--------------|----|----|--|---|---------|------------------------------------------------------|
|   |                |               |              |    |    |  |   |         | 况， 330t/h<br>送至脱盐水<br>装置                             |
| 6 | 树脂<br>精制<br>工段 | 触媒<br>冲洗<br>水 | NaOH: 0.9%wt | 常温 | 常压 |  | √ | 27m³/h  | 去污水处理<br>厂,吸附剂再<br>生,2月排放<br>一次,每次排<br>放时间 60 分<br>钟 |
| 7 | 树脂<br>精制<br>工段 | 触媒<br>冲洗<br>水 | 乙二醇: 0.8%wt  | 常温 | 常压 |  | √ | 108m³/h | 吸附剂再生,<br>2月排放一<br>次,每次排<br>放时间 45 分<br>钟            |

#### 4) 其他污水来源及排放量（一期）

除了上述各生产装置工艺污水外，还有厂区的生活污水，冲洗水、无组织排水，事故废水和消防废水等。预计排放量如下：

罐区排水：储罐尾气洗涤液，甲醇 10%乙醇 10% wt% 10m³/h(年 800 吨)

初期雨水、冲洗等排水：按 15m³/h

生活污水：按 15m³/h；

综上所述，污水处理考虑总的设计规模为 150m³/h

#### 5) 水质水量分析

根据上表统计，来水中有三股波动较大的污水，一股是汽提塔工艺冷凝液，该股水正常状态下去脱盐水装置，不进入污水处理场，但在开车及事故工况时，需送入污水处理场进行处理，该股水开车状态约为 72h，事故状态下 COD、氨氮较高，直接进入流程会造成冲击，需送入事故罐进行收集；另一股水为加氢精馏废水，该股水有机物含量高，但水量小，可做为整个污水处理的碳源，考虑到来水水质水量波动，该股水也送入事故罐储存；另外树脂精制工段冲洗水二，含大量乙二醇，该股水为间断流，2 个月排放一次，每次排放 45min，由于瞬时水量高达 108m³/h，直接送入主流程中，会对水场造成冲击，也需送入事故罐中进行储存。事故罐中的水，后续可小流量送入污水处理主流程中进行处理，保证整个水场运行稳定。

乙二醇装置废水罐排放的废水为连续流，污水盐含量高，同时含大量硝酸盐，总氮含量高，COD 浓度高，属高浓度有机废水，该股水为连续流，水量为 27~55m³/h，同时该水温度较高，为 45 摄氏度。

以上四股水视为高浓度废水，总连续最大量为 58m³/h，考虑部分余量，高浓度废

水处理规模以  $80\text{m}^3/\text{h}$  计。乙二醇装置废水 COD 浓度为  $5340\text{mg/L}$ ，总氮浓度为  $1185\text{mg/L}$ ，加氢精馏废水 COD 浓度约高达 10 万  $\text{mg/L}$ ，树脂精制工段冲洗水 COD 浓度为 1 万  $\text{mg/L}$ ，几股水混合后，COD 浓度达  $7000\text{mg/L}$ ，总氮浓度达  $1165\text{mg/L}$ 。需首先进行反硝化处理。

其它来水为含少量油的低浓度污水，包括造气工厂冲洗水、压缩机段间分离器含油水、乙二醇工厂冲洗水、中压汽包排污冷却器排水、初期雨水、生活污水，连续水量为  $24\text{m}^3/\text{h}$ ，其它为间断流，最大瞬时水量为  $54\text{m}^3/\text{h}$ ，低浓度污水预处理部分以  $60\text{m}^3/\text{h}$  为设计规模。

由于外排水要求较高，污水生化性差，故考虑增加深度处理部分。

综上，生化部分及深度处理部分设计规模为  $100\text{m}^3/\text{h}$ 。

工艺装置排放的还有一部分无机废水包括夹套(二段炉)排污制氢装置锅炉排污废水，水量为  $1\text{m}^3/\text{h}$ ；乙二醇汽包排污水，水量为  $10\text{m}^3/\text{h}$ ；乙二醇触媒冲洗水，间断水量为  $27\text{m}^3/\text{h}$ ，1 次/2 月一次 60min；这些废水基本不含有机物，属无毒的碱性无机废水，需要单独收集后处理，避免影响生化的主体工艺。工艺装置排放无机废水的连续总排放大约为  $11\text{m}^3/\text{h}$  左右。

6) 污水处理工艺路线图 8.1-1 所示。

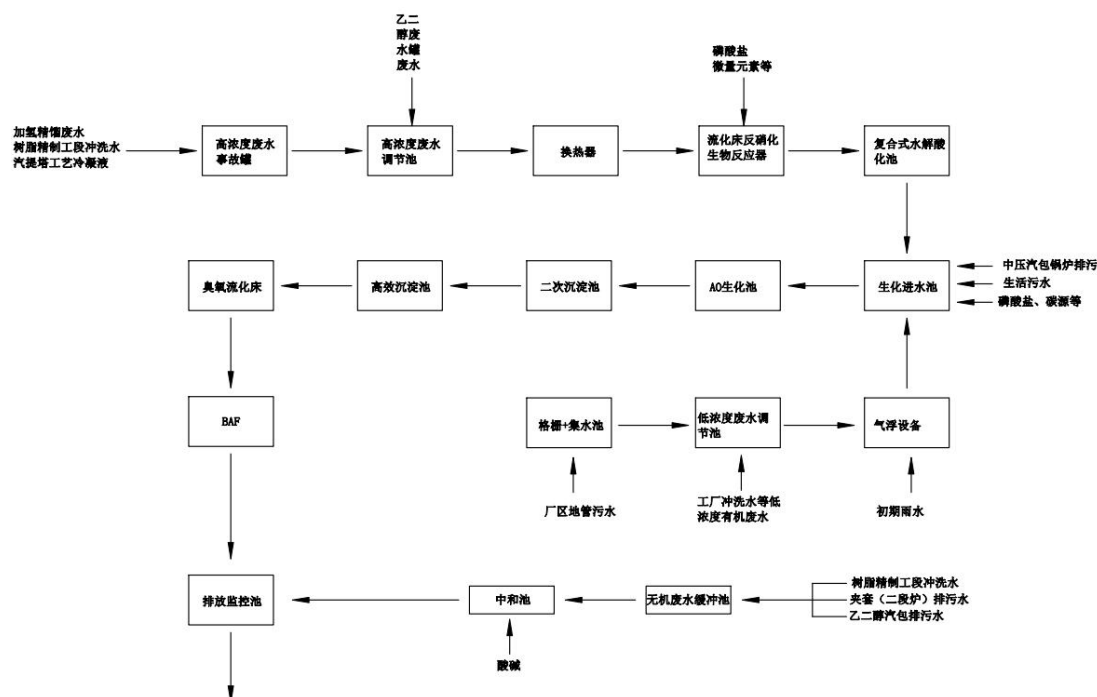


图 8.1-1 本项目污水处理工艺流程示意

汽提塔工艺冷凝液、加氢精馏废水、树脂精制工段冲洗水三股水首先收集在事故罐，之后小流程兑入主流程中。乙二醇装置废水罐废水与事故池小流量污水一同送入高浓度废水调节池，进行水质水量均衡，由于污水温度在  $40^{\circ}\text{C}$  以上，需首先进行换热，将温度降至  $40^{\circ}\text{C}$  以下，再送入流化床反硝化生物反应器，对总氮进行去除。反硝化生物反应器中利用原水中 COD 做为碳源，无需另外投加碳源，反硝化反应产生氮气，但考虑到水质波动可能产生的沼气及水场的安全稳定运行，流化床反硝化生物反应器单独设置废气处理系统，或将此处的废气直接送入焚烧系统。

厂区地管污水要过格栅和集水池去除颗粒较大的悬浮物，之后与工厂冲洗水等低浓度有机废水一起送入低浓度废水调节池，进行水质水量均衡，之后与初期雨水一起送入至气浮设备，对悬浮物进一步去除，同时去除部分油类。

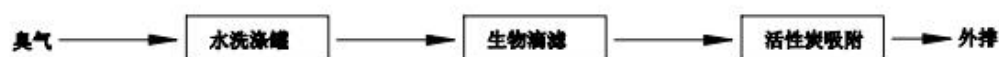
气浮出水与流化床反硝化生物反应器出水一同送入生化处理系统，中压汽包排污水中含少量磷盐，生活污水生化性好，这两股污水也一起送入生化处理系统进行处理。AO 生化系统利用生物反应去除污水中的 COD、氨氮、总氮等有机物。

由于外排水要求较高，来水生化性极差，在生化处理工艺后增加深度处理工艺，以保证出水污染物达标外排，深度处理采用高效沉淀池+臭氧流化床+BAF 工艺，进一步对污水中的 COD 进行去除。

无机废水包括夹套(二段炉)排污制氢装置锅炉排污废水、乙二醇汽包排污水、乙二醇触媒冲洗水，三股水送入无机废水缓冲池进行水质水量均衡，之后送入中和池，投加酸碱调节 pH 值，之后与 BAF 出水一同送入监测池，达标后排入到回用水站。

## 7) 臭气处理

臭气总量  $11000\text{Nm}^3/\text{h}$



污水处理过程中产生的臭气，经管道收集后经碱洗涤罐，再通过生物滴滤进行生化处理，后续进入活性炭吸附装置进行深度处理，处理后的气体送焚烧炉燃烧。

## 8) 污泥处理

污水处理系统产生的污泥排至有机污泥浓缩池，经过浓缩后通过污泥泵输送至污泥脱水机脱水。为了减少脱水污泥量，拟选择离心脱水机进行脱水，在脱水前需进行污泥

的调和，再送出界外处置。污泥脱水过程中产生的过滤液收集后重力流至有机污水调节池。

### 9) 污水处理主要设备及构建筑物

污水处理的主要设备见附表。

## 8.1.2. 供电

### 8.1.2.1. 电力供应和资源状况

本可研供配电研究的范围为四川正达凯年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目（一期）界区内的全厂供配电、照明、防雷及接地设计。

本项目位于四川达州普光经济开发区界区内，目前可依托的电源为芭蕉镇 220KV 变电站，该变电站的基本情况为：芭蕉镇 220KV 变电站距离本项目约 10 公里；容量为 2X18 万千瓦；220kV 电源双回路均从 500kV 玛瑙站接入；220KV、110KV 均为双母并列运行；220kV 送出 6 回，占用间隔 4 回，空间隔 2 回。110kV 送出 12 回，占用间隔 8 回，空间隔 4 回。本站负荷已达到 20 万千瓦左右，负荷率约 55.5%。

结合本项目对电源容量和可靠性的要求，考虑从芭蕉镇 220KV 变电站引两回 110kV 电源到本项目 110KV 总变电站以满足本项目各装置用电需要。作为事故应急电源，考虑全厂配置一套应急柴油发电机组来满足界区内一类负荷中特别重要负荷的供电要求。

### 8.1.2.2. 用电计算负荷及负荷等级

#### （1）负荷分级

本项目各工艺装置属于化工连续性生产装置，生产过程对供电的可靠性要求很高，而公用工程的安全运行又是各工艺装置连续运行的保证，根据装置用电负荷在其生产过程中的重要性，按照《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）之规定，本项目中各工艺装置、公用工程负荷除少数划分为一级负荷中的特别重要负荷外，大部分划分为一级或二级用电负荷；生产辅助设施的大部分用电负荷划分为二级或三级用电负荷。

#### （2）负荷统计及计算

项目用电负荷计算表详见表 8.1-6。

表 8.1-6 一期用电负荷计算表

| 序号 | 装置名称 | 35/10kV 动力 | 380V 动力  | 照明需要容量(kW) | 小计需要容量(kW) | 备注 |
|----|------|------------|----------|------------|------------|----|
|    |      | 需要容量(kW)   | 需要容量(kW) |            |            |    |

|    |                        |         |        |     |         |      |
|----|------------------------|---------|--------|-----|---------|------|
| 1  | 合成气制备装置                | 23589   | 613.8  | 50  | 24252.8 | 一期   |
| 2  | 乙二醇装置                  | 34114.5 | 8981.8 | 200 | 43296.3 | 一期   |
| 3  | 空分空压装置                 | 36603   | 2182.7 | 50  | 38835.7 | 一期   |
| 4  | 贮运设施                   |         | 650    | 20  | 670     | 一、二期 |
| 5  | 工艺循环水站                 | 15435   | 90     | 30  | 15555   | 一期   |
| 6  | 空分循环水站                 | 918     | 83.3   | 10  | 1011.3  | 一期   |
| 7  | 综合泵站                   |         | 63     | 50  | 113     | 一、二期 |
| 8  | 火炬系统                   |         | 50     | 10  | 60      | 一、二期 |
| 9  | 脱盐水处理站及回用水站            |         | 3413   | 50  | 3463    | 一期   |
| 10 | 污水处理站                  |         | 1050   | 50  | 1100    | 一、二期 |
| 11 | 分布式能源站                 | 1008    | 902    | 100 | 2010    | 一期   |
| 12 | 其他                     |         |        |     | 3555    | 一期   |
|    |                        |         |        |     |         |      |
| 13 | 全厂负荷小计                 |         |        |     | 133922  |      |
| 14 | 动力负荷计算<br>(考虑同时系数 0.9) |         |        |     | 120530  |      |
|    |                        |         |        |     |         |      |
| 15 | 发电机组 1#                |         |        |     | -35000  | 一期   |
| 16 | 发电机组 3#                |         |        |     | -6380   | 一期   |
| 17 | 膨胀机带发电机                |         |        |     | -526    | 一期   |
| 18 | 膨胀机带发电机                |         |        |     | -279    | 一期   |
|    |                        |         |        |     |         |      |
| 19 | 对电网最大需求                |         |        |     | 78345   |      |
|    |                        |         |        |     |         |      |
| 20 | 发电机组 2#                |         |        |     | -35000  | 一期   |
| 21 | 正常负荷合计<br>(对电网正常需求)    |         |        |     | 43345   |      |

### 8.1.2.3. 供电方案选择与比较

#### (1) 外电源方案

根据本项目所在地供电系统现状及用电负荷，本项目电源拟采用 110kV 电压引入。  
 110kV 电源拟由芭蕉镇 220KV 变电站的 110kV 母线取得，采用架空线路送至本项目界

区附近，再经电缆引至本项目 110kV 总变电所。根据本项目所在地区的供电电网现状，本项目的供电电源是可靠的，能够满足《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）的要求。

## （2）分布式能源站

本项目在界区内一期设有一座分布式能源站。

一期分布式能源站设置 1×100t/h 燃气锅炉，2×35MW 燃气轮机，依据“以汽定电”原则，配套设置 1×7MW 抽背式汽轮发电机组。

分布式能源站发电机的出口电压为 10.5kV，通过 10.5/38.5kV 升压变压器接入总变电所内的 35kV 母线上，实现与系统的并网。

## （3）总变电所

采用 4 台 110/35kV 铜芯双绕组有载调压风冷降压变压器露天布置；110kV 配电装置拟采用 SF6 组合电气，GIS 户内布置；35kV 配电装置拟采用 SF6 气体绝缘开关柜，配真空断路器。

总变电所内拟设置 110kV 及 35kV 配电装置楼。110kV 与 35kV 配电装置布置在不同建筑物，内部除设有 110kV 及 35kV 配电装置外，还设有所用电配电室、电气机柜间、电气主控室、电缆室及各种功能房间，如办公室、值班室等。

## （4）供配电系统

### 1) 供、配电电压等级

高压供配电系统：

- AC110kV，50Hz，三相三线，中性点直接接地系统；
- AC35kV，50Hz，三相三线，中性点经消弧线圈接地系统；
- AC10kV，50Hz，三相三线，中性点不接地系统。

低压配电系统：

- AC380/220V，50Hz，三相四线，中性点直接接地（TN-S）系统。

主要设备工作电压：

- 高压电动机：AC 10kV，50Hz；
- 低压电动机：P≤185kW，AC 380V，50Hz；
- 照明：AC 380/220V，50Hz；
- 10kV 及以上配电装置操作电压：DC 220V；

- 0.4kV 开关柜操作电压：AC 220V。

## 2) 变配电所的设置

为满足供电要求并保证安全供电，根据配电装置尽量深入负荷中心的原则，结合总平面布置及工艺流程，拟设置 110kV 总变电所（含 35kV 配电装置）1 座，35kV 变电所多座（含 35/10.5kV 及 10/0.4kV 变配电装置）

供分布式能源站使用的供配电装置（厂用电系统）与锅炉汽机配套布置在装置中。此外在界区内设置多座 35kV 变配电所，分别为项目范围内的化工装置供电。

各变配电所内的 35kV、10kV 及 0.4kV 系统均为单母线分段接线，正常情况下分段运行，母联设备自投装置，两回电源进线不允许并列运行。装置在正常情况下由双电源同时供电，当某一电源回路发生故障时，依据国家标准 GB50052-2009 对一二级负荷的规定，另一电源回路的电源进线及变压器容量均能承受装置 100%的一二级用电负荷。应急柴油发电机组专供一级用电负荷中的特别重要负荷，应急母线在正常情况下由正常工作电源供电，在事故状态下切换到应急电源供电。

## 3) 供配电系统设计

本项目主要采用放射式供电方式，部分三级负荷采用树干式或链式供电方式。

本项目变配电所装置内 10kV 母线及 380V 母线均采用单母线分段接线（母联设备自投）、双电源供电。当任何一路电源故障时，另一电源能承担全部用电负荷。个别三级负荷（综合行政楼）采用单电源供电。

一级负荷中的特别重要负荷，如 UPS 电源供电、应急照明负荷、及直流电源装置供电等，考虑全厂配置一套应急柴油发动机组来满足其供电要求。

## 4) 值守原则

本项目在总变电所、各期分布式能源站及各 35kV 装置变电所设置值守人员。

## 5) 继电保护

继电保护按照《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》(GB 50062-2008)进行配置。

- 110kV 系统的继电保护原则上采用综合保护器组屏安装；
- 35kV 及以下系统的继电保护原则上采用综合保护器就地安装，其中 35kV 母差保护采用组屏安装。

## 6) 电气自动化系统

为了提高供电系统的自动化水平，确保供电质量和可靠性，拟在总变电所内设置功能齐全、可靠性高、结构紧凑、操作简单的变电所综合自动化系统。该系统采用分层分布式结构，其终端由综合保护装置及数字式仪表等构成。

各期总变电所电气控制室内设置监控总站；各 35kV 装置变电所、分布式能源站及 10kV 变配电所设置监控子站。

各 10kV 监控子站的信息通过光纤上传至 35kV 装置变电所，各 35kV 装置变电所及分布式能源站监控子站的信息通过光纤上传至监控总站。总变电所监控总站通过光纤与外电网电力系统进行信息传递。

#### （5）电缆

本项目 35kV 及以下电缆均采用阻燃交联聚乙烯绝缘电缆。主要采用电缆桥架敷设，局部采用穿钢管或直接埋地敷设。道路照明电缆均采用金属铠装电缆直接埋地敷设。

#### （6）功率因数补偿及谐波治理

厂区内的所有装置由于工艺生产需要采用补偿无功功率。无功补偿的原则：功率因数均采取就地补偿方式，分别在各装置变电所 35kV、10kV 和 0.38kV 侧设置集中手/自动电容器无功补偿装置，其补偿后的功率因数不低于 0.95。

本项目以避免或尽可能少地产生谐波为原则选用电气设备。

对于产生谐波的（如变频器、应急电源、电容补偿装置及节能灯等）电气设备，要求将设备产生的谐波消除或限制在《GB/T14549-93 电能质量公用电网谐波》标准允许的范围之内。不能满足要求时，采取适当（如设置滤波器）的措施予以降低或消除。

#### （7）全厂供电系统

本项目供电详细情况参见《全厂供电系统图》。

##### 8.1.2.4. 节电措施

- 1) 根据负荷容量、供电距离及分布、用电设备特点等因素，合理设计供配电系统和选择供电电压等级，供配电系统尽量简单可靠，同一电压供电系统变配电级数不多于两级。
- 2) 变电所尽量靠近负荷中心，以缩短配电半径，减少配电线路上的损耗。
- 3) 根据负荷情况合理选择变压器容量、台数，选用低能耗的电力变压器。
- 4) 根据工艺要求采用变频器对电动机进行无级控制，合理调节电动机的输出，以减少电能消耗。

- 5) 根据负荷特性合理选择电动机，并选用高效率节能电动机。
- 6) 合理选用节能型照明电气设备。

#### 8.1.2.5. 防雷及防静电措施

本项目防雷、防静电、工作、保护接地共用一个接地系统。

按照《石油化工装置电力设计规范》SH/T3038-2017、《石油化工静电接地设计规范》SH/T3097-2017 进行接地装置的设计；按照《石油化工仪表接地设计规范》（SH/T3081-2003）进行 DCS 系统的接地设计，如果 DCS 厂商对接地系统有特殊要求，则按厂商的要求设计接地系统。

按照《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）及《工业与民用电力装置的过电压保护设计规范》GBJ64-1983 进行建、构筑物的防雷设计。

考虑到化工装置环境的腐蚀性，本项目采用防腐型接地材料。

本项目化工生产装置在防爆区域内的所有金属设备、管道、储罐等都必须设计静电接地，不允许设备及设备内部件有与地相绝缘的金属体。非导体设备、管道、储罐等应设计间接接地，或采用静电屏蔽方法，屏蔽体必须可靠接地。

在生产加工、储运过程中，设备、管道、操作工具及人体等，有可能产生和积聚静电而造成静电危害时，应采取静电接地措施。

固定设备、储罐、管道系统、铁路栈台与罐车、汽车站台与罐车、码头、粉体加工与储运设备、气体与蒸汽的喷出设备、化纤设备、人体静电接地、计算机房与电子仪表室的静电接地的具体规定参见《石油化工静电接地设计规范》SH/T3097-2017 和《数据中心设计规范》GB50174-2017。

#### 8.1.2.6. 主要工程量

##### （1）电气设备选择原则

主要电气设备的选型符合国家标准，选用经工程实践证实其性能可靠、安全、技术先进的优质、高效、节能型、环保型产品。选用产品适用于厂址当地的气候条件及安装场所的条件。

安装在爆炸危险区域内的电气设备及配电线路应符合国标《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 的有关要求。

##### （2）主要设备选型

- 1) 110kV 电力变压器：油浸式铜芯双绕组有载调压/无励磁调压风冷变压器；

- 2) 35kV 电力变压器：油浸式铜芯双绕组无励磁调压风冷变压器；
- 3) 10kV 电力变压器：油浸式铜芯双绕组无励磁调压变压器及干式铜芯双绕组无励磁调压变压器；
- 4) 110kV 配电装置：GIS 组合电器；
- 5) 35kV 开关柜：真空断路器，SF6 气体绝缘开关柜；
- 6) 10kV 开关柜：真空断路器，金属铠装封闭型中置式开关柜；
- 7) 低压开关柜：抽屉式开关柜。

本项目电气主要设备和材料一览表，详见表 8.1-7。

表 8.1-7 主要设备和材料一览表

| 序号 | 名称               | 型号及规格              | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|------------------|--------------------|----|----|----|
| 一  | 110KV 总变电所       |                    |    |    |    |
| 1  | 110kV 主变压器       | 90MVA, 110/35kV    | 台  | 2  |    |
| 2  | 110kV 主变压器       | 50MVA, 110/35kV    | 台  | 2  |    |
| 3  | 110kV 户内 SF6 组合器 | 三相共箱双母线            | 间隔 | 9  |    |
| 4  | 35kV 变压器         | 50MVA, 35/10kV     | 台  | 2  |    |
| 5  | 35kV 变压器         | 31.5MVA, 35/10kV   | 台  | 2  |    |
| 6  | 35kV 变压器         | 16MVA, 35/10kV     | 台  | 4  |    |
| 7  | 35kV 开关柜         | SF6 气体绝缘开关柜        | 台  | 52 |    |
| 8  | 微机变电所综合自动化系统     | 全厂共用               | 套  | 2  |    |
| 9  | 直流电源装置           | DC220V, 2x200Ah    | 套  | 2  |    |
| 10 | 微机小电流自动选线装置      |                    | 套  | 4  |    |
| 11 | 自动跟踪消弧线圈         |                    | 套  | 4  |    |
| 12 | 35kV 补偿装置        |                    | 套  | 4  |    |
| 13 | 计量、远动、GPS 对时设备   |                    | 套  | 2  |    |
| 14 | 35kV 交联聚乙烯电力电缆   |                    | 批  | 1  |    |
| 15 | 1kV 控制电缆         |                    | 批  | 1  |    |
| 16 | 电缆桥架             |                    | 批  | 1  |    |
|    |                  |                    |    |    |    |
| 二  | 合成气制备装置变电所（一期）   |                    |    |    |    |
| 1  | 35kV 变压器         | 16MVA, 35/10kV     | 台  | 2  |    |
| 2  | 10kV 变压器         | 2000KVA, 10/0.38kV | 台  | 6  |    |
| 3  | 10kV 开关柜         |                    | 台  | 49 |    |

| 序号 | 名称                | 型号及规格              | 单位 | 数量  | 备注 |
|----|-------------------|--------------------|----|-----|----|
| 4  | 低压开关柜             |                    | 台  | 96  |    |
| 5  | 10KV 微机监控系统       |                    | 套  | 1   |    |
| 6  | 直流电源装置            | DC220V, 80Ah       | 套  | 1   |    |
| 7  | EPS               | 40kVA              | 套  | 1   |    |
| 8  | 35/10kV 交联聚乙烯电力电缆 |                    | 批  | 1   |    |
| 9  | 1kV 控制电缆          |                    | 批  | 1   |    |
| 10 | 电缆桥架              |                    | 批  | 1   |    |
|    |                   |                    |    |     |    |
| 三  | 乙二醇装置变电所（一期）      |                    |    |     |    |
| 1  | 35kV 变压器          | 50MVA, 35/10kV     | 台  | 2   |    |
| 2  | 10kV 变压器          | 2500KVA, 10/0.38kV | 台  | 8   |    |
| 3  | 10kV 开关柜          |                    | 台  | 53  |    |
| 4  | 低压开关柜             |                    | 台  | 236 |    |
| 5  | 10KV 微机监控系统       |                    | 套  | 1   |    |
| 6  | 直流电源装置            | DC220V, 100Ah      | 套  | 1   |    |
| 7  | EPS               | 100kVA             | 套  | 1   |    |
| 8  | 10kV 交联聚乙烯电力电缆    |                    | 批  | 1   |    |
| 9  | 1kV 控制电缆          |                    | 批  | 1   |    |
| 10 | 电缆桥架              |                    | 批  | 1   |    |
|    |                   |                    |    |     |    |
| 四  | 公用工程变配电所（一期）      |                    |    |     |    |
| 1  | 35kV 变压器          | 31.5MVA, 35/10kV   | 台  | 2   |    |
| 2  | 10kV 变压器          | 2000KVA, 10/0.38kV | 台  | 6   |    |
| 3  | 10kV 开关柜          |                    | 台  | 52  |    |
| 4  | 低压开关柜             |                    | 台  | 102 |    |
| 5  | 10KV 微机监控系统       |                    | 套  | 1   |    |
| 6  | 直流电源装置            | DC220V, 100Ah      | 套  | 1   |    |
| 7  | EPS               | 60kVA              | 套  | 1   |    |
| 8  | 10kV 交联聚乙烯电力电缆    |                    | 批  | 1   |    |
| 9  | 1kV 控制电缆          |                    | 批  | 1   |    |
| 10 | 电缆桥架              |                    | 批  | 1   |    |
|    |                   |                    |    |     |    |

| 序号 | 名称               | 型号及规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|------------------|-------|----|----|----|
| 五  | 照明及防雷接地          |       |    |    |    |
| 1  | 照明及防雷接地材料        |       | 批  | 1  |    |
|    |                  |       |    |    |    |
| 六  | 装置间外部线路          |       |    |    |    |
| 1  | 35/10K 交联聚乙烯电力电缆 |       | 批  | 1  |    |
| 2  | 1kV 交联聚乙烯电力电缆    |       | 批  | 1  |    |
| 3  | 1kV 控制电缆         |       | 批  | 1  |    |
| 4  | 电缆桥架             |       | 批  | 1  |    |

注：本表不含电网供电外线的设备和材料。

#### 8.1.2.7. 设计中采用的主要标准及规范

所有的设计及安装应遵循最新版本的中国国家标准。同时还应遵循原石化行业及国家电力局制定的有关电力专业的标准和规定。对于成套或配套引进设备，执行引进国家的有关规范和标准，若与我国规范和标准中的强制性条文有冲突时，应执行较为严格的规范和标准。但无论如何，国家强制性标准规范及条文必须严格执行。主要标准规范如下：

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》 | DL/T 5136—2012  |
| 《电测量及电能计量装置设计技术规程》    | DL/T 5137—2001  |
| 《火力发电厂厂用电设计技术规定》      | DL/T 5153-2014  |
| 《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》   | DL/T 5390-2014  |
| 《建筑照明设计标准》            | GB 50034-2013   |
| 《供配电系统设计规范》           | GB 50052-2009   |
| 《20kV 及以下变电所设计规范》     | GB 50053-2013   |
| 《低压配电设计规范》            | GB 50054-2011   |
| 《建筑物防雷设计规范》           | GB 50057-2010   |
| 《爆炸危险环境电力装置设计规范》      | GB 50058-2014   |
| 《3-110kV 高压配电装置设计规范》  | GB 50060-2008   |
| 《35-110kV 变电所设计规范》    | GB 50059-2011   |
| 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》  | GB/T 50062-2008 |
| 《继电保护和安全自动装置技术规程》     | GB/T 14285-2006 |

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 《电力工程电缆设计规范》          | GB50217-2018           |
| 《并联电容器装置设计规范》         | GB 50227-2008          |
| 《石油化工企业照度设计标准》        | SH/T 3027-2003         |
| 《石油化工装置电力设计规范》        | SH/T 3038-2017         |
| 《石油化工企业供电系统设计规范》      | SH/T 3060-2013         |
| 《石油化工静电接地设计规范》        | SH/T 3097-2017         |
| 《石油化工仪表接地设计规范》        | SH/T 3081-2003         |
| 《通用用电设备设计规范》          | GB 50055-2011          |
| 《石油化工企业设计防火标准》        | GB 50160-2008（2018 年版） |
| 《数据中心设计规范》            | GB 50174-2017          |
| 《电力设施抗震设计规范》          | GB 50260-2013          |
| 《建筑设计防火规范》            | GB 50016-2014（2018 年版） |
| 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》    | GB/T 50063-2008        |
| 《工业与民用电力装置的过电压保护设计规范》 | GBJ 64-83              |
| 《电能质量 供电电压偏差》         | GB/T 12325-2008        |
| 《电能质量 电压波动和闪变》        | GB/T 12326-2008        |
| 《电能质量 公用电网谐波》         | GB/T 14549-1993        |
| 《并联电容器装置设计规范》         | GB 50227-2017          |
| 《外壳防护等级（IP 代码）》       | GB/T 4208-2017         |
| 《石油化工电气设备抗震设计规范》      | SH/T 3131-2002         |
| 《石油化工企业用电负荷计算方法》      | SH/T 3116-2017         |
| 《民用建筑电气设计规范》          | JGJ 16-2008            |

工程建设标准强制性条文---石油和化工建设工程部分  
引进装置应遵照 IEC 标准及有关国家的标准。

### 8.1.3. 电信

#### 8.1.3.1. 研究范围和内容

本设计说明只适用于四川正达凯新材料有限公司年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目（一期）的电信可行性研究。

本工程的所有电信系统的主要任务是满足生产管理的需要，确保生产装置的安全生

产和正常运行。

所有电信系统的设计应从实际情况出发，本着可靠、实用、经济、先进的原则，整个设计应统一规划，充分依托当地现有条件，并应考虑到企业今后的扩建改造。

全厂电信系统由程控交换/调度电话系统、扩音对讲系统、无线通信系统、火灾自动报警及联动控制系统、电视监控系统、计算机网络及综合布线系统、周界入侵报警系统、门禁系统等组成。

电信设计应考虑远近期结合，以近期为主。但下列建（构）筑物和设备应考虑远期需要：

- 1) 电信技术性房间的面积；
- 2) 主要设备，如：生产调度总机、火灾报警控制系统设备、电视监控系统控制设备容量等；
- 3) 电信电缆管道的容量和系统电缆桥架的容量。

电信设计应选用通过国家及省、部级鉴定的定型产品或进口产品，产品的选用应符合国家的各项标准、法规，确保电信各系统的可靠运行，为装置的试运、开工提供可靠保证。本说明未做要求的部分应符合国家和相关行业标准、规范的有关规定和要求。

对成套引进设备、配合引进设备的设计可按引进设备国家的有关标准、规范，并结合我国的标准、规范执行。但我国强制执行的规范、标准在工程设计中必须执行。

设计中选用的电信设备应做到全厂统一型号，以使各电信系统功能充分发挥，并方便日后的操作、维护和管理。

设计中选用的消防电器设备均应符合国家相关标准，设备应有齐备的检验报告、证书。

### 8.1.3.2. 设计内容

#### （1）程控电话系统、调度电话系统

本项目在中心控制室内设置一套行政调度电话合一的电话交换机，容量初步拟定为 1000 门。交换机采用直流 48V 电源浮充稳压供电。

中心控制室内设置容量为 1200 对的电话配线柜，由电话配线柜引出大对数电话电缆，至装置区各程控及调度电话用户。调度电话分机设在各控制室、调度室、维修间等生产工作岗位及经常需要电话调度的工作岗位。

程控及调度电话交换机采用全浮充供电，设 2 组免维护蓄电池，蓄电池容量应满足

交换机和无线通讯系统 8 小时的用电负荷。

## （2）扩音对讲系统

为了保证装置区与中心控制室之间、装置区巡检人员之间的通信联络，紧急情况时应急广播，消防广播，在各工艺装置区及巡检通道上，设置扩音对讲通信系统。扩音对讲系统采用有主机扩音对讲系统，系统主机及电缆配线柜设置在中心控制室内，在点位较多装置的机柜间内设置小容量主机，与中心控制室主机采用光缆联网。装置区扬声器声音电平高于环境噪声 10dB。系统电源取自控制室/机柜间的 UPS 电源。

扩音对讲电话系统至少具备下述性能：

- 从主控话站发出单呼、全呼、组呼和事故警报；
- 主控话站同厂内各话站之间的通讯交流；
- 各话站之间的通讯交流；
- 通过接口同其它通讯系统兼容（如电话系统、无线对讲系统等）；
- 广播功能；
- 双向通讯功能，即双工通讯功能。
- 火灾报警联动功能。

当生产装置出现火警、可燃气体泄漏等事故时，扩音对讲系统可作为消防应急广播及火灾警报装置。

装置扩音对讲系统设备选型应符合周围环境要求，选用全天候型或防爆型。

扩音对讲系统配有与电话交换机的接口，电话用户可拨入扩音对讲系统进行呼叫和对讲。扩音对讲电话系统应能接受调度交换机的广播。

## （3）无线通信系统

本工程拟采用 6 载频数字集群无线通信系统，系统基站设置在中心控制室内。天线塔设置于综合办公楼顶或附近地面安装。天线塔高度及形式由集成商确定。

用户构成以手持机为主，部分使用固定台。全厂无线对讲机均应为本安型防爆设备，设备的防爆等级不应低于设备使用环境的最高危险等级。

装置抗爆结构建筑设置光纤直放站，以消除混凝土式建筑物对无线通信信号的屏蔽影响。

无线通信系统的建设应向当地的相关管理部门提出申请，获得批准并取得无线频段后实施。

#### （4）火灾自动报警及联动系统

##### 消防控制室

消防控制室作为消防管理的核心，负责整个厂区的消防指挥、管理。

集中火灾报警控制器可以接收厂内各区域控制器的火警信号、故障信号、并对其进行控制和定期对整个火灾报警系统进行巡检，同时将接收的火灾信号及故障信号送至火灾报警 CRT 图形显示系统。

与扩音对讲系统联网，在紧急状态下可进行全厂消防广播。

##### 火灾自动报警控制系统

在中心控制室设置总线制集中式火灾报警控制器以管理全厂的火灾监视及报警工作。在乙二醇装置、分布式能源站等设置区域火警控制器，区域火警控制器与中央控制器采用光缆联网。

火灾自动报警系统应设置交流电源和蓄电池备用电源。交流电源应采用消防电源，备用电源可采用火灾报警控制器和消防联动控制器自带的蓄电池电源或消防设备应急电源。消防设备应急电源输出功率应大于火灾报警及联动控制系统全负荷功率的 120%，蓄电池组的容量应保证火灾自动报警及联动控制系统在火灾状态同时工作负荷条件下连续工作 3 小时以上。

火灾自动报警：在控制室、机柜室、高低压配电室、变压器室等重要及有火灾危险场所设置感温/感烟探测器；在变电所电缆夹层的电缆桥架内设感温电缆；并在甲乙类生产装置和辅助生产装置等处四周道路边设带地址编码的手动报警按钮。

消防通信：火灾报警控制器设置消防电话主机，在配电室、消防水泵房、通风空调机房等处设置消防电话分机，作为消防报警专用电话。消防控制室设置消防受警录音电话，厂内行政调度电话均可通过专用“119”报警系统接通消防控制室的受警电话。该系统将报警电话的号码、位置、报警时间显示出来，同时接受语音报警。电话受警系统还可将语音记录在系统中备查。

紧急警报：生产装置出现火警、可燃气体泄漏等事故时，扩音对讲系统可用于消防应急广播；在无扩音对讲系统的维修车间、综合办公楼、中央化验室等处设置声光警报器，以便发生火情时提示人员疏散。

多线手动控制单元与火灾报警控制器配套使用。多线手动控制单元具有多线控制功能，可直接控制现场设备，可实现对消防水泵、防烟和排烟风机、泡沫灭火系统、自动

喷水灭火系统等设备的直线启停控制。

火灾报警及控制系统应在控制器处做系统接地，系统的接地设备为设备外壳屏蔽接地，系统采用单独接地时接地电阻不大于  $4\ \Omega$ ，采用与联合接地，接地电阻不大于  $1\ \Omega$ 。

消防设施维护管理的要求：为确保消防设施正常运行，管理单位需要对其消防设施的维护管理明确归口管理部门、管理人员以及工作职责，建立消防设施值班、巡查、检测、维修、保养、建档等管理制度。

### （5）电视监控系统

电视监控系统主要用于生产过程的监视、火灾消防监督管理、安全保卫等，工业电视系统控制、存储及显示设备设置在中心控制室内，安防监控部分的控制及显示设置在安防中心内。工业电视监控和安防监控合用系统平台及存储系统，通过权限设置在不同的地点分别进行图像的控制和显示。

采用全数字电视监控系统，前端摄像机采用高清网络摄像机，图像信号通过光缆/网线送至装置机柜间网络交换机，再由网络交换机将图像信号送至中心控制室监控中心。全厂电视监控系统视频图像采用磁盘阵列按 90 天时间集中存储。

可根据工艺及业主要求在各装置控制室/机柜间内设置视频工作站，监控本装置视频图像。

前端摄像机根据环境特点选型（全天候型、防爆型、枪机、球机、是否带红外功能等）。云台护罩应采用一体化结构，材质及防爆防护等级应根据环境特点选型。

中央控制室内设置大屏显示控制系统，初步拟定选用 LCD 拼接屏，具体拼接尺寸在详细设计时确定。

摄像机电源由各控制室/机柜间 UPS 电源集中供给。

电源及接地：电视监控系统的电源由 UPS 电源供给。电源输入为 220VAC，通过系统电源箱为现场摄像机提供工作电源；系统的接地采用联合接地，接地电阻不大于  $1\ \Omega$ 。设置于室外的摄像机应设置浪涌保护器。

### （6）计算机局域网及综合布线系统

#### 1) 计算机局域网

现代企业的办公自动化系统（包括办公、管理、信息服务、业务应用等）以及对区域内的各种数据信息予以接收、存储、处理、交换、传输，并提供决策支持能力等的功能建立在计算机网络的基础上，为了实现企业的办公自动化和信息资源共享，并实现

具有与广域网/互联网（Internet）互联互通能力，本项目拟在全厂设置以综合布线系统为基础的计算机局域网络系统。

## 2) 计算机局域网络系统的结构及功能

计算机局域网络及其辅助系统由网络服务器、网络交换机、配线设备、及计算机终端设备、线缆及信息插座等组成。系统核心设备设置在综合办公楼内。

在各装置控制室/机柜室设置网络机柜，各种网络交换设备、配线架等均放置在网络机柜内。

网络系统结构可分为全厂光纤主干网和各装置的局域网。网络采用 1000base TX 千兆以太技术，布线采用光缆与铜缆混合方式，水平布线全部为六类标准，实现主干千兆，桌面百兆。垂直主干布线为单模光缆，以满足企业办公、语音、视频等大多数宽带业务和基本的可运营、可管理要求，同时提供更加灵活的扩展能力。

网络层次设计为三层结构，即核心层、汇聚层和接入层。核心层和汇聚层设计均采用高性能、高扩展能力的千兆骨干路由交换机，可为网络提供第三层以上的交换能力。接入层设计采用千兆多模光缆上联端口连接网络汇集或网络核心交换设备，可提供 100M 以太接入端口的网络工作站。

厂区内自动化办公以计算机局域网络为基础，采用各类网络服务器和软件来实现，待计算机局域网络建成后，用户可根据管理的需要和自身的特点，配备必要的网络服务器、软件及终端设备。

## 3) 综合布线系统

为满足计算机局域网络的数据通信和语音通信的要求，全厂采用综合布线系统。

系统组成：本项目综合布线系统由工作区子系统、配线子系统、干线子系统及设备间子系统四个子系统构成。

工作区子系统：各个工作区设 2 个或 2 个以上的信息插座，信息插座采用双孔、双 RJ45 模块。

配线子系统：各工作区的信息插座，每个双孔信息插座配 2 条六类 UTP 双绞网络电缆；配线设备采用 24 口模块化配线架，支持六类 UTP 跳线。

干线子系统：由网络中心（综合办公楼内）网络机柜的光纤配线架/语音配线架引至各装置控制室或其它有办公场所的建筑物内的网络设备间的电缆/光缆，分别采用室外 HYA 型市话电缆和室外单模多芯光缆。

设备间子系统：在控制室或其它有办公场所的建筑物内分别设置网络设备间，各种网络交换设备、配线架和光纤转接盒均设置在其中。

布线方式：系统的语音干线采用 HYA 型市话电缆，数据干线采用室外单模多芯光缆，以中央控制室网络机柜为中心采用星形方式敷设至其它有办公场所的建筑物内网络设备间；建筑物内部的水平布线采用六类 UTP 双绞线，以网络设备间为中心采用星形方式敷设至各个工作区的信息插座。

系统供电：网络中心网络机柜内的交换设备均使用 UPS 电源供电，工作电压为 AC220V。其它各个有办公场所的建筑物内网络设备采用就地供电，工作电压为 AC220V。

系统接地：系统采用联合接地，接地电阻不大于  $1\Omega$ 。设备壳体等导线汇集至接地汇流排，再用导线或镀锌扁钢引至接地体。

#### （7）周界防入侵报警系统

本项目周界防入侵报警系统拟采用光纤周界防入侵报警系统。发生报警时监控中心或监控终端处有明显的声光报警，提示监控人员进行处理，同时联动报警区域电视监控系统摄像机进行监控。系统主机设置在安防中心内。

系统前端通过在物理周界上布设传感光缆，辅助以智能视频手段实现协同探测，克服传统探测手段单一、误报率高、安全性差的缺点，同时可联动视频、声光及广播等设备。系统对围界进行全天时动态智能监测，具备很强的环境适应性和智能性，提高全天候、全天时的检测性能，降低虚警、漏警率。

光纤周界防入侵报警系统采用光纤干涉技术，以光纤作为传感器探测振动信号，使用模式识别技术对振动信号的特征进行分析，能够准确分辨出因为入侵行为产生的振动，对各种入侵行为进行探测。系统由传感光缆、报警主机等设备组成。使用时，现场振动信号通过传感光缆传送至报警主机进行处理，再由系统进行特征识别，以判断各防区是否有入侵行为发生。既可以安装于围栏上探测入侵，也可以埋入地下探测人车移动或安装在墙壁上探测攀爬。

#### （8）门禁系统

该系统能控制出入通道的电锁开/关，实行授权安全管理，并实时地将每道门的状态向控制中心报告。系统主机设置在安防中心内。

通过管理电脑预先编程设置，系统能对持卡人的通行卡进行有效性授权（进/出等级设置），设置卡的有效使用时间和范围（允许进入的区域），便于内部统一管理。

系统自动识别进出人员身份，防止外来人员的闯入。

采用非接触读卡识别方式，系统使用者持有效卡才可以在授权的范围内进出。

系统可探测到异常开门情况，具有报警功能。如有人非法（破坏）将门打开，或是“套用”低级别卡试图潜入重要地点，门禁控制器立即将警情传送给控制中心电脑并提示发案地点，同时记录在案。

系统可以与火灾自动报警系统进行互联，当某区域发生火情时，能自动释放该区域的门禁系统。

### 8.1.3.3. 设计中采用的主要规范和标准

电信专业采用的主要标准规范详将表 8.1.3-1。

表 8.1.3-1 电信专业主要标准规范

| 序号 | 标准名称                         | 标准号            |
|----|------------------------------|----------------|
| 1  | 《石油化工电信设计规范》                 | SH/T3153-2021  |
| 2  | 《综合布线系统工程设计规范》               | GB50311-2016   |
| 3  | 《视频安防监控系统工程设计规范》             | GB50395-2015   |
| 4  | 《建筑设计防火规范》                   | GB50016-2014   |
| 5  | 《石油化工企业设计防火规范》               | GB50160-2008   |
| 6  | 《火灾自动报警系统设计规范》               | GB50116-2013   |
| 7  | 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》          | GB50058-2014   |
| 8  | 《入侵报警系统工程设计规范》               | GB50394-2007   |
| 9  | 《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》       | AQ3035-2010    |
| 10 | 《危险化学品重大危险源(罐区)现场安全监控装备设置规范》 | AQ3036-2010    |
| 11 | 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》            | GB50343-2012   |
| 12 | 《工业电视系统工程设计标准》               | GB/T50115-2019 |
| 13 | 《消防联动控制系统》                   | GB16806-2006   |
| 14 | 《安全防范工程技术标准》                 | GB50348-2018   |
| 15 | 《通信管道与通道工程设计标准》              | GB50373-2019   |

### 8.1.3.4. 主要电信设备表

主要电信设备见表 8.1.3-2。

表 8.1.3-2 主要电信设备表

| 序号 | 名 称            | 型号及规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|----------------|-------|----|----|----|
|    | 电视监控系统主设备(含系统管 |       | 套  | 1  |    |

| 序号 | 名 称                          | 型号及规格                            | 单位 | 数量  | 备注 |
|----|------------------------------|----------------------------------|----|-----|----|
|    | 理服务器，流媒体服务器，磁盘阵列等）支持 500 路接入 |                                  |    |     |    |
| 1  | 一体化高清网络摄像机                   | IP65，含一体化云台护罩，安装支架               | 套  | 170 |    |
| 2  | 防爆一体化高清网络摄像机                 | Ex d IIC T4 IP65，含防爆一体化云台护罩，安装支架 | 套  | 110 |    |
| 3  | 1080P 高清网络半球摄像机              | POE 供电                           | 套  | 90  |    |
| 4  | 大屏显示控制系统                     | LCD 55" 3X6 拼接屏                  | 套  | 1   |    |
| 5  | 行调合一电话交换机                    | 1000 门                           | 套  | 1   |    |
| 6  | 网络服务器                        |                                  | 套  | 5   |    |
| 7  | 防火墙                          |                                  | 套  | 2   |    |
| 8  | 核心交换机                        | 24 千兆光口，24 千兆电口                  | 套  | 3   |    |
| 9  | 汇聚交换机                        | 12 千兆光口，12 千兆电口                  | 套  | 5   |    |
| 10 | 用户层交换机                       | 2 千兆光口，24 百兆电口                   | 套  | 25  |    |
| 11 | 火灾报警控制器                      | 4 回路                             | 套  | 3   |    |
| 12 | CRT 图形显示装置                   | 含软件狗                             | 套  | 1   |    |
| 13 | 总线消防电话主机                     |                                  | 套  | 3   |    |
| 14 | 防爆火焰探测器                      | Ex d II CT6，IP66                 | 套  | 30  |    |
| 15 | 扩音对讲系统主机                     | 256 门                            | 套  | 1   |    |
| 16 | 扩音对讲系统主机                     | 96 门                             | 套  | 1   |    |
| 17 | 全天候型扩音对讲站                    | IP66                             | 套  | 50  |    |
| 18 | 全天候型号筒扬声器                    | 15W，IP66                         | 套  | 70  |    |
| 19 | 防爆型扩音对讲站                     | Ex d II CT6，IP66                 | 套  | 100 |    |
| 20 | 防爆型号筒扬声器                     | 15W，Ex d II CT6，IP66             | 套  | 170 |    |
| 21 | 6 载频数字集群无线对讲基站及天馈系统          |                                  | 套  | 1   |    |
| 22 | 防爆数字无线对讲机                    | Ex ia II CT4，IP65                | 套  | 200 |    |
| 23 | 门禁控制主机                       |                                  | 套  | 1   |    |
| 24 | 读卡器                          |                                  | 套  | 30  |    |
| 25 | 车辆道闸                         |                                  | 套  | 4   |    |
| 26 | 人行道闸                         |                                  | 套  | 4   |    |
| 27 | 周界防入侵光纤报警主机                  | 按 6KM                            | 套  | 1   |    |

#### 8.1.4. 供热

##### 8.1.4.1. 研究范围

本项目建设分布式能源站满足各装置所需的蒸汽的供需平衡，供热系统研究范围包含全厂蒸汽系统、燃机系统及燃气锅炉系统。

#### 8.1.4.2. 设计原则

- （1）采用成熟可靠的设备及工艺，确保长周期稳定运行。
- （2）充分依托现有公用工程设施，尽量节约投资。

#### 8.1.4.3. 全厂供热负荷

本项目全厂各装置产汽、用汽情况见表 8.1-8 蒸汽负荷表。

表 8.1-8 全厂蒸汽负荷表

| 装置名称      | 蒸汽压力<br>(MpaG) | 蒸汽温度<br>(°C) | 正常用量<br>(t/h) | 最大用量<br>(t/h) | 其他    |
|-----------|----------------|--------------|---------------|---------------|-------|
| 乙二醇（一期）   | 1              | 194          | 208.00        | 208.00        |       |
|           | 1.7            | 230          | 120.00        | 120.00        |       |
|           | 0.5            | 159          | 18.4          | 18.4          |       |
| 天然气转化（一期） | 4              | 380          | -99.0         | -99.0         | 50 开车 |
|           | 0.5            | 159          | -6.0          | -6.0          |       |
| 损失（一期）    | 0.4            | 152          | 6.93          | 6.93          |       |
| 合计（一期）    | 4              | 380          | -99.0         | -99.0         |       |
|           | 1.7            | 230          | 120.00        | 120.00        |       |
|           | 1              | 194          | 208.00        | 208.00        |       |
|           | 0.5            | 159          | 19.33         | 19.33         |       |

注：表中“-”号表示副产蒸汽或输出。

#### 8.1.4.4. 蒸汽等级的确定

根据蒸汽负荷表和蒸汽平衡表，确定整个园区蒸汽参数分为四个等级：

中压蒸汽 4.0MPa.G、380°C；

次中压蒸汽 1.7MPa.G、208°C；

低压蒸汽 1.0MPa.G、194°C；

低压蒸汽 0.5MPa.G、159°C。

#### 8.1.4.5. 一期全厂蒸汽平衡

分布式能源站燃气轮机发电~2×35MW，余热锅炉产汽 1.7MPaG，208°C 259.9t/h，燃气锅炉正常工况不开，仅供开车蒸汽需求，满足所有工艺装置用汽。

4.0MPaG 管网蒸汽负荷 99t/h，该管网蒸汽为工艺装置副产蒸汽，供深冷分离、背

压汽轮发电机组（发电~6380kw）用汽，天然气造气开车蒸汽需求由燃气锅炉提供。

1.7MPaG 管网蒸汽负荷 120t/h，该管网所用蒸汽由分布式能源站余热锅炉提供，余热锅炉产汽多余蒸汽 139.9t/h 蒸汽经减压供低压蒸汽用户。

1.0MPaG 管网蒸汽负荷 208t/h，经余热锅炉产汽减压而来的 139.9t/h 与背压汽轮发电机组背压排汽 107.7t/h（含减温水）进入低压蒸汽管网；供乙二醇装置用汽。多余 39.6t/h 经减压至 0.5Mpag 供低压用户使用。

0.5MPaG 管网蒸汽负荷 25.3t/h，蒸汽由天然气转化装置副产 6t/h 蒸汽与经 1.0MPaG 蒸汽减压 39.6t/h；供乙二醇装置、深冷分离、除氧器用汽。并且考虑了管网损失。

#### 8.1.4.6. 供热方案和建设规模的确定

##### （1）概述

为满足本工程用汽需求，配套建设分布式能源站一座。

一期项目配套建设：

2×T350 燃机及余热锅炉+1×100t/h、4.1MPaG、380℃燃气锅炉。

本项目在各等级蒸汽管网间设有减温减压器，确保全厂各工艺装置及采暖的用汽需求。同时在各等级蒸汽管网设有安全阀和调节放空阀，确保供汽的安全与稳定。

本项目中的工艺透平凝液和工艺蒸汽凝液分别送脱盐水处理后使用。

根据梯级利用原则，燃机发电装置的下游换热设备（余热锅炉）为全厂提供不低于 259.9t/h 压力等级 1.7MPaG 饱和蒸汽。燃机发电规模和形式根据应用场景的备选方案如下。

表 8.1.4-1 SGT-800 燃机方案

| 序号 | 描述          | 单位  | 数值      |
|----|-------------|-----|---------|
| 1  | 燃机型号        | /   | SGT-800 |
| 2  | 燃机排烟温度      | ℃   | 570     |
| 3  | 燃机排烟量       | t/h | 446     |
| 4  | 燃机燃料流量      | t/h | 9.473   |
| 5  | 余热锅炉补燃天然气消耗 | t/h | 2.732   |
| 6  | 余热锅炉产蒸汽量    | t/h | 134.3   |
| 7  | 余热锅炉排烟温度    | ℃   | 800     |
| 8  | 余热锅炉排烟量     | t/h | 447.3   |

|    |                          |                |       |
|----|--------------------------|----------------|-------|
| 9  | 燃机额定工况功率                 | kW             | 49354 |
| 10 | 燃机和余热锅炉配置数量              | 台套             | 2     |
| 11 | 设备占地（含燃机、GIS、主变压器、燃机控制间） | m <sup>2</sup> | 30x30 |
| 12 | 电效率                      |                | 38.9% |

表 8.1.4-2 Turbines T350 燃机方案

| 序号 | 描述                       | 单位             | 数值    |
|----|--------------------------|----------------|-------|
| 1  | 燃机型号                     | /              | T350  |
| 2  | 燃机排烟温度                   | °C             | 496   |
| 3  | 燃机排烟量                    | t/h            | 358.6 |
| 4  | 燃机燃料流量                   | t/h            | 6.7   |
| 5  | 余热锅炉补燃天然气消耗              | t/h            | 3.6   |
| 6  | 余热锅炉产蒸汽量                 | t/h            | 130   |
| 7  | 余热锅炉排烟温度                 | °C             | 876   |
| 8  | 余热锅炉排烟量                  | t/h            | 362.2 |
| 9  | 燃机额定工况功率                 | kW             | 35085 |
| 10 | 燃机和余热锅炉配置数量              | 台              | 2     |
| 11 | 设备占地（含燃机、GIS、主变压器、燃机控制间） | m <sup>2</sup> | 35x40 |
| 12 | 电效率                      |                | 39.4% |

表 8.1.4-3 H-25 燃机方案

| 序号 | 描述                       | 单位             | 数值    |
|----|--------------------------|----------------|-------|
| 1  | 燃机型号                     | /              | H-25  |
| 2  | 燃机排烟温度                   | °C             | 556   |
| 3  | 燃机排烟量                    | t/h            | 403   |
| 4  | 燃机燃料流量                   | t/h            | 8.03  |
| 5  | 余热锅炉补燃天然气消耗              | t/h            | 2.2   |
| 6  | 余热锅炉产蒸汽量                 | t/h            | 108   |
| 7  | 余热锅炉排烟温度                 | °C             | 780   |
| 8  | 余热锅炉排烟量                  | t/h            | 406   |
| 9  | 燃机额定工况功率                 | kW             | 37555 |
| 10 | 燃机和余热锅炉配置数量              | 台套             | 2     |
| 11 | 设备占地（含燃机、GIS、主变压器、燃机控制间） | m <sup>2</sup> | 32x35 |
| 12 | 电效率                      |                | 35.0% |

表 8.1.4-4 SGT-700 燃机方案

| 序号 | 描述                       | 单位             | 数值      |
|----|--------------------------|----------------|---------|
| 1  | 燃机型号                     | /              | SGT-700 |
| 2  | 燃机排烟温度                   | ℃              | 545     |
| 3  | 燃机排烟量                    | t/h            | 311     |
| 4  | 燃机燃料流量                   | t/h            | 7.22    |
| 5  | 余热锅炉补燃天然气消耗              | t/h            | 1.9     |
| 6  | 余热锅炉产蒸汽量                 | t/h            | 90      |
| 7  | 余热锅炉排烟温度                 | ℃              | 810     |
| 8  | 余热锅炉排烟量                  | t/h            | 315     |
| 9  | 燃机额定工况功率                 | kW             | 29363   |
| 10 | 燃机和余热锅炉配置数量              | 台套             | 2       |
| 11 | 设备占地（含燃机、GIS、主变压器、燃机控制间） | m <sup>2</sup> | 30x30   |
| 12 | 电效率                      |                | 35.6%   |

表 8.1.4-5 燃机发电方案综合比较

| 序号 | 描述                          | 方案 1                                  | 方案 2                | 方案 3                 | 方案 4                 |
|----|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 燃机型号                        | SGT-800                               | T350                | H-25                 | SGT-700              |
| 2  | 燃机数量（台）                     | 2                                     | 2                   | 2                    | 2                    |
| 3  | 燃机总发电量（ISO 工况，kW）           | 2x49354                               | 2x33698             | 2x37555              | 2x29363              |
| 4  | 燃机总天然气用量（ISO 工况，天然气 LHVt/h） | 2x9.47+2x2.73<br>(补燃)                 | 2x6.4+2x2.3<br>(补燃) | 2x8.03+2x2.2<br>(补燃) | 2x7.22+2x1.9<br>(补燃) |
| 5  | 燃机总发电效率（%）                  | 38.9                                  | 39.4                | 35.0                 | 35.6                 |
| 6  | 供热量（1.7MpaG 饱和蒸汽 t/h）       | 134.3                                 | 130                 | 108                  | 90                   |
| 7  | 供热（均能满足下游余热锅炉用热负荷）          | 方案 2 与方案 1 均能满足要求，方案 3 方案 4 均不能满足供热需求 |                     |                      |                      |
| 8  | 占地                          | 4 个方案基本相当                             |                     |                      |                      |
| 9  | 系统复杂程度                      | 4 个方案基本相当                             |                     |                      |                      |
| 10 | 系统效率                        | 方案 2>方案 1>方案 4>方案 3                   |                     |                      |                      |

从热负荷、各厂家的产品系列来分析，方案 1 和方案 2 能满足需求。方案 2 的效率更高，所以本项目选择方案 2。

本工程项目配置 2 套 Turbines T350 燃机轮机组可满足电/热负荷需求。额定供热工

况机组正常运行时，整体效率最高（发电+蒸汽输出量+90°C热水用于制冷）。

## （2）主要系统

### A. 燃机系统

燃烧所需要的空气经过空气过滤器、消音器，进入空气压缩机。压缩后的空气进入燃烧室，空气与天然气混合。天然气燃烧后产生高温、高压烟气，然后进入燃气轮机膨胀做功，带动发电机生产电能。为了平衡燃气轮机发电机在环境气温高时的发电出力，本项目设置溴化锂机组制取 7~12°C 的冷冻水，冷却燃机进口空气，以增加燃机高气温时的出力。多余的冷冻水送下游化工装置的冷冻水系统。

燃气轮发电装置为模块化供货，成套提供辅机及本机仪表控制系统。

燃气轮机配备有燃烧系统、调节系统、润滑油系统、压气机水洗、附属空压站及闭式冷却水系统等。

来自燃料天然气管网的 6.3MPa.G 的燃料天然气经调压后送至燃机界区和余热锅炉补燃系统。补充脱盐水，排放水，排污等公用工程管线均接至燃机界区。

燃机冷却水采用脱盐水，品质符合燃机冷却水质标准。

燃气轮机以天然气为燃料。天然气为清洁燃料，不需要脱硫即可满足环保对烟气中 SO<sub>2</sub> 排放的要求；同样也不需要烟气除尘，即可满足环保对烟尘排放的要求。余热锅炉补燃燃烧器采用低氮燃烧器，可满足环保对氮氧化物排放的要求。

由于采用天然气为燃料，为清洁能源，没有灰渣排放。

### B. 余热锅炉

烟气由燃机出口引至余热锅炉烟气入口。

天然气燃烧后产生高温、高压烟气，进入燃气轮机膨胀做功，带动发电机生产电能后，高温烟气进入余热锅炉回收余热，产生蒸汽和热水，蒸汽进入全厂蒸汽管网，外供化工装置；热水作为溴化锂制冷机组的动力，用于生产 7°C 冷冻水，保证燃机的发电出力及满足下游化工装置的冷冻水需求。最大限度地利用了能源、节省能源。

余热锅炉为单压级、自然循环、带补燃。产生蒸汽供热化工装置。锅炉给水由能源供应及余热利用项目设置的除氧给水系统的给水泵提供。经除氧后的锅炉给水，分别送至余热锅炉的汽包产蒸汽，以满足化工装置的用汽要求。

烟气出口由余热锅炉出口膨胀节和主烟囱组成，为了提供能源利用效率，在余热锅炉的尾部受热面，布置了热水加热盘管，主烟囱将余热锅炉的烟气排放至大气。

经加热的热水采用母管制经泵加压后用于溴化锂冷水机组，制冷机组产冷水 7℃送入冷水母管，一部分用于燃机空气的冷却（环境温度高于 15℃时），多余部分送化工厂使用，冷水回水 12℃返回溴化锂机组循环制冷。

### C. 燃气锅炉

#### (A) 锅炉燃烧系统

1) 锅炉送风：送风系统设有鼓风机。为降低 NO<sub>x</sub> 的排放和降低风机能耗，采取低氮燃烧器和烟气再循环。

2) 烟气排放：来自锅炉尾部烟道烟气再循环后的烟气送入烟囱排放，不设置引风机。

3) 锅炉点火：锅炉采用天然气点火，设有点火程控及保护系统。

#### (B) 锅炉汽水系统

上水：由锅炉给水泵来，经省煤器进入锅筒。

排污：设有定期排污膨胀器及连续排污膨胀器。

加药：设有组合式磷酸盐加药装置，氨水加药装置。

#### (C) 辅助系统

锅炉冷却水系统采用装置循环水冷却，以满足锅炉给水泵、鼓风机、汽水取样冷却器及排污冷却水的冷却要求。

### D. 锅炉除氧给水系统

除氧给水系统设有压力式除氧器，电动给水泵，负责提供余热锅炉和燃气锅炉的锅炉给水。补充脱盐水为二级脱盐水，来自脱盐车站。

一期建设一台 100%出力除氧器满足一期锅炉给水需求，分别设置(2+1)X110%单台余热锅炉蒸发量和(1+1)X120%燃气锅炉蒸发量的锅炉给水泵；

### E. 蒸汽透平发电机

工艺装置副产蒸汽（4.0MPaG，380℃）经过汽轮机的喷嘴，将蒸汽的热能转换成蒸汽高速流动的动能，高速流动的蒸汽经工作叶片时将蒸汽的动能转换成汽轮机旋转的机械能，带动发电机发电。乏汽通过减温供给工艺装置使用。

汽轮机型式为中温中压、单缸、单抽、背压汽轮机，执行标准《特殊用途汽轮机标准》API6.12。

一期汽轮机额定功率 7MW。

汽轮机排汽 1.0MPaG（一期含减温水的蒸汽流量 107.7t/h）。汽轮机背压蒸汽量根据用汽量调整。

汽轮机运转层标高暂定 4.5 米。

汽轮机本体及管道疏水进疏水扩容器。

设计 1 台轴封冷却器，采用常温脱盐车站来的脱盐水冷却。

油站配置：1 台油箱、1 台高压油泵、1 台交流润滑油泵、1 台直流润滑油泵（EPS 供电）、1 套双联润滑油油滤、一级双联液压油油滤、二级双联液压油油滤、润滑油板式冷却器（1 用 1 备）、液压油板式冷却器（1 用 1 备）、2 台排油烟风机（1 用 1 备）。

润滑油系统与润滑油接触的设备、管道、管件、仪表等材质为 CS。

背压设置排汽阀、减温水调节阀、安全阀、止回阀、出口电动阀、压力变送器、温度热电阻。

汽轮机配套 1 台真空滤油机，油箱底部设计 2 个滤油机进油接口，油箱上部设计 2 个滤油机出油接口，配套进、回油软管。

汽轮机配套 1 台事故油箱，供检修和特殊情况回收润滑油。

### （3）主要设备选型

表 8.1.4-6 一期燃气锅炉主要设备表

| 序号       | 设备名称          | 技术规格                                    | 材料  | 数量  | 备 注        |
|----------|---------------|-----------------------------------------|-----|-----|------------|
| 锅炉及其附属设备 |               |                                         |     |     |            |
| 1        | 中压燃气锅炉        | 额定蒸发量：100t/h                            | 组合件 | 1 台 |            |
|          |               | 额定蒸汽出口压力：4.0MPa.G                       |     |     |            |
|          |               | 额定蒸汽出口温度：380℃                           |     |     |            |
| 2        | 附燃烧器          |                                         |     |     |            |
| 3        | 汽水在线分析        |                                         | 组合件 | 1 套 |            |
| 4        | 鼓风机           | Q=~110000m <sup>3</sup> /h, P=~8000Pa   | 组合件 | 1 台 | 带消音器和电动调节门 |
|          | 附电机           | N=560kw                                 |     | 1 台 |            |
| 5        | 烟囱            | H=60m, 出口内径φ=1600mm                     | CS  | 1 座 |            |
| 6        | 烟气在线分析 (CEMS) |                                         | 组合件 | 1 套 |            |
| 7        | 烟气再循环风机       | 8400pa, 25000m <sup>3</sup> /h, N=110kw |     | 1 台 |            |

表 8.1.4-7 一期除氧给水系统主要设备表

| 序号     | 设备名称      | 技术规格                               | 材料    | 数量        |
|--------|-----------|------------------------------------|-------|-----------|
| 除氧给水系统 |           |                                    |       |           |
| 1      | 中压锅炉给水泵   | Q=120m <sup>3</sup> /h, 550m, 104℃ | 组合件   | 2 台, 一开一备 |
|        | 附电机       | N=~315kw                           |       |           |
| 2      | 低压锅炉给水泵   | Q=143m <sup>3</sup> /h, 250m, 104℃ | 组合件   | 3 台, 两开一备 |
|        | 附电机       | N=~280kw                           |       |           |
| 3      | 除氧器       | 400t/h, 0.02MpaG, 104℃             | Q345R | 1 台       |
|        |           | 水箱有效容积 110m <sup>3</sup>           |       |           |
| 4      | 加氨装置      |                                    | 组合件   | 1 套       |
|        | 附氨溶液箱     | V=1m <sup>3</sup>                  | 304SS | 1 台       |
|        | 加药泵       | 40l/h, 2.0MPa, N=0.55kW            | 316SS | 2 台, 一开一备 |
|        | 搅拌器       | N=0.75kW                           | 304SS | 1 台       |
| 5      | DMKO 加药装置 |                                    | 组合件   | 1 套       |
|        | 附溶液箱      | V=1m <sup>3</sup>                  | 304SS | 1 台       |
|        | 加药泵       | 40l/h, 2.0MPa, N=0.55kW            | 316SS | 2 台, 一开一备 |
|        | 搅拌器       | N=0.75kW                           | 304SS | 1 台       |
| 6      | 加磷酸盐装置    |                                    | 组合件   | 1 套       |
|        | 附磷酸盐溶液箱   | V=1m <sup>3</sup>                  | 304SS | 1 台       |
|        | 加药泵       | 60l/h, 7.0MPa, N=0.55kW            | 316SS | 4 台, 三开一备 |
|        | 搅拌器       | N=0.75kW                           | 304SS | 1 台       |

表 8.1.4-8 一期燃气轮机及余热锅炉主要设备表

| 序号 | 设备名称   | 技术规格                    | 材料  | 数量 | 备注       |
|----|--------|-------------------------|-----|----|----------|
| 1  | 燃气轮机   | 型号: T350                | 组合件 | 2  | 燃机厂家供货   |
|    |        | 环境条件:16.9℃,<br>相对湿度:83% |     |    |          |
|    |        | 发电出力: 35085KW           |     |    |          |
| 2  | 发电机    | 功率出力: 35085KW           | 组合件 | 2  | 燃机厂家供货   |
|    |        | 额定电压:10KV               |     |    |          |
|    |        | 转速:3000 转/分             |     |    |          |
|    |        | 功率因子:0.85               |     |    |          |
| 3  | 天然气调压站 | 计量、过滤、调节稳压              | 组合件 | 1  | 含一台膨胀发电机 |
| 4  | 进气装置   |                         | 组合件 | 2  | 燃机厂家供货   |
| 5  | 排气装置   |                         | 组合件 | 2  | 燃机厂家供货   |

| 序号 | 设备名称                | 技术规格                                   | 材料  | 数量 | 备注            |
|----|---------------------|----------------------------------------|-----|----|---------------|
| 6  | 透平控制间               |                                        | 组合件 | 1  | 燃机厂家供货        |
| 7  | 空气处理站               |                                        | 组合件 | 2  | 燃机厂家供货        |
| 8  | CO <sub>2</sub> 消防柜 |                                        | 组合件 | 1  |               |
| 9  | 在线/离线水洗系统           |                                        | 组合件 | 2  | 燃机厂家供货        |
| 10 | 水洗废水收集池             |                                        | 组合件 | 1  |               |
| 12 | 余热锅炉                | 低温低压、自然循环锅炉                            | 组合件 | 2  |               |
|    |                     | 出口蒸汽压力：1.7MPa.G                        |     |    |               |
|    |                     | 出口蒸汽温度：208℃                            |     |    |               |
|    |                     | 出口蒸汽流量：130t/h                          |     |    |               |
| 13 | 在线取样、分析             | 在线取样、分析                                | 组合件 | 2  |               |
|    |                     | 包含蒸汽、给水、凝液                             |     |    |               |
| 14 | 溴化锂机组               | RXZIV(90/70)-337D(33/43)H <sub>2</sub> | 组合件 | 2  | 厂商成套供货        |
|    |                     | 7.8KW                                  |     |    |               |
| 15 | 热水泵                 | 250t/h                                 | 组合件 | 3  | 两开一备          |
|    |                     | 扬程 30m，27kw                            |     |    |               |
| 16 | 冷水泵                 | 520t/h                                 | 组合件 | 3  | 两开一备          |
|    |                     | 扬程 40m，90kw                            |     |    |               |
| 17 | 连排扩容器               | 立式圆筒，5.5m <sup>3</sup>                 | C.S | 1  | 两台余热锅炉与燃气锅炉公用 |
| 18 | 定排扩容器               | 立式圆筒，7.5m <sup>3</sup>                 | C.S | 1  | 两台余热锅炉与燃气锅炉公用 |
| 19 | 烟囱                  | 45m，内径 3m                              |     | 2  | 余热锅炉厂供货       |

表 8.1.4-9 一期蒸汽透平发电机主要设备表

| 序号 | 设备名称     | 技术规格                                                                      | 材料  | 数量 | 备注     |
|----|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----|----|--------|
| 1  | 背式汽轮机    | 额定功率：7MW，<br>主汽压力：4.0MPa.G，<br>主汽门前温度：380℃，<br>排汽压力：1.0MPaG，<br>排汽量：99t/h | 组合件 | 1  |        |
| 2  | 发电机      | 额定功率：7MW，<br>冷却方式：空气冷却                                                    | 组合件 | 1  |        |
| 3  | 空冷器      |                                                                           | 组合件 | 2  |        |
| 4  | 励磁系统     |                                                                           | 组合件 | 1  |        |
| 6  | 主油泵（轴头泵） | 80m <sup>3</sup> /h，出口 1.0MPa.G                                           | 组合件 | 1  | 汽轮机厂配套 |
| 7  | 润滑油泵     | 60m <sup>3</sup> /h，出口 0.56MPa.G                                          | 组合件 | 1  | 汽轮机厂配套 |

|    |        |                                                          |     |   |        |
|----|--------|----------------------------------------------------------|-----|---|--------|
|    | 附电动机   | 380V, 18.5kW                                             |     |   |        |
| 8  | 辅助油泵   | 120m³/h, 出口 0.99MPa.G                                    | 组合件 | 1 | 汽轮机厂配套 |
|    | 附电动机   | 380V, 47kW                                               |     |   |        |
| 9  | 直流事故油泵 | 40m³/h, 出口 0.36MPa.G                                     | 组合件 | 1 | 汽轮机厂配套 |
|    | 附电动机   | DC220V, 13kW                                             |     |   |        |
| 10 | 冷油器    | 板式, 65m²                                                 |     |   | 汽轮机厂配套 |
| 11 | 润滑油过滤器 | 80m³/h, 过滤精度 25µm                                        | 组合件 | 2 | 汽轮机厂配套 |
| 12 | 主油箱    | V=10m³, 常压, 常温                                           | CS  | 1 | 汽轮机厂配套 |
| 13 | 高位油箱   |                                                          | CS  | 1 | 汽轮机厂配套 |
| 14 | 油箱电加热器 |                                                          | 组合件 | 1 | 汽轮机厂配套 |
| 15 | 汽封冷却器  | 冷却面积 20m²,                                               | 组合件 | 1 | 汽轮机厂配套 |
| 16 | 排油烟风机  | 820m³/h, 3500Pa                                          | 组合件 | 2 | 汽轮机厂配套 |
|    | 附电机    | 380V, 2.2kW                                              |     | 2 |        |
| 17 | 盘车装置   | 380V AC, 7.5kW                                           | 组合件 | 1 | 汽轮机厂配套 |
| 18 | 真空滤油机  | 2000l/h, 380V AC, 21.3kW                                 | 组合件 | 1 |        |
| 19 | 排汽减温器  | 进口: 1.0MPaG, 240°C,<br>出口: 1.0MPaG, 190°C,<br>流量: 200t/h | 组合件 | 2 |        |
| 20 | 检修油箱   | V=13m³, 常压, 常温                                           | 组合件 | 1 |        |

#### 8.1.4.7. 主要技术指标

一期:

年供电量:  $6.02 \times 10^8$  度电

年供热量:  $4.67 \times 10^6$  GJ

年运行时数: 8000 小时

年燃气量:  $2.27 \times 10^8$  Nm³(正常负荷计算)

年脱盐水消耗量:  $2.0 \times 10^6$  t

总热效率: 86.3%

烟气排放量: 541000Nm³/h(正常计算, 未含燃气锅炉)

烟气排放量: 639000Nm³/h(含燃气锅炉)

SO<sub>2</sub> 排放量: SO<sub>2</sub> < 35mg/Nm³

NO<sub>x</sub> 排放量: NO<sub>x</sub> < 30mg/Nm³

#### 8.1.4.8. 采用的主要标准规范

(1) 国内标准:

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| TSG G0001-2012  | 《锅炉安全技术监察规程》            |
| TSG R0005-2007  | 简单压力容器安全技术监察规程          |
| TSG R0005-2009  | 固定式压力容器安全技术监察规程         |
| TSG R0005-2011  | 移动式压力容器安全技术监察规程         |
| 国家计委等四部委        | 关于热电联产的若干规定             |
| 国电发[2000]589 号  | 《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》   |
| GB 50049-2011   | 小型火力发电厂设计规范             |
| GB/T9222-2008   | 水管锅炉受压元件强度计算            |
| GB/T 5578-2007  | 固定式发电用汽轮机规范             |
| GB/T 12145-2016 | 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量       |
| GB/T 50109-2006 | 工业用水软化除盐设计规范            |
| GB 13223-2011   | 火力发电厂大气污染物排放标准          |
| GB10184-1988    | 电站锅炉性能试验规程              |
| GB/T50655-2011  | 化工厂蒸汽系统设计规范             |
| GB/T15577-2007  | 粉尘防爆安全规程                |
| GB 50016-2014   | 建筑设计防火规范                |
| DL5027-1993     | 电力设备典型消防规程              |
| DL/T 5068-2006  | 火力发电厂化学设计技术规程           |
| DL/T 5054-2016  | 火力发电厂汽水管设计技术规定          |
| DL/T 5046-2006  | 火力发电厂废水治理设计技术规程         |
| DL/T 5121-2000  | 火力发电厂烟风煤粉管道设计技术规程       |
| DL/T 5142-2012  | 火力发电厂除灰设计规程             |
| DL/T1091-2008   | 火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统技术规程     |
| DL/T5366-2006   | 火力发电厂汽水管应力计算技术规定        |
| DL/T5145-2002   | 火力发电厂制粉系统设计计算技术规定       |
| DL/T 5196-2004  | 火力发电厂烟气脱硫设计技术规程         |
| DL5190.2-2011   | 电力建设施工技术规范 第 2 部分：锅炉机组  |
| DL5190.5-2011   | 电力建设施工技术规范 第 5 部分：管道及系统 |

|                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| DL5190.3-2011   | 电力建设施工技术规范 第 3 部分：汽轮发电机组    |
| HG/T 20591-1997 | 化工蒸汽凝结水系统设计技术规定             |
| HG/T 20552-1994 | 化工企业化学水处理设计计算规定             |
| HG/T 20653-1998 | 化工企业化学水处理设计技术规定             |
| HG/T 20654-1998 | 化工企业化学水处理系统监测与控制设计条件技术规定    |
| HG/T 20655-1998 | 化工企业动力站及汽轮机组热工监测与控制设计条件技术规定 |
| HJ 2001-2010    | 火电厂烟气脱硫工程技术规范—氨法            |
| HJ562-2010      | 火电厂烟气脱硝工程技术规范.选择性催化还原法      |

(2) 国外标准：

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section I, Power Boiler

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, B31.1, Power Piping

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, B31.3, Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping。

API 611 General Purpose Steam Turbines for Refinery Service。

API 612 Special Purpose Steam Turbines for Petroleum, Chemical and Gas Industry Service。

HEI Standards for Steam Surface Condensers。

### 8.1.5. 采暖、通风和空气调节

#### 8.1.5.1. 采暖通风及空气调节说明

为满足生产工艺及人员卫生舒适要求，对各装置中需要维持室内环境参数的建筑物进行采暖通风和空气调节设计。本说明适用于四川正达凯新材料有限公司年产 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目（一期）的采暖、通风与空调工程的可行性研究。

#### (1) 设计采用的标准规范

- 1) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）
- 2) 《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》（SH/T3004-2011）
- 3) 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736-2012）
- 4) 《化工采暖通风与空气调节设计规范》（HG/T20698-2009）
- 5) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 版）

- 6) 《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008）（2018 版）
- 7) 《民用建筑热工设计规范》（GB50176-2016）
- 8) 《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013）
- 9) 《工业建筑节能设计统一标准》（GB51245-2017）
- 10) 《建筑机电工程抗震设计规范》（GB50981-2014）
- 11) 《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2016）
- 12) 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242-2002）

## （2）室外设计参数：

设计地点：四川省达州普光化工园区（宣汉县普光镇杏树村）

采用《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）的气象参数：

|              |               |
|--------------|---------------|
| 冬季采暖温度       | 3.5℃          |
| 冬季通风温度       | 6.2℃          |
| 冬季空调温度       | 2.1℃          |
| 夏季通风温度       | 31.8℃         |
| 夏季空调温度       | 35.4℃         |
| 夏季空调湿球温度     | 27.1℃         |
| 冬季空调室外计算相对湿度 | 82%           |
| 夏季通风室外计算相对湿度 | 59%           |
| 冬季室外平均风速     | 1.0m/s        |
| 夏季室外平均风速     | 1.4m/s        |
| 冬季最多风向及频率    | C 45%，ENE 25% |
| 夏季最多风向及频率    | C 31%，ENE 27% |
| 冬季平均大气压力     | 985 hPa       |
| 夏季平均大气压力     | 967.5 hPa     |
| 极端最低温度       | -4.5℃         |
| 极端最高温度       | 41.2℃         |

## （3）室内设计参数

表 8.1-9 暖通室内设计参数

| 序号 | 房间名称                         | 冬季   |       | 夏季   |       |
|----|------------------------------|------|-------|------|-------|
|    |                              | 温度℃  | 相对湿度% | 温度℃  | 相对湿度% |
| 1  | 常规仪表控制室、操作室、办公室、值班室、休息室、交接班室 | 20   | NC    | ≤28  | NC    |
| 2  | 分析室、化验室、更衣室                  | 20   | NC    | ≤28  | NC    |
| 3  | 走廊、楼梯间、厕所                    | 16   | NC    | NC   | NC    |
| 4  | 仪修间、电修间                      | 16   | NC    | ≤28  | NC    |
| 5  | UPS 间（无恒温恒湿要求）               | NC   | NC    | ≤30  | NC    |
| 6  | 配电室、变频器室                     | NC   | NC    | ≤35  | <70   |
| 7  | 电缆夹层                         | NC   | NC    | ≤38  | NC    |
| 8  | 空调机房、通风机房                    | NC   | NC    | ≤40  | NC    |
| 9  | 操作间、机柜间、工程师站、UPS 间（有恒温恒湿要求）  | 20±2 | 50±10 | 26±2 | 50±10 |

注：表中 NC 即不控制。

#### 8.1.5.2. 设计范围

本设计包括项目中合成气制备装置、乙二醇装置、空分空压装置、公用工程及辅助设施、储运设施的采暖、通风及空调系统的设计，各建筑物（房间）的设计内容详见下表。

表 8.1-10 各建筑物暖通设计内容

| 序号         | 建筑物（房间）名称     | 设计内容 |    |    |
|------------|---------------|------|----|----|
|            |               | 供暖   | 通风 | 空调 |
| 合成气制备装置（一） |               |      |    |    |
| 1          | 合成气装置机柜间      |      | √  | √  |
| 2          | 合成气装置变电所      |      | √  | √  |
| 乙二醇装置（一）   |               |      |    |    |
| 1          | 现场机柜间         |      | √  | √  |
| 2          | 装置变电所         |      | √  | √  |
| 分布式能源站（一）  |               |      |    |    |
| 1          | 分布式能源站机柜间     |      | √  | √  |
| 2          | 分布式能源站变电所     |      | √  | √  |
| 公用工程       |               |      |    |    |
| 1          | 脱盐水处理及回用水站（一） |      | √  | √  |
| 2          | 综合泵房          |      | √  |    |
| 3          | 110KV GIS     |      | √  |    |

|      |              |  |   |   |
|------|--------------|--|---|---|
| 4    | 35KV 变电所     |  | √ | √ |
| 5    | 公用工程变配电所     |  | √ | √ |
| 6    | 脱盐水处理站现场机柜间  |  | √ | √ |
| 7    | 污水处理站现场机柜间   |  | √ | √ |
| 8    | 原料及成品罐区现场机柜间 |  | √ | √ |
| 9    | 汽车装卸站现场控制室   |  | √ | √ |
| 10   | 污水处理变配电室（一）  |  | √ | √ |
| 11   | 污水处理控制室（一）   |  |   | √ |
| 12   | 臭氧制备及气化间（一）  |  | √ |   |
| 13   | 加药间（一）       |  | √ |   |
| 14   | 废气处理间（一）     |  | √ |   |
| 15   | 提升泵房 1（一）    |  | √ |   |
| 16   | 提升泵房 2（一）    |  | √ |   |
| 17   | 污泥厂房（一）      |  | √ |   |
| 辅助设施 |              |  |   |   |
| 1    | 中央控制室        |  | √ | √ |
| 2    | 中心化验室        |  | √ | √ |
| 3    | 化学品库         |  | √ | √ |
| 4    | 危废暂存库        |  | √ |   |
| 5    | 维修车间         |  | √ | √ |
| 6    | 门卫           |  |   | √ |
| 7    | 次门卫          |  |   | √ |

### （1）采暖

本工程不属于集中采暖地区，冬季不设置集中采暖系统。

### （2）通风

凡工艺要求排毒、排除余热及余湿的生产厂房，应首先采用局部排风，当局部排风达不到要求时，可辅以全面排风或采用全面排风。设计局部排风或全面排风时，应首先采用自然通风，当自然通风达不到要求时，可辅以机械通风或采用机械通风，自然补风。

凡可能突然产生大量有害气体或爆炸危险性气体的生产厂房应设置事故通风，事故通风的换气次数不小于 12 次/h。事故通风机宜与浓度检测、报警装置连锁。

事故通风机电气开关应分别设置在室内和室外便于操作的地方，其供电负荷等级应与工艺等级相同。

变电所通风：高压配电室、低压配电室、变频器室、发电机室、柴油间设计了机械通风，通风换气次数及排风量按电气专业提供的设备发热量计算确定。通风房间室内温度：夏季 $\leq 35^{\circ}\text{C}$ 。通风排热量不足的房间，设计了分体空调为房间辅助降温，同时兼顾冬季供暖。对产生有害物的定点操作岗位（如中心化验楼的通风柜等）设置局部机械排风系统，消除有害气体对室内的污染。中心化验楼由于通风柜较多，为满足化验人员安全、保证通风柜面风速，中心化验楼的通风采用文丘里阀和变频调速风机的变风量系统。通风柜排风系统采用玻璃钢防腐风道及防腐离心通风机。

设置在爆炸危险区内的通风、空调设备采用防爆型。其防爆等级按照电气设备选型要求。

排除有腐蚀性气体或湿空气的通风设备采用玻璃钢材质的离心风机、轴流风机或斜流风机；同时有防爆要求的，采用阻燃型玻璃钢材质的离心风机、轴流风机或斜流风机，其电机采用防爆型。

排除、输送有燃烧或爆炸危险混合物的通风设备、管道均应采取防静电接地措施。

所有排风系统排出的气体，就地排放不能满足国家有关卫生及环保要求时，应高空排放，当高空排放仍不能满足要求时，应采取有效净化措施。

根据国家现行建筑防火规范的要求，在保证人员疏散需要设置排烟的场所优先采用自然排烟，当自然排烟不能满足要求时按规范要求采用机械排烟系统，风机采用消防排烟风机。

### （3）空气调节

下列厂房和房间，当采用通风达不到对室内温度、相对湿度要求时，应设置空气调节：

- 1）有人员集中存在，周围环境恶劣而不允许经常开启门、窗的房间；
- 2）使用要求较高的房间，如计算机房、仪表控制室、机柜室、通信设备和精密仪器室等；
- 3）工艺生产过程对室内温湿度有特殊要求的生产厂房；
- 4）用户提出较高舒适性标准的房间。

主控楼 DCS 控制室、仪表机柜室空调设备采用单元风冷恒温恒湿柜式空调机，保证室内设计温度、湿度，并维持室内微正压。新风净化设备采用化学过滤机组。用于 DCS 控制室和仪表机柜室的空调设备应考虑 50~100% 的备用率，以确保在任何情况下

空调系统能正常运行。生产装置和辅助设施的常规仪表控制室、配电室、电容器室、变频器室等设普通分体风冷单冷电热型空调机，无备用。中心化验楼内工艺有恒温恒湿要求的化验室设置工艺性恒温恒湿空调系统，其他分析化验室等房间设全新风工艺性空调系统。空调设备采用全新风组合式空气处理机，为满足化验工艺排风的要求以及保证化验室相对负压，全新风空调送风系统也采用变风量系统。同时，中心化验楼设置变制冷剂流量空调系统，以补偿房间围护结构的冷热负荷。厂前区建筑物和公用工程及辅助设施的办公室，会议室，操作室，值班室等均设普通分体风冷单冷空调机或变制冷剂流量空调系统，无备用。在爆炸危险区域内的采用防爆型空调机。

所有用于无腐蚀环境的通风、集中空调的送排风管线的材质为镀锌薄钢板；用于腐蚀性环境中的风管采用有机玻璃钢。需要保温或保冷的风管及水管的保温保冷材质为带铝箔离心玻璃棉板，室外空调风管保护层采用镀锌钢板或者铝皮。

#### （4）环保、隔声、减振、消声

通风与空调系统均应考虑设置隔声、减振、消声措施。本设计中采用的设备、材料及设计方案均考虑了环保要求，空调机组冷媒采用环保冷媒，R407C，R410A 等。空调机，通风机等设备均采用低噪音型，且考虑减震装置。管道内流速均控制在满足环保要求的范围内。

#### （5）节能

1）空气调节、通风设备应在满足工艺生产要求的前提下，尽量考虑节能，能效比满足相关节能标准要求。

2）在保证质量可靠、经济合理的前提下，尽量采用新设备、新材料。

3）实验室采用变风量系统，部分办公区域采用变制冷剂流量空调系统。

4）空调器、风机等采用低噪声环保型，并尽量考虑在高效率点工作，所选风机的单位风量耗功率满足相关节能标准要求。

5）热泵机组、水泵等能耗大的设备规格配置既满足设计符合要求，又能在部分负荷时节能运行，热泵机组的能效比满足相关节能标准要求。

6）保温材料采用导热系数较小的材质。

#### （6）消防

丙类厂房中建筑面积大于 300m<sup>2</sup> 的地上房间及建筑面积大于 5000m<sup>2</sup> 的丁类厂房、占地面积大于 1000m<sup>2</sup> 的丙类仓库、公共建筑中长度大于 20m 的内走道、或其它建筑中

地上长度大于 40m 的疏散走道等设置自然或机械排烟设施。

本设计中采用的所有的材料均为不燃型或阻燃型。管道穿过隔墙处均采用防火堵料填充。送、回、排风总管穿过机房的隔墙和楼板处，均设防火阀。

## 8.2. 辅助设施

### 8.2.1. 维修

#### 8.2.1.1. 研究范围和原则

##### （1）研究范围

项目维修种类、维修设备及厂房布置。

##### （2）研究原则

- 1) 满足本项目正常运行：包括所有工艺装置及辅助设施等在内的设备、管道的小修及日常维护检查工作；紧急事故的抢修排除、旧件修复；进行技术安全措施与技术改造项目的部分制作；施工安装工作。
- 2) 结合周边工业水平，尽量依托社会力量，减小维修规模，节省相关的设备、厂房、人员费用。充分考虑工程所在地区现有机械制造力量，及社会化协作。参与大、中修及备品备件的供应衔接。工厂的大、中修理，技术改造及备品备件的供应等，均由工厂统一外协解决。
- 3) 充分考虑业主要求。

#### 8.2.1.2. 维修能力的确定

维修车间按小修规模考虑。

维修车间由机械、电气、仪表维修工班、生产技术办公室、备品、工具间等组成。

机械维修工班下设：机加工组、管工钳工组、铆焊及起重组等组成。

机、电、仪三修共用一栋厂房。可以相互交叉使用，充分发挥厂房功能。

加工厂房按机械加工、钳工管工、铆焊工等划分。机、电、仪各工班共同使用，以便更合理发挥设施功效。

机、电、仪三修各工班相互协作。机具、机床等共同使用，统一调配。提高利用率，避免重复设置。

生产车间的工艺操作人员也兼顾对设备的日常巡回保养等工作。贯彻减少定员，一专多能。参加并负责衔接大、中修理及备件计划等。

#### 8.2.1.3. 主要设备选型

表 8.2-1 主要设备一览表

| 序号 | 设备名称         | 技术规格                                                                           | 数量 | 备注 |
|----|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 1  | 电动单梁桥式起重机    | 起重量 Q=10t, 跨度 Lk=19.5, 起升高度 H=9m; 功率 P=17.6kW                                  | 2  |    |
| 2  | 卧式铣床         | 台面 900×250mm; 洗刀: Φ22mm; P=5.5 kW, 380V 3P 50HZ                                | 1  |    |
| 3  | 车床           | Φ630×1500mm; P=11kW, 380V 3P 50HZ                                              | 1  |    |
| 4  | 车床           | Φ400×1500 mm; P=7.5kW, 380V 3P 50HZ                                            | 1  |    |
| 5  | 划线平台         | 1500×1000 mm                                                                   | 1  |    |
| 6  | 钳工工作台        | 2000×1500 mm; 钳工工作台配台式虎钳                                                       | 2  |    |
| 7  | 卧式弓锯床        | 最大锯料直径: 250 mm; P=3.5kW, 380V 3P 50HZ                                          | 1  |    |
| 8  | 摇臂钻          | 钻孔最大直径 50mm; P=~7.5kW, 380V 3P 50HZ                                            | 1  |    |
| 9  | 钻铣床          | 钻孔最大直径 50mm; P=~3kW, 380V 3P 50HZ                                              | 1  |    |
| 10 | 电动液压弯管机      | Φ20~Φ80                                                                        | 1  |    |
| 11 | 管道坡口机        | 管径 DN≤200mm; 壁厚≤15mm; P=~1.4kW, 380V, 3P 50HZ                                  | 1  |    |
| 12 | 等离子切割机       | 最大切割厚度δ=25mm; 剪板宽度 B=2500mm; 额定输入容量:9.3KVA, 380V, 3P 50HZ                      | 1  |    |
| 13 | 砂轮机          | 砂轮尺寸 250mm×25mm×32mm, 转速 2850rpm; P=0.75kW 380V, 3P 50HZ                       | 1  |    |
| 14 | 交直流两用手工极氩弧焊机 | 额定电流 315A, 输入容量: 25KVA; 输入电压: 单相 380V 50Hz; 电流调节范围: 20~315 (氩弧焊); 30~315 (手工焊) | 2  |    |
| 15 | 晶闸管整流弧焊机     | 输入: 3P-380V 50Hz, 输入容量 24 KVA; 电流调节范围: 40~400A, 额定电流: 400A                     | 2  |    |
| 16 | 晶闸管整流弧焊机     | 输入: 3P-380V 50Hz, 输入容量 48 KVA; 电流调节范围: 60~630A, 额定电流: 630A                     | 2  |    |
| 17 | 交流弧焊机        | 输入: 1P-380V 50Hz, 输入容量 23.4 KVA; 电调节范围: 40/22~400/36A, 额定电流: 300A              | 2  |    |
| 18 | 钢货架          | 形式: 轻型搁板式货架 2100×600×2400mm; 层载重:300kg 层数:5 层; 带侧封板和背封板                        | 2  |    |
| 19 | 焊条烘干箱        | 外形尺寸: 400×750×780 mm; P=1.8kW, 380V 3P 50HZ                                    | 1  |    |
| 20 | 油压千斤顶        | 起重量: 5000kg, 起重高度: 160 mm                                                      | 1  |    |
| 21 | 油压千斤顶        | 起重量: 20t, 起重高度: 180 mm                                                         | 1  |    |
| 22 | 双胶轮手推车       | Q=250kg                                                                        | 2  |    |
| 23 | 手动液压搬运车      | Q=2000kg                                                                       | 2  |    |
| 24 | 电动平衡重叉车      | 起重量 Q=3t                                                                       | 1  |    |
| 25 | 卷板机          | 最大卷板厚度δ=12mm; 剪板宽度 B=2500mm; P=~ (7.5+4) kW, 380V, 3P 50HZ                     | 1  |    |
| 26 | 剪板机          | 剪板厚度δ=12mm; 剪板宽度 B=2500mm; P=~37kW, 380V, 3P 50HZ                              | 1  |    |

#### 8.2.1.4. 主要工程量

维修厂房占地面积  $54 \times 23 = 1242\text{m}^2$ ，双跨结构。

#### 8.2.1.5. 设计中采用的主要标准及规范

| 序号 | 标准号       | 标准名称         | 备注 |
|----|-----------|--------------|----|
| 1  | HG/T20518 | 化工粉体工程设计通用规范 |    |
| 2  | SH/T3165  | 石油化工粉体工程设计规范 |    |

以上标准按最新年号。

### 8.2.2. 全厂性仓库

#### 8.2.2.1. 研究范围和原则

（1）研究范围：

- 1) 考虑小修配套储放的备品备件库，包括金属材料、仪表设备器材和电气设备器材的储存。
- 2) 化学品储存。
- 3) 危险固废暂存。

（2）研究原则：

- 1) 满足本项目正常运行：保证工厂的所有设备、管道、仪电设施等，负责日常巡视保养、维护、小修任务。
- 2) 依据物资供应渠道，为提高资金周转，加强科学管理，正确规定储存周期。
- 3) 严格执行国家、地方及部门的法律、法规、行政命令。
- 4) 充分考虑业主的要求。

#### 8.2.2.2. 设计规模

配套项目维修规模，备品备件库按小修考虑。

化学品库、危险固废暂存库的储量按 7~14 天考虑，原则最长不超过 30 天储量。

#### 8.2.2.3. 设计方案

备品备件库的储存方式根据物资的不同特性，分别堆放在地面上或货架上。凡是不能露天堆放的物资必须进库存储。

| 序号 | 物品分类 | 堆放物品                           | 堆放方式                  | 备注 |
|----|------|--------------------------------|-----------------------|----|
| 1  | 金属材料 | 各种管道、管件<br>各种阀门、零部件<br>绝热薄金属板材 | 桶或袋用托盘码放<br>堆码在地上或货架上 |    |

|   |               |                                                                                  |          |  |
|---|---------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
|   |               | 管架材料<br>标准件、通用件<br>各种金属制品<br>各种焊接材料、擦料<br>标准金属材料<br>型钢、钢板、轴承和轴类<br>轻工五金杂品        |          |  |
| 2 | 备品备件          | 国外备件<br>国内工矿配件备件<br>铸铁设备备品配件<br>化工容器备品配件<br>其他                                   | 堆放地上或货架上 |  |
| 3 | 电气、仪表<br>设备器材 | 国内外精密仪表设备<br>仪表器材<br>国内外仪表设备<br>仪表辅助材料<br>电气辅助材料<br>电气设备<br>电气器材<br>安装辅助材料<br>其它 | 堆放地上或货架上 |  |

化学品库、危险固废暂存库的化学品、危险固废必须包装完整。少量小剂量的液体化学品放置在货架上。根据化学品、危险固废的不同性质，分仓间、分堆存放，并设置相应的建筑、暖通、电气、消防、给排水措施。

#### 8.2.2.4. 主要工程量

##### （1）主要设备一览表

表 8.2-2 全厂性仓库主要设备

| 名称  | 规格                   | 型号        | 数量 |
|-----|----------------------|-----------|----|
| 起重机 | Q=10t S=22.5 起升高度 9m | LD10-22.5 | 2  |

##### （2）布置

###### 1) 备品备件库

根据贮存物品种类不同分区堆放。

占地  $72 \times 48 = 3456 \text{m}^2$ ,

单层，净高 8m，轻型钢结构——门式刚架结构

###### 2) 化学品库

根据贮存物品种类不同分区堆放。

占地:  $48 \times 24 = 1152 \text{m}^2$

单层，净高 4.5m，混凝土框架结构

### 3) 危废品库

根据贮存物品种类不同分区堆放。

占地：24×12=288m<sup>2</sup>

单层，净高 4.5m，混凝土框架结构

#### 8.2.2.5. 设计中采用的主要标准及规范

表 8.2-3 仓库设计采用的主要标准规范

| 序号 | 标准号          | 标准名称                      | 备注 |
|----|--------------|---------------------------|----|
| 1  | HG/T20518    | 化工粉体工程设计通用规范              |    |
| 2  | HGT20568     | 化工粉体特料堆场及仓库设计规范           |    |
| 3  | SH/T3165     | 石油化工粉体工程设计规范              |    |
| 4  | GB50475      | 石油化工全厂性仓库及堆场设计规范          |    |
| 5  | GB12463      | 危险货物运输包装通用技术条件            |    |
| 6  | GB13690      | 化学品分类和危险性公示 通则            |    |
| 7  | GB15603      | 常用化学危险品储存通则               |    |
| 8  | GB17914      | 易燃易爆性商品储存养护技术条件           |    |
| 9  | GB17915      | 腐蚀性商品储存养护技术条件             |    |
| 10 | GB17916      | 毒害性商品储存养护技术条件             |    |
| 11 | GB18218      | 危险化学品重大危险源辨识              |    |
| 12 | GB20581      | 化学品分类、警示标签和警示性说明安全规范 易燃液体 |    |
| 13 | GB26446      | 危险货物运输 排除物质爆炸性的试验方法和判据    |    |
| 14 | GB6944       | 危险货物分类和品名编号               |    |
| 15 | GBT16483     | 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序        |    |
| 16 | GBT17519     | 化学品安全技术说明书编写指南            |    |
| 17 | GBT21578     | 危险品克南试验方法                 |    |
| 18 | JTT617.1     | 危险货物道路运输规则第 1 部分 通则       |    |
| 19 | JTT617.2     | 危险货物道路运输规则第 2 部分          |    |
| 20 | SH 3047      | 石油化工职业安全卫生设计规范            |    |
| 21 | 国务院令 第 591 号 | 危险化学品安全管理条例               |    |

以上标准按最新年号。

### 8.2.3. 中心化验室

#### 8.2.3.1. 中心化验室的作用与任务

本项目新建一个中心化验室。

中心化验室负责一期的合成气制备装置、乙二醇装置、空分装置以及公用工程：脱盐水站及回用水站、工艺循环水站、污水处理站等生产中各项控制指标的检测和分析；同时负责对本项目所需的原料、辅料、成品、副产物的质量分析。

本项目中心化验室的建筑部分，一次建设到位。

#### 规模与技术方案

中心化验室为二层建筑，建筑使用面积约 1500m<sup>2</sup>。主要由化学分析室、仪器分析室、色谱分析室、产品分析室、水质分析室、标液配制室、油品分析室、天平室、加热室、药品室、留样室和值班室等组成。

中心化验室外设置钢瓶间。气相色谱仪、原子吸收光谱仪等仪器所需的气体如氮气、氢气、空气等由钢瓶间的气体钢瓶提供。吹扫用的仪表空气、氮气由现场引入所需化验房间。

#### 8.2.3.2. 主要仪器选择

分析仪器设备选型原则为性能先进可靠、实用方便。本装置的分析测试主要采用仪器测定法，当国内仪器的技术性能不能满足分析测试要求时，分析仪器选用国外产品。通用的辅助仪器及实验室基础设备选用国内产品。

表 8.2-4 分析化验主要设备一览表

| 序号 | 仪器设备名称       | 单位 | 数量 |
|----|--------------|----|----|
| 一期 |              |    |    |
| 1  | 气相色谱仪        | 台  | 25 |
| 2  | 总硫分析仪        | 台  | 1  |
| 3  | 原子吸收光谱仪(石墨炉) | 台  | 2  |
| 4  | 紫外/可见分光光度计   | 台  | 1  |
| 5  | 可见分光光度计      | 台  | 1  |
| 6  | 离子色谱         | 台  | 1  |
| 7  | 数字式密度计       | 台  | 1  |
| 8  | 馏程测定仪        | 台  | 1  |
| 9  | 色度计          | 台  | 1  |
| 10 | TOC 分析仪      | 台  | 1  |
| 11 | 烟气分析仪        | 台  | 2  |
| 12 | 全自动电位滴定仪     | 台  | 3  |

| 序号 | 仪器设备名称        | 单位 | 数量 |
|----|---------------|----|----|
| 13 | K-F 水分仪       | 台  | 1  |
| 14 | 分析天平 0.01mg   | 台  | 1  |
| 15 | 分析天平 0.1mg    | 台  | 4  |
| 16 | PH 计          | 台  | 4  |
| 17 | 电导率仪          | 台  | 4  |
| 18 | 溶氧仪           | 台  | 1  |
| 19 | COD 消解器       | 台  | 1  |
| 20 | BOD 测定仪       | 台  | 1  |
| 21 | 生化恒温箱         | 台  | 1  |
| 22 | 钠离子浓度计        | 台  | 2  |
| 23 | 红外油测定仪        | 台  | 1  |
| 24 | 浊度计           | 台  | 1  |
| 25 | 石油产品运动粘度自动测定仪 | 台  | 1  |
| 26 | 石油机械杂质测定仪     | 台  | 1  |
| 27 | 液相锈蚀测定仪       | 台  | 1  |
| 28 | 开口闪点和燃点自动测定仪  | 台  | 1  |
| 29 | 石油产品微量水分测定仪   | 台  | 1  |
| 30 | 电热鼓风干燥箱       | 台  | 4  |
| 31 | 马弗炉           | 台  | 2  |
| 32 | 电热恒温水浴锅       | 台  | 4  |
| 33 | 超纯水机          | 台  | 1  |

## 8.2.4. 火炬

### 8.2.4.1. 火炬的设计原则及排放量确定

#### （1）火炬设计原则

火炬系统用于确保能够及时、安全、可靠地燃烧处理四川正达凯新材料有限公司 120 万吨 MEG 联产 10 万吨电子级 DMC 新材料项目（一期）在开、停车，正常与事故工况下产生的放空气。要求火炬能耗（燃料气、蒸汽、电或水）最低，燃烧产物对周围环境的影响符合相关规定，产生的光、热辐射、噪声等均可满足环保要求。

在任何工况下，保证火炬界区内设备本身安全的同时，不影响上游装置设备的安全运行。火炬不发生脱火、回火、憋压、喘震、火雨等现象。火炬气燃烧排放过程中产生的背压不影响工艺装置正常排放。火炬系统设计严格执行相关标准、规范；采用先进、

成熟、可靠的技术。

## （2）火炬处理能力的确定

装置排放条件应包括下列工况：

- A) 工艺装置开工、停工；
- B) 火灾事故；
- C) 停水、停电及蒸汽、仪表空气供应中断等公用工程事故；
- D) 其它事故。

火炬系统的最大处理能力应按同一事故工况下，排放至火炬系统的不同工序的最大单点排量之和考虑。

表 8.2-5 装置初步排放参数

| 事故排放气一览表   |                |              |                             |                 |
|------------|----------------|--------------|-----------------------------|-----------------|
| 排放工况       | 排放压力<br>(KPag) | 排放温度<br>(°C) | 排放气主要组分                     | 最大排放量<br>(kg/h) |
| 合成气制备事故工况  | 150(MAX)       | 275          | CO <sub>2</sub> 10.17%      | 337876.5        |
|            |                |              | CO 18.42%                   |                 |
|            |                |              | H <sub>2</sub> 36.7%        |                 |
|            |                |              | N <sub>2</sub> 0.21%        |                 |
|            |                |              | CH <sub>4</sub> 0.43%       |                 |
|            |                |              | H <sub>2</sub> O 34.02%     |                 |
|            |                |              | AR 0.05%                    |                 |
| 加氢工序事故工况   | 150(MAX)       | 170          | H <sub>2</sub> 95~99%       | 116532          |
|            |                |              | N <sub>2</sub> ~0.8%        |                 |
|            |                |              | CO ~0.28%                   |                 |
|            |                |              | 醇类 ~1.2%                    |                 |
|            |                |              | CH <sub>4</sub> ~0.45%      |                 |
|            |                |              | 其他 0~1%                     |                 |
| 加氢精馏工序事故工况 | 150(MAX)       | 120~180      | CH <sub>3</sub> OH+共沸物 100% | 322354          |
| 酯化精馏工序事故工况 | 150(MAX)       | 96           | CH <sub>3</sub> OH+共沸物 100% | 221351          |

### 8.2.4.2. 火炬系统的设计方案

#### （1）火炬系统初步设计方案

排放气进入火炬界区。在界区内通过水平管线进入分液罐。火炬气体在卧式分液罐

内分离出直径大于  $600\ \mu\text{m}$  的液滴。分液罐的出口接入水封罐。火炬气冲破水封后进入火炬竖筒。火炬气通过火炬竖筒进入火炬上端的分子密封器。然后通过分子封排入火炬燃烧器进行放空燃烧。

火炬燃烧器设置独立的 5 支常明灯，每只常明灯设置一个配套的铠装热电偶。用于检测常明灯的燃烧状态。每只常明灯设置有单独的引火筒及高空点火装置，用于保证常明灯安全可靠的点燃。同时，每只常明灯燃料气出口还配置有地面爆燃点火的火焰出口引射管。

火炬拟采用蒸汽消烟火炬头，消烟蒸汽量远程调节。蒸汽既可以为排放气燃烧提供所需要的氧气，又能有效解决含碳量高的排放气燃烧生产黑烟的问题。

火炬系统设置分子封连续补氮系统以及事故紧急充氮系统。当火炬气排放压力低于设定压力时，开启事故紧急充氮阀，对火炬进行大量氮气吹扫防止筒体内产生负压。

## （2）建筑面积和占地面积

火炬系统界区面积约为  $60\times 60$  米，界区内除塔架和设备基础外无其它建筑物。

### 8.2.4.3. 火炬系统采用的标准

#### （1）火炬系统工艺设计

**API-RP521** Guide for Pressure-Relieving and Depressuring

**API 537** Flare details for general refinery and petrochemical

《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》SH 3009-2013

《石油化工企业设计防火规范》GB 50160-2008(2018 版)

《石油化工企业排气筒和火炬塔架设计规范》SH/T 3029—2014

#### （2）设备设计、制造及验收按照

《钢制焊接常压容器》JB/T 4735.1-2009

《压力容器》GB 150-2011

《石油化工企业排气筒和火炬塔架设计规范》SH/T 3029-2014

《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012

#### （3）采用其它标准和规范

《石油化工设备和管道涂料防腐技术规范》SH/T 3022-2011

《石油化工设备和管道隔热技术规范》SH/T 3010-2013

《钢制管法兰、垫片、紧固件》HG/T 20592-2017

《工业金属管道设计规范(2008 年版)》GB50316-2000(2008)

《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TSG D0001-2017

《石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》SH3501-2015

《爆炸和火灾环境电力装置设计规范》GB50058-2014

《石油化工自动化仪表选型设计规范》SH/T 3005-2016

## 9. 厂外工程

本项目厂外供排水、供电及电信等均依托园区相关设施。

## 10. 节能、节水

### 10.1. 节能

#### 10.1.1. 概述

节能降耗是化学工业提高经济效益的重要措施，尤其是包括原材料消耗在内的能耗，更是衡量同类装置的技术先进性、资源和能源的综合利用水平、管理水平高低、甚至可以间接反映环境保护水平的重要指标。本项目认真贯彻执行国家对新建项目的节能要求，采用先进技术，合理利用能源，以最小的能源消耗取得最大的经济效益。

#### 10.1.2. 能耗测算的方法及能耗折算标准

- （1）《乙二醇单位产品能源消耗限额》GB32048-2015
- （2）《工业用乙二醇》GB/T 4649-2008
- （3）《单位产品能源消耗限额编制通则》GB/T 12723-2013
- （4）综合能耗计算通则 GB2589-2008

#### 10.1.3. 项目用能概况

本项目工艺装置包括空分空压、合成气制备及提纯、乙二醇合成及分离等，本项目属典型化工项目，工艺过程是一个能量转移的过程，整个生产过程中均伴随着能量的转化和交叉利用，原料、产品、中间产品及公用工程均涉及能量利用。先进的工艺技术选择，合理的公用工程方案是提高项目用能水平的关键，同时在设备、布置、总图等的设计中也应遵循经济合理、降低能耗的基本原则。

#### 10.1.4. 主产品能耗指标分析

本项目的产品为乙二醇，本能耗计算和分析的对象为乙二醇，乙二醇产品综合能耗计算见表 10.1-1。

表 10.1-1 乙二醇综合能耗计算表

| 序号 | 能耗项目    | 单位   | 消耗定额   | 折标煤系数  | 折标煤量<br>(kgce) | 备注 |
|----|---------|------|--------|--------|----------------|----|
| 1  | 电       | kW·h | 473.63 | 0.1229 | 58.21          |    |
| 2  | 蒸汽      |      |        |        |                |    |
|    | 1.7MPaG | kg   | 1600   | 0.1214 | 194.24         |    |
|    | 1.0MPaG | kg   | 2770   | 0.1086 | 300.82         |    |
|    | 0.5MPaG | kg   | 244    | 0.0943 | 23.01          |    |

|   |       |                 |        |         |        |     |
|---|-------|-----------------|--------|---------|--------|-----|
| 3 | 锅炉给水  | t               | 3.73   | 0.9714  | 3.62   |     |
| 4 | 循环水   | t               | 604.4  | 0.1428  | 86.31  |     |
| 5 | 蒸汽凝结水 | t               | -8.35  | 10.9286 | -91.28 |     |
| 6 | 氧气    | Nm <sup>3</sup> | 199.01 | 0.4     | 79.6   |     |
| 7 | 仪表空气  | Nm <sup>3</sup> | 26.67  | 0.04    | 1.07   | 注 1 |
| 8 | 氮气    | Nm <sup>3</sup> | 30     | 0.4     | 12     | 注 1 |
| 9 | 总计    |                 |        |         | 667.61 |     |

说明：

- 1) Nm<sup>3</sup> 指指 0℃、101.325kPa 下的体积；
- 2) “-” 表示该工质输出；
- 3) 水、电、汽、气等 参照折能标准 GB32048-2015 《乙二醇单位产品能耗限额》、GB/T2589-2008 《综合能耗计算通则》折能。；
- 4) 上述消耗仅指乙二醇装置的消耗。
- 5) 上述电耗仅指乙二醇装置界区内工艺设备用电，电耗以轴功率计算。
- 6) 上述消耗包括乙二醇装置产的 1.8 万吨优级品 DMC 的消耗。

本项目主要产品乙二醇的单位综合能耗为 667.61kgce 符合新建项目准入制，≤1120kg 标煤，且低于乙二醇单位产品消耗先进值 1045kg 标煤/吨乙二醇，能耗处于先进水平。

### 10.1.5. 节能措施

#### (1) 合成气制备装置

合成气制备装置采取的主要节能措施如下：

- 1) 对脱碳系统的 CO<sub>2</sub> 循环利用，将 CO<sub>2</sub> 加入到原料气中，在纯氧转化炉内进行重整反应，不但制取了满足要求的氢碳比的合成气，同时减少了 CO<sub>2</sub> 的排放和天然气的消耗；
- 2) 脱碳采用国内改良的节能降耗的 MDEA 脱碳工艺技术；
- 3) 工艺冷凝液采用中压蒸汽汽提技术，将工艺冷凝液中溶解的 H<sub>2</sub>、CO、CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>、等气体汽提出来，加入到工艺蒸汽中循环利用，汽提后的工艺冷凝液送到脱盐水装置回收利用；
- 4) 对转化气废热进行合理利用，转化废锅产中压蒸汽，除用做工艺蒸汽外，富裕的蒸汽送出界区管网，转化废气的低位废热部分产低压蒸汽，部分为脱碳系统提供再生热量，同时为乙二醇装置提供锅炉给水，将转化气低位热充分

回收利用，也减少了循环水的用量；

- 5) 深冷分离的富甲烷气和脱碳系统的闪蒸汽，以及乙二醇装置的加氢弛放气尾气均送至脱硫转化的加热炉做燃料，减少燃料天然气的消耗；
- 6) 对脱硫转化系统的加热炉进行合理的热量平衡计算和优化，提高炉子效率，减少燃料天然气的消耗，同时减少排放。
- 7) 将乙二醇装置的蒸汽凝液回用到除氧器处理后，送至脱硫转化废锅及乙二醇装置相应产汽设备，减少脱盐水的用量。
- 8) 各蒸汽用户产生的蒸汽凝结水集中回收利用，采用逐级闪蒸，回收热量和减少补充水量，降低装置和全厂能耗。
- 9) 压缩机、泵等动设备采用高效节能电机。
- 10) 工艺需要调节的用电设备，可采用变频技术以节省电能。
- 11) 根据负荷特性合理选择电动机，并选用高效率节能电动机。
- 12) 在工艺设计中，工艺物料均通过间接与循环水换热，避免使用直流水作为冷却介质，提高水的利用率，降低水的消耗

## (2) 乙二醇装置

乙二醇装置采用的节能措施如下：

- 1) 通过对甲醇、碳酸二甲酯、甲酸甲酯、甲缩醛等的深入研究，开发出完整的精馏工艺包。可将偶联反应副产的碳酸二甲酯从系统中有效分离，产品质量达到《YS/T672-2008 碳酸二甲酯》优等品指标，其中碳酯含量 $\geq 99.9\%$ 。在碳酯的分离过程中，同步实现对甲酸甲酯、甲缩醛等物料的分离，甲醇物料损耗低，排放的废水中有机物及盐含量低，有效减轻污水处理系统负担。同时，甲醇/碳酯精馏系统采用合理的热耦合技术，可实现低能耗运行。

### 2) 偶联反应热量利用措施

- ① 利用装置内蒸汽冷凝液给偶联反应器进料预热，可有效利用低品位热源，减少装置能耗，同时避免后续进出料换热器出现由于DMO结晶而造成的堵塞现象；
- ② 通过对催化剂性能的全面提升，催化剂起活温度要求低，在较低温度下活性好，反应温度  $108\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。利用反应器进出料换热，无需额外增加蒸汽消耗。

### 3) 草酯精馏降能耗措施

- ① 通过对甲醇的分级合理利用及合理的流程配置，进入草酯吸收塔物料无

需降温（如采用循环水降温，有堵塞的风险。如采用热水降温，需增加热水系统，造成增加投资及能耗），即可确保草酯吸收塔顶无DMO穿透，避免出现后续系统堵塞、腐蚀等现象。同时可确保塔釜DMO含量 $\geq 90\%$ ，温度约  $80^{\circ}\text{C}$ ，后续精馏能耗低；

② 草酯精馏充分利用热耦合技术，合理的流程设置，且控制温度低于  $155^{\circ}\text{C}$ ，可有效避免DMO的聚合而造成物料损耗，同时有利于泵的选型及物料输送。

#### 4) 加氢降能耗措施

① 利用进出料换热，减少蒸汽用量；

② 控制循环气中氢浓度，增加小PSA提氢，可有效降低循环氢压缩机能耗，有效回收氢，减少原料氢消耗；

③ 合理利用串并联流程，在保证相同氢酯比的前提下，可有效减少气量、降低工程化难度。

#### 5) 加氢精馏降能耗措施

充分利用热耦合技术，实现降低循环水及蒸汽消耗。如利用脱 1,2 丁二醇塔与脱醇塔A进行热耦合，EG产品塔与脱醇塔B进行热耦合。此外，利用其他高温度的出料与部分温度较低塔的进料进行换热等措施。

#### 6) 低品位蒸汽利用

因装置内偶联反应副产的  $0.07\text{MPaG}$  蒸汽品位低，很难充分利用，此外还需利用循环水将其冷却，增加能耗。装置内通过两种途径来实现对该部分蒸汽的利用。1、各较低温度进料的预热；2、通过溴化锂制备冷冻水，因装置内酯化精馏及加氢精馏等需要用到冷冻水，故可通过该方法实现冷冻水的制备。

#### (3) 电气节能措施

1) 压缩机、泵等动设备采用高效节能电机。

2) 工艺需要调节的用电设备，可采用变频技术以节省电能。

3) 根据负荷容量、供电距离及分布、用电设备特点等因素，合理设计供配电系统和选择供电电压等级，供配电系统尽量简单可靠，同一电压供电系统变配电级数不多于两级。

4) 变电所尽量靠近负荷中心，以缩短配电半径，减少配电线路上的损耗。

5) 根据负荷情况合理选择变压器容量、台数，选用低能耗的电力变压器。

6) 根据工艺要求采用变频器对电动机进行无级控制, 合理调节电动机的输出, 以减少电能消耗。

7) 根据负荷特性合理选择电动机, 并选用高效率节能电动机。

8) 合理选用节能型照明电气设备。

#### (4) 建筑节能措施

1) 建筑物的平面、立面设计和门窗的设置使建筑物满足冬季日照并避开冬季主导风向防御寒风。

2) 建筑的主朝向选择新最佳或接近最佳朝向, 合理定位, 使建筑能接收更多的太阳辐射热能。

3) 建筑的体形系数、窗墙面积比应符合 DBJ03-35-2008 设计标准的要求。

4) 外墙与屋面应采用外保温或夹芯保温系统与构造设计, 变形缝两侧墙面宜采用内保温。

5) 建筑的楼梯间和外廊应封闭, 并应设置门窗。

6) 办公、培训等民用建筑按照现行《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015

7) 工业建筑节能设计按照现行《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245-2017 的相关要求执行。

### 10.2. 节水

本项目通过采用先进工艺技术, 在用水工艺流程上遵循节约、可靠、经济的原则, 重视水资源的重复利用率, 通过采取有效的节水措施, 使主要用水指标达到节水要求。

为了降低新鲜水消耗量, 本项目中广泛采用了节水型的工艺和设备, 提高水资源利用率, 节约水资源, 具体措施如下:

1) 工艺蒸汽冷凝液汽提合格后送至脱盐水处理站回收利用。

2) 在工艺设计中, 工艺物料均通过间接与循环水换热, 避免使用直流水作为冷却介质, 提高水的利用率, 降低水的消耗。

3) 循环水站排污水送至回用水站处理, 回用水站的产水作为循环水站的补充水。

4) 在各供水点及用水干管上设置计量和调节、控制装置, 对各用水装置实行定额管理, 消除跑冒滴漏, 并将厂区内计量数据传送到控制系统上, 进行数据统

计、处理和分析，得出用水、排水数据，有针对性的进行水量控制。

5) 在工厂运行时，总用水量、总排水量和各车间或各系统的用水量应进行连续和阶段性统计，以供全厂对用、排水进行管理和监测，发现问题及时处理，如循环水浓缩倍率，要求稳定达到设计指标，严格控制循环水补充水量。水务管理工作还应大力宣扬节水的意义和加强全体员工节水的意识，采用有效限量用水的手段，确实做到水务管理的各项要求。

6) 优化循环冷却水水质稳定处理方案，提高循环水浓缩倍数，减少补充水量。

7) 对用水分质管理，根据工艺对用水水质的要求，采取分质供水；对生产装置排出的废水经处理后尽可能回用作生产用水，减少一次水用量。

8) 所有管道阀门的连接部位、管道与水池的连接部位、管道与阀门井、检查井的连接部位连接牢固，做到严密，不渗不漏以节约水资源。

9) 通过优化工艺参数，充分回收工艺系统中的废热，减少冷却水的用量，使循环水系统的补充水量也相应降低。

## 11. 环境保护

### 11.1. 环境和生态现状

本项目厂址位于四川省达州市宣汉县普光经济开发区西区的普光功能区。

宣汉县位于北纬  $31^{\circ} 06' 08'' \sim 31^{\circ} 49' 57''$ 。东经  $107^{\circ} 22' 29'' \sim 108^{\circ} 32' 47''$  之间，属达州市管辖，东邻重庆市万州区，北靠达州市万源市（县级市），西与达州市达县、通川区，巴中市平昌县交界，南与达州市达县、开江县相连。宣汉县域东西最大距离 110.6km，南北最大距离 78.8km，总面积约 4271km<sup>2</sup>。

普光经济开发区分为东区、西区两个片区。西区主要包括普光功能区、锂钾功能区、方斗功能区以及柳池功能区，东区主要包括南坝功能区、独树梁功能区的和农副产品加工功能区。

普光工业园区属四川省达州市宣汉县土主镇辖区，位于土主镇镇区的西北部。具体范围为：西至靠近陈家湾山脚处，北至普光天然气净化厂用地，东面为普（普光镇）黄（黄金镇）公路，南面靠近现状土主乡场镇。

#### 11.1.1. 自然环境

##### 11.1.1.1. 地形、地貌

宣汉县地处四川盆地东北大巴山南麓，属大巴山中、低山以及东低山和丘陵的一部分，山峦起伏，沟谷纵横，属侵蚀构造地形。主要有低山、低中山、山原、丘陵、台地、平坝等类型，而以低山和低中山为主其中山地占 56%，丘陵占 44%。地势的明显特征是东北高、西南低，最低海拔 277m，最高海拔 2349m，平均海拔 780m。在低山区内，山坡坡度一般在  $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$  间，而小于  $20^{\circ}$  坡度多出现在河谷、溪沟的沟底和谷坡下部地带。

项目区位于川东平行岭谷地貌的开阔谷地中，以丘陵为主，整体地势北高南低。地形地貌类型多样，山、丘、谷、坝俱全，尤以丘陵比例较大，由于被流水侵蚀，显得支离破碎；一般属中切割，中、南部属浅切割，但冲沟发育，一般沟浅而宽。根据园区内的地形高程和切割深度将区内地貌划分为低山、丘陵地貌两个一级地貌单元，在丘陵地貌中又分斜坡、冲沟和河流阶地地貌。

##### 11.1.1.2. 地质

###### （1）地质构造

本项目距离四川盆地东北边缘的大巴山较近，其大地构造位置属于扬子地台

北缘的大巴山弧形褶皱带，为大巴山造山带及其前陆盆地的结合部。本项目区构造以褶皱为主，而且发育相当强烈，其构造特征主要有以下几点：峡区构造类型以褶皱为主，极少断层发生。褶皱强度从SW--NE逐渐加强。褶皱剖面几何类型以等厚（平行）为主，而相似型极不发育，因而不协调褶皱十分发育。褶皱的组合类型为较典型的梳状褶皱，其中以隔档式为主。主要是由褶皱形态、强度、发育部位控制了不同岩性层的分布和产出状态，加之外动力（主要是河流和地下水地质作用）进而形成了不同特色的地貌景观。

## （2）地层岩性

项目区地处四川构造盆地边缘，地层仅东北部小部分为地槽次稳定性建造，其余均为稳定的地台型不变质地层，出露有上元古界震旦系、下古生界寒武系、上古生界二叠系、中生界三叠系、侏罗系、白垩系、新生界第四系等时代的地层。震旦系至中三叠系主要为海相沉积、岩相比较稳定，生物群比较丰富，下三叠统底部为区域假整合；上三叠统为陆相含煤地层，区域假整合于中三叠统之上；侏罗系、白垩系地层为陆相红色碎屑岩，岩相变化大，生物分布不均，且较贫乏，第四系不太发育。地层以中生界侏罗系砂泥岩分布最广，主要分布在盆地红层丘陵区的各向斜轴部及两翼；背斜轴部、低山两侧及槽谷地区则以三叠系砂岩、灰岩、页岩为主；古生界灰岩、页岩、砂岩等。

## （3）地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），项目区地震动峰值加速度为 0.05g，地震反应谱特征周期定为 0.35s，地震基本烈度为VI度。

## （4）水文地质

项目区地下水按赋存条件及水动力特性基本可分为松散孔隙水与基岩裂隙水两种类型。

### 1）松散孔隙水

松散裂隙水主要赋存于Q4al+pl、Q4c+dl及Q4dl+el层中，接收大气降水、地表水的补给，顺地形向冲沟及其河流下游排泄，并部分补给下卧岩层。其中Q4c+dl及Q4dl+el层含水层由于分布较零星，厚度不大，同时该层含大量粘土，故其透水性较差，富水性弱，水量贫乏，局部地段上具有滞水特点；Q4al+pl卵（砾）石夹土中，主要接受河水的补给，并与河水互为补排关系。该含水层沿中河两岸

呈不规则条带状分布，故具有透水性好，富水性强，补给源近，地下水水量较大等特点。

## 2) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于基岩构造裂隙、风化裂隙和砂岩孔隙中，接受大气降水及上覆松散堆积层中地下水补给，顺地形沿裂隙向坡下沟谷及下游排泄。因地形切割较强烈，岩体以砂泥岩互层为主，同时岩体节理裂隙连通性较差，故该类地下水较贫乏。

### 11.1.1.3. 气候与气象

宣汉县位于四川盆地东部，属亚热带润湿气候区，具有冬暖、春早、夏热、秋雨、多伏旱、日照适宜、无霜期长等特点。根据宣汉县气象站 1951 年~2010 年实测系列，其多年平均气温 16.8℃，极端最高气温 41.3℃(1953.8.19)，极端最低气温-5.3℃(1956.1.9)，多年平均降水量 1239.4mm，多年平均蒸发量 1113.0mm，多年平均相对湿度 80%，多年平均日照时数 1535.2h，多年平均无霜期 298d，多年平均风速 1.7m/s，历史最大风速 18.0m/s（1982 年），相应风向 NE，实测年最大 24h 雨量 194.1mm（1980.6.6），年最大 1h 雨量 77.6mm（1960.6.30）。项目区气象特征值统计见表 11.1-1。

表 11.1-1 气象特征值统计表

| 序号 | 项目            | 数值     |
|----|---------------|--------|
| 1  | 年平均气温（℃）      | 16.8   |
| 2  | 无霜期（d）        | 298    |
| 3  | ≥10℃积温（℃）     | 5514.4 |
| 4  | 极端最高气温（℃）     | 41.3   |
| 5  | 极端最低气温（℃）     | -5.3   |
| 6  | 多年平均降水量（mm）   | 1239.4 |
| 7  | 年最大降水量（mm）    | 1494.4 |
| 8  | 年最小降水量（mm）    | 840.9  |
| 9  | 一日最大降水量（mm）   | 194.1  |
| 10 | 平均相对湿度（%）     | 80     |
| 11 | 多年平均蒸发量（mm）   | 1113   |
| 12 | 多年平均风速（m / s） | 1.7    |

| 序号 | 项目           | 数值  |
|----|--------------|-----|
| 13 | 最大风速 (m / s) | 18  |
| 14 | 1h最大暴雨值      | 40  |
| 15 | 6h最大暴雨值      | 72  |
| 16 | 24h最大暴雨值     | 110 |

#### 11.1.1.4. 水文

宣汉县属嘉陵江水系。前、中、后河纵横宣汉县，中河于普光镇汇入后河，前、后河与城东汇为州河，天然落差 16.6-327m，年均流量 34-160m<sup>3</sup>/s，宣汉县内流域面积占宣汉县幅员 88%。州河发源于大巴山南麓，沿途纳入明月江、铜堡河等。州河东林站多年平均流量 158.64 m<sup>3</sup>/s，年迳流量 50.8 亿m<sup>3</sup>；明月江明月谭站多年平均流量 14.83 m<sup>3</sup>/s，年迳流量 4.68 亿m<sup>3</sup>。该区域境内河流皆属渠江水系，流向与地域地势倾向一致。渠江为多源头河，其主要支流有前河、中河、后河；南江河、恩阳河、通江河。干流的基本流向是向北流向南。境内河流有后河。后河：发源于万源县城北大横山，由北面万源入境南流，纵贯西北部。全流域面积为 3670.7 平方公里，干流长 56 公里，总落差 60 米，平均坡降约 1.1%。洲河：前河、中河、后河在宣汉汇流而为洲河。

本工程废水经园区污水处理厂处理达标后排放进入后河。

### 11.1.2. 生态环境条件

#### 11.1.2.1. 植物资源

宣汉县植物种类多，种群丰富，植物区系以亚热带区系为主，据不完全统计，野生高等植物有 75 科，400 余种。林间菌类、草本、蕨类、藤本等植物 1100 余种。海拔 700-1400 米地带，多形成以马尾松或麻栎、枫香、杜鹃、青枫、杉木混交。海拔 1500 米以上柳杉、漆树、刺楸、灯笼树、亮叶桦、灯台树、化香、山杨、水杉、华山松、落叶松、冷杉、香樟、楠木为主，常有铁杉及高山栎混生。其余象苔藓植物、蕨类植物、裸子植物、被子植物更是群落结构复杂，门科繁多。国家和省重点保护植物主要集中分布在巴山大峡谷中高山地带，普光经开区规划范围基本不涉及。

#### 11.1.2.2. 动物资源

宣汉县境内野生动物品种繁多，约有 400 余种，主要集中分布在巴山大峡谷

中高山地带，其中脊椎动物多达 252 种，属鸟纲 54 种，珍稀野生动物 30 种，其中属国家重点保护的有 23 种，属珍稀水生动物的 6 余种。属国家一类保护有蟒、豹、黑鹳、白鹳、大鸨、小鸨、林麝、班羚、小鹿；属二类保护的有大鲵、红腹锦鸡、鬣羚、白冠长尾雉、黑头角雉、白腹锦鸡、猕猴、岩羊、黄羊、大灵猫、小灵猫、鸳鸯、大鸪、豺；属三类保护的有獐、狐、狸、麂、刺猬、猫头鹰、王锦蛇、藏马鸡、青羊、毛冠鹿等。宣汉县现有百里峡省级自然保护区 1 处，观音山和五马槽县级野生动植物自然保护区 2 处。

根据当地资料统计，普光经开区规划范围内无珍稀濒危物种。区内分布主要为饲养型动物，家畜猪、牛、羊为主，宣汉黄牛为国家地方役牛良种。

#### 11.1.2.3. 森林资源

宣汉县幅员面积 427314.6hm<sup>2</sup>。其中林业用地面积 218203.5hm<sup>2</sup>，占总面积的 51.1%；非林业用地 209111.1hm<sup>2</sup>，占 48.9%。在林业用地中，有林地面积 173394.0 公顷，占林业用地面积的 79.5%；疏林地 222.5hm<sup>2</sup>，占 0.1%；灌木林地 37191.1hm<sup>2</sup>，占 17.0%；未成林造林地 4469.4hm<sup>2</sup>，占 2.1%；无林地 2910.8hm<sup>2</sup>，占 1.3%；苗圃地 10.2hm<sup>2</sup>。

全县活立木总蓄积 12669881m<sup>3</sup>，其中木材林蓄积 11579667m<sup>3</sup>，占活立木总蓄积的 91.40%；疏林地蓄积 530m<sup>3</sup>；散生蓄积 32863m<sup>3</sup>，占 0.26%；四旁蓄积 1056821m<sup>3</sup>，占 8.34%。

宣汉县乔木主要树种有马尾松、柏木、栎类、杉木等。其中以马尾松为分别占林分面积、蓄积的 57.4%、68.5%；柏木占 13.6%、10.9%；栎类占 20.5%、12.6%；杉木占 3.8%、3.5%。

普光经开区内因自然和人为干扰，野生动物很少。规划区不涉及自然保护区、风景名胜区，规划区内未发现有珍稀、濒危动植物和名木古树。规划区内以种植玉米、小麦为主。植被以四旁树、杨树、槐树为主。

#### 11.1.3. 环境质量现状

根据 2021 年 2 月四川省环科源科技有限公司编制的《四川达州普光经济开发区总体规划（2019~2035）环境影响报告书》，拟建厂址区域环境质量现状如下。

##### 11.1.3.1. 大气环境质量

###### （1）区域环境空气例行监测结果

根据 2017 年~2019 年达州市环境状况公报，宣汉县SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO、O<sub>3</sub>年评价结果均达标。

宣汉县有 1 个环境空气质量例行监测站，位于宣汉县第二中学，根据规划环评收集的该站点近四年（2016-2019 年）逐日环境空气质量监测数据。根据监测结果，2012~2019 年宣汉县城区 6 项基本污染物年均浓度均能达到相应环境空气质量标准。SO<sub>2</sub>年均浓度在 2016、2017 年显著降低，2018 年又显著增加。NO<sub>2</sub>年均浓度变化幅度不大，与 2012 年相比 2018 年浓度值略有降低。PM<sub>10</sub>年均浓度在 2015 年有明显上升趋势，但至 2016 年后逐年降低。2016 年以前无PM<sub>2.5</sub>、CO、O<sub>3</sub>监测数据，2016~2019 年年均浓度变化不明显。

## （2）规划环评环境空气补充监测。

### 1）补充监测点位及监测指标

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），规划环评对规划区可能排放的其他特征污染因子进行了现状补充监测及资料收集，监测点位及因子见下表。

表 11.1-2 环境空气质量补充监测点位及监测指标

| 编号 | 功能区    | 监测位置         | 监测因子                                                                                            |
|----|--------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 普光功能区  | 土主场镇         | 小时值：NH <sub>3</sub> 、H <sub>2</sub> S、Cl <sub>2</sub> 、硫酸雾、HCl、HF、CS <sub>2</sub><br>8h 平均：TVOC |
| 2  |        | 普光场镇         | 小时值：NH <sub>3</sub> 、H <sub>2</sub> S、Cl <sub>2</sub> 、硫酸雾、HCl、HF<br>8h 平均：TVOC                 |
| 3  |        | 双树村          | 小时值：NH <sub>3</sub> 、H <sub>2</sub> S、Cl <sub>2</sub> 、硫酸雾、HCl、HF<br>8h 平均：TVOC                 |
| 4  | 柳池功能区  | 柳池功能区靠近现状居住区 | 8h 平均：TVOC                                                                                      |
| 5  | 方斗功能区  | 方斗村          | 8h 平均：TVOC                                                                                      |
| 6  | 南坝功能区  | 脱硫厂西北侧       | 小时值：NH <sub>3</sub> 、H <sub>2</sub> S、Cl <sub>2</sub> 、硫酸雾、HCl、HF<br>8h 平均：TVOC                 |
| 7  | 独树梁功能区 | 区内西南部        | 小时值：NH <sub>3</sub> 、H <sub>2</sub> S、Cl <sub>2</sub> 、硫酸雾、HCl、HF<br>8h 平均：TVOC                 |

### 2）监测结果与评价

监测结果表明：评价范围各监测点位其他污染物均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准及《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录D中相关要求。

### 11.1.3.2. 地表水环境质量现状

#### （1）地表水例行监测与评价

宣汉县后河有 2 处例行监测断面，均为县控断面，分别为后河入境断面旋坑坝、后河宣汉县城市饮用水断面徐家坡（大石盘），规划环评收集了各断面 2016~2019 年近四年的例行监测数据。宣汉县前河有 1 处例行监测断面（2019 年设立），为宣汉县三河乡福溪社区乡石鹰，规划环评收集了该断面 2019 年逐月的例行监测数据。

需要说明的是，后河宣汉县城市饮用水断面徐家坡（大石盘）断面处于州河江口电站库区支流后河回水段内，根据宣汉县城市饮用水水源划定的批复（川府函〔2018〕144 号），该水源划定为河流型水源，地表水水质 TP 执行《地表水环境质量标准》III 类的河流标准（0.2mg/L）。

分析可知，后河、前河各控制断面水质良好，各监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类标准。

#### （2）地表水补充监测与评价

结合规划区内敏感目标分布以及区域地表水体分布，规划环评对地表水环境质量进行了补充监测，监测断面及因子见下表。

表 11.1-3 地表水补充监测断面

| 编号 | 河流  | 监测断面                  | 监测因子                                                                            |
|----|-----|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 后河  | 后巴河汇入处上游 1km          | 水温、pH、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物、石油类                                               |
| 2  |     | 普光功能区污水处理厂排污口上游 500m  | 水温、pH、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物、石油类、硫化物、硫酸盐、氯化物、溴化物、碘化物、汞、镉、铬（六价）、铅、砷、锂、钾、钠、硼、锌、镍 |
| 3  |     | 普光功能区污水处理厂排污口下游 2km   |                                                                                 |
| 5  |     | 柳池功能区污水处理厂排污口上游 500m  |                                                                                 |
| 6  |     | 柳池功能区污水处理厂排污口下游 1.5km | 水温、pH、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物、石油类、硫化物、氯化物、汞、镉、铬（六价）、铅、砷                         |
| 7  | 后巴河 | 方斗功能区污水处理厂排污口上游 500m  | 化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷                                                             |
| 8  |     | 方斗功能区污水处理厂排污口下游 1500m |                                                                                 |
| 9  |     | 后巴河汇入后河河口上游 500m      | 水温、pH、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物、石油类、硫化物、氯化物、溴化物、汞、镉、铬（六价）、铅、                      |

| 编号 | 河流  | 监测断面           | 监测因子                                          |
|----|-----|----------------|-----------------------------------------------|
|    |     |                | 砷、锂、钾、钠、硼、锌、镍、碘化物                             |
| 10 | 中河  | 中河汇入后河河口上游 1km | 水温、pH、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物、石油类             |
| 11 | 前河  | 五宝功能区上游        | 水温、pH、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物、石油类             |
| 12 |     | 五宝镇场镇下游        |                                               |
| 13 |     | 南坝场镇上游         | 水温、pH、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物、石油类、硫化物、硫酸盐、氯化物 |
| 14 |     | 南坝功能区下游        |                                               |
| 15 | 独树梁 | 独树梁功能区上游       | 水温、pH、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物、石油类、硫化物、硫酸盐、氯化物 |
| 16 |     | 独树梁功能区下游       |                                               |

监测结果表明：规划区涉及的前河、后河、中河水质较好，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水域标准，后巴河受流域农村生活污染源及农业面源影响，部分时段BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TP超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准。

#### 11.1.3.3. 地下水环境质量现状

规划环评在经开区地下水评价范围内共设 8 个地下水监测点位，点位及监测因子见下表。

表 11.1-3 普光经开区地下水监测点位

| 编号 | 功能区    | 监测点位             | 监测因子                                                                                                                                                                                                                         |
|----|--------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1# | 普光功能区  | 靠近土主镇居住区         | 钾、钠、钙、镁、碱度（CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ）、碱度（HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ）、氯化物、硫酸盐；pH、氨氮、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）、挥发性酚类（以苯酚计）、总硬度（以 CaCO <sub>3</sub> 计）、砷、汞、铅、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量（COD <sub>Mn</sub> 法，以 O <sub>2</sub> 计）、石油类 |
| 2# |        | 双树村              |                                                                                                                                                                                                                              |
| 3# | 柳池功能区  | 区内               |                                                                                                                                                                                                                              |
| 4# | 方斗功能区  | 方斗乡场镇            |                                                                                                                                                                                                                              |
| 5# | 南坝功能区  | 硫磺厂附近            |                                                                                                                                                                                                                              |
| 6# |        | 前河下游约 2km 处集中居住区 |                                                                                                                                                                                                                              |
| 7# | 五宝功能区  | 区内               |                                                                                                                                                                                                                              |
| 8# | 独树梁功能区 | 区内               |                                                                                                                                                                                                                              |

监测结果表明：区域各地下水监测点位各项指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准要求。

#### 11.1.3.4. 土壤环境质量

##### （1）监测方案

规划环评在经开区共设置了 7 个土壤监测点位，监测点位及监测因子见下表。

表 11.1-4 土壤环境质量监测点位

| 编号 | 功能区    | 监测点位        | 监测因子                                                    | 取样位置 |
|----|--------|-------------|---------------------------------------------------------|------|
| 1  | 普光功能区  | 南面靠近土主镇场镇   | pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍                                      | 表层样  |
| 2  | 锂钾功能区  | 双树村         | 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1（基本项目）45 项全项 |      |
| 3  | 柳池功能区  | 西北面靠近柳坪村安置区 | pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍                                      |      |
| 4  | 方斗功能区  | 方斗村         | pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍                                      |      |
| 5  | 南坝功能区  | 硫磺厂附近       | 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1（基本项目）45 项全项 |      |
| 6  | 独树梁功能区 | 功能区内西南侧     | pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍                                      |      |
| 7  | 五宝功能区  | 区内          | 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1（基本项目）45 项全项 |      |

## （2）监测结果与评价

土壤监测结果表明：各点位各项指标满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值限值和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值限值。

### 11.1.3.5. 声环境现状

规划环评在经开区各功能边界设置了 30 个噪声监测点位。监测结果表明：规划区各监测点的昼、夜间噪声监测值均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

### 11.1.3.6. 环境容量

根据普光经济技术开发区规划环评报告，整个经开区区域大气环境容量为 SO<sub>2</sub> 10505 t/a、NO<sub>x</sub> 2864 t/a、PM<sub>10</sub> 2684 t/a。其中本项目所在的普光功能区大气环境容量为 SO<sub>2</sub> 4964t/a；NO<sub>x</sub> 1353t/a、PM<sub>10</sub> 1327 t/a。

根据本项目所在的普光工业园区其它项目的环评报告，后河评价河段剩余水环境容量为 COD1100 t/a、NH<sub>3</sub>-N 90t/a。园区规划实施后，直接排入后河水污染

物 COD 563.16 t/a; NH<sub>3</sub>-N 56.32 t/a, 预计还有环境容量 COD 536.84 t/a; NH<sub>3</sub>-N 33.68 t/a。

## 11.2. 执行的环境法规与标准

### 11.2.1. 环境法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》2015.1.1
- 2) 《中华人民共和国水污染防治法》2017 年 6 月 27 日修订
- 3) 《中华人民共和国大气污染防治法》2021 年 12 月 24 日修订
- 4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020 年 9 月 1 日起实施
- 5) 《中华人民共和国清洁生产促进法》2012.7.1
- 6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》2022.6.5 实施
- 7) 《中华人民共和国节约能源法》，2018 年 10 月 26 日修订
- 8) 《建设项目环境保护管理条例》2017 年 10 月 1 日起施行
- 9) 《化工建设项目环境保护工程设计标准》(GB/T50483-2019)
- 10) 《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T 50087-2013)
- 11) 《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017)
- 12) 《挥发性有机物 (VOCs) 污染防治技术政策》(环保部公告 2013 年第 31 号, 2013 年 5 月 24 日)
- 13) 中石化《水体污染防控紧急措施设计导则》

### 11.2.2. 环境质量标准

- 1) 大气执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准
- 2) 地表水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准
- 3) 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3 类标准

### 11.2.3. 污染物排放标准

- 1) 《石油化学工业污染物排放标准》(GB 31571-2015)
- 2) 《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)
- 3) 《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822-2019)
- 4) 《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2020)
- 5) 《四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准》(DB51/ 2377-2017)
- 6) 废水执行园区污水处理厂接管标准, 接管标准中没有的因子执行《污水综

合排放标准》（GB8978-1996）三级标准

7) 厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准

8) 施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）

#### **11.2.4. 其它相关环保标准**

- 1) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）
- 2) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18596-2001）及修改单（环境保护部 2013 年第 36 号）
- 3) 《国家危险废物名录》（2021 年版）
- 4) 《石油化工防渗工程技术规范》（GB/T50934-2013）

#### **11.3. 主要污染源及污染物**

整体项目为以天然气为原料，生产 120 万吨/年 MEG（乙二醇）联产 10 万吨电子级 DMC（碳酸二甲酯），以及配套的中控室、动力中心、循环水站、脱盐水处理站、污水处理站、分析化验室、危废暂存库等公辅设施。

本项目“三废”排放情况详见表 11.3-1～表 11.3-3。

表 11.3-1 废气排放一览表

| 装置名称  | 序号   | 废气来源及名称                    | 污染物组成                                                                                                                                                                                                   | 排放量Nm <sup>3</sup> /h    | 排放规律                        | 排放去向      |
|-------|------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|
| 合成气制备 | G1-1 | 天然气加热炉<br>烟道气              | SO <sub>2</sub> <10mg/Nm <sup>3</sup><br>NO <sub>x</sub> : 40mg/Nm <sup>3</sup><br>N <sub>2</sub> : 67.99%vol<br>H <sub>2</sub> O: 21.12%vol<br>O <sub>2</sub> : 2.34%vol<br>CO <sub>2</sub> : 8.56%vol | 71458×2                  | 连续                          | 排入大气      |
|       | G1-2 | CO <sub>2</sub> 再生塔<br>废气  | CO <sub>2</sub> : 96%vol<br>H <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> : 1%vol<br>H <sub>2</sub> O: 3%vol                                                                                                           | 正常: 4529×2,<br>最大: 20000 | 连续, 最大为非<br>正常工况, 开停<br>车排放 | 排入大气      |
|       | G1-3 | 二段炉等夹套<br>放空蒸汽             | H <sub>2</sub> O: 100%                                                                                                                                                                                  | 1000kg/h×2               | 连续                          | 排入大气      |
|       | G1-4 | 脱氧槽<br>放空蒸汽                | H <sub>2</sub> O: 100%                                                                                                                                                                                  | 500kg/h×2                | 连续                          | 排入大气      |
|       | G1-5 | 分子筛吸附器再生气<br>(深冷分离)        | N <sub>2</sub> 和微量的CO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、H <sub>2</sub> 、CO                                                                                                                                 | 24000×2                  | 连续                          | 高空安全处排放   |
| 乙二醇   | G2-1 | 酯化及吸收单元<br>尾气反应吸收塔<br>酯化尾气 | N <sub>2</sub> : 60.17%vol<br>NO: 0.017%vol<br>CO: 33.07%vol<br>CO <sub>2</sub> : 5.17%vol<br>Ar: 0.464%vol<br>甲醇: 0.959%vol<br>碳酸二甲酯: 0.067%vol<br>甲酸甲酯: 0.043%vol                                     | (3622~6785)×2            | 连续                          | 去天然气转化作燃料 |

| 装置名称 | 序号   | 废气来源及名称                  | 污染物组成                                                                                                                                                                            | 排放量Nm <sup>3</sup> /h | 排放规律 | 排放去向      |
|------|------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|-----------|
|      |      |                          | 甲缩醛: 0.036%vol                                                                                                                                                                   |                       |      |           |
|      | G2-2 | PSA装置<br>PSA解吸气          | H <sub>2</sub> : 87.6%vol<br>甲醇: 5.2%vol<br>CO+CO <sub>2</sub> : 5.17%vol<br>N <sub>2</sub> : 1.8%vol                                                                            | (2025~2530)×2         | 连续   | 去天然气转化作燃料 |
|      | G2-3 | 精馏工段 (V-6643)<br>精馏不凝气   | H <sub>2</sub> : 0.01%vol<br>O <sub>2</sub> : 0.01%vol<br>N <sub>2</sub> : 95.34%vol<br>CO: 1.23%vol<br>CH <sub>4</sub> : 0.32%vol<br>CO <sub>2</sub> : 1.64%vol<br>甲醇: 1.45%vol | (1545~2025)×2         | 连续   | 去焚烧炉      |
|      | G2-4 | 中间罐区储罐气<br>(混合一元醇罐)      | 甲醇: 0.1v%<br>水: 0.1v%<br>碳酸二甲酯: 0.1v%<br>甲酸甲酯: 0.1v%<br>甲缩醛: 0.1v%<br>二甲醚: 0.1v%<br>乙酸甲酯: 0.1v%<br>其它: 氮气                                                                        | 199.2×2               | 连续   | 送焚烧炉      |
|      | G2-5 | 中间罐区<br>VOC排放气洗涤塔不<br>凝汽 | VOC≤60mg/Nm <sup>3</sup><br>水: 7.25 v%<br>氮气: 92.75%                                                                                                                             | 1895×2                | 连续   | 高空安全处排放   |
| 原料及成 | G3-1 | 原料及产品罐区                  | DMC: 0.1~2v%                                                                                                                                                                     | 150                   | 间断   | 送焚烧炉处理    |

| 装置名称   | 序号   | 废气来源及名称             | 污染物组成                                                                                                                                                                                                                                                                     | 排放量Nm <sup>3</sup> /h                                                              | 排放规律       | 排放去向   |
|--------|------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
| 品储运    |      | 尾气风机<br>储罐尾气        | 混合一元醇：0.1~3v%<br>其它：氮气                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |            |        |
|        | G3-2 | 汽车装卸站尾气风机<br>汽车装车尾气 | 乙醇：0.1~6v%<br>乙二醇：0.1~3v%<br>DMC：0.1~5v%<br>轻质二元醇：0.1~3v%<br>重质二元醇：0.1~2v%<br>混合一元醇：0.1~5v%<br>其它：槽车如果装车前进行氮气置换，其他的成分为氮气，否则为空气。                                                                                                                                           | 1200                                                                               | 间断         | 送焚烧炉处理 |
| 焚烧     | G5-1 | 全厂焚烧炉               | 含N <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O<br>SO <sub>2</sub> ≤50mg/Nm <sup>3</sup><br>NO <sub>x</sub> ≤100mg/Nm <sup>3</sup><br>颗粒物≤20mg/Nm <sup>3</sup><br>CO≤80mg/Nm <sup>3</sup><br>二噁英≤0.5ng-TEQ/m <sup>3</sup><br>VOCs≤60mg/Nm <sup>3</sup> | 41298                                                                              | 连续         | 排入大气   |
| 分布式能源站 | G6-1 | 燃气锅炉烟气              | SO <sub>2</sub> ≤30mg/Nm <sup>3</sup><br>NO <sub>x</sub> ≤35mg/Nm <sup>3</sup><br>VOC≤60mg/Nm <sup>3</sup>                                                                                                                                                                | 98000                                                                              | 仅开车时<br>排放 | 排入大气   |
|        | G6-2 | 余热锅炉烟气              | SO <sub>2</sub> ≤30mg/Nm <sup>3</sup><br>NO <sub>x</sub> ≤35mg/Nm <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                            | 一期：350t/h<br>261194Nm <sup>3</sup> /h<br>二期：350t/h×3<br>261194×3Nm <sup>3</sup> /h | 连续         | 排入大气   |

| 装置名称  | 序号   | 废气来源及名称        | 污染物组成                                                                               | 排放量Nm <sup>3</sup> /h | 排放规律 | 排放去向 |
|-------|------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|------|
| 污水处理站 | G7-1 | 污水处理<br>臭气处理尾气 | 非甲烷总烃≤60mg/Nm <sup>3</sup><br>H <sub>2</sub> S<0.06kg/h<br>NH <sub>3</sub> <0.6kg/h | 11000                 | 连续   | 送焚烧炉 |

表 11.3-2 废水(液)排放一览表

| 装置名称  | 序号   | 废水来源及名称           | 污染物组成                                                                                                                                         | 排放量m <sup>3</sup> /h | 排放规律         | 排放去向                                |
|-------|------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|-------------------------------------|
| 合成气制备 | W1-1 | 中压汽包排污冷却器<br>锅炉排污 | TDS: 86ppm<br>磷酸盐: 16ppm                                                                                                                      | 正常: 1.8×2<br>最大: 6   | 连续           | 去污水处理站                              |
|       | W1-2 | 夹套（二段炉等）排<br>污水   | 含微量铁的水                                                                                                                                        | 1 ×2                 | 连续           | 去污水处理站                              |
|       | W1-3 | 工艺冷凝液汽提塔<br>工艺冷凝液 | NH <sub>3</sub> : 5ppm (wt)<br>CO <sub>2</sub> : 5ppm (wt)<br>胺: 10ppm (wt)<br>金属粉尘: 2.5ppm (wt)<br>微量溶解的H <sub>2</sub> , CO, CH <sub>4</sub> | 49.2 ×2              | 连续           | 正常去脱盐水装置<br>开车时及事故工况不<br>回收, 去污水处理厂 |
|       | W1-4 | 工艺冷凝液汽提塔<br>工艺冷凝液 | NH <sub>3</sub> : 1000mg/L<br>CO <sub>2</sub> : 3000mg/L<br>胺: 1000mg/L<br>微量的金属粉尘<br>微量溶解的H <sub>2</sub> 、CO、CH <sub>4</sub>                 |                      | 开车时及事故<br>工况 | 去污水处理站                              |
|       | W1-5 | 压缩机段间分离器<br>含油水   | 含少量油的水                                                                                                                                        | 2×2                  | 连续           | 去含油水系统                              |
| 乙二醇   | W2-1 | 排污罐汽包排污水          | 含微量TDS磷酸盐                                                                                                                                     | 10×2                 | 连续           | 去污水处理站                              |

| 装置名称 | 序号   | 废水来源及名称          | 污染物组成                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 排放量m <sup>3</sup> /h | 排放规律 | 排放去向              |
|------|------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------|
|      | W2-2 | 废水罐              | PH: 4.28,<br>COD <sub>Cr</sub> : 1060mg/L<br>BOD <sub>5</sub> : 935mg/L<br>SS: 5mg/L<br>NH <sub>3</sub> -N: 7.75mg/L<br>氯化物: <0.007mg/L<br>总溶固: 9960 mg/L<br>Ca <sup>2+</sup> <0.02mg/L<br>二甲醚: 100ppm<br>N <sub>2</sub> : 0.14%,<br>乙酸甲酯: 200ppm<br>NaNO <sub>3</sub> : 0.49%<br>CH <sub>3</sub> OH: <100ppm<br>乙醇: 100ppm<br>碳酸二甲酯: 300ppm<br>甲酸甲酯 200ppm<br>甲缩醛: 200ppm | (27-55) ×2           | 连续   | 去污水处理厂            |
|      | W2-3 | 加氢精馏工段<br>加氢废水   | 乙醇: 0.22%wt<br>乙二醇单甲醚: 5.83%wt<br>乙醇酸甲酯: 6.83%wt<br>1,2 丙二醇: 1.02%wt<br>2,3 丁二醇: 2.11%wt<br>水: 83.99%wt                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.9 ×2               | 连续   | 送合成气制备或污水处理厂      |
|      | W2-4 | 各加热换热器<br>加热蒸汽凝液 | 含有少量铁离子                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 626.4 ×2             | 连续   | 正常工况送天然气转化和热工锅炉除氧 |

| 装置名称 | 序号   | 废水来源及名称     | 污染物组成                                                                                    | 排放量m <sup>3</sup> /h | 排放规律                      | 排放去向                     |
|------|------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|
|      |      |             |                                                                                          |                      |                           | 器，开停车工况，330t/h×2 送至脱盐水装置 |
|      | W2-5 | 树脂精制工段触媒冲洗水 | NaOH: 0.9%wt                                                                             | 27 ×2                | 吸附剂再生，2月排放一次，每次排放时间 60 分钟 | 去污水处理站                   |
|      | W2-6 | 树脂精制工段触媒冲洗水 | 乙二醇: 0.8%wt                                                                              | 108 ×2               | 吸附剂再生，2月排放一次，每次排放时间 45 分钟 | 去污水处理站                   |
| 其它   | W4-1 | 厂区生活污水      | COD <sub>Cr</sub> 300 mg/L<br>BOD <sub>5</sub> : 200 mg/L<br>NH <sub>3</sub> -N: 30 mg/L | 15                   | 间断                        | 送污水处理站                   |
|      | W4-2 | 设备、地面冲洗水    | 含COD、石油类、SS                                                                              | 15                   | 间断                        | 送污水处理站                   |
| 公辅设施 | W5-1 | 燃气锅炉排污水     | 含磷酸盐                                                                                     | 12                   | 仅开车时排放                    | 送脱盐车站                    |
|      | W5-2 | 余热锅炉排污水     | 含磷酸盐                                                                                     | 8                    | 连续                        | 送脱盐车站                    |
|      | W5-3 | 脱盐车站排水      | 含盐废水                                                                                     | 一期: 53~98<br>二期: 55  |                           | 送回用水站                    |
|      | W5-4 | 工艺循环水站排污水   | 含SS、TDS                                                                                  | 一期: 187<br>二期: 207   | 连续                        | 送回用水站                    |
|      | W5-5 | 空分循环水站排污水   | 含SS、TDS                                                                                  | 一期: 16<br>二期: 16     | 连续                        | 送回用水站                    |

| 装置名称 | 序号   | 废水来源及名称          | 污染物组成                                                                                                                          | 排放量m <sup>3</sup> /h     | 排放规律 | 排放去向      |
|------|------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|-----------|
|      | W5-6 | 污水处理站<br>和回用水站排水 | COD≤316mg/L<br>BOD≤158mg/L<br>NH <sub>3</sub> -N≤35 mg/L<br>TN≤40 mg/L<br>TP≤4 mg/L<br>SS≤300mg/L<br>氯化物≤1000<br>TDS≤9000 mg/L | 一期：108~135<br>二期：102~114 | 连续   | 排入园区污水处理场 |

表 11.3-3 固体废物排放一览表

| 装置名称  | 序号   | 废渣来源及名称              | 污染物组成                                               | 产生量                 |       | 排放规律      | 排放去向     |
|-------|------|----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|-------|-----------|----------|
|       |      |                      |                                                     | (m <sup>3</sup> /次) | (t/次) |           |          |
| 合成气制备 | S1-1 | 铁锰脱硫槽<br>废铁锰脱硫剂      | 含FeS                                                | 50×2                |       | 1 次/1 年   | 送催化剂厂家回收 |
|       | S1-2 | 氧化锌脱硫槽<br>废氧化锌脱硫剂    | 含ZnS                                                | 25×2                |       | 1 次/3 年   | 送催化剂厂家回收 |
|       | S1-3 | 纯氧转化炉<br>废催化剂        | NiO                                                 | 20×2                |       | 1 次/4 年   | 送催化剂厂家回收 |
|       | S1-4 | 分子筛吸附器废分子筛<br>(深冷分离) | 含硅酸盐                                                | 160×2               | 105×2 | 1 次/4 年   | 送分子筛厂回收  |
|       | S1-5 | PSA吸附塔<br>废吸附剂       | 含Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、SiO <sub>2</sub> 等 |                     | 795×2 | 1 次/15 年  | 送有资质厂家处置 |
|       | S1-6 | 脱硝系统催化剂              | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 等                     | 8                   |       | 1 次/3-5 年 | 送催化剂厂家回收 |

| 装置名称 | 序号   | 废渣来源及名称               | 污染物组成                             | 产生量     |       | 排放规律      | 排放去向     |
|------|------|-----------------------|-----------------------------------|---------|-------|-----------|----------|
|      |      |                       |                                   | (m³/次)  | (t/次) |           |          |
|      | S2-1 | 草酸二甲酯偶联反应器<br>废DMO催化剂 | Pd、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 250×2   | 225×2 | 1 次/3 年   | 送催化剂厂家回收 |
| 乙二醇  | S2-2 | 加氢反应器<br>废催化剂         | Cu、SiO <sub>2</sub>               | 416.7×2 | 250×2 | 1 次/1.5 年 | 送有资质厂家回收 |
|      | S2-3 | 液相加氢反应器<br>废催化剂       | 活性炭、镍、稀有金属                        |         | 23×2  | 1 次/3 年   | 送催化剂厂家回收 |
|      | S2-4 | 脱醛反应器<br>废催化剂         | 废树脂                               | 15×2    | 9.8×2 | 1 次/2 年   | 送有资质厂家回收 |
| 乙二醇  | S2-5 | 脱醛反应器<br>废催化剂         | 废树脂                               | 45×2    | 25×2  | 1 次/2 年   | 送有资质厂家回收 |
|      | S2-6 | PSA 吸附塔<br>废吸附剂       |                                   | 104×2   | 80×2  | 1 次/15 年  | 送有资质厂家处置 |
| 空分   | S4-1 | 纯化系统废吸附材料             | 分子筛                               |         | 140   | 1 次/5 年   | 回收或填埋    |
|      | S4-2 |                       | 氧化铝                               |         | 58    | 1 次/5 年   |          |
|      | S4-3 | 空气干燥器废吸附材料            | 氧化铝                               |         | 3     | 1 次/5 年   |          |

## 11.4. 环境保护措施

本项目采用成熟可靠工艺技术，同时贯彻了“以源头治理为主、兼顾末端治理和废物资源化循环利用”的环保方针，严格执行有关的环保标准和法规，采取各种有效措施，在生产过程中实施全面的清洁生产，避免和减少污染物排放，并有效节约水资源。

本项目以天然气为原料，采用国际先进的氧化偶联法工艺生产乙二醇，包括，空分装置、天然气转化装置、气体净化分离装置、草酸二甲酯装置、乙二醇装置、碳酸二甲酯分离提纯装置，以及配套公辅设施。

### 11.4.1. 废气环保措施

- 1) 转化装置加热炉采用低氮烧嘴减少NO<sub>x</sub>的产生，同时设置SCR脱硝装置降低NO<sub>x</sub>生成量，从而有效降低了NO<sub>x</sub>的排放量。
- 2) 本项目拟专门设置一个焚烧炉，主要用于焚烧污水处理装置产生的臭气，并焚烧装卸区、部分罐区易挥发性有机物料储罐的排放气。
- 3) 乙二醇装置尾气反应吸收塔酯化尾气和PSA解吸气去天然气造气作燃料。
- 4) 对于中间罐区和成品罐区的甲醇储罐和乙醇储罐分别设置一个洗涤塔，废气经洗涤后达标排放，洗水送污水处理站处理。
- 5) 本项目一期拟建 2 套 33MW 燃机（配套补燃余热锅炉）和一台 100t/h 燃气锅炉，燃气锅炉采用清洁燃料天然气、低氮燃烧+烟气再循环系统。
- 6) 污水处理过程中产生的臭气，经管道收集后经水洗涤罐，再通过生物滴滤进行生化处理，然后全部送焚烧炉焚烧处理。
- 7) 安全阀起跳、紧急放空等事故废气拟采取放空管汇集后经火炬系统达标排放。

### 11.4.2. 废水(液)环保措施

#### 11.4.2.1. 排水系统

本项目排水系统分为：生活污水、初期雨水系统、清净雨水、清净废水、消防事故水系统。

##### (1) 生活污水系统

本系统主要来自卫生间、浴室等设施的生活污水。生活污水经化粪池初级处理后，重力流入生活污水管网末端的生活污水收集池。经生活污水提升设施提升至污水处理站。

##### (2) 初期雨水系统

本系统主要收集和排放界区内生产装置区及罐区围堰内可能受到污染的雨水及地

面冲洗水。初期雨水总量按照规范要求，以污染区域面积乘以 15mm 降雨量计。初期雨水收集到初期雨水池内就近上管廊，经泵提升至附近管廊，送往本项目内的污水处理站。

### （3）清净雨水系统

本系统主要收集和排放非污染区雨水及污染区内后期雨水，地面雨水的收集采用雨水口、雨水支管和雨水干管。初期雨水与后期雨水在装置污染区末端采用阀门切换，前期雨水阀门常开，前期雨水流入初期雨水管道，水池装满后，关掉初期雨水阀门，打开清净雨水阀门，后期雨水进入雨水系统。初期污染雨水至本项目污水处理站处理，清净雨水汇集后以重力流的方式排至雨水监控池，监控池停留依据雨水停留时间可取 10~30 分钟要求，在雨水排出口处设置雨水监测池一座。有效容积 6000m<sup>3</sup>。雨水经监控合格后，以重力流的方式排至园区雨水管网。

### （4）清净废水系统

本系统主要收集循环冷却水系统的排污水和脱盐水站的排污水，然后送本项目回用水站处理。

### （5）消防事故水系统

本项目设置消防排水收集、储存、监控及处理设施，防范和控制企业发生火灾事故时和事故处理过程中产生的物料泄漏和污水对周边水体环境的污染和危害，降低环境风险。

本装置消防事故废水借用雨水系统收集，最终进入到消防事故水池。

经计算，消防事故收集池有效容积应为 16708m<sup>3</sup>，考虑一定富裕，故设计有效容积为 18000 m<sup>3</sup>。

#### 11.4.2.2. 废水（液）利用治理措施。

- 1) 本项目转化装置工艺冷凝液经汽提塔汽提处理后，返回到脱盐水装置回收利用。
- 2) 乙二醇装置和DMC装置各加热换热器的加热蒸汽凝液，正常工况送天然气转化和动力中心利用，开停车工况送脱盐水装置利用。
- 3) 锅炉排水送脱盐水装置利用。
- 4) 乙二醇装置加氢精馏工段加氢废水含有机物浓度较高，送合成气制备或污水处理厂。
- 5) DMC装置含有高浓度DMO和重组分的有机废液，送焚烧炉焚烧处理。
- 6) 污水处理站

本项目拟设置污水处理站，用于处理合成气制备（含脱碳）装置、DMC装置、乙二醇装置以及公用工程的生产、生活污水，以及生产装置的事故排放水，经处理后的排水，至回用水站进行处理。最终排入园区污水处理厂。

污水处理总的设计规模为  $150\text{m}^3/\text{h}$ ，处理工艺详见 8.1.1.7 污水处理站章节。

#### 7) 回用水站

本项目拟设置回用水站，用于处理循环水站和脱盐水站排出的废水，经处理后大部分作循环水站补充水，浓水达到园区污水处理厂接管标准后排入园区污水处理厂。

有关回用水站的更多情况详见 8.1.1.5 给水系统\（5）脱盐水及回用水系统。

### 11.4.3. 固废的处置和综合利用

- 1) 本项目工艺装置定期排出的含有镍、钯等贵重金属的废触媒和废脱硫剂，由制造厂回收利用。
- 2) DMC装置反应器产生的废渣含有DMC、DMO、草酸钠、固体碱等物质，送全厂焚烧炉焚烧处理。
- 3) 本项目产生的有些危险废物是无法回收利用的废催化剂，外送有危险废物处理资质的单位处置。
- 4) 本项目拟设危废暂存库一个，用于暂时储存需要外送处置的各类固体废弃物，该库按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18596-2001）进行设计。

### 11.4.4. 噪声治理

噪声防治主要从设备选型、噪声源的合理布置等方面考虑，本项目设计中拟采取的噪声防治措施有：

- 1) 设备选型时尽量选用低噪声设备；
- 2) 对压缩机、泵、火炬等噪声较强的设备，在设计时要求供应商配套消声器，并合理布局、尽量防止噪声叠加和干扰；
- 3) 在噪声源集中的厂房设隔音操作室，并在各噪声较大的运转层设隔声值班室。
- 4) 管道设计中注意防振、防冲击，以减轻振动噪声。风管及流体输送应注意改善其流畅状况，减少空气动力噪声。

### 11.4.5. 地下水污染防治

- 1) 本项目按照《石油化工防渗工程技术规范》（GB/T50934-2013）进行分区防渗处理。

2) 厂区应划分为非污染区和污染区，其中污染区分为一般污染区和重点污染区。

3) 一般污染防治区和重点污染防治区：一般污染防治区是对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，可及时发现和处理的区域或部位；重点污染防治区是对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，不能及时发现和处理的区域或部位。

4) 非污染区可不进行防渗处理，污染区应按照不同分区要求采取不同等级的防渗措施，并确保其可靠性和有效性。

5) 防渗层材料的渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。

#### 11.4.6. 水土保持方案

根据项目所在宣汉县已建项目水土保持治理经验，证明要保护好项目扰动地表后的水土，就必须坚持“工程措施为先，植物措施跟进”的治理原则，在工程扰动地表的同时做好防护及拦挡工程措施，接着植物措施随着工程的施工跟进，这样可尽量减少施工所造成的水土流失，且植被恢复较快。

##### (1) 生态防护措施

根据项目区的立地条件和沿线气候特点，选择适生能力强、速生优质、栽植和养护容易的优良树草种，对沿线路基边坡、路侧绿化带等采用由灌、草、藤本植物为一体的立体绿化防护措施，对边坡进行综合处置，施工期采取较多的临时防护措施。

##### (2) 工程防护措施

采用护坡挡墙、护脚等工程措施进行防护，对挖、填方边坡采用分段分层防护。在充分保证路基安全的情况下，对填方边坡以及零挖填路段采用植草绿化；对 10m 以下的边坡采用护坡和挂网植草；对边坡高度在 10~20m 之间的采用挂组合网防护。

##### (3) 临时防护措施

表土剥离：在土石方工程施工前，先期进行表土剥离，将剥离的表土集中保存起来，待施工结束后用作绿化覆土。

编织袋土埂拦挡措施：利用编织袋装土在堆土范围线周围，特别是推土坡下部填筑临时拦挡土埂，用以临时拦挡施工场地、料场等施工区的临时堆土、堆料，施工结束后及时拆除编织袋土埂，平整压实地。可就地取材，价格低廉，水土保持效显著。

编织布覆盖措施：对施工开挖、填筑、堆置、土料运输等裸露面，利用编织布进行临时压盖，具有较好的水土保持效果。

围墙或采钢板围栏措施：对施工区采取围墙或采钢板围栏措施进行围栏，实施封闭

施工，既可达到水土保持的目的，又能降低施工对附近环境或其它工程的影响。

临时排水措施：在降水汇集区施工可修建临时排水沟，从而降低地表径流对施工面的冲刷，减轻水土流失。

本项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等。

## 11.5. 环保设施与机构设置

### 11.5.1. 环境管理与环保设施

在环境保护工作中，管理和治理是相辅相成、缺一不可的。通过管理可以防止新污染、促进治理、巩固和发挥治理效果。四川正达凯主管生产的副总经理对项目的环境保护工作负全面的领导责任。

另外，拟设置环境管理专职人员 1 名，负责全厂的环境保护管理和监测协助工作。各车间有兼职环保管理人员各 1 名，负责车间环保管理工作，监督并定期检查各车间环保设施的管理和运行情况，发现问题及时会同有关部门解决，保证全厂环保设施（如污水处理站、焚烧炉）处于完好状态。

### 11.5.2. 环境监测

本工程环境监测依托全厂分析化验室进行监测分析。由于本项目的分析化验室技术人员和分析仪器设备齐全，有能力负责本工程的日常环境监测分析工作，必要时委托当地环境监测部门监测。

另外，本项目拟配备一些环境监测采样仪器，以满足日常监测工作的需要。

## 11.6. 环境保护设施费用

本项目环保投资估算见表 11.6-1。

表 11.6-1 本项目环保投资估算表

| 序号 | 名称                                 | 费用(万元) | 备注          |
|----|------------------------------------|--------|-------------|
| 1  | 锅炉低氮燃烧器+烟气再循环                      |        | 已含在锅炉费用中    |
| 2  | 转化加热炉低 NO <sub>x</sub> 烧嘴+SCR 脱硝系统 |        | 已含在转化加热炉费用中 |
| 3  | 乙二醇尾气反应吸收塔                         |        | 已含在乙二醇装置费用中 |
| 4  | DMO 加氢单元 PSA 解吸                    |        | 已含在乙二醇装置费用中 |
| 5  | 罐区尾气洗涤塔                            |        | 已含在罐区费用估算中  |
| 6  | 焚烧装置                               |        |             |

| 序号 | 名称        | 费用(万元) | 备注            |
|----|-----------|--------|---------------|
| 7  | 火炬系统      |        | 已含在系统估算中      |
| 8  | 污水处理站     |        | 已含在给排水估算中     |
| 9  | 回用水站      |        | 已含在给排水估算中     |
| 10 | 废水收集系统    |        | 已含在给排水估算中     |
| 11 | 危废暂存库     |        | 已含在建筑估算中      |
| 12 | 事故消防废水收集池 |        | 已含在给排水估算中     |
| 13 | 防渗        |        | 已含在相关专业估算中    |
| 14 | 消声降噪设施    |        | 已含在机泵等估算中     |
| 15 | 在线监测分析系统  |        | 已含在相关设备及专业估算中 |
| 16 | 监测采样仪器    | 20     |               |
| 17 | 绿化        |        | 已含在总图估算中      |
| 18 | 环境影响评价费   | 待定     |               |

## 11.7. 环境影响分析

### 11.7.1. 大气影响分析

本项目采用先进的工艺技术和切实可行的环保措施，对于产生的废气，有的送能源站和装置作燃料、有的送焚烧炉焚烧处理、有的用洗涤方式处理，最后均达标排放。加之该区域大气环境本底条件较好，有一定的环境容量。因此本项目建成投产后，预计对周围大气环境质量影响较小。

### 11.7.2. 水体影响分析

本项目生产装置工艺废水有的直接回收利用，有的送本项目设置的污水处理站处理后再送回用水站，而循环水站和脱盐水处理站排出的清净废水直接送回用水站，这些废水在回用水站处理后大部分作循环水站补充水，其浓水达到接管标准后排入园区污水处理厂处理。因此预计本项目建成投产后对其受纳水体水质影响较小。

## 11.8. 存在问题及建议

鉴于目前本项目处于立项、可行性研究的前期阶段，环境影响评价尚未进行。报告中拟建厂址的环境概况及环境现状是参考建设地区相关的环境现状资料，如有不准确的地方最终以本项目环评报告为准。

## 12. 消防

### 12.1. 编制依据

#### 12.1.1. 国家和地方的有关法律、法规和规定

- 1) 中华人民共和国消防法（主席令第 6 号，2009 年 5 月 1 日实施，2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订）
- 2) 危险化学品安全管理条例（国务院第 591 号令，2011 年 12 月 1 日实施，国务院令第 645 号修改）
- 3) 建设工程消防设计审查验收管理暂行规定（中华人民共和国住房和城乡建设部第 51 号令）

#### 12.1.2. 采用的标准、规范

- 1) 石油化工企业设计防火标准（GB50160-2008，2018 年版）
- 2) 建筑设计防火规范（GB50016-2014，2018 年版）
- 3) 建筑灭火器配置设计规范（GB50140-2005）
- 4) 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准（GB/T50493-2019）
- 5) 火灾自动报警系统设计规范（GB50116-2013）
- 6) 爆炸危险环境电力装置设计规范（GB50058-2014）
- 7) 防止静电事故通用导则（GB12158-2006）
- 8) 石油化工企业静电接地设计规范（SH3097-2000）
- 9) 建筑物防雷设计规范（GB50057-2010）
- 10) 消防给水及消火栓系统技术规范（GB50974-2014）
- 11) 泡沫灭火系统技术标准（GB50151-2021）

### 12.2. 现有消防设施

本项目可依托中石化普光应急救援中心设置的普光消防站等。该消防站配备灭火抢险车辆 21 台以及多种抢险器材，主要担负普光气田作业监护、安全生产事故处置以及周边地方各类事故处置、社会救援等任务。

### 12.3. 装置性质及火灾危险类别

合成气制备装置、乙二醇装置生产过程中使用和产生的物料如氢气、甲醇、一氧化碳、亚硝酸甲酯、碳酸二甲酯、乙醇、甲酸甲酯等多数具有易燃、易爆等特性，因此有潜在的火灾/爆炸等危险。

合成气制备装置、乙二醇装置、原料罐区等的火灾危险为甲类；乙二醇罐区的火灾危险性为丙类。

空分装置火灾危险性属乙类。

公用工程及辅助设施如循环水厂房、脱盐水泵房、综合维修、消防水泵房、分布式能源站、中央控制室等的火灾危险性分类大多为丁类和戊类，变配电设施的火灾危险性分类为丙类。

#### 12.4. 消防设施

根据规范的要求及本项目的火灾危险性，本项目设置如下消防设施：

##### (1) 总平面防火布置

建设项目整体布局，装置的平面布置、消防车道、防雷防静电接地和建筑物结构造型、耐火等级、防火间距、泄爆面积、疏散通道、防爆措施等应符合《石油化工企业设计防火规范》和《建筑设计防火规范》的要求；厂区总平面根据生产过程中的工艺流程及各组成部分的生产特点和火灾危险性，结合地形、风向等条件，按功能分区集中布置；公用辅助设施布置在非防爆危险区；

##### (2) 消防水系统

本项目总占地大于 100 公顷，消防水按同一时间 2 处火灾考虑，一处乙二醇罐区 450L/S，火灾延续时间 6 小时；一处辅助设施 50L/S，火灾延续时间 3 小时。

合成气制备装置、乙二醇装置、原料及成品罐区等设置一套稳高压消防水系统，包括消防泵、稳压泵及管网系统，厂区设计消防用水量约为 500 L/s。消防水源来自工厂新建的消防水池。消防水管网平时由稳压泵维持管网压力。火灾时消防泵启动，向管网送水。消防水管网在厂区内形成环状，并用阀门分隔成若干独立段。

##### (3) 室外消火栓

全厂的环状高压消防水管网上设置一定数量的 DN150 的三出口室外地上式消火栓。消火栓的间距不大于 60m。每个室外消火栓旁均配备一个消火栓箱，箱内配备直流-喷雾水枪、消防水带、消火栓扳手等。

##### (4) 消防水炮

工艺装置区周围的环状高压消防水管网上设置一定数量的固定式消防水炮，消防水炮的流量为 40L/s，覆盖半径为 40~60m。

##### (5) 低倍数泡沫灭火系统

在甲醇、乙二醇罐区设置固定式泡沫灭火系统，同时具有半固定式系统的功能。

罐区设置一套泡沫比例混合装置，设置的固定式泡沫系统为液上喷射系统，固定式泡沫系统为遥控/手动控制。

泡沫液供给：

(1) 泡沫混合液供给强度：10 L/min./m<sup>2</sup>

(2) 持续供给时间：30min

(3) 泡沫液类型：3 %的抗溶性水成膜泡沫原液

(6) 室内消火栓

根据规范要求 in 厂房设置室内消火栓。

(7) 半固定式消防给水竖管

工艺装置内的甲、乙类设备的构架平台高出其所处地面 15m 时，沿梯子敷设半固定式消防给水竖管。

(8) 消防冷却水系统

乙二醇成品罐区设置固定式消防冷却水系统，冷却范围包括着火罐和距着火罐罐壁 1.5 倍着火罐直径范围内的相邻罐，着火罐和邻近罐设计喷淋强度为 2.5L/min · m<sup>2</sup>，着火罐供水范围为罐壁表面积，邻近罐供水范围为罐壁表面积的一半。

(9) 灭火器配置

为了扑灭初起火灾和小型火灾，在生产装置区等建筑物内配置适量 8kg 手提式 ABC 类干粉灭火器和 50kg 推车式 ABC 类干粉灭火器。

在仪表/电气设备房间配置 5kg 手提式二氧化碳和 30kg 推车式二氧化碳灭火器。

对通常的建筑物/房间配置 4kg ABC 类手提式干粉灭火器。

8kg ABC 类手提式干粉灭火器、4kg ABC 类手提式干粉灭火器和 5kg 手提式二氧化碳灭火器放置在灭火器箱内。

30kg 推车式二氧化碳灭火器、50kg ABC 类推车式干粉灭火器就地放置。

(10) 可燃及有毒气体检测报警设施

在可能散发有毒气体、可燃气体的工序、罐区等区域根据规范要求设置可燃及有毒气体检测报警系统，用以检测现场可燃及有毒气体的泄漏情况。

(11) 火灾自动报警系统

本项目设置一套火灾报警系统，火灾报警控制盘设置在消防控制室内。在各生产装

置区内设置防爆型手动报警按钮或普通型报警按钮，在控制室、配电室等分别设置感温/感烟探测器等报警设施。电缆室的电缆架上设置线型缆式感温探测器。

#### (12) 钢结构耐火保护

根据规范要求，对生产装置内承重的钢框架、支架、裙座、钢管架等按规范要求采取覆盖耐火层等耐火保护措施，使涂有耐火层的钢结构的耐火极限满足规范要求。

### 12.5. 消防投资估算

本项目用于灭火器等小型灭火器材的费用约 15 万元，泡沫灭火系统的费用约 250 万元。其余消防水系统、火灾报警设施、可燃气体检测设施等费用纳入相关专业概算中。

## 13. 安全

### 13.1. 设计采用的规定及标准规范

#### 13.1.1. 国家和地方的有关法律、法规和规定

- 1) 《中华人民共和国安全生产法》中华人民共和国主席令 [2021]第 88 号,自 2021 年 9 月 1 日起施行
- 2) 《中华人民共和国劳动法》国家主席令[1994]第二十八号, 2009 年修订, 1995 年 1 月 1 日起施行, 2018 年 12 月 29 日修正, 2018 年 12 月 29 日施行
- 3) 《中华人民共和国职业病防治法》国家主席令[2001]第六十号, 2017 年 11 月 4 日国家主席令第八十一号修改, 2017 年 11 月 5 日起施行, 中华人民共和国主席令第二十四号, 2018 年 12 月 29 日修正
- 4) 《中华人民共和国消防法》主席令第 6 号, 2009 年 5 月 1 日实施, 2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订
- 5) 《危险化学品安全管理条例》 国务院第 344 号令, 2011 年 3 月 2 日国务院令第 591 号修正, 2013 年 12 月 7 日国务院令第 645 号修订
- 6) 《特种设备安全监察条例》国务院令第 373 号, 2003 年 6 月 1 日起施行, 2009 年 1 月 24 日中华人民共和国国务院令第 549 号修订
- 7) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》原安监总局令[2015]第 77 号, 2015 年 5 月 1 日起施行
- 8) 《危险化学品建设项目安全监督管理办法》原安监总局令[2012]第 45 号, 2015 年 5 月 27 日原安全监管总局令第 79 号修正, 2015 年 7 月 1 日起施行
- 9) 《首批重点监管的危险化工工艺目录》原安监总管三[2009]116 号
- 10) 《第二批重点监管的危险化工工艺目录》原安监总管三[2013]3 号
- 11) 《首批重点监管的危险化学品名录》原安监总管三[2011]95 号
- 12) 《第二批重点监管危险化学品名录》原安监总管三[2013]12 号

#### 13.1.2. 采用的标准、规范

- 1) 《石油化工企业防火设计标准》(GB50160-2008, 2018 年版)
- 2) 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版)
- 3) 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)
- 4) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB12801-2008)

- 5) 《化工企业总图运输设计规范》(GB 50489-2009)
- 6) 《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)
- 7) 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)
- 8) 《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》(GBZ2.1-2019)
- 9) 《工作场所有害因素职业接触限值 物理因素》(GBZ2.2-2007)
- 10) 《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)
- 11) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T50493-2019)
- 12) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)
- 13) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- 14) 《防止静电事故通用导则》(GB12158-2006)
- 15) 《安全色》(GB 2893-2008)
- 16) 《安全标志及其使用导则》(GB 2894-2008)

### 13.2. 建设项目生产过程中危险因素的分析

#### 13.2.1. 生产过程中主要物料的危害特性

根据《危险化学品名录》、《危险化学品安全技术全书》、GBZ230-2010《职业性接触毒物危害程度分级》、GBZ2.1-2019《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》的内容，本装置涉及主要危险、有害物料的危险类别见下表。

表 13.2-1 生产过程中的主要危险有害物质一览表

| 序号 | 物料名称 | 危害特性                                    | 空气中爆炸<br>极限 V% | 火灾危<br>险分类 | 时间加权平均<br>容许浓度<br>mg/m <sup>3</sup> | 毒物危害<br>程度分级 |
|----|------|-----------------------------------------|----------------|------------|-------------------------------------|--------------|
| 1  | 天然气  | 易燃易爆气体                                  | 5.3-15         | 甲          | /                                   | /            |
| 2  | 氢气   | 常温下为无色无味气体，<br>易燃易爆                     | 4.1~74.2       | 甲          | /                                   | /            |
| 3  | 一氧化碳 | 常温下为无色无味气体，<br>易燃易爆、有毒                  | 12.5~74.2      | 乙          | 20                                  | Ⅱ（高度危<br>害）  |
| 4  | 二氧化碳 | 高浓度有窒息危险                                | /              | 戊          | 9000                                | /            |
| 5  | 甲醇   | 常温下为无色透明有醇<br>香味液体，易燃易爆有毒               | 6-36.5         | 甲          | 25                                  | Ⅲ（中度危<br>害）  |
| 6  | 稀硝酸  | 常温下为无色或浅黄色<br>强腐蚀性液体，强酸强氧<br>化性         | /              | 乙          | /                                   | Ⅲ（中度危<br>害）  |
| 7  | 氮氧化物 | 常温下为二氧化氮为红<br>棕色气体，其余为无色气<br>体，有刺激性和强氧化 | /              | 乙          | 5（二氧化氮）<br>15（一氧化氮）                 | Ⅱ（高度危<br>害）  |

| 序号 | 物料名称  | 危害特性                                 | 空气中爆炸<br>极限 V%            | 火灾危<br>险分类 | 时间加权平均<br>容许浓度<br>mg/m <sup>3</sup> | 毒物危害<br>程度分级 |
|----|-------|--------------------------------------|---------------------------|------------|-------------------------------------|--------------|
|    |       | 性，有毒                                 |                           |            |                                     |              |
| 8  | 亚硝酸甲酯 | 常温下为无色、无味气体，受阳光照射或受热均易分解，分解时可能引发分解爆炸 | 受阳光照射或受热均易分解，与空气可形成爆炸性混合气 | 甲          | /                                   | Ⅱ（高度危害）      |
| 9  | 草酸二甲酯 | 常温下为无色单斜形结晶，能溶于醇和醚，微溶于冷水             | /                         | 丙          | /                                   | 低毒           |
| 10 | 乙二醇   | 常温下为无色、有甜味、粘稠液体                      | 3.2-15.3                  | 丙          | /                                   | 低毒           |
| 11 | 乙醇    | 易燃、易挥发的无色透明液体，有醇香味                   | 3.5-18                    | 甲          | /                                   | /            |
| 12 | 甲酸甲酯  | 无色有香味的易挥发液体，有强的刺激性                   | 4.5-32                    | 甲          | /                                   | 低毒           |
| 13 | 碳酸二甲酯 | 常温时是一种无色透明、略有气味、微甜的液体                | 2.8-21.3                  | 甲          | /                                   | /            |
| 14 | 二乙二醇  | 无色、无臭的粘稠液体，具有吸湿性                     | 1.6-10.8                  | 丙          | /                                   | /            |
| 15 | 三乙二醇  | 无色透明或微带黄色液体，有很强的吸湿性                  | 0.9-9.2                   | 丙          | /                                   | /            |
| 16 | 盐酸    | 无色发烟液体，有刺激性气味                        | /                         | 戊          | 7.5（空气中最高允许浓度）                      | Ⅲ（中度危害）      |
| 17 | 烧碱    | 无色透明的腐蚀性液体                           | /                         | 戊          | /                                   | Ⅳ（轻度危害）      |

### 13.2.2. 重点监管的危险化学品

根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》安监总管三（2011）95 号、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三（2013）12 号），本项目中的一氧化碳、甲醇、氢气属于重点监控的危险化学品。

### 13.2.3. 重点监管的危险化工工艺

根据国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知（安监总管三（2009）116 号）和《第二批重点监管的危险化工工艺目录》安监总管三（2013）3 号的规定，本项目涉及到氧化工艺、加氢工艺属于重点监管的危险化工工艺。

### 13.2.4. 生产过程中的主要危险有害因素

#### （1）火灾/爆炸危险

本项目生产过程中主要易燃易爆物料包括氢气、甲醇、一氧化碳、亚硝酸甲酯、碳

酸二甲酯、乙醇、甲酸甲酯等，这些物质泄漏与空气均能形成爆炸性混合物，若遇火源，易发生火灾/爆炸等事故。

## （2）中毒、窒息

本项目生产中的有毒有害物料主要包括一氧化碳、甲醇和氮氧化物废气等，当这些物质泄漏到操作环境中，易造成中毒、窒息等危害。此外，生产过程的中间产物亚硝酸甲酯、草酸二甲酯以及甲酸甲酯、乙二醇等也具有一定的毒害性。

另外，在开停车过程中，由于设备、管道等需要利用氮气等进行置换，一旦通风不好，或者在进入这些设备之前没有检测其氧的含量，操作人员也没有采取良好的防护措施，进入这些设备就会造成窒息事故。

## （3）化学灼伤

本项目主要装置生产过程中使用了烧碱、盐酸等强腐蚀性液体，一旦操作人员意外接触，就可能造成皮肤和眼睛的化学灼伤。

## （4）触电、机械伤害

生产过程中使用了大量的转动设备和电气设备，存在触电、机械伤害。

## （5）噪声危害

生产过程中噪声源主要包括压缩机、风机、泵、反应器等所产生的机械振动噪声；电机产生的电磁噪声；装置正常生产及开停车、事故放空引起的噪声；安全阀排放所引起的噪声等。

## （6）高温烫伤

由于生产过程中的多个单元操作均为高温操作或者是强放热反应，工艺气体和设备的温度都很高，操作不当就有可能造成设备损坏，高温介质外泄而造成烫伤。高温高压的蒸汽等物料的正常或事故条件下的外泄也可能造成烫伤，操作人员一旦接触外露的高温设备和管线也将造成高温烫伤。

## （7）高处坠落

生产装置区中存在各种塔、炉、高位槽及较高的建构筑物等，这些塔、炉及高位槽需要在高处操作、巡检和维修作业，如不采取防护措施，有发生坠落的危险。

### 13.3. 环境危害分析

本项目选址位于四川达州普光经济开发区，园区的地质条件、自然条件符合项目用地要求。

本项目周边均为园区用地，无居民居住区、国家法定保护场所。城市建设、民族、宗教信仰、人口活动等基本不会对项目产生明显影响。因此在本项目建成运行后，项目周边单位生产、经营活动、居民生活对项目基本无影响，项目对周边生产、经营活动、居民生活等基本无影响。

### 13.4. 安全卫生防护的措施

- 1) 采用先进、成熟、可靠的工艺技术和设备，严防“跑、冒、滴、漏”，实现全过程密闭化生产。
- 2) 总平面布置中，充分考虑总体布置的安全性。各装置和各工序设备之间留有足够的安全防护距离，装置内各生产单元和建构筑物内外道路畅通并形成环状，以利消防和安全疏散。总平面布置在符合安全、消防要求的前提下，力求优化。
- 3) 装置工艺设备布置尽量露天化，以保持良好的通风环境，防止氢气、一氧化碳等可燃/有毒气体的积累。同时，在有可能泄漏易燃液体、易燃气体和有毒气体的设备、泵和阀门附近设置可燃或有毒气体检测器，可燃气体检测器报警值设定为爆炸下限的 25%，有毒气体的报警值设定为空气中的最高允许浓度或适时接触允许浓度。
- 4) 严格按规范划分防爆区域，在防爆区内电气设备和仪表均选用防爆型。
- 5) 对高大的建构筑物、设备、储罐等采取可靠的防雷接地措施。电气设备采取可靠的接地措施。
- 6) 对输送、储存可燃物料的设备、管道和储罐等采取可靠的防静电接地和跨接措施。
- 7) 生产现场设置事故照明、安全疏散指示标志。
- 8) 转动设备外露转动部分设防护罩加以保护。压力容器和压缩机械等设置安全阀、防爆膜等泄压保安装置。
- 9) 装置区内有发生坠落危险的操作岗位按规定设置便于操作、巡检和维修作业的扶梯、平台和围栏等附属设施。
- 10) 凡容易发生事故或危及生命安全的场所和设备，以及需要提醒操作人员注意的地点，均按标准设置各种安全标志。
- 11) 凡需要迅速发现并引起注意以防发生事故的场所、部位均按标准涂安全色。
- 12) 罐区均设置围堤，以防止因储罐泄漏而引起的流淌火灾及灭火和消洗水四处溢

流。

- 13) 可燃物料的安全阀均排往火炬或经安全处理后放空。
- 14) 在反应装置部分设置事故紧急泄压系统，当发生事故时，启动紧急泄压系统，排放的可燃气体或液体进入燃料系统或密闭火炬系统，确保装置安全。
- 15) 工艺上设置事故氮气储罐，连续往酯化、偶联单元送氮气，使系统中的亚硝酸甲酯浓度在 15% (mol%) 以下；
- 16) 酯化、偶联单元的弛放气及安全阀排气均送入尾气反应吸收塔，通过与低温甲醇和氧气反应，使废气中的一氧化氮与甲醇和氧气反应生成有用的亚硝酸甲酯。
- 17) 在各危险地点和危险设备处，设立安全标志或涂刷相应的安全色。
- 18) 在操作人员可能接触腐蚀性介质的地点，就近设置安全淋浴和洗眼器，以便及时冲洗。
- 19) 项目原料、中间产品、产品中涉及的《国家安监总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三[2011]95 号）中规定的重点监控的危险化学品有：氢气、甲醇、一氧化碳等。针对这些危险化学品的生产和使用，本项目采用自动化控制系统，对危险化学品生产、使用过程中的温度、压力、液位、流量等工艺参数进行实时监测和控制，并根据生产特点设有可靠的控制系统、安全联锁系统、紧急停车装置、安全泄放系统等。
- 20) 严格按《国家安监总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三（2009）116 号）和《国家安监总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三（2013）3 号）中的危险化工工艺安全控制要求、重点监控参数及推荐的控制方案的要求，落实安全技术措施，确保满足安全生产的要求。

### 13.5. 机构设置及人员配备情况

#### （1）安全卫生管理机构

本项目设置专门的安全卫生管理机构，配备专职安全卫生管理人员。专职安全管理人员应按本项目总人数的 2% 配备，并根据实际情况为各生产班组配备兼职安全管理人员。

#### （2）气体防护站

本项目设置气防站，气防站与消防站合并建设，气体防护站内配置各种抢险救援设

施，如气防急救车、空气呼吸器、便携式有毒及可燃气体检测报警仪、防护服等。

### (3) 安全卫生教育培训及管理制度

安全教育由安全管理部负责，教育场地及设施依托工厂的会议室。

在装置运转之前及运转过程中，工厂须对操作人员、生产管理人员进行安全教育，制定必要的安全操作规程和管理制度。操作人员在培训合格之后，必须持有上岗证才能上岗。

特种作业人员必须经有关培训机构培训并取得特种作业人员上岗资格证后方可上岗。

生产运行中，工厂应加强安全管理，建立安全巡检制度，避免不必要的事故发生。

### (4) 安全卫生监测

本项目的安全卫生监测主要依托厂区环境监测及中央化验室等机构和设施，以及当地的安全卫生监测机构和设施，定期对操作环境中的噪声、有害气体的浓度、湿度等进行检测。

## 13.6. 安全卫生投资估算

本项目用于气防站设施、生产现场个人防护设施、安全卫生教育设施、安全评价等的费用约 420 万元其余安全卫生设施费用纳入相关专业概算中。

## 13.7. 预期效果与建议

### 13.7.1. 预期效果

采取上述措施后，在设计时提高本质安全度，一般情况下可基本避免火灾、爆炸、中毒等危险事故的发生，一旦出现事故，即可启动应急救援预案，将事故造成的损失减少到最低限度。经过精心施工，严格管理，本项目能够达到安全运行的目标。

### 13.7.2. 建议

业主应委托具有安全评价资格的评价单位开展本项目的安全评价工作，评价的结论将作为初步设计的设计依据。

在项目设计过程中，开车运转之前，业主应当与当地公安、企业消防队、当地消防及应急、医疗机构密切配合，制定完善的重大事故应急措施计划，并报当地应急、卫生、环保等部门备案。适当时候应组织重大事故演习，以检验重大事故应急措施计划的可操作性及可行性。

## 14. 职业卫生

### 14.1. 设计采用的规定及标准规范

#### 14.1.1. 国家有关法律、法规和规定

- 1) 《中华人民共和国职业病防治法》中华人民共和国主席令第 60 号公布，第 52 号、第 48 号、第 81 号修正；
- 2) 《危险化学品安全管理条例》中华人民共和国国务院令第 344 号公布，第 591 号、第 645 号修正；
- 3) 《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》国务院令第 352 号，2002 年 5 月 12 日实施；
- 4) 《用人单位劳动防护用品管理规范》安监总厅安健〔2015〕124 号。

#### 14.1.2. 采用的标准、规范

- 1) 工程建设标准强制性条文（石油和化工建设工程部分）
- 2) 工业企业设计卫生标准（GBZ1-2010）
- 3) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》GBZ2.1-2019；
- 4) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》GBZ2.2-2007；
- 5) 《个体防护装备选用规范》GB/T11651-2008
- 6) 《工作场所职业病危害警示标识》GBZ158-2003
- 7) 《高毒物品作业岗位职业病危害告知规范》GBZ/T203-2007
- 8) 《职业性接触毒物危害程度分级》GBZ230-2010
- 9) 《工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范》GBZ/T194-2007

### 14.2. 职业病危害因素和职业病分析

正常工况下存在的职业病危害因素根据类比企业调查及职业病危害因素检测结果，并结合拟建项目实际情况及工程分析，可能存在或产生的职业病危害因素有：

#### （1）化学因素

本装置生产过程中的主要有毒及窒息物料包括一氧化碳、二氧化氮、甲醇、甲酸甲酯、氮气等，当这些物料泄漏到操作环境中，人员接触可能引起中毒事故。

#### （2）物理因素

##### 1) 噪声

a. 压缩机以及泵运转时所产生的机械振动噪声；

- b.电机所产生的电磁噪声;
- c.气体及蒸汽开停车以及事故放空时所产生的噪声;
- d.高速气流或两相管路所引起的管道振动噪声。

## 2) 高温

由于项目生产过程中的主反应,如酯化反应、偶联反应,为放热反应,工艺气体和设备的温度都较高,操作不当就有可能造成设备损坏,高温介质外泄而造成烫伤。高温高压的蒸汽等物料的正常或事故条件下的外泄也可能造成烫伤,操作人员一旦接触外露的高温设备和管线也将造成高温烫伤。

此外,在高温下作业,可使动作的准确性、协调性、反应速度以及注意力降低,易发生工伤事故。尤其是当保温层一旦破坏或高温管线、设备如发生泄漏,喷射出的物料将对附近人员造成高温烫伤。

## 3) 低温

生产过程中需要使用低温甲醇机组、溴化锂制冷机组等,如事故状态下设备损坏,机组中的冷剂乙二醇及溴化锂可能发生泄漏,如操作人员接触后可能造成低温冻伤。

## 4) 工频电磁场

本项目各类机泵、电气设备数量多,大功率电机多。可能存在工频电磁场危害。工频电磁场辐射对人体的危害是极低电磁场辐射的范畴,主要以电场辐射形式作用于人体。对生物体的作用主要是热效应和非热效应。对长期作业于工频电磁场辐射的维修、巡检等作业人群调查发现其神经衰弱症候群的发生率增加,心电图出现P-R时间延长、Q-T间期缩短以及外周血微核增高等改变。长时间接受较低强度射频辐射,可引起慢性辐射综合症的若干表现,一般为某些生理功能紊乱,也可有生化指标的变动。对神经系统的影响是反应最敏感和最常见的表现,神经衰弱综合征如头痛、头昏、疲劳、乏力、睡眠障碍和记忆力减退,此外长伴有手足多汗、脱发、易激动等症状;往往伴有胸闷、心悸、心前区不适和疼痛。

## 5) 振动

本项目存在大量转动设备,如大功率物料泵,真空泵机组,气体压缩机等,在运行过程中会发生振动,长期在振动环境中作业,可能导致作业人员局部或全身振动病。

### 14.3. 采取的职业卫生防护措施

- 1) 在工艺和设备设计中,对“三废”采取了治理措施,以减少环境危害。采用密

闭化生产，杜绝生产过程中的“跑冒滴漏”现象，以有利于节能、降耗、环保、消防安全和职业卫生等各个方面。

2) 在操作人员可能接触有毒物料的地方，设置安全淋浴/洗眼器，以最大限度地减少有毒物料对人体的伤害。

3) 设计中通过选用低噪声的设备，采取消声、隔声、吸声、隔振等措施来控制噪声水平。根据《工业企业设计卫生标准》规定的噪声接触限值对设备供货厂商提出要求，供货厂商所提供的压缩机、风机、泵等的噪声值应能满足规范的要求，对于不能满足规范要求的，采取相应的减噪、隔声措施。

4) 各操作室、控制室、变电所等设置空调。

5) 本项目可能散发火灾或爆炸危险气体、有毒气体的部位按照规范要求设置可燃/有毒气体检测报警器。可燃/有毒气体探测器的布点、安装高度等符合《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T50493-2019)的有关规定和要求。

6) 表面温度超过 60℃ 的设备和管道，在距地面或工作平台高度 2.1m 范围内或距操作平台周围 0.75m 范围内均设防烫伤隔热层。当操作温度超过 60℃ 且不希望有热量损失或工艺有要求时，设有保温层；当管道有保温要求时，管道、设备法兰、阀门、设备管口、人孔、手孔均设计保温。设备及管线保温采用岩棉或复合硅酸盐。

7) 根据物料的危害特性，在生产现场配置各种防毒面具、防护手套、护目镜、空气呼吸器、防护衣等个人防护用品。

8) 根据物料的卫生特征分级，工厂根据需要配置符合卫生标准要求的卫生辅助用房（包括更衣室、休息室、盥洗室等）。

#### 14.4. 职业卫生管理机构

本项目设置安环部，职业卫生管理机构与安全卫生管理机构合并设置，本项目配置职业卫生管理人员 1 人，兼职职业卫生管理人员若干，负责整个工厂的日常安全和职业管理工作。

#### 14.5. 专项投资估算

本项目用于气防站设施、生产现场个人防护设施、职业病评价等的费用约 420 万元，其余职业病设施费用纳入相关专业概算中。

#### 14.6. 预期效果

本项目的设计符合相关的设计规范要求，生产过程自动化、机械化、密闭化程度高，

正常生产过程中一般不会发生大量泄漏，且设备多为室外布置，项目地的气象条件有利于有害化学品的扩散，工人以巡检作业为主，现场巡检时间较短，项目投产后，在设备管道密闭、职业病防护设施正常运行的情况下，装置生产过程中产生的职业病危害因素应能符合职业接触限值的要求。

## 15. 组织机构与人力资源配置

### 15.1. 企业管理体制与组织机构设置

#### 15.1.1. 企业管理体制和组织机构设置的基本原则

(1) 管理机构的设置贯彻精简、高效、扁平化的原则，满足中国有关法律、法规和万凯新材公司的相关要求。

(2) 管理体制实行厂长（总经理）负责制，组织管理结构采用厂部、车间、班组三级管理。

(3) 坚持科学先进、实事求是，坚持以经济效益为中心，坚持精干、高效，坚持权责统一，坚持一体化外委的原则。

(4) 机构设置和定员标准以提高机构运行和管理效率、提高企业经济效益为出发点，努力降低管理成本，增强企业的市场竞争力。

(5) 坚持精干高效原则，在确保公司任务目标完成的前提下，力求做到机构要精、用人要少、管理效率要高。

(6) 坚持责权对等原则，根据生产经营特点和管理实际需要，合理确定机关职能部门、生产中心中不同岗位职责并赋予与责任对等的权利，确保职能划分横向不交叉，纵向不重叠。

#### 15.1.2. 组织机构的设置

为满足项目生产运用需要，四川正达凯新材料有限公司应设立董事会、办公室、财务部、采购部、销售部、企业管理部、安全生产部以及生产管理中心。生产管理中心负责全厂生产管理及设备检维修。

### 15.2. 生产班制与人力资源配置

#### 15.2.1. 生产岗位的工作班制、年操作日数

根据生产特点和生产运行的要求，生产管理部生产班制按照“四班三运转”编制，装置的管理、技术、辅助生产和后勤人员按白班制、值班制、两班制和倒班制（或兼有）考虑。

生产装置年操作时间为 8000 小时。

#### 15.2.2. 工厂劳动定员

本项目各生产和管理部门的定员按照先进管理水平设置，并参照国内同类装置生产管理的现状和生产装置自动控制的水平，总定员要求少而精，尽可能实行联合装置的管

理，减少行政和技术人员的数量。

生产总定员合计为 568.00 人，各生产装置定员见表 15.2-1。

表 15.2-1 全厂定员表

| 序号 | 新增人员所属部门                    | 数量     |
|----|-----------------------------|--------|
| 1  | 办公室                         | 12.00  |
| 2  | 财务部                         | 5.00   |
| 3  | 采购部                         | 8.00   |
| 4  | 销售部                         | 5.00   |
| 5  | 企业管理部                       | 11.00  |
| 6  | 安全环保部                       | 8.00   |
| 7  | 生产管理中心                      | 16.00  |
| 8  | 空分空压装置                      | 36.00  |
| 9  | 天然气脱硫转化热回收                  | 54.00  |
| 10 | 脱碳及 CO <sub>2</sub> 压缩      | 10.00  |
| 11 | CO 深冷分离及 PSA-H <sub>2</sub> | 10.00  |
| 12 | 草酸二甲酯（NO 制备、酯化、羰化）          | 102.00 |
| 13 | 乙二醇（DMO 加氢、乙二醇分离、溴化锂制冷）     | 52.00  |
| 14 | 罐区及装卸车                      | 16.00  |
| 15 | 公用工程车间                      | 44.00  |
| 16 | 电气车间                        | 38.00  |
| 17 | 仪表车间                        | 45.00  |
| 18 | 维修车间                        | 52.00  |
| 19 | 分析化验                        | 44.00  |
| 合计 |                             | 568.00 |

### 15.3. 人员培训与安置

本项目所需的管理人员、技术人员和生产，应充分利用社会人力资源，招聘有类似工厂或石油化工企业相应经历和经验的人员，最快地形成有工作效率的骨干队伍。不足部分可从学校招聘。可根据各岗位的不同要求，选择能满足相应要求的学历和资历的人员，所有人员必须具有基本的法制观念和公民道德素质，以及良好的敬业精神和与他人协同合作的精神。

技术人员和生产人员需要经过系统的理论培训和在同类型工厂进行岗位实际操作培训，培训时间不少于 3 个月。

本项目在建设过程中的单机试车、仪电调试、联动试车、化工投料试车等都是对操作、维修人员的实地培训，应纳入培训计划之中。

各岗位人员均应通过考试合格后，持证上岗。由于本项目生产物料有可燃、易燃物料，凡新招聘入厂的职工都必须进行厂规厂纪，尤其是消防安全生产常识的教育。项目全员都需参加安全、消防培训。

## 16. 项目实施计划

### 16.1. 项目组织与管理

(1) 在项目实施过程中坚持以提高投资效益为中心，合理组织建设工期，力求生产装置、公用工程、辅助设施按照合理顺序建成投产，并发挥效益。

(2) 坚持全面质量管理，精心设计、精心施工，厉行节约，严格三大控制：质量、进度、费用控制，文明施工、文明生产，加强环境保护。

### 16.2. 实施进度计划

#### 16.2.1. 建设周期

为尽快发挥经济效益，建议业主尽快实质性启动项目工作。结合本项目工程特点，业主应控制在 2022 年 5 月获得可研批复并启动工艺包及工程设计招标，2022 年 8 月完成工艺包及工程设计合同签署，安全预评价报告、环境预评价报告、能评报告等专项报告在可研及基础设计阶段合理安排执行。如果能在 2023 年 4 月完成基础设计及长周期设备采购工作，并及时启动详细设计工作，详细设计与详勘、设备材料及安装合理交叉安排，项目可望在 2025 年 5 月完成机械竣工进入投料试车阶段，7 月份实现装置商业化运行，产生经济效益。整个项目建设期（以基础设计开始起算）约 36 个月。

#### 16.2.2. 项目实施规划

本项目为大型天然气化工项目。根据项目特点，本项目工程实施计划大体分下述五个阶段。

第一阶段：项目前期阶段，成立项目公司或项目组，进行项目可行性研究，并尽可能完成安全预评价报告、环境预评价报告等编制及批复。

第二阶段：进行专利技术招标谈判及确定专利商，并完成基础工程设计招标与设计合同签署。

第三阶段：完成基础工程设计及审查，开展地质勘探及项目现场三通一平，包括现场临时设施建设，进行长周期设备的采购订货；确定项目执行模式，进行详细设计单位或 EPC 承包商的招标及合同签署。

第四阶段：项目建设阶段，进行项目详细工程设计，完成设备、材料的采购，进行现场土建施工、设备材料安装以及完成单机试车。

第五阶段：进行联动试车、投料试车、性能考核及消缺工作，然后进入正常生产阶段。

整体项目实施规划参表 16.2-1。

表 16.2-1 项目总体进度计划

| 四川正达凯年产120万吨MEG联产10万吨电子级DMC新材料项目总体进度表 |                                   |       |            |            |      |      |      |      |    |    |  |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------------|------------|------|------|------|------|----|----|--|
| A版                                    |                                   |       |            |            |      |      |      |      |    |    |  |
| 标识号                                   | 任务名称                              | 工期    | 开始时间       | 完成时间       | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |    |    |  |
|                                       |                                   |       |            |            | H1   | H2   | H1   | H2   | H1 | H2 |  |
| 0                                     | 四川正达凯年产120万吨MEG联产10万吨电子级DMC项目进度计划 | 929 d | 2022年1月4日  | 2025年7月25日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 1                                     | 项目前期（立项及批复）                       | 99 d  | 2022年1月4日  | 2022年5月20日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 2                                     | 成立项目公司或项目组                        | 20 d  | 2022年1月4日  | 2022年1月31日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 3                                     | 形成决策、立项、可研及相关报告的编制及批复             | 90 d  | 2022年1月17日 | 2022年5月20日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 4                                     | 专利技术提供商及工程公司招标                    | 60 d  | 2022年5月23日 | 2022年8月12日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 5                                     | 工艺包招标及合同签订                        | 50 d  | 2022年5月23日 | 2022年7月29日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 6                                     | 基础工程设计招标及设计合同签订                   | 10 d  | 2022年8月1日  | 2022年8月12日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 7                                     | 基础工程设计级长周期设备采购                    | 180 d | 2022年8月15日 | 2023年4月21日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 8                                     | 基础工程设计及审查                         | 180 d | 2022年8月15日 | 2023年4月21日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 9                                     | 长周期设备采购订货                         | 60 d  | 2023年1月30日 | 2023年4月21日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 10                                    | 详细工程设计、采购、施工                      | 560 d | 2023年4月24日 | 2025年6月13日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 11                                    | 详细工程设计                            | 260 d | 2023年4月24日 | 2024年4月19日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 12                                    | 详勘、桩基施工、地下工程及土建主体工程               | 180 d | 2023年7月17日 | 2024年3月22日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 13                                    | 设备、材料采购                           | 240 d | 2024年7月15日 | 2025年6月13日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 14                                    | 设备和材料安装及单机试车                      | 260 d | 2024年5月6日  | 2025年5月2日  |      |      |      |      |    |    |  |
| 15                                    | 机械竣工                              | 0 d   | 2025年5月2日  | 2025年5月2日  |      |      |      |      |    |    |  |
| 16                                    | 试车及生产                             | 60 d  | 2025年5月5日  | 2025年7月25日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 17                                    | 联动试车、开车及性能考核                      | 60 d  | 2025年5月5日  | 2025年7月25日 |      |      |      |      |    |    |  |
| 18                                    | 正式投产                              | 0 d   | 2025年7月25日 | 2025年7月25日 |      |      |      |      |    |    |  |

### 16.3. 主要问题与建议

鉴于本项目与万凯新材现有聚酯装置差异较大，因此项目不能从公司现有装置抽调大批技术和项目管理的人员投入本项目的技术和建设管理，业主需要适时组建项目团队。为最大程度地加快项目的设计和建设进程，建议业主做好项目的合同和执行策划，将工艺包设计、基础设计、详细设计和 EPC 等环节高度交叉，尽量采用 EPC 总承包模式，由有经验和能力的总承包商来承担和完成。

同时提出如下进度控制的建议

#### （1）设计阶段进度控制建议

- 1）加强设计管理工作：设计审查管理、设计质量管理和设计进度管理等；
- 2）加强业主项目管理部的人力资源管理；
- 3）加强对总体院的协调管理工作；
- 4）加强对各装置院的设计协调管理；

#### （2）采购阶段进度控制建议

- 1）加强业主内部设计与采购的协调管理工作；
- 2）加强业主项目管理部对采购协调以及供货商的管理；
- 3）加强对采购供应商长名单的管理；
- 4）及时完成物资采购框架协议的签订工作；
- 5）加强采购进度与质量控制；
- 6）加强采购物流管理和业主采购物资库房的管理工作；
- 7）加强供应商现场服务的组织和协调。

#### （3）施工阶段进度控制建议

- 1）做好项目施工资源总体筹划与协调工作；
- 2）加强对施工单位长名单的管理，加强对于施工单位选择与管理；
- 3）加强项目施工分包管理；
- 4）加强施工质量与进度控制；
- 5）加强当地质量监督、压力容器及压力管道监检工作的协调、管理；
- 6）加强对施工框架协议供应单位的协调、管理工作；
- 7）做好“三查四定”、工程尾项收尾工作；
- 8）提前作好各类风险的应急、应对措施。

#### （4）开车阶段进度控制建议

- 1) 做好人员培训；
- 2) 做好开车计划工作、生产准备工作；
- 3) 加强业主项目管理部和各承包商对于开车支持的管理。

## 17. 投资估算

### 17.1. 本项目投资金额及其依据

本工程项目总投资为 600,000.00 万元，包括建筑工程 58,510.38 万元，设备投资 273,352.95 万元，安装工程 185,167.07 万元，工程建设其他费用投资 53,688.04 万元，预备费 28,535.92 万元，铺底流动资金 745.64 万元。

表 17.4-1 项目投资概况

| 序号    | 项目         | 单位 | 金额         | 比例      |
|-------|------------|----|------------|---------|
| 1     | 建设投资       | 万元 | 599,254.36 | 99.88%  |
| 1.1   | 工程及设备投资    | 万元 | 517,030.40 | 86.17%  |
| 1.1.1 | 建筑工程       | 万元 | 58,510.38  | 9.75%   |
| 1.1.2 | 设备投资       | 万元 | 273,352.95 | 45.56%  |
| 1.1.3 | 安装工程       | 万元 | 185,167.07 | 30.86%  |
| 1.2   | 工程建设其他费用投资 | 万元 | 53,688.04  | 8.95%   |
| 1.3   | 预备费        | 万元 | 28,535.92  | 4.76%   |
| 2     | 铺底流动资金     | 万元 | 745.64     | 0.12%   |
| 3     | 总投资金额      | 万元 | 600,000.00 | 100.00% |

估算依据：

- （1）《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）
- （2）相关设备厂商的报价
- （3）采用概算法进行项目的投资估算

### 17.2. 固定资产投资估算

固定资产投资估算说明：

（1）投资估算按国家发改委、建设部颁布的“建设项目经济评价的方法与参数”中规定的有关投资估算编制方法及行业规定进行。

（2）本项目主要设备为国内外先进设备，其价格和工程费用分别按照厂商近期报价和公司历史类似工程的概算估列。本项目拟投入 570,718.44 万元的固定资产投资，建筑工程 58,510.38 万元，设备投资 273,352.95 万元，安装工程 185,167.07 万元，工程建设其他费用投资 53,688.04 万元。

（3）本项目建设期 3 年，第 3 年开始产品的生产，计算期共 18 年。

（4）本项目建筑工程、安装工程和工程建设其他费用投资如下表：

表 17.2-1 项目工程建设投资估算表

| 序 | 项目明细 | 总建筑面积 | 建筑单价 | 总价（万 |
|---|------|-------|------|------|
|---|------|-------|------|------|

| 号  |               | (平米)      | (元/平米)    | 元)        |
|----|---------------|-----------|-----------|-----------|
| 一  | 合成气制备装置（一）    | 7,584.00  |           | 4,392.44  |
| 1  | 压缩机厂房         | 2,592.00  | 3,900.00  | 1,010.88  |
| 2  | 合成气装置机柜间      | 660.00    | 5,300.00  | 349.80    |
| 3  | 合成气装置变电所      | 3,000.00  | 1,700.00  | 510.00    |
| 4  | 脱碳框架          | 432.00    | 14,300.00 | 617.76    |
| 5  | 转化框架          | 900.00    | 19,100.00 | 1,719.00  |
| 6  | 初期雨水池         |           |           | 43.00     |
| 6  | 装置地管          |           |           | 142.00    |
| 二  | 乙二醇装置（一）      | 29,397.00 |           | 12,051.56 |
| 1  | 压缩厂房          | 2,490.00  | 5,000.00  | 1,245.00  |
| 2  | 现场机柜间         | 1,000.00  | 2,300.00  | 230.00    |
| 3  | 装置变电所         | 3,800.00  | 1,200.00  | 456.00    |
| 4  | 中间罐区泡沫站       | 36.00     | 3,100.00  | 11.16     |
| 5  | 酯化框架 1        | 4,305.00  | 4,400.00  | 1,894.20  |
| 6  | 酯化框架 2        | 4,305.00  | 4,100.00  | 1,765.05  |
| 7  | 酯化框架 3        | 4,305.00  | 4,400.00  | 1,894.20  |
| 8  | 凝液闪蒸框架        | 580.00    | 1,800.00  | 104.40    |
| 9  | 溴化锂制冷框架       | 1,372.00  | 690.00    | 94.67     |
| 10 | 加氢合成框架（2 个）   | 1,372.00  | 12,800.00 | 1,756.16  |
| 11 | 精馏框架 1        | 3,240.00  | 3,700.00  | 1,198.80  |
| 12 | 精馏框架 2        | 2,592.00  | 5,100.00  | 1,321.92  |
| 13 | 初期雨水池         |           |           | 80.00     |
| 三  | 空分空压（一）       | 3,204.00  |           | 4,325.40  |
| 1  | 预冷厂房（含框架）     | 324.00    | 13,500.00 | 437.40    |
| 2  | 压缩厂房          | 2,700.00  | 13,500.00 | 3,645.00  |
| 3  | 膨胀机厂房         | 180.00    | 13,500.00 | 243.00    |
| 四  | 分布式能源站        | 2,688.00  |           | 2,661.12  |
| 1  | 分布式能源站机柜间     | 396.00    | 9,900.00  | 392.04    |
| 2  | 分布式能源站变电所     | 1,500.00  | 9,900.00  | 1,485.00  |
| 3  | 汽轮机厂房         | 288.00    | 9,900.00  | 285.12    |
| 4  | 除氧槽框架         | 504.00    | 9,900.00  | 498.96    |
| 五  | 公共工程          | 22,214.00 |           | 32,308.02 |
| 1  | 脱盐水处理及回用水站（一） | 6,100.00  | 4,300.00  | 2,623.00  |
| 2  | 加药站棚          | 360.00    | 13,800.00 | 496.80    |
| 3  | 综合泵房          | 930.00    | 2,600.00  | 241.80    |
| 4  | 原料及成品罐区泡沫站    | 60.00     | 13,800.00 | 82.80     |
| 5  | 装车站台          | 6,720.00  | 13,800.00 | 9,273.60  |
| 6  | 110KV GIS 室   | 360.00    | 13,800.00 | 496.80    |
| 7  | 35KV 变电所      | 1,836.00  | 13,800.00 | 2,533.68  |
| 8  | 公用工程变配电所      | 2,496.00  | 13,800.00 | 3,444.48  |
| 9  | 脱盐水处理现场机柜间    | 550.00    | 13,800.00 | 759.00    |
| 10 | 污水处理站现场机柜间    | 500.00    | 13,800.00 | 690.00    |
| 11 | 原料及成品罐区现场机柜间  | 342.00    | 13,800.00 | 471.96    |
| 12 | 汽车装卸站现场控制室    | 600.00    | 13,800.00 | 828.00    |
| 13 | 工艺循环水站（一）     |           |           | 4,773.00  |
| 14 | 空分循环水站（一）     |           |           | 435.00    |
| 15 | 初期雨水池         |           |           | 85.00     |
| 16 | 生活污水池         |           |           | 76.00     |
| 17 | 事故水池及雨水检测池    |           |           | 1,140.30  |
| 18 | 污水处理变配电室（一）   | 176.00    | 13,800.00 | 242.88    |

|      |                 |           |           |            |
|------|-----------------|-----------|-----------|------------|
| 19   | 污水处理控制室（一）      | 192.00    | 13,800.00 | 264.96     |
| 20   | 臭氧制备及气化间（一）     | 360.00    | 13,800.00 | 496.80     |
| 21   | 加药间（一）          | 270.00    | 13,800.00 | 372.60     |
| 22   | 废气处理间（一）        | 252.00    | 13,800.00 | 347.76     |
| 23   | 提升泵房 1（一）       | 60.00     | 13,800.00 | 82.80      |
| 24   | 提升泵房 2（一）       | 30.00     | 13,800.00 | 41.40      |
| 25   | 污泥厂房（一）         | 20.00     | 13,800.00 | 27.60      |
| 26   | 高浓度废水调节池（一）     |           |           | 100.00     |
| 27   | 中和池（一）          |           |           | 20.00      |
| 28   | 水解酸化池（一）        |           |           | 50.00      |
| 29   | A0 生化池（一）       |           |           | 70.00      |
| 30   | 二沉池（一）          |           |           | 50.00      |
| 31   | 二沉池配水井及污水回流井（一） |           |           | 30.00      |
| 32   | 臭氧流化床（一）        |           |           | 30.00      |
| 33   | 废水池（一）          |           |           | 50.00      |
| 34   | 监测水池（一）         |           |           | 60.00      |
| 35   | 格栅井及集水池（一）      |           |           | 20.00      |
| 36   | 低浓度废水调节池（一）     |           |           | 90.00      |
| 37   | 中和池（一）          |           |           | 10.00      |
| 38   | 事故池（一）          |           |           | 90.00      |
| 39   | 污泥浓缩池（一）        |           |           | 50.00      |
| 40   | 装置地管            |           |           | 1,260.00   |
| 六    | 辅助设施            | 11,536.00 |           | 2,771.84   |
| 1    | 中央控制室           | 3,850.00  | 2,600.00  | 1,001.00   |
| 2    | 中心化验室           | 1,512.00  | 3,000.00  | 453.60     |
| 3    | 化学品库            | 1,152.00  | 800.00    | 92.16      |
| 4    | 危废暂存库           | 288.00    | 3,200.00  | 92.16      |
| 5    | 备品备件库           | 3,456.00  | 2,400.00  | 829.44     |
| 6    | 维修车间            | 1,242.00  | 2,400.00  | 298.08     |
| 7    | 次门卫             | 36.00     | 1,500.00  | 5.40       |
| 七    | 主要材料和工程安装费用     |           |           | 185,167.07 |
| 1    | 主要生产项目          |           |           | 96,958.10  |
| 1.1  | 合成气制备装置（一）      |           |           | 16,051.50  |
| 1.2  | 乙二醇装置（一）        |           |           | 75,765.60  |
| 1.3  | 空分装置（一）         |           |           | 5,141.00   |
| 2    | 辅助生产项目          |           |           | 3,187.90   |
| 2.1  | 中心控制室           |           |           | 1,088.00   |
| 2.2  | 中央化验室           |           |           | 1,233.00   |
| 2.3  | 化学品库            |           |           | 72.00      |
| 2.4  | 危废暂存库           |           |           | 121.00     |
| 2.5  | 备品备件库           |           |           | 23.00      |
| 2.6  | 维修车间            |           |           | 88.00      |
| 2.7  | 全厂火炬            |           |           | 245.00     |
| 2.8  | 泡沫消防站           |           |           | 23.90      |
| 2.9  | 事故废水及雨水监控       |           |           | 33.00      |
| 2.10 | 焚烧炉             |           |           | 249.00     |
| 2.11 | 生活污水池           |           |           | 2.00       |
| 2.12 | 全厂消防安全卫生        |           |           | 10.00      |
| 3    | 公用工程项目          |           |           | 70,011.97  |
| 3.1  | 脱盐车站及回用水站（一）    |           |           | 2,128.50   |
| 3.2  | 工艺循环水站（一）       |           |           | 1,514.10   |

|      |                                  |           |  |            |
|------|----------------------------------|-----------|--|------------|
| 3.3  | 空分循环水站（一）                        |           |  | 172.80     |
| 3.4  | 综合泵站                             |           |  | 346.50     |
| 3.5  | 污水处理站（一）                         |           |  | 1,113.30   |
| 3.6  | 分布式能源站（一）                        |           |  | 3,426.97   |
| 3.7  | 110KV 总变电所                       |           |  | 4,357.80   |
| 3.8  | 公用工程变电所（一）                       |           |  | 2,193.30   |
| 3.9  | 全厂供电及照明                          |           |  | 6,552.00   |
| 3.10 | 全厂电信及火灾报警系统                      |           |  | 3,102.30   |
| 3.11 | 全厂地管                             |           |  | 10,643.40  |
| 3.12 | 厂区工艺及供热外管                        |           |  | 34,461.00  |
| 4    | 储运设施                             |           |  | 8,869.07   |
| 4.1  | 原料及成品罐区                          |           |  | 8,766.47   |
| 4.2  | 装卸站                              |           |  | 94.60      |
| 4.3  | 地磅房                              |           |  | 8.00       |
| 5    | 服务性设施                            |           |  | 135.40     |
| 5.1  | 综合办公楼                            |           |  | 95.00      |
| 5.2  | 安全培训中心                           |           |  | 19.00      |
| 5.3  | 职工食堂                             |           |  | 19.04      |
| 5.4  | 安防中心                             |           |  | 2.36       |
| 6    | 特定条件下费用                          |           |  | 1,500.00   |
| 7    | 安全生产费                            |           |  | 4,504.63   |
| 八    | 工程建设其他费用                         |           |  | 53,688.04  |
| 1    | 土地使用费                            |           |  | 20,840.45  |
| 2    | 工程建设管理费                          |           |  | 5,921.11   |
| 3    | 工程质量监管费                          |           |  | 1,319.22   |
| 4    | 工程建设监理费                          |           |  | 1,396.65   |
| 5    | 临时设施费                            |           |  | 3,456.81   |
| 6    | 前期准备费                            |           |  | 300.00     |
| 7    | 环境影响评价费及验收费                      |           |  | 132.92     |
| 8    | 安全预评价费及验收费                       |           |  | 50.00      |
| 9    | 职业病危害预评价及控制效果评价费                 |           |  | 40.00      |
| 10   | 水土保持评价及验收费                       |           |  | 137.00     |
| 11   | 地震安全性评价费                         |           |  | 71.00      |
| 12   | 地质灾害危险性评价费                       |           |  | 54.00      |
| 13   | 危险与操作性分析 (HAZOP) 及安全完整性评价费 (SIL) |           |  | 144.00     |
| 14   | 节能评估费                            |           |  | 80.00      |
| 15   | 可行性研究报告编制费                       |           |  | 30.00      |
| 16   | 水资源论证报告编制费                       |           |  | 80.00      |
| 17   | 工程勘察费                            |           |  | 500.00     |
| 18   | 工程设计费                            |           |  | 12,000.00  |
| 19   | 进口设备材料国内检验费                      |           |  | 295.76     |
| 20   | 特种设备安全检验检测费                      |           |  | 200.00     |
| 21   | 超限设备运输特殊措施费                      |           |  | 600.00     |
| 22   | 设备采购技术服务费                        |           |  | 480.00     |
| 23   | 设备材料监造费                          |           |  | 500.00     |
| 24   | 工程保险费                            |           |  | 843.12     |
| 25   | 联合试运转费                           |           |  | 4,216.00   |
| 合计   |                                  | 76,623.00 |  | 297,365.49 |

（5）公司选择项目工艺设备的依据如下：

1) 项目采用工艺设备的主要原材料简单、易得，原材料工艺路线成熟、先进，并且具有较低的能耗与物耗，使得产成品具有较强的市场竞争力。

2) 设备根据设计的项目规模和工艺要求进行选择，设备容量要达到批量生产的能力，并留有一定的余量供日后生产的扩大。

3) 在保证产品规模和生产质量的前提下，为节约项目投资，选用进口设备与国产设备相结合。

4) 生产设备应性能先进、自动化程度高，以减少人力消耗，提高生产安全性，适合现代化生产要求。

5) 公用设备必须与生产设备和厂房规划相匹配。

(6) 基于以上原则，本项目选用新增设备投资 273,352.95 万元，设备清单如下：

| 序号 | 设备名称      | 规格型号                        | 设备数量(台) | 设备单价(万元)  | 拟新增设备总价(万元) |
|----|-----------|-----------------------------|---------|-----------|-------------|
| 1  | 燃气轮机+补燃锅炉 | TITAN-350orSGT 700          | 2.00    | 17,550.00 | 35,100.00   |
| 2  | 燃气锅炉      | 100t/h                      | 1.00    | 3,780.00  | 3,780.00    |
| 3  | 汽轮发电机组    | B3.2-4.5/1.7orB2.5 -1.5/0.5 | 2.00    | 110.70    | 221.40      |
| 4  | 溴化锂机组     | 溴化锂                         | 2.00    | 337.50    | 675.00      |
| 5  | 天然气膨胀发电机  | PLPT                        | 3.00    | 133.65    | 400.95      |
| 6  | 脱硫反应器     | 固定床                         | 3.00    | 243.00    | 729.00      |
| 7  | 气体膨胀机（进）  | 离心透平                        | 1.00    | 405.00    | 405.00      |
| 8  | 气体膨胀机（国）  | 离心透平                        | 1.00    | 202.50    | 202.50      |
| 9  | 液体膨胀机（进）  | 离心透平                        | 1.00    | 405.00    | 405.00      |
| 10 | 冷水机组      | 溴化锂                         | 1.00    | 270.00    | 270.00      |
| 11 | 仪表空压机组    | 撬装螺杆机组                      | 2.00    | 135.00    | 270.00      |
| 12 | CO2 吸收塔   | 立式填料塔                       | 1.00    | 1,512.00  | 1,512.00    |
| 13 | 常解再生塔     | 立式填料塔                       | 1.00    | 1,417.50  | 1,417.50    |
| 14 | 汽提再生塔     | 立式填料塔                       | 1.00    | 1,053.00  | 1,053.00    |
| 15 | 分离器       | 立式                          | 3.00    | 118.80    | 356.40      |
| 16 | 溶剂槽       | 立式                          | 1.00    | 43.20     | 43.20       |
| 17 | 地下槽       | 卧式                          | 1.00    | 40.50     | 40.50       |
| 18 | 过滤器       | 立式                          | 3.00    | 20.25     | 60.75       |
| 19 | 热交换器      | BEM                         | 7.00    | 243.00    | 1,701.00    |
| 20 | CO2 压缩机   | 2MCL456+BCL303              | 1.00    | 6,750.00  | 6,750.00    |
| 21 | 水力透平+泵    | 离心泵                         | 3.00    | 67.50     | 202.50      |
| 22 | 其他泵       | 离心泵                         | 8.00    | 16.20     | 129.60      |
| 23 | N2 压缩机    | 离心+电驱                       | 1.00    | 4,725.00  | 4,725.00    |
| 24 | 气体膨胀机（国）  | 离心透平                        | 2.00    | 202.50    | 405.00      |
| 25 | 解析气压缩机    | 3MCL707+3MCL608             | 1.00    | 6,750.00  | 6,750.00    |
| 26 | 返氢气压缩机    | 往复式                         | 2.00    | 432.00    | 864.00      |
| 27 | 合成气循环压缩机  | 离心式+电驱                      | 3.00    | 5,400.00  | 16,200.00   |

|    |                             |          |        |          |           |
|----|-----------------------------|----------|--------|----------|-----------|
| 28 | 硝酸还原压缩机                     | 齿轮式+电驱   | 3.00   | 1,350.00 | 4,050.00  |
| 29 | 尾气压缩机                       | 水环式      | 1.00   | 243.00   | 243.00    |
| 30 | 合成反应器<br>(现场)               | 管壳固定床    | 6.00   | 2,160.00 | 12,960.00 |
| 31 | 硝酸还原反应器                     | 塔式       | 6.00   | 677.70   | 4,066.20  |
| 32 | 氟利昂机组                       |          | 1.00   | 432.00   | 432.00    |
| 33 | 酯化塔 (Φ6500/8600×31700, 现场)  | 立式填料塔    | 3.00   | 3,013.20 | 9,039.60  |
| 34 | 酯化 CO 气提塔(Φ1600×15150)      | 立式填料塔    | 3.00   | 121.50   | 364.50    |
| 35 | MF 脱除塔(Φ2600×26000)         | 立式填料塔    | 1.00   | 854.55   | 854.55    |
| 36 | MN 吸收塔(Φ3000/4000×29600)    | 立式填料塔    | 1.00   | 1,073.25 | 1,073.25  |
| 37 | 草酸酯吸收塔(Φ6800×22700, 现场)     | 立式填料塔    | 3.00   | 2,673.00 | 8,019.00  |
| 38 | 草酸酯气提塔(Φ1600×16900)         | 立式填料塔    | 3.00   | 122.85   | 368.55    |
| 39 | DMO 脱轻塔(Φ3200/4500×23800)   | 立式填料塔    | 1.00   | 1,065.15 | 1,065.15  |
| 40 | DMO 产品塔(Φ5300×33200, 现场)    | 立式填料塔    | 1.00   | 351.00   | 351.00    |
| 41 | 排气缓冲罐(Φ5300×33200, 现场)      | 立式       | 9.00   | 351.00   | 3,159.00  |
| 42 | 其他容器                        | 立式 or 卧式 | 39.00  | 48.60    | 1,895.40  |
| 43 | 其他容器                        | 立式 or 卧式 | 11.00  | 48.60    | 534.60    |
| 44 | 热交换器                        | BEM      | 101.00 | 348.30   | 35,178.30 |
| 45 | 其他热交换器                      | BEM      | 6.00   | 340.20   | 2,041.20  |
| 46 | 泵                           | 离心泵      | 148.00 | 14.85    | 2,197.80  |
| 47 | 加氢循环压缩机                     | 离心式+电驱   | 2.00   | 4,050.00 | 8,100.00  |
| 48 | 加氢反应器(现场)                   | 管壳固定床    | 8.00   | 1,620.00 | 12,960.00 |
| 49 | 加氢解析气压缩机                    | 离心式+电驱   | 1.00   | 243.00   | 243.00    |
| 50 | 容器                          | 立式       | 29.00  | 48.60    | 1,409.40  |
| 51 | 热交换器                        | BEM      | 20.00  | 359.10   | 7,182.00  |
| 52 | 其他热交换器                      | BEM      | 1.00   | 351.00   | 351.00    |
| 53 | 泵                           | 离心泵      | 4.00   | 16.20    | 64.80     |
| 54 | 溴化锂机组                       | 撬装       | 3.00   | 340.20   | 1,020.60  |
| 55 | 液相加氢反应器                     | 塔式反应器    | 1.00   | 380.70   | 380.70    |
| 56 | 第一脱醇塔(Φ7100×59550, 现场)      | 立式填料塔    | 1.00   | 2,511.00 | 2,511.00  |
| 57 | 脱丁二醇塔(Φ7200/4800×68550, 现场) | 立式填料塔    | 2.00   | 2,430.00 | 4,860.00  |
| 58 | 精制塔(Φ5900/3600×60450, 现场)   | 立式填料塔    | 2.00   | 2,403.00 | 4,806.00  |
| 59 | 其他乙二醇精馏塔                    | 立式填料塔    | 5.00   | 1,620.00 | 8,100.00  |
| 60 | 乙二醇容器                       | 立式罐      | 32.00  | 120.15   | 3,844.80  |
| 61 | 乙二醇热交换器                     | BEM      | 59.00  | 148.50   | 8,761.50  |
| 62 | 其他热交换器                      | BEM      | 13.00  | 108.00   | 1,404.00  |
| 63 | 乙二醇泵                        | 离心泵      | 85.00  | 13.50    | 1,147.50  |
| 64 | 甲醇脱水                        | 立式填料塔    | 6.00   | 1,053.00 | 6,318.00  |
| 65 | 吸收塔                         | 立式填料塔    | 2.00   | 810.00   | 1,620.00  |
| 66 | DMC 精馏塔                     | 立式填料塔    | 4.00   | 479.25   | 1,917.00  |
| 67 | DMC 容器                      | 立式 or 卧式 | 12.00  | 62.10    | 745.20    |
| 68 | 其他 DMC 容器                   | 立式 or 卧式 | 1.00   | 48.60    | 48.60     |
| 69 | DMC 热交换器                    | BEM      | 17.00  | 148.50   | 2,524.50  |
| 70 | 其他 DMC 热交换器                 | BEM      | 4.00   | 121.50   | 486.00    |
| 71 | DMC 泵                       | 离心泵      | 29.00  | 13.50    | 391.50    |
| 72 | 装车系统                        |          | 1.00   | 675.00   | 675.00    |
| 73 | 废气吸收塔                       | 立式填料塔    | 1.00   | 133.65   | 133.65    |
| 74 | 容器                          | 立式 or 卧式 | 2.00   | 48.60    | 97.20     |

|    |              |     |               |          |                   |
|----|--------------|-----|---------------|----------|-------------------|
| 75 | 储罐(现场)       | 立式  | 16.00         | 129.26   | 2,068.20          |
| 76 | 收集池(现场)      |     | 1.00          | 40.50    | 40.50             |
| 77 | 热交换器         | BEM | 1.00          | 359.10   | 359.10            |
| 78 | 泵            | 离心泵 | 31.00         | 10.80    | 334.80            |
| 79 | 储罐(现场)       | 立式  | 20.00         | 560.25   | 11,205.00         |
| 80 | 脱碳工序特许权使用费   |     | 1.00          | 80.00    | 80.00             |
| 81 | 乙二醇装置特许权使用费  |     | 1.00          | 2,000.00 | 2,000.00          |
| 82 | DMC 装置特许权使用费 |     | 1.00          | 2,600.00 | 2,600.00          |
|    | <b>合计</b>    |     | <b>824.00</b> |          | <b>273,352.95</b> |

### 17.3. 基本预备费

预备费根据公司项目经验按工程费用和工程建设其他费用投资的 5% 测算，基本预备费为 28,535.92 万元，主要为解决在项目实施过程中，因国家政策性调整以及为解决意外事件而采取措施所增加的不可预见的费用。

### 17.4. 流动资金估算

本项目流动资金主要参照类似企业的流动资金占用情况进行估算。项目所需的流动资金估算如下：

| 项目          | T+1 | T+2 | T+3              | T+4              | T+5              | T+6              |
|-------------|-----|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>流动资产</b> | -   | -   | <b>42,783.30</b> | <b>46,900.22</b> | <b>46,900.22</b> | <b>46,487.52</b> |
| 应收票据及应收账款融资 | -   | -   | 320.58           | 352.64           | 352.64           | 349.11           |
| 应收账款        | -   | -   | 12,150.00        | 13,365.00        | 13,365.00        | 13,231.35        |
| 预付账款        | -   | -   | 4,949.02         | 5,417.56         | 5,417.56         | 5,372.58         |
| 存货          | -   | -   | 25,363.71        | 27,765.02        | 27,765.02        | 27,534.47        |
| 合同资产        | -   | -   | -                | -                | -                | -                |
| <b>流动负债</b> | -   | -   | <b>39,989.41</b> | <b>43,861.67</b> | <b>43,861.67</b> | <b>43,467.24</b> |
| 应付票据        | -   | -   | 3,498.44         | 3,829.66         | 3,829.66         | 3,797.86         |
| 应付账款        | -   | -   | 20,290.96        | 22,212.02        | 22,212.02        | 22,027.58        |
| 预收账款及合同负债   | -   | -   | 16,200.00        | 17,820.00        | 17,820.00        | 17,641.80        |
| <b>流动资金</b> | -   | -   | <b>2,793.90</b>  | <b>3,038.55</b>  | <b>3,038.55</b>  | <b>3,020.28</b>  |
| 流动资金本期增加额   | -   | -   | 2,793.90         | 244.65           | -                | -18.27           |

续上表：：

| 项目          | T+7              | T+8              | T+9              | T+10             | T+11             | T+12             |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>流动资产</b> | <b>46,461.90</b> | <b>45,991.45</b> | <b>45,991.45</b> | <b>45,624.30</b> | <b>45,624.30</b> | <b>45,223.85</b> |
| 应收票据及应收账款融资 | 349.11           | 345.62           | 345.62           | 342.16           | 342.16           | 338.74           |
| 应收账款        | 13,231.35        | 13,099.04        | 13,099.04        | 12,968.05        | 12,968.05        | 12,838.37        |
| 预付账款        | 5,368.40         | 5,313.76         | 5,313.76         | 5,275.77         | 5,275.77         | 5,232.12         |

|             |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 存货          | 27,513.04        | 27,233.03        | 27,233.03        | 27,038.32        | 27,038.32        | 26,814.62        |
| 合同资产        | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| <b>流动负债</b> | <b>43,447.13</b> | <b>43,008.09</b> | <b>43,008.09</b> | <b>42,650.80</b> | <b>42,650.80</b> | <b>42,268.08</b> |
| 应付票据        | 3,794.90         | 3,756.28         | 3,756.28         | 3,729.42         | 3,729.42         | 3,698.57         |
| 应付账款        | 22,010.43        | 21,786.42        | 21,786.42        | 21,630.65        | 21,630.65        | 21,451.69        |
| 预收账款及合同负债   | 17,641.80        | 17,465.38        | 17,465.38        | 17,290.73        | 17,290.73        | 17,117.82        |
| <b>流动资金</b> | <b>3,014.77</b>  | <b>2,983.36</b>  | <b>2,983.36</b>  | <b>2,973.49</b>  | <b>2,973.49</b>  | <b>2,955.76</b>  |
| 流动资金本期增加额   | -5.51            | -31.40           | -                | -9.87            | -                | -17.73           |

续上表：

| 项目          | T+13             | T+14             | T+15             | T+16             | T+17             | T+18             |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>流动资产</b> | <b>45,262.31</b> | <b>44,865.87</b> | <b>44,865.87</b> | <b>44,513.00</b> | <b>43,666.26</b> | <b>42,102.34</b> |
| 应收票据及应收款项融资 | 338.74           | 335.36           | 335.36           | 332.00           | 332.00           | 328.68           |
| 应收账款        | 12,838.37        | 12,709.98        | 12,709.98        | 12,582.88        | 12,582.88        | 12,457.05        |
| 预付账款        | 5,238.40         | 5,195.19         | 5,195.19         | 5,158.88         | 5,020.63         | 4,786.38         |
| 存货          | 26,846.80        | 26,625.34        | 26,625.34        | 26,439.24        | 25,730.74        | 24,530.22        |
| 合同资产        | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| <b>流动负债</b> | <b>42,298.27</b> | <b>41,919.37</b> | <b>41,919.37</b> | <b>41,575.36</b> | <b>40,910.83</b> | <b>39,617.06</b> |
| 应付票据        | 3,703.01         | 3,672.46         | 3,672.46         | 3,646.79         | 3,549.07         | 3,383.48         |
| 应付账款        | 21,477.44        | 21,300.27        | 21,300.27        | 21,151.39        | 20,584.59        | 19,624.18        |
| 预收账款及合同负债   | 17,117.82        | 16,946.64        | 16,946.64        | 16,777.18        | 16,777.18        | 16,609.40        |
| <b>流动资金</b> | <b>2,964.04</b>  | <b>2,946.49</b>  | <b>2,946.49</b>  | <b>2,937.64</b>  | <b>2,755.42</b>  | <b>2,485.28</b>  |
| 流动资金本期增加额   | 8.28             | -17.55           | -                | -8.85            | -182.22          | -270.14          |

## 17.5. 投资使用计划

本项目建设所需资金于项目建设的第 1 年、第 2 年以及第 3 年投入。根据初步调查主要的设备提供商的结论，本项目投资进度安排如下所示。

| 序号    | 项目         | T+1        | T+2        | T+3       | 合计         |
|-------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| 1     | 建设投资       | 235,475.36 | 296,536.34 | 67,242.66 | 599,254.36 |
| 1.1   | 工程及设备投资    | 170,574.21 | 282,415.56 | 64,040.63 | 517,030.40 |
| 1.1.1 | 建筑工程       | 40,957.27  | 17,553.11  | -         | 58,510.38  |
| 1.1.2 | 设备投资       | -          | 209,312.33 | 64,040.63 | 273,352.95 |
| 1.1.3 | 安装工程       | 129,616.95 | 55,550.12  | -         | 185,167.07 |
| 1.2   | 工程建设其他费用投资 | 53,688.04  | -          | -         | 53,688.04  |
| 1.3   | 预备费        | 11,213.11  | 14,120.78  | 3,202.03  | 28,535.92  |
| 2     | 铺底流动资金     | -          | -          | 745.64    | 745.64     |
| 3     | 总投资金额      | 235,475.36 | 296,536.34 | 67,988.30 | 600,000.00 |

## 18. 财务分析

### 18.1. 项目营业收入预测

本项目收入来源于 MEG 的市场销售，项目收入明细如下：

表 18.1-1 项目收入列表

| 产品名称 | T+1 | T+2 | T+3        | T+4        | T+5        | T+6        |
|------|-----|-----|------------|------------|------------|------------|
| MEG  | -   | -   | 243,000.00 | 267,300.00 | 267,300.00 | 264,627.00 |

续上表：

| 产品名称 | T+7        | T+8        | T+9        | T+10       | T+11       | T+12       |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| MEG  | 264,627.00 | 261,980.73 | 261,980.73 | 259,360.92 | 259,360.92 | 256,767.31 |

续上表：

| 产品名称 | T+13       | T+14       | T+15       | T+16       | T+17       | T+18       |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| MEG  | 256,767.31 | 254,199.64 | 254,199.64 | 251,657.64 | 251,657.64 | 249,141.07 |

本项目计算时采取了审慎原则，在产品的定价方面与市场价格相比，采取了较为保守的估价来计算未来收益。

### 18.2. 项目成本费用分析

#### 18.2.1. 工资与福利

本项目相关的人工成本情况如下：

表 18.2-1 人员工资及福利列表（单位：万元）

| 序号 | 新增人员所属部门                    | T+1 | T+2 | T+3      | T+4      | T+5      | T+6      |
|----|-----------------------------|-----|-----|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 办公室                         | -   | -   | 72.00    | 74.16    | 74.16    | 74.16    |
| 2  | 财务部                         | -   | -   | 54.00    | 55.62    | 55.62    | 55.62    |
| 3  | 采购部                         | -   | -   | 84.00    | 86.52    | 86.52    | 86.52    |
| 4  | 销售部                         | -   | -   | 84.00    | 86.52    | 86.52    | 86.52    |
| 5  | 企业管理部                       | -   | -   | 66.00    | 67.98    | 67.98    | 67.98    |
| 6  | 安全环保部                       | -   | -   | 77.00    | 79.31    | 79.31    | 79.31    |
| 7  | 生产管理中心                      | -   | -   | 320.00   | 329.60   | 329.60   | 329.60   |
| 8  | 空分空压装置                      | -   | -   | 675.40   | 695.66   | 695.66   | 695.66   |
| 9  | 天然气脱硫转化热回收                  | -   | -   | 949.70   | 978.19   | 978.19   | 978.19   |
| 10 | 脱碳及 CO <sub>2</sub> 压缩      | -   | -   | 238.50   | 245.66   | 245.66   | 245.66   |
| 11 | CO 深冷分离及 PSA-H <sub>2</sub> | -   | -   | 195.10   | 200.95   | 200.95   | 200.95   |
| 12 | 草酸二甲酯（NO 制备、酯化、羰化）          | -   | -   | 1,898.50 | 1,955.46 | 1,955.46 | 1,955.46 |
| 13 | 乙二醇（DMO 加氢、乙二醇分离、溴化锂制冷）     | -   | -   | 1,064.40 | 1,096.33 | 1,096.33 | 1,096.33 |
| 14 | 罐区及装卸车                      | -   | -   | 134.40   | 138.43   | 138.43   | 138.43   |
| 15 | 公用工程车间                      | -   | -   | 498.00   | 512.94   | 512.94   | 512.94   |
| 16 | 电气车间                        | -   | -   | 507.20   | 522.42   | 522.42   | 522.42   |
| 17 | 仪表车间                        | -   | -   | 653.10   | 672.69   | 672.69   | 672.69   |
| 18 | 维修车间                        | -   | -   | 607.60   | 625.83   | 625.83   | 625.83   |

|    |      |   |   |          |          |          |          |
|----|------|---|---|----------|----------|----------|----------|
| 19 | 分析化验 | - | - | 432.00   | 444.96   | 444.96   | 444.96   |
| 合计 |      | - | - | 8,610.90 | 8,869.23 | 8,869.23 | 8,869.23 |

续上表：

| 序号 | 新增人员所属部门                | T+7      | T+8      | T+9      | T+10     | T+11     | T+12     |
|----|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 办公室                     | 76.38    | 76.38    | 76.38    | 78.68    | 78.68    | 78.68    |
| 2  | 财务部                     | 57.29    | 57.29    | 57.29    | 59.01    | 59.01    | 59.01    |
| 3  | 采购部                     | 89.12    | 89.12    | 89.12    | 91.79    | 91.79    | 91.79    |
| 4  | 销售部                     | 89.12    | 89.12    | 89.12    | 91.79    | 91.79    | 91.79    |
| 5  | 企业管理部                   | 70.02    | 70.02    | 70.02    | 72.12    | 72.12    | 72.12    |
| 6  | 安全环保部                   | 81.69    | 81.69    | 81.69    | 84.14    | 84.14    | 84.14    |
| 7  | 生产管理中心                  | 339.49   | 339.49   | 339.49   | 349.67   | 349.67   | 349.67   |
| 8  | 空分空压装置                  | 716.53   | 716.53   | 716.53   | 738.03   | 738.03   | 738.03   |
| 9  | 天然气脱硫转化热回收              | 1,007.54 | 1,007.54 | 1,007.54 | 1,037.76 | 1,037.76 | 1,037.76 |
| 10 | 脱碳及 CO2 压缩              | 253.02   | 253.02   | 253.02   | 260.62   | 260.62   | 260.62   |
| 11 | CO 深冷分离及 PSA-H2         | 206.98   | 206.98   | 206.98   | 213.19   | 213.19   | 213.19   |
| 12 | 草酸二甲酯（NO 制备、酯化、羰化）      | 2,014.12 | 2,014.12 | 2,014.12 | 2,074.54 | 2,074.54 | 2,074.54 |
| 13 | 乙二醇（DMO 加氢、乙二醇分离、溴化锂制冷） | 1,129.22 | 1,129.22 | 1,129.22 | 1,163.10 | 1,163.10 | 1,163.10 |
| 14 | 罐区及装卸车                  | 142.58   | 142.58   | 142.58   | 146.86   | 146.86   | 146.86   |
| 15 | 公用工程车间                  | 528.33   | 528.33   | 528.33   | 544.18   | 544.18   | 544.18   |
| 16 | 电气车间                    | 538.09   | 538.09   | 538.09   | 554.23   | 554.23   | 554.23   |
| 17 | 仪表车间                    | 692.87   | 692.87   | 692.87   | 713.66   | 713.66   | 713.66   |
| 18 | 维修车间                    | 644.60   | 644.60   | 644.60   | 663.94   | 663.94   | 663.94   |
| 19 | 分析化验                    | 458.31   | 458.31   | 458.31   | 472.06   | 472.06   | 472.06   |
| 合计 |                         | 9,135.30 | 9,135.30 | 9,135.30 | 9,409.36 | 9,409.36 | 9,409.36 |

续上表：

| 序号 | 新增人员所属部门                | T+13     | T+14     | T+15     | T+16     | T+17     | T+18     |
|----|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 办公室                     | 81.04    | 81.04    | 81.04    | 83.47    | 85.97    | 88.55    |
| 2  | 财务部                     | 60.78    | 60.78    | 60.78    | 62.60    | 64.48    | 66.41    |
| 3  | 采购部                     | 94.54    | 94.54    | 94.54    | 97.38    | 100.30   | 103.31   |
| 4  | 销售部                     | 94.54    | 94.54    | 94.54    | 97.38    | 100.30   | 103.31   |
| 5  | 企业管理部                   | 74.28    | 74.28    | 74.28    | 76.51    | 78.81    | 81.17    |
| 6  | 安全环保部                   | 86.66    | 86.66    | 86.66    | 89.26    | 91.94    | 94.70    |
| 7  | 生产管理中心                  | 360.16   | 360.16   | 360.16   | 370.97   | 382.10   | 393.56   |
| 8  | 空分空压装置                  | 760.17   | 760.17   | 760.17   | 782.97   | 806.46   | 830.66   |
| 9  | 天然气脱硫转化热回收              | 1,068.90 | 1,068.90 | 1,068.90 | 1,100.96 | 1,133.99 | 1,168.01 |
| 10 | 脱碳及 CO2 压缩              | 268.43   | 268.43   | 268.43   | 276.49   | 284.78   | 293.32   |
| 11 | CO 深冷分离及 PSA-H2         | 219.59   | 219.59   | 219.59   | 226.17   | 232.96   | 239.95   |
| 12 | 草酸二甲酯（NO 制备、酯化、羰化）      | 2,136.78 | 2,136.78 | 2,136.78 | 2,200.88 | 2,266.91 | 2,334.92 |
| 13 | 乙二醇（DMO 加氢、乙二醇分离、溴化锂制冷） | 1,197.99 | 1,197.99 | 1,197.99 | 1,233.93 | 1,270.95 | 1,309.08 |
| 14 | 罐区及装卸车                  | 151.27   | 151.27   | 151.27   | 155.81   | 160.48   | 165.30   |
| 15 | 公用工程车间                  | 560.50   | 560.50   | 560.50   | 577.32   | 594.64   | 612.48   |
| 16 | 电气车间                    | 570.86   | 570.86   | 570.86   | 587.98   | 605.62   | 623.79   |
| 17 | 仪表车间                    | 735.07   | 735.07   | 735.07   | 757.12   | 779.84   | 803.23   |

|    |      |          |          |          |          |           |           |
|----|------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 18 | 维修车间 | 683.86   | 683.86   | 683.86   | 704.37   | 725.51    | 747.27    |
| 19 | 分析化验 | 486.22   | 486.22   | 486.22   | 500.81   | 515.83    | 531.31    |
| 合计 |      | 9,691.64 | 9,691.64 | 9,691.64 | 9,982.39 | 10,281.86 | 10,590.32 |

### 18.2.2. 折旧与摊销

根据公司会计政策，本项目固定资产折旧计算中，房屋与建筑物按照 20 年折旧，生产设备按照 15 年折旧，残值率取 5%。土地使用权按照 50 年摊销，软件按 5 年摊销，残值率取 0%。项目折旧与摊销估算如下表所示。

表 18.2-2 折旧与摊销估算表（单位：万元）

| 序号 | 项目    | T+1        | T+2        | T+3       | T+4       | T+5       | T+6       |
|----|-------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 工程建设  | 186,625.50 | 67,067.19  | -         |           |           |           |
|    | 折旧    | -          | 8,864.71   | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 |
| 2  | 设备原值  | -          | 187,615.55 | 69,723.12 |           |           |           |
|    | 折旧    | -          | 5,941.16   | 14,090.22 | 16,298.12 | 16,298.12 | 16,298.12 |
| 3  | 软件原值  | -          | 4,141.59   | -         |           |           |           |
|    | 摊销    | -          | 414.16     | 828.32    | 828.32    | 828.32    | 828.32    |
| 4  | 土地使用权 | 20,840.45  |            |           |           |           |           |
|    | 摊销    | 416.81     | 416.81     | 416.81    | 416.81    | 416.81    | 416.81    |
| 合计 |       | 416.81     | 15,636.84  | 27,385.75 | 29,593.65 | 29,593.65 | 29,593.65 |

续上表：

| 序号 | 项目    | T+7       | T+8       | T+9       | T+10      | T+11      | T+12      | T+13      |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 工程建设  |           |           |           |           |           |           |           |
|    | 折旧    | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 |
| 2  | 设备原值  |           |           |           |           |           |           |           |
|    | 折旧    | 16,298.12 | 16,298.12 | 16,298.12 | 16,298.12 | 16,298.12 | 16,298.12 | 16,298.12 |
| 3  | 软件原值  |           |           |           |           |           |           |           |
|    | 摊销    | 414.16    | -         | -         | -         |           |           |           |
| 4  | 土地使用权 |           |           |           |           |           |           |           |
|    | 摊销    | 416.81    | 416.81    | 416.81    | 416.81    | 416.81    | 416.81    | 416.81    |
| 合计 |       | 29,179.49 | 28,765.33 | 28,765.33 | 28,765.33 | 28,765.33 | 28,765.33 | 28,765.33 |

续上表：

| 序号 | 项目    | T+14      | T+15      | T+16      | T+17      | T+18      | 余值        |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 工程建设  |           |           |           |           |           |           |
|    | 折旧    | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 | 12,050.40 | 52,021.53 |
| 2  | 设备原值  |           |           |           |           |           |           |
|    | 折旧    | 16,298.12 | 16,298.12 | 16,298.12 | 10,356.96 | 2,207.90  | 12,866.93 |
| 3  | 软件原值  |           |           |           |           |           |           |
|    | 摊销    |           |           |           |           |           | -         |
| 4  | 土地使用权 |           |           |           |           |           |           |
|    | 摊销    | 416.81    | 416.81    | 416.81    | 416.81    | 416.81    | 13,337.89 |
| 合计 |       | 28,765.33 | 28,765.33 | 28,765.33 | 22,824.17 | 14,675.11 | 78,226.36 |

### 18.2.3. 营业成本、销售费用、管理费用、财务费用

本项目结合项目实际情况进行估算，项目成本表如下所示：

表 18.2-3 项目成本估算表（单位：万元）

| 项目     | T+1    | T+2       | T+3        | T+4        | T+5        | T+6        |
|--------|--------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 营业成本   | -      | -         | 202,909.65 | 222,120.16 | 222,120.16 | 220,275.79 |
| 材料成本   | -      | -         | 77,760.00  | 85,536.00  | 85,536.00  | 84,680.64  |
| 人工成本   | -      | -         | 7,853.90   | 8,089.52   | 8,089.52   | 8,089.52   |
| 折旧与摊销  | -      | -         | 27,385.75  | 29,593.65  | 29,593.65  | 29,593.65  |
| 动力费用   | -      | -         | 52,245.00  | 57,469.50  | 57,469.50  | 56,894.81  |
| 运输费用   | -      | -         | 1,215.00   | 1,336.50   | 1,336.50   | 1,323.14   |
| 其他制造费用 | -      | -         | 36,450.00  | 40,095.00  | 40,095.00  | 39,694.05  |
| 销售费用   | -      | -         | 934.50     | 1,022.07   | 1,022.07   | 1,012.71   |
| 运营销售费用 | -      | -         | 850.50     | 935.55     | 935.55     | 926.19     |
| 销售人员薪酬 | -      | -         | 84.00      | 86.52      | 86.52      | 86.52      |
| 管理费用   | 416.81 | 15,636.84 | 1,402.00   | 1,495.09   | 1,495.09   | 1,487.07   |
| 运营管理费用 | 416.81 | 15,636.84 | 729.00     | 801.90     | 801.90     | 793.88     |
| 管理人员薪酬 | -      | -         | 673.00     | 693.19     | 693.19     | 693.19     |
| 财务费用   | -      | -         | -          | 13,050.00  | 10,875.00  | 8,700.00   |
| 营业总成本  | 416.81 | 15,636.84 | 205,246.15 | 237,687.32 | 235,512.32 | 231,475.58 |
| 付现成本   | -      | -         | 177,860.40 | 208,093.68 | 205,918.68 | 201,881.93 |

续上表：

| 项目     | T+7        | T+8        | T+9        | T+10       | T+11       | T+12       |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 营业成本   | 220,104.32 | 217,864.23 | 217,864.23 | 216,306.53 | 216,306.53 | 214,516.94 |
| 材料成本   | 84,680.64  | 83,833.83  | 83,833.83  | 82,995.50  | 82,995.50  | 82,165.54  |
| 人工成本   | 8,332.20   | 8,332.20   | 8,332.20   | 8,582.17   | 8,582.17   | 8,582.17   |
| 折旧与摊销  | 29,179.49  | 28,765.33  | 28,765.33  | 28,765.33  | 28,765.33  | 28,765.33  |
| 动力费用   | 56,894.81  | 56,325.86  | 56,325.86  | 55,762.60  | 55,762.60  | 55,204.97  |
| 运输费用   | 1,323.14   | 1,309.90   | 1,309.90   | 1,296.80   | 1,296.80   | 1,283.84   |
| 其他制造费用 | 39,694.05  | 39,297.11  | 39,297.11  | 38,904.14  | 38,904.14  | 38,515.10  |
| 销售费用   | 1,015.31   | 1,006.05   | 1,006.05   | 999.55     | 999.55     | 990.47     |
| 运营销售费用 | 926.19     | 916.93     | 916.93     | 907.76     | 907.76     | 898.69     |
| 销售人员薪酬 | 89.12      | 89.12      | 89.12      | 91.79      | 91.79      | 91.79      |
| 管理费用   | 1,507.87   | 1,499.93   | 1,499.93   | 1,513.49   | 1,513.49   | 1,505.71   |
| 运营管理费用 | 793.88     | 785.94     | 785.94     | 778.08     | 778.08     | 770.30     |
| 管理人员薪酬 | 713.99     | 713.99     | 713.99     | 735.41     | 735.41     | 735.41     |
| 财务费用   | 6,525.00   | 4,350.00   | 2,175.00   |            |            |            |
| 营业总成本  | 229,152.50 | 224,720.21 | 222,545.21 | 218,819.57 | 218,819.57 | 217,013.12 |
| 付现成本   | 199,973.01 | 195,954.88 | 193,779.88 | 190,054.25 | 190,054.25 | 188,247.80 |

续上表：

| 项目    | T+13       | T+14       | T+15       | T+16       | T+17       | T+18       |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 营业成本  | 214,774.41 | 213,002.71 | 213,002.71 | 211,513.92 | 205,845.91 | 196,241.75 |
| 材料成本  | 82,165.54  | 81,343.88  | 81,343.88  | 80,530.45  | 80,530.45  | 79,725.14  |
| 人工成本  | 8,839.63   | 8,839.63   | 8,839.63   | 9,104.82   | 9,377.97   | 9,659.31   |
| 折旧与摊销 | 28,765.33  | 28,765.33  | 28,765.33  | 28,765.33  | 22,824.17  | 14,675.11  |

|              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 动力费用         | 55,204.97         | 54,652.92         | 54,652.92         | 54,106.39         | 54,106.39         | 53,565.33         |
| 运输费用         | 1,283.84          | 1,271.00          | 1,271.00          | 1,258.29          | 1,258.29          | 1,245.71          |
| 其他制造费用       | 38,515.10         | 38,129.95         | 38,129.95         | 37,748.65         | 37,748.65         | 37,371.16         |
| 当期不能减免税      | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| <b>销售费用</b>  | <b>993.23</b>     | <b>984.24</b>     | <b>984.24</b>     | <b>978.18</b>     | <b>981.10</b>     | <b>975.30</b>     |
| 运营销售费用       | 898.69            | 889.70            | 889.70            | 880.80            | 880.80            | 871.99            |
| 销售人员薪酬       | 94.54             | 94.54             | 94.54             | 97.38             | 100.30            | 103.31            |
| <b>管理费用</b>  | <b>1,527.77</b>   | <b>1,520.07</b>   | <b>1,520.07</b>   | <b>1,535.16</b>   | <b>1,558.57</b>   | <b>1,575.13</b>   |
| 运营管理费用       | 770.30            | 762.60            | 762.60            | 754.97            | 754.97            | 747.42            |
| 管理人员薪酬       | 757.47            | 757.47            | 757.47            | 780.19            | 803.60            | 827.71            |
| <b>财务费用</b>  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| <b>营业总成本</b> | <b>217,295.41</b> | <b>215,507.02</b> | <b>215,507.02</b> | <b>214,027.27</b> | <b>208,385.58</b> | <b>198,792.19</b> |
| <b>付现成本</b>  | <b>188,530.08</b> | <b>186,741.69</b> | <b>186,741.69</b> | <b>185,261.94</b> | <b>185,561.41</b> | <b>184,117.07</b> |

### 18.3. 项目税金测算

本项目增值税按照应纳税增值额（应纳税额按应纳税销售额乘以适用税率、扣除当期允许抵扣的进项税、加免抵退税不得免征和抵扣金额后的余额）计算；城市维护建设税按实际缴纳流转税额的 5% 计缴，教育费附加按实际缴纳流转税额的 5% 计缴。

表 18.3-1 项目税金测算表（单位：万元）

| 序号  | 项目      | T+1        | T+2        | T+3        | T+4        | T+5        | T+6      |
|-----|---------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 1   | 增值税     | -          | -          | -          | -          | -          | 4,302.20 |
| 1.1 | 当期不能减免税 | -          | -          | -          | -          | -          | -        |
| 1.2 | 当期应纳增值税 | -18,671.94 | -49,636.41 | -44,011.07 | -27,852.78 | -11,694.50 | 4,302.20 |
| 1.3 | 当期留抵    | 18,671.94  | 49,636.41  | 44,011.07  | 27,852.78  | 11,694.50  | -        |
| 1.4 | 当期免抵退税额 | -          | -          | -          | -          | -          | -        |
| 1.5 | 当期退税额   | -          | -          | -          | -          | -          | -        |
| 1.6 | 当期免抵税额  | -          | -          | -          | -          | -          | -        |
| 2   | 税金及附加   | -          | -          | -          | -          | -          | 430.22   |
| 2.1 | 城市维护建设税 | -          | -          | -          | -          | -          | 215.11   |
| 2.2 | 教育费附加   | -          | -          | -          | -          | -          | 129.07   |
| 2.3 | 地方教育费附加 | -          | -          | -          | -          | -          | 86.04    |

续上表：

| 序号  | 项目      | T+7       | T+8       | T+9       | T+10      | T+11      | T+12      |
|-----|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | 增值税     | 15,996.70 | 15,836.74 | 15,836.74 | 15,678.37 | 15,678.37 | 15,521.58 |
| 1.1 | 当期不能减免税 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 1.2 | 当期应纳增值税 | 15,996.70 | 15,836.74 | 15,836.74 | 15,678.37 | 15,678.37 | 15,521.58 |
| 1.3 | 当期留抵    | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 1.4 | 当期免抵退税额 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 1.5 | 当期退税额   | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 1.6 | 当期免抵税额  | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 2   | 税金及附加   | 1,599.67  | 1,583.67  | 1,583.67  | 1,567.84  | 1,567.84  | 1,552.16  |
| 2.1 | 城市维护建设税 | 799.84    | 791.84    | 791.84    | 783.92    | 783.92    | 776.08    |
| 2.2 | 教育费附加   | 479.90    | 475.10    | 475.10    | 470.35    | 470.35    | 465.65    |

|     |         |        |        |        |        |        |        |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2.3 | 地方教育费附加 | 319.93 | 316.73 | 316.73 | 313.57 | 313.57 | 310.43 |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

续上表：

| 序号  | 项目      | T+13      | T+14      | T+15      | T+16      | T+17      | T+18      |
|-----|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | 增值税     | 15,521.58 | 15,366.37 | 15,366.37 | 15,212.70 | 15,212.70 | 15,060.58 |
| 1.1 | 当期不能减免税 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 1.2 | 当期应纳增值税 | 15,521.58 | 15,366.37 | 15,366.37 | 15,212.70 | 15,212.70 | 15,060.58 |
| 1.3 | 当期留抵    | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 1.4 | 当期免抵退税额 | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 1.5 | 当期退税额   | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 1.6 | 当期免抵税额  | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 2   | 税金及附加   | 1,552.16  | 1,536.64  | 1,536.64  | 1,521.27  | 1,521.27  | 1,506.06  |
| 2.1 | 城市维护建设税 | 776.08    | 768.32    | 768.32    | 760.64    | 760.64    | 753.03    |
| 2.2 | 教育费附加   | 465.65    | 460.99    | 460.99    | 456.38    | 456.38    | 451.82    |
| 2.3 | 地方教育费附加 | 310.43    | 307.33    | 307.33    | 304.25    | 304.25    | 301.21    |

#### 18.4. 项目损益分析

根据国家有关的财政税收政策和建设项目经济评价与参数一书的有关规定，按照以上分析的数据进行项目损益表的分析计算，项目所得税率取 25%。

表 18.4-1 项目损益表（单位：万元）

| 序号 | 项目    | T+1     | T+2        | T+3        | T+4        | T+5        | T+6        |
|----|-------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1  | 营业收入  | -       | -          | 243,000.00 | 267,300.00 | 267,300.00 | 264,627.00 |
| 2  | 营业成本  | -       | -          | 202,909.65 | 222,120.16 | 222,120.16 | 220,275.79 |
| 3  | 税金及附加 | -       | -          | -          | -          | -          | 430.22     |
| 4  | 销售费用  | -       | -          | 934.50     | 1,022.07   | 1,022.07   | 1,012.71   |
| 5  | 管理费用  | 416.81  | 15,636.84  | 1,402.00   | 1,495.09   | 1,495.09   | 1,487.07   |
| 6  | 研发费用  | -       | -          | -          | -          | -          | -          |
| 7  | 财务费用  | -       | -          | -          | 13,050.00  | 10,875.00  | 8,700.00   |
| 8  | 利润总额  | -416.81 | -15,636.84 | 37,753.85  | 29,612.68  | 31,787.68  | 32,721.20  |
| 9  | 所得税   | -       | -          | 5,425.05   | 7,403.17   | 7,946.92   | 8,180.30   |
| 10 | 净利润   | -416.81 | -15,636.84 | 32,328.80  | 22,209.51  | 23,840.76  | 24,540.90  |
| 11 | 毛利率   | N/A     | N/A        | 16.50%     | 16.90%     | 16.90%     | 16.76%     |
| 12 | 净利润率  | N/A     | N/A        | 13.30%     | 8.31%      | 8.92%      | 9.27%      |

续上表：

| 序号 | 项目    | T+7        | T+8        | T+9        | T+10       | T+11       | T+12       |
|----|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1  | 营业收入  | 264,627.00 | 261,980.73 | 261,980.73 | 259,360.92 | 259,360.92 | 256,767.31 |
| 2  | 营业成本  | 220,104.32 | 217,864.23 | 217,864.23 | 216,306.53 | 216,306.53 | 214,516.94 |
| 3  | 税金及附加 | 1,599.67   | 1,583.67   | 1,583.67   | 1,567.84   | 1,567.84   | 1,552.16   |
| 4  | 销售费用  | 1,015.31   | 1,006.05   | 1,006.05   | 999.55     | 999.55     | 990.47     |
| 5  | 管理费用  | 1,507.87   | 1,499.93   | 1,499.93   | 1,513.49   | 1,513.49   | 1,505.71   |
| 6  | 研发费用  | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| 7  | 财务费用  | 6,525.00   | 4,350.00   | 2,175.00   | -          | -          | -          |
| 8  | 利润总额  | 33,874.83  | 35,676.85  | 37,851.85  | 38,973.51  | 38,973.51  | 38,202.03  |
| 9  | 所得税   | 8,468.71   | 8,919.21   | 9,462.96   | 9,743.38   | 9,743.38   | 9,550.51   |
| 10 | 净利润   | 25,406.13  | 26,757.63  | 28,388.88  | 29,230.13  | 29,230.13  | 28,651.52  |

|    |      |        |        |        |        |        |        |
|----|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 11 | 毛利率  | 16.82% | 16.84% | 16.84% | 16.60% | 16.60% | 16.45% |
| 12 | 净利润率 | 9.60%  | 10.21% | 10.84% | 11.27% | 11.27% | 11.16% |

续上表：

| 序号 | 项目    | T+13       | T+14       | T+15       | T+16       | T+17       | T+18       |
|----|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1  | 营业收入  | 256,767.31 | 254,199.64 | 254,199.64 | 251,657.64 | 251,657.64 | 249,141.07 |
| 2  | 营业成本  | 214,774.41 | 213,002.71 | 213,002.71 | 211,513.92 | 205,845.91 | 196,241.75 |
| 3  | 税金及附加 | 1,552.16   | 1,536.64   | 1,536.64   | 1,521.27   | 1,521.27   | 1,506.06   |
| 4  | 销售费用  | 993.23     | 984.24     | 984.24     | 978.18     | 981.10     | 975.30     |
| 5  | 管理费用  | 1,527.77   | 1,520.07   | 1,520.07   | 1,535.16   | 1,558.57   | 1,575.13   |
| 6  | 研发费用  | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| 7  | 财务费用  | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| 8  | 利润总额  | 37,919.75  | 37,155.98  | 37,155.98  | 36,109.10  | 41,750.79  | 48,842.82  |
| 9  | 所得税   | 9,479.94   | 9,289.00   | 9,289.00   | 9,027.28   | 10,437.70  | 12,210.71  |
| 10 | 净利润   | 28,439.81  | 27,866.99  | 27,866.99  | 27,081.83  | 31,313.09  | 36,632.12  |
| 11 | 毛利率   | 16.35%     | 16.21%     | 16.21%     | 15.95%     | 18.20%     | 21.23%     |
| 12 | 净利润率  | 11.08%     | 10.96%     | 10.96%     | 10.76%     | 12.44%     | 14.70%     |

### 18.5. 项目投资未来现金流量预测

本现金流量表的估算，系以现金的收入与现金的支付作为计算的依据，在此基础上，核算现金收支情况下的实际净收入。其中现金收入包括全部的销货收入，现金支出包括固定资产投入、流动资金、经营成本与销收税金及附加、以及企业所得税。在计算项目净现值时，我们假设内部报酬率为 8%，这是根据市场与同行业折现率水平所做的估算。

表 18.5-1 项目现金流量表（单位：万元）

| 项目          | T+1               | T+2               | T+3               | T+4               | T+5               | T+6               |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>现金流入</b> | -                 | <b>150,000.00</b> | <b>424,590.00</b> | <b>302,049.00</b> | <b>302,049.00</b> | <b>299,028.51</b> |
| 销售收入        | -                 | -                 | 243,000.00        | 267,300.00        | 267,300.00        | 264,627.00        |
| 销项税         | -                 | -                 | 31,590.00         | 34,749.00         | 34,749.00         | 34,401.51         |
| 出口退税        | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| 回收固定资产余值    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 回收流动资金      |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 银行借款        |                   | 150,000.00        | 150,000.00        |                   |                   |                   |
| <b>现金流出</b> | <b>237,351.00</b> | <b>303,909.59</b> | <b>284,969.15</b> | <b>284,332.22</b> | <b>282,456.31</b> | <b>283,181.19</b> |
| 工程建设投资      | 186,625.50        | 67,067.19         | -                 |                   |                   |                   |
| 设备投资        | -                 | 187,615.55        | 69,723.12         |                   |                   |                   |
| 软件投资        | -                 | 4,141.59          | -                 |                   |                   |                   |
| 土地投资        | 20,840.45         | -                 | -                 |                   |                   |                   |
| 预备费         | 11,213.11         | 14,120.78         | 3,202.03          |                   |                   |                   |
| 流动资金投入      | -                 | -                 | 2,793.90          | 244.65            | -                 | -18.27            |
| 付现成本        | -                 | -                 | 177,860.40        | 208,093.68        | 205,918.68        | 201,881.93        |
| 银行还款        |                   |                   |                   | 50,000.00         | 50,000.00         | 50,000.00         |
| 进项税         | 18,671.94         | 30,964.48         | 25,964.66         | 18,590.72         | 18,590.72         | 18,404.81         |

|           |             |             |             |             |             |             |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 应交增值税     | -           | -           | -           | -           | -           | 4,302.20    |
| 支付税金及附加   | -           | -           | -           | -           | -           | 430.22      |
| 支付所得税     | -           | -           | 5,425.05    | 7,403.17    | 7,946.92    | 8,180.30    |
| 净现金流量(税后) | -237,351.00 | -153,909.59 | 139,620.85  | 17,716.78   | 19,592.69   | 15,847.32   |
| 累计净现金流量   | -237,351.00 | -391,260.59 | -251,639.74 | -233,922.96 | -214,330.27 | -198,482.95 |
| 净现金流量(税前) | -237,351.00 | -153,909.59 | 145,045.90  | 25,119.95   | 27,539.61   | 24,027.62   |
| 税前累计净现金流量 | -237,351.00 | -391,260.59 | -246,214.69 | -221,094.74 | -193,555.13 | -169,527.52 |

续上表：

| 项目          | T+7               | T+8               | T+9               | T+10              | T+11              | T+12              |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>现金流入</b> | <b>299,028.51</b> | <b>296,038.22</b> | <b>296,038.22</b> | <b>293,077.84</b> | <b>293,077.84</b> | <b>290,147.06</b> |
| 销售收入        | 264,627.00        | 261,980.73        | 261,980.73        | 259,360.92        | 259,360.92        | 256,767.31        |
| 销项税         | 34,401.51         | 34,057.49         | 34,057.49         | 33,716.92         | 33,716.92         | 33,379.75         |
| 出口退税        | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| 回收固定资产余值    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 回收流动资金      |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 银行借款        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| <b>现金流出</b> | <b>294,437.39</b> | <b>290,483.86</b> | <b>288,884.01</b> | <b>235,072.51</b> | <b>235,082.38</b> | <b>232,712.49</b> |
| 工程建设投资      |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 设备投资        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 软件投资        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 土地投资        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 预备费         |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 流动资金投入      | -5.51             | -31.40            | -                 | -9.87             | -                 | -17.73            |
| 付现成本        | 199,973.01        | 195,954.88        | 193,779.88        | 190,054.25        | 190,054.25        | 188,247.80        |
| 银行还款        | 50,000.00         | 50,000.00         | 50,000.00         |                   |                   |                   |
| 进项税         | 18,404.81         | 18,220.76         | 18,220.76         | 18,038.55         | 18,038.55         | 17,858.17         |
| 应交增值税       | 15,996.70         | 15,836.74         | 15,836.74         | 15,678.37         | 15,678.37         | 15,521.58         |
| 支付税金及附加     | 1,599.67          | 1,583.67          | 1,583.67          | 1,567.84          | 1,567.84          | 1,552.16          |
| 支付所得税       | 8,468.71          | 8,919.21          | 9,462.96          | 9,743.38          | 9,743.38          | 9,550.51          |
| 净现金流量(税后)   | 4,591.12          | 5,554.37          | 7,154.21          | 58,005.33         | 57,995.46         | 57,434.58         |
| 累计净现金流量     | -193,891.83       | -188,337.46       | -181,183.25       | -123,177.92       | -65,182.46        | -7,747.88         |
| 净现金流量(税前)   | 13,059.83         | 14,473.58         | 16,617.17         | 67,748.71         | 67,738.84         | 66,985.09         |
| 税前累计净现金流量   | -156,467.68       | -141,994.11       | -125,376.93       | -57,628.22        | 10,110.62         | 77,095.71         |

续上表：

| 项目 | T+13 | T+14 | T+15 | T+16 | T+17 | T+18 |
|----|------|------|------|------|------|------|
|----|------|------|------|------|------|------|

|           |            |            |            |            |            |            |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 现金流入      | 290,147.06 | 287,245.59 | 287,245.59 | 284,373.14 | 284,373.14 | 362,241.04 |
| 销售收入      | 256,767.31 | 254,199.64 | 254,199.64 | 251,657.64 | 251,657.64 | 249,141.07 |
| 销项税       | 33,379.75  | 33,045.95  | 33,045.95  | 32,715.49  | 32,715.49  | 32,388.34  |
| 出口退税      | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| 回收固定资产余值  |            |            |            |            |            | 78,226.36  |
| 回收流动资金    |            |            |            |            |            | 2,485.28   |
| 银行借款      |            |            |            |            |            |            |
| 现金流出      | 232,950.20 | 230,595.73 | 230,613.28 | 228,517.13 | 230,053.66 | 229,952.04 |
| 工程建设投资    |            |            |            |            |            |            |
| 设备投资      |            |            |            |            |            |            |
| 软件投资      |            |            |            |            |            |            |
| 土地投资      |            |            |            |            |            |            |
| 预备费       |            |            |            |            |            |            |
| 流动资金投入    | 8.28       | -17.55     | -          | -8.85      | -182.22    | -270.14    |
| 付现成本      | 188,530.08 | 186,741.69 | 186,741.69 | 185,261.94 | 185,561.41 | 184,117.07 |
| 银行还款      |            |            |            |            |            |            |
| 进项税       | 17,858.17  | 17,679.58  | 17,679.58  | 17,502.79  | 17,502.79  | 17,327.76  |
| 应交增值税     | 15,521.58  | 15,366.37  | 15,366.37  | 15,212.70  | 15,212.70  | 15,060.58  |
| 支付税金及附加   | 1,552.16   | 1,536.64   | 1,536.64   | 1,521.27   | 1,521.27   | 1,506.06   |
| 支付所得税     | 9,479.94   | 9,289.00   | 9,289.00   | 9,027.28   | 10,437.70  | 12,210.71  |
| 净现金流量(税后) | 57,196.86  | 56,649.87  | 56,632.31  | 55,856.01  | 54,319.48  | 132,289.01 |
| 累计净现金流量   | 49,448.99  | 106,098.85 | 162,731.17 | 218,587.17 | 272,906.65 | 405,195.66 |
| 净现金流量(税前) | 66,676.80  | 65,938.86  | 65,921.31  | 64,883.28  | 64,757.18  | 144,499.71 |
| 税前累计净现金流量 | 143,772.51 | 209,711.37 | 275,632.68 | 340,515.96 | 405,273.14 | 549,772.85 |

## 18.6. 项目投资回收期、内部收益率及净现值

本项目投资回收期、内部收益率和净现值情况如下：

表 18.6-1 项目经济效益评价

| 项目          | 所得税后     |    | 所得税前      |    |
|-------------|----------|----|-----------|----|
| 净现值(Ic=8%): | 1,525.37 | 万元 | 66,903.77 | 万元 |
| 内部收益率:      | 8.06%    |    | 10.46%    |    |
| 投资回收期:      | 12.14    | 年  | 10.85     | 年  |

## 18.7. 项目经济效益整体分析

本项目产能将主要供应公司控股子公司重庆万凯，预计对外销售占比较少，能够有效降低原材料采购成本及保障供应稳定，进一步实现公司降本增效，具体如下：

### （1）项目的生产成本优势

本项目所在县区拥有天然气储量尤为丰富的普光气田，当地天然气供应量大且稳定，且由于就地取材能够节约运输管道铺设成本，正达凯获取天然气作为 MEG 原材料具有显著的成本优势。同时，本项目所在地与重庆万凯生产基地距离较近，公司估算，四川达州至重庆涪陵的 MEG 运费，较现有供应商从华东地区或新疆地区运至重庆涪陵的 MEG 运费可降低约 50%。

根据公司测算，在考虑原材料成本、人工成本、项目折旧与摊销、能耗、运输成本、其他制造费用及期间费用后，本项目投产后平均每年营业总成本约为 22 亿元左右，对应 60 万吨产量，保守预计成本价约为 3,680 元/吨；二期 60 万吨投产后，由于规模效应，上述成本可能进一步降低。

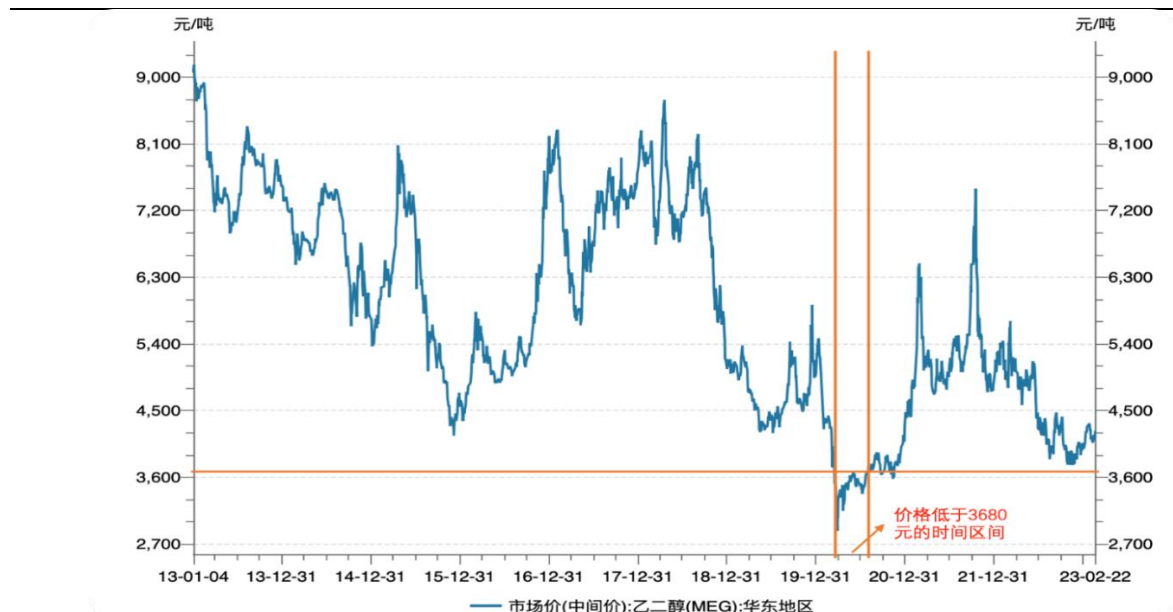
### （2）项目产品成本价与近期 MEG 市场价格比较情况

2023 年至今，市场 MEG 现货均价约为 4,200 元/吨，本项目成本价较市场价格低约 520 元/吨，价差幅度约为 12.38%，成本优势较为明显。此外，市场现货价格并不包含运费，如前所述，正达凯向公司供应 MEG 的运费成本相对较低，较外采而言，将进一步降低公司的原材料成本。

### （3）项目产品成本价与历史 MEG 市场价格比较情况

自 2013 年 1 月至 2023 年 2 月，MEG 市场价格走势具体如下图：

2013 年 1 月-2023 年 2 月 MEG 市场价格（华东地区）走势图



数据来源：Wind，数据截至 2023 年 2 月 23 日

由上图可知，过去十年中，MEG 市场价格低于 3,680 元/吨的时间不超过 2 个季度，MEG 市场价格在绝大多数期间内均高于本项目成本价；过去十年中 MEG 平均市场价格约为 5,848 元/吨，也显著高于本项目的成本价。

#### （4）项目产品成本价与公司历史采购价格比较情况

2018 年至 2022 年 9 月，公司 MEG 采购均价为 4,419.69 元/吨，本项目的成本价为 3,680 元/吨，显著低于公司近年来内采购均价，价差幅度约为 16.74%，降本增效较为明显。

综上所述，公司通过本项目自产 MEG 成本较外采更具优势，本项目达产后预计能够有效实现降本增效，提升公司的整体市场竞争力。

## 19. 风险分析

### 19.1. 概述

工程项目的立项、设计和实施的全过程都存在不能预先确定的内部和外部的干扰因素，这种干扰因素称为工程风险。风险是不以人的意志为转移并超越人们主观意识的客观存在，而且在项目的全寿命周期内，风险是无处不在、无时没有的，即风险具有存在的客观性和普遍性；同时任一具体风险的发生都是诸多风险因素和其他因素共同作用的结果，是一种随机现象。个别风险事故的发生是偶然的、杂乱无章的，但对大量风险事故资料的观察和统计分析，发现其呈现出明显的运动规律，这就使人们有可能用概率统计方法及其他现代风险分析方法去计算风险发生的概率和损失程度；项目实施的整个过

程中，各种风险在质和量上是可以变化的。随着项目的进行，有些风险得到控制并消除，有些风险会发生并得到处理，同时在项目的每一阶段都可能产生新的风险。风险的这些特点，决定了风险若不加以控制，其影响将会扩大，甚至引起整个工程的失败。

本工程为典型化工项目，工程涉及的工艺装置、辅助工程及公用工程配套设施较多，投资大。因此，在经过对工程规模、技术方案、资金筹措和财务分析的可行性研究基础上，还需要进一步对该工程的风险进行分析和评估，以便揭示风险来源，判别风险程度，提出防范措施，降低风险损失。

## 19.2. 风险因素的识别

本工程投资大、装置数量多、生产衔接要求严格等特点，决定了工程存在较多的不可预知因素，即工程风险因素。如何确定和正确评估本工程的风险因素，在实施过程中有针对性的控制风险、避免或减少损失有重要的意义。根据本项目的特点，对项目影响比较大的因素归纳起来可概括为：

- （1）政策风险
- （2）原材料供应及价格波动风险
- （3）产品市场及价格风险
- （4）工程技术方案风险
- （5）资金风险
- （6）工程建设风险
- （7）外部协作风险

在上述诸多风险中，针对本项目而言，产品价格直接导致风险将是众多风险中最为重要的风险，将有可能导致项目的经济性下降。

### 19.2.1. 政策风险

本项目规划基于达州在国投资的目的与意义家西部大开发最前沿的地域和资源优势，依托企业在合成材料领域先进的技术和管理团队，建设聚酯用主要原料乙二醇装置，打造天然气-乙二醇-聚酯产业链。

《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年》远景目标纲要【第三十二章 第一节】实施中国“气大庆”建设行动，加强天然气产供储销体系建设，建成全国最大天然气（页岩气）生产基地，天然气年产量力争达到 630 亿立方米。大力推进天然气（页岩气）勘探开发，完善资源开发利益共享机制，加快增储上产，重点实施川中

安岳、川东北高含硫、川西致密气等气田滚动开发，加快川南长宁、威远、泸州等区块页岩气产能建设。【第三十七章 第二节】推动天然气等矿产资源就地转化利用。【第十三章 第三节】壮大钒钛、锂钾、铝基、晶硅、稀土、氟硅、玄武岩纤维等生产基地，形成全国重要的先进材料产业集群。

《四川省“十四五”制造业高质量发展规划》明确提出，未来 5 年，四川将加快构建“3+4+4+N”为格局的现代制造业新体制，具体为培育世界级电子信息产业集群、世界级重大装备制造产业集群、世界级特色消费品产业集群等 3 个具有国际竞争力的产业集群；建设全国重要的先进材料、能源化工、汽车产业研发制造和医疗健康等 4 个产业基地；改造提升机械、轻工、冶金、建材等 4 个传统优势制造业；加快发展 N 个战略性新兴产业和未来产业等。其中，4 个产业基地聚焦先进材料、能源化工、汽车产业研发制造和医疗健康等 4 个领域，打造全国 4 大重要的高水平产业基地。4 个传统优势制造业则将聚焦轻工纺织、食品饮料等重点行业（领域）。

四川省《绿色化工产业培育方案》提出形成“8+6+30”产业发展格局，重点打造成都、眉山、宜宾、泸州、遂宁、南充、广安、达州 8 个千亿级绿色化工产业基地，形成石油炼化一体化、聚烯烃聚酯类深加工、天然气精深加工、盐磷化工、硫磷钛化工、高端精细化学品和专用化工新材料 6 个千亿级产业链，培育 30 户具有较强产业带动力的年销售收入 50 亿元以上的企业。

《四川省油气化工产业绿色发展技术指南》【第二章 第一节】“20 万吨/年及以上合成气制乙二醇生产技术”列入《四川省油气化工产业绿色发展技术指南（2021）》。【第三章 第四节】“功能聚对苯二甲酸类（PET）聚酯材料关键技术”也列入上述《绿色发展技术指南》。

四川拥有丰富的锂钾和天然气资源，天然气产量占全国比重的 24%、锂辉石储量占全国比重的 57%，具备建设完整新能源汽车产业链的资源基础；同时新能源电池终端的汽车产业也是四川的重要产业，拥有沃尔沃、吉利、重汽王牌、绵阳金杯、野马汽车等众多品牌。

本项目建设天然气制乙二醇对四川发展聚酯新材料和锂电新能源产业的有着积极作用，负荷答复正常产业政策及发展规划。

在符合国家和地区相关政策前提下，本项目在建设、生产运营中严格遵守国家和地区的法律法规，确保项目的合规、合法。因此，本项目政策风险低。

### 19.2.2. 天然气制 MEG 市场前景不确定的风险

由于项目的实施与市场供求状况、国家产业政策、行业竞争情况、技术进步等因素密切相关，上述任何因素的变动都可能直接影响项目的经济效益。虽然，正达凯在选择实施本项目时已进行了充分市场调研及可行性论证评估，但在实际运营过程中，由于市场本身具有的不确定因素，如果未来业务市场需求增长低于预期，或业务市场推广进展与正达凯预测产生偏差，有可能存在投资本项目实施后达不到预期效益的风险。

本项目预计在 2026 年完全建设达产后，将新增年产 60 万吨 MEG 的产能。万凯新材现有瓶级 PET 产能 240 万吨，预计 2023 年上半年将达到 300 万吨（子公司重庆万凯预计于 2023 年上半年投产三期 60 万吨瓶级 PET 产能），据此计算，万凯新材 2024 年起每年 MEG 原材料采购量约 102 万吨，本项目的 MEG 产量将基本能够满足万凯新材对原材料 MEG 的需求。因此本项目后续产能消化的市场风险相对可控。

### 19.2.3. 工程技术和建设风险

本项目投资建工期较长、生产装置庞大，对工程质量要求较高，但在建设过程中，不能完全排除因组织管理不善或其他不可预见因素导致本项目建设未能如期完成或未能按期达产。

本项目已聘请国内化工行业知名技术合作方和 EPC 总承包商协助实施，对本项目建设过程中涉及到的技术方案、设备选型等关键因素已进行了充分的论证，遵循先进适用、成熟可靠、运行经济、安全环保、节能降耗的原则，因地制宜地制定了一套本项目的完整方案，因此能够有效控制施工进度落后于计划的风险。

### 19.2.4. 资金财务风险

基础化学原材料生产项目需要规模效应来降本增效，因此本项目总投资额较高，本项目预计投资额 60 亿元，可能存在资金筹措不到位的风险，进而影响项目建设进度；且未来项目建成后资产折旧摊销金额较大，若项目无法达到预期收益，可能会影响公司业绩水平。

本项目建设所需投入资金将根据施工进度陆续投入。万凯新材作为上市公司经营情况良好、资金实力较强、融资渠道多元，因此资金筹措不到位的风险相对可控。同时，公司认为 MEG 项目技术方案成熟，预计能够按计划顺利实施，项目折旧摊销对公司业绩的影响相对可控。

## 19.3. 风险程度的估计

### 19.3.1. 风险程度分类

风险按照风险因素对项目影响程度和风险发生的可能性大小一般可划分为 4 类，风险程度等级分为一般风险、较大风险、严重风险和灾难性风险。

一般风险是指风险发生的可能性不大，或者即使发生，造成的损失较小，一般不影响项目的可行性。

较大风险是指风险发生的可能性较大，或者发生后造成的损失较大，但造成的损失程度是项目可以接受的。

严重风险有两种情况，一是风险发生的可能性大，风险造成的损失大，使项目由可行变为不可行；二是虽然风险发生后造成的损失严重，但是风险发生的概率很小，采取有效的防范措施，项目仍然可以正常实施。

灾难性风险是指风险发生的可能性很大，一旦发生将产生灾难性后果，项目无法承受。

### 19.3.2. 本项目风险程度估计

根据本项目建设的特点和过去多年在化工工程建设所取得的经验，借助专家经验法对本项目可能面临的风险进行分析，讨论和分析本项目各种主要风险的原因、风险对项目实施过程的影响、风险对具体工程活动的影响范围（如技术、工期、费用等）。

按照风险发生的可能性和风险发生后可能造成的后果严重程度分析本项目所面临的风险因素和风险程度，结果如表 19.3-1。

表 19.3-1 风险因素和风险程度估计表

| 序号 | 风险因素名称       | 风险程度 |    |    |     |
|----|--------------|------|----|----|-----|
|    |              | 一般   | 较大 | 严重 | 灾难性 |
| 1  | 原材料供应及价格波动风险 | √    |    |    |     |
| 2  | 市场风险         | √    |    |    |     |
| 3  | 外部协作风险       | √    |    |    |     |
| 4  | 工艺设备技术风险     | √    |    |    |     |
| 5  | 工程建设风险       | √    |    |    |     |
| 6  | 资金风险         | √    |    |    |     |

## 19.4. 风险分析及对策

### 19.4.1. 市场、价格风险

从财务分析中的敏感性分析计算可知，产品售价对项目的经济效益的影响较大，但整体效益良好，且本项目大部分产品不直接面对市场，可以通过下游产品的效益进行保护。

#### 19.4.2. 工艺技术风险

本项目所有生产装置的工艺技术均是成熟的工艺技术，在国内外已有多年的运行经验。本项目推荐的工艺技术是目前国内外广泛采用的先进工艺技术，具有技术先进、运行可靠、消耗较低、产品质量较好以及三废排放较少的优点，只需在项目执行过程中发挥好业主的技术优势，做好技术交流、同类装置考察、合同技术附件谈判等技术准备工作，以化解工艺技术的风险。

工程建设风险的防范依赖于项目管理的加强，项目的管理者和骨干必须由事业心强、具备必要的技术背景和管理知识，又具有这方面实际工程经验的人员担任，在项目实施过程中严格质量管理和进度控制，建立一套完善的质量跟踪、质量保证、质量控制体系，实行全面质量管理。同时建立一套行之有效的进度监控体系，随时发现问题、解决问题，将风险化解在苗头之中，这就能将风险降低到最低限度。

本项目年外购用电负荷约 5.84 亿 kW.h，由芭蕉镇 220KV 变电站的 110kV 母线取电，供应风险较小。本项目用水 993.6 万 t/年，由工业园区负责提供，为本项目生产水提供保障。

#### 19.4.3. 资金财务风险

从财务分析中的敏感性分析计算可知，当投资增加，项目全投资税前内部收益率将大幅下降。要避免这种情况的发生，一定要做好项目的前期准备工作，落实各项建设条件，充分掌握对工程费用有影响的各种资源和情况，而且要通过招投标选好设计和施工承包商，在合同中尽可能将发生的风险降至最低，以降低工程投资。同时也可以通过投保工程险来化解意外灾害的风险。

#### 19.5. 主要风险对策建议

风险分析的目的是研究如何降低风险程度或者规避风险，减少风险损失。在预测主要风险因素及风险程度后，应根据不同风险因素提出相应的风险防范对策。根据本项目的特点，实用于本工程的对策主要有：风险回避、风险控制、风险转移以及风险自担。

##### （1）风险回避

对本项目所需的各种资（能）源、生产规模及产品方案、产品的市场分析和目标市

场的确定以及工艺技术等方面进行详细的论证，将风险化解在初始状态。

## （2）风险控制

采用合资建设和投资业主多元化的模式，可以降低投资风险，是风险控制的有效手段。

在工程实施阶段，为降低工程风险，国外常用的做法是设计—建造总承包(D-B 模式)。国内近几年也开始采用这些做法。在具体工作的实施过程中，承包商负责工程项目的的设计和建造，对工程质量、安全、工期、造价全面负责。业主和设计—建造承包商密切合作，完成项目的规划、设计、成本控制、进度安排等工作。

EPC 工程总承包方式是指总承包商按照合同约定，完成工程设计、设备材料采购、施工、试运行等服务工作，实现设计、采购、施工各阶段工作合理交叉与紧密配合，并对工程的安全、质量、进度、造价全面负责。这种方式的总承包商在试运行阶段仅承担技术服务，而不像交钥匙总承包(Turnkey)那样对试运行承担全部责任。

设计—建造或 EPC 交钥匙的合同结构是业主首先招聘一家专业咨询公司研究拟建项目的基本要求，业主只需以总价合同为基础，选定一个设计建造总承包商对整个项目的成本负责，由他选择咨询设计公司和分包商。采用设计—建造或 EPC 交钥匙承包模式的优点是：使用一个承包商对整个项目负责，避免了设计和施工的矛盾，减少项目的成本和缩短工期。在选定承包商时，把设计方案的优劣作为主要的评标因素，保证业主得到高质量的工程项目。业主可得到早期的成本保证。由于风险主要由承包商承担，所以有效降低了风险。

第二种模式为工程项目委托管理，指工程项目管理企业受业主委托，按合同约定，代表业主对工程项目的组织实施进行全过程或若干阶段的管理与服务。工程项目委托管理的主要方式有：PM、PMC 等。PM/PMC 是指咨询公司代业主对工程项目进行管理，对设计、施工、监理是处于管理者和协调者的地位，咨询公司与业主之间具有更密切的关系，能够更充分地反映和贯彻业主的意图，并且使业主接收到合理的建议和决策信息，更有利于业主做出合理和正确的决策。PM/PMC 对于工程项目管理企业来讲是一项高风险、高回报的服务，实际上对业主，PM/PMC 是一种风险转移，从而降低风险。

对本工程而言，生产成本控制是至关重要的。重点要做好资（能）源组织供给和价格的协调工作，从而降低生产成本，增加抗风险能力，从而达到风险控制的目的。

## （3）风险转移

征地、拆迁和移民安置以及项目建设模式的选择是本项目的主要内容。为了降低投资风险，本项目的征地、拆迁和移民安置工作采用依托园区管委会的做法；工程建设采用前述的模式，将工程实施阶段的工程风险转移给承包建设单位。为了确保这些处理措施到位，业主与依托单位签订合作意向书。这些措施可以有效化解因风险转移带来的风险。

#### （4）风险自担

对本项目而言，原料、公用工程的供应、产品的销售、生产安全、平稳的运转以及政治风险等需要由业主自担。

## 20. 研究结论与建议

### 20.1. 技术方案结论

本项目以天然气为原料生产乙二醇，本可研按照安全可靠、先进适用、节能环保、经济高效和提升项目经济性的原则进行技术方案研究，进行各方案选择，主要技术方案详见表 20.1-1。

表 20.1-1 主要技术方案选择

| 序号            | 装置名称              | 技术选择                                                                                          |
|---------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A 工艺装置</b> |                   |                                                                                               |
| 1             | 空分空压              | 深冷分离、空气循环、内压缩流程，2X60640Nm <sup>3</sup> /h 制氧能力，分两期建设                                          |
| 2             | 天然气转化             | 纯氧转化工艺，等规模两个系列，分两期建设                                                                          |
| 3             | 脱碳                | aMDEA 脱碳工艺，等规模两个系列，分两期建设                                                                      |
| 4             | CO 分离             | 深冷分离工艺，等规模两个系列，分两期建设                                                                          |
| 5             | H <sub>2</sub> 提纯 | PSA 提纯工艺，等规模两个系列，分两期建设                                                                        |
| 6             | 乙二醇               | 浦景化工合成气间接法制乙二醇技术，等规模两个系列，分两期建设                                                                |
| <b>B 公用工程</b> |                   |                                                                                               |
| 1             | 全厂总变              | 设置 110kV 总变电所                                                                                 |
| 2             | 分布式能源站            | 一期：2X35MW 燃气发电机组+2X130t/h 余热锅炉，1X100t/h 燃气锅炉，1X6380kW 背压透平发电                                  |
| 3             | 生产、生活、消防给水        | 建设生产消防水站，生产水正常消耗 1899m <sup>3</sup> /h，设置 2X8000m <sup>3</sup> +1X10000 m <sup>3</sup> 生产消防水罐 |
| 4             | 循环冷却水站            | 建设 1 座工艺循环水站（11X5500 m <sup>3</sup> /h），建设 1 座空分循环水站（1X5000 m <sup>3</sup> /h）                |
| 5             | 除盐车站              | 一期：原水制备脱盐水规模：400m <sup>3</sup> /h，回收蒸汽凝液制备脱盐水规模 200 m <sup>3</sup> /h；                        |
| 6             | 回用水站              | 回用水站设计规模 2X300 m <sup>3</sup> /h，分两期建设                                                        |
| 7             | 污水处理站             | 污水处理站设计处理规模 2X150 m <sup>3</sup> /h，分两期建设                                                     |

### 20.2. 投资估算结论

本工程项目总投资为 600,000.00 万元，包括建筑工程 58,510.38 万元，设备投资 273,352.95 万元，安装工程 185,167.07 万元，工程建设其他费用投资 53,688.04 万元，预备费 28,535.92 万元，铺底流动资金 745.64 万元。

### 20.3. 技术经济结论

本项目达产后年平均销售收入为 258,116.25 万元（不含税）；项目达产后年平均净利润 28,231.92 万元，投资税后内部收益率为 8.06%，具有较好的盈利能力；项目生产

经营期内盈亏平衡点为 49.98%，本项目盈亏平衡点总体上处于中等水平。项目从财务评价角度看是可行的。

#### 20.4. 建议

（1）建议业主尽快开展环境影响评价工作，以便在下一步设计中严格按照环境影响报告书及环评批复要求落实各项措施。

（2）鉴于本项目为万凯新材产业链延伸项目，业主应尽快充实项目管理队伍，为地加快项目的设计和建设进程，业主可以考虑采用 EPC 工程承包商模式进行项目建设。

## 21. 附件

- 一、地理位置图
- 二、区域位置图
- 三、总平面布置图
- 四、全厂物料平衡图
- 五、全厂水平衡图
- 六、全厂蒸汽平衡图
- 七、全厂供电系统图
- 八、工艺装置工艺流程图
- 九、工艺装置物料平衡表
- 十、工艺装置蒸汽平衡图
- 十一、工艺装置水平衡图
- 十二、雨水管道走向图