

刚果（金）Lonshi 铜矿项目

可行性研究报告

中国瑞林工程技术股份有限公司

二〇二一年六月



中国瑞林工程技术股份有限公司

总 经 理：吴润华



主管副总经理：方填三



总 工 程 师：唐尊球



主管副总工程师：孔晓青

项 目 经 理：程秋林

骆贞江

黎 文

参加专业及设计人员

专 业	专业技术负责人	专业负责人	设计人员
地 质	李振林	周丽君	周丽君
水文地质	金桐标	杨建安	杨建安
露天采矿	匡 勇	永学艳	永学艳、陈振超
地下采矿	朱利平	苑雪超	苑雪超、门建兵
矿山机械	曾庆荣	许高锋	许高锋
选 矿	余 浔	王福元	王福元
冶 金	王 玮	张海宝	张海宝、丁鹏、熊少华
化 工	陈志刚	王召启	王召启
给 排 水	胡跃新	于 洋	于 洋
电 气	黄 薇	徐文超	徐文超
仪 表	文辉煌	邓 磊	邓 磊
电 信	文辉煌	余 亮	余 亮
结 构	李大浪	罗 燕	罗 燕
建 筑	李大浪	殷小标	殷小标
总 图	曾小平	刘 洋	刘 洋
安 全	曾宪坤	赵 晋	赵 晋
暖 通	宋冬根	刘 峰	刘 峰
热 工	宋冬根	汤金华	汤金华
环 保	曾宪坤	葛 鑫	葛 鑫
水土保持	曾宪坤	沈建新	沈建新
工程造价	胡小明	赵 阳	赵 阳
技术经济	孔晓青	商宗占	商宗占

目 录

1 总 论.....	1
1.1 项目概况	1
1.2 编制依据及原则	5
1.3 建设条件	7
1.4 矿山现状与沿革	11
1.5 主要建设方案	13
1.6 环保、水土保持、节能、安全卫生与消防	24
1.7 项目建设进度安排	24
1.8 投资估算	25
1.9 经济效果	25
1.10 主要存在问题与建议.....	25
2 风险分析.....	27
2.1 国别风险及规避措施	27
2.2 市场风险	28
2.3 技术风险及规避措施	28
2.4 环境风险及规避措施	28
2.5 法律及政策风险及规避措施.....	29
2.6 外汇风险及规避措施	29
2.7 劳工风险及规避措施	29
2.8 外协风险及规避措施	30
2.9 企业运营风险及规避措施.....	30
2.10 资金风险及规避措施.....	31
2.11 总结	31

1 总 论

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称

项目名称：刚果（金）Lonshi 铜矿项目

Lonshi 铜矿项目矿权号 PE13093，面积 18km²，有效期 2014~2044 年。

1.1.2 项目地理位置、交通及气象概况

（1）矿区位置及交通状况

Lonshi 铜矿位于刚果（金）加丹加省东南部，距离加丹加省省会卢本直距 230km、距离金森达（金川公司所属矿山）直距 150km、距离刚果（金）加丹加省与赞比亚铜带省最大的边境口岸卡松直距 170km，距离 Kolwezi 附近的 Lualaba 冶炼厂（中色所属新建冶炼厂）北西方向 400km。Lonshi 铜矿距离赞比亚边境只有 3km，在赞比亚铜带省省会 Ndola 市南东 40km，位于赞比亚基特韦市 CCS 冶炼厂北西方向 100km。

矿区交通位置详见图 1-1。

矿区地势平坦，附近少有定居点，平均海拔 1300m，植被丰富，有开阔的草原、热带森林和沼泽。

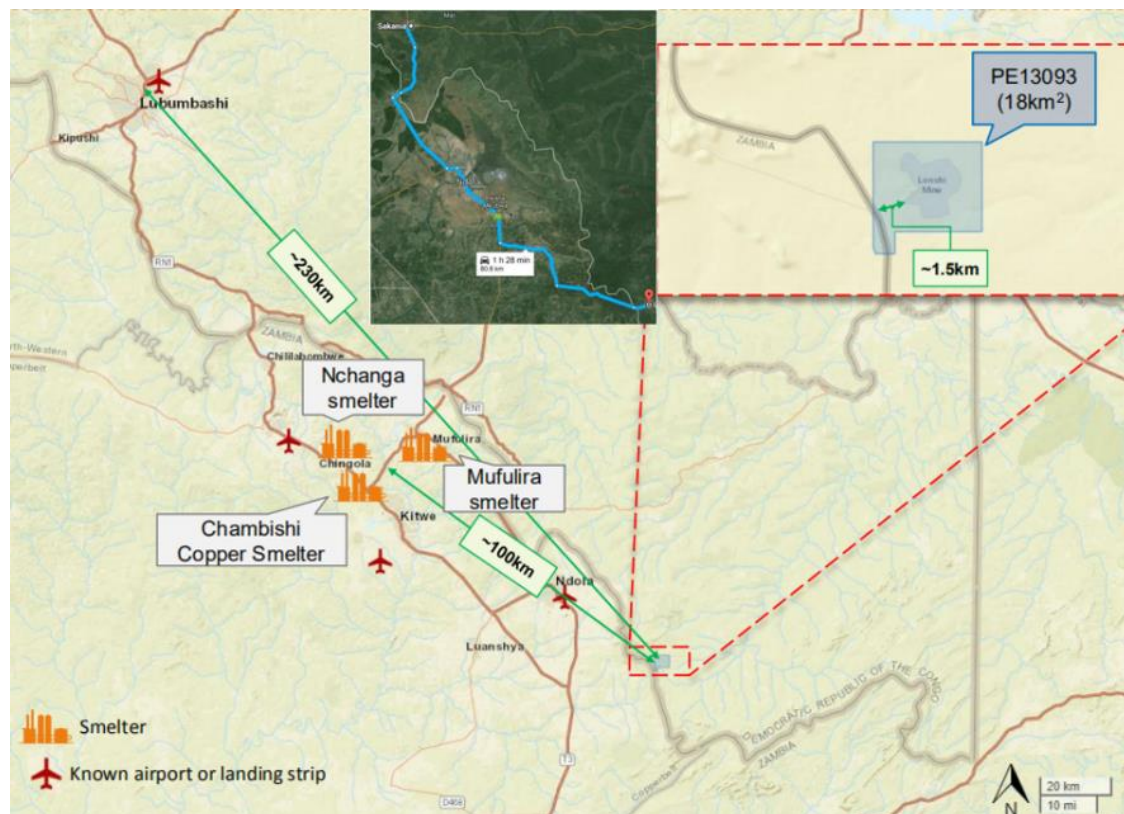


图 1-1 交通位置图

(2) 气候及水文气象条件

矿山附近城市的气象数据如下：

卢本巴希：气温年平均 20℃，最高气温 37.8℃，最低气温 0℃。10 月和 11 月气温最高。年降雨量 716~1551.1mm，年平均降雨量 1231mm。气象观测自 2006 年 12 月 6 日至 2007 年 5 月 14 日，累计降水量 1106.3mm，日最大降水量 86.8mm，最大降水强度 72.3mm/h，累计蒸发量 576.1mm，雨季日蒸发量 2~3mm，旱季日蒸发量 5mm 左右。

赞比亚基特韦市：一年分三季：每年 4~8 月为冷季，凉爽而干燥，8~11 月为干热的热季，11 月至次年 4 月为雨季，温暖而潮湿。年平均气温 20.1℃，历年极端最高气温 36.2℃，历年极端最低气温 1.5℃，年平均降雨量 1341mm，年平均蒸发量 2072mm，主导风向东北、东南，最大阵风风速 30m/s。

1.1.3 项目所在国家概况及区域经济

刚果民主共和国（DRC），旧称扎伊尔共和国，简称“刚果（金）”，地处非洲中西部，与乌干达、卢旺达、布隆迪、坦桑尼亚、赞比亚、安哥拉、苏丹和中非共和国等国接壤，赤道从该国的中北部穿过。西隔扎伊尔河（刚果河）与刚果

(布)相望。国土面积 234.5 万平方公里，是非洲第二大和世界第十一大的国家，其中耕地占 3.5%，永久牧场占 6.6%，森林和林地占 76.9%，其它占 13%；海岸线长 37km，陆界线长 9900km。全境分为 5 个地形区：中部刚果盆地区，东部南非高原大裂谷区，北部阿赞德高原区，西部下几内亚高原区，南部隆达—加丹加高原区。扎乌边界的马格丽塔山海拔 5109 米，为全国最高点。扎伊尔河（刚果河）全长 4640 公里，自东向西流贯全境，重要支流有乌班吉河、卢阿拉巴河等。东部边界自北向南有阿尔伯特湖、爱德华湖、基伍湖、坦噶尼喀湖（水深 1435 米，为世界第二深水湖）和姆韦鲁湖等。南纬 5°以北属热带雨林气候，以南属热带草原气候。人口约 8690 万（二〇一七年五月十五日参赞致辞），是世界人口第十九多、非洲人口第四多的国家，以及正式法语人口最多的国家。

全国有 254 个部族，较大的部族有 60 多个，分属班图、苏丹、俾格米三个人种。其中班图人种占全国人口的 84%，主要分布在南部、中部和东部；苏丹人种多数居住在东北部；俾格米人种主要集中在赤道密林里。

官方语言为法语，地方语言约 250 多种，主要民族语言有林加拉语（Lingala）、斯瓦希里语（Swahili）、基孔果语（Kikongo）和契卢巴语（Kiluba）。居民 45% 信奉天主教，24% 信奉基督教，17.5% 信原始宗教，13% 信金邦古教，其余信伊斯兰教。

刚果（金）首都——金沙萨（Kinshasa），全国划分为中刚果（Kongo central）、Kwango、奎卢（Kwilu）、马伊恩东贝（Mai-Ndombe）、赤道（Equateur）、Mongala、北乌班吉（Nord-Ubangi）、南乌班吉（Sud-Ubangi）、Tshuapa、下韦莱（Bas-Uele）、上韦莱（Haut-Uele）、伊图利（Ituri）、Tshopo、北基伍（Nord-Kivu）、南基伍（Sud-Kivu）、马涅马（Maniema）、东开赛（Kasai Oriental）、洛马米（Lomami）、桑库鲁（Sankuru）、开赛（Kasai）、卢卢阿（Lulua）、上洛马米（Haut-Lomami）、坦噶尼喀（Tanganyika）、卢阿拉巴（Lualaba）、上加丹加（Haut-Katanga）等 25 个省和 1 个直辖市金沙萨（Kinshasa）。

该国工农业基础薄弱，粮食及大多日常生活用品主要依赖进口。农业长期以来仅占国内生产总值的 10% 左右。主要粮食作物有玉米、水稻、木薯、豆类等，主要经济作物有棕榈、可可、油棕、橡胶、咖啡、甘蔗、棉花、烟草，茶叶等，油棕、橡胶产量具非洲前列。

自然资源丰富，素有“世界原料仓库”、“中非宝石”和“地质奇迹”之称。全国蕴藏多种有色金属、稀有金属和非金属矿，其中铜、钴、锌、锰、锡、钽、锆、钨、钼、镍、铬等金属和工业钻石储量可观。矿业是刚果（金）经济的重要支柱，上世纪 80 年代矿业产量一度达到高峰，铜年产 50 万 t（1981 年），钴 1 万 t（1986 年，占世界产量的三分之二强）、锌 6.6 万 t。1990 年后，矿业生产全面下降。1997 年和 1998 年两次大规模武装冲突均发生在矿产资源丰富的东部地区，生产遭到严重破坏，产量骤减，大量矿产资源被非法掠夺。

加工业主要有食品、饮料、纺织、制鞋、化学、制药、日用品、木材加工和建材等，其产值占国内生产总值的 1.3%。

内河运输占重要地位，陆路、空运相对便利。

对外贸易在国民经济中占重要地位。主要出口钻石、钴、铜、黄金和咖啡，进口粮食、石油制品、机械设备和日用消费品。主要贸易伙伴为比利时、美国、南非、法国和肯尼亚等。

矿区所在的坎博韦镇，供电、供水条件尚可；居民居家陈设较为简单，主要食物为木薯和玉米粉，食品及日用品大多从邻国进口，生活成本相对较高；手工采矿和烧制木炭是当地居民的主要经济来源。

1.1.4 项目开发背景

中国的铜资源短缺，现正处于发展时期，随着国民经济的稳步快速增长，铜金属需求量逐年增加，每年需进口约 75% 的铜金属以满足国内需求。

刚果（金）是一个铜、钴矿资源较丰富的国家，在现阶段，该国政府鼓励和支持国外企业投资开发其矿产资源，以带动工业建设、增加税收和提高就业率。Lonshi 铜矿矿区附近、电、交通等基础设施相对便利，矿石含铜品位较高，具有较好的经济价值。

为响应国家“走出去”战略政策，金诚信矿业管理股份有限公司通过境外公司完成收购 Sabwe Mining Sarl 公司拥有的矿权资产，开发 Lonshi 铜矿，从而获取铜资源，符合中国产业政策。

1.1.5 项目建设单位概况

金诚信矿业管理股份有限公司通过境外全资子公司 Eunital Mining Investment Limited（简称“EMIL”）持有 Sky Pearl Exploration Limited（简称“Sky Pearl”）100% 股权，获得其全资子公司 Sabwe Mining Sarl（简称“Sabwe”）资产。

Sky Pearl 公司注册地为开曼群岛，成立于 2016 年 3 月 11 日。Sky Pearl 公司的唯一资产为 Sabwe 公司资产。

Sabwe 公司注册地为刚果（金），成立于 2016 年 3 月 16 日。Sabwe 公司持有位于非洲刚果民主共和国（简称“刚果（金）”）1 个采矿权 PE13093（Lonshi 铜矿）及其周边 7 个探矿权（PR12162、PR12172、PR12173、PR12175、PR12182、PR12183、PR12188）。

1.1.6 项目的建设意义

（1）项目的建设是中国国民经济发展的需要，有利于充分利用两个市场、两种资源，加快和加大对海外战略性资源开发利用，促进中国经济的可持续发展；

（2）项目建设符合中国产业政策和有色金属产业调整和振兴规划要求；

（3）有利于拉动中国机电设备出口、并带动中国技术和劳务输出，促进中国经济发展和结构调整；

（4）有利于刚方增加财政收入，为当地民众提供相应的就业机会并带动地方经济发展；

（5）有利于增进中国与刚果（金）的相互了解和信任，加强与刚方的友好关系和经济合作。

1.2 编制依据及原则

1.2.1 编制依据

（1）中国有色金属工业协会于 2001 年 10 月颁布的《有色金属工业项目可行性研究报告编制原则规定》；

（2）中国或刚果（金）国家及行业相关的现行规程、规范、技术标准；

（3）《刚果民主共和国矿业法》（2018 年 3 月）、参照国际通行的其它法律和法规。

1.2.2 基础资料

（1）矿权证（有效期 14/07/2014~13/07/2044）；

（2）Geological Modelling and Mineral Resource Estimation of Lonshi Mine's Copper Deposit（SRK, 2020）铜矿地质建模与矿产资源估算；

（3）Geotechnical input for Feasibility Investigation for Lonshi Underground Mine（OHMS, 2009）地下矿山岩土工程研究报告；

(4) Lonshi Operations Mine Inflow Calculations (Future Flow, 2010) 矿水文地质计算;

(5) Lonshi Underground Mine, Life of Mine Plan (Turgis, 2010) 矿山全寿命采矿排产计划;

(6) Pit Mapping Campaign at Lonshi Mine, DRC (November 2009) 露天坑测绘工作;

(7) Lycopodium Mineral Processing Report (Feb 2010) 矿物加工处理研究报告;

(8) 其他资料。

1.2.3 建设方针、项目特点与编制原则

1.2.3.1 建设方针

(1) 建设规模

刚果(金) Lonshi 铜矿项目是采、选、冶联合工程。项目拟定露天和地下联合开采, 采选原矿处理规模合计为 150 万 t/a (4545t/d)。

其中: 1160m 标高以上矿体为露天开采, 原矿生产能力为 55 万 t/a (1667t/d); 1160m 标高以下矿体为坑内开采, 原矿生产能力为 95 万 t/a (2878t/d)。

(2) 产品方案

标准阴极铜。

(3) 技术与装备

采用可靠、节能设备, 要求“设备精、结构轻”, 设备不限采购地域。

1.2.3.2 项目特点及编制原则

本项目既要合理开发利用当地矿产资源、为企业创造利润、带动当地经济发展、解决当地部分劳动力就业问题, 又要严格保护当地人文、生态环境, 尽可能减少生态破坏和环境污染。由此确定本研究的编制原则如下:

(1) 内容与深度应满足中国有色金属工业协会于 2001 年 10 月颁布的《有色金属工业项目可行性研究报告编制原则规定》的相关要求;

(2) 设计中的有关技术标准按中国国家或行业标准和规范执行, 并参照执行刚果(金)国家在节能、安全、环保、生态平衡等方面的强制性行业标准和规范;

(3) 露天开采，采用矿业软件优化开采境界，尽可能减少基建剥离量，均衡生产剥采比；

(4) 地下开采，开拓方案选择要结合项目所在地特点；

(5) 技术水平：所推荐的工艺流程力求简单、可行，以实用、可靠为原则，充分体现项目的高效率、低能耗原则；

(6) 采用先进、可靠、行之有效的设备（含自动化控制仪表及设备）及材料，以耐用、稳定生产的要求为原则，不限采购地域；

(7) 厂址方案以物流顺向、废物相对集中处置为原则，减少污染源点；应节水、节电，尽量重力输送，充分利用回水；

(8) 抓住铜金属市场的良机，加快项目建设进度，提高项目的经济效益，降低投资风险；

(9) 实行现代矿山企业的生产、管理、经营模式。

1.3 建设条件

1.3.1 地质资源条件

1.3.1.1 矿床地质概况

Lonshi 矿区位于刚果民主共和国（以下简称“刚果（金）”）加丹加（Katanga）省南部与赞比亚交界的部位，距离东部国境线约 3km。区域上位于横贯中部非洲的卢费里安弧形构造（Lufilian arc）东部末端以东。

刚果民主共和国边境区和赞比亚铜带分别构成了 900km 长的卢菲利弧线的北部和南部，为一条泛非褶皱带。沿着该弧形（褶皱带）构造分布着一系列大型、特大型的世界级矿床，构成世界著名的中非铜矿带。该矿带的矿床主要分布在加丹加超群的前寒武纪沉积物中。

图 1-2 反映了 Lonshi 矿区在成矿带中的位置。

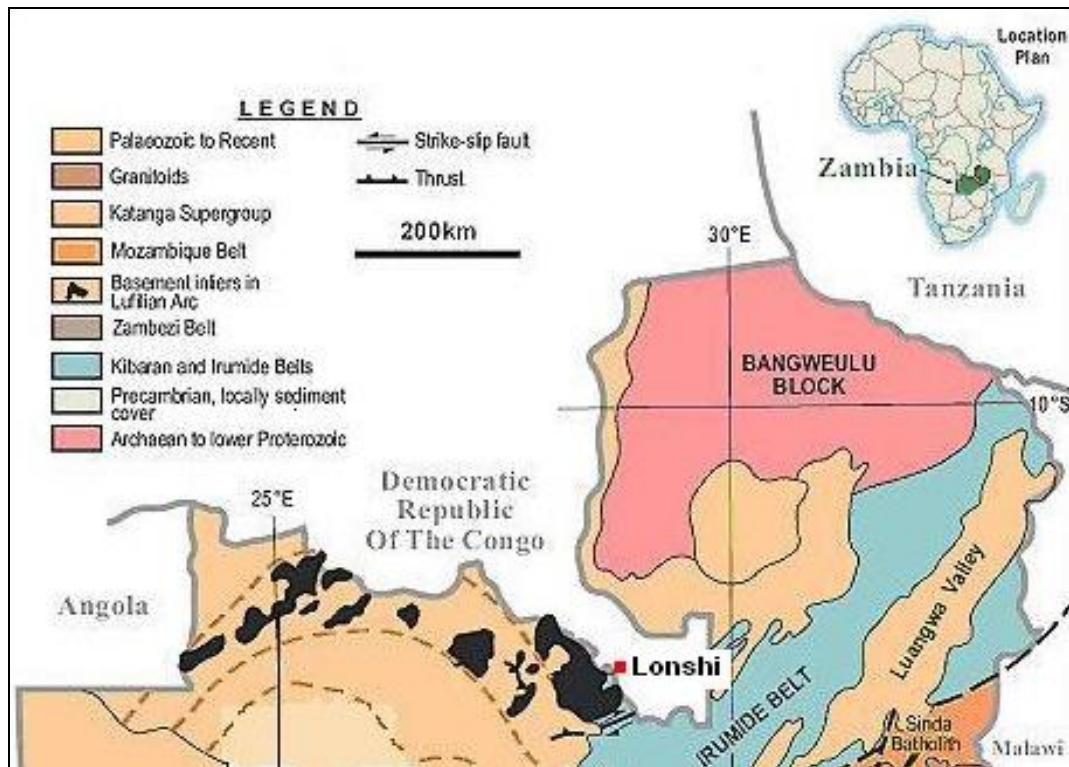


图 1-2 矿区区域位置简图

Lonshi 铜矿化的部位主要在白云岩和砾岩中，其中砾岩为 Nguba 群中的巨砾岩。Nguba 群中的铜矿化特征异于铜带上其它主要的矿床，赞比亚和刚果（金）区内的矿床主要位于下罗安和上罗安亚群内。

Terre Noir 及上盘粉砂岩为白云岩风化作用的残余产物。硫化铜矿化发生在 LC 的顶部和白云岩的底部，及在白云岩内部。其中 Terre Noir 层中氧化矿品位较高（4%至 5%），目前已开采。深部氧化作用较弱，未形成该层。Lonshi 地层有轻缓地褶皱，采矿权范围内，地层向东倾斜 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。砾岩内部，由于砾岩的沉积和变形，通常无法肉眼区分出层理面。

Lonshi 矿床属沉积矿床，矿化集中在高应变带，特别是剪切的碳酸盐岩及其直接下伏的碎屑岩中。褶皱轴部、两翼的交汇处及其附近张性断裂为矿体的赋存提供了较好的空间。

经过多年的勘查及开发，矿区上部的氧化矿区已由 RC 孔控制，平均网度 $20\text{m}\times 50\text{m}$ ，深部硫化矿主要为金刚石钻孔控制，平均网度 $100\text{m}\times 100\text{m}$ 。矿体赋存状态较简单，该控制程度能够满足本可研需求。

依据 SRK 于 2020 年 3 月为矿山编制的资源量估算报告《Geological Modelling and Mineral Resource Estimation of Lonshi Mine's Copper Deposit, Democratic

Republic of Congo》并结合混合矿及硫化矿的分布特点，分区域统计了 SRK 资源模型中保有的资源量，详见表 1-1。

表 1-1 Lonshi 矿区保有资源量表

矿石类型	资源级别	矿石量 (万 t)	金属量(t)		平均品位(%)	
			TCu	AsCu	TCu	AsCu
混合矿	indicated	1591.71	452412	325216	2.84	2.04
	inferred	287.96	46527	26645	1.62	0.93
	小计	1879.66	498939	351861	2.65	1.87
硫化矿	indicated	433.99	133150	19325	3.07	0.45
	inferred	771.40	238714	25238	3.10	0.33
	小计	1205.40	371864	44563	3.09	0.37
合计		3085.06	870803	396424	2.82	1.29

1.3.1.2 开采技术条件

(1) 工程地质条件

Lonshi 矿区矿体及上下盘围岩为不同的沉积岩体，其变质程度不一。在长期活跃的地质构造运动中，形成了大量的褶皱和扭曲。矿体主要形成于砾岩、白云岩中，与下盘的砂岩界线较清晰，与上盘的矿化白云岩界线模糊，需要根据分析数据判断。

矿体的底板为砂岩和石英砂岩，工程地质条件较好。矿体顶板为块状白云石，其中的微构造较砾岩及砂岩更复杂，大量的扭曲、叠层和不连续节理杂乱分布，岩体质量变化无规律可循。另外白云岩体中还含有大量的岩溶水、裂隙水，对岩体进行溶蚀，较大地影响了岩体的工程质量。

(2) 矿区水文地质条件

Lonshi 矿区含矿层为罗安群上部的恩古巴群，而不是下罗安亚群的矿山组。矿体上盘均为较厚的岩溶含水层。

矿区主要的含水层为裂隙发育的沉积岩组及下伏的白云岩组，另外矿体下部的砾岩也因裂隙具一定的含水性，矿体底板的砂岩、页岩等尚不明确其富水性，但由于裂隙的存在，也将其定为含水层。

矿坑的排水使用水泵抽排，目前排至矿坑周围的水沼地，这些水沼构成了含水层的二次补给源。

1.3.2 外部建设条件

(1) 交通运输

Lonshi 矿山位于刚果（金）加丹加省东南部，距离赞比亚边境 3km，位于赞比亚 Ndola 南东 40km，位于赞比亚基特韦市 CCS 冶炼厂北西方向 100km，刚果（金）Kolwezi 附近的 Lualaba 冶炼厂北西方向 400km，距离卢本直距 230km、距离金森达直距 150km、距离卡松边境直距 170km。

物资可以从赞比亚 Ndola 和刚果（金）Sakania 之间进行清关，过去的路线是：Ndola→Bwana Mkubwa（Bwana Mkubwa 距离 Lonshi 现场约 40km），赞比亚口岸负责护送至两国边境。另一条路线是经卡松边境从赞比亚进入刚果（金），在卡松清关后进入矿区。

(2) 供电

矿区电力供应来自于赞比亚 Ndola 接入的电网，赞比亚电力公司与 Lonshi 铜矿没有专门的供电协议，目前了解到赞比亚 Ndola 引出一路 33kV 电源为 Lonshi 铜矿生产周边社区供电，该线路最大供电能力为 10MVA，由于 Lonshi 铜矿停产，目前该线路负荷率较低，2020 年第一季度的平均日耗电量约为 9300kWh，用电功率约为 390kW。现场电力工程师认为，该电网可根据未来生产需要进行扩能，原则上可升级到 25MVA。

矿区无自备电源。

(3) 供水

地下水资源丰富，矿区周边较多湿地，且露天坑东侧有降水工程，该降水工程排水可作为生活用水水源；矿区水文地质资料预计矿山生产期间坑内涌水量为 4~5 万 m³/d，坑内涌水可作为生产用水水源。

(4) 设备材料供应及协作条件

刚果（金）矿业开发所需的设备和材料大多从赞比亚、南非、中国和欧洲国家进口。随着刚果（金）矿业开发力度的加大，其协作条件得到显著改善。

卢本巴希已经建成多个小型机修厂和设备制造厂，可以满足小型零件的加工制造。国际上著名的无轨设备厂家在刚果（金）加丹加地区和赞比亚铜带省建有备件仓库和维修厂，可以满足无轨设备的备件供应和维修需求。

汽油、柴油、炸药当地供应商送货到库。

可见，矿山所在地的协作条件较好，可以满足项目的开发需求。

1.4 矿山现状与沿革

1.4.1 矿山沿革

1936 年, Union Miniere 发现该矿床, 开展了 10 个冲击钻和 6 个机械岩芯钻, 发现了含 6 万 t 酸溶铜金属量的氧化矿;

2000-2002 年, 第一量子为 Bwana Mkubwa 冶炼厂寻找新矿源并开展钻探工作发现本矿床, 施工了 8838mRC 钻探、991m 机械岩芯钻探、167m 探槽, 2001 年划定重要矿体、2002 年确定了矿石储量;

2001 年 8 月开始露采氧化矿→2007 年 11 月开始商业化生产→2008 年 8 月因氧化矿资源枯竭停产: 矿石通过 30 公里的专用公路运往赞比亚的 Bwana Mkubwa Mining (BMML)。BMML 拥有 SXEW 工厂, 产能 30ktpa 阴极铜, 早期生产原料主要为 Lonshi 矿石。截止 2007 年, 矿石平均入选品位 $>5\%Cu$;

2006-2007 年, 施工 75 个钻孔、进尺 24329m、样品 20537 件, 发现了硫化矿体;

2008-2010 年, 继续施工 90 个钻孔、进尺 27554m, 确定了地下矿资源;

2009-2010 年, 施工斜坡道至 1160 和 1120 水平, 随后停止作业;

2010 年, 第一量子准备开展更多的勘探工作以调查深部硫化矿的经济可行性, 但被政府吊销了采矿许可证;

2012 年, ERG 与第一量子达成和解, 同意以 12.5 亿美元的对价, 收购第一量子在刚果(金)包括 Lonshi 铜矿在内的所有资产;

2016 年, ERG 获取 Lonshi 铜矿采矿权证;

2018 年, ERG 施工 5 个加密孔、进尺 2235m 进行地下资源勘查;

2019-2020 年, 基于历史钻孔数据对资源模型进行更新, 按边界品位 $Cu0.6\%$, 披露符合 JORC 标准的保有铜金属量为 72 万 t。

2021 年, 金诚信矿业管理股份有限公司通过境外公司完成对 ERG 拥有的 Lonshi 铜矿资产收购。

1.4.2 项目现状

Lonshi 铜矿于 2001 年进行露采, 现场无选厂, 开采的高品位氧化矿被运往第一量子位于赞比亚布瓦纳库布瓦(Bwana Mkubwa)的湿法冶炼厂进行加工, 2008 年停止生产后一直处于维保状态。

露天矿封闭圈标高约 1300m，坑底标高为 1200m，露天坑深 100m；井下斜坡道从露天坑西侧标高 1200m 开口掘进至 1120 水平，斜坡道段长度约 625m。

目前露天坑已被水淹没，水位标高 1264m，雨季水位会上升到 1271m，露天坑和现有斜坡道淹没区的积水量约 1600 万 m^3 ，预计生产期间坑内涌水量为 4~5 万 m^3/d 。从 google 图中显示矿山现场留有一定的基础设施建设，如斜坡道、供电设施、露天采矿办公及生活营地、油库及加油站、维修设施和保安营地，未发现炸药库。

Lonshi 铜矿现状见图 1-3 和图 1-4。



图 1-3 Lonshi 铜矿现状平面图

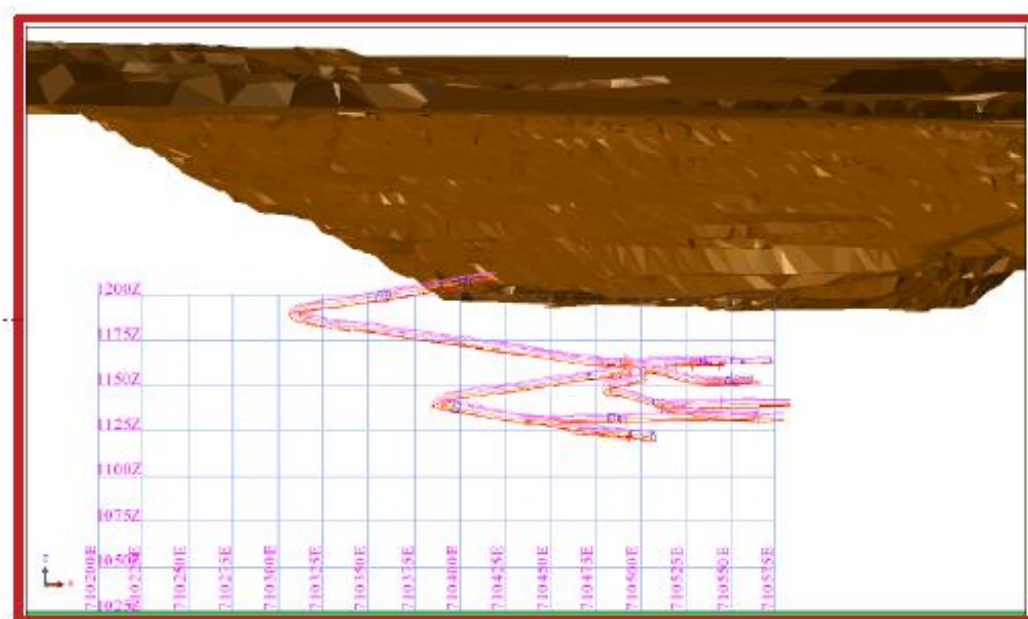


图 1-4 Lonshi 铜矿现状剖面图

1.5 主要建设方案

1.5.1 规模方案与工作制度

(1) 规模方案

刚果（金）Lonshi 铜矿项目是采、选、冶联合工程。项目拟定露天和地下联合开采，采选原矿处理规模合计为 150 万 t/a（4545t/d）。

其中：1160m 标高以上矿体为露天开采，按延深扩帮区境界内的矿岩量分布情况，合理确定原矿采选处理能力为 55 万 t/a（1667t/d）；1160m 标高以下矿体为坑内开采，按可布矿块数、年下降速度、合理服务年限等方法验证，合理确定原矿采选处理能力为 95 万 t/a（2878t/d）。

(2) 矿山工作制度

根据矿区气候条件，装备水平，确定矿山工作制度为年工作 330d，每天 2 班，每班 12h。

1.5.2 产品方案及产量

采出的硫化矿石经破碎+磨浮产出硫化铜精矿和氧化铜精矿，其中硫化铜精矿经过过滤（水分<12%）送至冶炼区域焙烧后浸出，氧化铜精矿送浸出系统；浮选尾矿用于井下充填。

采出的混合矿石经破碎+磨浮产出硫化铜精矿，后经过过滤（水分<12%）送至冶炼区域焙烧后浸出，浮选尾矿送浸出系统；

浸出液通过湿法冶炼系统生产标准阴极铜，达产年年产标准阴极铜 37150.74t/a。

1.5.3 采矿方案

1.5.3.1 开采对象

Lonshi 铜矿已停产多年，原露天采坑已开采至 1200m 标高，坑深约 100m，目前坑内有积水淹没。现露天采坑下部主矿体复产方案拟采用坑采，为上向进路充填法开采，坑采区顶部标高为 1160m，即拟留设 40m 露天坑底柱。为了充分利用浅部矿产资源，即回收利用 1200m~1160m 底柱矿体，拟采用露采。

1) 露采开采对象

根据浅部保有矿体（混合矿+硫化矿）分布特征，考虑现状露天坑底拟留设 40m 矿柱的露天开采回收以及相应的扩帮情况，此次露天开采设计对象为浅部地

表至 1160m 间的保有矿体资源，因现状露天坑的南部虽保有相应的资源量，但考虑其矿体品位略低、矿体变薄，开采不具经济性，故本次露采设计仅考虑露天坑底 1200m 至 1600m 标高之间的矿体资源（混合矿+硫化矿）。

2) 坑采开采对象

Lonshi 铜矿 1160m 标高以下资源量为 1893.93 万 t，其中 945m 以上 215m 标高范围内资源量为 1479.20 万 t，占 Lonshi 铜矿 1160m 标高以下金属量的 77.85%；945m 以下 760m 以上 185m 标高范围内资源量为 414.73 万 t，占 Lonshi 铜矿 1160m 标高以下金属量的 22.15%。

考虑到 945m 以下占 1160m 标高以下金属量比例相对较少，且比较分散，因此本次设计暂不开采 945m 以下矿体，故本次坑采设计开采范围为 1160m 标高以下 945m 以上 B04~B24 勘探线之间的矿体。

1.5.3.2 开采方式

项目采用硫化矿和混合矿同时开采。根据地质模型硫化矿主要赋存在 1160m 以下，混合矿主要赋存在 1160m 以上，因此 Lonshi 铜矿方案设计采用露天和地下联合开采的方式，其中 1160m 标高以上采用露采，1160 标高以下采用坑采。

1.5.3.3 露采采矿方案

基于延深扩帮区的矿岩量分布规律以及现状采坑坑底的宽度范围，考虑由上至下的扩帮开采顺序，上部剥离由 1300m 顺序剥离至 1200m 标高，其下则可实施矿体回采。考虑现状采坑的北部坑底较宽，且扩帮剥离量较少，选取矿体回采的首采区在采坑的北部区（1200m 标高向下延深回采矿体），之后过渡向南部矿体开采。

本次设计仅针对井下首采区的露天坑底部矿柱（混合矿+硫化矿）的露采回收，为措施性回采，依现状露天坑局部延深扩帮开采，故拟选用常规的钻机穿孔爆破-挖掘机铲装-汽车运输的工艺方案。

露采作业是依现状露天坑开展局部延深扩帮，作业区域空间有限，主要为 1200m 标高以上的东部扩帮剥离以及 1200m 标高以下的矿体回采，故此矿岩运输采用灵活的公路开拓、汽车运输的方案。矿石运往处理厂处理，初期岩石运往废石场排堆。

1.5.3.4 坑采采矿方案

矿体沿走向划分为若干盘区，盘区走向长 200m，斜长 200~250m，盘区间留 3m 矿柱。两个盘区共用一条采准斜坡道。盘区内进路沿矿体走向布置，正常回采时，分层联络道布置在盘区中间，盘区左右各设置一条进路，进路长度约为 97m。进路宽度一般为 5m~6m，当矿体较厚大时可采用两步骤开采，初步考虑采高为 4m~4.5m。

根据充填采矿法回采特点，在中段内按分段回采顺序从下至上开采，先采下分段，逐次向上分段推进；分层回采顺序为先采下分层，逐次向最上分层回采。

采准切割工程主要包括：采区斜坡道、分段巷道、分段联络道、采场分层联络道、充填回风联络道、充填回风天井等；采区斜坡道布置在矿体下盘，每两个盘区共用一条采区斜坡道；充填回风天井布置在矿体下盘，充填回风天井每 200m 布置一条。各分段之间通过采区斜坡道相联通，人员、材料、设备通过采区斜坡道和分段联络道进入各分段巷道，再通过分层联络道进入采场作业面。

采场自中间出矿巷道向采场两端前进式回采。采场采用撬毛台车撬毛，根据矿岩稳固性情况对分层联络道、分层巷道与进路进行支护。进路回采结束后，先回填掘进废石，然后封闭进路，再进行尾砂胶结充填。

结合矿体埋深及露天坑现状，从经济角度考虑，提出矿山开采原则上应充分利用已有斜坡道工程及露天坑运输道路，减少基建投资。经验算，斜坡道可满足矿山生产规模的运输要求。

1.5.4 选矿工艺

1、碎磨：粗碎+半自磨+球磨流程（即 SAB 流程）；

2、浮选及脱水：

1) 混合矿：经过一次粗选、二次扫选、二次精选，浮选出硫化铜精矿自流进硫化铜精矿泵池；浮选尾矿自流进尾矿泵池。精矿泵池的矿浆经渣浆泵泵送至硫化铜精矿浓密机浓缩，浓密机底流经渣浆泵泵送至压滤机过滤，最终获得含水率 12%的铜精矿通过皮带机转运至焙烧车间；浮选尾矿经浓缩后泵送入酸浸车间浸出铜。

2) 硫化矿：经过一次粗选、二次扫选、二次精选，浮选出硫化铜精矿自流进硫化铜精矿泵池；二次扫选尾矿自流进浮选机进行氧化铜浮选作业，经一次粗

选、二次扫选、一次精选得氧化铜精矿，氧化铜精矿自流入氧化铜精矿泵池，二次扫选尾矿为最终尾矿自流入尾矿泵池。

硫化铜精矿泵池的矿浆经渣浆泵泵送至硫化铜精矿浓密机（与混合矿浮选硫化铜精矿浓缩共用）浓缩，浓密机底流经渣浆泵泵送至压滤机过滤，最终获得含水率 12% 的硫化铜精矿通过皮带机转运至焙烧车间焙烧，焙砂与压滤脱水后的氧化铜精矿去浸出作业；氧化铜精矿泵池的矿浆经渣浆泵泵送至精矿脱水车间压滤，获得含水率 18% 的氧化铜精矿与焙烧过的硫化铜精矿焙砂去浸出作业；硫化矿浮选尾矿经浓缩后去充填。

3、搅拌浸出：

进入搅拌浸出的共 3 种物料，分别为混合矿浮选尾矿、氧化铜精矿和硫化铜精矿焙烧水淬后的焙砂。其中氧化铜精矿和焙砂中的铜品位较混合矿浮选尾矿高，分开浸出。共设置 6 台 $\phi 9\text{m} \times 10\text{m}$ 的浸出槽，其中 2 台用于氧化铜精矿和焙砂的浆化和浸出，另外 4 台用于混合矿浮选尾矿浸出，浸出后进入同一个泵池；设备配置上也可实现 3 种物料混合一并经 6 个搅拌槽连续浸出。浸出后矿浆泵送进入浸后浓密机，浓密机溢流为高铜富液自流进入高铜富液澄清池，经过澄清后的高铜富液再泵送至高铜萃取作业。浸后浓密机底流由渣浆泵送至一段逆流洗涤浓密机。

4、CCD 逆流洗涤：

逆流洗涤作业的洗涤水流向与矿浆流向相反。矿浆从第一段洗涤浓密机底流送至第二段洗涤浓密机，第二段洗涤浓密机底流再送至第三段洗涤浓密机，最后由第五段洗涤浓密机底流送出，作为尾矿泵送至酸性尾矿库。而洗涤水由第五段浓密机进料处给入，溢流返回第四段浓密机洗涤，逐级向上返，最后由第一段洗涤浓密机溢流出来作为低铜富液自流进入低铜富液澄清池，经过澄清后的低铜富液再由泵送至低铜萃取作业。

1.5.5 尾矿设施

1.5.5.1 尾矿

根据选矿及冶金工艺所产生的尾矿及尾渣堆存需求，在厂区南侧设置一座尾渣库。新建尾渣库主要容纳酸浸渣，生产期第 9 年充填剩余浮选尾矿也排入

尾渣库堆存。尾渣库采用湿排方式，总库容为 1174.44 万 m³，最大坝高 19m，占地面积 109.96 万 m²。拟建库区能容纳选冶厂生产年限内的全部尾矿。

1.5.5.2 库址

本着安全、经济、有足够的库容等设计原则，由于周边设施及探矿范围影响，可用选址有限，本次尾渣库选在选冶厂南侧（露天采坑西南方向），该区域地势相对平坦，西高东低，地表标高范围从 1314m 至 1334m。

库址距离露天采坑西部边界约 1.3km，距离选冶厂边界约 200m。

1.5.6 冶炼工艺

1.5.6.1 冶炼工艺流程

焙烧工艺采用沸腾炉氧化焙烧处理硫化铜精矿，焙烧所产生的含 SO₂ 及尘的高温烟气，通过冷却及收尘装置捕集烟尘后，送制酸系统生产工业硫酸，焙烧渣送浸出工段回收其中有价金属。

1.5.6.2 湿法冶炼

本项目湿法冶炼拟采用高、低铜萃取、电积、萃余液循环利用工艺，具体工艺流程详见图 1-5。

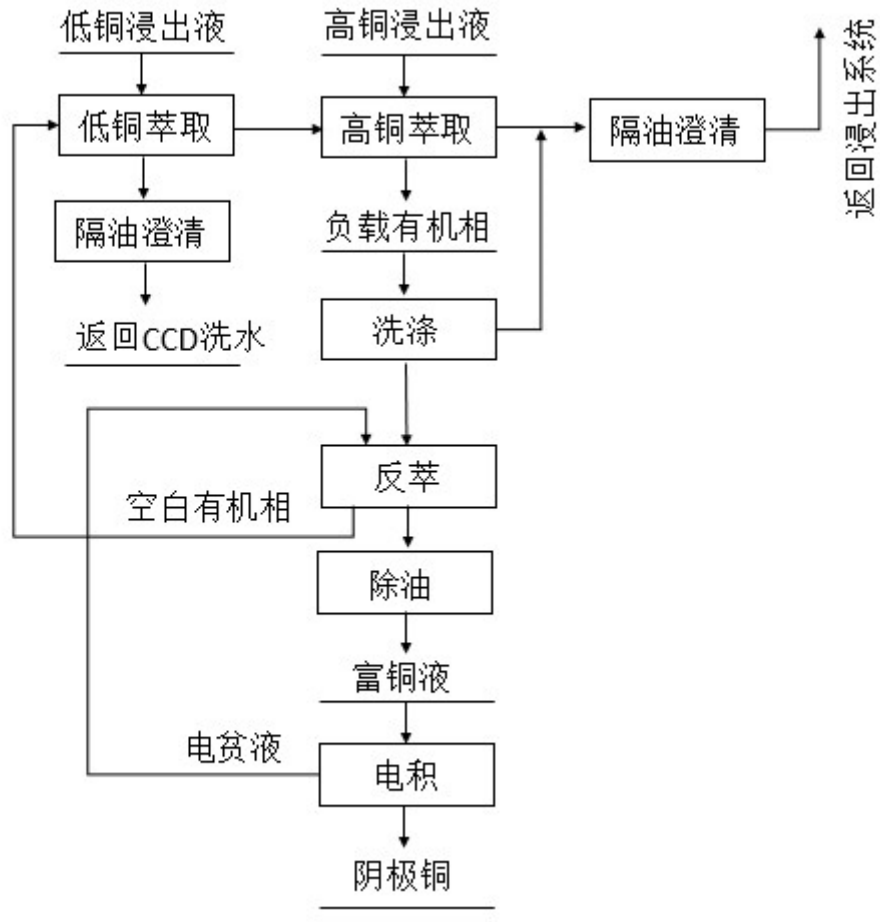


图 1-5 萃取、电积生产系统工艺流程图

(1) 萃取工艺

萃取工艺：2 级高铜萃取+2 级低铜萃取+1 级洗涤+2 级反萃。

高铜浸出液来自浸出系统的高铜富液池，泵送往高铜萃取 1 级混合室，经过 2 级萃取，高铜萃余液由高铜萃取 2 级澄清室流出，进入隔油槽；低铜浸出液来自浸出系统低铜富液池，泵送往低铜萃取 1 级混合室，经过 2 级萃取，低铜萃余液由低铜萃取 2 级澄清室流出，进入隔油槽。电贫液来自电积系统，泵送反萃 1 级混合室；经过 2 级反萃，电贫液得到铜离子变成电富液，由反萃 2 级澄清室流出，进入电富液除油装置，除油后液返回电积系统。负载有机相由负载有机相储槽泵送入反萃 2 级混合室，经过 2 级反萃，再生有机相由反萃 1 级澄清室流入低铜萃取 2 级混合室，经过 2 级低铜萃取、2 级高铜萃取和 1 级洗涤，最后由洗涤级流入负载有机相储槽。

高、低铜萃取各阶段产生的相间污物收集后送相间污物处理区域。

(2) 电积工艺

电积系统电积槽共 136 个，分为 2 组。2 组对应 2 套整流系统，1 套电积液循环系统。经深度除油后的电富液进入电积液存储槽 C，再用循环泵送至电积槽面的供液总管，分流进入各个电积槽。电积槽内供液方式采用下进上出。电贫液从电积槽末端溢流进入回流总管，返回电积液存储槽 A，3 个电积液存储槽底部联通。从电积液存储槽 A 抽取等量体积电贫液送至萃取车间作为反萃液。阴极周期为 5-7 天，经过一个周期后，阴极板由吊车送阴极剥片机组进行洗涤、剥片，打包、称重。剥片后的阴极板按 100mm 的同极距排列，由吊车吊入电积槽内再次进行电积作业。

1.5.7 总图运输

(1) 地下、露天采矿系统

斜坡道从露天采坑西侧标高 1200m 开口掘进至 1120 水平，斜坡道长度约 625m。

露天采场南北长约 1750m，东西宽约 450m，深约 110m。目前，露天采坑已被淹没，一般水位在 1264m。

(2) 采矿工业场地

原采矿工业场位于露天采场西侧，直线距离约 700m，主要布置有地采仓库、采矿办公楼、油库等设施，经维修后可继续使用。采矿工业场地需新建岩心库、机修车间、汽修车间、备品备件库、润滑油库等设施。

（3）选冶工业场地场址方案

新建选矿厂拟选址于矿区西侧距露天坑约 800m 处，临近采矿工业场地，占地面积约 5.95 万 m^2 ，主要布置有原矿堆场、粗碎车间、中间堆场、磨矿车间、浮选车间、过滤车间、脱水车间及药剂仓库等。场地地势平坦，紧邻矿区主要交通干道，交通便利，方便原矿运输。

新建冶炼厂选址紧邻选矿厂布置，占地面积约 28.0 万 m^2 ，主要布置有浸前过滤车间、搅拌浸出车间、逆流洗涤车间、萃取、电积车间、精矿库及调浆制备车间、焙烧车间、制酸车间、熔硫焚硫车间、酸罐区、制氧站及辅助生产设施等。选址区域地势平坦，工艺联系紧密，且靠近厂区主要交通干道，方便产品及材料运输。

（4）尾矿库库址

尾矿库拟选址于露天坑西侧约 1300m 处，位于新建选冶厂南侧约 270m，占地面积约 110 万 m^2 。尾矿库场地地势西高东低，现状多为植被覆盖，尾矿库下游无生产区及居民区，满足安全生产要求。

（5）排土场址选择

本次设计排土场选址与原有露天采坑东北侧排土场紧邻，排土场的设计标高为 1318m~1380m，堆置总高度为 62m，分为四个台阶，单台阶高为 15m~20m，安全平台宽 20m，台阶边坡为 1: 1.5。

排土场占地总面积约 40.0 万 m^2 ，设计总容积约 1445 万 m^3 ，剥离废石经汽车运送至排土场堆放。本次设计排土场地形、大小均可满足基建期和生产期的废石排放需求。

1.5.8 公用辅助设施与土建工程

1.5.8.1 给排水与尾矿输送

（1）给水

本项目给水系统包括生产新水给水系统、循环冷却水系统、生产回水系统、生活用水净化与给水系统、消防给水系统。

本项目的生产新水给水系统：包括采矿生产新水供水系统、充填站生产新水供水系统和选冶厂生产新水供水系统。

本项目的循环冷却水系统包括：电积车间整流器冷却循环系统、制氧站循环冷却系统、制酸循环冷却系统。

本项目的生产回水系统包括：选矿区域厂区回水输送、冶炼区域厂区回水输送、尾矿库回水。

本项目生活用水净化与供水设计：生活供水净化装置。

消防给水系统：井下、地面和炸药库三部分。

（2）用水量及水源

项目总用水量为 $63029\text{m}^3/\text{d}$ 。其中新水 $4971\text{m}^3/\text{d}$ （未预见用水量为 $620\text{m}^3/\text{d}$ ，生活用水 $240\text{m}^3/\text{d}$ ，生产用水 $4111\text{m}^3/\text{d}$ ），回水 $15532\text{m}^3/\text{d}$ ，循序水 $680\text{m}^3/\text{d}$ ，循环水 $41846\text{m}^3/\text{d}$ 。水资源重复利用率 92.1%。

根据工艺条件，井下正常涌水 $55000\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量 $65000\text{m}^3/\text{d}$ ，可满足矿山生产新水水质和水量的要求。因此本次设计采用井下排水作为采矿、选矿及冶炼生产新水的主要水源。附近河流作为井下排水间断时的备用水源。

（3）尾矿浓缩

硫化矿浮选尾矿在达产期至生产期第 8 年浮选尾矿全部用于井下充填；生产期第 9 年起部分用于井下充填，部分排放至尾渣库内堆存。

用于充填时，硫化矿浮选尾矿泵送至充填站深锥浓密机浓缩。浓密机溢流水送回到选厂循环使用。浓密机底流尾砂浆由底流渣浆泵泵送至高浓度搅拌槽。充填剩余浮选尾矿利用选矿设备打入酸浸洗涤浓密机下搅拌槽利用酸浸渣输送泵及管道输送至尾渣库堆存。

（4）尾矿输送

根据库区特点，输送管道采用两根，从西北侧进入库区主坝上。主放矿管沿坝体敷设。单条输送及放矿主管长度约 3000m 。尾渣库集水区位于库区中央。根据尾矿浆性质、尾渣库与厂区相对位置以及尾渣库的排矿要求，本次设计采用压力输送的方式。

1.5.8.2 供电

（1）外部电源

从距离矿山 26km 的 Dangote 变电站引电源至矿山，电压采用 66kV,Dangote 变电站至矿山的架线电路距离按 34km 计，采用 66kV 电压,双分裂导线 LGJ-240, 满负荷时线路电压降为 3.19%，满足本项目生产需求，另外，矿山排水泵等一级负荷设置柴油发电机组提供应急第二电源。

（2）用电负荷和负荷等级

总安装容量约 56360kW，工作容量约为 43540kW。66kV 侧估算负荷有功功率约为 29580kW，无功功率约 8390kvar，视在功率 30740kVA，功率因数 0.96 以上。

其中 11kV 高压用电设备 30 台，18 台工作，12 台备用。高压设备总安装容量约 34169kW，工作容量约为 25769kW，约占全矿工作容量 59%。

（3）矿区供配电系统

根据不同工艺流程、车间划分和负荷大小及分布情况，相应设置磨矿、电积、井下排水、露天排水以及电积车间这五座 11kV 配电所。

除电积车间 11kV 配电所采用单母线外，其余各 11kV 配电所均采用双回路供电，分别由总降站 11kV 不同母线段引一回电缆作为输电线路。配电所内 11kV 母线为单母线分段结线，正常时双回路电源同时供电，分列运行，当一回路电源故障时，另一回路能承担全部负荷。

井下、露天采场、磨矿、脱水车间、焙烧车间、制酸车间、坑口浴室、采矿供水、尾矿库、水源取水站、机修、办公楼、浸前过滤和搅拌、萃取电积等分别设置 11/0.4kV 变配电室。

1.5.8.3 自动化仪表

自动化仪表承担全厂各子项的工艺参数的检测和控制，对生产的工艺过程进行有效的、高水平的自动控制，以确保产品的质量、成本，使之在市场有很强的竞争力。其主要完成设备对工艺过程的控制，包括过程检测、仪表控制、执行机构（包括各种信号转换、驱动控制设备）。同时可以通过控制系统不断地优化生产工艺参数来降低成本，提高产品质量。

1.5.8.4 通信

涉及矿区内的企业办公网络平台、电话通信系统（含固定电话通信系统）、无线对讲系统、工业电视系统、大屏幕显示系统、井下三大安全系统（含地下矿

山人员定位系统、地下矿山监控系统和地下矿山通信联络系统，为井下六大安全系统部分的内容)、火灾自动报警系统及矿区通信线路。

1.5.8.5 热工

空压站和应急柴油发电。

全厂设置空压站 1 座：供全厂工艺和仪表用户使用。

在外部电源停止供电时，必须有应急柴油发电机迅速向应急用电设备供电，以保证设备和人员的安全。

1.5.8.6 通风除尘及空调

涉及工程需要的通风、空调、除尘等设计。捕集和净化处理生产过程中逸散的粉尘，以改善车间内工作环境和减少对大气的污染；对工艺有要求的场所设置通风、空调装置，以满足工艺生产及设备运行的要求。

1.5.8.7 维修设施

矿山地表设机修电修车间，车间内包含机修和电修。

汽修车间承担全厂地表和坑内无轨运输设备的维修。

1.5.8.8 供油设施

柴油站供冶炼用油及车辆加油，恢复利用现有 1 座 300000L 储油罐。油罐状况良好，无开裂泄露现象，可供项目利用。同时新增加 4 座柴油加油岛、泡沫灭火系统，其他设备需进行常规维护。

煤油站供冶炼萃取剂使用。煤油站内设 4 座 60m³ 卧式储油罐，双排布置。

1.5.8.9 土建

建筑物设计使用年限为 50 年。厂房和建筑物的主要设计方案如下：

(1) 粗碎、磨矿、搅拌浸出、逆流洗涤等各车间为外露厂房，采用钢筋混凝土基础，部分设有钢操作平台。

(2) 浸前过滤车间、絮凝剂制备车间等主体结构采用门式刚架。屋面采用彩色压型钢板，设置轻型围护墙。

(3) 电积车间、萃取车间等主体结构采用带夹层门式刚架。屋面采用彩色压型钢板，无需围护墙，仅设置挡雨板。

(4) 焙烧区域、制酸区域等主体结构采用钢结构。

1.6 环保、水土保持、节能、安全卫生与消防

1.6.1 环境保护

分析了本项目在采矿、选冶等工艺过程中产生的污染源及污染物，就本项目的废气、废水、固体废物、噪声等污染源提出了控制方案，采取了相应的环境保护措施。

1.6.2 水土保持

项目对废石场、尾矿库、采矿、选矿工业场地、选冶工业场地、道路及其它场地等的水土保持进行了分析研究，提出了防治方案、采取了防治措施。

1.6.3 节能

本项目严格执行中国相关节能法律法规及相关技术规定，通过选用先进的生产工艺技术和设备，加强能源管理等措施，节约水、电消耗，降低能耗。

1.6.4 安全、职业卫生及消防

工程中所有的安全、职业卫生、消防设施，严格按“三同时”要求落实到位。贯彻落实“安全第一，预防为主”的方针，减少和控制建设项目生产中的危险、有害因素，降低生产安全风险，预防事故的发生，保证安全生产，保障人民生命财产的安全，保护环境。

（1）安全设施

本项目采取严格防护措施，以确保工程的安全实施、企业的安全生产。

（2）职业卫生

根据生产中可能产生的职业病危害因素的种类、产生的岗位、接触的人数、职工操作方式、接触时间等，采取有效地职业病危害防护措施。为应对突发职业病危害事件，采取相应的应急救援设施措施，加强职工劳动过程中的防护与管理。

（3）消防

严格按中国有关消防规范进行设计，严格遵守有关防火规范的要求等措施。

1.7 项目建设进度安排

本项目的工作阶段包括可行性研究、初步设计、施工图设计、设备采购、施工建设和试车等。其工作范围包括：采矿、选矿、湿法冶金等生产主体工程 and 排土场、尾矿设施，区内供电、供水、运输道路、自动化仪表、修理设施、通讯工程等公用与辅助生产、生活设施两大部分，即 Lonshi 铜矿项目的全部建设工程。

项目整体建设时间为 2~2.5 年，其中，前期准备时间 0.5 年。

1.8 投资估算

1.8.1 概述

刚果（金）Lonshi 铜矿项目总投资估算为 389548.17 千美元，其中：工程费用为 280194.18 千美元，工程建设其他费用为 56234.75 千美元，预备费为 15115.56 千美元，建设期利息为 15503.11 千美元，流动资金为 22500.57 千美元。

1.8.2 投资估算编制范围

估算编制范围：采矿工业场地、选矿厂、冶炼厂、尾矿设施、公用及辅助设施、办公及生活营地等。

1.9 经济效果

刚果（金）Lonshi 项目为采选冶工程，设计最终规模为采选矿石量 1500kt/a，其中：露采设计规模为 550 kt/a，地下开采设计规模为 950 kt/a。项目采矿均采用自营方式，露采服务年限 11 年，地下开采服务年限 13 年，达产年平均产阴极铜 37150.74t。

项目总投资 389548.17 千美元，其中：建设投资 351544.49 千美元，建设期利息 15503.11 千美元，流动资金 22500.57 千美元。项目达产年平均总成本费用为 159998.01 千美元/a，销售收入 252625.01 千美元/a，利润总额 77469.50 千美元/a。项目投资所得税前财务内部收益率为 24.42%（税后 17.58%），项目资本金财务内部收益率 31.68%，达产年平均盈亏平衡点（BEP）为 48.39%。

从以上指标可以看出，在既定的基础参数下，项目有一定的盈利能力、财务生存能力和抗风险能力，项目在财务上可行。

1.10 主要存在问题与建议

（1）矿山复产前，需查清坑内积水情况，并估算预抽排水量和抽水时间，以便妥善安排前期基建计划。并对露天坑涌水量进行分析，合理选取涌水量数据。

（2）在露天坑积水抽排完成之后，需及时研究现状露天坑边坡状况、评价边坡稳定性，为选取合理边坡角提供依据，并按选取的边坡参数及时修正复产设计境界。

(3) 由于缺少完整的选矿试验报告，有必要从采场取代表性的矿样开展矿物工艺学及浮选试验研究、浸出试验研究（包括浮选尾矿、氧化铜精矿和焙砂）、浓密试验研究，确定更合理的流程结构、工艺参数、药剂制度，为下一步设计工作提供依据。

(4) 本项目需要研究混合矿耗酸量与硫化铜精矿硫含量，便于在下一步的设计中确定烟气的最终产品和焙烧方式。



2 风险分析

2.1 国别风险及规避措施

国别风险是指项目所在国的政治和社会等因素的不确定性所带来的风险，是指由于政治动荡、安全无保障使得项目无法正常生产和运营而带来的风险。

1960 年 6 月 30 日，刚果民主共和国（简称刚果（金））独立，周恩来总理和陈毅外长分别致电祝贺和承认。1972 年 11 月 24 日中国与刚果（金）实现关系正常化，之后双边关系发展顺利，两国在政治、经贸、文化等领域开展了广泛的友好交往与合作。关系正常化后，中刚两国在经贸领域始终保持着积极的合作，取得显著成绩。1997 年，中国与刚果（金）两国政府签署了关于相互保护和鼓励投资的协定。两国政府努力推动农业、通信、基础设施领域的合作。截至 2005 年底，中国在刚果（金）共设立 15 家企业，投资领域包括电信、矿业、木材加工等。刚果（金）已成为中国在非洲的重要友好国家之一。

2006 年底举行的总统大选是刚果（金）近 50 年来举行的首次自由政治选举，由此将刚果（金）的政治发展带入了一个新阶段。2007 年初，新政府正式取得过渡政权也标志着刚果（金）结束了暴政和混乱的旧政局，总体局势趋于缓和。2011 年的总统大选，约瑟夫·卡比拉总统获得连任，根据现行宪法，总统只能连任两届，但新一届总统选举数次推迟，引发抗议和流血冲突。2019 年 1 月 10 日，刚果（金）选举委员会称，菲利克斯·齐塞克迪赢得刚果民主共和国总统选举。这是刚果民主共和国有史以来第一次真正通过选举进行政党轮替，并产生一位另一党派的新总统，首次通过选举实现和平交卸权力。但是刚果（金）社会经济状况恶化趋势一段时间内很难扭转，同时全球新冠疫情给刚果（金）经济和社会增加新的挑战。

刚果（金）政府对中国公司在刚果（金）进行投资持积极欢迎和大力支持的态度，Lonshi 铜矿所在的加丹加省政局较稳定。

对国别风险的规避措施是将来新企业应尽早建立政治和社会风险识别、判断和应对机制，将可能出现的社会风险对本项目的影响程度降到最低。

2.2 市场风险

2.2.1 资源风险

Lonshi 铜矿为较早发现的历史矿山，目前各方已先后开展了较为详细的资源勘查工作。ERG 在 2012 年收购了 Lonshi 铜矿项目，并在 2018 年开展了深部硫化矿的加密钻探工作，2020 年委托 SRK 公司完成了资源量报告。

目前金诚信矿业管理股份有限公司通过境外公司完成对 ERG 拥有的 Lonshi 铜矿资产收购工作，业主还将组织开展相关的补充勘探工作，进一步对以往地质勘查工程的验证及补充勘探，以便更加准确的估算本项目地质资源。

2.2.2 产品销售风险

本项目最终产品为标准阴极铜，作为主要工业原材料，标准阴极铜有着较为广阔的工业用途和市场前景，并且当前及今后一段时间内精铜市场的供需呈现紧平衡状态。因此，本项目产品标准阴极铜的销售风险较小。

2.3 技术风险及规避措施

本项目为采选冶联合工程，设计采用的工艺技术、设备均为成熟可靠的，设计单位中国瑞林工程技术有限公司在有色金属矿山及铜冶炼领域有非常丰富的设计经验，建设单位拥有一批有丰富的生产、管理经验的精英人才。因此，本项目的技术风险很小。但本工程相对于刚果（金）而言，工艺指标先进，需要配备一批操作水平较高的技术工人，企业需要及早开展人员招聘、培训工作，为项目建成后尽快达产、达标做好充分的准备。

2.4 环境风险及规避措施

刚果（金）是一个传统的矿业国家，沿用了诸多比利时的法律体系，有着较为完善的矿业相关法律和相应的体系，当地社会和民众都对环境保护事件十分关注，涉及到影响到居民生活的环保问题会受到很大的社会压力。

本项目的的设计严格执行刚果（金）及中国的相关环保安全法律法规，项目的建设及运营存在的环境风险较小，但企业仍需重视项目环保安全方面的经营管理，以将环境方面的风险降到最低。

2.5 法律及政策风险及规避措施

法律及政策风险指由于刚果（金）政府法律及政策作出重大调整，造成本项目原定目标难以实现甚至无法实现而带来的风险。

刚果（金）有关投资的政策体系和法律法规并不完备，许多商业规定是 20 世纪 80 年代末期制定的。近年来，刚果（金）相继颁布了新的《投资法》、《矿业法》等法律，设立国家投资促进署（ANAPI）并设“一站式窗口服务”以简化手续、提高效率。政府开始逐步整顿经济秩序，法律体系与投资环境有了一定程度的改善。

本报告建议业主密切关注刚果（金）政府的未来的相关政策变化情况，及早分析研究，采取合理对策，以规避可能出现的政策风险对本项目带来的损失。

2.6 外汇风险及规避措施

外汇风险指由于汇率发生重大变化，产生严重汇兑损失给项目建设和运营造成困难而带来的风险。

刚果（金）Lonshi 铜矿项目存在一定的汇率风险，在客观上会对 Lonshi 铜矿项目的成本控制、财务核算等方面造成困难。Lonshi 铜矿项目采用国际货币单位（如美元）进行核算可在一定程度上缓解这一风险；同时，应注重货币运作机制的建立完善，通过有效利用刚果（金）国内及国际金融市场上的相关金融创新产品，谨慎开展外汇理财，尽可能的降低由于汇率变动带来的损失。此外，根据刚果（金）2018 年实施的新矿业法，矿权持有人的投资在折旧阶段，将出口收入从 40%调整至 60%汇回刚果（金），不遵守此项义务会导致相当于未汇回收入的 5%的罚款，这将给投资者自由汇出红利带来一定的风险。

2.7 劳工风险及规避措施

劳工风险指由于管理技术人员和熟练操作工人的流失和劳资关系不稳定使得项目无法正常生产和运营而带来的风险。

当地劳工资源丰富，但劳工素质低下，绝大部分刚果（金）劳工没有受过教育和技能培训，企业需要在劳工培训上投入相当大的资金和精力；加上当地劳工比较懒散，有可能随时辞职，增加了企业劳工风险。

规避劳工风险的措施是未来企业应尽早建立符合当地实际的企业文化，将富有凝聚力和向心力的企业文化注入到项目公司中去；同时建立具有吸引力的薪酬制度，吸引有用人才，将可能出现的劳工风险对本项目的影响程度降到最低。

2.8 外协风险及规避措施

外部协作条件风险指由于交通运输、供水、供电等主要外部协作配套条件发生重大变化，给项目建设和运营带来困难而带来的风险。

Lonshi 矿山位于刚果（金）加丹加省东南部，距离赞比亚边境 3km，位于赞比亚 Ndola 南东 40km。外部公路已经全部建成。利用公路可以满足原料、辅助材料、燃料和产品等物料的运输。

物资可以从赞比亚 Ndola 和刚果（金）Sakanja 之间进行清关，过去的路线是：Ndola→Bwana Mkubwa（Bwana Mkubwa 距离 Lonshi 现场约 40km），赞比亚口岸负责护送至两国边境。另一条路线是经卡松边境从赞比亚进入刚果（金），在卡松清关后进入矿区。汽油、柴油、炸药当地供应商送货到库。

刚果（金）工业基础薄弱，当地缺少机器设备等制造业和加工业，项目建设及生产过程中所需备品备件均需从中国或南非采购，因此对项目的建设及运营的组织管理提出了较高的要求，给项目的建设及运营带来了一定的风险。目前，Lonshi 铜矿矿区电力供应来自于赞比亚 Ndola 接入的电网，赞比亚电力公司与 Lonshi 铜矿没有专门的供电协议，电力保障工作也需要尽早开展并落实，以免影响项目建设及生产运营。

以上外部协作条件等虽然存在一定的风险，但均为项目公司可以承受的范围之内，项目公司可加强组织管理以规避以上情况对项目的建设及运营带来的风险。

2.9 企业运营风险及规避措施

企业运营风险指由于企业投资经营上的失误，给项目建设和正常运营带来困难而带来的风险。

在 Lonshi 铜矿经营中，由于项目收入来自产品（标准阴极铜）销售，因此存在着产品价格波动的风险，影响投资成本回收，造成收益率降低。因此，项目业主应抓住目前铜金属价格处于高位的良机，加快建设速度尽快投产，以便在较短年限内收回投资并盈利，从而降低经营风险。

2.10 资金风险及规避措施

资金风险指由于资金供应不足或者来源中断导致项目实施周期拖延甚至被迫终止；以及由于贷款利率等因素变化导致项目融资成本增加而造成的风险。规避资金风险的措施有：

（1）积极筹措企业自有资金，利用集团的整体优势，扩大筹措自有资金的来源和渠道；

（2）积极争取中国和刚果（金）政府的政策性资金支持，最大限度地降低项目融资成本；

（3）企业应加强对利率和汇率等因素的分析研究，并考虑相应的应对措施，如采用固定利率合同、汇率的套期保值等降低该项风险，以保证资金供应，锁定企业利润；

（4）积极进行风险转移，如在与建筑商签订施工合同时，规定建筑材料由建筑商采购，这样就能将经营风险转移给建筑商。

总之，获取政府的支持和鼓励政策是 Lonshi 铜矿项目规避财务风险的重要因素，项目还要积极争取获得国家资金支持和配套，获取优惠的融资条件，保障项目开发建设成功。

2.11 总结

刚果（金）政府改善投资环境、保护投资者利益、吸引外资流入的努力将会逐渐显现成效，萨布韦矿业股份有限公司可充分利用其自身优势，扩大在刚果（金）的矿业合作，为本企业获得更多的发展空间，推动两国贸易和经济技术合作的发展。

在经贸活动中必须注意的是，由于刚果（金）企业普遍资金缺乏，实力有限，加上其国内金融系统、法律体系还不够完善，应特别关注合作伙伴的资信调查，采用安全、灵活的交易方式。