

刚果（金）龙溪铜矿东区采选工程 可行性研究

北京东方燕京工程技术有限责任公司

二零二五年一月



目 录

第 1 章 概述.....	1
1.1 项目名称.....	1
1.2 项目位置和交通.....	1
1.3 建设单位、矿权设置和产品方案.....	1
1.4 项目开发背景.....	2
1.5 项目开发的意义.....	2
第 2 章 地质资源.....	4
2.1 矿区地质.....	4
2.2 矿床地质特征.....	4
2.3 矿床开采技术条件.....	4
2.4 对地质勘查工作的评价.....	5
2.5 矿产资源量.....	5
第 3 章 采矿.....	7
3.1 开采方式和开采规模.....	7
3.2 设计开采范围和利用资源量.....	7
3.3 中段划分、开采顺序和首采地段.....	7
3.4 采矿方法.....	7
3.5 矿山工作制度.....	8
3.6 开拓、运输系统.....	8
3.7 矿山通风系统.....	9
3.8 矿山排水系统.....	9
3.9 矿山压风及供水系统.....	10
3.10 充填设施.....	10
3.11 矿山基建计划和服务年限.....	10
第 4 章 选矿与尾矿设施.....	11
4.1 原矿.....	11
4.2 设计的工艺流程及指标.....	11
4.3 工作制度.....	12

4.4 工艺生产过程简述	12
4.5 尾矿设施	12
第 5 章 总图运输和公辅设施	14
5.1 总图运输	14
5.2 给排水	15
5.3 电力	16
5.4 通信	17
5.5 自动化仪表	17
5.6 暖通与空调	17
5.7 土建	17
第 6 章 节能、环保、水土保持、劳动安全卫生与消防	18
6.1 节能措施	18
6.2 环境保护	18
6.3 水土保持	19
6.4 劳动安全卫生与消防	19
第 7 章 经济分析	21
7.1 投资估算及资金筹措	21
7.2 经济评价	21
第 8 章 风险分析	22
8.1 风险因素	22
8.2 风险程度分析	23
8.3 防范和降低风险对策	25

第 1 章 概述

1.1 项目名称

项目名称：刚果（金）龙溪铜矿东区采选工程

1.2 项目位置和交通

龙溪铜矿位于刚果（金）加丹加省东南部，距离加丹加省省会卢本直线距离 230km、距离金森达直线距离 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线距离 170km，距离 Kolwezi 附近的 Lualaba 冶炼厂北西方向 400km，距离赞比亚边境 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。



图 1-1 交通位置图

1.3 建设单位、矿权设置和产品方案

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“萨布韦”) 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 公司的唯一资产为萨布韦公司资产。

萨布韦公司注册地为刚果(金), 成立于 2016 年 3 月 16 日。萨布韦公司持有位于非洲刚果民主共和国(简称“刚果(金)”)采矿权 PE13093 (龙溪铜矿) 及其周边 7 个采矿权。

龙溪东区设计最终产品为铜精矿, 水分 < 12%。

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。龙溪铜矿矿区附近电、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, 开发龙溪铜矿获取铜资源, 符合中国产业政策。目前龙溪铜矿西区采选冶工程于 2023 年 9 月建成投产, 建设规模 170 万 t/a。

1.5 项目开发的意义

(1) 项目的建设, 有利于尽快释放区域资源潜力, 可以充分利用现有生产和生活设施, 优化企业资产配置, 给企业带来良好的经济效益。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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, 必要情况下, 铜产品可以销售回国, 提升中国重要战略资源的储备以及经济建设的重要支撑帮助。

(5) 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。

(6) 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。

第 2 章 地质资源

2.1 矿区地质

龙溪矿区位于中非新元古代铜钴成矿带上。区内地层主要为新元古界加丹加超群，该超群为一套浅变质的陆相和海相碎屑岩，恩古巴群（Ng）为区内的主体含矿层位。矿区的总体构造格局较简单，龙溪断裂是矿区最主要的断裂。矿区目前未发现岩浆岩分布。矿区内地层经受了不同程度的区域变质、动力变质等变质作用。

2.2 矿床地质特征

东区铜矿体埋藏较深，属于盲矿体，按边际品位 TCu 2.0% 圈定矿体，编号为 6 号、7 号矿体。

矿体主要赋存于恩古巴群的砾岩及其上伏的白云岩中。其中 6 号主矿体赋存于白云岩中，7 号主矿体赋存于砾岩和白云岩中。主矿体走向南西，倾向北东，走向上分布于 X15~X80 线之间，垂向上控制标高 59~642m 之间。6 号矿体位于 7 号矿体之上，两条主矿体近于平行产出。在 X00~X32 线，主矿体自北西南东侧伏，矿体走向上在浅部平缓延伸，向深部在走向矿体上波状起伏明显，矿体倾向北东，浅部产状平缓，矿体走向上中段（X00~X32 线）向深部矿体变陡。

7 号主矿体主要为硫化矿，局部见混合矿，其中的砾岩型的平均氧化率为 7.29%~7.34%，对应西区当前主采矿体，白云岩型平均氧化率为 10.95%。6 号矿体为混合矿+硫化矿型，局部见氧化矿，平均氧化率为 24.75%。东区铜矿主要为混合矿+硫化矿，以硫化矿为主。

矿体夹石主要是弱矿化的白云岩及未矿化的白云岩。

2.3 矿床开采技术条件

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021），龙溪铜矿东区属于水文地质条件复杂的岩溶溶蚀裂隙直接充水矿床。矿区工程地质勘查类型属于以特殊岩类为主的工程地质勘查复杂程度中等的矿床。矿区环境地质总体上属于第一类地质环境质量良好类型。

2.4 对地质勘查工作的评价

本次可研依据的主要报告为 2024 年 11 月华勘总院编制的《刚果（金）上加丹加省龙溪铜矿东区勘探报告》。通过勘探工作，详细查明了矿区成矿地质条件、主要矿体特征、矿石质量特征等；通过对东、西区的矿体、矿石特征的对比研究，结果表明两区的矿石特征基本一致。详细查明了矿床开采技术条件。矿床控制及研究程度达到了勘探阶段的要求，满足本次可研报告编制的要求。

2.5 矿产资源量

龙溪西区已经正常生产，并有了相关的技术参数，在对龙溪东区进行工业指标论证时参考了西区的数据并结合东区设计的技术方案进行，最终得出东区的边际品位为 TCu 2.00%，由于东区矿体较西区矿体埋藏更深，排水量大，采矿成本增加，故东区边际品位远大于西区论证的边际品位 TCu 0.80%。

以边际品位 TCu 2.00%统计矿区资源量，在东区共探获 TM+KZ+TD 类矿石量 2604.8 万吨，铜金属量 1039486 吨，平均品位为 3.99%。其中探明矿石量 452.2 万吨，铜金属量 151247 吨，平均品位为 3.34%；控制矿石量共 1321.2 万吨，铜金属量 586705 吨，平均品位为 4.44%；推断矿石量共 831.4 万吨，铜金属量 301533 吨，平均品位为 3.63%。其中探明金属量所占比例为 14.55%，探明+控制类型金属量占比 70.99%。资源量结果详见表 2-1。

另外，由于矿体在深部并未封闭，未来可能会增加资源量。

表 2-1 龙溪铜矿东区矿体资源量估算结果汇总表

矿体编号	资源类型	矿石类型	矿石量(万吨)	金属量(吨)	TCu 平均品位(%)
6号	TM	氧化矿	13.3	2998	2.26
		混合矿	77.6	20873	2.69
		小计	90.9	23871	2.63
	KZ	氧化矿	9.9	2269	2.28
		混合矿	59	13309	2.26
		小计	68.9	15578	2.26
	TD	氧化矿	7.5	1662	2.21
		混合矿	106.5	26103	2.45

矿体编号	资源类型	矿石类型	矿石量(万吨)	金属量(吨)	TCu 平均品位 (%)	
		小计	114	27765	2.43	
	小计		273.8	67214	2.45	
7号	TM	氧化矿	0.1	31	2.31	
		混合矿	76.9	26773	3.48	
		硫化矿	284.3	100572	3.54	
		小计	361.3	127377	3.53	
	KZ	混合矿	343.7	157459	4.58	
		硫化矿	908.6	413668	4.55	
		小计	1252.3	571127	4.56	
	TD	氧化矿	4.1	949	2.29	
		混合矿	132.3	63481	4.8	
		硫化矿	581	209338	3.6	
		小计	717.4	273768	3.82	
	小计		2331	972272	4.17	
	合计			2604.8	1039486	3.99

第3章 采矿

3.1 开采方式和开采规模

龙溪铜矿以龙溪断裂为界,分为西区 and 东区,龙溪铜矿西区采用斜坡道开拓,生产规模 170 万 t/a,已经建成投产。

本次设计龙溪铜矿东区除了将西区斜坡道向下延伸作为东区辅助斜坡道之外,其他采矿工程基本为新建。由于矿体埋藏较深,本次设计采用地下开采方式,设计开采规模为 250~350 万 t/a。为了平衡龙溪东区和西区的服务年限,随着龙溪铜矿东区投产,西区会逐年减产,龙溪东区和西区井下最大出矿量合计为 450 万 t/a。

3.2 设计开采范围和利用资源量

本次设计开采范围为 650~230m 内的 7 号矿体和 6 号矿体。

考虑地质影响系数以后,设计利用资源量 2480.09 万吨,品位 4.01%。

根据选定的采矿方法,考虑矿石损失和贫化以后,东区设计可采出矿石 2504.56 万吨,生产周期内平均采出品位 3.58%,随着产品价格的波动及基建生产探矿的补充,采矿出矿品位也会有波动。

3.3 中段划分、开采顺序和首采地段

按照 60m 高度划分中段,全矿共设置 590m、530m、470m、410m、350m、290m、230m 七个中段。

根据资源分布特征、中段生产能力计算结果和选用的采矿方法,410m 和 230m 中段品位较高,适合作为首采中段,两个中段同时开采。

中段内和中段间开采顺序均为自下而上。

3.4 采矿方法

3.4.1 采矿方法确定

考虑到矿体赋存条件与西区不同,为提高生产能力,降低采矿成本,本次推荐东区采矿方法如下:

(1) 对于矿体倾角小于等于 20° 的矿体，推荐采用倾斜条带充填法开采，采矿方法占比 25%；

(2) 对于矿体倾角大于 20° 的矿体，推荐采用分段充填法开采，采矿方法占比 75%。

3.5 矿山工作制度

矿山年工作 330d，每天工作两班，每班 12 小时。

3.6 开拓、运输系统

3.6.1 岩体移动范围

本矿山采用充填法开采，地表不再圈定岩体移动范围，按 75° 角圈定岩体移动监测范围，重要设施均布置在岩体移动监测范围之外。

3.6.2 开拓运输系统

(1) 主要井筒工程

设计采用竖井+辅助斜坡道联合开拓，主要井筒有主井、副井、辅助斜坡道、北回风井和南回风井。

(2) 中段运输

在 390m 和 210m 设置两个有轨运输水平，采场矿石通过铲运机运送至采区溜井，通过有轨运输水平振动放矿机将矿、废石装入电机车后运送至井底车场主溜井。

(3) 溜破系统

在 390m 和 210m 有轨运输水平井底车场各设置 2 条矿石主溜井和 1 条废石主溜井，矿石在运输水平井底车场卸入主矿石溜井，在 170m 水平进行破碎，废石在运输水平井底车场卸入主废石溜井，最终矿、废石均在 140m 水平计量后装入主井箕斗提升至地表。

3.6.4 提升运输设备

(1) 竖井提升系统

本次设计主井担负矿、废石的提升任务，提升能力最大为 350 万 t/a 矿石和

50 万 t/a 废石（考虑到龙溪西区的需要，主井提升能力最大按 500 万 t/a 考虑）。副井担负人员、材料提升及下放，另外还担负粉矿回收的任务。大型设备由斜坡道运输。

粉矿回收设在 70m，粉矿回收采用 5t 的无轨卡车，通过罐笼提升到上部有轨运输中段，卸到矿石溜井。

（2）中段运输设备

390m 中段的列车由 20t 电机车双机牵引 11 辆 10m³ 底侧式矿车组成，共 2 列车，轨距 900mm，转弯半径最小 50m。

210m 中段的列车由 20t 电机车双机牵引 11 辆 10m³ 底侧式矿车组成，共 3 列车，轨距 900mm，转弯半径最小 50m。

3.6.5 坑内破碎

采场采出的矿石和废石经有轨集中运输到主井旁边矿仓，在矿仓的底部，也就是 170m 中段设集中破碎，采场最大出矿块度为 750mm。选用颚式破碎机 2 台，排矿口 150mm 时，单台处理能力可以到 600t/h，最大进料块度 800mm，可以满足生产要求。

3.7 矿山通风系统

3.7.1 通风方式和通风系统选择

矿山采用主、副井和斜坡道进风，南、北回风井回风的中央进风、两翼回风抽出式通风系统。

3.7.2 风量和负压计算

经计算，矿山最大生产能力达到 350 万 t/a 时，需风量 450m³/s。

投产时期北回风井风量 225m³/s，风阻取 2900Pa，南回风井风量 225m³/s，风阻取 3400Pa；生产后期北回风井风量 335m³/s，风阻取 2600Pa，南回风井风量 115m³/s，风阻取 1900Pa。

3.8 矿山排水系统

井下开采时，各中段涌水量见表 3-3。

表 3-3 各中段水量表 (该水量包括生产回水)

项目	正常水量 (m ³ /d)	最大水量 (m ³ /d)
390m 中段	50739	68148
210m 中段	60676	81563
总水量	111415	148711

390m 中段泵房选用水泵 13 台, 正常水量时 7 用 4 备 2 检修, 最大水量时 9 用 2 备 2 检修。

210m 中段泵房选用水泵 7 台, 正常水量时 4 用 2 备 1 检修, 最大水量时 5 用 1 备 1 检修。

主排水管沿副井敷设, 共 3 条, 正常涌水量时 2 用 1 备, 最大涌水量时 3 用, 规格为 $\Phi 711 \times 22\text{mm}$ 的无缝钢管, 材质为 Q460。

3.9 矿山压风及供水系统

井下凿岩均为台车, 不需要压气, 因此不设空压机站。

井下用水高位水池建在上部 740m 中段, 高位水池的水由 390m 主泵房的排水管道提供。供水管采用 $\Phi 159 \times 5$ 无缝钢管, 供水管材质为 Q460。

3.10 充填设施

设计充填材料为分级尾砂、水泥和水。选厂产生的尾矿在选厂分级后, 由管道输送到充填站砂仓储存; 水泥由罐车运到充填站, 通过气力输送到水泥仓储存; 充填所用的水从高位水池由管路自流到充填站。

设计考虑 3 套充填系统, 2 用 1 备。充填管路通过钻孔到井下到各中段, 共 3 条钻孔, 2 用 1 备。

3.11 矿山基建计划和服务年限

基建工程范围主要有: 主井及提升设施、副井及提升设施、北回风井、南回风井、斜坡道、有轨运输水平和车场、中段工程、主溜井及卸载工程、破碎站、主井装载工程、390m 和 210m 排水设施、电机车和无轨维修硐室、中央和采区变电所、采切工程以及设备、材料安装等。

基建工程量 106.3 万 m³, 基建工期 4.5 年, 矿山投产后, 共生产服务 12 年, 由于深部资源量可能增加, 因此矿山生产服务年限可能会延长。

第 4 章 选矿与尾矿设施

4.1 原矿

4.1.1 原矿供矿条件

龙溪铜矿采用地下开采。

东区最大采矿规模 350 万 t/a，采用竖井开拓，矿石通过箕斗提升至地表后用带式输送机运至选厂。井下怕破碎后矿石块度 250~0mm。

4.1.2 工艺矿物学研究

矿石中铜矿物主要为辉铜矿，少量的斑铜矿、黄铜矿、孔雀石、硅孔雀石、自然铜、铜蓝等。铁矿物主要为褐铁矿，可见少量的赤铁矿、钛铁矿。其他金属矿物含量少，主要为菱铁矿、黄铁矿等，偶见方铅矿、闪锌矿等。非金属矿物主要为白云石，其次为石英、钾长石，另有少量高岭石、白云母、黑云母、绿泥石、金红石等，微量方解石、磷灰石、透辉石、钠长石、角闪石、重晶石等。

矿石中铜主要以独立矿物的形式存在，绝大部分赋存于辉铜矿中，另有少量赋存在斑铜矿、孔雀石、自然铜和黄铜矿等矿物中。

矿石结构主要有半自形-他形晶结构、交代残余结构、镶边结构等。矿石构造主要为脉状、网脉状构造，另有少量浸染状构造。

4.2 设计的工艺流程及指标

龙溪东区矿石性质与西区相似，本次设计的工艺流程和指标依据龙溪西区现有生产数据和流程进行设计。

4.2.1 设计工艺流程

(1) 碎磨工艺流程

采用粗碎+半自磨+球磨流程（即 SAB 流程），预留顽石破碎位置。磨矿产品细度-0.074mm 占 80%。

(2) 浮选工艺流程

浮选流程为一粗二扫、粗精矿再磨后三次精选的工艺流程。所不同的是，西

区浮选精矿进入冶炼系统，东区浮选精矿进入脱水系统。

(3) 脱水工艺流程

送去西区选厂产出的铜精矿经浓密机脱水后底流泵送至冶炼系统。

东区选厂铜精矿经浓缩+压滤脱水后打包外售。设计滤饼水分 12%。

4.3 工作制度

东区选厂工作制度与东区采矿工作制度相同，即年工作 330 天，每天 24 小时。西区选厂除处理西区采出矿石外，尚要处理东区剩余矿石，选厂年工作 330 天，每天 24 小时。

4.4 工艺生产过程简述

东区井下采出矿石（250~0mm）通过箕斗提升到地表矿石仓，经带式输送机输送至东西区选矿厂。5 号转运站设可逆皮带机，进入东区选厂的矿石通过可逆皮带机给入 No.9 号带式输送机到东区选矿厂中间矿堆；进入西区选厂的矿石通过可逆皮带机给入 No.7~8 号带式输送机到西区选厂 No.1 带式输送机。

中间矿堆矿石通过 No.10 带式输送机给入 $\phi 7.0\text{m}\times 3.8\text{m}$ 半自磨机进行磨矿，磨矿产品给入直线振动筛进行分级，筛上物料经由带式输送机再返回半自磨机；筛下物料进入一次分级给矿泵池，经渣浆泵扬送至 $\phi 500\times 10$ 旋流器组进行一次分级作业，旋流器沉砂自流入 $\phi 4.8\text{m}\times 8.0\text{m}$ 球磨机，磨机排矿自流进一次分级给矿泵池形成闭路磨矿；旋流器溢流产品（-0.074mm 占 80%）除渣后自流进入 $\phi 5.0\times 5.0\text{m}$ 搅拌槽，搅拌后自流进入 70m³浮选机进行硫化矿粗扫选作业，粗选精矿经再磨分级（-0.043mm 占 86%）后三次精选得硫化铜精矿；扫选尾矿经旋流器分级后，分级沉砂去充填，溢流则直接泵送至尾矿库。

硫化铜精矿泵送至 $\phi 12\text{m}$ 高效精矿浓密机，浓缩底流进入隔膜压滤机二次脱水，滤饼水分 12%。

4.5 尾矿设施

根据采矿计划，现有的尾矿库无法满足东区新增尾矿的堆存需求，因此需新建尾矿库。本次考虑在现有尾矿库南侧新选库址。新选库址与原有尾矿库紧邻，并于现有尾矿库共用其南侧坝体。新建尾矿库占地面积约为 0.55km²。

尾矿库为平地型尾矿库，一期三面筑坝，二期、三期四面筑坝。新建尾矿库设计坝顶标高 1336m，最大坝高 25m，总库容为 854.32 万 m³，有效库容为 768.89 万 m³。服务年限 12 年，根据《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013），新建尾矿库等别为四等库。

第5章 总图运输和公辅设施

5.1 总图运输

5.1.1 总平面布置

本次地表设置主要包括主副井采矿工业场地、充填站工业场地、选矿磨矿车间、浮选扩建设施、精矿压滤车间及精矿库、尾矿库扩建、排土场等设施。二期办公生活营地已单独立项建设。

5.1.2 主副井采矿工业场地

本次东区新建主副井采矿工业场地，位于现有露天坑东南侧，主要布置有主井井架及主井提升机房、副井井架及提升机房、采矿 110kV 总降变电所、露天材料堆场及周转场地等。占地面积约 7.2 万 m²。

根据采矿工艺布置，东区共设置南北两处地表回风井，分别位于东区矿体东南侧和西北侧，两处风井占地面积均为 0.54 万 m²。

5.1.3 充填站工业场地

矿区现有一座充填站，位于露天坑主要出入沟口西侧，约克湖东侧。为便于管理及维护，新建充填站工业场地与现有充填站毗邻，布置在其西侧。主要布置有 3 座砂仓、3 座水泥仓、三套充填工业泵、充填配电室、充填回水罐等设施。占地面积约 0.56 万 m²。

5.1.4 选矿厂工业场地

选矿设施是在充分利用现有生产能力基础上适当扩建改造。新建磨矿设施布置在现有选厂南侧、原矿堆场西侧，矿浆经管道输送至浮选车间。扩建浮选车间与现有浮选车间深度融合。部分铜精矿通过管道输送至冶炼车间生产阴极铜，其余通过管道输送至在冶炼厂西北角新建的铜精矿浓缩池，再经新建压滤车间压滤后储存至精矿库外售。

5.1.5 辅助生产设施

东区辅助生产设施是在充分挖掘现有设施生产能力基础上适度增加。其中，

东区供配电设施主要有采矿 110kV 总降变电所、磨矿变电所、选矿扩建变电所、精矿压滤变电所及原矿胶带运输设施的箱式变。均就近布置在主要用户附近。东区供水设施主要是在现有设施旁边新增生产回水泵、尾矿回水泵等，充填站新增充填回水罐。

5.1.6 排土场

本次设计排土场选址位于主副井工业场地北侧约 300m 处，排土场占地总面积约 18.0 万 m²，设计总容积约 470 万 m³。目前容量可全部容纳基建期及生产期所有废石，部分废石用于尾矿库筑坝后，废石量将大幅减少，实际生产中可根据调整占地面积及堆高来调节排土场容积。

5.1.7 尾矿库

矿区现有尾矿库一处，位于露天坑西侧、现有选冶场地南侧。本次设计是新建尾矿库，满足项目生产期尾矿排放需要。

5.1.8 道路布置

矿区现有生产系统路网配套完备。新建设施路网紧密结合现有道路，按需配置。各工业场地内道路平面布置遵循各工序平面规划，道路路网与主要建筑物、构筑物平行或垂直，厂区道路即作为生产运输道路、维修巡检道路，同时兼做厂区消防通道。

5.1.9 企业运输

本项目运入货物包括炸药、雷管、钢材、油料、备品备件、硫磺等，均采用汽车运输方式，全部委托社会车辆运输。运出货物主要为成品阴极铜及铜精粉。全部委托社会车辆采用汽车运输方式。

内部运输主要包括矿石、废石、铜精矿、硫酸、辅助材料、尾矿等物料运输或输送，根据物料形态采用运输方式为管道输送、皮带运输和汽车运输。其中，基建期废石通过矿车运输至地表排土场，生产期废石用于充填井下采空区。

5.2 给排水

5.2.1 给水系统

采矿生产用水量为 $65.77\text{m}^3/\text{h}$ ，主要利用井下排水。充填生产用水量为 $198\text{m}^3/\text{h}$ ，在现有 500m^3 井下生产消防合用水罐旁增加新充填站供水系统，包括 2 台充填供水泵，一用一备。新充填站供水管道采用 HDPE 管，架空或埋地敷设。

选矿生产新水量为 $404.95\text{m}^3/\text{h}$ ，冶炼生产新水量为 $146.37\text{m}^3/\text{h}$ ，总生产新水量为 $551.32\text{m}^3/\text{h}$ 。现有生产新水系统供水流量为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，供水压力 0.48MPa ，满足选冶新水需求。

5.2.2 排水系统

东区采矿生产排水主要为井下排水，正常排水量为 $112415\text{m}^3/\text{d}$ ，最大排水量为 $149711\text{m}^3/\text{d}$ ，由于排水中有害物质很少，水中悬浮物等在井下沉淀后也较少，可视为一般废水排至附近排洪沟中。

东区选矿生产排水主要包括精矿浓密回水、尾矿回水、充填回水和车间地面排水等。精矿浓密回水自流排至现有生产回水池后回用于工艺系统。

总尾矿回水增加 2 台尾矿回水泵，与现有泵组成四用一备系统，并增加至现有生产回水池的尾矿回水管道。充填回水新建充填站回水系统，包括 1 座 100m^3 钢制充填回水罐，2 台充填回水泵，一用一备，以及至现有生产回水池的充填回水管道。冶炼生产排水原有生产排水系统能够满足东区生产需要，现有系统利旧。

5.3 电力

5.3.1 电源

龙溪西区无冗余供电能力，所以龙溪东区需要单独引外部电源。

拟从恩多拉 220kV 电站新建一条 220kV 线路，架空线敷设至龙溪东区 220kV 总降变电所，线路长约 60km ；同时升级龙溪西区 66kV 线路，上级变电站丹高特站进行扩容，供电能力达到 60MW ，两路电源均能满足厂区一级二级负荷用电。

5.3.2 供电方案

本项目拟建 220kV 总降变电所一座，一路架空线引入，主变压器采用一台 $110\text{kV}/11.55\text{kV}$ ， 63MVA ，有载调压变压器；同时升级现有龙溪西区 66kV 线路，升级龙溪西区 66kV 变电站，引一路 11kV 线路至龙溪东区，两路电源互为备用，每一路电源都能满足矿区全部一级二级负荷的供电要求。

5.4 通信

本次设计有井下监测监控系统、井下人员定位系统、井下通讯联络系统、工业电视系统、电话及网络通信系统、安防监控系统、火灾自动报警系统、尾矿库在线安全监测系统等。

5.5 自动化仪表

本次设计自动控制系统的范围包括井下排水、通风机房、充填站、磨矿车间、选矿车间、精矿压滤车间等。设计采用 DCS 控制系统，操作员在控制室就能完成整个工艺过程的监视和操作，减少现场操作人员。

控制站采用高性能的 PLC 或 DCS 控制器、电源、通信板卡。通过以太网、现场总线、电缆与仪表、现场设备、工艺设备成套的 PLC 通信，将全厂所有设备、仪表连接成一个整体。

5.6 暖通与空调

本项目设计范围包括以下内容：

- 1) 各车间、站房、设备用房的通风空调系统设计；
- 2) 主要工艺设备和车间的除尘设计。

车间通风以自然通风方式为主，对热湿负荷较大及散发有害气体的房间，当自然通风不能满足要求时，设机械通风换气设施。

对扬尘量较大、粉尘控制不满足要求的扬尘点设机械除尘系统，机械除尘设备集中设置。对工艺生产过程的扬尘点，选用符合地下开采安全标准的矿用湿式除尘器，除尘器净化效率均达到 97%以上。

5.7 土建

本次设计地面主要设施有采矿工业场地：充填站、主井井架及提升机房、副井井架及提升机房、10kV 变电所、南北风机配电室等。选矿工业场地：浮选车间扩建、新建磨矿车间、新建精矿浓密车间、转运站、皮带通廊等建（构）筑物。建构筑物总占地面积：18926m²，总建筑面积：3037m²，建筑体积：30561m³。

第6章 节能、环保、水土保持、劳动安全卫生与消防

6.1 节能措施

(1) 设备方面，设计选择大型、高效的井下掘进和铲运设备，提高生产效率，节约能源，和小型设备相比，设备数量少、对井下开采环境影响小，单台设备效率高，能耗低，可以有效地节约电能和柴油消耗。

(2) 中段运输方式上选择有轨电机车运输，不仅提高生产效率，也减少了柴油设备数量，改善了井下作业环境，减少了通风量，可以有效的节约电能和柴油用量。

(3) 在风机选型上，采用节能风机，在通风线路上设置风门、风窗进行分配和调节风量，防止风流短路和漏风，提高系统有效风量利用率。

(4) 尽可能选用高效节能的生产设备。应选用高效节能的机、泵，严禁选用国家已公布属于淘汰的产品。在正常负荷下，机、泵运行工况应处于性能曲线的高效区，并应采取合理的调节方式予以保证。驱动机应与机、泵的负荷相匹配。电动机所需功率的安全系数应合理选取。合理选用电动机，提高其负载率。对负载变化大的机、泵采用变频调速装置。对于长期运转的水泵，选用国际上较先进的节能型水泵，节省运行费用。

(5) 电力变压器采用节能型配电变压器，提高功率因数，高、低压电容器补偿相结合，减少无功损耗。照明系统的设计首先是充分利用自然光，其次是选用高效的光源和照明灯具，优先选用直射光通比例高、控光性能合理、反射或透射系数高、配光特性稳定的高效灯具，提高灯具和光源效率。

(6) 总平面布置遵从物流顺向的原则，充分利用矿区地形，尽可能缩短物料运输距离和提升高度，按照作业顺序，梯级布置，使得原矿运输、选矿作业、矿浆及尾矿排放都能顺应地形，经济运移或者自流而下，减少提升，从而整体上达到节能的效果。

6.2 环境保护

本项目分析了主要污染源、污染物排放状况，包括废气、废水、噪声、固体废弃物等污染源，提出了控制方案和治理措施。

充分利用现有绿化成果，总图在整体规划时考虑了绿化面积。生产区与生活区、厂界均设有绿化隔离带，在道路两旁设置绿化带，种植符合当地条件的，易成活且能吸收、抵抗有害物质的树种，可有效吸收、减少噪声及大气污染。树木花草种植后派专人养护和管理。

本项目主体工艺方案和主要辅助生产设施较为先进、合理，对水、气、渣、噪声等污染源采取了较为完善的治理措施，有害物质得到了较为妥善的处理。污染物经综合治理后，可达到相应标准，对周围环境影响很小。

6.3 水土保持

根据拟定的采矿和排弃渣工艺、场地布置以及水土流失的危害程度，将水土流失防治区分为：采矿工业场地水土流失防治区、充填站工业场地水土流失防治区、排土场水土流失防治区、选矿工业场地水土流失防治区、尾矿库设施防治区。针对不同的防治区，有针对性的提出了防治方案，采取了防治措施。

6.4 劳动安全卫生与消防

6.4.1 劳动安全卫生

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。

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。

6.4.2 消防设施

东区采用西区井下排水作为消防用水的主要水源，附近约克湖作为备用水源。井下消防用水流量为 20L/s，火灾延续时间为 3h，一次火灾消防用水量为 216m³。

地表工业场地按一次消防考虑。最大消防用水量按 10kV 变电所计，丙类厂房，建筑面积 293m²，建筑体积 1229m³，不设室内消火栓系统，室外消防用水

量 15L/s, 消防时间为 3h, 则最大时消防用水量为 54m³/h, 总消防用水量为 162m³。现有地表消防设施供水水量为 40L/s, 消防水贮存在 500m³ 消防水罐中, 由原有生产新水管网供水。现有消防给水系统能满足需求, 系统利旧。

所有新增建构筑物内按《建筑灭火器设计规范》的要求配置手提式灭火器, 选用磷酸铵盐灭火器, 每个充装量 5kg, 悬挂安装。

第 7 章 经济分析

7.1 投资估算及资金筹措

7.1.1 投资估算

本项目为龙溪铜矿(东区)采选工程可行性研究，东区新建最大采选规模 350 万 t/a。项目建设投资 603,692.69 千美元，包括工程费 525,178.50 千美元、工程建设其他费 23,633.03 千美元和预备费 54,881.15 千美元。

7.1.2 项目总投资

项目总投资 751343.96 千美元，其中建设投资 603692.69 千美元，建设期利息 77227.39 千美元，流动资金 70423.88 千美元。

7.1.3 资金使用及筹措计划

项目建设所需资金考虑业主自筹 30%，银行贷款 70%。

7.2 经济评价

龙溪铜矿东区为采选工程，设计最大采矿能力为 350 万 t/a，地下采矿，基建 4.5a，生产期 12a。为了平衡龙溪东区和西区的服务年限，随着龙溪铜矿东区投产，西区会逐年减产，龙溪东区和西区井下最大出矿量合计为 450 万 t/a。东区达产后，龙溪铜矿东区和西区合计年产 10 万 t 铜金属量。

项目年平均总成本费用为 296943.54 千美元/a，销售收入 541530.91 千美元/a，利润总额 212090.28 千美元/a。项目投资所得税前财务内部收益率为 29.81%(税后 21.91%)，项目资本金财务内部收益率 30.32%，年平均盈亏平衡点(BEP)为 43.12%。

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。

第 8 章 风险分析

8.1 风险因素

本项目主要风险有市场风险、资源风险、技术风险、工程风险、资金风险、政策风险、外部协作条件风险、社会风险和其它风险。

（1）市场风险

市场风险一般来自三个方面：

- 1) 市场供求实际情况与预测值发生偏离；
- 2) 项目产品市场竞争力或竞争对手情况发生重大变化；
- 3) 项目产品和主要原材料的实际价格与预测价格发生较大偏离。

（2）资源风险

本项目为资源开发类项目，矿山的实际矿石储量与探矿结果的偏离时将导致开采成本增加，产量降低或开采期缩短。

矿区地质勘查程度为勘探，勘探报告经专家评审，资源可靠程度较高，资源风险较小。

（3）技术风险

项目采用技术（包括引进技术）的先进性、可靠性、适用性和可得性与预测方案发生重大变化，导致生产能力利用率降低，生产成本增加，产品质量达不到预期要求等。

本项目采用主、副井+辅助斜坡道开拓，中段有轨运输，采矿方法为倾斜条带充填法和分段充填法，技术方案成熟可靠，类似矿山应用成熟。本项目选矿沿用西区资料，未来需要根据选矿试验进行调整，设计推荐的选矿工艺成熟可靠。

可见，本项目采用的采选技术均属于较先进、适用、可得的技术，风险程度较小。

（4）工程风险

工程地质条件、水文地质条件、环境地质条件与预测发生重大变化，导致工程量增加，投资增加、工期拖长。

本项目地下开采与工程地质条件、水文地质条件、环境地质条件关系密切。项目建设地的地形简单，矿床水文地质条件复杂，工程地质条件中等，环境地质

危害性小。东区水文地质条件的风险可能造成矿井涌水量增加，因此需要进行专项水文地质调查。

（5）资金风险

资金风险主要表现为利率和汇率的变化导致融资成本升高，资金供应不足或来源中断导致项目工期拖延甚至被迫终止。

项目总投资 751343.96 千美元，其中建设投资 603692.69 千美元，建设期利息 77227.39 千美元，流动资金 70423.88 千美元。

本项目建设期较长，投资较大，因此存在一定的融资风险。

（6）政策风险

政策风险主要指国内外政治经济条件发生重大变化或政府政策做出重大调整，项目原定目标难以实现甚至无法实现。

我国正处于市场经济改革的完善时期，近年来，经济政策调整不断，矿业行业的政策变化也较大。

政策的调整对项目的财务效益影响较大，可见项目的政策风险较大。

（7）外部协作条件风险

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。

矿区与外界联系较为便利，能满足矿山设备、原材料和产品运输的要求。当地社会运力资源丰富，可以满足矿山运输需要。

矿区现有供电能力不足，需要新引进电源。

本项目井下涌水可以满足生产用水需求。

综上分析，项目的外部协作条件较好，风险较小。

（8）社会风险

社会环境因素如项目选址不当，或项目环保措施不当，在项目建成后可能对社区和环境带来严重影响，导致居民和社会的反对，造成直接经济损失。

本项目进行总图布置时已经考虑对当地村庄进行避让，对周边环境影响较小，因此社会风险较小。

8.2 风险程度分析

风险等级按风险因素对项目的影响程度和风险发生的可能性大小划分，一般

分为一般风险、较大风险、严重风险和灾难性风险。

本项目风险评价采用专家评估法，征集了5名地质、采矿、选矿、技术经济等方面的专家意见，对各类风险进行了定性分析，分析结果详见表11-1。

表 11-1 风险因素和风险程度分析表

序号	风险因素名称	风险程度				说明
		灾难性	严重	较大	一般	
1	市场风险					
1.1	市场需求量				√	
1.2	竞争能力				√	
1.3	价格			√		
2	资源风险					
2.1	资源储量				√	
2.2	品位				√	
2.3	开拓与采矿方式				√	
2.4	选矿方式				√	
2.5	开拓工程量				√	
3	技术风险					
3.1	先进性				√	
3.2	适用性				√	
3.3	可靠性				√	
3.4	可得性				√	
4	工程风险					
4.1	工程地质			√		
4.2	水文地质			√		
4.3	环境地质				√	
4.4	工程量				√	
5	资金风险					
5.1	汇率				√	
5.2	利率				√	
5.3	资金来源中断				√	
5.4	资金供应不足				√	
6	政策风险					
6.1	政治条件变化			√		
6.2	经济条件变化			√		
6.3	政策调整		√			
7	外部协作条件					
7.1	交通运输				√	
7.2	供水				√	
7.3	供电				√	
8	社会风险				√	

8.3 防范和降低风险对策

防范和降低风险的对策有风险回避、风险控制、风险转移和风险自担，针对不同类型的风险采取不同的风险防范和降低措施。

8.3.1 风险回避

风险回避是彻底规避风险的一种做法。如铜矿石的价格在短期内大幅度下跌，或遇地震等因素，项目可延缓建设。

其它风险因素一般不可回避。

8.3.2 风险控制

对于资源风险、技术风险、工程风险、外部协作条件风险和社会风险均具有一定的可控性。

（1）资源风险

本项目设计开采范围 650~230m 内资源控制程度较高，230m 以下资源以推断为主，建议在生产期进行探矿，控制资源风险。

（2）技术风险

本项目采用的采选技术均属于国内较先进、适用、可得的技术，风险程度较小。

在采购主要设备时可进行公开招标或邀请招标的方式进行，最大程度降低购置成本，择优选择设备。

（3）工程风险

工程风险包括工程地质、水文地质、环境地质和工程量四个方面。

建议矿山在建设前进行补充水文地质调查，控制水文地质风险。

（4）外部协作条件风险

外部协作条件包括交通运输、供水、供电等主要外部协作配套条件，项目管理者可通过加强与相关部门进行有效沟通，获取运输、供电等协议。

（5）社会风险

本项目有少量的居民搬迁，且有一定数量的征地。必然涉及搬迁住户和当地居民的相关利益。项目前期阶段应做好相关征地和搬迁补偿工作，规划好环境保护和土地复垦计划。

8.3.3 风险转移

针对市场风险和资金风险，可实行风险转移的防范对策。

（1）市场风险

根据市场风险三个方面：市场供求、项目产品市场竞争力或竞争对手、项目产品和主要原材料的实际价格的特点采取不同的风险防范措施。

针对产品和原材料市场价格波动较大的现状，企业应加强下游产品的开发，增加技术投入力度，加强物流管理，改善产品质量，降低产品综合成本，增强产品竞争力。

企业应拓宽销售渠道，与下游加工企业签订长期供货合同，规避产品销售价格风险。与原材料供应商签订长期供货合同或建立合作伙伴关系，控制原材料成本。

（2）资金风险

项目总投资 751343.96 千美元，其中建设投资 603692.69 千美元，建设期利息 77227.39 千美元，流动资金 70423.88 千美元。

该项目资金考虑自筹 30%，银行贷款 70%。项目管理者加强与股东的有效沟通，以获取资本金。在前期准备好相关借款文件，以及借款担保，争取较为宽松的银行借款。

（3）其它风险

其它风险有突发性事件、金融危机、地震、疫情等。此类风险一旦发生将产生巨大损失。项目可以通过财产保险将一部分风险转移。

工程风险中的一部分也可通过部分承包或总承包方式转移到承包商，并通过工程保险转移一部分风险。

8.3.4 风险自担

由于经济政策由政府制定，项目管理者不具备控制的能力，也不容易预测。因此对于政策风险采取风险自担。

我国目前的商业银行贷款均为浮动利率，企业不具备讨价还价的能力，因此对于利率风险采取风险自担。