

湖北省大冶市

铜绿山矿区XIII号矿体铜铁矿勘探实施方案

提交单位：大冶有色金属有限责任公司铜绿山铜铁矿

提交日期：二零二五年六月



湖北省大冶市

铜绿山矿区XIII号矿体铜铁矿勘探实施方案

编制单位：湖北省地质局第一地质大队

项目负责人：李志胜

报告编写人：李志胜 杜 凯 杨志刚

黄 婉 刘 徽 罗志兵

魏 浩

报告审核人：阮业东 王亚男

总工程师：魏克涛

单位负责人：吴昌雄

提交单位：大冶有色金属有限责任公司

铜绿山铜铁矿

提交日期：2025年6月



目录

1 前言	1
1.1 目的任务.....	1
1.2 矿业权设置情况.....	2
1.3 勘查区与各类自然保护地的关系.....	6
1.4 矿区概况.....	8
2 设计地质依据	11
2.1 以往地质工作.....	11
2.2 区域地质.....	25
2.3 矿区（床）地质.....	29
2.4 矿床开采技术条件.....	57
3 勘查工作部署	65
3.1 总体部署及原则.....	65
3.2 勘查工作方法选择.....	65
3.3 首采地段选择.....	68
3.4 勘查类型与工程间距确定.....	70
3.5 勘查工作布置.....	71
3.6 时间安排及施工顺序.....	78
3.7 设计工作量.....	79

4 勘查工作及质量要求	81
4.1 执行标准.....	81
4.2 测量工作.....	82
4.3 钻探.....	82
4.4 水文地质、工程地质、环境地质工作.....	85
4.5 取样化验工作.....	93
4.6 编录、室内整理研究工作.....	96
4.7 矿床经济可行性评价工作.....	98
5 资源量预估算	100
6 预期成果	107
6.1 本次预期成果.....	107
6.2 成果提交时间.....	107
7 组织管理和保障措施	108
7.1 组织管理.....	108
7.2 组织管理体系.....	109
7.2 设备配备.....	110
7.3 质量保障措施.....	111
7.4 安全措施.....	111
7.5 绿色勘查措施.....	112

7.6 设计变更.....	117
8 经费预算.....	119
8.1 预算编制说明.....	119
8.2 预算的合理性.....	124
8.3 经费结果.....	125

附图目录

附图 1 铜绿山矿区地形地质图

附图 2 铜绿山矿区-785 米中段地质图（附工程布置）

附图 3 铜绿山矿区-785 米中段水文地质平面图（附工程布置）

附图 4 铜绿山矿区 10 勘探线地质剖面图

附图 5 铜绿山矿区 8 勘探线地质剖面图

附图 6 铜绿山矿区 6 勘探线设计剖面图（附钻孔设计）

附图 7 铜绿山矿区 4 勘探线设计剖面图（附钻孔设计）

附图 8 铜绿山矿区 2 勘探线地质剖面图

附图 9 铜绿山矿区 0 勘探线地质剖面图

附图 10 铜绿山矿区 1 勘探线地质剖面图

附图 11 铜绿山矿区 4 勘探线水文、工程地质剖面图（附钻孔设计）

附图 12 铜绿山矿区 X III 号矿体垂直纵投影图及预估资源量分布图

附表目录

附表 1 《接替资源勘查（深部普查）报告》与《X III 号矿体详查报告》钻探工程质量一览表

附表 2 《接替资源勘查（深部普查）报告》与《X III 号矿体详查报告》TFe 内检分析结果及相对偏差计算表

附表 3 《接替资源勘查（深部普查）报告》与《X III 号矿体详查报告》Cu 内检分析结果及相对偏差计算表

附表 4 《接替资源勘查（深部普查）报告》与《X III 号矿体详查报告》TFe 外检分析结果及相对偏差计算表

附表 5 《接替资源勘查（深部普查）报告》与《X III 号矿体详查报告》Cu 外检分析结果及相对偏差计算表

附表 6 X III 号矿体勘探设计资源量预估算表

附表 7 铜绿山勘探设计工作量及经费预算表

附件目录

附件 1 《X III 号矿体详查报告》评审备案证明及评审意见

附件 2 铜绿山最新探矿证

附件 3 铜绿山最新采矿证

附件 4 委托书

附件 5 勘查合同

附件 6 勘查单位工作背景及勘查项目负责人业务工作经历

附件 7 内审意见

1 前言

1.1 目的任务

1.1.1 勘查目的

铜绿山铜铁矿为露天地下联合开采的大型矿山，1965年上马建设，1971年正式投产，开采至今，-800m标高采矿证范围内的资源量接近枯竭，急需办理采矿深部扩界。2006-2016年，大冶有色金属有限责任公司开展了铜绿山危机矿山找矿工作，在矿区深部发现了XⅢ号矿体群，并开展了详查工作，但由于当时的抽水试验、地温测量等深部开采技术条件研究不充分，需开展补充工作。

因此采矿权人大冶有色金属有限责任公司铜绿山铜铁矿决定开展XⅢ号矿体深部勘探工作，委托湖北省地质局第一地质大队编制《湖北省大冶市铜绿山矿区XⅢ号矿体铜铁矿勘探实施方案》，并按照勘查实施方案实施。

1.1.2 任务的主要内容

（一）总体目标

在全面系统收集和分析研究以往资料的基础上，开展区域（矿区）水工环调查、巷道水文地质调查、钻探工程及样品分析测试等工作，详细查明XⅢ号矿体群的成矿地质条件、矿体特征、矿石质量；详细查明矿区深部开采技术条件；详细查明矿石加工选冶技术性能，采用矿山现行工业指标估算资源量，进行概略经济意义评价，为矿山建设设计提供依据。

（二）具体任务

1.在以往工作基础上，深入研究-800m以下XⅢ号矿体的分布规律；采用钻探、岩矿测试等手段，详细查明首采地段矿体的形态、产状、矿石的质量特征及其分布规律，有益有害组分的含量及其分布规律；

2.通过专项水工环地质调查、巷道水文地质调查、样品分析测试(岩石力学样、水样和土壤样)、抽水试验等工作手段,详细查明矿区深部开采技术条件;

3.采用矿山现行加工选冶工艺流程,对-800m以下XⅢ号矿体矿石,开展实验室验证试验,验证矿山现行加工选冶工艺流程可行性,详细查明矿石加工选冶技术性能;

4.收集矿床开发的内外部条件资料,概略评价矿床开发的经济意义。为矿山建设在确定矿山建设设计提供依据。

5.提交《湖北省大冶市铜绿山矿区XⅢ号矿体铜铁矿勘探报告》及附图、附表。

1.1.3 资金来源

项目预算经费 325 万,全部由矿业权人大冶有色金属有限责任公司铜绿山铜铁矿自筹。

1.1.4 工作周期

工作周期 5 个月,2025 年 6 月至 2025 年 10 月。

1.1.5 成果提交时间

2025 年 10 月底提交成果报告及相关附图、附表。

1.2 矿业权设置情况

铜绿山矿区原设置采矿权 3 个、探矿权 1 个,矿权人为大冶有色金属有限责任公司。其中大冶市泉塘村三号坝铜铁矿、大冶市泉塘铜铁矿等两个采矿权由省厅于 2016 年 2 月公告注销(鄂土资公告〔2016〕6 号)。现将各矿业权证及周边矿业权设置情况分述如下:

(一) 采矿权设置

湖北省自然资源厅于 2020 年 9 月 2 日以鄂自然资函〔2020〕480 号文批复了

铜绿山铜铁矿矿区范围。发证机关为国土资源部，采矿许可证号 C1000002011013220105660，由 33 个拐点圈定，采矿权内包含 2 个挖空区，分别对应已注销的大冶市泉塘村三号坝铜铁矿、大冶市泉塘铜铁矿采矿权。露天/地下开采方式，开采标高+90m 至-800m，矿区面积 4.762km²，生产规模 132 万吨/年，有效期为 2014 年 04 月 23 日至 2027 年 06 月 01 日，平面直角坐标见表 1-1。

表 1-1 函复范围拐点坐标表

拐点 序号	2000 坐标系		拐点 序号	2000 坐标系	
	X	Y		X	Y
1	3331145.50	38590580.05	15	3329038.69	38589674.64
2	3331141.00	38590560.17	16	3329779.29	38589856.10
3	3330648.40	38590560.17	17	3330552.45	38590251.51
4	3330648.40	38589660.00	18	3330555.30	38590599.64
5	3330949.00	38589660.00	19	3330801.66	38590597.62
6	3330870.49	38589291.03	20	3330926.60	38590810.83
7	3330658.49	38589228.03	21	3330219.86	38591004.13
8	3330414.48	38589176.03	22	3329196.24	38590826.78
9	3329962.48	38589833.05	23	3329200.76	38590664.34
10	3329428.48	38589745.05	24	3329043.50	38590263.86
11	3329108.46	38589620.05	25	3328793.86	38589864.12
12	3328668.46	38589935.06	标高+90 至-800m		
13	3329352.49	38592077.08			
14	3330842.50	38591710.07			
标高+90 至-800m					
扣除以下范围					
拐点 序号	2000 坐标系		拐点 序号	2000 坐标系	
	X	Y		X	Y
26	3330598.50	38591450.06	30	3330348.49	38590560.06
27	3330598.50	38591620.07	31	3330548.49	38590660.06
28	3330398.49	38591660.07	32	3330548.49	38390660.06
29	3330398.49	38591450.07	33	3330448.49	38590660.06
标高 14 至-58 米			标高 0 至-50 米		

(二) 探矿权设置

2017 年大冶有色金属有限责任公司依法取得“湖北省大冶市铜绿山矿区 X III 号矿体铜铁矿详查”探矿权，位于采矿权中部，发证机关为湖北省国土资源厅，勘查许可证号 T42120110702044639，期间办理一次延续，有效期 2020 年 1 月 3 日至 2022 年 1 月 3 日，探矿权面积 1.53km²，由 10 个拐点圈定，发证机关为湖北省自

然资源厅，当前探矿证已过期，根据自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理通知（自然资规〔2023〕4号）：采矿权深部不设置探矿权，由采矿权人出资在矿区范围深部开展勘查工作，无须办理探矿权新立登记。因此本次勘查工作将在以往详查工作的基础上开展，详查矿区平面直角坐标见表 1-2：

表 1-2 探矿证范围拐点坐标表

拐点	坐标（2000）		拐点	坐标（2000）	
	经度	纬度		X	Y
1	114°54′ 48″	30°04′ 38″	1	3329038.69	38589674.64
2	114°55′ 55″	30°05′ 02″	2	3329779.29	38589856.10
3	114°56′ 10″	30°05′ 27″	3	3330552.45	38590251.51
4	114°56′ 23″	30°05′ 27″	4	3330555.30	38590599.64
5	114°56′ 23″	30°05′ 35″	5	3330801.66	38590597.62
6	114°56′ 31″	30°05′ 39″	6	3330926.60	38590810.83
7	114°56′ 38″	30°05′ 16″	7	3330219.86	38591004.13
8	114°56′ 25″	30°04′ 43″	8	3329200.76	38590664.34
9	114°56′ 10″	30°04′ 38″	9	3329043.50	38590263.86
10	114°55′ 55″	30°04′ 30″	10	3328793.86	38589864.12

（三）周边矿业权设置

铜绿山及其周边主要涉及的探矿权有 5 宗，自北向南依次为许家咀勘查区铜金矿普查、鸡冠咀矿区及桃花嘴矿区深部铜金矿详查、猴头山矿区外围钼铜矿普查、金卢地地区铜多金属矿详查、石头咀矿区深部铜铁矿普查-详查，详细见图 1-1。

采矿权有 7 宗，分别为铜绿山铜铁矿、鲤泥湖铜铁矿、猴头山铜钼矿、鸡冠咀金矿、桃花嘴金铜矿、铜山铜铁矿及石头咀铜铁矿，关系详见图 1-2。

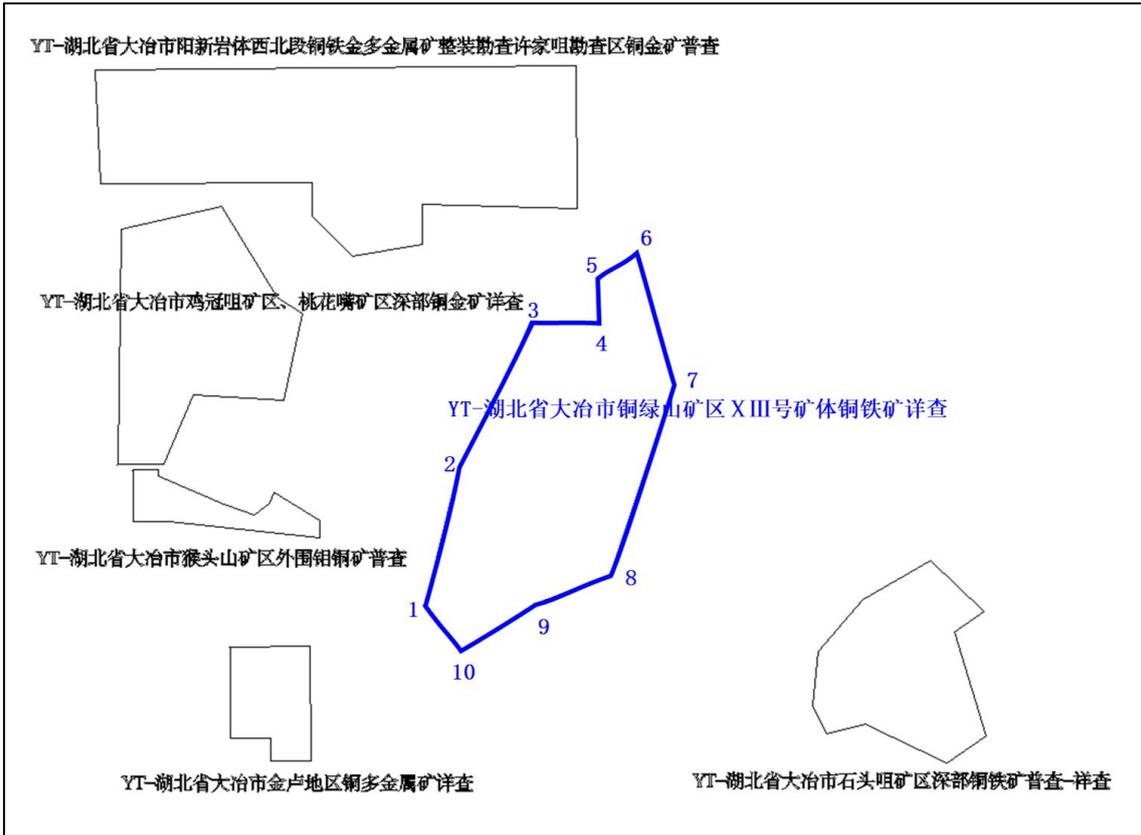


图 1-1 铜绿山及周边探矿权设置情况

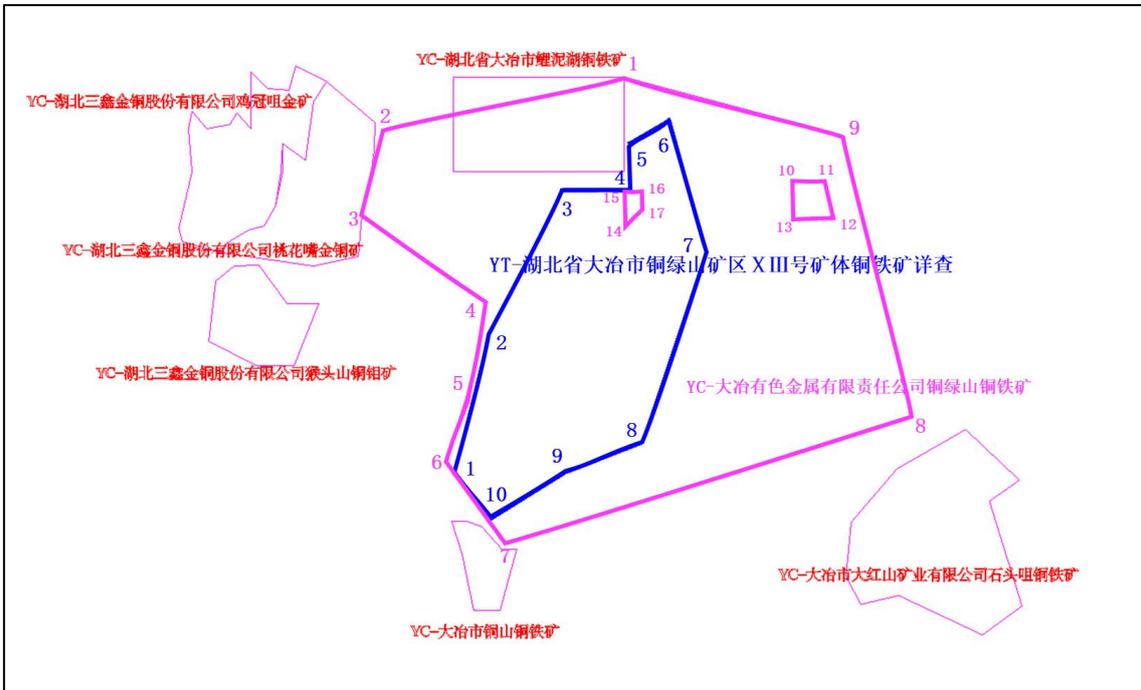


图 1-2 铜绿山及周边采矿权设置情况

1.3 勘查区与各类自然保护地的关系

经当地相关管理部门查询，本次工作区范围与军事禁区、生态红线以及重大工程项目等均未重叠（如图 1-3）。

由于铜绿山矿业权设置较早，与城镇开发边界、基本农田等存在部分重叠（如图 1-4、1-5），但目前露采均已停采，当前均为井下开采，本次工作主要集中于矿区南部深部，因此对于矿区北部城镇开发、基本农田实际并无太大影响。

铜绿山古铜矿遗址其主体主要包括Ⅶ号矿遗址、Ⅵ号矿遗址、Ⅸ号矿遗址以及冶炼遗址，与勘查区存在部分重叠，经咨询业主及有关部门，本次勘查工作对象 XⅢ号矿体赋存标高为-323m 至-1225m，其垂直方向距离重点保护区为 425m，水平方向距离重点保护区大于 134m，均与古铜矿遗址相隔较远，因此本次勘查工作对其并无太大影响。

本次布设的钻探工程均位于坑内。项目实施过程中严格践行生态勘查、绿色勘查的有关要求，最大限度的降低对生态环境的扰动。



图 1-3 工作区范围与生态红线重叠情况



图 1-4 工作区范围与永久基本农田重叠情况

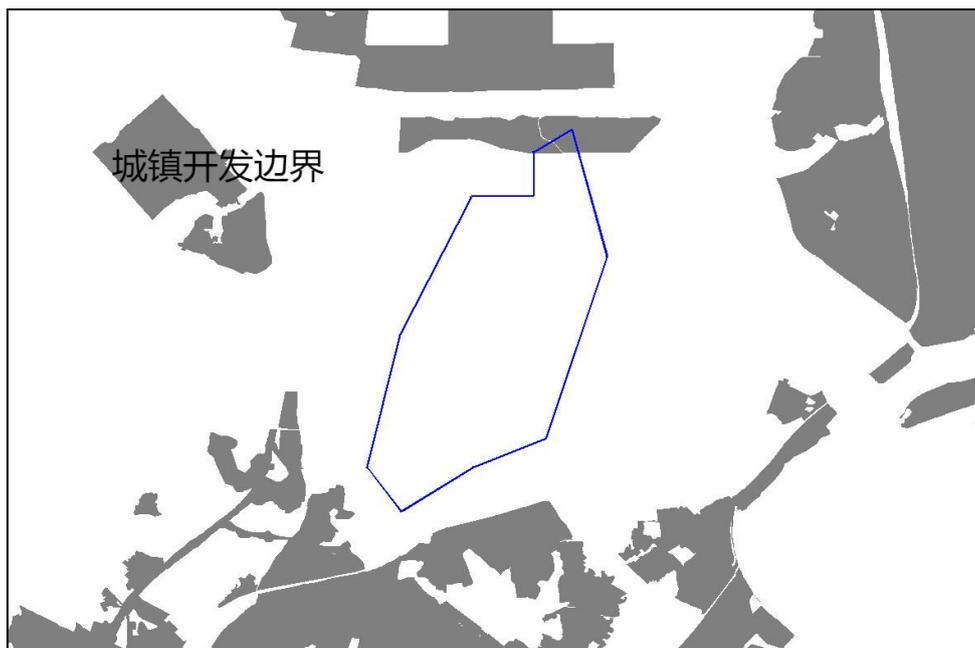


图 1-5 工作区范围与城镇开发边界重叠情况

1.4 矿区概况

1.4.1 交通位置

铜绿山铜铁矿矿区位于大冶市城区西南约 3 千米，行政区隶属大冶市金湖街道办事处管辖。地理坐标：东经 $114^{\circ}55' 44''$ — $114^{\circ}56' 34''$ ，北纬 $30^{\circ}04' 30''$ — $30^{\circ}05' 39''$ ，面积 1.53km^2 ，矿区中心点坐标为东经 $114^{\circ}56' 16''$ ，北纬 $30^{\circ}05' 06''$ 。区内约 5.5km 有铜录山线铁路可以与武（昌）—九（江）铁路相连接，距大广高速直线距离约 3.5km，交通便利（见图 1-6）。

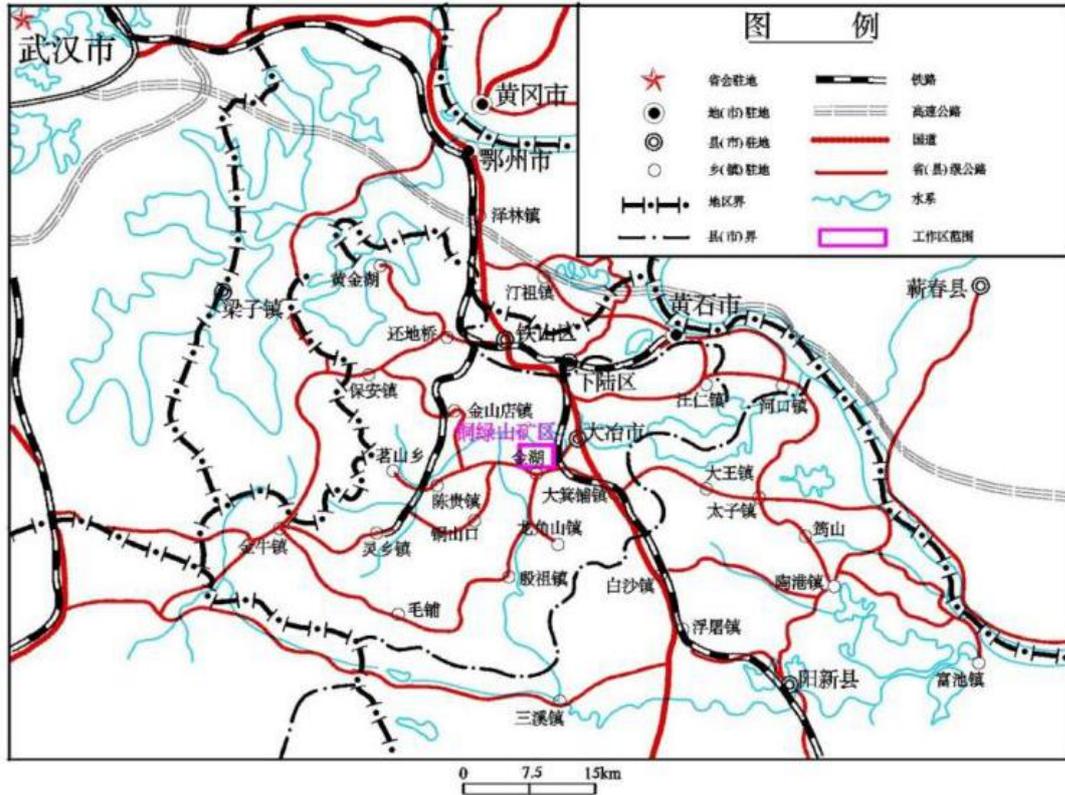


图 1-6 交通位置图

1.4.2 自然条件

矿区为丘陵区，矿山开采前地形起伏不大，海拔标高一般为 14.5 ~ 58.15m。现矿区内地形、地貌因矿山开采有了较大的改变，矿山浅部矿体露采后已形成了南北两个露采坑。采坑边坡顶标高一般在 30 ~ 50m，坑底（南采坑）最低标高为 -173m，采坑边坡角一般 46° ~ 56.5°，南采坑最大边坡高 215m，北采坑坡边坡高 142m。

区内气候属于亚热带湿润季风气候，四季分明，阳光充足，雨热同季。年均气温约 16~17℃。夏季炎热，7 月平均气温最高，可达 28~30℃以上，极端高温可达 40℃左右。冬季温和，1 月平均气温最低，约 3~4℃，极端低温可达 -10℃左右，但持续时间短。无霜期长，约 250~260 天，每年 1、2 月为降雪期，一般无地冻现象。年降水量较丰沛，约 1300~1500 毫米，季节分配不均，暴雨多发。年蒸发量

与降水量大抵相当或略高，约 1300-1500 毫米，夏季蒸发强烈，高温期蒸发量大。年均相对湿度较高，约 75-80%，随季节变化，春夏湿度大（梅雨期可达 90%以上），秋冬相对较低。受季风影响，冬季多偏北风，夏季多偏南风。

铜绿山矿区主要位于大冶湖水系上游区域或其支流流域内。区内有若干季节性溪流，流量受降水影响显著，雨季暴涨暴落，旱季可能断流。区域内有众多大小不一的湖泊、塘堰（如大冶湖、保安湖等），对调节局部小气候和汇集地表径流有重要作用。

铜绿山矿区复杂的地质背景（构造、岩性、水文）叠加长期、大规模、多层次的采矿活动（露天+地下），导致多种不良地质作用和地质灾害频发且相互关联，采空区地面塌陷是核心灾害，与岩溶塌陷、滑坡（露天边坡和排土场）、崩塌、地裂缝、泥石流、矿坑突水涌水、地面沉降等相互关联、相互诱发，形成复杂的灾害链。

1.4.3 区域经济概况

铜绿山铜铁矿所在大冶市为全国百强市，截止至 2021 年末户籍人口 99.82 万人，全市粮食种植面积 38.31 千公顷，大冶已发现和探明的大小矿床 273 处，金属矿、非金属矿 53 种，是全国 6 大铜矿生产基地之一，10 大铁矿生产基地之一和建材重点产地。其中：黄金产量居湖北省之冠，硅灰石储量居世界第二。区内矿产资源较丰富，采选业较集中。矿区临近城镇，水电供应较充足，劳动力富余。农业粮食作物以水稻、小麦为主，次为玉米、红薯，经济作物为油菜和花生等。

2 设计地质依据

2.1 以往地质工作

2.1.1 历次勘查工作

二十世纪五十年代，先后有地质部 429 队、中南有色金属管理局大冶普查队、中南地质局 414 队、冶金工业部华东分局新冶普查队及冶金工业部华东地质局 813 队等单位在此进行过地质工作。

1959 年—1983 年间，湖北省地质局第一地质大队，对铜绿山矿区进行勘查工作，大致经历了普查评价、初步勘探、详细勘探、补充勘探、深部勘查五个阶段。

（一）1959 至 1960 年普查评价

完成 1：2000 地形测量 4km²，1：2000 地质填图 2km²，槽探 6217.80m³，浅井 571.70m，平巷 793.95m，竖井 227.50m，钻探 4762.27m，提交了《湖北省大冶县铜绿山铜铁矿床中间储量报告》，初步查明了 12 个地表矿体的分布范围，对其中 I ~ V 号矿体进行了工程揭露，查明铜金属储量 283763 吨，铁矿石储量 1732.79 万吨，基本肯定本区是一个很有远景的富铜富铁矿床。

（二）1960 至 1961 年初步勘探

1960 ~ 1961 年，继续对 I ~ V 号矿体进行稀疏工程控制，并对 VI ~ VIII 号矿体进行了地表揭露与深部探索，投入钻探 28593.18m，坑道 224.60m，平巷 1709.15m，斜井 253.80m，竖井 580.90m，浅井 1012.55m，槽探 6603.80m³，技术加工试样 5 个，查明铜金属储量 579701.21 吨，铁矿石量 1505 万吨。

（三）1962 至 1970 年详细勘探

1962 ~ 1964 年，集中勘探 I ~ III 号矿体，投入钻探工作量 40148.61m，于 1964 年提交了《湖北省大冶县铜绿山铜铁矿床 I、II、III 号矿体储量报告》。“全国储

委 1964 年第 298 号决议书”批准,作为矿山建设设计的依据。批准平衡表内 B+C+D 级铜金属储量 510412.54 吨,平衡表内 B+C+D 级贫铁矿石储量 2320.98 万吨,富铁矿石储量 217.94 万吨。

1965 ~ 1966 年,勘探了Ⅲ、Ⅺ、Ⅶ及Ⅳ号矿体,投入钻探工作量 3538.53m,于 1966 年提交了《湖北省大冶县铜绿山铜铁矿床Ⅲ、Ⅷ、Ⅺ号矿体储量报告》。“湖北省矿产储量委员会 1967 年第 58 号决议书”批准,作为矿山建设设计和生产勘探的地质依据。批准平衡表内 C+D 级铜金属储量 377253 吨,平衡表内 C+D 级贫铁矿石储量 1151.42 万吨,富铁矿石储量 212.35 万吨。

1967 ~ 1970 年,主要查明Ⅶ号矿体,发现Ⅳ₂、Ⅳ₃矿体。投入钻探工作量 12046.83m,全区共计查明铜金属储量突破 100 万吨,铁矿石量达 5000 万吨。

(四) 1978 至 1983 年补充勘探

1978 ~ 1981 年,进行边部、深部找矿,投入钻探工作量 32864m。查明Ⅺ号与Ⅲ₂号矿体的连接关系;扩大Ⅳ₃号矿体的延深;进一步查明Ⅰ号矿体的形态和产状。

1982 ~ 1983 年,在深部找矿工作结束后,提交《湖北省大冶县铜绿山铜铁矿床地质勘探总结报告》。“湖北省矿产储量委员会 1985 年第 11 号决议书”批准表内 B+C+D 级铜金属量 109.67 万吨,平均品位 1.71%;表内 B+C+D 级铁矿石量 5616.00 万吨,平均品位 40.88%;表内 D 级钼金属储量 455.86 吨、D 级伴生金属量金 70.19 吨、银 507.99 吨、钴 5108.74 吨、硫 1172347.72 吨。

(五) 1991 至 2015 年深部勘查

1991 ~ 1993 年,湖北省鄂东南地质大队对Ⅳ号矿体进行深部普查,投入钻探 8427.91m,提交《湖北省大冶县铜绿山铜铁矿床深部地质普查报告》。“湖北省地质矿产局 1994 年第 73 号审查意见书”批准新增 C+D 级铜金属储量 5.9 万吨、铁矿

石量 420 万吨。

2006 ~ 2010 年,湖北省鄂东南地质大队开展了危机矿山接替资源勘查,1:10000 地质修测工作 7.5km²,共施工钻孔 32 个,投入钻探工作量 28663m,在 3-14 线 XI 号矿体倾向延伸部位新发现了 X III 号矿体,同时扩大了 III、IV 矿体规模,2010 年 11 月提交了《湖北省大冶市铜录山铜矿接替资源勘查(深部普查)报告》。2011 年元月全国危机矿山找矿办公室会同湖北省国土资源厅矿产资源量评审中心对报告进行了审查(鄂土资储备字[2011]29 号),批准矿区深部新增控制资源量(原 332):铜矿石量(含铜铁矿石)3168.80 千吨,铜金属量 44507 吨;铁矿石量(含铜铁矿石)3467 千吨。矿区深部新增推断资源量(原 333):铜矿石量(含铜铁矿石)12808.49 千吨,铜金属量 197629 吨;铁矿石量(含铜铁矿石)11508 千吨;钼矿石量 227.64 千吨,钼金属量 447.23 吨。伴生金金属推断资源量(原 333)12848 千克;伴生银金属推断资源量(原 333)184576 千克;伴生硫推断资源量(原 333)359983 吨。

2013 年 10 月~2015 年 11 月,湖北省地质局第一大队开展了铜绿山矿区 X III 号矿体铜铁矿详查工作,共施工钻孔 35 个,投入钻探工作量 5653.64m,对 X III 号矿体进行了系统工程控制,基本查明该矿体地质特征及矿石质量特征;开展了 1:2 千水工环地质修测 4.87km²、抽水试验、钻孔地下水位动态观测 120 次等工作,基本查明了矿区深部含水层富水性、各含水层间的水力联系、未来矿坑充水的主要因素、井巷围岩稳定性等水文地质、工程地质条件,划分了 X III 矿体的开采技术条件。于 2016 年 2 月提交了《湖北省大冶市铜绿山矿区 X III 号矿体铜铁矿详查报告》,2016 年 9 月湖北省国土资源厅矿产资源量评审中心组织矿产资源储量评审专家对详查报告进行了评审,2016 年 11 月湖北省国土资源厅拟同意按照有关规定予以备案(鄂土资储备字[2016]059 号)。X III 号矿体查明控制资源量(原 332):铜矿石 6750

千吨，铜金属资源量 101515 吨；铁矿石 6728 千吨。推断资源量（原 333）：铜矿石 2939 千吨，铜金属资源量 41853 吨；铁矿石 2863 千吨；钼矿石 113 千吨，钼金属量 261 吨。伴生金金属推断资源量（原 333）8029 千克，伴生银金属推断资源量（原 333）119520 千克，伴生硫推断资源量（原 333）225341 吨。

2022 年，湖北省地质局第一地质大队编制提交了《湖北省大冶市铜绿山矿区铜铁矿补充勘探报告》，开展了 1:10000 水工环地质调查 10.42km²、1:2000 的水工环地质调查 8.1km²、巷道水文、工程地质编录 35000m/10 个中段等工作，详细查明了矿区的水文地质、工程地质、环境地质特征，详细查明了影响未来矿床开采的各项技术条件。

铜绿山矿自 2005 年起，先后开展了数次矿山资源量核实工作，现将部分核实工作成果简述如下：

2005 年 2 月，湖北省鄂东南地质大队受大冶有色金属有限责任公司委托，为变更采矿权标高范围，编写提交了《湖北省大冶市铜绿山铜铁矿床矿产资源量结算地质报告（截至 2004 年 12 月底）》，由湖北省国土资源厅矿产资源量评审中心审查通过以“鄂土资储备字[2006]19 号”文评审备案。核定截至 2004 年 12 月底，全矿区累计查明 111b+122b+2M22+2S22+333 铜金属量 1093507.22 吨，铁矿石量 56934.07 千吨，金 68234.79 千克，银 481814.18 千克，硫 1075624.39 吨。开采消耗铜金属量 712498.83 吨，铁矿石量 34539.80 千吨，金 42002.65 千克，银 313276.74 千克，硫 567684.00 吨。保有 111b+122b+2M22+2S22+333 铜金属量 381008.39 吨，铁矿石量 22394.27 千吨，金 26232.14 千克，银 168537.44 千克，硫 508140.39 吨。

2017 年 12 月，湖北省地质局第一地质大队受大冶有色金属有限责任公司委托，编写提交了《湖北省大冶市铜绿山铜铁矿床矿产资源量核实报告（截至 2017 年 12

月底)》，由湖北省自然资源厅以“鄂自然资储备字[2019]11号”文评审备案。核定截至2017年12月底，全矿区累计查明铜矿石量75164千吨，铜金属量1273542吨，铁矿石量70622千吨，钼金属量2156吨，伴生金金属量79582千克，银金属量606155千克，硫量1333929吨。开采消耗铜矿石量50742千吨、铜金属量916568吨，铁矿石量45675千吨，伴生金金属量56992千克，银金属量412698千克，硫量865396吨。保有铜矿石量24422千吨、铜金属量356944吨，铁矿石量24947千吨，钼金属量2156吨，伴生金金属量22590千克，银金属量193457千克，硫量468533吨。

黄石市金地矿业有限责任公司2022年初编制了《大冶有色金属有限责任公司铜绿山铜铁矿2021年度矿山矿产资源量报告》，经黄石市国土资源局组织评审，报国土资源厅批准，截止2021年12月底，全矿区累计查明铜矿石量69115千吨，铜金属量1183928吨，铁矿石量64279千吨，钼金属量2156吨，伴生金金属量74425千克，伴生银金属量541.99吨，硫量1199.36千吨；消耗铜金属量951098.74吨，铁矿石量49718.26千吨，伴生金金属量61707.97千克，伴生银金属量447.42吨，硫量960.20千吨；保有铜金属量232829.26吨，铁矿石量14560.74千吨，钼金属量2156吨，伴生金金属量12717.03千克，伴生银金属量94.57吨，硫量239.15千吨。

2.1.2 以往勘查工作质量及可利用性评价

本次勘探设计的对象为XⅢ号矿体，该矿体发现于2006年危机矿山接替资源勘查，至2015年底完成详查工作，历时10年。项目勘查工作均由湖北省地质局第一地质大队承担完成，现将不同工作手段质量评述如下：

(一) 勘查工程及质量评述

《危机矿山接替资源勘查》与《XⅢ号矿体详查》分别施工 29 孔、34 孔。钻探六大指标均符合规范要求。

岩矿芯采取率：各孔岩心采取率均大于 90%，矿心采取率多大于 95%，仅接替资源勘查中 TZK402、ZK403 二个孔浅部岩体内小矿体合计 6.25 米，采取率小于 80%。

弯曲度测量：各钻孔实测顶角与设计顶角之差均小于 1 度/100m。

孔深校正：直孔按每钻进 100 米进行一次，斜孔按每钻进 50 米一次进行，终孔后均校正一次，误差均未超过 0.1%。

简易水文观测：做到了每班至少观测水位 1-2 回次。钻孔终孔后也进行了终孔稳定水位测量。

原始班报表填写：各班均指定了专人在现场填写班报表，班报表填写及时，真实、齐全、准确，较为整洁。

封孔：除极少数钻孔由于孔壁垮塌无法全孔封闭，其余钻孔均进行了封孔，封孔材料以 425 号水泥为主，少数钻孔局部灌注浓泥浆封闭。

（二）地形测量、地质勘查工程测量及质量评述

《危机矿山接替资源勘查》开展的地形测量工作，全部由具备工程测量甲级资质的湖北省鄂东南地质大队测绘院完成。按照规范依次开展首级平面测量、首级高程控制测量以及图根控制测量，完全满足《地质矿产勘查测量规范》对地形测量的精度要求，质量合格。

《危机矿山接替资源勘查》与《XⅢ号矿体详查》钻探工程测量均采用矿山已建立的控制点进行。地质勘查工程（钻孔）测量采用全站仪内存法施测：根据设计给定的钻孔坐标采用全站仪内存法放样定位进行实地“初测”，地表钻用 5cm

× 5cm × 30cm 的木桩打入地下作标识，桩上标明孔号，坑内钻在硐室内以红油漆进行标识。待钻机机台平好后及时对钻孔位置进行“复测”，确认钻孔位置和钻机方位角正确后才能开钻，待钻孔完工后及时对钻孔位置进行“定测”。

钻孔测量做到了测量与检查同时进行，及时发现问题和解决问题，把错误排除在萌芽状态，保证了钻孔位置的正确性，满足《地质矿产勘查测量规范》对钻孔的精度要求。

（三）地质填图工作及质量评述

《危机矿山接替资源勘查》开展了 1:10000 地质修测工作，填图采用 1:10000 地形图作为底图，使用经校正的手持 GPS 全球卫星定位仪定点，误差为 3-8 米，根据区内地质情况，矿区观察路线以追索法为主，在原有地形地质图的基础上补充定点 141 各，可达到 1:10000 地质修测定点要求。

（四）勘查线地质剖面及其质量评述

鉴于以往铜绿山勘查工作均按照 50m 间距布设勘探线，因此《危机矿山接替资源勘查》与《XⅢ号矿体详查》仍然沿用原勘探线，或 100m 开展工作，根据不同勘查工作阶段，勘探线间距质量合格。

（五）水工环地质工作及其质量评述

《XⅢ号矿体详查》开展了 1:2000 矿区及外围水工环地质调查 4.87km²、水文工程地质钻探、水文地质编录 5507.54m/21 孔、多孔抽（涌）水试验 6 降深/2 孔、水质全分析 13 组、岩石力学试验样 12 组、地应力原位测试 1 孔、地温测量 3 孔等工作。

《湖北省大冶市铜绿山矿区铜铁矿补充勘探报告》开展了 1:10000 水工环地质调查 10.42km²、1:2000 的水工环地质调查 8.1km²、巷道水文、工程地质编录

35000m/10 个中段、岩土样品测试分析等工作，质量均符合《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB / T 12719-2021）要求。

上述工作初步查明了深部含水层的富水特征、水文地质参数以及井巷围岩稳定性，为本次勘探工作提供了水工环地质背景资料。

（六）采样化验工作及质量评述

《危机矿山接替资源勘查》样品测试工作由湖北省地质矿产局鄂东南实验室完成，外检样品的检测工作由国家级认证化验室——国土资源部武汉矿产资源监督检测中心（武汉综合岩矿测试中心）完成。铜基本分析样 1662 个、铁基本分析样 938 个。抽取 Cu 样品 167 个，内检率 10.05%，内检合格率 100%；抽取 TFe 样品 101 个，内检率 10.77%，内检合格率 100%。Cu 外检样品 99 件，外检率 5.97%，合格率 97.98%；TFe 外检样品 64 件，外检率 6.82%，合格率 93.75%，各类分析质量符合规范和设计要求。

《X III 号矿体详查》样品测试工作由大冶有色设计研究院有限公司分析测试中心完成，外检样品的检测工作由国家级认证化验室——湖北省鄂东南地质大队实验室完成。铜基本分析样 1513 个、铁基本分析样 1513 个。抽取 Cu 样品 152 个，内检率 10.05%，内检合格率 100%；抽取 TFe 样品 152 个，内检率 10.05%，内检合格率 93.42%。Cu 外检样品 78 件，外检率 5.16%，合格率 98.72%；TFe 外检样品 77 件，外检率 5.16%，合格率 100%，各类分析质量符合规范和设计要求。

（七）勘查类型、工程控制间距和工程控制程度等质量评述

《危机矿山接替资源勘查》与《X III 号矿体详查》均将 X III 号主矿体各类型系数之和为分别为 1.9 和 2.1，根据《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》（DZ/T0214-2020），X III 号主矿体应为第 II 勘查类型。

《危机矿山接替资源勘查》勘查工程间距为沿走向 120-160 米,沿倾向 100-120 米, X III 号矿体普查阶段探求推断的资源储量的工程间距在此基础上放稀至 2-3 倍;其它矿体按 III 勘查类型,其推断的工程间距按 80-100×60-80 米的 2-3 倍。

《X III 号矿体详查》X III 号主矿体其探求 332 资源量控制的工程间距为 50×120 米。分支矿体和小矿体按 III 勘查类型,其 332 资源量工程间距为 80×120 米。

根据各勘查阶段钻孔实际见矿情况,矿体沿倾斜的变化比走向较稳定,因而沿倾斜的工程间距大于走向的工程间距。《危机矿山接替资源勘查》与《X III 号矿体详查》施工钻孔可达到相应的工程控制间距,其对矿体的控制程度分别可达普查、详查阶段的要求。

(八) 以往勘查成果的可利用性评述

综上所述,本次勘探拟引用的钻探工程、勘探线剖面、地形地质图、采样化验以及勘查类型、工程控制间距等等资料,质量指标均符合《固体矿产勘查钻孔质量要求》(DZ/T0486-2024)、《地质岩心钻探规程》(DZ/T0227-2010)、《固体矿产勘查工作规范》(GB/T33444-2016)、《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》(DZ/T0214-2020)等现行规范的要求,质量可靠,符合勘探工作对于各项工作的质量要求。

2.1.3 矿山开采设计情况

大冶有色金属有限责任公司铜绿山铜铁矿为露天地下联合开采的大型矿山,露采与地采建设基本同步进行,于 1971 年上马建设,现依据开采方式将露采和地采开采设计情况概述如下:

(一) 露采开采设计

铜绿山铜铁矿露采于 1971 年开始,2006 年结束。露采可大致分为二期:

一期露采工程由长沙有色冶金设计院设计，生产规模为日采矿石量 2000 吨，日采选矿石 4000 吨；

二期露采工程 1985 年由中国有色金属工业总公司批准，采用全露天开采。北坑坑底标高为-290 米，南坑坑底标高为-185 米，建设规模为日采选矿石量 4000 吨，南北坑各采矿石 2000 吨。

1991 年对原开采方案（由总公司批准的全露天开采）进行修改，采用混合开采方式进行开采，采矿建设规模为 3500t/d，其中-185 米以上露天开采 2000t/d，-185 米以下地下开采初期规模 1500t/d，露天开采结束后，地采可达 2500t/d；控制性工程主井提升按 3000t/d 设计（其中矿石提升 2500t/d，废石提升 500t/d），年产矿山铜 1.73 万吨。采用下盘公路折返式汽车运输开拓方案。

（二）地采开采设计

铜绿山铜铁矿地采开拓系统 1971 年始建，可分为四期：

一期地采工程由长沙有色冶金设计院设计，与一期露采同时进行，于 1995 年结束，工业场地及主、副井在 2003 年北露天大规模剥离时拆除，现将老主井改为深部开采的南部回风天井；

二期地采工程由北京有色冶金设计研究总院设计，设有主副井各一条，分别提升矿、废石和人员材料。主井井筒净直径 $\phi 4.5\text{m}$ ，井深 527m；副井净直径 $\phi 5.5\text{m}$ ，井深度达 558m，设有两套单罐笼带平衡锤的提升系统，其中一套为 4200 毫米 \times 2175 毫米，单层单罐带平衡锤的提升系统作为主提升系统，正常提升载荷为 6.5 吨，提升大件时为 11 吨，一次可提升 45 人，最大提升速度 7.26m/s。另一套为 1190 毫米 \times 930 毫米，单层单罐带平衡锤的提升系统作为交通罐系统，为临时下井人员服务，以节省电能，交通罐一次可以提升 6 人，最大提升速度 4.78m/s。

三期工程亦由北京有色冶金设计研究总院设计，采用延深副井、新掘盲主井、深部设破碎系统方案。副井延深至-893m 标高，延深 362m，井筒配置与上部（二期地采工程副井）相同。在井下负 365m 中段新掘一盲主井至-862m 水平标高，井筒净直径 ϕ 4.5m，井深 497m，采用钢丝绳罐道，内配 8 立方米箕斗带平衡锤提升。矿、废石经运输中段运至盲主井旁侧溜井，-785m 标高设破碎硐室，-812m 标高设装矿皮带道，矿、废石经箕斗提升至上部矿、废石仓，再经-452m 装矿皮带（延长现有装矿皮带）装主井箕斗提升出地表，形成三期工程开拓系统，对南北风井进行倒段延深，形成深部开采的通风系统，盲主井从-365m 水平至-862m 标高，设计提升能力 3000t/d，其中矿石提升 2500t/d。

四期混合井工程由中国恩菲工程技术有限公司设计，初步设计可利用的资源储量为矿石量 1057.2 万吨。开拓方案充分考虑现有设施的利用和衔接。X III 号矿体开采工程的开采范围为-365m ~ -1272m 标高之间，X III 号矿体-605m 标高以上矿体由矿山原有开采系统承担，新建提升系统重点为-605m 标高以下矿体开采服务，设计最低中段标高为-1325m，设计最深的盲混合井井底标高-1365m。当前混合井工程提升系统混合井已完成，-665、-725 中段已投产，-785 中段开拓工程已完成，-845、-965、-1030、-1060、-1120m 中段已完成部分基建工程，并未投入生产。

2.1.4 矿产资源开发情况

大冶有色金属有限责任公司铜绿山铜铁矿开采情况可大致分为三个阶段：

（一）第一阶段（1971—1995 年）

铜绿山矿第一阶段矿产开采由露天开采和地下开采共同组成。

露天开采的是 I、II、III、VI、V、XI 号等矿体浅部和 0-8 线小矿体，其中 I、II 号矿体位于南露采坑 26 ~ 8 线之间，开采标高由+48m 至-100m；XI 号矿体位于

南露采坑 8~1 线之间，开采标高由+44m 至-76m；Ⅲ₁、Ⅲ₃、Ⅵ₁、Ⅴ号矿体位于北露采坑 1~31 线之间，开采标高由+44m 至 0m。

地下开采的是Ⅲ₂、Ⅵ₁、Ⅵ₂、Ⅺ号等矿体，Ⅺ号矿体采场分布于 8~1 线之间，由-185m 向上至-88m；Ⅲ₂号矿体采场分布于 2~13 线之间，由-185m 向上至-65m 标高，与北露采坑部分贯通；Ⅵ₁、Ⅵ₂号矿体采场分布于 11~31 线之间，由-185m 向上至-65m。Ⅲ₂、Ⅵ₁、Ⅵ₂、Ⅺ号矿体在-185m 至-65m 区间各中段保有底板矿柱及少量边角残矿。

（二）第二阶段（1995—2005 年）

本阶段露天仍沿续一阶段露天开采、地下开采的混合开采方式。

露天开采的对象是Ⅰ₁、Ⅲ₂、Ⅵ₁、Ⅴ、Ⅺ号等矿体，其中Ⅰ₁号矿体位于南露采坑 26~8 线之间，开采标高由-52m 至-173m，Ⅺ号矿体位于南露采坑 8~1 线之间，开采标高由-52 米至-88 米，南露采坑于 2005 年 10 月闭坑，坑底进行了全尾砂胶结封底，同年 11 月开始作为北露采区的排土场进行回填；Ⅲ₂、Ⅵ₁、Ⅴ号位于北露采坑 1~31 线之间，开采标高由 0m 至-64m，与井下-65m 中段Ⅲ₂号矿体原井下采场部分贯通。2005 年因古矿冶遗址部分地段发生沉降开裂而停产。其中Ⅰ₁、Ⅴ矿体主体已采完，仅剩边角残矿。

地下开采以Ⅲ、Ⅳ、Ⅺ号矿体为开采对象，开采-185m 中段以下的-245m、-305m、-365m 三个中段。在此期间主要以Ⅲ₂、Ⅵ₁、Ⅵ₂、Ⅺ号为开采对象，Ⅲ₂号矿体采场分布于 2~13 线之间；Ⅵ₁、Ⅵ₂号矿体采场分布于 11~31 线之间；Ⅺ号矿体采场分布于 8~1 线之间。在-305m 至-185m 区间各中段都保有Ⅲ₂、Ⅵ₁、Ⅵ₂、Ⅺ号矿体底板矿柱及少量边角残矿。

（三）第三阶段（2005-至今）

该阶段露采已停止，矿产开采已全部转为地下开采，并以Ⅲ、Ⅳ、Ⅺ及XⅢ矿体为开采对象，开拓工程为-425m、-485m、-545m、-605m、-665m、-725m中段共六个中段。使用三期地采工程和四期混合井地采工程进行地下开采，其中三期地采工程为-605m标高以上矿体开采服务，混合井地采工程为-605m标高以下的矿体开采服务，两者独立进行生产，总的生产规模4500t/d。

根据铜绿山铜铁矿2024年储量年度报告，截至2024年12月底，铜绿山铜铁矿全区累计消耗探明+控制+推断铜矿石量约55972千吨，铜金属量969217吨，铜平均品位1.73%；累计消耗探明+控制+推断铁矿石量约51181千吨。

2024年度开采对象为-485m中段Ⅳ₁号矿体以及-605m中段的Ⅲ₂₋₂号矿体，2025年度拟定动用矿体主要为Ⅲ、Ⅳ号矿体。当前XⅢ号矿体暂未开采，也是铜绿山铜铁矿第四期混合井工程设计的主要开采对象。

（四）开发资料成果的可利用性

本次勘探的对象XⅢ号矿体，当前-785m中段开拓工程已完成，为本次设计的钻探工程和坑道调查提供了较好的施工条件。

2.1.5 以往地质工作程度及存在问题

（一）勘查工作程度

XⅢ号矿体经普查和详查工作后，达到详查控制程度。

1.成矿地质条件：对XⅢ号矿体和Ⅺ号矿体、Ⅲ₂号矿体的相互关系和控制因素有了进一步的了解，从中总结出矿体受接触带和断裂构造双重控制的成矿规律。基本查明了XⅢ号矿体的控制因素和分布规律；

2.矿体特征：用61个钻孔，7条勘查线对XⅢ号矿体进行控制。其走向控制间距已达到50米，倾向控制间距：12线为单孔，10线为70米，8线为48-75米，

6线为45-81米,4线为31-126米,2线为45-98米,0线为51-105米,1线73-150米。基本查明了XⅢ号矿体的形态和内部结构、产状、厚度及其变化情况,品位及其变化情况,矿体的分布范围,确定了主矿体的连续性;基本查明了矿体的夹石和围岩的种类、规模、岩性、厚度及其分布情况,顶底板岩性及其分布情况;

3.矿床开采技术条件达到基本查明程度;

4.对矿床开发经济意义进行了概略研究,认为在当前的经济技术条件下,开发利用XⅢ号矿体资源具有较好的经济效益。

(二)存在的问题和不足

(1)详查时对于共伴生金、银、硫矿的评价未系统采样测试分析,仍沿用普查阶段铜矿石类型平均品位进行评价。

(2)详查期间由于多方面原因水文地质工作介入较晚,完成工程量有限,引用许多前人资料,将深部XⅢ号矿体顶底板岩层均视为极弱裂隙含水层,其结论正确与否,本次勘探工作有待验证。

(3)矿床开采后矿坑排水造成的岩溶地面塌陷,是开采中的主要水文、工程、环境地质问题,矿山应采取措施,防止、根治地面塌陷。预测的岩溶地面塌陷易发区西南部分还未封闭,建议进一步查明。

(4)XⅢ号矿体附近局部地下水温(29℃)、地温(>35℃)、氟(F-)较高原因等有待下步研究查明。

(5)-800m以下深部XⅢ号矿体应安排矿石加工选冶技术性能实验室验证试验,必要时进行可选性试验研究。

(三)本次勘查的关键性问题

(1)在详查的基础上,通过补充主矿种和共伴生矿种的系统采样测试,达到

详细查明矿石特征，有益有害组分种类、赋存状态及其变化情况、分布规律，详细查明有用、有害组分的种类、赋存状态和主要有用组分的含量及其变化情况、分布规律。

(2) 详查期间由于多方面原因水文地质工作介入较晚，完成工程量有限，引用许多前人资料，将深部XⅢ号矿体顶底板岩层均视为极弱裂隙含水层，其结论正确与否，本次勘探工作进一步核实。

(3) 对项目的技术可行性和经济合理性进行详细研究，做出矿山建设是否可行的详细评价，为矿山建设投资决策、确定工程项目建设计划和编制矿山建设初步设计等提供依据。

2.2 区域地质

2.2.1 区域构造位置

铜绿山铜铁矿床位于扬子准地台下扬子台褶带西端，Ⅳ级构造单元为大冶凹褶断束。该单元是以北西向襄樊-广济断裂、北东向麻城-崇阳断裂、近东西向鸡笼山-高桥断裂围成的三角形的构造-岩浆岩区。区内地层出露较全，地质构造复杂，岩浆活动频繁，中酸性侵入岩发育，矿产资源丰富，是长江中下游多金属成矿带的重要组成部分。

2.2.2 成矿地质背景

区域地层除缺失中、下泥盆统及上侏罗统外，其余均有出露。中元古界冷家溪群浅变质岩，分布于南部边缘，震旦系—三叠系下统海相碳酸盐岩、碎屑岩，除震旦系分布在南部外，其他分布于中部广大地区。三叠系中上统、侏罗系和白垩系下统主要分布于黄石—大冶—阳新—灵乡以西，梁子湖以东地区，以陆相碎屑岩为主，局部为火山岩。白垩系—古近系、第四系主要分布于长江沿岸和梁子

湖、大冶湖、阳新盆地及其附近地区，为陆相碎屑岩，松散沉积物。

大冶凹褶断束在印支褶皱的基础上，经燕山、喜山运动，进一步演化成南隆北凹的构造格局。南部为近东西向的线性褶皱和压性断裂组成的一系列挤压构造，其中向斜开阔，背斜紧密，背斜北翼多向北倒转。

北部构造线北西西向，为一系列不连续的背斜及向斜。局部出现北北东向横跨褶皱，发育北北东向、北西西向、北东向断裂，断裂凹陷处形成“中生代断陷盆地”，沉积了三叠系中上统至第四系的较新地层。

区内侵入岩、喷出岩分布广泛，划分为两期（燕山期、喜山期）三个侵入—喷出阶段（燕山早期、燕山晚期、喜山早期）六次侵入活动。

燕山早期阶段有三次侵入活动，第一、二次侵入形成中深—浅成侵入岩，如灵乡、殷祖、阳新、铁山、金山店等岩体，以闪长岩—石英闪长岩类岩石为主。第三次岩浆侵入，形成铜山口、封山洞、铜绿山等一系列浅成—超浅成小斑岩体，以石英二长闪长玢岩—花岗闪长斑岩为主。

燕山晚期阶段也有三次侵入活动，第一次为浅成相的鄂城闪长岩体、金山店石英正长闪长岩体。第二、三次侵入，形成了浅成—超浅成的石英闪长玢岩体、花岗（斑）岩体以及中酸性岩脉，如王豹山岩体、鄂城花岗岩体、花岗斑岩体，该阶段还形成由酸性—基性—中性—中酸性的喷发相火山岩。

喜山早期阶段为碱质玄武岩裂隙式溢出。

2.2.3 矿产特征及成矿规律

区内矿产资源丰富，已查明的有铁、铜、铅、锌、金、银、钨、钼、石膏、硫铁矿、石灰岩、大理岩、白云岩、天青石、煤等四十余种，共 400 余处矿床（点）。

其中铁、铜、铅、锌、金、银等金属矿床多为接触交代型、接触交代—斑岩

型、斑岩型、热液充填交代型及沉积热液改造型，主要分布于区内岩体接触带附近。

主要非金属矿产有硫铁矿、水泥用石灰岩、方解石、重晶石、天青石、熔剂石灰岩、白云岩、萤石、石膏、大理岩、硅灰石、透闪石等 30 种，矿床类型主要有海相沉积型、沉积热液改造型、热液充填交代型、热接触变质型、接触交代变质型。

2.3 矿区（床）地质

铜绿山铜铁矿床处于铜绿山岩株体内部大理岩捕虏体内，岩体接触带西有鸡冠咀、桃花嘴，北有鲤泥湖，南有铜山，东南有石头咀等矿床。

2.3.1 地层

矿区内地层在岩体内呈残留状态，主要有三叠系下统大冶组、三叠系中下统嘉陵江组、白垩系下统大寺组和第四系。与成矿关系密切的为大理组、嘉陵江组碳酸盐岩地层。

（一）大理组（ T_1d ）

为一套海相连续沉积的以碳酸盐岩为主的岩石，在矿区总厚为 235-910 米，分为 4 个岩性段。矿区内仅见第三至第四岩性段，呈隐伏状分布。

1、第三岩性段（ T_1d^3 ）：主要位于-460 至-640 米以下，自下而上为矽卡岩化条带状含白云质大理岩、条带状大理岩、大理岩及含白云质大理岩。厚度大于 220 米。

（1）矽卡岩化条带状含白云质大理岩：灰白色夹黄褐色，薄层状，细至中粒。主要由方解石及少量白云石，微量透辉石、石榴石、金云母、透闪石、石英等组成。条带为石榴石、透辉石等组成，宽 1-5 毫米。本层间夹条带状大理岩。厚度大于 67 米。

（2）条带状大理岩：灰、灰白色。薄层夹微薄层、中粒，条带状。主要由方解石，微量透辉石、皂石、石英、金云母等组成。条带宽 1-10 毫米，条带原成分为钙质、泥质，经变质成透辉石、石榴石、硅镁石、透闪石等。本层常具变余变形层理和残留缝合线构造。厚度约为 36 米。

（3）大理岩：白、灰白色，薄-中厚层状，中-粗粒，具缝合线构造。主要

由方解石及微量石英、金云母、透辉石、黄铁矿等组成。厚度约为 17 米。

(4) 含白云质大理岩：白、灰、褐黄、深灰色，薄层状，中-粗粒，具稀疏缝合线构造。主要由方解石、白云石及微量石英、金云母、透辉石、皂石等组成。厚度约为 100 米。

2、第四岩性段 (T_1d^4)：主要位于-365 米标高左右，自下而上为厚层大理岩、中厚层大理岩夹含白云质大理岩、含灰质白云石大理岩。厚度约为 107 米。

(1) 厚层大理岩：白、灰白色，厚层，中粗粒。主要由方解石及微量白云石，极微量石英、硅镁石、黄铁矿等组成。厚度约为 30 米。

(2) 中厚层大理岩夹含白云质大理岩：白、灰白色，中厚层（局部为厚层）大理岩主要由方解石及微量白云石，极微量的石英、硅镁石、黄铁矿等组成。含白云质大理岩的组分主要为方解石、白云石及微量石英、方镁石、透辉石、黄铁矿等。厚度约为 30 米。

(3) 含灰质白云石大理岩：灰白、粉红色，薄层-厚层，中-粗粒。含石膏假晶。主要由方解石、白云石及少量褐铁矿、微量硅镁石、方镁石、石膏、石英及黄铁矿等组成。厚度 23.12-47.72 米。

(二) 嘉陵江组 (T_{1-2j})

为一套“局限台地-潮坪-泻湖”体系下沉积的碳酸盐岩为主的岩石，其中以潮坪浅水强蒸发沉积环境为主，伴生强烈的白云岩化和蒸发盐矿物沉淀（石膏假晶/结核等），具体可分为 3 个岩性段，矿区内分布较广泛。

1、第一岩性段 (T_{1-2j}^1)，位于-125 米标高左右，自下而上，岩性为含灰质白云石大理岩、灰质白云石大理岩及白云质大理岩。厚度约 250 米。

(1) 含灰质白云石大理岩，灰白、肉红、淡黄色，中厚层-薄层，中粒。主

要由白云石、方解石及极微量石英、硅镁石、石膏、黄铁矿、褐铁矿等组成。厚度约为 35 米。

(2) 灰质白云石大理岩，常与含灰质白云石大理岩、白云石大理岩互层。灰白、紫红色，薄层夹中厚层，中粗粒。偶具条纹状微层及锯齿状、波浪状缝合线构造。本层下部见有较大的被方解石交代的石膏假晶或石膏被溶蚀所形成的假晶空洞。岩石主要由白云石、方解石及微量的硅镁石、方镁石、褐铁矿、石膏、硬石膏等组成。厚度约为 200 米。

(3) 白云质大理岩，灰白、粉红色，薄层夹中厚层，常具条纹状微层理，中-细粒。主要由方解石、白云石及微量高岭石、褐铁矿及极微量的石英、硅镁石等组成。厚度约为 15 米。

2、第二岩性段 ($T_{1.2j}^2$)，自下而上岩性为角砾状大理岩—黑白相间条带状含白云质大理岩、灰质白云石大理岩夹含白云质大理岩、大理岩。厚度约为 220 米。

(1) 角砾状大理岩—黑白相间条带状含白云质大理岩，灰白色，前者为厚层，后者为薄层状。含白云质大理岩主要由方解石，少量白云石及微量石英、高岭石、褐铁矿、硅镁石、方镁石、蛇纹石等组成。厚度约为 40 米。

(2) 灰质白云石大理岩夹含白云质大理岩，灰白，灰、米黄、紫红色，中厚层-薄层，中细粒。具波状起伏缝合线构造及角砾状构造。主要由白云石、方解石，及微量石英、高岭石、硅镁石、方镁石、褐铁矿等组成。厚度约为 100 米。

(3) 大理岩，灰白、黄褐、紫红色，中厚层-厚层，粗粒，质较纯。主要由方解石，微量白云石及极微量石英、硅镁石、透辉石、金云母、蛇纹石、褐铁矿

等组成。厚度约为 80 米。

3、第三岩性段 ($T_{1-2}j^3$)，自下而上为白云质大理岩、角砾状灰质白云石大理岩、角砾状白云质大理岩、灰质白云石大理岩。厚度约为 330 米。

(1) 白云质大理岩，灰色、黄褐色，主要由方解石及少量白云石和微量石英组成，并含石膏假晶。厚度约 100 米。

(2) 角砾状灰质白云石大理岩，灰白，黄褐、紫红色，薄层-中厚层，细-中粒，具条带状构造。主要由白云石及微量方解石，极微量石英、高岭石、磷灰石、赤铁矿、褐铁矿等组成，并含石膏假晶。厚度约 160 米。

(3) 角砾状白云质大理岩，灰白，黄褐、紫红色，厚层，中-细粒，条带状构造。主要由方解石，少量白云石及微量石英、褐铁矿等组成，并含石膏假晶。厚度约 50 米。

(4) 灰质白云石大理岩，黄褐色，厚层，中细粒。主要由白云石、方解石及少量地开石、氧化铁等组成。厚度约 20 米。

(三) 白垩系下统大寺组 (K_1d)

零星分布在矿区西部及 6—4 线间的 XI 号矿体附近，其岩性为流纹质凝灰角砾熔岩、凝灰岩。覆盖于岩体之上。

(四) 第四系 (Q)

分布较广，矿区 23 线以北大冶湖内有冲积砂、砾石层与湖积粘土层，地表矿体周围有残、坡积层和人工堆积层。

2.3.2 构造

根据残余地层分析，矿区构造由北西西向（近东西向构造的偏向）与北北东向的褶皱断裂叠加交切而成，北北东向构造强烈，成为矿床的主体构造型式。

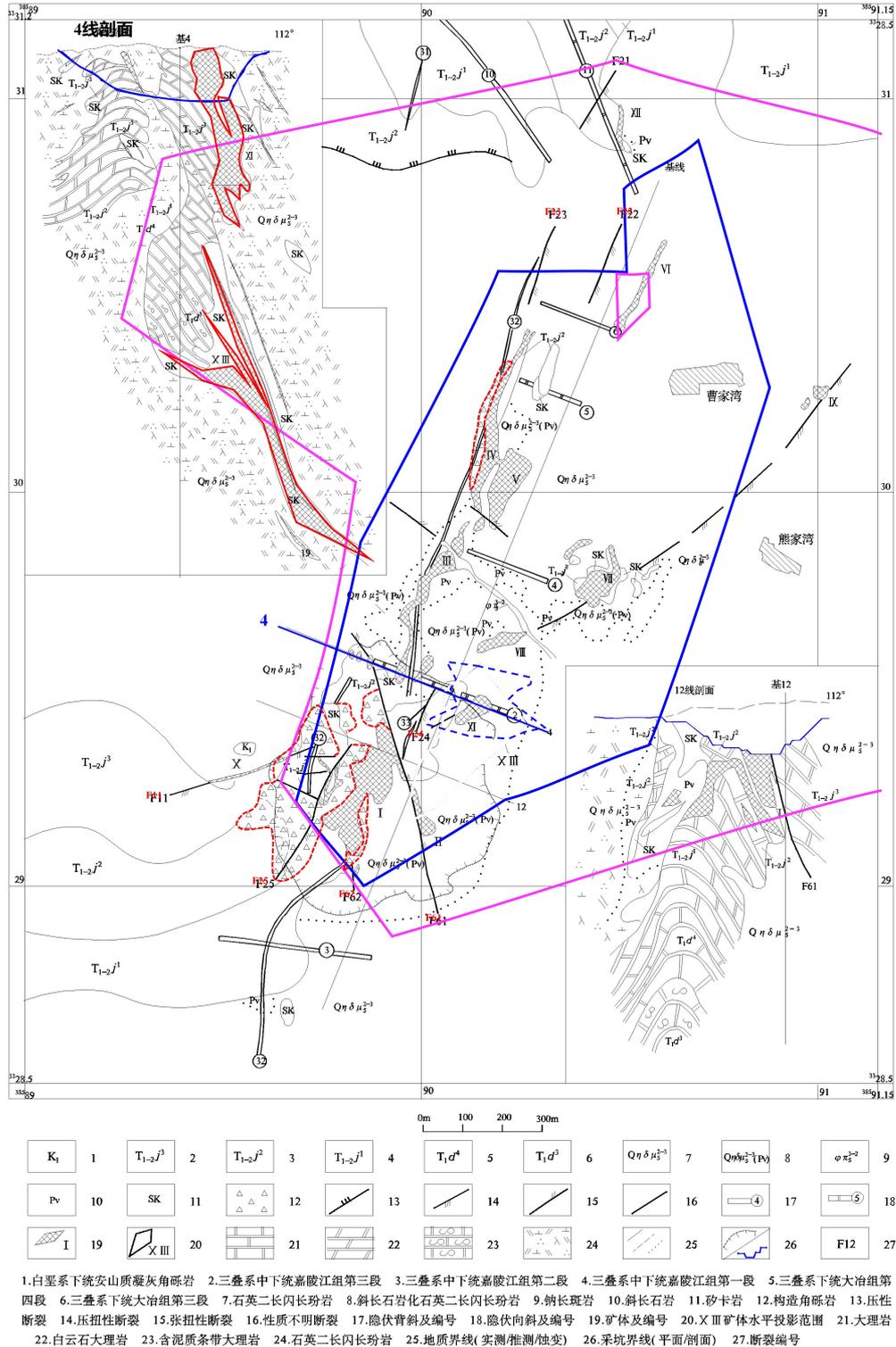


图 2-2 湖北大冶铜绿山铜铁矿床构造地质图

(一) 褶皱构造

主要为北西西向、北北东向。北西西向为大冶湖向斜南翼的次级褶皱，其中背斜见于 34 线③、9 线④、35 线⑥，向斜见于 6 线②、19 线⑤。北北东向为叠

加褶皱，以背斜形式出现，即柯家山-仙人座横跨背斜（32）。背斜轴部呈北东22°展布，向北倾伏，至大冶湖倾没。背斜核部地层为 T_1d^3 、 T_1d^4 ，翼部地层为 $T_{1-2}j^1$ - $T_{1-2}j^3$ 。是区内控制矿床的主体构造，矿床中的矿体群沿背斜的两翼及核部分布。受岩体侵入的影响，背斜保留不全，呈半岛状，背斜的中、北段仅保留其东翼部分。

（二）断裂构造

主要有北西、北北东、北东向三组。除 F11 断裂外，其余断裂延伸不大，一般只数十米至数百米。北西向断裂有 F61、F62、F63。北北东向有 F22、F23、F24、F25，分布于北北东向背斜的近轴部部位。北东向主要见 F11，该断裂规模较大，西自破钟山，往北东至 IX 号矿体，断续长达 2000 余米，控制着 X、VII、VIII、IX 号矿体的分布。

（三）破碎带

甚为发育，主要分布于接触带、矿体顶底板、背斜的轴部以及断裂带的局部。大致呈带状分布，角砾成份单一，与围岩基本一致。

破碎带的展布方向主要有北北东向和北东向两组：①北北东向破碎带，位于矿区南部 F62 断裂北部以及矿区柯家山-仙人座横跨背斜（32）北侧部，长一般为 170-600 米，宽 0.5-40 米，发育于 I 号矿体及其顶底板，II、IV 号矿体顶底板及 III 号矿体中部和底板；②北东向破碎带位于矿区西南部 I 号矿体西北部，展布方向为 65-70 度，断续长 800 米，发育于 I 号矿体北部、VIII 号矿体顶板和 XI 号矿体及其顶底板。

破碎带的成因为构造破碎、接触破碎和侵入爆裂破碎。发育于背斜轴部及断裂带中的破碎岩多属构造成因的破碎岩；发育于接触带，由于侵入作用使围岩及

早期岩体破碎而形成接触破碎岩；浅成岩体由于挥发份气液作用而导致爆裂现象形成震碎、隐爆破碎岩。

破碎带与成矿作用甚为密切。破碎带的发育、规模与矿体的分布、规模成正比。有些破碎带直接成为矿体的赋存空间，如XI号及VIII号矿体部分矿体赋存于角砾岩之中。

2.3.3 岩浆岩

主要为阳新杂岩体西北端之铜绿山岩株体，其主体岩性为石英二长闪长玢岩。

(一) 主要岩浆岩特征

1、地质特征

铜绿山石英二长闪长玢岩岩体，为燕山早期第三次岩浆侵入形成，在平面上东西长约 4000 米，南北宽约 3500 米，呈不规则短轴椭圆状，面积约 11km²，为一向南超覆，向南东倾斜的偏心蘑菇状岩株体。地表主要为边缘相石英二长闪长玢岩，在与碳酸盐岩地层接触地段，形成斜长石岩化石英二长闪长玢岩及斜长石岩。向深部岩石渐变为过渡相和中心相的斑状石英二长闪长岩及石英二长闪长岩。

(1) 石英二长闪长玢岩 (Qηδμ)：属浅成侵入相。深灰色、灰色，具斑状结构，斑晶与基质之比约为 3：2。斑晶主要由斜长石、角闪石、黑云母、石英等组成。矿区此类岩石普遍遭受钾长石化，以钾长石呈脉状和钾长石变斑晶最为普遍。

(2) 斑状石英二长闪长岩 (πQηδ)：属中浅成相。灰绿色，似斑状结构，斑晶以斜长石为主，偶见钾长石大斑晶，基质为石英、长石、绢云母等组成。

(3) 石英二长闪长岩 (Qηδ)：灰绿色，中粒结构，矿物成份及其含量同上述两种岩石。

2、岩石化学特征

(1) 岩石化学成份

石英二长闪长玢岩各组份平均百分含量为：SiO₂63.32%、TiO₂0.51%、

Al₂O₃16.17%、Fe₂O₃2.18%、FeO2.31%、MnO0.088%、MgO1.30%、CaO4.60%、Na₂O4.49%、K₂O3.35%、P₂O₅0.234%。其与戴里的同类岩石成分相比，SiO₂稍低，碱度较高。

(2) 钙碱指数

为 55.8-56.5，均属钙碱性岩，铁铜过渡型。

(3) 组合指数

岩石里特曼组合指数接近于 3 (2.98-3.02)，接近或稍高于全国含铜岩体 ($\delta=3$)，有利于铁铜矿化。

3、微量元素

与维氏值相比，铁族元素普遍存在，其 Co、V 偏高，而 Cr、Ni 偏低。成矿元素中 Cu、Mo、Pb 偏高，其中 Cu 高于维氏值近 3 倍，达 95.5×10^{-6} ，反映了岩浆含铜较高，是含矿岩体的特征之一，与铜矿化在成因上有密切的地球化学联系。

(二) 脉岩

矿区晚期岩脉较为发育，主要有钠长斑岩脉、细晶岩脉、煌斑岩脉及少量闪长玢岩脉。脉岩在空间分布上具有一定的规律，如钠长斑岩主要分布于矿区 0 线以北，而煌斑岩脉和闪长玢岩脉主要分布于 0 线以南。

上述岩脉均产于石英二长闪长玢岩体及矿体中，系成矿后岩浆活动的产物。其中钠长斑岩的延伸、延深及厚度变化较大，并常具平列、局部分枝及尖灭再现的特点。

钠长斑岩、煌斑岩及闪长玢岩脉与矿体接触处界线明显，岩脉两侧矿体没有明显的位移，对矿体的破坏作用较小。

2.3.4 变质作用和围岩蚀变

(一) 接触变质作用

1、热接触变质作用

岩浆侵入围岩中，使碳酸盐岩变质为大理岩—白云石大理岩。矿区碳酸盐地层被岩浆岩分割包裹，普遍遭受强烈的大理岩化。其变质产物与原岩成分有关，

原岩为灰岩者均变质为中—粗粒大理岩，白云岩变质为中—细粒白云石大理岩。

2、接触交代变质作用

当岩浆侵入围岩后，在岩体与碳酸盐岩地层接触带两侧，形成不同形态、规模及类型的矽卡岩体。矽卡岩岩石类型主要有石榴石矽卡岩、透辉石矽卡岩、金云母矽卡岩、金云母透辉石矽卡岩、石榴石透辉石矽卡岩及斜长石岩等。这些矽卡岩分带明显且与成矿关系密切，往往构成矿体的直接围岩。

(二) 围岩蚀变

主要有硅化、透辉石化、金云母化、钠化、绿帘石化、碳酸岩化，钾长石化等（表 2-1），其中钠化与铁矿化，钾化、硅化与钼矿化，钾化、碳酸岩化与铜矿化关系密切。

矿区内上述三叠系地层，沿北北东方向呈残留体，其两侧均为石英二长闪长玢岩所包围。此残留体经强烈的构造活动，具复杂的褶皱与断裂破碎，形成极其复杂的接触断裂复合构造，控制矿床主要矿体的分布。各主要矿体沿残留体上、下接触带分布，局部交叉形成矿结，如Ⅲ₂矿体在 7 线部位、XⅢ号矿体 0、2、4、6 线。其次，沿残留体内大理岩层间破碎带有规模较小的矿体赋存。再其次沿残留体上下接触带内带，有与零星大理岩捕虏体分布有关或与构造裂隙有关的小矿体分布。

表 2-1 矿区围岩蚀变统计表

岩石名称	蚀变种类	
	主要的	次要的
大理岩	硅化、透辉石化、金云母化	
矽卡岩斜长石岩	硅化、钠化、绿帘石化、碳酸岩化，钾长石化	高岭石化、蒙脱石化，铁硅化
岩浆岩	透辉石化、绿帘石化、碳酸岩化，硅化，钾长石化	高岭石化、蒙脱石化、铁硅化

2.3.5 矿床特征

铜绿山矿区南起喻家山（28 线），北止大冶湖（63 线），东起熊家湾，西止柯锡太，面积约 3.5km²。区内现已发现 13 个铜铁规模矿体，I、Ⅲ、Ⅳ、XⅢ为主矿体，Ⅱ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅺ、Ⅻ等为次矿体。除Ⅸ号矿体外，分布范围南北长

2100 米，东西宽 600 米，面积约 1.2km²。矿体的分布主要受北北东、北东东向两组构造控制，排列成两个带。其中北北东向矿体沿北 22°东延伸，为 I、II、III、IV、V、VI、XI、XII、XIII 号矿体；北东东向矿体沿北 68°东方向延伸，有 X、VIII、VII、IX 号矿体，这些矿体规模小，分布零星，互不连续。上述矿体在剖面上呈透镜状或似层状，主要赋存于石英二长闪长玢岩与大理岩的接触带上，其次赋存在接触带附近的大理岩层间，极少赋存于接触带附近的岩体内。因此，接触构造是本矿床矿体连接与对比的主要依据。

在 I、II、III、IV、V、VI、VII、XI、XII、XIII 等十个矿体中，除 II、XII 号矿体外，其余矿体都是由两个到数十个呈雁行排列的由不同类型矿石组成的矿体群。矿体在平面上表现为一组出露深度不等的平行脉，剖面上呈雁行式斜列，具尖灭再现现象，单脉呈似层状、狭长透镜状，倾角 50-80 度不等。各矿体长一般为 200-500 米，延深较大，一般为 100-650 米，局部可达-1000 米以下。III 号矿体在-820 米以下，XIII 号矿体在-1200 以下仍未尖灭。

此外，在 I、III、IV、XI、XIII 等矿体的顶底板及附近分布有单钼矿体，在远离接触带的大理岩（或矽卡岩）及岩浆岩中分布有小的铜矿体。这类矿体，规模小，变化大，但都分布在主矿体的周围。

各矿体主要特征见表 2-2。

表 2-2 铜铁矿体特征表

矿体号	分布范围	长度 (米)	延深 (米)	倾向/倾角	厚度 (米)	矿体平均品位		矿体形态	主要矿石类型	备注	
						Cu(%)	TFe(%)				
I	I ₁	8-28 线	400	最深 320, 一般 32-270	SE/70-80	40-60	2.23	51.24	透镜状 (向北侧伏)	铜铁矿石	
	I ₂	12-28 线	250	220-410	SE/	4-6	1.09	37.38	似层状	铜铁矿石,次为 含铜矽卡岩	
II	10-18 线	240	最深 105-120 一般 60	SE/80-85	34-76	2.33	47.31	楔形	铜铁矿石,次为含 铜矽卡岩、铁矿石	已采空	
III	III ₁	11-2 线	375	24-76	SE/50-60	4-54	0.79	44.49	透镜状	铜铁矿石, 次为 铜矿石、铁矿石	
	III ₂	0-13 线	350-400	150-1000	SE/50-85	14-120	1.63	37.1	透镜状	铜铁矿石	
	III ₃	9 线	100	90	SE/35	5-24	1.24	30.81	透镜状	含铜磁铁矿及 含铜矽卡岩	
	III ₄	1-5 线	150	上下延深边界 未控制	SE/50-60	12-35	1.46	38.65	透镜状	铜铁矿及铜矿石	
	III ₅	3	不详	边界未控制	SE/50-60	15		43.02	透镜状	铁矿石	
IV	IV ₁	13-35 线	520	50-366 最大 590	SE/65-75	18-45	1.58	37.75	扁豆状及似层 状	铜铁矿石, 次为 铜矿石, 铁矿石	
	IV ₂	13-39 线	600	125-330 最大 370	SE/35-55	7-66	1.53		似层状透镜状	铜铁矿石、铜矿石	
	IV ₃	31-39 线	250	78-780	SE/53		1.43	31.1	藕节状	铜铁矿石, 铜矿石、 铜硫矿石	
	IV ₄	13-19 线	50~100	105-135	SE/40		0.7	35.48		含铜矽卡岩、贫铁 矿	
	IV ₅	31-35 线	150	50-70		8.16-21.21				铜铁矿石	
V	13-19 线	200	110	SE/5-45	20-45	1.43	45.7	楔形	铜铁矿石		

续表 2-2 铜铁矿体特征表

矿体号	分布范围	长度 (米)	延深 (米)	倾向/倾角	厚度	矿体平均品位		矿体形态	主要矿石类型	备注	
					(米)	Cu(%)	TFe(%)				
VI	31-51 线	320	110-205	SE/65	厚 5.55-27.16	0.66	33.15	楔形	铜铁矿石, 次为铜矿石		
VII	VII ₁	9-15 线	165	35-105	SE/40	12.4	1.35		囊状	铜铁矿石	古矿 遗址 压覆
	VII ₂	7-15 线	200	35-285	SE/65	3.98-20.9	0.63-1.2 9	27.87-40.7 6		铜矿石为主, 次为 铜铁矿及铁矿石	
VIII	3-0 线	115	35-70	SE/60		0.72	27.69		含铜磁铁矿石	已采 空	
IX	螺丝塘	矿体出露地表几乎全部被古人采空									
X	破钟山	190	73	SE/67	2.57	1.71	43.86		赤铁矿		
XI	2-10 线	260	447-665	SE/70		1.71	38.85	似层状透镜状	铜铁矿石、铜矿石		
XII	51-57 线	150	180-215	SE/55	6-35	0.97	40.45	透镜状	铜铁矿石		
X III	3-10 线	300	389-709	SE/30-85	33.35	1.49	37.42	似层状透镜状	铜铁矿石、铜矿石	本次 勘探	

2.3.6 本次工作矿体（群）特征

XⅢ号矿体（群）经7条剖面61个钻孔控制（表2-3），由1个主矿体、7个分支矿体及50个小矿体组成，呈隐伏矿体，矿体受岩体与大理岩接触带及复合其上的断裂控制，形态、产状随接触带及断裂裂隙的变化而改变（图2-3）。其主体赋存于1-10线基线东侧，埋藏标高在-323至-1272米之间，走向北北东，倾向南东东，倾角30-85°。走向延伸300米，倾向延伸389-709米。矿体向北至1线与Ⅲ₂矿体毗邻，在4线、2线倾向上与Ⅺ号矿体相邻，最近距离不超过50米，处于接触带的向下延伸部位。

矿体主要赋存于隐伏背斜东翼的倾没端舌状体部位，沿大理岩与石英二长玢岩的上下接触带分布，在走向和倾向上均有分枝复合现象，在舌状体前锋合为一体，局部分叉伸入距接触带较远的矽卡岩中或大理岩层间，整体形态呈“丫”字形。主矿体主要受接触带控制，分支矿体主要受复合于接触带之上的断裂构造控制，倾角较陡。矿体走向上向北在4线、2线、0线向上接触带方向分支，至1线复合，向南在6线、8线、10线向上、下接触带方向分枝；倾向上均具有向深部复合，向浅部分枝的趋势。矿体在6-2线之间较厚大，向北和向南均有变薄的趋势。矿体铜品位在6-4线之间较高，局部有高品位黄铜矿矿石及含铜磁铁矿矿石存在，向北及向南均有贫化的趋势。矿体厚度及品位变化在走向上较大，在倾向上相对稳定。矿石类型主要为铜铁矿石，次为铜矿石及铁矿石。

XⅢ号主矿体资源量占XⅢ号矿体（群）资源总量的80%，隐伏于1-8线，赋存标高在-514至-1227m之间，沿残留大理岩与岩体的下部接触带呈似层状产出。走向北东（约35°），延长300米，倾向南东，倾角30-85°，倾向延伸389-709米。矿体总体向南侧伏，侧伏角约50°。以4线为界，矿体向北在4线、2线、0

线、1线主要赋存于大理岩与石英二长玢岩的下接触带，矿体沿倾向延伸较长（431-709米），产状变化均较大，沿北西向浅部倾角较缓，约30-45°，沿南东向深部倾角变陡，约60-85°；向南在6线、8线主要赋存于大理岩与石英二长玢岩的上接触带，矿体沿倾向延伸明显变短（389-552m），矿体产状较稳定，倾角约50°。厚度及品位变化在走向上较大，在倾向上相对稳定。平均视厚度33.35m，厚度变化系数70.83%，为较稳定型。矿体铜平均品位1.49%，品位变化系数82.68%，为较均匀型。全铁平均品位37.42%，品位变化系数25.54%，为均匀型。

表 2-3 铜绿山矿床 X III 号主矿体剖面形态特征表

矿体编号	剖面号	见矿工程	穿矿厚度 (米)	赋存部位	赋存标高 (米)		控制延深 (米)	矿体形态	是否尖灭
					矿体顶端	矿体底端			
XIII 主	8	8-725TK3	9.00	上接触带	-775	-1120	389	似层状 (分支复合)	尖灭
		ZK801	13.45						
		8-725TK2	15.00						
		8-725TK1	5.00						
		ZK803	4.81						
		8-725TK3	20.50						
		ZK801	26.10						
	6	ZK604	3.22	接触带 中部 (靠近 上接触带)	-702	-1171	552	似层状 (分支复合)	未尖灭
		6-725TK4	6.00						
		ZK605	43.11						
		6-725TK4-1	41.30						
		6-725TK2	20.00						
		6-725TK1	42.00						
		ZK604	5.84						
		6-725TK4	17.00						
	ZK605	11.35							
	4	4-725TK7	1.50	下接触带	-657	-1227	709	似层状 (分支复合)	未尖灭
		4-725TK6	12.00						
		ZK403	26.95						

表 2-3 铜绿山矿床XⅢ号主矿体剖面形态特征表

矿体 编号	剖面 号	见矿工程	穿矿 厚度 (米)	赋存 部位	赋存标高(米)		控制 延深 (米)	矿体 形态	是否尖 灭						
					矿体 顶端	矿体 底端									
		TZK402	51.18	下接 触带	-657	-1227	709	似层状 (分支 复合)	未 尖 灭						
		4-725TK5	5.00												
	4	4-725TK5	70.50												
		ZK404	53.41												
		4-725TK2	67.50												
		4-725TK1	58.50												
		ZK405	18.38												
		ZK405	66.40												
		ZK406	24.41												
		4-725TK6	10.50												
		TZK402	8.30												
	2	2-725TK5	61.00							下接 触带	-585	-990	466	似层状	未 尖 灭
		TZK204	8.83												
		TZK204	23.38												
		ZK205	47.15												
		2-725TK4	13.57												
		2-725TK4	11.96												
		2-725TK3	9.40												
	0	ZK001	5.02							下接 触带	-514	-964	552	似层状	尖 灭
ZK001		5.07													
0-605TK3		11.00													
0-605TK3		15.00													
0-605TK3		3.00													
0-605TK2		9.50													
0-605TK2		14.50													
0-605TK1		14.00													
TZK005		13.77													
ZK004		33.03													
0-725TK2		40.40													
1	ZK103	52.08	下接	-621	-1016	431	似层状	尖							

表 2-3 铜绿山矿床 X Ⅲ号主矿体剖面形态特征表

矿体 编号	剖面 号	见矿工程	穿矿 厚度 (米)	赋存 部位	赋存标高(米)		控制 延深 (米)	矿体 形态	是否尖 灭
					矿体 顶端	矿体 底端			
		ZK104	19.33						
		ZK105-1	31.91						
		ZK105-1	35.21						
		1-605TK1	76.70						

分支矿体 X Ⅲ支 1、X Ⅲ支 2、X Ⅲ支 3、X Ⅲ支 4、X Ⅲ支 5、X Ⅲ支 6 分布于主矿体的上盘，X Ⅲ支 7 分布于主矿体的下盘，各分支矿体特征见表 2-4。

X Ⅲ支 1 分布于 10、8、6、4 线，赋存于大理岩与石英二长玢岩的上接触带或外接触带的断裂裂隙中，主要呈脉状产出，剖面上矿体与主矿体分离，矿体走向长约 250m，沿倾向产状较陡（45-70°），延深较大（160-581m），厚 1.5-9m，Cu 平均品位 2.57%，TFe 平均品位 27.50%。

X Ⅲ支 2 分布于 10、8、6、4 线，赋存于大理岩与石英二长玢岩的上接触带或内接触带的断裂裂隙中，主要呈脉状产出，与 X Ⅲ支 1 近似平行，呈左行排列，剖面上矿体与主矿体分离。矿体走向长约 250m，沿倾向产状较陡（45-70°），延深较大（178-317m）。厚 1.17-6m，Cu 平均品位 2.05%，TFe 平均品位 29.40%。

X Ⅲ支 3 分布于 4、2、0 线，赋存于大理岩与石英二长玢岩的接触带中的断裂裂隙膨大部位处，主要呈透镜状产出，剖面上矿体与主矿体分离。矿体走向长约 150m，沿倾向产状较陡（50-70°），倾向延伸较小（125-160m），但厚度较大，厚 1.50-30m，Cu 平均品位 1.31%，TFe 平均品位 36.57%。

X Ⅲ支 4 分布于 2、0 线，赋存于大理岩与石英二长玢岩的接触带中的断裂裂隙中，主要呈脉状产出，剖面上矿体与主矿体分离，矿体走向长约 100m，沿

倾向产状较陡（60°），延深较小（120-165m）。厚 1.50-6m，Cu 平均品位 3.35%，TFe 平均品位 29.33%。

X III 支 5 分布于 2 线、0 线，赋存于大理岩与石英二长玢岩的接触带中的断裂裂隙中，主要呈似层状或透镜状平行于 X III 支 4 产出，剖面上矿体与主矿体分离，矿体走向长约 100m，沿倾向产状较陡（60-70°），矿体在 2 线厚度较大，延深也较大（368m）。向北在 0 线厚度变薄，延深也变小（75m）。厚 5-40m，Cu 平均品位 1.49%，TFe 平均品位 38.67%。

X III 支 6 分布于 2 线、0 线，赋存于大理岩与石英二长玢岩的上接触带，主要呈脉状平行于 X III 支 5 产出，剖面上矿体与主矿体分离，矿体走向长约 100m，沿倾向产状较陡（60-80°），矿体在 2 线厚度较大，延深也较大（170m）。向北在 0 线厚度变薄，延深也变小（65m）。厚 1.50-6m，Cu 平均品位 0.98%，TFe 平均品位 31.18%。

X III 支 7 分布于 8 线、6 线，赋存于大理岩与石英二长玢岩的下接触带，主要呈脉状产出，与主矿体近似平行分布，剖面上矿体与主矿体分离，矿体走向长约 100m，沿倾向产状较陡（50-60°），矿体在 6 线延深较小（146m），但厚度稍大。向南在 8 线厚度变薄，延深变大（423m）。厚 0.95-8 米，Cu 平均品位 0.94%，TFe 平均品位 42.54%。

表 2-4 铜绿山矿床 X III 号分支矿体剖面形态特征表

矿体编号	剖面号	见矿工程	穿矿厚度（米）	赋存部位	赋存标高（米）		控制延深（米）	矿体形态	是否尖灭
					矿体顶端	矿体底端			
XIII 支 1	10	ZK1002	4.50	上接触带	-514	-649	160	脉状	未尖灭

表 2-4 铜绿山矿床XⅢ号分支矿体剖面形态特征表

矿体 编号	剖面 号	见矿工程	穿矿 厚度 (米)	赋存 部位	赋存标高(米)		控制 延深 (米)	矿体 形态	是否 尖灭
					矿体 顶端	矿体 底端			
XⅢ支2		10-ZK1	8.00						
	8	8-ZK1	16.95	上接 触带	-377	-928	581	脉状	未 尖 灭
		ZK802	21.00						
		8-605TK2	4.50						
		8-605TK3	6.00						
		8-605TK1	0.50						
		8-725TK5	9.80						
		8-725TK4	3.00						
		8-725TK3	1.50						
		ZK801	5.60						
		8-725TK2	1.50						
	6	ZK601	12.60	接触带 中部 (靠近上 接触带)	-442	-826	403	脉状	尖 灭
		ZK604	2.12						
		6-725TK4	3.90						
		ZK605	4.65						
	4	ZK403	0.67	接触带 中部 (靠近上 接触带)	-475	-901	458	似层状	尖 灭
		4-725TK8	3.00						
		TZK402	17.08						
		4-725TK5	8.50						
		ZK404	8.92						
10	ZK1001	2.60	岩体	-417	-557	178	脉状	未 尖 灭	
	ZK1002	5.43							
	8	8-ZK1	1.50	岩体	-323	-623	317	脉状	未 尖 灭
		ZK802	5.80						
		8-605TK2	7.50						

表 2-4 铜绿山矿床XⅢ号分支矿体剖面形态特征表

矿体 编号	剖面 号	见矿工程	穿矿 厚度 (米)	赋存 部位	赋存标高(米)		控制 延深 (米)	矿体 形态	是否 尖灭
					矿体 顶端	矿体 底端			
		8-605TK3	6.00						
	6	ZK601	5.83	上接 触带	-427	-663	243	脉状	未 尖 灭
		ZK604	4.72						
	4	ZK403	1.17	上接 触带	-460	-697	246	脉状	尖 灭
		4-725TK8	1.50						
	XⅢ支3	4	4-725TK8	1.50	上接 触带	-618	-743	135	透镜状
TZK402			14.60						
TZK402			7.19						
2		TZK204	53.85	接触带 中部 (靠近	-562	-660	125	似层状	未 尖 灭
		ZK205	6.27						
0		TK002	53.28	上接 触带	-473	-618	160	似层状	尖 灭
		TZK005	30.44						
		ZK002	7.65						
XⅢ支4		2	TZK204	13.15	上接 触带	-511	-657	165	透镜状
	ZK205		7.41						
	0	ZK002	4.64	上接 触带	-450	-554	120	脉状	尖 灭
		ZK004	3.63						
XⅢ支5	2	2-425TK1	34.5	上接 触带	-392	-740	368	似层状	未 尖 灭
		TZK204	79.7						
		ZK205	87.27						
		ZK203	23.8						
	0	ZK004	13.36	上接 触带	-415	-480	75	透镜状	尖 灭
XⅢ支6	2	ZK205	86.12	上接 触带	-351	-517	170	似层状	尖 灭
	0	ZK004	3.7	上接 触带	-383	-437	65	脉状	尖 灭

表 2-4 铜绿山矿床XⅢ号分支矿体剖面形态特征表

矿体 编号	剖面 号	见矿工程	穿矿 厚度 (米)	赋存 部位	赋存标高(米)		控制 延深 (米)	矿体 形态	是否 尖灭
					矿体 顶端	矿体 底端			
XⅢ支7	8	ZK802	9.00	下接 触带	-891	-1156	423	脉状	未 尖 灭
		ZK801	0.95						
		ZK803	4.19						
	6	ZK604	11.87	下接 触带	-823	-942	146	似层状	尖 灭
		6-725TK4	12.00						
		ZK605	13.77						
		TZK402	14.60						

除主矿体和分支矿体外，还有小矿体 50 个。小矿体主要分布于主矿体的上下盘附近，受同一侵入-接触构造控制，多产于接触带，部分产于岩体内大理岩捕虏体中，还有少量矿体产于岩浆岩内或大理岩层间。矿体多呈脉状、透镜状，在剖面上多呈雁行状近似平行分布，矿体一般长 50-100m，延深 40-280m，倾向南东东，倾角 30-76°。矿石类型以铜矿石为主，次为铜铁矿石、铁矿石。

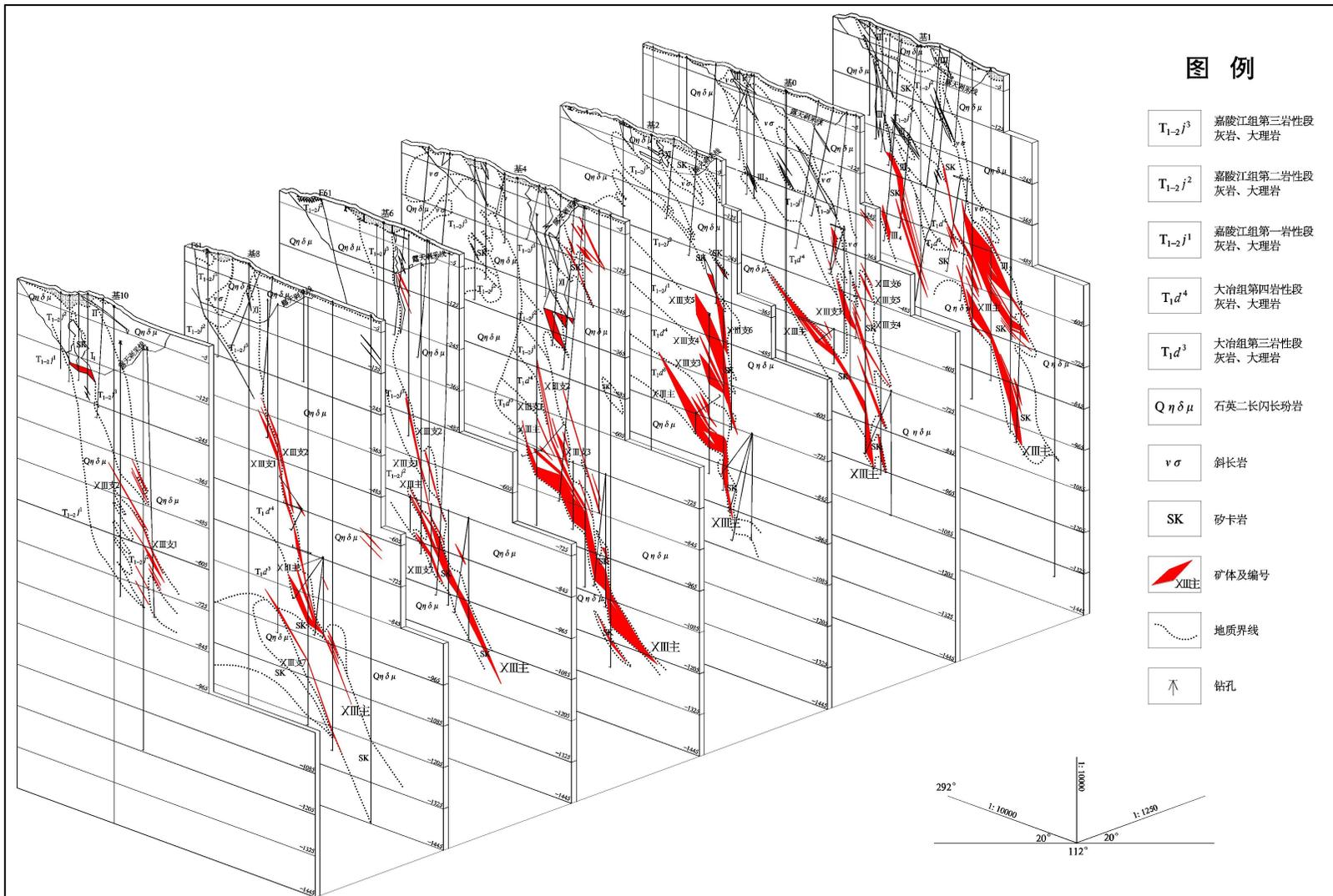


图 2-3 铜绿山铜铁矿床XⅢ号矿体剖面透视图

2.3.7 矿石特征

(一) 矿物组成与结构构造

铜绿山矿区内矿石中矿物多达 130 余种，可利用的矿物 49 种，常见的有 19 种，脉石矿物 81 种（表 2-5）。硫化物的种类较多，硅酸盐次之，还有氧化物、碳酸盐、硫酸盐、磷酸盐氧化物及自然元素。

表 2-5 矿石中矿物成分统计表

	金属矿物		脉石矿物
	氧化物	硫化物	
主要的	磁铁矿、赤铁矿、孔雀石	黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿	方解石、白云石、石英、叶蛇纹石、玉髓、透辉石、次透辉石、钙铝榴石、矽铁榴石、金云母
次要的	褐铁矿、蓝铜矿、赤铜矿、菱铁矿、自然铜、假孔雀石、磁赤铁矿	辉铜矿、白铁矿、方黄铜矿、胶状黄铁矿、辉钼矿、闪锌矿	拉长石、中长石、奥长石、钠长石、正长石、高岭石、蒙脱石、绿帘石、铁白云石、叶绿泥石、淡斜绿泥石、绿高岭石、透闪石、阳起石、多水高岭石

主要矿石铜铁矿石，金属硫化物占 5%左右，以黄铜矿较多，次是黄铁矿、斑铜矿、辉铜矿，再次是砷黝铜矿、闪锌矿，金属氧化物占 42-88%，主要是磁铁矿，次是赤铁矿。矿石矿物的含量关系是：磁铁矿>黄铜矿>黄铁矿>斑铜矿>辉铜矿。

(二) 矿石结构、构造

铜绿山矿区矿石中类较多，有氧化带、混合带及原生带之分，而本次工作 X III 号矿体为隐伏矿体，矿石氧化程度浅，氧化带不发育，全为原生矿石。

(1) 矿石结构

X III 号矿体主要有它形、半自形、自形粒状结构，固溶体分解结构，熔蚀交代结构，压力结构等。

(2) 矿石构造

XⅢ号矿体主要为致密块状构造、浸染状构造、星点状构造、角砾状构造，次为脉状构造、网脉状构造及粉粒状构造。

（三）化学成分

矿石的有用组分是铜、铁、钼，伴生可综合利用组分硫、金、银、钴、铀、硒、碲、镓、铼等，铜矿石和铜铁矿石中有害元素砷、锌、镁、氟在矿石和精矿中都低于规定要求。

2.3.8 矿石类型和品位

（一）矿石类型

1、矿石自然类型

仅对铜矿石进行了自然类型划分。按铜矿石的氧化率（氧化铜中铜/全铜），将大于 30%划为氧化矿石，10-30%划为混合铜矿石，小于 10%为原生铜矿石。

XⅢ号矿体为隐伏矿体，矿石氧化程度浅，氧化带不发育，全为原生矿石。

2、矿石工业类型

本次工作根据目的的任务以及主攻矿种，将XⅢ号矿体（群）按有用组分划分为铁矿石、铜铁矿石、铜矿石三个工业类型。

（1）铁矿石

铜绿山矿区有氧化铁矿石和原生铁矿石两个亚类，XⅢ号矿体全为原生铁矿石，由磁铁矿和极少量赤铁矿组成，分布不广泛，大多分布在铜铁矿的边部或夹于铜铁矿石中与铜铁矿石为一体，部分分布于铜铁矿体的上部或下部相距不远的部位，沿走向多难以对应，沿倾向一般延深不大，为 50-150m。

（2）铜铁矿石

铜绿山矿区内可分为氧化铜铁矿石和硫化(原生)铜铁矿石两个亚类。XⅢ号矿体全为硫化(原生)铜铁矿石,矿石矿物主要由磁铁矿、黄铜矿组成,含有少量赤铁矿、斑铜矿、辉铜矿等,脉石矿物主要为透辉石、金云母、石榴石、方解石、白云石、石英、玉髓、绿泥石等。

(3) 铜矿石

铜绿山矿区内主要分为氧化铜矿石与硫化铜矿石两个亚类, XⅢ号矿体全为硫化(原生)铜矿石。硫化铜矿石的含铜矿物主要为黄铜矿、斑铜矿及少量的辉铜矿组成,矿体与围岩无明显界线,需据化学分析结果来圈定矿体。按含矿围岩性质不同可分为含铜矽卡岩、含铜大理岩、含铜石英二长闪长玢岩三类,以含铜矽卡岩为主。

(二) 矿石品位

XⅢ号矿体,铜以矿体中心部位最富,在4线、6线中心部位品位大于2.5%,向四周逐渐变低,至边缘则渐变为<1%。铜铁矿石铜品位要高于铜矿石,铜铁矿石铜平均品位1.51%,铜矿石铜平均品位1.36%。高品位矿石主要赋存于-800m至-1000m标高间,局部在-650m标高以上。矿体全铁平均品位37.30%,铁矿石含铁(平均43.09%)要高于铜铁矿石(平均35.99%)。

2.3.9 矿体(层)围岩和夹石

(一) 矿体围岩

XⅢ号矿体顶、底板围岩主要为高岭石化石英二长闪长玢岩、石榴石透辉石矽卡岩,局部为大理岩、白云质大理岩。现将各类岩石的矿物成分、蚀变情况及化学成分和有用元素含量叙述如下:

1、高岭石化石英二长闪长玢岩

主要由斜长石、钾长石、石英、角闪石、黑云母等组成。有高岭石化、蒙脱石化、局部有矽卡岩化。

化学成分: SiO_2 63.01%、 Al_2O_3 16.33%、 Fe_2O_3 2.37%、 FeO 2.89%、 CaO 4.43%、

Na₂O4.34%、K₂O3.29%、Cu0.02%、Au0.18×10⁻⁶、Ag0.00×10⁻⁶。

2、石榴石透辉石矽卡岩

主要由透辉石、石榴石、滑石、金云母、微量黄铜矿、黄铁矿、蛇纹石组成，一般都有较强的碳酸盐化。其 Cu 含量一般小于 0.10%、TFe 含量一般小于 10%。

3、大理岩

主要由方解石组成，含有微量石英、金云母、透辉石、黄铁矿等。局部有矽卡岩化。

化学成分：CaO53.66%、MgO0.78%、TFe0.40%、SiO₂2.19%、Al₂O₃0.52%、Cu0.04%、Au0.10×10⁻⁶、Ag0.3×10⁻⁶。

4、白云质大理岩（白云石大理岩）

主要由白云石、方解石组成，含有微量石英、玉髓、褐铁矿等。局部有矽卡岩化。

化学成分：CaO33.58%、MgO19.73%、TFe0.96%、SiO₂0.92%、Al₂O₃0.09%。

（二）夹石

XⅢ号矿体中夹石主要为大理岩、矽卡岩、高岭石化石英二长闪长玢岩或斜长石岩化石英二长闪长玢岩、钠长斑岩及闪长玢岩等。夹石规模一般较小，延续性差，对矿体完整性影响不大。

分布在 4-0 线（表 2-6），夹石厚 4.32-17.03m，延长 40-125m。岩性主要为矽卡岩，在 4 线、2 线见闪长玢岩或大理岩。

表 2-6 XⅢ号矿体夹石统计表

线号	工程号	间距			延长	岩石名称
		自	至	厚		
4	4-725TK5	92.10	102.60	10.50	57	闪长玢岩
	ZK405	1115.28	1121.00	5.72	104	石榴石透辉石矽卡岩
2	TZK204	344.09	361.12	17.03	54	石榴石矽卡岩
	2-725TK4	155.97	160.29	4.32	42	石榴石透辉石矽卡岩
0	0-605TK3	84.00	90.00	6.00	125	石榴石透辉石矽卡岩

	0-605TK2	55.50	64.50	9.00	石榴石透辉石矽卡岩
--	----------	-------	-------	------	-----------

2.3.10 矿石加工选冶技术性能

(一) 试验研究方法及其结果

铜绿山为开采多年的老矿山，XⅢ号矿体为深部延续矿体，详查阶段根据其矿石类型类比Ⅲ号矿体勘探阶段，对矿石选冶性能进行了类比研究。

其中最主要的混合-硫化铜铁矿石，采用浮选回收铜，浮选尾矿用磁选回收铁的流程，经试验为“易选”矿石，选矿指标为：铜精矿品位 21.40-30.65%，回收率 88.89-93.38%；铁精矿品位 57.50-62.83%，回收率 50.06-75.42%。

(二) 实际选矿情况

矿山选矿工艺为先浮选铜，再加强磁选铁（图 2-4）。

原生矿 2023-2024 年实际选矿情况：原矿入选平均品位 Cu:0.98%，铜精矿品位 19.83%，选铜综合回收率 92.38%；铁精矿品位 64.18%，选铁回收率 54.72%。铜精矿金品位 10.54×10^{-6} ，铜精矿银品位 79.39×10^{-6} 。

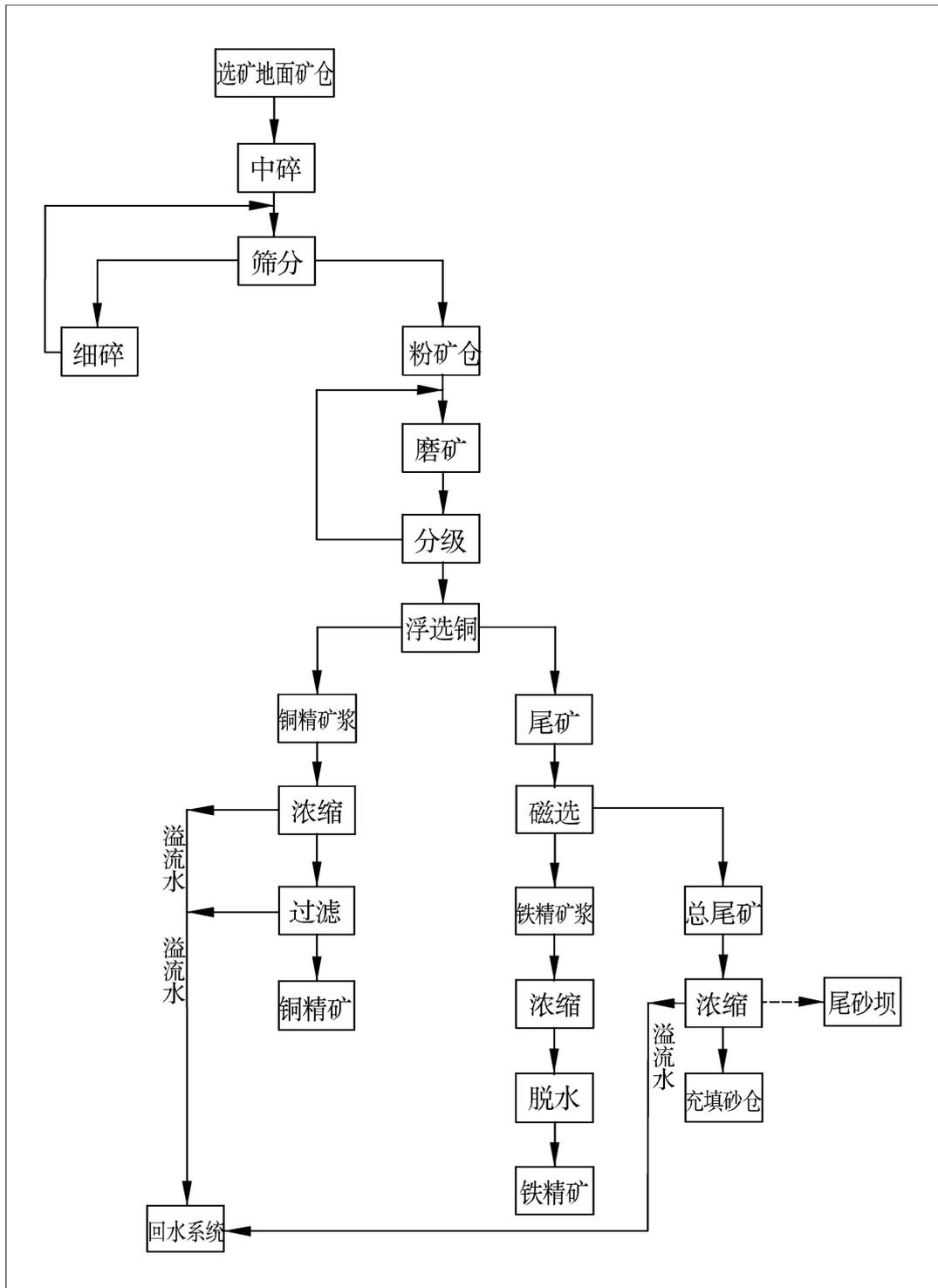


图 2-4 铜绿山铜铁矿生产选矿工艺流程图

(三) 矿石加工性能评价

选矿试验及实际生产表明，采用先浮选铜再加强磁选铁的方法，原生矿石选别指标较好，精矿符合冶炼精砂质量标准，说明矿床深部矿石的可选性能良好，而XⅢ号矿体为原矿床向深部的延深，铜矿石和铜铁矿石均与其他矿体原

生矿矿石类型一致，基本没有变化，因此其可选性能应同样较好。

根据《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》（DZ/T0340-2020）以及《固体矿产勘查工作规范》（GB/T33444-2016）要求，XⅢ号矿体属于深部延续矿体，与Ⅲ号矿体矿石类型基本一致，矿体资源量达中型规模，矿石属于易选矿石，详查阶段仅对XⅢ号矿体加工选冶技术性能进行了类比研究，因此本次勘查工作可采集相应XⅢ号矿体原生矿矿石（100~200kg），按照矿山现行的加工选冶工艺流程进行实验室验证试验，必要时进行可选性试验研究，从而详细查明矿区内XⅢ号矿体矿石加工选冶技术性能。

2.4 矿床开采技术条件

2.4.1 区域水文地质条件

项目区地势南高北低，从东南部标高 660.1m 的鹿耳山低山区过渡至北部标高 14.5 米的大冶湖湖盆，中间为丘陵残丘区。低山区由碳酸盐岩构成，岩溶地貌发育；湖区则由粘土沉积物组成，地势平坦。区内属亚热带大陆性气候，雨量充沛且集中，年均降水量 1382.6mm。最大地表水体为大冶湖，属中型浅水湖泊，是区域地表及地下水的最终汇集地，并通过多条季节性河流（如牛鼻孔河、青山河）进行补给。区域水文地质条件复杂，根据含水介质与富水性可分为三大区。南部低山丘陵区以大理岩岩溶水为主，富水性强，是地下水的主要补给区；中部丘陵残丘区分布有第四系下伏的风化裂隙水、碎屑岩裂隙水及局部的岩溶水；北部湖盆区则为第四系松散层的孔隙-孔洞水。区内主要含水层包括第四系孔隙含水层、碳酸盐岩裂隙溶洞含水层（以三叠系嘉陵江组和二叠系茅口组、栖霞组大理岩为主）及岩浆岩风化裂隙含水层。地下水主要接受大气降水补给，其径流与排泄受地质构造控制。自然状态下，南部裸露岩溶区是主要补给区，地下水向北径流，最终在青山河地带及大冶湖排泄。矿床开采后，

形成大面积地下水降落漏斗，导致原排泄区（如青山河）转变为重要的倒灌补给区，对矿坑涌水量有显著影响。

2.4.2 水文地质条件

矿区水文地质结构复杂，含水层可划分为浅-中部与深部两大系统。浅-中部含水层主要包括：1) 第四系孔隙含水层，分布于低洼地带、河床及湖底，由亚粘土、砂砾石等组成，富水性弱至中等，单位涌水量多小于 $1 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ ；2) 矿体及岩浆岩风化裂隙含水层，富水性弱，渗透性差；3) 构造破碎带裂隙含水层，富水性不均，北北东向组涌水量较大（ $0.6\text{-}12.23 \text{ L/s}$ ）；4) 三叠系嘉陵江组大理岩裂隙溶洞含水层（LR），是核心含水层，岩溶发育，富水性强且不均一，易导致坑道突水，最大涌水量可达 845 L/s ，平均单位涌水量 $0.345\text{-}2.819 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ 。深部含水层对应于 XIII 号隐伏矿体，包括：1) 大理岩溶蚀裂隙含水层（RL），位于强岩溶带之下，以溶隙为主，富水性显著变弱；2) 矽卡岩弱裂隙含水层（SL），矿体直接赋存于此，富水性极弱，单位涌水量多小于 $0.01 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ ，近于相对隔水层。隔水层（体）主要为新鲜完整的岩浆岩、致密矿体及裂隙不发育的矽卡岩。

地下水补给、径流与排泄受开采活动深刻改变。自然条件下，大气降水是总补给源，地下水向南西方向径流排泄。大规模开采后，形成巨大降落漏斗，使原排泄区（如青山河）转变为补给区，地表水通过塌陷倒灌成为重要充水来源。矿区形成“北、东、西三面隔水，南西敞开”的水文地质边界。多项防治水工程（如南露天帷幕注浆、青山河多次治理、北沿巷道截流堵水）有效拦截了外部来水，大幅减少了矿坑涌水量（如南坑-245m、-305m 中段日涌水量共减少

约 2800m³），帷幕内外可形成超过 10m 的水头差。

各含水层间水力联系表现为：浅部大理岩含水层与第四系孔隙水联系密切，与岩浆岩含水体联系较差；其自身连通性好，导水能力强。而深部矽卡岩裂隙水与浅部岩溶水联系极弱，同位素（¹⁴C 年龄约 2520 年）显示其径流滞缓，循环交替慢，为静储水特征。

矿坑充水因素主要包括：大气降水、青山河等地表水（通过塌陷、裂隙或帷幕薄弱点）、矿区自身含水层（尤其是浅部大理岩水）、周边民采矿井水及老窿积水。

矿坑涌水量预测针对-965m 中段（-965m 至-725m 区间）。采用廊道法进行估算，经参数反演和综合分析，取渗透系数 $K=0.0243$ m/d。计算结果为：正常涌水量约 1121 m³/d，雨季最大涌水量约 2500 m³/d。该估算结果可为深部开发规划提供依据，但需注意未包含因采动破坏、顶板冒落产生新通道可能引发的突发性突水、涌水量。

铜绿山铜铁矿床主要充水水源为岩溶裂隙水，充水通道受构造、采动和岩溶控制。经过多年治理，外部补给得到一定控制。浅部水文地质条件复杂，深部含水层本身富水性弱但存在不确定性。矿床总体属于水文地质条件中等-复杂的岩溶裂隙充水类型。

2.4.3 工程地质条件

矿区工程地质条件呈现出显著的空间异质性和复杂性，其岩体结构根据成因类型、风化程度和力学特性可系统划分为四个具有明显差异的工程地质岩组。其中，坚硬块状闪长岩矽卡岩及层状大理岩组作为工程性质最优越的岩组，主

要分布于远离成矿接触带的新鲜基岩区，岩体结构完整致密，矿物成分稳定，力学强度表现突出，单轴抗压强度区间为 60.9-253.5 MPa，为井下工程提供了良好的自然支护条件，是理想的工程岩体。半坚硬块状闪长岩矽卡岩及层状大理岩组则主要分布于浅部近接触带区域，受风化和溶蚀作用影响，岩体完整性有所降低，发育有不同程度的裂隙系统和溶蚀空隙，其抗压强度介于 30.4-58.6 MPa，在工程应用中需要特别关注局部稳定性问题和渗流稳定性问题。软弱蚀变岩类及破碎带角砾岩组构成了工程安全的主要威胁，这类岩体集中分布在蚀变带和构造破碎带发育区域，以强高岭石化、蒙脱石化蚀变岩和构造角砾岩为主要组成，岩石强度极低且遇水易发生泥化崩解，抗压强度仅为 1.9-26.4 MPa，具有明显的蠕变特性和膨胀性，是巷道支护的重点和难点区段。第四系松散岩类组分布于地表浅层，由各类残坡积、冲洪积松散沉积物组成，结构松散，胶结程度差，力学性质最差，是地表变形和边坡失稳的主要物质基础，对地表工程和浅部开采构成潜在威胁。

影响矿区工程地质条件的关键因素具有多源性和复杂性特征，主要包括岩石风化作用、大理岩岩溶化作用以及软弱蚀变岩体和构造破碎带的发育情况。其中，深部开采活动主要受到后两者的制约，这些不良地质体因其特殊的工程地质特性而成为引发工程地质灾害的主要诱因。从现状评价来看，露天边坡经过系统的锚索加固、格构梁支护、挡土墙建设以及全面绿化等综合治理工程后，目前整体处于稳定状态，边坡监测数据显示变形速率控制在允许范围内，但仍需密切关注长期风化作用、降雨入渗和地震荷载可能引发的局部崩塌风险。井下巷道围岩总体稳定性较好，详细的地质调查与岩石质量指标统计数据显示，

大部分巷道的 RQD 值保持在 75%以上，岩体完整性达到中等至完整等级，能够满足常规采矿工程的稳定性要求。然而需要特别注意的是，在构造破碎带、矿岩接触带以及蚀变强烈发育的局部地段（特别是在 0 线、4 线、6 线附近），岩体破碎程度显著增高，RQD 值可降至 0-24%的极低水平，岩体强度大幅降低，这些区域已成为片帮、冒顶事故的高发区，历史上曾导致过严重的安全事故，目前这些高风险区域普遍已经实施了喷浆、锚杆等支护措施，但仍需加强长期监测和维护。

在应力环境趋于复杂，最大水平主应力方向为 NW34°，量值达到 31.68 MPa，且表现出以构造应力为主导的特征，该区域被确定为极高地应力区。专项研究成果预测，随着开采深度的持续增加，岩爆风险将呈现急剧升高趋势。具体评估显示，埋深 870m 处因岩性相对较弱而存在强岩爆倾向，1010m 以上范围主要表现为中等岩爆倾向，而 1110m 以下深度则具有发生强烈岩爆的极高风险等级，这将成为未来深部开采面临的最严峻挑战之一。同时，蚀变岩体的工程问题也不容忽视，预测在深部开拓过程中，揭露高岭石化、蒙脱石化蚀变带时，岩石遇水汽产生膨胀崩解的特性将导致巷道出现更严重的片帮、冒顶和底鼓现象，必须采取有效的超前支护和防水措施。岩溶发育带带来的工程问题同样值得高度重视，这些区域的岩体强度表现出明显的不均一性，加上充填物成分复杂，渗透性差异大，极易引发井下突水、突泥等重大灾害。此外，岩溶的潜蚀作用还是导致地表塌陷的根本原因，形成的土洞和塌陷坑严重威胁地表建筑物和农田安全，并可能形成地表水倒灌井下的通道，造成淹井事故。

针对上述复杂的工程地质问题，必须采取系统性的综合防治措施：首先要

加强对软弱蚀变岩巷段、破碎带及高应力区的支护加固工作，采用喷浆、浇筑钢筋混凝土乃至钢架支护等联合支护方式，根据围岩变形监测数据动态调整支护参数，确保围岩稳定；其次要建立完善的岩体变形与地压在线监测系统，特别要加强对蚀变带、岩溶区和潜在岩爆区的实时监测与预警能力，采用微震监测、应力监测等多种技术手段，建立多参数预警指标体系，这是防控岩爆风险的关键技术手段；同时要严格规范采空区与矿柱管理，按照设计要求留设足够的保安矿柱，并及时对采空区进行充填处理，采用胶结充填等先进工艺，预防大规模地压活动与采空区塌陷事故；还要持续推进水害治理工作，加强水文地质观测和岩溶发育区巡视，建立完善的地下水动态监测网络，对岩溶水采取以疏导为主的治理策略，对地表塌陷区要及时进行回填夯实，并制定完善的应急预案，定期组织演练；最后在新工程规划阶段要充分考虑工程地质条件，开展详细的工程地质勘察和稳定性评价，尽量避开岩溶强烈发育区和高应力集中区，从源头上规避工程风险，必要时采取地基处理、边坡加固等工程措施。

综上所述，铜绿山铜铁矿床工程地质条件受坚硬岩体、软弱蚀变带、岩溶发育带及高地应力环境的共同影响，呈现出显著的不均一性和复杂性，总体属于中等-复杂类型。未来的深部开采活动必须高度重视高地应力条件下的岩爆预警、软弱围岩的支护稳定性以及岩溶水害的防治工作，要依靠先进的监测技术和科学的管理体系，建立完善的风险防控机制，才能有效应对各种工程地质挑战，确保采矿作业的安全顺利进行。这不仅需要持续加强地质勘察工作，准确掌握深部地质条件变化规律，还要不断创新工程技术，提高对复杂地质条件的适应能力和治理水平，同时要加强人才培养和队伍建设，提高技术人员对复杂

地质问题的识别和处理能力，为矿山的可持续发展提供可靠保障，最终实现资源开发与地质环境保护的协调发展。

2.4.4 环境地质区域

矿区位于鄂东南断块隆起区之蒲圻—大冶平缓掀升亚区，新构造运动以间歇性和不均衡性的差异活动为主，在地貌上表现出掀升和拱曲特征。据史料记载，大冶地区历史上曾多次发生有感地震，但根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2014)，大冶市抗震设防烈度小于Ⅵ度，地震动峰值加速度小于 0.05 克，属地壳相对稳定区。2005 年九江地震和 2008 年汶川地震余波虽对该地区造成明显震感，但未造成重大结构性破坏，矿区总体稳定性良好，应按相关标准进行抗震设防。

矿山地质环境现状评估显示，地质灾害主要表现为滑坡、地面塌陷、地裂缝及尾矿库溃坝等问题。露天采坑边坡经过系统治理，采用锚索加固、格构梁支护、挡土墙建设等措施后处于基本稳定状态，但在暴雨工况下仍存在欠稳定风险，需持续加强监测。排土场经削坡整形、挡墙修筑、排水系统完善和植被恢复等综合治理后趋于稳定。矿区曾发生严重岩溶塌陷，主要集中在青山河一带，通过多次注浆、回填、河道治理等工程措施已得到有效控制。古铜矿遗址区出现地面沉降和地裂缝，通过采空区充填注浆治理后变形趋缓，但局部受降水影响仍有沉降。2017 年尾矿库发生溃坝事故后，投资 4850 万元实施闭库工程，包括空区治理和库区治理两部分，彻底消除了隐患。

矿山开采对地下含水层造成严重破坏，长期疏干排水导致以大理岩裂隙、溶洞含水层为主的地下水位大幅下降，形成地下水漏斗，改变了原始水文地质

环境。矿区地形地貌景观受到显著影响，露天采坑、排土场、尾矿库、选矿厂等设施建设严重改变了原始地形，占用和破坏土地总面积达 329.71 公顷。土壤环境质量监测显示，大部分指标符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》要求，但局部区域砷含量超标，需引起关注。

预测未来深部开采可能面临以下问题：露天边坡在极端天气条件下存在失稳风险，需加强监测预警；随着采矿活动加深，抽排地下水量加大，可能诱发新的岩溶地面塌陷，预测易发区分布于破钟山以南、南东桥以北的青山河两岸地区，面积约 34.34 公顷；深部地温梯度达 $2.15^{\circ}\text{C}/\text{hm}$ ，-965m 中段预计地温将达 41.86°C ，存在明显的矿井热害问题，需采取有效降温措施保障井下作业环境；放射性检测虽表明当前工作环境处于安全范围，但仍需对可疑地段进行持续监测。此外，深部高地应力条件下存在岩爆风险，特别是埋深 870m 以下区域具有发生强烈岩爆的倾向。

综上所述，矿区地质环境质量总体属不良类型，主要环境地质问题包括岩溶塌陷、地表变形破坏、地下水资源枯竭、边坡稳定、水质污染、土地资源破坏及深部地温热害等。建议继续加强地质灾害监测预警系统建设，完善井下地压和地温监测网络，严格执行采空区充填管理，持续开展水文地质环境监测，并建立完善的应急预案体系，确保矿山安全生产与地质环境保护协调发展。

2.4.5 小结

根据以上铜绿山铜铁矿床的矿区水文地质、工程地质、环境地质条件，根据国家质量监督检验检疫总局发布的《固体矿产地质勘查规范总则(GB/T13908—2020)》开采技术条件勘查类型划分：铜绿山矿床属复杂的矿床(Ⅲ)中的复合问题的矿床(Ⅲ-4)。

3 勘查工作部署

3.1 总体部署及原则

3.1.1 基本原则

(一) 依法勘查、绿色勘查、综合勘查。

(二) 技术可行、经济合理、环境允许。

(三) 从矿产资源赋存实际出发，以满足勘查工作程度需要、达到勘查目的为准则，正确处理手段与目的、局部与整体、需要与可能的关系。

(四) 遵循地质找矿规律，总体部署，循序渐进，选择合理有效的方法手段，由已知到未知，由浅到深，由疏到密，开展勘查工作。工程布置既统筹兼顾，又合理安排，尽可能以最小的投入达到勘探目的。

(五) 边施工、边综合研究、边变更（优化）设计，坚持综合研究与野外地质工作相结合，力争实现找矿的重要突破。

3.1.2 技术路线

首先全面系统收集、整理工作区以往地质资料，深入分析区内成矿地质条件以及已知矿体的空间赋存规律，在详查基础上明确勘探方向，利用钻探工程对矿体进行追索控制。项目实施过程综合研究贯穿始终，及时根据项目取得的新成果对思路进行调整和完善，确保工作部署的科学、有序。

勘查工作注重全面和综合评价，既评价主矿种元素铜，也注意相共（伴）生的有益有害元素的评价；既注意矿体的质量特征评价，也对矿床开采技术条件详细查明。项目实施过程中，对于各类资料，及时认真开展综合研究工作，对于各种现象，以理论为指导，查明形成的原因，地质、工程二路并举，边勘探边验证，探矿工程兼顾后期开采需要，在勘探的同时力争实现找矿的重要突破。

3.1.3 总体工作部署

在详查工作的基础上，在勘查区范围内开展本次勘探工作。于6线至4线的-785m中段采用坑内钻探工程，对已知矿体进行倾向加密控制，确定矿体的

连续性，详细查明矿石物质组成及质量特征，估算资源量。同时开展矿区水工环地质修测、水文地质钻探、钻孔水文工程地质编录、钻孔抽水试验、水文工程地质坑道调查、水动态长期观测、岩石力学试验、水质分析等多项工作，以详细查明矿床开采技术条件。

3.2 勘查工作方法选择

3.2.1 工作手段的确定

根据《矿产地质勘查规范铜、铅、锌、银、镍、钼》（DZ/T0214—2020），勘探阶段铜矿的勘查方法，主要在详查系统工程控制的基础上，对矿体进行必要的加密控制为主，深部辅以少量的钻探验证。根据工作区工作程度及本次工作拟解决问题，本次工作的工作内容主要有地质测量、钻探及岩矿测试等工作内容。

本次勘探设计根据矿山现有开采系统的情况，在-785m中段布置以坑内钻探为主的勘查手段，辅以水工环地质调查，并开展系统的采样测试分析，钻探布置坚持一孔多用的原则，水文地质共用。

3.2.2 研究程度的确定

（一）地质研究

通过钻探工程揭露和现有工作资料，详细查明铜、铁赋矿层位，详细查明矿区地层层序、分布规律；详细查明岩浆岩的种类、规模、形态产状及与成矿有关的岩性、岩相分布特点，与围岩接触关系；详细查明主要控矿构造的分布、产状、规模和性质，以及各种构造对矿床、矿体的控制作用；详细查明矿床的围岩蚀变特征和分布范围，研究蚀变与矿化的关系；用加密工程详细查明矿体的分布范围、数量、产状、形态及空间分布；确定矿体的连续性和矿体间相互关系，排除矿体连接的多解性；估算资源量，为矿山建设和开采设计提供依据。

（二）矿石质量研究

详细查明XⅢ号矿体矿石结构构造，矿物组合及含量，有用矿物粒度、嵌布特征、空间分布规律、化学成分，有用、有益、有害组分的种类、含量及分

布规律；确定矿石自然类型和工业类型。

（三）矿石加工技术条件研究

按照《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》（DZ/T0340-2020），采集相关样品按照矿山现行的加工选冶工艺流程对XⅢ号矿体矿石进行实验室验证试验，必要时进行可选性试验研究，详细查明矿石加工选冶技术性能。

（四）矿床开采技术条件研究

1. 水文地质

详细查明地表水体分布范围及水（流）量情况；收集、了解大气降水资料；根据区域水文地质条件圈出汇水边界。

本次勘查对象主要是XⅢ号号矿体，详细查明该矿体附近含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件；含水层岩溶发育程度、分布规律及其富水性；地下水的补给、径流、排泄条件及其与区域水文地质的关系；地下水的水量、水位（水压）、水质、水温及其动态变化；隔水层的隔水性能和稳定性；断裂构造和破碎带的富水性及导水程度，各含水层之间及其与地表水的联系，矿体围岩的富水性和水压等对矿床开采的影响。

确定水文地质边界和矿坑主要充水因素，预测矿坑涌水量。

根据矿床充水的主要含水层的类型和水文地质条件，确定矿床水文地质条件复杂程度。

根据矿区及区域水文地质资料，评价矿区的供水水源条件，指出矿山供水方向。

2. 工程地质

系统、完整地测定井采影响范围内各种岩石的物理力学参数；详细查明矿区内断层、破碎带、节理、裂隙带、岩溶的分布范围；研究矿体及顶底板围岩的稳固性，对井巷围岩岩体质量采用岩体质量系数法和岩体质量指标法进行对比评价；调查生产矿井的分布情况，详细查明采空区范围；确定矿床工程地质

条件复杂程度。

3. 环境地质

详细查明围岩、矿石、地表水、地下水、废石中危害人体健康的有害组分种类和含量，收集矿区及附近地震、岩崩、滑坡、泥石流等自然灾害资料，综合水文、工程地质条件分析它们对矿山开发的危害程度；预测矿山可能引起的滑坡、塌陷、泥石流、地震、突水、地表水体水量减少枯竭、水污染、土（岩）污染等环境地质问题，分析它们对地质环境的破坏范围、破坏程度，对现状进行评价，预测其发展趋势，并提出防治意见。对矿山不同开采中段的井巷温度及钻孔井温进行测量，确定其地温梯度。

4. 划分技术条件类型

根据上述水文、工程、环境地质条件，综合划分矿床开采技术条件类型。

（五）综合勘查综合评价

根据《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）、《矿产资源综合勘查评价规范》，详细查明XⅢ号矿体共、伴生矿产种类、含量、规模、赋存状态、分布范围和共伴生关系，对其工业利用价值做出评价。

（六）可行性评价

对矿床开发经济意义进行可行性研究评价。认真调查、统计和分析铜、铁矿产资源、储量、生产和消费情况，对国内外市场的需要量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测，充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策的影响，对矿山生产规模、开采方式、开拓方案、选冶工艺流程、产品方案、主要设备的选择、供水供电、总体布局 and 环境保护等进行详细的调查研究、分析计算和多方案比较，并依据市场价格、确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金的流入、流出等，作为投资决策、工程项目建设的依据。

3.3 首采地段选择

拟设XⅢ号矿体（群）首采地段为6线至2线之间，-800m至-845m水平标

高，确定的主要依据如下：

（一）XⅢ号矿体（群）由1个主矿体、7个分支矿体及50个小矿体组成。主体赋存于1-10线间基线东侧，埋深在标高-323至-1272m之间，走向北北东，倾向南东东，倾角30-85°。XⅢ号矿体，铜以矿体中心部位最富，在4线、6线中心部位品位大于2.5%，向四周逐渐变低，至边缘则渐变为<1%，高品位矿石主要赋存于-800m至-1000m标高间，局部在-650m标高以上。

（二）XⅢ号矿体（群）拟设定首采地段资源量（6线至2线间，-800至-845m水平标高）占XⅢ号矿体（群）总资源量的6.08%。

（三）XⅢ矿体（群）位于当地侵蚀基准面以下，矿区含水层下限一般为-665m标高，6线XⅢ矿体赋存于相对隔水层中；在4、2线东侧XⅢ矿体赋存于相对隔水层中，其西侧XⅢ矿体-665m标高以上，矿体顶底板多为富水性弱的大理岩溶隙含水层，基本以溶蚀裂隙含水层为主直接充水矿体，开采XⅢ矿体矿坑涌水量不大，岩溶不发育，构造较简单；XⅢ矿体距地表水体较远，地表水可通过地面、露采坑、塌陷等间接对矿坑充水。据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719—2021），铜绿山矿床总体为水文地质条件中等—复杂的岩溶裂隙充水矿床。

（四）混合井工程于2014年开始建设，主要以XⅢ号矿体为开采对象，新建提升系统混合井至-1120m水平标高，为-605m标高以下矿体开采服务，当前-665、-725中段已投产，-785中段开拓工程已完成，-845至-1120m中段已完成部分基建工程，并未投入生产。

综上所述，本次深部加密工程布设于-785m中段，但已有采矿证范围为-800m以上，同时考虑与矿山已有的开拓相适应，将XⅢ号矿体拟首采地段设置为“为6线至2线之间的-800m至-845m中段”：此处为XⅢ号矿体富集部位，厚度和品位变化较为稳定，开采技术条件为中等—复杂的岩溶裂隙充水矿床，对应的混合井中段开拓工程也已完成，拟首采地段资源量占XⅢ号矿体（群）总资源量的6.08%。

因此确定首采地段依据较为充分，利用现有井巷工程，布置坑内钻探工程最优，节省开发利用投资。

3.4 勘查类型与工程间距确定

《XⅢ号矿体详查》按照铜绿山矿区以往 50m 间距布设勘探线，经钻探工程加密控制后，矿体走向延伸 300m，倾向最大延深 709m。XⅢ号矿体主矿体规模中-大型，对其类型系数赋值为 0.6。矿体形态为似层状、大透镜状，内部有夹石，有分枝复合现象，其复杂程度属中等，类型系数赋值为 0.4。矿体内基本无断层破坏，虽局部有岩脉穿插，但对矿体形状影响很小，因此对构造影响程度类型系数赋值为 0.3。矿体厚度变化系数 70.83%，属较稳定型，类型系数赋值为 0.4。矿体铜品位变化系数 82.68%，属较均匀型，铁品位变化系数 25.54%，属均匀型，以铜为主，类型系数赋值 0.4，类型系数之和为 2.1，根据《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》（DZ/T0214-2020），将其勘查类型确定为第Ⅱ勘查类型。规范推荐第Ⅱ勘查类型控制的勘查工程间距为沿走向 120-160 米，沿倾向 80-100 米。第Ⅲ勘查类型控制的勘查工程间距为沿走向 40-80 米，沿倾向 40-60 米。由于矿山生产开采系统中段高差为 60m，主矿体倾向延深较比之走向延伸更为稳定，所以倾向工程间距大于走向工程间距，因此详查阶段将控制资源量（原 332）工程间距定为 50m×120m。分支矿体和小矿体按Ⅲ勘查类型，其推断的工程间距为 80×120 米。

而本次勘探工作对象仍为 XⅢ号矿体，因此钻探工程主要在详查工作的基础上，加密钻孔，升级资源量。故沿用详查阶段勘查类型和工程间距：

XⅢ号主矿体按第Ⅱ勘查类型，控制资源量(KZ)工程间距为 100m×120m，

探明资源量（TM）工程间距为 50m×60m。

分支矿体和小矿体考虑主矿体工程间距,按第Ⅲ勘查类型,控制资源量(KZ)工程间距为 50m×60m,推断资源量（TD）工程间距 100m×120m。

3.5 勘查工作布置

3.5.1 勘查工程布置

（一）测量工作

钻探工程测量。根据地质设计及经审批的钻探施工方案提交的钻孔位置进行测量,包括布孔初测、开孔复测和终孔定测,设计工作量 4 点。

（二）钻探工程布置

矿产地地质钻探工程全为坑内钻,设计钻探工作量 790m/4 孔,其中定位孔 590m/4 孔,水文地质共用孔 260m/1 孔,机动工作量 200m。各钻孔设计工程数据及施工顺序见表 3-1,具体施工位置均位于-785 中段(见附图 1、附图 2、附图 5 及附图 6),各孔施工目的以及终孔层位见表 3-2,如坑内钻未达施工目的和终孔层位要求,则应按照相应流程使用机动工作量增加孔深,直到达到钻孔施工目的和终孔层位要求。

表 3-1 各工程设计坐标及施工顺序表

线号	孔号	2000 坐标系			设计孔深(m)	设计方位角(°)	设计倾角(°)	施工顺序
		X	Y	Z				
4	4-785-TK1	3329400.174	38590222.399	785	50	/	90	2
	4-785-TK2	3329377.113	38590279.476	785	100	292	87	3
	4-785-TK3	3329345.493	38590357.740	785	260	292	86	1
6	6-785-TK1	3329317.449	38590293.590	785	180	292	86	1
					200	机动工作量		

表 3-2 本次勘查工作设计工作量详见。

线号	孔号	施工目的	终止层位	采样种类	备注
4	4-785-TK1	主矿体倾向加密,升级 TM 资源量	穿过主矿层以下,进入矿体底板围岩 20 米以上	基本分析样 组合分析样 岩(矿)鉴定	
	4-785-TK2	主矿体倾向加密,升级 TM 资源量		基本分析样 组合分析样 岩(矿)鉴定	
	4-785-TK3	主矿体倾向加密,升级 TM 资源量,		基本分析样	水文地质

线号	孔号	施工目的	终止层位	采样种类	备注
		水文孔		组合分析样 岩(矿)鉴定 岩石物理力学	共用孔 抽水试验
6	6-785-TK1	主矿体倾向加密, 升级 TM 资源量		基本分析样 组合分析样 岩(矿)鉴定	

3.5.2 矿石加工选冶技术性能

铜绿山 XIII 号矿体为老矿山深部矿体, 本次勘探工作属于详查以上阶段, 矿体资源量达中型及以上, 矿山也已具备完善的选冶工艺, 依据《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》(DZ/T0340—2020) 规范要求, 本次勘探工作可在开展工艺矿物学研究的基础上, 选择具备选冶试验资质的实验室, 按照铜绿山铜铁矿现行的加工选冶工艺流程, 对 XIII 号矿体矿石开展实验室验证试验, 必要时开展可选性试验研究工作, 对矿山现行的加工选冶工艺是否适用于 XIII 号矿体矿石, 详细查明 XIII 号矿体矿石加工选冶技术性能。

结合前文 2.3.10 中详查工作对 XIII 号矿体进行的类比研究可知, 铜绿山铜铁矿选矿为混合矿石破碎后先浮选铜再加强磁选铁的方法, 因此本次勘探工作设计“混合矿石实验室验证”试验样 1 组。

3.5.3 水文地质、工程地质和环境地质

本次铜绿山矿区 XIII 号矿体勘探工作, 拟开展的水文、工程、环境地质工作主要有区域水文地质修测、矿区水工环地质修测、巷道调查、水文钻探、抽水试验、物探测井、水动态长期观测、样品测试分析等, 各项技术手段的设计工作量详见表 3-3:

表 3-3 水工环地质设计工作量统计表

工作手段	技术条件	计量单位	设计工作量	备注
甲	乙	丙	1	2
水工环地质测量				
1:10000 区域水工环地质修测	II	km ²	10.5	
1:2000 矿区水工环地质修测	II	km ²	4.8	
巷道水文、工程地质核查		m	2000	

工作手段	技术条件	计量单位	设计工作量	备注
水文钻探				
水文地质钻探	VII	m	260	钻孔 4-785-TK3 开孔 ϕ 150mm, 终孔 ϕ 91mm
物探测井				
视电阻率测井		m	260	钻孔 4-785-TK3
井温测井		m	260	
声速测井		m	260	
岩矿测试				
岩石抗压强度		组	10	
岩石抗剪强度		组	10	
水质全分析		组	3	
碳十四同位素分析		组	3	
其他地质工作				
钻探水文、工程地质编录		m	790	
水动态长期观测		点次	60	
抽(注、放)水试验		台班	120	
样品采集		组	26	
放射性测试		点次	20	

水工环地质各项工作具体部署情况及工作重点如下：

(一) 1/1 万区域水工环地质修测

以 1:10000 地形地质图为野外手图，在前人工作的基础上，对矿山所处区域进行水工环地质调查修测，其主要包括水环境变迁调查、矿山排水现状调查、环境地质问题或地质灾害调查、近几年和历年最高洪水位调查，本矿区所在的水文地质单元边界调查，以及本矿区附近重要建筑区水文地质结构调查。查明调查区水文地质工程地质背景条件和本矿区及其周边矿产开发与其它人类工程活动状况，为研究与评价本矿区水文单元的地质边界、各矿山矿业活动相互影响及本矿区矿产开发对地质环境的影响提供依据。从而为本矿山地质环境评价提供依据。

(二) 1/2 千水文、工程、环境地质修测

为基本查明矿区的水文、工程、环境地质条件，以 1: 2000 地形地质图为

野外手图，结合矿区已有成果开展工作。修测与调查的主要内容包括水文地质工程地质界线、矿山开采现状与矿坑排水量、井泉点与老窿位置、水土污染现状与污染源、地下水位下降与井泉水资源衰竭、滑坡和地面塌陷及房屋开裂现象、河溪流量动态及地下水位动态观测等。

（三）坑道水文、工程地质调查

由于本次工作均布置在标高-785m 坑探工程进行勘查，本次坑道水文、工程地质调查拟初步设计 2000m，具体工作量根据实际情况确定。

工程地质观察与记录，侧重工程岩体（如矿体顶底板、矿体等）的结构面与裂隙率统计；水文地质观测，主要为坑道涌水量长期观测、涌水点（尤其是断裂破碎带、裂隙密集带、溶洞）流量衰减观测。

坑道涌水量长期观测的目的，主要是为了利用涌水量与坑道进尺的关系估算矿坑涌水量积累资料；涌水点流量衰减观测的目的，主要是为定量或半定量分析或估算溶洞静储量、断裂破碎带的富水与导水性积累资料。

（四）水文地质钻探

为查明 X Ⅲ号矿体与其外围含水层的水力联系，兼顾矿产地质钻探工作，拟布设 1 个水文地质钻孔用于抽水试验，水文地质钻探工作量 260m/1 孔（详见表 3-3）。

为确保抽水试验及观测质量，以上抽水试验主孔及观测孔均采用清水钻进。

（五）钻探岩芯水文、工程地质编录

对本次勘查工作的所有钻孔岩心进行水文、工程地质编录，编录工作量总计 790m/5 孔。

（六）抽水试验

为查明矿区深部矽卡岩裂隙含水层的水文地质参数，拟部署 1 组多孔抽水试验，抽水主孔为 4-785-TK3，观测孔为 4-725TK1。根据铜绿山矿区 X Ⅲ号矿体铜铁矿详查资料，标高-800m 以下一般为矽卡岩裂隙含水层，故采用全孔抽水，不进行分段抽水。

抽水主孔采用潜水泵按稳定流理论进行抽水，主孔进行三次水位降深，主

孔抽水试验期间按稳定抽水试验要求对观测孔进行水位观测。若水量过小抽水试验难以开展成功，可改为压水试验。

（七）水文地质测井

为了辅助钻探岩心水文地质编录确认含隔水层，拟选择 4-785-TK3 进行水文地质测井，测井工作量 260m/1 孔。

（八）水动态长期观测

（1）目的

地下水位长期监测的主要目的，是为了查明矿坑主要充水含水层地下水位动态，查明地下水位动态与大气降雨、地表水、矿坑排水的关系，以及为地质环境评价和矿坑涌水量预测、抽水试验渗透参数计算提供依据。

（2）主要技术要求

长观孔成孔后立即进行常规监测，监测周期 1 次/10 天，雨季加密观测；抽水试验前、后监测周期 1 次/1 天；抽水试验期间，按抽水试验具体要求监测；监测方法为测绳法，常规监测期间每间隔 10 天对测绳进行一次校正，抽水前和抽水结束后必须校正测绳。

（九）样品测试分析

在钻孔、坑道出水点、地表水中取水质分析样 3 组，做水质全分析。

（十）岩石物理力学测试

本次勘探拟设计岩石力学样 20 组，取样位置为矿体、顶底板围岩和较厚的夹层。测定其饱水状态下的单轴抗压强度和抗剪强度，其中抗压样 10 组，抗剪样 10 组。

（十一）放射性测试

采用辐射仪进行岩石放射性测量工作，在选择有代表性坑道或钻孔中对岩石进行系统测量，设计工作量共 20 次/点。

（十二）矿坑涌水量预测方案

1、预测原则

（1）矿坑涌水量预测包括矿坑正常涌水量和最大涌水量。矿坑最大涌水量

预测，应综合考虑最高洪水位时及历年日最大降雨时沟谷地表水、雨水从岩溶塌陷或冒落塌陷及采空区诱发的地面裂缝倒灌的相关性分析。

(2) 由于本次勘查对象为XⅢ号矿体，标高-800m以下深度，最大勘查深度达-1325m标高，勘查工作均在标高-785m中段。根据主矿体的分布与埋藏条件及其与天然地下水位的关系，本次拟选择首采地段标高-785m及-845m进行预测。

(3) 矿坑涌水量预测方法的选取，在综合研究矿区水文地质边界条件、大气降雨与地下水的关系、矿坑主要进水方向、矿山开采坑道疏排水与坑道长度关系及引起水文地质条件变化的基础上，结合实际选取大井法和比拟法两种方法。

(4) 矿坑涌水量计算主要参数（如渗透系数、天然地下水常见水位、主要含水层厚度等）的确定，将根据本次水文钻孔抽水试验、主要含水层在本地区的经验值、水动态长期观测资料、坑道水文地质编录等来综合研究确定。

2、估算方案

(1) 估算方法的选择

拟初步采用三种方法进行矿坑涌水量预测：其一、根据矿床水文地质边界条件，采用稳定流大井法预测矿坑涌水量；其二、根据坑道排水资料，采用廊道法计算；其三、在探矿坑道排水量长期观测和及时收集探矿坑道进度的基础上，采用比拟法预测矿坑涌水量。对此三种方法的预测结果，进行矿坑涌水量预测结果综合评价，并推荐一种计算结果作为矿山下一阶段工作的依据。

(2) 主要参数采集方法与要求

①含水层厚度参数（M或H）的采集，在水文地质测绘、前期钻孔岩心水文地质编录（如单孔含水层分层总表，矿区钻孔含水层厚度统计表）、长观孔地下水位观测与终孔稳定水位观测（对于无压含水层而言）、本次探矿坑道水文地质调查等工作过程中采集。在这些工作过程所采集的有关含水层厚度参数或信息，经综合研究后最终确定含水层厚度。

②主要含水层天然常见水位参数（h）的采集，在水文地质测绘（如地下

水露头标高)、钻孔终孔稳定水位观测、长观孔地下水位观测、本次探矿坑道初见水位与坑道潮湿或滴水段调查、坑道(盲竖井)涌水水头测试等工作过程中采集,经综合研究后最终确定预测矿坑正常涌水量时的水位参数。

③含水层渗透系数(K),主要通过本次详查期间抽水试验、坑道排水量与观测点水位观测等工作来获取。对于通过上述工作所获取的不同的渗透系数,结合各个不同含水层的厚度及其分布与埋藏条件,以及主要含水层在本地区的经验值,经综合研究后最终确定主要含水层的渗透系数。

④引用影响半径(R),一是通过抽水试验和观测孔水位下降情况用作图法求取 R' ,然后据此采用类比法求取矿坑涌水量预测式中R;二是根据有关经验公式计算R。

⑤最高洪水位时及历年日最大降雨时沟谷地表水、雨水等倒灌的系数 β ,通过最高洪水位时及历年日最大降雨时矿山坑道最大排水量与平均排水量的比值确定。

⑥其它参数,如降深S、大井法计算式中井径 r_0 ,可分别根据水位参数(H)与预测中段标高、中段断面图上的主矿体面积(转化为半径)进行计算确定。

3.5.4 综合研究工作安排

根据勘查工作的目的任务,成立综合研究组,综合研究工作最主要为在勘查工作资料日常综合整理的基础上,对矿区地质特征和成矿规律进行综合研究,贯彻项目的始末。

资料整理随各个单项工作的开展及时进行,待野外工作完成后,加强资料的综合整理。

工程编录工作随工程进展及时进行,及时进行编录小结和单项工作总结。单个工程结束后,应及时对以往资料进行分析,在完成编录资料三检工作后,编制钻孔柱状图、阶段性勘查线剖面图等综合性图件,指导勘查工程的施工。

综合研究工作贯穿项目工作的全过程。

(一) X III号矿体特征研究

资料整理随各个单项工作的开展及时进行,待野外工作完成后,加强资料

的综合整理。

工程编录工作随工程进展及时进行，及时进行编录小结和单项工作总结。单个工程结束后，应及时对以往资料进行分析，研究见矿或未见矿的原因，调整工作思路。在完成编录资料三检工作后，编制钻孔柱状图、阶段性勘查线剖面图等综合性图件，指导勘查工程的施工。

（二）样品的采集和分析研究

矿石的基本分析样品、岩矿鉴定样等应随着勘查工程的进度随时进行；组合样在一批基本分析结果出来后，立即组合进行分析；矿石加工选冶技术性能、小体重、矿石物相分析样、硅酸盐岩石化学样、岩土物理力学试验、水样等样品大部分在XⅢ号矿体勘查工程施工完毕后进行样品采集、分析，少部分在-785中段、-845中段开展水样及岩土物理力学试验。

3.6 时间安排及施工顺序

根据勘查目的任务以及探矿权人的中段硐室施工及资金安排等具体情况，整个勘查工作分为三个阶段约6个月完成（详细进度见表3-4）。

表 3-4 项目工作进度计划表

工作内容	工作量	2025年 6月	完成时间：设计审查通过后5个月				
			1	2	3	4	5
实施方案编审	1份						
钻探	790m						
1/1万区域水工环地质修测	10.5km ²						
1/2千水工环地质修测	4.8km ²						
坑道水文工程地质调查	2000m						
综合研究							
报告编审	1份						

（一）设计编审阶段（2025年6月）

全面系统地收集、整理、分析工作区以及已有矿产勘查资料，根据任务需

求，结合以往工作成果，编写项目总体实施方案并送审。

(二) 野外实施阶段（设计审查完通过后 1~3 月）

(1) 完成 X Ⅲ 号矿体-785 中段钻探工作量 4 孔/790m（含水文地质共用孔 260m，机动工作量 200m）；

(2) 完成 1/2 千水文地质、工程地质、环境地质修测 4.80km²；完成 1/1 万区域水文地质修测 10.50km²；

(4) 完成对各中段进行排水量观测（矿山实施）；地下水、地表水动态长期观测；坑道水文工程地质调查 2000m；钻孔水文工程地质编录 790m；4-785-TK3、地表水、泉点、坑道涌水点动态长期观测；

(3) 配合探矿工程进行各类样品（含基本分析样、矿石加工选冶技术性能测试样、定性半定量全分析样、组合分析样、化学全分析、物相分析、小体重样等）采集与送检工作；进行各类样品（岩石物理力学试验、水样）采集与送检工作；

(三) 野外验收及报告编写阶段（设计审查通过后 3~5 月）

整理资料，申请野外验收，综合研究，编写勘查报告并送审。地质研究和综合研究工作贯穿项目始终。

3.7 设计工作量

本次勘查工作设计工作量详见表 3-5。

表 3-5 设计工作量统计表

技术手段		单位	设计工作量	备注
工程点测量		点	4	
1/1 万区域水文、工程、环境地质修测		Km ²	10.5	
1/2 千水文、工程、环境地质修测		Km ²	4.8	
矿产地质钻探		m	530	含机动工作量 200m
水文地质钻探		m	260	地质孔共用
抽水试验		台班	120	
物探测井	视电阻率测井	m	260	
	井温测井	m	260	
	声波变密度测井	m	260	
水动态长期观测		次	60	大于 1 个水文年

技术手段	单位	设计工作量	备注	
巷道水文、工程地质调查	m	2000	-725 中段、-785 中段和 -845 中段巷道	
钻孔地质、水文编录	m	790		
基本分析样	样	400		
组合分析样	样	100		
铁物相分析	样	10		
碳酸盐分析	样	10		
硅酸盐岩石化学样	样	10		
岩矿鉴定样	块	20	含岩鉴光片 10 块、薄片 10 块	
岩石物理力学试验	抗压	组	10	不同矿体及顶底板围 岩中采集
	抗剪	组	10	
	弹性模量	组	10	
	泊松比	组	10	
	抗拉	组	10	
水质全分析	组	3		
碳十四同位素分析	组	3		
放射性测试分析	点·次	20		
矿石加工选冶技术性能	组	1		

4 勘查工作及质量要求

4.1 执行标准

项目执行统一的技术标准，专业技术方法及质量要求严格执行国家标准、行业标准及中国地质调查局的有关规定，主要有：

1. 《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）；
2. 《固体矿产勘查工作规范》（GB/T33444-2016）；
3. 《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020）；
4. 《固体矿产勘查原始地质编录规程》（DZ/T0078-2015）；
5. 《矿产资源综合勘查评价规范》（GB/T25283-2023）；
6. 《火成岩岩石分类和命名方案（1999）》（GB/T17412.1-1998）；
7. 《沉积岩岩石分类和命名方案（1999）》（GB/T17412.2-1998）；
8. 《变质岩岩石分类和命名方案（1999）》（GB/T17412.3-1998）；
9. 《地质矿产勘查测量规范》（GB/T18341-2021）；
10. 《矿产地质勘查规范铁、锰、铬》（DZ/T0200-2020）
11. 《矿产地质勘查规范铜、铅、锌、银、镍、钼》（DZ/T0214-2020）；
12. 《矿产地质勘查规范岩金矿》（DZ/T0205—2020）；
13. 《固体矿产勘查设计规范》（DZ/T0428-2023）；
14. 《固体矿产地质勘查报告编写规范》（DZ/T0033-2020）；
15. 《固体矿产勘查采样规范》（DZ/T0429-2023）；
16. 《地质岩心钻探规程》（DZ/T0227-2010）；
17. 《固体矿产勘查钻孔质量要求》（DZ/T0486-2024）
18. 《绿色地质勘查工作规范》（DZ/T0374-2021）；
19. 《地质矿产实验室测试质量管理规范》（Z0130.1-0130.13-94）；
20. 《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》（DZ/T0340-2020）
21. 《区域地质图图例（1：50000）》（GB/T958-2015）；
22. 《固体矿产勘查概略研究规范》（DZ/T0336-2020）

- 23.《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》(DZ/T0079-2015)；
- 24.《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)；
- 25.《矿坑涌水量预测计算规程》(DZ/T0342-2020)；
- 26.其它国家、行业有关规范规程。

4.2 测量工作

(一)以已有的国家等级控制点为起算点,平面采用国家 2000 坐标系,中央子午线 114°, 3°带高斯正形投影,投影面为克氏椭球面;高程采用 1985 国家高程基准。

(二)以已有的国家等级控制点为基础布设首级控制点,使用GPS或全站仪导线法施测,首级控制点均需埋石作标记;其导线高程控制,采用三角高程法测定。作业方法及精度应符合规范要求。

(三)工程测量:经控制点引测后,用全站仪施测,采用全数字法测量,所有原始测量数据保存到全站仪的内存,避免人工记录出错。沿巷道拐弯处布施测站,每站建行测站校核,校核无误后建行巷道测量。同时定位竖井、暗井、穿脉起点和钻孔坐标。精度要求相对于附近控制点在图上平面位置中误差不超过 1.2 毫米,同时,应及时提供平面坐标及高程数据(高程数据按需提交),以便于室内资料整理。

测量工作必须执行《地质矿产勘查测量规范》(GB/T18341-2001)和相关矿种勘查规范。

设计 E 级 GPS 控制点测量 4 个。

4.3 钻探

地质钻探工程施工必须严格按相关规程进行,从钻孔的布设、设计、定位到钻机的安装、工程施工等各个步骤均要确保质量。

(一)执行标准及规范

钻探施工按照《固体矿产勘查钻孔质量要求》(DZ/T0486-2024)、《地质岩心钻探规程》(DZ/T0227-2010)执行。

（二）工作要求

钻探工程施工必须严格按相关规程进行，从钻孔的布设、设计、定位到钻机的安装、工程施工等各个步骤均要确保质量。钻探工程质量按《地质岩心钻探规程》执行。在施工前编制钻孔施工设计，提出具体质量要求。

钻探工程质量六项指标：

1.岩矿心采取率与岩心整理

一般岩石的岩心采取率不应低于 70%，软岩和破碎岩石的岩心采取率不应低于 70%。矿心采取率、矿体顶底板 3-5m 范围内的围岩采取率以及标志层的岩（矿）心采取率应大于 80%。厚大矿体内部矿心采取率小于 80%的连续长度不超过 5m。

机台负责将岩心清洗干净，自上而下按次序装箱，在岩心上用油漆写明回次号、总块数和块号（松散、破碎、粉状及易溶的岩矿心装入袋中），用铅笔填写岩心牌、放好岩心隔板，并妥善保管。

2.钻孔弯曲度与测量间距

在钻进过程中，应系统测量倾角和方位角。所有钻孔开孔后 25m 应测量一次倾角和方位角。直孔每钻进 100m 应测 1 次倾角和方位角，倾角偏斜不应超过 $2^{\circ}/100\text{m}$ ；斜孔每钻进 50m 应测一次倾角和方位角，倾角偏斜不应超过 $3^{\circ}/100\text{m}$ ；矿体顶、底板应加测一次倾角和方位角；定向和易偏斜钻孔，应适当缩短测量间距。超差时应检查原因，校正仪器后再重测；如钻孔歪斜，其终孔位置一般不允许超过原设计要求线距的 1/4。若超差严重达不到设计目的时，应采取措施纠正或补救。

3.简易水文地质观测

每回次提钻后，下钻前必须进行动水位观测 1-2 次，间隔时间不少于 5 分钟，观测次数不得少于 80%，最大观测间距不得大于 5m。终孔后观测稳定水位，稳定时间不少于 8 小时，稳定范围在 10cm 内波动即可。钻进中如遇涌水、漏水、坍塌、掉块等现象，必须准确记录其位置，测涌水水位标高和涌水量。

4.孔深误差测量与校正

除主矿体（层）及终孔应进行孔深误差验证外，一般直孔每钻进 100m，斜孔每钻进 50m，换层、见矿均应验证 1 次。验证时应使用钢尺丈量，对记录孔深与验证孔深产生的正负误差一般不允许大于 1‰。超过时要重新丈量并合理平差，钻孔编录地质人员应及时校正孔深。

一般情况下，孔深误差在允许范围内，可不进行平差；验证误差小于 0.5m 时，在最后 2 个回次中按回次进尺平差；验证误差大于 0.5m 时，在最后 3 个回次中按回次进尺大小比例平差；若误差段内有矿体（层）时，则按分层厚度加权平差。孔深验证若超出允许范围，应重新测量并找出原因，及时校正孔深。

5.原始报表填写

各班必须指定专人在现场及时填写原始报表，要做到真实、齐全、准确、整洁，并如实反映情况。终孔后汇订成册，归档存查。

6.钻孔的封闭与检查

水文地质共用孔 4-785-TK3 不进行封孔，但需要按水文相关要求做好孔口管理，其余 3 个钻孔即将终孔时，应检查修改后的勘查设计剖面图，研究和对照两侧剖面的地质情况，确认钻孔施工已达到勘查设计目的，在穿过主矿体底板 20m 或者一定深度后，经研究和判断深部已无新的发现，最后一次岩心无矿化和蚀变现象，地质人员与项目技术负责人研究后，可通知施工单位终孔。

终孔时，项目负责人组织地质、水文、测井等专业技术人员，对钻孔六大质量指标逐一进行检查，根据设计要求进行初步验收，验收合格后方可终孔。

终孔前，施工单位应根据地质人员提供的实际钻孔柱状图和封孔要求编写封孔设计，经地质技术人员签字认可后，交机台按设计实施。

停钻后，应按设计要求进行封孔，并做好封孔记录。一般要求封孔水泥柱进入基岩的长度不应小于 5m；矿体所在部位、矿体顶板以上 5m、底板以下 5m 应封孔。含水层、含水构造的钻孔均须在顶、底板上、下各 5m 的范围的隔水层处，用水泥封闭；矿层不厚或矿层与矿层、矿层与含水层较近时，可一并封

闭；对矿层充水有严重影响的钻孔，必须封闭；孔壁严重坍塌或孔内有遗留物堵塞，无法处理时，可以只封上述部位以上的孔段。

封孔时不应从孔口一次性倒入水泥，应用水泵注入水泥浆，从下往上依次封孔。凡使用泥浆钻进的钻孔，应在洗涮封孔部位的泥皮后，再行封孔。

封孔后必须在孔口中心处设立水泥标志桩（用水泥固定）；根据需要，经过地质与探矿部门共同研究，可选择少量钻孔进行封孔质量检查。

（三）钻孔野外编录工作

正常钻进期间，地质编录员一般应每天上机场进行编录。一般描述内容：岩石名称、颜色、结构构造、主要矿物成分、对矿层（体）及顶底板矿化蚀变带构造部位等要详细描述，具有代表性的岩矿心应作放大素描图；在预计见矿前 5-10m 左右下达见矿通知书，并由机长、探矿、地质编录员轮流守矿，及时作好矿层及其顶底板岩石的整理丈量、描述及采取率计算工作。

（四）室内资料整理工作

野外编录的资料，应及时进行室内整理不得积压，一般按以下顺序：复查回次进尺与累计孔深-孔深平差（孔深误差超过允许范围者）-处理残留岩心-计算回次采取率-计算换层深度、分层进尺、岩心长、采取率、平均岩心岩层倾角、真厚度-检查文字描述、综合分层描述-整理样品、标本、岩心素描图-填写各种样品登记表-计算化学样品的采样深度、样长、岩心长、采取率、真厚-整理简易水文地质观测及终孔稳定水位资料-编制钻孔实际柱状表、钻孔弯曲度测量表、校正孔深登记表、钻孔结构表、实际封孔表-编绘钻孔柱状图-整理提交钻孔各种有关资料。

水文孔执行水文地质钻探技术要求（详见4.4.8）。

地质钻探工作执行《地质岩心钻探规程》（DZ/T0227-2010）和相关矿种勘查规范及本队细则。

4.4 水文地质、工程地质、环境地质工作

4.4.1 区域水文地质修测

调查面积：要求包括一个比较完整的水文地质单元，目前图件范围不够，需向西外扩至姜桥水库附近排泄区。

调查目的：查明调查区水文地质工程地质背景条件和本矿区及其周边矿产开发与其它人类工程活动状况，为研究本矿区水文地质边界、各矿山矿业活动相互影响及本矿区矿产开发对地质环境的影响提供依据。

技术要求：以1:10000地形地质图为野外手图，在前人工作的基础上，对矿山所处区域进行水工环地质调查修测，其主要包括水环境变迁调查、矿山排水现状调查、环境地质问题或地质灾害调查、近几年和历年最高洪水位调查，本矿区所在的水文地质单元边界调查，以及本矿区附近重要建筑区水文地质结构调查。查明调查区水文地质工程地质背景条件和本矿区及其周边矿产开发与其它人类工程活动状况，为研究与评价本矿区水文单元的地质边界、各矿山矿业活动相互影响及本矿区矿产开发对地质环境的影响提供依据。从而为本矿山地质环境评价提供依据。

研究区域稳定性；预测矿床疏干排水影响范围，对区内生产、居民生活可能造成的影响和对生态环境可能构成的危害进行评价，提出防治意见；预测采矿工程，对矿床开采可能引起的地面变形破坏（沉降、开裂、塌陷等）范围，采选矿废水排放及污染进行预测和评价。

地下水人工与天然露头用经纬仪定点，其它均用半仪器法定点，定点密度按规定要求进行。

4.4.2水文、工程、环境地质修测

以1：2000地形地质图为野外手图，结合矿区已有成果开展工作。修测与调查的主要内容包括水文地质工程地质界线、矿山开采现状与矿坑排水量、井泉点与老窿位置、水土污染现状与污染源、地下水位下降与井泉水资源衰竭、滑坡和地面塌陷及房屋开裂现象、河溪流量动态及地下水位动态观测等。

重点调查地表的岩溶形态及发育特征、主要矿山环境地质问题与地质灾害，包括开采前后泉水流量变化的对比等。

4.4.3坑道水文、工程地质调查

复核XⅢ号矿体首采区及以下中段巷道涌水点、淋水段、构造裂隙发育段及冒顶、侧壁坍塌等不良工程地质现象，用容积法或者矩形堰法进行涌水量测定，

统计工程岩体（如矿体顶底板、矿体等）的结构面与裂隙率；水文地质核查，主要为坑道涌水点流量记录，观测并记录断裂破碎带、裂隙密集带、岩溶发育位置及特征。

4.4.4水质分析

（一）目的

基本查明地表水、第四系孔隙水、基岩地下水水化学特征，查明工业废水、地表水主要污染组份，为矿山开发地质环境影响评估和分析地下水与地表水的补给关系提供依据。

（二）水质分析采样点布置

在矿区内溪流、民井、泉、重点是抽水孔（深部裂隙含水层）、矿坑疏排水、尾矿库采取常规、微量组分水质样共20组；枯、丰水期各取10组。视情取同位素水质分析样3组。

（三）采样技术要求

①按设计采样点采取水样；取样前将水样壶用5%盐酸浸泡三天后用汗清水冲洗三次；现场取水时，再用样水冲洗三次，然后采取水样。

②采取的常规组分分析样当天送达化验室；采取的微量组分（铜、铅、锌、锰、镉、铁、氰、氟、铬、砷）样，按有关要求现场加名保护剂，并在8小时内送达化验室。

③送样前填写送样单，并注明已添加保护剂的属性与剂量。

（四）水质分析项目：

①简分析：其目的是一般地了解地下水的物理性质和化学成分。分析项目常为：温度、色度、嗅、味及浊度及 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 、 Na^{+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^{-} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、总硬度、溶解性总固体、游离二氧化碳、PH值等。

②全分析：其目的是基本地了解地下水的物理性质和化学成分，除简分析项目外，增加 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 NH_4^{+} 、 Al^{3+} 、 NO_2^{-} 、 NO_3^{-} 、 F^{-} 、 Br^{-} 、 I^{-} 、暂时硬度、永久硬度、化学需氧量、侵蚀性二氧化碳、硅酸、硼等。

本次水质分析项目为全分析，专门分析具体分析项目视情而定。

4.4.5 岩石物理力学测试（详查期间已做地应力测试）

采样位置为矿体、顶底板围岩和较厚的夹层。采取的样品要具有代表性，测定其饱和状态下的抗压、抗剪、抗拉强度及弹性模量。

设计岩矿石物理力学试验样抗压样 10 组，抗剪样 10 组，共计 20 组。

“X Ⅲ号矿体深部详查工作”曾对 6-725TK4-1 钻孔采用水压致裂法进行了现场地应力试验，钻孔孔口高程-723.078m，孔深 276.28m，在孔深范围内，成功获得了 7 段实测岩体水压致裂地应力试验曲线，测量结果如表 4-1 所示。6-725TK4-1 钻孔的最大水平主应力值为 31.68MPa；最大水平主应力方向为 NW34°；在该工程场区地应力以构造应力为主导；水平主应力随岩层深度的增加总体上具有增大趋势，但由于测试区岩性变化大，且构造较发育，地应力与深度间呈现复杂的关系；矿区为极高地应力区。[地应力测试工作外委：中科院武汉岩土力学研究所]

表 4-1 铜绿山矿区 6-725TK4-1 钻孔水压致裂成果表

深度 /m	破裂压力 P_b /MPa	重张压力 P_r /MPa	关闭压力 P_s /MPa	孔隙压力 P_o /MPa	最大水平主应力 σ_H /MPa	最小水平主应力 σ_h /MPa	垂直应力 σ_v /MPa	最大水平主应力方向
72	31.74	14.43	12.83	0.72	24.77	13.55	22.28	
120	38.84	16.03	13.75	1.20	26.43	14.95	23.53	NW35°
165	30.04	15.44	13.75	1.65	27.47	15.40	24.70	
190	31.27	20.14	15.49	1.90	28.24	17.39	25.35	
210	32.35	19.04	15.42	2.10	29.32	17.52	25.87	NW33°
252	36.22	18.11	15.74	2.52	31.64	18.26	26.96	
270	22.95	16.94	15.30	2.70	31.68	18.00	27.43	NW34°

注：表中自重应力按岩石的上覆重量计算，其岩石容重取为 26000N/m³。

此外根据 6-725TK4-1 孔-725 米以下地应力测试成果，也采用应力分析法初步预测评价未来 X Ⅲ号矿体深部开采时井下有发生岩爆的危险性（表 6-10）。

表 6-10 应力分析法计算结果表

围岩	硐室围岩最大主应力 σ_1 (MPa)	硐室围岩单轴抗压强度 σ_c (MPa)	σ_1/σ_c (经验公式)	岩爆发生危险初步评价
高岭石化石英二长闪长玢岩	31.68	26.5 ~ 68.6	0.46 ~ 1.20	局部地段可能发生
石榴石透辉石矽卡岩		64.2 ~ 73.4	0.43 ~ 0.49	局部地段可能发生
局部(西侧)大理岩、白云质大理岩		61.9 ~ 88.5	0.36 ~ 0.51	局部地段可能发生
铜铁矿体		49.8 ~ 109.0	0.29 ~ 0.64	局部地段可能发生
经验公式 σ_1/σ_c 评价围岩发生岩爆危险性的标准为： $\sigma_1/\sigma_c > 0.165 \sim 0.35$ 的脆性岩体最易发生岩爆。				

4.4.6 坑道排水量动态观测（由矿方实施）

观测内容有三：坑道出口总排水量观测、各中段排水量、各涌水点流量观测。

1、坑道总涌水量观测：主要是为了研究涌水量与降雨量的关系、涌水量与坑道长度（随坑道进尺变化）和深度的关系，从而为选择矿坑涌水量预测方法作好资料准备。其观测方法采用水泵型号、总台数、每台设备排水量、扬程、当天开泵时间，能效折减系数等参数估算为当天排水量，观测时间每天记录，采用表格记录并电子版化（Excel），观测时间半年。

2、各中段排水量观测：各中段排水量动态观测方法及要求同上，区别在于提供各个中段（或几个中段联合）排水量，以便掌握各中段排水量随时间、深度、降雨量等的变化规律；观测时间每天记录，观测周期半年。

为配合排水量动态观测，矿区应设置简易气象站。每天主要观测内容为：

- (1) 天气（晴、多云、阴、雨）；
- (2) 气温（ $^{\circ}\text{C}$ ），观测精度 0.5°C ；

(3) 降雨量（小雨：12 小时降雨量小于 5 毫米，日降雨量小于 10 毫米。中雨：12 小时降雨量 5 至 14.9 毫米，日降雨量 10 至 24.9 毫米。大雨：12 小时降雨量 15 至 29.9 毫米，日降雨量 25 至 49.9 毫米。暴雨：12 小时降雨量 30 至

69.9 毫米，日降雨量 50 至 99.9 毫米。大暴雨：12 小时降雨量 70 至 139.9 毫米，日降雨量 100 至 199.9 毫米。特大暴雨：12 小时降雨量不小于 140 毫米，日降雨量不小于 200 毫米）。

（4）蒸发量（毫米）。

3、各涌水点观测：包括主要的裂隙密集带涌水点、断层或断裂破碎带涌水点的涌水量衰减观测；流量衰减观测的目的，主要是根据流量观测资料分析溶洞、断裂构造及裂隙密集带的富水与导水性，建立流量衰减方程并据此推测主要出水段在某一中段的稳定流量，也可由此研究矿坑涌水量的预测方法；观测点布置根据坑道水文地质调查情况确定，流量观测方法可根据坑道内排水沟的布置选择过水断面法或三角堰法；观测周期 10 天一次，观测时间半年。

4.4.7 水动态长期观测

（一）目的

将水文孔 4-785-TK3 作为长观孔。长观的主要目的，是为了查明深部地下水位与降雨量的历时关系，揭示深部含水层地下水动态特征。

（二）主要技术要求

长观内容主要包括水位、流量、水温等，观测周期 1 次/7 天，雨后适当加密，观测时间不少于 1 个水文年；水位采用万用表电阻法观测，水温选用热敏电子温度计观测，对于长期观测每间隔 7 天对测绳进行一次校正。

4.4.8 水文地质钻探及抽水试验

（一）水文地质钻探技术要求

①严格按钻孔测量定位、下达钻孔施工设计书（含地质与钻探两部份）、下达钻探开工通知书、钻探施工、终孔验收等程序进行操作。

②无论是钻进还是扩孔，所有水文地质钻孔的钻进冲洗液一律采用清水。

③所有钻孔均为直孔；每钻进 50 米和终孔后均要测量孔斜，钻孔倾斜角不得超过规范允许误差，超差时必须纠偏。

④第四系岩心采取率不低于 60%，基岩岩心采取率达到 70%以上。

⑤遇溶洞和裂隙必须详细记录其起止深度，并提取溶洞充填物。

⑥按钻探规程记录班报表；岩心按顺序放入岩心箱，每回次必须有岩心牌；按钻孔施工设计书进行简易水文观测。

⑦水文地质钻孔的孔径与止水要求、孔口管与抽水试验装置等，必须按钻孔施工设计书或钻孔施工设计变更书执行。

（二）钻探岩心水文地质、工程地质编录技术要求

按《矿区水文地质工程地质勘查规范（GB/T12719-2021）》中钻孔水文地质工程地质编录要求进行（具体要求此处从略）。其中，工程地质编录应按钻探回次统计 RQD 值。单孔野外编录结束后，在分层总表中按 RQD 值的大小结合岩心力学强度测试资料划分工程地质层，根据岩心裂隙充填情况和裂隙力学属性及地下水活动痕迹、溶蚀现象等，划分不同类型的含隔水层。

（三）抽水试验技术要求

①按稳定流方法进行多孔抽水试验。在抽水试验前，系统观测主孔和各个观测孔的地下水位，直至达到各孔水位基本稳定为止。

②单抽水试验，进行三次水头降低，最大降深不小于 10m；每次抽水试验结束后，观测各孔恢复水位，校正主孔深度（孔内沉渣不超过 0.5m）；第一、第二次抽水试验结束后，各孔水头必须恢复到抽水前水头的 3/4 才能进行下一个落程的抽水试验。

③抽水试验前要根据观测孔水位资料确认自然流场或矿坑排水地下水位下降动态特征，防止抽水试验水位实际降低值达不到预期效果；抽水试验过程中，严禁抽出的水就地排放而造成回渗或倒灌，注意观测地面塌陷、沉降现象，同时按有关要求配合主孔对各个观测孔进行同步观测。

④抽水试验要尽可能地对地下水自然流场进行扰动，以期最大限度的暴露水文地质问题和揭示地下水主要来水方向；此外抽水试验均可能成为

抽水孔抽水、矿坑排水的干扰井群抽水试验。因此，抽水试验稳定时间，不应受限于“单孔稳定时间最低不少于 8 小时”的限制，必须视主孔和观测孔稳定态势适当延长。同时，应注意根据矿坑水排水导致水位降低的态势来考虑抽水试验是否达到稳定。

⑤抽水试验井孔水位波动相对误差不大于 1%；出水量波动相对误差不大于 3%。抽水试验采用潜水泵进行抽水。抽水试验孔外均设置水箱和流量观测堰。抽水试验抽出的地下水不得随意排放，应尽可能的利用隔水层较厚的自然沟渠或开渠排放，防止抽出的地下水回灌影响抽水试验效果。

⑥抽水试验延续时间预计需要约 60 个台班；地下水位长期观测大于一个水文年。

⑦水文地质钻探及抽水试验应在施工前作专门设计。各工程按施工前设计要求施工。

4.4.9 水文地质测井

水文孔 4-785-TK3 将依据（DZ/T0181-1997）水文测井工作规范开展水文测井工作，具体工作方法包括视电阻率测井、声速测井、井温测井，设计工作量为 260m，具体技术要求如下。

（一）视电阻率测井

视电阻率测井进行标准测井时，应使电位测井曲线能兼顾分层定厚和估算渗透层及其侵入带的真电阻率。

（二）声速测井

①声速测井投产前应进行刻度；

②在测量过程中，发现有周波跳跃时，应查明原因。

（三）井温测井

①应用标准电阻标定下井电流，电流变化不得超过 $\pm 2.5\%$ ；

②仪器应在下放时测量，移动速度可按表 2 或表 3 中测井速度的下限值执行；

③简易测温应在其他测井方法前进行；

④地热测井应在测井前后各测一条井温曲线；

⑤稳态测温要求井内无流体活动，并在井液静止 1-2 昼夜后再进行测量。

同时需测两条以上的井温曲线，其间隔保持 12h-24h，相邻井温曲线相差不应超过± 0.5℃。

4.4.10 环境地质研究

1.研究区域稳定性。

2.预测矿床疏干排水影响范围，对区内生产、居民生活可能造成的影响和对生态环境可能构成的危害进行评价，提出防治意见。

3.结合采矿工程，预测矿床开采可能引起的地面变形破坏（沉降、开裂、塌陷等）范围。

4.在水平坑道和抽水孔中分别进行测温工作，精度 0.1℃，以了解地温梯度的变化情况，为 500m 以下的深部矿体开采提供地温资料。

5.对首采-785m、-845m 中段不同矿体、顶底板围岩、岩浆岩、矽卡岩、脉岩等采用德国柯雷技术有限公司 R280 手持多功能数字核辐射计，对 γ 、 β 、 α 放射性同时进行测试，计 20 次/点。

4.5 取样化验工作

4.5.1 一般岩矿分析样（化学样）

（一）基本分析样：劈心法，用于钻探工程取样，连续劈取矿（岩）心的 1/2。劈心样，样长原则上为 1.0m 一个样，最长不得大于 2.0m，矿体厚度小于 1.0m 时作为一个样品采取。矿体顶底板应控制 1-2 个样。

样品加工缩分公式 $Q=Kd^2$ ， $K=0.2$ 。

基本分析项目为 Cu、TFe、Au。设计样品 400 个。

（二）组合样

组合样品由同一矿体同一矿石类型的 3-5 个基本分析样品副样组成，根据以往详查工作对于矿石化学样的全分析结果，XⅢ号矿体组合样有益元素分析项目应为 Ag，有害元素分析项目为 S、P。设计样品 100 个。

一般一个工程控制的同一矿体组合 1 个组合样，如果控制矿体的工程样品太少，可与相邻工程样品组合。单个组合样品质量 100-200g。

（三）矿石物相分析样

用于研究矿石中的组分在不同物相（或矿物）中的分配值、分配率，样品从浅部矿体向下系统采取。分析项目：所有样品分析铁：全含量，磁铁矿、硅酸铁、碳酸铁、硫化铁、褐铁矿和赤铁矿。物相分析大部分在基本分析成果出来后立即进行，直至完全为原生矿石的后才减少或停止物相样品分析。设计样品 10 个。

基本分析、组合分析应分批、分期做内检分析，内检样由按原分析样品总数的 10%在副样中抽取，编密码送原分析室进行分析。内检合格率不低于 90%。外检样品由原实验宿从正样中按原分析样品总数的 5%抽取，一般不得少于 30 个。外检合格率不低于 90%。

（四）硅酸盐岩石化学样

为了详细查明矿区内岩浆岩的种类，确定各类岩浆岩的化学成分以及碱性程度，分析岩浆岩与矿产关系，分岩类采取硅酸盐岩石化学样。样品必须是新鲜岩石，不能有叠加作用（脉状物质、围岩捕虏体、矿化、蚀变现象等）。

硅酸盐岩石化学样在钻孔、坑道工程中采取，如果岩石结构不均匀，可用拣块法按一定间距布置采样点，样重在 1kg 以上。

分析项目： Al_2O_3 、 CaO 、 Fe_2O_3 、 K_2O 、 MgO 、 MnO 、 Na_2O 、 P_2O_5 、 SiO_2 、

TiO₂、FeO、CO₂、H₂O。分析结果的百分数总和不低于 99.5，不高于 100.75。

设计硅酸盐岩石化学样 10 个。样品必须有代表性，样品不得在同一工程(中段)中采取。

(五) 碳酸盐岩石化学样

应查明矿体围岩和夹石中的有害组分及其含量，评价矿山开采过程中其对生态环境可能造成的影响，制定相应的防治措施。

碳酸盐岩石样在钻孔、坑道工程中采取，，如果岩石结构不均匀，可用拣块法按一定间距布置采样点，样重在 1kg 以上。

分析项目：CaO、MgO、CO₂、SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、K₂O、Na₂O、TiO₂、P₂O₅、MnO、S、Cl 和烧失量。分析结果的百分数总和不低于 99.5，不高于 100.75。设计碳酸盐岩石化学样 10 个。样品必须有代表性，样品不得在同一工程(中段)中采取。

4.5.2 岩矿石物理力学试验样

采样位置为矿体、顶底板围岩和较厚的夹层。采取样品要具有代表性，测定其饱和状态下的抗压、抗剪、抗拉强度、弹性模量及泊松比。

设计岩矿石物理力学试验样抗压样 10 组，抗剪样 10 组，抗拉样 10 组，共计 30 组。

4.5.3 岩矿鉴定样

要求鉴定岩矿石的矿物成分及其含量，岩矿石的结构构造、岩矿石中矿物的结晶程度、赋存状态及各类矿物相互关系、岩矿石的蚀变类型、特征及程度，矿石矿物的成矿期次，先后关系、交代特征等。准确命名岩矿石。

设计岩矿石鉴定样（薄片 10、光片 10）总计 20 块。

4.5.4 选冶试验

依据《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》（DZ/T0340—2020）规范要求，本次 X III 号矿体勘探工作属于详查以上阶段，铜绿山 XIII 号矿体为老矿山深部矿体，矿体资源量达中型及以上，已具备完善的选冶工艺，因此本次工作在开展工艺矿物学研究的基础上，选择具备选冶试验资质的实验室，按照铜绿山铜铁矿现行的加工选冶工艺流程，对 XIII 号矿体矿石开展实验室验证试验，必要时开展可选性试验研究工作。详细查明矿石加工选冶技术性能。

由于铜绿山铜铁矿现行选冶工艺采用先浮选铜再加强磁选铁的方法，因此本次工作设计 XIII 号矿体矿石实验室验证试验样品 1 组。

4.5.5 其它测试分析

块体密度（小体重），设计 40 组。

水质全分析，设计 3 组。

碳十四同位素分析，设计 3 组。

放射性测试分析，设计 20 点。

4.6 编录、室内整理研究工作

4.6.1 编录工作

（一）编录工作

编录工作主要有地质测量原始地质编录钻探、坑探工程的原始地质编录，采样的原始地质编录工作及水文地质、工程地质、环境地质原始编录。

各项原始编录工作除必须室内计算的数据外，其余必须在野外现场完成。记

录的数据真实可靠，单位必须为国家法定计量单位。地质现象要认真、细致，全面地观察研究，真实客观地记录。编录中应明确区别开实际资料和推断解释资料。编录工作应随工作进度逐日及时进行，且图、表、文吻合一致。采用规定的方法、表格和材料。所使用的术语、代号、编码符合规定。文字简明扼要，重点突出、用词准确，层次分明。

(二)其技术要求和标准按《固体矿产勘查原始地质编录规定》(DZ/T0078-93)和本队细则执行。

4.6.2 室内整理研究工作

(一) 矿产地质研究工作

一是在收集整理以往资料的基础上，随时掌握最新的详查成果，开展矿床成因、控矿因素、矿体特征、开采技术条件等方面的研究，进一步总结成矿规律，指导勘查工作；二是勘探工作中各类野外资料的系统整理和研究，综合图件的编制等。

综合整理工作必须做到室内与野外相结合，点与面相结合，宏观与微观相结合。对于本次工作所获野外资料必须分日、月及年终和阶段开展整理研究。对有疑义的原始资料，必须与当事人至现场复查，将其结果报请项目负责人或总负责人审定，视情况予以确认或修正。

日常综合研究的重点放在探矿工程的合理调整上，一要在取得新的资料的基础上，随时研究下步施工工程的合理性和准确性，根据新的工程揭露的矿体资料，合理调整工程位置和工作量，对探矿工程提出调整方案。综合研究的成果需向有关主管人员和矿权人汇报，调整必须经过有关主管人员和矿权人书面同意。

(二) 开采技术条件的研究

矿床水文地质、工程岩体边界条件和矿坑涌水量预测方法的研究：

①矿床水文地质边界条件的研究：应在矿区区域水文地质和矿区水文地质

特征的基础上，合理划分矿坑主要充水围岩的主要来水方向与其水文地质边界条件，从而确定矿区水文地质物理模型；根据矿区水文地质物理模型结合放水试验资料、探矿坑道涌水量与坑道进度资料、坑道涌水点流量衰减资料等，研究矿坑涌水量预测数学模型：如建立坑道涌水量与坑道长度的比拟法数学模型、放水试验涌水量曲线方程、坑道主要涌水点（段）流量衰减方程、不同水平断面的不同水文地质边界条件下的稳定流流量方程等。

②工程岩体边界条件的研究，应根据水文地质地面测绘资料、坑道调查资料、岩土物理力学试验资料、前期钻孔岩心编录（结构面统计、RQD 统计）资料，研究主要软弱层（或结构面）的分布与埋藏条件及其对矿坑围岩稳定性的影响，从而为预测采空塌陷、采空区移动边界提供依据。

（三）其技术要求和标准按《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》（DZ/T0079-93）和本队细则执行。

4.7 矿床经济可行性评价工作

在本次勘探工作在查明区内资源量及开采技术条件的前提下，按《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）以及《固体矿产勘查概略研究规范》（DZ/T0336-2020）要求，勘探阶段应开展矿床经济可行性评价工作。主要通过了解分析区内地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策因素，初步拟定矿产资源开发经济参数，对矿床开发的技术可行性和经济合理性进行可行性研究，为矿山建设设计提供依据。

具体工作要求有：

（一）矿区地层、构造、岩浆岩、变质作用和围岩蚀变、物化探异常分布、规模等特征、矿体分布、形态、产状、长度、宽度、厚度、品位等达到基本查明。

（二）全面了解勘查区的自然地理、内外部建设条件、经济社会现状、周

边资源开发利用情况，以及有关法律、政策等。

（三）勘探阶段采用动态评价方法。

（四）根据勘查工作成果及勘查区实际情况合理选取评价参数，在现有成果及相关资料不能满足参数选取要求时，可通过类比方式确定。

（五）采用类比方式的，选择与勘查区主矿产及矿石类型一致，开采技术条件、矿石加工选冶技术性能等具有可类比性的矿山（勘查区），拟定开采方式、产品方案及技术经济参数等。

（六）可行性研究工作由具有相应能力和资质的单位完成。

5 资源量预估算

5.1 资源量预估算工业指标

本次铜铁资源/储量预估算工业指标参照冶金工业部（64）冶设字第 2548 号文和冶金工业部长沙有色冶金设计院“关于铜绿山矿区矿石品级合并等问题的意见”【（81）长冶设采字第 52 号】确定如下。

铁矿石：边界品位 25%，最低工业品位 35%，可采厚度 2 米，夹石剔除厚度 2 米。

铜矿石：边界品位 0.3%，最低工业品位 0.6%，可采厚度 1 米，夹石剔除厚度 2 米。

铜铁矿石：边界品位铜 0.3%，铁 20%，最低工业品位铜 0.6%，铁 20%，可采厚度 1 米，夹石剔除厚度 2 米。

表 5-1 工业指标

矿石类型	边界品位 (%)		最低工业品位 (%)		有害组分平均含量 (%)							可采厚度 (米)	夹石剔除厚度 (米)	
	Cu	TFe	Cu	TFe	S	P	Pb	Zn	As	Cu	Sn			
铁矿石	富铁矿石	-	≥42	-	≥48	≤0.3	≤0.2	≤0.1	≤0.1	≤0.07	≤0.2	≤0.08	1	2
	贫铁矿石	-	≥25	-	≥35	-	-	-	-				2	2
铜铁矿石		0.3	20	0.6	≥35	-							1	2
铜矿石		0.3	-	0.6									1	2

*铜铁矿石铜品位达到工业要求后铁品位实际要求≥20 即可。

伴生元素金、银、硫虽具有综合利用价值，但其品位皆不足以构成具单独开采的工业矿体，因而不与主矿种结合，确定工业指标另行圈定矿体或矿块。且上述元素均富集于铜精矿中，为炼铜时顺便提取，因此本次工作不对其单独预估算资源量。

5.2 资源量预估算范围

本次资源量预估算范围与 2016 年《湖北省大冶市铜绿山矿区 X Ⅲ号矿体铜铁矿详查报告》一致，为 10 线至 0 线之间的 X Ⅲ号矿体群。

5.3 资源量预估算方法

资源量预估算方法为垂直平行断面法。具体依据为：①矿体形态以陡倾斜似层状、透镜状为主，在主矿体附近的小矿体大致平行主矿体排列；②矿区内勘探线基本垂直矿体走向布设，原地质勘探、深部详查、接替资源勘查、详查工作及本次勘探工作均以钻探为主要勘探手段，工程布置在平行分布的勘探线上；③资源量估算是 在勘探剖面圈定矿体的基础上进行的，勘探线剖面可反映矿体的形态、产状、矿石类型、品级、资源量类型等一系列矿体要素，这些勘探剖面是资源量预估算的基础。

5.4 资源量预估算主要参数

5.4.1 平均品位

钻孔工程分段铜、铁平均品位按不同矿石类型分段后，用样长加权平均求得。

剖面上矿体平均品位，以剖面图圈定的矿体为准，将控制同一矿体的工程，按不同矿石类型分别用“线加权法”求得。

块段平均品位是以相邻剖面同一矿体按不同资源储量类型、矿石类型分别用“面积加权”求得。

矿石中单个样铜品位大于平均品位 8 倍者，列为特高品位，处理方法是用该样品品位参加到其所在工程的单工程平均品位计算，用计算出的单工程平均品位代替该样品品位参与单工程平均品位的计算。

5.4.2 面积

矿体横剖面面积，采用中国武汉化地图形数据公司软件《地理信息系统 MAPGIS》按资源量类型、矿石类型于剖面上直接量取。

5.4.3 体重

铜铁矿石、铁矿石体重采用最小二乘法标准方程进行计算。其它矿石体重引用原勘探总结报告体重值（表 5-1）。

表 5-1 铜绿山矿床矿体体重表

矿石类型	矿体	采用体重	备注
铁矿石	Ⅲ、XⅢ及小矿体	$\rho = 0.025 X + 2.520$	ρ 为体重， X 为铁平均品位 $\times 100$
	Ⅳ	$\rho = 0.011 X + 3.284$	
铜铁矿石	Ⅲ、XⅢ及小矿体	$\rho = 0.039 X + 2.093$	
	Ⅳ	$\rho = 0.035 X + 2.131$	
铜矿石	Ⅲ、Ⅳ、XⅢ及小矿体	2.88	含铜大理岩
	Ⅲ、Ⅳ、XⅢ及小矿体	3	含铜矽卡岩
	Ⅲ、Ⅳ、XⅢ及小矿体	2.9	含铜岩浆岩
低品位铜矿石	Ⅲ、Ⅳ、XⅢ及小矿体	2.8	含铜大理岩
	Ⅲ、Ⅳ、XⅢ及小矿体	2.92	含铜矽卡岩
	Ⅲ、Ⅳ、XⅢ及小矿体	2.71	含铜岩浆岩
钼矿石		2.87	
低品位钼矿石		3.03	

5.5 矿体圈定、连接、尖灭及外推原则

5.5.1 矿体圈定、连接

（一）根据样品分析结果和见矿厚度，将铜、铁、钼大于或等于边界品位者圈定为矿体，分段后平均品位大于最低工业品位时为工业矿体，小于者列为低品位矿。将位于同一控矿构造、产出部位相当的圈定为同一矿体后，再按类型、品级分别圈定矿石类型界线。

（二）根据矿石类型分段时，在铜铁矿石的上，下有小于可采厚度的单独的铜矿或铁矿，在相邻工程、相邻剖面无对应矿石时，并于铜铁矿石中；并入后影响工业品位者，则仍单独圈出或列为夹石。若遇连续 2 米以上的铜铁矿或铜矿，按边界品位分段后若小于工业品位，在其中又包含有连续 1 米的工业矿石时，则将后者单独圈出。

（三）分段时遇铜、铁矿石相间出现，其间距小于可采厚度时，均一并计算

平均品位；若小于工业品位时，则以最大限度地圈定工业矿体为原则。

（四）铜铁矿石中若夹有大于 10 米以上的单铜矿时，将后者单独圈定，反之并于铜铁矿石中（但应保证铜铁矿石达到工业品位）。铜矿石中夹有大于 2 米铜铁矿石时，则将此铜铁矿石单独圈出，反之并于铜矿石中。

5.5.2 矿体尖灭、外推

（一）相邻工程中一个见矿，一个未见矿，按工程间距 1/2 内推矿体零点边界。

（二）一个工程见矿（单剖面、单工程见矿），而相邻没有工程控制时，按基本工程间距二分之一尖推矿体零点边界。

5.5.3 矿体连接

矿体边界线均采用直线连接。

5.6 资源量类型划分原则

按《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》（DZ/T0214-2020）要求，将本次 X Ⅲ号矿体资源量分类为探明、控制、推断资源量三类。依据前文 3.4 中关于矿体勘查间距的论述结果：

X Ⅲ号主矿体为第Ⅱ勘查类型，其探明资源量（TM）工程间距为 50m×60m，控制资源量（KZ）工程间距为 50m×120m。

分支矿体多伴生于主矿体或主接触带上下盘破碎带内，属于铜矿第Ⅲ勘查类型，考虑主矿体勘查工程间距，其控制资源量（KZ）工程间距为 50m×60m，推断资源量（TD）工程间距 100m×120m。；

5.7 块段划分及体积计算方法选择

5.7.1 块段划分

（一）块段划分以矿体为单位，将相邻两剖面之间的同一矿体划分为一个大矿块，再根据不同控制程度按资源量类型划分为块段，作为资源量预估算的最小

单位。

(二) 块段编号以矿体为单位, 按资源量类型分别编号。编号以分数形式表示, 按由南至北的顺序编号。以分子、分母后缀资源储量类型顺序编号, 分子代表剖面线以南块段, 分母代表剖面线以北块段。

5.7.2 矿体体积计算

根据相邻两剖面矿体的相对面积的大小, 分别选择不同的公式进行计算。

(一) 当相邻两剖面矿体相对面积之差小于等于 40% 时, 采用棱柱体体积公式:

$$V = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) \cdot L \dots\dots\dots ①$$

(二) 当相邻两剖面矿体相对面积之差大于 40% 时, 采用截面圆锥体积公式:

$$V = \frac{1}{3}(\sqrt{S_1 \cdot S_2} + S_1 + S_2) \cdot L \dots\dots\dots ②$$

(三) 矿体两端由一个断面外推时:

1. 楔形外推采用:

$$V = \frac{1}{2}S \cdot L \dots\dots\dots ③$$

2. 锥形外推采用:

$$V = \frac{1}{3}S \cdot L \dots\dots\dots ④$$

式中:

V—矿体块段体积

S1、S2—相邻两断面矿体面积

L—断面间距或矿体外推长度

5.8 资源量与估算结果

资源量估算参数均来源于“X III 号矿体深部详查报告”, 在该报告已有图件的基础上按拟实施钻探工程升级资源量类型, 预估算未考虑实际施工后矿体的形态、

品位、厚度等变化情况，本次估算未统计低品位矿石和小矿体，预估算结果见表 5-2（详细结果见附表 6）：

XⅢ号矿体群资源量：总矿石量 11241 千吨，其中铜矿石（含铜铁矿石）量 9013.千吨、铜金属量 134087 吨，平均品位 1.49%；铁矿石（含铜铁矿石）量 4802 千吨，平均品位 37.42%。按资源量类型分述如下：

探明资源量：总矿石量 4551 千吨，占总资源量的 40.49%。其中铜矿石（含铜铁矿石）量 3772 千吨、铜金属量 61048 吨，平均品位 1.62%；铁矿石（含铜铁矿石）量 3777 千吨，平均品位 38.12%。

控制资源量：总矿石量 3150 千吨，占总资源量的 28.03%。其中铜矿石（含铜铁矿石）量 2610 千吨、铜金属量 35973 吨，平均品位 1.38%；铁矿石（含铜铁矿石）量 2507 千吨，平均品位 36.42%。

推断资源量：总矿石量 3539 千吨，占总资源量的 31.48%。其中铜矿石（含铜铁矿石）量 2632 千吨、铜金属量 37067 吨，平均品位 1.41%；铁矿石（含铜铁矿石）量 2821 千吨，平均品位 37.37%。

本次资源量与估算还对首采区第一水平标高-845m，进行了资源量分割。首采地段为 6 线至 2 线之间，-800m 至-845m 水平标高，经本次勘探工程控制后，探明资源量：总矿石量 683 千吨，占 XⅢ号矿体群资源量总量的 6.08%，占 XⅢ号矿体群探明资源量的 15.02%。铜矿石（含铜铁矿石）量 567 千吨、铜金属量 8948 吨，平均品位 1.58%；铁矿石（含铜铁矿石）量 605 千吨，平均品位 38.87%。

表 5-2 预估资源量计算结果统计表

矿体	估算范围		资源类型	矿石类型	资源量				资源量占比 (%)
					矿石量 (千吨)	铁	铜		
						TFe(%)	金属量(吨)	Cu(%)	
XIII号	合计	全矿	TM	CuFe	2997.58	36.90	50761.29	1.69	40.49
				Cu	774.09		10286.44	1.33	

矿体群	区		Fe	779.64	42.81						
			小计:铜矿石(含铜铁矿石)	3771.67		61047.73	1.62				
			小计:铁矿石(含铜铁矿石)	3777.22	38.12						
			合计:总矿石量	4551.31							
		KZ	CuFe	1966.15	34.66	27649.33	1.41	28.03			
			Cu	643.43		8323.45	1.29				
			Fe	540.90	42.81						
			小计:铜矿石(含铜铁矿石)	2609.57		35972.78	1.38				
			小计:铁矿石(含铜铁矿石)	2507.04	36.42						
			合计:总矿石量	3150.47							
		TD	CuFe	1913.76	34.54	25837.79	1.35	31.48			
			Cu	718.15		11228.71	1.56				
			Fe	906.88	43.35						
			小计:铜矿石(含铜铁矿石)	2631.92		37066.50	1.41				
			小计:铁矿石(含铜铁矿石)	2820.64	37.37						
			合计:总矿石量	3538.80							
		合计:铜矿石(含铜铁矿石)		9013.16		134087.01	1.49				
		合计:铁矿石(含铜铁矿石)		9104.90	37.42						
		合计:总矿石量		11240.58							
		XIII号矿体群	首采地段资源分割(6至2线)	-800至-845	TM	CuFe	488.51	37.52	8030.31	1.64	15.02
						Cu	78.02		918.04	1.18	
Fe	116.96					44.53					
小计:铜矿石(含铜铁矿石)	566.53				8948.35	1.58					
小计:铁矿石(含铜铁矿石)	605.47			38.87							
合计:总矿石量	683.49						6.08				

6 预期成果

6.1 本次预期成果

(一) 完成主要实物工作量。

(二) 详细查明矿区地层、构造、岩浆岩、变质作用和围岩蚀变等地质条件。

(三) 详查查明矿体分布范围、数量、形态、规模、产状、矿石质量等特征。

(四) 详细查明矿石加工技术性能以及开采技术条件。

(五) 预期提交资源量经过本次勘探工程控制后，首采地段 2 线至 6 线间，-800 至 -845m 水平标高之间，X III 号主矿体全部升级为探明资源量级别。X III 号矿体群总矿石量（除低品位、小矿体外）为 11241 千吨，其中探明资源量占比为 40.49%，控制资源量占比为 28.03%，推断资源量占比为 31.48%，（探明+控制）资源量占比为 68.52%，资源量类型占比以及拟首采地段均达到勘探程度要求，已达本次工作目的，设计工作量以及工作部署合理。进行可行性研究及矿山建设设计提供必需的地质资料。

(六) 提交《湖北省大冶市铜绿山矿区 X III 号矿体铜铁矿勘探报告》及相关附图、附表、附件。

6.2 成果提交时间

设计评审完成后 5 个月内完成野外地质工作并通过野外验收，野外验收通过 1 个月内完成报告编制并提交审查。

7 组织管理和保障措施

7.1 组织管理

(一) 项目组人员组成

本项目的工作人员在熟悉矿区及周边地区地质情况的骨干技术人员中，通过竞争或委派上岗，实行聘用制。根据项目目标任务要求，采用人员年度动态定编的原则，本年度定编 8 人，专业涵盖地质、水工环、测量、实验测试等，人员配备齐全，野外工作开展后纳入项目管理的测量及钻探施工人员 14 人。主要工程技术人员见下表 7-1。

表 7-1 项目组主要管理及技术人员表

序号	姓名	年龄	性别	学历	专业	职称	在本项目拟任职务
1	李志胜	27	男	硕士	地质资源与地质工程	地矿勘查工程师	项目负责
2	黄婉	32	女	硕士	地球化学专业	地矿勘查高级工程师	技术负责
3	杜凯	39	男	本科	资源勘查工程	地矿勘查工程师	监审组长
4	柯于富	55	男	本科	地质调查与找矿	地矿勘查高级工程师	监审副组长
5	余国飞	38	男	硕士	矿产普查与勘探	地矿勘查工程师	地质组长
6	张柳	37	男	本科	地质学	地矿勘查工程师	地质组员
7	彭益韬	44	男	本科	资源勘查工程	地矿勘查工程师	地质组员
8	徐新安	27	男	本科	资源勘查工程	地矿勘查工程师	地质组员
9	倪高波	47	男	本科	工业分析	地质实验高级工程师	化验组长
9	操立新	56	男	专科	工业分析	地质实验高级工程师	化验组员
10	刘徽	36	男	硕士	水工环	水工环高级工程师	水文组长
11	王明泰	54	男	本科	应用地球物理	物探高级工程师	物探组员
12	鲁启峰	41	男	本科	地理信息系统	地质测绘高级工程师	测绘组长
13	赵书志	43	男	本科	测绘工程	地质测绘高级工程师	测绘组员
14	廖仕星	56	男	本科	资源勘查工程	探矿工程高级工程师	钻探组长

（二）主要岗位职责

项目负责人：全面负责项目各项技术工作的管理，按照项目任务书的要求起草项目各项具体工作的实施管理办法，提出项目要求和项目意图，及时检查项目整体质量。

技术负责人：负责项目野外和实际各项技术工作的管理，按照项目实施管理办法管理项目，负责对项目实施的阶段性成果进行的检查，同时根据项目进展情况及时提供相关技术文件资料和建议。

各作业组长：负责各专业技术工作。在整体规划基础上，按时组织实施，并按规定的时间提交高质量的专业工作成果，对所承担工作的进度、质量、安全负具体的实施责任。

项目组员：按照作业组长下达的工作任务，按设计要求、相关工作的作业规范开展，并对所承担的工作具体负责。

7.2 组织管理体系

（一）项目组织管理机构

项目勘查单位为湖北省地质局第一地质大队，负责项目任务的完成和资金的合理使用，并对项目实施过程中的技术质量、进度和成果负责。

（二）项目组织管理

项目实行项目负责人制，由湖北省地质局第一地质大队地质勘查院负责组建项目组，项目组在湖北省地质局第一地质大队地质勘查院协调和指导下开展工作，具体负责项目的组织、实施及质量工作，向湖北省地质局第一地质大队地质勘查院负责。项目采取直线制组织管理形式，下设物探组、探矿工程施工组、地质组、测量组和综合组。

（三）项目经费管理

项目资金将单独建账，实行“单独核算，专款专用”。项目承担单位严格按照批准下达的计划任务，合理安排项目资金的使用，不得擅自扩大支出范围，不

用于与项目无关的其它支出。

7.2 设备配备

本项目主要开展地质、物探、钻探、化验工作，单位相关设备齐全，满足项目开展所需的设备需求。具体设备配备情况见表 7-2。

表 7-2 单位设备配备清单

序号	资产名称	规格型号	计量单位	数量	工类
1	显微镜	CX21M	台	1	地质
2	大幅面扫描仪	SmartLFGx+42C	台	1	
3	佳能打印机	LBP2900	台	1	
4	GPS	S740W	台	2	
5	绘图仪	hp1200	台	1	
6	徕卡全站仪	TC405	台	2	
7	拓普康全站仪	GTS-3115	台	2	
8	南方 gps	S82-T	台	2	
9	水准仪	DS-C32	台	2	
10	三分量磁测探管		台	2	物探
11	电位电阻率探管		台	1	
12	JD-03 激电软电极系	JD-03	台	1	
13	JCX-1 数字化测斜探管	JCX-1	台	1	钻探
14	钻机	HGY-300E	台	3	
15	柴油发电机组	BF-V1096	台	1	
16	罗盘测斜仪	KXP-2X	台	1	
17	钻塔	9.5m	台	3	
18	电动绞车	S75-1000	台	1	
19	泥浆泵	BW160/10X	台	3	
20	全液压岩心钻机	CSD500C	台	1	
21	潜水电泵	100QJ3.2-68	台	1	
22	潜水电泵	100QJ4-140	台	1	
23	金矿制样多功能棒磨机	ZN	台	1	
24	原子吸收分光光度计	WFX-310	台	1	
25	能量色散 X 荧光光谱仪	edx3000plus	台	1	
26	马福炉	4-10	台	1	
27	干燥箱	202-1EBS	台	1	
28	干燥箱	101-4ABS	台	1	
29	低速离心机	SC3610	台	1	
30	电子天平	ME104E	台	1	
31	野外用车	丰田	辆	2	野外服务

7.3 质量保障措施

（一）质量保障措施

（1）认真贯彻执行《地质勘查单位质量管理规范》（DZ/T0251-2012），详查项目的野外施工，综合研究和成果报告编写等工作必须满足该规范各项条款要求。

（2）建立以岗位责任制为中心的质量责任制，项目负责人为质量保证的负责人。

（3）项目内实行三级质量管理体系中项目组-作业组-岗位管理模式，严格执行行业标准或技术规程规范及本队工作细则。

（4）实施全员质量保证，开展以 QC 小组为主体的质量管理活动，提高技术人员的质量水平。

（二）质量检查验收

（1）项目必须设有专门或兼职的质量检查员，负责项目内各项作业的野外作业、原始资料和室内资料的检查工作。

（2）所有资料必须作到“三检”百分之百：自检 100%，互检 100%，专检（质检员或项目负责人）检查 100%。并保证上级抽检 30%。所有资料未经上述检查，不得进入下步工作环节。

（3）探矿权人必须组织不定期的检查，野外工作结束后探矿权人组织专家进行野外检查验收。只有经野外全面检查验收后，资料才能进入报告编写阶段。

7.4 安全措施

7.4.1 安全管理措施

为确保生产安全，本次详查工作必须做好各种安全防护工作。做到“安全第一，预防为主”。

（一）勘查工作必须贯彻执行《中华人民共和国安全生产法》、《地质详查安全规程》、《湖北省地矿局关于进一步强化制度建设确保安全生产的意见》。保证详查工作顺利进行。

（二）项目组配备专职或兼职的安全员，负责安全工作宣传、教育、检查

和各项安全制度的落实。并向上级有关安全部门和负责人反映项目的安全现状，解决项目组无法解决的问题。

（三）项目组全体工作人员应加强安全法律法规的学习，提高所有人员的安全意识。

（四）工程施工严格执行安全生产有关操作规程，确保施工安全。

（五）根据不同季节，做好野外防暑降温、防寒防冻、防蛇防虫和各类流行疾病的预防工作，备齐各种应急药品。

（六）项目组在安全员的指导下，对野外作业中可能出现的突发事件备有应急预案。遇有突发事件，按照预案开展自救和互救，并积极联系上级部门和救治机构进行救治。

7.4.2 环境保护措施

本项目主要施工手段为钻探，钻探施工过程中可能造成地表山体破坏和废水和废油污染。

（一）钻探施工平整坑口时，应按照尽可能少占用林地和农田。

（二）对于生产过程中产生的废水和废油，应挖出排水沟排至低凹处收集，待施工完毕后，进行无害化处理后再排放。

（三）施工和生产人员日常生活中所产生的固体废料和垃圾，不能随意丢弃，必须集中分类保存，带离现场进行无害化处理。

7.5 绿色勘查措施

绿色勘查是在深入贯彻生态文明的指导思想下地质勘查工作方式的转变。

绿色地质勘查是“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念在地质勘查行业中的具体体现；是以绿色发展为目的，通过运用高效、环保的方法、技术、工艺和设备等，减少或避免对生态环境造成的不利影响，并对受扰动的环境进行修复，实现地质勘查、生态环保、社区和谐的多赢效果。

7.5.1 环境影响因素分析

依据项目设计工作方案，本项目主要实物工作量为矿山内部-785中段钻探

及地表水文、工程、环境地质修测。场地平整均位于-785中段，以坑道及硐石挖方为主，同时项目驻地就近租用当地民居。因此，本次项目地质勘查多涉及的人员居住、道路建设、物资设备存放及工程施工场所等均不涉及耕地、林地、水源地及珍稀野生动物栖息地等环境。

综合分析项目对水土环境的影响、大气环境的影响、居民区噪音影响、固废影响及植被影响等，均不涉及或为可控的影响。本项目可能对环境造成的影响主要为：1.水文、工程、环境地质调查过程中会产生少量生活固废垃圾；2.钻探施工过程中钻进液循环系统的布置及防渗漏处理，可能会对井下潜在地下水系统进行污染；3.钻进过程中。但上述影响均为可控影响。

7.5.2 绿色勘查方案

绿色勘查要贯穿项目实施全过程，针对不同工作手段、不同工作阶段及环节制定对应措施，确保地质勘查活动最大限度的减少或避免对生态环境的影响。

（一）水文、工程、环境地质调查

地质调查工作机动性强，工作中只产生少量的生活垃圾，且在地质调查过程中会经过农田区和其他植被覆盖区，针对上述情况制定措施，减少或避免对生态环境的影响。

（1）生活垃圾随身带走、集中处理。对地质调查过程中产生的少量生活垃圾，采取随身带走的方式，严禁随意丢弃，所有垃圾均须在指定地点进行集中处理，以减少对环境的破坏。

（2）地质调查过程中充分利用已知道路、小路，尽量避免砍伐植被；经过农田区时，充分利用田埂、农作物空闲等空间，严禁踩踏农作物。

（二）钻探工程

项目施工中对生态环境产生较大影响的是钻探工作，针对钻探施工中对环境影响因素的分析，制定相应措施，减少或避免对生态环境的影响。本次主要针对钻探施工中遇到的场地建设、施工管理、复绿复垦等反面进行阐述。

（1）场地建设

1.钻探施工

（a）钻探施工主要设备及配套技术应处于国内先进水平。施工设备应具备安、拆快捷，便于搬运，机械化、智能化程度高，施工操作安全简便、劳动强度低、生产效率高，工程质量好、节能、环保等特点，优先采用模块化、轻便化、小型化、集成度高的钻探施工及其配套设备。

（b）钻探施工技术工艺应先进合理，切合勘查施工要求，钻进效率高，质量优，节能减排，安全环保。积极采用定向钻探、绳索取心金刚石钻进、冲击回转钻进、空气潜孔钻进、不提钻换钻头等先进的钻探施工方法及技术工艺。除浅表层开孔外，尽量采用金刚石绳索取心、双层管或三层管钻进技术工艺。

（c）钻探施工循环液使用泥浆时，应采用无固相或低固相的优质环保浆液、泥浆材料及处理剂具备无毒无害、可自然降解性能，符合环保标准要求，加强循环液的现场使用管理，做好施工中防渗、护壁及净化处理，预防浆液使用中造成地下污染。

（三）环境恢复治理

本次施工均位于井下，不设计复垦复绿治理。因此，仅需做到以下：

（1）勘查施工区（点）工作结束后，应及时拆除现场施工设备、物资和临

时设施，清除现场各类杂物、垃圾及污染物。

(2) 现场的垃圾、油污、废液、沉渣及其它固体废物应进行分类清理、收集，按照 GB18599 等相关规定进行焚烧、消毒、沉淀、固化等处理。

(3) 对于现场不能处置的污染物，应外运到专业处理场处理。

(4) 钻探现场应严格按照地质设计要求认真做好封孔工作，保证封孔质量。

7.5.3 绿色勘查组织管理及保障措施

(一) 绿色勘查组织管理

(1) 绿色勘查管理机构

1.项目绿色勘查主管部门为大冶市自然资源和规划局，负责项目实施全过程中绿色勘查的监督管理。

2.项目绿色勘查承担单位为湖北省地质局第一地质大队，负责绿色勘查的实施，并对绿色勘查实施过程中的质量、成果负责。

(2) 绿色勘查组织管理

1.建立了队、院、项目组的三级质量及绿色勘查管理体系，并将绿色勘查工作职责进行层层落实，确保绿色勘查工作相关要求能够落实到本项目实施的每一个环节，使勘查工作对生态环境的扰动和影响处于可控范围。

2.绿色勘查实行项目负责人制，由项目组在大队和院协调和指导下，具体负责绿色勘查的组织、实施和质量工作，向第一地质大队负责。

(二) 绿色勘查保障措施

做到事前有预案、事中有实施、事后有恢复，将绿色勘查具体落实到项目生产的各个环节，确保绿色勘查工作质量。

（1）绿色勘查事前预案

1.针对本次拟开展的地质调查和钻探工作对环境影响因素的分析，坚持生态文明建设，结合区内工作实际，制定减少或避免对环境因素影响的具体措施和预案，将绿色勘查具体落实到项目生产的各个环节，确保绿色勘查合理开展。

2.加强培训。加强技术人员生态环保意识培训，提高认识，牢固树立绿色勘查的理念。对工作人员进行绿色勘查培训，掌握绿色勘查要求。

3.制定大队、院、项目组三级绿色勘查质量管理体系，层层落实，明确责任，确保绿色勘查工作落实到位。

（2）绿色勘查事中实施

在项目实施过程中，将严格执行事前制定的具体措施或预案，并对事前具体措施进行优化和完善，确保绿色勘查工作质量。

1.严格执行绿色勘查措施。严格执行事前制定的绿色勘查措施，根据绿色勘查措施的实施成效，根据区内实际，可对绿色勘查措施进行优化和完善，确保绿色勘查更有成效。

2.做好绿色勘查实施记录。工程施工前，应对拟施工的场地原始地形地貌拍摄照片或视频留存。施工中，开展的绿色勘查应保留相关记录，场地施工应按规范填写登记表，必要时，可拍摄绿色勘查施工照片、视频等资料保存。施工后，对已恢复的场地可拍摄照片、视频等资料留存，在年度总结报告中进行绿色勘查总结。

3.加强绿色勘查执行监管。绿色勘查执行过程中，队、院和项目组不定期开展绿色勘查实施检查，跟踪绿色勘查落实和质量情况，对发现的问题进行整改，确保绿色勘查执行到位。

（3）事后环境恢复整治

项目工作结束或阶段工作结束之后，针对项目活动造成的环境影响，按照国家、行业规范技术标准及地勘项目恢复治理设计要求，结合地方社会经济发

展的需求，将及时开展环境恢复治理，以恢复或消除勘查活动对环境造成的负面影响。

（三）检查制度

成立大队、院、项目组三级绿色勘查质量管理体系，建立事前、事中、事后检查制度，确保绿色勘查贯穿项目实施全过程，保障绿色勘查质量。

（1）事前检查。大队和院对项目组提出的绿色勘查事前具体措施进行检查，对绿色勘查措施中存在的问题，指导项目组修改和完善。

（2）事中检查。大队、院、项目组采取不定期方式对项目绿色勘查执行、质量情况进行检查，确保绿色勘查执行到位，对存在的质量问题，指导项目组优化绿色勘查措施，要求限期整改。

（3）事后检查。大队、院、项目组对项目绿色勘查环境恢复治理情况进行检查，恢复治理不到位的，要求限期整改，确保绿色勘查成效。

（4）野外验收。环境修复治理工作完成后，大队组织开展绿色勘查内部野外验收，并对存在的问题进行整改，整改完成后提交大冶市自然资源和规划局验收。

7.6 设计变更

（一）矿山单位提出的变更要求

1、矿山单位提出的工程设计变更要求，由矿山组织相关部门和勘查单位代表，论证变更是否可行、对造价的影响。

2、矿山单位将论证结果填写设计变更申请报告，报总工程师或总经理同意后，通知勘查单位认可变更方案，由勘查单位做出变更图纸或变更说明的通知单，经总工程师确认后，由项目部下发给施工单位实施。

（二）勘查单位提出的变更要求

勘查单位均按有关规定填写设计变更申请报告，如需增加投资的变更应做出图纸及说明，并附变更预算，报矿山单位同意后，由勘查单位做出设计变更

通知单，经矿山单位确认后方可实施、备案。

（三）重大设计变更

1、重大设计变更，由提出单位向实施方案审查专家提出意见，报分管领导批准后，以书面形式通知各方单位作出变更。

重大设计变更：

A 涉及施工安全或矿山生产安全。

B 影响报告编制或工作程度不足。

C 因设计变更造成经济签证大于 10 万元，或延误施工工期大于 20 天。

8 经费预算

8.1 预算编制说明

一、预算编制依据

（一）文件法规依据

1. 《中国地质调查局关于地质矿产调查评价项目预算编制和审查要求（试行）的通知》（中地调函〔2010〕88号）；
2. 《地调局关于地质矿产调查评价项目预算编制与审查补充要求的通知》（中地调函〔2010〕255号）；
3. 《中国地质调查局地质调查项目预算标准》（2021）；
4. 项目设计的各项实物工作量；

（二）工作技术条件

1. 地区调整系数

根据中国地质调查局颁布实施的《地质调查项目预算标准》（2021）地区调整系数方案，本项目矿区属“其它地区”，地区调整系数确定为 1.0。

2. 地形测量困难类别

农村居民地密集地区，人工建筑物较多、较乱的工矿区，等待可持续作业的城镇工矿区；蒿草、高秆作物大面积连片、林木覆盖面积在 40%以内；据《地质调查项目预算标准》（2021）确定困难类别为Ⅲ级。

3. 地质复杂程度

矿区岩层具中深度变质、岩性复杂，有显著的褶皱、断裂构造，地层复杂但有一定研究程度，岩相不稳定，岩石成分不均匀，有一定标志层，存在明显的地质作用现象，据《中国地质调查局地质调查项目预算标准（2021年）》定额标准确定地质复杂程度为Ⅱ类（中常区）。

4.钻探岩石级别

根据已有的钻孔揭露情况，工作区除第四系之外的岩性主要有大理岩、矽卡岩和火成岩。据《地质调查项目预算标准》（2010）中确定的岩石分级为Ⅶ级。

5.设计的主要工作量

项目设计的主要实物工作量见下表。

表 8-1 主要实物工作量一览表

技术手段		单位	设计工作量	备注
工程点测量		点	4	
1/1 万区域水文、工程、环境地质修测		Km ²	10.5	
1/2 千水文、工程、环境地质修测		Km ²	4.8	
矿产地质钻探		m	530	含机动工作量 200m
水文地质钻探		m	260	地质孔共用
抽水试验		台班	120	
物探测井	视电阻率测井	m	260	
	井温测井	m	260	
	声波变密度测井	m	260	
水动态长期观测		次	60	大于 1 个水文年
巷道水文、工程地质调查		m	2000	
钻孔地质、水文编录		m	790	
基本分析样		样	400	
组合分析样		样	100	
铁物相分析		样	10	
碳酸盐分析		样	10	
硅酸盐岩石化学样		样	10	
岩矿鉴定样		块	20	含岩鉴光片 10 块、薄片 10 块
岩石物理力学试验	抗压	组	10	不同矿体及顶底板围岩中采集
	抗剪	组	10	
	弹性模量	组	10	
	泊松比	组	10	
	抗拉	组	10	
水质全分析		组	3	
碳十四同位素分析		组	3	
放射性测试分析		点·次	20	
矿石加工选冶技术性能		组	1	

三、采用的费用标准

中国地质调查局组织制定的《地质调查项目预算标准（2021）》。

根据工作区实际情况和自然地理条件，认真确定各工作手段的技术条件，如：地形等级、地质复杂程度、岩石等级、钻孔深度等，在此基础上正确选择所对应的预算标准，并根据项目所在地区选择所对应的地区调整系数对预算标准进行调整，最终确定工作手段对应的单位预算标准。此外，未在《地质调查项目预算标准（2021）》内的工作预算，将依据当地市场价进行核算。

（一）水工环地质调查

1、1:10000 区域专项水工环地质调查修测：地质复杂程度Ⅱ类，修测为正测费用的 77%，根据《地质调查项目预算标准（2021）》确定区域专项水文、工程、环境地质调查费用标准分别为 $3109 \times 0.77 = 2393.93$ 元/km²、 $4343 \times 0.77 = 3344.11$ 元/km²、 $3445 \times 0.77 = 2652.65$ 元/km²。

2、1:2000 矿区专项水工环地质调查修测：地质复杂程度Ⅱ类，修测为正测费用的 77%，根据《地质调查项目预算标准（2021）》确定矿区专项水文、工程、环境地质调查费用标准分别为 $29469 \times 0.77 = 22691.13$ 元/km²、 $26719 \times 0.77 = 20573.63$ 元/km²、 $22573 \times 0.77 = 17381.21$ 元/km²。

3、巷道水文、工程地质核查：根据市场价，费用标准为 25 元/米。

（二）钻探

1、矿产地质钻探：岩石级别为Ⅶ级，工作量少于 800 米、井下及斜孔系数之和 1.40，根据《地质调查项目预算标准（2021）》确定矿产地质钻探费用标准为 $917 \times 1.4 = 1283.8$ 元/米。

2、水文地质钻探：岩石级别为Ⅶ级，工作量少于 800 米、井下及斜孔系数之和 1.40，根据《地质调查项目预算标准（2021）》确定水文地质钻探费用标准为 $1675 \times 1.4 = 2345$ 元/米。根据市场价，成井材料费用标准为 380 元/米，抽

水试验费用标准为 860 元/台·班。

（三）物探测井

1、**视电阻率测井**：根据《地质调查项目预算标准（2021）》确定费用标准为 16 元/米。

2、**井温测井**：根据《地质调查项目预算标准（2021）》确定费用标准为 16 元/米。

3、**声波变密度测井**：根据市场价确定费用标准为 23 元/米。

（四）测试分析

1、岩矿分析：

（1）基本分析样：测试项目为 Cu、TFe、Au，其中 Cu 为 56 元/件，TFe 为 102 元/件，Au 为 190 元/件。

（2）组合分析样：测试项目为 Ag、P₂O₅、S，其中 Ag 为 53 元/件，P₂O₅ 为 77 元/件，S 为 35 元/件。

（3）铁物相分析：费用标准为 428 元/件。

（4）硅酸盐分析：分析项目 13 项，费用标准为 834 元/件。

（5）碳酸盐分析：分析项目 14 项，费用标准为 795 元/件。

（6）一般岩矿样品加工：样品规格为 2-5kg，费用标准为 66 元/件。

2、岩石试验：

（1）岩石抗压强度：费用标准为 317 元/组。

（2）岩石抗剪强度：费用标准为 504 元/组。

（3）岩石抗拉强度：费用标准为 316 元/组。

（4）弹性模量：费用标准为 462 元/组。

（5）泊松比：参考市场价，费用标准为 800 元/组。

（6）块体密度：费用标准为 100 元/组。

3、岩矿鉴定：

(1) 薄片（制片+鉴定）：制片费用标准为 61 元/件，鉴定技术条件为复杂，鉴定费用标准为 202 元/件。

(2) 光片（制片+鉴定）：制片费用标准为 64 元/件，鉴定技术条件为复杂，鉴定费用标准为 192 元/件。

4、选冶试验：

(1) 有色金属矿种：选冶技术条件为老矿山易选样，费用标准为 103379 元/件。

5、其它测试分析：

(1) 水质全分析：根据市场价确定费用标准为 3000 元/组。

(2) 碳十四同位素分析：根据市场价确定费用标准为 3000 元/组。

(3) 放射性测试分析：根据市场价确定费用标准为 45 元/点·次。

(五) 其它地质工作

1、地质勘查工作测量：

(1) 工程点测量：费用标准为 2488 元/点

2、地质编录：

(1) 水文地质编录：费用标准为 44 元/米。

(2) 矿产地质编录：费用标准为 44 元/米。

3、水动态长期观测：根据市场价确定费用标准为 65 元/点·次。

4、采样：

(1) 岩心样：费用标准为 31 元/米

(2) 力学样：根据市场价确定费用标准为 200 元/件。

(3) 水样：根据市场价确定费用标准为 100 元/件。

5、设计论证编写：项目总经费<1000 万元，矿产勘探设计编制费用标准为

165000 元/份。

6、综合研究及编写报告：项目总经费<1000 万元，矿产勘探报告编制费用标准为 360000 元/份。

7、报告印刷：项目总经费<1000 万元，费用标准为 100000 元/份。

(六) 工地建筑

工地建筑费用按照不超过地质测量、物探、钻探及其他地质工作中的野外部分等预算费用总和 8%的标准来确定。

(七) 税金

税金按公式： $\text{税金} = \text{总经费} \div (1 + \text{税率}) \times \text{税率}$ 进行计算，其中税率为 6%。

四、计算方法

根据工作区实际情况和自然地理条件，按投入的各项工作手段逐项编制预算。认真确定各工作手段的数量及其技术条件，如：地形等级、地质复杂程度、岩石等级、钻孔深度等，在此基础上正确选择所对应的预算标准，并根据项目所在地区选择所对应的地区调整系数对预算标准进行调整，据此测算各工作手段（地形测绘、地质测量、物探、化探、钻探、岩矿测试、其他地质工作、工地建筑）经费， $\text{预算费用} = \text{单位预算标准} \times \text{工作量}$ ，按预算编制目录规定的顺序逐项汇总编制《项目经费预算表》。

8.2 预算的合理性

预算参照中国地质调查局组织制定的《地质调查项目预算标准（2021）》以及部分未在标准中的当地市场价，按照各单项工作工作量与其所采用预算费用标准逐项计算预算费用，项目实物工作量根据项目技术设计实物工作量确定，其他地质工作工作量根据完成项目技术设计需要的工作量确定，预算依据充分，编制合理。

各工作手段占项目年度预算费用百分比见表 8-2。

表 8-2 项目手段预算经济技术指标分析表

项目手段	经费预算 (万元)	
	预算 (万元)	所占比例 (%)
一、水工环地质调查	42.92	13.21
二、钻探	149.21	45.91
三、物探测井	1.43	0.44
四、测试分析	35.81	11.02
五、其他地质工作	72.51	22.31
六、工地建筑	4.72	1.45
七、税金	18.40	5.66
合计	325.00	100.00

本次项目主要实物工作量以水工环、钻探、测试分析工作为主。其中水工环相关工作以详细查明矿床开采技术条件为目的，所以钻探工作以加密控制矿体、提交资源量为目的。工作手段选择和工作部署比较合理，符合项目的客观实际。

预算的编制既参照了中国地质调查局《地质调查项目预算标准（2021）》，也考虑了地区调整系数、工作技术条件和当地的劳动力市场价格、生产资料价格及外部环境因素的影响，因此经费预算能满足项目各项工作的正常开展，保证项目任务的完成，预算结果可靠。

8.3 经费结果

项目预算经费为 325.00 万元，后期据实结算。具体预算见铜绿山勘探设计工作量及经费预算表（表 8-3）。

表 8-3 铜绿山勘探设计工作量及经费预算表

工作手段	技术条件	计量单位	单位预算标准 (元)	设计工作量	预算金额 (万元)	备注
一、水工环地质调查					42.92	
（一）区域水工环地质调查						
1:10000 区域专项水文地质修测	II	km ²	2393.93	10.5	2.51	修测按 77%计算
1:10000 区域专项工程地质修测	II	km ²	3344.11	10.5	3.51	修测按 77%计算

工作手段	技术条件	计量单位	单位预算标准(元)	设计工作量	预算金额(万元)	备注
1:10000 区域专项环境地质修测	II	km ²	2652.65	10.5	2.79	修测按 77%计算
(二) 矿区水工环地质调查						
1:2000 矿区专项水文地质修测	II	km ²	22691.13	4.8	10.89	修测按 77%计算
1:2000 矿区专项工程地质修测	II	km ²	20573.63	4.8	9.88	修测按 77%计算
1:2000 矿区专项环境地质修测	II	km ²	17381.21	4.8	8.34	修测按 77%计算
巷道水文、工程地质核查		m	25	2000	5.00	市场价
二、钻探				790	149.21	工作量少于 800 米、井下及斜孔系数之和 1.40
(一) 矿产地质钻探						
0-200m	VII	m	1283.8	530	68.04	330/3 孔, 200/机动孔
(二) 水文地质钻探						
0-300m	VII	m	2345	260	60.97	水文地质共用孔
成井材料费		m	380	260	9.88	市场价
抽水试验		台班	860	120	10.32	
三、物探测井					1.43	
1.视电阻率测井		m	16	260	0.42	
2.井温测井		m	16	260	0.42	
3.声波变密度测井		m	23	260	0.60	
四、测试分析					35.81	
(一) 岩矿分析						
1.基本分析样		件	348	400	13.92	Cu56、TFe 102、 Au 190
2.组合分析样		件	165	100	1.65	S 35、P ₂ O ₅ 77、Ag 53
3.铁物相分析		样	428	10	0.43	
4.硅酸盐分析		件	834	10	0.83	分析 13 项
5.碳酸盐分析		件	795	10	0.80	分析 14 项
6.一般岩矿样品加工	2-5kg	件	66	400	2.64	
(二) 岩石试验						
1.岩石抗压强度	饱和干燥	组	317	10	0.32	

工作手段	技术条件	计量单位	单位预算标准(元)	设计工作量	预算金额(万元)	备注
2.岩石抗剪强度	饱和干燥	组	504	10	0.50	
3.岩石抗拉强度	饱和干燥	组	316	10	0.32	
4.弹性模量	饱和干燥	组	462	10	0.46	
5.泊松比		组	800	10	0.80	市场价
6.块体密度		件	100	40	0.40	
(三) 岩矿鉴定						
1.薄片(制片+鉴定)	复杂	片	263	10	0.26	
2.光片(制片+鉴定)	复杂	片	256	10	0.26	
(四) 选冶试验						
1.有色金属矿种	易选样	件	103379	1	10.34	混合矿样
(五) 其它测试分析						
1.水质全分析		组	3000	3	0.90	市场价
2.碳十四同位素分析		组	3000	3	0.90	
3.放射性测试分析		点·次	45	20	0.09	
五、其他地质工作					72.51	
(一) 地质勘查工作测量						
1.工程点测量		点	2488	4	1.00	
(二) 地质编录						
1.水文地质编录		m	44	790	3.48	
2.矿产地质编录		m	44	790	3.48	
(三) 水动态长期观测						
(四) 采样						
1.岩芯样		m	31	400	1.24	
2.力学样		件	200	20	0.40	市场价
3.水样		件	100	3	0.03	
(五) 设计论证编写						
矿产评价		份	165000	1	16.50	总经费 < 1000 万元
(六) 综合研究及编写报告						

工作手段	技术条件	计量单位	单位预算标准(元)	设计工作量	预算金额(万元)	备注
矿产评价		份	360000	1	36.00	总经费 < 1000 万元
(七) 报告印刷						
矿产评价		份	100000	1	10.00	总经费 < 1000 万元
六、工地建筑					4.72	不超过野外工作预算费用之和的 8%
七、税金					18.40	税率为 6%
合计					325.00	