

湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段
磷矿勘探设计书

湖北广原化工集团有限公司
二〇二三年七月

湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段 磷矿勘探设计书

探矿权人：湖北广垦化工集团有限公司

法定代表人：谭朝军

项目主管：杨洪海

勘查单位：中化地质矿山总局湖北地质勘查院

法定代表人：张忠良

总工程师：杨 涛

项目负责：汤从寿

设计主编：章 园 罗 虹

参加人员：汤从寿 章 园 罗 虹 杨洪海

审 核 人：曾德军 段雅栩 梅 婷

提交时间：2023 年 7 月

正文目录

1 前言	1
1.1 目的任务	1
1.2 矿业权设置情况	3
1.3 矿区概况	4
2 设计地质依据	6
2.1 以往地质工作	6
2.2 区域地质	9
2.3 矿区地质	14
3 勘查工作部署	56
3.1 总体部署及原则	56
3.2 勘查工作方法选择	57
3.3 首采地段	61
3.5 勘查工程布置	62
3.6 时间安排及施工顺序	65
3.7 设计工作量	68
4 勘查工作及质量要求	69
4.1 测量工作	69
4.2 地质填图	71
4.3 探槽工程	72
4.4 坑探采样	73
4.5 钻探工程	73
4.6 取样化验工作	77
4.7 水文地质、工程地质、环境地质工作	80
4.8 绿色勘查	90
4.9 矿石选冶性能与评价	94
4.10 矿床可行性评价的概略研究	95
5 资源量预估算	96
5.1 工业指标	96
5.2 资源量预估算方法的选择及依据	96
5.3 资源量预估算参数选择	96

5.4 资源量预估算结果.....	97
6 预期成果.....	99
6.1 以往地质成果.....	99
6.2 本次勘查拟提交成果.....	99
7 组织管理和保障措施.....	101
7.1 组织管理.....	101
7.2 设备配备.....	102
7.3 质量控制措施.....	103
7.4 安全措施.....	104
7.5 绿色勘查措施.....	104
7.6 设计变更.....	105
8 经费预算.....	106
8.1 预算编制的依据和基本技术条件.....	106
8.2 费用标准和计算方法.....	106
8.3 计算结果.....	108

附图目录

顺序号	图号	图 名	比例尺
1	1	湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段 地形地质及工程布置图	1:5000
2	2	杜家岗矿段 0 勘查线设计剖面图	1:2000
3	3	杜家岗矿段 1 勘查线设计剖面图	1:2000
4	4	杜家岗矿段 2 勘查线剖面图	1:2000
5	5	杜家岗矿段 3 勘查线设计剖面图	1:2000
6	6	杜家岗矿段 5 勘查线剖面图	1:2000
7	7	ZK101 设计钻孔柱状图	
8	8	ZK205 钻孔柱状图	1:500
9	9	杜家岗矿段 Ph_i^3 磷矿层资源量预估算图	1:5000
10	10	湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段 水文地质工程地质环境地质及工程布置图	1:5000
11	11	杜家岗矿段 1 勘查线水文地质工程地质设计剖面图	1:2000
12	12	杜家岗矿段 ZK 水 1 钻孔多孔抽水试验设计柱状图	1:500
13	13	杜家岗矿段 ZK102 钻孔抽水试验设计柱状图	1:500

附件目录

- 1、勘查合同
- 2、法人证书（复印件）
- 3、杜家岗矿段探矿许可证（复印件）
- 4、鄂土资储备字[2016]048 号 湖北省国土资源厅关于《湖北省宜昌磷矿殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿详查报告》矿产资源储量评审备案证明及评审意见书
- 5、《勘探设计》内审意见书
- 6、《湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿勘探设计方案“三结合”研讨会会议纪要》

1 前言

1.1 目的任务

1.1.1 任务来源

湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿由湖北广原化工集团有限公司（下称“广原公司”）于 2010 年 5 月首次获得普查探矿权，2010 年 5 月至 2016 年 8 月中化地质矿山总局湖北地质勘查院（下称“湖北化勘院”）对该矿段进行了普查-详查地质工作，最终提交了《湖北省宜昌磷矿殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿详查报告》，湖北省国土资源厅以“鄂土资储备字〔2016〕048 号”文批准了该报告。

根据《固体矿产地质勘查规范总则 GB/T 13908-2020》中附录 A 表 A.1，复杂程度一般资源量规模中型的矿床勘查程度应达到勘探，且探明资源量占比最低要求 10%~20%，探明+控制资源量占比最低要求 50%~60%，应规范要求，2023 年 7 月，“广原公司”特委托“湖北化勘院”对殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿进行勘探阶段地质工作，详细查明杜家岗矿段磷矿层赋存情况及开采技术条件，为矿山建设设计提供地质依据。

1.1.2 目的任务

勘探工作任务及目的：通过地表开展 1:5000 地质填图，布置地表构造探槽工程，详细查明区内地质构造分布及性质，地表布置深部钻探工程及坑道编录与采样工程，详细查明矿区磷矿矿体的规模、形态、产状、空间分布范围，利用工程取样，详细查明矿石物质组成、赋存状态、矿石类型、矿石质量及其分布规律，对磷矿石的加工技术性能进行类比研究，对矿石的经济意义做出概略评价；通过 1:5000 水工环地质调查，详细查明矿区开采技术条件。按照一般工业指标圈定矿体，估算探矿范围

内磷矿石探明+控制+推断资源量，编制《湖北省宜昌磷矿殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿勘探报告》，为杜家岗矿段下一步建设设计提供地质依据。

1.1.3 工作周期

拟定杜家岗矿段磷矿勘探工作周期与成果报告提交时间为 2023 年 7 月 3 日至 2023 年 12 月 31 日。

1.1.4 设计编写依据

- 1、《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T 13908-2020）
- 2、《固体矿产勘查工作规范》（GB/T 33444-2020）
- 3、《矿产资源综合勘查评价规范》（GB/T 25283-2010）
- 4、《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）
- 5、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）
- 6、《地质矿产勘查测量规范》（GB/T 18341-2021）
- 7、《工程测量规范》（GB 50026-2007）
- 8、《矿产地质勘查规范 磷》（DZ/T 0209-2020）
- 9、《固体矿产勘查地质填图规范》（DZ/T 0382-2021）
- 10、《固体矿产勘查概略研究规范》（DZ/T 0336-2020）
- 11、《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》（DZ/T 0340-2020）
- 12、《固体矿体勘查原始地质编录规程》（DZ/T 0078-2015）
- 13、《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》（DZ/T 0079-2015）
- 14、《地质岩芯钻探规程》（DZ/T 0027-2018）
- 15、《固体矿产勘查采样规范》（DZ/T 0429-2023）
- 16、《固体矿产勘查设计规范》（DZ/T 0428-2023）

17、《绿色地质勘查工作规范》(DZ/T 0374-2021)

1.2 矿业权设置情况

1.2.1 矿业权基本情况

殷家沟矿区杜家岗矿段目前设置为详查探矿权，探矿证号：T4200002010056050040502。探矿权人：湖北广原化工集团有限公司，探矿权人地址：湖北省远安县嫫祖镇，勘查项目名称：湖北省宜昌磷矿殷家沟矿区杜家岗矿段，地理位置：远安县城北西 306°方向直距 39km，矿区面积：1.54km²，有效期限：2022 年 12 月 30 日至 2024 年 12 月 30 日。

由于杜家岗矿区探矿许可证 2024 年底到期，杜家岗矿区勘探地质工作范围延续详查探矿权范围不变。

表 1-1 杜家岗矿段探矿权范围拐点坐标（2000 坐标系）

序号	坐 标				矿区面积
	经度	纬度	X	Y	
1	111°17'53"	31°14'00"	3456882.63	37528396.09	1.54km ²
2	111°17'53"	31°14'26"	3457683.39	37528393.93	
3	111°18'25"	31°14'17"	3457408.52	37529241.49	
4	111°18'47"	31°14'22"	3457564.15	37529823.24	
5	111°18'53"	31°14'10"	3457195.02	37529983.07	
6	111°18'53"	31°13'39"	3456240.27	37529985.79	
7	111°18'53"	31°13'38"	3456209.47	37529985.88	
8	111°18'28"	31°13'47"	3456484.79	37529323.45	
9	111°18'27"	31°13'47"	3456484.72	37529296.99	

1.2.2 勘查区自然保护区情况

经查证，勘查区与远安县境内各自然保护区、旅游景区、风景名胜區、水源地、森林（湿地）公园、地质遗迹、基本农田以及城镇开发边界等生态保护红线均未重叠。

1.2.3 勘查区相邻矿业权情况

杜家岗矿段四周分别有：东部鱼林溪矿区采矿权，西部神龙坡磷矿采矿权，南部响水槽磷矿及柳山沟磷矿（已闭坑），北部砦门磷矿及苏家坡磷矿均为采矿权。杜家岗探矿权西南部与柳山沟磷矿范围东北部有约 10 米重叠，但柳山沟磷矿 2022 年已闭坑，无影响（见插图 1-1）。

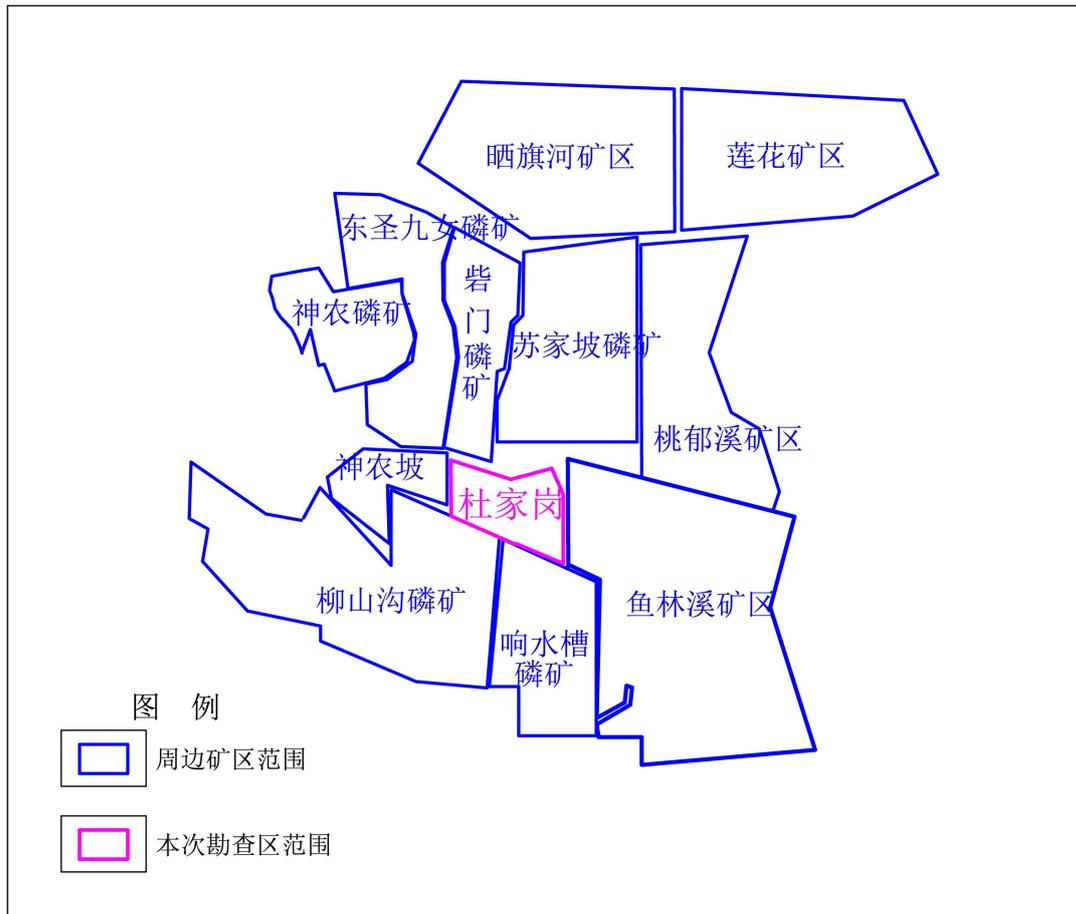


插图 1-1 杜家岗矿段与周边矿区位置关系图

1.3 矿区概况

杜家岗矿段位于殷家沟矿区东北部，与桃坪河矿区南东部相毗邻，为殷家沟矿区磷矿深部延深部分，属远安县荷花镇管辖，位于远安县城北西 306°方向，直距 39km。分水～殷家沟矿山简易公路从矿区南经过，东至分水与宜（昌）—保（康）公路相接，西至殷家沟与雾（渡河）——樟（村坪）公路相接。矿山距宜昌市 95 公里，距远安县城约 60 公里。

交通较为便利（详见插图 1-2）。

地理坐标（2000 坐标系）：东经：111°17'53"~111°18'53"

北纬：31°13'38"~31°14'26"

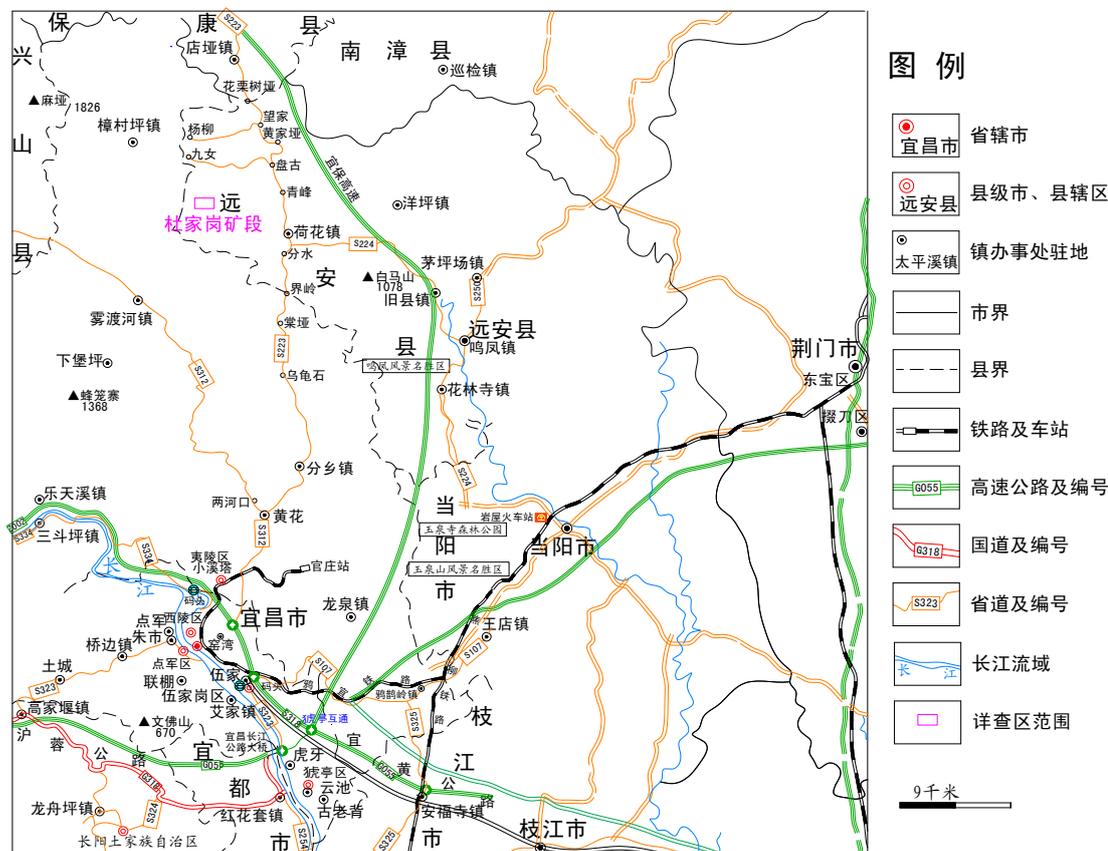


插图 1-1 交通位置图

矿段内无常年性河流，仅有几条季节性山涧溪沟，神龙河和柳山沟分别从工作区北边界和南部自西向东径流。

矿段最高点杜家岗，位于工作区东南，海拔高程 1170.9m，最低点为工作区北东与神龙河相通的小溪沟沟谷，海拔高程 490m，最大相对高差 680.9m，一般地形高程 800~1000m，属中低山区。

矿段内地形切割强烈，山势险峻，悬崖峭壁耸立，植被覆盖面积达 90%以上，通行十分困难，地质勘查工作难度较大。

矿段属亚热带季风型气候，四季分明，雨量充沛。月平均气温最高 37°C（1999 年 8 月），最低 1.3°C（1997 年 1 月），年平均气温 10.8°C。年平均降水量 1116mm，雨季集中在 5~9 月，这四个月的降水总量占全

年降水量的 50%。冰冻期、降雪期由 12 月至翌年 3 月。

矿段附近，自 1960 年以来曾发生过 1.5~2.9 级（ML）小地震 10 余次，未发生过灾害性强烈地震。但在矿段附近，曾发生过神龙河和盐池河磷矿的两次灾难性岩崩，加上矿段内亦曾发生过小的岩体垮落现象，故应引起高度关注。

矿段尚属贫困山区，耕地极少，经济不发达，部分劳动力外出打工或参与邻区矿区采矿。当地农民以农业生产为主，主要农作物有玉米、大豆等。经济作物有香菇、木耳、药材等。周边开采磷矿企业众多，劳动力富裕。水电丰富。

2 设计地质依据

2.1 以往地质工作

2.1.1 历次勘查工作

1、1966 年至 1968 年，原湖北省地质九队对宜昌磷矿殷家沟矿区及其外围进行了地质勘查工作，并于 1968 年 11 月提交了《湖北省宜昌磷矿殷家沟矿区地质勘探储量报告》（本次报告利用钻孔 ZK24、ZK43 均为该报告成果），提交总储量 5888.96 万吨，1973 年省储委（73）鄂储审字第 019 号审查意见认为，该报告工作程度不够，只能定为中间性的储量计算简报，不能供设计利用，核实储量 B+C+D 级 2286.26 万吨。

2、2009-2010 年，“湖北化勘院”对殷家沟矿区神龙坡矿段进行了详查地质工作，并提交了《湖北省远安县殷家沟矿区神龙坡矿段磷矿详查报告》，湖北省国土资源厅以“鄂土资储备字[2011]40 号”文予以评审备案。按照一般工业指标估算神龙坡矿段磷矿累计查明资源量 384.0 万吨，其中开采消耗磷矿石探明资源量 73.2 万吨，保有磷矿石控制资源量 90.5 万吨，推断资源量 220.3 万吨。神龙坡矿段在地表磷矿层出露，杜家岗矿段为其深部延伸部分。

3、2010-2012年，“湖北化勘院”对殷家沟矿区鱼林溪矿段进行了详查地质工作，并提交了《湖北省宜昌磷矿殷家沟矿区鱼林溪矿段磷矿详查报告》，国土资源部以“国土资储备字[2013]71号”文予以评审备案。按照一般工业指标估算鱼林溪矿段磷矿累计查明资源量7064.2万吨，其中磷矿石控制资源量1528.3万吨，推断资源量5535.9万吨。

4、2013年，“湖北化勘院”编制了《湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿普查报告》，湖北省国土资源厅以“鄂土资储备字[2013]76号”文评审备案，初步查明杜家岗矿段为中型磷块岩矿床，全矿区矿石资源量6924千吨，矿石品位19.68%，其中333资源量2962千吨，矿石品位20.07%，334资源量3962千吨，矿石品位19.36%。

5、2016年9月，“湖北化勘院”编制《湖北省宜昌磷矿殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿详查报告》(下称《详查报告》)，湖北省国土资源厅以“鄂土资储备字[2016]048号”文评审备案，详查工作基本查明了矿段内地层构造基本特征，基本查明磷矿层层数、层位、厚度、形态、产状、分布及矿石质量，基本查明了矿段内水文、工程、环境地质特征及矿床开采技术条件，开展了预可行性研究，对矿床的工业利用价值进行了初步评价。《详查报告》采用水平投影地质块段法,估算杜家岗矿段磷矿石(122b+333)资源量7770千吨， P_2O_5 品位19.85%，其中：122b矿石量3391千吨， P_2O_5 品位20.05%；333矿石量4379千吨， P_2O_5 品位19.69%；122b占全区资源量的44%。杜家岗矿段普查-详查完成各项实物工作量见表2-1。

表 2-1 杜家岗矿段普查-详查完成实物工作量总表

序号	工 作 内 容	单 位	完 成 的 工 作 量			备 注
			普 查	详 查	合 计	
1	1/5 千地形图测量	km ²		1.61	1.61	
2	1/2 千实测地层剖面	m/条	950		950	
3	1/5 千地质填图	km ²	1.61	1.61	1.61	
4	1/5 千水工环地质调查	km ²	1.61	1.61	1.61	
5	1/2 千勘探线剖面测量	m/条	2466/2	2260/2	4726/4	
6	坑探编录	m/口	2495/2		2495/2	
7	钻探工程	m/孔	1033.44/5	4425.90/8	5459.34/13	
8	坑探采样点	个		4	4	
9	基本分析样	个	25	82	107	
10	外检样	个	2	3	5	
11	内检样	个	4	6	10	
12	小体重样	个	15	34	49	
13	组合分析样	个	1	6	7	
14	裂隙调查点	组	10	5	15	
15	泉水调查点	个	5	10	15	
16	危岩体	个	1	1	1	
17	钻孔简易水文观测	孔		8	8	
18	钻孔静水位观测	孔		8	8	
19	抽水试验钻孔	层/孔		4/4	4/4	
20	地下水动态观测	点次/点		1	1	
21	地表水动态观测	断面次/ 断面		1	1	
22	水质分析样	件	3	3	6	
23	岩石物理力学样	件		6	6	
24	预可行性研究	项		1	1	

2.1.2 以往勘查工作质量及可利用性评价

杜家岗矿段及相邻神龙坡矿段、鱼林溪矿段地质工作均达到详查阶段，成果报告均对勘查工作质量进行了评述，成果报告均通过湖北省国土资源厅审查并备案，经过对成果报告审查意见的分析，以往地质勘查成果本次地质勘查工作可利用。

2.1.3 矿产资源开发情况

杜家岗矿段磷矿详查阶段进行了坑道施工及测量，为 PD530 主斜井及部分探矿巷道，由“广原公司”承担施工及测量工作。详查阶段施工坑道以地质探矿为目的，目前部分探矿巷道已砌封，仅一条连接 PD530 主斜井的北东-南西向探矿巷道可进入。矿产资源未开发利用。

2.1.4 以往地质工作程度及存在的问题

杜家岗矿段以往地质工作已基本查明矿段内地层的分布情况、岩性特征，已基本查明矿段内的构造特征，已基本查明矿段内的矿层分布情况、矿层厚度、矿石品位、矿石质量，类比说明了矿石的选矿特征；基本查明矿段内的开采技术条件，矿床水文地质勘查类型为“充水岩层以溶蚀裂隙为主，顶板间接充水，水文地质条件中等的岩溶充水矿床”；工程地质条件简单，环境地质条件中等。该矿床开采技术条件为以复合问题为主的开采技术条件中等的矿床（II-4）。对矿段内的矿石经济效益进行了预可行性研究，开采矿段内的矿石具有较好的经济效益和社会效益。累计估算磷矿石资源量 777.0 万吨， P_2O_5 平均品位 19.85%，其中控制资源量 339.1 万吨， P_2O_5 平均品位 20.05%；推断资源量 437.9 万吨， P_2O_5 平均品位 19.69%。

上述成果表明杜家岗矿段以往地质工作已达到详查地质工作程度。

杜家岗矿段详查地质工作存在主要问题为矿段中部 0-2 勘查线之间，矿层底板产状变化较大，可能存在地质构造，详查阶段地质工作控制程度不够。

2.2 区域地质

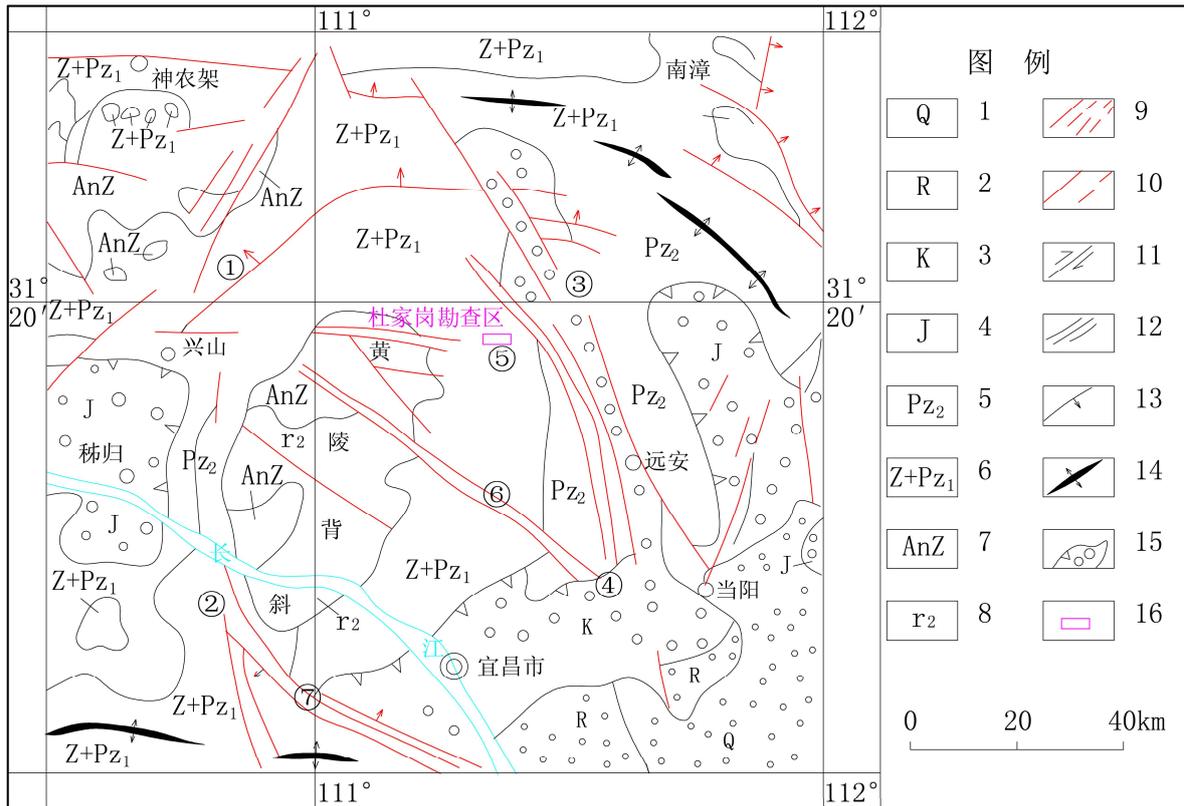
2.2.1 区域地质背景

矿区位于宜昌磷矿东北部。宜昌磷矿在区域构造上位于扬子准地台

北缘龙门一大巴山台缘褶皱带东端，是全国的主要成磷区之一。宜昌磷矿主要产于黄陵背斜北部的震旦系陡山沱组。黄陵背斜为近南北展布的短轴背斜，背斜核部为崆岭群的变质岩和侵入的岩浆岩；由背斜核部向四周依次分布的地层为南华系至三迭系地层（缺失下泥盆统、下石炭统地层）。背斜四周的地层随所处的方位不同而产状不同，总体上背斜东翼地层向东倾斜、北翼地层向北倾斜、西翼地层向西倾斜、南翼向南倾斜、转折部分的地层呈弧形状产出。

区域断裂构造较发育，主要为北西向及北北西向断裂，前者以雾渡河断裂为代表，斜切黄陵背斜核部；后者以远安东、西部断裂、新华断裂、仙女山断裂为代表，纵贯黄陵背斜东西两翼。杜家岗矿段内尚未发现较大的断层。（见插图 2-1）。

区域矿产资源丰富，矿种较全。产出于盖层中的矿产以沉积型为主，次为层控型矿床，它们具有层位专属性，成矿主要受各自的岩相古地理条件控制，由下而上有赋存于震旦系上统陡山沱组樟村坪段的硫铁矿、樟村坪段及胡集段的磷矿、白果园段的银钒矿、灯影组的铅锌矿（层控型）、寒武系下统牛蹄塘组的镍钼钒矿、泥盆系下统云台观组的硅石矿、泥盆系上统黄家磴组和写经寺组的赤铁矿（宁乡式）、二叠系下统马鞍组和上统龙潭组的煤矿以及奥陶系下统南津关组、红花园组和石炭系黄龙组的石灰岩、震旦系和寒武系的白云岩等。产于结晶基底中的矿产主要有石墨矿、金矿、磁铁矿、铬铁矿、辉钼矿、铜铅锌多金属矿、硫铁矿、硅线石、石榴子石、橄榄岩、蛇纹岩、大理岩、花岗石等。其中：磷矿、银钒矿、石墨矿、宁乡式铁矿有大、中型矿床产出，是本区的优势矿产资源。



1~第四系 2~第三系 3~白垩系 4~侏罗系 5~上古生界（包括早中三叠统） 6~下古生界（包括震旦系）
 7~前震旦系 8~花岗岩类（吕梁期） 9~实测及推测多次活动性断裂 10~实测及推测断裂 11~张扭性断裂
 12~扭性断裂 13~压性断裂 14~背斜构造 15~中生代盆地 16~杜家岗勘查区
 ①新华断裂 ②仙女山断裂 ③远安东部断裂 ④远安西部断裂 ⑤樟村坪断裂 ⑥雾渡河断裂 ⑦天阳坪断裂

插图 2-1 区域构造图

2.2.2 区域磷矿特征

磷矿是本区域的重要矿产，已发现的磷矿带有宜昌磷矿、兴—神磷矿、保康磷矿。三个磷矿带均有特大型、大型、中型磷矿区分布。磷矿是本区域重要矿产，主要是赋存于震旦系陡山沱组地层中的沉积型磷块岩矿床，具有资源储量大、分布面积广、有害杂质含量低、且发育高品位块状磷块岩富矿等特点。

宜昌磷矿主要分布于黄陵背斜的北部区域，为沉积磷块岩矿床，形成于新元古代早震旦世陡山沱期浅海~滨海沉积层内。

杜家岗矿段位于武当古岛和鄂西台地的南部，晋宁运动之前受黄陵

隆起所制约，为一套岩浆岩所覆盖。澄江运动之后开始下沉、形成规模巨大的扬子海盆。陡山沱时期，宜昌磷矿、保康磷矿，同处于扬子海盆北缘半封闭的海湾环境，同时还有一些水下隆起的浅水地带，海水活动与广海相对比较稳定，气候变暖，生物繁盛，洋流活动，为磷矿沉积提供了有利条件。

该区域自寒武系至震旦系共 6 个含磷层位 (Ph_6 — Ph_1):

Ph_6 : 赋存于寒武系下统牛蹄塘组底部 (\in_{1n})

Ph_5 : 赋存于震旦系上统灯影组第二段石板滩段底部 (Z_2dn^2)

Ph_4 : 赋存于震旦系下统陡山沱组第三段王丰岗段顶部 (Z_1d^3)

Ph_3 : 赋存于震旦系下统陡山沱组第三段王丰岗段底部 (Z_1d^3)

Ph_2 : 赋存于震旦系下统陡山沱组第二段胡集段底部 (Z_1d^2)

Ph_1 : 赋存于震旦系下统陡山沱组第一段及樟村坪段上部 (Z_1d^1)

其中 Ph_6 — Ph_3 因厚度小、品位低且变化大，一般不具有工业利用价值，仅 Ph_2 、 Ph_1 构成了区内工业矿体，是区域内找矿的主要对象。

矿区矿层区域磷矿层划分对比：杜家岗矿段是宜昌磷矿向东延深部分，根据矿段内含磷岩系加岩性组合特征、标志层、矿层特征、结合区域矿层划分，对比邻近的鱼林溪矿段、神农坡矿段，其含磷层位一致，发育震旦系下统陡山沱组第一段 Ph_1 磷矿层。主要的对比标志层为黑色薄层状含磷泥岩，位于 Z_1d^1 下部，为 Ph_1 磷矿层底板。特征明显，全区稳定，与区域地层对比一致。

2.2.3 已勘查磷矿床特征

2.2.3.1 神龙坡磷矿特征

杜家岗矿段磷矿紧邻神龙坡矿段磷矿东部，为神龙坡磷矿沿倾向往西部的延深，神龙坡磷矿详查阶段勘查类型为 II 类型，基本控制间距为 $400 \times 200\text{m}$ ，探矿手段为钻探结合坑探的方法。

神龙坡磷矿详查基本查明矿段内发育 Ph_1^3 一层磷矿层，为地表延深至深部矿体，矿层呈似层状产出，整体呈单斜构造，具波状起伏，产状较平缓；矿层整体向东倾斜，倾角 $9^\circ \sim 13^\circ$ ，平均 10° 。磷矿层沿走向延伸 1100m，沿倾向延深 1220m。矿体在地表出露总长度约 1300m，出露底板高程 597.5-684.0 米。矿区内 Ph_1^3 磷矿层的厚度 0.40~2.86m，平均 1.30m， P_2O_5 含量 18.56~33.18%，平均 23.40%。

矿层分布总体趋势是南、北部薄，中部厚，西部厚，东部薄。通过计算，矿石品位变化系数 21%，属厚度较稳定型，厚度变化系数 54%，属品位变化均匀型。

2.2.3.1 鱼林溪磷矿特征

杜家岗矿段磷矿紧邻鱼林溪矿段磷矿西部，鱼林溪磷矿为杜家岗磷矿沿倾向往西部的延深，鱼林溪磷矿详查阶段勘查类型为 I 类型，基本控制间距为 $600 \times 300\text{m}$ ，探矿手段为钻探结合坑探的方法。

鱼林溪磷矿详查基本查明矿段内发育 Ph_1^3 一层磷矿层，为隐伏矿体，矿层呈层状产出，整体呈单斜构造，略具波状起伏，产状较平缓；矿层整体向东南倾斜，倾向一般 $75^\circ \sim 100^\circ$ ，倾角 $5^\circ \sim 13^\circ$ ，平均 8° 。

鱼林溪磷矿 Ph_1^3 矿层沿走向延伸 4400m，沿倾向延伸 2500-3100m，矿层埋深 351.92-826.17m，矿层底板高程从 -250—+200m。矿层厚度 0.89-4.73m，平均厚度 2.18m，厚度变化系数为 42%，属厚度较稳定型；品位 15.70-33.62%，平均品位 23.04%，品位变化系数为 15%，属品位变化均匀型。矿层中见 P_2O_5 达 28% 以上富矿层，厚度 0.32-2.74m，平均厚度 1.67m， P_2O_5 品位 28.78-34.59%，平均 P_2O_5 品位 30.39%；在南部亦见 P_2O_5 品位达 28% 以上富矿层，厚度 0.67-2.77m，平均 1.79m， P_2O_5 品位 28.96%—32.74%，平均品位 30.65%。在中部 P_2O_5 品位降低，在西部及东北部品位亦降低及厚度为贫矿地带。在勘查区内整体上形成南北两端富矿带夹中央贫矿带的特征。

鱼林溪磷矿 Ph_1^3 矿层从上至下为上贫矿、中富矿和下贫矿，上贫矿以白云质条带磷块岩为主，分布在区内南至北 5-12 线靠西处，厚度 0.23-2.25m， P_2O_5 品位 13.95~28.96%；中富矿分布在段内由南至北 5-12 线中部地带，为块状磷块岩和较高品位稠密质条带磷块岩，其排列规律从上到下大致是块状磷块岩、稠密条带磷块岩，中富矿厚度 0.32-2.74m 之间， P_2O_5 品位 28.78-34.59%；下贫矿主要为泥质条带磷块岩，分布在 5-12 线中间地带，下贫矿厚度 0.30-2.51m， P_2O_5 品位 12.57-28.32%。

2.3 矿区地质

2.3.1 地层

杜家岗矿段内出露的地层有第四系、天河板组 (\in_1t)、石碑组 (\in_1sp)、牛蹄塘组 (\in_1n) 及震旦系上统灯影组白马沱段 (Z_2dn^3)、石板滩段 (Z_2dn^2)；未出露但在钻孔揭露的地层有：震旦系上统灯影组蛤蟆井段 (Z_2dn^1)、震旦系下统陡山沱组白果园段 (Z_1d^4)、王丰岗段 (Z_1d^3)、胡集段 (Z_1d^2)、樟村坪段 (Z_1d^1)、南华系上统南沱组 (Nh_2n)、太古界崆岭群 (PtK)。下面从上至下分别进行描述：

1、第四系 (Q)：坡积物，是由粘土、碎石及植物腐蚀物所组成。零星分布于矿段范围内，厚约 0~15 米。

2、寒武系下统天河板组 (\in_1t)：上部为灰岩，灰~浅灰色，细晶结构，中~厚层状构造，夹有豆状、鲕状灰岩；中部为深灰色，细晶结构，薄层状构造，灰岩；底部为灰~深灰色，中、薄层状细晶灰岩夹粉砂岩、泥岩，局部夹豆状、鲕状灰岩。大于 35 米，未见顶。

3、寒武系下统石碑组 (\in_1sp)：浅灰、灰绿色粉砂质页岩与薄层状细砂岩互层，中部夹薄层状粉砂岩；
该层厚度 34.82-53.80 米，平均厚度 44.31 米。

4、牛蹄塘组 (\in_1n)：上部为浅灰色厚~巨厚层状细晶灰岩，孔洞状

构造发育，地表多风化呈灰黄色，呈蜂窝状；中部为深灰色薄层状细晶灰岩，呈串珠状，夹灰黑色炭质页岩；下部为灰黑色炭质页岩，局部夹薄层泥晶灰岩；底部为灰色厚层状细晶灰岩。

该层厚度 78.7~87 米，平均厚度 82.53 米。

5、震旦系上统灯影组白马沱段 (Z_2dn^3): 顶部见深灰色磷块岩条带或团块、结核；其上部为浅灰色细晶白云岩，夹有硅质条带或是团块；下部为白云岩，灰~浅灰色，细晶结构，薄层状构造，夹泥质、钙质薄膜，地表分化呈条纹状凸起。

该层厚度 189~201.4 米，平均厚度 196.42 米。

6、震旦系上统灯影组石板滩段 (Z_2dn^2): 该层白云质灰岩，灰黑色，细晶结构，薄层状构造，具纹层状层理，夹有灰质结核，地表分化后呈较深的凹槽，类似喀斯特地貌，呈似层状。

该层厚度 87.3~165.2 米，平均厚度 106.22 米。

7、震旦系上统灯影组蛤蟆井段 (Z_2dn^1): 浅灰色，粉晶~细晶结构，厚层状构造，局部夹中薄层状，气孔状构造较发育，上部夹少量硅质条带；

该层厚度 110.3~280.92 米，平均厚度 144.34 米。

8、震旦系下统陡山沱组白果园段 (Z_1d^4): 深灰色、灰色中薄层状粉晶结构，泥质白云岩，间夹薄层状泥岩及泥质薄膜，见少量的硅质结核及硅质透镜体，局部为中厚层状白云岩。

该层厚度 2.5~22 米，平均厚度 15 米。

9、震旦系下统陡山沱组王丰岗段 (Z_1d^3): 灰、少量浅灰色，隐晶结构，中层状或薄层状泥质白云岩，夹薄层状泥岩与泥晶白云岩互层，见少量硅质岩层。

该层厚度 32~41.68 米，平均厚度 35.76 米。

10、震旦系下统陡山沱组胡集段 (Z_1d^2): 深灰色、灰黑色，含粉砂

伊利石页岩、泥岩，偶夹泥质白云岩，层中含较多的竹叶状硅质扁豆体及少量的磷条带，其下见豆粒状及鲕状泥质白云岩。

该层厚度 58.4~77.1 米，平均厚度 64.93 米。

11、震旦系下统陡山沱组樟村坪段 (Z_1d^1): 含磷层位，上为浅灰，灰色，含磷白云岩，白云质条带磷块、块状致块岩，条带状磷块岩，为区内发育 Ph_1^3 磷矿层，中为灰黑色含磷页岩，局部为泥质条带磷块岩；底为灰色含硅质条带白云岩、白云岩。

该层厚度 14.9~26.2 米，平均厚度 20.05 米。与下伏地层呈平行不整合接触。

12、南华系上统南沱组 (Nh_2n): 角砾岩，灰色，角砾砂砾屑结构，厚层状构造，角砾成分有白云岩、泥岩、硅质岩等；粒径 0.3~5cm，含量 5~50%，以次棱角状为主；胶结物主要是泥质、砂质和白云质；该层厚度 4.3~5.9 米，平均厚度 5.1 米。与下伏地层呈角度不整合接触。

13、崆岭群 (PtK): 片麻岩：灰色、灰绿色，细~粗粒结构，片麻状构造，成分有石英、长石、云母等，局部为浅灰色细晶白云岩；厚度不详。

2.3.2 构造

矿段内构造较简单，尚未发现较大断层和褶皱，地层总体呈倾向东北及东南的单斜构造，倾角平缓，一般 $7^\circ\sim 16^\circ$ ，局部受褶皱影响，地层产状变陡，倾角可达 23° 。

2.3.3 岩浆活动、变质作用及围岩蚀变

矿段内未发现岩浆作用，仅见元古界神农架群基底地层的较浅变质作用。

2.3.4 矿体特征

根据殷家沟矿区含磷岩系的岩性组合特征、标志层、矿层特征，由上而下对比可分为： Ph_2 、 Ph_1 ，分别赋存于震旦系下统陡山沱组（ Z_1d ）第二、一段（详见插图 2-2）。其中 Ph_2 分为 Ph_2^1 、 Ph_2^2 ， Ph_1 分为 Ph_1^1 、 Ph_1^2 、 Ph_1^3 。对比殷家沟矿区含磷层位，杜家岗矿段内发育 Ph_1^3 矿层。

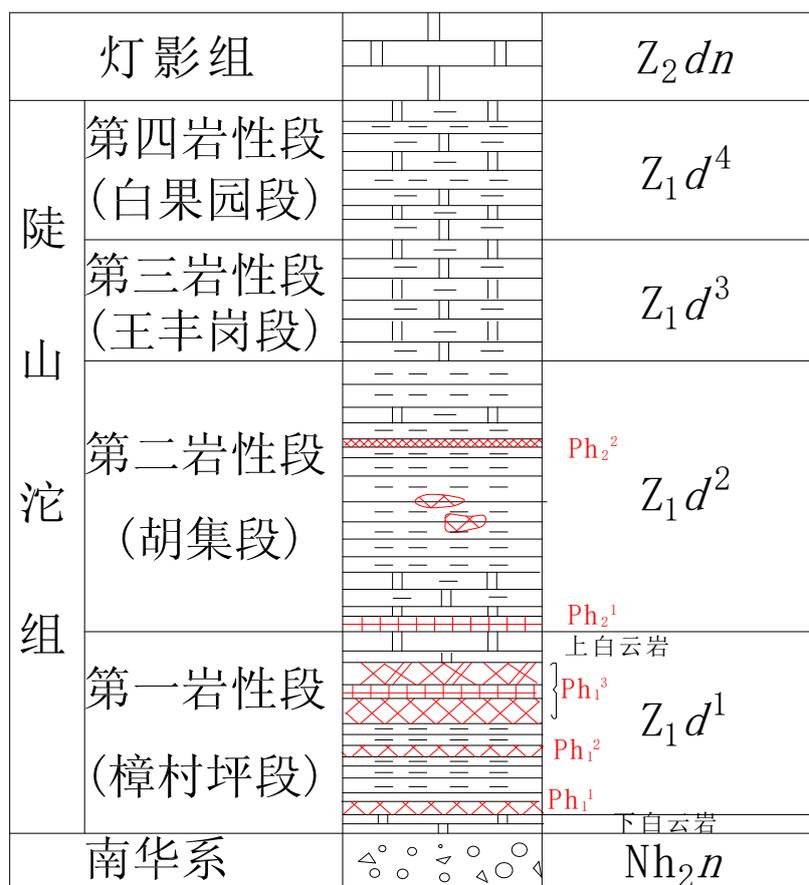


插图 2-2 殷家沟矿区矿层柱状图

矿段内 Ph_1^3 矿层同处宜昌磷矿的震旦系下统陡山沱组第一段（ Z_1d^1 ），层位稳定，分布较稳定。基本岩石组合为白云质磷块岩～块状磷块岩～泥质磷块岩。顶板为含磷白云岩，分布较稳定；底板为含磷泥页岩，岩性标志明显。这一岩性组合与宜昌磷矿对比基本一致，所不同的是本矿段中泥质磷块岩较多出现，白云质磷块岩和块状磷块岩在部分见矿工程中缺失。

杜家岗矿段内仅发育 Ph_1^3 矿层，赋存于陡山沱组第一段中，整体呈单斜构造，略具波状起伏，产状较平缓；矿层向东北-东南倾斜，倾向 $70^\circ\sim 108^\circ$ ，倾角 $7^\circ\sim 23^\circ$ 。

矿段内 Ph_1^3 矿层由 22 个探矿工程控制，其中 2 个钻孔（ZK002、ZK801）厚度不可采，其余 20 个探矿工程均见 Ph_1^3 工业矿层，其见矿情况详见表 2-1。矿层沿走向延伸 800-1000m，沿倾向延深 1500m，矿层赋存标高 221~464m。矿段内控制的矿体最小埋深 248.65m(ZK002)，最大埋深 735.30m(ZK503)，均位于当地侵蚀基准面以下，属隐伏矿床。

Ph_1^3 矿层呈层状产出，矿层厚度 0.89m（ZK002）~2.49m（ZK503），平均 1.63 米，厚度变化系数 31.34%，属稳定型； P_2O_5 品位 15.03%（ZK203）~26.43%（ZK501），平均 19.73%，品位变化系数 17.29%，属稳定型。

Ph_1^3 矿层在全矿段发育良好，一般厚度为 1.0m~2.2m，具有一定起伏变化和方向性，亦矿层向矿段北西及南东两端分别延伸，其厚度变化趋势较大，矿段北西端 ZK002 为 0.89m，南东端 ZK801 为 0.94m；矿石品位在矿段中部及南部较富，而北东及中西部品位略贫，矿段内矿石品位变化较小。总体而言， Ph_1^3 矿层分布较连续。

在 Ph_1^3 矿层发育齐全时，矿层具有明显的三分结构，即：上分层为白云岩条带磷块岩，中分层为块状磷块岩，下分层为泥质条带磷块岩。利用的见矿工程中 ZK503、CM2、CM4、PZK04、ZK1201、ZK2 共 6 个工程中发育较齐全，现分述如下：

上分层：由深灰色白云岩条带状泥晶磷块岩、浅灰色白云岩条带与深灰色磷块岩条带互层组成的。厚度 0~1.39 米，平均厚度 0.51 米， P_2O_5 品位 12.52~27.61%，平均品位 20.07%，分布于全矿段。利用探矿工程中 ZK002、ZK103、ZK203、ZK205、CM3、ZK801 钻孔未见该分层矿。

中分层：由深灰-灰黑色致密条带状磷块岩或块状磷块岩组成，局部

夹白云岩条带、团块。厚度 0~1.34 米，平均厚度 0.2 米， P_2O_5 品位 30.38~33.73%，平均品位 32.06%，主要分布于矿区南部及北西部。利用探矿工程中 ZK501、ZK503、CM2、CM4、PZK04、ZK1201、ZK2 钻孔见该分层矿。

下分层：由灰黑色薄层状泥岩或含钾页岩与泥晶磷块岩互层组合构成。厚度 0~1.53 米，平均厚度 0.86 米， P_2O_5 品位 12.79~19.60%，平均品位 16.20%，分布于全矿段。利用探矿工程中仅有 ZK501 钻孔未见该分层矿。

Ph_1^3 矿层顶板为浅灰色中厚层状含磷细晶白云岩，底板为灰黑色含钾含磷泥页岩。

2.3.5 矿石质量

杜家岗矿段磷矿普查-详查阶段未采集岩矿鉴定样，杜家岗矿段位于原殷家沟矿区中部，杜家岗矿段磷矿矿石质量资料来源于《湖北省宜昌磷矿殷家沟矿区地质勘探储量报告》中采集的岩矿鉴定样查明的磷矿矿石质量，具体特征如下。

1、矿石的物质组分及嵌布特征

矿段内磷矿的矿石矿物为碳氟磷灰石，脉石矿物主要为粘土矿物、白云石、钾长石、石英等。

(1) 矿石矿物

超显微晶碳氟磷灰石：为磷块岩中的主要磷矿物，占矿石矿物的 80~90%，是胶状、砂屑状、团粒状等的基本组成者。含微晶有机质、铁质、水云母和硅质。构造成磷质胶状、砂屑、团粒等结构均匀或条纹、条带分布磷质颗粒之中或脉石条带之中。

纤维状碳氟磷灰石：具结晶磷灰石的特征，呈纤维状或放射状晶形。纤维状碳氟磷灰石常围绕砂屑、团粒、鲕粒等磷质颗粒或其他陆质颗粒

表面生长，并具环状构造，构成假鲕的壳边。纤维状碳氟磷灰石约占矿石矿物的 10%。

粒状碳氟磷灰岩：半自形～自形粒状、板粒状出现在磷酸盐颗粒之间，为次生或重结晶形成。约占矿石矿物 1%。

本矿段磷矿石的 P_2O_5 含量主要分布在磷酸盐条带，条纹和块状磷块岩中，极少分布于脉石条带中。矿石矿物的含量约占矿石的 65～70%。

(2) 脉石矿物

白云石：是主要脉石矿物，为有害矿物成分。微～中晶结构，半自形～他形粒状，高级白干涉色。白云石主要构成磷矿石中的白云质条带与磷酸盐条带互相产出，少数包裹于磷酸盐颗粒中，或充填于磷酸盐颗粒之间。白云石含量约占矿石的 10～15%。

粘土矿物：是主要脉石矿物，以水云母为主，高岭石、蒙脱石次之。多数与石英、长石、黄铁矿、炭质等构成泥质条带或条纹，少数以泥质岩屑分布于致密磷块岩之中，或呈填间基质嵌布于磷酸盐条带、条纹的磷质颗粒之间。粘土矿物的含量约占矿石的 12～18%。

钾长石：粒状，粒径 0.02～2 毫米不等，镜下可见格子双晶和环状晶屑构造，主要分布于泥岩条带中，含量约 5%。

石英：为陆源碎屑，浑圆～次棱角状，大小不一。其他硅质矿物为玉髓、蛋白石，呈微晶～细晶，或纤维状他形粒状集合体，嵌布于泥质条带中，少数嵌布于磷酸盐颗粒中或之间。石英及其他硅质矿物含量约 2～5%。

黄铁矿：粒状、自形晶～他形晶，星散状分布于泥岩条带中，嵌布于磷酸盐条带中，含量约 1%左右。

其他陆屑：有硅质岩屑、泥质岩屑、海绿石、有机质、炭质等，星散分布。含量小于 1%，星散分布。

(3) 嵌布特征

胶磷矿的嵌布粒度 0.2 毫米以上的占 98%，0.4 毫米以上的占 86%，大于 2 毫米粗粒级约占一半，属中粗粒嵌布。碳酸盐类矿物的嵌布粒度 0.2144~3.4304 毫米者占 97%以上，属中粗粒嵌布。硅质矿物的嵌布粒度 0.2144~1.7452 毫米者占 91%。属中粒嵌布，0.0134~0.2144 毫米微细粒级约占 9%。粘土矿物的嵌布粒度 2 毫米以上者近 80%。碳—铁质矿物嵌布粒度小于 0.2 毫米者只占 2%多点，属中粗粒嵌布。

嵌布类型可划分为条带状不均匀嵌布，即胶磷矿与粘土矿物，碳酸盐矿物、硅质矿物等互为条带出现，条带宽度 0.5~1 厘米为主。此类型分布在泥质、白云质条带磷块岩中。

总之，胶磷矿与脉石矿物的连生关系概括起来主要有：包裹与被包裹、镶嵌和破壳镶嵌。

2、矿石的结构、构造

(1) 矿石的结构

本矿段矿石结构主要有胶状结构、砂屑结构，团粒结构、粉砂质泥状结构。

胶状结构：由磷灰石组成，呈胶状，无内部结构，藻迹较发育，常构成层纹石和叠层石，含陆屑较少，含少量有机质和黄铁矿等。胶状磷多自成块体，或呈条纹、条带、团块与非磷酸盐条带成互层产出或嵌于其中；在矿段内各矿层中均有分布。胶状结构是安静~弱动荡环境中磷酸盐经化学聚沉作用和藻类粘结而在原地沉积形成的。

砂屑结构：以磷灰石集合体颗粒为主，少量粘土岩屑、白云岩屑、石英及其他陆屑。次棱角状至次圆状为主。磷质砂屑无内部结构，砂屑与胶结物和填间基质界线清楚，胶结物或填间基质多为磷质、泥质、少量白云质和硅质。砂屑结构为本矿段磷块岩矿石的主要结构类型，常与其它结构类型共同产出，在矿段内各矿层均有分布。是在较强水动力条件下淘洗、磨蚀、簸选，在不同能量环境中沉淀形成。

团粒结构：以磷灰石集合体颗粒构成，呈次圆~浑圆状，粒度 0.2~0.5 毫米，团粒不具内部结构，团粒间彼此粘接，藕断丝连，边缘不甚清晰，无胶结物或填间基质。团粒结构常与砂屑结构、胶状结构、鲕状结构共生或与之互层，在矿段内各矿层均有分布。团粒结构是在弱动荡环境中磷酸盐凝聚，并沿基底滚动形成。

粉砂质泥状结构：由水云母为主的粘土矿物、石英及其它陆屑构成，主要构成粉砂质泥岩条带或条纹与磷酸盐条带相间产出。粉砂质泥状结构为安静环境下陆屑沉积。是矿石中脉石的主要结构类型。

(2) 矿石的构造

块状构造：是致密块状磷块岩矿石的构造类型。主要由磷酸盐颗粒和假鲕结构均匀分布组成，局部有胶状磷团块，块状构造矿石为本区富矿的主要构造类型。块状构造是在浅滩高能环境中磷质颗粒淘洗簸选后沉积形成的。

泥质条带状构造：由粉砂质泥岩与磷块岩条带相间构成，泥质条带宽 0.2~5 厘米，磷块岩条带宽 0.5~3 厘米不等。条带多呈水平状、微波状。是在安静~弱动荡环境中，磷质与悬浮级的粉砂、粘土混杂相间排列的构造类型。

白云质条带状构造：指上部白云质磷块岩，由白云岩和磷块岩相间构成条带。白云质与磷块岩的多寡构成不同品级的磷矿石。其形态有条带状、波状，分枝状，长透镜体和球形核形石，条带多不规则，连续性差，厚薄不一，波状起伏，横向上常尖灭、再现、分枝、合并。为动荡的浅水高能带中磷质供应不充分或具阶段性沉积形成的构造。

3、矿石的化学成分

主要有益组分为 P_2O_5 ，主要有害组分为 MgO 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 (Cl^-) 、 (Cd) 和 (As) 。为了解有益有害组分含量及变化规律，在详查期间对杜家岗矿段进行了 4 个控矿工程的组合分析。组合分析样品是按矿层、矿

石类型进行组合,分析的项目有 14 种,即 P_2O_5 、枸溶性 P_2O_5 、酸不溶物、 CaO 、 MgO 、 CO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 F 、 Cl 、 Cd 、 As 、 I 。块状磷块岩有益组分 P_2O_5 含量高,其含量 31.48~31.90%,有害组分 MgO 为 1.21~1.68%; Al_2O_3 0.74~0.78%; Fe_2O_3 0.81~0.88%。泥质磷块岩有益组分含量 P_2O_5 13.82~14.34%; 酸不溶物 (A·I) 49.10~49.39%; MgO 1.17~1.63 %。白云质磷块岩有益组分 P_2O_5 16.33~21.17%, 随磷条带增加,品位升高, MgO 含量 0.93~4.42%; SiO_2 23.54~26.35%; Al_2O_3 4.97~5.91%。 CaO 、 F 、 I 、 As 组分与矿石品位(P_2O_5 含量)呈正相关,有效磷含量多少直接受控于矿石中的 P_2O_5 含量; MgO 、 CO_2 含量与矿石中 P_2O_5 含量呈反相关; Fe_2O_3 、 Al_2O_3 在白云质磷块岩、致密块状磷块岩中处于常态,其含量比泥质条带磷块岩中低。泥质条带磷块岩中 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 含量变化与泥质条带含量多少相关; 酸不溶物含量变化较明显,变化大,与这个分层中含硅质团块的随机性有关; Cl 元素含量 0.026~0.046%, 平均 0.038%。

4、主要有益有害组分

磷 (P): 为矿石的主要有益元素, 主要赋存在含磷矿物碳氟磷灰石中。

镁 (Mg): 是磷矿石的主要有害元素, 主要在白云石矿物之中。

铝 (Al): 亦是磷矿石的主要有害元素, 赋存在水云母、蒙脱石等粘土矿物中及其他含铝的硅酸盐矿物中。

铁 (Fe): 为磷矿石的次要有害元素, 赋存在黄铁矿、褐铁矿等之中。

硅 (Si): 是矿石主要组分之一, 大部分赋存于石英、玉髓、蛋白石中, 其次赋存于粘土矿物、钾长石、钠长石等硅酸盐矿物中。

氟 (F): 赋存于碳氟磷灰石中。

钾 (K): 赋存于钾长石、粘土矿物及其他含钾硅酸盐矿物中。

矿石中有害组份主要是氯 (Cl)、镉 (Cd) 和砷 (As)。氯 (Cl): Cl 含

量为 0.026~0.046%，平均含量 0.038%；镉（Cd）和砷（As）本区磷矿石中含镉（Cd）为 0.00025%~0.00040%，平均含量 0.00033%；砷（As）为 0.0012%~0.0019%，平均含量为 0.0015%。

2.3.6 矿石类型和品级

1、矿石自然类型

矿段内的矿石自然类型有白云质条带磷块岩、块状磷块岩、泥质条带磷块岩三种。

白云质条带磷块岩：矿石以灰色为主，少量浅灰色。灰色、浅灰色白云石形成厚约 2~7 cm 的条带，黑色（浅灰色）胶磷矿形成厚约 1~8 cm 的条带，胶磷矿条带不均匀地分布于白云石条带中。矿石的 P_2O_5 含量 12.52~27.61%。该类型占矿层矿石类型的 34%。

块状磷块岩：矿石呈黑色致密块状、致密条纹状。黑色胶磷矿形成的薄层条带紧密相接，其内含少量的浅灰色白云石条纹、灰绿色泥质条纹。矿石的 P_2O_5 含量 30.38%~33.73%。该类型占矿层矿石类型的 13%。

泥质条带磷块岩：矿石为深灰色。深灰色泥岩、白云质泥岩形成厚约 1~8 cm 条带，黑色胶磷矿形成厚约 1~7 cm 的条带、团块，二种条带相间分布形成泥质条带磷块岩。矿石的 P_2O_5 含量 12.79%~19.60%。该类型占矿层矿石类型的 53%。

2、矿石工业类型

通过对杜家岗矿段的矿石进行组合分析，根据《矿产地质勘查规范磷》DZ/T 0209-2020 中的附录 E 表 E.1，可将矿段内磷矿层划分为混合型、硅酸盐型二个矿石工业类型，其中混合型为主，硅酸盐型次之。所划分的矿石工业类型见表 2-2。

表 2-2 磷矿石工业类型与自然类型对照表

自然类型	P ₂ O ₅ (%)	CaO (%)	CaO/ P ₂ O ₅	工业类型	备注
白云质条带磷块岩	18.85	29.95	1.61	混合型	选矿、加工级
块状磷块岩	31.65	46.91	1.49	混合型	加工级
泥质条带磷块岩	14.15	21.43	1.52	硅质及硅酸盐型	选矿级
混合矿石	22.33	34.27	1.56	混合型	选矿、加工级

3、矿石品级

根据《矿产地质勘查规范 磷》DZ/T 0209-2020 附录 J 磷矿一般工业指标对磷块岩矿石品级划分为：

I级品 P₂O₅≥30%

II级品 P₂O₅≥24%~<30%

III级品 P₂O₅≥15%~<24%

块状磷块岩 P₂O₅ 含量在 30.38~33.73%之间，平均品位 32.06%，为I级品。

白云质条带磷块岩 P₂O₅ 含量 12.52~27.61%，平均品位 20.07%，多为III级品，少量为II级品。

泥质条带磷块岩，P₂O₅ 含量为 12.79~19.60%。平均品位 16.20%，为III级品。

2.3.7 矿石围岩及夹石

Ph₁³ 矿层顶板为浅灰色中厚层状细晶白云岩或泥质白云岩，局部夹灰黑色细磷条带(团块)，厚 1.33m~6.15m。矿层发育齐全时，矿层与顶板界线明显，含少量磷条带白云岩成为矿层的直接顶板，磷块岩为灰黑色，白云岩为浅灰色，二者颜色分明；矿层发育不齐全时，矿层顶板为含磷泥质条带白云岩，为白云岩与泥岩渐变过渡。

底板为灰黑色含钾泥页岩，夹稀疏磷条带，厚 1.33m~6.15m。矿层与底板大多为渐变过渡关系。泥页岩中 P₂O₅ 含量为 7.25%~11.43%时，两者过渡构成工业矿层的直接底板，界线不易区分。

矿段内的 Ph_1^3 矿层在按工业指标圈定的矿层中无夹石。

2.3.8 矿石加工技术性能

“广原公司”作为宜昌磷矿开采主要生产企业之一，为了充分回收利用磷矿资源，避免中低品位磷矿石资源的浪费，“广原公司”于 2007 年投资建设了 60 万吨/年选矿厂，目前主要处理“广原公司”所属的柳山沟磷矿的中低品位矿。

杜家岗矿段详查工作未作选矿试验，类比南部相邻矿山柳山沟磷矿选矿厂选矿流程。该流程采用重介质选矿，原矿入选 P_2O_5 品位为 18.43%，经过破碎选矿后，获得精矿：含 P_2O_5 28.00%，精矿产率 43.67%，选矿回收率 87.06%。因两矿山毗邻，矿石结构、构造、矿物成分及化学组基本相同（见表 2-3）。

表 2-3 杜家岗矿段与柳山沟磷矿 Ph_1^3 磷矿层特征对比表

矿石采取地点	工业类型	类型特征		矿物成分	原矿化学组分含量 (%)						
		自然类型	结构构造		P_2O_5	MgO	SiO_2	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	A·l
杜家岗	混合型	白云质条带磷块岩、块状磷质磷块岩	细晶、砂屑结构、晶生构造、条带状构造等	主要有用工业矿物：氟磷灰石、碳氟磷灰石。 脉石矿物：白云石、伊利石、水云母、钾长石、石英方解石、粘土等。	22.33	2.05	20.97	34.27	1.96	4.35	27.28
柳山沟磷矿	混合型	白云质条带磷块岩、块状磷质磷块岩	隐晶、砂屑结构、条带状及致密构造等	主要有用工业矿物：氟磷灰石、碳氟磷灰石。 脉石矿物：白云石、伊利石、水云母、钾长石、石英方解石、粘土等。	19.22	3.02	13.92	35.17	1.25	2.41	22.48

通过重介质选矿试验，取得的最终重介质选矿工艺技术指标：原矿 P_2O_5 品位 18.43%，经不分级脱泥入洗工艺分选后，重介质选矿获得的精

矿产品，可作为商品精矿产品，其精矿产率为 43.67%，精矿 P_2O_5 品位 28%，回收率 87.06%。

综上，杜家岗矿段磷矿可类比柳山沟磷矿使用重介质选矿方法。

2.3.9 开采技术条件

一、工作概况

2010 年 5 月至 2012 年 11 月，“湖北化勘院”对杜家岗矿段 1.61km^2 范围进行普查地质工作，于 2013 年 5 月提交了《湖北省宜昌磷矿远安县杜家岗矿段磷矿普查报告》。

2013 年杜家岗矿段地质工作由普查转为详查，“湖北化勘院”在进行 1:5000 地形地质填图的同时进行了矿段水工环地质填图、勘查线剖面测量、钻孔水文工程地质编录与简易水文观测，在柳山沟修建了 2 个水坝观测水位、流量，对代表性钻孔进行了动态长期观测，采取矿层与顶、底板岩石样进行力学试验，对部分钻孔进行了地温测量。具体完成工作量见表 2-3。

二、水文地质

（一）区域水文地质

1、水文地质单元概貌及水文气象特征

宜昌磷矿中由北而南从丁家河矿区东部、杨柳矿区、晒旗河矿区、桃坪河矿区、殷家沟矿区、盐池河矿区到晓峰矿区，其水文地质单元西部边界均为以白路垭～石板垭～华龙岗～黄木岗～峰箱坪组成的南北向一级地表分水岭为界，东部均以西河（下游为石家河-谭家河-断江河）为界，整个单元地表形态呈东西向带状分布，构成四周大气降水和地下水往中间及东部河流迳流、排泄，再经河流由北向南流出矿区的水文地质模型。东、西边界间以次级地表分水岭为界形成多个独立的水文地质单元。

表 2-3 水文工程环境地质实物工作量统计表（普查、详查）

工作项目	单位	规格	工作量		备注	
			普查	详查		
水文工程地质测绘	填图	km ²	1:5000	1.61	1.61	
	勘探线剖面	m/条	1:2000	2466/2	2260/2	
	水文点调查	点		5	10	地表水、泉点
	节理裂隙测量	点		10	5	地表和坑道
	附近坑道调查	口		--	2	广原柳山沟磷矿 响水槽磷矿
钻孔岩心编录		m/孔		--	4425.90/8	
钻孔简易水文		孔		--	8	
放水试验		层/孔		--	1/1	ZK002
抽水试验		层/孔		--	1/1	ZK002
注水试验		层/孔		--	3/3	ZK004、ZK501、ZK503
动态观测	地表水	处	5~7日 一测	--	2	柳山沟I、II号坝
	坑道	个	5~7日 一测	--	2	广原柳山沟磷矿 响水槽磷矿
	钻孔	个	5~7日 一测	--	1	ZK002
水化学分析		个	简分析、 全分析	3	3	地表、地下水
细菌检验样		个			2	ZK002、S1 泉
岩石物理力学样		容重、抗压、 抗剪	组	--	6	省中心实验室
环境地质调查	危岩体	个		1	1	危岩体 W1
降雨量观测		站		1	1	设站及收集
地温测量		点/孔	每 100m 测一点	--	32/4	ZK204、ZK205、 ZK501、ZK503
放射性检测		组		--	2	围岩、坑道水

区域属以构造侵蚀为主的中低山~中山山地地貌类型，地势总体西高东低、北高南低，最高点为西边石板垭南，海拔 1396.5m，一般山峰 500~900m，最低点为东南角沙木溪与断江河交汇处（为当地侵蚀基准面），河床海拔 342.0m，最大相对高差约 1055m。

区域内地表水文网较发育，皆属黄柏河水系。主要地表水系由北往南有粟林河、白花鱼沟、迎龙沟、晒旗河、桃郁河、神龙河、柳山沟、鱼林溪、沙木溪、小西河等，均自西向东流入西河。（见区域水文地质图）

本区属亚热带季风型气候，四季分明，雨量充沛。据殷家坪气象资料及远安县气象局观测资料，2000~2010 年的年平均气温 17.5℃，最高气温

40.1℃,最低气温-3.6℃;平均降雨量 1182.0mm,其中最大 1620.4mm(2002 年),最小 862.7mm(2002 年);年平均降雨日 130 天,月最大降水量(90 年 8 月)为 392mm,15 年内最大日降水量(1989 年 9 月 1 日)192.2mm。2011 年年降水量 1194mm,为平偏丰水年,月平均降水量 99.5mm、月最大降水量(8 月)为 257.7mm、日最大降水量(8 月 22 日)86.4mm;2012 年 1~10 月降水量 825.6mm,为平偏枯水年,月平均降水量 82.6mm、月最大降水量(8 月)为 167.6mm、日最大降水量(8 月 21 日)125.8mm。降水集中,一般每年 5~10 月为雨季,11 月至翌年 4 月为旱季,其中 12 月至翌年 3 月为冰冻期。

2、含水层和隔水层

区域地表出露的地层主要为寒武系上统三游洞群、中统覃家庙群、下统石龙洞组、天河板组、石牌组、牛蹄塘组和震旦系上统灯影组、下统陡山沱组及前震旦系崆岭群。现将各岩性组的分布与特征由上至下分述如下:

(1) 三游洞群(\in_3sn) 碳酸盐岩裂隙岩溶水含水层

主要岩性为灰色、深灰色厚层-巨厚层状白云质灰岩。顶部含少量燧石结核,中部夹薄层页岩。极少量分布于山顶,地表岩溶发育,据区域水文地质资料,该层强富水。

(2) 覃家庙群(\in_2qn) 碳酸盐岩裂隙岩溶水含水层

主要岩性为灰黑色、薄层状细晶灰岩,含黑色燧石团块。少量分布于晒旗河以北及盐池河以东山顶,该层地表未见泉点露头,钻孔中节理裂隙及小溶孔发育,据区域水文地质资料,该层强富水。

(3) 石龙洞组、天河板组($\in_1t + \in_1sh$) 碳酸盐岩裂隙岩溶水含水层

主要岩性上段为浅灰、灰白色厚层状白云质灰岩,发育刀坎纹构造。下段为灰黑色薄~中层状细晶灰岩和条带状灰岩。区域内广泛分布。该

岩层地表及地下岩溶发育，强富水。

(4) 石牌组、牛蹄塘组 ($\epsilon_{1n} + \epsilon_{1sp}$) 碎屑岩夹碳酸盐岩孔隙裂隙水含水层

主要岩性上段为灰白带黄褐色厚层状细~粗晶结构白云质灰岩，上部为粉砂质页岩和粉砂岩。下段为灰、深灰色薄层状细晶灰岩与黑色、黄褐、灰绿色页岩互层，页岩中常含灰岩团块、结核。该岩层地表有少量泉点出露，流量均小于 1 L/s，钻孔中见少量溶孔，极弱富水。

(5) 灯影组 (Z_2dn) 碳酸盐岩裂隙岩溶水含水层

主要岩性上部为浅灰、灰白色厚层状白云岩，含硅质团块；中部为浅灰色中~厚层状白云岩；下部为灰白色厚层状含硅质条带白云岩。该层岩溶发育，地表见泉点出露，如晒旗河磷矿区中的 2[#]泉，流量为 14L/s，富水性中等-强。

(6) 陡山沱组 (Z_1d) 碳酸盐岩裂隙岩溶水含水层

主要岩性为白云岩、含泥质、炭质、硅质白云岩、磷矿层，下部为含炭泥页岩。该层地表见泉点出露，如树空坪磷矿区中的泉，最大流量为 5.2L/s，中等富水。

(7) 南华系下统南沱组 (Nh_2n) 隔水层

主要岩性为角砾岩，胶结物主要是砂质和白云质，胶结良好，未见溶蚀现象，裂隙不发育，为稳定的隔水层。

(8) 崆岭群 (PtK) 基岩裂隙水含水层

分布于西面地表分水岭地段。主要岩性为片岩、片麻岩、灰绿色辉长岩，区域内地表浅部含风化裂隙水，局部含构造裂隙水，极弱富水。

3、地下水的补给、迳流、排泄条件

区域地下水补给来源主要为大气降水，补给范围局限于区域水文地质单元以内，西部一级分水岭与矿区间次级分水岭地带为补给区。区域内地下水一般分为上下两个主要的大含水系统，上部为寒武系含水系

统，下部为震旦系含水系统，两含水系统之间为寒武系下统牛蹄塘组（ \in_{1n} ）下部页岩、泥灰岩相对隔水层，平均厚 30m 左右。

各矿区中部一般为迳流区，中间溪沟及东部西河为排泄区。由于区域地形较陡，大部分大气降水形成地表迳流迅速排泄，另一部分则沿裂隙、溶洞缓慢渗入地下。地下水排泄方式主要以泉、向沟谷泄流排泄或从探采坑道排泄。地下水总的迳流方向由西向东，最终排入西河。

（二）矿段水文地质

1、矿段水文地质边界

矿段位于区域水文地质单元的中东部，属中山构造侵蚀山地地貌类型。区内地势总体南高北低，矿段地表分水岭南部边界为杜家岗山峰—柳山沟山峰，西部边界为柳山沟山峰-神龙河，矿段内最高点为东南部的杜家岗，海拔 1170.90m，最低点为矿段西北部冲沟与矿区边界相交处，沟底标高 600.0m（视为矿段侵蚀基准面），相对高差约 663m。地面坡角一般 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，局部 $70^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。矿体的最高控制标高约为+464m，矿体底界高程约为+221m，矿体均位于当地侵蚀基准面以下，开采时需采用机械排水。

临近矿段范围发育两条溪沟，受季节性影响较大，均自西向东流入天福水库。北部的神龙河，水面宽约 3.0m、水深 0.19m、流速 0.536m/s、流量 305.5L/s，向东流入天福水库；柳山沟河床宽 6.0 m、水面宽 0.2~1.0m、平时水深 0.09m、流速 0.989m/s、流量 53L/s，向东流入天福水库。

断江河自鱼林溪以北拦截形成天福庙水库。天福水库 1974 年修建，坝面标高 410.30m、防浪墙标高 411.30m、坝底标高 362m、河床标高 352m、总库容 6180 万立方米、设计水位 409.51m，1984 年洪水位标高 409m、流量 2916 万立方米。

2、含水层和隔水层

（1）寒武系下统天河板组（ \in_{1t} ）碳酸盐岩裂隙岩溶含水层

主要岩性为中薄层夹厚层状粉晶灰岩。各钻孔地下水水位均位于该层之下，地表见 1 处泉点露头，流量 0.1L/s，富水性弱，为局部层间裂隙水。

(2) 寒武系下统石牌组 (\in_1sp) 碎屑岩相对隔水层

主要岩性为中厚层状粉~细砂岩夹薄层泥质粉砂岩。钻孔中裂隙不发育，未见溶蚀现象，各钻孔地下水水位均位于该层之下。地表见 1 处泉点露头，流量小于 0.1L/s，为近地表风化裂隙水，深部为稳定的隔水层，总体为相对隔水层。

(3) 寒武系下统牛蹄塘组 (\in_1n) 上中部碳酸盐岩裂隙岩溶含水层

主要岩性为厚层状浅灰色厚层状粗晶白云岩、薄层状细晶灰岩夹泥岩。各钻孔地下水水位均位于该层之下，钻孔 ZK205 中厚层状灰岩见少量溶孔发育，局部裂隙面见铁质薄膜。该层在地表一般表现为小的陡崖，见 5 处泉点露头，流量 0.1L/s，富水性弱。

(4) 寒武系下统牛蹄塘组 (\in_1n) 下部相对隔水层

主要岩性为灰黑色薄层炭质页岩夹薄层状灰岩。各钻孔地下水水位均位于该层之下，未见溶蚀现象，节理裂隙不发育，地表未见泉点露头，是比较可靠的相对隔水层。

(5) 震旦系上统灯影组第三段 (Z_2dn^3) 碳酸盐岩裂隙岩溶含水层

主要岩性为中厚~厚层状细晶白云岩，含硅质团块或夹层。钻孔中多见小溶孔，节理裂隙发育。地表见较多溶蚀裂隙及干溶洞，出露泉点 5 处，流量约 0.1L/s，富水性弱~中等。钻孔 ZK205、ZK501、ZK503 终孔稳定水位位于该层，标高 742.299~788.083m。

(6) 震旦系上统灯影组第二段 (Z_2dn^2) 碳酸盐岩裂隙岩溶含水层

主要岩性为细~粉晶白云岩。该层节理裂隙较发育，方解石脉充填，钻孔中见小溶孔，钻进中水位基本无变化，富水性弱~中等。ZK002、ZK004、ZK103、ZK203、ZK204 钻孔终孔稳定水位位于该层，标高

575.063~754.958m。

(7) 震旦系上统灯影组第一段 (Z_2dn^1) 碳酸盐岩裂隙岩溶含水层主要岩性为中厚~厚层状隐晶~粉晶白云岩。该层节理裂隙发育, 钻孔中溶蚀小孔发育, 钻进中水位变化较小, 富水性弱~中等。

整个灯影组可视为统一的含水系统, 详查期间共对 4 孔 (ZK002、ZK004、ZK501、ZK503) 进行了水文试验 (见表 2-4), 求得灯影组渗透系数 K 为 0.0002~0.001m/d、单位涌水量 q 为 0.002~0.004L/s·m, 富水性弱。该岩组为含矿岩系间接顶板充水含水层。

表 2-4 杜家岗矿段水文试验成果简表 (详查)

钻孔编号	试验方法	含水层		降深 (抬升) 值 S (m)	抽 (注) 水量 Q (L/s)	单位抽 (注) 水量 q (L/s·m)	渗透系数 K (m/d)
		名称	厚度 (m)				
ZK002	放水试验	Z_2dn+Z_1d	192.60	4.50	0.88	0.196	0.081
	抽水试验			27.01	1.64	0.061	0.031
				22.30	1.52	0.068	0.034
				17.81	1.30	0.073	0.035
ZK004	注水试验	Z_2dn+Z_1d	200.33	25.87	0.05	0.002	0.0002
ZK501		Z_2dn	366.70	143.36	0.58	0.004	0.001
ZK503		Z_2dn	398.70	191.0	0.64	0.003	0.0008

因杜家岗矿段及其四周均有矿山坑道抽排水, 导致本区地下水流场已发生改变, 通过水文试验求得的渗透系数较低, 综合考虑东部鱼林溪矿段灯影组含水层富水性情况, 将该岩组含水层富水性定为弱~中等。

东部鱼林溪矿段 ZK003 与 ZK1602 在灯影组岩组做混合抽水试验 (见表 2-5), 求得渗透系数 K 为 0.033~0.06m/d、单位涌水量 q 为 0.059~0.206L/s·m, 富水性弱~中等。

表 2-5 鱼林溪矿段水文试验成果简表

钻孔 编号	含水层		降深值 S (m)	抽水量 Q (L/s)	单位抽水量 q (L/s·m)	渗透系数 K (m/d)
	名称	厚度 (m)				
ZK003	$Z_2dn+ Z_1d^{4+3}$	380.45	17.42	0.645	0.037	0.009
			11.33	0.545	0.048	0.0126
			3.43	0.303	0.088	0.002
	Z_2dn	317.78	10.67	1.296	0.121	0.041
			6.66	1.142	0.171	0.056
			3.49	0.718	0.206	0.06
ZK1602	$Z_2dn+ Z_1d^{4+3}$	242.78	15.08	0.24	0.016	0.006
			9.63	0.18	0.019	0.007
			5.43	0.14	0.026	0.009
	Z_2dn	187.08	11.10	0.64	0.059	0.033
			6.70	0.483	0.072	0.037
			4.50	0.35	0.078	0.038

(8) 震旦系下统陡山沱组第四段 (Z_1d^4) 碳酸盐岩裂隙岩溶含水层
主要岩性为中薄层状泥质白云岩间夹薄层状泥岩及泥质薄膜。该层
节理裂隙较发育，钻进中水位基本无变化，层间泥岩隔水，总体富水性
弱。

(9) 震旦系下统陡山沱组第三段 (Z_1d^3) 碳酸盐岩裂隙岩溶含水层
主要岩性为中层或薄层状隐晶泥质白云岩夹薄层泥岩。该层节理裂
隙较发育，方解石细脉充填，钻孔 (ZK503、ZK004) 中见少量溶蚀小
孔，钻进中水位基本无变化，富水性弱。

灯影组与陡山沱组第四、第三段之间并无稳定的隔水层，上下可视
为统一的碳酸盐岩含水岩组。本次详查在该岩组进行了水文试验，求得
渗透系数 K 为 0.0002~0.081m/d、单位涌水量 q 为 0.002~0.196L/s·m；
东部鱼林溪矿段在该岩组做混合抽（放）水试验，求得渗透系数 K 为
0.0036~0.02m/d、单位涌水量 q 为 0.019~0.3L/s·m。

(10) 震旦系下统陡山沱组第二段 (Z_1d^2) 相对隔水层
主要岩性为泥晶白云岩夹泥岩，含炭质、泥质普遍高。该层节理裂
隙一般不发育，局部有少量裂隙。该层总体为相对隔水层。

(11) 陡山沱组第一段 (Z_1d^1) 含矿岩系相对隔水层

主要岩性由上至下为含磷白云岩、磷块岩、含磷页岩、白云岩。该层纵节理较发育，上白云岩较薄 (1.40~9.10m)，通过周边矿山坑道调查，在 Z_1d^1 上白云岩内掘进时无淋水现象，说明上白云岩含水极弱，该层总体视为相对隔水层。

(12) 南华系下统南沱组隔水层 (Nh_2n)

岩性为灰色厚层状角砾岩，白云质胶结，角砾成分有白云岩、泥岩、硅质岩等，厚层状构造，节理裂隙不发育，为稳定隔水层。

(13) 崆岭群 (PtK) 基岩裂隙水含水层

钻孔 ZK205、ZK501 所见为片麻岩、石英岩，主要成份为石英、长石、云母等。该层钻孔节理裂隙较发育，未充填，区域资料该层富水性弱。

3、岩溶的发育特征

本区地表岩溶不太发育，未见有水溶洞，仅在溪沟河流两岸多见小的干溶洞，为河水侵蚀形成。钻孔中灯影组地层 (Z_2dn) 中溶孔较发育， Z_1d^3 地层中偶见少量小的溶孔。

∈_{1t}: 地表岩溶不发育，局部见小溶孔，岩石易风化，呈刀砍纹。

∈_{1n}: 地表粗晶白云岩溶蚀现象较发育，呈石幔状或石柱状 (见插图 6-1)，ZK205 粗晶白云岩中见少量溶蚀小孔，最大 45×40mm，可见方解石晶体发育其中。

Z_2dn^3 : 在本矿区所有钻孔中均见溶蚀小孔、气孔发育，局部较密集，孔径一般宽 1~10mm，大的有 15mm，一般深 1~5mm，大的有 10mm，方解石晶粒充填，分布标高 699.069~959.958m。

Z_2dn^2 : 所有钻孔中均见溶蚀小孔、气孔发育，孔径一般宽 1~5mm，大的有 15mm，一般深 1~5mm，大的有 10mm，多呈蜂窝状排列，无充填或方解石晶粒充填，分布标高 587.063~759.958m。

Z_2dn^1 : 本矿区大部分钻孔中见溶蚀小孔、气孔发育, 局部较密集, 孔径一般宽 1~15mm, 深 1~10mm, 大的有 10mm, 方解石晶粒充填。溶孔分布标高 417.063~669.958m。

Z_1d^3 : ZK004、ZK503 中见少量溶蚀小孔, 孔径一般宽 1~3mm, 最大 25×40mm, 方解石晶粒充填。溶孔分布标高 431.503~426.503m、354.483~347.483m。

本区从地表及钻孔中看, 岩溶一般发育, 未见大型溶洞, 在 Z_2dn 组地层内小溶孔和小型干溶洞较发育, 其发育程度随地下埋深增加而减弱。本区地下水以溶蚀裂隙水为主, 根据本矿段及东部鱼林溪矿段钻孔在 Z_2dn 地层进行的水文试验结果, 所求得的水文地质参数有一定差异, 反映了岩溶水空间分布的不均匀性, 有的地段富水性弱、有的地段富水性中等(鱼林溪矿段 ZK003)。因此, 未来井巷采掘过程中应根据本区岩溶的分布特点, 采取有效的防范措施, 预防岩溶突水。

4、地下水的补给、径流、排泄条件

本区地下水补给来源主要为大气降水, 其次为地表水通过河床的构造裂隙入渗补给。大气降水补给范围局限于矿区水文地质单元以内, 分水岭以外地下水不构成对单元的补给, 南部分水岭以北地带为补给迳流区, 北部神农河及南部柳山沟为排泄区。由于矿区地形较陡, 大部分大气降水形成地表迳流迅速排泄, 另一部分则沿裂隙缓慢渗入地下。

地下水排泄方式主要以坑道及泉的方式排泄。本区属一向北缓倾的单斜储水构造。地下水在浅部向南、北沟谷排泄, 深部受本矿段坑道(PD530)自然排水的影响, 由四周向中部坑道迳流, 最后经 PD530 坑口排出矿段。

5、地下水与地表水动态、水化学特征及水力联系

(1) 地表水动态与水化学特征

本区的主要地表水体为北部神农河和南部柳山沟, 总体流向由西向

东，汇入天福庙水库。本区地表水体的水源受大气降水影响较大，由大气降水和地下水补给，其特点是丰水期流量变化大，每逢暴雨前后，水位、流量陡涨陡消，平水期水量较小。1984年及2005年7月洪水期，水位上升5m，平公路桥面。

根据柳山沟水样分析结果，本区地表水水质类型（按舒卡夫分类）为 $\text{HCO}_3\text{—Mg}\cdot\text{Ca}$ 型微硬水。

（2）地下水动态与水化学特征

ZK002为地下水长观孔，于2015年1月4日测得终孔稳定水位+6.15m，2015年1~11月水位标高为+5.60m~+10.00m，降雨对地下水位有一定影响，但目前影响不大，仅3~4m左右。

根据3[#]泉（来源于 ϵ_1n 上部白云岩）、ZK002钻孔（ Z_2dn 与 Z_1d 混合水）的水化学分析结果。本区地下水水质类型为重碳酸钙镁型微硬水，即 $\text{HCO}_3\text{—Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水。

（3）地下水与地表水的水力联系

从上述水质分析结果可见，寒武系地下水、灯影组地下水与地表水水质类型基本一致，表明上部地下水与地表水水力联系十分密切；上、下部水质存在差异，说明它们之间水力联系不太密切。

通过柳山沟上、下游断面的流量数据结合降雨量动态分析，上断面（1[#]水坝）平均流量12.51L/s、下断面平均流量36.97L/s，两者相差24.646L/s，说明本区地表水除主要受大气降水补给外，同时河流也成为地下水的排泄场所，接受地下水以泉及向河流泄流的方式排泄。

6、附近坑道水文地质特征调查

（1）附近坑道水文地质调查

本次对矿段南部及东部的坑道进行了调查，周围坑道流量都不大，丰水期排水量比枯水期要大，具体排水情况如下：

广原柳山沟磷矿：已闭坑。

鱼林溪磷矿：目前斜井（东XJ、西XJ）最低开拓标高+20m，总排

水量 $3920\text{m}^3/\text{d}$ ，最大排水量 $5730\text{m}^3/\text{d}$ ，为机械抽排水。

桃郁溪磷矿：矿区内现有三口探矿坑道 XJ_1 、 XJ_2 、 XJ_3 ，于 2011 年同时开始施工，在深部相互贯通，2017 年最低开拓标高为 +50m，总排水量约 $6050\text{m}^3/\text{d}$ ，最大排水量约 $7900\text{m}^3/\text{d}$ ，2019 后由于周围苏家坡矿区、鱼林溪矿区、晒旗河矿区的坑道深部开拓、进入开采阶段，导致桃郁溪矿区坑道排水量减少，尤其受苏家坡矿区坑道疏排水的影响最大；现阶段坑道最低开拓标高为 +20m，总排水量约 $1852\text{m}^3/\text{d}$ ，最大排水量约 $3054\text{m}^3/\text{d}$ ，采用机械抽排水。 XJ_1 和 XJ_2 为平行坑探，坑道揭露地层为震旦系上统灯影组第一段 (Z_2dn^1)； XJ_3 坑道揭露地层为震旦系上统灯影组第一段 (Z_2dn^1)、震旦系下统陡山沱组 (Z_1d) 地层。

(2) 矿段内坑道水文地质特征

矿段范围内仅有一个主平硐 PD530 及它的支平硐。该平硐为普查期间施工完成，2012 年 6 月已封闭。主平硐 PD530 长 850m，向南支 1 平硐长 450m，向西支 2-1 平硐长 400m；坑口自排量为 $480\sim 642\text{m}^3/\text{d}$ 、平均为 $543\text{m}^3/\text{d}$ ，该流量为普查期间调查结果；水源主要来源于顶板 Z_2dn 地层中的裂隙岩溶水。

7、坑道破碎带水文工程地质特征及对矿床充水的影响

区内构造简单，未见大的断裂构造，在周边坑道调查发现，鱼林溪东西 XJ 在遇构造破碎带及裂隙密集带时，其均有不同程度的导水性，但未见有大的突水涌水事故发生。如：东 XJ 在 340m 处， Z_2dn^2 地层遇一裂隙破碎带，斜跨洞顶及两壁，其顶部宽达 10cm，岩性破碎，局部破碎带宽 25cm，为薄层状细晶白云岩，顺裂隙面有淋水现象，流量为 $3\sim 5\text{L/s}$ ； Z_2dn 地层内其它裂隙流量 $1\sim 1.5\text{L/s}$ 。矿山开采时应注意间接顶板 Z_2dn 地下水，并应注意断裂沟通间接顶板引起的突发水量。

(三) 矿床充水因素分析

1、地表水

地表水能否成为矿坑充水水源，关键在于二者之间有无水力联系，

即是否存在充水途径（通道）。其充水通道可分为天然的（如充水岩层和导水断裂等）和人为的（采空区顶板破裂带等）两类。

地表水作为矿坑充水水源时，它对矿坑的充水程度取决于地表水体与矿坑的相对位置以及矿坑与地表水体之间的岩石透水性。未来在采矿时，可能存在不规范开采导致的采空区地面开裂变形等的可能性，导致河床的自然状态受到破坏，随着开采面积及顶板导水裂隙带不断扩大，导水裂隙带可成为地表充水水源进入矿坑的通道，则可逆转成地表水补给地下水。

区内神龙河河床标高 490.00m 与北部矿体（PZK03 最高标高 398.50m）两者的位置高程相差近 100m，矿坑与地表水体的垂直距离较大，加之区内构造简单，正常情况下上部 Z_2dn 组与 Z_1d^4 、 Z_1d^3 含水层地下水对矿层的补给较小，只有当空区顶板破裂带延伸至上部含水层中时，才可能引起地表水和 Z_2dn 地下水进入矿坑。从水文地质图中可知，ZK203、ZK204 距离神龙河较远，河水进入矿坑的可能性较小。ZK002、ZK004 距离神龙河较近，两孔连线以北地段有发生地表水进入矿坑的可能性，后期采矿时应特别重视神龙河沟谷水在雨季对矿坑充水的影响。

2、地下水

矿床主要充水含水层为 Z_2dn （间接顶板含水层）、次要充水含水层为 $Z_1d^4+Z_1d^3$ （间接顶板含水层），由于 Z_2dn 与 Z_1d 之间有 Z_1d^4 顶部泥质白云岩及泥岩存在，使得 Z_2dn 与 Z_1d 之间水力联系一般不十分密切，正常情况下 Z_2dn 地层地下水对 Z_1d 地层地下水的补给较小，只有当空区顶板破裂带延伸到 Z_2dn 中时，才可能引 Z_2dn 地下水进入矿坑，成为主要充水水源。 $Z_1d^4+Z_1d^3$ 与含矿岩系 Z_1d^1 之间有 Z_1d^2 相对隔水层存在，而矿层顶部上白云岩富水性极弱，因此正常情况下坑道内基本无水，只有在裂隙发育处， $Z_1d^4+Z_1d^3$ （间接顶板含水层）中的地下水才进入矿

坑，成为主要充水水源。

3、矿坑充水特点

Z_2dn 白云岩为矿层间接顶板，钻孔和坑道在该层见溶蚀现象，坑道顶板为少量滴水、局部淋水。整个灯影组为统一的含水系统，富水性弱~中等。

陡山沱组第四段 (Z_1d^4)、第三段 (Z_1d^3) 泥质白云岩亦为间接顶板，钻孔中该层中部见少量溶蚀现象，坑道内该层顶板为潮湿~局部滴水，富水性弱。

坑道内地下水主要来自 Z_2dn 及 Z_1d^{4+3} 。详查期间在该岩组进行了水文试验，求得渗透系数 K 为 $0.0002\sim 0.081\text{m/d}$ 、单位涌水量 q 为 $0.002\sim 0.196\text{L/s}\cdot\text{m}$ 。

区内矿层 122b 资源储量估算顶界标高约为 415.71m (ZK203 矿层底板标高)，底界标高约为 269.18m (ZK503 矿层底板标高)，位于当地侵蚀基准面 600m 以下，开采时需采用机械排水。

因此矿坑充水因素主要是各含水层中赋存的地下水；矿床充水方式为顶板间接进水；充水途径为沿溶蚀裂隙、 Z_2dn 的岩溶通道、构造裂隙和人为的采矿裂隙渗流。未来井巷开拓中在 Z_2dn 遇岩溶发育带有产生突水的可能性，因此，岩溶水对井巷开拓的影响较大。

(四) 矿区供水水源评价

矿区生活和工业用水水源为各泉、坑道排水。区内泉水流量一般为 0.1 L/s ，只能满足附近村民生活需求；未来矿山生活用水可采用 ZK002 涌水或坑道内裂隙水，各溪沟地表水和坑道排水完全可以满足工业用水要求。

本区地表、地下水的物理性质均为无色、无味、无臭、不含可见物。PH 值 $7.71\sim 8.60$ ，总硬度 $246.57\sim 261.00$ 。地表、地下水水质类型为 $\text{HCO}_3\text{—Ca}\cdot\text{Mg}$ (或 $\text{Mg}\cdot\text{Ca}$) 型微硬水。

详查工作期间对 ZK002、S1 泉采取了细菌检验样,结果表明 ZK002 地下水大肠菌群数未超标,而 S1 泉水大肠菌群数超标原因可能是受附近居民取水设施影响导致菌落超标。

该区地下水如作为集中式连续性生活供水水源,还需按照《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)对水质作出全面评价,除了应考虑水中溶解的普通盐类外,特别应注意水质是否受到细菌和毒物的污染;若作为工业供水,需进行相应用途的水质评价。

(五) 矿区水文地质勘查类型

该矿床主要矿体位于当地侵蚀基准面之下,但附近地表水不构成矿床的主要充水因素。矿床直接顶板 Z_1d^1 上白云岩富水性极弱,对矿床充水影响较小,矿床充水间接含水层 Z_2dn 与 Z_1d^4 、 Z_1d^3 总体富水性弱—中等;地下水的补给条件较好,地形条件不利于自然排水;水文地质边界较简单;未来井巷遇岩溶发育带可能产生突水。因此该矿床水文地质勘探类型为“充水岩层以溶蚀裂隙为主、顶板间接充水、水文地质条件中等的岩溶充水矿床”。

三、工程地质

(一) 工程地质特征

1、矿石和围岩的物理力学性质

(1) 矿层岩石力学试验

本区对矿层顶底板岩石采取了 6 组样送湖北省中心实验室做力学试验,测试抗压强度和容重及抗剪强度试验成果见表 2-6。

表 2-6 矿层岩石力学试验成果简表

岩矿石名称	送样编号	试验状态	单轴抗压强度(MPa)		抗剪强度		饱和容重 (g/cm ³)
			单值	平均值	c (MPa)	tgφ	
Z _{1d} ¹ 顶板白云岩	ZK501-1	天然	111	120			2.70
	ZK501-2		126				
	ZK204-1 ZK204-2		123				
Z _{1d} ¹ 顶板白云岩	ZK103-1 ZK103-2 ZK501-6 ZK002-1	天然			11.5	0.488	
Z _{1d} ¹ 底板白云岩	ZK204-3	天然	107	118			2.73
	ZK204-4		114				
	ZK103-3 ZK103-4		133				
Z _{1d} ¹ 底板白云岩	ZK002-3 ZK002-2 ZK103-5 ZK204-5	天然			12.1	0.515	
Z _{1d} ¹ 底板泥岩	ZK501-3	天然	46.5	55.0			2.70
	ZK501-4		58.4				
	ZK501-5		60.2				
Z _{1d} ¹ 磷矿层	①	天然	90.7	94.8			2.73
	②		110				
			83.6				

(2) 矿石体重

根据本区钻孔和周边矿山坑道内采集的矿层及顶、底板岩石测定小体重,顶板上白云岩平均体重为 2.75 吨/m³,底板含钾页岩为 2.76 吨/m³,致密块状磷块岩平均体重为 3.08 吨/m³,区内磷矿石平均体重为 3.02 吨/m³。

2、工程地质岩组划分

根据岩石成因类型、物质构成、岩性岩相变化,岩石成层条件及厚度变化,岩体结构类型、节理裂隙发育情况,物理力学性质及风化、岩溶程度等,将区内岩土体工程地质岩组划分为六类。

(1) 半坚硬~坚硬中—厚层状碳酸盐岩类工程地质岩组 (I)

包括寒武系下统天河板组 (\in_1t)、震旦系上统灯影组 (Z_2dn)。主要岩性为中厚层状灰岩、白云质灰岩、中厚~厚层状细~微晶白云岩夹硅质条带或团块,原岩力学强度较高,风化后及含裂隙的岩石强度降低。该岩组中 Z_2dn 白云岩平均抗压强度 40.55MPa,部分岩样含少量裂隙导致强度降低,抗压强度为 21.85~28.73MPa。

(2) 坚硬碎屑岩岩类工程地质岩组 (II)

包括寒武系下统石牌组(\in_1sp)、南华系下统南沱组 (Nh_2n)。主要岩性为薄~中层状粉砂岩夹页岩、冰碛砾岩。该岩组岩石力学强度高,属坚硬岩类。

(3) 半坚硬碳酸盐岩夹碎屑岩岩类工程地质岩组 (III)

包括寒武系下统牛蹄塘组 (\in_1n)。主要岩性为厚层状白云质灰岩、薄~中层状细晶灰岩夹页岩、泥岩。该岩组岩石力学强度较高,属半坚硬岩类,局部页岩、粉砂岩强度较低。

(4) 半坚硬~坚硬薄—厚层状碳酸盐岩夹磷块岩岩类工程地质岩组 (IV)

包括震旦系下统陡山沱组第四段(Z_1d^4)第二段(Z_1d^2)第一段(Z_1d^1)。主要岩性为 Z_1d^4 半坚硬泥质白云岩(平均抗压强度 37.98MPa)、 Z_1d^2 半坚硬~坚硬泥质白云岩(平均抗压强度 33.22 MPa、92.05MPa)、 Z_1d^1 坚硬上、下白云岩(平均抗压强度 120MPa)及坚硬磷质岩(平均抗压强度 94.8MPa)、 Z_1d^1 半坚硬含磷泥岩(平均抗压强度 55.0MPa)。

(5) 软弱中—厚层状碳酸盐岩类工程地质岩组 (V)

包括震旦系下统陡山沱组第三段(Z_1d^3)。主要岩性为泥质白云岩(平均抗压强度 15.72MPa),局部夹粉晶白云岩强度较高,该岩组整体强度较低。

(6) 坚硬块状变质岩岩类工程地质岩组 (VI)

包括崆岭群 (PtK) 斜长片麻岩、石英岩等。岩石节理裂隙较发育，力学强度高，为坚硬岩组。

3、岩石结构面特征

区内构造简单，地层产状较稳定，总体倾向向东 $75^{\circ}\sim 100^{\circ}$ ，倾角一般为 $7^{\circ}\sim 16^{\circ}$ ，平均倾角为 8° 。区内岩石节理裂隙较发育~发育，多见IV、V级结构面，暂未发现规模较大断层。

IV级结构面：IV级结构面指延伸长度数米至数十米的构造节理裂隙、溶蚀裂隙、小断层等。区内IV级结构面十分发育，主要有五组结构面。有两组与层面近乎垂直的剪切节理和裂隙在地表表现为台阶状；还有两组剪切节理被层面切成锥形，影响岩体的稳定。边坡附近受重力作用，往往由此类裂隙发育成卸荷裂隙，形成坍塌和崩塌（如危岩体1），区内陡峻的地形和危岩体就是这种作用的产物。因此IV级结构面是山体稳定的重要因素。

V级结构面：指微小的节理劈理，降低岩石强度。这类节理贯通性差，密度 $5\sim 30$ 条/米，易风化、溶蚀。V级结构面的存在降低了岩石的强度。

根据野外调查及钻孔岩芯编录统计资料，将各地层结构面特征描述如下：

天河板组 (\in_{1t}) 地表岩石弱风化，发育有 3 组节理裂隙，一组产状 $203^{\circ}\sim 230^{\circ}\angle 77^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，第二组产状 $155^{\circ}\sim 180^{\circ}\angle 54^{\circ}\sim 84^{\circ}$ ，节理密度 $5\sim 6$ 条/m，延伸 1m 左右，第三组产状 $280^{\circ}\angle 90^{\circ}$ ，节理密度 $3\sim 4$ 条/m，延伸 1.5m 左右。第一组与第二组在地表与层面形成台阶状

牛蹄塘组 (\in_{1n}) 地表岩石弱风化，发育 1 组节理裂隙，与层面形成台阶状，产状 $170^{\circ}\angle 85^{\circ}$ ，节理密度 $2\sim 3$ 条/m，延伸 3m 左右。

灯影组 (Z_2dn) 地表岩石较完整，风化程度较弱，垂直裂隙较发育，发育有五组节理裂隙，一组产状 $190^{\circ}\sim 212^{\circ}\angle 78^{\circ}\sim 86^{\circ}$ ；第二组产状 $125^{\circ}\sim 130^{\circ}\angle 85^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，这两组极发育，节理密度 $13\sim 14$ 条/m，延伸 1m 左右，

节理面光滑、潮湿，局部有滴水现象，无充填，两组剪节理及层面把岩体切成锥形，形成极不稳定因素，是灯影组形成危岩体的主要成因，如危岩 1 (W1)；第三组产状 $65^{\circ}\sim 95^{\circ}\angle 83^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ，节理密度 10~14 条/m，延伸 1m 左右，第一组、第三组与层面形成高 5~6cm 的台阶；第四组产状 $290^{\circ}\angle 80^{\circ}$ ，节理密度 3 条/m，延伸 1~1.5m 左右，节理面光滑，无充填；第五组产状 $28^{\circ}\angle 80^{\circ}$ ，节理密度 10 条/m，延伸 1m 左右，第二组、第五组与层面形成高 10cm 左右的台阶。

4、岩石的风化及岩溶特征

(1) 岩石的风化特征

岩石风化作用即岩石受太阳辐射、大气、水以及生物的作用，在原地经过崩解、破碎等一系列物理和化学过程，形成大小不等的岩屑和土层。本区岩石的风化作用以物理风化为主。

由于本区岩组以碳酸盐岩和碳酸盐岩夹碎屑岩为主，地表岩体节理裂隙发育，风化作用使岩石裂隙加深加宽，最后导致岩石崩解成碎块或表层岩石成层剥落。强风化带基本上分布于地表，根据钻孔岩芯观察，矿区各地层普遍遭受风化，近地表岩石的岩芯采取率和 RQD 值普遍较低，泥质含量高的岩层易风化。风化程度随构造破碎带、节理裂隙发育带而相对提高。全区风化程度较高的地层有 ϵ_{1t} 、 ϵ_{1n} 、 Z_2dn^3 。

ϵ_{1s} 地层风化深度 2.20~9.40m； Z_2dn 地层风化深度 0.5~8.07m。其他风化程度较低。

(2) 岩体的岩溶特征

本区岩性主要为碳酸盐岩（灰岩、白云岩），地表分布广。碳酸盐岩由不同比例的方解石和白云石组成，并含有泥质、硅质等杂质。在通常条件下，纯灰岩要比白云岩容易溶蚀。因此 ϵ_{1t} 与 Z_2dn 地表岩溶相对发育，主要表现为溶孔发育。

从地表调查及对钻孔的编录表明， ϵ_{1t} 顶部中厚层状灰岩形成的小

陡崖中节理裂隙及溶孔发育，其下为泥质条带灰岩； ϵ_1n 上部粗晶白云岩溶蚀现象较发育，呈石幔状或石柱状； Z_2dn 全层溶孔较发育， Z_2dn^3 顶部中厚层夹薄层状白云岩中风化溶蚀现象普遍， Z_2dn^1 溶蚀小孔，气孔发育； Z_1d^3 中见少量溶蚀小孔，其它地层则未见溶蚀现象。

(二) 工程地质评价

1、岩体的质量评述

矿区围岩稳定性评价最常用的方法为岩体质量指标法。通过本区以及西部麻坪矿段的钻孔岩芯质量指标统计资料分析，矿层及顶、底板岩石质量等级见表 2-7。

表 2-7 钻孔矿层及围岩质量等级与分级表

岩性		等级	RQD (%) 最小-最大/平均	岩石质量 描述	岩体完整性 评价	岩体质量
陡山沱组第二段 (Z_1d^2)		I	88-98/92	极好的	岩体完整	优
陡山沱组第 一段 (Z_1d^1)	顶上白云岩	I	85-95/94	极好的 ~中等的	岩体完整 ~中等完整	优~中等
	磷矿层	I	95-98/96	极好的	岩体完整	优
	底含磷泥岩	II	80-98/87	极好的 ~好的	岩体完整 ~较完整	优~良
	下白云岩	I	90-98/93	极好的	岩体完整	优

2、井巷围岩稳固性评价

(1) 矿层

矿层为层状和块状，属坚硬岩组，矿区抗压强度 83.6~110MPa、平均为 94.8MPa。钻孔中岩石 RQD 值 95~98%，平均 96%，岩体完整；坑道调查表明遇破碎带及节理裂隙密集带，岩体强度降低，可能发生坍塌、掉块及片帮现象。

(2) 顶板

矿层直接顶板为陡山沱组第一段 (Z_1d^1) 上白云岩，为乳白色硅质岩、硅质白云岩，一般厚 1.40~9.10m、平均厚 5.94m，层位稳定，厚度变化较大，平均抗压强度 120Mpa，内摩擦角 ($\text{tg}\varphi$) 为 0.488。钻孔中岩石 RQD 值 85~95%，平均 94%，岩体完整~中等完整，属坚硬岩组。

附近坑道掘进中一般没支护，但遇构造破碎及节理裂隙密集带处强度降低，岩体完整性差，易发生掉块、坍塌现象，类似情况宜昌磷矿均有发生，因此在矿床开采设计和实际开采过程中要参照相邻类似矿区，采取防范措施，以免发生重大崩塌事故。

间接顶板为陡山沱组第二段 (Z_1d^2) 含炭泥质白云岩，属半坚硬~坚硬岩组，平均抗压强度 33.22 MPa、92.05MPa。钻孔中岩石 RQD 值 88~98%，平均 92%，岩体完整~中等完整。该层裂隙不发育，破碎带处一般需采取支衬措施。

(3) 底板

矿层直接底板为黑色含磷泥岩，厚 0.25-16.20m。矿区含磷泥岩平均抗压强度 55.0MPa，钻孔中岩石 RQD 值 80~98%，平均 87%，节理裂隙不发育，岩体完整~较完整，属半坚硬岩组。

间接底板为下白云岩，厚 0.80~6.60m，平均抗压强度 118MPa，钻孔中岩石 RQD 值 90~98%，平均 93%，节理裂隙不太发育，岩体完整，属坚硬岩组。

间接底板之下为坚硬岩组的冰碛砾岩和斜长片麻岩、石英岩，无软弱夹层，岩体完整。

3、坑道工程地质特征

在周边矿山坑道中未见大的断裂构造，只遇见小的裂隙，主要在 Z_2dn 地层中。在鱼林溪矿段东斜井 Z_2dn^2 地层中遇一裂隙破碎带，斜跨洞顶及两壁，其顶部宽达 10cm，岩性破碎，局部破碎带宽 25cm，为薄层状细晶白云岩，破碎带有少量掉块现象，其他地段岩体较完整。大部分矿山在 Z_1d 局部薄层泥岩有掉块现象外，巷道内未出现大的掉块与层面冒落现象，整体稳固性较好。

本矿段探矿坑道工程地质特征与周边相邻矿山的探采坑道相似，在上述类似地段应加强顶板管理，做好必要的支护和保留足够的保安矿

柱，以防冒落变形扩大或加剧而影响矿床的开采。

（三）工程地质类型划分

矿区地层岩性及地质构造均较简单，矿层属坚硬岩组，顶板属坚硬岩组，直接底板属半坚硬岩组，间接底板为坚硬岩组；风化作用中等～强、岩溶不太发育，围岩完整性较完整～完整，局部岩层较破碎，节理裂隙较发育，顶板充水岩层富水性弱～中等。未来坑道局部有可能发生工程地质问题（如顶板掉块、片帮等）。综上所述，本矿区工程地质类型为属碳酸盐岩类为主，工程地质条件简单的矿床类型。

四、环境地质

（一）区域构造及地震

宜昌磷矿位于黄陵背斜北部及东翼，呈北西～南东弧形展布。黄陵背斜属于扬子准地台扬子台褶带的次一级隆起。根据湖北省区测队一九八四年编绘的《湖北省构造体系图》（1:50万），矿区的地质构造，隶属于黄陵旋转构造体系。据资料介绍，该构造体系的部分地段现仍在持续活动，区域的马良断裂、远安断裂，天阳平断裂及仙女断裂近旁屡见地震发生，不少断裂侧畔时有猛烈山崩，黄陵背斜至今还在反时针旋转。

据国家地震研究所编制的《湖北地震史》和《湖北地震目录》，一九五九年至一九八五年资料，鄂西地区最大地震为里氏 4.8 级（ $M=4.8$ 级），地震烈度 6° （ $I=6^\circ$ ），有感范围 70Km^2 ，震级小于 3 级的地震比较频繁，主要表现为微震或弱震。

按照《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）中附录 C-表 C.17，远安县地区地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，加速度反应谱特征周期为 $0.35s$ ；根据附录 G，本区属于 II 类场地，地震烈度为 VI。

矿区设计地震分组为第一组，属于稳定区。

（二）矿区自然地理现象与环境地质

1、岩崩

本矿区属于远安县西部荷花镇神龙—盐池—沙泥坡一带的神龙—盐池崩塌高易发亚区，面积 125.09 km²，西河三条支流盐池河、神龙河和晒旗河自西向东流经本区。本亚区为中低山区，平均海拔 700m，相对高差达 500 m。由于河谷深切，地形陡峭，悬崖耸立，卸荷裂隙发育，在坚硬灰岩、白云岩出露的地段，多形成上陡下缓的地形。在地质构造上本区位于黄陵背斜东北翼，层间褶曲不发育，断层构造一般发育。亚区内有较丰富的磷矿资源，自七十年代起，就开始有一定规模的采矿活动，局部地段已形成了较大面积的采空区。亚区地质灾害类型以岩石崩塌居多，规模以大、中型为主，稳定性差。亚区内多数崩塌灾害的形成与发展与人类采矿活动密切相关，山体下部被采空，原有的应力平衡遭破坏，部分斜坡上出现裂缝，斜坡稳定性骤然降低，形成潜在的崩塌，而在局部地段陡崖壁上因风化作用还易产生剥蚀—卸荷型崩塌。其中，1980 年 6 月发生的盐池河崩塌就位于本亚区中部的盐池河磷矿区内，其直接经济损失就达 2500 万元。

本矿区地形陡峭，岩崩是主要的物理地质现象。斜坡岩土体被陡倾的拉裂面破坏分割，突然脱离母体而快速位移、翻滚、跳跃和坠落下来，堆于崖下，即为崩塌。崩塌一般发生在高陡斜坡的坡肩部位及厚层坚硬脆性岩体（灰岩、白云岩）中。早期岩崩堆积体在陡峡的沟谷中均可见到，随处可见一些巨大的岩块崩塌后形成的倒石锥。

1[#]危岩体：WY1 位于矿区北部、PD530 硐口西侧，该危岩体高约 30m，体积约 3000m³，岩性为灯影组灰色厚层状细晶白云岩，溶蚀较发育，形成岩屋、溶洞，岩体上发育有两条卸荷裂隙，临空方向正北，未来受风化溶蚀作用影响可能会向北发生崩落，对硐口及周围的工业场地有很大影响（WY1：见插照 2-1）。



插照 2-1 危岩体 WY1

2、山洪

本区北部神农河在降雨强度较大时，常引起河水迅速起涨，暴雨则引起山洪猛涨。据访问，历史上发生特大山洪次数不多，近二十多年来，共暴发过二次山洪，在 1984 年及 2005 年 7 月，山洪暴发时水位在下游上涨 5m，平公路，标高 347m，对山区居民和工程建设的影响较小。

3、岩爆

岩爆是地下工程开挖过程中由于应力释放出现围岩表面自行松弛破坏并喷射出来的现象。鱼林溪矿段于 2011 年 9 月中旬在西斜井掘进至 850~900 m 范围段发生岩爆，导致 1 人受伤。之后矿山采取了短进尺及及时喷浆支护等措施，至此再未发生岩爆。

4、放射性特征

详查阶段在坑道中取地下水样和磷矿与围岩样进行了放射性分析，结果见表 2-8。

根据《辐射防护规定》对于固态天然放射性物质，当 α 、 $\beta < 350\text{Bq/g}$ 时，属于豁免限制范围。水样根据《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)，总 $\alpha \leq 0.5 \text{ Bq/L}$ ，总 $\beta \leq 1.0 \text{ Bq/L}$ 。本矿区岩石总 α 、 β 均小于 350Bq/g ，地下水总 α 、 β 均未超过标准，均属于低辐射范围，不需作限制处理。

表 2-8 放射性检测结果表

样品名称	检验编号	检测结果	
		总 α	总 β
地下水	E00108	0.0586Bq/L	0.136Bq/L
含磷白云岩 (矿层及围岩)	E00110	0.048Bq/g	0.122Bq/g
注：《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)，总 $\alpha \leq 0.5$ Bq/L，总 $\beta \leq 1.0$ Bq/L。 《辐射防护规定》，总 α 、 $\beta < 350$ Bq/g。			

5、地温评价

详查阶段在 ZK204、ZK205、ZK501、ZK503 内进行了地温测量。

区内地下水温度在 13.5~15.2℃之间，详见地温测量成果表 2-9。

表 2-9 地温测量成果表

深度 m 孔号	100	200	300	400	500	550	600	650	700	日期
ZK204	13.5	13.5	13.6	13.7	13.9	14.1				2015.07.21
ZK205	14.3	14.4	14.5	14.6	14.6	14.8	14.8	15.0		2014.11.20
ZK501	14.0	14.1	14.2	14.4	14.5	14.5	14.6	14.8	15.0	2014.09.22
ZK503	14.2	14.2	14.3	14.5	14.6	14.7	14.9	15.0	15.2	2014.10.27

(三) 环境地质问题和地质灾害预测评价

矿区目前存在的环境地质问题表现并不突出，但随着矿业活动的开展及其它与矿业活动有关的影响因素加剧，环境地质问题会逐渐表露甚至加剧，除目前现有的环境地质问题外，还可能引起山体开裂与危岩崩落、地面变形、不稳定边坡、岩爆、含水层破坏、水土环境污染、地貌景观与土地资源破坏、泥石流。

1、山体开裂与危岩潜在崩落的可能性

矿段西南盐池河磷矿曾因危岩体岩崩毁坏了整个矿山。本区危岩体与盐池河矿区相比，地层岩性相同，地形陡峻，未来开采中危岩体一旦失稳，后果将很严重。本次对现有的危岩进行预测，同时根据其

规模和处理的难易程度，按《岩土工程勘察规范》对其预测崩塌区进行划分。

预崩 1：预崩 1 位于危 1 部位，目前处于基本稳定状态，未来开展矿业活动时，采矿爆破、地震等触发因素都可能对其稳定性有影响，可导致其卸荷裂隙沿相对较弱层面滑出形成崩塌掉块，对 PD530 及周边工业场地安全有影响，由于其分布范围较大，预测其崩塌影响范围 8000 m^2 ，崩塌方量约 3000 m^3 ，其危害较大，为 II 类预测崩塌区。

2、未来采空区可能引起地表变形

矿山在未来开采过程中将形成一定的地下空间（巷道和采空区），导致周围岩体向此空间移动。如果开采空间的位置很深或尺寸不大，则围岩的变形破坏将局限在一个很小的范围内，不会波及到地表。但当开采空间位置很浅或尺寸很大，这时围岩变形破坏往往波及到地表，使之产生沉降，形成地表移动盆地，甚至出现塌陷和裂缝，形成特有的矿山地质环境问题。

预测地表变形区 T1：本区矿层总体向东倾，根据目前矿区已施工工程控制，矿区西北部矿层距地表较近，高差 240 m 左右（ZK002），其余地段均大于 400 m ，未来开采时在矿区西北角若遇工程地质条件较差的地段，则有产生地表变形的可能性。

3、不稳定边坡

矿区内地形较陡，由于施工需求而开挖简易公路，使自然边坡原有的应力平衡状态发生改变，形成不稳定边坡。在 ZK205 附近开挖的“之”字形简易公路，基岩地层为 ϵ_{1sp} 中层状细砂岩夹薄层状泥质粉砂岩，产状 $130^\circ \angle 9^\circ$ 。目前边坡基本呈稳定状态，东西向长约 $50\sim 60\text{ m}$ ，南北约 30 m ，破碎堆积体厚度约 0.5 m 左右，总体积约 $800\sim 1000\text{ m}^3$ 。未来受施工活动、降雨、风化作用影响部分破碎堆积体可能会发生顺坡向滑动形成滑坡，由于周边没有居民和工矿建筑，且距离矿区北部公路很远，因

此若未来该边坡堆积体发生滑移，其产生的影响较小。

4、岩爆

鱼林溪矿段在 2011 年 9 月中旬西斜井在掘进至 850~900 m 范围段发生过一次岩爆。由于岩爆多发生在埋深较大（一般大于 200m）且远离沟谷切割的卸荷裂隙带，未来采矿埋深越来越大，矿山在深部开挖过程中应采用“短进尺、多循环”的方式，减小局部应力集中发生的可能性，并加强施工支护工作，采用应力解除、注水软化和使用锚栓-钢丝网-混凝土防爆支护等，防止岩爆发生。

5、含水层的破坏及影响预测

含水层破坏主要包括因采矿活动导致地下含水层结构改变、地下水位下降、水量减少或疏干、水质恶化等现象。

（1）含水层结构破坏

未来矿山开采对地下含水层结构的破坏主要表现在两个方面：一是开采后顶板发生垮落形成的导水裂隙带造成的结构破坏，会造成地下水漏失、水位下降、矿坑涌水量突增即透水等负效应，含水层破坏程度取决于覆岩破坏形成的导水裂隙高度；二是开采形成的地面塌陷而引起的含水层结构破坏。

（2）含水层水位、水量变化

未来随着矿业活动的开展，矿床持续开采，含水层长期疏干排水，地下水位也将大面积、大幅度下降，导致井、泉干涸，可能引起供水水源减少或枯竭等水环境恶化问题。

但根据周围矿区的调查资料，矿山闭坑后，对含水层的影响将会慢慢减小，地下水位会慢慢上升，对区域水均衡基本无影响。

（3）对含水层水质的影响

采矿活动对含水层水质的影响主要包括：采矿废水和固体废弃物排放。未来矿山开采过程中，会有生产、生活废水及尾矿废渣排出，对地

表水环境存在一定的污染。

6、矿坑突水

本区矿坑充水因素主要为顶板岩溶裂隙水，其次为地表水入渗，只有当采空区顶板破裂带延伸到 Z_2dn 中时，才可能引起地表水通过裂隙进入矿坑。由于岩溶发育的不均匀性，井巷开拓中岩溶是引起矿坑突水的重要因素。未来矿山在开拓与开采过程中，随着开采系统标高降低，井巷疏干排水量也随之增大，当遇到溶洞、较大的岩溶裂隙或层间裂隙时，产生突水事故的可能性较大。河床下采矿时产生突水的可能性较大，要特别注意 Z_2dn 岩溶裂隙与导水裂隙带沟通后引起的地表水体进入坑道，从而产生突水事故。

7、水土环境污染

随着矿山开采活动，未来由巷道内排出的地下水以及生产废渣大部分会就近排放、堆积，受开采物料及矿石本身成分的影响，未来可能会对附近土壤、地下水造成一定程度的污染。

8、地貌景观与土地资源破坏

主要表现为对地形地貌与土地资源的影响破坏等。未来矿山生产活动将较集中，生产期间会破坏地表的植被，影响地貌景观，但影响范围较小。首期开采时矿渣的排放量有限，一般会堆于 PD530 坑口西部沟谷缓坡地段，压占土地面积较小，此时对矿山环境影响较小。随着矿业活动的开展，未来采掘废石排放量会相应增大，压占土地面积会相应增大。

9、泥石流

本矿区未来首期开采工业广场等基础设施将可能布置在北部河谷附近低凹地带，采矿形成的废矿渣，可能堆放于 PD530 坑口西部沟谷斜坡上。随矿石采出量增大，矿渣排放量也相应增加，加之地表斜坡较陡，若不采取合理的堆放措施，在山洪暴雨作用下，将形成局部山洪泥石流

灾害，造成下部沟谷堵塞，修砌永久性围坝后，影响较轻。

（四）地质环境质量类型

影响本区环境质量的主要因素有：山体开裂与危岩崩落、地面变形、不稳定边坡、岩爆、含水层破坏、水土环境污染、泥石流、地貌景观与土地资源破坏等；矿区及周边无重大污染源，地表水、地下水水质较好，未来矿坑排水对附近水体影响较小，矿石和废石化学成分基本稳定，无其它环境地质隐患，地质环境质量现状属“中等型”。

3 勘查工作部署

3.1 总体部署及原则

3.1.1 基本原则

1、矿区本次勘查目的为达到勘探的地质工作程度。各项工作指标和质量要求达到国家相关规范要求。

2、在详查工作的基础上，通过加密取样工程控制详细查明矿床地质特征。

3、牢固树立绿色发展理念，做好绿色勘查工作，将保护生态环境作为勘查活动中应尽的义务和职责。

4、注重勘查工作开展的合理性、经济性，缩短工作周期。

5、收集矿区及周边已有地质资料，加强资料的的综合整理和研究分析。

3.1.2 总体工作部署

依据详查阶段勘查成果，勘探工作部署以加密钻探工作为主要手段，本次勘探工作将矿区划分为三个区：一是首采区（探求探明资源量地段）；二是接替资源区（首采区周边、探求控制资源量地段）；三是远景资源区（探求推断资源量地段）。

主要勘探工作部署如下：

1、首采区对详查阶段 0 至 5 勘查线标高在+400 米至+280 米地区形成的 400×200 米块段加密勘查工程间距形成 200×200 米块段探求探明资源量。利用已有坑道设计坑道采样工程点 1 个，设计钻探工作量 2860 米/4 孔。

2、接替资源区对详查阶段 0 至 2 勘查线标高+460 米至+400 米地区形成的 800×400 米块段加密勘查工程间距形成 400×400 米块段探求控制

资源量，其余控制资源量地段延续详查阶段地质工作成果。

3、远景资源区延续详查地质工作成果。

4、开展 1:5 千地质图修测，对部分地区加密地质观察点线距，详细查明地层层序、岩性组合及接触关系；对区内构造施工探槽工程，详细查明其规模及性质。加密实测勘探线剖面 1.13km/1 条，提高地质图质量。

5、将本次勘查工作采取磷矿石样品与柳山沟磷矿采矿证内采取磷矿石样品进行矿石质量类比，对本次勘查工作采取磷矿石的加工、选矿性能进行类比研究，对本次勘查工作查明磷矿床开发经济意义进行概略研究。

6、开展 1:5000 水文地质调查修测，1:5000 水文地质工程地质和环境地质填图修测，水文地质钻探和抽水试验，地温测量和放射性测试，水文地质和工程地质编录，地表（下）水动态长期观测和岩土水样测试分析等工作，详细查明矿区水文地质和工程地质条件，为矿山建设设计提供依据。

7、加强矿床地质综合研究工作，全面收集矿区及周边区域各类地质矿产及开采资料并进行综合分析研究。采用《矿产地质勘查规范 磷》DZ/T 0209-2020 推荐的一般工业指标对矿区磷矿工业矿体进行圈定，估算矿区磷矿石探明+控制+推断资源量，完成上述全部地质工作后，提交《勘探报告》。

3.2 勘查工作方法选择

3.2.1 勘查类型与勘查工程间距的确定

殷家沟矿区杜家岗矿段普查-详查阶段勘查类型为第Ⅱ勘查类型，基本控制间距为 400m×200m。根据现行《矿产地质勘查规范 磷》DZ/T 0209—2020 附录 A，划分勘查类型依据为矿体的稳定程度、矿床地质构造复杂程度及矿体的延展规模。根据综合分析，勘探阶段殷家沟矿区杜

家岗矿段勘查类型定为I~II勘查类型，具体分析过程如下。

殷家沟矿区杜家岗矿段内主要工业矿层为 Ph_1^3 矿层，本次勘查以 Ph_1^3 矿层地质特征确定殷家沟矿区杜家岗矿段勘查类型。根据《矿产地质勘查规范 磷》DZ/T 0209—2020 附录 A，划分勘查类型依据为矿体的稳定程度、矿床地质构造复杂程度及矿体的延展规模。

(1) 矿体稳定程度

杜家岗矿段 Ph_1^3 矿体呈层状，类型系数 0.3； Ph_1^3 矿体内部结构简单，类型系数 0.3； Ph_1^3 矿层厚度 0.89m~2.49m，平均厚度 1.63m，厚度变化系数 31.34%，属矿体厚度分布稳定类型，类型系数 0.3； Ph_1^3 矿体 P_2O_5 品位 15.03%~26.43%，平均品位 19.82%，品位变化系数 17.29%，属矿体有用组分分布均匀类型，类型系数 0.3； Ph_1^3 矿体沿走向及倾向连续性好，零星出现无矿或不可采地段，类型系数 0.3。根据上述矿体特征，杜家岗矿段 Ph_1^3 矿体稳定程度类型系数 1.5。

(2) 矿体延展规模

杜家岗矿段 Ph_1^3 矿体沿走向延伸 800-1000m，沿倾向延深 1500m，属矿体延展规模中型，类型系数 0.8。

(3) 矿床地质构造复杂程度

杜家岗矿段 Ph_1^3 矿体呈简单的单斜构造，产状稳定，无较大断层，构造对矿体影响小，类型系数 0.9。

综上，杜家岗矿段 Ph_1^3 矿体属矿体稳定、矿体延展规模中型、构造简单的沉积型磷块岩矿床，类型系数 3.2，参照《矿产地质勘查规范 磷》DZ/T 0209—2020，结合详查阶段工作成果为II勘查类型，确定杜家岗矿段本次勘探地质工作勘查类型为I~II勘查类型，基本控制间距 400m×400m，探明资源量勘查工程间距为 200m×200m。

(4) 勘查网度合理性验证

为验证区内采用的基本控制间距的合理性，采用 400m×200m、400m

×400m 不同网度对论证区内（0~2 勘查线标高 380-280 米之间）的 Ph_1^3 矿层部分块段平均厚度、平均品位及估算的资源量进行对比，网度 400m ×200m 块段选择 6 个工程为 PZK03、PZK04、ZK205、PZK06、PZK05、ZK004，对应网度 400m×400m 块段 4 个工程为 PZK03、PZK04、PZK06、PZK05，对比结果见表 3-1。

从表中可看出，不同网度控制矿体的工程数量相差较大，但控制矿体的平均厚度和资源量变化幅度均小于 10%，矿体平均厚度变化幅度小于 5%，说明论证区内控制的资源量网度（400m×200m）略显过密，控制的资源量网度（400m×400m）对矿体的控制效果满足工作网度要求。

表 3-1 论证区内不同网度工程对 Ph_1^3 矿层控制结果对比表

对比项目	工程网度(走向 m×倾向 m)		②相对①的变化幅度 (%)
	400×200	400×400	
	①	②	
参与工程数量	6	4	33.33
平均厚度(m)	1.93	2.01	3.98
平均品位(%)	20.39	22.00	7.32
资源量(万吨)	91.4	95.0	1.09

3.2.2 工作手段的确定

杜家岗矿段磷矿床为深部隐伏磷矿床，为详细查明其形态、产状、分布范围，质量特征等，勘查工作主要采用地表地质测量、勘查线剖面测量、地表构造探槽工程、坑道编录、坑道采样、钻探工程施工、钻孔抽水试验、取样分析测试及水工环地质调查等技术手段。

3.2.3 研究程度的确定

本次工作为勘探，其研究程度为：

详细查明矿区岩层的地层层序、岩性、厚度，研究其分布规律及控矿作用；详细查明矿区含矿岩系层位、岩性及分布规律；详细查明矿区主要褶皱与断裂构造的数量、性质、规模、产状、分布和相互关系，研究其对矿体的破坏作用；详细查明矿床风化层对矿床开采的影响。

详细查明矿体的分布范围、数量、规模、产状、厚度、形态特征及其分布规律；详细查明矿体的岩性、矿物组成、矿石类型及赋存规律；详细查明矿体中的夹石、顶底板围岩的岩性、厚度、分布范围。

详细查明矿石的岩石种类、矿物成分、结构、构造、主要化学成分；详细查明矿石中有害物质的种类、形态、大小、数量、分布规律；详细查明矿石质量沿走向、倾向及厚度上的变化特征，并划分矿石自然类型。

详细查明矿区地下水的补径排条件，区域地下水对矿区的补给关系，主要进水通道及其渗透性。

详细查明矿区含(隔)水层的岩性、厚度、产状、分布范围、埋藏条件，含水层的富水性，矿床顶底板隔水层的稳定性；着重查明矿床主要充水含水层的富水性、渗透性、水位，水质、水温、动态变化及地下水流场的基本特征，确定矿区水文地质边界。

详细查明对矿井充水有较大影响的构造破碎带的位置、规模、性质、产状、充填与胶结程度、风化及溶蚀特征、富水性和导水性及其变化、沟通各含水层以及地表水的程度，分析构造破碎带可能引起突水的地段，提出开采中防治水的建议。

详细查明矿层顶、底板主要充水含水层的水文地质特征和隔水层的岩性、厚度、稳定性和隔水性，断裂发育程度、导水性以及沟通各含水层的情况，分析采矿对隔水层的可能破坏情况；查明主要充水含水层从底部获得补给的途径和部位；着重查明在矿产开采、地下水抽排过程中含水介质性质的改变以及含水层系统结构关系的转化。

详细查明对矿床开采有影响的地表水的汇水面积、分布范围、水位、

流量、流速,动态变化、历史上出现的最高(洪)水位,最低水位(或潮位)洪峰流量、淹没范围;详细查明地表水对矿井充水的方式、地段,分析论证其对矿床开采的影响,提出地表水防治的建议。

开展水资源综合利用评价,预测矿坑涌水量,估算首采区最大和正常涌水量,评价其对开采的影响;预测开采过程中发生突水的可能性,提出含水层保护建议,指出供水水源方向。

研究矿区地层岩性、厚度及分布规律,划分岩(土)体的工程地质岩组,查明对矿床开采不利的软弱岩组的性质、产状与分布;详细查明结构面的分布、产状、形态、张开度、充填胶结特征、规模、充水情况及其组合关系与力学效应,确定结构面的级别及主要不良优势结构面,指出其对矿床开采的影响;划分和圈定易产生岩爆的岩体层位、地段位置,提出预防措施;查明矿体及围岩的岩体结构、岩体质量,对岩体质量及其稳定性做出评价;查明活动断裂对矿床开采的影响;测定开采影响范围内各种岩石及主要软弱结构面的物理力学参数。

详细查明岩溶发育主要层位、深度、发育程度和主要特征、充水、充填情况、连通性及表部覆盖层的厚度、岩性、结构特征;详细查明岩体的风化程度、风化带厚度、风化带界面及标高、强风化带的物理力学性质。

详细查明岩矿石和地下水中对人体有害元素、放射性物质及其他有害气体的成分和含量;进一步调查了解矿段和邻区的地震、泥石流、滑坡、山崩等自然地质灾害,预测矿产资源开发可能引发或加剧的环境地质问题,提出有效的防止措施。

开展经济效益概略研究,估算探明+控制+推断资源量。

3.3 首采地段

为支持“广原公司”加快完成湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿勘探工作进度,生产、设计、地勘三方召开了湖北省远安县殷家沟

矿区杜家岗矿段磷矿勘探设计方案“三结合”研讨会。与会人员对杜家岗矿段勘探工作方案，进行了认真研究和分析讨论，对该方案达成了最终共识，形成有如下结论性意见：

首采区钻探工程布置：在 2 与 5 勘查线之间增设 1 条勘查线 3 线，线距 200m，0 至 5 勘查线组成 200×200m 网度，线上以 200m 孔距加密布置钻孔 4 个，利用已有坑道设计坑道采样工程点 1 个，在标高 400 米至 280 米空间范围内探求探明资源量，作为杜家岗矿段首采区。

3.5 勘查工程布置

3.5.1 地质测量

1、地质填图

结合详查地质工作成果，勘探阶段进行地质填图修测，比例尺为 1:5000，地质填图修测面积为探矿权面积 1.54km²。

2、勘查线剖面测量

结合详查地质工作成果，勘探阶段工作结合矿区实际按照 200m 间距加密布置 3 勘查线一条，测量比例尺为 1:2000，设计总长度 1.13km，加密勘查线剖面起始端点坐标、设计方位及长度设计见表 3-2。

表 3-2 设计勘查线剖面一览表

勘查 线号	起始端点坐标（2000 坐标系）			勘查线设计 方位	设计长度 (km)
	X	Y	H		
3	3456688.19	37528850.60	995	90°	1.13
合计					1.13

3、水文、工程剖面测量

结合详查地质工作成果，勘探阶段安排了一条水文、工程剖面测量，为 1 勘查线，与地质勘查线剖面测量同时进行，主要用于了解区内各地层岩溶发育特征、节理裂隙发育程度，了解含水层的分布情况，为水、

工、环地质填图提供依据。测量比例尺为 1:2000，长度 1.61km。

4、水工环地质调查

结合详查地质工作成果，勘探阶段为详细查明矿区开采技术条件，在收集、研究区域和矿区内水文地质、工程地质和环境地质资料的基础上，对全区进行进行 1: 5000 水、工、环地质调查修测，调查范围为探矿权范围，调查面积 1.54km²。对钻孔进行水工环地质编录，对 ZK102 进行单孔抽水试验、对 ZK 水 1 进行多孔抽水试验（观测孔 ZK002）。

3.5.2 勘查工程布置

1、探槽

施工探槽的目的主要是矿区地表构造进行工程控制。设计探槽工作量 200m³。

2、坑探编录及采样工程

本次地质勘查按照 200m×200m 及 400m×400m 勘查间距布置坑探编录及坑探采样工程点 4 个，具体是杜家岗矿段 PD530 编录及采样工程点 1 个 23-C1，杜家岗矿段东部鱼林溪磷矿西部沿脉巷道编录及采样工程点 2 个 23-C2 及 23-C3，杜家岗矿段南部响水槽磷矿北部沿脉巷道编录及采样工程点 1 个 23-C4，详细施工位置见附图 1。

3、钻探

为控制矿体的整体性和连续性，本次勘查工作按 400m×400m 及 200m×200m 勘查间距布置 5 个探矿钻孔：ZK001、ZK101、ZK102、ZK301 及 ZK302，设计孔深共 3430m；以上设计探矿钻孔中 ZK102 同时作为水文孔外，另布置专项抽水试验孔 1 个：ZK 水 1，进尺 248m。探矿钻孔与水文钻孔总工作量 3678m。钻孔拟施工顺序为 ZK 水 1、ZK101、ZK102、ZK301、ZK302、ZK001。

钻孔设计情况见表 3-3 及附图 1。

表 3-3 杜家岗矿段勘探阶段设计钻孔一览表

勘查 线号	钻孔 编号	孔口坐标 (2000 坐标)			设计 孔深 (m)	目的
		X	Y	H		
0	ZK001	3457298	37528441	940	570	探矿钻孔
1	ZK 水 1	3457226	37529090	620	248	专项水文孔
	ZK101	3457093	37529460	900	600	探矿钻孔
	ZK102	3457093	37529660	905	640	探矿钻孔 同为水文孔
3	ZK301	3456688	37529282	1080	770	探矿钻孔
	ZK302	3456688	37529482	1125	850	探矿钻孔
合计	6 孔				3678	

4、水动态观测

(1) 地表水：对本区分布的柳山沟上、下游进行地表水动态长期观测，共计 2 处测流点。

(2) 钻孔地下水：本次利用详查阶段的长观孔 ZK002 继续观测 Z₂dn 地层地下水动态变化，连续观测时间不少于一个水文年。

5、水文地质试验

抽水试验：主要目的是研究钻井的涌水量与水位降深的关系及与抽水延续时间的关系，测定有关水文地质参数，研究降落漏斗的形状、大小及扩展过程，查明含水层的富水程度及含水层之间的水力联系、地下水的补给通道和径流强度。本次勘探阶段设计布置 1 个单孔抽水试验钻孔和一组多孔抽水试验钻孔，总计布置 3 个水文试验钻孔，进行稳定流抽水试验。详见 3-4。

表 3-4 设计抽水钻孔情况一览表

孔号	设计孔深(m)	试验方法	试验层位	试验要求
ZK102	640	单孔分层抽水	Z_2dn 、 Z_2dn+Z_1d 混合	进行稳定流抽水试验，每孔每层进行三次不同水位降深的抽水；尽设备能力做一次最大降深，其值宜不小于 10m；稳定时段延续时间不少于 8h，带观测孔的应适当延长。
ZK 水 1	248	多孔抽水	Z_2dn 、 Z_2dn+Z_1d 混合	
ZK002	—	观测孔	Z_2dn 、 Z_2dn+Z_1d 混合	

3.5.3 综合研究工作安排

1、资料整理

随着各项地质工作的进行，及时对收集的野外地质资料进行归纳、整理，加强对钻孔和槽探工程即时跟踪编录，及时采样试验和进行工程测量，对采集的原始资料进行综合整理。

2、综合研究

对新取得资料和已有成果资料进一步分析、总结，对断层的性质、产状、规模等进行深入研究；进一步对矿段内矿石质量及类型、品级等进行分析研究；分析论证矿区充水水文地质条件,确定影响矿区涌(突)水特征的主要控制因素；建立矿区水文地质概念模型和数学模型，选择有代表性的参数及合理的方法计算矿区先期开拓水平的正常涌水量和最大涌水量；分析论证计算涌水量可能偏差的原因及矿床开采后矿井充水因素和涌水量的变化。

在已有资料的基础上，提前编制各类综合图件和表格，并不断更新完善。根据成果报告的编制要求查明缺失的、未完成的项目及不足之处，及时补充完善，保证成果报告的顺利提交。

3.6 时间安排及施工顺序

计划工作周期为半年，具体工作为勘查设计编写、野外地质工作实施、野外验收、室内资料综合整理、成果提交、成果评审、资料归档等过程。

3.6.1 勘查设计编写

2023年7月，成立项目组，系统整理矿区相关地质矿产及水文地质等资料，在对已有资料细致分析的基础上，赴矿区进行全面野外踏勘，并按照规范要求结合矿区实际情况，编写矿区勘探设计，由“湖北化勘院”委托第三方评审机构进行设计审查，于2023年7月底完成设计审查。

3.6.2 野外地质工作实施

设计审批意见下达后，项目野外地质工作全面展开。根据设计批复要求，合理地部署工作，大致安排如下：

2023年8月：完成地表地质工作。进行1:5000地质填图（修测）和1:2000勘查线剖面测量，根据填图追索构造的情况安排施工探槽对地表断裂构造进行控制，填图的同时完成矿区1:5000水工环地质调查（修测）。

2023年8月~2023年10月：对地表地质工作中取得的资料进行阶段性整理研究，经过综合分析论证后，对深部坑道进行地质测量及水工环地质调查，并对坑道采样点进行编录及采样测试；同时按照设计施工顺序，首先施工抽水试验孔ZK水1；同时加密施工钻探工程，并进行地质编录及采样分析测试等工作；同时对矿区ZK102钻孔进行水文抽水试验，收集矿区及周边水文地质资料，详细查明矿区水文地质、工程地质及环境地质条件。

3.6.3 野外验收

2023年11月，按野外验收的要求准备验收资料，对所有资料进行系统的整理，申请野外验收；2023年11月底，组织相关主管部门赴野外实地检查和对原始资料进行抽查，随后按照验收意见对野外工作进行补充、完善。

3.6.4 室内资料综合整理及成果提交

2023年12月，系统完成各种资料数据的处理和整理工作，按照地质报告编写提纲绘制各类图表。2023年12月上旬完成成果报告的编写，并通过内部审查。

3.6.5 成果评审、汇交、归档

2023年12月上旬将成果报告报送相关主管部门进行审查，按专家意见修改完善后，于2023年12月下旬完成评审备案，12月底完成资料汇交、归档等工作。

总体工作进度安排详见表3-5：工程进度安排横道图。

表 3-5 杜家岗矿段勘探工作进度安排横道图

时间		日历/月					
		2023.07	2023.08	2023.09	2024.10	2023.11	2023.12
	设计编写审查	■					
野外工作阶段	地质测量、勘查线剖面测量、探槽施工		■				
	坑道编录及采样			■			
	水文孔施工			■			
	地质钻孔施工			■	■		
野外验收	资料整理、野外验收					■	
成果提交	成果报告编写及报告汇交						■

3.7 设计工作量

详查阶段地表已进行了 1: 5000 地形图实测, 勘探阶段主要在详查阶段 1: 5000 地质填图的基础上, 用全仪器法进行 1: 5000 地质填图及水、工、环地质填图修测, 填图面积 1.54Km², 进行 1: 2000 勘查线剖面测量 1 条 1.13km, 1: 2000 水文地质工程地质剖面测量 1 条 1.13km, 进行坑道编录 1000m 及采样点 4 个, 钻探工程 3678m/6 孔, 岩矿试验若干。详细查明区内地层及褶皱、断层的分布及特征, 特别注意首采区地段的矿层底板起伏变化特征。详细查明区内水、工、环地质条件等。由于磷矿层隐伏于地下, 主要是通过深部工程予以了解, 研究本矿区矿层特征, 为达到勘探程度提供依据。

本次勘探设计主要工作量见表 3-6 及附图 1。

表 3-6 杜家岗矿段勘探设计主要实物工作量情况表

项目名称		单位	总工作量	备注
1、1:5000 地质填图		km ²	1.54	修测
2、1:2000 勘查线剖面测量		km/条	1.13/1	
3、1:5000 水工环地质调查		km ²	1.54	修测
4、1:2000 水文地质工程地质剖面测量		km/条	1.13/1	
5、钻探	(1) 机械岩心钻探	m/孔	3430/5	ZK102 一孔两用, 孔深 640m
	(2) 水文钻探	m/孔	888/2	
6、水动态长期观测		处	3	地表水 2 处、钻孔 1 个
7、抽水试验		层/孔	4/2	ZK 水 1、ZK102
8、地温测量		次/孔	18/2	ZK102、ZK103
9、放射性检查	(1) 岩样	处	2	钻孔、坑道
	(2) 水样	处	1	
10、坑道编录/采样		m/点	1000/4	
11、槽探		m ³	200	
12、岩矿试验	(1) 磷矿基本分析样	样	100	
	(2) 小体重样	样	20	
	(3) 组合分析样	样	10	
	(4) 岩石物理力学试验样	组	8	
13、水质分析	(1) 全分析样	样	2	PD530、ZK102 地下水
	(2) 简分析样	样	3	3#泉、神龙河、柳山沟
	(3) 细菌检测样	样	2	PD530 地下水、柳山沟地表水

4 勘查工作及质量要求

4.1 测量工作

4.1.1 作业的技术依据

- (1) 《全球定位系统 (GPS) 测量规范》 GB/T 18314-2009;
- (2) 《地质矿产勘查测量规范》 GB/T 18341-2021;
- (3) 《工程测量规范》 GB 50026-2020;
- (4) 《1:5000、1:10000 地形图图式》 GB/T 20257.2-2006;
- (5) 《测绘技术总结编写规定》 CH/T 1001-2005;
- (6) 《测绘产品检查验收规定》 CH 1002-1995;
- (7) 《测绘产品质量评定标准》 CH 1003-1995。

4.1.2 勘查线剖面测量

勘查工作按 400m 及 200m 间距布置 5 条勘查线剖面, 总长 6.50km, 勘查线剖面测量比例尺为 1: 2000。

勘查线剖面基线测量采用南方 S82 双频 GPS 全球定位系统 (实时动态 RTK), 该仪器实时动态测量时的平面精度为 $1\text{cm}+2\text{ppm}$, 垂直精度为 $5\text{cm}+2\text{ppm}$ 。

剖面测量主要在地质技术人员的配合下进行。凡是岩性及地形有变化处都进行定点测量, 采用 GPS 锁定导航, 由剖面的一个端点沿直线往另一个端点实施测量。剖面观察点的间距一般控制为 20~50m, 当地形或地层变化不大时, 点间距适当延长。观察点偏离剖面线的最大垂直距离不超过 0.5m。

4.1.3 控制测量

GPS E 级网控制点密度为 2 点/ Km^2 。该勘查工程区面积为

1.54Km²，控制测量采用南方 S82 双频 GPS 接收机，进行 GPS E 级网控制点测量。

矿区 GPS E 级控制网测量前先进行地形踏勘，选择通视条件好且易于发展的位置布设控制点，然后埋设混凝土石柱作为永久标石。

根据《全球定位系统（GPS）测量规范》GB/T 18314-2009 要求，GPS E 级网控制点测量时间不少于 45 分钟，一般应大于 60 分钟。同时观测有效卫星数量一般不应低于 4 颗且信号稳定，天空角应大于 15。

矿区 GPS E 级控制网中，相邻点之间的距离最小不应低于 200 米，最大不应超过 5000 米，根据矿区需要，一般每平方公里布设 2~3 点。

GPS E 级平面及高程控制网的数据处理须采用双差固定解作为基线解算的最终成果。平差计算采用专用 Spectrum survey 的平差数据处理软件进行，严密平差。平差结果平面及高程各项精度指标均符合规范要求。普查-详查阶段已完成 4 点形成的首级控制网，已满足勘探阶段控制测量的精度要求。

4.1.4 工程测量

1、勘查线剖面测量

根据设计的勘查线剖面的位置，采用南方灵锐 82 双频 GPS 接收机 RTK 在野外进行勘查线剖面测量。勘查线剖面测量采用南方双频 GPS 全球定位系统（实时动态 RTK），该仪器实时动态测量时的平面精度为 1cm+2ppm，垂直精度为 5cm+2ppm。勘查线剖面的比例尺为 1:2000。先在控制测量点的基础上，用南方灵锐 82 双频 GPS 接收机测量勘查线剖面的端点和剖面方向，后用南方灵锐双频 GPS 接收机 RTK 进行剖面地形线测量，要求准确地反映地形的高程和变化情况。剖面地形线测量时，地质技术人员同时对勘探线上较重要的地质点、工程点进行测量，对矿层点、地质界线点、特殊岩层应详细记录其岩

性特征和变化情况；对勘查线上重要的构造点、地质界线点、工程点应埋设木桩。

普查-详查工作已经实测了 1: 2000 勘查线剖面线 4.73Km/4 条，为 0 线、1 线、2 线和 5 线。勘探阶段拟加密实测 1: 2000 勘查线 3 线剖面 1.13Km/1 条。

2、钻孔测量

(1)采用加拿大进口 Smart2100AS 型高精度静态 GPS 接收机(该仪器平面精度为 5mm+5ppm，垂直精度为 10mm+5ppm，根据设计对矿区内的钻孔孔口进行测量，钻孔测量平面以封孔后标石中心为观测点，高程测量至标石套管口，并量取标石及套管口至地面高差，单工程观测时间为 45~60 分钟。工程测量的计算平差采用专用 Spectrum survey 的平差数据处理软件进行，严密平差。平差结果平面及高程各项精度指标均符合规范要求。

(2) 矿区内个别钻孔 GPS 观测信号弱，导致采集数据时受到局限，先采用静态 GPS 在周围相对信号强区域测量 GPS 点，然后导线测量方法使用 2"级全站仪往返观测 2 个测回，进行观测。

4.1.5 坑道测量

采用南方 2"级全站仪支导线往返测量，精度满足三级导线要求，测角中误差要求 12"，测距中误差要求 15mm，导线全长相对闭合差 $\leq 1/5000$ 。

上述勘查线剖面测量、工程测量及坑道测量工作技术均应满足《地质矿产勘查测量规范》GB/T 18341—2021 要求。

4.2 地质填图

1、填图方法及技术要求

普查-详查阶段已进行了 1:5000 地质填图 1.54km²，形成 1:5000

地形地质图，经审查和核实地质图地层单元是可靠的，其精度基本达到要求。勘探阶段主要进行 1:5000 地质填图等修测，重复修测补充详查阶段地质填图中不足。所有地质点用南方双频 GPS 全球定位系统（实时动态 RTK）结合地形图地貌特征定位，并进行地质点描述，现场将点位及点号标注在手图上，所有地质界线及构造线在野外实地勾绘。

2、野外资料整理

野外填图的地质资料必须当天完成整理。首先对文字记录、手图、实物（标本、样品、照片）资料进行检查，若发现问题，必须到野外核实，再进行补充和修正。经自检和互检均确认无误后，对填图卡片文字记录中的各类数据和素描图以及手图中的地质点、观察路线、产状、地层代号等进行着墨。根据野外填图进展情况逐步编制矿区实际材料图。

上述地质填图方法及精度均应满足《固体矿产勘查工作规范》及《矿产地质勘查规范 磷》要求。

4.3 探槽工程

本次拟施工探槽工程目的是控制地表断裂构造分布规律。探槽方位应尽量垂直断裂带走向，探槽施工深度均应达新鲜基岩，满足编录要求，槽底宽度为 0.8m，深度不超过 3m，槽壁要求平直，与槽底的锐夹角 $\leq 85^\circ$ ，槽底要求平整。探槽施工一般不采用爆破，对挖出的土石要妥善堆放，尽量减少对环境的破坏。

经地质、施工管理及施工人员三方现场验收，施工质量符合要求并已达到地质目的的探槽方可进行原始地质编录。重要地质现象应用红油漆标出，编录起点、导线拐点和终点均应打桩或用红油漆标注。

地质小组长带领编录人员共同观察并编录探槽中的地质现象，确定编录壁及基岩面。探槽素描一般只作一壁一底展开图；若首选壁的

基岩露头不理想时，可选择对应的另一壁。

编录时应首先确定分层单元，素描图比例尺为 1:100。在编录过程中，记录人员和作图者应经常核对，发现问题现场修正。如果采用摄像、照片等形式记录地质现象，应另外填写音像记录表。所有探槽两端打木桩标记，并编上工程编号。

上述探槽工程技术要求满足《固体矿产勘查工作规范》GB/T 33444-2020 要求。

4.4 坑探采样

坑探采样主要是对已施工坑道内沿脉巷道进行巷道壁地质采样及编录，对矿层及矿层顶底板进行详细地质记录，并描绘 1:500 巷道壁采样素描图。坑探采样及编录工作严格执行《固体矿产勘查工作规范》GB/T 33444-2020 要求，以满足地质要求为目的。

4.5 钻探工程

4.5.1 钻探施工

钻探工程质量严格执行《地质岩芯钻探规程》DZ/T 0227-2010，本次设计钻孔均为直孔钻进，采用机械岩芯钻进，利用绳索取芯技术。钻探工程的技术要求如下：

1、岩矿芯及矿层顶、底板采取率：岩芯采取率不低于 70%；矿芯及顶板末回次、底板初回次、采取率不低于 80%。见矿及终孔口径不小于 75mm。岩矿芯依次顺放，不得混乱，编号装箱入库。

2、孔深校正及弯曲度测量：每钻进 100 米、见矿层顶板及终孔，以钢尺丈量钻具，然后进行孔深校正，允许误差为千分之一，超差需重新丈量并合理平差。钻孔开孔后 25m 测量一次倾角和方位角，每钻进 100 米及终孔采用测斜仪测量一次倾角和方位角，矿体顶底板加测一次倾角和方位角，每 100 米倾角偏斜不应超过 2°。

3、水文地质钻探工艺：钻孔施工宜采用清水钻进，当地层破碎不能用清水钻进时，应在主要含水层或试验段（观测段）用清水钻进，若必须采用泥浆钻进时，应采取有效的洗井措施。

4、分层水位：应测定分层稳定水位；分层抽水试验和分层测水位的钻孔，应严格止水，并检查止水效果，不合格时应重新进行。

5、水文试验孔径：抽水试验孔试验段的孔径应满足洗孔要求和下入选定的水泵为原则，终孔孔径一般不小于 91mm，水位观测孔观测段孔径应满足止水和水位观测的要求；钻孔的孔斜应满足选用抽水设备和水位观测仪器的工艺要求。

6、简易水文观测和记录：应观测和详细记录钻进中涌（漏）水、掉块、塌孔、缩(扩)径、逸气、涌砂、掉钻等现象发生的层位和深度，测量涌(漏)水量；涌水孔应停钻测量水头高度和涌水量，有条件时应进行简易放水试验；应观测钻进中动水位和冲洗液消耗量的变化；每班至少观测 1~2 个回次，或每次下钻前和提钻后立即测量，停钻期间要每隔 1~4 小时观测一次；应测定终孔稳定水位，一般每小时观测 1 次，相邻三次所测的水位差不大于 2cm，且无系统上升或下降趋势时即为稳定水位。

7、封孔：所有钻孔终孔后均须对矿层及其顶、底板各 5m、隔水层用水泥进行封闭，检查封闭效果，符合要求后封闭钻孔，孔口树立标志，孔口标志须按《地质岩芯钻探规程》DZ/T0027-2010 要求的标准制作。

8、原始报表记录要及时、准确、全面、整洁。

9、岩矿芯保存：钻孔所取岩矿芯，须按要求编号依次顺序放在标准岩芯箱中，每层用防水雨布遮好盖严，堆齐摆放于钻孔机场附近平坦场地，在验收完成后，再搬运至永久岩芯库存放或按要求妥善处置。

4.5.2 钻探地质编录

1、回次编录

钻探地质编录根据钻孔施工进度即时进行，编录之前认真检查班报表与岩芯牌的准确性，复核岩芯采取率。编录时，首先对尽可能长的井段直至全孔的岩矿芯进行综合观察分析，并根据矿区厘定的分层标准对岩矿芯进行分层，然后由浅入深依次记录每一个回次的编号、起止孔深、岩芯长、进尺、采取率等，对各个回次取出的每一块岩芯进行认真细致的观察，详细记录各回次观察到的地质现象和岩石特征，包括岩矿芯颜色、结构、构造、物质成分、岩层面与岩芯轴夹角、裂隙发育程度等。当岩性发生变化时，进行分层，做好分层标识，并准确丈量记录该回次岩矿芯长度及分层岩芯长度。

2、综合地质编录

在回次编录的基础上进行分层编录，按岩性分层对回次中观察到的地质现象进行综合分析归并，既不能是回次编录的简单重复，又要包括回次编录的主要内容。

3、绘制钻孔柱状图

按综合地质编录内容绘制钻孔柱状图，岩芯柱状按 1:500 进行绘制，采样柱状按 1:100 进行绘制。

4.5.3 钻探施工设计

1、设备选型

根据本设计的钻探工作量、总进度安排工期，钻探设备选型如下：

岩心钻机：XY-44 型 钻机动力：WC4105 柴油机；钻塔：SZ18 四角直塔，泥浆泵：BW250/1.5 泥浆泵动力：WC2105 柴油机，钻探设备数量：两台套。

2、钻探工艺设计

为满足地质专业设计对钻探质量的要求，本设计钻探施工设计采用金刚石绳索取芯钻进。

(1) 开孔直径：95mm 直径开孔，穿过覆盖层和上部破碎层后，下套管直径为 89mm。

(2) 终孔直径：绳索取芯 76mm 钻具，钻进至终孔，岩芯直径 49mm。

(3) 备用直径：绳索取芯 60mm 钻具，岩芯直径 32mm，备用直径钻具使用前提：上一级直径钻进出了孔内事故，且用本级钻进无法处理；遇复杂地层后，不得不使用小一级钻头钻进终孔。

(4) 绳索取芯钻进“三要素”

转速：300~500 转/分；压力：600 公斤；泵量：30~50 升/分。

(5) 泥浆设计

开孔：泥浆为高固相泥浆，成分有钙基或钠基膨润土、水、火碱，充分搅拌配制后的泥浆比重为 1.05~1.1。

绳索取芯钻进泥浆：无固相化学泥浆，泥浆材料及用量（重量比）：广谱护壁剂 2%、防塌剂 3%、“801”“803”堵漏剂 0.1%、“PAM”非水解聚丙烯酰胺 0.1%。泥浆配制各种材料加入搅拌桶的顺序按以上顺序，每桶泥浆配制时，搅拌时间不得少于 15 分钟。

3、施工组织

本次设计钻探工作量为 3678m，共 5 个探矿钻孔（其中 1 孔探矿、水文两用）及 1 个水文钻孔，属于小型钻探工程，不设立专门的钻探项目部，以机台为单位进行管理。

机台人员：机长 2 名、钻工 12 名、材料员 2 名、供水员 2 名、炊事员 2 名

岗位责任：机长全面负责机台的生产、技术和安全的管理工作，确保钻探六大质量指标的实现；班长对本班钻探的质量、安全等工作

负责；钻工做好本职工作；材料员保证钻探材料的采购和供应；供水员负责生产、生活用水。

钻探供水：经调查，矿区内取水点多，水量充足，且钻探用水供水方便。

钻探供水方案：用水泵动力供水至钻探现场。

安全生产、文明施工：《岩芯钻探操作规程》、《中化湖北地质勘查院钻探机台标准化建设》机长认真督促，钻工严格执行。

钻探环保：严格执行《中化湖北地质勘查院钻探机台标准化建设》。

钻探施工顺序：机场、便道修建，验收；设备安装，验收；设计、安全交底；开孔-钻进-终孔-封孔-验收。

上述钻探工程施工技术要求满足《固体矿产勘查工作规范》GB/T 33444—2020 要求。

4.6 取样化验工作

4.6.1 基本分析样

用于了解矿石的主要有用成分的含量和矿石类型。取样地点为钻探工程及坑道采样工程。取样方法：钻孔为对锯岩矿心取样，取其一半作为基本分析样品，一半作实物保存，按矿石自然类型分别采取，单样长一般不超过 1.0m，不得穿越矿石的自然类型，且样品之间是连续的。坑道采样为刻槽法，沿坑道壁矿层倾向。应注意样品的收集，防止飞样、混样，分样包装，认真编号，及时送化验分析。分析项目有 P_2O_5 、酸不溶物。本次设计基本分析样 100 个。

4.6.2 组合分析样

按不同矿层在单工程内按矿体的矿石类型、品级进行组合，厚度不大于 10 米。样品取自基本分析样品副样，数量不少于见矿工程的一

半。了解矿石伴生和有害组分含量。勘探阶段设计采集组合样 10 组。

4.6.3 小体重样

按不同矿层不同矿石自然类型分别采取，所采样品规格不小于 40cm³，为了了解矿石体重与品位的关系，测定小体重的同时作基本分析。本次设计小体重样 20 件。

4.6.4 水质分析样

采集 2 个全分析、3 个简分析样、2 个细菌检测样，对地下水及地表水进行综合评价。

4.6.5 岩石力学样

按矿石类型、大夹层、近矿围岩等分别采取，各类型 8 组，检测项目主要为饱和抗压、抗剪强度。

上述化验分析工作均由化工地质矿山第十实验室（2009001249B）进行，化学分析工作质量严格执行《地质矿产实验室测试质量管理规范》DZ/T 0130。为了保证分析质量，基本分析和组合分析结果必须分期、分批按原分析样品数的 10%和 5%及时进行内、外检。外检样品由中化地质矿山总局中心试验室（2011000875B）进行分析化验。

二、样品制备及质量控制

（1）基本分析样制备：基本分析拟送化工地质矿山第十实验室（检验检测机构资质认定证书编号：180014341249，有效期 2018 年 7 月 23 至 2024 年 7 月 22 日）进行。

（2）小体重样品制备：小体重样拟送化工地质矿山第十实验室进行，样品采用蜡封浮力法进行测试小体重。小体重测试完毕，样品进行洗蜡风干后。

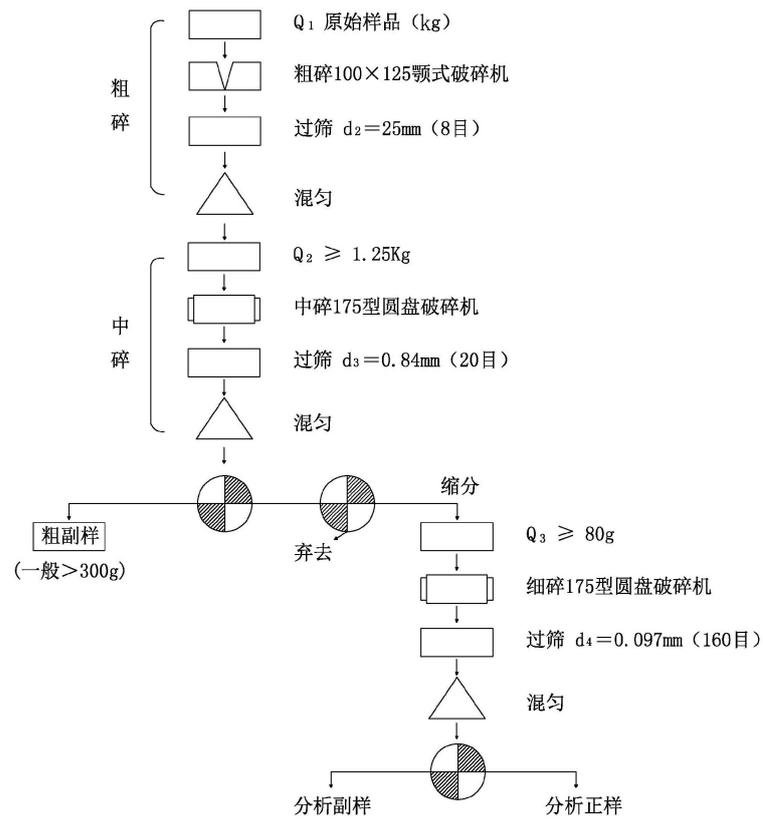


插图 4-1 样品加工流程图

注：①样品缩分按样品缩分公式计算后进行缩分 $Q=kd^2$

其中 Q:样品最低可靠质量 (kg)

d:样品中最大颗粒直径 (0.097mm)

K-缩分系数 (磷矿:0.1)

②样品烘干温度和粒度要求

a) 烘干温度:105-110°C

b) 碎后粒度:不大于 0.097mm(160 网目)

上述取样化验技术要求满足《固体矿产勘查工作规范》及《矿产地质勘查规范 磷》要求。

4.7 水文地质、工程地质、环境地质工作

4.7.1 水文地质工作

详查阶段已提交 1:5 万区域水文地质图，本次勘探工作仅对该图进行补充完善。

1、水文地质填图

(1) 水文地质剖面测量：基本与设计勘探线剖面位置相同，比例尺为 1:2000，采用加拿大进口高精度 GPS 接收机进行定位测量；详细记录各自然层的岩性特征、裂隙岩溶发育特征，确定层组；研究各类岩石的含水性和其它水文地质特征；拟选 2 条有代表性的剖面(1 线、2 线)，现场进行草图描绘，室内综合整理剖面资料。

(2) 水文地质填图：在剖面测量的基础上，按确定的填图单位进行，比例尺为 1:5000，面积 1.54km²；一般采用追索法进行，合理布置观测点、观测路线；各水文地质点采用全仪器进行测量；水文地质点布置在泉、井、钻孔、地表水体处、主要的含水层或含水断裂带的露头处等重要的水文地质界线上；观测路线主要是垂直于地层(含水层)及断层等的走向方向布置，应有较多的地质露头。

2、钻孔简易水文地质观测与编录

本矿区地下水主要分寒武系和灯影组上下两层水，因此寒武系地层钻进结束后必须停钻测寒武系地层的静止水位。

(1) 观测钻进中的水位变化，每班至少观测 1~2 个回次，每次提钻后和下钻前立即测量；停钻期间要每隔 1~4 小时观测一次。

(2) 详细记录钻进过程中发现的涌水、漏水、涌砂、逸气、掉块、塌孔、缩径、裂隙和溶洞掉钻等现象出现的深度。

(3) 钻孔水文地质编录随钻进陆续进行，终孔后立即完成；应描述岩芯的岩性、结构构造、裂隙性质、密度、岩石的风化程度和深

度以及岩溶形态、大小、充填情况、发育深度，统计裂隙率、岩溶率；划分含水层段和隔水层(段)。

(4) 涌水孔应停钻测量水头高度和涌水量；必要时应进行简易放水试验。

(5) 终孔稳定水位观测，一般每小时观测 1 次，相邻三次所测的水位差不大于 2mm，即为稳定水位。

3、分层止水

对于在 Z_2dn 地层开孔的钻孔，在 Z_2dn 地层钻进结束前 (Z_2dn 底部)观测 Z_2dn 地层的静止水位，或是在钻孔结束后封闭陡山沱组(Z_1d)及以下地层，再观测 Z_2dn 地层的静止水位，了解灯影组与陡山沱组两大含水体系之间的水力联系；对于 Z_2dn 地层中的抽水钻孔，在钻进过程中对灯影组地层进行分层止水，查明 Z_2dn 地层各段含水层之间的水力联系及水头高度。

4、坑道水文地质观测与编录

对坑道进行水文工程地质编录时，应描述地层岩性及其产状，矿体的厚度、产状、形态变化，围岩性质、蚀变类型,矿体与围岩的风化程度，岩浆岩情况，裂隙发育特征，构造破碎带的性质、宽度、产状、充填物及充水现象，坑道顶板的稳固性及支护情况等；应观测和记录干燥区、潮湿区、滴水区、淋水区的分布；应观测和记录坑道出水点位置、流量、水温、pH 值，坑道总涌水量、水温、pH 值；提交坑道水文地质工程地质图。

5、水动态长期观测

(1) 在柳山沟上、下游选择具代表性的测流断面，进行水位、流量动态长期观测。

(2) 利用抽水钻孔 ZK002 (详查)对 Z_2dn 地层中的地下水进行水动态观测。

(3) 定时监测坑道排水总量及水质。

(4) 对以上地表水、地下水观测点建立长期动态观测网，并进一步充实和完善，观测内容包括：水位、水量、水温和水质；观测频率为每隔 5d~10d 一次，雨季或急剧变化时段加密；日变幅大的地区，应选定一个时段进行微动态观测；水质一般按丰、枯季取样；连续观测时间不少于一个水文年。

(5) 地下水动态观测设施应采取有效措施予以保护，勘查工作结束后由矿山生产部门继续观测。

6、抽水试验

抽水试验设计工作量安排见表 4-1。

(1) 抽水试验目的：暴露水文地质工程地质问题，了解边界条件和含水层之间、地下水与地表水体之间的水力联系，取得水文地质参数，为预测矿坑涌水量提供依据。

(2) 抽水试验钻孔应具有代表性，一般布置在：首期开采地段或第一开采水平，富水性强、裂隙或岩溶发育，构造破碎带发育的地段，地表水体附近；为求取水文地质参数的抽水孔，一般应远离含水层的透水、隔水边界，应布置在含水层的导水及贮水性质、补给条件、厚度和岩性等具有代表性的地方；欲查明含水层边界性质、边界补给量的抽水孔，应布置在靠近边界的地方，以便观测边界两侧明显的水位差异或查明两侧的水力联系程度。

详查期间已基本查明本区分寒武系与灯影组上下两大含水系统。由于本区地下水位埋藏较深，本次勘探设计拟选水位埋深相对较浅的钻孔 ZK102、ZK 水 1（带观测孔 ZK002）作为抽水孔，查明灯影组与陡山沱组地层的水文地质特性。

(3) 抽水试验孔布置

本次勘探设计布置 1 个单孔抽水试验钻孔和 1 组多孔抽水试验钻

孔，进行分层稳定流抽水试验。

Z_2dn+Z_1d 地层：布置单孔抽水试验 1 孔 1 层，在首期开采地段选择 ZK102 进行单孔稳定流抽水试验；布置多孔抽水试验 1 组，选择水位埋藏相对较浅的专项水文孔 ZK 水 1（带观测孔 ZK002）进行稳定流抽水试验。

Z_2dn 地层：布置单孔抽水试验 1 孔 1 层，在首期开采地段选择 ZK102，对下部 Z_1d 地层进行封闭后，再对 Z_2dn 地层进行单孔稳定流抽水试验；布置多孔抽水试验 1 组，选择水位埋藏相对较浅的专项水文孔 ZK 水 1（带观测孔 ZK002），对下部 Z_1d 地层进行封闭后，再对 Z_2dn 地层进行稳定流抽水试验。

放水试验孔：对于涌水孔，应观测其水头高度，采用定降深放水试验；在条件允许的情况下，采用压力观测进行放水降压试验。

（4）水文试验孔钻孔施工要求

抽水试验钻孔的口径以能满足安装抽水设备和设计的抽水量为原则，一般不小于 91mm；根据水位埋深，选择抽水设备及相应的扩孔口径，至少扩至 130mm；抽水试验孔应采用清水钻进，在钻进过程中按分层止水与分段抽水的要求进行；抽水试验孔与其观测孔应尽量采用完整井型。

（5）抽水试验设备

①抽水设备及规格

抽水泵：建议选择流量大于 12t/h、泵径 10cm、100m 扬程的深井泵。

出水管：建议选择 PE 管，管径 25mm（外径），长度不小于 100m。

②观测仪器

电测水位计：建议选择不锈钢探头的钢尺水位计，量程不小于 100m，误差小于 2mm。

三角堰箱：建议采用薄壁三角堰，堰箱规格长 1.5m、宽 1.0m，高 1.0m，堰口夹角为 45°、90°。

测温仪：建议选择电子传感的高精度数显温度计。

(6) 稳定流抽水试验要求

应尽设备能力做一次最大降深，其值宜不小于 10m；当采用涌水量与降深相关方程预测矿井(坑)涌水量时，应进行三次水位降深的抽水试验；当单位涌水量小于 0.01L/(s·m)时，可进行一次水位降深的抽水试验；单孔抽水试验的稳定时段延续时间最低不少于 8h，带观测孔的抽水试验稳定时段延续时间应适当延长；抽水孔内的水位波动，不大于降深的 1%即为稳定，观测孔水位变化不大于 2cm；抽水试验过程中应记录水位下降、流量、水温和水位恢复的连续观测资料。

(7) 抽水孔施工及技术要求见钻孔抽水试验设计柱状图附图 9、10。

表 4-1 抽水试验设计工作量表

方法 阶段	单孔	多孔+观测孔
勘探	ZK102 (Z _{2dn} 、Z _{2dn} +Z _{1d} 混合)	ZK 水 1+观测孔 ZK002
备注	抽水试验钻孔可根据情况进行调整，钻孔水动态长期观测宜早进行。	

7、水质分析

勘探阶段：采样分析 7 件（水质全分析 2 件、简分析 3 件、细菌检验 2 件）。

表 4-2 水质分析设计工作量表

项目名称	全分析	简分析	细菌检验
勘探	坑道地下水 1 件 (PD530) 钻孔地下水 1 件 (ZK102)	地表水 2 件 (神龙河、柳山沟) 泉水 1 件 ((3#泉)	坑道地下水 1 件 (PD530) 地表水 1 件 (柳山沟)

水质简分析项目：Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺+Na⁺、NH₄⁺、CL⁻、SO₄²⁻、HCO₃³⁻、CO₃²⁻、OH⁻、游离 CO₂、侵蚀性 CO₂、总矿化度、总硬度、总碱度、耗氧量、PH 值。

水质全分析项目： Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{K}^{+}+\text{Na}^{+}$ 、 NH_4^{+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、总铁、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^{-} 、 CO_3^{2-} 、 OH^{-} 、 NO_3^{-} 、 NO_2^{-} 、 H_2SiO_2 、 HPO_4^{2-} 、游离 CO_2 、侵蚀性 CO_2 、总矿化度、总硬度、总碱度、耗氧量、PH 值。

细菌检验项目：菌落总数、大肠菌群。

8、气象观测

在当地气象站收集近三年的气温及降雨量等气象资料。

9、矿坑涌水量估算方案

(1) 水文地质比拟法

利用本矿山的坑道排水资料，根据单位涌水量比拟法预测矿坑涌水量，即在矿井排水资料的基础上，根据疏干面积 (F_0) 和水位降 (S_0) 及矿井涌水量 (Q_0)，来预测在某个 F 和 S 条件下的涌水量 (Q)。

计算公式：

$$Q=Q_0 \quad \frac{F}{F_0} \sqrt{\frac{S}{S_0}}$$

(2) 解析法

根据本区抽水、注水、放水试验资料，选用“大井法”预测矿坑涌水量。

计算公式：

根据水文试验时所形成的地下水流场是否稳定，可采用裘布依稳定井流公式和泰斯非稳定井流公式。

10、综合研究

综合分析研究矿段地下水补给、径流、排泄条件，地表水与含水层的关系；矿床主要的充水因素，充水方式和途径，分析论证其对矿床开采的影响；开展水资源综合利用评价，预测矿坑涌水量，估算首

采区最大和正常涌水量，评价其对开采的影响；预测开采过程中发生突水的可能性，提出含水层保护建议，指出供水水源方向；重视相邻矿山的水工环地质调查和资料收集，类比分析本矿区的水工环地质条件与问题，以提高研究程度。

4.7.2 工程地质工作

1、工程地质填图

先进行地表踏勘，选择地层出露完整的地段进行工程地质勘探线剖面测量，比例尺为 1:2000，与水文地质测量同步进行；在勘探线剖面测量的基础上，按确定的填图单位进行工程地质填图，填图比例尺为 1:5000，一般采用追索法进行；各工程地质点采用手持 GPS 和全站仪器相结合的方法进行测量。

2、工程地质调查

(1) 详细调查软弱岩组的性质、产状、分布及其工程地质特征。

(2) 调查矿区内软弱夹层及各类结构面的分布、物质组成、胶结程度、结构面的特征及组合关系，并进行分级。

(3) 按岩组和不同构造部位进行节理裂隙统计，测量其产状、宽度、密度及延伸长度，编制节理走向或倾向玫瑰花图或极射赤平投影图，确定优势节理裂隙发育方向，划分岩体结构类型。

(4) 对矿体主要围岩的风化特征进行研究，划分岩体的强弱风化带，必要时应通过室内研究矿物蚀变程度来确定。

(5) 对自然斜坡和人工边坡进行实地测定，研究边坡坡高、坡面形态与岩体结构的关系；调查各种物理地质现象。

(6) 对矿区工程地质条件有影响的地下水露头点、含水岩层与隔水层接触界面特征、构造破碎带的水理性质应进行重点调查。

(7) 应详细调查本区及相邻矿山的各类工程地质问题；调查露

采边坡变形特征、变形类型、形成条件和影响因素，井巷变形破坏特征、支护情况，变形破坏与软弱层、破碎带、节理裂隙发育带等结构面的关系。

3、钻孔工程地质编录

对全部的控矿钻探、探矿坑道进行工程地质编录，编录内容包括：岩芯描述、岩芯长度统计，绘制钻孔柱状图；统计节理裂隙；确定钻孔中流砂层、破碎带、裂隙密集带、风化带与软弱夹层、岩溶发育带、蚀变带的位置和深度；测定岩石力学指标；按钻进回次测定岩石质量指标(RQD)，确定不同岩组 RQD 值的范围和平均值，划分岩石质量等级和岩体质量等级，进行岩石、岩体完整性评价。

4、坑道工程地质编录

若矿山施工探矿坑道，应对全部勘查坑道进行工程地质编录，编录内容包括：对抗道所揭露的岩层划分岩组，重点观察描述软弱夹层、风化带、构造破碎带、蚀变带、岩溶发育带的特征，分布、产状、溶蚀现象；采取岩(矿)石物理力学试验样；统计节理裂隙；详细描述地下水活动对井巷围岩稳定性的影响，确定工程地质问题发生的位置，对不稳定地段掘进与支护方法提出建议。坑道变形地段必要时设置工程地质观测点，进行长期观测。测量计算巷道的长度支护率(简称巷道的支护率)，表述巷道支护的方式。

5、采样测试

主要用于测定岩石、矿石的物理力学性质；采样地点为钻孔或坑道中的矿层顶底板及围岩；本次勘探阶段预计采取 8 组力学试验样，测定岩矿石顶底板抗压、抗剪及容重。

表 4-3 岩矿石物理力学试验设计工作量表

岩矿石名称	采样数量	项目
Z ₁ d ¹ 顶板白云岩	2 组	单轴抗压强度、抗剪强度、饱和容重
Z ₁ d ¹ 底板白云岩	2 组	单轴抗压强度、抗剪强度、饱和容重
Z ₁ d ¹ 底板泥岩	1 组	单轴抗压强度、饱和容重
Z ₁ d ¹ 磷矿层	1 组	单轴抗压强度、饱和容重
Z ₂ dn 白云岩	1 组	单轴抗压强度、饱和容重
Z ₁ d ⁴⁻² 泥质白云岩	1 组	单轴抗压强度、饱和容重

4.7.3 环境地质工作

1、区域环境地质调查

收集矿段附近历史地震资料，调查新构造活动情况，分析其是否有活动性断裂的存在，评价其对矿山开采工程的影响。

2、矿区环境地质调查

(1) 调查、收集地表水、地下水的环境背景值(污染起始值)或对照值。

(2) 对矿区开发影响范围的滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害及其隐患进行野外调查，包括地质灾害的种类、分布、规模、发生时间、发育特征、成因、危险性大小、危害程度等。

(3) 调查地质体中可能成为污染源的物质的赋存状态、含量及分布规律。

(4) 地温测量：对钻孔进行地温测量，确定恒温带深度、温度及地温梯度，本矿区钻孔较少，孔深大多小于 800m，可考虑基本按每 100m 测一次，垂深 > 500m 以下每 50~100m 测一次；本次勘探阶段初步选定 2 个孔进行地温测量，分别为 ZK102(孔深 640m)、ZK103(孔深 720m)，测量次数总计约 18 次。

(5) 放射性检查：由甲方联系有资质的单位测试地下水和坑道围岩中的放射性元素含量，测试项目有镭、铀、锶、氦及氢、氧同位

素；本次选择钻孔 ZK102 和坑道中采集岩、矿石样品 2 组，Z₂dn 和 Z₁d 地层中粉细晶白云岩、泥质白云岩、磷矿石及含钾页岩各一组；地下水采样 1 件，选择 1 个抽水试验孔（ZK 水 1）采集水样。

（6）调查由于采矿坑道排水引起的区域地下水位的下降及地下水的动态变化。

（7）调查由于采矿活动可能引起的岩溶塌陷、山体失稳、崩落、地裂、沉降等环境地质的问题。

3、矿区环境地质评价

（1）根据地质环境现状及矿床开采引起的变化划分矿区地质环境质量类型。

（2）根据 GB18306 认定本区的地震动峰值加速度和地震动反映谱特征周期；在全国地震烈度分区的基础上，根据断裂的活动性及工程地质条件，初步阐明区域稳定性及对工程建筑物的影响。

（3）矿区水环境质量评价：在查明矿区地表水、地下水的物理性质、化学成分及其变化、卫生防护条件的基础上，按 GB3838 和 GB/T 14848 的有关规定进行评价。

（4）矿区地质环境评价：指出可能影响矿区安全的滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害、放射性和其他有害物质的分布及其对人身安全的影响；圈定崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害易发区段，预测评价在自然和人为作用影响下，发生地质灾害的形式、可能性大小，可能危害的对象；评价固体废弃物堆放场地的环境地质条件，包括地形、垫层条件、汇水和排水条件，预计堆放量及稳定性，对可能产生的环境影响或地质灾害进行预测评价，并提出防范措施建议；预测开采条件下可能出现的泥砂溃塌及疏干排水产生岩溶塌陷的程度、分布范围及地表水渗漏、倒灌等环境地质问题，并提出防治建议。

4.8 绿色勘查

根据本次工作目标任务与选用的工作手段，矿区内主要为地质测量与钻探工程两部分需要开展绿色勘查工作，主要涉及项目驻地建设、地质测量、槽探工程、钻探工程等，上述工作严格执行《绿色地质勘查工作规范》DZ/T 0374-2021 相关要求。

4.8.1 项目驻地建设

1、勘查工程项目部及生活驻地选择时，在满足生产、生活需要的前提下，应综合考虑安全、卫生、生态环境保护等因素，优先就近租用当地居民房屋或公共建筑物作为办公生活区。

2、新建办公生活营地，应选择在对环境影响较小的区域规范建设，宜采用活动板房，或者采用基桩架空建设，减少对植被的破坏。野外临时营地尽量选择在无植被或植被稀疏区域，减少对植被的占压和扰动；与水源、河流保持一定的距离，防止人类活动对地表水源、河流的污染。

3、项目驻地应保持干净、整洁，配备废弃物分类存放设施，合理设置垃圾存放坑、污水沉淀池、卫生厕所。各类物资应安全规范存储，尤其是油料、燃料物资存储时，地面应铺设防渗、防污染隔层，防止油料、燃料泄漏对地表生态环境的影响。

4.8.2 地质测量

1、在剖面测量、路线调查工作开展前，根据矿区实际情况合理规划和设计路线，尽可能利用现有公路、小路，在完成工作目标的前提下，尽量减少对当地植被的破坏、野生动物的惊扰。

2、地质测量工作过程中严禁采挖野生植物，严禁捕捉野生动物。对可能产生的塑料、电池等生产生活垃圾，全部随身带回项目部驻地，

进行垃圾分类处理。

4.8.3 槽探工程

1、槽探工程施工位置应布置在满足设计规范要求，能达到地质目的的前提下，优先布设在植被不发育地带，以减少对地表植被的破坏。

2、在满足地质勘查目的前提下，应控制探槽施工规格，并鼓励采用以浅钻代替槽探技术，减少对土壤和植被的扰动。

3、探槽施工可采用机械和人工施工两种方式。交通方便，不需新修施工运输道路的地段，可采用机械化施工；交通不便、植被茂密的地段，可采用人工开挖施工，以避免修路及机械施工造成土地、植被景观的破坏。

4、场地平整面积须满足探槽安全施工及开挖土石临时堆放需求，平整范围应按探槽开挖顶宽和两侧临时堆放开挖土石的宽度控制，尽量减少破坏和压占不堆放土石的土地。

5、探槽施工时，应以满足地质工作和安全生产为原则，严格控制探槽施工规格，尽量减少地表开挖范围。探槽应按倒梯形断面施工，地表开口最大宽度应控制在 1.5m 内，槽底宽控制在 0.6-0.8m，槽底要揭露至基岩，探槽最大施工深度应不超过 3m。

6、探槽施工应自上而下顺序开挖，并做好沟槽边坡安全管护，按规定放坡，及时清除松散土石，对不稳定边坡进行支护，预防发生滑塌事故。

7、开挖探槽产生的岩土，可根据实际情况因地制宜区别处理。缓坡区段，可沿探槽两边铺设隔离层后，将剥离的表层腐殖土和开挖的底土、基岩碎石分开堆存，尽量减少对已有植被的占压；陡坡区段，应选用可降解的编织袋，将剥离的表层腐殖土和开挖的底土、基岩碎石分别装袋后依次堆码于探槽两侧 2~5m 范围的较平缓稳定区域，堆

放高度不宜超过 2m，确保堆填边坡稳定。

8、处于斜坡汇水面大或易受洪水冲刷的探槽工程，在槽头上部修筑截水沟，预防沟槽及其开挖土石遭受洪流冲蚀，形成泥石流灾害。

9、开挖深度较大的槽探工程，应在外围拉警戒线或在道路入口位置设置警示牌，预防村民不慎跌入造成安全事故。

10、槽探工程按设计及绿色勘查要求规范施工，待探槽地质编录、采样工作结束，并经检查验收后，及时进行回填平整和植被恢复。

11、探槽回填按照先回填底部碎石与基岩，后回填夯实底土，再覆盖平整表层腐殖土的顺序进行回填，最后将原切块揭层的植被依次覆植，并填实缝隙，做好养护，使回填后的效果与周边自然生态环境相协调。

4.8.4 钻探工程

1、在保证地质找矿原则的前提下，优先考虑植被少、坡度小、通行便利的位置布置钻探工程。

2、钻孔施工应选用技术性能先进、可靠，节能、环保，易于搬运、安装和拆卸，占地面积小的设备。

3、设备运输尽可能利用现有道路，对于钻探设备难以进入的地区宜选用模块化便携式或履带自行式设备，减少新建道路修建。

4、钻探施工场地依据现场地形条件，在保障安全的情况下，按设备安装、施工操作、钻进液循环系统、材料物资存放等进行分区布置，根据需要进行平场，严格控制平场面积，剥离的废石尽量用于场地的平整，剩余部分应就近规范堆放，尽量减少机台平场对地表的挖损和植被的扰动。

5、钻探施工场地设置排水沟，确保现场无低洼积水。若施工机场边坡上方汇水面大或位于冲沟附近，应设置截水沟。

6、机场边坡应确保稳定，坡体上无松散土石。对不稳定边坡应进行支护处理，预防滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。

7、在植被覆盖区（草地、林地及耕地）钻探施工时，人行、运输通道、操作场地和油料存放库等应架设木板或铁丝网等防滑、防压设施，有条件时架设钢网。防滑钢网依据场地面积组合铺设，单片钢网规格宜为长×宽×厚=2.00m×1.00m×0.05m。

8、在植被发育的山坡地带搭建钻机平台时，优先采用垫坡搭建或架空隔板搭建方式，对受地形条件限制，平场作业确需开挖植被的，应对开挖植被采取揭层养护措施，待机场回填平整后进行覆植。

9、施工操作场地、材料物资存放场地等地面应铺设厚度≥3mm 的防渗土工布隔离。油料存放地、循环沟、浆液池、垃圾池等易发生渗漏污染的表面，应采用防渗土工布（一膜一布或两膜夹一布的土工布，厚度≥5mm）或高密度聚乙烯（HDPE）土工膜作防渗铺垫进行防渗处理，预防渗漏污染。

10、钻井液循环系统宜采用移动式泥浆箱及管道，尽量避免现场开挖；若需开挖时，其容积应按钻孔设计深度进行计算，不宜小于钻孔容积的 2 倍，底部应铺设防渗材料进行防渗处理。

11、钻孔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。钻井液材料及处理剂应符合 GB/T 5005 的规定，应优先使用钠膨润土。

12、施工过程中发现井内严重漏失和施工现场周边泉点的水质、水量、颜色有变化时，应分析原因，确认漏失层（段），并采用环保材料堵漏或下入套管等方法进行封堵；当发现井内涌水时，应对钻孔中接触的承压水进行控制，防止浪费和不同含水层间的交叉污染。

13、钻孔施工中产生的废水应尽量循环利用，对外排放前应按规定进行处理并符合 GB 8978 要求，防止对土壤和地表（下）水造成污

染。

14、钻孔施工中产生的沉渣、废浆应设置专用存储池，经沉淀和固化处理后,符合标准的就地填埋；未达到标准或无法现场处置的需外运处理,严禁直接向外排放。

15、施工中产生的废料、生活垃圾、钻孔渣土等固体废物应及时清理，分类存储，回收利用，按相关管理规定进行现场处置及外运。

16、施工设备使用柴油、汽油动力设备，应安装尾气净化装置及排气管道伸出场外，废气排放符合 GB 3095 要求。施工现场不应燃烧产生烟尘和有毒有害废气的油类物质、化学物品及其他物料。

17、施工现场安全文明及环保设施齐备可靠，相关管理制度、图表及标牌齐全、规范、醒目。

18、在居民区、动物养殖区、野生动物栖息地等附近施工，施工噪声应符合 GB 3096 要求，夜间 21 点后应停止作业。

19、钻探岩心的临时存放、编录及填埋地点应选择在无植被或植被稀疏的地区，尽量减少对地表植被的压占和扰动。

20、钻孔终孔后应按照相关设计做好封孔工作，确保封孔质量，以恢复地下水环境或减轻钻孔施工对地下水环境造成的扰动影响。

4.9 矿石选冶性能与评价

详查阶段已将杜家岗矿段磷矿矿石质量与柳山沟磷矿采矿证内采取磷矿石质量进行了类比，类比结果为杜家岗磷矿与柳山沟磷矿矿石自然类型、工业类型、结构构造、矿物成分、化学组分含量等基本一致。勘探阶段，拟利用柳山沟磷矿现有磷矿石加工选冶工艺流程对杜家岗矿段磷矿石加工选冶性能进行类比研究。

上述工作严格执行《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》DZ/T 0340-2020 相关要求。

4.10 矿床可行性评价的概略研究

根据《固体矿产勘查概略研究规范》DZ/T 0336-2020 相关要求，通过了解杜家岗矿段深部磷矿石的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，初步拟定杜家岗矿段深部磷矿石矿产资源开发技术经济参数，对该项目的技术可行性和经济合理性进行简略研究，为矿区开展下一步工作提供依据。

《勘探报告》编制完成并通过后，在勘探工作的基础上进行可行性研究，详细评价杜家岗矿段磷矿开发建设项目的技术经济可靠性，为矿山建设的投资决策、项目的技术经济可行性、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。

5 资源量预估算

5.1 工业指标

勘探设计资源量预估算采用工业指标与详查阶段一致，资源量预估算的工业指标采用《矿产地质勘查规范 磷》DZ/T 0209-2020 附录 J 中推荐的一般工业指标，矿段内的矿层倾角为 $7^{\circ} \sim 23^{\circ}$ ，平均 15° ，属缓倾斜的矿层，具体指标如下：

边界品位 (P_2O_5 含量)：12%；

最低工业品位 (P_2O_5 含量)：15%；

最小可采厚度：1m；

最小夹石剔除厚度：1m。

5.2 资源量预估算方法的选择及依据

勘探设计资源量预估算方法的选择及依据沿用详查阶段资源量估算方法及依据。杜家岗矿段磷矿矿层总体呈单斜层状产出，构造简单，产状变化较小，矿层倾角平均 15° 。采用水平投影地质块段法估算资源量，即在矿层底板等高线图上划分块段进行计算，公式为：

$$Q=S \div \cos \alpha \times M \times D$$

Q：矿石量（千吨）（取整数）

S：平面积（千平方米）（取整数）

α ：矿层倾角（度）（取整数）

M：矿层平均厚度（米）（取小数点后两位）

D：矿石平均体重（吨/米³）（取小数点后两位）

5.3 资源量预估算参数选择

勘探设计资源量预估算参数选择沿用详查阶段资源量估算参数选择成果。

（一）矿层厚度

单样真厚度：在钻孔中通过矿心长度和采取率计算单样代表的实际进尺，单样真厚度=单样的实际进尺 $\times \sin \beta$ （ β ：岩矿心层面与岩矿心轴线的夹角）。

单工程的矿层厚度：单工程中按工业指标圈定矿层的单样真厚度之和为单工程的矿层厚度。

块段的平均厚度：设计工程与已施工见矿工程按照勘查工程间距圈定为相应级别资源量块段，每个块段中已施工见矿工程厚度与已施工工程数量的算术平均值为该块段的平均厚度。

(二) 矿层品位

单工程中矿石品位以参与圈定矿体的单样品位与厚度加权求得。

块段的平均品位是每个块段中已施工见矿工程厚度与该见矿工程平均品位加权求得。

(三) 倾角

在矿层底板等高线图上选取具有代表性的地段测量块段内矿层倾角。具体方法为测量出矿层底板的高差和水平间距，利用公式 $\tan \alpha = \Delta h / L$ （ α 为矿层倾角， Δh 为高差， L 为该高差相应的平距）求得块段的平均倾角。

(四) 面积

在底板等高线图上，用电脑读数测量其平面积，斜面积=平面积 $\div \cos \alpha$ （ α 为矿层倾角），参与资源量计算。

(五) 体重

先分别计算三种自然类型矿石各自平均体重，再根据各个自然类型在矿层中所占比例，加权平均计算全矿段各矿层矿石平均体重。经计算，矿段内 Ph_1^3 矿层平均体重为 2.88 吨/米³。

5.4 资源量预估算结果

通过对湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段已有成果的分析 and 资源

量预估算，预提交杜家岗矿段磷矿石资源量 762.3 万吨， P_2O_5 平均品位 20.52%；其中探明资源量 145.4 万吨， P_2O_5 平均品位 19.85%，占比 19%；控制资源量 289.1 万吨， P_2O_5 平均品位 19.94%，占比 38%；推断资源量 327.8 万吨， P_2O_5 平均品位 21.33%，占比 43%。

6 预期成果

6.1 以往地质成果

《详查报告》采用水平投影地质块段法,估算杜家岗矿段磷矿石(122b+333)资源量 7770 千吨, P_2O_5 平均品位 19.85%, 其中: 122b 矿石量 3391 千吨, P_2O_5 平均品位 20.05%; 333 矿石量 4379 千吨, P_2O_5 平均品位 19.69%。122b 资源储量占全区资源量的 44%。

6.2 本次勘查拟提交成果

通过地质勘查工作, 预计提交报告时间为 2023 年 12 月, 拟提交探明+控制+推断资源量 762.3 万吨, P_2O_5 平均品位 20.52%, 提交成果报告为《湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿勘探报告》, 拟提交的基本图件如下:

- 1、湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段区域地质图 (1: 200000)
- 2、湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段地形地质图 (1: 5000)
- 3、湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段实际材料图 (1: 5000)
- 4、湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段资源量估算图 (1: 5000)
- 5、勘查线剖面图 (1: 2000)
- 6、钻孔柱状图 (1: 500)
- 7、湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段区域水文地质图 (1: 50000)
- 8、湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段水文地质工程地质环境地质图 (1: 5000)
- 9、水文地质工程地质剖面图 (1: 2000)
- 10、矿坑涌水量估算图 (1: 2000)

拟提交的附表如下:

- 1、资源量估算汇总表
- 2、控制点测量坐标汇总表

- 3、探矿工程成果表（位置、厚度、品位）
- 4、资源量估算表
- 5、单工程采样分析及利用矿层结果表
- 6、钻孔静水位一览表
- 7、钻孔简易水文地质工程地质综合编录一览表
- 8、抽水试验综合成果表
- 9、水质分析成果表
- 10、岩样试验成果汇总表
- 11、矿区环境地质调查资料汇总表

7 组织管理和保障措施

7.1 组织管理

7.1.1 管理体系

实行院长统一管理下的项目负责制，组织管理形式如插图 7-1。院长统一协调管理，分管副院长和地环分院分院长对勘查工作进行人员组织、项目实施，总工程师对质量进行监督管理，资产财务部主任和监察审计部主任对勘查工作的资金使用情况进行监督管理，项目负责组组织项目的各项工作的开展并完成设计的工作量。

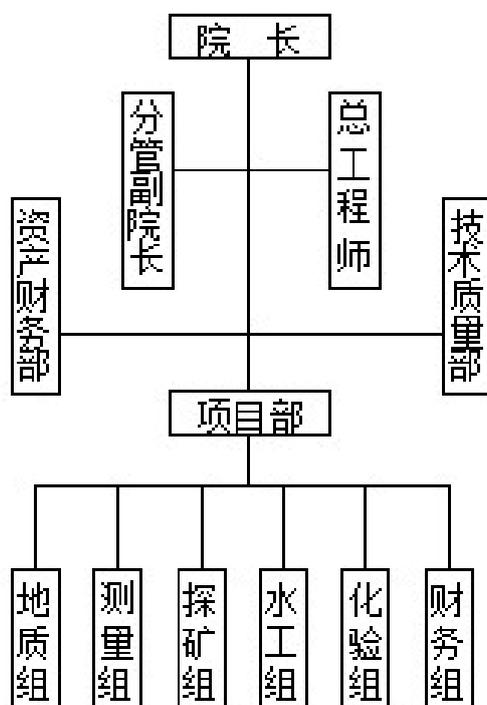


插图 7-1 组织管理示意图

7.1.2 劳动定员

选择精干人员成立项目部，现场负责人进行整体指挥和调度。组成 6 个单项工作组，由项目负责人统一协调工作，做到工作中各负其责、相互配合、同心协力完成勘探工作。其中野外 4 个组，包括地质、

水工环、测量、钻探；室内组 2 个组，包括化验组和财务组。项目组共 14 人，包括 9 名高级工程师，4 名工程师及 1 名高级会计师。人员情况安排详见表 7-1。

表 7-1 项目组人员情况一览表

序号	姓名	专业	所在小组	任职时间	在本项目中承担的工作	职称
1	汤从寿	固体矿产勘查	地质组	31 年	项目负责人	高级工程师
2	刘顺强	固体矿产勘查	地质组	15 年	地质组员	高级工程师
3	章园	固体矿产勘查	地质组	10 年	地质组员	工程师
4	程博	固体矿产勘查	地质组	10 年	地质组员	工程师
5	段雅栩	水工环境地质	水工组	10 年	水文负责人	高级工程师
6	邓明晨	水工环境地质	水工组	10 年	水工环组员	工程师
7	罗虹	水工环境地质	水工组	12 年	水工环组员	工程师
8	董毅志	水工环境地质	水工组	5 年	水工环组员	助理工程师
9	李志刚	测绘工程	测量组	27 年	测量负责人	高级工程师
10	胡胜	测绘工程	测量组	12 年	测量组员	工程师
11	朱谷华	岩矿测试	化验组	12 年	化验负责人	高级工程师
12	陈金霞	会计学	财务组	25 年	财务人员	高级会计师
13	卢金梁	钻探	探矿组	13 年	钻探负责	工程师
14	向希玮	钻探	探矿组	10 年	钻探组员	助理工程师

7.2 设备配备

- (1) 南方 S750-G2 型亚米级手持 GPS 2 台。
- (2) 南方 RTS112R5L 全站仪 2 台。
- (3) 南方灵锐 S82 双频 GPS 接收机 4 台（RTK 可作 1+3 使用）
- (4) XY-5-6 型钻机 2 台套。
- (5) 野外用车 2 台。

- (6) 电脑 5 台。
- (7) 打印机 1 台。
- (8) 绘图仪 1 台

7.3 质量控制措施

7.3.1 质量管理及保证措施

1、所有勘查工作进展按勘查合同执行，所有工作在执行过程中、完成时由相关主管部门组织专家进行检查验收。

2、所有野外工作的实施、质量管理严格执行“湖北化勘院”2021年颁布实施的质量管理体系（ISO9001）。

3、在总工程师的领导下，院技术质量部对各项工作质量进行跟踪管理，监督质量管理体系的落实。

7.3.2 质量检查和验收

原始资料是工作成果的基础，为保证项目原始资料的真实、可靠，提高成果报告的质量，项目组应在遵循质量管理体系文件为主要技术标准的基础上，根据有关地质规范、规定为主要技术标准，以高度负责的态度，及时对各类原始资料进行严格的质量检查，使自检、互检率达到 100%，项目检查率达到 100%，抽检率大于 30%，并做好质量检查记录。院技术质量部在工作期间和结束时组织有关专业技术管理人员进行检查验收。针对各种检查验收意见，项目组应进行补充工作、修改完善。接受各级管理、监督部门组织的检查，并根据检查意见进行补充、修改、完善。

7.4 安全措施

1、遵循和执行国家安全生产总局制定的有关地质勘查安全生产规定和标准。

2、加强安全生产教育，提高项目参与人员的安全生产意识，确保安全生产。

3、建立健全安全生产责任制，从上到下设立专职和兼职的安全员，明确安全生产责任，签订安全生产责任书，监督各项安全生产制度的落实。

4、加强安全生产设施的配备，如消防器材、安全帽等，配备急需药品，如外伤药、防暑降温药、蛇药等。

5、定期或不定期检查施工安全情况，及时发现并消除安全隐患。

6、对需要使用的临时工（主要是钻探、探槽用工）都要进行岗前培训，以强化安全意识。

7.5 绿色勘查措施

1、环保教育。野外工作出队前，对项目组全体成员进行环保教育和培训，培训内容包括燃料盛放装置的安装、吸油毡的使用和放置、燃料桶的搬运和加油方法、复垦技术等。制定施工现场环境保护的目标责任书，定岗定责，责任到人。

2、由于工作需要，需在坑道内建立储油区。为防范储油桶的泄露和加油过程中的危险因素，需设立专门的储油装置，为油罐设置专用存油托盘，并且购置吸油毡及海绵层，分别放在托盘和油罐上吸油，防止漏油污染。

3、施工现场钻井设备运转、机具清洗及循环泥浆调制过程中产生的废水，先以化学凝聚法处理后将固体和水分离并收集，充分减少水污染。钻屑及废泥浆经处理无害后，送至指定地方处理，不得随意排放。

4、对勘查工作破坏的地形地貌和草场进行复垦重建，恢复后的地表，根据实际情况种草。根据土壤测定结果，选择与本区植物群落相一致的植物种子播种。

5、执行垃圾管理计划。生产生活垃圾进行分类处理，可降解的垃圾埋在至少 1.5m 深的坑里制成堆肥，不可降解的垃圾运到固定的垃圾投放场所。

7.6 设计变更

依据边施工、边综合研究、边变更（优化）设计的“三边”原则，因地形、地质条件变化，或地质认识的深化，致使勘查工程布置或施工顺序需要调整时，或因勘查投资、勘查目的任务变更，或地质、社会等因素影响，需调整整个勘查工作部署时，及时变更设计。

8 经费预算

8.1 预算编制的依据和基本技术条件

1、预算编制依据

(1) 中国地质调查局 2021 年 7 月印发《地质调查项目预算标准(2021)》

(2) 中国地调函[2010]255 号《中国地质调查局关于地质调查评价项目预算编制与审查补充要求的通知》

(3) 国土资源部及中国地质调查局颁发的地质调查项目管理的其他有关规定。

(4) 项目设计的各项实物工作量。

(5) 勘查合同

2、矿区基本条件

(1) 矿区位于大巴山区(湘鄂豫相邻区),地区调整系数 1.3。

(2) 地形高差 200~300 米,地形等级为Ⅱ类。

(3) 地质复杂程度为中常区(Ⅱ类)

(4) 水文、工程、环境地质复杂程度为中常区(Ⅱ类)

(5) 钻探穿过的岩石以灰岩为主(V级)。

(6) 矿区内残坡积物多在 1~3 米,探槽工程为土石方,开挖深度为 0~3 米。

(7) 磷矿基本分析项目为 P_2O_5 及酸不溶物共 2 项。

(8) 工地建筑费为各野外工作费用之和的 8%计,计算基数为地形测量、地质测量、钻探、山地工程等野外工作手段预算费用之和。

(9) 岩芯保管长度按总进尺的 80%计。

8.2 费用标准和计算方法

1、采用的费用标准

(1) 各工作手段预算标准

采用中国地质调查局 2021 年 7 月印发《地质调查项目预算标准(2021)》。

(2) 项目设计、成果报告编写预算标准

项目设计报告编写预算标准采用《预算标准》中矿产评价项目设计论证编写预算标准，为 16.5 万元/份；项目成果报告编写预算标准采用《预算标准》中综合研究及编写报告（总经费<1000 万元）预算标准，为 36 万元/份。

(3) 工地建筑费

工地建筑费主要包括在矿区内修建钻机机场、简易公路、架设输电通讯线路等费用，为野外工作费用的≤8%，计算基数为地形测量、地质测量、钻探、剥土等野外工作手段预算费用之和。本项目预算中工地建筑费为 61.94 万元，为野外工作费用的 8%。

2、计算方法

主要工作手段费用=实物工作量×相应技术标准的基准标价

3、预算表的编制

本预算编制了《杜家岗矿段磷矿勘探项目经费预算汇总表》及《杜家岗矿段磷矿勘探项目勘查费用预算表》相关明细表。具体编制方法如下：

(1) 《杜家岗矿段磷矿勘探项目经费预算汇总表》

该表由《杜家岗矿段磷矿勘探项目勘查费用预算表》汇总而成，表中甲栏各工作项目预算与《杜家岗矿段磷矿勘探项目勘查费用预算表》中相应工作项目预算相一致。

(2) 《杜家岗矿段磷矿勘探项目勘查费用预算表》

该表的工作手段主要是地质测量、钻探、探槽、岩矿测试、其他地质工作和工地建筑。各有关工作手段、方法的预算费用按其技术条件（如地质复杂程度、比例尺、点距、地形等级等）选取相应费用标

准，并根据技术方案中安排的实物工作量，逐一计算各工作手段的预算。岩矿石放射性检测、钻孔地温测量及水动态观测等工作由矿山企业负责完成。

8.3 计算结果

通过预算，项目总经费 900.64 万元。其中地质测量 11.20 万元，占总费用的 1%；钻探 703.12 万元，占总费用的 78%；探槽 4.29 万元，占总费用的 0.5%；主要野外工作费用 774.21 万元，占总费用的 86%（详见表 8-1、8-2）。

表 8-1 杜家岗矿段磷矿勘探项目经费预算汇总表

计算单位：万元

项目基本情况	项目名称	湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿勘探		主要矿种名称	磷矿	
	工作单位	中化地质矿山总局湖北地质勘查院		工作性质	企业自筹	
	协作单位			工作阶段	勘探	
	项目工作地区	湖北省宜昌市远安县		项目起止年限	2023 年	
项目资金来源情况	项目资金来源	以前投入资金		总预算资金		
	上年结余资金					
	合计			900.64		
	省基金					
	地方财政+企业自筹			900.64		
	其他资金来源					
	工作项目	计量	以前投入资金		总预算	
		单位	工作量	金额	工作量	金额
	甲	乙	1	2	3	4
	合计					900.64
项目支出明细预算	一、地形测量					
	二、地质测量	km ²			1.54	11.20
	三、物探					
	四、化探					
	五、遥感					
	六、钻探	m			3678	703.12
	七、坑探					
	八、浅井					
	九、槽探	m ³			200	4.29
	十、岩矿试验					3.99
	十一、其它地质工作					116.10
	十二、工地建筑					61.94

表 8-2

杜家岗矿段磷矿勘探项目勘查费用预算表

子项目名称：湖北省远安县殷家沟矿区杜家岗矿段磷矿勘探

起止年限：2023 年

工作手段	工 作 量			单位预	总预算	备 注	
	技术条件	计量单位	总工作量	算标准	(万元)		
甲	乙	丙	1	(元)	2	3	4
二、地质测量						11.20	
(一)专项地质测量						5.98	
1:5000 专项地质测量	地质复杂程度： II	km ²	1.54	22087		3.40	系数:1.3
1:2000 勘查线剖面测量	地质复杂程度： II	km	1.13	11424.4		1.29	系数:1.3
1:2000 水文地质工程地质剖面测量	地质复杂程度： II	km	1.13	11424.4		1.29	系数:1.3
(四)专项水文地质、生态环境地质测量						1.38	
1:5000 专项水文地质测量	地质复杂程度： II	km ²	1.54	8955.7		1.38	系数:1.3
(六)专项工程地质、环境地质、地质灾害测量						3.84	
1:5000 专项工程地质测量	地质复杂程度： II	km ²	1.54	13517.4		2.08	系数:1.3
1:5000 专项环境地质测量	地质复杂程度： II	km ²	1.54	11420.5		1.76	系数:1.3
六、钻探			3678			703.12	
(一)矿产地质钻探			3430			429.67	
机械岩芯钻探	孔深： 0-600m, 岩石级别： V	m	1170	1101.1		128.83	系数:1.3
	孔深： 0-700m, 岩石级别： V	m	640	1287		82.37	系数:1.3
	孔深： 0-800m, 岩石级别： V	m	770	1324.7		102.00	系数:1.3
	孔深： 0-900m, 岩石级别： V	m	850	1370.2		116.47	系数:1.3
(二)矿产地质钻探			888			273.45	
水文岩芯钻探	孔深： 0-300m, 岩石级别： V	m	248	1528.80		37.91	系数:1.3
	孔深： 0-700m, 岩石级别： V	m	640	3680.30		235.54	系数:1.3
九、槽探						4.29	
槽探	深度： 0-3m	m ³	200	214.5		4.29	系数:1.3
	地层分类： 土石方						
十、岩矿测试						3.99	
(一)岩矿分析						2.84	
一般岩矿分析	五氧化二磷 (P ₂ O ₅)、酸不溶物	项	100	123		1.23	

组合岩矿分析	二氧化硅 (SiO ₂)、三氧化二铝 (Al ₂ O ₃)、三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃)、氧化钙 (CaO)、氧化镁 (MgO)、五氧化二磷 (P ₂ O ₅)、二氧化碳 (CO ₂)、酸不溶物、砷 (As)、镉 (Cd)、氟 (F)、氯 (Cl)、碘 (I)	项	10	949	0.95	
样品加工	样品重量(Kg): >2~5Kg 单位: 样	样	100	66	0.66	
(四)水质分析					0.76	
水质综合分析	一般水样(全分析)	样	2	810	0.16	
	一般水样(简分析)	样	3	380	0.11	
	细菌检测样	样	2	2400	0.48	
(八)岩矿鉴定与试验					0.40	
3.岩石试验和土工试验					0.40	
岩石试验	试验项目: 抗压强度 试验方法: 风干 单位: 件	件	4	191	0.08	
	岩石试验	件	20	100	0.20	
	试验项目: 块体密度 单位: 件	件	4	303	0.12	
岩石试验	试验项目: 抗剪切强度 试验方法: 风干 单位: 件	件	4	303	0.12	
十一、其他地质工作					116.10	
地质勘查工作测量	勘探基线测量	km	1.61	2912	0.47	系数:1.3
地质勘查工作测量	工程点测量	点	4	3234.4	1.29	系数:1.3
地质编录	矿产地质钻探	m	3678	57.2	21.04	系数:1.3
地质编录	水文地质钻探	m	3678	57.2	21.04	系数:1.3
地质编录	槽探	m	200	96.2	1.92	系数:1.3
采样	岩心样	m	100	40.3	0.40	系数:1.3
	刻槽样	m	50	127.4	0.64	系数:1.3
岩矿心保管	岩矿心保管	m	2942.4	29.9	8.80	系数:1.3
设计论证编写	矿产评价	份	1	165000	16.50	
综合研究及编写报告	总经费> 500 万元	份	1	360000	36.00	
报告印刷	矿产评价	份	1	80000	8.00	
十二、工地建筑					61.94	工地建筑比例为8%
合计					900.64	

预算编制人: 章园

预算审核人: 陈金霞

