

# 杨柳矿区麻坪磷矿工程地质研究

朱伟<sup>1</sup> 赵磊<sup>2</sup>

1. 湖北省宜昌市远安县应急管理局 湖北 宜昌 444200

2. 湖北宜安联合实业有限责任公司 湖北 宜昌 444200

**摘要:** 本文对湖北省远安县杨柳矿区麻坪矿地下工程地质情况进行研究和阐述, 分析出矿段内各构造结构面类型, 岩石的风化蚀变程度、岩溶发育程度和矿体及围岩, 总结出主要工程地质问题。然后分析该矿段地下工程采矿活动可能引起或加重的地质灾害, 总结该矿段环境地质条件复杂程度, 将之作为磷矿资源开发及矿山项目建设和设计的依据。

**关键词:** 磷矿; 工程地质; 环境地质; 地质灾害

## 1 工程地质

### 1.1 矿区工程地质条件

#### 1.1.1 工程地质岩组划分

矿段内岩体工程地质岩组划分为六类:

(1) 厚层—中厚层状半坚硬—坚硬碳酸盐岩为主的工程地质岩组 (I)

包括寒武系下统石龙洞组 ( $\in_1sh$ )、天河板组 ( $\in_1t$ )、震旦系上统灯影组 ( $Z_2dn$ )。岩性主要为厚—中厚层状细晶白云岩、中厚层状白云质灰岩夹泥质白云岩。

(2) 薄层—中厚层状半坚硬碎屑岩类工程地质岩组 (II)

包括寒武系下统石牌组 ( $\in_1sp$ )。岩性主要为薄层状粉砂质页岩, 中厚层状粉砂岩, 岩石力学强度较高。

(3) 半坚硬—软弱碎屑岩与半坚硬碳酸盐岩性综合体工程地质岩组 (III)

包括寒武系下统牛蹄塘组 ( $\in_1n$ )。岩性主要为厚—

巨厚层状细晶白云岩、薄层状细—微晶灰岩, 页岩夹薄层泥质岩及粉砂质泥页岩。

(4) 薄层—中厚层状软弱—坚硬碳酸盐岩类工程地质岩组 (IV)

包括震旦系下统陡山沱组第四段 ( $Z_1d^4$ )、第三段 ( $Z_1d^3$ )、第二段 ( $Z_1d^2$ )。岩性主要为薄层状泥质白云岩、中厚层状细晶白云岩<sup>[1]</sup>。

(5) 坚硬—半坚硬碳酸盐岩类夹坚硬磷质岩及碎屑岩类工程地质岩组 (V)

包括震旦系下统陡山沱组第一段 ( $Z_1d_1$ )。岩性主要为上白云岩、磷块岩、含磷含钾页岩、下白云岩。

(6) 厚层状坚硬碎屑岩岩类工程地质岩组 (VI)

南华系下统南沱组 ( $Nh_1n$ )。岩性主要为冰碛砾岩。该岩组岩石力学强度高, 属坚硬岩类。

#### 1.1.2 岩体的质量评述

钻孔矿层及围岩质量见表1。

表1 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	岩矿石质量描述	岩体完整性评价	岩体质量	
陡山沱组第二段 $Z_1d^2$	II	19~97/79	极劣的一极好的	岩体破碎—完整	坏—优	
陡山沱组第一段 $Z_1d^1$	(顶板)上白云岩	III	19~100/71	极劣的一极好的	岩体破碎—完整	坏—优
	磷矿层	III	5~100/71	极劣的一极好的	岩体破碎—完整	坏—优
	(底板)含磷含钾页岩	II	28~100/84	极劣的一极好的	岩体破碎—完整	坏—优
	(底板)下白云岩	II	4~100/78	极劣的一极好的	岩体破碎—完整	坏—优

#### 1.1.3 岩石结构面

矿段内构造较简单, 地层产状较稳定, 岩石节理裂隙较发育—发育。结构面主要发育层面和构造结构面两大类, 构造结构面包括断层面、裂隙面等<sup>[2]</sup>, 它们对山体稳定有一定影响。矿段内各构造结构面大体划分为四级:

##### (1) II级结构面

为白路垭正断层 $F_1$ , 延伸数千米。地表揉皱构造发

育, 断层附近岩石较破碎, 角砾岩多带棱角, 断层附近岩层近乎直立, 局部形成悬崖峭壁的地貌景观。由于断层倾向与岩层倾向相同, 对山体的稳定性影响极大, 对岩体的工程地质特性有很大影响, 沿直立层面易发生坍塌、掉块等现象。

##### (2) III级结构面

主要为白花鱼沟西部源头的3条小断层, 延伸数百

米左右，为次一级断裂及不稳定的层间错动带，影响岩体稳定，特别是对潜在滑坡带1（H-1）的稳定性影响较大，易引起松散岩块崩滑。

(3) 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，矿段内十分发育。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；有两组剪切节理被层面切成锥形，影响岩体的稳定。因此IV级结构面是山体稳定的重要因素。

(4) V级结构面

指微小的节理劈理，降低了岩石的强度。这类节理贯通性差，密度5~30条/m，易风化、溶蚀。

1.1.4 岩石的风化蚀变程度和岩溶发育程度

(1) 风化蚀变程度

矿段内各地层普遍遭受风化，风化作用以物理风化为主。强风化带基本分布于地表，风化程度随构造破碎带、节理裂隙发育带而相对提高。全矿段风化程度较高的地层有 $\epsilon_{1sh}$ 、 $\epsilon_{1t}$ 、 $\epsilon_{1n}$ 、 $Z_2dn^3$ ，其他风化程度较低。

(2) 岩溶发育程度

矿段内 $\epsilon_{1sh}$ 与 $\epsilon_{1t}$ 地表岩溶普遍发育，主要表现为溶洞和溶孔。 $\epsilon_{1t}$ 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； $\epsilon_{1sh}$ 地表、地下溶洞较发育； $Z_2dn^3$ 地表、地下溶洞不发育，溶孔较发育；其它地层除 $Z_1d^1$ 矿层段、 $Nh_{1n}$ 、 $Ptkn$ 以外，都表现出不同程度的溶蚀现象，其中 $Z_1d^2$ 溶蚀现象稍弱。 $\epsilon_{1sh}$ 地表见有一落水洞， $\epsilon_{1t}$ 地下见有一高约1.2m的溶洞， $Z_2dn$ 小溶孔发育。

1.1.5 矿体及围岩

$Ph_2$ 间接顶板 $Z_1d^4$ 、 $Z_1d^3$ 细晶白云岩、泥质白云岩，属软弱—坚硬岩类，岩体稳定性中等； $Ph_2$ 直接顶板（亦为 $Ph_1$ 间接顶板） $Z_1d^2$ 泥质白云岩，属坚硬岩类，岩体较

完整、较稳定，岩体质量中等。 $Ph_1$ 直接顶板 $Z_1d^1$ 上白云岩，属半坚硬岩组，岩体一般中等完整，风化后强度降低。坑道掘进中一般不需支护，但遇构造破碎及节理裂隙密集带时，强度降低，岩体完整性差，易发生掉块、坍塌等现象。矿层属层状和块状坚硬岩组。节理裂隙较发育，多呈闭合状。岩体一般中等完整，遇风化破碎带及节理裂隙密集带时，岩体强度降低，易发生坍塌、掉块及片帮等现象。 $Ph_2$ 直接底板即为 $Ph_1$ 矿层直接顶板 $Z_1d^1$ 上白云岩。 $Ph_1$ 直接底板为含磷含钾泥页岩或下白云岩，含磷含钾泥页岩的岩体一般较完整，属坚硬岩组，节理裂隙不发育，附近未见底鼓现象； $Ph_1$ 间接底板为冰碛砾岩和辉长岩，无软弱夹层。

1.1.6 主要工程地质问题

主要工程地质问题为坑道内局部片帮、冒顶、掉块和坍塌现象。矿层顶板岩性坚硬或半坚硬，岩体较完整或中等完整，巷道掘进中一般不需支护，但遇构造破碎、节理裂隙密集带和风化较强地段时，强度降低，岩体完整性差，易发生局部片帮、冒顶、掉块等现象。如果支护失效，还可能发生局部坍塌事故。

1.1.7 工程地质条件的复杂程度

矿区地层岩性及构造均较简单，区内可见II、III、IV、V级结构面；直接顶板属坚硬—半坚硬岩类，矿层属坚硬岩类，直接底板为坚硬岩类；风化作用中等—强，岩溶作用中等—弱；没有明显的软弱夹层，围岩一般中等—较完整，局部岩层破碎，节理裂隙较发育，顶板充水岩层富水性弱—中等。未来主要工程地质问题为掉块、片帮、掉块和坍塌等。

综上所述，工程地质类型为“以碳酸盐岩类为主，工程地质条件中等的矿床”。

1.2 矿岩物理力学参数

矿区的矿岩物理力学参数见表2。

表2 矿岩物理性质

岩（矿）石名称	硬度f	饱和抗压强度（MPa）		平均抗拉强度（MPa）	饱和容重（g/cm <sup>3</sup> ）	体重T（t/m <sup>3</sup> ）	松散系数K
		最小~最大	平均				
$Z_1d^1$	9	47.4~1115	87.3	—	2.75	2.83	—
$Ph_1$ 磷块岩	8	—	83.5	—	—	2.95	1.50~1.70
$Z_1d^1$ 底板含钾页岩	—	—	—	9.89	—	2.69	—
$Z_1d^1$ 底板下白云岩	15	146~156	150	—	2.79	—	—

2 环境地质

2.1 区域稳定性

宜昌磷矿位于黄陵背斜北部及东翼，呈北西—南东弧形展布。据国家地震研究所编制的《湖北地震史》和《湖北地震目录》1959年~1985年资料：鄂西地区最大地

震为里氏4.8级，地震烈度6°，有感范围70km<sup>2</sup>；震级小于3级的地震较频繁，主要表现为微震或弱震。该区地震峰值加速度为0.05g，设计地震分组为第一组。根据《建筑抗震设计规范》，本区地震烈度6°，地震峰值加速度为0.05g，特征周期值为0.20s，设计地震分组为第一组，属

稳定区。

## 2.2 采矿活动可能引起或加重的地质灾害特征

### ①危岩和潜在崩塌区

本区地层岩性相同,地形陡峻。未来开采危岩体一旦失稳,后果将很严重。预测的潜在崩塌区有:潜在崩塌区1(B1),位于危岩1(W1)部位,目前处于基本稳定状态,未来采矿爆破、地震等触发因素可能引发崩塌,分布范围较大,预测其崩塌范围 $10000\text{m}^2$ ,崩塌方量约 $4000\text{m}^3$ ,危害较大;潜在崩塌区2(B2),位于危岩2(W2)部位,目前处于较不稳定状态,未来采矿时易产生崩塌掉块,预测其崩塌范围 $12500\text{m}^2$ ,崩塌方量 $20000\text{m}^3$ ,破坏力强,难以处理。

湖北宜安联合实业有限责任公司于二〇一九年四月委托武汉矿业人工程技术有限公司编制并提交了《湖北宜安联合实业有限责任公司湖北省远安县杨柳矿区麻坪矿段磷矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》(以下简称“方案”),针对危岩和潜在崩塌区已做比较详细的预防措施和技术措施。

### ②不稳定斜坡和滑坡

矿段地形较陡,人工开挖矿山公路易形成不稳定斜坡。矿区内目前发现三处小型潜在滑坡带:不稳定斜坡(H-1),估计滑坡带影响范围约 $84000\text{m}^2$ ,崩滑体积约 $2500\text{m}^3$ ,对过往行人存在一定威胁;不稳定斜坡(H-2),不稳定边坡影响范围约 $16000\text{m}^2$ ,体积极约 $1000\text{m}^3$ ,属小型潜在堆积层滑坡,其中第四系组成的堆积层滑落的可能性较大,对过往行人存在一定威胁,对矿段开采基本无影响,已对滑坡体(H-2)钉了监测桩进行监测,勘探期间再次测量未发现位移现象,目前处于相对稳定状态;不稳定斜坡(H-3),不稳定边坡影响范围约 $15000\text{m}^2$ ,体积极约 $900\text{m}^3$ ,其中松散岩块崩滑的可能性较大,对过往行人存在一定威胁。未来自然因素(如连降暴雨、冰劈作用、地震等)可能影响滑坡体稳定性并产生堆积滑坡或小型崩滑,一般不会受矿业活动的影响而产生变形破坏。

### ③采空区地面开裂与塌陷

采空区自然坍塌或放顶后,可能导致地面开裂、塌陷以及稳定性较差的岩体崩落等<sup>[3]</sup>。

矿山采用下部 $\text{Ph}_1$ 矿层采用条带式充填采矿法,上部 $\text{Ph}_2$ 矿层采用锚杆护顶浅孔房柱采矿法(嗣后充填),未来矿山开采形成的采空区范围及高度均很小。据了解,宜昌磷矿采用房柱法采矿,极少见因采矿活动引起地面开裂及塌陷的情况。鉴于 $\text{Ph}_2$ 矿层上覆岩层足够厚(平均厚度 $500\text{m}$ 以上),综合评价认为该矿体的开采,特别是

在胶结充填开采 $\text{Ph}_1$ 矿层的条件下,冒落带和导水裂隙带均离地表有较大的距离,采空区对地表基本无影响。

### ④含水层的破坏及影响

未来采矿活动中,构造裂隙和人为的采矿裂隙可能会破坏含水层结构,沟通上下含水层,使含水层之间的水力联系更加密切;随着含水层疏干排水,地下水位也将大面积、大幅度下降,从而引起一些水环境恶化问题。但矿山闭坑后,这种影响将会慢慢减小,对区域水均衡基本无影响。矿区南部的晒旗河矿区坑道停抽后水位在几个月内便基本恢复到坑口。

### ⑤土地资源、土石环境影响

主要表现为对地形地貌与土地资源的影响破坏等。未来矿山生产活动会破坏地表部分植被,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,一般会堆于坑口附近缓坡地段,压占土地面积较小,不会对矿山环境构成较大影响。未来矿山开采,尾矿和废石用于充填,对土地资源、土石环境基本没有影响。

### ⑥水土污染

未来矿山开采中,仅有生活废水及井下生产废水排出地表。矿段内对坑道排水及钻孔岩石样做了水质分析和放射性检测,结果表明:坑道排水及矿渣无异常有害物质,采矿废水对地表水土环境的影响轻微,基本无污染;生活废水排放对地表水环境存在一定的污染,也是极小范围内的轻微污染,进行合理处理后即可排放。因此,矿山开采对水土环境的影响局限于矿山开采范围内<sup>[4]</sup>。

## 2.3 环境地质条件的复杂程度

影响环境质量的因素主要为:山体开裂与危岩潜在崩落、不稳定斜坡、采空区地面开裂与塌陷、含水层的破坏及影响、土地资源和土石环境影响、水土污染等。地表水、地下水水质较好。矿石和废石化学成分基本稳定,无其它环境地质隐患<sup>[5]</sup>。

综上所述,地质环境质量属中等。

## 3 结论和建议

### 3.1 结论

综上所述,矿床开采技术条件为Ⅱ-4型,即“以复合问题为主,开采技术条件中等的矿床”。

麻坪矿段勘探工作详细研究和查明地层层序、含磷地层层位、时代及厚度;研究矿区地质构造与矿体空间分布关系,阐明破坏矿体的断层性质和分布特征,并对规模较大、破坏矿层连续性的F1断层进行深部工程控制<sup>[6]</sup>。矿体勘查类型的划分合理、矿床勘查控制网度、勘查工程间距、勘探报告资源量估算方法适当。

综上所述,麻坪矿段勘查工作已达到勘探程度,可

以作为矿山项目建设和设计的依据。

### 3.2 存在问题及建议

本矿段南部和东部控制程度较低,可能存在未查明的矿区构造和水文地质、工程地质隐患,建议加强矿山地质工作。同时保证矿山大规模的开发和建设,建议在下步工作中增加一定的探矿工程以提高矿体的控制程度同时对矿区的构造进行控制。

### 参考文献

[1]周学琴,林锋,张洪,等.福泉小坝滑坡启动机理研究[J].地质灾害与环境保护,2015,26(04):5-11.

[2]蒋峰.老空区上露天采坑底部地表裂缝展布特

征研究[D].内蒙古科技大学,2023.DOI:10.27724/d.cnki.gnmkg.2023.000549.

[3]张良发,艾东.某矿区房屋与地面变形影响因素分析[J].资源环境与工程,2013,27(01):60-64.DOI:10.16536/j.cnki.issn.1671-1211.2013.01.011.

[4]何秀红,韩彬.矿山地质环境恢复治理工程设计[J].世界有色金属,2019,(12):207-208.

[5]陈勇刚.小南沟金矿暗立井凿井设施布置方案[J].建井技术,2009,30(05):35-38.DOI:10.19458/j.cnki.cn11-2456/td.2009.05.011.

[6]DZ/T 0209-2002,磷矿地质勘查规范[S].