

# 比拟法估算矿坑涌水量在硫铁矿开采技术条件中的运用

## ——以毕节市团结乡双明硫铁矿为例

张明选

贵州省地矿局区域地质调查研究院 贵州贵阳

**【摘要】**矿坑涌水量不仅是矿山开采的主要依据，还会给开采作业的成本、安全性及可靠性产生巨大影响。文章以毕节市双明硫铁矿为例，首先介绍了矿区情况，其次对开采技术条件进行了说明，内容主要涉及水文、工程和环境地质等方面，再次围绕如何运用比拟法对涌水量进行估算展开了讨论，最后以估算结果为依据，对本项目所具备经济性、可行性还有社会效益进行了评述，供相关人员参考。

**【关键词】**硫铁矿；矿坑涌水量；开采技术条件；比拟法

### Application of analogy method to estimate mine water inflow in technical conditions of pyrite mining —— Taking Shuangming Pyrite Mine in Tuanjie township, Bijie as an example

Mingxuan Zhang

regional Geological Survey Institute of Guizhou Geology and Mineral Resources Bureau Guizhou, Guiyang

**【Abstract】** Mine water inflow is not only the main basis for mining, mining operations will have a huge impact on the cost, safety and reliability. Taking Shuangming Pyrite Mine in Bijie as an example, the paper first introduces the situation of the mining area, and then explains the mining technical conditions, which mainly involve hydrology, engineering and environmental geology, etc., in the end, based on the estimation result, the economic, feasible and social benefits of the project are evaluated for the reference of the related personnel.

**【Keywords】** Pyrites; Mine Water Inflow; Mining Technical Conditions; Analogy method

引言：众所周知，作为矿山开采极为重要的一环，矿山防治水在降低矿山发生水害或其他安全事故方面，通常发挥着无法被替代的作用。要想使防治水工作价值得到实现，关键是要了解矿区开采条件，同时对矿坑涌水量进行估算，只有这样才能保证开采作业得到稳定且持续的开展，在给企业创造可观收入的前提下，为社会进步提供强大的动力支持。

#### 1 项目概况

##### 1.1 地理情况

现场地形坡度处于  $10^{\circ}$  ~  $40^{\circ}$  这一范围，碳酸岩区整体地形相对平缓，实测地形坡度处于  $10^{\circ}$  ~  $20^{\circ}$ ，局部存在陡崖，属于典型的溶蚀地貌。矿区总体地形走向为东南高、西北低，地形最高点位于马鞍山，高度在 1819m 左右，最低点则位于河沟头，高度约为 1175m，高度差最大能够达到 644m。

##### 1.2 气候情况

毕节市地处亚热带地区，为典型的季风湿润气候，全年多阴雨，平均湿度能够达到 84%。矿区西北侧处在雨源型溪沟，每年平水期、枯水期存在干涸可能，8月~10月的流量在 1.4L/s~3.0L/s 间，东南侧溪沟通常不会出现断流情况，可通过地下河入口渗入地下，并对地下水进行补充。

##### 1.3 矿层特点

矿区硫铁矿集中分布在 P<sub>3</sub>l，整体呈灰色，主要成分是粉砂岩、粘土岩。矿层底部厚度在 2m~8m 间，下部呈灰黄色，包含数层煤层，其中，有 2 层煤层含硫铁矿，中部可采层厚度约为 45m，上部厚度在 40m 左右，包含细砂岩及粉砂岩。

#### 2 硫铁矿开采技术条件

##### 2.1 水文地质

###### (1) 地表水

现场地表水以雨源型溪沟为主，各季节流量变化幅度较大，枯季易出现流量减少、干涸等现象。

## (2) 地下水

### ① 补给

大气降水不仅是地下水的补给来源，同时还会给矿井水总量产生影响。研究表明，矿坑涌水量会随着大气降水量的变化而发生变化，除特殊情况外，雨季涌水量均明显大于枯季涌水量，这是因为大气降水可通过地面裂缝或塌陷渗入矿井，进而使实际涌水量发生变化<sup>[1]</sup>。

### ② 径流

碳酸盐岩层所含地下水径流多为管道流，另外，还存在一定量的脉流。碎屑岩层所含地下水径流为隙流。受河流、地形等因素影响，各处地下水流向均有所不同，该区域地下水流向为北东—南西。

### ③ 排泄

碎屑岩层地下水多以泉水形式排泄于附近地凹处，碳酸盐岩层地下水则以暗河、岩溶大泉等形式排泄于河谷地带。矿区侵蚀基准面最低点高度为905m。

## (3) 水文地质综述

硫铁矿所在区域为补给径流区，矿体在侵蚀基准面以上，地下水通过大气降水、基岩裂隙水得到补充，排水条件良好。结合勘探规范所制定标准，可将矿床划入第二类的第三型，属于具备中等水文地质的充水矿床<sup>[2]</sup>。

## 2.2 工程地质

相关人员分别对 ZK301/501 的工程地质进行了勘探，并通过钻孔的方式，获取了 11 份岩石样品，以样品所含物质、组合关系以及地质特性为依据，将矿区内岩组划分成松散/软质/半坚硬/坚硬四类。其中，松散岩组多分布在斜坡、冲沟和山间台地，主要成分是第四系粘土，另外，还包含少量碎石，具有压缩性始终、结构松散的特点，在工程地质方面的表现并不理想<sup>[2]</sup>。软质岩组集中在 P<sub>3</sub>l，主要由煤、粘土岩和粉砂岩组成，整体力学强度偏低，长期暴露在空气中较易出现风化情况。半坚硬岩组同样分布在 P<sub>3</sub>l，工程地质与软质岩组基本相同。坚硬岩组在 P<sub>2</sub>m 较为常见，主要成分是灰岩、燧石灰岩，具有强度均一、不容易风化等特点，平均抗压强度可达 35Mpa 及以上。

## 2.3 环境地质

### (1) 稳定性

矿区地震动峰值对应加速度在 0.05g 左右，地震烈度是Ⅵ度，在过去数年间，矿区内、周围区域均未发生明显的强震，这表示该区域具有良好的稳定性。

### (2) 地质环境

矿区内尚未发现存在泥石流、滑坡或崩塌等地质灾害，P<sub>3</sub>ch 陡崖的高度处于 20m~50m 间，山脚处有多年前崩塌所形成堆积物，开采期间有一定概率出现地质灾害。

现场以冲沟作为主要排泄途径，通常不会给地下水造成严重污染。考虑到碎屑岩组、灰岩接触带存在硫铁矿，相关人员决定对沿线区域进行勘探，调查结果表明采洞内有大量土黄色水流出，导致径流区受到污染。另外，开采期间，矿井地下水会经由导水裂隙到达矿井内，与此同时，溪沟水也会通过地面裂缝或塌陷渗入矿井，上述因素均会在不同程度上影响矿床充水，进而造成泉水流量减少甚至干涸的问题<sup>[3]</sup>。

### (3) 开采硫铁矿可能产生的影响

浅埋区冒落裂隙到达地表后，地面将有一定概率出现沉降或塌陷的问题，同时崩塌、滑坡等事故的发生率也会有所增加。若煤层开采到达 P<sub>3</sub>ch 陡崖，将造成采空区塌陷，进而使陡崖整体稳定性受到影响。相关人员计划在矿区内增设一个污水处理池，在非正常排放工况下，矿井废水会给地表水环境产生较大影响，应加大对生产废水进行治理的力度，保证经过处理的废水达到排放标准。另外，考虑到硫铁矿为典型煤岩矿床，开采期间将穿过两层可采煤层，由于抽排废气的瓦斯浓度较高，直接排放会增加温室效应严重程度。日后对矿山进行建设期间，应根据上文所提及环境地质、灾害地质，设立相应的环保部门，通过预防与治理相结合的方式，将采矿作业给环境造成影响降至最低。

## 2.4 勘探小结

相关人员以行业规定、设计方案所提出要求为依据，矿区水文、工程和环境地质条件进行了勘探，指出通过比拟法所计算涌水量具有实际意义，可供日后开采作业参考。现场煤尘不具备爆炸性，开采煤层性质与瓦斯相近，具有一定的危险性。如果开采区域靠近采空区，则要采取“先探后采”“先探后掘”等工作方法，以免采空区出现突水情况，给

现场人员安全造成威胁。煤层的瓦斯浓度偏高，扩大开采范围或加深开采深度，均会使瓦斯聚集强度有所增加，若现场存在通风不畅的情况，将有较大概率引起爆炸，要想避免类似问题发生，关键是要加大瓦斯监测力度，同时根据现场情况进行合理通风。以矿区附近居民数量、分布情况为依据，酌情采取避让、设置保护矿柱等安全措施。密切关注地面情况，以便于在地面出现变形或其他异常时，及时做出反应。将收集地质、水文资料的工作交由专人负责，对开采期间所使用资料进行汇总，供其他人员参考。

### 3 比拟法的运用

矿坑涌水量指的是矿山开采期间，外界涌入矿坑的总水量。作为水文地质勘探相关工作的关键环节，业内人士往往会根据矿坑涌水量对矿区地质条件进行判断，并在此基础上完成编写开采方案、设计排水系统等工作<sup>[4]</sup>。由此可见，掌握可快速、准确估算涌水量的方法，对矿山开采作业具有极为重要的意义。

#### 3.1 估算层位

硫铁矿位于矿区 P<sub>3</sub>l 地层，鉴于此，相关人员决定将 P<sub>3</sub>l 定为本次估算涌水量的估算层位。

#### 3.2 估算范围

结合矿区地下水分布情况、充水类型可知，P<sub>3</sub>l 即为预留矿区的全部范围。

#### 3.3 估算方法

该矿区内矿井均为生产矿井，于 2010 年全部停

产，此前矿区内开采面积已形成一定规模。为保证估算结果准确且具有实际意义，矿区管理则提供了以往该矿区的抽水/排水文件。相关人员决定以观测所掌握资料为依据，通过比拟法对用水最大量、正常量进行估算，用来为日后工作的开展提供理论依据。

#### 3.4 估算公式

$$Q_{大} = Q_{最大} (F_{矿} / F_{生产})^{1/2} \times (S_{矿} / S_{生产})^{1/2}$$

$$Q_{正} = Q_{正常} (F_{矿} / F_{生产})^{1/2} \times (S_{矿} / S_{生产})^{1/2}$$

在上述公式中，Q<sub>大</sub>代表矿井涌水量最大值，Q<sub>正</sub>代表矿井涌水量正常值，单位是 m<sup>3</sup>/d。Q<sub>最大</sub>代表坑道涌水量最大值，Q<sub>生产</sub>代表坑道涌水量正常值，单位是 m<sup>3</sup>/d。F<sub>矿</sub>代表先期开采面积，F<sub>生产</sub>代表当前开采面积，单位是 m<sup>2</sup>。S<sub>矿</sub>代表先期开采水位下降情况，S<sub>生产</sub>代表水位实际下降情况，单位是 m。

#### 3.5 估算参数

##### (1) S<sub>矿</sub>

以矿区各钻孔在静止状态下的水位标高为依据，对平均标高进行计算，平均值和 FeS 底板最低标高的差值，即为 S<sub>矿</sub>。在本项目中，该参数的取值是 244m。

##### (2) S<sub>生产</sub>

对静止状态下钻孔水位平均标高、采空区域开采最低标高进行减法计算，便可得到估算涌水量所需 S<sub>生产</sub>的具体数值，如表 1 所示。

表 1 S<sub>矿</sub>、S<sub>生产</sub>计算结果 (单位: m)

坑道编号	水位静止标高	水位平均标高	开采最低标高	坑道开采标高	S <sub>矿</sub>	S <sub>生产</sub>
301	1419					
501	1469	1444	1200	1385	244	0.03

##### (3) F<sub>矿</sub>

以比例尺为 1:5000 的储量图为依据，通过量取的方式确定 F<sub>矿</sub>取值，结果为 0.47 平方公里。

##### (4) F<sub>生产</sub>

以比例尺为 1:5000 的水文地质图为依据，对坑道实际面积进行量取，最终结果为 0.03 平方公里。

##### (5) Q<sub>最大</sub>/Q<sub>生产</sub>

由矿方所提供矿区资料可知，正常工况下，矿井流量在 157m<sup>3</sup>/d 左右，流量最大能够达到 475m<sup>3</sup>/d。

#### 3.6 估算结果

在确定估算所需各项参数后，依次将参数代入估算涌水量的公式中，便可得到矿井顶板涌水量的最大值与正常值，其中，Q<sub>大</sub>的取值为 3915m<sup>3</sup>/d，而 Q<sub>正</sub>的取值为 1244m<sup>3</sup>/d。其他数值见表 2。

#### 3.7 结果评述

首先，估算所得涌水量数值不包括地表水渗入采空区冒落裂隙所形成来水量，老窖实际突水量。其次，代入估算公式的实际涌水量，静止状态下水位平均标高，具体降深，矿井开采具体面积等参数，

均由专业人员实地测量所得，具有极强的代表性，能够保证估算所得结果具备理想可信度。最后，估算参数具备代表性及可信度，按照上述公式及参数

对各类矿井涌水量进行估算所得结果，通常具有符合行业要求的精度，可为日后开采作业的展开提供参考。

表 2 矿水涌水量估算结果

涌水量类型	估算参数						估算结果	
	Q <sub>大</sub>	Q <sub>正</sub>	S <sub>矿</sub>	S <sub>生产</sub>	F <sub>矿</sub>	F <sub>生产</sub>	Q <sub>大</sub>	Q <sub>正</sub>
Q <sub>大</sub>	-	157	244	59	0.47	0.29	-	1244
Q <sub>正</sub>	475	-	244	59	0.47	0.29	3915	-

## 4 项目评价

### 4.1 经济性

矿区生产规模为 9 万 t/年，硫铁矿的市场价格约为 360 元/t，矿山剩余服务年限为 13 年。开发、销售硫铁矿可为企业创造 44847 万元的收入，每年收入约为 3449 万元。对项目开发所需支付的工资、材料费、设备维修及折旧费进行综合考虑，矿区的生产成本在 11478 万元左右。根据以上数据进行计算可知，税后该矿区的总利润能够达到 24362 万元，平均每年在 1874 万元左右。综上，按照每年 9 万吨的速度开采硫铁矿，只需 6 年便能够收回所投入成本，项目前景良好。

### 4.2 可行性

相关人员对硫铁矿开采可行性进行了研究，指出矿山具备较为理想的经济性，正式投产后，可为企业带来 44847 万元左右的收入，税前利润总额达 36687 万元，税后利润也能够达到 24363 万元左右，平均每年净收入为 1874 万元。

### 4.3 社会效益

要想维持硫铁矿的正生产及运营，共需投入 130 名生产、管理人员。矿区管理层计划在当地进行招聘，在带动周边产业发展的同时，为当地居民提供更多的工作岗位。由此可见，该项目能够在一定程度上给当地就业带来正面影响。另外，随着项目正式投运，周边产业将呈现出更加迅猛的发展势头，随着政府、居民收入得到提高，当地经济也将迈入全新发展阶段，本项目的社会效益有目共睹。

结论：本次工作对矿区所含矿石类型、数量和分布情况进行了明确，以硫铁矿为研究对象，在对开采技术条件进行说明的基础上，结合前期调研所掌握数据，对矿坑涌水量进行了估算，指出开采硫铁矿具备理想的可行性与经济性，未来应将工作重

心放在控制开采作业给环境所造成影响上，确保硫铁矿价值得到最大程度实现。事实证明，上文对涌水量进行估算所得结论符合行业要求，未来可对该方法进行大范围推广。

## 参考文献

- [1] 胡殿坤,姚庆健,莫福成,等.基于 Aquifertest 软件计算灰岩矿区水文地质参数及矿坑涌水量预测[J].西部探矿工程,2022,34(01):123-126.
- [2] 胡雅琴,任红蕾.利用数值法和解析法对祁南煤矿矿坑涌水量进行预测分析[J].地下水,2021,43(05):9-11+49.
- [3] 魏新力,孙卓恒,杨冬铭,等.山东汶上东平地区李官集铁矿床水文地质特征及矿坑涌水量预测[J].中国锰业,2021,39(03):34-37.
- [4] 秦磊,谭康雨,岳鹏军,等.南非西格里夸兰盆地某铁锰矿水文地质条件及矿坑涌水量预测[J].矿产勘探,2021,12(01):174-180.

收稿日期：2022 年 3 月 9 日

出刊日期：2022 年 6 月 15 日

引用本文：张明选，比拟法估算矿坑涌水量在硫铁矿开采技术条件中的运用—以毕节市团结乡双明硫铁矿为例[J]. 科学发展研究, 2022, 2(1):61-64  
DOI: 10.12208/j.sdr.20220015

检索信息：中国知网（CNKI Scholar）、万方数据（WANFANG DATA）、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明：©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS