

# 水文地质勘查在金属矿产勘查中的有效应用

刘小夕 边文英

河北省地质矿产勘查开发局国土资源勘查中心(河北省矿山和地质灾害应急救援中心) 河北 石家庄 050081

**摘要:** 本文探讨水文地质勘查在金属矿产勘查中的有效应用。阐述了水文地质勘查的基本概念与方法,包括测绘、物探、钻探、试验、观测及实验室分析等。分析了水文地质条件对金属矿产形成、分布及开采的影响。详细论述了其在金属矿产勘查中的具体应用,如确定矿床位置和规模、评估开采条件、指导选矿冶炼及预测环境问题等。强调通过合理运用水文地质勘查,能为金属矿产勘查与开发提供科学依据,提高工作效率和安全性,促进资源的可持续利用。

**关键词:** 水文地质勘查; 金属矿产; 勘查技术; 应用

## 引言

随着经济的快速发展,金属矿产资源的需求日益增长。而水文地质勘查在金属矿产勘查中具有关键作用。水文地质条件与金属矿产的形成、分布及开采紧密相关,准确掌握水文地质情况对于提高金属矿产勘查的成功率至关重要。

### 1 水文地质勘查的基本概念与方法

#### 1.1 水文地质勘查的基本概念

水文地质勘查,又被称为“水文地质勘测”,是一项至关重要的地质调查研究工作,其核心目标在于全面查明一个地区的水文地质条件。通过深入的勘查与分析,旨在精准掌握地下水和地表水的成因、分布规律以及运动模式。(1)地下水和地表水作为地球上重要的水资源,其形成过程受到多种地质因素的影响。如地下水的形成可能与大气降水的入渗、河流的渗漏、含水层的储存等因素密切相关。而地表水的分布则受到地形地貌、气候条件、河流流域等因素的制约。了解这些水资源的成因,有助于我们更好地规划和管理水资源,实现水资源的优化配置。(2)掌握地下水和地表水的分布规律,对于水资源的开发利用至关重要。不同地区的水文地质条件差异较大,地下水和地表水的分布也各不相同。通过水文地质勘查,可以确定水资源的丰富区域和匮乏区域,为水资源的合理分配提供依据。(3)地下水和地表水的运动规律也是水文地质勘查的重要内容。地下水的运动主要受到地质构造、含水层的渗透性、水力梯度等因素的影响。地表水的运动则主要受到地形地貌、河流流量、气候条件等因素的制约。掌握这些水资源的运动规律,可以为水资源的保护和管理提供科学依据。比如,了解了地下水的运动规律,就可以合理规划地下水的开采,避免过度开采导致地下水位下降、地面

沉降等问题。

#### 1.2 水文地质勘查的主要方法

##### 1.2.1 水文地质测绘

水文地质测绘主要是对地下水和与其有关的各种地质现象进行实地观测和填图工作。在这个过程中,首先需要收集有关的资料,包括地质图、地形图、气象资料、水文资料等。这些资料为后续的实地调查提供了重要的基础。布置观测点和观测线是水文地质测绘的关键步骤。观测点的布置要根据研究区域的地质条件、地形地貌、水文地质特征等因素进行合理规划。观测线的布置则要考虑地下水的流向、含水层的分布等因素。经过现场勘查,能够准确评估井、泉等地下水出露点的流量与水质,并探究其生成环境。水文地质图的绘制旨在揭示地下水的生成、分布状况、赋存条件以及岩土层的含水量。对这些要素进行详细分析,有助于发现地下水资源丰富的区域,为后续的勘查和实验提供理想的场地选择<sup>[1]</sup>。

##### 1.2.2 地球物理勘探

地球物理勘探技术广泛应用于地下水的探测,以确定含水层的具体位置、划分咸淡水界限等任务。在水文地质调查领域,地面物探技术如电测深技术、电剖面技术、自然电场技术、浅层地震法、 $\alpha$ -径迹法等。这些方法通过测量地球物理场的变化,来推断地下水资源的分布情况。电测深法是通过测量不同深度的电阻率变化,来确定含水层的深度和厚度。电剖面法则是通过测量沿一定方向的电阻率变化,来推断地下水资源的横向分布情况。自然电场法是利用地下水中的离子运动产生的自然电场,来确定地下水的流向和流速。浅层地震法是通过测量地震波在地下的传播速度,来推断地下地质构造和含水层的分布情况。 $\alpha$ -径迹法是利用放射性元素在地下水中的衰变产生的 $\alpha$ 粒子,来确定地下水的流动路径。常

用的钻井地球物理方法有电测井法、放射性测井法等。电测井法是通过测量钻井内不同深度的电阻率、自然电位、声波速度等参数，来推断含水层的位置和性质。放射性测井法是通过测量钻井内放射性元素的含量，来确定地下水的含盐度和矿化度。

### 1.2.3 水文地质钻探

水文地质钻探是确定含水层位置与分布的重要方法。其目的是查明地下水的存在条件。在钻探过程中，所获岩心要进行详细编录，记录岩石的类型、结构、构造、颜色等特征，以及岩石的含水性、渗透性等水文地质参数。同时利用钻孔进行抽水试验或其他水文地质试验。水文地质钻探要求有较大的孔径，以便于安装抽水设备和进行水文地质试验。并且要用清水钻进，避免使用泥浆等钻井液，否则利用钻孔求得的水文地质参数可能失真。因为泥浆等钻井液可能会堵塞岩石的孔隙和裂隙，影响地下水的流动和水文地质参数的测量。

### 1.2.4 水文地质试验

水文地质试验包括抽水试验、压水试验、注水试验和弥散试验等。其中，最常用的是抽水试验。抽水试验的目的是取得各种参数，为地下水资源评价或矿山涌水量计算等提供基础资料。在抽水试验中，通过在钻孔中安装抽水设备，抽取地下水，测量抽水过程中的水位变化、流量变化等参数。根据这些参数，可以计算出含水层的渗透系数、导水系数、储水系数等水文地质参数。压水试验是通过在钻孔中施加一定的压力，测量水在岩石中的渗透速度，来确定岩石的渗透性。注水试验则是通过向钻孔中注入一定量的水，测量水位上升的速度，来确定含水层的储水系数。弥散试验是通过在钻孔中注入一定量的示踪剂，测量示踪剂在地下水中的扩散速度，来确定地下水的弥散系数。

### 1.2.5 地下水动态观测

在布置钻探和水文地质试验时，保留一部分钻孔用来进行长期观测。定期测定地下水的水位、水质和水温，以便为以后的地下水资源评价或其他水文地质计算提供基础资料。地下水的水位变化反映了地下水的补给、排泄和储存情况。水质变化则反映了地下水的污染情况和水化学特征的变化。水温变化则反映了地下水的状态和地下水流速的变化。通过长期观测，可以了解地下水的动态变化规律，为地下水资源的管理和保护提供科学依据<sup>[2]</sup>。

### 1.2.6 实验室分析

选取水样、岩样或土样进行实验室的水质分析、粒度分析、孢粉或微体古生物分析、同位素年龄测定等。

水质分析可以确定地下水的化学成分、矿化度、硬度等参数，为评价地下水的质量和用途提供依据。粒度分析可以确定岩石和土壤的颗粒大小分布，为推断地下水的渗透性能和含水层的性质提供依据。孢粉或微体古生物分析可以确定地层的年代和古环境，为研究地下水的形成和演化提供依据。同位素年龄测定可以确定地下水的年龄，为研究地下水的循环和更新速度提供依据。

## 2 水文地质条件对金属矿产的影响

### 2.1 对金属矿产形成的影响

水文地质条件在金属矿产的形成过程中起着重要的作用。地下水的运动和化学成分可以影响金属元素的迁移、富集和沉淀，从而形成金属矿床。如在一些热液矿床中，热水溶液中的金属元素在地下水的运移过程中，遇到合适的地质条件，如断裂、褶皱等构造，以及有利的岩石层位，便会沉淀下来，形成金属矿床。

### 2.2 对金属矿产分布的影响

地下水的流动方向、流速和水位等因素会影响金属矿产的分布。一般来说，金属矿产往往分布在地下水活动较为频繁的地区，因为地下水的运动可以带来金属元素，使其在一定的区域内富集。此外，地下水的化学成分也会影响金属矿产的分布，某些金属元素在特定的水质条件下更容易沉淀和富集。

### 2.3 对金属矿产开采的影响

水文地质条件对金属矿产的开采具有重要的影响。一方面，地下水的存在会增加矿山的涌水量，给开采工作带来困难，甚至可能引发透水事故，危及矿工的生命安全。另一方面，地下水的化学成分可能对金属矿石产生腐蚀作用，降低矿石的品位和质量。因此，在金属矿产开采前，必须对矿区的水文地质条件进行详细的勘查和分析，制定合理的开采方案和防治水措施。

## 3 水文地质勘查在金属矿产勘查中的具体应用

### 3.1 确定金属矿床的位置和规模

(1) 依据地下水分布推测：地下水的运动和分布与地质构造密切相关，一些金属矿床的形成与地下水的运移、沉淀作用有关。例如，在某些断裂带、褶皱构造等区域，地下水的流动可能携带了金属元素，并在适宜的地质环境下沉淀、富集，形成金属矿床。通过对地下水的分布和运动规律的研究，可以推断这些可能存在金属矿床的区域。(2) 利用地下水信息判断矿床延伸：地下水的流动方向、流速等信息可以为确定金属矿床的延伸方向和范围提供线索。金属矿床在形成过程中，可能会受到地下水的影响而呈现出一定的方向性和分布规律。通过对地下水的监测和分析，可以了解地下水的流向和

流速变化,进而推断金属矿床的延伸方向和范围,为进一步的勘查工作提供指导。

### 3.2 评估金属矿山的开采条件

(1) 水位与开采方案制定: 矿区地下水的水位对金属矿山的开采具有重要影响。如果地下水位较高,在开采过程中可能会出现涌水、透水等问题,严重威胁矿山的安全生产。通过水文地质勘查,准确测定地下水的水位,可以为制定合理的开采方案提供依据。比如对于地下水位较高的矿区,可以采用疏干排水的方法降低地下水位,确保矿山的安全开采;对于地下水位较低的矿区,则可以根据实际情况选择合适的开采方式。(2) 水质与防治水措施: 地下水的水质对金属矿山的开采也有重要影响。一些矿区的地下水可能含有酸性物质、重金属等有害物质,这些物质会对矿山设备、矿石品质等产生不良影响。通过对地下水水质的分析,可以了解水中有害物质的成分和含量,为制定相应的防治水措施提供依据。(3) 涌水量与排水系统设计: 准确预测矿区的涌水量是评估金属矿山开采条件的重要内容。通过水文地质勘查,采用抽水试验、数值模拟等方法,可以预测矿区在不同开采阶段的涌水量,为设计合理的排水系统提供依据。比如根据预测的涌水量,选择合适的排水设备、确定排水管道的直径和布局等,确保矿山能够及时排出地下水,保证生产的顺利进行<sup>[3]</sup>。

### 3.3 指导金属矿山的选矿和冶炼

(1) 地下水化学成分的影响: 某些金属矿石在含有特定化学成分的地下水中浸泡后,其物理和化学性质可能会发生变化,从而影响选矿和冶炼的难度和效果。如一些金属矿石在酸性地下水中浸泡后,可能会更容易被破碎和分选;而一些金属矿石在碱性地下水中浸泡后,可能会发生化学反应,改变其矿石结构和成分,提高选矿和冶炼的效率。因此,通过对矿区地下水化学成分的分析,可以为选择合适的选矿和冶炼方法提供指导。

(2) 水的酸碱度的作用: 地下水的酸碱度对金属矿石的

选矿和冶炼也有重要影响。不同的金属矿石在不同酸碱度的环境下,其反应活性和溶解性能会有所不同。比如对于一些易溶于酸性溶液的金属矿石,可以利用酸性地下水进行预处理,提高其选矿和冶炼的效率;而对于一些对酸碱度敏感的金属矿石,则需要控制地下水的酸碱度,避免对矿石品质产生不良影响。

### 3.4 预测金属矿山开采过程中的环境问题

(1) 地下水污染预测: 金属矿山开采过程中,可能会产生大量的废渣、废水等废弃物,如果这些废弃物未经处理直接排放,可能会对地下水造成污染。通过水文地质勘查,建立地下水污染模型,预测废弃物排放对地下水的影响范围和程度,可以为制定相应的污染防治措施提供依据。(2) 地表塌陷预测: 金属矿山开采过程中,地下采空区的形成可能会导致地表塌陷等地质灾害。地下水的流动和变化会对采空区的稳定性产生影响,加速地表塌陷的发生。通过水文地质勘查,监测地下水的水位变化、水流速度等参数,可以预测地表塌陷的可能性和发生位置,为采取相应的防治措施提供依据。

结束语: 水文地质勘查在金属矿产勘查中不可或缺。通过多种勘查方法掌握水文地质条件,能有效确定金属矿床位置和规模、评估开采条件、指导选矿冶炼以及预测环境问题。在金属矿产勘查与开发过程中,应充分重视水文地质勘查工作,综合运用各种方法和技术,为金属矿产资源的合理开发利用提供有力保障,推动矿业可持续发展,同时保护好生态环境。

### 参考文献

- [1]谢天,胡颖.水文地质勘查在金属矿产勘查中的有效应用[J].世界有色金属,2022(3):100-102.
- [2]孙宇佳.水文地质勘查在金属矿产勘查中的有效应用[J].地质研究与环境保护,2022,1(1).
- [3]何宏奎,陈庆.金属矿产勘查中地质找矿技术运用分析[J].世界有色金属,2024(9):100-102.DOI:10.3969/j.issn.1002-5065.2024.09.034.