

浅析甘肃省白银矿田的水文地质特征及矿床开采技术条件

马玉文

甘肃省有色金属地质勘查局白银矿产勘查院 白银 730900

摘要:通过对白银矿田的水文技术条件进行研究,发现白银矿田的水文地质特征主要表现在区内的地形地貌及地表水、水文气象、地下水三个方面;根据当地环境和资源存储,对其开采条件进行分析,从矿山矿床所在位置工程地质条件对勘查技术条件的影响分析,地表水与地下水及含水层之间的水力联系,矿坑的涌水量预测,矿床充水因素四个方面进行阐述。

关键词:白银矿田;水文地质特征;开采条件

Analysis of hydrogeological characteristics and mineral mining technical conditions of Baiyin orefield in Gansu Province

Yuwen Ma

Gansu Nonferrous Metals Geological Exploration Bureau Baiyin Mineral Exploration Institute Baiyin 730900

Abstract: Through the study of the hydrologic technical conditions of the Baiyin ore field, it is found that the hydrogeological characteristics of the Baiyin ore field are mainly manifested in three aspects: topography, surface water, hydrometeorology, and groundwater. According to the local environment and resource storage, the mining conditions are analyzed, and the influence analysis of the engineering geological conditions on the exploration technical conditions of the location of the mine deposit. The hydraulic connection between surface water and groundwater and aquifer, the water inflow prediction of the mine pit, and the water filling factors of the deposit are expounded.

Keywords: Baiyin orefield, hydrogeological characteristics, mining conditions

1、概述

白银市白银区位于东经 $103^{\circ} 53' 24''$ 至 $104^{\circ} 24' 55''$ 、北纬 $36^{\circ} 14' 38''$ 至 $36^{\circ} 47' 29''$,黄河上游中段,甘肃省中部,是白银市的政治、经济、文化中心,也是我国重要的有色金属基地和甘肃省重要的能源化工基地,以“铜城”闻名遐迩。距离省会兰州(经兰白高速)69千米。域内矿产资源丰富,其中最著名的白银矿田位于白银区以东11千米处,包括折腰山矿床(大型)、火焰山矿床(中型)、小铁山矿床(中型)、新发现的四方山矿床(中型)及铜厂沟矿床、四个圈矿床(小型)。从20世纪50年代至2008年折腰山矿床(露天矿)、火焰山矿床、小铁山矿床陆续闭坑,其采出的矿产资源为国家的经济建设和甘肃省的发展做出了重要贡献。

2、白银矿田的水文地质特征

2.1 地形地貌及地表水

白银矿田属构造剥蚀的低中山地貌,总体呈北高南低,地面风化强烈,基岩大部出露,比差虽小但坡陡光滑,冲沟发育,沟系开阔,宽达20m以上者较多,沟谷大多为“V”字型沟,沟内多为季节性水流,其坡度均大于3.6%,有利于地表水流泻。区内沟谷与白银厂沟交汇处的标高为1800m,因此可把矿田最低侵蚀基准面定为1800m。区内第四纪冲积层发育,在河床地区、山侧及山脊覆盖有第四纪风成黄土,区内属火山岩岩层,小的构造裂隙发育,大多存在有泥钙质充填物。

白银矿田位于半干旱水文地质分区,地处内陆干旱地带,属大陆性气候,气候干燥,四季气候变化剧烈,昼夜温差很大,降水少而蒸发多,年平均降水量202.2mm,年平均蒸发量2084.2mm,蒸发量为降水量的十倍,潮湿系数0.10,湿度不足,故形成不了地表水体,除白银厂沟排泄工业民用废水外,区内没有常年地表流水,有冲沟,是黄河二级支流,为雨季排泄洪水的通道,

降水集中在七、八、九三个月，占全年降水三分之二以上，常有暴雨，易发洪水，洪水来势迅猛，持续时间一、二小时，常常造成威胁，洪水流量的70%呈地表径流流失，其余部分入渗和蒸发。

2.2 水文气象条件

白银市地处内陆腹地，属北温带干旱、半干旱大陆性气候。气候特征以日照充足，多风少雨，昼夜温差大，降水量小而蒸发量大为主。年降水量在176~498mm之间，大部分降雨集中于夏、秋两季，约占全年的85%，并以6~9月为主。根据白银地区近30年的气象资料，该区年平均气温7.8~10.4℃，结冰期为11月至翌年3月，极端最高气温39.5℃，极端最低气温-25.1℃，年平均降水量197mm，年平均蒸发量1948mm，月最大降水量219.4mm，日最大降水量71.8mm，标准冻土深度106cm，年平均湿度51%，最大积雪11cm，无霜期192天。

区域地下水主要属大气降水成因，受大气降水及间歇性洪流渗透补给，由于矿田地形坡陡沟深，地面植被少，仅局部岩石上有覆盖层，使雨水易于流泄不利于渗透，区内大的构造断裂对地下水循环影响不大，未发现大的充水现象。

2.3 地下水

白银市地下水类型根据地形地貌可分为黄河谷地潜水、丘陵区沟谷潜水和基岩裂隙水。地下水的存储、补给、排泄受地形地貌、气候及地质构造的控制，主要补给来源为山区的降水和洪水的渗入。降水和雨洪水渗入补给形成地下水，以盆地、河（沟）谷为汇水中心，最终泄入黄河（或域外）的排泄系统。

白银矿田内包含三个含水层：第四系冲、洪积松散岩孔隙弱含水岩组；碎屑岩类风化裂隙、孔隙弱含水岩组和变质岩类裂隙弱含水岩组。

第四系冲、洪积层为砂、次生黄土、碎石、砾石、粗—细砂等组成，充填物为粘土矿物，少量为钙质、铁质。具明显的沉积韵律，分选性较差，磨圆度中等到一般，结构松散，孔隙度一般在25~30%，含孔隙潜水，厚约6~18m，水位埋深5.4~8.8m，单位涌水量介于0.03~0.05L/s.m，水化学类型属 $\text{SO}_4^{2-}\cdot\text{Cl}^--\text{Na}^+\cdot\text{Mg}^{2+}$ 型水，矿化度4~10g/L，为咸水，流向因地形而异，由北向南径流排泄，该含水层直接由大气降水补给，属弱富水性岩组，对矿床充水无影响。

碎屑岩类裂隙孔隙含水岩组主要有中、细粒流纹英安凝灰岩和石英角斑凝灰岩（ $\text{M}\pi_3-\text{M}\pi_5$ ），厚度一般20~50m，地下水埋深10~50m，水化学类型属 $\text{SO}_4^{2-}\cdot\text{Cl}^-$ -

$\text{Na}^+\cdot\text{Mg}^{2+}$ 型水，矿化度5~20g/L，为盐水；块状破碎铁帽及矽化贫铁帽（GT）沉积岩，厚约50m左右，地下水一般埋深在20~50m，水化学类型属 $\text{SO}_4^{2-}\cdot\text{Cl}^--\text{Na}^+\cdot\text{Mg}^{2+}$ 型水，矿化度10~20g/L，为盐水，铜离子含量400~10mg/L，具有腐蚀性和侵蚀性；变质辉绿岩，地下水一般埋深在40~50m，水化学类型属 $\text{SO}_4^{2-}\cdot\text{Cl}^--\text{Na}^+\cdot\text{Mg}^{2+}$ 型水，矿化度在5~10g/L，为咸水，主要由大气降水以及上覆的第四系松散岩类孔隙潜水补给，最终以泉和地下径流的形式向外阶地前缘和黄河排泄，地下水径流条件差，富水性弱。

变质岩类裂隙含水岩组主要有泥盆系砂质、碳质、绢云母化千枚岩，厚约5~76m，地下水一般埋深20~50m，水化学类型属 $\text{SO}_4^{2-}\cdot\text{Cl}^--\text{Na}^+\cdot\text{Mg}^{2+}$ 型水，矿化度5~20g/L，为盐水，具有腐蚀性和侵蚀性。以及钙质绿泥石片岩及绢云化片岩，厚度约50m以上，地下水一般埋深30~50m。主要由大气降水以及上覆的第四系松散岩类孔隙潜水补给，最终以泉和地下径流的形式向外阶地前缘和黄河排泄，地下水径流条件差，弱含裂隙潜水。

3、白银矿田的开采技术条件

3.1 矿床工程地质条件对勘查技术条件的影响分析

白银矿田处于北祁连山褶皱带东段，是一个早古生代火山弧—海沟体系的残体，属白银火山弧残体的组成部分之一。其岩性为典型的细碧岩—角斑岩—石英角斑岩夹碎屑岩建造，矿区内的矿体绝大多数分布在该建造中。

折腰山铜矿床是赋存在坚硬、半坚硬的变质海相火山岩中。岩石一般完整—较完整，裂隙以构造裂隙为主，裂隙一般闭合，张开度都小于2mm，并有石英脉充填。矿石岩体质量系数均在2.72以上，最高可达33.55，岩体质量等级为特好；仅镶嵌结构的矿石岩体质量系数为1.93，岩体质量等级属一般；矿体围岩的岩体质量系数大多数在0.51以上，岩体质量等级属一般；个别地段受断裂影响，裂隙较发育，岩石稳定性差。

小铁山矿床矿体围岩由石英角斑凝灰岩、石英角斑岩、薄层千枚岩和绿泥石片岩组成，并穿插有少量花岗岩脉。围岩蚀变的强度不一致，当绢云母化、绿泥石化发育时，岩性松软，硅化发育时，岩性坚硬。矿体下盘一般为石英角斑凝灰岩，绢云母化强烈，硅化中等，片理发育，岩性较软，岩石抗压强度及坚固性系数小，故稳定性较差；矿体上盘一般为硅质千枚岩、绿泥石岩、凝灰质千枚岩、石英角斑岩，其绢云母化中等，硅化、绿泥石化强烈，片理不发育，岩石抗压强度及坚固性系数较大，故稳定性较高。

3.2 地表水与地下水及各含水层之间的水力联系

地表水与地下水及各含水层之间的水力联系主要包括两方面内容，即各含水层之间的水力联系和地表水与地下水之间的水力联系。各含水层之间的水力联系，主要表现在第四系冲、洪积松散岩孔隙弱含水岩组；碎屑岩类风化裂隙、孔隙弱含水岩组和变质岩类裂隙弱含水岩组之间容易发生水力联系，根据矿山水文地质资料显示，含矿层（石英角斑凝灰岩）的含水层与地下水的水力联系较弱，甚至彼此之间没有水力联系。地表水与地下水之间的水力联系，白银矿田区域上位于内陆干旱半干旱地带，区内没有常年地表流水，地下水也主要以大气降水及间歇性洪流渗透补给为主，因此地表水与地下水只存在微弱的水力联系。

3.3 矿坑涌水量预测

根据白银矿田的水文地质构造和水文地质特征及白银矿田多年的实际排水资料分析，可以通过比拟法预测矿山的涌水量。比拟法计算公式如下：

$$Q_{\text{降}} = FW/t$$

式中，（ $Q_{\text{降}}$ ：代表直接降落在矿山上的降水量 m^3/d ； F ：矿山的总占地面积 m^2 ； W ：降水量； t ：代表时间，全年356d、每月30d）。开采面积：各个矿区按露天矿山底部从图纸上选取开采面积，并分别编号计算面积和水量。

4、矿床的充水因素分析

白银矿田位于半干旱水文地质分区，区内属火山岩

岩层，小的构造裂隙发育，大多存在有泥钙质充填物，地面风化强烈，基岩大部出露，比差虽小但坡陡光滑，冲沟发育，区内第四纪冲积层发育，在河床地区、山侧及山脊覆盖有第四纪风成黄土。地下水主要属大气降水成因，受大气降水及间歇性洪流渗透补给，由于矿田地形坡陡沟深，地面植被少，仅局部岩石上有覆盖层，使雨水易于流泄不利于渗透。另一方面由矿区水文地质、区域变质及近矿蚀变作用，导致其地下水活动的条件较弱。因此各矿区均属贫水矿床，只有在雨季坑道沿裂隙才有少量渗水，所以地下水对矿山开采无明显影响。

5、结语

对白银矿田的水文地质特征及开采技术条件进行对比分析，依托甘肃省白银市的水文地质特征并根据当地矿山的实际开采要求，对其开采技术条件进行分析。另外在矿山开采过程中产生的废料，在堆放过程中不但浪费场地，还容易造成环境污染，所以应该尽可能的综合利用，保护环境。

参考文献：

- [1] 甘肃省有色金属地质勘查局白银矿产勘查院《甘肃省白银市白银矿田深部及外围铜多金属矿普查报告》2017年6月
- [2] 王斌《矿区水文地质特征及防治水措施研究》[J]. 世界有色金属, 2019, 8(08): 145-146
- [3] 苏喜平《大型露天矿的水文地质特征及开采技术条件分析》[J]. 世界有色金属, 2020, 7(25): 53-54