湖南浏阳小七宝山铜锌矿矿山地质环境条件分析与评价

张国华　刘若愚
（湖南省地质矿产勘查开发局 416 队　湖南　株洲　412007）

摘　要：通过对矿区地质构造、地层及水文地质条件的分析研究，明确了矿坑充水条件和途径，预测了矿坑涌水量，对矿山地质环境进行了分析评价，提出了矿山开采已经和可能产生的环境地质问题以及防治措施，为矿山安全开采，保护地质环境提供了科学依据。

关键词：铜锌矿 矿山水文地质条件 环境地质问题

浏阳小七宝山铜锌矿位于湖南省浏阳市七宝山乡宝山村杨家组境内，为湖南省浏阳市七宝山矿区的一部分。地处河谷丘坡地带，地面标高在 130～480m 之间，属亚热带温暖潮湿气候区，四季分明，雨水充沛，多年平均降雨量为 1540.50mm。地表水主要为在矿区南部由东向西经过的浏阳河一级支流七宝山河，由北往南流经矿区的龙骨冲溪和流经矿区东侧的神冲排溪是七宝山河的一级支流，常年有水，最枯流量为 3L/s。两溪对矿坑充水有明显的补给作用，龙骨冲溪平水期入渗补给量为 0.83～2.1L/s，入渗系数 0.445 神冲排溪平水期渗入补给量为 0.61～1.56L/s，入渗系数为 0.384.

1 地质条件

1.1 地层岩性

冷家溪群（Ptln），岩性为绢云母千枚岩、石英绢云母千枚岩，岩性较单一，岩层倾向 150°～170°，倾角 40°～60°，厚度大，区域厚度＞1296m。

震旦系下统（Z_1l），岩性为变质石英砂岩、砂质板岩及板岩等，岩层倾向 160°～220°，倾角 50°～70°，总厚 60～70m，角度不整合于冷家溪群之上。

石炭系下统大塘阶（C_1d），岩性为砾岩、砂砾岩、粉砂岩及页岩等，该层出露不全，零星分布，产状、厚度不详，与下覆震旦系下统呈不整合接触。

石炭系中上统壶天群（$C_{2+3}ht$），岩性为泥晶灰岩、中—粗晶白云岩，产状 195°∠70°，厚度 300m 以上，与下覆大塘阶呈整合接触。

矿区燕山期侵入岩发育，岩体为中酸性浅成侵入体，呈岩株、岩盖、岩脉或岩枝状产出，岩性为石英斑岩，斑晶为石英、长石、黑云母组成。

1.2 构造

1.2.1 褶皱

矿区为一不完整的向斜构造，该向斜是西宽东窄的楔形，北翼较完整，南翼被 F_1 破坏，轴部为石炭系中上统壶天群地层，翼部为石炭系下统大塘阶，向斜轴向近东西，轴面倾向 SSW。

1.2.2 断裂

矿区南部发育 F_1，北部发育 F_2，两断层分别呈 NE 向与 NWW 向，其成因与发展对本区成岩、成矿起着重要的控制作用，其中：

F_1 发育于矿段南部，走向近 EW，倾向南，倾角约 70°～75°，是区域性断裂。石英斑岩沿 F_1 断裂带侵入，形成冷家溪群与岩体呈侵入接触关系。该断裂具多期活动特征，早期明显压性，其挤压破碎带中出现大量呈定向排列的构造透镜体和层理化板岩，局部可见薄层断层泥。中期显张性，构造角砾岩发育。晚期活动明显减弱，具压性特征，构造形迹不明显。据钻孔深部揭露，F_1 控制了石英斑岩岩体的产出，同时起着重要的导矿作用，对矿坑充水无影响。

F_2 断裂发育于矿段北部，走向 NWW，倾向 SSW，倾角 60°～70°，该断裂基本发育于大塘阶与莲沱组（Z_1l）的不整合界面附近，破碎带发育宽 30～100m。F_2 是与 F_1 配套产生的低序次构造，其活动特点与 F_1 相同，由于所处空间位置有利，故而成为区内重要的控矿构造。该断层早期活动呈压性，构造形迹在走向上和倾向上呈舒缓波状，形成紧闭型构造面，其中仅发育 0.1～0.3m 厚的断层泥，局部含细小的构造透镜体。中期活动较强烈，基本沿早期构造面产生拉张运动，在局部形成宽 2.5～3.5m 的构造角砾岩带。这些空隙为含矿热液的迁移和沉淀提供了良好场所，所以 F_2 在中期活动中，起到了控制矿体空间位置和产出形态的作用（见图 1）。F_2 晚期活动强度较弱，表现为压性，仅局部见其构造形迹。该断层整体上含水和导水性较差，但局部地段滴水强烈，对矿坑充水影响大。

1.3 矿体形态

该矿区矿体均属隐伏矿体，呈似层状，规则透镜状，形态简单，厚度较稳定。

1.3.1 银矿体

Ⅰ（Ag）该矿体规模最大，呈较稳定的似层状，产于矿化带下部，赋存在石英斑岩与震旦系莲沱组（Z_1l）板岩接触的 F_2 断裂带中，0m 标高以下直接赋存于 F_2 断裂面上，0m 标高以上穿插于 F_2 断层上盘石英斑岩中（见图 1），走向长 512.50m。斜长最短 102.50m，最长 335m，平均 264m。上延标高 152.50m，下延标高 -183.50m。最小厚度 0.84m，最大厚度 18.14m，平均 5.5m。矿体总体走向 NWW，倾角 60°～75°。

1.3.2 锌矿体

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Ⅰ($_{Zn}$)矿体，呈不规则的似层状或透镜状产于矿化带下部，紧傍Ⅰ($_{Ag}$)矿体产出，赋存标高 -225～127.50m，斜长最短 160m，最长 390m，平均 215m。走向 NWW，倾向 SSW，倾角 60°～67°。

1.3.3 铜矿体

Ⅰ($^{s}_{Cu}$)矿体呈透镜状产于Ⅰ($_{Ag}$)或Ⅰ($_{Zn}$)矿体下部，是Ⅰ($_{Ag}$)、Ⅰ($_{Zn}$)矿体矿化的延伸和继续。走向长 375m，赋存标高 -150～125m，斜长最短为 0.88m，最长为 292m，平均厚度 5.47m。矿体走向 NWW，倾向 SSW，倾角 60°～67°。

1.4 围岩特征

矿体顶底板主要岩石类型有：含粉砂质板岩、板岩、石英斑岩、灰岩等。

矿体顶板为石英斑岩或灰岩，底板为含粉砂质板岩、板岩，与矿体界线分明。

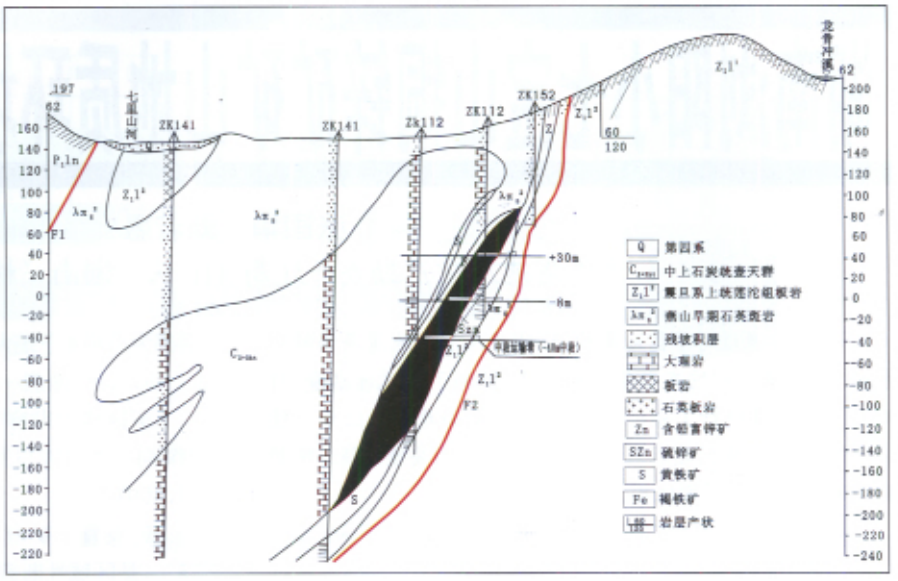


图 1　62 线综合地质剖面图

2 水文地质条件

矿区位于永和—横山向斜东端北翼部位，为一单斜储水构造。由于 F_1、F_2 断裂影响，平面上含水层呈‘＞’字形。南部隔水边界为 F_1 断裂，北部隔水边界为 F_2 断裂与板岩分界。东部隔水边界为 F_1 和 F_2 的交汇处，西部边界为超覆、穿插及分割壶天群灰岩的石英斑岩组成，含水层厚 300m。

2.1 含水岩组及富水性

2.1.1 第四系松散岩类孔隙水

含水层主要为分布于七宝山河两岸的第四系冲洪积层和分布于冲沟及山麓地段的残坡积层。前者具二元结构，分布面积不大，与矿坑充水没有影响。后者分布厚度不均，2～40m，岩性主要为碎石土，含水贫乏，主要为接受大气降水后渗入补给深部含水层的通道，与矿坑水有一定联系。

2.1.2 石炭系中上统壶天群裂隙岩溶水

含水层岩性为中粗晶白云质灰岩，泥晶灰岩和大理岩，是矿区的主要含水层，分布于矿体南侧，据钻孔资料分析，在硫化物矿体附近，灰岩与石英斑岩接触部位和构造破碎带等部位岩溶发育。垂直方向上 -80m 以上岩溶发育，下限为 -218m。据 ZK113 孔抽水试验资料，单位涌水量为 0.629L/s·m，渗透系数 0.263m/d，在自然状态下，水位标高 142.31～157.80m。水质类型为 $HCO^{-}_{3}-SO^{2-}_{4}-Ca^{+2}-Mg^{+2}$ 型水，是矿坑的主要充水水源。

2.1.3 石炭系下统大塘阶石英砾岩裂隙水

该层分布于矿体北侧，岩性为石英砾岩，砾石成分为石英以及少量砂质板岩、砂质及硅、铁质胶结，胶结紧密，岩石裂隙不发育，含水和导水性均差，可视为相对隔水层，对矿床充水无影响。

2.1.4 变质岩裂隙水

主要为震旦系莲沱组板岩、变质石英砂岩和冷家溪群板岩，节理不发育，坑道在板岩地层掘进中，很少见到滴水和渗水现象，为相对隔水层，对矿坑充水影响不大。

2.1.5 岩浆岩裂隙水



© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1　矿坑涌水量预测估算

计算中段	含水层厚(m)	水位降深 S(m)	渗透系数 K(m/d)	边界条件系数(Ra)	预测水量(m^3/d)
+30	300	110	0.263	20	2725
−8	300	148	0.263	20	3666.6
−40	300	190	0.263	20	4707
−70	300	220	0.263	20	5450
−100	300	250	0.263	20	6193.7

石英斑岩沿 F_1、F_2 断层侵入，地表多为中～强风化状，部分为粘土。在矿坑中遇构造破碎带时，岩石多呈风化松散状，有少量渗入迹象。根据 ZK113 孔资料下伏灰岩岩溶水水头高出孔口 8.87m，证明石英斑岩隔水性能良好，整体上为相对隔水层，但在构造带中裂隙水是矿坑充水的主要形式。

2.2 地下水的补、径、排条件

矿区地下水主要接受大气降水补给，其次为龙骨冲、神冲排溪等地表水补给。

矿区地下水径流主要受储水构造的控制，由 F_1、F_2 交叉形成的‘＞’字形储水构造，地形南、北、东高，整体上自然状态下，地下水由东往西径流，在矿区未开采深部以前，地表多处泉水，并存在大量湿地（冷浸田）。说明矿区在原自然状态下，既是补给区，又是径流区，还有排泄区的特点，径流途径短。

矿区开采 +70m 标高以后，随着开采水平的逐步降低，矿坑排水量增大，矿区及周围灰岩分布区泉水干枯，湿地消失，矿坑排水成为地下水的主要排泄方式。

2.3 矿床充水条件分析与矿坑涌水量预测

根据矿区水文地质条件和矿体特征及产出的构造部位分析，矿坑充水的主要来源和途径主要有以下几方面：

第一，矿体主要分布于石英斑岩中，对矿坑直接充水的主要是石英斑岩的构造裂隙带裂隙水，所以构造破碎带是矿坑充水的主要通道。

第二，壶天群灰岩裂隙溶洞水是矿坑充水的主要补给源，如果采矿工作面接近石英斑岩与灰岩的接触面，则有引发岩溶水直接向矿坑充水的可能性。

第三，地表移动产生的裂缝加速增大了地表水体（特别是龙骨冲溪）对灰岩含水层的补给。

综上所述，该矿属于以裂隙水直接充水，岩溶水为间接或直接充水的矿床，岩溶含水层富水性中等，边界条件较复杂，矿区水文地质条件属中等类型。

根据勘探资料，利用 +70m 矿坑排水资料，采用‘大井法’计算对矿坑 +30～-100m 开采水平进行预测，+70m 排水资料 Q_{70}=82.58m^3/h，S_{70}=80m。含水层厚取 300m。灰岩渗透系数 K=0.26m/d。预测排水量见表 1。

目前已开采至 -40m 水平，其排水量与预测水量基本相符。

3 矿山地质环境影响情况

3.1 矿坑排水对周围村民饮用水影响

矿山开采随着深度的增加，排水量增大，疏干程度加剧，原有的泉水、湿地消失，给周围村民生活带来了一定影响，目前已均改为饮用地表水。

3.2 矿坑排水对地表、地下水水质的影响

矿坑水中 pH 值、Cu、Pb、Zn、Cd 五项指标达到地下水水质标准Ⅳ—Ⅴ类水质，水质很差，不论是对地表水体，还是对浅层地下水均有一定程度的污染。

3.3 矿渣废渣对环境的影响

铜锌矿开采二十多年来，已在龙骨冲冲沟中堆积有 10～15 万 m^3 的矿渣废石，现在还将以 8000～10000m^3/a 的速度增加，矿山对堆放场未作治理，矿渣废石淋滤水将对地表浅层岩土环境造成影响，同时对浅层地下水也会造成一定程度的污染。

3.4 矿山开采对地面环境的影响

矿山开采对地面影响，主要表现为采空区裂缝和岩溶地面塌陷。

在沿矿坑走向上已出现多处地面裂缝，最长达 50～60m，宽约 10cm，切穿了矿渣堆场，加速了淋滤水的下渗，另外矿区出现多处房屋开裂，影响人居环境。

在灰岩分布区，出现地面塌陷，本矿区出现两处大的塌陷，直径 3～8m，影响农田耕种。

3.5 矿井下地质环境影响

井下开采由于工作面往往灰岩含水层界面很近，如果揭穿岩溶富水部位，有可能引发突水、突泥，危及职工生命安全。

4 矿山环境地质问题防治措施

⑴ 防渗处理。首先是对地下含水层有补给作用的神冲排溪和龙骨冲溪在流经矿区的地段，用水泥将溪沟底作防渗处理，减少地表水下渗补给量。

⑵ 对地裂缝和岩溶塌陷部位用粘土等进行回填压密处理，防止地表水沿裂缝和塌陷漏斗下灌补给地下含水层。

⑶ 对矿坑水作沉淀、中和等处理，使得矿坑水排入地表水体后将污染降低到最小程度。

⑷ 采用充填法采矿，控制顶板塌落，减少因矿坑顶板垮落对地表造成的影响。

⑸ 据估算在 -40m 水平阶段，地表移动影响范围为南西～北东方向长度为 200～250m，北西～南东方向约 500～550m（矿坑分布长度）。在此范围内，村民修建房屋时应采取作地圈梁等措施，从而增加房屋抵抗地面变形破坏的能力。

⑹ 井下开采严格执行矿山安全规程，防止突水等事故的发生。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net