

矿床涌水量预测及防水措施初探

张志凌

(厦门紫金工程设计有限公司)

摘要:以贵州贞丰县水银洞金矿床为例,通过对其所处位置水文地质条件的分析,探索了相对适合的矿床防水措施。

关键词:水银洞;水文地质;涌水量;防水疏干

中图分类号:TD745 **文献标识码:**B **文章编号:**1674-6082(2010)11-0104-03

我国大水矿床多属岩溶充水矿床,此类矿床由于含水层导水性和富水性极不均一,空间赋存和补给条件复杂,导致所预测的涌水量与实际情况出入较大,且岩溶水的突发性和溃入方式往往也是人们始料不及的,给矿山建设和安全生产造成严重后果。

水银洞金矿矿层赋存于裂隙含水层中,上下均有岩溶含水层,为有效防止水患,分析各含水层的补给关系以及地表水和矿床的水力联系十分重要。通过对贵州贞丰县水银洞金矿区已有水文地质资料的分析研究,探求其合理的防水疏干措施。

1 矿区水文地质条件

1.1 矿区自然地理概况

区内地貌为中低剥蚀残丘坡地,岩溶发育,最高点标高1 609 m,最低点标高1 218 m,地势西高东低、北高南低,地形陡峻,南、西、北三面为地表分水岭,属中低山区。区内地表水系发育,水网密度 $1.523 \text{ km}^2/\text{km}^2$,多为季节性溪流,仅在矿区南、北部各发育有一条常年性溪流。溪水受地表、地下水补给,自西向东,汇入白坟水库(图1);白坟水库为区内最大地表水体,位于东矿段东部,其水域面积约

0.29 km^2 ,夏季水位标高1 289.90 m,秋冬季蓄水位标高1 296.70 m,库容 $207.146 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

矿区年均降水量1 325.10 mm,5~9月为丰水期,占年降雨量的80%以上,日均降雨量6.35 mm;10月~4月为枯水期。丰富的降水为地下水补给来源。

1.2 矿区地质背景

矿区处于右江褶皱带与扬子准地台接合处的贞丰县三岔河源头地带,钻遇地层由老到新有中二叠统茅口组(P_2m)、上二叠统龙潭组(P_3l)、长兴组(P_3c)、大隆组(P_3d)、下三叠统夜郎组(T_{1y})及永宁镇组第一段(T_{1yn}),另见少量零星分布的第四系(Q)。矿区构造主要由背斜及断层组成,其中灰家堡背斜为矿区主干构造,矿体赋存于背斜核部;东西向的 F_{105} 断裂为低角度逆冲断层,为区内主要控矿构造。地质剖面简图见图2。

1.3 矿区水文地质特征

1.3.1 矿区含(隔)水层

岩溶水含水层包括茅口组含水层和长兴组含水层,溶蚀强烈,钻孔冲洗液全部漏失,透水性极强。经竖井揭露,茅口组地下水位低于蚀变体底板(标高小于800 m);长兴组底部地下水在下渗过程中聚集于长兴组、龙潭组界面,并沿其运移,在地势较低地带以泉的形式排泄,具就近排泄的特点。

基岩裂隙水含水层包括夜郎组含水层和龙潭组含水层,含水性均较差,具相对隔水性质。由于矿体主要赋存于龙潭组中,该层裂隙水为矿床直接充水因素。

1.3.2 矿区地质构造导(富)水性

区内断层多呈局部导水。其中 F_{105} 横穿矿区东西,向东切过白坟水库,将矿区与白坟水库相连接,断层带上未见泉出露。钻探工程在长兴组灰岩中揭



图1 贵州省贞丰县水银洞金矿区水系分布图

张志凌(1983-),男,四川安岳人,助理工程师,361006 福建省厦门市。

露该断层时,灰岩岩溶发育强烈,孔内冲洗液全部漏失,而在龙潭组岩层中该断层沿倾向,破碎带宽度及

断距向深部逐渐减小。

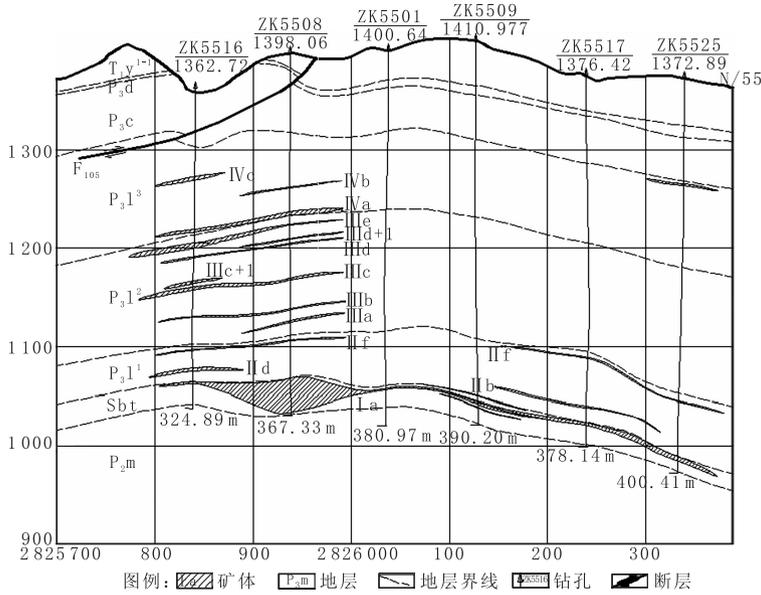


图2 水银洞金矿区55线地质剖面简图

1.3.3 地下水的排泄、迳流、补给

区内岩溶含水岩组,接受部分大气降水的分散补给,在岩溶裂隙(溶洞)中存储和运移,在运移过程中,少部分越流补给下伏基岩裂隙含水岩组,大部分以岩溶泉的形式排出地表,成为地表水体的补给源。基岩裂隙含水岩组,受部分大气降水的分散补给和上覆岩溶含水层少部分越流补给,在基岩裂隙中存储和运移,以泉的形式排出地表。

区内地下水的补给、迳流、排泄受大气降水量的控制,旱季地下水位平稳下降,泉水流量逐渐减少;降雨后地下水位迅速上升,泉水流量增加,波动较大,滞后期2~3 d,具明显近源补给、快速迳流和排泄的特征。

2 矿坑涌水量预测及矿床防水疏干方案

2.1 矿床充水分析

巷道开拓和矿床开采时,基岩裂隙水经裂隙直接涌入矿坑,大气降水的强度和持续时间,决定了其补给量,地下形成采空区产生顶板破坏、地面塌陷后,大气降水及松散岩类孔隙水可通过拉张裂缝直接向矿床充水,成为矿床的直接充水因素。长兴组岩溶水在地下形成采空区,产生地面塌陷和水平位移后,一方面通过龙潭组间接补给基岩裂隙水,另一方面沿拉张裂缝直接向矿床充水。茅口组岩溶水由于地下水位低,不成为矿坑底板涌水的因素。

位于东矿段之上的白坟水库和矿区南、北部的地表溪流,需查明与矿床的水力联系。地表水体在地下形成采空区,进而地面塌陷或水平位移后,可能

沿拉张裂缝,直接向矿床充水。

2.2 矿坑涌水量预测

矿坑涌水量一般与开采区在平面投影的面积及水位降深有关。龙潭组裂隙含水层相对岩溶含水层而言,其含水性可认为是均质的。同时,矿区利用勘探坑道作开采巷道已投入开采数年,有大量地下水长观资料。因此,宜用比拟法预测其涌水量。

考虑到区内水文地质条件与贵州省同期煤矿条件相似,在对该矿涌水量进行预测时,可借用贵州盘县火铺矿所采用的涌水预测公式,该公式经在贵州较多矿山使用,证实是合理的,现对矿床1 200 m中段涌水量做出如下预测:

$$Q = Q_1 \sqrt{\frac{S}{S_1}} \sqrt{\frac{F}{F_1}}$$

式中, Q 为预测矿段矿坑涌水量, L/s ; Q_1 为实测开采范围内涌水量,取 $5.236 L/s$; S_1 为实测开采范围水位降深,取 $1\ 319.73\ m$ (水位标高) - $1\ 200$ (开采标高) = $119.73\ m$; S 为预测开采范围水位降深, m , 因其与实测范围处于同一标高,取值同 S_1 ; F 为最终开采面积,取 $1\ 056\ 600\ m^2$; F_1 为现有开采区投影面积,取 $27\ 938\ m^2$ 。

计算矿坑涌水量前,需先求2003年7月~2004年7月的 $Q_{1i}/\sqrt[4]{F_{1i}}$ 序列值及其平均值(表1),在序列值中别找出最大 $0.433\ 19$ 和最小值 $0.319\ 783$, 将其与平均值比较,得出比例系数 $\beta_1 = 1.221\ 385$ 、 $\beta_2 = 0.907\ 503$; 用 F_1 最大值和与之相对应的 Q_1

值,计算出平均涌水量 $1\ 123\ \text{m}^3/\text{d}$;分别用 β_1, β_2 值 小矿坑涌水量 $1\ 018\ \text{m}^3/\text{d}$ 。
与 Q 值相乘,得出最大矿坑涌水量 $1\ 370\ \text{m}^3/\text{d}$ 和最

表 1 矿坑涌水量预测参数表*

项目	2003 年						
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
矿坑涌水量 $Q_{li}/(\text{L}/\text{s})$	2.568	2.68	2.791	2.785	3.232	3.216	
开拓面积 F_{li}/m^2	1 235	2 492.5	4 074	5 471	6 614	8 836	
$Q_{li}/\sqrt[4]{F_{li}}$	0.433 19	0.379 294	0.349 345	0.323 824	0.358 390	0.331 705	
项目	2004 年						
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月
矿坑涌水量 $Q_{li}/(\text{L}/\text{s})$	3.295	3.6308	3.684	4.2544	3.97	4.699	5.263
开拓面积 F_{li}/m^2	11272	13929	16863.5	20192	23145.5	25502	27938
$Q_{li}/\sqrt[4]{F_{li}}$	0.319783	0.334212	0.323283	0.356897	0.321865	0.371845	0.407084

* $Q_{li}/\sqrt[4]{F_{li}}$ 序列平均值为 0.354 67。

2.3 矿床防水、疏干方案及预期效果

根据水银洞金矿床矿体的赋存条件、资源量以及经济价值,矿床宜采用地下开采。矿床矿体直接赋存于裂隙含水层中,顶板直接充水,为保证作业安全,防止突然涌水、地质环境破坏,提出相应的防水、疏干方案显得尤为重要。

(1) 预留隔水层。以长兴组底板以下 20 m 处作为矿床导水裂隙上界线,参考煤矿的经验公式,在各剖面上,以钻孔轨迹线与导水裂隙上界线的交点为控制点,计算出各控制点以下的冒落大致开始点。在剖面上,将这些点连接起来,便是剖面上预留隔水层下界线。确定预留界限后,可防止导水裂隙不会在垂直方向上延伸到长兴组岩溶含水层,并留有足够的安全厚度。如此,既可防止上层岩溶水通过裂隙补给裂隙水或直接涌入矿坑,也最大限度地避免了因浅层地下水位下降而引起的地表塌陷等一系列地质灾害问题。

(2) 充填开采。各中段作业采用充填开采方式。采空区经填充后,矿床稳固性增加,冒落影响范围大大减小,不仅减小了冒落裂隙高度在垂直方向上的延伸,也有效地减少对 F_{105} 断层的扰动,避免因扰动使矿床与白坟水库通过 F_{105} 断层连通。

(3) 疏干措施。据矿体的赋存条件、水文地质特征以及预留有隔水层,矿床宜本中段疏干,在各个中段施工适量放水孔,将矿床中的基岩裂隙水排出地表,以减少工程量和投资,保证采掘作业安全。矿床处于背斜核部,1 097 m 及以下各个中段在剖面上将切割下伏的茅口组地层,在两翼处切割龙潭组地层。茅口组地下水位标高在 800 m 以下,推测在标高 800 ~ 1 120 m,茅口灰岩地层可能存在连通性差、不随地下水迳流的单元水或岩溶裂隙水,开拓时可

能出现突水现象,可在开采中段可疑位置布置探水孔,降低静水压,确保工作安全。

鉴于茅口组灰岩具渗透性大大好于上覆地层、地下水位大大低于最低开采中段、拥有良好的地下水存储空间和排泄通道等特点,可在本中段疏干的基础上结合吸水孔疏干,于各中段施工适量吸水孔,将矿床内裂隙水引入茅口组含水层,并随茅口组岩溶水通过地下迳流,向东运移出矿区,泄入北盘江,使疏干效果更明显。

(4) 密切注意地下水动态。随着开采的深入,密切注意矿区南、北部地表溪流和白坟水库方向的地下水动态,一经发现其与矿床之间存在水力联系,即在联系带上进行注浆,阻断其联系通道,确保安全。

3 结论及建议

通过水银洞金矿床水文地质条件的研究分析,对附近具相似条件矿床防水措施和采矿方法的选择有一定的借鉴和参考意义。但今后在回采预留隔水层或以上各层中的矿体时,不可避免会遇到长兴组岩溶含水层,一方面研究和探讨矿床的防水疏干;另一方面,因矿床疏干排水诱发的地面岩溶塌陷,采空区地面开裂、沉降,地下水位区域性下降等环境地质问题造成的民房、当地供水设施等地面建筑受损,农田、水利、交通、通信等基础设施毁坏,也急需考虑并提出应对方案。建议今后对矿床疏干过程中的资料应结合物探验证,以确定地下水迳流带的宽度和深度,确定防水疏干方案。可截、防、排、堵相结合,将不利影响降到最低,对于已经受到影响或破坏的各种设施,要及时进行加固、修复。

(收稿日期 2010-09-09)