

西藏雄村铜矿水文地质特征及矿坑涌水量预测

曹楠, 申太丽, 许向宁, 龚泽, 崔英山

(四川省地矿局成都水文地质工程地质中心, 成都 610081)

摘要: 在分析、论述西藏雄村铜矿区水文地质条件及矿坑充水条件基础上, 采用“大井法”对矿坑涌水量进行了初步预测。

关键词: 水文地质条件; 大井法; 涌水量; 西藏雄村铜矿

中图分类号: P618.41, P641.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-0995 (2008) 03-0220-05

雄村矿区位于西藏自治区日喀则市谢通门县荣玛乡, 南、北长约 4.5km, 东西近 4.5km。该矿勘探区已探明储量金 120 吨、铜 80 万吨。雄村铜矿是西藏冈底斯第一个达到勘探程度的铜矿区, 也是西藏第一个由外资投入勘探的大型铜矿。矿山开拓设计露天开采场境界高程为 4 010m~4 360m, 上口面积 1.25km², 场底最低高程为 3 740m, 底面积 0.0296km²。合理确定矿山开采排水方案, 必须掌握矿区的水文地质条件并对矿坑的涌水量进行合理预测, 为工程设计提供依据。

1 矿区水文地质条件

1.1 地下水类型

矿区岩石主要有闪长岩类、凝灰岩类、花岗岩类和第四系松散堆积层, 前三类岩石主要分布于矿区南侧、西部和东北部, 第四系松散堆积层主要分布于矿区沟谷及下游的斜坡地带。矿区地下水可分基岩类裂隙水、松散岩类孔隙水两类。

基岩裂隙水是矿区主要的地下水, 主要在岩石的节理裂隙中赋存、运移。含水层厚度接近基岩的风化带厚度, 一般 25~40m, 最厚可达 100m 以上。基岩裂隙的发育程度因岩性不同也不尽相同, 总体上来说, 凝灰岩 > 闪长岩 > 花岗岩。

分布区为中等富水区, 泉流量一般 $1.0\text{L/s} < Q \leq 10.0\text{L/s}$; 花岗岩区为弱富水区, 一般小于 1L/s。松散岩类主要是矿区内的冲洪积物及少量崩积物, 有巨砾、卵石、粗砾、细砾、碎石、角砾、粗砂、细砂及粘土等。松散层在不同地段因组分不同, 其富水性有一定的差异。据矿区钻探资料, 松散层厚者可达 85m 以上, 地下水位埋深多在 7.6~43.6m。矿区松散层整体上为潜水含水层, 但局部受地质构造影响可能转变为承压水。由于松散层中粘土成分较多, 胶结较好, 富水性差, 松散层内泉水流量一般小于 1L/s。

1.2 补给、径流、排泄条件

矿区地下水主要靠大气降水入渗补给, 补给区主要是沟上游的基岩出露区和松散的残、坡积层堆积区。但矿区沟域上游坡度较大, 基岩出露区和松散层分布面积有限, 地下水的补给量有限。

矿区地下水总体上从上游往下游径流, 从两侧斜坡往沟内径流, 但在流动过程中受到较完整岩石或含泥质较多的弱透水层阻挡, 局部出露地表形成冲沟内的地表水。由于岩石节理裂隙发育的差异和松散层堆积物组份的差异, 造成冲沟岩石透水性的差异, 使沟水在局部有断流现象。

1.3 矿坑充水条件分析

采矿在开挖初期, 松散层潜水是矿坑的主要充水源, 而揭穿松散层后基岩裂隙水便是矿坑涌水的主要水源。基岩裂隙水水量大小主要受基岩裂隙发育程度的影响, 矿坑开挖随着深度增加, 周围基岩裂隙发育程度逐渐降低, 矿坑不断被疏干, 涌水量也随之下降。

另外, 大气降水可直接进入矿坑, 大气降水形成的地表径流也会流入矿坑。

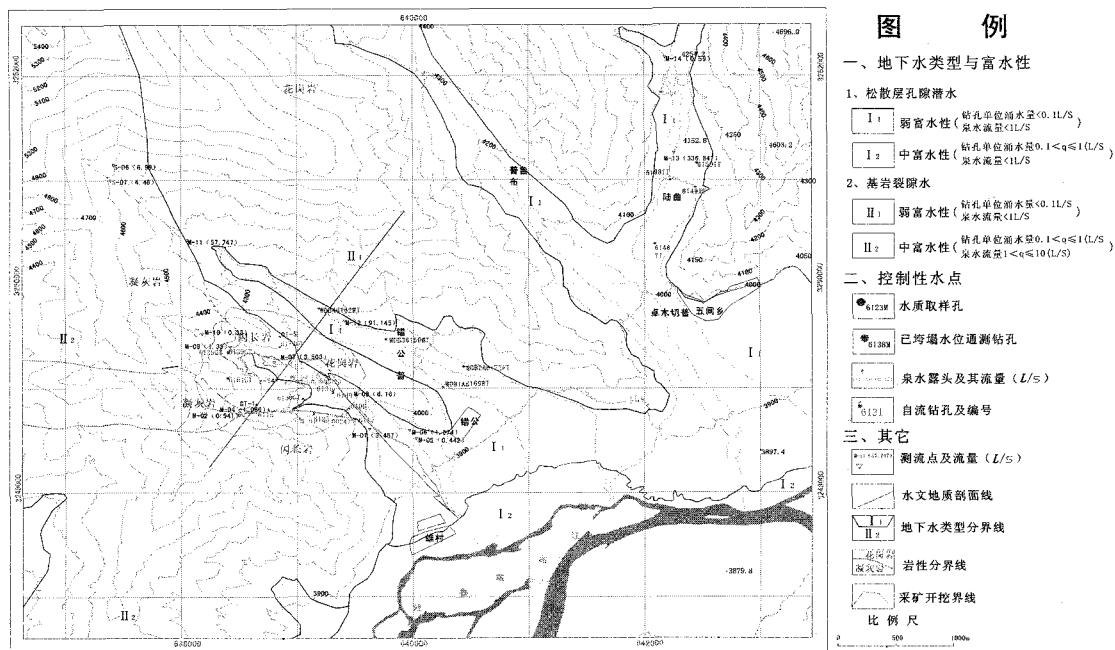


图 1 雄村铜矿区水文地质图

2 矿坑涌水量预测

2.1 方法选取

露天采场上口为 1 402.7m × 1 020.8m, 长宽比为 1.37: 1, 近似圆形大井, 故可选择“大井法”计算矿坑涌水量。

$$\text{计算公式: } Q = \frac{1.366k(2H - S_w)S_w}{\lg \frac{R_0}{r_0}}$$

式中: k 为渗透系数, 单位 m/d ; r_0 为大井引用半径, 单位 m , 采用公式 $r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$ 进行计算 (其中 F 为矿区的开挖面积); R_0 为引用影响半径, 单位 m , 采用公式 $R_0 = r_0 + 2S\sqrt{kH}$ 来计算; H 为含水层平均厚度, 单位 m ; S_w 为水位降低值, 单位 m ; r_0 、 R_0 、 H 、 S_w 等参数取自图面量取和实验数据。

2.2 计算水平划分

涌水量计算水平划分主要考虑基岩风化带的发育状况, 确定中等风化带顶面以上为一个计算水平, 中等风化带顶面至开挖底界为一个计算水平。

根据矿区钻孔资料, 覆盖层厚度在矿区不均一, 厚度一般在 0~60.5m, 具有矿坑上部较薄, 雅鲁藏布江侧较厚; 冲沟内薄, 沟岸较厚的特征。综合钻孔、物探资料, 确定覆盖层厚度为 40m。1:100 万水文地质资料显示区内基岩强风化带厚度一般 25~40m, 最厚可达 100m 左右, 取最大值近似为中等风化带顶面深度。因此从地表至中等风化带顶面深约 140m。

露天采场平均高程为 4 185m。因此两个计算水平高程分别为是: 中等风化面顶面, 4 045m; 开挖底界, 3 740m。

2.3 渗透系数 k (m/d) 的确定

1) 4 045m 水平渗透系数的确定

该水平含水层有松散层、基岩强风化带、中等风化带, 渗透系数取 3 者的综合渗透系数。工作期间对钻孔 Z-14 进行抽水试验的观测数据, 利用钻孔 5 028m、6 123m、6 154m、6 144m 观测资料算出的渗透系数分别为 0.027、0.026、0.026 和 0.053 63, 据此取 Z-14 组抽水试验各观测孔计算结果的平均值,

为 0.033 158。

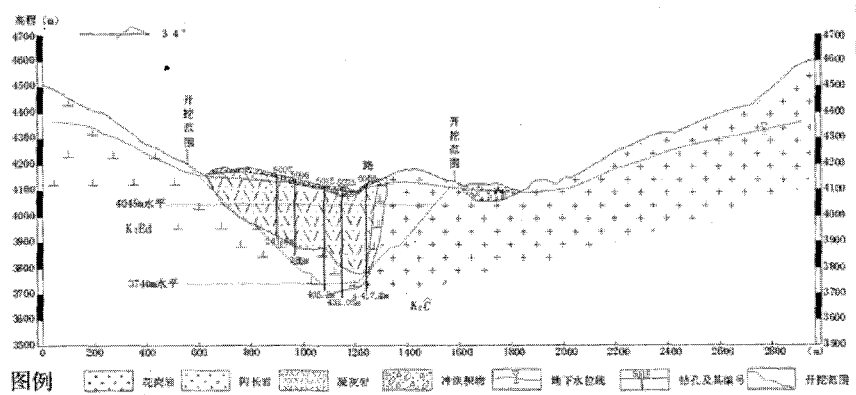


图 2 雄村铜矿开挖边界横剖面

2) 3 470m 水平渗透系数确定

开挖至 4 045m 水平以下时，基岩风化程度逐渐减弱，基岩的渗透系数也逐渐减小。矿区 7 个斜孔的不同基岩孔段进行了降水头或定量注水试验，算取了一系列的渗透系数。渗透系数统计见表 1。25 个值中小于 0.001 的有 2 个，平均值为 0.000 639，占 8%；0.001~0.01 的有 15 个，平均值为 0.004 53，占 60%；0.01~0.04 的有 8 个，平均值为 0.022 7，占 32%。25 个数据的平均值为 0.01，区间值 0.000 57~0.039 7，经数理统计计算，25 个样本的标准值为 0.006 3。考虑到渗透系数值在 0.001~0.01 的比例较大，且在该范围内的值大多是在孔的深部试验段取得，更能反映深部岩体的渗透性，因此 3 470m 水平计算渗透系数取 0.001~0.01 数据的平均值，即 0.004 53。

表 1 矿区注水实验算得的渗透系数统计表

孔编号	X 坐标	Y 坐标	孔深 (m)	盖层厚度 (m)	基岩类型	水平投影自 (m)	水平投影至 (m)	垂直投影自 (m)	垂直投影至 (m)	试验类型	渗透系数 (m/d)	数据统计
GT1 (6141GT)	3248850	638650	150.3	15.85	凝灰岩、闪长岩	57.25	89	55.3	85.97	降水头	0.003 02	此 25 个渗透系数数据平均值为 0.01；经数理统计计算，25 个样本的标准值为 0.0063。
					闪长岩	87.24	120.1	84.27	116.01	降水头	0.003 2	
					闪长岩	117.24	150.2	113.25	145.08	降水头	0.000 708	
GT2 (6130GT)	3248900	639050	200.3	18.5	凝灰岩	22.97	44.9	22.19	43.37	降水头	0.003 46	
					凝灰岩	43.92	92	42.42	88.87	降水头	0.005 01	
					凝灰岩、闪长岩	88.91	135.1	85.88	130.5	降水头	0.007	
					闪长岩	130.92	167.3	126.46	161.6	降水头	0.010 4	
					闪长岩	166.91	200.3	161.22	193.47	降水头	0.002 42	
GT3 (6163GT)	3249125	639050	270	64.83	闪长岩	160.36	195.1	138.88	168.96	定水量注水	0.000 57	
					花岗岩	193.43	239.7	167.52	207.59	定水量注水	0.001 56	
					花岗岩	235.31	270	203.78	233.83	定水量注水	0.001 47	
GT4 (6174GT)	3249400	638850	290.2	41.5	花岗岩	124.12	152.4	107.49	131.98	定水量注水	0.002 42	
					花岗岩	150.51	203.9	130.35	176.58	定水量注水	0.005 79	
					花岗岩	205.27	253.6	177.77	219.62	定水量注水	0.039 7	
GT5 (6151GT)	3249500	638850	150.8	12.2	闪长岩	40.66	72.9	35.21	63.13	降水头	0.012 1	
					闪长岩	70.76	98.9	61.28	85.65	降水头	0.008 29	
					闪长岩	97.68	126.1	84.59	109.21	降水头	0.007 6	
					闪长岩	124.73	150.7	108.02	130.51	降水头	0.029 4	
					闪长岩	124.73	150.7	108.02	130.51	定水量注水	0.031 1	

西藏雄村铜矿水文地质特征及矿坑涌水量预测

孔编号	X 坐标	Y 坐标	孔深 (m)	盖层 厚度 (m)	基岩 类型	水平 投影 自(m)	水平 投影 至(m)	垂直 投影 自(m)	垂直 投影 至(m)	试验 类型	渗透 系数 (m/d)	数据 统计
GT6 (6139GT)	3249350	638400	150	3.73	凝灰岩	13.33	41.4	11.54	35.85	降水头	0.005 44	
					凝灰岩	40.22	70.9	34.83	61.4	Shut In	0.012 1	
					凝灰岩	70.32	113.9	60.9	98.64	定水量注 水	0.001 73	
					凝灰岩	112.32	150	97.27	129.9	降水头	0.009 5	
					凝灰岩	112.32	150	97.27	129.9	定水量注 水	0.017 3	
GT7B (6161GT)	3249100	638400	201.8	45.34	闪长岩	172.25	201.8	149.17	174.76	Direct Injection	0.029 4	

2.4 涌水量估算

经计算在两个水平的矿坑地下水涌水量如下表：

表 2 矿坑地下水涌水量计算及参数选择表

开采水平 (m)	k (m/d)	r ₀ (m)	R ₀ (m)	H (m)	S _w (m)	涌水量(m ³ /d)
4 045	0.033 158	630.98	1 109.72	120	120	1 773.36
3 740	0.004 53	491.84	1 208.86	305	305	1 473.9

注：由于在开挖初期地下水来水量主要为沟域上游，而下游来水量则相对较小，在 4 045 m 水平涌水量计算时根据实际情况按其全方位来水的 2/3 计取。

3 其他可能进入矿坑的水量估算

3.1 矿区地表径流可能汇入量

矿区坡度较大，如矿坑周围不修建截洪渠，雨水等地表水将汇入矿坑，其水量按如下公式计算：

$$Q = FX\phi$$

式中：F 为受水面积；X 为日平均降雨量或日最大降雨量；φ 为地表径流系数，根据相关资料，矿区年平均径流系数取 0.45，洪峰径流系数取 0.787。

表 3 两种条件下地表径流进入矿坑的水量计算表

工况条件	受水面积 (km)	降雨量(mm)	地表径流系数	地表径流可能进入矿坑的水量(m ³ /d)
雨季日平均降雨条件下	1.82	2.63	0.45	2 153.97
百年一遇强降雨条件下	1.82	55.2	0.787	79 065.168

3.2 降雨进入矿坑水量

矿坑开挖后，矿坑垂直方向的降雨将直接进入矿坑，其总量可按以下公式进行计算：

$$Q = F \lambda X$$

式中：Q 为降雨进入矿坑水量(m³/d)；F 为降水受水面积 (m²)，即矿坑开挖面积 1.25km²；λ 为有效降雨系数；X 为雨季平均日降雨量或最大日平均降雨量。

该部分计算仍然分雨季日平均降雨量和最大日降雨量两个工况来计算。

表 4 降雨进入矿坑水量计算表

工况条件	降雨量(mm)	有效降雨系数	降雨进入矿坑水量(m ³ /d)
雨季日平均降雨量	2.63	0.7	2 301.25
百年一遇降雨期	55.2	0.9	62100

4 结 语

雄村铜矿地下水涌水量的大小由矿区水文地质条件所决定,影响因素主要有含水层的结构及富水性,基岩裂隙发育程度,含水层的补给、径流条件及矿区地形对地表水、地下水的汇集条件等。本文根据对矿区水文地质条件的认识和水文地质试验所取得的参数对矿坑涌水量的计算结果可作为矿山排水工程方案设计与施工的参考依据。

参考文献:

- [1] 西藏地质矿产厅. 西藏 1:20 万谢通门幅南木林幅区域地质调查报告[R]. 1996.
- [2] 四川省地矿局九一五水文地质队. 1:100 万日喀则幅、普兰幅区域水文地质普查报告[R]. 1998.
- [3] 四川省地矿局九一五水文地质队. 日喀则地区环境地质综合调查报告[R]. 1998.
- [4] 薛禹群. 地下水动力学(第二版)[R]. 北京:地质出版社, 1997.

Hydrogeological Characteristics of the Xiongkun Copper Deposit in Tibet and Its Prediction of Water Yield of Mine

CAO Nan, Tai-li, XU Xiang-ning, GONG Ze, CUI Ying-shan

(Chengdu Center of Hydrogeology and Engineering Geology, Chengdu 610081)

Abstract: This paper deals with hydrogeological conditions and water filling conditions in the Xiongkun copper ore district and predicts the water yield of mine by means of "big well method".

Key words: hydrogeological condition; big well method; water yield of mine; Xiongkun copper deposit in Tibet