

四川都江堰市白依庵泥岩矿区水文地质条件及最大汇水量评估

许多涛,李 晓

(成都理工大学环境与土木工程学院,成都 610059)

摘 要:随着采矿的不断进行,地下水对矿体的影响日益明显。通过对研究矿区水文地质条件研究,分析了矿床充水的水源与途径,预测了矿坑最大汇水量,为安全采矿提供了科学依据。

关键词:矿山;水文地质条件;汇水量

中图分类号: P331

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)03-0184-03

Assessment of Hydrogeological Conditions and the Largest Water-collecting Amount in Baiyan Mudstone Mining Area, Dujiangyan, Sichuan

XU Duo tao, LI Xiao

(College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: With the progress of the mining, the impact of groundwater on ore body is increasingly obvious. Through the study of hydrogeological conditions of mining area, the authors analyse the water - source and method of ore body being filled with water and predict the largest water-collecting amount of mine pits, which offers scientific basis for safely mining.

Key words: mine; hydrogeological conditions; water-collecting amount

矿山防治水工作是矿山开采特别是进入封闭深凹开采后的重要工作,深入掌握矿区水文地质条件作为其首要任务,只有在此基础上,才能采取技术上可靠、经济上合理的防治水综合措施。矿区水文地质研究一般从完整的水文地质单元考虑,针对矿床主要水文地质特征,采用综合手段研究,如进行专门的水文地质勘探,疏干试验,获取水文地质参数,监测地下水动态等。另外,一些先进的研究方法,如水文物探、同位素技术、雷达探测、遥感技术等现在也应用于水文地质研究中。本文旨在通过对研究矿区矿床水文地质条件的研究,分析矿床充水水源与途径,预测矿坑最大汇水量,为安全采矿提供科学的依据。

1 区域地质概况

本区处于扬子地台北北部的龙门山陷褶断束之漩口凹褶皱束中段南部,构造以 NNE—SSW 为主。区内出露的地层主要为三叠系须家河组地层和第四系松散覆盖层。第四系覆盖层主要为一些残坡积覆盖物及冲洪积堆积物,岩性为黏土夹少量泥岩、砂岩碎块岩土。三叠系须家河组地层为河流相碎屑岩沉积,其岩性以石英砂岩、泥页岩及泥质砂岩组合为特征。本区主要断裂为二王庙断层的次级断层,产状 $319^{\circ} \sim 343^{\circ} 36' \sim 47'$ 。受构造影响,区内主要发育的两组构造裂隙,一组走向为 $NW335^{\circ}$,倾 NE,另一组走向 $NE55^{\circ}$,倾向 NW。本区地震烈度 度。

2 矿区水文及水文地质

矿区处于金凤山分水岭南侧,岷江支流蒲阳河水文地质单元中上部,相对侵蚀基准面海拔 715 m,地下分水岭与地

表分水岭基本一致,水文地质条件清楚(如图 1)。

2.1 地形、水系及大气降水

白依庵泥岩矿区位于都江堰市市区北郊,属都江堰市灌口镇和金凤乡管辖。

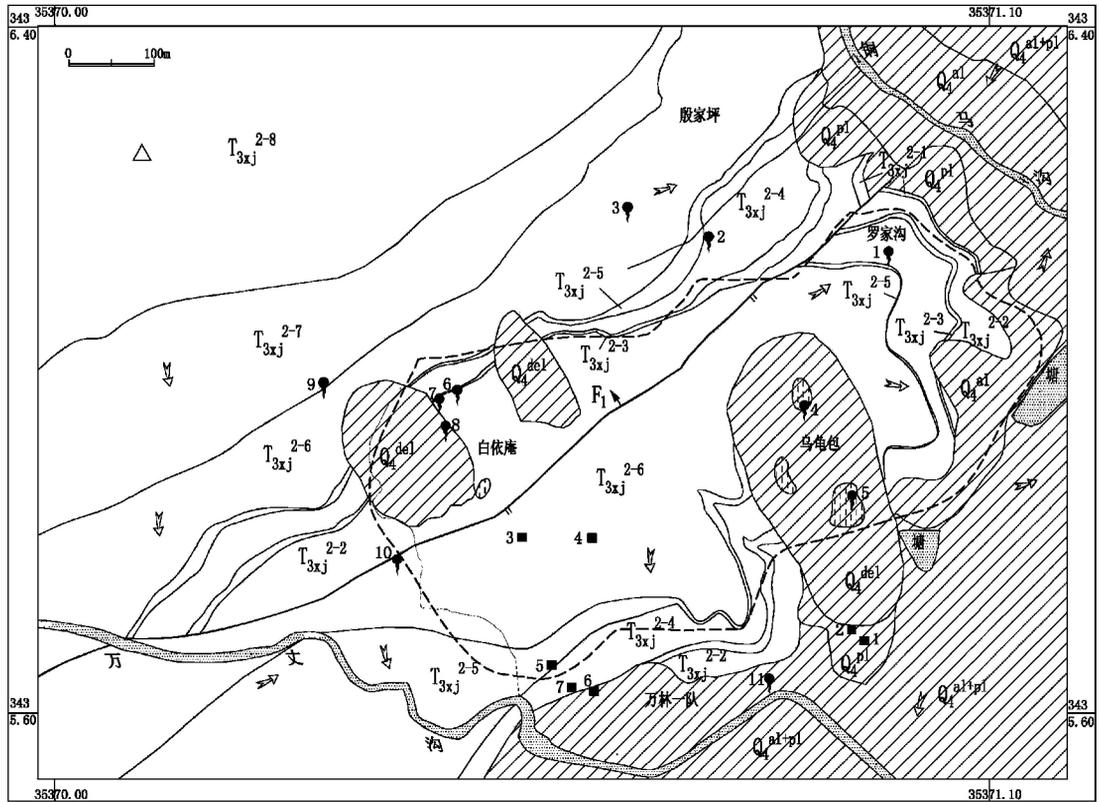
矿区处于盆地与山区交界部位,属构造剥蚀低山地貌,地势总体北高南低。区内最高点为北西部山顶,海拔 936.0 m;最低点位于南部万丈沟沟口,海拔 721.5 m。矿区范围内因受侵蚀切割而形成相对高差达 214.5 m,其南呈缓坡形态,东西受万丈沟切割,形成较陡侵坡。

区内主要河流为铜马沟和万丈沟。铜马沟位于矿区东北部,万丈沟位于矿区南部,将矿区围于之间。两河最终汇入蒲阳河内,属岷江水系。由于两河水补给皆来源于大气降水,因而流量变化较大,雨季时最大流量可达 $1.54 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

矿区气候属北温带潮湿区,雨量多半集中在春夏季的 6~9 月,暴雨天较多。根据成都气象局都江堰气象站 1971~2000 年的气象资料可知,该区 30 年内年最大降水量为 1 605.0 mm(1978 年),年最小降水量为 713.1 mm(1974 年),月最大降水量为 592.9 mm(1981 年 8 月)。

2.2 含水岩组及富水性

(1)第四系松散岩类孔隙潜水。根据埋藏条件的不同分为河谷与坡地潜水两类。河谷潜水呈条带分布,水位浅,含水层岩性为砂砾石及砂质碎石,孔隙大、渗透性能好,主要接受河水渗漏补给,泉流量最大为 0.6 L/s。坡地潜水含水层分布于矿区南部及东北部,主要为黄褐色和灰褐色残坡积黏土,其中夹有少量泥岩、砂岩碎石,厚度在 0.5~5 m 之间,渗透系数为 0.13~0.27 m/d,受大气降雨和基岩风化裂隙水补给,埋深基本保持在 2 m 左右。



Q₄^{del}, Q₄^{al}, Q₄^{pl}—第四系残坡积物, 冲积物, 洪积物; T_{3xj}²⁻¹, T_{3xj}²⁻², T_{3xj}²⁻³, T_{3xj}²⁻⁴, T_{3xj}²⁻⁵, T_{3xj}²⁻⁶, T_{3xj}²⁻⁷, T_{3xj}²⁻⁸—三叠系须家河组中段第一亚段粉砂岩, 第二亚段碳质泥岩, 第三亚段泥质粉砂岩, 第四亚段碳质泥岩, 第五亚段粉砂质泥岩, 第六亚段碳质泥岩, 第七亚段泥岩夹砂岩, 第八亚段碳质泥岩; 1—松散岩类孔隙含水层; 2—基岩风化裂隙含水层; 3—地质界线; 4—逆断层; 5—地表水体; 6—下降泉及编号; 7—水井及编号; 8—湿地; 9—地下水流向; 10—地表分水岭; 11—采矿境界线范围

图 1 矿区水文地质质图

(2) 基岩风化带裂隙水。含水层为须家河组中段砂岩、粉砂岩及泥岩地层中的强风化裂隙带, 是矿区分布最广泛的含水层, 因远离地表水体, 主要接受降水的垂直渗入补给。由于砂岩和泥岩裂隙发育的程度不同, 受构造影响砂岩层中裂隙较发育且常相互贯通, 为富水型基岩裂隙含水层, 而泥岩仅在岩层上部靠近地表处发育风化张性裂隙, 含少量风化裂隙水, 因而砂、泥岩裂隙水具有相对成层性。风化带内的地下水埋深一般为 3~4 m, 随着地层岩性与风化层厚度的不同, 地下水埋深最深可达 12.93 m, 最浅仅为 1.58 m, 其一般规律是风化层厚者地下水埋深大, 薄者地下水埋深浅。该含水层的渗透系数为 $4.96 \times 10^{-3} \sim 2.37 \times 10^{-2}$ m/d, 排泄以裂隙泉的方式沿砂、泥岩的介面(泥岩一般垫伏在砂岩层之下)泄出, 流量甚微, 多在 0.01~0.08 L/s 之间, 最高流量不超过 0.18 L/s。

2.3 地下水动态特征

区内地下水的补给、径流、排泄无明显区域之分, 均属降水型, 地下水水力坡度较大, 其起伏变化基本与地形一致, 含水层储水性能差, 地下水多以山泉及溪流形式向下游排泄。地下水位动态受大气降水与开采影响, 季节性波动变化, 雨季时地下水位明显升高, 泉的数量与流量均有增加。第四系孔隙水与下部基岩裂隙水之间无相对隔水层, 二者具一定的水力联系。由于风化裂隙水渗透性能不一, 在不同地段与第四系孔隙水联系有较大差异, 脉状裂隙水在低洼地带以越流形式补给上部含水层。

2.4 矿区天然水水质特征

矿区内地表水 pH 值为 7.96~8.32, 呈弱碱性, 为

HCO₃-Ca·Mg 型水, 矿化度 429~466 mg/L, 总硬度 261~272 mg/L。两河河水清澈透明, 无色无味无臭, 平均矿化度为 447.5 mg/L, 平均总硬度 266.5 mg/L, 其各种微量元素指标符合 GB5749-85 饮用水标准, 可作为生活用水源地。区内地下水 pH 值为 7.02~7.99, 略偏碱性, 主要为 HCO₃-Ca·Mg 型水, 在矿区南东缘局部出现 HCO₃-Ca 型水和 HCO₃·SO₄-Ca·Mg 型水。区内地下水矿化度 484~781 mg/L, 总硬度 308~445 mg/L, 显示出一般山泉水矿化度及硬度各项指标较溪沟水为高。

据采样分析, 矿区内各天然水水质普遍较好, 适宜生活及农业用水, 地表水及地下水未受外界污染。

3 采场境界内最大汇水量评估

3.1 模型的建立

随着采矿的不断进行, 矿区逐渐形成阶梯形的地表, 地面坡角相应增大, 地下水流域也发生相应变化, 地下水分水岭发生迁移, 地下水向开采中心径流, 地下水水力坡度变大, 运移加快, 沿边坡排泄量增大。当采矿基准面低于 745 m 即进入深凹露天阶段后, 地下水会沿边坡渗出并在采场汇集。此时积水会下渗并向铜马沟和万丈沟排泄。但当采矿基准面低于两河河水最低水位 735 m 时, 会发生采场四周的地表水及地下水都向采坑内涌流的情况。

本次模型模拟区域为整个采矿场境界及其外围, 宽度 800 m, 长度 1 000 m, 高程为 700~930 m 范围内。

整个采矿场境界内最大的汇水量计算须满足下列因素:

(1) 境界以外的地表水流均不得流入到采坑内;

(2) 采场境界线以外的大气降雨全部由地表排水系统排出到境界外侧,而不能流入境界内。

这样汇入采坑内的水量 Q_i 等于采场境界线范围内的大气降水量 Q_r 和采坑内边坡岩石中渗出的水量 Q_s 之和减去蒸发的水量 Q_e 。

3.2 边坡岩石日渗水量计算

边坡岩石日渗水量模拟计算采用的是基于 Modflow 内核研发所形成的 VISUAL MODFLOW 版本,运用有限差分的方法求解。对于裂隙性岩体,由于裂隙发育的不均匀性,地下水在其中渗流时必然是呈各向异性的。限于目前工作所采用的手段和可用的资料,本文将岩体作为一种连续、似均质的介质。

根据野外实际施工勘探时钻孔抽水、压水试验获取的资料及实验室法测定,获得平均渗透系数及平均给水度值。平均渗透系数如表 1,平均给水度值为 0.167。

表 1 模拟区各方向上平均渗透系数表

| $Kx/(m \cdot d^{-1})$ | $Ky/(m \cdot d^{-1})$ | $Kz/(m \cdot d^{-1})$ |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 9.32×10^{-3} | 9.32×10^{-3} | 6.74×10^{-3} |

由于整个采场开采到某一标高时,不同地段出水点的标高不同,地下水的补排方式也有所差别,因而不同采坑基准面标高渗水量是不同的。根据计算模拟,可得开采到不同基准面标高时的边坡岩石日渗水量,如表 2。

表 2 开采到不同标高时边坡岩石日渗水量表

| 采坑基准面标高/m | 745 | 735 | 725(最低基准面) |
|--------------------------------|-----|-----|------------|
| 边坡岩石日渗水量/ $(m^3 \cdot d^{-1})$ | 684 | 861 | 1165 |

3.3 采场境界内日最大降水量及日蒸发量

露天采场境界线圈闭面积为 $267\ 552.5\ m^2$,矿区内日最大降雨量采用 30 年一遇的日最大降雨量 287 mm,蒸发量按日平均蒸发量 25 mm 作为计算数据(据成都气象局都江堰气象站资料),则采场境界线内日最大降水量为 76 788

参考文献:

[1] 四川省地质局水文工程地质大队. 灌县幅 H-48-(8)1/20 万区域水文地质调查报告[R]. 成都理工大学档案馆地质资料库,1978.

[2] 成都理工学院区调一队. 都江堰幅 H-48-28-C 1/5 万区域地质调查报告[R]. 成都理工大学档案馆地质资料库,1996.

[3] 孙瑞华,李壮. 苏家庄铁矿水文地质条件及矿山地质环境评价[J]. 水文地质工程地质,2004,(5):74-76.

[4] 徐京苑,周贵斌. 赞比亚谦比西铜矿水文地质条件和疏干方案研究[J]. 工程地质学报,2000,(8):180-185.

[5] 李石桥. 甘肃阳山特大型金矿床水文地质条件和环境地质问题研究[J]. 四川地质学报,2005,(3):19-22.

[6] 吴志刚. 浅谈数学模型在矿山水文地质中的应用[J]. 化工矿物与加工,2004,(2):33-34.

(上接第 183 页)

参考文献:

[1] 宝音,陶格涛,刘丹. 农牧交错带多伦县耕地变化及问题分析[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2001,32(6):657-660.

[2] 杨泰运,陈广庭. 农牧交错地带土地生产力退化的初步研究[J]. 干旱区资源与环境,1991,5(3):75-82.

[3] 罗承平,薛纪瑜. 中国北方农牧交错带生态环境脆弱性及其成因分析[J]. 干旱区资源与环境,1995,9(1):1-7.

[4] 张兰生,方修琦,任国玉. 我国北方农牧交错带的环境演变[J]. 地学前缘,1997,4(1-2):127-135.

[5] 高志海. 基于 RS 和 GIS 的绿洲植被与荒漠化动态研究[D]. 北京:北京林业大学,2003.

[6] 李苗苗. 植被覆盖度的遥感估算方法研究[D]. 北京:中国科学院,2003.

[7] Gutman G, Ignatov A. The derivation of the green vegetation fraction from NOAA AVHRR data for use in numerical weather prediction models[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(8):1533-1543.

[8] 张克斌,王锦林,侯瑞萍,等. 我国农牧交错区土地荒漠化及其防治研究:以宁夏盐池县为例[J]. 中国水土保持科学,2003,1(1):85-90.

m^3 ,日蒸发量为 $6\ 689\ m^3$ 。

3.4 露天采场日最大汇水量

采场开采到某一标高时整个采场场内日最大的汇水量按下式计算:

$$Q_i = Q_r + Q_s - Q_e$$

可知:

(1) 开采到 745 m 标高时整个采场日最大汇水量为 $70\ 783\ m^3$;

(2) 开采到 735 m 标高时整个采场日最大汇水量为 $70\ 960\ m^3$;

(3) 开采到 725 m 标高时整个采场日最大汇水量为 $71\ 264\ m^3$ 。

显而易见,大量的汇水主要来自大气降雨,边坡的渗水影响较小。

4 结 论

(1) 矿区水文地质条件简单,砂泥岩风化带和第四系坡残积层为矿区的主要含水层,地下水类型有裂隙水和孔隙水。

(2) 地下水以大气降水的垂直渗入补给为主,向两侧的万丈沟、铜马沟排泄。矿区地下水动态变化大,表现为地下水位和泉的数量、流量变化大。地下水对砂岩、泥岩矿体影响不大,砂岩、泥岩以裂隙含水介质为主,有利于地下水的径流。目前矿区地下水与区外水系和地下水无联系。

(3) 矿区地下水矿化度 $484 \sim 781\ mg/L$,略偏碱性,多为 $HCO_3 - Ca \cdot Mg$ 型水,各项指标满足生活饮用水标准,采矿对地下水水质无较大影响。

(4) 当采矿基准面低于 735 m 时,会发生采场四周的地表水及地下水都向采坑内涌流的情况,日最大汇水量达到 $71\ 264\ m^3$,其中 $1\ 165\ m^3$ 为边坡岩石渗水,其余为大气降水。因而,应适当设置疏排水设施,特别应对雨水加以疏导,否则在连续大雨或暴雨季节因不能及时将汇水排出采坑而可能出现淹没台阶、设备,造成停产的危险。