

白岩脚煤矿环境水文地质问题及防治对策*

郝启勇,高志军,曹学江,隋建红

(山东省煤田地质规划勘察研究院,山东泰安 271000)

摘要:对白岩脚煤矿含水层特征、地下水赋存、转化与排泄等水文地质条件分析的基础上,对区内水土流失、石漠化、内涝、地下水污染等原生的和煤炭开采可能引发的环境水文地质问题进行梳理,并提出对策建议,为矿井设计和矿山环境保护与恢复治理提供参考。

关键词:环境水文地质;防治对策;白岩脚煤矿;贵州省黔西县

中图分类号:P641.69

文献标识码:B

0 引言

白岩脚煤矿位于贵州省黔西县西北部金坡乡境内,处于侵蚀、剥蚀型中山沟谷地貌地带。区内地形总体西北高、东南低,最高点位于北部白家坝南山顶,标高 1 742.5 m,最低点位于南部水淹坝,标高 1 316.2 m,最大相对高差 426.3 m。

矿区位于五指山背斜构造南东翼,总体为一向 SE 倾斜的单斜构造,区内中部发育一条 NE 走向的正断层——雨灌河断层,展布方向与雨灌河大致相同,倾向 N,落差 20 m,次级褶曲及断裂不发育,地层走向 N60°E,倾向 SE,倾角一般 11°~15°。构造较为简单。含煤岩系为二叠系上统龙潭组。矿区属亚热带季风湿润气候区,年平均气温 13.8℃,年平均降水量 1 005.0 mm,年平均蒸发量 1 345.6 mm。其中 5—9 月雨量充沛,占年降水量的 82%。

白岩脚煤矿地处地表水分水岭地带,为接受大气降水的补给区,地表径流为北西向南东径流。区内泉水点出露较多,但流量小,均小于 0.5 L/s,泉点大部位于九级滩碎屑岩地层,处于地势较高地带。茅草铺灰岩地层中溶洞暗河较发育,暗河流量为 5.0~69.0 L/s。区内季节性冲沟、溪流大多沿北西—南东方向展布,流量受大气降水控制,雨季常表现为短时间内流量显著增大,枯季流量减少甚至断流。

区内发育一条常年性流水河流——雨灌河。雨灌河水为北部玉龙山灰岩水、九级滩砂泥岩水以及煤系窑洞排水在流程中汇聚而成,最后进入茅草铺地层以明暗流交替的形式径流排泄于矿区南部附廓水库^①。附廓水库为黔西县集中式生活饮用水源地。

在煤田勘探阶段,前人对矿区水文地质关注颇多。该文试图在勘探阶段,结合实地调查所掌握的资料,对研究区原生的和煤炭开采后引发的环境水文地质问题进行梳理,并提出对策建议,为矿井设计和矿山环境保护与恢复治理提供参考。

1 矿区水文地质条件

1.1 含(隔)水层

矿区内地层由老至新出露有:茅口组(P_2m)、龙潭组(P_3l)、二叠纪长兴组(P_3c)、夜郎组沙堡湾段(T_1y^1)、夜郎组玉龙山段(T_1y^2)、夜郎组九级滩段(T_1y^3)、三叠系茅草铺组(T_1m)、第四系(Q)。其中夜郎组九级滩段、沙堡湾段岩性主要为粉砂质泥岩、钙质泥岩、泥质粉砂岩,为区内重要的相对隔水层。矿区各含水层岩组富水性和水质特征见表 1。

1.2 地下水的补给径流和排泄

区内地下水总体由北西向南东运移,最终排泄于最低侵蚀基准面黔西县附廓水库。区内碳酸盐岩

* 收稿日期:2011-04-26;修订日期:2011-06-20;编辑:陶卫卫

作者简介:郝启勇(1979—),男,山西汾阳人,工程师,主要从事环境影响评价工作;E-mail:haoyong@163.com。

①山东泰山地质勘查公司,曹学江、王付山、郝启勇等,贵州省黔西县金坡乡白岩脚煤矿资源量核实及勘探报告,2008年。

地层与碎屑岩地层相间展布。在碎屑岩分布区,地下水接受大气降水补给后多沿冲沟两侧坡面岩石裂隙中以下降泉的形式排泄出地表,这些泉水成为地表溪流重要的补给来源,而这些冲沟溪流也成为补给茅草铺灰岩岩溶地下水的重要来源。矿区内茅草铺组灰岩出露广泛。地下水的补给来源有大气降水和地表溪流,通过溶蚀洼地、岩溶漏斗、落水洞等地

下通道以直接注入的点状方式成为该区茅草铺组灰岩地层地下水补给的主要方式。补给的地下水沿垂直岩溶形态向下运动,至地下深部后,受侵蚀基准面和下部九级滩碎屑岩隔水层影响沿水平径流,然后以明暗交替的形式从北西向东南运动,最终排泄于附廓水库(图 1)。

表 1 白岩脚煤矿各含水层水文地质特征

含水岩组及代号	地下水类型	岩性	厚度(m)	富水性指标		富水性	水质类型
				单位涌水量(L/s·m)	泉水流量(L/s)		
茅口组(P _{2m})	溶洞裂隙水	细晶灰岩	>100		20~100 (据区域资料)	极强	HCO ₃ -Ca
龙潭组(P _{3l})	基岩裂隙水	细砂岩、薄层灰岩	130	0.00184~0.0127	0.01~0.6	弱	HCO ₃ -Ca, SO ₄ -Ca SO ₄ -Mg
长兴组(P _{3c})	岩溶裂隙水	中厚层—厚层状灰岩、含燧石结核灰岩	29	0.000754~0.1210	未见泉点出露	弱—中等	HCO ₃ -Ca, HCO ₃ ·SO ₄ -Ca, SO ₄ ·HCO ₃ -Ca
玉龙山段(T _{1y} ²)	岩溶裂隙水	薄—中厚层状灰岩,下部泥质含量增高	235	0.0025~3.357	0~0.084	弱—强	HCO ₃ -Ca, HCO ₃ ·SO ₄ -Ca; SO ₄ -Ca·Mg
茅草铺组(T _{1m})	溶洞裂隙水	中厚层状灰岩、白云质灰岩	20~150 (残厚)		5.0~69.0	中等— 极强	HCO ₃ -Ca
第四系(Q)	孔隙水	粘土、局部混有碎石	0~24		未见泉点出露	弱	

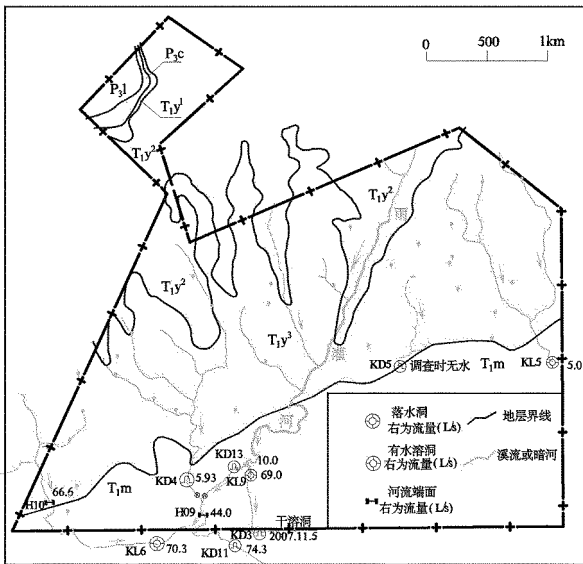


图 1 地表水、地下水转化、排泄示意图

在野外水文地质调查发现,受地层岩性、地质构造和地形地貌的控制,出露的玉龙山段灰岩含水层中,岩溶地下通道不甚发育。而在茅草铺灰岩地层中,岩溶溶蚀裂隙、管道等较为发育,并相互贯通,地表水、地下水相互补给,互为一体,形成了岩溶区特有的地下、地表“双层空间”结构体系^[1]。

2 环境水文地质问题现状

2.1 水土流失与石漠化

矿区土壤侵蚀模数平均为 2 652 t/(km²·a),为中度水土流失区。按照岩性及地形地貌,总体上可分为北部碎屑岩分布区和南部茅草铺碳酸盐岩分布区 2 个不同的水土流失区域。北部碎屑岩分布区面积约 7.6 km²,地形高差相对大,溪流、冲沟发育。大气降雨冲刷而使水土顺坡而下,进入冲沟或溪流。水土的流失使得土壤生产力下降,也为茅草铺碳酸盐岩分布区形成内涝、地下水污染提供了物质基础。茅草铺碳酸盐岩分布区面积约 4.4 km²,岩石裸露率高,土壤植被不连续,土层薄,岩溶发育,在降雨的冲刷下携带泥沙首先进入地下管道、地下河,然后出露地表,汇入地表河。在水淹坝一带(溶洞 KD₃, KD₁₃ 一线附近)岩溶洼地内,发育有大量竖井、落水洞、溶洞,而该处洼地也是当地居民重要的耕地所在。在雨季,持续的降雨将肥沃的耕作层土壤冲刷而进入地下管道,使得土壤贫瘠。水土流失也使得茅草铺碳酸盐岩分布区石漠化程度较高的岩溶生态环境雪上加霜。

2.2 内涝

主要发生在茅草铺碳酸盐岩分布区的水淹坝一带。面积约 0.55 km^2 , 每年雨季时, 降雨形成的洪水携带大量泥沙、树枝等使得洼地内的消水洞排水不畅, 引起洪水漫溢, 淹没洼地内的农田, 造成内涝。

2.3 地下水污染

茅草铺组碳酸盐岩分布区地下、地表二元结构及区内地下水转化、排泄使得该区岩溶地下水极易遭受污染。北部煤系地层出露泉点、老窑自流水和携带农药、化肥的大气降水汇聚以地表溪流的方式向南径流, 以点状的方式补给岩溶地下水, 点状补给使污染物直接进入含水层而无任何过滤作用, 对茅草铺组岩溶地下水造成很大威胁, 也对井田南部的集中饮用水源地附廓水库产生威胁。

3 煤炭开采诱发的环境水文地质问题

采矿产生的环境水文地质问题是随着煤和矸石的采出、矿井水的排放而诱发的, 主要问题为水均衡、水资源的破坏和水环境的污染。

该区先期主要开采 4 煤, 4 煤层厚 $0.65 \sim 2.30 \text{ m}$, 平均 1.27 m 。根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB12719-91) 附录 F 推荐的冒落带导水裂隙带最大高度经验公式, 计算了区内 24 个钻孔理论最大导水裂隙带高度, 结果表明: 导水裂隙带最高能触及到龙潭组上部, 而不会影响到长兴组和玉龙山段岩溶含水层, 即该区煤炭的开采主要会影响煤系含水层的水量和水位, 煤炭的采出一般不会对地表水或上覆灰岩水产生直接影响。矿井水的疏排将使得在矿井开采影响半径范围内出露于煤系的泉点水量、水位产生较大影响。煤层开采形成冒落带和导水裂隙带后, 地面也随之发生移动和变形, 同时伴有裂缝及塌陷坑的产生, 这种影响也会在局部改变地表水和地下水的转化、径流和排泄等水文地质条件, 也会在局部降低表层土壤层对水的涵养能力。

煤炭开采不可避免产出的矿井水、工业场地生活污水和矸石的淋溶液的排放, 不仅会对周围地表水体产生影响, 而且也可能直接通过岩溶通道污染地下水, 威胁到供水水源和饮用水源地。白岩脚煤矿有 4, 9, 11, 14, 15 五层可采煤层, 其中 4 煤层原煤硫分平均为 1.03% , 属低中硫煤; 9, 11 煤层分别为 2.00% , 1.67% , 属中硫分煤; 14, 15 煤层分别为

2.35% , 2.40% , 属中高硫煤。各煤层硫均以硫化物硫为主。煤系水质分析结果表明, 水质类型为 $\text{SO}_4 - \text{Ca}$ 型、 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型、 $\text{SO}_4 - \text{Mg}$ 型, 矿化度为 $0.13 \sim 1.70 \text{ g/L}$ 。白岩脚煤矿开发建设后排出的矿井水也将成为岩溶地下水污染的一个重要来源。

白岩脚煤矿的开发建设, 人类活动水平的增强, 直接和间接的也会使得该区已存的水土流失、地下水污染等环境地质问题加剧。

4 防治对策

根据研究区水文、环境地质条件, 以及已存的主要环境水文地质问题, 结合煤炭开采可能产生的污染和影响, 提出有针对性的防治对策, 使矿业的开发不仅有益于当地经济发展, 而且还能使原有生态环境朝着良好的方向发展。

(1) 在生境较为脆弱的地区进行矿业开发, 矿方应承担相应的社会责任和生态责任。在建设前期应积极与当地国土、水利、环保部门沟通, 把场地选址、矿井设计与矿区的生态恢复治理规划、小流域综合治理规划相协调, 以期同时实现矿产资源合理利用及矿区生态环境的有效保护。

(2) 环境水文地质问题的生态恢复治理应实现生态效益和经济效益的有机组合。根据水土流失分布区的不同情况, 可在北部碎屑岩分布区内, 实施山顶退耕种草种树, 山腰兴修水平梯田, 山沟建设水库塘坝的措施^[2]。山顶种草种树可降低水速, 使调蓄能力增强, 水源增多; 山腰兴修水平梯田, 可进一步降低水速、增加水流距离, 净化水质; 山沟建设水库塘坝可进一步阻流水土, 降低农肥的流失量, 降低对下游水体污染, 减缓对下游碳酸盐岩的溶蚀和冲蚀作用。

(3) 在茅草铺组碳酸盐岩分布区应因地制宜的实施保护植被、封山育草育林, 提高植被覆盖率, 增强岩溶表层带对水循环的调蓄能力, 增加表层岩溶发育强度, 提高土壤肥力^[3], 缩短成土速率, 同时增强对水污染物的过滤和消滞作用, 阻缓洪峰流速, 最大程度降低对于下游居民、农田、集中生活水源地附廓水库的威胁。

(4) 在区内保水保土的同时, 应寻找有利的地质、地理条件, 采取截流、拦洪、引流^[1]的方式, 减少和避免上游煤系水和矿井水通过地下通道进入茅草铺岩溶含水层, 进而污染附廓水库, 同时也可使得水

淹坝洼地内的良田免遭洪水和灾害的威胁。截留、拦洪的水资源可供育林地、农田浇灌用水,促进生态建设。

(5)矿方应对“三带”实行长期观测,并确定合理的开采上限,避免地表水及玉龙山段灰岩水充入矿井。

(6)下游的附廓水库,是研究区生态综合治理重点关注的保护目标。应加大白岩脚煤矿排放矿井水的综合利用途径,深挖矿井综合回用量,尽量减少排放量。矿井水需经处理满足排放标准后排放,在排放过程中,应采取低坝截流的方式蓄水林灌。露天堆存煤矸石场淋溶液应采取收集处理、蓄存利用的处置方式,减少污水向下游排放。

5 结 语

白岩脚煤矿总体为一向 SE 倾斜的单斜构造,构造较为简单,雨灌河由东北向西南贯穿整个井田,控制着该区地下水的补径排条件。玉龙山段灰岩含水层岩溶地下通道不甚发育,而在茅草铺灰岩地层

中,地表水、地下水相互补给,互为一体。这种岩溶区特有的地下、地表“双层空间”结构体系成为矿区环境水文地质问题较为发育的重要原因。在煤炭资源未开发前,矿区原生地质环境本身较为脆弱,水土流失、石漠化、内涝、地下水污染等环境问题较为突出。在煤炭资源开发后,随着人类活动水平增强,将使得该区环境地质问题不断加剧。煤炭的开发建设,应根据原生环境地质问题的发育发展规律,顺势利导,因地制宜,提出有针对性的防治对策,使矿业的开发不仅有益于当地经济发展,而且还能使原有生态环境朝着良好的方向发展。

参 考 文 献:

- [1] 曹建华,袁道先,章程,蒋忠诚. 受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统[J]. 地球与环境,2004,32(1):1-8.
- [2] 袁道先. 我国西南岩溶山地的环境地质问题[J]. 世界科技研究与发展,1997,19(5):41-43.
- [3] 郭芳,姜光辉,蒋忠诚. 中国南方岩溶石山地区不同岩溶类型的地下水与环境地质问题[J]. 地质科技情报,2006,25(1):83-87.

Environmental and Hydrogeological Problems and Protection Countermeasures in Baiyanjiao Coal Mine

HAO Qiyong, GAO Zhijun, CAO Xuejiang, SUI Jianhong

(Research Institute of Shandong Provincial Coal Field Geology Bureau, Shandong Tai'an 271000, China)

Abstract: On the basis of analyzing characteristics of water bearing layers, occurrence, conversion and excretion of underground water in Baiyanjiao coal mine, soil erosion, rocky desertification, water logging and groundwater pollution, and environmental and hydrogeological problems caused by coal mining have been analyzed in this paper. On these basis, relative countermeasures are put forward which can provide references for mine design and environmental protection, restoration and treatment of mines.

Key words: Environmental and hydrogeological problems; protection countermeasures; Baiyanjiao coal mine; Qianxi county in Guizhou province