

文章编号:1001-4810(2009)04-0381-04

湾河粉煤灰堆场岩溶渗漏评价^①

丁坚平,段先前,段黎,曹兴民,杨绍萍

(贵州大学资源与环境工程学院,贵州 贵阳 550003)

摘 要:湾河粉煤灰堆场位于黔中典型的峰丛洼地中,存在严重的堆场废水渗漏。为确切评价其渗漏特征,在堆场及其周围开展了相应的水文地质勘探及连通试验。结果表明,堆场地下水位低于邻近的波玉河水位6.5 m,堆场废水不可能向波玉河发生渗漏,而是越过灰场北西侧峰丛地带沿F1断层向西距堆场约3 km以外的邻谷的S2潭、S3泉渗漏。渗漏点为堆场洼地中分布的串珠状落水洞,渗漏为裂隙管道型,地下水流速为57.2 m/h,渗漏水动力条件复杂。堆场废水污染渗漏治理不仅要解决堆场中串珠状落水洞的防渗,而且要保证堆场北侧山体包气带岩溶的防渗,因此建议采用水平防渗方案。

关键词:粉煤灰堆场;峰丛洼地;渗漏评价;防渗处理;贵州湾河

中图分类号:P642.2

文献标识码:A

1 粉煤灰堆场工程及渗漏概况

湾河粉煤灰堆场为贵州某发电厂的二期粉煤灰堆场,面积约0.35 km²,场址高程1 250~1 277 m,设计堆积高程1 280 m。堆场地貌属于贵州中部地区典型的峰丛洼地类型,岩溶水文地质条件复杂。该粉煤灰堆场在使用过程中,因未作防渗工程处理,烟囱脱硫过程的废水潜入堆场内落水洞后,并未向邻近粉煤灰场的波玉河(当地排泄基面,高程1 248 m)渗漏,而是越过灰场北西侧峰丛地带向邻谷的S2潭、S3泉渗漏(图1),岩溶渗漏污染了地下水。根据水文地质勘察及连通试验表明,波玉河与S2潭、S3泉之间的水力联系密切,堆场内22个落水洞及北侧峰丛的山体裂缝均为渗漏点,岩溶渗漏形式为管道裂隙类型。渗漏污染造成S2潭、S3泉及地表水硫酸盐和氟污染,影响了当地居民正常的生活和生产。

2 岩溶水文地质条件^[1]

2.1 岩溶地貌

湾河粉煤灰堆场位于地势较低的波玉河左岸的

洼地中,海拔标高1 250~1 277 m,相对高差27 m。洼地中分布落水洞,落水洞呈圆形、椭圆形,呈串珠状分布,直径3~50 m,均为地表水潜流点(图1)。堆场表层土为残坡积红粘土,呈可塑状,分布不连续,厚度变化大,0.0~8.4 m;部分粉煤灰和疏石膏堆积厚度0.5~3.5 m。

2.2 岩溶发育特征

岩溶含水层为关岭组第二段第一层(T_2g^{2-1})灰岩地层,赋存裂隙溶洞水,岩溶发育主要特征:地表岩溶,受地质构造控制,堆场串珠状分布的20个落水洞,呈北东、北西分布,直径1.0~50 m不等;地下岩溶,堆场施工的12个钻孔,孔深31.6~45.3 m,仅2个钻孔遇溶洞,洞高分别为5.1 m和1.3 m,深度分别为8.4 m和14.1 m,据钻孔岩性采取率统计,随深度增加,完整岩芯和破碎岩芯(溶隙带)交替出现的频率高,岩溶发育在空间上呈现极不均匀性。

2.3 岩溶地下水补—径—排

堆场裂隙溶洞含水层南西面为关岭组一段(T_2g^1)泥岩地层隔水边界,北东面为关岭组第二段二层(T_2g^{2-2})泥岩地层隔水边界,东侧为波玉河,西

① 基金项目:贵州省自然科学基金项目(3018号)

第一作者简介:丁坚平(1955—),男,教授,国家注册岩土工程师,从事水工环地质研究33年。

收稿日期:2009-06-07

为S2、S3排泄点,见图1。

岩溶地下水除大气降水补给外,地表水为主要补给来源,堆场东面的波玉河,距堆场20~50 m,水面标高1 248.0 m,堆场地下水位标高1 244.0 m,根据波玉河上下游测流结果说明(表1),波玉河流经堆场地段,河段长约860 m,河水渗漏补给量约为0.047 m³/s。地下水由南东向北西径流,排泄于S2潭、S3泉(表1)。

表1 泉、机井、测流断面特征表

Tab.1 Characteristics of springs, motor-pumped wells, gauging section

编号	类型	含水介质	水位标高/m	流量	利用现状
S1	机井	裂隙	1 253.5	1.0 L/s	生活用水
S2	岩溶潭	裂隙溶洞	1 239.5	27.6 L/s	灌溉用水
S3	下降泉	裂隙溶洞	1 239.0	28.2 L/s	灌溉用水
S4	暗河出口	溶洞	1 237.5	15.6 L/s	灌溉用水
D1	测流断面1		1 248.5	1.291 m ³ /s	
D2	测流断面2		1 248.0	1.244 m ³ /s	

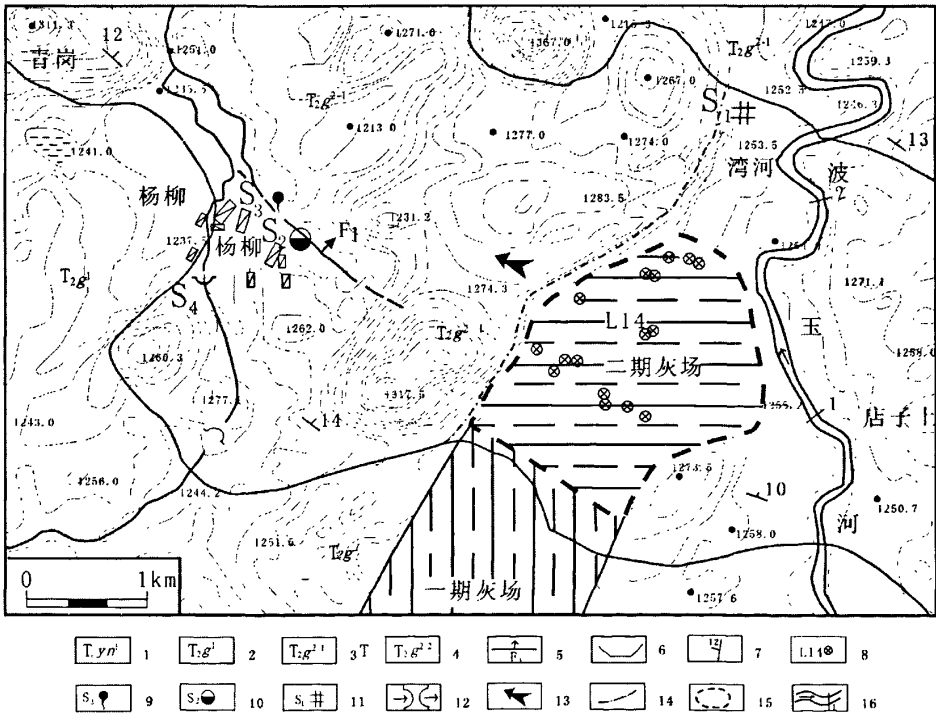


图1 湾河粉煤灰堆场水文地质图

Fig. 1 Hydro-geological map of the coal ash site in Wanhe

1.三叠系下统永宁镇组灰岩、白云岩夹泥岩含水层;2.三叠系中统关岭组第一段页岩、泥岩与白云岩互层相对隔水层;3.三叠系中统关岭组第二段第一层灰岩含水层;4.三叠系中统关岭组第二段第二层泥岩、泥灰岩相对隔水层;5.断层及编号;6.地层界线;7.岩层产状;8.落水洞及编号;9.岩溶泉及编号;10.岩溶潭;11.井及编号;12.暗河入口、出口;13.地下水流向;14.建议垂直防渗帷幕;15.棱体坝分布位置;16.测流点位置

3 粉煤灰堆场渗漏评价

3.1 灰岩透水性特征

通过对 T_2g^{2-1} 灰岩地层12个钻孔的压水试验可知,在5~60 m深度范围内,钻孔每钻进5 m做一次压水试验,压力值为0.2MPa,取得渗透系数 $k=8.33\times10^{-3}\sim5.06\times10^{-7}cm/s$,灰岩地层的透水性为弱~强。试验结果说明,灰岩地层渗透性随深度变弱的趋势不明显,透水性极不均匀,渗漏的水动力条件复杂。

3.2 渗漏评价

湾河粉煤灰堆场在使用过程中,2005年7月因脱硫废水潜入堆场内落水洞,产生渗漏污染。之后,通过勘察和试验,基本查明了堆场的岩溶渗漏条件,即堆场中所有的落水洞均会产生渗漏,目前主要渗漏位置

为L14落水洞,渗漏方向朝北西,废水于杨柳寨的S2潭、S3泉出露地表,形成地表径流,最终汇入两岔河。

为查明堆场渗漏方式,于2007年11月26日8点对堆场进行了连通试验,历时33个小时,选择食用胭脂红(环保安全)作为示踪剂,以堆场L14落水洞作为投放点,示踪剂投放量39 kg,分别在S1、S2、S3、S4及波玉河下游布设观测接收点。经10小时50分后,先后在S2潭、S3泉出现示踪剂,最大峰值出现时间为5.8小时,计算出地下水流速为57.2 m/h。S1、S4及波玉河观测接收点未出现示踪剂。S2潭示踪剂浓度一时间曲线(图2)表明堆场渗漏方式为单一的裂隙管道类型^[2~4],但由于堆场北侧山体包气带岩溶发育,因此堆场的渗漏的水动力弥散条件比较复杂。

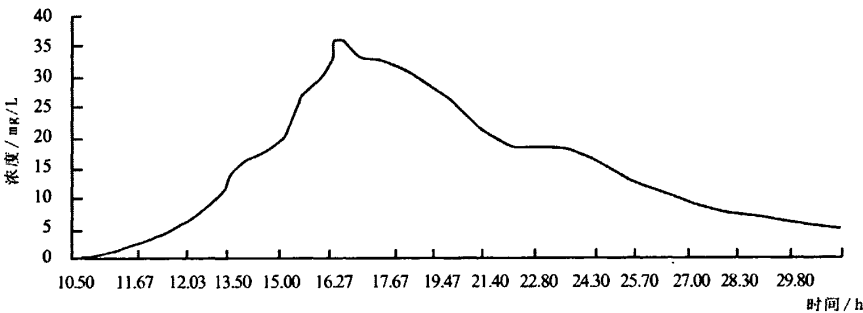


图2 S2岩溶潭示踪剂浓度—时间变化曲线图
Fig.2 Curve of tracer concentration against time in S2 karst spring

表2 水样分析结果(单位:mg/L,pH除外)
Tab.2 Test results of water samples (unit: mg/L, except pH)

水样编号	类型	位置	pH	悬浮物	硫酸盐	氟化物	铁	氨氮
S1	机井	湾河	7.47	93.6	163	0.82	<0.03	<0.05
S2	岩溶潭	杨柳	7.35	125.2	951	1.46	<0.03	0.26
S3	下降泉	杨柳	7.33	116.8	903	1.50	<0.03	0.26
S4	暗河出口	杨柳	7.62	85.2	225	0.56	<0.03	<0.05
L14	电厂废水	堆场消水点	8.80	118.0	1005	2.20	<0.03	1.23
101	波玉河水	波玉河测流点	8.44	9.60	241	0.61	<0.03	0.25
地表水(GHJB 3838—2000)Ⅲ类标准			6.5~8.5		≤250	1.0	≤0.3	0.5
地下水(GB/T 14848—93)Ⅲ类标准			6.5~8.5		≤250	≤1.0	≤0.3	≤0.2

3.3 渗漏污染

根据所取5个水样的水质检测报告(表2)可知,S2潭、S3泉的硫酸盐、氟化物及氨氮超标,说明其地下水已受到堆场的废水影响。

4 防渗措施建议

由堆场渗漏评价可知,产生渗漏的位置多,地下水水动力条件复杂,给渗漏治理带来了较大的困难,防渗处理方案如下:

(1)堆场中红粘土层可作为天然防渗层,20个落水洞必须做封闭处理,即清挖底部后,接近岩面应人工清理,将溶洞(缝)充分清理后,采用毛石混凝土回垫,再用钢筋(双向钢筋网片)现浇混凝土盖板封闭,再覆盖粘土压实至原地地面高程。落水洞的处理不但防止渗漏,更重要的是消除引发岩溶塌陷地质灾害的隐患,确保堆场使用过程中的防渗漏和稳定安全^[3]。

(2)垂直防渗方案以 $k=10^{-7}$ cm/s 为依据,采用垂直注浆帷幕^[4,5],在关岭组一段(T_2g^1)泥岩地层和关岭组第二段第二层(T_2g^{2-2})泥岩地层之间设一道帷幕线(图1),帷幕底界以关岭组一段(T_2g^1)泥岩隔水层为界,设计防渗高程1 260~1 280 m,帷幕线长度1 200 m,帷幕深度100~130 m。

该方案存在最大的问题是,若截断了波玉河向堆场(洼地)渗透水的排泄去路,会造成洼地地下水位抬高(接近或超过波玉河水位),堆场将形成积水,其结果:①影响灰场粉煤灰堆积体的稳定,②灰场渗滤水及废水向东渗漏污染波玉河;③湾河村饮用水机井将被污染,需解决130户村民饮用水及生活用水;④灰场渗滤水及废水排出的处理。

(3)水平防渗方案 整个堆场底部及斜坡利用天然粘土层+土工布+HDPE膜防渗处理,防渗膜铺设北面、东面、南面与堆场堆石棱体坝顶搭接,西南面搭接一期堆场堆石棱体坝顶,防渗高程1 250~1 270

m,估算面积26.5万 m^2 。

防渗系统从下至上依次为:①平整洼地内的溶丘及石芽至防渗底部标高1 250.5 m;②洼地底部平整后,再铺压实粘土垫层(厚度0.3 m),粘土垫层可以充分利用洼地的天然红粘土层,只对岩石出露及落水洞等部位进行粘土垫层铺垫处理,其上铺设土工布+高密度聚乙烯膜(HDPE膜)进行防渗;③洼地北面、东面的斜坡段进行工程平整喷浆处理后,再铺设土工布与HDPE膜;④灰场重新设计淋滤水、废水收集及排出系统。

该方案的优点是:防渗效果直观,设计及施工工艺成熟,对环境的影响较小。建议采用水平防渗方案。

参考文献

- [1] 贵州大学勘察设计研究院.安顺发电厂二期灰场渗漏治理岩土工程勘察报告[R].2008.
- [2] 丁坚平,毛健全,姜涛,等.贵州岩溶地区废渣堆场渗漏污染研究[J].工程勘察,2004,191(4):16.
- [3] 丁坚平,鄢贵权,王伍军.工业废渣库岩溶渗漏水力弥散污染及其防治研究[J].中国岩溶,1998,17(2):91-95.
- [4] 丁坚平,王伍军,鄢贵权.工业废渣库岩溶渗漏污染评价[J].水文地质工程地质,1997,24(3):20.
- [5] 丁坚平,蔡良钧,毛健全,等.扎塘赤泥库渗漏污染评价及治理研究[J].中国岩溶,2003,22(2):124.

Evaluation on karst leakage of coal ash site in Wanhe

DING Jian-ping, DUAN Xian-qian, DUAN Li, CAO Xing-min, YANG Shao-ping

(College of Resources and Environment, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550003, China)

Abstract: Coal ash site in Wanhe is located in the typical peak-cluster depression in central Guizhou. Serious polluted water leakage exists in the site. To evaluate the leakage characteristics exactly, the hydro-geological exploratory works and connectivity tests have been carried out around the site. The results show that the groundwater table under the site is 6.5 meters lower than the adjacent water level of the Boyu River. Thus, the waste water of the site can not leak to the Boyu River. In fact, waste water runs across the peak cluster region at the northwest of coal ash site and leaks along the F1 fault towards west into S2 and S3 springs in the neighboring valley which is beyond 3 km from the sit. The leakage points are the beady sink-holes which are scattered over the depression in the coal ash site, and the leakage is in the type of pipe fissure. Flow velocity of groundwater is 57.2 m/h, and hydrodynamic condition of the leakage is complicated. Water pollution leakage evaluation on the site is not only to solve seepage-proofing of beady sink-holes in the site, but also to ensure karst seepage-proofing of unsaturated zone at the north of the site. Therefore, it is suggested project of horizontal seepage-proofing be adopted.

Key words: coal ash site; peak-cluster depression; leakage evaluation; horizontal seepage-proofing; Wanhe, Guizhou