

上街区铝工业基地排污渠渗漏引发的 环境地质问题研究

王晓飞,于 芳,王金山,荣富强,冯 琳

(河南省地质勘查开发局第二水文地质工程地质队,河南 郑州 450053)

[摘 要] 上街区西部铝工业基地生产、生活废水在排放过程中存在严重渗漏,造成该区潜水水质严重污染,潜水水位明显上升,形成水丘。潜水水质严重污染,直接威胁着附近居民的饮水安全;水丘直接导致西部陡坎下沙固村一带泉水溢出,地表积水,边坡坍塌等环境地质问题,进而引发沙固村居民点房屋潮湿、墙体开裂、窑洞坍塌等现象。最后建议当地政府及中铝公司及早采取相应措施。

[关键词] 污水入渗;潜水污染;环境地质

[中图分类号] X141 [文献标识码] A [文章编号] 1004-1184(2010)03-0064-02

The environmental and geological question of Shangjie Aluminium Industrial Base because of canal seepage

WANG Xiao - Fei, WANG Jin - Shan, RONG Fu - qiang, FENG Lin

(No. 2 Hydrogeological and Engineering Geological Group, Bureau of Geoexploration and Mineral Development of Henan province, Zhengzhou 450053)

Abstract: The waste water of the aluminium industrial base of the west of Shangjie block to producing and living, has serious seepage in the course of discharging, cause district this dive water quality pollute seriously, dive underwater level obviously rise, fom water mound. The water quality of dive is polluted seriously, is threatening the security of nearby residents' drinking water directly; Water mound leads to the fact directly the steep bank of west puts Xiashagu village takes the spring to overflow, the water accumulation of the earth's surface, such geological questions of environment as the slope collapses; And then initiate the sand house humidity, the fracture of the wall, cave dwelling of village to collapse etc. Put forward the clear suggestion to China Aluminium Limited Company Henan Branch and the local government in view of the above.

Keywords: Waster water seepage; phreatic pollution; dive rise partial; house humidity; the fracture of the wall; cave - house collapse

1 概况

上街区位于郑州市西 38 km 处,是我国重要的铝工业生产基地。早在 60 年代初期,中国铝业股份有限公司河南分公司只是粗放的,小规模以冶炼铝为主的科研、生产厂家。进入 70 年代以后,尤其是改革开放以后,随着社会对铝产品需求量的增加,生产规模逐步扩大。到目前,该厂已经发展成为集冶炼铝、生产铝制品、发电、建材为一体的超大型国营企业,年生产能力超百亿元。然而,粗放经济时代延续下来的生产模式,无疑给周边的生态环境带来严重的危害:如“工业三废”的乱堆、乱排、乱放,引发了一系列环境地质问题,导致西部黄土陡坎下泉水溢出,附近村民的窑洞出现潮湿、坍塌,住房出现潮湿、地基变形、墙体开裂等现象,严重影响了村民的生产、生活,尤其 2000 年以后,这种现象愈来愈严重。到目前为止,仅沙固村居民房屋潮湿、开裂达 2 305 间,窑洞坍塌 187 间,不仅给村民带来巨大经济损失,而且严重威胁着村民的生命安全。

2 区内环境地质特征

2.1 地形地貌

上街区地处汜水河东岸,区内地形平坦,属于黄土丘陵陵区;地势总体南高北低,地面标高 135 ~ 190 m。沙固村位于上街区西部,地处汜水河东岸阶地后塍斜坡地带,属于冲积、潜蚀地貌;地势较低,地面标高 110 ~ 126 m;斜坡后缘较陡,冲沟发育;斜坡处窑洞坍塌、房屋倒塌而遗留的痕迹随处可见;冲沟底部随处可见泉水溢出;沿边坡从南到北 1 000 m 的范围内积水洼地 5 处,总面积 10 000 m²。沙固村以西为汜水河谷区,地势较平坦,地面标高 106 ~ 116 m。

2.2 地层岩性及工程地质特性

区内主要分布第四系地层:

(1) 全新统 (Q₄^{al}): 分布在汜水河河谷区,岩性主要为粉土及粉质粘土夹粉砂、泥质粉砂和沙砾石层,呈灰黄、褐黄色,结构松散,强度较低,具上细下粗的二元结构特征,厚度较薄,一般在 5 ~ 10 m;其下为中更新统、晚更新统粉土、粉质粘土、粘土、砂砾石层,粉土含水率 W 为 24% ~ 28%,干密度

[收稿日期] 2009 - 12 - 18

[作者简介] 王晓飞 (1980 -),男,河南灵宝人,助理工程师,主要从事水、工、环调查与研究工作。

d 为 $1.48 \sim 1.65 \text{ g/cm}^3$, 液限指数 I_L 为 $0.005 \sim 0.009$; 水位埋深一般在 $1 \sim 5 \text{ m}$, 地下水类型属潜水。

(2) 上更新统 (Q_3^{col}) 黄土分布在上街区及汜水河两岸, 厚度一般在 $15 \sim 30 \text{ m}$, 岩性为黄土、黄土状粉土、粉质粘土, 褐黄色、黄色, 含钙质结核、蜗牛及螺类化石, 孔隙为 $0.001 \sim 0.1 \text{ cm}$ 之间, 垂直节理发育。通过室内土质化验分析: 朔限指数 $7.6 \sim 10.7$, 天然含水率均小于 1 , 天然孔隙比大于 $0.66 \sim 0.835$, 干密度 $1.47 \sim 1.64 \text{ g/cm}^3$, 湿陷系数 $0 \sim 0.023$, 自重湿陷系数 $0 \sim 0.012$, 湿陷起始压力为 $140 \sim 299 \text{ KPa}$, 黄土地基的允许承载力 $[R]$ 为 $140 \sim 165 \text{ KPa}$ 。该区黄土为非自重湿陷性黄土, 湿陷轻微。

该地层水文地质条件较差, 一般不富存潜水, 垂向渗透较强, 垂向渗透大于水平渗透。在下伏中更新统粘土、粉质粘土的阻水作用下形成潜水弱含水层。

(3) 中更新统黄土 ($Q_2^{\text{col-p1}}$) 埋藏于上更新统 (Q_3^{col}) 黄土之下, 区内地表无出露, 岩性为棕黄、棕红色粉质粘土、砂质粉土、粘土及砂、沙砾石层。棕黄、棕红色粉质粘土粘性大、渗透性差, 厚度较大、分布稳定, 是潜水的隔水底板, 其上埋藏潜水。该地层具有时代老、密实度大、固结作用强、强度高、不具有湿陷性等特点。

2.3 潜水埋藏径流特征

潜水平埋藏与地形地貌、地层岩性、大气降水、地表水入渗密切相关。区内潜水平埋藏特征: 汜水河谷区潜水水位较浅, 水位埋深一般在 $1 \sim 5 \text{ m}$ 左右; 河谷西岸黄土平原区地势较高, 潜水水位埋深较深, 一般在 30 m 左右; 上街城区受大气降水、排污渠入渗影响, 潜水水位明显升高, 形成水丘, 水丘面积达 10 km^2 , 水丘中心水位标高 139.77 m , 水丘西部沙固村泉水溢出点水位 119.5 m , 水丘北部、南部水位 126 m 。潜水平径流受水头压力控制, 由水丘向西、向北径流。

3 区内污水排放及渗漏情况

3.1 污水排放情况

区内排污渠从西至东共三条, 其中第一条分布于上街区西部、南部, 源于中国铝业股份有限公司河南分公司生产厂区, 流经马固村、物资公司、搅拌站, 于滹沱村流入汜水河。该渠源头较浅只有 3 m , 宽 3 m , 水渠向北加深, 至搅拌站附近深度可达 7 m 。经今年 4 月 26 日、5 月 26 日、6 月 10 日、8 月 31 日观测, 该渠排污量分别为 $203 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $600 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 610

m^3/h 、 $404 \text{ m}^3/\text{h}$ 。6 月 10 日, 搅拌站处水位标高 138 m 。

第二条排污渠位于上街区中北部, 发源于中国铝业股份有限公司河南分公司工业区 (污水处理站), 流经肖洼村西、桑园一带。该渠宽 $3 \sim 4 \text{ m}$, 深 $2 \sim 3 \text{ m}$, 水深 50 cm , 6 月中旬排污量为 $800 \text{ m}^3/\text{h}$, 8 月 31 日排污量为 $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

第三条排污渠位于上街区中部, 发源于中国铝业股份有限公司河南分公司生活区, 流经肖凹村东、桑园一带。该渠宽 $3 \sim 4 \text{ m}$, 深 $2 \sim 3 \text{ m}$, 水深 20 cm , 5 月底排污量为 $300 \text{ m}^3/\text{h}$, 8 月 31 日排污量为 $100 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

以上三条排污渠水呈黄色, 流动时伴有大量白色泡沫, 臭味浓; 毒理学指标: 镉 0.01 mg/L , 汞 0.0058 mg/L , 等等, 均超生活饮用水标准限值; 这些污水不仅破坏了上街区居民的生产、生活环境, 而且对地下水水质造成了严重污染。

3.2 污水渗漏情况

排污渠位于黄土上, 排污渠水位高于地下水位, 故依据渠系入渗公式求得排污渠渗漏补给量。

$$W = q \cdot L \cdot t = 0.864A \cdot Q^{1-m} \cdot t \cdot L$$

式中: W 为污水渠渗漏补给量 (m^3/a); q 为每米渠两侧一日渗透量 ($\text{m}^3/\text{d} \cdot \text{m}$); Q 为渠道排污量 (m^3/s); L 为渠道排污量计算长度 (m); t 为计算时段 (d); A 、 m 为修正系数、与岩性有关。

第一条排污渠年渗漏补给量为 $81.2 \times 10^4 \text{ m}^3$, 第二条排污渠年渗漏补给量为 $17.2 \times 10^4 \text{ m}^3$, 第三条排污渠年渗漏补给量为 $10.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。三条排污渠年渗漏补给量总计为 $108.9 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。由此, 可以看出这三条排污渠的渗漏量是该区潜水的主要补给来源。

4 大气降水影响

上街区属暖温带半干旱气候, 多年平均气温 14.3 , 多年平均降雨量为 633.3 mm , 多年平均蒸发量为 2058 mm 。年际降水量变化较大, 丰水年降水量为 1032 mm , 枯水年降水量为 292.0 mm , 年内降水量主要集中在 $5 \sim 9$ 月。

1995~2006 年大气降雨入渗补给量依据下列公式求取, 计算结果见表 1。

$$Q = \dots \cdot F$$

式中: Q 为降雨入渗量 (m); \dots 为年有效降雨量 (m); 为降雨入渗系数 0.15 ; F 为计算区面积 10.0 km^2 。

表 1 1995~2006 年大气降水入渗补给量

| 年份 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 入渗量 $\times 10^4 \text{ m}^3$ | 53.4 | 109.7 | 53.7 | 96.6 | 95.5 | 73.1 | 111.2 | 139.3 | 106.0 | 142.3 | 108.0 |

从计算结果可以得知: 地区降雨补给量是潜水的重要补给水源。尤其是 2000 年以后降雨量明显增加, 入渗补给量明显增大。

5 环境地质问题及危害房屋、窑洞

情况

5.1 环境地质问题

由于以上三条排污渠在大量排放污水过程中存在严重渗漏, 引发了一系列环境地质问题:

(1) 排污渠的严重渗漏, 导致附近潜水污染严重。据化验资料显示: 上街区中国铝业股份有限公司河南分公司生产

区附近浅层地下水, 总硬度 612.5 mg/L 超生活饮用水标准限值; 毒理学指标: 硝酸盐 58.88 mg/L , 镉 0.01 mg/L , 汞 0.0058 mg/L 等等, 均超生活饮用水标准限值; 水化学类型 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型。沙固村学校附近泉水, 感官性状及一般化学指标: 色度 50 , 浊度 100 , 氯化物 363.0 mg/L , 总硬度 825.5 mg/L , 溶解性总固体 1112.35 mg/L 等等, 均超生活饮用水标准限值; 毒理学指标: 镉 0.01 mg/L , 汞 0.0067 mg/L 等等, 均超生活饮用水标准限值; 水化学类型 $\text{Cl} - \text{Ca Mg}$ 型。

(2) 潜水位抬升形成水丘。水丘范围: 中国铝业股份有限公司河南分公司的铁路线以东, 西马固村以北, 东柏社以南, 登封路以西, 面积达 10 km^2 , 水位最 (下转第 109 页)

本实验以开封市所收集的数据进行训练,再用开封市的数据进行测试,得出开封市水资源的承载力属于 V_2 即开封市水资源承载力较弱,符合开封市水资源承载力实际情况。说明本文的研究方法是有效的。

4 结论

(1) 较全面系统地研究了开封市水资源承载力变化情况,首次将支持向量机的方法应用于开封市水资源承载力研究并得出比较满意的结果。

(2) 通过分析和研究确定了影响开封市水资源承载力的 10 个主要因素,分别为人均水资源量、水资源利用率、人均供水量、供水模数、需水模数、生活用水定额、耕地灌溉率、工业万元产值用水量、国内生产总值模数、生态环境用水率。

(3) 开封市目前的水资源开发利用已经达到相当规模,水资源承载力综合评价结果属于 V_2 。这说明水资源承载力总体水平也是偏低的,开封市近期和远期发展都存在水资源紧缺的问题,所以开封市水资源开发利用对策应是节流和开源并举,重在节流,走循环经济、可持续发展之路。

参考文献

- [1] 许有鹏. 干旱区水资源承载能力综合评价研究 [J]. 自然资源学报, 1993, 8(3): 229 - 237.
- [2] 陈守煜. 区域水资源可持续利用评价理论模型与方法 [J]. 中国工程科学, 2001, 3(2): 33 - 38.
- [3] 孙才志, 左海军, 杨静. 基于极大熵原理的黄河流域水资源承载力研究——以山西段为例 [J]. 资源科学, 2004, 26(2): 17 - 22.
- [4] 秦莉云, 金忠青. 淮河流域水资源承载能力的评价分析 [J]. 水文, 2001, 21(3): 14 - 17.
- [5] 任鸿遵, 李林. 华北平原水资源供需状况诊断 [J]. 地理研究, 2000, 19(3): 316 - 323.
- [6] 盖美, 田成诗. 大连市水资源可持续利用的模糊模式识别及对策研究 [J]. 资源科学, 2003, 25(2): 44 - 50.
- [7] Vapnik V N. The nature of statistical learning theory [M]. NY: Spfinge ~ Vedag, 1995.
- [8] 张学工. 关于统计学习理论与支持向量机 [J]. 自动化学报, 2000, 26(1): 32 - 42.
- [9] Nello Cristianini, John Shawe-Taylor. An Introduction to Support Vector Machines.

(上接第 65 页)

高点在中国铝业股份有限公司河南分公司生产区,最大水位标高为 139.77 m。该区水丘的形成,导致陡坎下沙固村附近泉水溢出,并引发边坡失稳,窑洞坍塌等地质现象。

(3) 泉水的大量溢出对周边水文地质环境产生较大影响,造成汜水河谷阶地区地下水位上升,土地盐渍化;在地势低洼处形成大面积积水,严重破坏了附近居民的生产、生活环境。

5.2 危害房屋 - 窑洞情况

沙固村位于上街区西部陡坎下地下水溢出带上,长期受地下水的影响,共倒塌房屋 156 间,墙体潮湿、开裂 2 305 间,窑洞坍塌 187 间。目前,居民的居住环境极其恶化。

6 房屋潮湿、开裂、窑洞坍塌成因分析

中国铝业股份有限公司河南分公司生产、生活废水在排放过程中严重渗漏,引发了一系列环境地质问题,造成了沙固村居民区房屋潮湿、开裂、窑洞坍塌。

6.1 房屋潮湿的成因

沙固村居民点位于地下水溢出带上,地面标高 110 ~ 120 m,潜水位标高 116 ~ 119.5 m 距地表 1 ~ 2.5 m;表层土体多为粉土或粉质粘土,毛细现象严重,潜水在毛细管力与重力作用下,向上移动,当毛细水到达地表时,由液态转化为气态,受气压影响,气态水沿墙体由高湿度区向低湿度区扩散,由此形成房屋的大面积潮湿。房屋潮湿具有明显的季节性特点:即夏、秋潮湿严重,冬、春潮湿较轻,这与气候变化有关。

6.2 房屋开裂的成因

沙固村房屋开裂的原因包括两个方面:

(1) 沙固村所处位置为黄土丘陵与汜水河谷结合部位,潜水面距地面 1 ~ 2.5 m,水面以下的黄土处于饱水状态,强度太低。

(2) 沙固村大部分房屋属于平房、二层楼房等低矮建筑,房屋结构多属于砖混结构,房屋的整体性不好,抗震能力

太差;建房时由于经济条件所限,地基处理较为简单,地基的承载力低,建房时附加应力增大,造成地基土发生变形、破坏,产生不均匀沉降,致使房屋出现墙体开裂、倒塌等现象。

6.3 窑洞坍塌的成因

沙固村窑洞位于在黄土陡坎处,延南北分布,标高 116 ~ 125 m 之间,高于潜水溢出点水位 0 ~ 5 m,地表岩土多属于粉土、粉质粘土,毛细现象严重,这样潜水在毛细管力和重力作用下上升 2.5 ~ 3.5 m 的高度,毛细水在上升过程中,一方面充填土壤孔隙,加重窑洞顶部土体重量,另一方面,毛细水在上升过程中,溶解了土壤颗粒中的矿物质成份,改变了土粒结构,致使窑洞底部抗剪强度降低,最终造成窑洞坍塌。

7 结论

(1) 中国铝业股份有限公司河南分公司在生产、生活废水排放中严重渗漏,污染附近潜水水质,对居民生命财产安全构成严重威胁;

(2) 中国铝业股份有限公司河南分公司生产、生活废水的渗漏补给及上街区大气降水的入渗补给造成潜水的局部上升,形成水丘,导致沙固村一带泉水溢出、地表积水等环境地质问题及房屋潮湿、开裂、窑洞坍塌等现象的发生。

(3) 目前:上街区地质环境在不断恶化,尤其潜水水质污染严重,潜水位仍有上升趋势,西部沙固村一带边坡崩塌等地质现象有增长态势。

(4) 建议当地政府及中国铝业股份有限公司河南分公司应坚持“以人为本”的原则,及早采取措施,加快污水处理厂建设步伐,做好生产、生活废水的净化处理工作和排污渠的防渗、硬化工作,以保证生产、生活污水的达标排放、合理排放。促进当地生态环境改善、和谐社会快速发展。

参考文献

- [1] 赵云章, 阎振鹏, 焦红军等. 黄河中下游影响带地下水资源评价及可持续开发利用 [R]. 北京: 大地出版社, 2002.