

Evaluation of Groundwater Environment Quality in Tangjiahe Mine Field

Ruihua Lin¹, Jiangfei Duan²

¹The Second Hydrogeologic Team, China Coal Geology Bureau, Xingtai Hebei

²Institute of Hydrogeological, Engineering Geological and Environment Geological Exploration, China General Administration of Coal Geology, Handan Hebei

Email: linruihua1987@163.com

Received: May 19th, 2020; accepted: Jun. 8th, 2020; published: Jun. 15th, 2020

Abstract

In order to meet the requirements of environmental impact assessment of Tangjiahe well field construction project, and to meet the requirements of relevant national laws and documents, this paper carries out a series of hydrogeological investigations, hydrogeological drilling, pumping test and seepage test on Tangjiahe well field assessment scope and its surrounding areas, and collects a large number of data and evaluates the groundwater environment within the well field. The evaluation results show that no obvious environmental hydrogeological problems are found in the scope of the well field. The main pollution sources are: 1) Domestic garbage and sewage of residents in Lingtai County; 2) Solid waste and sewage discharged by enterprises and factories in Lingtai County; 3) Open stacking of production and domestic garbage of residents; 4) Small-scale animal husbandry of farmers; 5) Use of pesticide and chemical fertilizer. On the one hand, the main way of groundwater pollution is due to the leaching effect of atmospheric precipitation; on the other hand, sewage is directly discharged into the ground surface, resulting in groundwater pollution. Select scientific and reasonable evaluation factors, through index method and comprehensive evaluation method, determine the quality of shallow groundwater in the scope of the well field as good poor extremely poor, in which good water quality accounts for the vast majority; generally speaking, the quality of shallow groundwater in the evaluation area is good, and the pollution degree is low.

Keywords

Tangjiahe Minefield, Groundwater Environment, Pollution Source, Index Index Method, Comprehensive Evaluation Method

唐家河井田地下水环境质量评价

吝瑞华¹, 段江飞²

¹中国煤炭地质总局第二水文地质队, 河北 邢台

²中国煤炭地质总局水文地质工程地质环境地质勘查院, 河北 邯郸
Email: linruihua1987@163.com

收稿日期: 2020年5月19日; 录用日期: 2020年6月8日; 发布日期: 2020年6月15日

摘要

为满足唐家河井田建设项目环境影响评价要求, 并符合国家相关法律文件要求, 本文通过对唐家河井田评价范围及其周边开展一系列水文地质调查、水文地质钻探、抽水试验和渗水试验等工作, 并在搜集了大量资料、对井田范围内的地下水环境进行评价。评价结果显示井田范围内未发现明显的环境水文地质问题, 主要污染源为: 1) 灵台县城居民生活垃圾、生活污水; 2) 灵台县企业工厂排放的固体废弃物和污水; 3) 居民生产生活垃圾的露天堆放; 4) 农民小型畜牧业养殖; 5) 农药化肥的使用。地下水主要污染途径一方面由于大气降水的淋滤作用, 另一方面, 污水直接外排渗入地表以下, 造成地下水污染。选取科学合理的评价因子, 通过指标指数法以及综合评价法, 确定井田范围内浅层地下水质量为良好-较差-极差, 其中良好水质占到绝大多数; 总体而言评价区内浅层地下水水质为良好, 受污染程度较低。

关键词

唐家河井田, 地下水环境, 污染源, 指标指数法, 综合评价法

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

地下水是地球生态资源中的重要组成部分, 已经成为人们生产和生活, 尤其是城市和工农业用水水源的主要组成部分。在全球可持续发展的前提下, 尤其在我国“绿水青山就是金山银山”友好型发展理念的指导下, 防治地下水环境污染已引起人们的重视, 全面、准确地评价建设项目对地下水环境的影响对于保护地下水资源意义重大[1]。目前, 我国关于评价建设项目对地下水环境影响的评价体系已相对完整, 地下水环境影响评价工作向着科学有序的方向发展[2]。

研究区位于甘肃省灵台县的东南部, 行政区划属中台镇、新开乡、邵寨镇管辖, 属于煤炭开发的新区。为满足唐家河井田建设项目环境影响评价要求, 严格遵守《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等国家法律文件精神要求[1][2], 本文通过对唐家河井田评价范围及其周边开展一系列水文地质调查、水文地质钻探、抽水试验和渗水试验等工作, 并在搜集了大量资料、对井田范围内的地下水环境进行评价。

2. 项目类别判定

本建设项目涉及地面和地下两个空间, 可将本次建设项目分为地面的工业场地建设项目和地下矿井建设项目。

根据设计要求, 本矿井初期设有两个工业场地。主、副井工业场地位于井田中东部的寺沟村, 回风立井工业场地位于塬上冯家山村, 矸石周转场位于工业场地以北的冯家沟, 工业场地及其周边计划建设有洗煤场、矸石场、产品仓、加工修理车间、办公生活区等一系列地面设施, 由此可见工业场地在在建

设、生产运行和服务期满后可能造成地下水水质污染。工业场地的生产生活用水一方面来自煤矿建设和开采期间的井下排水和生活污水经处理站处理后其回用水量, 另一方面来自于区外的自来水厂。因此, 工业场地在矿井初步建设、试运行直至矿井服务年限结束等各个过程中基本不会引起当地地下水流程或地下水水位变化, 也不会导致环境水文地质问题。综合上述论述, 并根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ 610-2016)文件要求[3], 工业场地为 I 类建设项目。

唐家河井田地下矿井建设和生产运行过程中会产生一定的矿井涌水, 据《甘肃灵南煤业有限公司唐家河矿井及选煤厂可行性研究报告》预计本矿井正常涌水量: $139 \text{ m}^3/\text{h}$, 最大涌水量: $198 \text{ m}^3/\text{h}$, 日最大涌水量为 $4752 \text{ m}^3/\text{d}$, 在矿井长期的建设、生产运行中, 地下水排泄量会相当可观, 长期的矿井水排泄会导致当地地下水流程变化和地下水位降低, 并可能导致一些环境水文地质问题。由于矿井水排放后集中到污水站处理, 基本不会对当地地下水水质造成影响。综合上述论述, 并根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ 610-2016), 地下矿井建设项目为 II 类建设项目。

3. 环境水文地质问题和区域污染源现状

3.1. 环境水文地质问题

评价区域内开发程度较低, 人口密度小, 自然生态环境保持较好, 在野外实地调查中, 未发现明显的环境水文地质问题。

3.2. 区域污染源

评价区内居民点较为分散, 主要人口集中在灵台县城(灵台县城位于评价区域西北边缘, 且未包含于井田范围, 但考虑到灵台县地处区域内达溪河上游地带, 污染物会随达溪河携带至下游, 因此将灵台县列为污染源评价区)、新开和邵寨塬上, 区域污染源分布也主要集中在这三个区域, 具体描述如下:

1) 灵台县城居民生活垃圾、生活污水。灵台县居民生活垃圾采取集中填埋的处理方式, 垃圾填埋场位于县城南部沟谷之中; 日处理能力为 62 吨, 垃圾填埋场有防渗措施; 县城居民生活污水在灵台县污水处理厂建成运行之前直接外排, 容易造成地表水、地下水的污染。

2) 灵台县企业工厂排放的固体废弃物和污水。灵台县金湖包装材料厂、灵台县制药厂、灵台县污水处理厂均有可能向外排放固体废弃物和污水。

3) 新开、邵寨塬上居民生产生活垃圾的露天堆放。

4) 农民小型畜牧业养殖。当地农民多养殖牛、羊、猪、鸡、鸭等牲畜, 部分村民养殖规模较大, 易对地表水和地下水造成污染。

5) 农药化肥的使用。区域内耕地面积 173,758 亩, 农药化肥的使用可能会导致地下水的污染。

3.3. 地下水污染途径

一方面由于大气降水对堆积于地表的有害废弃物、垃圾、化肥农药等污染源的淋滤作用, 使得污染组分运移到地下水中, 造成地下水的污染。

另一方面, 污水直接外排渗入地表以下, 造成地下水污染; 或污水、废弃物排入地表水体后, 被污染的地表水渗入地下, 造成地下水污染。

4. 地下水环境质量现状评价

4.1. 地下水环境影响的识别

根据资料分析得出, 本地区生态环境脆弱是制约本项目开发的重要环境因素。本井田范围内分布主

要敏感点有牛僧孺墓省级文物保护单位、新开乡城镇及所辖的自然村居民点以及 750 KV 高压线、西气东输二线重要管线等。通过对采煤沉陷形成的导水裂隙带高度预测和水文地质分析, 评价煤炭开采对地下水水资源及保护文物的影响, 这种影响将在现有井田及周围范围。

根据收集的资料显示, 本区属于鄂尔多斯大盆地中的一个相对独立的白垩系含水盆地, 又称陇东承压水盆地, 区域地下水主要有第四系松散层潜水和前第四系碎屑岩潜水及承压水, 由于前第四系碎屑岩潜水及承压水埋藏深度大或水质原因, 不适宜饮用。因此, 本次评价区内主要针对具有供水意义的第四系浅层地下水进行评价。

根据收集资料分析, 评价区内在施工期地下水环境影响源主要为: 井巷掘进时产生的矸石以及施工期间施工污水、建筑垃圾、施工人员生活垃圾等; 在生产运营期污染源主要为: 矿井水、煤泥水、地面冲洗废水、生活污水以及固体废物(矸石、煤泥和锅炉灰渣)等, 以上污染源可能对水环境产生一些不良影响。另外, 从时段上看生产期较建设期对环境的影响范围大、程度深。

4.2. 评价因子

15 个钻孔三期监测水质的评价因子为 pH、总硬度(以 CaCO₃ 计)、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氟化物、氯化物、氨氮、挥发酚、氰化物、铁、锰、铅、砷、汞、镉、六价铬、细菌总数和总大肠菌群共 21 项。

15 个民井三期监测水质的评价因子为 pH、总硬度(以 CaCO₃ 计)、溶解性总固体、硝酸盐、硝酸盐、硫酸盐、氯化物、氨氮、高锰酸盐指数、菌落总数、总大肠菌群共 11 项。

4.3. 地下水质量评价

1) 标准指数法[4]-[9]

《环境影响评价技术导则 地下水环境》规定地下水水质现状评价采用标准指数法进行评价。标准指数 >1, 表明该水质因子已超过了规定的水质标准, 指数值越大, 超标越严重。标准指数计算公式分为以下两种情况:

a) 对于评价标准为定值的水质因子, 其标准指数计算公式:

$$P_i = C_i / C_{si}$$

P_i —第 i 个水质因子的标准指数, 无量纲;

C_i —第 i 个水质因子的监测浓度值, mg/L;

C_{si} —第 i 个水质因子的标准浓度值, mg/L。

b) 对于评价标准为区间值的水质因子(如 pH 值), 其标准指数计算公式[4]-[9]:

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 + pH_{sd}} \quad pH \leq 7 \text{ 时}$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH \geq 7 \text{ 时}$$

式中: P_{pH} —pH 的标准指数, 无量纲;

pH—pH 监测值;

pH_{su} —标准中 pH 的上限值;

pH_{sd} —标准中 pH 的下限值。

本次评价采用地下水质量标准(GB/T 14848-2017)中 III 类水标准, 见表 1。

Table 1. Standard value of class III water in quality standard for groundwater (GB/T 14848-2017)

表 1. 地下水质量标准(GB/T 14848-2017) III 类水标准值

项目	单位	标准值	项目	单位	标准值
pH 值		6.5~8.5	铁	mg/L	≤0.3
总硬度(以 CaCO ₃ 计)	mg/L	≤450	锰	mg/L	≤0.1
溶解性总固体	mg/L	≤1000	铅	mg/L	≤0.01
硝酸盐(以 N 计)	mg/L	≤20	砷	mg/L	≤0.01
亚硝酸盐(以 N 计)	mg/L	≤1.0	汞	mg/L	≤0.001
硫酸盐	mg/L	≤250	镉	mg/L	≤0.005
氟化物	mg/L	≤1.0	六价铬	mg/L	≤0.05
氯化物	mg/L	≤250	高锰酸盐指数		≤3.0
氨氮	mg/L	≤0.50	菌落总数	个/L	≤100
挥发酚	mg/L	≤0.002	总大肠菌群	个/L	≤3
氰化物	mg/L	≤0.05			

丰、枯、平三期的钻孔和民井水质标准指数法评价, 将评价结果水质因子超标情况整理统计后见表 2 和表 3。

Table 2. Statistics of water quality factors exceeding the standard

表 2. 钻孔水质因子超标数量统计表

项目	丰水期	枯水期	平水期	合计
钻孔个数	11	4	10	25
pH	1	0	3	4
总硬度(以 CaCO ₃ 计)	0	0	0	0
溶解性总固体	0	0	0	0
硝酸盐	3	6	3	12
亚硝酸盐	4	3	6	13
硫酸盐	1	0	0	1
氟化物	1	3	0	4
氯化物	0	0	0	0
氨氮	2	3	0	5
挥发酚	0	0	0	0
氰化物	0	0	0	0
铁	0	0	0	0
锰	0	0	0	0
铅	0	0	0	0
砷	2	0	0	2
汞	0	0	0	0
镉	0	0	0	0
六价铬	0	0	3	3
高锰酸盐指数	16	9	30	55
菌落总数	3	3	3	9
总大肠菌群	0	0	0	0

Table 3. Statistics of water quality factors exceeding the standard in civil wells

表 3. 民井水质因子超标数量统计表

项目	丰水期	枯水期	平水期	合计
民井个数	12	6	9	27
pH	0	0	0	0
总硬度(以 CaCO ₃ 计)	3	5	3	11
溶解性总固体	2	3	3	8
硝酸盐	4	3	3	10
亚硝酸盐	11	6	0	17
硫酸盐	2	6	3	11
氯化物	0	0	0	0
氨氮	0	0	0	0
高锰酸盐指数	12	0	27	39
细菌总数	7	6	6	19
总大肠菌群	0	0	0	0

在丰水期的钻孔水质因子中, 高锰酸盐指数超标最为突出, 有 9 个钻孔的 16 个水样超标, 表明, 这些钻孔的水质可能受到不同程度的有机物污染; 硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氟化物、氨氮、砷和菌落总数五种水质因子超标水样较少; 其他因子均符合规范标准。枯水期水质超标钻孔数量减少了 7 个, 超标的水质因子也不同程度的有所减少; 到平水期, 水质超标钻孔增至 10 个, 高锰酸盐指数仍然是最主要的超标水质因子, 有 30 件水样不同程度是超标, 超标数量达到最大值, 分析认为, 平水期期间气温回升, 天气转暖, 而钻孔水位总体埋深较浅, 钻孔附近的人类活动和动植物对地下水的影响程度加大, 因此导致地下水高锰酸盐指数超标。

民井在丰、枯水期水质因子超标的数量及其变动情况与钻孔水质因子表现有一定的相似性, 枯水期高锰酸盐指数水质因子超标数量降至为 0, 平水期高锰酸盐指数水质因子超标数量增至 27 个。丰水期民井水质因子中, 亚硝酸盐也是主要的超标因子, 但到枯水期, 亚硝酸盐超标水样减少, 平水期则降至为 0。分析认为, 在丰水期, 动植物和人类生产、生活等活动容易对敞口的民井造成一定的有机物污染, 加之当地居民对地下水开采量较大, 取水设备使用的频繁性也会将污染因子携带至地下水中, 因此使得地下水中高锰酸盐指数和亚硝酸盐超标, 其中, 化肥和农药的使用是亚酸盐超标的重要原因; 而在枯水期和平水期, 以上因素对地下水的影响程度减小, 故而使地下水中高锰酸盐指数和亚硝酸盐超标现象减少。

按照地下水质量单项组分评价法, 在丰水期, 有 4 个钻孔和 3 个民井达到地下水质量标准(GB/T 14848-2017) III 类水标准, 占总监测点数的 23.33%; 枯水期有 11 个钻孔和 9 个民井达到 III 类水标准, 占总监测点数的 66.67%; 丰水期有 5 个钻孔和 6 个民井达到 III 类水标准, 占总监测点数的 36.67%。

2) 综合评价法[10]-[15]

根据《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017), 综合评价法参加评分的评价因子不少于规定的 21 项监测项目, 但不包括细菌学指标, 即综合评价法适用于钻孔水质量评价。

综合评价法公式:

$$F = \sqrt{\frac{\bar{F}^2 + F_{\max}^2}{2}}$$

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$$

式中: \bar{F} ——各单项组分评分值 F_i 的平均值;

F_{\max} ——单项组分评价分值 F_i 中的最大值;

n ——项数

根据 F 值, 按照以下规定, 划分地下水质量级别(表 4)。

Table 4. Evaluation standard of comprehensive evaluation method

表 4. 综合评价法评定标准

级别	优良	良好	较好	较差	极差
F	<0.80	0.80~<2.50	2.50~<4.25	4.25~<7.20	>7.20

将评价结果按地下水质量级别整理统计后见表 5, 由表看出从丰水期到平水期, 质量为极差的钻孔水数量到平水期减少为 0, 质量为较差的钻孔水数量在平水期仅为 3 个, 平水期良好水质有 45 个, 占总水样的 93.75%, 分析认为钻孔在施工成孔过程中, 外界的污染因子难免会带入到孔内地下水中, 导致钻孔部分水质因子超标, 随着时间推移, 地下水的循环使得钻孔地下水得到净化。总体而言评价区内浅层地下水水质为良好, 受污染程度较低。

Table 5. Statistics of drilling water quality level

表 5. 钻孔水质量级别统计表

质量级别	丰水期	枯水期	平水期
良好	41	39	45
较差	1	6	3
极差	6	3	0
合计	48	48	48

5. 结论与建议

5.1. 结论

1) 唐家河井田建设项目可分为两个项目类别, 工业场地建设项目属于 I 类二级建设项目, 评价范围面积 32.12 km²; 地下矿井建设项目属于 II 类一级建设项目, 评价范围面积 368.94 km²; I 类二级评价范围包含于 II 类一级评价范围之内。

2) 主要污染源为: ① 灵台县城居民生活垃圾、生活污水; ② 灵台县企业工厂排放的固体废弃物和污水; ③ 居民生产生活垃圾的露天堆放; ④ 农民小型畜牧业养殖; ⑤ 农药化肥的使用。

3) 井田范围内浅层地下水质量为良好 - 较差 - 极差, 其中良好水质占到绝大多数; 总体而言评价区内浅层地下水水质为良好, 受污染程度较低。

5.2. 建议

项目建设、运行后, 应开展场地周边地区地下水及地表水监测工作, 及时掌握区内水环境动态, 预测其发展趋势, 以便及时发现问题, 及时解决, 使发生污水渗漏引起的污染问题造成的损失和破坏降到最小。

参考文献

[1] 梁学功, 赵海珍. 强化生态影响评价 提高环境评价质量——《环境影响评价技术导则 生态影响》解读[J]. 环境保护, 2011(15): 8-11.

-
- [2] 赵锁军, 贾君元. 环境影响评价技术导则浅析[J]. 北方环境, 2010, 22(5): 73-76.
- [3] 中华人民共和国国家环境保护标准. HJ 610-2016 环境影响评价技术导则地下水环境[S]. 北京: 中国环境科学出版社.
- [4] 梁宏伟. 煤矸石堆放地周边地下水环境污染特性及评价[J]. 江西煤炭科技, 2019(4): 79-83.
- [5] 蔚丽娜. 渭北黄土塬灌区地下水水质演变规律研究[D]: [硕士学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [6] 刘一杨. 地铁工程水资源可利用性评价研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2019.
- [7] 温朋. “红层”区某生活垃圾填埋场的地下水环境影响研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2013.
- [8] 李晓利. 凤阳县 XX 矿区地下水水质可饮用适宜性评价及影响因素分析[J]. 科技资讯, 2015, 13(5): 250.
- [9] 张娟娟. 地下水水质现状评价探讨——广东省某冶炼厂周边地下水中部分污染元素监测[J]. 西部资源, 2019(2): 108-109.
- [10] 叶进霞. 巨野高新化工园区地下水环境影响评价研究[J]. 西部探矿工程, 2015, 27(8): 102-104, 106.
- [11] 刘礼庆, 袁乃华, 夏蔚芸. 单一模型地下水水质评价结果的可靠性探讨[J]. 水资源保护, 2016, 32(3): 10-13, 49.
- [12] 耿方方, 王延辉, 饶虎, 等. 粉煤灰浸出试验在灰场地下水环评中的应用[J]. 电力勘测设计, 2019(12): 34-39.
- [13] 陈凯, 王文科, 李崇博, 等. 准东煤田五彩湾矿区一号矿井水文地质条件分析[J]. 中国矿业, 2018, 27(3): 156-159.
- [14] 刘畅. 某工业园区规划地下水环境影响预测研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2019.
- [15] 熊向隍, 余良, 何伟彪, 等. 深圳市浅层地下水环境状况调查及保护对策[J]. 中国环境监测, 2019, 35(6): 65-69.