

山东省济宁及枣庄地区煤矿矿坑排水综合利用规划建议

孔庆友¹, 姚春梅², 何国幸², 李延国², 李延辉²

(1. 山东省国土资源厅, 山东 济南 250014; 2. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014)

摘要 近年来, 随着济宁、枣庄地区煤矿资源的大规模开发, 矿坑排水对矿区地下水资源及生态环境产生的负面影响愈发突出, 已逐步引起政府和社会有关部门的关注。本文是在全面调查区内矿山基本情况, 矿坑排水水量、水质的基础上, 进行了矿坑水水处理方法的探索, 指出了矿坑排水合理开发利用方向, 并提出了综合利用规划建议。

关键词 矿坑排水; 水质现状; 山东; 济宁市; 枣庄市

中图分类号: P641.5+3 文献标识码: A

济宁、枣庄两市是山东省重要煤炭能源基地, 其煤炭储量和产量均处于省内前列。目前正在开采的煤田有兖州煤田、济宁煤田、滕州煤田、官桥煤田、陶枣煤田、韩台煤田。区内共有 122 家矿山企业, 矿区面积 1573km², 2000 年煤矿年产量为 6419.5 万吨, 年产值达 76.75 亿元。

1 矿坑排水水量

1.1 矿坑水产生现状

2000 年济宁及枣庄煤矿区矿坑水年产出量总计为 $7192.5 \times 10^4 \text{ m}^3$, 外排量为 $4664.8 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。其中, 济宁矿区矿坑水年产出量为 $3687.5 \times 10^4 \text{ m}^3$, 外排量为 $1819.3 \times 10^4 \text{ m}^3$, 矿坑水年产出量 $100 \times 10^4 \text{ m}^3$ 以上的矿山有 15 家; 枣庄矿区矿坑水年产出量为 $3505.0 \times 10^4 \text{ m}^3$, 外排量为 $2845.5 \times 10^4 \text{ m}^3$, 矿坑水年产出量 $100 \times 10^4 \text{ m}^3$ 以上的矿山有 13 家。主要开采煤田分布见图 1, 其矿坑水产出及外排情况详见表 1。

1.2 矿坑涌水水源

济宁及枣庄地区的煤矿区, 煤层赋存条件和开采条件决定其矿坑水直接涌水水源主要是 3 煤层顶

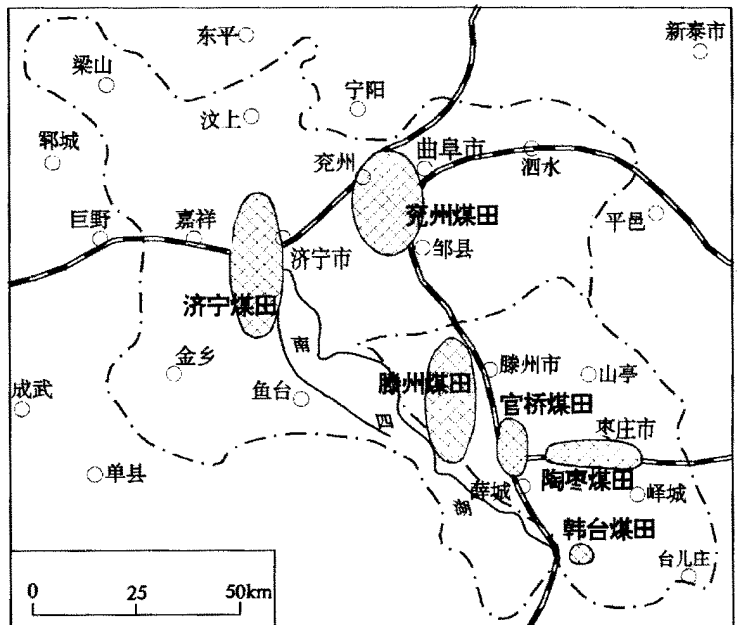


图 1 济宁及枣庄地区主要煤田分布示意图

底板砂岩、三灰、十下灰、十四灰等。开采上组煤的矿井, 直接充水含水层为 3 煤顶、底部砂岩和三灰, 局部为侏罗系上统红色砂岩; 间接充水含水层有第四系更新统砂层和侏罗系上统红色砂岩, 矿井涌水量以顶板水为主。开采下组煤的矿井, 直接充水含水层主要为十下灰, 间接充水含水层为十四灰和奥

*收稿日期 2003-10-10, 修订日期 2004-03-14, 编辑 张天祯

作者简介: 孔庆友(1956-), 男, 山东曲阜人, 教授级高级工程师, 主要从事地质科研及地勘管理工作。

灰 局部为第四系下组砂层。矿井涌水既有顶板水，又有底板水。矿井建井期间，充水形式以巷道涌水为主；开采初期，充水形式以工作面淋水和采后老塘

涌水为主；开采 3~5 年后，充水形式则以工作面回采中采后老塘和采空区出水为主^[1]。

表 1 济宁和枣庄地区主要煤田矿坑水产出及外排情况

| 煤田名称 | 地 理 位 置 | 建矿时间 | 矿区范围 (km ²) | 矿坑水基本情况(10 ⁴ m ³ /a) | | |
|------|-------------|--------|-----------------------------|--|--------|----------|
| | | | | 产出量 | 外排量 | 外排率(%) |
| 兖州煤田 | 兖州市、邹城市、曲阜市 | 1958 年 | 358.40 | 2107.0 | 1132.8 | 53.8 |
| 济宁煤田 | 任城区、高新区、鱼台县 | 1989 年 | 508.86 | 765.7 | 190.2 | 24.8 |
| 滕州煤田 | 滕州市、微山县 | 1964 年 | 462.71 | 2200.8 | 1659.9 | 75.4 |
| 官桥煤田 | 滕州市 | 1958 年 | 30.19 | 686.4 | 546.8 | 79.7 |
| 陶枣煤田 | 薛城区 | 1951 年 | 141.70 | 1245.0 | 1003.0 | 80.6 |
| 韩台煤田 | 台儿庄区 | 1972 年 | 6.90 | 74.0 | 74.0 | 100 |

济宁和枣庄地区的矿区主要矿井涌水量与掘进进尺及开采面积有一定相关关系，一般变化规律为：
①建井初期，矿井涌水量随巷道长度的增加呈明显增大的趋势。建井期间，矿井涌水量主要由井筒淋水量和巷道揭露含水层水量所组成，井筒水量较稳定。巷道揭露含水层部分的水量随着巷道长度的增加，含水层揭露范围的增大而增大；②矿井涌水量并不随着巷道长度的增加而无限增大，含水层范围揭露到一定程度，矿井涌水量基本趋于稳定。

济宁和枣庄地区的煤矿区矿坑水水化学类型以 SO₄ 盐型和 SO₄·HCO₃ 盐型水为主，其次为 HCO₃·SO₄ 盐型和 HCO₃ 盐型水。其主要污染组分有 SO₄²⁻、F⁻、S²⁻、硬度(H⁰)、矿化度(M)、SS、COD、Na⁺等，其中 SO₄²⁻ 含量在 30~2430 mg/L 之间，F⁻ 含量在 0.5~2.1 mg/L 之间，S²⁻ 含量在 0~0.96 mg/L 之间，Na⁺ 含量在 30~800 mg/L 之间，H⁰ 含量在 94~1981 mg/L 之间，M 含量在 100~2740 mg/L 之间，在各矿山经一级处理后外排水中 SS 含量在 3~60 mg/L 之间，COD 含量在 10~130 mg/L 之间。各煤田主要煤矿矿坑水水化学分析情况详见表 2。

2 矿坑排水水质

2.1 矿坑水水质现状

表 2 济宁和枣庄地区主要煤田矿坑水水质分析

| 煤田名称 | 主要化学成分含量(mg / L) | | | | | 水 化 学 类 型 |
|------|-------------------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|--|
| | SO ₄ ²⁻ | F ⁻ | S ²⁻ | H ⁰ | M | |
| 兖州煤田 | 32.9~1243.9 | 0.55~1.95 | 0.14~0.96 | 123.6~678.6 | 941.8~2680.9 | HCO ₃ -Na、CO ₃ -Ca、SO ₄ -Na SO ₄ -Ca、SO ₄ ·HCO ₃ -Ca·Na |
| 济宁煤田 | 438.1~1136.9 | 1.4~2.0 | <0.03~0.07 | 129.8~495.4 | 1902.8~2159.2 | HCO ₃ -Na、SO ₄ ·HCO ₃ -Na |
| 滕州煤田 | 167.5~1907.2 | 0.55~2.1 | <0.03~0.63 | 143.6~1672.0 | 1116.6~3476.1 | HCO ₃ -Na、SO ₄ -Ca·Na SO ₄ ·HCO ₃ -Na |
| 官桥煤田 | 472.7~549.0 | 0.6~0.7 | <0.03 | 569.5~614.2 | 1154.2~1177.0 | SO ₄ ·HCO ₃ -Ca·Na |
| 陶枣煤田 | 1469.8~2422.5 | 0.6~0.8 | <0.03 | 1389.2~1981.4 | | SO ₄ -Ca·Na |
| 韩台煤田 | 237.3 | 1.1 | <0.03 | 94.1 | 1001.2 | HCO ₃ ·SO ₄ -Na |

2.2 矿坑水水质变化规律

济宁和枣庄地区煤坑矿水水化学类型在空间分

布上没有明显的规律性，但主要化学成分含量在不同煤田有一定的差异。如陶枣煤田矿坑水中 SO₄²⁻

含量较高,一般都超过 1 000 mg/L,其次是滕州煤田和济宁煤田,济宁煤田矿坑水 F^- 含量较高,其次是滕州煤田和兖州煤田,济宁煤田矿坑水中 S^{2-} 含量较高,滕州煤田次之,陶枣煤田矿坑水中 H^0 , M 含量较高,其次是滕州煤田和济宁煤田,韩台煤田矿坑水水质相对较好。

同一煤田内不同矿井矿坑水水质差别也较大,与矿区地质、水文地质条件和开采深度等有关。如兖州煤田, SO_4^{2-} 含量超过 500 mg/L 的矿坑水主要分布于东滩、鲍店、北宿、唐村矿矿区一带,而兴隆庄、杨庄、单家村、太平矿区内矿坑水中 SO_4^{2-} 含量较低,也就是说,该煤田北部矿区矿坑水中 SO_4^{2-} 含量较低,而南部矿坑水多为高 SO_4^{2-} 型。

2.3 矿坑水供水水质评价^①

2.3.1 生活饮用水水质评价

采用生活饮用水卫生标准(GB5749—85)进行评价,评价因子选择 Cl^- , SO_4^{2-} , F^- , $NO_3^- - N$, H^0 , M , pH 共 7 项,评价结果表明:参与评价的矿坑水均有 1~5 项超标组分存在,其中只有 1 项超标组分的矿坑水为杨村矿、兴隆庄矿,矿坑水中含有 2 项超标组分的矿山有落陵矿、欢城矿、张山子矿;含有 3 项超标组分的矿山有鲍店矿、唐村矿、岱庄矿、济宁三号矿、井亭矿、八一矿、田陈矿、陶庄矿;含有 4 项超标组分的矿山有赵坡矿、柴里矿、东滩矿;含有 5 项超标组分的矿山有留庄矿、泉上矿、鹿洼矿、底阁石膏矿等。

在各超标组分中,超标倍数最高的为 SO_4^{2-} ,其次为 H^0 , M , F^- ; Cl^- 超标倍数较低。超标率最高的为 M ,其次为 SO_4^{2-} , F^- , H^0 , Cl^- 超标率较低(表 3)。

表 3 主要超标组分超标情况统计表

| 超标组分 | SO_4^{2-} | F^- | Cl^- | H^0 | M |
|---------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|
| 超标倍数 | 0.02~6.63 | 0.04~1.10 | 0.003~0.51 | 0.10~2.70 | 0.001~2.48 |
| 超标率 (%) | 80 | 75 | 20 | 55 | 95 |

2.3.2 农田灌溉用水水质评价

采用农田灌溉水质标准(GB5084—92)对矿坑水进行农灌溉水质评价,据矿坑水水质特点选择 COD_{cr} , BOD_5 , SS , pH , M , Cl^- , S^{2-} , F^- 共 8 项评价因子,其中 COD_{cr} , BOD_5 , SS 执行水质要求较高的蔬菜作物灌溉标准评价,评价结果表明:作为农灌溉水该

矿区矿坑水中主要超标组分为 M , 超标倍数 0.001~2.48, 超标率 95%; Cl^- 超标倍数 0.003~0.51, 超标率 20%; S^{2-} , F^- , pH , COD_{cr} , BOD_5 , SS 基本满足水质要求。其中 M 采用 1 000 mg/L(非盐碱土)标准,若采用 2 000 mg/L(盐碱土地区)标准,则其超标倍数和超标率均会大大降低。

2.3.3 工业用水水质评价

锅炉用水水质评价:采用一般锅炉用水水质评价指标,对济宁、枣庄矿区主要煤矿矿坑水进行评价发现,区内矿坑水分属 3 种类别:①锅垢很多的具软沉淀物的半起泡的非腐蚀性的水;②锅垢很多的具中等沉淀物的半起泡的半腐蚀性的水;③锅垢很多的具硬沉淀物的半起泡的腐蚀性的水。

冷却用水水质评价:参照冷却用水主要评价项目允许含量值发现,矿坑水中主要超标组分为 SO_4^{2-} 。因为冷却用水 SO_4^{2-} 允许含量为 150~200 mg/L,而工作区内矿坑水中 SO_4^{2-} 含量在 32.9~2422.54mg/L 之间,在参加评价的 27 家煤矿中, SO_4^{2-} 低于 200 mg/L(即符合冷却用水水质标准)的矿山只有 5 家:位于兖州煤田的兴隆庄、杨村、太平矿,位于滕州煤田的蒋庄、欢城矿。

3 矿坑水水处理方法探索

煤矿矿坑水水质处理需遵循以下原则:①利用井下排水泵剩余压头将矿井水直接排入沉淀池,避免调节池二次提升用电负荷和调节池的煤泥排放问题。②将全部的矿坑水均进行混凝沉淀。③根据用水项目的不同水质要求,分别进行不同阶段的污水处理。④处理工艺力求简单、实用、有效,要控制投资在最低限度,占地要最小。推荐的工艺流程图见图 2。

4 矿坑排水综合利用规划建议

济宁和枣庄地区的煤矿坑水综合利用应遵循 2 条原则:一是立足于现状处理手段,扩大矿山自身利用空间,2005 年实现矿山利用矿坑水全面化和深入化;二是在满足矿山自身用水基础上,进一步与当地水资源利用相结合,2010 年考虑向当地农业、工业

① 姚春梅等,山东济宁及枣庄地区煤矿坑排水水质现状及评价,华东六省一市地学科技论文集,2003 年。

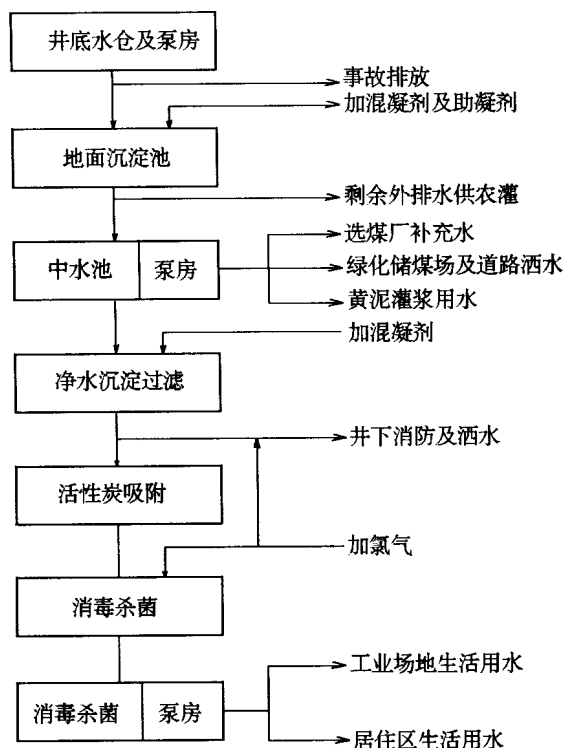


图 2 矿井水处理流程图

工业广场办公及生活用水 ;⑥ 农田灌溉以及养殖用水 ;⑦ 居民区生活饮用水。

2005 年济宁及枣庄地区的煤矿区矿坑水仅矿山自身综合利用率比 2000 年提高 13.5% ,达到 48.6% ;2010 年矿山内部矿坑水综合利用率达到 53.9%。同时 2010 年矿坑水在满足矿山自身需水要求后全面向当地国民经济发展各部门供水 ,可以规划在兖州、济宁、滕州、官桥、陶枣煤田分别建设 2 个、1 个、2 个、1 个、1 个 ,共 7 个矿坑水处理站 ,将外排矿坑水收集处理后用于工农业生产及城市绿化、除尘、消防等方面 ,总供水能力为 $9.1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;另在官桥煤田规划 1 处供水水源地 ,向枣庄市新城区居民生活供水 ,供水能力为 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。总之 ,矿坑水综合利用有待于矿坑水资源化进程的深入 ,而开展全面的矿坑水综合利用 ,需要矿山企业及其主管部门与当地政府相结合 ,共同努力密切配合才能将矿坑水综合利用工作做到实处 ,由此带来的经济效益是明显的 ,更具有长远的社会和环境效益。

参考文献 :

- [1] 吴耀国.采煤活动对地下水化学环境的影响及污染防治技术 [M].北京 :气象出版社 ,2002 :28.

及居民生活供水。

矿坑水综合利用主要考虑 7 个方面 :① 井下消防洒水 ;② 选煤厂洗煤补充水 ;③ 黄泥灌浆用水 ;④ 热电厂循环冷却水 ;⑤ 绿化道路及储煤厂防尘洒水、

Suggestion on Complicated Utilization and Plan of Coal Rabbat Drainage in Jining and Zaozhuang Area

KONG Qing - you¹ , YAO Chun - mei² , HE Guo - xing² , LI Yan - guo² , LI Yan - hui²

(1. Shandong Department of Land and Resources , Shandong Jinan 250014 , China ; 2. Shandong Monitoring Center of Geological Environment , Shandong Jinan 250014 , China)

Abstract : In recent few years , accompanying with coal resource exploration in large scale in Jining and Zaozhuang area , bad effects of rabbat drainage to underground water resource and ecological environment have become more and more important . On the basis of complete survey of basic condition in mine , rabbat drainage amount and quality , conducting method of rabbat water is probed , reasonable utilization and exploration direction is pointed out , and complicated utilization , plan and suggestions are put forward as well .

Key words : Rabbat drainage ; present condition of quality ; complicated utilization ; Shandong province ; Jining ; Zaozhuang area