

水资源与矿井水处理利用

袁存忠, 陈锦如

(煤炭工业局 合肥设计研究院, 安徽 合肥 230041)

摘 要: 煤矿建设, 一方面需要大量的生产、生活用水, 另一方面为保证煤矿安全进行人为排水又大大地破坏了地下水资源。我国淡水资源严重缺乏, 全国许多矿区更是严重缺水。文章简要介绍了根据矿井水的水质类型, 将矿井水净化处理为生产、生活用水的各种工艺流程, 分析了矿井水资源化的社会效益、环境效益及经济效益。

关键词: 矿井排水; 矿井水资源化; 悬浮物; 矿化度; 反应; 混凝; 过滤; 经济效益

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-5060(2000)S1-0927-04

Disposal and use of shaft drainage as water resource

YUAN Cun-zhong, CHEN Jin-ru

(Hefei Design and Research Institute, Administration Bureau of Coal Industry, Hefei 230041, China)

Abstract: The freshwater source is lacked very much in China, especially in many mining areas, and a lot of ordinary and industrial water are needed in shafts construction, but in order to ensure the safety of shafts, the underground water source is destroyed seriously when draining artificially. In this paper, the processing flow of ordinary and industrial water obtained from the purification and disposal of shaft drainage is presented, and the social, environmental and economical benefits of shaft drainage conversion to resources are analyzed.

Key words: shaft drainage; shaft drainage conversion to resources; suspended substance; degree of mineralization; reaction; coagulate; filterability; economic benefit

0 引 言

我国水资源缺乏, 人均占有量只为世界人均量的 $1/4$ ^[1]。我国水资源的地域分布极不均匀, 某些地区历来缺水。就煤炭行业而言, 全国有 70 % 的矿区面临缺水, 其中 40 % 严重缺水, 不少煤矿生活用水十分紧张, 甚至不得不定时分片供水。水已经成为影响煤矿职工生活和制约煤炭工业持续发展的重要因素。而另一方面, 在煤炭开采过程中, 为保证采矿安全对地下水进行人为疏干以及采动形成的裂隙对煤系含水层的自然疏干, 进一步对水资源形成破坏。据有关专家和典型的材料估算及调查, 煤炭行业吨煤平均排水量约为 4 m^3 。全国煤炭系统矿井水年排放量约 20 亿 m^3 , 随着煤炭工业的发展, 矿井水的排放量还将不断增多。矿井水不加处理排入地面水体, 将对生态环境造成难以弥补的损失; 高悬浮物矿井水

收稿日期: 2000-08-19; 修改日期: 2000-08-31

作者简介: 袁存忠(1963-), 男, 安徽巢湖人, 煤炭工业局合肥设计研究院工程师

排至地面,污染地面水体,破坏景观,淤塞河流湖泊和农田,影响水生生物及农作物生长;酸性矿井水排至地面水系,导致水生生物和鱼类死亡,土壤板结;高矿化度矿井水排至地面会导致土壤盐渍化。

综上所述,煤矿建设一方面大量矿井排水污染环境;另一方面由于地下水资源被破坏导致矿区供水严重短缺^[1];而且矿井排水还得向地方缴纳水资源费和排污费。因此矿井水治理与充分回用是煤矿给排水设计必须给予足够重视的问题。从 20 世纪 80 年代开始,煤炭工业部合肥设计研究院对淮南、淮北两煤矿矿井排水做了大量的调查研究工作,并且在淮北刘桥、刘东矿井,淮南潘三、谢桥、张集、新集、花家湖等矿井进行了矿井水净化厂的设计,在矿井水资源化方面取得了一定的成果。

1 矿井水的水质类型、特性及治理特点

经过对各地煤矿矿井水监测分析,我国矿井水水质成分主要为悬浮物和可溶性无机物,没有或极少含有机物和可溶性有毒物,这为矿井水治理和资源化提供了可能的前提条件。从矿井水资源化的角度,根据其物理化学性质,可将矿井水划分为 5 种类型,即洁净矿井水、含悬浮物矿井水、高矿化度矿井水、酸性矿井水、含微量元素或放射性元素矿井水。矿井水治理按不同类型采取不同的工艺和方法^[2]。

(1) 洁净矿井水 此类水是未受污染的地下水,可直接用于生活和生产。通过对煤矿各含水层进行多次细致的采样分析,采取井下清污分流,使洁净矿井水从专设管路排出,这是煤矿最简便、经济的利用矿井水的供水方式。

(2) 含悬浮物矿井水 此类水分布较广,全国大多数矿井排水均属此类型。悬浮物含量高主要是地下水受开采影响而带入的煤尘和岩粉,除悬浮物和细菌外,其余物理化学及毒理指标都符合生活饮用水的标准。此类矿井水经井下水仓初沉后排至地面,采用常规水处理工艺,即可得到合乎标准的生活和生产用水。

(3) 高矿化度矿井水 其矿化度大多在 1 500~4 000 mg/L,最高者达 15 000 mg/L,高矿化度是地下水与煤炭地层中碳酸盐类及硫酸盐薄层接触,该类矿物溶解于水的结果,使矿井水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 等离子增多^[2]。高矿化度矿井水一般呈中性,因含盐高,硬度相应也高,带苦涩味,俗称苦咸水。在我国煤矿都采用电渗析技术进行处理,脱盐与水回收率可达 60% 以上,出水水质达到生活饮用水标准,吨水电耗 1 度略多。与其他脱盐方法相比,它具有流程简单、投资省、不用药剂、效果好等优点,但能耗和处理费用高是其缺点。采用电渗析技术,对原水的前处理要求较高,按照原水的水量和水质,经混凝、沉淀、过滤等常规工艺将原水浊度降至 3 度以下,方可进入电渗析器进行后处理。

(4) 酸性矿井水 其 pH 值多介于 2~4 之间,酸性水的形成,主要源于煤中硫铁矿,历经化学氧化特别是生物催化氧化作用产生硫酸,当煤系矿物碱性不足以中和硫酸酸性时,形成酸性水。酸性矿井水含 SO_4^{2-} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 及其他金属离子,其矿化度与硬度也因酸的作用而增高。此类水通常采用化学中和法处理,中和药剂一般用价格低廉而来源广泛的石灰石、石灰、电石渣等,处理设施有中和反应池、中和滚筒和升流式膨胀中和塔等^[3];为了去除 Fe^{2+} 和反应中产生的 CO_2 ,以充分中和酸性水,要增设曝气和沉淀处理工艺过程^[4]。

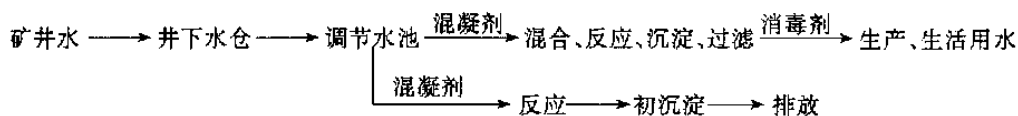
(5) 含微量元素或放射性元素矿井水 主要有含氟水、含铁、锰及某些重金属离子(如铜、锌、铅)水以及含放射性元素水。处理含微量元素矿井水,要有针对性地经过试验,合理选用水处理技术。例如氟可用活性氧化铝吸附去除或在电渗析法除盐的同时除氟;含铁、锰可采用曝气充氧和锰矿过滤去除。含放射性元素矿井水是由于煤系地层含有放射性物质溶入地下水而形成,因为含放射性物质的煤矿开采受严格限制,其矿井排水谈不到治理与利用。

1) 叶立贞 煤矿环境问题及其对策 中国煤炭学会 1992 年学术年会论文集,1992 19- 24

2) 秦万德 煤炭工业发展中的环境问题和对策 中国煤炭学会 1992 年学术年会论文集,1992 12- 18

2 矿井水处理工艺

矿井水处理的工艺和流程, 往往由于矿井水的水质类型不同而采取不同的工艺和流程。例如分布较广、较典型的悬浮物矿井水, 其处理流程如下:



以上工艺流程, 因地因水制宜, 其中各个单元操作按各矿井具体条件, 斟酌取舍, 设计建造相应的构筑物或设备, 并针对水质特性试验优选合适的药剂和加入的数量。对不同类型矿井水, 可适当增加处理操作, 如高矿化度矿井水在以上流程基础上增加脱盐处理; 酸性矿井水在流程中增加化学中和处理, 高氟矿井水增加除氟等等。

井下水仓起到初沉作用, 有的矿改变水仓结构, 使之具有反应及沉淀的功能, 矿井水在此停留, 与加入的混凝剂混合反应并沉降, 清水溢流外排, 既节省投资, 又不占地面土地。

由于矿井排水是间歇性的, 为使其均衡进水, 以便处理设施连续运行, 需要设置调节水池, 其容量根据水量和排水时间间隔设定。

初沉池用于简单处理, 使水质达标排放, 或同时分取一部分生产用水。根据矿井水质及目标水质的要求, 采取自然沉降或混凝沉淀。

反应操作可选择隔板式平流反应池、多孔旋流反应池、网格絮凝池及涡流反应池。沉淀操作可用斜管沉淀池、迷宫沉淀池等; 过滤操作一般采用重力式无阀滤池、虹吸滤池、普通快滤池、移动罩滤池和V型滤池^[5]。也有采用集混凝、反应、沉淀操作于一体的水力循环澄清池、机械加速澄清池等, 可以减少占地面积。混凝剂要优选那些温度适应性强、pH 值适应范围广和效果佳、价格低廉的品种。无机高分子电解质如碱式氯化铝, 其作用为降低悬浮物表面电性, 减弱颗粒间的排斥力, 促使悬浮微粒在碰撞过程中聚集; 有机高分子絮凝剂如聚丙烯酰胺, 具有架桥和网捕作用, 使微粒凝聚物团聚为能够下沉的絮凝体, 使矿井水中悬浮物较快地从水中沉降去除^[6]。处理后供生活用水, 必须经过消毒处理, 消毒剂通常用液氯、漂白粉, 或用次氯酸发生器、臭氧和紫外线等。

3 矿井水资源化的经济效益、环境效益及社会效益

经过多年的发展, 煤矿矿井水的回用率逐年提高。矿井水资源化的环境效益、社会效益及经济效益亦十分显著。

(1) 经济效益 从投资角度看, 将矿井排水净化为生产、生活用水, 按水质类型, 即含悬浮物矿井水、高矿化度矿井水、酸性矿井水, 矿井水处理的吨水投资分别为 400 元、1 100 元和 750 元左右。若将矿井水弃之不用, 根据中华人民共和国水污染防治法, 必须达标排放, 需要新建废水处理站, 部分矿井离地面水体较远, 还得建远距离的排水管、渠, 其投资往往可达矿井水净化回用处理投资的 60% 以上。另一方面, 煤矿生产、生活用水需建水源井及输水管道, 而且水源井的位置必须远离矿井工业场地建筑物, 若干年后, 由于煤矿开采会引起地表沉降, 必然会破坏水源井、输水管道及通向水源井的道路, 须在较远的地方另建水源井, 重建输水管路及道路; 而管路及道路要穿过塌陷区, 其建造费用及维护费用均会很大。新建水源井、输水管路及道路, 加上征地费用, 其总投资已远远大于矿井水净化厂的投资费用。

禅寺), 县城(参观宣纸博物馆、购物), 让游客玩得尽兴, 延长逗留时间。

4.4 加大旅游商品开发力度

要充分利用“宣纸之乡”和竹木、茶叶资源丰富的优势, 大力开发和完善具有地方特色的旅游纪念品、工艺品和绿色食品, 重点是宣纸、宣笔、书画作品、茶叶、琴鱼和木竹制品。同时可以适当开放宣纸加工的部分工序, 如捞纸、烘干等, 使游客可以自己动手制作, 亲身体验过程, 用这种原始的传统方法来调节神经, 放松心情。在高科技发展的今天, 回归自然是一种时尚, 因此在设计旅游纪念品时一定要考虑到让游客参与, 调动游客的积极性。

5 结束语

21 世纪是旅游业辉煌发展的新世纪, 也是我国实施可持续发展战略的关键时期。因此, 生态旅游势必成为旅游业发展的方向。把握时代脉搏, 运用“绿色理论”指导泾县生态旅游业健康持续发展, 是振兴泾县地方经济的必然选择, 也是最佳选择。

[参 考 文 献]

- [1] 泾县地方志编纂委员会. 泾县志[M]. 北京: 方志出版社, 1996: 2
- [2] 车 夫, 高 华, 谢树自, 等. 中国环境保护全书[M]. 北京: 中国人事出版社, 1998: 673- 674
- [3] 何宗奎. 绿色理论与安徽生态旅游[J]. 旅游博览, 2000(1): 2- 4
- [4] 何朝本. 我省加大对“两山一湖”的建设投入[N]. 安徽日报, 2000-09-01: A2 版
- [5] 吴江海. 歙县欲圆旅游强县梦[N]. 安徽日报, 2000-09-04: B2 版

(责任编辑 张淑艳)

(上接第 929 页)

从运行成本分析, 上述 3 种类型矿井水净化为饮用水, 吨水的处理成本分别为 0.55 元、0.95 元和 0.65 元。处理回用 1 m³ 矿井水与不回用达标排放相比较, 其增加的运行费用仅为 0.25~ 0.40 元/m³。而相对水源井取水, 矿井水净化利用不仅可少缴水资源费 0.15 元/m³, 还可少缴排污费 0.25 元/m³, 另外水源井取水的能耗及维护、设备折旧等费用亦在 0.30 元/m³ 以上。

以处理规模为 10 000 m³/d 的矿井水净化厂为例, 每年给企业带来直接效益可达 140 多万元。按目前城市自来水价格 1.2 元/m³ 计, 矿井水厂自身的经济效益更好。

(2) 环境与社会效益 矿井水处理回用, 不会污染附近地面水体, 对将来矿井附近地表水系的综合开发大有好处, 有利于养殖业、种植业发展。由于矿井水回用, 大大减少地下水的开采量, 避免水资源紧缺矛盾, 有利于矿井周围工农业的进一步发展, 因而环境和社会效益显著。

[参 考 文 献]

- [1] 周本省. 工业水处理技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 1997: 1- 3
- [2] 高尔什可夫 B A. 煤炭工业企业废水的净化及利用[M]. 胡益之, 徐能任, 李伟雄, 等译. 太原: 山西科学教育出版社, 1987: 3- 19
- [3] 陈培康, 裴本昌. 给水净化新工艺[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 215- 231
- [4] 许京骥, 陈培康. 给水排水新技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1988: 105- 116
- [5] 丁亚兰. 国内外给水工程设计实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 1- 6
- [6] 严熙世. 给水工程[M]. 第 3 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995: 249- 260

(责任编辑 张淑艳)