

浅谈矿井水的综合处理

刘 钦,李德彬,高进远,张 鹏

(中国矿业大学资源与地球科学学院,江苏 徐州 221116)

摘要 在煤炭生产过程中需要排放大量的矿井水,如何环保、经济、有效地处理矿井废水对于缓解我国煤矿区水资源短缺情况以及保护生态环境有着积极的意义。通过分析人工湿地系统处理法和电渗析处理法在几种类型矿井水处理中的应用情况,提出了对各种污水处理工艺进行有机的结合是未来矿井水处理技术的主要发展方向。

关键词 矿井水;人工湿地;电渗析法

中图分类号:X523

文献标识码:B

文章编号:1004-693X(2009)S1-0143-02

我国是一个煤炭生产大国,煤炭开采方式以矿井开采为主,约占煤炭总产量的 94%。我国大型的煤矿区大多数分布在华北和东北大部分地区,处于干旱、半干旱气候条件,是水资源严重缺乏地区^[1]。而且煤炭工业的总体发展战略是逐渐向西部转移,西部煤矿区水资源短缺问题将更为突出^[2]。

为了确保煤矿井下安全生产,矿井采煤的同时必须排放大量矿井涌水。因作业采动造成的水资源匮乏和污染,加剧了矿区水资源的供需矛盾,属于由煤炭生产活动直接造成的六大公害之一^[3]。矿井涌水一方面可能诱发地质灾害,严重威胁着矿井安全生产;另一方面,在煤矿区水资源短缺的同时,煤炭生产过程中却要外排大量的矿井水,这样不仅会对周边环境造成污染,同时更是对水资源的巨大浪费^[2]。

1 我国矿井水处理现状

我国煤矿区矿井水水质差异很大,某些矿井水能达到生活饮用水标准,甚至可达到矿泉水水质要求,极具开采和利用价值。由于采矿扰动造成邻近水文地质系统与水文地质单元隔水构造的破坏导致地下水径流方式和环境发生改变,具体表现为地下水向采动场所聚集,且在流经工作面 and 巷道的同时,不可避免地有岩粉、煤粉、有机污染物以及微生物的混入。目前煤矿废水处理工程一般由非煤炭系统设计单位承担,缺乏对煤矿目前生产情况和排水水质特征的深入了解,导致矿井水处理和利用的效能差。据统计,全国煤矿每年外排矿井水约 22 万 t,但利用率

却不足 20%,远低于发达国家矿井水利用率 80%左右的指标^[4]。总体上说,矿井水处理能力远远不足,当务之急是积极研究和发 展高效的矿井水处理工艺。

2 含悬浮物矿井水和酸性矿井水的人工湿地系统处理法

2.1 含悬浮物矿井水

含悬浮物矿井水的主要特征是含有高浓度悬浮物质(SS),且含有较多的细菌,COD 浓度偏高。水质呈中性,含有煤粉、岩粒、等大量的悬浮物。这类矿井水的处理主要依赖于加药和消毒两道工序,混凝剂和消毒剂的选择至关重要,现在对这类矿井水的处理已经有比较成熟的经验。

2.2 酸性矿井水

酸性矿井水一般是指 pH 值小于 6.5 的矿井水。我国酸性矿井水主要分布在南方,北方只有少数的矿井排水呈酸性。但许多矿井二叠系煤炭资源已基本开采完,必须开采含硫量较高的石炭系煤炭,酸性矿井水的排放量会相应增高^[2]。因而,改善酸性矿井水处理技术对未来矿井水处理有非常显著的意义。酸性矿井水的处理一般采用离子交换法、石灰中和法、硫酸盐还原菌法等。

2.3 人工湿地生态处理法

人工湿地的单元结构是构筑 1 个透水或不透水的且不影响地下水水质的塘。一般由透水性基质、水生植物、微生物及水体等部分组成,各部分相互作用,构成一个复杂的物理、化学、生态系统,通过过

滤、吸附、沉淀、植物吸收、微生物降解等途径来实现污染物质的高效分解与净化。

悬浮固体物质在湿地中去除的基本机理即为絮凝和胶体颗粒的沉淀,在湿地中相对低速的水流和大的接触表面使得系统中的 TSS 去除率相对较高,大量植物根系和饱和状态的基质,使固态悬浮物被根系以及填料阻挡截留^[5]。人工湿地对酸性矿井水的净化机理一般是物理、化学和生物共同作用的结果。人工湿地对含悬浮物和酸性矿井水的处理作用明显,具有运行可靠、易于管理、投资省、无需处理污泥等高效低耗的优点,是一种很有发展前途的水处理工艺,可以根据煤矿区的悬浮物特点和酸性特征合理地确定人工湿地的基本结构和合适的水生植物种类,以达到最好的处理效果。

人工湿地系统占地面积大,在寒冷地区水处理效果呈季节性变化,其适应性比较差。一般可将其运用于我国湿润与半湿润的温暖地区。若将该系统移植到寒冷地区,其中需要解决的最重要环节就是如何保证全年平均温度和温差变化不大于设计标准值,同时也需要探寻或培育耐寒的去污明显的水生植物品种。笔者认为,同时从系统外围环境和系统内部结构组成两方面改进,该工艺一定能推广到我国广大地区,也必将为我国含悬浮物矿井水和酸性矿井水的处理提供环保、经济、高效的技术方法。

3 高矿化度矿井水和高氟矿井水的电渗析处理法

3.1 高矿化度矿井水

高矿化度矿井水一般指质量浓度大于 1000 mg/L 的矿井水,水中含有 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 HCO_3^- 等离子,水质多数呈中性和偏碱性,硬度较高^[7]。因此高矿化度矿井水不能直接用做工业用水和生活用水。该类型矿井水处理的主要步骤是脱盐,常用的脱盐技术有离子交换法、热力淡化法、膜分离法等。

3.2 高氟矿井水

高氟矿井水是指氟化物质量浓度超过我国生活饮用水卫生标准 $\rho = 1.0 \text{ mg/L}$ 的矿井水。氟主要来源于氟矿物的溶解并通过一定的地质构造通道形成富集单元。我国工业废水所允许的氟最高排放质量浓度为 10 mg/L。我国煤矿高氟矿井水的分布比较普遍,往往呈区域分布,如宁夏、内蒙古、甘肃等西部

或西北部地区。

3.3 电渗析处理法

电渗析法是在外加直流电场的作用下,利用离子交换膜对溶液中离子的选择透过性,去除原水中的正负离子,包括氟在内,使溶质和溶剂分离的一种物理过程。电渗析法分为离子交换膜法和电渗析法两种。电渗析技术是处理高矿化度矿井水较为成熟、经济的一种方法,尤其适用于含盐量 $\rho < 4000 \text{ mg/L}$ 的矿井水。目前我国煤矿高矿化度矿井水脱盐处理多选择该技术,经过电渗析脱盐、消毒处理后水质可达到我国生活饮用水的要求。一般淡化后的出水量为总进水量的 50% ~ 70%^[7]。该工艺易于高氟含高矿化度水的矿井水处理^[2]。可以将高氟矿井水和高矿化度水的处理有机地结合起来,不断地改进污水处理工艺。

4 结 语

各种类型的矿井水处理方法各有利弊,且都有其一定的适用范围,由于人工湿地独特的污水处理功能和良好的景观效果,笔者认为人工湿地处理法将是未来矿井水处理中比较生态而高效的工艺。电渗析处理法也是目前非常有潜力的污水处理方法。如果能将这两种污水处理工艺有效地结合起来,优化处理方案,可以达到良好的处理效果。一般情况下各矿区的矿井水类型是复合型的,这就要求在生产活动中在水质详细分析的基础上对症下药,加强对污水处理新技术、新工艺的研究,尤其要重视对工艺结合技术方面的研究。

参考文献:

- [1] 曹征彦. 中国洁净煤技术[M]. 北京: 中国物资出版社, 1998: 475-499.
- [2] 卫修君. 煤矿水的灾害防治与资源化[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2008.
- [3] 中国环境与发展国际合作委员会. 国际环境合作与可持续发展[R]. 中国环境科学研究技术开发与培训中心, 2007.
- [4] 陈洪彪, 吴庆涂. 矿井疏干水开发利用可行性研究[J]. 煤炭技术, 2005(6): 104-105.
- [5] 刘强, 李亚峰, 程琳. 人工湿地对污染物的净化功能及存在问题[J]. 辽宁化工, 2008(4): 42-44.
- [6] 王亚博, 徐东耀, 陈延苓. 煤矿矿井水处理与综合利用[J]. 节能, 2006(5): 50-51.

(收稿日期 2009-04-28 编辑 高渭文)