

# 煤矿井下矿井水处理工艺的探索

阮铭伟

河南天成环保科技股份有限公司 河南平顶山 467000

**摘要:** 对煤矿矿井水处理的基本原则和工艺研究, 主要是对煤矿矿井水处理原则、处理工艺的研究。以便有效运用相关工艺方法, 做好煤矿矿井水和污水的处理工作, 切实改善水体水质问题, 满足生产、生活的需要, 使水资源得到合理的利用。

**关键词:** 煤矿矿井水; 污水; 处理工艺

## 引言:

全面贯彻落实新发展理念和党中央国务院决策部署, 建设生态矿山、绿色矿山, 已是煤矿未来发展的大方向。煤矿矿井水作为煤矿主要污染物之一, 其主要来源于受开采影响而进入巷道的地下水。相关研究统计, 我国每开采1t煤产生2t矿井水, 每年产生的矿井水资源总量约为68.9亿 $m^3$ , 但平均利用率仅为35%。因此, 建设高效、经济、稳定的矿井水处理站已是煤矿生产中不可或缺的一环。

## 一、矿井水的分布特性和特点

我国幅员辽阔, 煤矿大多分布在北方缺水地区。煤炭占据着我国重要的基础能源和原料的半壁江山, 在国民经济中具有举足轻重的战略地位, 依据国家统计局发布《2016年国民经济和社会发展统计公报》数据显示, 煤炭消费量占能源消费总量的62.0%。据统计, 我国70%以上的工业燃料动力、发电能源直接由煤炭提供, 约60%的重要化工原料由煤化工下游产业所生产。我国地理环境是东南部地区雨水丰沛, 而西北部地区降水量少且富含大量的煤炭资源, 由于煤炭的开采已经不再是浅煤层开采, 造成地下水不断下降, 导致该地区用水日益匮乏。全国80多个重点矿区中, 80%属于缺水矿井, 42%属于严重缺水。水作为矿井日常生产、工人生活、消防及除尘的必备资源, 直接关系到矿井能否正常生产。我国矿井大部分处于干旱地区, 水资源极度匮乏, 为了提高人们的生活水平, 不断开采地下水, 水位持续下降。水资源同时也制约着矿井的发展, 尤其处于缺水地区, 合理运用水资源对矿井的发展起着不可或缺的重要作用。我国煤矿的矿井水未做处理直接露天排放, 白白浪费大量的水资源, 不仅造成地区水资源的极度浪费, 而且污染周边环境及农田。矿井水主要污染物类型有悬浮物矿井水、酸性矿井水、高矿化度矿井水、含特殊

污染物矿井水等。悬浮物矿井水含有大量的煤粉, 浊度高, 呈灰黑色, 虽然有时矿井水悬浮物含量不高, 但是黑色十分明显, 视觉感差。但是在井下水仓清仓时, 悬浮物的含量最高可达到上万 $mg/L$ 。悬浮物矿井水水温一般在5-35 $^{\circ}C$ 范围之内。酸性矿井水, 水质pH值小于5.5, 当遇到含硫高的煤层开采时, 硫化物被氧化和升华作用产生硫酸, 而使水呈酸性。高矿化度矿井水, 其中离子(硫酸根离子、碳酸根离子、氯离子、钙离子、镁离子等)含量较高, 其水质多数呈碱性或者中性, 带苦涩味, 俗名“苦咸水”, 又可将其分为盐水和微咸水。含特殊污染物矿井水, 主要含微量有毒有害元素矿井水、放射性元素矿井水、氟矿井水和油类矿井水等。

## 二、煤矿矿井水的处理原则

通常情况下会遵循易一难、浅一深的原则进行处理, 参照煤炭工业污染物排放标准排放要求、合理使用相关处理工艺的方式, 改善出水的水质, 以此达到回收、利用的相关要求。除此之外, 应该遵循回收利用的目标设计处理工艺, 结合矿井水回用目标使用适合的处理工艺, 实现矿井水回用的效果。如果矿井水回用的水质要求非常低, 可在井下注浆、防尘, 以及地面矸石山冲刷防尘、热电厂冷却水等中运用, 以预沉、沉淀和消毒等容易加以处理, 并且符合城市污水再生利用、工业用水水质的相关标准; 针对矿井水会用水质要求中等, 比如: 在冲厕、消防和绿化等中运用, 应满足城市污水再生利用和城市杂质水利用的相关水质要求; 若为矿井水回用水质要求非常高的情况, 可在饮用、洗衣房及浴室等中运用, 要求符合生活用水相关标准。此外, 需要联系水质的主要特征, 对处理工艺加以设计, 如果矿井水为洁净矿井水, 能达到生活用水标准, 则不需通过复杂工艺处理, 简单处理/消毒即可。在矿井水存在悬浮物、水中有较多杂质、污染物的浓度较高条件下, 建议通过复杂工艺加

以处理, 主要目的为及时将矿井水中的污染物质去除。

### 三、井下矿井水处理站的主要工艺

#### 1. 煤厂煤泥水的处理

目前大多数选煤厂采用湿法选煤的工艺, 因此煤泥水中悬浮有大量细小煤粉颗粒等杂质。

(1) 自然沉淀法: 该方法多用于处理粒度较大, 浓度较低且硬度较高的煤泥水, 当煤泥水含有较多微细粒和黏土矿物时, 处理效果一般。

(2) 重力浓缩沉淀法: 首先浓缩机对煤泥水进行浓缩, 其次经溢流循环和底流稀释浮选工艺, 最后将浮选尾矿排出处置。重力浓缩沉淀法较自然沉淀法有更大的处理能力和更高的效率。

(3) 混凝沉淀法: 采用化学药剂使煤泥水中悬浮物以较大颗粒或松散絮团的形式得以沉降分离, 该方法目前在煤泥水深度澄清中使用较多。由于合成高分子絮凝剂在使用中存在二次污染问题, 而天然高分子絮凝剂—淀粉改性絮凝剂具有原料来源广泛、价格低廉、无毒、易于生物降解等特点, 应用前景广阔。另外, 微生物絮凝剂是由微生物产生的有絮凝活性的次生代谢产物, 可对水中不易降解的固体悬浮颗粒和胶体颗粒进行絮凝后沉淀, 属于一种高效、安全、环保的新型水处理剂。

#### 2. 高矿化度矿井水的处理

高矿化度矿井水的硬度较高, 无机盐总量一般都大于1000mg/L, 用作饮用水会伤害人体健康, 用作农业灌溉会加速土壤盐渍化, 用作建筑用水会降低混凝土强度, 用作锅炉水则易产生水垢。

(1) 电渗析法: 利用电能来进行膜分离, 离子交换膜是电渗析器的重要组成部分, 分为阳膜和阴膜两类。电渗析法存在运行能耗较大, 膜寿命短且运行不稳定的缺点。而且虽能去除钙、镁、氯化物等溶解性无机盐类, 但对其他离子去除率低且无法去除有机物和细菌。

(2) 离子交换法: 该方法主要用于化学脱盐, 原理为利用阴阳离子交换剂去除水中离子。需要注意的是, 当进水含盐量低于500mg/L时, 该方法才比较经济, 因此多用于高矿化度水膜法分离后的进一步除盐工序。

(3) 反渗透法: 以大于溶质渗透压的压力推动力溶液通过半透膜, 最终达到溶剂和溶质分离的目的。目前反渗透膜已有高于99%的脱盐率, 而且随着工艺研发中在逐渐增加透水通量、抗污染抗氧化能力以及越来越低的运行能耗, 该技术已应用在多个领域。但反渗透法深层次的发展需要进一步优化其水质适用性和污染源抵抗能力, 提高装置使用性能, 加强装置的耐磨损性, 这样

才能促使该技术应用发挥更大能效。

#### 3. 酸性矿井水的处理

矿井水pH值小于5.5, 为酸性矿井水, pH值一般介于3-3.5之间, 个别小于3。我国酸性矿井水主要分布在南方, 水质较为复杂。总酸度高, 抽排过程中对设备和排水管路腐蚀严重, 并危害人体健康, 不能排放至地面, 否则会改变土壤酸碱度。

(1) 中和法: 中和剂选用碱性物质, 例如石灰、石灰石、电石渣、白云石和烧碱等。烧碱和苛性钠价格高昂, 导致处理成本高, 现已不采用, 一般采用石灰和石灰石作为中和剂处理酸性矿井水。目前, 普遍采用石灰处理酸性矿井水, 其优点在于操作简单、中和后的矿井水pH值能达标排放、出铁效率高, 其不足之处是容易造成二次污染、难控制石灰量、出水pH值不稳定、容易形成固体大颗粒沉淀于池底, 导致排泥管堵塞。

(2) 人工湿地法: 20世纪70年代, 西方国家发明综合方法处理酸性矿井<sup>[6]</sup>水, 植物吸收来净化污水。去污的机理有: ①金属离子的水解和氧化作用。②厌氧细菌对硫酸盐的还原作用。③藻类、植物和有机质对金属的吸附和交代作用。人工湿地处理法对P、N等营养物质去除能力强, 且出水稳定、运行费用低、技术要求低、管理维护简单, 并具有一定美化环境作用。该法作为简单有效处理酸性矿井水的处理工艺, 在我国的应用前景广阔, 发挥的作用将越来越大。

(3) 微生物法: 该处理技术是国外研究热点之一, 在美国和日本等国家进入实际应用阶段, 应用前景十分广阔。其主要机理在于利用氧化亚铁硫酸杆菌在酸性和充足氧气条件下, 将硫酸盐中亚铁离子氧化为三价铁离子, 达到去除酸性水中铁离子等金属离子的目的, 沉淀物可以用来制作聚合硫酸铁和氧化铁。然后投入碱性物质(石灰乳)中和, 再利用过滤和沉淀等方式, 达到水处理目的。该处理技术有一定应用前景, 但酸性矿井水还含有对微生物抑制的金属离子(锌离子、铅离子), 导致微生物氧化效率降低。

(4) 其他方法: 近年来, 研究发现许多新的处理方法, 主要有粉煤灰和赤泥法处理等。粉煤灰是电厂燃煤发电后的固体废弃物, 因其能吸附悬浮固体、除去重金属离子, 并且还含有一定量的碱性物质如MgO、CaO等, 可以中和酸性矿井水, 还可以除去效果好。赤泥是生产氧化铝过程中产生的废弃物。因其比表面积比较大, 主要化学成分为三氧化二铁和氧化铝, 可以通过吸附、离子交换作用形成沉淀除去矿井水中重金属离子。变废为

宝, 应用前景广阔, 将经济利益、环境利益和社会利益统一起来。

#### 四、结束语

煤矿矿井水为水资源的一种, 我国较多煤矿缺水问题比较凸显, 若没有处理后外排, 必然会发生水资源不合理利用的现象。针对于此, 需对煤矿矿井水处理后, 联系实际需要考虑当作煤矿工业、生活、其他等用水, 从而有效改善矿区水资源短缺不足, 处理煤矿矿井水、污水问题, 有效运用矿井水水资源, 促进我国社会经济的发展, 并且维护社会经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 崔玉川, 曹昉. 煤矿矿井水处理利用工艺技术与设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2020: 1-3.
- [2] 何绪文, 胡滇建, 胡振玉, 王培京. 煤矿高矿化度矿井水处理技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2020(08): 3841.
- [3] 孙宁湖. 煤矿矿井水处理技术综述[J]. 山东煤炭科技, 2020(05): 52-53.
- [4] 赵枢娟. 煤矿矿井水处理新技术及发展趋势[J]. 山西科技, 2019(04): 69-70.