

电吸附技术在济宁三号煤矿矿井涌水深度处理中的应用

周金平¹, 张永宁², 赵明华¹

- (1. 兖矿集团济宁三号煤矿, 山东济宁 272069;
2. 兖州煤业榆林能化有限公司, 陕西榆林 719000)

摘要: 济三煤矿矿井涌水的净化出水进行深度处理采用电吸附技术, 设计处理量 8 000 m³/d, 脱盐率大于 50%, 产水率大于 75%, 吨水处理成本 1.35 元。

关键词: 矿井涌水; 电吸附; 除盐; 模块

中图分类号: X703 文献标识码: B 文章编号: 1006-8759(2011)03-0030-03

APPLICATION OF ELECTRO-SORPTION TECHNOLOGY IN MINE WASTEWATER ADVANCED TREATMENT IN JINING NO.3 COAL MINE

ZHOU Jin-ping¹, ZHANG Yong-ning², ZHAO Ming-hua²

- (1. Jining No.3 Coal Mine Yanzhou Coal Mining Co. Ltd, Jining 272169, China; 2. Yulin Energy and Chemicals Co., Ltd. of Yanzhou Coal Mining Co. Ltd, Yulin 719000, China)

Abstract: electro-sorption technique (EST) was used to treatment wastewater of secondary effluent, engineering design capacity of 8 000 m³/d, desalination rate of more than 50% of the water production rate greater than 75%, tons of water treatment costs 1.35 yuan.

Keywords: Mine Wastewater; Electro-sorption Technology; Desalination; Module

济宁三号煤矿区位于南阳湖东北角, 属于南水北调工程的重点保护区域, 根据《山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准 DB37/599-2006》的要求, 该区域的企业外排水质必须达到《地表水环境质量标准 GB3838-2002》的Ⅱ类水质标准。为了节约水资源, 提高中水回用率, 减少污废水对环境的污染, 济宁三号煤矿决定加大井水涌水的处理和利用。

1 矿井涌水的处理与复用

1.1 矿井涌水现状分析

济三煤矿煤层埋藏较深在-518 m 以下, 煤炭开采需要穿过第四系、上侏系、山西组 3 煤层顶底板砂岩、太原组第三层灰岩、太原组十下层灰岩、

奥陶系石灰岩等多个含水层, 此岩层涌水含盐量、矿化度相对较高, 而且三煤顶板砂岩以静含水为主, 个别区域富水相对较好, 工作面历史最大涌水量为 527 m³/h, 一般井下涌水量稳定在 350~550 m³/h。

1.2 矿井涌水的处理和利用情况

济宁三号煤矿矿井涌水经井下的综合管网汇集到中央泵房, 提升至地面, 目前已建有采用“预沉+絮凝+沉淀”工艺的净化处理站, 主要去除矿井涌水中的悬浮物、浊度、色度、COD 等指标, 出水清澈。净化处理后的矿井涌水除了作为井下用水、地面绿化喷洒、冲厕用水外, 仍有大约 7 000 m³/d 的中水未得到充分利用, 主要是因为含盐量稍高(含盐量 2 000 mg/L 左右, 电导率大约 3 500 μS/cm), 达不到济三电厂的循环水的补充水水质要

求。所以,矿井涌水的深度处理是提高矿井涌水的利用率的重要途径。

2 含盐中水的深度处理技术和工艺选择

含盐中水的深度处理技术主要包括膜处理技术、蒸馏技术、生物处理技术等,以及近几年新兴的电吸附除盐技术,其中应用最早且比较成熟的是膜处理技术,主要有电渗析(ED)、纳滤(NF)和反渗透(RO)等技术。膜处理技术对原水预处理要求较高、去除率高。反渗透技术在原水含盐较高、去除率要求较高的场合,应用较为合适。

电吸附除盐技术(electro-sorption technique (EST)),是20世纪90年代末开始兴起的一项新型水处理技术。该技术利用通电电极表面带电的特性对水中离子进行静电吸附,从而实现水质的净化目的。由于该技术采用了全新的水处理概念,在处理效率、适应性、能耗、运行维护以及环境友好等方面有着独特的优势。随着科技的发展,目前各种脱盐技术日趋成熟,但在实际选用中,究竟哪种技术较好,哪种投资和运行成本最低,都不是绝对的,需要根据脱盐率、设备材料、进出水质要求、处理规模、当地气候条件和能源价格、技术和安全性、运行管理体制等因素来决定。

济宁三号煤矿矿井涌水经“预沉+絮凝+沉淀”工艺净化处理后,50%的中水被复用到井下、地面等矿井生产的各个单元,但仍有50%的中水达不到《工业循环冷却水处理设计规范》GB50050-2007及《再生水水质标准》(SL368-2006)的要求,据监测溶解性总固体1700 mg/L左右、总碱度大约550mg/L,无法作为电厂循环水补水的水源,这不但给矿井造成很大的水源浪费,也给周边环境带来压力。根据济三电厂补水水质标准要求,即主

要指标溶解性总固体 $\leq 1\ 000$ mg/L、总碱度(CaCO_3) ≤ 200 mg/L,含盐量去除率大于45%就可以满足供水要求。综合考虑工程的建设规模、进水特性、处理要求、工程投资、运行费用和维护管理等情况,经过技术经济比较、分析,电吸附工艺技术经济优势比较明显,所以采用电吸附工艺为济宁三号煤矿矿井涌水深度处理工艺。

3 电吸附除盐技术的应用

3.1 设计处理水量和水质指标

设计处理水量为8 000 m^3/d ,产水率为75%,产水水量为6 000 m^3/d 。

设计进、出水指标见表1。

表1 设计进、出水指标

项目名称	单位	设计进水	设计出水	去除率
pH		8.2	7.0~8.0	—
溶解性总固体	mg/L	1 690	≤ 1000	$\geq 40\%$
总硬度	mg/L	216	≤ 100	$\geq 50\%$
总碱度	mg/L	533	≤ 200	$\geq 63\%$
浊度	NTU	1.1	≤ 3	—
SO_4^{2-}	mg/L	765	≤ 250	$\geq 67\%$
Cl^-	mg/L	79.4	≤ 250	—

3.2 中水深度处理工艺流程

根据矿井水水质情况,为确保电吸附模块的安全运行需要进行预处理。首先对矿井涌水二级出水进行预处理,去除总碱度,即通过加酸(HCl),经过曝气使水中的游离二氧化碳迅速地析出进入空气中,降低原水中碱度,防止在模块中出现重碳酸盐的积存或可能出现的结垢。然后水再经过纤维球过滤器进入原水池,通过提升泵提升至保安过滤器后进入电吸附模块,从模块出来的最终产品水满足电厂循环冷却水补水水质要求,具体工艺流程见图1。

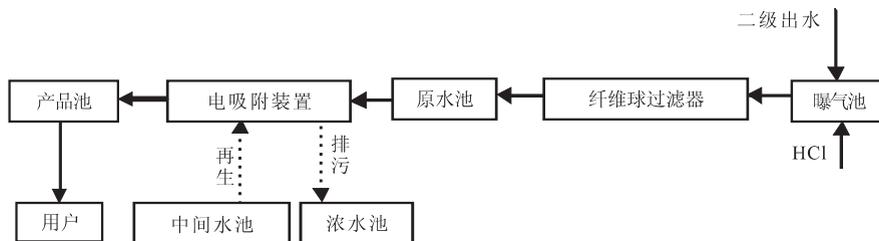


图1 深度处理工艺流程图

3.2.1 预处理

深度处理工程的预处理:加酸曝气+纤维球过滤,由于碱度偏高会使电吸附模块结垢,增加反冲

洗的次数,在原水池之前通过计量泵在进水端加酸,降低pH值后,重碳酸盐将处于不稳定状态,发生下列化学反应:



再通过曝气装置使水中的游离二氧化碳迅速地析出到空气中,达到降低原水碱度的目的,避免了在后续工序中出现结垢的现象。

过滤装置选用2台QLG-3000纤维球过滤器,直径3000mm,内装纤维球滤料,滤速15~30m/h,过滤周期8~24h,水头损失3~10m,截污量6~20kg/m³,采用产水反冲,反冲强度为10L/s·m²。

3.2.2 电吸附处理流程

深度处理工程的主体工艺就是电吸附技术除盐,其基本原理是利用带电电极表面的电化特

性来实现水中带电粒子的去除、有机物的分解等目的。原水从一端进入阴阳极组成的模板空间,从另一端流出,当原水在阴、阳极之间流动时受到电场的作用,水中带电粒子分别向带相反电荷的电极迁移,被该电极吸附并储存在双电层内。随着电极吸附带电粒子的增多,带电粒子在电极表面富集浓缩,最终实现与水的分离,使水中的溶解盐类及其它带电物质滞留在电极表面,获得净化/淡化的出水。

电吸附设备有两组模块,交替运行,每组模块一个运行周期有三个流程组成,即工作流程、再生流程和排污流程,直观的运行流程见图2。

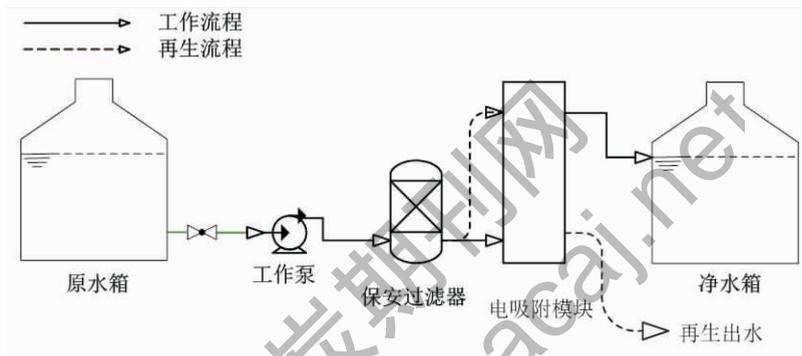


图2 电吸附流程图

原水池中的水通过提升泵被打入精密过滤器,大于5μm的残留固体悬浮物或沉淀物在此道工序被截流,此时水中溶解性盐类大约在1500~2000mg/L,电导率2500~3000μs/cm,水再被输入电吸附(EST)模块,经过模块的吸附,水得到净化,水中溶解性盐类<1000mg/L,电导率<800μs/cm,总的除盐率大于50%。另外在强电场作用下,在电极表面生成寿命短、氧化性极强的活性物质,他们可以使一些难以降解的有机污染物更容易被分解,尤其是电解产生的氧化性极强的·OH羟基自由基能够与有机物之间发生反应使有机污染物得到降解、矿化,并且不会造成二次污染,浓水COD不会被浓缩。

再生流程就是模块的反冲洗过程,当电极失电或瞬间反接时,富集在电极上的带电粒子在水流或电场力的作用下,从电极脱落被反洗水冲走,电极获得再生,反冲洗后的水被送入中水池,进入中水池的水等待下一个周期排污用。

排污过程其本质和再生一样,是模块的一个反冲洗程序,但水源有区别,排污过程用的是中间水池的水,即再生之后的浓水,这是一个有效的节

水过程,因为经过再生之后的浓水尚未达到饱和,所以用再生后产生的浓水再次冲洗模块,就节省了冲洗过程中的用水量,提高了产水率(>75%)。

4 结语

(1)济宁三号煤矿矿井涌水深度处理工程的实施,为南水北调东线工程做出了积极贡献。电吸附技术在济宁三号煤矿矿井涌水的深度处理中的应用,为我国的煤炭行业中水回用探索一条新的技术路线。

(2)济宁三号煤矿矿井涌水电吸附深度处理的水处理成本为1.35元/t。在原水含盐量较低,对脱盐率要求不高的含盐矿井涌水处理有一定的优势和应用价值。

参考文献

- [1]陈国华,王光信.电化学方法应用(第六章)[M].中国化学工业出版社,ISBN 750254236.
- [2]孙晓慰,朱国富.电吸附水处理技术(EST)的原理及构成[J].工业用水与废水,2002,33(4):18~20.
- [3]冷廷双,范丽娜.电吸附除盐技术用于首秦公司回用水中试研究[J].给水排水,2008,34(7):59~62.