

试验研究

# 塔山煤矿矿井水处理利用工艺改造实践

杨建超, 郭中权

(煤科集团杭州环保研究院, 浙江 杭州 311201)

**摘要:**为了将矿井水回用到井下作为工业用水, 将矿井水处理站一体化净水器工艺改造为高效澄清池+多介质滤池工艺, 使得矿井水处理站多介质滤池出水水质达到井下工业用水的要求, 同时保证了后续碳化硅陶瓷膜过滤器的稳定运行。净化出水水质为: pH 值 7.5~8.1、浊度<1.0 NTU、色度<10 度。

**关键词:**矿井水; 高效澄清池; 多介质滤池; 回用

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2016)04-0041-03

## TECHNOLOGY IMPROVEMENT PRACTICE OF TASHAN COAL MINE DRAINAGE TREATMENT AND UTILIZATION

YANG Jian-chao, GUO Zhong-quan

(CCTEG Hangzhou Environmental Research Institute, Hangzhou 311201, China)

**Abstract:** To utilize mine drainage as industrial water under the shaft, the integration purifier technology of mine drainage treatment station was transformed to combinatorial technology of efficient clarification tank and multi media filter. As a result, the effluent quality of multi media filter in the mine drainage treatment station met the demand of industrial water under the shaft. In addition, the follow-up filter composed of silicon carbide ceramic membrane could move steadily under the influent quality of pH = 7.5-8.1, turbidity < 1.0 NTU and chrominance < 10 degrees.

**Key words:** mine drainage; efficient clarification tank; coagulation; multi media filter; recycling

我国是一个干旱、缺水严重的国家, 矿区主要分布在北部及西北部的干旱与半干旱地区, 有 71% 的矿区缺水, 40% 的矿区严重缺水<sup>[1]</sup>。矿井水是在煤矿建井和煤炭开采过程中, 由地下涌水、防尘洒水、设备冷却水等汇集而成, 主要含有煤屑、岩粉等悬浮物, 经净化处理后, 一般可作为煤矿井下生产用水<sup>[2]</sup>。矿井水作为非常规水资源, 直接排放不仅浪费, 而且污染矿区水体、破坏生态景观, 将矿井水资源化是解决矿区缺水问题的最有效途径之一<sup>[3]</sup>。

国投塔山煤矿位于山西省大同市, 2008 年 8 月矿井改扩建后生产能力为 2.4 Mt/a, 在主井工业

场地已建成处理量 2 400 m<sup>3</sup>/d 的矿井水处理站一座, 井下排出的矿井水经一体化净水器简单处理后用作选煤厂生产用水。2013 年国投塔山煤矿为了将矿井水回用至井下作为工业用水, 对矿井水处理站进行了改造升级, 在现有的一体化净水器后面串联增加了两组碳化硅陶瓷膜过滤器, 以进一步去除矿井水中的悬浮物。但运行 1~2 个月时, 发现一体化净水器出水浑浊, 出水中悬浮物很多; 并导致碳化硅陶瓷膜过滤器膜通量快速衰减, 化学清洗非常困难, 出水量及水质远远满足不了井下工业用水的要求。为解决这一问题, 需要对该工程进行进一步工艺改造, 以满足矿井水回用于井下时对水量及水质的要求。

### 1 水质及水量

### 1.1 水质

该煤矿矿井水属于含悬浮物矿井水,含有大量难以下沉的煤粉,悬浮物含量高,呈黑色,主要污染物为悬浮物(煤粉);色度、浊度、COD等超标。矿井水原水水质详见表1:

表1 矿井水原水水质表

项目	pH	浊度 (NTU)	色度 (度)	COD <sub>G</sub> (mg/L)	SS (mg/L)
范围	6.4~8.2	82~154	30~43	107~176	74~247

### 1.2 水量

塔山煤矿井下正常排水量为1 200~1 500 m<sup>3</sup>/d左右,最大排水量为2 000~2 500 m<sup>3</sup>/d,基本未超过原处理站设计流量,因此确定矿井水处理系统规模为2 400 m<sup>3</sup>/d。

## 2 现有工艺流程及存在的问题

### 2.1 现有工艺流程

国投塔山煤矿矿井水处理站现有的工艺采用一体化净水器作为矿井水处理的净化处理单元,后续采用碳化硅陶瓷膜过滤器+活性炭过滤器进一步去除水中的悬浮物及其它有机污染物。具体工艺流程详见图1:

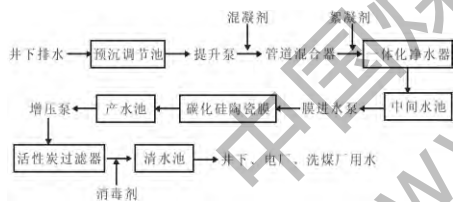


图1 现有矿井水处理工艺流程

### 2.2 存在的问题

预沉调节池有效容积只有300 m<sup>3</sup>,当井下集中大流量排水时,为了避免调节池溢流只能加大提升泵流量,导致一体化净水器经常超负荷运行。

一体化净水器是80年代国内为实现小城镇处理地表水成生活饮用水发展起来的水处理净化设备。由于该设备是按地表水水质特点设计的,因此用于含悬浮物矿井水处理时存在较多的缺点:设备沉淀区容积小、按设计处理水量运行时,出水水质达不到设计要求、斜管易堵塞、排泥困难、耐冲击负荷能力弱、设备日常维护工作量大、设备寿命短。一体化净水器运行时出水中总是含大量未沉淀的悬浮物,出水浊度很高。

由于一体化净水器出水浊度高,导致碳化硅陶瓷膜经常堵塞,到后期碳化硅陶瓷膜仅能正常

运行1~2天,产水量下降到设计流量的20%~30%,而且清洗非常困难,处理水量无法满足煤矿要求。

由于现有加药装置为手动调节,导致水处理过程加药不及时或者过量加药,也使得一体化净水器处理效果时好时坏。

## 3 改造工艺选择

### 3.1 矿井水处理主要工艺

矿井水含有以煤粉、岩粉和粘土为主的悬浮物,具有色黑、密度小、沉速慢等特点,矿井水中的COD主要由煤粉的还原性所致,在矿井水中十分稳定,它随着悬浮物的去除而降低<sup>[4]</sup>。矿井水处理工艺主要有:混凝+沉淀+过滤、澄清池+过滤两大类。

混凝+沉淀+过滤工艺中,常用混凝单元主要为折板反应池、穿孔旋流反应池、机械搅拌反应池等;常用沉淀单元主要为平流式沉淀池、斜管沉淀池等;常用的过滤单元主要为V型滤池、机械过滤器等。混凝+沉淀+过滤工艺具有处理能耗小、施工及操作管理简单等优点。但存在着处理设施占地面积大,沉淀污泥易堵塞造成排泥不畅、耐冲击负荷能力小等缺点。

澄清池+过滤工艺中,常用的澄清池为机械搅拌澄清池、高效加速澄清池等;常用的过滤单元为普通快滤池、多介质滤池等。澄清池+过滤工艺具有处理出水水质较稳定、设施占地面积小、药剂投加量少、排泥简单的优点,但机械搅拌澄清存在着处理能耗大、机械设施多、设备维护工作量大的缺点。高效澄清池采用水力搅拌,不需要专门的搅拌设备,可以克服机械搅拌澄清池的缺点,而且高效澄清池出水可以自流进入后续过滤单元,无需二次提升,可以降低工程造价和运行费用。

### 3.2 改造工艺流程

由于国投塔山煤矿矿井水处理站处理水量不大,而且现有场地面积有限,改造工艺采用澄清池+多介质过滤池替代现有一体化净水器,可以少征地、节省运行费用,具体工艺流程见图2:



图2 改造后矿井水处理工艺流程

### 3.3 改造后的控制系统

改造后的控制系统由 PLC+变频器+气动\电动调节阀门+在线检测仪表等组成,可以监控净化处理系统的水质、水量、液位等参数,并且以此来控制、调节水处理系统的运行。

## 4 处理效果及经济效益

### 4.1 处理效果

改造后的矿井水处理系统于 2015 年 6 月投入运行,已运行 6 个月,运行期间多介质滤池出水浊度始终<1.0NTU,保证了后续碳化硅陶瓷膜过滤器正常运行,碳化硅陶瓷膜过滤器产水量稳定达到设计值,过滤周期提高到 30 天左右,化学清洗时间由原来的 2 天减少为 6 小时。具体处理出水水质见表 2。

表 2 矿井水处理系统出水水质表

项目	pH	浊度 (NTU)	色度 (度)	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	SS (mg/L)
中间水池	7.2~8.0	0.5~0.8	8~10	20~35	0~10
清水池	7.1~7.8	0.05~0.1	<5	10~15	0~5

### 4.2 效益分析

**经济效益:**矿井水未深度处理以前,其出水指标仅能满足洗煤厂生产用水要求,多余的水全部外排;深度处理以后的矿井水全部回用,可以替代以前用的自来水,每天用水量按 1 500 m<sup>3</sup> 计算,每吨水节约 4.5 元,则每年节约购水费用约 246.38 万元。

**环境效益:**矿井水深度处理以后减少了煤矿的外排水量,从而保护了矿区周边的自然环境。煤矿每年可少排矿井水约 54.75 万吨,环境效益明显。矿井水处理以后回用减少了自来水的用水量,减少了取用地下水的水量,缓解了矿区缺水的形势。

## 5 结论

本工程根据塔山煤矿矿井水水质特点及现场实际情况,采用高效澄清池+多介质滤池工艺进行改造升级,然后经碳化硅陶瓷膜+活性炭过滤器进行进一步处理,使其出水满足煤矿井下工业用水的要求,产生了较好的经济及环境效益。

本工程自动化程度较高,基本做到了系统全自动运行,大大降低了工人的劳动强度,提高了水处理系统的运行稳定性及安全性。

高效澄清池+多介质滤池工艺可以减少工程占地面积、药剂费用低、易于实现自动化、排泥彻底、运行操作简单,从而降低了运行成本。

## 参考文献

- [1]高亮. 我国煤矿矿井水处理技术现状及其发展趋势 [J]. 煤炭科学技术, 2007, 35(9): 1-5.
- [2]周如禄,高亮,郭中权,等. 煤矿矿井水井下直接处理及循环利用 [J]. 中国给水排水, 2013, 29(4): 71-74, 79.
- [3]何绪文,李福勤. 煤矿矿井水处理新技术及发展趋势 [J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(11): 17-22.
- [4]周如禄,高亮,陈明智. 煤矿含悬浮物矿井水净化处理技术探讨 [J]. 煤矿环境保护, 2000, 14(1): 10-12.
- [5]Frank LC, Daniel M, Françoise E. Study of the genotoxic activity of five chlorinated propanones using the SOS chromotest, the Ames-fluctuation test and the newt micronucleus test [J]. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 1994, 341(1): 1-15.
- [6]Sweeny K H. In American Water Works Association Research Foundation [C]//Denver. Proceedings of Water Reuse Symposium, Vol 2, 1979: 1487.
- [7]Gillham R W, O'Hannesin S F. In International Association of Hydrogeologists [C]//IAH. Conference on Modern Trends in Hydrogeology, Hamilton: 1992: 10.
- [8]Gillham R W, O'Hannesin S F. Enhanced degradation of halogenated aliphatics by zero valent iron [J]. Ground Water, 1994, 32(6): 958-967.
- [9]丁春生,张涛,徐洋洋,贡飞. 铁还原去除饮用水中三氯硝基甲烷的性能研究 [J]. 浙江大学学报(工学版), 2013, 47(12): 2202-2207.
- [10]曹楚南. 腐蚀电化学原理 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [11]Gotpagar J, Grude E, Bhattacharyya D. Reductive dehalogenation of trichloroethylene using zero-valent iron environmental [J]. Progress, 1997, 16(2): 137-143.
- [12]Yak HK, Lang Q, Wai CM. Relative resistance of positional isomers of polychlorinated toward reductive dechlorination by zero-valent iron in subcritical water [J]. Environmental Science and Technology, 2000, 34(13): 2792-2798.
- [13]周红艺,汪大,徐新华,等. 含铁化合物对有机氯化物的脱氯处理技术研究 [J]. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(1): 522-526.
- [14]Arnold WA, Roberts AL. Pathways and kinetics of chlorinated ethylene and chlorinated acetylene reaction with Fe<sup>0</sup> particles [J]. Environmental Science and Technology, 2000, 34(9): 1794-1805.
- [15]Farrell J, Kason M, Melitaslv. Investigation of the long-term performance of zero-valent iron for reductive dechlorination of trichloroethylene [J]. Environmental Science and Technology, 2000, 34(9): 1794-1805.

(上接第 37 页)