

重介质加载磁分离矿井水净化技术在 亭南煤矿的应用

刘红丽¹, 崔东锋²

(1. 陕西长武亭南煤业有限责任公司, 陕西 咸阳 713602;

2. 煤科集团杭州环保研究院, 浙江 杭州 311201)

摘要: 为了提高矿井水出水水质指标, 有效降低废水排放对环境的影响, 实现环境保护和水资源重复利用, 亭南煤矿实施了矿井水处理站扩容改造工程。该工程采用重介质加载磁分离矿井水净化技术, 使处理后的矿井水全部达到工业生产用水水质要求和排放标准, 详细介绍了该技术的原理和特点, 并对工程实施后的效果进行了经济效益分析。应用结果表明, 该技术对煤炭行业高悬浮物矿井水的净化处理具有一定的优势, 具有占地面积小、处理效率高等特点。

关键词: 重介质; 磁分离; 矿井水; 净化

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2014)05-0033-03

APPLICATION OF HEAVY MEDIUM LOADED MAGNETIC SEPARATION FOR MINE DRAINAGE WATER PURIFICATION TECHNOLOGY IN TINGNAN COAL MINE

LIU Hong-li¹, CUI Dong-feng²

(1. Shanxi Changwu Tingnan Mining Co., Ltd. Xianyang 713602, China;

2. Hangzhou Institute for Environmental Protection, CCTEG, Hangzhou 311201, China)

Abstract: In order to improve mine drainage water effluent quality indicators, effectively reducing the environmental impact of wastewater discharges to achieve environmental protection and water reuse, water treatment station of tingnan coal mine to implement the expansion renovation project. The project uses heavy medium loaded magnetic separation of mine drainage water purification technology, the treated mine drainage water to the industrial production of all water quality requirements and emission standards, detailed introduces the principles and characteristics of the technology, and the effects of the implementation of the project were economic benefit analysis. The application results show that the high-technology industry, coal mines suspended solids water purification treatment has certain advantages, has a small footprint, processing efficiency.

Key words: Heavy medium; Magnetic separation; Mine drainage water; Purification

1 概述

亭南煤矿是山东能源淄矿集团走出省门开发建设的第一对矿井, 位于陕西省咸阳市长武县境

内, 2006 年 10 月正式投产, 生产能力 300 万 t/年。在煤炭开采过程中产生大量的地下涌水, 根据亭南煤矿 2012-2014 年水文地质监测资料, 井下涌水量在逐年增加, 2012 年 10 月份, 矿井平均涌水量达到 743 m³/h, 并且在 2013 年 10 月份达到峰

值 951 m³/h。井下涌水与采掘生产过程中的防尘洒水、设备冷却排水等汇集在一起形成矿井水,含有大量的以煤屑和岩粉为主的悬浮物,由于水量的增加和水质的变差,使得原有混凝沉淀处理工艺不能满足处理要求,因此,亭南煤矿实施了矿井水处理站扩容改造工程,确定采用重介质加载磁分离矿井水净化处理技术。

2 重介质加载磁分离矿井水净化技术

重介质加载磁分离矿井水净化技术是近年来最新的一种水处理新技术,主要用于去除矿井水中的悬浮物,且具有很好的去除效果。

2.1 技术原理

通过向矿井水中依次投加混凝剂、重介质磁粉和助凝剂,并进行搅拌混凝,使矿井水中的悬浮物在 3 min 内形成以磁粉为载体的“微絮团”,由于磁粉的作用,使得其具有磁性,该絮团只需要在微絮凝的情况下就可以形成。

含有“微絮团”的矿井水自流进入磁分离机,通过磁分离机磁盘的强磁力吸附,使得“微絮团”被快速吸附打捞,实现固液分离,矿井水得以净化处理,磁分离机吸附打捞的污泥进入磁分离磁鼓,实现重介质磁粉和污泥的分离,分离后的重介质磁粉重新进入系统进行循环使用。

2.2 技术特点

与传统的自然沉降工艺相比,该技术具有处理效率高、处理量大、适用范围广、占地面积少、运行成本低、操作管理方便、自控程度高、污泥处理效果好等特点,具体体现在以下方面:

(1)磁分离时间短,聚磁组合磁盘表面产生的磁力是重力的 640 倍以上,能快速地捕捉到微磁性絮团,使整个水处理净化过程的时间大大缩短,来水自混凝反应池进至磁盘机出水的时间为 3~6 min,大大优于传统的沉淀法。

(2)占地面积小,是传统工艺占地的三分之一左右,主要原因是一体化、短流程的设备集成使整个水处理净化过程时间大大缩短。

(3)处理成本低,磁分离依靠强磁力进行吸附和分离,不需要大量的药剂使水体中的悬浮物形成大的絮团,而仅需微絮凝。与常规的混凝沉降系统比较,可大大节约药剂使用量(仅为常规水处理的 1/3~1/2),节省药剂费用,系统总装机及运行功率低,电耗低,自动化程度高,节省人工费。

(5)出渣污泥浓度高:磁分离磁鼓分离出的污泥含泥率大于 5 000 mg/L,含水率小于 95%(普通沉淀污泥含水率为 98%~99%),可不经过浓缩直接进入脱水设备,大大节省污泥浓缩池占地。

3 工程应用

3.1 工程概况

亭南煤矿于 2014 年 4 月完成矿井水处理站改造工程,主体设备采用单套磁分离矿井水净化处理设备,设计处理规模为 1 000 m³/h,处理后的水质指标达到工业生产用水水质指标。

3.2 水质特点

亭南煤矿的矿井水属于“高悬浮物”类型,水质具有明显的煤炭行业特点,具体如下:

(1)悬浮物含量高,波动性大,且不稳定,SS 在 200~2 000 mg/L 之间;

(2)悬浮物以煤粉和岩粉为主,粒度小、比重轻、沉降速度慢;

(3)矾花形成困难,混凝沉降效果差。

3.3 工艺流程

井下矿井水通过中央泵房排入预沉调节池,进行预沉淀和水量缓冲,然后通过提升泵进行提升进入混凝反应装置,依次投加混凝剂、重介质磁粉、助凝剂,使矿井水中的悬浮物和胶体物质在 3 min 内形成以磁粉为载体的“微絮团”,经过混凝反应之后的矿井水自流进入磁分离机进行固液分离,通过磁分离机磁盘的强磁力吸附,使“微絮团”被快速吸附打捞,磁分离机的出水进入清水池,作为工业生产用水进行回收利用,多余的清水达标排放,从而实现矿井水净化全过程。工艺流程如图 1 所示。

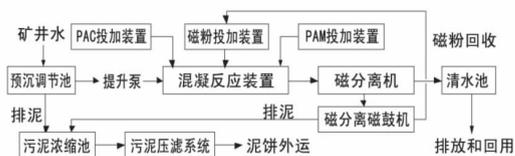


图1 工艺流程

磁分离机吸附打捞的污泥进入磁分离磁鼓,通过磁鼓的高速旋转切割功能,使得“微絮团”被打散,从而实现重介质和污泥的分离,分离后的重介质磁粉由泵输送到前端的磁粉投加装置循环使用,排出的污泥与预沉调节池排入的大颗粒污泥共同汇入污泥浓缩池,由渣浆泵输送到污泥压滤系统进行煤泥压滤,压滤后的泥饼经运输系统后

外销。

3.4 主要构筑物

(1)磁分离间:主要用于放置混凝系统、磁分离机、磁分离磁鼓机、加药装置等配套设施。尺寸为(长×宽)30×18 m,砖混结构。

(2)综合间:用于矿井水处理系统操作运行辅助设施配套,含操作间、储药间、值班室、配电室。尺寸为(长×宽)9.5×4.5 m,砖混结构。

(3)污泥池:用于贮存磁分离磁鼓机排放的污泥,尺寸为(长×宽×深)3.2×2.8×3.5 m,钢筋混凝土结构。

3.5 主要设备

(1)混凝反应装置:用于混凝剂、重介质磁粉、助凝剂和矿井水充分混合反应,形成以磁粉为载体的“微絮团”,为超磁分离机的吸附分离提供了保证,型号 HHN-24000,外形尺寸为 15400×2630×4000 mm,1# 搅拌机功率 1.5 kW,2# 和 3# 搅拌机功率 1.1 kW。

(2)PAC 投加装置:用于投加混凝剂,型号 HJY-24000,储药箱容积 3m³,搅拌机功率 2.2 kW,加药计量泵两台,型号 GB0500,流量 464 L/h。

(3)PAM 投加装置:用于投加助凝剂,型号 JY-24000,连续制备能力 1 500 L/h,搅拌机总功率 1.28kW,加药计量泵两台,型号 GB1000,流量 946 L/h。

(4)磁分离机:用于打捞吸附“微絮团”,型号 CSMD-12000,2套,单套处理能力为 12 000 m³/d,外形尺寸为 4 090×3 560×2 170 mm,主电机功率为 1.1 kW,辅电机功率为 4.0 kW。

(5)磁分离磁鼓机:用于“微絮团”的打散,实现重介质和污泥的分离,型号 HCG-12000,两套,外形尺寸:2 980×2 088×2 400 mm,磁辊电机功率为 0.55 kW,高速分散用电机功率为 5.5 kW,磁种搅拌用电机功率为 1.1 kW。

(6)磁种投加泵:采用软管泵,共 3 台,2 用 1 备,流量为 3 m³/h,功率为 2.2 kW。

(7)污泥泵:采用潜水渣浆泵,共 2 台,1 用 1 备,流量为 50 m³/h,扬程为 26 m,功率为 15 kW。

(8)电气控制系统:共 5 台控制柜,其中 AA1 为配电控制柜、AA2 为配电控制柜、AP1 为 PAM 加药系统电控箱、AP2 为 PAC 加药系统电控箱、AL 照明配电箱。

3.6 水质分析

随机选取一周的矿井水磁分离净化处理系统的进出水进行了 21 次水样分析,水质指标分析结果如表 1 所示。

表 1 矿井水进出水水质指标

类别	项目	pH	SS	浊度
进水	范围	6.8-8.7	221-860	130-535
	平均值	323	540.5	332.5
出水	范围	6.7-8.5	15.4-24.8	8.2-17.6
	平均值	7.6	20.1	12.9

注:表中单位除 pH 值无,SS 为 mg/L,浊度为 NTU。

由表 1 中可以看出,该处理系统对悬浮物具有很高的去除效果,平均可达到 96 % 以上。

4 经济、环境效益分析

4.1 水处理成本

经过分析,矿井水处理的成本为 0.45 元/m³,如表 2 所示。

表 2 矿井水处理成本

名称	电费	药剂费	维修费	折旧费	人工费	合计
费用	0.05	0.15	0.03	0.14	0.08	0.45

注:表中费用单位为元/m³。

根据矿井水处理的水量和水处理成本,以处理水量为 1 000 m³/h 计算,每年需要支出的总费用为 1 000 m³/h×0.45 元/m³×24 h×365 d/10 000=394.2 万元/a。

4.2 经济效益

(1)煤泥综合利用:矿井水中煤泥经过水处理工艺处理后,可直接脱水处理后成为块状泥饼,含水率低于 40 %。通过选煤厂压滤机脱水,水中污染物变成可利用资源,最大限度地收集和清除了矿井水中的微细煤泥量。按照 24 000 m³/d,SS=500 mg/L 计算,每天可回收含水率为 60 % 左右的煤泥 20 t,年回收煤泥 7 300 t,热值按照 3 760 大卡计算,折标煤系数 0.5431,则年回收标煤 3 965 t,每吨按 120 元,则年产生效益 47.58 万元。

(2)节约取水费用:处理之后的清水可用于瓦斯发电站冷却循环水、洗煤厂用水、黄泥灌浆和水源热泵等用水。用水量按照 180 万 t/年,水资源费 0.45 元/t,每年可节约水资源费 81 万元。

(3)减少排污费用:根据亭南煤矿所在咸阳市排污费征收标准为 0.5 元/m³,矿井水经过处理后,

(下转第 42 页)

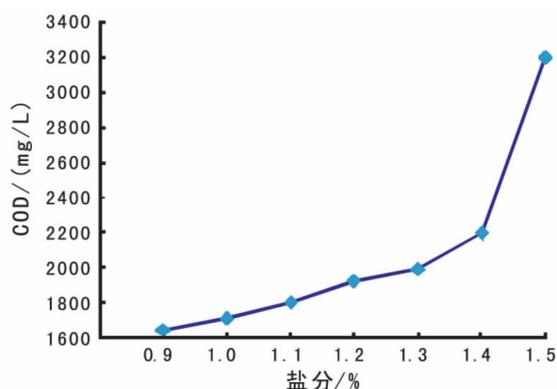


图4 盐分对稳定期内UASB出水COD的影响

由图4可知,随着进水盐分的提高,稳定期内UASB出水的COD逐步升高,这是由于进水盐分升高导致UASB菌种去除COD的效率下降引起的。当进水盐分提高到1.5%后,UASB出水的COD直线上升,UASB的出水大于3200 mg/L,COD的去除率低于60%,不能满足后续接触氧化池对进水的要求。因此本工程的进水盐分应该控制在1.4%以下,是可以确保废水达标排放的。

7 小结

通过本工程的调试,可以得出以下结论:

(1)采用UASB+接触氧化法处理CMC废水

(上接第35页)

一部分进行了综合利用,一部分达标排放,每年可减少的排污费用为:1000 m³/h×24 h×365 d×0.7元/m³/10000=438万元/年。

因此,矿井水处理系统每年可产生经济效益为172.4万元。

4.3 环境效益

矿井水的处理水量按24000 m³/d计算,则每年可减少SS排放量3960 t(减排SS按500 mg/L计),从而大大减少污染物的排放量,最大限度的减少污泥、污水的外排量,减少对水系及周围环境的污染,将使矿区及周边环境得到改善,对矿区实现节能减排目标起到积极的作用。

5 结语

(1)重介质加载磁分离矿井水净化技术在亭南煤矿矿井水处理工程中进行了应用,其出水SS平均小于25 mg/L,平均去除率可达到96%以上,

具有很好的净化效果。

(2)在进水盐分小于1.4%,COD浓度小于8000 mg/L的条件下,通过UASB+接触氧化的方法处理CMC废水是能够确保出水达标排放的。

(3)本工程运行稳定的关键是控制进水盐分小于1.4%且盐分稳定避免大幅波动。究其原因:已经适应在高浓度的盐水中生长繁殖的微生物,细胞液的含盐浓度是很高的,一旦当废水中的盐分浓度较低或很低时,废水中的水分子会大量渗入微生物体内,使微生物细胞发生膨胀,严重者破裂死亡。因此,经过长期驯化并能逐渐适应在高浓度的盐水中生长繁殖的微生物,对生化进水中的盐分浓度要求始终保持在相当高的水平,不能忽高忽低,否则微生物将会大量死亡。

参考文献

- [1]雷雨电,方云.羧甲基纤维素生产工艺的进展[J].日用化学工业,2000,30(4):25-29.
- [2]马承愚,彭英利.高浓度难降解有机废水的治理与控制[M].北京:化学工业出版社,2006.74.
- [3]唐受印,戴有芝,等.水处理工程师手册[M].北京:化学工业出版社,2000.385.
- [4]刘正.高含盐废水生物处理技术探讨[J].给水排水,2001,27(11):54-56.

具有很好的净化效果。

(2)重介质加载磁分离矿井水净化技术与传统的混凝沉淀技术相比较,具有占地面积小、处理效率高等优点。

(3)整个水处理系统工艺流程简短、动力设备少、能耗低、运行成本低、操作管理简单,具有较好的示范和推广作用。

参考文献

- [1]周建忠,靳云辉,罗本福,等.超磁分离水体净化技术在北小河水污水处理厂的应用[J].中国给水排水,2012,28(6):78-81.
- [2]曹祖民,高亮,崔岗,等.矿井水净化及资源化成套技术与装备[M].北京:煤炭工业出版社,2003:1-5.
- [3]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.
- [4]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.
- [5]郭中权,王守龙,朱留生.煤矿矿井水处理利用实用技术[J].煤炭科学技术,2008,36(7):3-5.