

试验研究

## 淮南矿区矿井水净化处理中试研究

张克兵<sup>1</sup>, 周如禄<sup>2</sup>, 韩永卫<sup>1</sup>, 乔大磊<sup>2</sup>

(1. 淮南矿业(集团)有限责任公司, 安徽 淮南 232001;  
2. 煤炭科学研究总院杭州环保研究院, 浙江 杭州 311201)

**摘要:**根据淮南矿区矿井水以含悬浮物为主要污染物的水质特点,设计了一套矿井水悬浮物去除装置及配套加药系统,并在淮南矿区某煤矿进行了中试研究。结果表明:中试装置采用高效接触絮凝反应、斜板沉淀集成工艺技术,压力式进水和出水,依靠水力作用完成絮凝反应和沉淀过程。装置净化处理后水质能够满足煤矿井下消防、洒水对水质的要求,且运行稳定、效率高、空间体积小、能耗低。

**关键词:**矿井水;净化处理;悬浮物

中图分类号:X703 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2011)05-0014-03

### PILOT SCALE STUDY ON MINE WATER PURIFYING TREATMENT IN HUAINAN COAL MINING AREAS

ZHANG Ke-bing<sup>1</sup>, Zhou Ru-lu<sup>2</sup>, HAN Yong-wei<sup>1</sup>, QIAO Da-lei<sup>2</sup>

(1. Huainan Mining Group Corporation Limited, Huainan 232001; 2. Hangzhou Institute for Environmental Protection, China Coal Research Institute, Hangzhou 311201, China)

**Abstract:** According to the characteristics of mine water quality containing suspended solids in Huainan coal mining area, a set of device and dosing system matched was designed to remove the suspended solids from mine water. The results of pilot scale study indicate that the device, integrated contacting flocculation with inclined plate precipitation, could be implemented by pressure inflow, pressure effluent and hydraulic action. The water quality of effluent from the device could be satisfied with the water quality standards of underground fire fighting and dustproof. The device also has a lot of advantages such as stable operation, high efficiency, small space, low energy consumption, et al.

**Keywords:** mine water, purification treatment, suspended solids

矿井水是由煤矿开采过程中产生的地下涌水及采掘生产中防尘、设备冷却排水汇集而成,含有粉尘和岩尘,具有行业特点的废水,在我国矿井水水质的综合分布中,含悬浮物矿井水占据了80%以上,是一种量大面广的水质类型。淮南矿业集团目前年产生矿井水约2700万t,其水质特征:悬浮物含量较高,浑浊度较高,一般呈黑色;pH值一般在7.5~8.5,属于弱碱性;矿化度高,溶解性总固体含量大;化学需氧量较高。通过与《地下水

质量标准》GB/T14848-93中的Ⅲ类水质量标准限值进行对比,其水质评价结果如下:以无机煤粉、岩屑污染为主,受到腐烂坑木有机质、粪便以及少量乳化液和机油的污染,属于含微量有机物,污染程度较轻,矿化度较高的矿井水。这部分废水经处理后可供给水质要求不高的用户作为生产用水,如煤矿井下防尘、洒水,选煤厂选煤用水等。对矿井水进行处理并加以利用,不但可以防止水资源流失,避免对水环境造成污染,而且对缓解矿区供水不足、改善矿区生态环境、最大限度满足生产和

生活用水需求具有重要意义。

我国煤矿企业主要分布在北方和西北方,以井工开采为主,矿井水资源再生利用优先作为煤矿井下生产用水,主要包括防尘洒水(巷道和工作面喷雾降尘)、设备冷却用水(综采机、掘进机、转载机、胶带输送机等)、乳化液配水、灌浆用水等。矿井水地面处理后再送到井下进行利用的过程,首先是矿井水通过管、渠在煤矿井下汇集入水仓,然后由井下排水泵排到地面入矿井水处理厂(站),处理后的清水再通过管路系统从煤矿主井、副井或风井进入到井下作为生产用水。这样矿井水虽然达到再生利用的目的,但地面矿井水处理构筑物占地面积大,管路来回铺设长,基建投资多,水处理成本高。随着国家保护环境、节能减排力量的不断加大,许多特别是新建的煤矿企业急需绿色开采技术,要求矿井水在井下直接处理利用。矿井水在井下处理后作为生产用水,具有特定的优势,经济、环境和社会效益显著。本文研究设计了一套效率高、能耗省、占地小的矿井水悬浮物去除装置及配套加药系统,并在淮南矿区某煤矿进行了中试研究,以检验运转效果。

## 1 试验材料

### 1.1 试验水质

中试试验在淮南矿区某煤矿矿井水处理站现场进行,试验原水取自地面矿井水处理厂调节池,其中 pH 7.5~7.9、悬浮物 SS 400~600 mg/L。

工艺出水目标作为井下消防、洒水,要求处理后悬浮物不大于 30 mg/L、悬浮物粒度不大于 0.3 mm,达到《煤矿井下消防、洒水设计规范》GB50383-2006 要求(以下简称《规范》)。

### 1.2 试验装置

#### (1) 试验装置

试验装置设计处理水量 15 m<sup>3</sup>/h,悬浮物去除装置结构示意图见图 1,装置有效容积 10 m<sup>3</sup>,进出水方式采用压力式设计,依次分为反应区、沉淀区及集水区,完全利用水力作用净化。

装置反应区采用高效接触絮凝反应设计,前端为强化混凝区,后端为折板絮凝区。强化混凝区内部填充一种絮凝扰流球,以提高紊流效果,折板絮凝区分别以异向折板、同向折板和直板布置,以控制反应条件;装置沉淀区内设置斜板,倾角 60° 布置;装置集水区采用堰板式沟槽设计,以避免发生短流,保障出水均匀。

#### (2) 加药系统

试验加药采用无电自动加药系统,加药系统包括气源处理单元、搅拌系统、溶药箱、储药箱、加药控制器及配套管路阀门组成,药剂使用液体。

### 1.3 试验流程

中试装置采用压力式进、出水设计,完全利用水力作用完成净化处理过程。中试流程如图 2 所示。

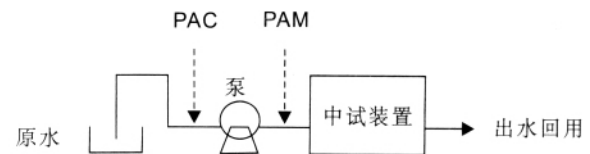


图2 中试流程图

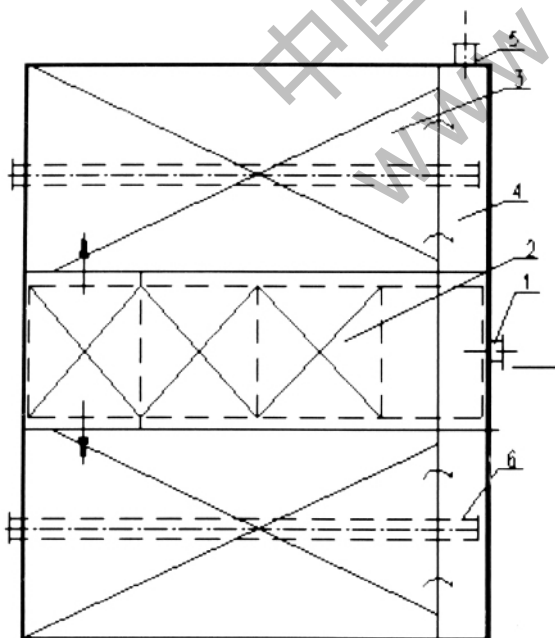
矿井水中试流程由提升泵、悬浮物去除装置和加药系统三部分组成,简单灵活、占地小、操作方便、出水水质稳定。

### 1.4 试验药剂

絮凝剂:聚合氯化铝(以下简称 PAC),使用时配成浓度 10%的 PAC 使用液;

助凝剂:聚丙烯酰胺(以下简称 PAM),使用时配成浓度 0.1%的 PAM 使用液。

## 2 试验方法与机理



1-进水管;2-混凝反应区;3-斜板沉淀区;4-集水区;5-出水管;6-排泥管

图 1 悬浮物去除装置结构示意图

## 2.1 试验方法

该系统的经济性与稳定性主要体现在运行成本与处理效果上,因此中试过程考察了系统的投药量与对污染物的去除性能。其试验方法如下:

### (1) 系统加药量选择试验

在试验装置设计处理负荷下,在不同药剂投加量下连续运行试验装置,并测定出水悬浮物指标,以考察该净化系统最佳加药量。

### (2) 系统悬浮物去除性能试验

由试验确定加药量后,在相同的操作条件下,改变进水负荷,连续运行试验装置,测定出水悬浮物指标,以考察该装置最大处理负荷。

本试验中主要以悬浮物 SS 的去除效果作为评价依据,检测方法严格按照中国环境科学出版社出版的《水和废水监测分析方法》(第四版)(增补版)。

## 2.2 反应机理

经加药后的矿井原水首先进入混凝反应区,在内部设置的扰流球强烈扰流作用下发生接触絮凝反应,使混凝剂与水中胶体颗粒迅速凝聚脱稳,脱稳颗粒再相互聚结而形成初级微絮凝体。当混凝反应区放置了大量的扰流球后,扰流球因水流冲击作用剧烈翻滚形成局部微涡流,起到了强化水体颗粒物絮凝的作用而形成立体接触絮凝过程,成长过大的絮体在微涡流的作用下会破碎成较小絮体从而保持絮凝能力,密实度较低的絮体在微涡流的作用下会破碎并重新絮凝成密实度较高的絮体,进入折板絮凝区进一步发生吸附桥架和网捕反应,使微小絮体进一步絮凝成长为密实度较高且沉降性能好的较大絮体,有利于后期沉淀过程,经絮凝处理后的矿井水经折板絮凝区直板段开孔向两侧流入斜板沉淀区,清水采用集水槽统一收集后由排水管排出,而沉淀区底泥通过污泥斗收集后经穿孔排泥管定期排出装置,从而完成混凝、沉淀净化处理全过程,出水达到设计水质。

## 3 试验结果与讨论

### 3.1 最适加药量的选择试验

本装置需投加絮凝剂 PAC 与助凝剂 PAM 两种药剂,加药量的大小是衡量系统经济性的一个重要指标,由于 PAM 的用量较少,因此在本工艺中 PAC 的投加量大小直接关系到工艺运行成本,

PAM 投量即按常见矿井水加药量 0.1~0.3 mg/L 投加。

在进水负荷 15 m<sup>3</sup>/h 的处理量下,控制 PAC 加药量范围在 15 mg/L 在 40 mg/L 之间,连续运行 12 h,确定该装置对于此类矿井水的最佳 PAC 加药量范围,其运行结果如图 3 所示。

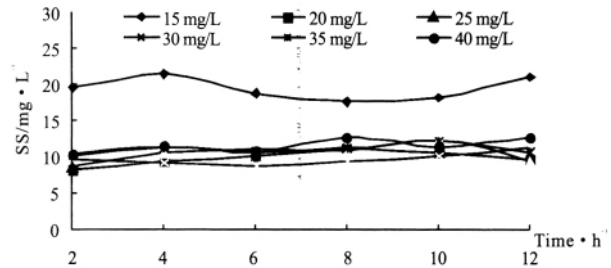


图3 不同加药量情况下工艺出水悬浮物变化情况

从图 3 可以看出,在加药量 20~40 mg/L 的情况下,出水悬浮物变化并不是很大,均稳定在 10 mg/L 左右,在进水悬浮物 450 mg/L 时,其去除率 97.7%,连续运行 12 h,未见明显波动,处理效果稳定;在加药量 15 mg/L 左右时,出水水质悬浮物含量在 20 mg/L 左右,继续运转,其出水悬浮物接近于《规范》要求;在加药量 30~40 mg/L 时,系统处理效果未见有明显提升,反而有一定程度的悬浮物指标升高趋势。因此,利用该装置去除矿井水中的悬浮物,系统加药量在 15 mg/L 以上时出水悬浮物即能达到《规范》要求,但结合其处理水质的稳定性及成本因素,本工艺加药量应控制在 20~30 mg/L 较为理想。

### 3.2 对悬浮物去除性能试验

确定絮凝剂与助凝剂加药量后,在相同的操作条件下,分别改变进水负荷,进行 10、15、20、25 m<sup>3</sup>/h 的中试运行,连续运行 15 h,测定出水悬浮物指标,以考察该装置最大处理负荷。

由图 4 可以看出,该系统在进水负荷 25 m<sup>3</sup>/h 以下的波动范围内,不改变操作条件,调节加药

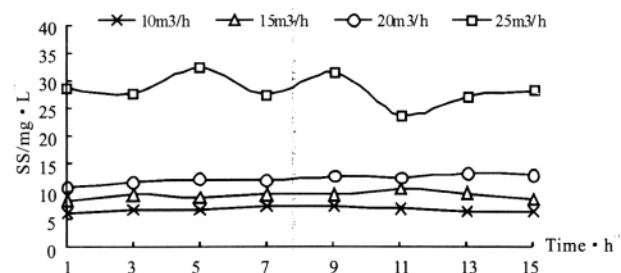


图4 不同水力负荷情况下工艺出水油度变化情况

(下转第 13 页)



生态群落,各群落能够有机地联系在一起,同时带动周边地区的工业的发展。

### 3.4 铁矿区软环境建设

#### 3.4.1 寻求政府政策和资金支持

矿区 EIP 建设仍是一项探索性工作,综合性强,涉及面广,并没有成熟的经验可以借鉴,这使得园区企业投资者对生态工业园建设犹豫不决,阻碍了园区的发展。特别是在园区建设初期,由于投资额度巨大和回收期限较长,给园区企业带来资金压力。鉴于园区发展的总体目标与地区发展目标的一致性,园区企业必须从政策、措施、资金和管理等多方面寻求政府的支持和帮助。

#### 3.4.2 构建企业间的信任机制

凡是有合作的地方,都需要信任,信任是合作的基础,合作反过来又会促进企业间的信任。因此,信任机制的建立最好从就近企业间的良好合作开始,并逐步扩展到整个园区。

## 4 结语

铁矿区的生态工业园建设可以很好的解决矿山环境难题,是矿山废料综合治理的一种新兴方法。然而,生态工业园规划建设仍是一项探索性工作,没有固定的模式可以借鉴,其规划建设的合理性对于园区的运作效率、稳定性等有着重要影响,各铁矿区必须根据实际情况,规划建设符合自身

(上接第 16 页)

量,装置出水水质较稳定,没有受到水力负荷的变化所影响,平均 12 mg/L 左右,能够满足《规范》要求。在进水负荷增加到 25 m<sup>3</sup>/h 后,连续运行至第 5 d 及第 9 d,出水水质悬浮物指标超出 30 mg/L,其余几天均接近 30 mg/L,说明 25 m<sup>3</sup>/h 的处理负荷为装置反能承受最大处理负荷,实际运行不宜超过此值。

## 4 结论

(1)本文设计的矿井水悬浮物去除装置,工艺简单、结构紧凑、能耗低,特别适合我国煤矿含悬浮物矿井水井下直接处理后回用作为消防、洒水。

(2)该悬浮物去除装置容积处理率高,达到 1.5 m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup> h)以上,是常规矿井水处理设施的 2 倍以上,且无需过滤处理,工艺更加简化。

(3)针对某煤矿矿井水水质,净化处理系统絮

特点的生态工业园。

## 参考文献

- [1]曹健,姬俊梅.铁矿尾矿的综合利用[J].现代矿业,2009(7):101-102.
- [2]张淑会,薛向欣,金在峰.我国铁尾矿的资源现状及其综合利用[J].2004,3(4):241-245.
- [3]国家环境保护总局.HJ/T274-2006 综合类生态工业园区标准[S].
- [4]鲁成秀,尚金城.生态工业园规划建设的理论与方法初探[J].经济地理,2000,(3):399-402.
- [5]邓南圣,吴峰.国外生态工业园研究概况[J].安全与环境学报,2001,(4):24-27.
- [6]杨京平.生态工程学导论[M].北京:化学工业出版社,2008:94-95.
- [7]吴峰,徐栋,邓南圣.生态工业园规划设计与实施[J].环境科学学报,2002,22(6):802-803.
- [8]徐海.生态工业园模式与规划研究[D].上海:上海大学,2007.
- [9]Matton T. Transformation process towards sustainable industrial estates [A].Proc International Conference on Industrial Ecology and Sustainability[C]. Troyes, France September 22-25, 1999.
- [10]孙达,李永聪,高志明.从某铁尾矿中回收铜的试验研究[J].金属矿山,2007(9):119-122.
- [11]常前发.我国铁尾矿的资源状况、利用现状及发展方向[J].安徽地质,1998,8(4):91-96.
- [12]李继芳,刘向阳.铁尾矿在新型干法水泥生产线上的应用[J].新世纪水泥导报,2005(4):7-9.
- [13]何廷树,王盘龙,陈向军等.铁尾矿干压免烧砖的制备[J].金属矿山,2009(4):168-171.
- [14]史培阳,姜茂发,刘承军等.用铁尾矿、硼泥和粉煤灰制备微晶玻璃[J].钢铁研究学报,2005(5):22-25,30.

凝剂聚合氯化铝 (PAC),助凝剂聚丙烯酰胺 (PAM) 配合投加最佳,其加药量应分别控制在 20~30 mg/L、0.1~0.3 mg/L 最为适宜,实际应用还应根据现场水质以试验确定;

(4)中试装置连续运行处理效果稳定,在处理水量 15 m<sup>3</sup>/h 条件下,出水清澈透明,能够达到并优于《煤矿井下消防、洒水设计规范》GB50383-2006 要求。

## 参考文献

- [1]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):32-34.
- [2]曹祖民,周如禄,刘雨忠等.矿井水净化及资源化成套技术与装备的开发[J].能源环境保护,2004,18(1):37-40.
- [3]高亮,周如禄.一体化净水器处理矿井水工艺技术探讨[J].煤矿环境保护,2001,15(2):43-46.
- [4]GB/T14848-93,《地下水质量标准》[S].
- [5]GB50383-2006,《煤矿井下消防、洒水设计规范》[S].