

综述与专论

关于煤矿废水的处理研究进展

鞠鑫,李韵,刘晓威,刘磊

(华北电力大学环境研究院,北京,102206)

摘要: 煤矿废水的回用问题应当引起足够的重视,对于缓解水资源短缺具有重要的意义。主要是根据废水的不同水质类型,总结概述了国内外现有的关于煤矿废水的处理工艺,并做出对比研究,提出一些关于今后治理利用煤矿废水的建议。

关键词: 矿井水;水质类型;处理工艺;综合利用

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2015)06-0004-03

RESEARCH ON COAL MINE WASTEWATER TREATMENT PROGRESS

JU xin,LI yun,LIU Xiao-wei,LIU lei

(*Environmental Research Academy of North China Electric Power University,Beijing 102206
China*)

Abstract: Coal mines wastewater reuse issues should cause enough attention, it has an important significance for alleviating water shortage. Mainly according to the different types of water quality of wastewater, this paper introduces the existing domestic and international coal mine wastewater treatment process and make a comparative study, put forward some opinions about the future of using coal mine wastewater.

Key words: mine drainage water; water quality type; treatment process; comprehensive utilization

由于社会水资源短缺严重,考虑污水的回用问题,不仅是干旱区应当采取的措施,也是当今污水治理发展的必然趋势。煤矿废水直接排放,造成水资源的浪费,同时污染环境。应当探索新型高效的处理方法,将防治污染和回用结合起来,既可缓解水资源供需矛盾,又可减轻地表水体受到的污染,可以减少地下水的开采量,不但节约了地下水资源,而且降低了地面塌陷等自然灾害发生的可能性。矿井水按水质划分为洁净矿井水、含悬浮物矿井水、高矿化度矿井水、酸性矿井水和含特殊污染物矿井水等五种类型。^[1]矿井废水的污染程度较其他工业废水轻,一般不含有毒物质,有机物污染较小,酸度、悬浮物含量、浊度、硬度、矿化度、硫酸

盐含量等是主要的超标检测项目,适合做回用水水源。^[2]

1 国内煤矿废水处理技术发展现状

我国大多矿区废水都只是经过简单处理后排放。矿井水处理的常用工艺方法,采用沉淀或混凝沉淀、无害化处理后的出水,达标排放;采用混凝、沉淀(澄清)过滤、杀菌处理工艺后的出水,可作生产用水回用;过滤后经过严格的消毒处理,可作为生活用水或工业用水;对于含盐量较高的矿井水,通常利用电渗析、反渗透、超滤、纳滤等膜处理方法,进行脱盐淡化,达到标准后可作工业和生活用水,较常用的是电渗析法,对于水质要求较高的或特殊的水质,常用其他的膜处理方法;对于含低放射性矿井水的处理,还是缺乏适用于工业性应用的成熟工艺技术,一般采用电渗析、反渗透或离子交换等;采用加碱性物质中和的方法处理酸性矿

收稿日期:2015-01-10

环保部公益项目:(201509010)

第一作者简介:鞠鑫(1990-),女,黑龙江省汤原县人,硕士研究生,主要从事应用膜技术处理污染物的研究方向。

井水,达标后排放。^[3]微生物处理法,在酸性条件下利用氧化亚铁硫杆菌将水中的二价铁氧化成三价铁离子,从酸性矿井水中除去铁。利用沙层净化处理含有毒或放射性元素的矿井水。根据水质情况和所要达到的目标,分为预处理、主体工艺、深度处理和煤泥的处理几个部分,再根据实际情况实现各个部分的优化组合。

对于矿井中含有大量粉煤等悬浮物质,采用超滤技术,利用膜的透过性能,去除悬浮物质的同时还可除去细菌。其中,混凝-超滤联用工艺,运行成本低,操作简单,可以降低水的浊度、去除有机物及溶解性盐类,用混凝作为预处理,提高出水水质,减轻膜污染。有研究用铁铝酸四钙(C₄AF)-熟石灰-纯碱法去除矿井水中的硫酸盐、总硬度,适用于矿井水的含盐量及硬度不太高的情况。^[4]对于另外还含有铁锰及放射性污染的矿井水,在采用常规处理-超滤工艺处理的同时,结合ClO₂氧化和高岭土吸附,对高矿度矿井水进行深度处理。有的矿厂利用废矿区中破碎石头产生的不同尺寸大小的缝隙,通过吸附、拦截和沉降,过滤、净化煤矿废水。

膜处理煤矿废水采用的工艺流程一般是:澄清、机械过滤、吸附剂过滤、超滤、反渗透、出水。还可以配合缺氧/好氧处理,投加活性炭颗粒以辅助膜生物反应器,结合纳滤和反渗透进行深度处理;还有研究利用改性后的膨润土对矿山废水中的铁进行吸附处理。一级预处理,在调节池中简单曝气、投加石灰乳调节中和曝气池的PH值、在加药曝气的中和池内反应后进入反应澄清池,投加助凝剂PAM等,水的浊度降低。二级预处理是增加中间曝气池或锰砂过滤器。通过两级预处理,达到除铁锰、降钙硬的目的,去除悬浮物、胶体和大分子有机物,以控制进水水质指标达到后续处理工艺的要求,如反渗透等。结合纳滤预处理,增强反渗透膜的稳定性和盐截留率,降低出水色度。矿井水的深度处理,采用沉淀、滤池过滤、PCF过滤、超滤、反渗透工艺流程或者是石英砂过滤器。超滤出水一部分进入反渗透系统进行脱盐处理,一部分与反渗透产水混合,作为饮用水。还有研究是用物化处理的方法去除废水中的铁和硬度,然后利用双膜法去除有机污染物和大部分的溶解性固体,如饱和吸附容量大、过滤精度较高的高分子膜精滤床,对悬浮物、臭味、色度、洗涤剂的去除率均较

高。

2 国外煤矿废水处理技术

对于含悬浮物矿井水,主要采用澄清和过滤处理工艺,利用沉淀池、混凝反应池、澄清池等。硫酸铝、聚丙烯酰胺、氯化铁、石灰等作混凝药剂。加入高效有机絮凝剂进行混凝、澄清处理。对污泥进行干化、离心机、压滤机等方式进行脱水固化。对于高矿化度矿井水,进行淡化处理回用。用蒸馏、凝结、膜处理法(电渗析、反渗透)、添加化学药剂沉淀、离子交换等方法,对矿井水进行脱盐处理。水的矿化度达到一定的数值,采用蒸馏淡化法于大规模水淡化厂,如真空膜蒸馏系统,通过蒸发和冷凝去除颗粒和溶解性物质。预处理(包括在储存罐中加入灭藻剂、消毒、絮凝或沉淀、双介质过滤和粒状活性炭过滤),经过两级微滤系统,然后是反渗透(减少碳酸盐、加入化学药剂消毒,增加暂时硬度),配合热电厂分离氯化钠,实现煤矿含盐废水的零排放。

对于酸性矿井水的处理,主要是采用碱性物质中和,传统是用氧化钙、氢氧化钙、生石灰等作中和药剂,最近研究发现采用生石灰生产过程中的副产物,可以去除金属和硫化物。利用电站产生的高碱性粉煤灰中和矿井水去除硫酸盐,产物可以作石膏和钙矾石。有研究发现可以用冶金炉渣替代石灰作为修复剂处理酸性矿井水,如氧气顶吹转炉炉渣。除采用中和法外,一些国家还采取人工湿地等技术处理。在煤的开采巷道中喷洒药剂,抑制硫酸化杆菌等微生物的生长和繁殖,防止酸性矿井水产生。利用真菌、藻类对于特殊金属离子的去除和硫酸盐固定作用的潜在发展趋势,创造厌氧环境修复矿井废水。利用嗜酸菌,硫酸盐还原菌等微生物作用使硫酸盐还原,去除重金属。还有研究利用堆肥生物反应器(如木屑和牛粪混合底物堆肥)、厌氧折流板反应器修复矿井废水,对硫酸盐和COD的去除率较高。

矿井水中金属离子的去除,常用的除铁方法有空气自然氧化法、氯氧化法、接触氧化法、电解除铁法、地层除铁法、离子交换法等。^[5]有研究利用褐煤去除和回收酸性矿井水中的金属离子。电凝法相比化学沉淀法,可以实现可持续、较为经济的从废水中处理重金属。利用中和酸性矿井废水析出的沉淀,作为吸附剂去除痕量重金属。硫化钠

硫化法可以回收铜、铁。利用酸性矿井排水污泥从二级污水中除磷是非常有前途的,可以解决水体富营养化问题。由于高碱度处理过程,使污泥能够有效中和酸性矿井废水。用排水污泥处理矿井水中的铅、锌和其他重金属,具有较高的去除速率和去除率。利用多级序批联合处理装置,将含锌丰富的煤矿废水和城市生活污水进行联合处理,硝化除磷,去除大量的金属离子。还有研究酸性矿井废水和砂砾筛选的城市污水联合处理系统,通过选取两者合适的配比,在石灰添加单元制造缺氧环境,促进细菌对硫酸盐的还原,去除硫酸盐。

3 总结与建议

总体看来,国内煤矿废水的处理原理、工艺、方法与一些西方国家进行的矿井水无害化处理工艺类似,但西方国家在吸附剂、高分子有机絮凝剂方面的研究创新比较多,种类也较为丰富,处理效果也较好,多级连续处理系统中的自动检测和控制技术方面比较先进,如大规模真空膜蒸馏系统的应用,我们应当在吸附剂的研发和处理系统方面多做改进。注重煤矿废水的综合利用,处理

后作生产和公共生活用水、改善生态环境,如可以利用膜技术处理后的煤矿废水作为发电厂锅炉补给水,矿井水经过反渗透淡化处理后,可降低生产用水管道的腐蚀,缩短清洗周期和延长使用寿命。注重多级连续流动反应器处理工艺的开发和应用,对市政废水和煤矿废水进行联合处理,可以节约投资成本,提高水质,节约化石燃料和材料的使用量。采用分质供水方式,根据不同的处理工艺后的出水,满足不同的用水需求。

参考文献

- [1] 肖利萍,于洋.埠新矿区矿井水资源化混凝试验研究[J].中国矿业大学学报,2002,31(2),212.
- [2] 李亚新,药宝宝.微生物法处理含硫酸盐酸性矿井水[J].煤矿环境保护,2000,14(1):17~22.
- [3] 叶立贞.中国煤炭工业百科全书.北京:煤炭工业出版社,1994:442~443.
- [4] 郭伟.矿井水硫酸盐、总硬度去除的试验研究[D].太原:太原理工大学,2009.
- [5] D. Mohan, S. Chander, Single, binary and multicomponent sorption of iron and manganese on lignite, J. Colloid. Interf. Sci. 299 (2006) 76~87.

(上接第56页)

表14 重金属检测结果分析

项目 煤矿名称	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd
A	√,低	×	×	×	√,低	×
B	√,高	√,高	×	×	√,低	×
C	√,高	√,高	×	×	×	×
D	√,低	×	×	×	√,低	×
E	√,高	√,高	×	×	√,低	×

注:打"√"表示有检出,打"×"表示未检出;"高"表示含量高,"低"表示含量低。

参考文献

- [1] 国家环境保护总局.GB 20426-2006,煤炭工业污染物排放标准[S].北京:中国环境科学出版社,2006:1-6.
- [2] 国家环境保护总局.HJ/T 91-2002,地表水和污水监测技术规范[S].北京:中国环境科学出版社,2002:1-47.

- [3] 国家环境保护总局.HJ/T 92-2002,水污染物排放总量监测技术规范[S].北京:中国环境科学出版社,2002:1-13.
- [4] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].第四版.北京:中国环境科学出版社,2002.