

试验研究

99L2) 1-3 1-47 X752.03
洗煤废水难处理的原因及处理方法研究

沈阳建筑工程学院 李亚峰
锦州自来水公司 刘铁成
晋州职教中心 曹丽丹

摘要 分析了洗煤废水的特点及其难处理的原因,并依此提出用石灰和聚丙烯酰胺进行混凝沉淀的处理方法,同时对其实际工程应用、混凝机理进行了简单的介绍和分析。

关键词 洗煤废水, 处理, 胶体, 混凝

废水处理 处理法

洗煤废水是煤矿湿法洗煤加工工艺的工业尾水,其中含有大量的煤泥和泥砂,给矿区附近的环境造成了严重的污染。洗煤废水已是煤炭工业的主要污染源之一,越来越受到人们的重视。洗煤废水特别稳定,静置几个月也不会自然沉降,因此处理非常困难。我国从60年代就开展了这一方面的研究工作,但始终没有研究出比较有效的处理方法。近几年,笔者对这类废水难于处理的原因进行了较深入的研究,并依此提出用石灰(或电石渣)和聚丙烯酰

胺进行混凝沉淀的处理方法。该研究成果已在铁法矿务局的几个矿推广应用,获得了较好的社会经济效益,并于1997年获辽宁省教委科技进步二等奖。

1 洗煤废水的特点及难处理的原因

1.1 洗煤废水的特点

为了弄清楚洗煤废水稳定的原因,笔者对具有代表性的小青矿、晓明矿的洗煤废水进行了较深入的试验分析,详细结果见表1。

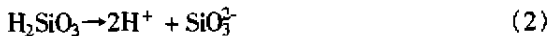
表1 洗煤废水的性质

名称	ss(mg/l)	CODcr(mg/l)	pH	ζ电位(-v)	污泥比阻 (m/kg) × 10 ⁻¹²	粘度 P × 10 ²	<75μm 颗粒(%)
晓明矿	70 000 ~ 100 000	25 000 ~ 43 000	8.14 ~ 8.46	0.072 ~ 0.075	34.7 ~ 36.3	5.89 ~ 6.62	62 ~ 65
小青矿	75 000 ~ 150 000	28 000 ~ 48 000	8.63 ~ 9.17	0.037 ~ 0.055	25.2 ~ 31.6	3.37 ~ 4.13	43 ~ 50

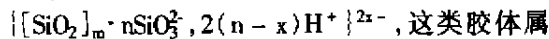
从表1的试验分析结果可以看出,洗煤废水是呈弱碱性的胶体体系,其主要特点是:①颗粒表面带有较强的负电荷;②SS浓度和CODcr浓度都很高;③细小颗粒含量高;④粘度大;⑤污泥比阻大,过滤性能差。

1.2 胶体体系的形成

从上述分析的洗煤废水特点来看,洗煤废水是一种颗粒表面带负电荷的胶体体系。通过对煤泥矿物组成的分析认为(见表2),洗煤废水胶体体系的形成主要是SiO₂含量较高造成的。颗粒表面上的SiO₂分子,有一部分分子与水作用生成硅酸,并进一步离解成H⁺和SiO₃²⁻:

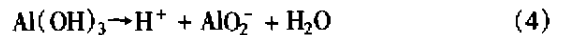
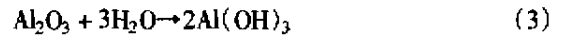


SiO₂胶核首先吸附有共同成分的SiO₃²⁻,使颗粒表面带有负电,所形成的胶粒结构为:



于憎水胶体。

其次Al₂O₃含量偏高,也是胶体形成的一个重要原因。Al₂O₃有部分分子与水作用生成Al(OH)₃, Al(OH)₃是两性物质,当水呈碱性时(pH < 8)离解成H⁺和AlO₂⁻:



Al(OH)₃吸附AlO₂⁻,形成带电胶粒,胶粒结构为: {[Al(OH)₃]_m · nAlO₂⁻, (n-x)H⁺}^{x-}。

另外,碳黑颗粒表面的羟基-OH和羧基-COOH基团在水中离解也能使颗粒表面带电。这也是胶体形成的一个因素。

表2 干燥泥矿物组成分析 %

名称	SiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	其它
晓明矿	43.37	4.12	3.28	2.24	1.64	18.91	15.12
小青矿	43.92	3.84	2.97	1.59	1.86	17.41	16.48

1.3 洗煤废水难处理的原因

通过上述的分析可知,洗煤废水久置不沉,难于处理的最根本原因是悬浮颗粒带有较强的负电荷,使洗煤废水呈胶体分散体系,并且主要体现在胶体的 ζ -电位上。因为:①带有较强负电荷的胶粒之间产生较强的静电斥力,而且 ζ -电位愈高,胶粒间的静电斥力愈大,胶粒愈稳定;②胶粒的布朗运动因胶粒间的静电斥力而使胶体具有稳定性;③胶粒带电能将极性水分子吸引到它的周围形成一层水化膜,从而阻止胶粒间的相互接触。水化膜厚度决定于扩散层厚度,而扩散层厚度又影响 ζ -电位。如果胶粒 ζ -电位消除或减弱,水化膜也随之消失或减弱。因此,处理洗煤废水,首先要降低 ζ -电位,破坏胶体稳定性,然后再采取其它措施,强化凝聚效果。

2 处理方法研究与应用

如前所述,洗煤废水的处理必须采取措施降低其 ζ -电位,使胶粒脱稳,进而达到凝聚的目的。研究表明,向洗煤废水中投加石灰(或电石渣)和聚丙烯酰胺(PAM),能获得满意的处理效果。

2.1 投加石灰和 PAM 的实验室试验结果

通过大量的试验,确定出最佳试验条件是:1000ml 洗煤废水中加入 10%的石灰溶液 50ml,以 100r/min 的速度搅拌 60s,再加入 0.1%的 PAM 溶液 20ml,搅拌 90s,静置沉降 30min。试验结果见表 3。

表 3 混凝沉淀试验结果

SS (mg/l)	COD _{Cr} (mg/l)	pH	沉速 (mm/s)	污泥比阻 (m/kg) × 10 ⁻¹²	清水分离率 (%)
87	57	12.5	0.259	1.86	40

试验结果表明,采用上述方法广泛处理洗煤废水十分有效,不仅能分离出符合排放标准的清水,而且煤泥的脱水性能得到改善,有利于进一步脱水。

2.2 实际工程应用

该项研究成果已在铁法矿物局的小青矿、晓明矿、大隆矿等几个矿推广应用。几年来的运行结果表明,采用该方法处理洗煤废水是非常有效的。处理后洗煤废水的各项指标(见表 4),均达到排放标准 and 回用洗煤的标准,实现了洗煤废水的闭路循环。该方法不仅处理效果好,而且流程简单,投资

省,运行费用低。其工艺流程如图 1 所示。

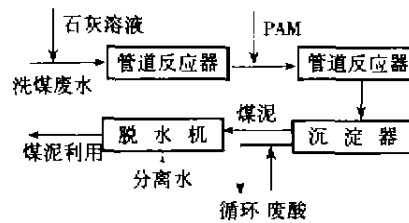


图 1 洗煤废水处理工艺流程简图

表 4 处理后洗煤废水分析结果 mg/l

pH	COD _{Cr}	SS	油	Cu	Zn	pb	Cd	Cr	Fe
8.2	60.2	80.7	4.0	0.011	0.088	0.074	无	无	0.277

2.3 经济效益分析

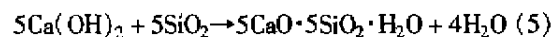
以晓明矿为例,洗煤废水治理工程总投资为 96.28 万元,其中设备费 48.45 万元,土建工程费 27.83 万元,设计及其它费用 20 万元。

(1) 运行费用:药剂费 0.525 元/m³;厂房折旧费 0.011 元/m³;设备折旧费 0.062 元/m³;人工费 0.055 元/m³;电费 0.108 元/m³;维修费 0.010 元/m³。综合上述六项得运行费用为 0.771 元/m³,年运行费用为 22.33 万元。

(2) 效益分析:处理后的洗煤废水循环用于洗煤,每年可节省清水 15.6 万 m³,节约水费 3.12 万元。每年回收干煤泥 2 万 t,获经济效益 10 万元,同时每年免交排污费 80 万元。因此,每年总计创造直接经济效益 93.12 万元,扣除每年的运行费用 22.33 万元,每年可获纯经济效益 70.79 万元,一年半就可以收回全部投资。

3 石灰和 PAM 作用机理

石灰乳浊液主要含有 Ca²⁺、OH⁻和 Ca(OH)₂。研究表明^[1],石灰在洗煤废水混凝过程中直接起作用的是 Ca²⁺。Ca²⁺通过压缩双电层,降低了 ζ -电位,使煤泥颗粒发生了凝聚。另外,Ca²⁺还能去除对悬浮物具有一定稳定作用的有机杂质,从而提高处理效果。Ca(OH)₂对混凝不起作用,但它能与洗煤废水中的 SiO₂发生如下反应:



该反应产物为硬硅酸钙石,具有一定的强度,能够改善煤泥的过滤性能。但单独投加石灰,形成的絮凝体小,沉降速度缓慢,时间长。PAM 的作用是

