

阳离子聚丙烯酰胺(PAM)改善污泥脱水性能的研究

汪毅恒¹, 范艳辉¹, 柳海波²

(1. 中海石油炼化有限责任公司惠州炼油分公司, 广东 516086;

2. 武汉科技大学资源与环境工程学院, 湖北 430081)

摘要: 通过对污泥含水率的测定和滤液蛋白质的测定, 考察了阳离子聚丙烯酰胺(PAM)对污泥脱水性能的影响。结果表明, PAM能够改善污泥的脱水性能, 最佳的投加量为0.96mg/g, 污泥的含水率73.38%。通过激光粒度分析研究PAM对污泥的作用机理, 发现投加PAM之后, 污泥的絮体变大, 占体积分数90%的颗粒粒径大于206.170 μm , 明显的大于原泥。实验表明, PAM是通过“架桥吸附”和“水化作用”改善污泥的脱水性能。

关键词: 阳离子聚丙烯酰胺(PAM); 污泥脱水; 研究

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-0370(2012)02-0105-04

Study on Cationic Polyacrylamide (PAM) improving sludge dewatering ability

Wang Yiheng¹, Fan Yanhui¹, Liu Haibo²

(1. CNOOC Huizhou Refinery, Guangdong 516086;

2. Wuhan University of Science and Technology, Hubei 430081)

Abstract: The water content and protein content of filtrate were tested to investigate the Cationic Polyacrylamide (PAM) improving sludge dewatering ability. Experimental results indicate that sludge dewatering ability was improved by PAM, the optimum dosage of PAM is 0.96mg/g solids, and the corresponding water content of filtered sludge is 73.38%. Size distribution was made to study the action mechanism of PAM on sludge, the floc of sludge was enlarged when PAM was added into sludge, and accounts for 90% of volume fraction is up to 206.170 μm , obviously larger than that in the original sludge. It concludes that PAM improves sludge's dewatering ability through "bridge" adsorption and "water action".

Key words: Cationic Polyacrylamide (PAM); sludge dewatering; Study

目前世界上应用最广泛的污水生物处理技术是活性污泥法, 但是此技术最大的弊端就是产生大量的剩余污泥, 大量污泥的任意堆放和投弃会对环境造成了新的污染^[1]。据估算, 2010年全国全年排放的污泥量(含水率为5%~80%)会达到14000万t, 且年增长率超过10%^[2]。剩余污泥作为污染物转移的形态, 危害程度更深, 处理难度更大, 带来的矛盾日渐凸出。

目前, 污泥的传统处置方法有填埋、焚烧、土地利用等。但是它们的应用都因为污泥的含水率高等问题受到诸多的局限和存在很多的弊端。因此, 降低污泥的含水率是解决目前污泥处理难题的关键^[3]。污泥处理中, 常用的是加入絮凝剂使其絮凝脱水。其中, 最常用的是聚

丙烯酰胺(PAM), 其长链可以在污泥间形成“架桥”的作用, 促进污泥颗粒的絮体变大而提高脱水性能。污泥颗粒通常带负电荷, 因此实际中常加入阳离子PAM中和其负电荷, 从而进一步的提高其脱水性能。本实验中, 采取阳离子PAM处理城市生活污水处理厂污泥, 通过实验, 探讨PAM改善污泥脱水性能的机理和改善状况。

1 实验方法

1.1 材料与仪器

污泥取自武汉市某污水处理厂污泥调节池, 采样后置于冰箱冷藏保存。为了保证实验的可比性, 实验污泥均在采样后5d内用完。污泥含水率为92.62%, pH为6.71。

主要化学试剂:阳离子聚丙烯酰胺(PAM),实验前配置成浓度1%溶液备用;所用水均为蒸馏水。

主要仪器:电子分析天平;DBJ-623型电子变速搅拌机;101型电热鼓风干燥箱;UV-紫外分光光度计;Quanta2000扫描电镜;MS2000激光粒度仪;2XZ-1型旋片式真空泵。

1.2 实验方法

1.2.1 污泥调理方法 在6个500mL的烧杯中分别加入400mL污泥,依次加入不同质量的PAM,污泥试样在转速150r/min下搅拌一分钟,然后50r/min下搅拌5分钟,使得其与污泥充分反应。

1.2.2 污泥沉降性能的测定 量取100mL污泥,在一定条件下投入不同量的药剂,搅拌一定时间后,倒入100mL量筒中,每隔一定时间记录一次污泥体积,共计时30min。在同等条件下,比较污泥的沉降性能。

1.2.3 滤饼含水率的测定 将100mL经过调理后的污泥倒入布氏漏斗,在恒定的压力下抽滤一段时间,然后取出部分污泥泥饼置于表面皿中,于烘箱中105℃恒温烘干至恒质量,冷却后称质量,最后计算滤饼的含水率^[4]:

$$a = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中a为滤饼含水率(%); W_1 为空蒸发皿质量(g); W_2 为蒸发皿质量+湿样质量(g); W_3 为蒸发皿质量+干样质量(g)。

1.2.4 污泥比阻的测定 调节抽滤压力,然后将压力控制阀至额定真空度(0.075MPa)时,开始记录滤液体积,每隔10s记录1次,直至真空度破坏或者滤液体积不再变化。在该过程中,不断调节压力控制阀,使真空度保持恒定。通过图解法求出b,再通过公式测滤饼含水率的方法求得C,最后计算出SRF^[5]:

$$SRF = \frac{2pF^2}{\mu} \cdot \frac{b}{C} \quad (2)$$

式(2)中污泥比阻值(SRF)的单位为 s^2/g (工程单位制为 cm/g);P为过滤时的压强降(g/cm^2);p为滤液黏度($g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1}$);F为过滤面积(cm^2)。

$$C = \frac{1}{\left(\frac{100}{C_i} - 1\right) - \left(\frac{100}{C_f} - 1\right)} \quad (3)$$

式(3)中 C_i 为100g污泥中的干污泥量; C_f 为100g滤饼中的干污泥量。

1.2.5 滤液中蛋白质含量的测定 取100mL调理后的污泥,真空抽滤后取其滤液,采用双缩脲法^[6],在紫外条件下测出吸光度,再以牛血清蛋白为标准蛋白测定出滤液中胞外蛋白质含量。标准曲线的测定是在相同的外界条件下进行。

1.2.6 污泥的微观结构观察 将处理后的污泥部分干燥后通过扫描电镜(SEM)拍照,部分通过激光粒度分析仪分析其粒度分布。

2 结果与讨论

2.1 PAM对污泥过滤性能的影响

2.1.1 滤饼含水率的影响 污泥中加入PAM调理后进行真空过滤脱水试验,一定时间内加入量对滤饼含水率的影响如图1所示。从图1中可以看出,随着PAM投加量的增加,滤饼的含水率不断的降低,当投加量为0.96mg/g(与干污泥的质量比,下同)时,滤饼的含水率最低,为73.38%,而继续增加投加量时,滤饼含水率反而又呈上升趋势。

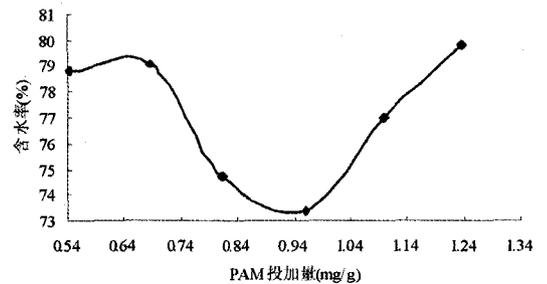


图1 PAM投加量对滤饼含水率的影响

这是因为PAM具有“吸附架桥”的作用,能够使污泥颗粒快速的形成絮团,同时它还有去水化作用,能够使亲水胶体转变为憎水胶体,从而使得其不溶于水而最终脱去水分^[7]。当PAM投加量少时,浓度较稀,絮凝脱水的作用就较差,但过量的PAM又会因浓度过大而造成其长链无法展开,而导致脱水效果减弱^[7]。

2.1.2 对比阻的影响 污泥比阻(SRF)是表示污泥过滤性能的综合指标,污泥比阻越大,过滤性能越差。一般认为比阻在 $10^9 \sim 10^{10} s^2/g$ 的污泥属于难过滤的污泥,比阻在 $5 \sim 9 \times 10^8 s^2/g$ 之间的污泥属于中等过滤难度,比阻 $< 4 \times 10^8 s^2/g$ 的污泥容易过滤^[8],而原泥比阻为 $2.41 \times 10^9 s^2/g$,属于难过滤污泥。图2为PAM投加量与污泥比阻的关系。

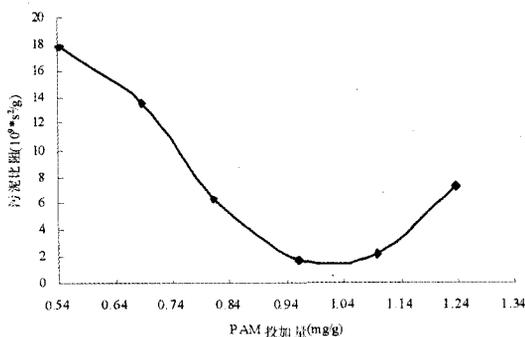


图2 PAM投加量对污泥比阻的影响

经过调理后,污泥的比阻在不断的下降,在投加量为0.96mg/g时,达到最低,继续增加时,污泥比阻又呈上升趋势。这是因为过量的PAM使得污泥颗粒带上正电荷,造成了颗粒间的排斥作用,导致了污泥的脱水困难,比阻变大^[9]。

2.2 PAM对污泥絮体的影响

2.2.1 对蛋白质含量的影响 污泥絮体结构可分为外层和内层:絮体外层包括悬浮表面层、粘质层、游离结合EPS层;絮体内层包括紧密结合EPS层和芯块,且在污泥的各层中蛋白质是其主要的成分,絮体的外层(悬浮表面层、粘质层、游离结合EPS层)中的有机成分(主要为蛋白质)减少时,能够促进污泥的脱水性能的提高^[10]。

因此,实验通过测定过滤液中蛋白质的含量来考察PAM对污泥絮体的影响。从图3可以看出,随着PAM投加量的增加,蛋白质的含量不断的在增加。说明投加PAM之后,污泥的絮体结构发生了改变。

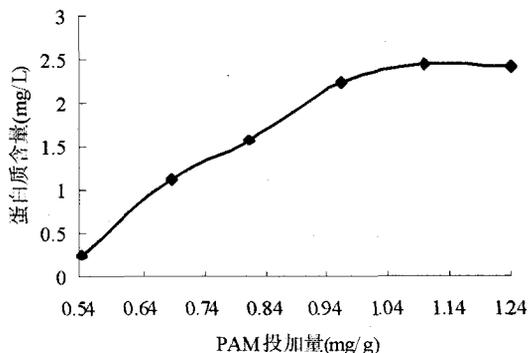


图3 PAM投加量对蛋白质含量的影响

2.2.2 对污泥粒径的影响 表1反映的是经过PAM调理后的污泥絮体粒径的分布情况。由表1可以看出,经过调理后的污泥的最大粒径为206.170 μm ,明显比原泥126.437 μm 要大。粒度分析的结果证明了通过投加PAM能够明显的增加污泥的粒径,促进污泥的絮凝作用。

表1 PAM调理后污泥与原泥的粒度分布

粒度分布	d10 (μm)	d20 (μm)	d50 (μm)	d80 (μm)	d90 (μm)
原泥	10.200	18.750	41.535	99.886	126.437
调理后污泥	18.331	26.259	86.268	173.782	206.170

注:d10为污泥样品中体积累积百分比为10%时颗粒的最大直径(余同)。

3 3PAM对污泥沉降体积的影响

实验以30min内沉降污泥的体积为指标来评定污泥的沉降性能。由图4可知,随着PAM投加量的增加,污泥的沉降性能也不断的增加。在投加量为1.1mg/g时,沉降性能最好,而当继续增加PAM的投加量时,污泥的沉降性能反而变差。

这是因为实验采用的PAM为阳离子型聚丙烯酰胺,污泥本身自带负电荷,投加PAM后,既可以中和污泥的电荷,也可以由它自身的长链作用,让污泥絮凝形成大颗粒,从而改变沉降性能,但是当过量的PAM加入后,又会让污泥带上正电荷,造成颗粒间的电荷排斥,所以过量的PAM又会让污泥的沉降性能变差^[11]。

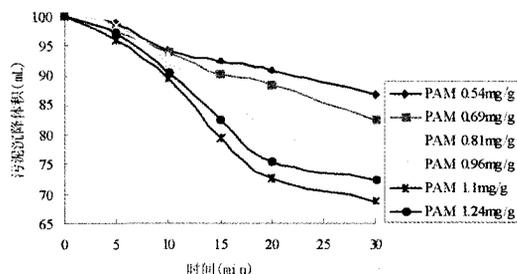


图4 PAM投加量对污泥沉降体积的影响

4 结论

(1)实验考察了PAM对污泥的脱水性能的影响,结果表明当PAM投加量为0.96mg/g时,污泥滤饼的含水率最低为73.38%。

(2)PAM能够改变污泥絮体结构,析出蛋白质增加脱水性能,激光粒度分析表明投加PAM的污泥比原泥的粒径显著增大。

(3)PAM具有吸附架桥的作用,能够提高污泥的沉降性能,但过量的又会造成正电荷排斥,降低沉降性能。

参考文献

[1]金轶风,郭宏伟.生物过滤法处理污泥干化尾气[J].环境科技,2009,22(5):42-43.

[2]张光明,常爱敏,张盼月.超声波水处理[M].北京:中国建筑工业出版社,2006:145.

[3]丘锦荣,吴启堂,卫泽斌等.城市污泥干燥研究进展[J].生态环境,2007,16(2):667-671.

[4]书卉,许红林,韩萍芳.超声波结合复合絮凝剂强化生物污泥脱水研究及其作用机理[J].化工进展,2007,26(4):537-541.

[5]李燕城.水处理实验技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1989:113-117.

[6]白玲,黄建.基础生物化学实验[M].上海:复旦大学出

(上接第60页)

④酸化尾气,酸化釜尾气中含有少量SO₂,用NaOH溶液吸收后,制备含Na₂SO₃20%的吸收液外售,吸收效率≥98%;

⑤出渣废气,蒸馏工序完成后釜残出渣前釜内仍残留少量尾气,主要含有少量2-萘酚等,引入碱熔煤气加热炉燃烧。

(2)废水治理措施

①中和废水,主要含有Na₂SO₄、Na₂SO₃和2-萘磺酸盐等,先采用树脂吸附提取2-萘磺酸盐,再利用三效蒸发回收钠盐,冷凝水进入厂内污水处理站采用生化法处理后排入开发区污水处理厂;

②煤气发生炉水封废水,煤气发生炉水封过程中产生的少量废水,进入厂内污水处理站采用生化法处理后排入开发区污水处理厂;

③酸化废水,主要含有15~20%的Na₂SO₃和少量2-萘酚,部分回中和工序作为Na₂SO₃溶液使用,部分作为副产物外售。

(3)固体废物处置措施

①煤气发生炉炉渣,为一般工业固体废物,运至开发区一般工业固体废物处置场进一步综合利用;

版社,2004.

[7]邓惠萍,梁超,许建华.PAM在给水厂排泥水处理中的调质作用及机理探讨[J],给水排水,2004,30(6).

[8]李恺,叶志平,李焕文等.表面活性剂CTAC对活性污泥的脱水性能及其机理研究[J].华南师范大学学报(自然科学版),2010,(2):76-81.

[9]张跃军,顾学芳,陈伟志.阳离子絮凝剂PDA的合成与应用研究--对城市污水的污泥脱水的效果比较[J].南京理工大学学报,2002(2):205-210.

[10]GH Yu, PJ He, LM Shao, et al. Stratification structure of sludge flocs with implications to dewaterability [J]. 2008, 42 (21):7944-7949.

[11]鹿雯,张登峰,胡开林,等.阳离子表面活性剂对污泥脱水性能的影响和作用机理[J].环境化学,2008,27(4):444-448.

收稿日期:2011-12-06

作者简介:汪毅恒(1985-)男,本科,从事石油污染处理.

②蒸馏釜残,蒸馏过程产生釜残,其主要成分是沥青青混合物,可用于生产沥青漆、电器设备填充物、水泥减水剂等,本项目外售综合利用。

5 工程分析的结论

精细化工项目环评的工程分析要想做到准确,很不容易,需要从以下几个方面准确把握。首先对各原辅材料和产品的理化性质要熟悉,其次要掌握详细的工艺流程,再次要能类比同类型企业的实际生产情况,确定合理的原料转化率、产品收率,才能准确找出产排污环节、明确污染物、核定污染物排放量,提出有针对性、合理可行的环保措施。

参考文献

[1]广东工学院精细化工教研室.《精细化工基本生产技术及其应用》.广州:广东科技出版社,1995.

[2]高冰凌等.化工项目环境影响评价要点.化工设计,2003,(13).

[3]古文炳等.浅谈化工项目环评工作中的工程分析思路.化工矿物与加工,2002,(12).

收稿日期:2012-02-16

作者简介:杜刚(1976-),男,工程师,研究方向:环境影响评价.