

石灰在深圳梅林水厂污泥调质中的应用

李一璇

(深圳市水务(集团)有限公司,深圳 518002)

摘要 介绍了深圳梅林水厂在污泥调质中使用石灰的经验。指出在净水厂污泥调质过程中,合理地将石灰与高分子絮凝剂 PAM 配合使用,可提高污泥的脱水性能,进而提高污泥脱水效率。并介绍了石灰投加的控制参数。

关键词 净水厂污泥 石灰 PAM 脱水 调质 比阻

1 工程简介

深圳梅林水厂是国内第一批对污泥进行回收和处理的净水厂之一,来自絮凝沉淀池的排泥水和滤池反冲洗废水,经回收水沉淀池自然沉淀后上清液作为原水回收,沉淀在池底的污泥进入污泥脱水车间作进一步泥水分离。其工艺流程见图 1。

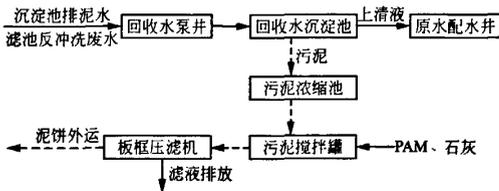
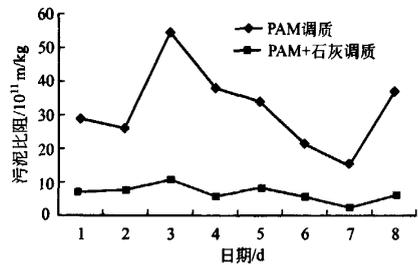


图 1 梅林水厂污泥处理工艺流程

梅林水厂污泥的脱水性能较差。一般污泥比阻在 100×10^{11} m/kg 以上属难脱水污泥,梅林水厂污泥比阻在 100×10^{11} m/kg 以上,有时更高达 300×10^{11} m/kg。为了改善污泥的脱水性能,需要对污泥进行适当的前处理,即污泥调质。

污泥调质的常用方法是投加高分子絮凝剂聚丙烯酰胺(PAM)。对于梅林水厂污泥,仅投 PAM 进行调质效果并不理想,表现在调质后污泥比阻不稳定和压滤效果不理想。而水厂一直采用 PAM 与石灰配合调质的方法,经多年的实践证明效果满意。图 2 为连续 8 d 对梅林水厂污泥分别以 PAM 和 PAM+石灰联用的方法进行调质后的污泥比阻曲线,PAM 和石灰的投加率都以占污泥干固体质量的比值计(其中 PAM 为 mg/g 干泥,石灰为占污泥干重的百分比)。经过两种方式调质的污泥,压滤后的泥饼状况见表 1。



PAM 投加率均为 5 mg/g 干泥,石灰投加率为污泥干重的 20%

图 2 不同调质方式下的污泥比阻值

表 1 不同调质方式下的处理效果对比

调制方式	泥饼厚度/mm	泥饼含水率/%	泥饼特点
PAM	10~20	≥ 75	滤布堵塞较快,卸泥困难,强度差,难以运输
PAM+石灰	25	65~70	泥饼基本不粘滤布,易于卸泥,具有一定强度,易于运输

由图 2 和表 1 可见,单用 PAM 的调质效果受原水水质和原污泥性质的影响,波动较大,调制效果不稳定。但经过 PAM 与石灰配合调质,其比阻可降至 10×10^{11} m/kg 以下,为只用聚丙烯酰胺的 $1/6 \sim 1/3$,属易脱水污泥,且压滤效果理想。因此合理投加石灰对污泥脱水生产有着非常重要的意义。

2 石灰的调质机理

石灰在污泥脱水处理中的作用,一般认为它可以降低污泥中结合水的比例,产生比较坚固的滤饼,从而减小污泥的压缩性系数、降低污泥比阻^[1]。石灰的调质机理可从以下三个方面阐述。

2.1 降低污泥的压缩性系数

压缩性系数高的污泥在过滤压力下泥饼会变形,导致毛细管管径缩小,水分难以通过。向污泥中投加一些无机物质,可以改变污泥的压缩性能^[2]。如生石灰、熟石灰、水泥灰渣、飞灰、细煤渣、石膏、蔗渣等,这些物质在泥饼形成的过程中,如同泥饼的骨架,增加泥饼的硬度,泥饼结实成形,并且易于从过滤介质上剥落。

2.2 改变污泥性质

向污泥中加入石灰后,钙和污泥中固体粒子作用,使污泥结构发生变化,脱水性能得以提高^[3]。梅林水厂污泥来自絮凝沉淀池排泥水和滤池反冲洗废水,由于工艺过程中加入铝盐混凝剂,使污泥中也含有大量的铝成分。污泥和石灰作用后,污泥由 Al—粘土变成 Ca—粘土。污泥中 Ca—粘土粒子易相互聚合成团粒,生成聚合状土粒($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$),这些粘土粒子呈坚固的针状,在使用压滤机脱水时易于脱水干化。图 3 为这些聚合状土粒结构示意图^[1]。

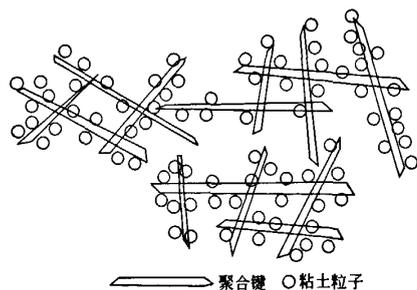


图 3 聚合状粘土粒子结构示意图

2.3 减少结合水

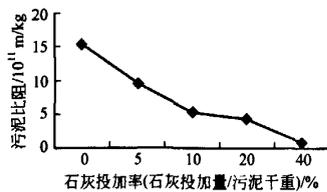
由于 pH 上升,特别是絮凝沉淀池污泥中有大量的 $\text{Al}(\text{OH})_3$,利用其酸碱两性,加碱可使其溶解,减少结合水。

3 石灰的合理投加

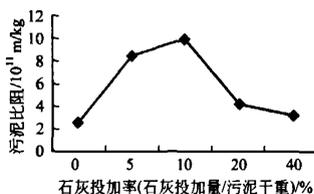
由于石灰对污泥调质的重要作用,对石灰的合理投加做了研究,内容包括:石灰投加顺序、投加量、投加方式,得出最优的石灰投加方案。

3.1 石灰投加顺序

考察石灰投加点在 PAM 投加之前和之后两种方案。原污泥 TSS 含量分别为 13 316 mg/L 和 9 780 mg/L, PAM 投加率均为 4 mg/g 干泥,调质后的污泥比阻见图 4,压滤过程和泥饼状况见表 2。



a 方案1先投PAM后投石灰



b 方案2先投石灰后投PAM

图 4 不同石灰投加顺序的污泥比阻

表 2 生产情况与石灰投加顺序关系

投加顺序	压滤机工作情况	泥饼剥落难易程度	泥饼含水率/%	泥饼平均厚度/cm
先投 PAM 后投石灰	正常	易	69.4	1.9
先投石灰后投 PAM	进料压力迅速升高,表明滤布堵塞	难	79.3	1.0

先投 PAM 后投石灰,污泥比阻随石灰投量的增加而降低,趋势十分明显。当石灰投加率达到 40% 时,污泥比阻仅 0.62×10^{11} m/kg,比未加石灰前下降了 95%。而先投石灰后投 PAM,测得的污泥比阻值均高于未投石灰前的比阻值。

对于方案 1,石灰在 PAM 调质的基础上进一步改变污泥性质,析出结合水,提高脱水性能。而对于方案 2,先投石灰反而导致污泥比阻上升,可能是受到两方面的影响:第一,先投石灰会引起污泥中固体物含量的增加,在胶体颗粒表面覆盖率一定的情况下,必然会导致 PAM 药耗的增加,反应不够充分;第二,污泥的 pH 对 PAM 的反应效果有一定影响,随着 pH 的升高,调制后污泥的脱水率呈下降趋势。因此,先投石灰是不适合的。

3.2 石灰投加率

原污泥 TSS 为 10 428 mg/L,比阻为 163.95×10^{11} m/kg。图 5 为调质后的污泥比阻随石灰投加率变化曲线。

由图 5 可见,在不加 PAM 的情况下,单以石灰调质也可显著降低污泥比阻。但是污泥调质的主要

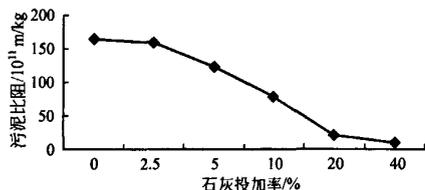


图5 石灰投加率与污泥比阻关系

任务是增大污泥颗粒的尺寸^[5]。只经石灰调质的污泥,虽然比阻较低,但并不能提高污泥颗粒粒径,在脱水过程中会堵塞滤布,表现为过滤压力迅速升高,泥饼薄,脱水机的工作效率下降。因此石灰必须和

高分子絮凝剂联用。根据图4方案1的结果,在PAM、石灰配合调质的情况下,随着石灰投加率的增加,污泥比阻迅速降低。但脱水滤液pH也随之升高,不利于回收,且造成了石灰的浪费。合理的石灰投加率是满足污泥比阻要求和脱水机运行工况的最小投率。梅林水厂的生产经验表明,石灰投加量与原污泥性质密切相关。藻类、有机物含量高、浓缩时间长的污泥,不利于脱水,PAM及石灰耗都相应增加;反之则药耗低。一般来讲,石灰投加率为污泥干重的10%~20%。

3.3 石灰投加方式

石灰投加可采用干投和湿投两种方式。干投法是将石灰干粉直接投入污泥中,湿投法是将石灰稀释为10%~20%的石灰乳投入污泥中。两种投加方式在泥饼含水率、压滤机工作状态、泥饼效果等方面没有明显差别。干投法简单易行,但由于污泥粘滞度高而不易充分混合,且粉尘较大,卫生情况较差。湿投法混合较充分,卫生条件好,但相应的能耗也有所增加。梅林水厂采用湿投方式,在石灰车间完成石灰液的配制,通过泵加注到每个污泥搅拌罐中。

综上所述,对于梅林水厂污泥处理,石灰的投加应在PAM之后,投加量为污泥干重的10%~20%,投加方式可根据净水厂具体情况采用干投或湿投方式。梅林水厂污泥处理效果见表3。

表3 调质后的生产运行情况

待处理污泥比阻/10 ¹¹ m/kg	泥饼含固率/%	泥饼厚度/mm	卸饼方式	滤液浊度/NTU	滤液色度/度	滤液pH	压滤机工作状态
≤10	30~35	20~25	基本可自动剥离	≤20	15~30	8.5~10	可连续稳定工作

由表3可见,经过调质,压滤机工作状态较好,泥饼含固率高,具有一定的厚度和强度,便于处理。脱水滤液浊度和色度低、感官效果好,但pH较高,且细菌、大肠菌含量均较高,不适宜再回收。

4 石灰与PAM配合调质的技术经济分析

由于梅林水厂污泥难以脱水的特点,若仅以PAM调质,药耗一般在6 mg/g干泥以上,而PAM与石灰配合调质,石灰投加率为污泥干重的15%时,PAM单耗可降至3 mg/g干泥以下。单以PAM调质,泥饼较薄,压滤机效率较低;而PAM与石灰配合调质,压滤机的工作效率得以提高。按每日干泥量6 t计,PAM为法国SNF公司阳离子型聚丙烯酰胺。两种调质方法的技术经济对比见表4。

表4 两种调质方式经济技术比较

项目	PAM调质	PAM+石灰配合调质
PAM费用/元/d	1 440	720
石灰费用/元/d	0	540
需开机台次/台次/d	6.6	4.5
压滤机工作状态	压力不稳定,工作效率低,单次产泥量少,滤布使用寿命短	压力稳定,工作效率高,单次产泥量高,滤布使用寿命长
泥饼处置	卸泥依靠人工手动铲泥,劳动强度大,且由于污泥含水率高,体积大,处置成本高	泥饼基本可以自行剥落,人工干预少,劳动强度小,污泥含水率低,体积小,处置成本低

注:PAM单价约40 000元/t,石灰单价约600元/t。

由表4可见,与PAM调质相比,PAM+石灰配合调质,不但提高了压滤机的工作效率,减轻工人的劳动强度,且可节约生产成本。

5 结语

(1) 梅林水厂污泥来自絮凝沉淀池排泥水和滤池反冲洗废水经处理的回收水沉淀池底泥,该污泥脱水性能较差,以聚丙烯酰胺+石灰配合进行调质,可以显著改善污泥的脱水性能,节约生产成本,且提高压滤机的工作效率,减轻工人的劳动强度。

(2) 投加顺序应该是先投聚丙烯酰胺后投石灰。

(3) 石灰的投加量与原污泥性质密切相关。原污泥的藻类、有机物含量高,脱水性能差时,需加大石灰的投量。石灰投加率一般为污泥干重的10%~20%。

上海市供水水质现状和2012年供水水质达标步骤与措施

陈国光¹ 沈依云² 孟明群¹ 陈远鸣²

(1 上海市供水管理处, 上海 200081; 2 上海市水务局, 上海 200050)

摘要 上海市地处长江和太湖流域下游, 水源水质较差; 采用常规处理工艺, 取用长江水源的供水水质基本达标, 取用黄浦江水源的供水中耗氧量、臭和味等指标的达标率低; 目前上海市正在抓紧建设长江口青草沙水源地原水工程, 至2012年上海饮用水水源60%取自长江, 40%取自黄浦江。取用黄浦江水源的净水厂在2012年前将采用深度处理工艺提高供水水质; 同时, 上海市正着力研究长江水源的净水工艺, 进一步解决上海市供水水质的臭和味问题。

关键词 原水水质 供水水质 水质监管 供水安全保障措施

截止到2009年底上海市共有113座净水厂, 总供水能力1 096万m³/d, 最高供水量1 045万m³/d; 中心城区有市南、市北、浦东威立雅、闵行4家自来水公司共12家净水厂, 供水能力达到757万m³/d, 最高供水量700万m³/d; 区县自来水公司共有27家净水厂, 供水能力245万m³/d, 最高供水量242万m³/d; 乡镇水厂共74家, 供水能力97万m³/d, 最高供水量103万m³/d。

1 上海市饮用水水源状况

上海市饮用水水源70%取用黄浦江水源, 30%取用长江水源。

其中, 中心城区有两个主要水源, 一是黄浦江上游松浦大桥水源地, 取水规模为500万m³/d, 闵行自来水公司水源地在松浦大桥附近, 取水规模为90万m³/d; 二是长江口陈行水库取水口, 水库库容950万m³, 取水量为186万m³/d。

(4) 石灰的投加方式可采用干粉投加和石灰乳投加两种, 投加方式对污泥脱水效果影响不大。

参考文献

- 1 深圳市水务(集团)有限公司水技术研究所. 自来水厂排泥水处理技术研究. 2003
- 2 Zhao Y Q, Bache D H. Conditioning of alum sludge with polymer and gypsum. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2001, 194: 213~220
- 3 樊西惊, 周兴旺. 聚丙烯酰胺对油田污泥脱水作用的研究. *油田环境保护*, 1996, 6(2): 10~13

区县自来水公司取水水源地80%在黄浦江中上游, 20%在长江口取水。

乡镇水厂基本在内河取水。

1.1 黄浦江原水水质现状

1.1.1 黄浦江原水水质总体评价

黄浦江原水水质很大程度上取决于上游来水水质, 主要以有机污染为主, 近几年水质有变差的趋势。

按照《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)评价, 用基本项目29项, 按功能高低依次划分为五类, 其中I~Ⅲ类水体适用于水源地, 表1数据为2005~2009年的各项指标平均值。

从表1归纳出各个水质指标所归属的水体类别:

(1) I~Ⅲ类指标有: 挥发酚、硒、镉、砷、六价铬、氰化物、铅、铜、锌、氟化物、耗氧量、硝酸盐、硫酸盐、pH、锰、生化需氧量、硫化物、氯化物, 占64.28%。

4 谢志平. 给水管网的污水及污泥的处理. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1984

5 邓惠萍, 梁超, 许建华. PAM在给水管网排泥水处理中的调质作用及机理探讨. *给水排水*, 2004, 30(6): 31~33

○ 通讯处: 518002 深圳市福田区深南中路1019号万德大厦405室

电话: (0755) 82132303

E-mail: liyixuan@waterchina.com

收稿日期: 2010-01-05

修回日期: 2010-06-03