

## 技术总结

## 聚丙烯酰胺预处理自来水厂污泥

陈 静<sup>1</sup>, 陈士才<sup>1</sup>, 许建华<sup>1</sup>, 王 劲<sup>1</sup>, 洪觉民<sup>2</sup>

(1. 同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092; 2. 杭州市自来水总公司, 浙江杭州 310016)

**摘 要:** 合理选用聚丙烯酰胺(PAM)并确定其最佳投量可降低自来水厂污泥处理费用,为此选用具有代表性的阳离子和阴离子两种类型 PAM 预处理自来水厂的污泥。研究结果表明:投加两种类型的 PAM 均可显著改善污泥的脱水性能,但阴离子型 PAM 的投量较低;根据毛细吸水时间(CST)变化得到的 PAM 最佳投量与测定比阻得到的最佳 PAM 投量一致,故可用 CST 替代比阻检测污泥的脱水性能;测定离心液和滤液粘度也是确定 PAM 最佳投量的一种快速、可靠的方法,也可用于 PAM 投量的在线控制。

**关键词:** 自来水厂污泥; 预处理; 聚丙烯酰胺; 比阻; 毛细吸水时间

**中图分类号:** TU991.2 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2004)09-0037-03

## Pretreatment of Sludge from Water Treatment Plant Using Polyacrylamide

CHEN Jing<sup>1</sup>, CHEN Shi-cai<sup>1</sup>, XU Jian-hua<sup>1</sup>, WANG Jin<sup>1</sup>, HONG Jue-min<sup>2</sup>

(1. School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Hangzhou Water Works Corporation, Hangzhou 310016, China)

**Abstract:** Rational selection of polyacrylamide (PAM) and determination of its optimal dosage can reduce sludge treatment cost in water treatment plant, and therefore, typical cationic and anionic PAM were chosen for pretreatment of sludge from water treatment plant. The study result shows that dosing of both kinds of PAM can significantly improve the sludge dewatering performance, but dosage of anionic PAM is lower. The optimal dosage of PAM obtained from the variation of capillary suction time (CST) is in consistence with that by determination of specific resistance, and so sludge dewatering performance can be measured by CST in place of specific resistance. Measurement of viscosity of centrate and filtrate is a rapid and reliable way to determine the optimal PAM dosage, and can be used for on-line control of PAM dosage.

**Key words:** water treatment plant sludge; pretreatment; polyacrylamide; specific resistance; capillary suction time

自来水厂污泥脱水通常投加聚丙烯酰胺(PAM)进行预处理,其费用在污泥处理总费用中所占比例相当高,有时达 50% 以上。因此,合理选用聚丙烯酰胺并确定其最佳投量非常重要。

### 1 试验部分

#### 1.1 污泥和聚丙烯酰胺

污泥取自杭州市南星水厂的沉淀池,经自然浓缩到含固率为 2.7% ~ 2.8% 后进行测定,其有机物



含量为 12.1%,  $\text{SiO}_2$  含量为 52.1%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量为 20.2%。

试验选用阳离子和阴离子两种类型的 PAM。阳离子型 PAM 为 MLT22S 型, 分子质量为  $390 \times 10^4$  u, 丙烯酰胺单体含量为 0.012%; 阴离子型 PAM 为 AN910PWG 型, 分子质量为  $1\,423.6 \times 10^4$  u, 丙烯酰胺单体含量为 0.013%。两种 PAM 的浓度均为 0.05%, 于冰箱冷藏 24 h 后使用。

## 1.2 试验方法和设备

污泥的 PAM 预处理: 取 100 mL 污泥放入 300 mL 的烧杯中, 采用六联搅拌机以 100 r/min 的转速快速搅拌 30 s 后迅速加入配制好的 PAM, 继续以 100 r/min 的转速搅拌 30 s, 然后降低转速到 20~30 r/min 再慢速搅拌 60 s。分别测定预处理后污泥的比阻、毛细吸水时间(CST)及过滤液和离心液的粘度。

比阻按 Coackley 提出的方法进行测定, 布氏漏斗的直径为 80 mm, 滤纸采用  $\phi 70$  mm 定量中速滤纸, 控制真空度为 0.01 MPa, 重复 3 次取平均值; CST 采用 Triton2000 型毛细吸水时间测定仪测定, 滤纸为 Whatman17 级层析滤纸, 试验重复 10 次取平均值; 粘度采用毛细管内径为 0.55 mm 的乌氏粘度计测定, 并用恒温水浴(H76-1 型玻璃恒温水浴锅)控制水温为 30℃。

滤液采用比阻试验的过滤液; 取 100 mL 预处理后的污泥, 采用医用离心机在 2 000 r/min 下离心 5 min, 所得上清液即为离心液。粘度测量重复 10 次, 控制误差 < 0.2 s。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同类型 PAM 的预处理效果比较

选用阳离子型和阴离子型的 PAM 进行试验, 结果见图 1。

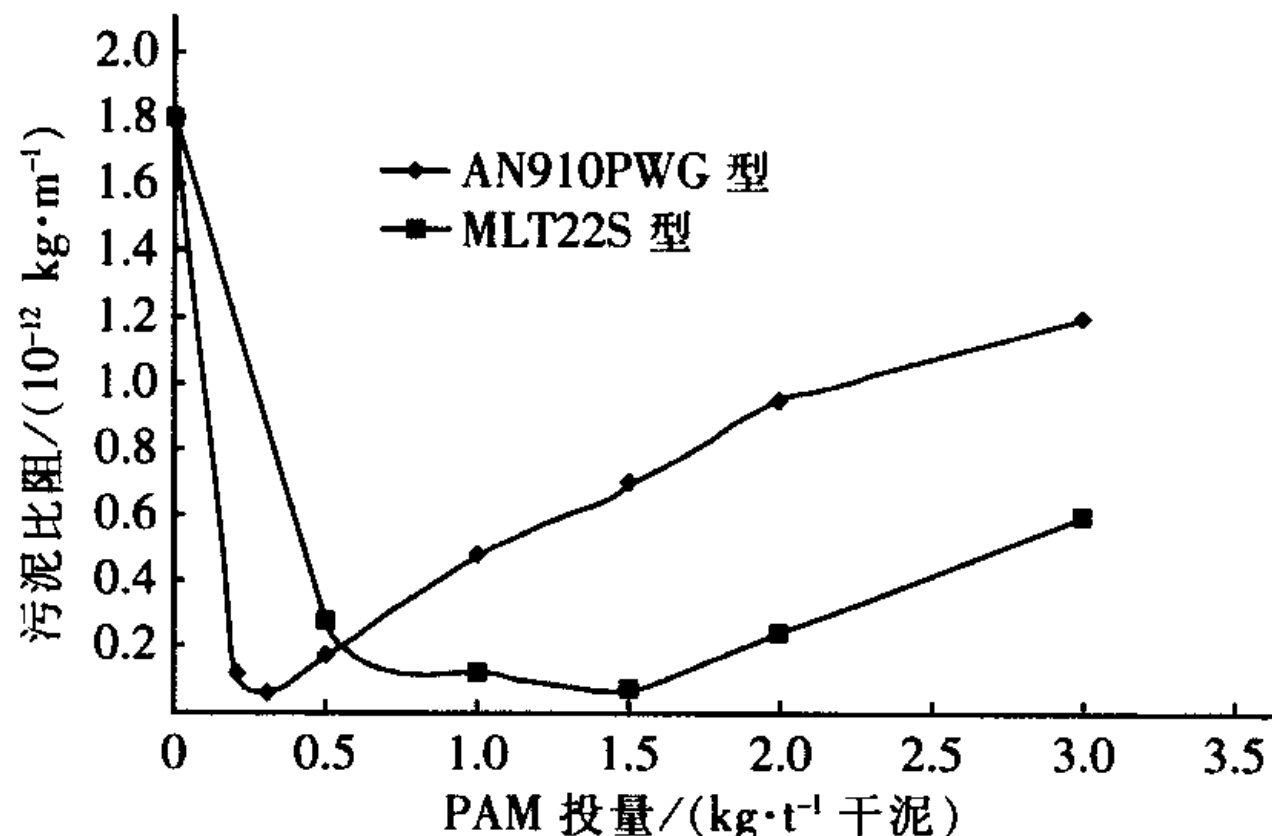


图 1 PAM 投量与污泥比阻的关系

Fig. 1 PAM dosage vs specific resistance of sludge

由图 1 可知, 投加了两种类型的 PAM 后污泥比阻都降低了近 2 个数量级, 显著改善了污泥的脱水性能。当 AN910PWG 型 PAM 的投量为 0.3 kg/t 干泥时, 污泥比阻值降到最低(脱水性能最佳), 而 MLT22S 型 PAM 的最佳投量为 1.5 kg/t 干泥。

自来水厂污泥的成分以含泥沙等无机物的胶粒为主, 且在净水过程中已投加过铝盐或铁盐混凝剂, 胶粒 Zeta 电位的负电性明显降低, 所以 PAM 预处理自来水厂污泥的主要作用机理是吸附架桥。与阳离子型 PAM 相比, 阴离子型 PAM 通常分子质量较大, 聚合度较高, 分子链较长, 因而吸附架桥能力强, 预处理效果好, 投量也较低。另外, 阴离子型 PAM 的价格也仅为阳离子型 PAM 的 1/2, 因此阴离子型 PAM 更适用于自来水厂污泥的预处理。

投加 PAM 后 CST 值也显著降低, 且当比阻达到最小值时 CST 也出现最小值, 此后随着 PAM 投量的增加则两者均上升。由于根据 CST 值变化得到的 PAM 最佳投量(0.3 kg/t 干泥)与根据比阻变化得到的结果一致, 因此可采用 CST 替代比阻确定 PAM 最佳投量。

CST 的测定快速、简便、准确, 操作人员可依据 CST 值快速了解污泥的性质, 并据此及时调整投药量。

### 2.2 滤液和离心液的粘度

图 2 和图 3 分别显示了投加不同 PAM 后滤液和离心液的粘度变化。

从图 2、3 可知, 在一定 PAM 投量范围内, 随着其投量的增加则粘度逐渐降低, 并达到最小值, 之后再增加 PAM 投量则粘度逐渐升高。对比图 1 和图 2 发现, 使离心液和滤液粘度达到最小时的 PAM 投量与降低比阻的最佳 PAM 投量基本一致。

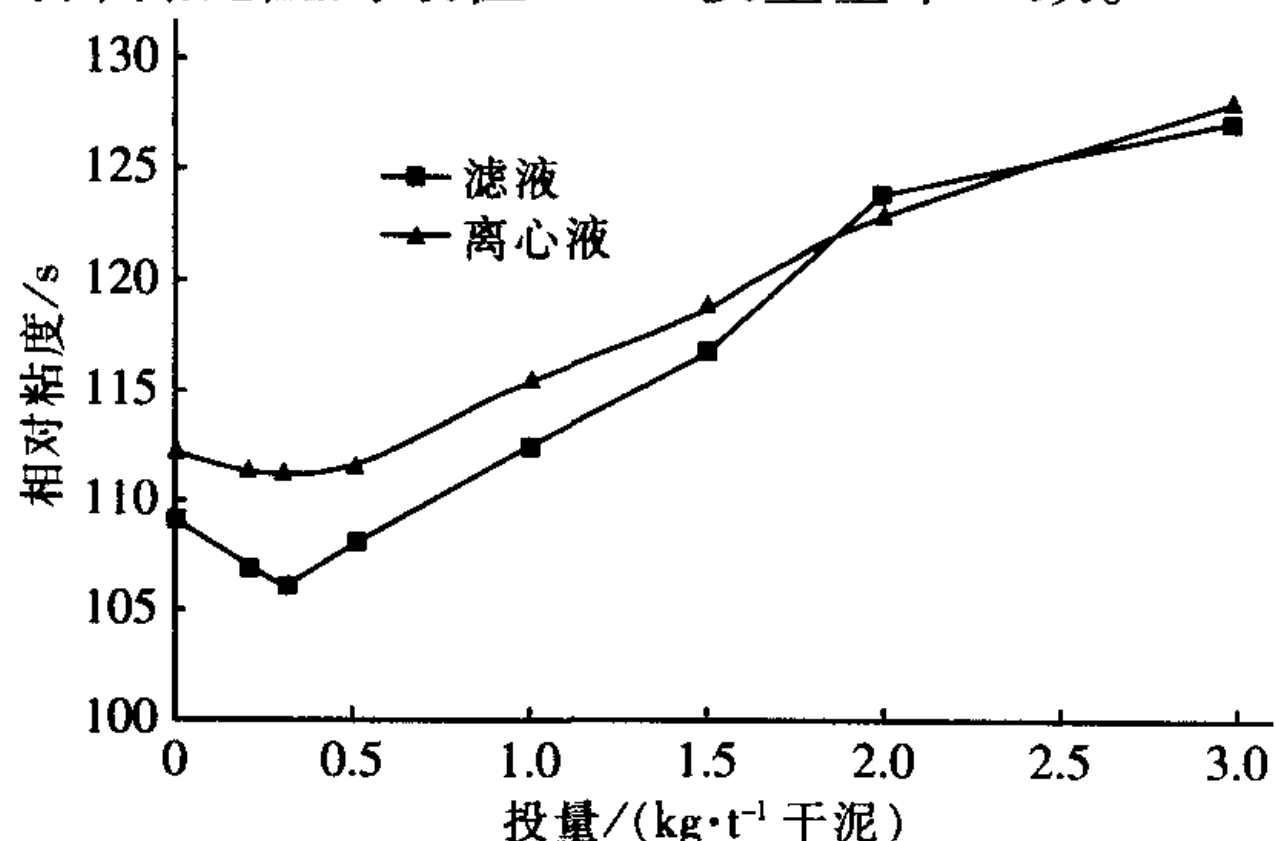


图 2 AN910PWG 型 PAM 投量对粘度的影响

Fig. 2 Anionic PAM dosage vs viscosity



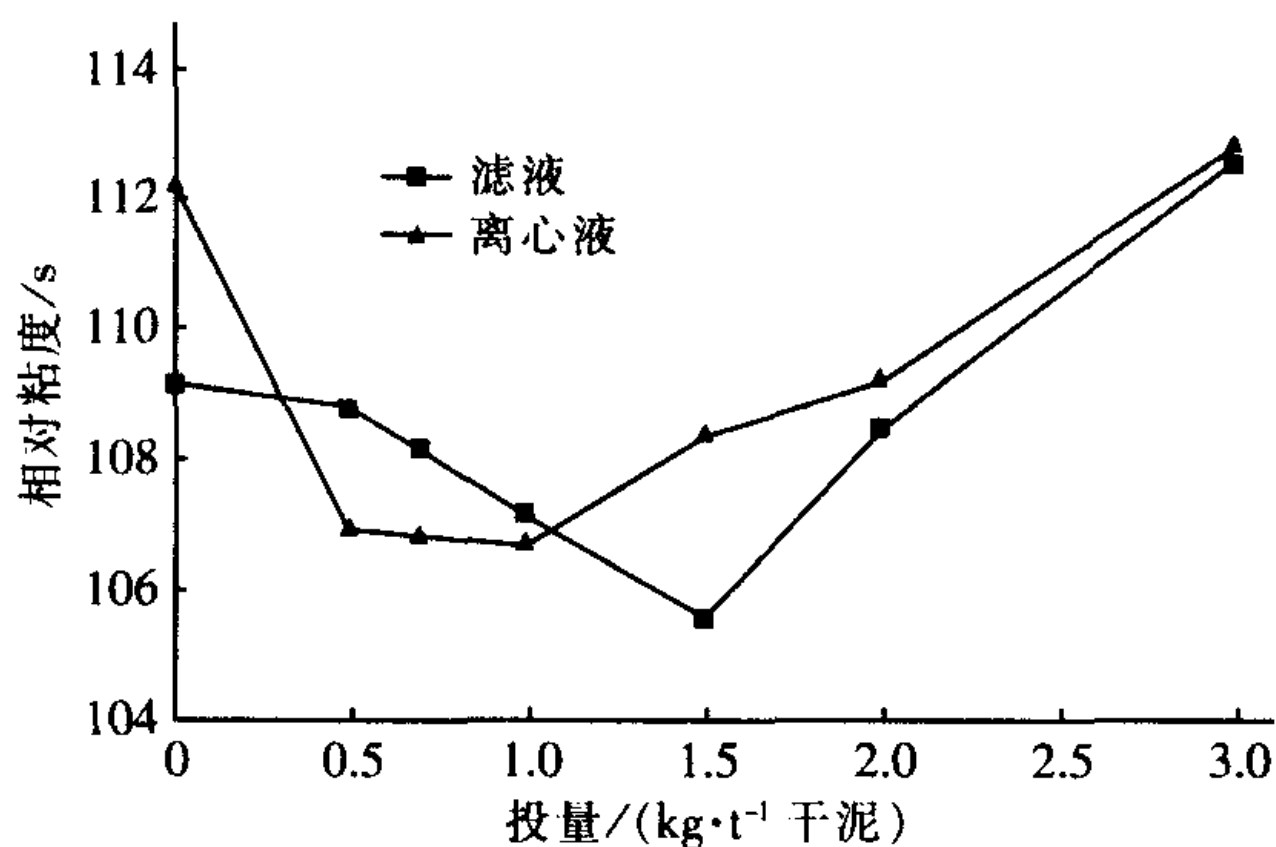


图3 MLT22S 型 PAM 投量对粘度的影响

Fig. 3 Cationic PAM dosage vs viscosity

根据爱因斯坦 (Einstein) 粘度公式<sup>[1]</sup>, 滤液或离心液粘度的变化主要是由悬浮颗粒浓度和剩余 PAM 浓度引起的, 随着 PAM 投量的不断增加则分散的污泥颗粒相互聚集, 悬浮颗粒浓度降低, 粘度也随之降低。当达到最佳投量时, PAM 对污泥的絮凝效果最佳, 离心液或滤液中悬浮物含量最低, 因而粘度也最低; 当超过最佳投量后, 滤液或离心液中悬浮物含量浓度不断增加, 进而导致粘度升高, 因此对应于离心液或滤液最小粘度值的投药量就是最佳投药量。

通过检测分离液或滤液的粘度来确定 PAM 的最佳投量具有方便、快速等优点, 采用高灵敏度的流变

仪可对样品进行连续检测, 实现 PAM 的优化投加。

### 3 结论

① 投加阳离子和阴离子型 PAM 均可使污泥比阻降低近 2 个数量级, 显著改善了污泥的脱水性能。阴离子型 PAM 的投量和价格都低于阳离子型 PAM, 可作为自来水厂污泥预处理的首选药剂。

② 根据 CST 值变化确定的 PAM 最佳投量与测定比阻得到的最佳投量一致, 加之 CST 的测定快速、简便, 因而可用于检测污泥脱水性能的变化, 以便及时调整 PAM 投量。

③ 依据滤液或离心液的粘度也可确定 PAM 的最佳投量。

### 参考文献:

- [1] Dentel S K, Abu-Orf M M. Laboratory and full scale studies of liquid stream viscosity and streaming current for characterization and monitoring of dewaterability[J]. Wat Res, 1995, 29(12): 2663 - 2672.

电话: (021) 54371932

E-mail: chenjingdoc@yahoo.com.cn

收稿日期: 2004 - 03 - 18

### · 新闻发布会 ·

## 施耐德电气 TE 电器品牌 80 周年庆典暨“源创力”大型活动在杭州举行

2004 年 7 月 6 日, 在风景秀丽的杭州西子湖畔, 为期 4 天的施耐德电气旗下之 TE 电器品牌 80 周年庆典暨“源创力”大型活动拉开了帷幕。作为全球电力与控制专家, 施耐德电气在此次活动期间通过一系列的产品展示和多达 40 场的高水平讲座, 向与会的施耐德电气中国客户、合作伙伴以及新闻媒体展示了其不断创新的技术和领先的自动化解决方案, 其中包括 TE 电器全新自动化系统平台 Unity 和相关自动化明星产品系列。

施耐德电气董事局主席及首席执行官拉贺曼先生施耐德电气首席运营官赵国华先生以及施耐德电气亚太区及中国区的领导团队专程来到杭州出席了此次盛会, 并就施耐德电气在全球, 特别是中国市场的发展战略和技术研发等议题同与会者进行了沟通和交流。

继在布鲁塞尔成功举办活动之后, 施耐德此次把展示其创新科技的“源创力”大型主题活动带到了中国, 充分显示了他们对中国市场的高度重视以及对中国用户的坚定承诺。谈到施耐德电气在中国成功的发展历程, 拉贺曼先生表示: 自 1987 年施耐德电气在中国建立第一家合资企业——天津梅兰日兰有限公司开始, 我们一直坚定不移地发展在中国的业务, 并不断加大在华投资。经过 17 年的发展, 我们在中国已经拥有 4000 名员工和 15 家生产型企业, 并且我们的在华业务也以 20% ~ 25% 的年增长率稳步发展。作为一个在中国长期发展的跨国企业, 施耐德将继续加大在中国的投资力度, 并秉承我们的全球策略, 为中国市场和中国用户带来不断创新的技术和产品以及不断完善的管理和服务, 这一策略已经通过施耐德在中国推行的先进管理体制, 建立的高效的物流中心以及通畅的销售网络得以充分实施。

(本刊编辑部 供稿)