

# “高分子量高稳定性阳离子聚丙烯酰胺乳液的制备及其在污水处理中的应用”成果 登记公示信息

成果名称:	高分子量高稳定性阳离子聚丙烯酰胺乳液的制备及其在污水处理中的应用
完成单位:	深圳市深水水务咨询有限公司,深圳市佳耀环保科技有限公司
完成人员:	李杨,张伟,王一显,康旭,魏小婷,孟庆杰,陈俊,曹玲玲,李鹏,张佳宝,王雁梅,邓力宾,曾冰儿,王思慧,张婷婷
研究起止日期:	2023-01-01 至 2023-12-31
主要应用行业:	水利、环境和公共设施管理业
高新技术领域:	环境保护
评价单位:	广东省市政行业协会
评价日期:	2025-05-22
成果简介:	<p>①课题来源与背景</p> <p>目前国内市场的阳离子聚丙烯酰胺主要以水溶液聚合制备的干粉状产品为主,这些产品或多或少存在溶解困难、使用不便、污染环境等问题,因此有必要开发一种经济高效、环保无毒的聚丙烯酰胺产品。采用反相乳液聚合法制备的阳离子聚丙烯酰胺(CPAM)乳液,不仅能够克服水溶液聚合产品溶解困难、耗能较大的缺点,还具有速溶、使用便捷、经济高效的独特优势,应用前景十分广阔。基于此,本项目将研究开发一种具有高效污泥脱水性能的CPAM乳液,并在不同市政污水处理厂和脱硫污水处理厂进行应用。</p> <p>②技术原理及性能指标</p> <p>阳离子聚丙烯酰胺(CPAM)乳液的反相乳液聚合技术基于将水溶性单体分散于油相中形成稳定水/油(W/O)型乳液的原理。</p>

该过程以丙烯酰胺（AM）为主单体，与阳离子单体（DMDAAC和DAC）共聚，通过复合引发剂体系（过硫酸盐/亚硫酸盐/V44）在加热条件下触发自由基聚合。乳化剂（Span80-Tween81-IE501）和油相（矿物油等）构建连续相，通过高速剪切将含单体的水相分散为微米级液滴，在氮气保护及控温（40~60℃）下完成链增长，形成具有正电荷的聚合物胶粒。阳离子基团的引入赋予产物电中和能力，而反相乳液结构使其具备高固含量、低粘度及储存稳定性，可直接用于水处理、造纸等领域，通过吸附架桥和电荷作用高效絮凝带负电微粒。该技术兼顾聚合效率与产品性能，避免了传统水相聚合的粘度限制，是功能性高分子合成的典型方法。

主要技术经济指标：确定生产高阳离子度、高分子量、高稳定性聚丙烯酰胺乳液产品的聚合工艺路线；产品固含量大于30%，乳化剂用量低于3%，分子量900万以上；聚合反应单体转化率大于98%，活性单体残余率低于0.05%；最终产品为稳定性很好的乳液体系，室温存储8个月不发生分层；每吨干污泥聚丙烯酰胺用量(干重)不高于0.25%。

### ③技术的创造性与先进性

#### a) 乳化剂和引发剂体系的优化与改性剂的应用

本项目采用反相乳液聚合技术，通过优化乳化剂和引发剂体系，选择Span80-Tween81-IE501复合乳化剂，成功制备了高稳定性的阳离子聚丙烯酰胺乳液。创新之处在于引入了阳离子羟甲基纤维素作为改性剂，显著提升了乳液的絮凝性能。这一创新不仅改善了传统水溶液聚合产品溶解困难、耗能大的问题，还通过

改性剂的引入增强了乳液的絮凝效果,使其在污泥脱水和污水处理等领域表现出更优异的性能。

#### b) 高分子稳定剂的应用与乳液稳定性的提升

本项目在乳液制备过程中添加了高分子分散剂 PDMDAAC-100,使乳液在储存 8 个月内不分层,分子量达到 900 万以上。这一创新显著提高了乳液的储存稳定性和分子量,解决了传统乳液产品易分层、稳定性差的问题。通过引入 PDMDAAC-100,乳液的长期稳定性得到了保障,同时分子量的提升也进一步增强了其在实际应用中的效果,为污泥脱水和污水处理等领域提供了更高效、更稳定的解决方案。

#### ④适用范围

阳离子聚丙烯酰胺乳液是一种高效水溶性高分子聚合物,主要应用于水处理、石油开采、造纸等领域。在水处理中,其作为絮凝剂广泛用于城市污水、工业废水(如造纸、印染、食品废水)的固液分离,通过电荷中和与吸附桥接作用高效去除悬浮物及有机物;同时适用于污泥脱水,可提升滤饼含固率。在造纸工业中作为助留助滤剂增强纤维结合力,减少原料流失。此外,还可用于驱油提高采收率以及矿物的采选。

#### ⑤应用情况及存在的问题

在项目实际运行过程中,采用本技术生产的高稳定性高分子量聚丙烯酰胺乳液产品,相较于传统粉剂阳离子聚丙烯酰胺产品,展现出显著的综合效益优势。首先,在药剂使用方面,该产品具有更高的反应活性和更好的絮凝效果,使得药剂投加量可降低 20%~30%,直接节省了药剂采购成本。其次,其优异的污泥

脱水性能可将污泥含水率降低至 78%以下，不仅提高了脱水效率，更大幅减少了污泥处置量，从而有效降低了污泥运输和后端处置费用。该产品已在深圳市多个重点环保项目中成功应用并取得显著成效：在下坪环境园（郁南片区）污水处理厂二厂运营服务项目中，通过持续的应用验证，单吨污泥处理药剂成本下降 25%；在坂雪岗水质净化厂（一期）项目中，该产品配合新型自动化设备使用，使污泥日处理能力提升 15%；松岗水质净化厂（二期）运行项目中，药剂投加量降低 25%，吨泥处理成本节省 20% 以上。经统计，三个项目累计节约聚丙烯酰胺药剂使用成本约 76.11 万元，综合经济效益可观。