

Application of pH Automatic Measurement in Nitrophosphate Fertilizer Plant

Pengfei Li

Shanxi Tianji Coal Chemical Group Co., Ltd., Changzhi, Shanxi, 047599, China

Abstract

Over the past four decades of Tianji Nitrogen Phosphate Fertilizer production, the pH measurement of viscous mother liquor has remained unresolved. The original cylinder sampling system employing Japanese technology—after dilution with desalinated water for analysis—experienced frequent cylinder movements during operation, leading to gradual failure of sealing rings and subsequent mother liquor leakage. In 2018, a collaborative measurement device developed with Xingfeng Technology encountered similar issues: cylinder jamming, leakage caused by sealing rings, inability to perform continuous pH monitoring, and environmental pollution from mother liquor spillage. To address challenges including cylinder leakage, scaling-induced blockages, continuous monitoring limitations, and high maintenance requirements in nitrogen phosphate fertilizer's viscous mother liquor, this study proposes an automated pH measurement system utilizing vacuum tube pumps for sampling.

Keywords

phosphate nitrate fertilizer; viscous mother liquor; pH online measurement; vacuum sampling; DCS sequential control

pH 自动测量在硝酸磷肥装置的应用

李鹏飞

山西天脊煤化工集团有限公司, 中国 · 山西 长治 047599

摘要

天脊硝酸磷肥生产40余年来, 硝酸磷粘稠母液PH测量一直没有很好解决, 原采用日本技术的气缸取样, 经过脱盐水稀释后分析的装置, 在运行过程中因气缸频繁动作, 密封环密封效果逐渐失效, 导致母液外漏。2018年与星峰科技共同开发了一套测量装置, 运行中同样存在气缸卡涩、气缸密封环导致的外漏, 导致PH不能连续测量, 同时母液外漏导致浪费和环境污染。针对硝酸磷肥粘稠母液存在气缸泄漏、易结垢堵塞、无法连续监测、维护量大等问题, 设计一种用真空管泵取样的 pH 自动测量装置。

关键词

硝酸磷肥; 黏稠母液; pH 在线测量; 真空取样; DCS 顺序控制

1 引言

在硝酸磷肥生产过程中, 母液中和的 pH 值控制尤为关键: 若 pH 值控制过高, 会引发磷酸盐的退化反应, 导致产品中有效 P_2O_5 含量降低, 直接造成成品不合格; 若 pH 值过低, 则游离钙离子无法充分去除, 不仅会影响后续造粒工序的顺利进行, 导致产品结块、养分不均, 还会增加后续污水处理的难度与成本, 造成环保压力。因此, 实现母液 pH 值的连续、准确、实时在线测量, 对保障硝酸磷肥产品质量、优化生产工艺、降低生产成本、减轻环保压力具有重要的现实意义与工业价值。在总结原有日本引进技术与 2018 年升级版技术经验的基础上, 通过优化取样与技术创新, 研发一

种无气缸、全自动、防泄漏、防堵塞的黏稠母液 pH 自动测量装置。

2 装置结构与工作原理

2.1 系统组成及作用

本装置为成套集成设备, 安装于硝酸磷母液储罐顶部, 无需大规模改造, 安装便捷, 且不影响罐内部搅拌装置的正常运行, 适配现场生产工况。主要由真空泵、电磁阀、一体化温变、测量分析装置等组成, 通过科学组合, 形成取样单元、反洗单元、反吹干燥单元、测量单元、控制单元、连锁保护单元及现场控制单元七大功能单元, 各单元协同工作, 实现母液 pH 值的自动、连续、准确测量, 具体组成如下:

取样单元: 取样真空泵、取样管路、可视化样液储存罐; 用于粘稠硝酸磷母液的取样, 真空泵通过间断的工作实现取样, 耐高温的透明材质制作, 便于观察液位及取样是否正常,

【作者简介】李鹏飞 (1984-), 男, 中国河北石家庄人, 本科, 工程师, 从事化工仪表自动化控制研。

表 3.2 运行数据分析

对比项目	传统气缸装置（日本引进）	2018年升级版气缸装置	本新型装置
泄漏问题	气缸密封易失效，频繁泄漏	气缸卡涩、密封环老化，有泄漏	无气缸结构，杜绝泄漏
维护频次	5次/天，需频繁更换密封环	7次/天，备件消耗仍较大	1次/月，实现免维护
电极寿命	1~2个月，耐高温差	1~2个月，未解决耐高温问题	4~6个月，耐高温
物料损失	样液直接排污水，浪费严重	样液部分排放，仍有浪费	样液全回流，零排放、无浪费
测量数据	平均1分钟出数据	平均1分钟出数据	目前5分钟出数据
物料损失计算	按200ml/次计算，一年大约1.6吨左右	按200ml/次计算，一年大约1.6吨左右	基本不产生损耗

4.3.2 彻底解决泄漏与堵塞问题，提升生产安全性

由于采用真空泵真空取样替代传统气缸取样，取消了易损密封部件，彻底杜绝了母液泄漏问题。自动反洗与反吹干燥协同工作，有效防止了管路结垢堵塞，确保了测量工作的连续稳定开展^[3]。

维护工作量大幅降低，成本节约效果显著装置实现了全流程自动化运行，人工取样由1次/小时降至1次/4小时，大幅减少人员工作量。节约备件成本约5万元；样液全回流工艺避免了母液浪费，每年可节约黏稠母液物料成本约8万元，综合每年可节约成本约13万元。

4.3.3 产品质量与生产效率显著提升

通过pH值的精准、连续监测与调控，有效控制了母液中和反应的进程，避免了因pH值过高或过低导致的产品质量问题，产品中有效P₂O₅含量合格率由原来的96%提升至99.5%以上，产品质量稳定性显著提升，减少了不合格产品的产生，降低了生产成本。同时，装置的稳定运行避免了因测量故障导致的生产中断，提升了生产连续性，生产效率提升约3%；此外，pH值的精准控制便于后系统造粒工序的顺利开展，减少了产品结块现象，进一步提升了生产效率与产品品质^[4]。

4.3.4 运行可靠，可操作性强

装置投用1年多来，运行稳定可靠，未出现重大故障，设备故障率大幅低于传统装置；装置结构简单，模块化设计便于检修与维护，现场手动控制按钮与电磁阀手动切换旋钮的设置，使得故障排查与应急处理更加便捷，降低了对操作人员与仪表人员的专业要求，提升了装置的可操作性与可靠性^[5]。同时，可视化样液储存罐便于操作人员实时观察取样状态，及时发现异常，进一步提升了装置的运行稳定性。

5 结论与推广

5.1 结论

硝酸磷肥黏稠母液pH自动测量装置，通过结构优化与技术创新，摒弃了传统气缸取样结构，采用真空泵真空取样、自动反洗、反吹干燥、PLC全自动顺控及温度连锁保护等

技术，成功解决了硝酸磷肥生产中黏稠母液pH在线测量长期存在的泄漏、堵塞、无法连续测量、维护工作量大、物料浪费等行业难题，取得了以下主要结论：

装置实现了硝酸磷肥黏稠母液pH值的24h连续、准确、自动在线测量，测量精度达±0.1pH，满足生产工艺对pH值控制的要求，为工艺调控提供了可靠的数据支撑^[6]；同时解决了目前主流pH电极不耐受高温、高温环境中测量寿命短的难题，电极寿命延长至4~6个月。

真空取样替代气缸取样，结合自动反洗与反吹干燥技术，彻底杜绝了母液泄漏与管路结垢堵塞问题，装置运行稳定可靠，投用1年多来未出现重大故障，提升了生产现场的安全性与环保性。

装置结构简单、造价低、安装便捷、通用性强，适配硝酸磷肥生产现场的防爆工况，可灵活调整运行参数，满足多品种硝酸磷肥的生产需求，避免了产品养分不足及产品结块，提升了产品质量稳定性与生产效率。

5.2 推广前景

本装置解决了硝酸磷肥黏稠母液pH在线测量的难题，还可推广应用于化工行业中其他密闭、带搅拌、高温、高黏度pH在线测量，解决同类介质pH在线测量的技术瓶颈，具有广泛的工业应用价值。

参考文献

- [1] 于晓东,李书臣.乙烯装置急冷系统pH值先进控制应用[J].化工自动化及仪表,2010,37(10):106-108.
- [2] 王笑,张媛媛,邱献文.石油化工在线分析仪设计与应用[J].化工自动化及仪表,2018,45(02):145-148.
- [3] 张凌云,赵国军.冷冻法硝酸磷肥技术创新及国产化装置建设总结[J].化肥工业,2019,46(05):6-10.
- [4] 马晓娜.基于电极维护优化的在线pH表测量准确性提升实践[J].电力与能源前沿,2025,3(3):78-83.
- [5] 吕小亮.高黏度浆料pH在线检测系统的设计与应用[J].中国矿业,2022,31(11):77-82.
- [6] 张宏,李娟.化工生产中pH在线测量技术的应用与优化[J].化工技术与开发,2020,49(08):56-59.