

智慧水务—甲醇精确投加系统的运用

赵凯 韦涛

北京北排水环境发展有限公司 北京 100163

摘要：小红门再生水厂为了达到深度脱氮的效果，在反硝化生物滤池中投加碳源，提高NO₃--N的反硝化效率，碳源选择为甲醇。2017年开始运行甲醇加药系统，最初运行方式为手动投加，工艺运行人员手动设定投配率。采用此种运行方式，由于进水水量的波动，回流水量的影响、进水在线仪表测量的变化，均会导致投配率的变化，需要工艺运行人员频繁调节投配率，并且不能满足出水水质实时达标的要求。

关键词：智慧水务；精细化管理；精确投加；甲醇；数据监测

引言

随着集团精细化管理的推广和普及，智慧水务的逐步建立，为了保证出水水质达标，提高工艺系统稳定运行；降低生产运行成本，节省化学药剂的投加；决定采用甲醇精确自动投加系统。通过设备的连锁运行、PID调节反馈和工艺调整相结合，保证工艺系统的稳定运行。同时将运行数据实时存入系统内部，方便查询和分析，搭建甲醇系统大数据库。

1 精确投加控制逻辑

1.1 每系列滤池甲醇投加量的精确控制

通过准确的计算公式算出每系列甲醇需要投加的剂量，采用PID调节模式控制计量泵的运行。

1.2 每组滤池甲醇投加量的精确控制

通过滤池自动计时投加功能，控制每组滤池精确投加^[1]。

2 每系列滤池精确投加

2.1 逻辑公式

$$Q_{ch3oh} = (Q_{in} + Q_{back}) * Pch3oh / (f * D * 0.79) \quad (2-1)$$

$$Pch3oh = 2.47 * dNo3-n + 1.53 * dNo2-n + 0.87 * Do \quad (2-2)$$

2.2 逻辑公式中各参数分析

2.2.1 Q_{ch3oh}—甲醇投加流量

甲醇采用计量泵的方式进行投加，分为四个系列，每个系列对应一台变频的液压隔膜计量泵，甲醇投加计量泵采用美国普罗名特公司生产的电驱动液压隔膜计量泵，并配置过滤器，背压阀，安全阀，止回阀，脉冲缓冲器，流量计、压力表、校正柱等附件，以满足投加系统需要。同时配备防爆电机，防爆电气设备的级别和组别不低于EEXdIIBT4。配电控制系统采用ABB公司生产的ACS510型变频器，变频可调节范围为1~60Hz，输出输入和频率输出采用4-20MA，内置RS485通讯接口，满足系统自动投加流量要求^[2]。

2.2.2 Q_{in}—每个系列进水流量

每个系列有5台进水提升泵，每台水泵的出水管路上各有一台电磁流量计，显示每台水泵的提升水量。通过将5台流量计的瞬时流量进行累加，计算出每个系列的瞬时流量。

2.2.3 Q_{back}—每个系列回流流量

每个系列有3台回流水泵，虽然回流水泵的提升管道上面没有流量计，但是可以通过测量回流水泵的扬程为9.74米。通过水泵的性能曲线，计算出回流泵的瞬时流量为2109.5m³/h

2.2.4 Pch3oh—甲醇的投配率

收集计算公式中的实时数据，系统自动进行计算。

2.2.5 D—甲醇的纯度

采用的甲醇药剂纯度为99.9%。

2.2.6 f—甲醇的效率因子

设计提供的参考值为0.9，通过和吴家村再生水厂、卢沟桥再生水厂、清河再生水厂进行技术交流，最终确定数值为0.8^[3]。

2.2.7 No₃-n—硝酸盐的浓度

反硝化反应先将水中的硝酸盐转化为亚硝酸盐，通过硝酸盐仪表可以计量数值的变化。硝酸盐采用Endress+Hauser品牌，采用光度法测量原理，不需要化学试剂。由传感器、连接电缆、变送器、气擦洗系统、安装支架组成。测量范围（NO₃-N）为0.1~50mg/l，完全满足工艺测量需求；为了保障测量精度，最大测量误差为5%FS；同时采集输出的4~20mA的有源信号、报警信号，传输到现场PLC柜和中控室上位机处，作为精确投加使用。

2.2.8 No₂-n—亚硝酸盐的浓度

反硝化反应的第二部是亚硝酸盐转化为氮气^[4]。由于设计未考虑亚硝酸盐对甲醇投配率的影响，因此小红

门厂计划将总进水的硝酸盐仪表改为亚硝酸盐仪表。因为两种仪表的测量原理相同，均为光度法测量，测量范围和精度相同，满足工艺测量要求。数据传输信号也相同，采购同种品牌的亚硝酸盐转换器，进行替换，就可以测量到亚硝酸盐仪表数值的变化。

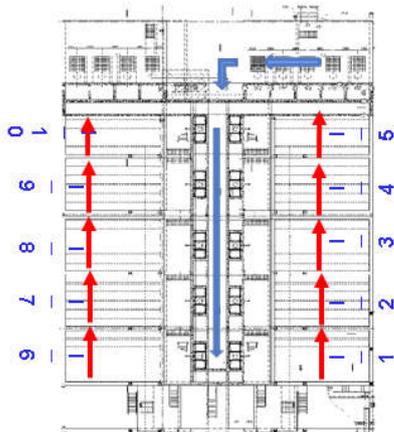
2.2.9 DO-溶解氧浓度

由于反硝化细菌为异氧兼性菌，只有在无分子氧的条件下反硝化菌才能使氮原子进行还原，因此水中的溶解氧会消耗一部分甲醇。因为每个系列的进水水质相同，因此采用均采用总进水溶解氧的浓度值，溶解氧仪表选用Endress+Hauser品牌，运用荧光法测量原理，不需要化学试剂。由传感器、连接电缆、变送器、气擦洗系统、安装支架组成。测量范围为0~20mg/l，完全满足工艺测量需求；为了保障测量精度，最大测量误差为±1%FS；同时采集输出的4~20mA的有源信号、报警信号，传输到现场PLC柜和中控室上位机处，作为精确投加使用^[5]。

3 每组滤池精确投加

3.1 控制逻辑

每个系列有10组反硝化滤池，分为东西两列，每列5组滤池。甲醇加药的方向为由北往南，生物滤池进水方向为由南往北。因此会出现最北侧的滤池甲醇瞬时进水少，进药量多，最南侧的滤池进水多，甲醇瞬时进药量少。既然瞬时进药量无法满足相同，那就采用累积进药相同，保证在一个时间段内进药相同。



生物滤池进水
方向和甲醇加
药方向

3.2 控制方法

每组反硝化滤池的甲醇加药均采用电磁阀控制，通

过编制自控程序，在同一组时间周期范围内，只开启一组电磁阀，下一个时间周期在开启下一组电磁阀，进行周期的开启，就可以保证在相同的时间周期内，每组滤池的甲醇进药量相同^[1]。

3.3 运行情况对比

3.3.1 未采用分池投加



图3-2 部分滤池药剂投加量不足



图3-3 部分滤池药剂投加过多

未使用分池自动投加系统时滤池的运行情况，由于药剂投加量分配的不均匀，导致滤池运行极端化，部分滤池有强烈反硝化反应，部分滤池完全没有反硝化反应^[2]。

3.3.2 采用分池投加



图3-4 所有滤池药剂投加均匀

采用分池自动投加系统后，系列每组滤池的药剂投加均匀，运行情况都良好，反硝化反应均匀。

4 精确投加系统带来的效益

4.1 出水水质总氮达标

采用分池自动投加系统后,生物滤池运行效果好,反硝化反应均匀,出水总氮去除效果明显,出水水质达标^[3]。

4.2 搭建甲醇系统运行数据库

实时数值每6秒钟更新一次,时间轴可以选择为1小时、2小时、12小时、24小时。对甲醇投加系统的过程数据进行在线存储,当发生事故时,可以立即调出相应的趋势画面。

结论:

通过甲醇精确自动投加系统的运用,保证了出水水质的达标和工艺系统的稳定运行;降低了运行成本,节省了化学药剂的投加。同时将运行数据实时存入系统内部,方便查询和分析,搭建甲醇系统大数据库。提高了设备运行人员对整个工艺系统的了解掌控程度,提高了设备技术人员的整体水平,顺应集团的智慧化水厂管理

模式,向着精细化管理逐步迈进,为达到现代化的智慧水务作出自己的贡献。

参考文献

[1]王巧茹[1],史旋[2],宋伟[1],张小磊[1],李继[1].碳源强化下的硫自养/异养反硝化协同作用[J].环境工程学报,2019,0(11):2593-2600.被引量:3

[2]高欣东[1,2],冯婧微[1],李春华[2],魏伟伟[2],王昊[2].水处理过程中外加碳源类型及其影响因素研究进展[J].现代化工,2020(S01):26-32.

[3]罗望,王增长,杨习居.反硝化生物脱氮过程中碳源的研究进展[J].2018,18(35):100-101.

[4]蔡碧婧,谢丽,杨殿海,等.顾国维反硝化脱氮工艺补充碳源选择与优化研究进展[J].净水技术,2017,26(6):37-41.

[5]马勇,彭永臻,王淑莹.不同外碳源对污泥反硝化特性的影响[J].北京工业大学学报,2019(6):820-824.