

SCAN 全光谱在线硝氮分析仪在污水工艺过程中的监测方案

1. 背景概述

1) 硝氮（硝酸盐氮）来源与危害

硝氮是指硝酸盐中所含有的氮元素。水和土壤中的有机物分解生成铵盐，被氧化后变为硝氮，其主要来源有化肥的过量使用、生活污水及粪便等。以硝态氮为主，再加上亚硝态氮、氨态氮和有机态氮总称之为总氮。地表水和地下水中硝酸盐氮含量升高，危机地下水水质安全。饮用水中硝酸盐氮浓度过高容易引起血液中血红蛋白的增加，过量摄入含有硝酸盐氮的水引发消化道癌症。过量使用氮肥导致土壤硝酸盐含量升高，导致蔬菜硝酸盐积累，人体摄入后可转化亚硝酸盐这一公认的致癌物质。

2) 日益严格的控制

2016 年将《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 要求由一级 B 提高至一级 A，总氮排放由 20mg/L 提到至 15mg/L，b) 各地方标准的实施，比如江苏 2018 年 12 月颁布的太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要污染物排放限值 (DB32/1072-2018) 提标技术要求将总氮排放由一级 A 的 15mg/L 提高至 12mg/L。2017 年安徽环保厅颁布的巢湖流域城镇污水处理厂和工业行业主要水污染排放限值规定：新建城镇污水处理厂总氮排放小于 10mg/L。

由于总氮的主要成分（大约占比 90%）是硝氮，所以对于控制总氮含量的主要工作之一就是能够准确监测并有效控制硝氮的浓度，从而确保日益严格的总氮的达标排放。

2. 硝氮在线监测的必要性

1) 实现自动化及实时远程监控

人工检测过程繁杂、消耗人力资源，且获得信息滞后。在线监测可做到自动、实时、准确，且可以远程监控。

2) 确保符合国家标准的监测指标排放

由于总氮的主要成分就是硝氮，在总排放口之前的工艺段对硝氮进行在线准确监测，可以对总氮是否超标起到提前的预警作用。

3) 优化水厂水处理工艺

根据硝氮的实时在线监测数据分析，结合水厂进出水、工艺过程水质状况，反馈于水厂的水处理工艺过程，改进水处理工艺。比如可以帮助确定更为合理的回流比、更为合理的碳源投放量等，可以帮助污水厂实现提质增效，降低成本。

3. 监测点位分布

从硝态氮的分布来看，硝态氮监测主要集中于污水处理厂出水，污水处理厂各工艺段等。

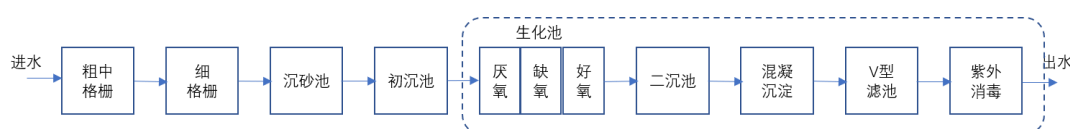
1) 污水厂出水前端

在污水厂出水前端（处理工艺末端）安装在线硝氮分析仪，通过监测硝氮的浓度从而为总氮的达标排放提供可靠的依据，一般例如总氮的排放标准为 12mg/L 的情况下，此时监测到的硝氮数值小于 10-11mg/L，则基本上总氮的排放不会超标，一旦检测到的总氮数据大于 11mg/L，则此时需要引起重视，可通过加大回流比等措施使得硝氮的数值降低到 11mg/L 以下，从而保证总氮不超标。

2) 污水厂工艺段

根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》规定由一级 B 提高至一级 A，总氮排放由 20mg/L 降低至 15mg/L，在一些发达地区尤其是重大湖泊、流域对污水的排放更加严格，一些发达地区的区域排放标准中执行 12mg/L 甚至是 10mg/L 的严格要求。在污水处理工艺中，脱氮包括化学法和生物法，由于化学法产生二次污染，而且成本高，所以一般使用生物脱氮技术。生物脱氮反应主要集中在生化池的缺氧、好氧池，深床滤池。脱氮过程中硝化反硝化细菌都需要有机物才能存活，特别是在反硝化过程中如果碳源不足，需要在生化池以及滤池投加碳源达到最佳脱氮目的。碳源又比较昂贵，如果没有硝态氮数值的参考，极易造成投加的不足或者过量。不足或者过量一方面带来出水总氮忽高忽低，出水不达标，二是造成碳源浪费，增加运行成本。综上因素，污水处理工艺段的生化池，深床滤池需要硝态氮数值作为工艺的眼睛，实时了解硝态氮浓度变化趋势，指导碳源投加，实现精确控制，保证出水总氮排放稳定达标，降低运行成本。

如下图所示，缺氧池及滤池以及进水和出水点需要安装硝态氮分析仪器



3. 在线硝态氮分析仪器概述

1) 目前污水厂安装的常见的在线硝氮分析仪的原理与不足之处

1、离子选择电极法

离子选择电极法运用的是可供 NO_3^- 离子渗透的膜片与电解液组成复合性传感器可以测量 NO_3^- 的氧化还原电位，并通过能斯特公式将电压信号转换成 NO_3^- 的浓度。离子选择电极需要定期更换膜片，后期运行费用较高，维护量大。且测量值易受到金属离子、浊度等干扰，测量数据的准确度不高。

2、UV 单波长法

利用硝酸根在 220nm 处的最强吸收峰，在 275nm 处没有吸收峰，根据朗博比尔定律计算 NO_3^- 的浓度。该方法的缺点是易受到亚硝酸盐，SS，COD，浊度和色度的干扰，从而使得测量数据的准确度很低，可靠性很差。

3、光谱扫描法

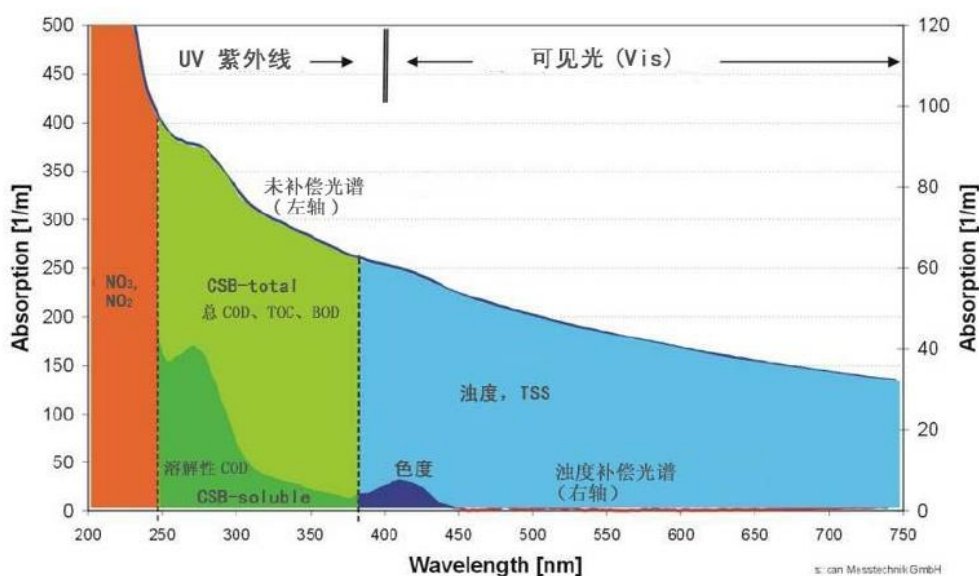
基于硝酸根在 220nm 处的吸收，在 275nm 处没有吸收，根据朗博比尔定律计算 NO_3^-

的浓度。光谱扫描法相对单波长 UV 法，测量更加稳定、准确。只是在初始调试的时候需要根据水体浓度及吸光度建立拟合曲线。

2) scan 全光谱在线硝氮分析仪器测量原理及优势

scan 全光谱硝氮分析仪可以提供 200-720nm 的连续波长测量数值，在获得被测值光谱信息的同时可以获得浊度、有机物等干扰信息的测量值，利用 SCAN 公司长期积累的算法模型经过计算得到有效的被测量值的信号，从而得到极其准确的测量值。Scan 在线硝氮分析仪采用双光束测量结合艾晟特国内配套专利技术的自动清洗装置，使得其的测量更加精确、稳定。

下图：SCAN 全光谱检测仪每次测量能获取下图全光谱信息，上部曲线是进行浊度补偿的各波长吸光度值，下部曲线是进行浊度补偿修正后的各波长吸光度值。



3) SCAN 在线硝氮分析仪的主要技术指标

原理：紫外-可见光全光谱测量法

波长范围：190-720nm

量程：0-10mg/L, 0-100mg/L, 可选

重复性：小于 2%

检出极限：0.005mg/L

准确度：<±2%或 0.02mg/L, 取较大值

测量时间：10 秒钟

零漂量移：<2%FS/24h

分辨率：0.001mg/L

信号输出：4-20mA/ RS232/485/MODBUS

工作环境：温度 0-40℃

电 源：220±10%伏 50±2%赫兹

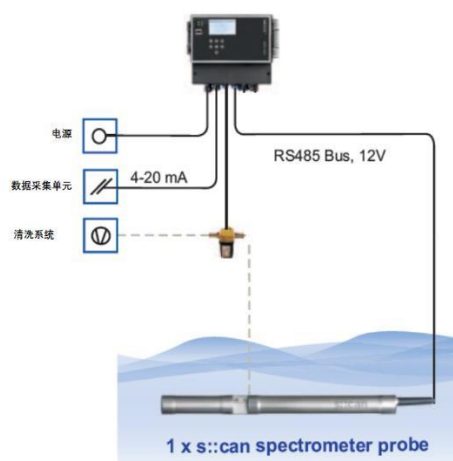
- 防护等级：IP68
- 外壳材质：不锈钢
- 光源：长寿命氙灯光源
- 检测器：CCD 阵列检测器
- 校正：出厂前预校准，本地水样校准
- 自动修正：浊度/固体颗粒/有机物质干扰自动修正

4) 艾晟特 SCAN 在线硝氮监测系统的组成及安装

1、艾晟特公司 SCAN 在线硝氮监测系统的构成：

- 1) 显示及控制单元
- 2) 硝氮监测仪主机
- 3) 自动清洗装置（艾晟特自行研发的专利技术）
- 4) 安装支架及辅材

2、安装方式：根据现场应用条件，可以选择旁通或者浸没安装方式。根据经验，建议采用原位浸没安装方式，参考下图：



5) 艾晟特 SCAN 在线硝氮监测仪系统的实际比对数据示例：

序号	仪表测量值 (mg/L)	实验室分析值 (mg/L)	偏差
1	8.58	9.71	-11.64%
2	7.52	7.35	2.31%
3	8.76	8.75	0.11%
4	8.81	10.2	-13.63%
5	9.43	9.07	3.97%
6	8.74	9.31	-6.12%
7	8.31	8.27	0.48%
8	8.78	9.23	-4.88%
9	9.49	9.87	-3.85%
10	8.19	9.71	-15.65%
11	7.86	8.91	-11.78%
12	7.62	7.87	-3.18%
13	7.02	7.15	-1.82%

14	7.7	7.63	0.92%
----	-----	------	-------

6) 安徽某污水厂的应用反馈

“是能硝态氮仪表自投入使用以来，仪表数据与化验数据误差较小、稳定性高。测量时间短、数据更新快，通过观察反硝化前后的硝态氮数值，我们可以合理控制外加碳源的投加，精确控制加药，既能保证硝态氮的有效分解满足达标排放，又能作为工艺的眼睛达到工艺的过程实时可控，同时可以加强精确控制，降低碳源的投加量。是能仪表的实时监测功能极大地降低了运行人员的工作强度，实时监测的数据不仅保证了有效性，也保证了及时性，其稳定性、准确性和稳定性要高于人员手工化验”。