

污水处理厂在线监测设备数据异常的原因及解决方法

污水处理厂出水口在线监测数据是反映出水水质、判断处理工艺是否达标的核心依据，数据异常不仅会影响环保监管上报的准确性，还可能误导工艺调整决策。结合运维实操经验，数据异常可分为两大类：设备本身故障导致的“假性异常”，以及水质或工况变化导致的“真性异常”，以下是具体原因分析和对应解决方法。

一、假性异常：设备及运维因素（非水质实际变化）

这类异常是监测设备自身或运维操作不当引发，并非出水口水质真的超标，也是运维过程中最常遇到的问题。

1. 采样及预处理系统故障

核心原因

采样管路堵塞、泄漏或负压不足：出水口悬浮物（SS）、藻类、淤泥等堵塞管路；管路接口松动、破损导致水样抽取中断或混入空气；蠕动泵、真空泵老化导致吸力不够，水样无法正常输送。

预处理部件失效：过滤器滤芯堵塞或破损，无法有效过滤杂质，导致传感器表面附着污染物；反冲洗系统故障，不能定期清洁管路和滤芯。

水样代表性不足：采样点位置不合理（如靠近回流口、堰口死角），或采样深度不够，采集的水样无法代表出水口真实水质。

解决方法

定期巡检采样管路，每周清理管路内壁附着的淤泥、藻类，更换老化的密封圈和管路；每月检查蠕动泵泵管、真空泵压力，及时更换磨损部件。

按设备说明书周期更换过滤器滤芯（一般 1-2 个月一次），设置自动反冲洗程序（建议每天 1-2 次，每次 5-10 分钟），反冲洗压力控制在 0.3-0.5MPa。

优化采样点位置：选择出水口混合均匀的断面，采样深度为水体深度的 1/2-2/3，避开死角和局部扰动区域。

2. 传感器故障与校准偏差

核心原因

传感器污染或老化：COD、氨氮、总磷等水质传感器的探测电极附着生物膜、油污、结垢，导致响应信号失真；溶解氧（DO）膜头污染或破损，影响氧气渗透。

校准不规范：未按频次进行零点校准和量程校准；使用的标准溶液浓度不准确、过期；校准过程中未排除传感器内气泡，导致校准数据漂移。

传感器参数设置错误：量程选择不当（如低浓度水样用高量程传感器）、信号输出类型（4-20mA/RS485）与采集仪不匹配、消解时间 / 温度等参数设置错误（针对 CODcr 等需要消解的指标）。

解决方法

传感器清洁：每日用软毛刷擦拭电极表面，每周用稀盐酸（5%-10%）浸泡去除钙镁结垢，每月更换 DO 传感器膜头和电解液；对于生物膜污染，可用次氯酸钠溶液（1%）短时浸泡后清水冲洗。

规范校准流程：

零点校准：使用超纯水或厂家配套零点液，确保传感器在零点液中稳定 10-15 分钟后读数。

量程校准：采用国家认可的标准溶液，浓度选择接近实际水样浓度的中点值，校准后需验证（用质控样测试，误差应 $\leq \pm 5\%$ ）。

校准频次：常规指标（COD、氨氮、DO）每月 1 次，污染严重的工况可缩短至每 15 天 1 次；每年送第三方计量机构进行检定 / 校准。

核对参数设置：根据出水口实际水质浓度选择合适量程（如市政污水厂 COD 量程建议选 0-500mg/L），确认采集仪与传感器的通讯协议一致，消解类参数严格按照设备说明书设定。

3. 数据采集与传输故障

核心原因

采集仪故障：采集仪主板损坏、电源不稳定、参数配置错误（如通道号、量程对应关系错误），导致数据读取失败或乱码。

传输链路中断：4G/5G 模块信号弱、SIM 卡欠费或故障；有线传输（如以太网）网线松动、交换机故障；数据上传平台地址或端口配置错误。

供电异常：设备突然断电、电压波动过大，导致传感器和采集仪重启，数据出现跳变或缺失。

解决方法

采集仪维护：定期检查采集仪运行状态，核对通道参数与传感器类型是否匹配；每月重启采集仪 1 次，清除缓存数据；备份采集仪配置参数，避免误操作丢失。

传输故障排查：检查 SIM 卡状态，确保流量充足、信号强度 ≥ 2 格；更换故障网线或交换机，测试有线传输链路；核对平台上传参数（IP 地址、端口号、协议类型），联系运维平台技术人员确认平台端是否正常。

保障供电稳定：为监测设备配备 UPS 不间断电源（续航 ≥ 4 小时），避免突然断电；检查电源线是否老化，加装浪涌保护器，防止电压波动损坏设备。

二、真性异常：水质及工艺因素（出水口水质实际变化）

这类异常是污水处理工艺运行不稳定或进水水质冲击导致，数据异常反映的是真实水质变化，需结合工艺调整解决。

1. 进水水质或水量冲击负荷

核心原因

进水水质突变：上游工业废水偷排或超标排放，导致高浓度 COD、氨氮、重金属进入厂区；雨季初期雨水冲刷地表污染物，携带大量 SS、有机物进入污水厂。

进水量波动：暴雨导致进水量远超设计负荷，水力停留时间缩短，处理工艺未完全降解污染物；进水量骤降导致生化系统污泥浓度过高，活性下降。

解决方法

加强进水预警：在厂界进水口增设在线监测设备（如 COD、pH、流量），设置超标预警阈值，一旦进水超标立即启动应急响应。

工艺参数调整：

冲击负荷下，投加粉末活性炭（PAC）、絮凝剂强化混凝沉淀；

增加曝气量，提高生化池 DO 浓度（控制在 2-4mg/L），强化硝化反应；

调整污泥回流比和排泥量，维持生化池污泥浓度（MLSS）在 2000-4000mg/L。

应急储存：利用调节池缓冲冲击负荷，待进水水质稳定后再逐步提升处理负荷。

2. 生化处理系统运行异常

核心原因

活性污泥性能下降：污泥龄过长或过短、营养比例失衡（C:N:P 偏离 100:5:1）、有毒物质抑制微生物活性，导致 COD、氨氮降解效率降低。

工艺参数失控：曝气系统故障导致生化池 DO 过低（ $< 1\text{mg/L}$ ）或过高（ $> 5\text{mg/L}$ ）；缺氧池、厌氧池搅拌不均匀，反硝化反应不充分，总氮超标。

沉淀池故障：沉淀池排泥不及时导致污泥上浮；刮泥机故障导致污泥沉积，随出水排出，SS 和 COD 数据升高。

解决方法

优化活性污泥管理：

控制污泥龄（市政污水厂一般 5-15 天），根据进水负荷调整排泥量；

补充营养盐（如尿素、磷酸二氢钾），调整 C:N:P 至合理比例；

若有毒物质进入，投加解毒剂（如硫化钠），并加大排泥，置换受污染污泥。

校准工艺运行参数：检修曝气器，调整鼓风机频率，稳定生化池 DO 浓度；检查搅拌器运行状态，确保缺氧 / 厌氧池混合均匀；定期清理沉淀池浮渣，检查刮泥机链条、刮板磨损情况。

3. 深度处理单元失效

核心原因

滤池堵塞或失效：砂滤池、活性炭滤池滤料板结，反冲洗不彻底，过滤效率下降；膜处理单元（如 MBR）膜污染严重，通量下降，出水水质恶化。

消毒系统故障：紫外消毒灯管老化、功率不足，或二氧化氯投加量不够，导致出水粪大肠菌群超标；消毒副产物超标（如三氯甲烷）。

解决方法

深度处理单元维护：

砂滤池 / 活性炭滤池：缩短反冲洗周期，优化反冲洗强度（气洗强度 15-20L/(m² · s)，水洗强度 5-8L/(m² · s)）；定期检测滤料粒径，更换板结、失效滤料。

MBR 膜单元：定期进行在线化学清洗（酸洗除无机垢、碱洗除有机污染），保持膜通量稳定；检查膜组件是否破损，及时更换。

消毒系统优化：定期检测紫外灯管强度，每年更换一次灯管；根据出水流量自动调整二氧化氯投加量，确保余氯浓度符合标准（0.2-0.5mg/L）；监测消毒副产物浓度，优化消毒工艺参数。

三、数据异常的应急处理流程（运维实操步骤）

初步判断

：发现数据异常后，首先对比同一时间段其他指标数据（如 COD 与氨氮是否同步异常、DO 与流量是否匹配），同时查看现场设备运行状态（采样是否正常、传感器是否清洁），区分假性 / 真性异常。

假性异常排查

：先清洗传感器并进行单点校准，检查采样管路和采集传输系统，排除设备问题后，数据仍异常则判定为真性异常。

真性异常处理

：立即采集出水口水样进行实验室人工检测，对比在线数据；同时检查进水水质和工艺运行参数，针对性调整工艺；若超标严重，启动应急预案，如启用应急处理设施、限制进水负荷。

记录与上报

：详细记录异常时间、排查过程、处理措施及结果，按要求上报环保监管部门；对于真性超标，分析原因并优化工艺，避免再次发生。

四、预防数据异常的运维管理建议

制定标准化运维手册

：明确采样、校准、清洁、巡检的频次和操作规范，责任到人；建立设备台账，记录传感器、管路、采集仪的更换和维护时间。

建立质控体系

：定期使用标准物质和质控样进行核查，每月开展一次平行样测试，确保数据准确性；参与环保部门组织的能力验证，提升运维水平。

智能化预警

：利用物联网平台设置数据异常预警阈值（如数据跳变超过 20%、浓度超出标准限值），实现异常实时报警，缩短故障排查时间。

