

# 团 体 标 准

T/CUWA XXXXX - 202X

## 城镇排水系统高光谱水质在线监测 技术规程

Technical regulations for online monitoring of hyperspectral water  
quality in urban drainage systems

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国城镇供水排水协会

发布

# 前 言

根据中国城镇供水排水协会《关于印发〈2023 年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划〉的通知》（中水协〔2023〕5 号）的要求，规程编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考国际和国外有关先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：总则、术语和定义、基本规定、监测方案的制定、监测点位的布设、设备选择、安装使用与维护、数据管理与应用。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任，对所涉专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

本规程可能涉及必不可少的专利，编制单位承诺已确保专利权人或者专利申请人同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该标准时实施其专利。

本规程由中国城镇供水排水协会标准化工作委员会归口管理，由天津市中国市政工程华北设计研究总院有限公司和天津中科谱光信息技术有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至天津市中国市政工程华北设计研究总院有限公司（地址：天津市南开区卫津南路星城 33 号楼，邮编：300381）。

**本规程主编单位：**中国市政工程华北设计研究总院有限公司

天津中科谱光信息技术有限公司

**本规程参编单位：**

**本规程主要起草人员：**

**本规程主要审查人员：**

## 目次

1 总则.....	1
2 术语和定义.....	2
3 基本规定.....	4
4 监测方案的制定.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 资料收集.....	7
4.3 编制内容.....	8
4.4 监测指标.....	8
4.5 监测周期及频率.....	9
5 监测点位的布设.....	11
5.1 一般规定.....	11
5.2 点位选择.....	11
6 设备选择、安装使用与维护.....	14
6.1 一般规定.....	14
6.2 技术要求.....	15
6.3 设备类型选择.....	16
6.4 设备安装.....	16
6.5 设备校准.....	16
6.6 设备验收.....	21
6.7 设备维护.....	21
7 数据管理与应用.....	25

7.1 一般规定 .....	25
7.2 数据校验 .....	25
7.3 数据采集、传输与存储 .....	26
7.4 数据管理 .....	28
7.5 数据应用 .....	28
附录 .....	30
附录 A 点位踏勘记录表-厂 .....	30
附录 B 点位踏勘记录表-网 .....	31
附录 C 点位踏勘记录表-河 .....	32
附录 D 点位踏勘记录表-源 .....	33
附录 E 高光谱水质在线监测设备安装记录表 .....	34
附录 F 高光谱水质在线监测设备指标测量技术要求 .....	35
附录 G 高光谱监测设备出厂检定技术要求 .....	36
附录 H 数据校验记录表 .....	39
引用标准名录 .....	40

## 1 总则

**1.0.1** 为加强城镇排水系统高光谱水质在线监测管理,规范监测技术,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于指导城镇排水系统高光谱水质监测工作的开展,为排水系统诊断评估、日常监测管理、预报预警、运维管理、监测设备的选型和部署等工作提供基础数据保障与科学指导。

**1.0.3** 城镇排水系统高光谱水质在线监测除应符合本规程的规定外,还应符合现行国家有关标准的规定。

## 2 术语和定义

### 2.0.1 高光谱水质监测 hyperspectral for water quality monitoring

高光谱水质监测是通过获取被测水体高分辨率、连续的反射光谱，建立水质参数与反射率之间的关系模型，进而实现水质参数反演和计算的一种水质监测技术。

### 2.0.2 监测点 monitoring point

能够取得足够代表性水样的地点。

### 2.0.3 接管井 service manhole

排水户管道接市政排水管道前的最后一座检查井。

### 2.0.4 源头排水户 wastewater discharge

向城市排水管网排放污水的单位或个人。

### 2.0.5 重点排水户 key wastewater discharge

影响水质的排水户或排水量大的排水户称为重点排水户。

### 2.0.6 一般排水户 general wastewater discharge

除重点排水户以外的排水户称为一般排水户。

### 2.0.7 潜入式高光谱水质在线监测 inak hyperspectral water quality online monitoring

通过安装于水下一定深度的高光谱水质在线监测设备对水质进行监测。

### 2.0.8 岸基式高光谱水质在线监测 microstation hyperspectral water quality online monitoring

在岸边安装固定箱体，通过抽排水的方式实现高光谱水质在线监

测设备对水质进行监测。

### **2.0.9 浮标式高光谱水质在线监测 buoy hyperspectral water quality online monitoring**

以浮标为安装载体，利用水下锚的固定，实现高光谱水质在线监测设备对水质进行监测。

### **2.0.10 XSS攻击 cross site scripting attack**

利用网页开发时留下的漏洞，通过注入恶意指令代码到网页，使用户加载并执行攻击者恶意制造的网页程序。

### **2.0.11 CSRF攻击 cross-site request forgery attack**

一种挟制用户在当前已登录的 Web 应用程序上执行非本意的操作的攻击方法。

### **2.0.12 RSA rivest-Shamir-Adleman**

一种用于安全数据传输的密码系统。

### **2.0.13 时序指标分析 time series analysis of indicators**

通过分析水质指标数据在某一时间序列内的变化规律，对发展趋势进行预测。

### **2.0.14 校准 calibration**

在规定条件下，为确定高光谱水质在线监测设备的示值与相对应的由参考标准确定的量值之间关系的一组操作。

### **2.0.15 检定 metrological verification**

通过校验提供证据来确认符合规定的要求。

### 3 基本规定

- 3.0.1** 高光谱水质在线监测设备应能满足快速监测各类水质的要求，其水质直接监测指标包括但不限于浊度、高锰酸盐指数（CODMn）、化学需氧量（COD）、叶绿素（Chla）、色度、总氮（TN）等。
- 3.0.2** 监测点位的布设应遵循系统性、代表性、覆盖性、经济性、可行性的基本原则，监测点位应能充分代表区域水质的整体状况。
- 3.0.3** 高光谱水质在线监测设备的选择应根据水质特征、应用场景和应急处置等要求来综合确定。
- 3.0.4** 城镇排水系统水质在线监测所用高光谱设备应有产品合格证、有效检定（校准）证书。
- 3.0.5** 新购置的、经过大修或长期停用后重新启用的设备，投入检测前应进行检定和校准。
- 3.0.6** 高光谱水质在线监测设备在线监测过程中水质数据应定期进行监测准确度评估。
- 3.0.7** 高光谱水质在线监测设备监测频率与数据传输频率的设定应满足水质变化与数据处置时间的要求。
- 3.0.8** 高光谱水质在线监测数据应具有准确性、连续性和完整性。
- 3.0.9** 高光谱水质在线监测设备的维护频次应根据水体类别、污染源类型、监测点位等合理确定，维护周期不宜低于 月 次。
- 3.0.10** 城镇排水系统水质监测点位应具有保证高光谱正常运行的环境条件。
- 3.0.11** 高光谱设备安装时，应避免对周围构筑物造成损伤，如不慎造



成损伤，应及时进行修复。

## 4 监测方案的制定

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 城镇排水系统高光谱在线监测方案应根据监测区域现状和实际需求制定，并应遵循针对性、持续性和有效性的原则。

**4.1.2** 监测方案应遵循以厂（污水处理厂）-网（市政排水管网）-河（河道及排口）-源（源头排水户）四个层面分别制定。

**4.1.3** 在线监测方案制定时应分别制定厂-网-河-源四个层面的具体监测目标、区域、对象和内容，分别选择合适类型的高光谱设备、设定合适的监测频率，监测频率不宜低于2 h/次和监测周期不宜低于7天。

**4.1.4** 进行厂层面水质监测时，监测方案不得干扰污水处理厂的正常运行，高光谱设备布设数量不低于3台，至少覆盖进水口、厌氧池和出水口。

**4.1.5** 进行网层面水质监测时，应结合排水体制、排水设施分布、排水管网拓扑关系进行监测方案制定。除关键监测点位外，每2公里长度管网中宜至少布设一台高光谱设备。

**4.1.6** 进行河层面水质监测时，应根据历史数据情况、入河排口分布状况、实际需求及河道现状进行监测方案制定。除关键监测点位外，每3公里河道中宜至少布设一台高光谱设备。

**4.1.7** 进行源层面水质监测时，根据污染源类型、实际需求及排水户情况进行监测方案制定，重点排水户接入检查井宜至少布设一台高光谱设备。

**4.1.8** 当监测目标或点位发生重大变化，或监测方案不能满足监测要

求，应根据实际情况及时调整监测方案，具体调整措施如下：

- 1 增补、减少监测设备；
- 2 更换监测点位；
- 3 检修、更新监测设备；
- 4 更改监测频率。

## 4.2 资料收集

**4.2.1** 制定城镇排水系统高光谱水质在线监测方案时，应收集下列基础资料：

1 厂：污水处理厂名称、地址、建成日期、收水范围、设计规模、设计进水指标、主要工艺及运行参数、污水处理厂近三年水质水量报表、处理设施的空间数据、属性数据和运行管理数据等资料。

2 网：排水管网拓扑关系、管网属性、收水范围、管网长度、管网面积等资料。

3 河：河道名称、长度、走向、分布；河道常水位和警戒水位、河道自然条件、水文地质、地形地貌和土地利用类型图（农用地细化种植属性类型、种植方式等信息），排水口位置、数量、材质、形状、大小、排放方式、类别、底部标高等资料。

4 源：监测区域内排水户的名称、类型、地址、接入检查井编号、排水量、排放标准等资料。

**4.2.2** 监测方案制定前应进行监测区域的现场踏勘，核实并补全所收集的资料信息。

### 4.3 编制内容

**4.3.1** 监测方案应包括项目概况、区域自然地理信息、监测布点、高光谱设备选型、设备安装使用维护与校准、数据校验分析与应用、工作组织和实施计划等内容。

**4.3.2** 在线监测方案制定时应分别制定厂-网-河-源四个方面的具体监测目标、区域、对象和内容，分别选择合适类型的高光谱设备、设定合适的监测频率和监测周期。

**4.3.3** 进行厂层面水质监测时，监测方案不得干扰污水处理厂的正常运行。

**4.3.4** 进行网层面水质监测时，应结合排水体制、排水设施分布、排水管网拓扑关系进行监测方案制定。

**4.3.5** 进行河层面水质监测时，应根据历史数据情况、入河排口分布状况、实际需求及河道现状进行监测方案制定。

**4.3.6** 进行源层面水质监测时，根据污染源类型、实际需求及排水户情况进行监测方案制定。

### 4.4 监测指标

**4.4.1** 监测水质指标应满足全面反映水质情况的要求。

**4.4.2** 污水处理厂的水质监测是为了确保污水处理过程的有效性和出水的环境安全，监测指标宜包括但不限于化学需氧量、悬浮物浓度、氨氮、总氮、总磷等。

**4.4.3** 城镇排水管网具有流量变化大、流态复杂、水质恶劣、设备安装环境差等特征，监测指标宜包括但不限于化学需氧量、悬浮物浓度、

氨氮、总氮、总磷等。

**4.4.4** 地表水水质监测是为了评估地表水体的水质状况，保护水资源和生态环境。优于三类水的湖库水宜监测全指标，其他地表水宜包括但不限于化学需氧量、浊度、氨氮、总氮、总磷等指标，可用于评估水体的物理、化学和生物特性。

**4.4.5** 源头排水户的水质监测指标应根据污染源类型、实际需求及排水户情况进行制定。

## 4.5 监测周期及频率

**4.5.1** 水质监测周期的设置应能充分反应水质变化的典型规律。

**4.5.2** 具体监测周期应符合以下要求：

1 污水厂进水、排水管网水质监测时间应不少于 3 个旱天及 1 个雨天。

2 重点排水户的接管井监测时间应不少于一个月，反映无偷排漏排行为。

3 河道断面水质监测时间应不少于一个月且包含至少一个雨天。

**4.5.3** 水质监测频率的设置应根据设备供电条件以及安装条件具体确定。特殊情况发生时，可将采集频率调整为 5min（岸基式设备除外），实现实时响应。

表 4-1 水质检测频率推荐一览表

安装位置	类型	供电方式	监测频率(h/次)
厂	岸基式	市电	0.5
		太阳能	0.5
网	潜入式	蓄电池	0.5-2
河	浮标式	太阳能	0.5-2
	潜入式	蓄电池	0.5-2
		太阳能	0.5-2

	岸基式	太阳能	0.5-2
		市电	0.5-2
源	潜入式	蓄电池	0.5-2
		太阳能	0.5-2
	浮标式	太阳能	0.5-2

## 5 监测点位的布设

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 监测点位的布设应具有代表性，能客观反映污水处理厂进出水、排水管道、河道、排水户水质情况及变化规律。

**5.1.2** 监测点位的布设应具有实用性，与实际需求紧密结合，根据实际情况，科学合理地布设监测点位。

**5.1.3** 监测点位服务范围边界应清晰明确且布设应具有可行性，布设前应及时进行安装环境的勘察，确认其满足监测设备安装条件，如不满足要及时更换监测点位。

**5.1.4** 监测点位的布设应具有经济合理性，应充分考虑施工投入及监测仪器设备使用寿命周期内的成本和运行消耗，在控制监测设备投入和使用成本的同时，确保监测设备正常合理运行。

**5.1.5** 监测点位的布设应形成监测布局图，采用不同的图标，对不同的监测设备进行监测点位的标记，并注明监测点位的坐标。

**5.1.6** 同一目标方案的监测点位布设条件宜保持一致，使监测点位获取的水质数据具有可比性。

**5.1.7** 经论证和勘察后确认的监测点位原则上不能变更，确保监测数据的准确性和系统性。

**5.1.8** 监测点位现场踏勘应根据附录 A、附录 B、附录 C、附录 D，分别填写厂-网-河-源 点位踏勘记录表。

### 5.2 点位选择

**5.2.1** 高光谱水质在线监测点在污水处理厂宜在如下位置布设：

- 1 主干管进污水厂末端检查井；
- 2 工业废水混合上游检查井；
- 3 厌氧池；
- 4 污水处理厂总出水口。

**5.2.2 高光谱水质在线监测点在城镇排水管网中宜在如下位置布设：**

- 1 分流系统中污水主干管及干管末端；
- 2 合流制排水系统或合流制和分流制并存的排水系统中，片区内长期保留的合流制溢流排放口或污水截流井、合流污水泵站；
- 3 疑似有大量外来水进入或水质突变点位的上下游管道。

**5.2.3 高光谱水质在线监测点在河道监测中宜在如下位置布设：**

- 1 有大量废水排入河流的主要居民区、工业区的上游和下游；
- 2 支流与干流汇合处；
- 3 淹没出流排口下游。

**5.2.4 高光谱水质在线监测点在排水户监测中宜在如下位置布设：**

- 1 重点排水户的接管井，如：各类工厂、成规模的养殖场、屠宰场等具有排污性质且排污量较大的排水户；
- 2 住宅类小区一般排水户出口接管井。

**5.2.5 各类型设备点位布设时应符合表 5-2 所示条件。**

表 4-1 各类型设备点位布设条件

	浮标式	岸基式	潜入式
供电条件	太阳能	太阳能、市电	太阳能、市电、蓄电池
通讯条件	有基本的网络信号条件，保证双向数据传输信号稳定。		



人员因素	人员活动频次低、干扰少，尽可能排除人员因素对仪器正常工作造成的影响。		
道路条件	道路通行条件可以确保设备的运输、搬移、装卸等过程通畅、没有阻碍。		
布设条件	布设点位处的垃圾悬浮物不应影响高光谱水质在线监测设备的正常运行，应避免死区、排污口处，且具有安装维护的条件		
水域条件	水流平缓，水深宜 1m 以上，水中漂浮物少	水深宜 0.5m 以上，水中杂物较少	具有一定流速，水深宜 0.5m 以上，水中杂物较少

## 6 设备选择、安装使用与维护

### 6.1 一般规定

- 6.1.1** 高光谱水质在线监测设备应适用于排水系统的各种运行工况，稳定性强，并且安装简单、维护方便。
- 6.1.2** 高光谱水质在线监测设备应满足防水、防潮、防腐、防雷、防爆、防电磁干扰等要求。
- 6.1.3** 高光谱水质在线监测设备宜配备视频监控、定位系统、锁扣等野外工作所需的防盗措施，保障设备安全。
- 6.1.4** 高光谱水质在线监测设备可自动或手动校准，便于维护。
- 6.1.5** 高光谱水质在线监测设备性能指标应经过检测合格后，方可使用。
- 6.1.6** 监测设备进场安装前，应检查其产品合格证明，并查看其包装及外观状况，现场调试确认无误后方可安装。
- 6.1.7** 监测设备安装部署位置应满足基本通信和供电条件。
- 6.1.8** 监测设备安装部署位置应尽可能避开温度高、机械振动大、磁场干扰强、腐蚀性强的环境，宜选择易于安装、校验、巡检与维护的位置，同时兼顾设备安全性、紧固性、数据传输稳定性、仪器维护便捷性等要求。
- 6.1.9** 监测设备安装部署时应充分考虑对排水管网排水能力与管道日常维护的影响，避免造成排水管网中垃圾的堆积。
- 6.1.10** 设备安装前，应根据现场部署情况与设备维护工作内容，设置合理的工作制度、岗位人员、安全措施和应急预案。

**6.1.11** 设备安装应实行作业前工作交底制度。由负责人对作业人员开展工作前交底工作，告知其当天工作内容、工作量、技术难点及要求、安全须知等事项，并签字存档。

**6.1.12** 设备安装后，应根据附录 E，填写设备安装表。

**6.1.13** 设备安装前需向相关部门报备，取得批准后方可安装。

## **6.2 技术要求**

**6.2.1** 高光谱水质在线监测设备应包括光谱采集模块、控制模块和供电模块。

**6.2.2** 光谱采集模块的光源宜采用主动光源，如卤素灯、氙灯；光谱范围宜介于 200 nm ~ 1050 nm 之间，光谱分辨率应优于 10 nm。

**6.2.3** 控制模块中的通讯技术宜采用无线网络通讯方式，如 Wi-Fi、4G、5G 等无线通讯方式来实现设备到平台的无线数据通讯，在易于接入有线网络或无信号覆盖的区域，可采用有线网络方式。

**6.2.4** 高光谱水质在线监测指标应满足附录 F 中的技术参数。

**6.2.5** 高光谱监测设备出厂检定应满足附录 G 中的技术要求。

**6.2.6** 高光谱水质在线监测系统平台应具备光谱数据处理分析与展示功能。

**6.2.7** 高光谱监测设备核心主机防水等级应不低于 IP68。

**6.2.8** 仪器外观应清洁、无脱漆、无锈蚀，不得有毛刺、划痕、裂纹、变形等现象，各部分连接应牢固，紧固件应无松动、缺损等现象，接线、接口处应具有明显的标识。

**6.2.9** 监测系统供电应以自主电源为主，推荐低功耗电源，在一些偏

远或不方便使用交流电的地方，可以使用太阳能供电，太阳能电池板功率、蓄电池容量应确保在最不利日照条件下连续工作不小于 15 天。

**6.2.10** 高光谱水质检测设备管理平台/软件应具有设备管理、数据查看、日志查询、统计分析、数据对比、时序指标分析、预警报警等功能。

**6.2.11** 平台应具备离线、离水、漂移、数据异常或缺失等故障自动判断和报警功能。

### 6.3 设备类型选择

**6.3.1** 检查井、管道中进行水质监测时，宜选用潜入式高光谱水质在线监测设备。

**6.3.2** 在视野宽阔，光线明亮的场所进行水质监测时，宜选用岸基式高光谱水质监测设备。

**6.3.3** 在水面开阔、水流平缓进行水质监测时，宜选用浮标式高光谱水质监测设备。

**6.3.4** 在进行非定点的面域水质监测时，宜选用无人机式或遥感类高光谱水质监测设备。

**6.3.5** 宜根据以下场景类型进行设备选择。

表 6-1 设备类型选择

序号	场景类型	设备类型
1	检查井、管道内	小浮标/潜入式+太阳能/市电
2	排水口、天然河道（水流湍急）	岸基式+太阳能/市电
3	湖库、城市内河道（水流平缓）	浮标+太阳能

### 6.4 设备安装

**6.4.1** 高光谱水质在线监测系统需要安装的设备主要包括高光谱监测

设备和供电设备。

#### 6.4.2 潜入式高光谱水质在线监测设备安装应满足如下要求：

1 监测设备应放置于具备一定流速、水深适宜的水体（水深 0.5 m 以上）中，并提前测试安装位置的无线信号，根据需要在管道口安装外接天线；

2 监测设备安装位置应避开底部沉积物，可根据现场实际情况，定制保护外壳架，防止沉积物淤积导致监测数据异常或设备故障；

3 监测设备宜采用落地式或壁挂式安装，采取必要的防震措施，保证设备安装牢固稳定，同时周围应留有足够空间，方便仪器维护；

4 监测设备连接线束应做有效固定，电缆及管路应加设保护管。

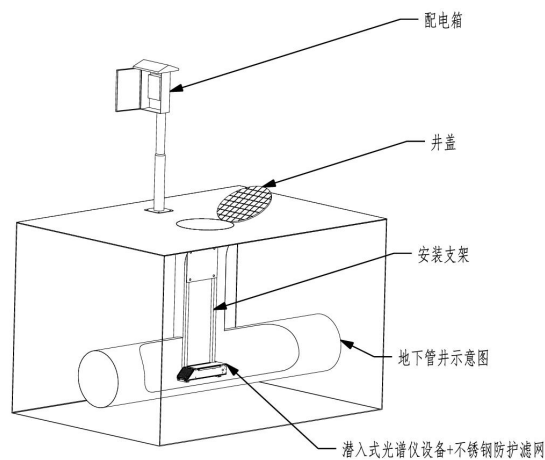


图 1 潜入式高光谱水质在线监测设备安装示意图

#### 6.4.3 岸基式高光谱水质在线监测设备安装应满足如下要求：

1 取样点位应选择水深适宜（水深 0.5 m 以上）、水中杂物较少的位置，保证设备的正常工作；

2 监测设备安装应选择邻近排水口的空旷地，具备 1 m<sup>2</sup> 以上的施工平台。便于设备机柜安装部署；应满足地基牢固、机柜门便于打开观察，便于抽水与排水管路布设、连接，安装高度利于排水等条件；

3 监测设备管道安装时应保证接头处密封完好，管道固定牢固，并采取防冻、防腐等措施，以免对设备抽排水造成影响；

4 监测设备采水管口应同步安装离水探头，避免采集点位无水时，水泵出现无水空转现象，对设备造成损坏而影响使用寿命；

5 供电方式为市电时，有便于接入的市电接入点，为太阳能供电时，太阳能电池板功率、蓄电池容量应确保在最不利日照条件下连续工作不小于 15 天。

表 1 岸基式高光谱水质在线监测设备市电供电安装说明

序号	名称	规格	数量
①	配电箱	不锈钢：400*500*180mm	1
②	电源 1	防水电源：输出 12V10A	1
③	电源 2	防水电源：输出 12V25A	1
④⑤	立杆	不锈钢：直径 100mm,高度 1m	1
⑥	线缆（进）	1.5 平方两芯防水线缆	1
⑦		水质光谱监测微站	1

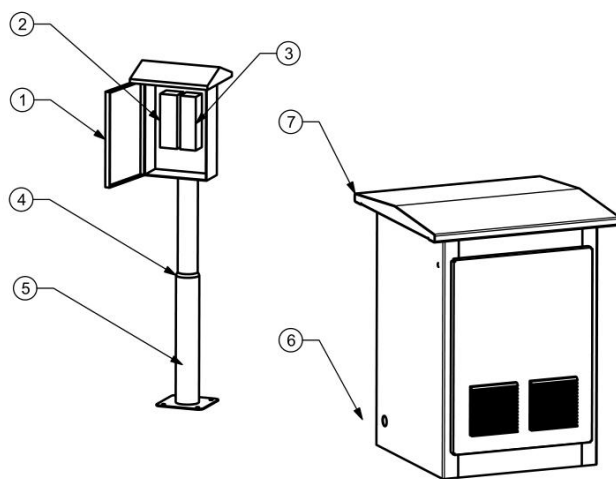


图 2 市电供电安装示意图

表 2 岸基式高光谱水质在线监测设备太阳能供电安装说明

序号	名称	规格	数量
①	避雷针	-	1
②	太阳能板	18V120W (根据环境调节)	2
③	防水箱	外部尺寸: 400*500*180mm	1
④	太阳能控制器	12V30A	1
⑤	锂电池组	100Ah (根据环境调节)	1
⑥	立杆	不锈钢: 直径 150mm, 高 3m	1
⑦	线缆 (进)	1.5 平方两芯防水线缆	1
⑧	水质光谱监测微站		1

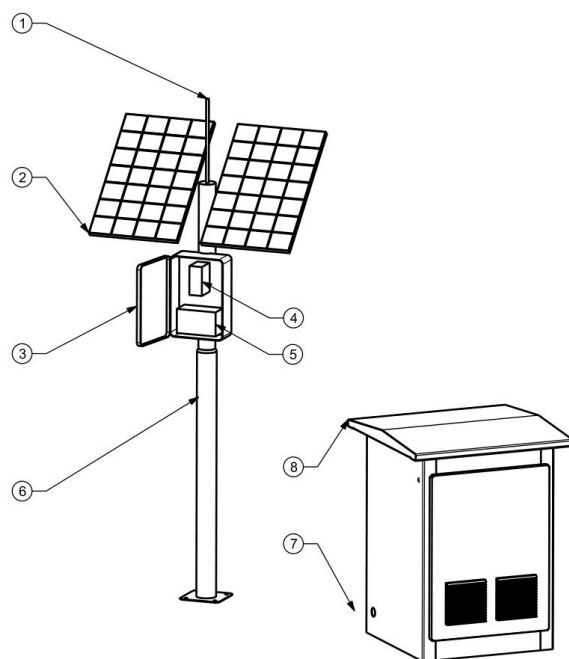


图 3 太阳能供电安装示意图

#### 6.4.4 浮标式高光谱水质在线监测设备安装应满足如下要求：

1 监测点位应选择水深适宜（水深 1 m 以上）、水流平缓的位置，保证设备的正常工作。

2 浮标式高光谱水质在线监测设备应用绳索对设备进行牵引，绳索的抗拉能力不应低于1670 MPa。

3 浮标式高光谱水质在线监测设备应满足定期巡检需求，滤网等入水部件可清洗，太阳能板可擦拭。

4 浮标式高光谱水质在线监测设备应集成定位系统，设置电子围栏，具有出圈漂移报警功能。



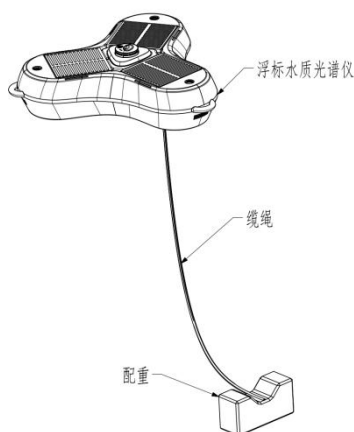


图 4 浮标式高光谱水质在线监测设备安装示意图

## 6.5 设备校准

6.5.1 根据不同场景选择不同的设备，按照设备安装说明进行安装调试。

1 首次校准：系统部署成功后，需要采集现场水样化验做算法校准。水样采集要求如下：在设备完成光谱采集之后，取水点位置跟设备光谱采集或抽水位置相同。首次校准完成后，系统进入试运行期。

2 校准期：设备部署完成后首月为校准期，有条件的情况下，每周校准一次。校准期过后，系统进入正式运维期。

3 运维期：根据实际场景水质状况、结合设备采集方式（与水是否接触）等情况，现场进行设备巡检，根据水质现场情况定期清理相关水箱与滤网，核查中供电装置是否正常工作。维护周期宜不大于 3 个月。每次运维应采集 1~2 组水样化验，用于设备校准。

## 6.6 设备验收

### 6.6.1 验收条件

- 1 监测站建设满足相关标准规范及合同要求；
- 2 高光谱水质在线监测设备及配件按照合同约定供货，外观无损；

3 高光谱水质在线监测设备完成性能测试、比对试验，满足附录 F 和附录 G 中技术要求并提供检测报告；

4 高光谱水质在线监测设备已经进行了调试并试运行 30 天以上，并提供调试与试运行报告；

5 提供高光谱水质在线监测设备的选型、工程设计、施工、安装调试及性能参数、使用操作说明、规程等相关技术资料；

6 编制验收报告。

## 6.6.2 验收内容

### 1 设备验收

1) 到货验收：货物到达安装现场后，业主单位负责接收与保存，依据合同对清单上每台仪器设备，硬件、软件系统等进行清点，按照装箱单核对具体设备、备件出厂型号和数量；如果货物质量或技术规格与合同不符，或货物有明显损坏，按合同约定进行处理。

2) 设备性能验收：针对本规程中6.2规定的技术要求进行测试，测试结果应满足要求。

### 2 数据采集、传输及数据平台验收

1) 安全性，按照相关规范进行加密处理传输，确保数据传输安全性；

2) 稳定性，与数据平台通信稳定，不出现经常连接中断、报文丢失、报文不完整等问题；

3) 正确性，数据平台接收的数据、现场仪器存储数据、现场屏幕显示数据，三者实时数据应完全一致；

4) 数据平台, 正常接收、存储数据, 可查看、分析数据, 预报预警, 远程控制等。

## 6.7 设备维护

6.7.1 监测设备维护工作包括周期性维护、预测性维护、维修等内容。

6.7.2 监测设备维护应有完整的记录。

6.7.3 根据现场部署情况与设备维护工作内容, 设置合理的工作制度、岗位人员、安全措施和应急预案, 应急预案应包含设备在发生离线失联、电量不足、设备漂移、设备损毁等各种意外情况时的处理措施。

6.7.4 设备维护应包括以下内容:

1 运行维护人员每天应通过软件/平台远程查看设备运行状态, 如发现设备或数据有持续异常等情况, 应及时前往站点进行检查。

2 运行维护人员应按运维期要求进行现场巡查, 查看设备所处位置、周边环境有无杂物聚集, 外观是否完好, 同时对设备及周边环境进行清淤处理。

图 5 建议维护周期表

水源状态	建议维护周期
清澈	1 季度/次
一般	2 月/次
浑浊 (含有大量水草或污水排水口)	1 月/次

3 潜入式高光谱水质在线监测设备维护内容包括: 检查设备外观, 清理设备周边杂物; 检查设备电量。

4 岸基式高光谱水质在线监测设备维护内容包括: 采水管路滤网、水箱的异物、附着物的清洁维护; 核查中控系统的控制单元是否按照设置时间正常进水和排水; 供电装置是否保持正常运行状态; 根据水

质现场情况定期清理采水口滤网及排水口滤网。

5 浮标式高光谱水质在线监测设备维护内容包括：检查设备外观，清理设备周边杂物，根据实际需要进行太阳能板和滤网清洗。

6 监测设备由蓄电池供电时，运行维护人员应确定蓄电池电量情况，电池电量应维持在三分之一以上，电量不足时应降低采集频率并及时更换。

7 监测设备发生故障时，运行维护人员应及时联系设备厂家进行维修或替换。

8 监测设备完整维护记录应留档保存，以备查看。

#### **6.7.5 设备故障处理与维修**

1 监测设备在使用中发生故障，应立即停止使用并做好记录。

2 监测设备故障宜在48 h内修复或替换。

3 发现仪器故障前一定时期内监测的水质数据，应安排审查以检查是否发生因仪器失准导致检测结果有误，如确实有误，则应对数据进行标注。

4 设备维修工作宜由使用设备原供应商或厂家进行。

5 对修理后的仪器应重新进行检定/校准，确认合格后方可使用。

## 7 数据管理与应用

### 7.1 一般规定

7.1.1 应统筹利用监测区域城镇排水系统的监测数据，开展系统化数据管理与应用。

7.1.2 监测数据管理应符合及时性、稳定性、安全性的要求。

### 7.2 数据校验

7.2.1 水质数据校验工作应根据运维周期定期开展。

7.2.2 水质数据校验应进行有效数据率验证，仪器无障碍运行时间不应低于 7 日，有效数据率应大于 90%。有效数据率计算如下：

$$\text{有效数据率} = \frac{\text{实际获得有效数据个数}}{\text{应该获得有效数据个数}} \times 100\% \quad ( )$$

7.2.3 水质数据应进行监测准确度评估，应采集不少于 3 组不同时间的监测点位实际水样，采用国家环境监测标准分析方法对水样进行检测；将同一时间的高光谱设备在线监测分析结果和实验室检测结果组成一个测定数据对，计算决定系数  $R^2$ ，即线性回归模型中由自变量  $x$  解释的响应变量  $y$  的变化比例，其结果应在 85% 以上。 $R^2$  的取值范围在 0 到 1 之间，其计算公式为：

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad ( )$$

其中，SSR 是回归平方和 (Sum of Squares of Regression)，表示模型解释的变异；SST 是总平方和 (Total Sum of Squares)，表示总体数据的离散程度；SSE 是误差平方和 (Sum of Squares of Errors)，表示模型未解释的变异。

7.2.4 数据校验后，应根据附录 H，填写数据校验记录表。

7.2.5 对数据校验中发现问题的监测点位应及时进行现场核实和维护。

### 7.3 数据采集、传输与存储

7.3.1 数据采集应包括以下内容：

- 1 监测设备名称、编号；
- 2 安装点位、工作环境条件等数据；
- 3 设备基础资料数据；
- 4 数据采集时间及对应的水质高光谱数据。

7.3.2 数据传输应遵循快速、实时、安全的原则，将现场水质高光谱数据上传至光谱分析软件/平台，并将实时分析的结果加密推送至管理平台。

7.3.3 高光谱水质在线监测设备接口协议要求：

协议类型

：基于 的架构风格，使用 作为资源标识符，支持各种 方法（ 、 、 、 ）。

请求格式

) 方法

：请求数据

：创建新资源

：更新现有资源

：删除资源

) 请求头

: 指明请求体的数据格式 (如 )。

: 用于身份验证。

响应格式

) 状态码

: 请求成功

: 资源创建成功

: 请求参数错误

: 资源未找到

: 服务器错误

) 响应体

为 格式, 包含请求结果或错误信息。

数据格式

身份验证

: 通过请求头传递唯一的 密钥。

错误处理

规范化错误响应格式, 包含错误码和错误描述, 方便客户端处理。

**7.3.4** 设备端宜有数据存储功能, 若由于信号原因, 某个时间点数据未上传成功, 应在信号恢复后自动将未传输成功的数据进行补传。

**7.3.5** 数据存储应实现对数据实时、高效地存储, 满足数据更新和备份要求, 数据存储系统至少满足存储一年数据的要求。

## 7.4 数据管理

- 7.4.1 监测数据计量单位应采用中华人民共和国法定计量单位。
- 7.4.2 监测数据应进行信息编码（或称代码），编码宜符合科学性、唯一性和可扩充性，应遵循凡编码有国家标准、行业标准。当无国标、行业标准时，可自行编码。
- 7.4.3 原始记录不得随意复制、外借。
- 7.4.4 监测数据管理系统应存贮监测的原始数据及相关的背景数据。
- 7.4.5 数据调用应有相应的完整审批流程，逐级审批，以防数据外泄。
- 7.4.6 监测数据应进行备份保存，采用光盘备份形式保存时，应考虑其安全性，建立数据容灾备份机制，定期备份，保障系统应急恢复和数据溯源。
- 7.4.7 数据平台应具备预防木马病毒、预防勒索病毒、重放攻击、越权攻击、XSS 攻击、CSRF 攻击等一系列信息安全网络攻击的功能。
- 7.4.8 数据服务器应具备端口的白名单限制功能，只允许白名单内的地址访问特定端口。数据接口应具备用户鉴权机制，只允许配发专用 key 的客户才可以对接口进行访问。
- 7.4.9 数据平台架构应具备服务网关，在网关内设定权限校验机制、访问控制机制、访问限流机制等。
- 7.4.10 数据传输应使用 RSA 非对称加密算法对数据进行安全性加密。数据存储应使用内网数据库，设置权限等级限制。

## 7.5 数据应用

- 7.5.1 仪器运行状态、监测数据宜具有远程查看功能，如发现数据有



持续异常等情况，应前往站点，对问题进行排查。

**7.5.2** 河道水质监测数据应满足预防污染、水质预警等要求。通过水质在线监测，及时、准确地掌握水质状况和动态变化。为环境保护决策部门及时做出有效水污染防治和管理等提供依据。

**7.5.3** 管道水质监测数据应为判断管道雨污混接、外水入侵、污染物衰减、缺陷等问题，助力污水厂提质增效、污染源管理，指挥部的防洪工作及市政管网建设项目的工程勘察设计等提供数据支持。

**7.5.4** 污水处理是水环境管理体系中的重要环节。高光谱水质光谱仪部署于污水处理厂进水口、厌氧池、出水口位置，可实时掌握水处理流程中的水质情况，为药剂添加、设备运行参数调整等提供依据，为污水处理厂运行工作增产降耗。

## 附录

### 附录A 点位踏勘记录表-厂

点位踏勘记录表-厂

污水处理厂名称					
地址					
联系人		联系方式			
处理工艺					
设计处理能力		实际处理能力			
点位 1	踏勘时间		探勘人		
	位置信息				
	安装 条件	电力			
		流速			
		供排水			
		周边构筑物			
		现场图片			
		其他信息			
	是否符合安装				
点位 2	踏勘时间		探勘人		
	位置信息				
	安装 条件	电力			
		流速			
		供排水			
		周边构筑物			
		现场图片			
		其他信息			
	是否符合安装				

## 附录B 点位踏勘记录表-网

点位踏勘记录表-网

检查井编号		道路名称	
检查井类别	雨水 污水	检查井位置	X:      Y:
井口尺寸		井深	
井体材质		连接管道数量	
管道尺寸		管道尺寸	
液位		流速	
水体状态	<input type="checkbox"/> 无味、 <input type="checkbox"/> 刺激性气、 <input type="checkbox"/> 黑臭、味、 <input type="checkbox"/> 清澈透明、 <input type="checkbox"/> 浑浊半透明、 <input type="checkbox"/> 完全不透明、 <input type="checkbox"/> 浮渣、 <input type="checkbox"/> 淤泥（可多选）		
定位图		周边环境图	
点位细节图			
踏勘人		踏勘日期	

## 附录C 点位踏勘记录表-河

点位踏勘记录表-河

水体名称			
河道长度			
断面 1 名称		断面位置	X:    Y:
断面常水位		断面宽度	
断面流速		断面水体表观	
河道断面定位照片		河道断面照片	
断面周边环境描述	有无排污口，是否死水区、回水区，有无居民区、工业区、作物种植		
断面周边环境照片			
踏勘日期		踏勘人	
断面 1 名称		断面位置	X:    Y:
断面常水位		断面宽度	
断面流速		断面水体表观	
河道断面定位照片		河道断面照片	
断面周边环境描述	有无排污口，是否死水区、回水区，有无居民区、工业区、作物种植		
断面周边环境照片			
踏勘日期		踏勘人	

## 附录D 点位踏勘记录表-源

点位踏勘记录表-源

排水户名称		排水户编号	
排水户类型		排放量	
排水户位置			
排放水体特征		接入检查井编号	
检查井类别	雨水 污水	检查井位置	X:    Y:
井口尺寸		井深	
井体材质		连接管道数量	
管道尺寸		管道尺寸	
液位		流速	
排水户定位图		排水户周边环境图	
检查井定位图		检查井环境图	
踏勘人		踏勘日期	

## 附录E 高光谱水质在线监测设备安装记录表

高光谱水质在线监测设备安装记录表

项目名称			
点位信息	点位类别	<input type="checkbox"/> 厂、 <input type="checkbox"/> 网、 <input type="checkbox"/> 河、 <input type="checkbox"/> 源	
	点位编号		坐标 X:    Y:
	位置信息		
	定位图		
	现场环境图		
检测水体状态	<input type="checkbox"/> 无味、 <input type="checkbox"/> 刺激性气味、 <input type="checkbox"/> 黑臭、 <input type="checkbox"/> 清澈透明、 <input type="checkbox"/> 浑浊半透明、 <input type="checkbox"/> 完全不透明、 <input type="checkbox"/> 浮渣、 <input type="checkbox"/> 大流量、 <input type="checkbox"/> 小流量（可多选）		
设备信息	设备编号		设备型号
	供电方式	<input type="checkbox"/> 市电、 <input type="checkbox"/> 太阳能、 <input type="checkbox"/> 蓄电池	
	检测指标		
安装信息	安装人		联系方式
	维护负责人		联系方式
	设备负责人		联系方式
	安装日期		
	设备安装图		

## 附录F 高光谱水质在线监测设备指标测量技术要求

高光谱水质在线监测设备指标测量技术要求

监测指标	监测方法	监测范围	校准数据误差限值
COD	直接测量	(10-200) mg/L	20%
BOD	间接测量	(10-200) mg/L	20%
氨氮	直接测量	(1-5) mg/L	0.4mg/L (浓度 < 2) 或 20% (浓度 ≥ 2)
总氮	直接测量	(1-15) mg/L	0.4mg/L (浓度 < 2) 或 20% (浓度 ≥ 2)
总磷	直接测量	(0.1-1) mg/L	0.1mg/L (浓度 < 0.4) 或 30% (浓度 ≥ 0.4)
悬浮物	直接测量	(10-200) 或 (100-4000) mg/L	20%
浊度	直接测量	(10-100) 或 (80-1000) NTU	20%
色度	直接测量	1-21	20%
叶绿素 a	直接测量	(0-500) g/L	20%
高锰酸盐指数	直接测量	(1-30) mg/L	20%

说明：高光谱法监测范围可调整，本表为一般情况下的建议范围。

## 附录G 高光谱监测设备出厂检定技术要求

### 高光谱监测设备出厂检定一般技术要求

序号	项目	指标
1	光谱重复性误差	≤3%
2	电源电压波动时仪器稳定	≤3%
3	工作温度变化时仪器稳定	≤5%
4	最短测量周期	≤120s

### 光谱重复性

反射法光谱重复性：将设备置于暗室或遮光环境下，对准波段范围覆盖 中光谱范围的标准反射板，进行连续多次测量（ 次），记录各波段的响应值。

透射法光谱重复性：将设备置于暗室或遮光环境下，探头浸入重蒸馏水中进行连续多次测量（ 次），记录各波段响应值的平均值。

以多次测定值的相对标准偏差（ ）作为仪器的重复性评判指标：

$$RSD_j = \frac{1}{x} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (1)$$

$$RSD = \frac{\sum_{j=1}^m RSD_j}{m} \quad (2)$$

式中：  $RSD_j$  第 个波段的相对标准偏差；

第 次测量的反射率 透射率测定值；

$\bar{x}$  次测定值的算数平均值；

测量次数， ；

$RSD$  系统的相对标准偏差；

系统的波段数。



## 电源电压波动时仪器稳定性

将设备对准标准反射板或浸入重蒸馏水，首先，在设定的标准电压下读取显示值；然后，将电源电压调整至高于或低于标准电压，并分别读取这两种情况下的显示值。将设备规定电压下 次测定值的平均值设为，将高于或低于规定电压 时的 次测定值平均值设为，分别计算 相对于 的相对误差：

$$\Delta F_j = \frac{|F_i - F_s|}{F_s} \times 100\%$$

$$\Delta F = \frac{\sum_{j=1}^m \Delta F_j}{m}$$

式中： $\Delta F_j$  第 个波段的电源电压波动影响，；  
高于或低于规定电压 的电源电压时反射率透射率 次测定值的平均值；  
规定电压下的 次测定值的平均值；  
 $\Delta F$  系统的电源电压波动影响，；  
系统的波段数。

## 工作温度变化时仪器稳定性

指仪器在暗室或遮光环境下，测量不同环境温度下的同一反射板或重蒸馏水，其测定值与 下的测定值之间的偏差。将设备以 条件下 个测定值的平均值设为，分别计算 和 条件下 次测定值的平均值 相对于 的相对误差。

$$\Delta T_j = \frac{|C_i - C_s|}{C_s} \times 100\%$$

$$\Delta T = \frac{\sum_{j=1}^m \Delta T_j}{m}$$

式中： $\Delta T_j$  第 个波段的环境温度影响，；

或者 时 次测定值的反射率 透射率平均值；

条件下 次测定值的平均值；

$\Delta T$  系统的环境温度影响， ；

系统的波段数。

### 最短测量周期

模拟系统实际使用场景，将仪器对准实际水样，将控制系统调整为手动模式，点击手动采集同时开始计时，返回测量结果后结束计时，分别进行多次（ 次）测定，按照公式（ ）计算系统最短测量周期 。

$$CT_{\min} = \text{Min}(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad ( )$$

式中： 最短测量周期， ；

各次计时时长， ；

测量次数， 。

$$E = \frac{x}{y} \times 100\% \quad ( )$$

式中： 运行时间， ；

实际数据推送量；

理论数据量。

## 附录H 数据校验记录表

数据校验记录表

项目名称				
点位名称			仪器名称	
仪器安装时间			仪器校准时间	
本次数据校验记录				
采样时间 1			采样人	
校验指标	检测结果		仪器检测数据	校验误差
指标 1				
指标 2				
指标 3				
指标 4				
采样时间 2			采样人	
校验指标	检测结果		仪器检测数据	校验误差
指标 1				
指标 2				
指标 3				
指标 4				
采样时间 3			采样人	
校验指标	检测结果		仪器检测数据	校验误差
指标 1				
指标 2				
指标 3				6
指标 4				
校验结论： <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">                     校验人： 日期：                 </div>				
下次校验时间				

## 引用标准名录

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本规程必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

《地表水环境质量标准》 GB 3838

《供配电系统设计规范》 GB 50052

《地下水质量标准》 GB/T 14848

《分析仪器环境试验方法》 GB/T 11606

《标牌》 GB/T 13306

《工业产品保证文件 总则》 GB/T 14436

《实验室仪器及设备安全规范 仪用电源》 GB/T 32705

《城市排水防涝设施数据采集与维护技术规范》 GB/T 51187

《城镇污水水质标准检验方法》 CJ/T 51

《水环境监测规范》 SL 219

《水资源实时监控建设技术导则》 SL/Z 349

《地下水环境监测技术规范》 HJ/T 164

《城镇排水水质水量在线监测系统技术要求》 CJ/T 252

《环境监测分析方法标准制订技术导则》 HJ 168

《污染源在线自动监控（监测）系统数据传输标准》 HJ/T 212

《光谱法水质在线监测系统技术导则》 T/CWEC 13

《紫外（UV）吸收水质自动在线监测仪技术要求》 HJT 191

《计量检测设备的质量保证要求》 ISO10012—1

《校准和检验实验室技术能力的通用要求》 ISO/IEC 17025:2005