



中国城镇供水排水协会

标准宣贯系列

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》

T/CUWA40054-2022

主编单位：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

主讲人：王礼兵

2022年12月



01

编制背景与意义

02

框架及关键技术

03

主要章节内容

04

实际应用案例与展望



01

编制背景与意义



01 编制背景与意义

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

一. 任务来源

本标准编制任务来源于《关于印发〈2022年中国城镇供水排水协会团体标准指定计划〉的通知》（中水协[2021]9号）

中国城镇供水排水协会

中水协（2021）9号

关于印发《2021年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划》的通知

各有关单位：

依据《中国城镇供水排水协会团体标准管理办法》和《中国城镇供水排水协会标准化工作委员会章程》，经中国城镇供水排水协会（以下简称“中国水协”）标准化工作委员会组织查审，并在中国水协网站公示后，将 26 项标准项目列入编制计划，其中一档项目 12 项，应在 2021 年 12 月 31 日前完成标准报批工作；二档项目 14 项，经进一步研究、条件成熟后转为一档项目，原则上，二档项目应在 2021 年 12 月 31 日前达到升档的要求。

现将《2021 年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划》印发你们。请各单位按《中国城镇供水排水协会团体标准管理办法》要求抓紧开展工作。

各主编单位应尽快完成标准编制工作大纲，主要内容包
括：标准的主要章节设置与内容、需要调查研究的主要问题，

2021年中国水协团体标准制订计划

序号	项目类别	标准名称	主编单位	参编单位
1	一档	城镇供水管网模型构建技术规程	东华大学、哈尔滨工业大学	同济大学、上海三高计算机中信股份有限公司、城市水资源开发利用（南方）国家工程研究中心、上海市税务规划设计研究院、北京自来水集团有限责任公司、天津水务集团、上海城投水务（集团）有限公司、深圳水务（集团）有限公司、上海市政府、佛山水业集团、杭州水务集团、上海市自来水奉贤有限公司
2	一档	二次加压与调蓄供水系统运行监控平台技术规程	天津市华源供水工程技术有限公司、中国建筑设计研究院有限公司	亚大建设科技信息研究院有限公司、天津城建大学
3	一档	纳滤饮用水阻垢剂阻垢性能试验方法	同济大学	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、上海璟翼环保科技有限公司、上海水业设计工程有限公司
4	一档	城镇供水用海水淡化系统水质管理及监测技术规程	山东省城市给排水水质监测中心、中国市政工程华北设计研究总院有限公司	中国城市建设研究院山东分院、火箭军工程大学、青岛市水务集团、山东省水利科学研究院、桂林理工大学、山东建筑大学、北京碧水源科技股份有限公司、威海市水务集团
5	一档	供水系统用户可靠性评价规程	上海城投水务（集团）有限公司	北京首创股份有限公司、深圳水务（集团）有限公司、上海市资源开发利用国家工程中心有限公司、上海浦东威立雅自来水有限公司、厦门水务集团有限公司、武汉市水务集团有限公司、常州通用自来水有限公司、宁波市自来水有限公司、北京市自来水集团有限责任公司、北控水务（中国）投资有限公司、天津水务集团有限公司
6	一档	排水工程管道回填自密实技术应用规程	上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司、北京市政工程设计研究总院有限公司	上海市排水处、常州市排水管理处、嘉兴市规划设计研究院有限公司、鼎蓝水务集团股份有限公司、上海善胜建筑材料有限公司、上海万朗水务科技集团有限公司、上海绍伊环境技术有限公司
7	一档	臭氧水处理工程技术规程	大通建设有限公司、清华大学	中国市政工程中南设计研究总院有限公司、苏伊士水务技术（上海）有限公司、青岛国林实业有限责任公司、青岛思普润水处理股份有限公司、韩国Michigan环境技术公司、北京第三方环境工程有限公司、塞莱默（中国）有限公司、山东和创智云环保装备有限公司、施化空气（中国）投资有限公司
8	一档	城镇污水移动床生物膜反应器处理技术规程	中国市政工程中南设计研究总院有限公司	浦华环保有限公司、清华大学、东莞市水务集团有限公司
9	一档	城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司	杭州蚁联传感科技有限公司、长江生态环保集团有限公司、浙江省水利河口研究院、浙江大学、杭州环湖检测技术有限公司
10	一档	城镇排水防涝系统化方案编制技术标准	中规院（北京）规划设计有限公司	中国市政工程华北设计研究总院有限公司、上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、深圳市城市规划设计研究院有限公司



01 编制背景与意义

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

二. 政策背景

- **2019年**三部委发布《城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019-2021年)》
消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，基本消除黑臭水体，城市生活污水集中收集效能显著提高。
- **2020年**发改委、住建部发布《城镇生活污水处理设施补短板强弱项实施方案》
到2023年，县级及以上城市设施能力基本满足生活污水处理需求。生活污水收集效能明显提升，城市市政雨污管网混错接改造更新取得显著成效。
- **2020年底**《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》
全国所有县城和重点镇具备污水收集处理能力，县城、城市污水处理率分别达到85%、95%左右。
- **2021年**中共中央国务院《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》
深入打好碧水保卫战；持续打好城市黑臭水体治理攻坚战。开展片区管网系统化整治。
- **2022年**四部委发布《深入打好城市黑臭水体治理攻坚战实施方案》
治理范围进一步扩大到县级城市；黑臭水体和流域水环境协同治理。减少雨季污染物入河湖量。

说明：4个转变：运动战转变攻坚战持久战，治黑臭水体到流域水环境协同治理，治污水转变为雨污水同治，问题关注点转向更纵深更聚焦。



01 编制背景与意义

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

城镇排水系统建设重要工作：

- **(1) 强化城镇污水处理厂弱项。** 积极推进建制镇污水处理设施建设。
- **(2) 补齐城镇污水收集管网短板。** 结合老旧小区和市政道路改造，推动支线管网和出户管的连接建设，补上“毛细血管”，实施混接错接、漏接、老旧破损管网更新修复，提升污水收集效能。
- **(3) 推动信息系统建设。** 利用大数据、物联网、云计算等技术手段，逐步实现远程监控、信息采集、系统智能调度、事故智慧预警等功能，为设施运行维护管理、污染防治提供辅助决策。

说明：一线的、有效的、系统的大量数据是辅助决策依据！

三. 需求与目的

➤ (1) 摸清本底情况。

在管网诊断、效能评估及系统性分析中，利用关键节点的动态液位数据进行统计分析，可直观获取监测点上下游管线的过载、溢流、异常水入渗、淤积等信息，并可进行量化评价。

➤ (2) 提高整治效率，降低成本。

厂网“提质增效”行动正在全面开展，管网的检测是核心内容之一，而我国存量管网数量庞大，全面的进行排查不仅监测成本高、工作量大，而且综合效益低；通过管道液位数据的监测聚焦分析管网缺陷问题严重的区域，可为排查、检测、修复及改造提供参考，提高治理效率的同时，降低综合成本。

01 编制背景与意义

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

三. 需求与目的

➤ (3) 规范监测，提高数据质量

由于管道的隐蔽性、有限空间作业的限制性以及监测技术的局限性，导致管道液位监测数据的质量问题，不仅绝对参考性差，相对参考性也有很大误差；有必要通过规范设备选择、设备安装及设备维护来提高水位监测数据的有效性。

➤ (4) 建立数据基础，支撑智慧水务

管道液位是排水管网的重要指标之一，实施液位监测可为**地下管网信息化**管理、风险防控、智慧水务建设提供数据基础，保障城市“血脉畅通”、安全运作。

说明：

- 1) 覆盖**排查、设计、建设、运维全过程**的需求，更需要**操作层面的具体指导和持续创新**。希望有提供**全过程、全产业链的服务**。
- 2) 具体操作层面非常**关注**管道流量液位数据获取过程中**基础资料收集分析**、**点位选取**、**设备选型**、**设备安装**、**数据传输**、**设备维护**、**安全作业**等过程进行规范化指导，有利于保障数据的**真实性、有效性和可利用性**，同时在**安全作业**也是重大关注，编制本规程共同推动行业持续向好。



02

框架及关键技术



02 框架及关键技术

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

一. 标准编制过程



其他工作开展情况：

- 工程调研：** 长江大保护项目群、粤港澳大湾区、长三角地区、珠三角地区、华中地区（郑州）、东北地区（长春）
- 设备厂家技术交流：** 博铭维、上海三高、浙江和达、北京清环、德国NIVUS、德国西门子、美国哈希
- 设立研发课题：** 《城镇排水管网系统提质增效检测技术、设备与管控系统研究》
《高地下水位地区典型难检测污水管道的检测与修复技术研究》
《城镇排水系统健康评价、诊断及智能识别技术研究》

02 框架及关键技术

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

二. 标准重点内容及其成熟度

本标准编制团队成员包括**设计院、领军企业、高校、生产商及运行单位**，具有广泛的行业代表性、可实施性、先进性和地域代表性，具备管网流量液位在线监测相关项目的设计、建设及运营经验。

- 华东院在管网排查、检测及修复中投入了大量的研发成本，从**省级重点**研发计划项目到**院自主立项**科研项目共计10余项，累计研发经费超过2000万，为相关标准的制定提供了理论支撑和**技术保障**；
- 参编单位中，**长江生态环保集团**作为长江大保护的**领军企业**，以提出的163字治水方针为指导，在长江中下游沿线及流域范围内主导实施了多项涉及以管网排查、检测、修复为主的水环境治理项目，**拥有非常丰富的工程经验和基础数据**；
- 另外，**杭州蚁联传感科技有限公司、杭州环溯检测技术有限公司、上海铂尔怡环境技术股份有限公司、杭州青泓科技有限公司**作为设备开发和设备校准检测及销售企业，其他参与单位还包括**中国电建集团上海能源装备有限公司、浙江和达科技股份有限公司、江苏长三角智慧水务研究院**，**对监测设备性能和应用有大量的案例**，充分的掌握现有技术应用的优势和限制，规范了本规程中设备选型、数据获取等相关内容；
- **浙江省水利河口研究院和浙江大学**作为研究性事业单位，**在数据传输、数据储存、数据应用、智能化传感方面具有优势**，保障了规程中数据管理内容的科学性和先进性。



02 框架及关键技术

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

二. 标准重点内容及其成熟度

- 本规程系统性的提出了排水管网流量和液位在线监测技术规程，**是已有标准规范规程在细分领域的深化，是实际操作层面的流程化指导。**
- 编制组对管网流量和液位的在线监测进行了较为全面的分析和整理，查阅了大量国内外相关文献，开展了实际运行工程调研、评估评价工作，完成相关内容的编制。同时，主编及各参编单位有较丰富的管网在线监测工程实际经验，可较好把控管网流量和液位在线监测现有的应用状况及发展前景，也为本标准的高标准编制夯实了基础。
- 排水管网的运行环境和边界条件复杂点多面广，**在实践中持续提升持续创新。**

02 框架及关键技术

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

三. 关键技术体系

基于排水管网入流入渗计算、管网雨污分流状况评估、雨水及合流溢流排放分析、管道堵塞、破损定位与评估、污水处理设施冲击预警预测、偷排漏排监管的各种场景需求，管网流量和液位是关键手段。本规程用于管网流量和液位监测工作的全过程指导，**关键技术体系包括：**监测方案制定、监测设备选型、检测设备安装与维护，数据采集与应用。

1. 监测方案制定

- 管网系统分区
- 关键点位置识别与选择
- 不同监测需求的监测点位选择

3. 监测设备安装与维护

- 不同情景下的设备安装规范要求
- 设备调试验收规范要求
- 设备运行维护规范要求

2. 监测设备选型

- 不同情景下的设备选择
- 满足监测需求的精度要求
- 保障正常运行的可靠性要求

4. 数据采集与应用

- 数据采集传输与存储要求
- 数据应用要求
- 数据安全要求



03

主要章节内容



本规程共分7章，主要技术内容包括：**1.总则、2.术语、3.监测方案制定、4.监测设备选型、5.监测设备安装与维护、6.数据采集与应用、7.安全管理与操作。**

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》





第1章 总则

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

- **编制目的** 为规范城镇排水管网**流量和液位在线监测**的技术要求，制定本规程。
- **适用范围** 本规程适用于**城镇排水管网流量和液位在线监测**的方案设计、设备选型、设备安装与维护、数据采集与应用。
- **原则** 城镇排水管网流量和液位在线监测，除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

第2章 术语



在线监测

通过在排水管网内安装监测设备，实时、连续地对流量和液位指标进行测定以及数据传输。

监测点位

对排水管网通过综合分析，确定需要安装在线监测设备的点位。

监测区域

所需监测排水管网对应的服务范围或者覆盖区域。

速度面积法

利用断面平均流速和断面截面积的乘积获得排水管网断面流量的方法。

物联网平台

集成了设备管理、数据安全通信和消息订阅等功能的一体化平台。向下支持海量设备连接与数据接入；向上提供数据共享与订阅、终端设备管理及设备远程控制等相关服务。

第3章 监测方案设计

3.1 一般规定

条文

3.1.1 监测方案应**明确监测目的、监测区域、监测对象、监测内容、监测频次**等内容。

3.1.2 监测区域应根据监测目的及地区发展现状和实际需求，结合排水体制、排水设施分布、排水管网系统拓扑关系进行**合理分区**。

3.1.3 排水管网流量和液位在线监测应根据监测目的和需求不同，选用**长期固定监测、临时监测**两种方式之一开展监测。

3.1.4 监测点位的布置应在分析已收集资料基础上展开，并应符合下列布置原则：

- 1 监测点位的布置应与**监测目的**相匹配；
- 2 监测点位的布置应能反映管网运行的**系统特征和管网运行状况**；
- 3 监测点位的布置应**避免**因排水管道条件或其他环境因素对监测数据产生的影响；
- 4 情况较复杂的管网，**宜结合监测目的**对监测点位进行加密布置。

第3章 监测方案设计

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

3.2 监测方案内容

条文

3.2.1 监测方案内容应包括项目概况、现状分析、技术选择、**监测布点、设备选型、设备安装与维护**，并应符合下列规定：

- 1 监测方案制定的背景，应包括社会背景、自然背景及**监测目的**；
- 2 应对监测区域内排水体制、排水设施、溢流点分布、截流井分布、易涝点分布等现状进行**分析**，明确问题和需求，制定整体方案；
- 3 应在分析监测区域本身的特性和需求基础上，遵循科学可靠、稳定适用、适度先进的原则下，制定监测方案的技术路线；
- 4 应遵循目的性、覆盖性、经济性、可行性的基本原则，形成**监测布局图**，宜对不同类型的监测设备和不同的监测对象进行监测点位的标记，能够直观展示监测点位的**数量和分布情况**；
- 5 应根据监测原理要求，推荐合适、稳定、可靠的监测设备；
- 6 应根据不同环境条件和设备类型，推荐安装和维护的基本方法。

3.2.2 监测方案内容宜包括设备调试及验收、数据采集与应用、投资预算、工作组织和实施计划等内容。

说明：系统理念、技术分析、现场分布、动态调整

第3章 监测方案设计

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

3.3 资料收集

条文

- 3.3.1 应收集**排水管网基本情况**，包括：排水管渠、检查井、雨水管渠排放口、截流系统溢流出口、排水泵站及调蓄池等设施的空间位置、属性等基础资料。
- 3.3.2 应收集区域内**排水系统规划、治理方案、设计文档**以及相关工程竣工、普查等技术资料。
- 3.3.3 应收集易涝点分布及积水范围的**调研数据、监测数据**。
- 3.3.4 应收集区域内**基础地理信息资料**，宜包括：地质、地形地貌和土地利用图等资料。
- 3.3.5 应收集监测区域内**河流水系资料**以及**水文、气象**等数据。
- 3.3.6 应收集监测区域内**信息化建设基础资料**，包括现有的排水管网在线监测设备和监测数据。

说明：全要素分析，内业和外业结合

第3章 监测方案设计

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

3.4 监测点位布设

条文

3.4.1 下列部位宜布置**流量**监测点位：

- 1 分流系统中**污水干管接入主干管的管道、主干管交汇检查井的上游井或上游管道**宜布置流量监测点位；
- 2 合流制排水系统或合流制和分流制并存的排水系统中长期保留的**合流制溢流排放口或污水截流井、合流污水泵站**宜布置流量监测点位；
- 3 **在疑似有大量外来水**进入或水质突变的管道区段、上游及下游宜布置流量监测点位；
- 4 **排污量较大的重点排水户**接市政管井宜布置流量监测点位；
- 5 **大型住宅区**接市政管井宜布置流量监测点位。

说明：

对于**部分已经建立了排水管网流量和液位在线监测系统的区域**，**新制定或者优化的监测方案不应与原有的监测方案产生冲突**，因在充分掌握监测现状的基础上，新增或优化监测点位，以满足**新的需求**。

监测点位的选择是根据资料分析和监测目的而定，布设的**监测点位要能与需求相匹配**，如：在排污量较大的重点排水户接市政管处布置流量监测点位是为了掌握排水用户的排水情况和排水特征；在大型住宅区接市政管井布置流量监测点位是为了解小区内排水系统雨污混接情况和管网运行情况。

第3章 监测方案设计

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

3.4 监测点位布设

条文

3.4.2 下列部位宜布置**液位**监测点位：

- 1 沿河敷设的管道和水体中宜布置液位监测点位；
- 2 沿河雨水排口和对应的河道宜布置液位监测点位；
- 3 低洼地区、下穿立交等**易积水和易冒溢区域**的检查井宜布置液位监测点位；
- 4 在**冒溢风险较高**的分流制污水管网节点和合流制管网节点宜布置液位监测点位。

3.4.3 监测点位出现下列情况时，宜对点位进行调整：

- 1 排水系统**规划变更**；
- 2 排水系统**体制变更**；
- 3 区域用地**性质变更**；
- 4 市政**管网改造**，造成现有监测点位不符合布设要求；
- 5 监测结果表明现有的监测点位**无法满足**管网评价或其他需求的要求；
- 6 不利于日常运维、信号传输困难及其他**不利于开展监测工作**的情况。



3.5 监测点位踏勘

条文

3.5.1 监测点位踏勘内容应包括周边环境踏勘、基础信息踏勘、检查井信息踏勘、管道信息踏勘、水流信息记录。

3.5.2 对于不宜公开事项，应做好**保密工作**。

3.5.3 踏勘任务结束后，作业人员应尽快整理踏勘记录，并形成踏勘报告。踏勘报告应包括监测项目概况、监测点位现状、安装条件、问题与建议等内容。

说明：

- 1、周边环境踏勘应包括监测区域内的地物、地貌、交通状况等环境条件，附近的土地使用类型及排水户类型；
- 2、基础信息踏勘应包括点位名称、所在地址、点位经度、点位纬度等；
- 3、检查井踏勘应包括检查井盖的编号、检查井高程、井盖情况、管口位置、积水深度、带压情况、井壁情况、井内信号值等；
- 4、排水管道信息踏勘应包括管渠尺寸、管道材质、管底高程、井深、埋深、淤积、缺陷情况等；
- 5、水流信息记录应包括水流方向、水流流速、管内油脂情况等；



第4章 监测设备选型

4.1 一般规定

条文

- 4.1.1 监测设备应适用于排水管网的运行工况，并应安装简单、维护方便、稳定性与可靠性强。
- 4.1.2 监测设备应满足**防水、防腐、防电磁干扰、防爆**要求。

说明：

监测设备安装在排水管网中，长期处于潮湿环境，存在被水淹没的情况，且排水管网中还存在多种腐蚀性和危险性物质，如：**硫化氢、甲烷等**，为保障监测设备长期稳定运行，监测设备应具备防水能力、防腐能力和防爆能力。另外，排水管网空间狭小，为避免**多种智能设备同时工作时相互干扰**，监测设备应具有抗电磁干扰能力。



第4章 监测设备选型

4.1 一般规定

条文

4.1.3 监测设备应有数据采集、存储、传输功能，并可设置采集及数据传输频率。

4.1.4 **监测设备应有数据采集暂停功能。**

4.1.5 除本规程规定的监测设备外，在满足监测环境条件、设备技术性能要求的情况下，也可采用其他类型监测方法和设备进行管网流量和液位监测。

4.1.6 监测设备宜预留水质分析仪器的接口。

说明：

4.1.4 对监测设备进行维护时会干扰传感器的正常工作，可能形成部分无效数据，这部分无效数据会对后期的数据分析带来干扰，因此设备应具有数据采集暂停功能，避免在设备维护时形成异常数据。

第4章 监测设备选型

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

4.1 一般规定

条文

4.1.7 监测设备应采用防爆型监测设备，防爆等级宜为**本质安全型**。

4.1.8 监测设备的防护等级应符合现行国家标准《外壳防护等级（IP代码）》GB/T 4208的有关规定。可能会被水淹没的监测设备的防护等级应为**IP68**，室外安装的监测设备，防护等级不应低于**IP65**。

4.1.9 监测设备应使用耐腐蚀的材料，同时具备耐酸耐碱耐离子腐蚀能力，且需通过盐雾测试。测试方法及要求应符合现行国家标准《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》GB/T 10125的有关规定。试验时间不宜少于24h，**试验后监测设备表面不应出现锈蚀**。

4.1.10 监测设备**材料中限用物质的**最大允许含量应符合现行国家标准《电子电气产品中限用物质的限量要求》GB/T 26572的有关规定。

4.1.11 液位和流速监测传感器宜使用抗污阻垢材料或者涂层，或传感器具有自**清洁**功能。

说明：监测设备需防爆、防腐、防水；设备所选材料需环保，抗污防垢能力要强。

第4章 监测设备选型

4.1 一般规定

条文

4.1.12 监测设备应具备数据采集、数据储存、数据传输和校准功能。监测时间间隔应小于或等于5min；采集周期和上传频次可根据实际情况进行调整，**宜在整分钟时间点进行数据采集。**

4.1.13 监测设备通信宜通过无线网络进行。

4.1.14 监测设备供电系统应安全可靠；宜选择电池供电，当电池电量低于阈值时，应能自动上报提示信息。

说明：

多监测点**整分钟同时**采集数据，保障了数据的**同时性**，有利于采集数据的后期分析工作。



第4章 监测设备选型

4.1 一般规定

条文

4.1.15 监测设备应具备数据预警功能；可设置预警阈值，当超过阈值时，应能自动产生、上发报警信息。

4.1.16 监测设备应具备**数据离线存储功能**。当监测设备不能和服务器进行数据通信时，监测数据应在设备中被保存，存储数量不宜少于10万条；当通讯恢复后，应补传离线数据。

说明：

当监测设备在使用过程出现**通信中断时，应能保存**监测数据，且保存时间越长越有利于数据使用与溯源。考虑到设备成本、技术因素和使用需求，建议数据保存周期不少于6个月。以每5min采集一次监测数据为例，6个月的数据存储周期数据条数约为10万条。

4.2 液位监测设备

条文

4.2.1 排水管网液位监测方法分为**接触式监测**和**非接触式监测**。

4.2.2 应根据现场情况选择合适的液位监测设备，减小污水中其他物质对传感器的影响；也可**组合使用不同监测方法，从而避免出现测量盲区**。

说明：

- 1、接触式**监测是指监测设备工作时需与被监测介质相接触的监测方法。具有**测量盲区小或者无盲区**的优势。
- 2、非接触式**监测是指监测设备工作时无需与被监测介质相接触，通过相关感应原理获取数据的监测方法。该类设备能有效避免淤泥和水中杂质对传感器的堵塞、干扰和腐蚀破坏，**测量可靠性高，后期维护工作量小**。非接触式液位监测方法**存在测量盲区**。
- 3、由于非接触式监测设备后期运营维护方便，稳定性较高，在液位监测时建议多选用非接触式设备。另外，由于非接触式液位监测设备存在测量盲区，为实现全范围测量，可与接触式设备**联用，使用接触式液位监测法在盲区内进行补充测量**。

4.2 液位监测设备

条文

4.2.3 液位监测设备的技术指标，应符合下列规定：

- 1 液位监测设备的量程应为1m、3m、5m、7m、10m、15m等；
- 2 液位监测设备的分辨率应为1mm；
- 3 液位监测设备的最大允许误差应为 $\pm 1\%FS$ ，测量回差应小于或等于 $0.5\%FS$ 。

说明：

为保证液位测量精度，要根据实际监测需求选择**合适的液位量程**，避免在低水位或者高水位监测时选用大量程液位监测设备。



第4章 监测设备选型

4.3 流量监测设备

条文

4.3.1 排水管网流量监测宜采用速度面积法，按下式计算：

$$Q=V \times (S - X) \dots\dots\dots (4.3.1)$$

式中：

- Q——排水管网流量；
- V——断面流速，可通过流速监测设备测量得出；
- S——断面面积，宜按本规程附录B的规定确定；
- X——传感器在断面中的截面积。

4.3.2 速度面积法计算排水管网流量所用监测设备包括：流速监测设备和液位监测设备。

说明：

- 1、管网流量监测设备由流速传感器与液位传感器构成。
- 2、液位传感器测得管道内水位，通过管道截面形态计算出过水断面面积；
- 3、流速传感器测量水流速度，通过流速与过水断面面积算出流量。

第4章 监测设备选型

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

4.3 流量监测设备

条文

4.3.3 流量监测中液位监测设备的技术指标除应符合本规程第4.2.3条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 液位监测设备的量程不应低于2m，可根据管径等其他因素扩展至10m；
- 2 液位监测设备的最大允许误差应为 $\pm 0.5\%FS$ ，测量回差应小于或等于 $0.25\%FS$ ；
- 3 液位监测设备的使用环境应适应地下管网恶劣环境，并应适合浅流、非满流、满流、管道过载等各种工况条件；
- 4 液位监测设备的数据采集监测时间间隔应小于或等于1min，计算断面面积时应采用与流速监测设备同频采集的监测数据。

说明：

流量是通过液位传感器和流速传感器监测数据计算得出，因此为了保证流量计算的准确度，流量监测中使用的液位监测设备准确度要求比单独监测液位时要更高，且采集频率更快。

第4章 监测设备选型

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

4.3 流量监测设备

条文

4.3.4 流量监测中流速监测设备的技术指标，应符合下列规定：

- 1 流速监测设备的量程应为 $\pm 6\text{m/s}$ ；
- 2 流速监测设备的分辨率应为 1mm/s ；
- 3 流速监测设备的最大允许误差应为 $\pm 5\%FS$ ，测量重复性应小于或等于 $2.5\%FS$ ；
- 4 当监测点位的流速大于或等于 $\pm 0.05\text{m/s}$ 时，应可以进行准确测量，在**正向、逆流**工况下均可进行测量；
- 5 流速监测设备应可测量一般液体的流速以及液固两相流体的流速。

说明：

管网流速在 0.05m/s 时需能有效测量。正向、反向水流应能进行测量。

第4章 监测设备选型

《城镇排水管网流量和液位在线监测技术规程》T/CUWA40054-2022

4.3 流量监测设备

条文

4.3.5 排水管网流量监测所使用的液位计、流速计的形状和尺寸应科学合理。安装于窨井内壁的设备不应影响窨井日常维护操作；安装于排水管道内壁的设备不应影响正常排水，设备截面积不宜超过管径截面积的1/10。

说明：

在线监测设备安装后不可避免会对**管道排水能力造成影响**。在实际应用中，不科学、不合理的设备选型会造成排水管网中垃圾堆积，严重影响监测数据的准确性和可靠性。建议采用**流线型、小型化的设备**，能有效降低监测设备对管道排水能力的影响。



5.1 一般规定

条文

- 5.1.1 监测设备进场安装前，应检查产品性能检测合格报告，并查看产品包装和外观状况。
- 5.1.2 监测设备安装时不应对排水管网排水能力与管道日常维护管养产生额外影响，避免排水管网中垃圾堆积造成淤堵。
- 5.1.3 监测设备安装的位置宜避开温度高、机械振动大、磁场干扰强、腐蚀性强的环境，宜选择易于安装、巡检与维护的位置。
- 5.1.4 **监测设备安装过程中，应确保设备各部件的防水密封性能达到要求。**
- 5.1.5 应根据排水管网的具体情况和所选设备的特点，确定巡检维护内容，制定巡检维护计划，并应据此设置合理的工作制度、选聘岗位人员，制订安全措施和应急预案。

说明：

监测设备都有防水设计，在安装过程中会涉及到各种密封件，接插件的使用，安装人员需注意按规范操作，使防水性能达到要求。



5.2 设备安装

条文

5.2.1 排水管网流量和液位在线监测需要安装的设备应包括：数据采集传输设备、液位监测设备、流速监测设备。

5.2.2 数据采集传输设备安装应确保设备的安全性、紧固性和数据传输的稳定性，应兼顾设备维护的便捷性等要求。

说明：

设备需做可靠固定，安装时需考虑设备后续运维的便捷性。



5.2 设备安装

条文

5.2.3 液位监测设备安装应符合下列规定：

1 接触式液位监测设备的安装应符合下列规定：

- 1) 安装位置应避开底部沉积物；
- 2) 设备安装时应使用线束做有效固定。

2 非接触式液位监测设备的安装应符合下列规定：

- 1) 设备安装位置不应影响井盖正常开启和关闭；
- 2) 传感器发射波束所辐射区域内不得有障碍物；
- 3) 监测设备宜安装于窰井侧壁合适位置并使用线束做有效固定；
- 4) 传感器发射面应调水平，并应在安装完毕后清理干净。

3 接触式与非接触式监测设备组合工作时，接触式液位监测设备应安装于非接触式液位监测设备下方，确保在非接触式液位监测设备盲区测量范围内触发工作。

4 对跌水井进行液位监测时，监测设备应安装在来水管道内。

说明：

- 1、接触式液位计稳固安装在水中，需安装在底部沉积物之上。
- 2、非接触式液位计安装时需避开障碍物，发射面需与液位平行。

5.2 设备安装

条文

5.2.4 流量监测设备安装应符合下列规定：

1 接触式流速计安装前宜对检查井和管道进行清淤、冲洗；宜水平安装于管底或管道侧壁，同时保证与水流方向平行一致，传感器前端不得有阻挡物干扰水流流态；管网水量大且不易封堵的设备安装点位，宜用安装支架将传感器伸进管道内进行监测，并应固定支架于井壁。

2 非接触式流速计应安装在排水管道管顶或检查井侧壁合适位置，按照一定角度照射到管内水面；安装应牢固，安装底板应采用不锈钢膨胀螺丝安装固定；前端不得有阻挡物干扰水流流态。

说明：

接触式流速计有管壁固定式安装与支架式安装两种方式，其中：

- 1、管壁固定式安装测量精度高，但安装困难；
- 2、支架式安装施工便捷，但测量精度没有固定式安装的高。



5.2 设备安装

条文

5.2.5 监测设备安装所使用的辅材、设备支架应符合现行国家标准《外壳防护等级（IP代码）》GB/T 4208的有关规定，防护等级应为IP68。辅材及设备支架应使用耐腐蚀的材料，同时具备耐酸耐碱耐离子腐蚀能力，且需通过盐雾测试。测试方法及要求应符合现行国家标准《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》GB/T 10125的有关规定；试验时间不宜少于24h；试验后，辅材及设备支架表面应不出现锈蚀。

说明：

安装所需的各种辅材需注意防腐。膨胀螺丝、固定支架、线卡等建议采用304不锈钢材质；化工园区、医院外部污水管网监测建议使用316L不锈钢材质。



5.3 设备调试及验收

条文

5.3.1 监测设备的调试应完成各类参数配置，设备应能正常工作。

5.3.2 监测设备安装的验收应按本规程第5.2.3、5.2.4条的规定逐条审核。

5.3.3 监测设备的数据验证宜采用下列方法：

1 液位监测设备宜采用经第三方检测机构校准的长度测量设备对排水管网液位进行人工测量，宜对比现场设备的监测数值。

说明：

在设备数据验证和维护阶段，鉴于排水管网中测量环境较差（环境恶劣，流水有波动），容易导致人工测量误差较大；建议在利用监测设备读取数值对比人工监测数值时，偏差在 $\pm 2\%$ 之内的监测设备不需调整；偏差超过 $\pm 2\%$ 的需检查安装是否规范，排除了是由安装因素导致偏差超过 $\pm 2\%$ 的设备需返厂校准。



5.3 设备调试及验收

条文

5.3.3 监测设备的数据验证宜采用下列方法：

2 流量监测设备宜采用经第三方检测机构校准的便携式检测设备对排水管网流量进行测量，宜对比现场设备的监测数值。

说明：

鉴于便携式设备的准确度一般情况下没有固定安装的设备高，且监测点位最好的安装位置已经被固定安装的设备所占用，因此便携式设备实测值仅能作为做参考。监测数值对比便携式设备监测的数值，偏差在 $\pm 15\%$ 之内的监测设备不需调整；偏差超过 $\pm 15\%$ 的需检查安装是否规范，排除了是由安装因素导致偏差超过 $\pm 15\%$ 的建议设备返厂校准。



5.4 设备维护

条文

5.4.1 监测设备维护工作应包括周期性维护、预测性维护、维修等内容。

5.4.2 设备的周期性维护应符合表5.4.2的规定。

表5.4.2 设备周期维护要求

序号	维护项目	维护内容	维护周期
1	设备定期巡检	监测设备的清洁；监测设备安装牢固、破损、位移的检查及处理	1~2个月
2	设备检定或校准	按照相关规范进行校准或者检定	12个月
3	物联网平台巡检	监测数据质量检查，对数据异常情况进行诊断识别和现场处置	每天
4	特殊维护	在汛前、汛中、汛后对监测设备进行检查维护	按需
5	其他	突发故障检修、更换电池等备品备件	按需

5.4.3 监测设备若出现故障，宜在48h内完成修复或更换。

5.4.4 监测设备维护应有完整的记录。

5.4.5 监测设备维护过程中应暂停数据采集。

说明：监测设备在维护过程中不可避免会产生异常数值，为了避免异常数值对管网运行分析带来影响，因此在维护过程中需暂停数据采集。



6.1 一般规定

条文

- 6.1.1 应统筹利用监测区域排水管网液位流量的监测数据，开展系统化数据管理与应用。
- 6.1.2 数据采集与应用应符合及时性、准确性、可靠性、稳定性、安全性的要求。



6.2 数据采集、传输与存储

条文

6.2.1 数据采集内容应包括：监测设备名称和编号，数据采集时间及对应的液位、流量监测数据，监测设备故障、供电与网络通信情况。

6.2.2 数据传输应遵循**安全、高效、低功耗的原则**，应采用标准化通信协议，将现场监测数据上传至物联网平台，应具有加密通讯、数据校验、断点续传、权限设置功能。

6.2.3 数据存储宜采用时序型数据库，对采集数据进行实时存储，高效地对历史数据进行更新、查询和备份。

说明：

数据传输过程中，应尽量降低传输功耗，减少设备的能源消耗，延长电池的更换周期。

数据存储应在保证数据安全、可靠的前提下，满足数据的高速传递和及时共享。应采用完善的数据备份机制，保障在软硬件环境出现异常的情况下保持数据的一致性和完整性。



6.3 数据应用

条文

6.3.1 监测数据通过应用平台，应实现查询、下载、管理和推送。

6.3.2 监测数据通过应用平台，应支持在线监测报警功能，对超过设置阈值、设备量程的数据进行报警，并应对监测设备的运行状态进行自动判断和报警。

6.3.3 监测数据通过应用平台的统计、分析，应形成以完成监测目的及智慧水务管理为目的的专题分析，包括：**排水管网入流入渗判断、管网雨污分流状况评估、雨水及合流溢流排放管控、管道堵塞、破损定位与评估、污水处理设施冲击预警预测、偷排漏排情况。**



6.4 数据安全

条文

- 6.4.1 数据传输时应进行数据加密和身份认证。
- 6.4.2 数据应用平台应加强网络信息安全防护措施。



7.1 一般规定

条文

- 7.1.1 应建立健全项目安全管理制度、安全操作规程及安全应急预案。
- 7.1.2 应对从事踏勘、安装及维护的作业人员的安全及作业培训。
- 7.1.3 排水管网踏勘、安装及维护应实行作业前工作交底制度。
- 7.1.4 排水管网踏勘、安装及维护工作的安全操作应符合现行行业标准 **《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6**的相关规定。

说明:

排水管网踏勘、安装涉复杂场景作业（需注意交通安全、淹溺跌落事故、有限空间作业等），因此对作业人员需经行全面的安全培训。



7.2 作业安全

条文

7.2.1 在**地面**进行踏勘、安装及维护工作时应配置不少于3名工作人员，其中必须包含**1名**以上安全员，负责现场安全防护事项。

说明：

- 1、踏勘时的工作岗位至少包括测量员、记录员、安全员，每个工作岗位至少配备1名工作人员，具体岗位分工如下：
 - 1) 测量员负责井盖开启、各类数据测量；
 - 2) 记录员负责数据记录、现场照片拍摄；
 - 3) 安全员负责警示工具的放置、现场交通秩序维持、对测量员与记录员的违规行为及时纠正。
- 2、部分监测设备可直接在地面进行安装和维护，安装及维护时工作岗位至少包括安装员（维护员）、安全员；安装员（维护员）至少配备2名工作人员，安全员至少配备1名工作人员，具体岗位分工如下：
 - 1) 安装员（维护员）负责井盖开启、各类设备安装及维护；
 - 2) 安全员负责警示工具的放置、现场交通秩序维持、对安装员（维护员）的违规行为及时纠正。



7.2 作业安全

条文

7.2.2 在**井下**进行踏勘、安装及维护工作时应配置不少于4名工作人员，其中必须包含**2名**以上安全员，负责现场安全防护事项。

说明：

- 1、踏勘时的工作岗位至少包括：**井下测量员，配备至少1名工作人员；井上记录员配备至少1名工作人员；井上安全员，配备至少2名工作人员，具体岗位分工如下：
 - 1) 测量员：负责井盖开启、各类数据测量；
 - 2) 记录员负责数据记录、现场照片拍摄；
 - 3) 一名安全员负责警示工具的放置、现场交通秩序维持；另一名安全员负责密切观察井下测量员的情况，对井下测量员和井上记录员的违规行为及时纠正；井下测量员发生异常状况，两名安全员与记录员需协同作业利用安全绳、梯子等设备保证井下勘察员能迅速撤离。
- 2 安装及维护时工作岗位包括：**井下安装员（维护员），配备至少1名工作人员；井上安装员（维护员），配备至少1名工作人员；井上安全员，配备至少2名工作人员。具体岗位分工如下：
 - 1) 井上安装员（维护员）：负责井盖开启、协助井下作业人员；
 - 2) 井下安装员（维护员）：各类井下设备安装及维护；
 - 3) 一名安全员负责警示工具的放置、现场交通秩序维持；另一名安全员负责密切观察井下安装员（维护员）的情况，对安装员（维护员）的违规行为及时纠正。



7.2 作业安全

条文

7.2.3 排水管网安装及维护作业时，应配备防护设备与用品，包括现场安全防护装备、下井防护用品。

7.2.4 不宜在雷雨等恶劣天气作业；夜间作业时，应在作业区域周边明显处设置警示灯；作业完毕，应及时清除障碍物。

7.2.5 在已采取常规措施仍无法保证井下空气的安全性时，下井作业人员应**佩戴隔离式**呼吸器；夏季作业现场应配置防晒及防暑降温药品和物品。

说明：

氧气呼吸器也称贮氧式防毒面具，以压缩气体钢瓶为气源，钢瓶中盛装压缩氧气。根据呼出气体是否排放到外界，可分为开路式和闭路式氧气呼吸器两大类。前者呼出气体直接经呼气活门排放到外界，由于使用氧气呼吸装具时呼出的气体中氧气含量较高，造成排水管道内的氧含量增加，**当管道内存在易燃易爆气体时，氧含量的增加导致发生燃烧和爆炸的可能性加大**。基于以上因素，城镇排水管道维护安全技术规程 CJJ6-2009 第 6.0.1 条规定“**井下作业时，应使用隔离式防护面具，不应使用过滤式防毒面具和半隔离式防护面具以及氧气呼吸设备**”。



7.3 应急救援

条文

7.3.1 项目开始前必须制定火灾、爆炸、中毒、窒息、交通意外、防汛、跌落外伤、中暑等事故应急救援预案，并应按规定定期进行演练。

7.3.2 事故发生后，应立即启动应急救援预案。



04

实际应用案例与展望



一、背景



2020年7月《今日聚焦》曝光了城东街道污水二厂管网冒溢、污水入江的事件，污水收集系统存在重大隐患。

- 雨天，大量的雨水混入污水管网，增大了污水处理厂污水处理的负荷，增加了运行成本；
- 雨天，大量雨水注入导致污水处理厂进水污染物浓度过低，污水处理工艺的稳定性受到冲击。

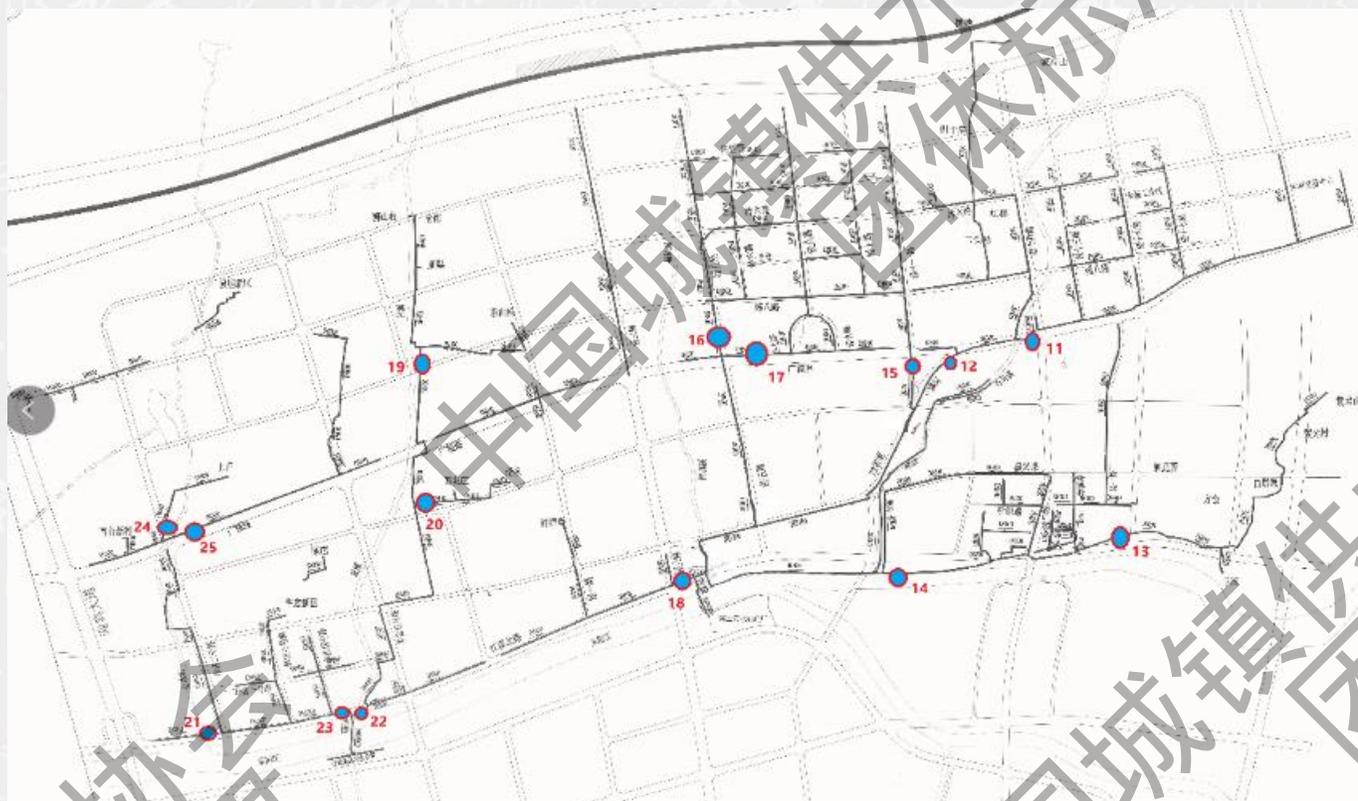
二、资料收集



重点收集:

- 管网拓扑图
- 关注地形地貌 (外水来源)
- 关注管道敷设环境 (监测布点)
- 雨天溢流严重的区域
- 初步判断外水来源

三、监测点位布置



- 布置40个流量点位
- 1) 疑似有较多雨水混入污水管网的区域
- 2) 支线进入主干的汇水检查井或者是该检查井上游临近的检查井布点
- 3) 各镇街交接处
- 4) 管网工程不同标段的交界处
- 5) 监测点主要监测指标为流量，并加上电导率及降雨量作为辅助分析指标

四、现场踏勘 注意安全，人员配备要齐全，包括：测量员、记录员、安全员、安全员（交通引导专员）



四、现场踏勘 现场踏勘分工要明确，确保踏勘结果详实准确，在工作完成后，要迅速撤离。

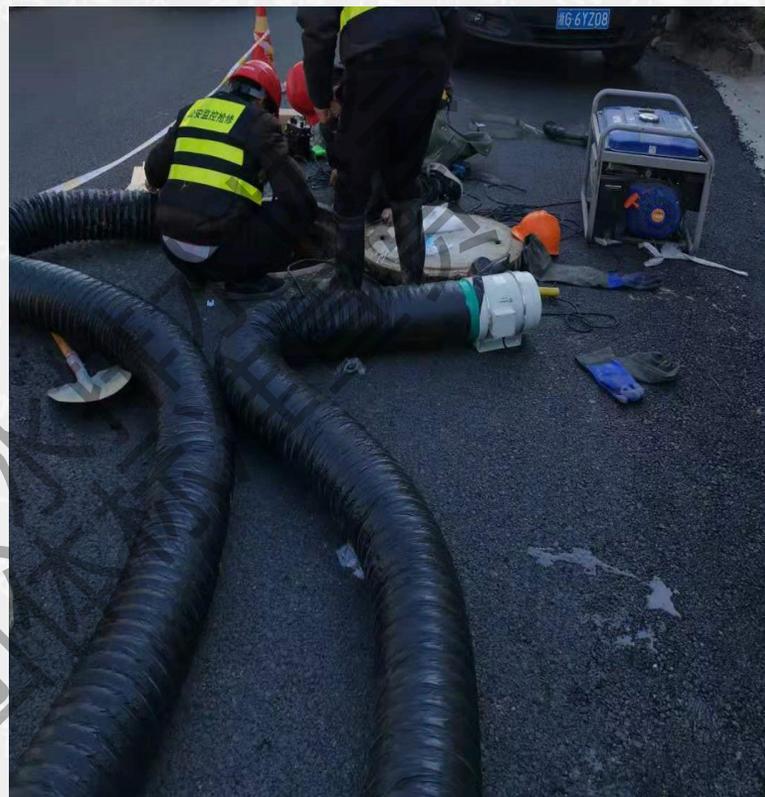


五、设备安装

设备安装现场做好警示隔离



五、设备安装 下井作业前做好通风工作





五、设备安装

作业过程中保持通风





五、设备安装 井下有毒气体超标或者氧含量不足时，下井作业人员佩戴隔绝式呼吸器。





五、设备安装 设备安装完成后，应进行人工测量、数据比对，确保监测效果。



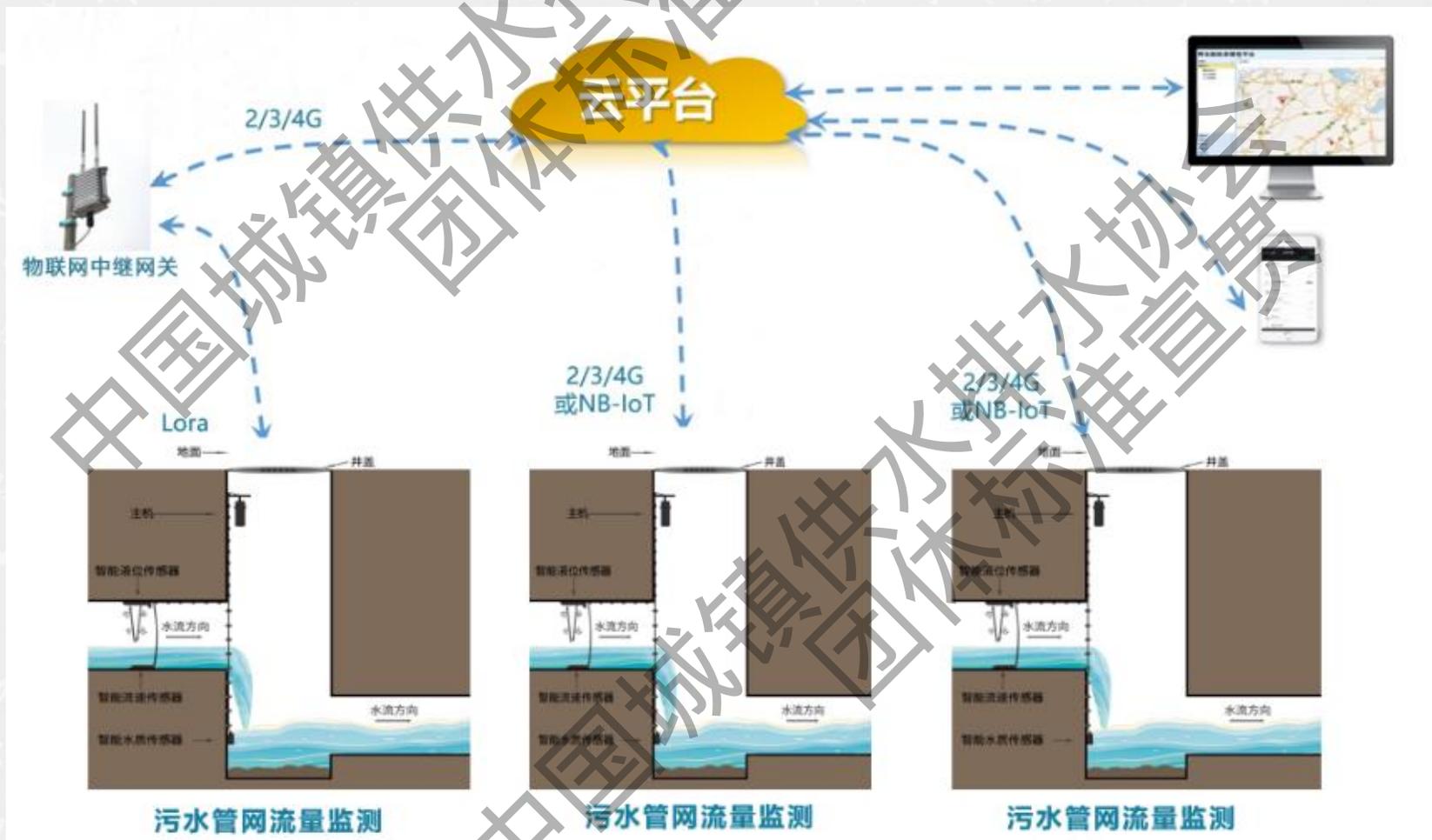
污水零直排监测流量计项目



经度: 120.421348
纬度: 29.328818
地址: 浙江省金华市东阳市507县道西59号
巍山基督教堂
时间: 2021-01-23 17:12:59
备注: 白溪头

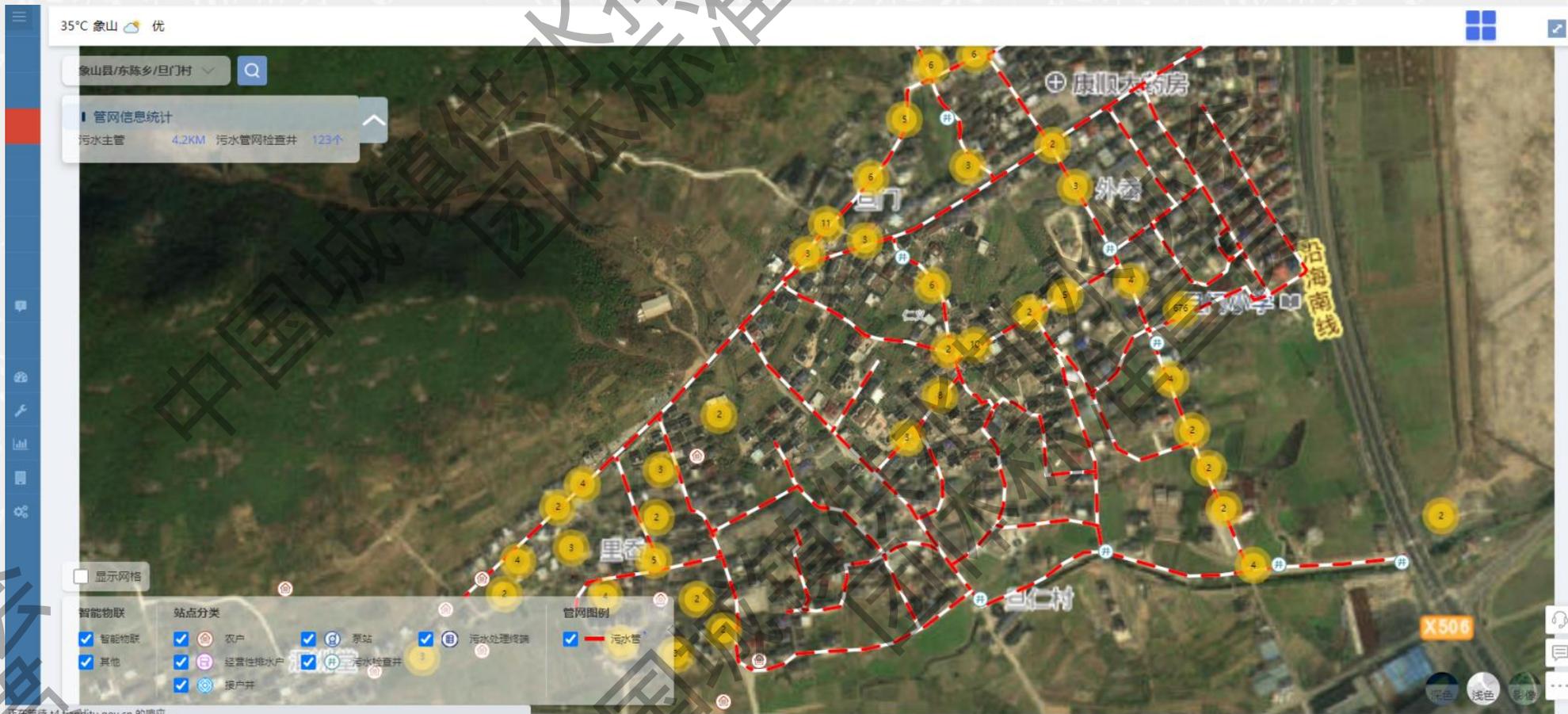


五、数据采集与传输





五、数据应用展示





五、数据展示





五、告警信息

广福路与馨溪江交叉口
所在区域: 东阳 江北街道 # 站点编号: 210412006 站点类型: 普通站点-流量+电导

看板 数据 分析 图像

0 未处理告警 | 5 告警总数 | 176.96 告警平均处理时长(小时)

近6个月告警发生趋势

告警类型分布: Qos告警: 40.00% | 设备故障: 60.00%

序号	告警名	告警级别	首次告警时间	告警关闭时间	告警处理时长	告警描述	告警状态	操作
1	低...	一级告警	2022-...	2022-11-26 02:40:01	19天16小时	低功耗...	已解除	解除原因
2	低...	一级告警	2022-...	2022-11-04 19:40:39	7天15小时1分钟	低功耗...	已解除	解除原因
3	低...	一级告警	2022-...	2022-10-26 19:40:36	7天15小时1分钟	低功耗...	已解除	解除原因
4	低...	一级告警	2022-...	2022-07-12 21:50:46	1天11小时41分钟	低功耗...	已解除	解除原因
5	低...	一级告警	2022-...	2022-07-01 11:34:06	11小时5分钟	低功耗...	已解除	解除原因

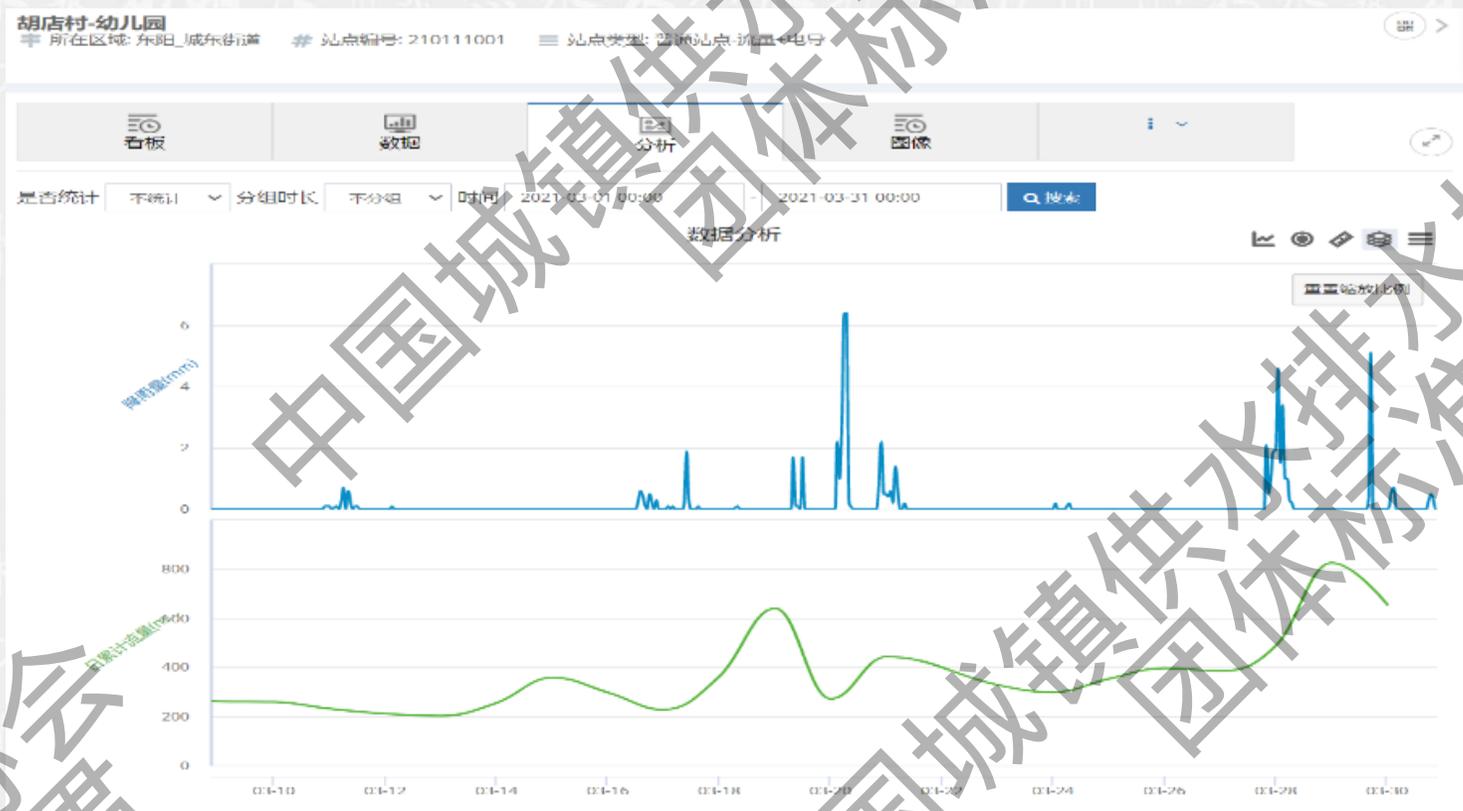
第 1 至 5 条, 共 5 条 每页 10 条

上页 1 下页



六、数据分析

降雨开始后，流量迅速增加。

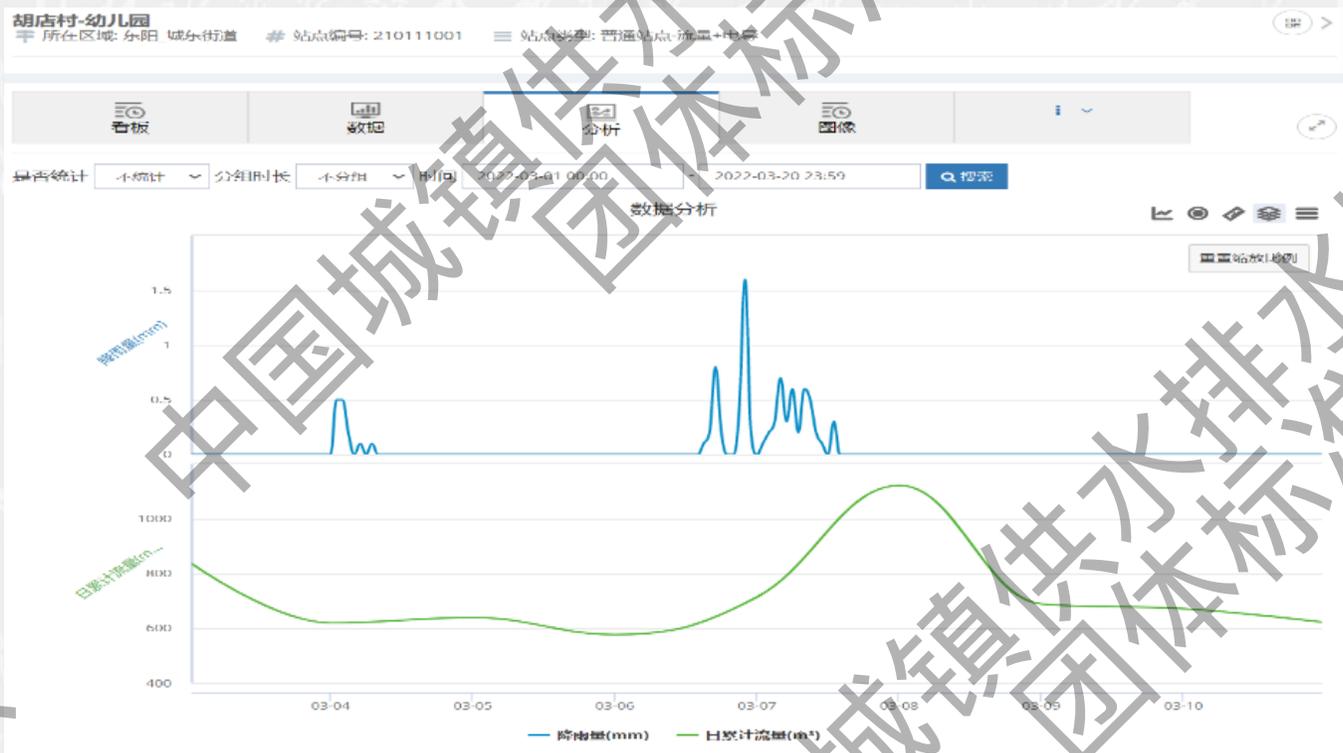


AA测点监测数据

- ▶ 降雨时（中雨）流量为晴天的410%左右。
- ▶ 该监测点上游的入流入渗情况严重。



六、数据分析



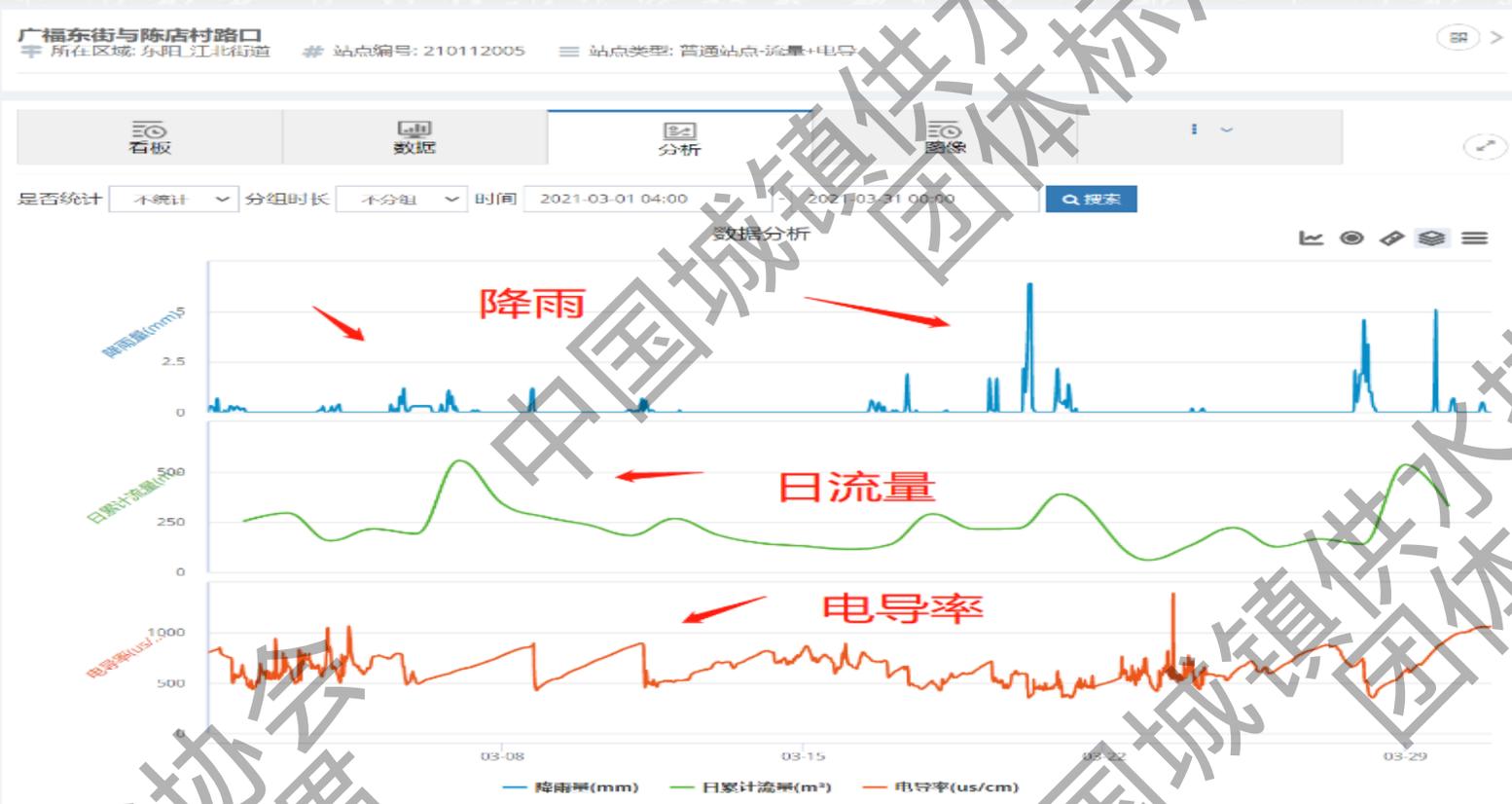
AA测点整改后监测数据

区域管网整治后雨水流入渗入情况有所好转。

2022年3月份雨天排水量是晴天的190%，尽管没达标，但比去年的410%有了很大的改善。



六、数据分析



XX村监测点数据

- ▶ 降雨时（中雨）流量为晴天的500%左右。
- ▶ 从图上可见降雨量比较小（小雨）时流量影响也较大，且电导率变化幅度非常大。
- ▶ 该监测点上游的村庄入流入渗情况严重

降雨开始后，流量增大，电导率指标明显下降，说明额外增加的水为净水（降雨）。



六、数据分析

XX村整改后监测数据



- ▶ 2022年三月，降雨（小雨）时流量为晴天的150%，有明显改善。
- ▶ 雨量较大时（中雨）流量为晴天的220%，虽然没达标，但也有明显改善



方案设计、设备及选型、数据采集，成果数字化、数据分析、智慧运维，这个行业的持续健康发展应该是**全过程全产业链提供不可替代的服务**，在细分领域专精尖的同时掌握**全过程全产业链的技术能力**。



中国城镇供水排水协会

敬请批评指正！
欢迎提问交流！



敬请关注：

中国城镇供水排水协会

<http://www.cuwa.org.cn/>

北京 海淀区 北洼路48号院