
城镇排水管网提质增效技术指南

（征求意见稿）

2022 年 3 月 28 日

目录

第一章 总则.....	1
第一节 编制目的.....	1
第二节 适用范围.....	1
第三节 总体原则.....	1
第二章 城镇污水处理基础信息调查.....	2
第一节 水环境污染源基础信息.....	2
第二节 排水管网基础信息.....	4
第三节 污水处理设施基础信息.....	5
第四节 河湖水体基础信息.....	5
第五节 城镇污水处理信息化系统建立.....	6
第六节 城镇污水排放追踪和溯源.....	6
第三章 城镇污水处理效能分析.....	8
第一节 污水处理厂旱天进水水量和水质分析.....	8
第二节 污水处理厂雨天进水水量和水质分析.....	8
第三节 城镇污水处理现状评估.....	9
第四节 城镇污水处理效能评估.....	10
第五节 雨天城镇污水处理效能评估.....	12
第四章 城镇污水管网结构性缺陷定位分析.....	13
第一节 设备检测分析法.....	13
第二节 人工调查分析法.....	15
第三节 水量平衡分析法.....	15
第四节 数学模型分析法.....	19
第五章 城镇雨水管网混接问题定位分析.....	21
第一节 现场调查分析法.....	21
第二节 水质特征因子分析法.....	22
第三节 荧光光谱分析法.....	24
第一节 人工调查分析法.....	27
第二节 水文水质监测分析法.....	28

第三节 设备探测分析法.....	30
第七章 城镇污水治理提质增效方案和实施	33
第一节 城镇污水治理提质增效系统化治理方案编制	33
第二节 城镇污水管网结构性缺陷修复和改造	36
第三节 城镇雨水管网混接改造.....	39
第四节 城镇河湖水体排污口治理	40
第八章 城镇污水治理提质增效施工和验收	42
第一节 城镇污水管网结构性缺陷修复和改造施工	42
第二节 城镇雨水管网混接改造施工	45
第三节 城镇河湖水体排污口改造施工.....	45
第四节 城镇污水治理提质增效验收	46
第九章 城镇污水治理提质增效运行管理	48
第一节 巡查和养护	48
第二节 监督和管理.....	51
附录 A 生活污水和工业废水排放浓度参考值	52
附录 B 城镇污水排放追踪和溯源案例分析	56
附录 C 水质标识指数计算和综合水质评价方法	59
附录 D 城镇污水治理效能分析案例	63
附录 E 管道结构性缺陷分类和等级	66
附录 F 污水管道渗漏程度评价方法.....	68
附录 G 污水管道渗漏定位的数学模型分析法	70
附录 H 水质特征因子分析法	72
附录 I 荧光光谱分析法	77
附录 J 基于水文水质监测分析法的河流排污口定位案例	78
参考资料.....	80

第一章 总则

第一节 编制目的

为解决我国城镇污水治理工程效益较低的问题，提高污水处理厂进水水质和污水治理效能，在总结分析国内外相关技术进展和技术经验的基础上，编制本指南。

第二节 适用范围

本指南适用于城镇排水管网、污水处理厂和河湖水体组成的厂网河湖系统提质增效，具体涉及厂网河湖基础信息调查、污水治理质量和效益分析、污水管网结构性缺陷定位分析、雨水管网混接问题定位分析、河湖水体排污口定位分析、污水治理提质增效方案和实施及提质增效工程施工、验收和运行管理等内容。

有关雨天径流污染控制包括低影响开发、海绵设施和调蓄设施设计，以及污水处理厂处理工艺设计的内容，参考已经发布的国家和行业相关标准规范和技术指南。

第三节 总体原则

一、系统治理、统筹实施

坚持厂网河湖一体化的系统思路，统筹实施排水管网修复、改造和河湖水体排污口治理。通过提质增效，使污水处理厂进水水质和污水治理效能分阶段达到考核目标。

二、摸清现状、明确目标

在实施城镇污水治理提质增效工作之前，应开展城镇污水治理基础信息调查，建立水环境污染源、排水管网、污水处理设施和河湖水体综合信息化系统，定量分析服务范围内的污水处理厂进水水质和实际污水治理效能，确定提质增效的目标。

三、科学诊断、精准施策

对污水处理厂进水水质和污水治理效益不达标的片区，应综合采用现场排摸、水量水质调查和设备探查等多种技术手段，对污水管网缺陷、雨水管网混接和河湖水体排污口进行定位分析。针对发现的问题区域和点位，有针对性地采取工程措施。

第二章 城镇污水处理基础信息调查

城镇污水处理基础信息调查包括水环境污染源、排水管网、污水处理设施和河湖水体基础信息。在收集整理已有的源、网、厂、河湖基础信息基础上，建立城镇污水处理信息化系统。

第一节 水环境污染源基础信息

一、污染排放类型

污染排放类型分为居民家庭污染源、公共服务单位污染源和工业企业污染源。

居民家庭污染源是指来自于居民小区的生活污水排放。

公共服务单位污染源是指除了集中式居民小区以外的其他日常活动产生的生活污水排放来源，包括宾馆、餐饮、商业、娱乐场所、浴室、学校、机关办公楼和其他服务业等。

工业企业污染源是指有生产活动的工业企业产生的废水排放，其废水水质特点与产品原料、生产工艺过程等有关。

二、主要内容

居民家庭污染源的基础信息包括污染源位置（GPS 定位数据）、建成年代、小区内的居住人口数（包括常驻人口和暂住人口数）、用水量、污水量、污水浓度、居住小区化粪池、地下管网建设情况以及出户去向等，以居住小区为单位进行资料收集分析。其中，污染源位置、建成年代、居住人口数可通过城镇街道办事处获取，年自来水用量通过自来水公司获取，排放去向、化粪池设施和雨污分流改造信息可从住建、水务部门或通过现场调查获取。

公共服务单位污染源的基础信息包括污染源位置（GPS 定位数据）、流动人口数、用水量、污水量、污水浓度和排水设施建设情况以及地下管网出户去向等。其中，污染源位置、流动人口数可通过相关管理部门获取，年自来水用量通过自来水公司获取，排放去向可从住建、水务部门或通过现场调查获取。

工业企业污染源的基础信息包括污染源位置（GPS 定位数据）、行业类型、主要产品、用水量、废水量、废水预处理设施、废水浓度、厂区内地下管网建设情况、地下管网出厂后的去向等。其中，污染源位置、行业类型、主要产品等基本信息通过当地工商管理部门或生态环境部门获得，年用水量通过自来水公司获取，废水预处理设施信息、地下管网建设情况、出厂后的排放去向可从生态环境、住建、水务部门获得。

三、其他信息确定

1. 污水量的确定

居民家庭污染源和公共服务单位污染源的污水量难以逐一直接测定，一般是根据居住家庭和公共服务单位的自来水用量进行换算，可按下式计算：

$$Q_s = Q_d \times f \quad (2-1)$$

式中：

Q_s —城镇居民家庭和公共服务单位的污水产生量 (m^3/d)；

Q_d —居民家庭和公共服务单位的自来水用量，按照一年内自来水用量的日均值计算 (m^3/d)；

f —基于自来水用量的污水产生量折算系数，根据当地调查数据确定。无调查数据的地区，居民家庭污水折算系数可取为 0.90，公共服务单位污水折算系数可取为 0.85~0.90。

工业企业污染源的废水量可以按照自来水用量以及生产过程消耗水量计算确定，如有排水监测数据的，则按照工业企业的实际排水量监测数据确定。例如，食品制造加工和饮料行业的部分新鲜用水量在生产过程中被明显消耗，废水量应按照实际产生量计算；一些行业类型的用水在生产过程中被循环利用，其废水产生量也应按照实际产生量计算。工业企业污染源的废水排放量相关数据可从生态环境部门获取。

2. 污水浓度的确定

居民家庭和公共服务单位污染源的污水浓度根据当地调查数据确定，可从住建、水务、环保或者排水公司等部门获取。对于有化粪池设施的居民区，按照化粪池出口的污水浓度确定。当地无监测数据时，可参考附录 A 中的表 A-1。

工业企业污染源的废水浓度按照不同行业的实际废水排放浓度确定，可从环保部门获取相关数据。对于厂区内有废水处理设施的工业企业，按照处理设施排放口的浓度确定。无监测数据时，可参考附录 A 中的表 A-2。

3. 出户去向的确定

污水出户去向包括纳入污水管网、混接排放和直排水体三种情形。纳入污水管网是指污水经过市政污水管网输送后进入污水处理厂处理；混接排放是指污水没有纳入市政污水管网，而是接入市政雨水管网并最终排放河湖水体；直排水体是指污染源就近排放水体。

居民家庭污染源的出户去向可根据居住小区建成年代、市政污水管网建成年代和是否实施雨污分流改造工程等信息核实。居住小区建成年代早于市政污水管网建成年代且未实施雨污分流改造的，可判断为未纳入污水管网，再结合污水治理信息化系统判断污水是混接排放还是直排水体。

公共服务单位的出户去向和工业企业污染源的出厂去向可通过排水管理部

门的排水许可登记和生态环境部门的排污许可登记信息进行核实。对于未纳入市政污水管网的，结合排水管网基础信息调查和污水治理信息化系统判断污水是混接排放还是直排水体。

第二节 排水管网基础信息

分流制地区排水管网包括雨水管网和污水管网，合流制地区包括合流制污水管网。排水管网基础信息包括管道、泵站和排放口等基础信息，合流制排水管网还应包括截流设施基础信息。

通过当地城建、水务部门和设计院已有的排水管网基础信息，建立基础信息数据库。排水管网基础信息录入格式符合现行国家标准《城市排水防涝设施数据采集与维护技术规范》GB/T 51187 的有关规定。

一、排水管道基础信息

排水管道基础信息包括检查井信息和管道信息。

检查井信息包括检查井标识码、排水系统编码、坐标、所在道路名称、检查井类别、检查井类型、检查井形式、检查井井深、地面高程、设施状态、数据来源、数据获取日期、填报单位、填报日期等。

管道信息包括管道标识码、排水系统编码、管道类别、管道长度、管道坡度、所在道路名称、起点和终点编码、起点和终点管底标高、是否倒虹管、管道直径、管道材质、管道糙率、管线归属、设施状态、数据来源、数据获取日期、填报单位、填报日期等。

二、泵站基础信息

泵站基础信息包括泵站标识码、排水系统编码、泵站名称、泵站地址、坐标、泵站分类、泵台数、设计雨水排水能力、设计污水排水能力、前池尺寸（长、宽、高）、进水池水位（最高水位、设计运行水位、最高运行水位、最低运行水位）、出水池水位（设计运行水位、最高运行水位、最低运行水位）、占地面积、服务范围、服务面积、装机容量、溢流排放口、设施状态、数据来源、数据获取日期、填报单位、填报日期。

三、排放口基础信息

排放口基础信息包括排放口标识码、排水系统编码、排放口名称、排放口地址、坐标、接纳水体编码、类别、是否有拍门、排放口底部高程、排放口顶部高程、排放口地表高程、出流形式、淹没常水位、设施状态、数据来源、数据获取

日期、填报单位、填报日期。

四、截流设施

截流设施基础信息包括截流设施标识码、排水系统编码、坐标、截流设施类型、截流设施连接管编码、截流内部设施编码、截流量、截流曲线、设施状态、数据来源、数据获取日期、填报单位、填报日期。

第三节 污水处理设施基础信息

污水处理设施基础信息包括污水处理厂、其他污水处理设施、尾水处理人工湿地、调蓄设施等，可从水务部门、排水公司或当地的水务大数据平台获取。

一、污水处理厂

污水处理厂基础信息包括污水处理厂设计规模、设计进水水质、污水处理工艺、每日进水量和进水水质数据、每日出水量和出水水质数据、污水厂出水排放标准、污水厂每日回用水量等。

二、其他污水处理设施

其他污水处理设施基础信息包括设计规模、设计进水水质、污水处理工艺、每日进水量和进水水质数据、每日出水量和出水水质数据、出水排放标准、每日回用水量等。

三、尾水处理人工湿地

对污水处理厂尾水经人工湿地处理后排放的情形，收集人工湿地基础信息，包括人工湿地设计处理规模、人工湿地面积、湿地工艺、湿地每日进水水量水质、每日出水水量水质等。

四、调蓄设施

对于在排水管网或者污水处理厂设置调蓄设施的情形，收集雨污水调蓄设施基础信息，包括调蓄设施的名称、位置、服务范围、设计容积，运行工作方式和历史运行情况等。

第四节 河湖水体基础信息

河湖水体基础信息包括河湖地形和水文、水质等。河湖地形和水文基础信息可从水务部门获取，水质监测数据可从生态环境、水务部门获取。也可通过当地

的大数据平台获取。

一、河湖地形与水文

河湖地形基础信息包括河湖水体平面位置、河湖底高程等。河湖水文基础信息包括水文监测站点位置、监测站点水位、流量、降雨量等。水位、流量、降雨量包括典型水文年份（丰水年、平水年、枯水年）的一年中不同月份历史数据。

二、河湖水质

河湖水质基础信息包括水质监测站点位置、监测站点水质数据等。水质指标包括化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、溶解氧等。水质数据包括典型水文年份（丰水年、平水年、枯水年）的一年中不同月份历史监测数据。

第五节 城镇污水治理信息化系统建立

通过集成污染源、排水管网、污水处理设施、河湖水体的属性数据库和空间基础数据图层，建立城镇污水治理信息化系统。城镇污水治理信息化系统应包括以下基本功能：

一、空间定位。实现污染源、排水管网、污水处理设施、河湖水体位置的空间定位。

二、数据查询。包括数据模糊查询、图上要素查询、任意区域查询、地图要素查询等模块，实现污染源、排水管网、污水处理设施、河湖水体属性数据与图形数据的双向查询。

三、数据统计。污染源、排水管网、污水处理设施、河湖水体调查数据的各种统计汇总工作。

四、动态更新。开发数据录入、维护和更新功能，对污染源、排水管网污水处理设施、河湖水体的空间基础数据和属性数据进行动态更新。

第六节 城镇污水排放追踪和溯源

通过城镇污水治理信息化系统，建立污染源、排水管网、排水口、污水处理设施和河湖水体的拓扑关系，实现污水排放路径的自上而下全过程追踪和污水处理设施、排放口自下而上的污染来源溯源。

一、污水排放去向追踪分析

污水排放去向追踪的基本方法为：

1. 对污水处理厂服务范围内所有污染源出户后的排放路径进行分析，查找

纳入市政污水管网的污染源，确定实际污水处理量。

2. 对未纳入市政污水管网的污染源，通过污染源出户后的排放路径分析，判断是混接排放还是直排水体。

二、污染来源溯源分析

污染来源溯源反演分析的基本方法为：

1. 从排放口向上游溯源分析，获取服务范围内的污染源分布、污水排放量等信息。

2. 从污水处理设施进水口或者污水提升泵站向上游溯源分析，获得服务范围内污染源分布、污水量等信息。

3. 从污水处理设施进水口或者污水提升泵站向上游溯源分析，获得与污水干管连接的雨水管道或者合流制管道信息，判断区域内污水管网的雨水错接状况。

城镇污水排放追踪和溯源分析案例见附录 B。

第三章 城镇污水处理效能分析

根据收集的污水处理基础信息数据，分析污水处理厂实际进水和原生污水、设计进水水量、水质、污染负荷之间的关系，开展河湖水体综合达标评价，评估城镇污水处理效能。

第一节 污水处理厂旱天进水水量和水质分析

一、污水处理厂旱天进水水量分析

根据污水处理厂每日进水水量以及日降雨数据，统计分析连续不降雨天数对应的污水厂进厂水量。通常，连续不降雨天数大于 3~5 天后，污水厂进水水量趋于稳定，雨水径流的影响基本消除，这时的进水量称之为旱天进水量。根据全年污水厂旱天进水总量和旱天天数，可以计算分析污水处理厂旱天日均进水量。

二、污水处理厂旱天进水水质分析

污水厂进水水质一般包括化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷等指标。连续不降雨 3~5 天后的进水水质，可以视作污水厂的旱天进水水质。根据污水处理厂旱天进水水质和进水水量，可以计算分析污水处理厂旱天日均进厂水质。

三、污水处理厂旱天进水污染负荷分析

污水处理厂旱天进水污染负荷，可按式(3-1)计算：

$$W_{\text{旱天}} = Q_{\text{旱天}} \times C_{\text{旱天}} / 1000 \quad (3-1)$$

式中：

$W_{\text{旱天}}$ ——污水处理厂旱天日均进水污染负荷（kg/d）；

$Q_{\text{旱天}}$ ——污水处理厂旱天日均进水水量（m³/d）；

$C_{\text{旱天}}$ ——污水处理厂旱天日均进水水质（mg/L）。

第二节 污水处理厂雨天进水水量和水质分析

一、污水处理厂雨天进水水量分析

将降雨当日起连续 3~5 天的污水厂进厂水量，作为污水厂的雨天进水水量。

统计一年中的污水厂雨天总进厂水量及雨水天数，估算污水厂雨天的日均进厂水量。当污水处理厂雨天进厂水量明显超过旱天进厂水量、超出水量且明显大于服务范围内合流管网输送的雨水量时，表明污水处理厂服务范围内存在雨水管道错接入污水管网的问题。

二、污水处理厂雨天进水水质分析

将降雨当日起连续 3~5 天的污水厂进厂水质，作为污水厂的雨天进水水质。雨天进水水质数据一般包括化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷等指标。根据全年污水厂雨天每日进水水量和进水水质，可以计算分析污水厂雨天日均进厂水质。

三、污水处理厂雨天进水污染负荷分析

污水处理厂雨天进水污染负荷可按下式计算：

$$W_{\text{雨天}} = Q_{\text{雨天}} \times C_{\text{雨天}} / 1000 \quad (3-2)$$

式中：

$W_{\text{雨天}}$ ——污水处理厂雨天日均进水污染负荷（kg/d）；

$Q_{\text{雨天}}$ ——污水处理厂雨天日均进水水量（m³/d）；

$C_{\text{雨天}}$ ——污水处理厂雨天日均水质（mg/L）。

第三节 城镇污水治理现状评估

城镇污水治理现状主要通过污水管网完善度、污水处理能力度和河湖水质达标指数进行评估，判断分析城镇污水管网、污水处理厂和河湖水质的现状水平。

一、污水管网现状评估

污水管网现状评估采用污水管网完善度，以此反映城镇污水管网建设的系统性和完整性，可按下式计算：

$$S_{\text{管网}} = L_{\text{污水}} / L_{\text{供水}} \quad (3-3)$$

式中：

$S_{\text{管网}}$ ——污水管网完善度；

$L_{\text{污水}}$ ——污水管网长度（km）；

$L_{\text{供水}}$ ——供水管网长度（km）。

污水管网长度、供水管网长度可通过城镇污水治理信息化系统确定，也可从《中国城市建设统计年鉴》等统计资料获取。

一般来说，污水管网完善度大于 0.9，表明污水管网完善，可满足污水收集、

输送需求；污水管网完善度在 0.7 到 0.9 之间，表明污水管网较完善；污水管网完善度在 0.5 到 0.7 之间，表明污水管网有一定缺失；污水管网完善度小于 0.5，表明污水管网存在较大缺失，亟需完善。

二、污水处理厂现状评估

污水处理厂现状评估采用污水处理能力度，以此反映城镇污水处理厂的设计能力水平，可按式计算：

$$S_{\text{污水厂}} = Q_{\text{设计}} / Q_{\text{旱天}} \quad (3-4)$$

式中：

$S_{\text{污水}}$ ——污水处理能力度；

$Q_{\text{设计}}$ ——污水处理厂设计流量（ m^3/d ），通过城镇污水治理信息化系统确定；

$Q_{\text{旱天}}$ ——污水处理厂旱天日均进水水量（ m^3/d ）。

一般来说，污水处理能力度大于 1，表明污水处理厂建设水平高，可基本满足正常污水处理需求；污水处理能力度在 0.8 到 1 之间，表明污水处理厂建设水平较高；污水处理能力度在 0.6 到 0.8 之间，表明污水处理厂建设水平存在一定不足；污水处理能力度小于 0.6，表明污水处理厂建设水平低，存在问题较大。

三、河湖水体水质现状评估

河湖水体水质现状评估采用河湖水质达标指数，以此反映河湖综合水质现状，可按式计算：

$$R_{\text{达标}} = I_{\text{旱天}} / I_{\text{目标}} \quad (3-5)$$

式中：

$R_{\text{达标}}$ ——河湖水质达标指数；

$I_{\text{旱天}}$ ——河湖旱天综合水质，采用综合水质标识指数，计算方法详见附录 C；

$I_{\text{目标}}$ ——河湖水体功能目标水质，采用综合水质标识指数。

一般来说，河湖水质达标指数小于或等于 1，表明河湖水质达标；河湖水质达标指数大于 1，表明河湖水质超标。

第四节 城镇污水治理效能评估

城镇污水治理效能评估主要通过污染输送效益和污染负荷治理效益评估，判断城镇污水管网和污水处理厂的运行水平。

一、污水管网运行效能评估

污水管网运行效能评估采用污水管网健康度，以此反映城镇污水管网的运行

水平，可按下式计算：

$$H_{\text{污水}} = C_{\text{旱天}} / C_{\text{污水}} \quad (3-6)$$

式中：

$H_{\text{污水}}$ ——污水管网健康度；

$C_{\text{旱天}}$ ——污水处理厂旱天日均进水水质（mg/L），可根据本章第一节的方法确定；

$C_{\text{污水}}$ ——原生混合污水浓度（mg/L），可参照附录 A。有条件的地区可通过监测污水处理厂上游污水提升泵站的进水水质浓度，确定原生混合污水水质。污水提升泵站对应的上游管网，其埋深应不低于地下水水位，以排除地下水进入污水管网对污水水质的影响。

一般来说，污水管网健康度大于 0.9，表明污水管网运行能力高；污水管网健康度在 0.7 到 0.9 之间，表明污水管网运行能力较高；污水管网健康度在 0.5 到 0.7 之间，表明污水管网运行存在一定不足；污水管网健康度小于 0.5，表明污水管网运行水平低，存在问题较大。

二、污水处理厂运行效能评估

污水管网将污染物输送到污水处理厂，并经过处理后排放。进入污水处理厂的污染负荷情况反映污水处理厂运行效能。污水处理厂运行效能评估采用污染负荷处理率，以此反映城镇污水治理系统的污染治理水平，可按下式计算：

$$T_{\text{污染}} = W_{\text{旱天}} / W_{\text{污水}} \times 100\% \quad (3-7)$$

式中：

$T_{\text{污染}}$ ——污染负荷处理率（%）；

$W_{\text{旱天}}$ ——污水处理厂旱天进水污染负荷（kg/d），可根据本章第一节的方法确定；

$W_{\text{污水}}$ ——污水处理厂服务范围内原生混合污水的污染负荷（kg/d），可按下式计算：

$$W_{\text{污水}} = Q_{\text{污水}} \times C_{\text{污水}} / 1000 \quad (3-8)$$

式中：

$Q_{\text{污水}}$ ——污水处理厂服务范围内的污水产生量（m³/d），可通过城镇污水治理信息化系统确定。

$C_{\text{污水}}$ ——原生混合污水浓度，可参照附录 A。

一般来说，污染负荷处理率大于 90%，表明污水处理效能高；污染负荷处理率在 80%到 90%之间，表明污水处理效能较高；污染负荷处理率在 60%到 80%之间，表明污水处理效能较低；污染负荷处理率小于 60%，表明城镇污水治理系统效能低下。

第五节 雨天城镇污水治理效能评估

雨天城镇污水治理效能评估包括污水处理厂雨天运行效益评估和河湖水质雨天受损评估。

一、污水处理厂雨天运行效益评估

污水处理厂雨天运行效益评估采用污水处理厂雨天运行指数，以此反映污水处理厂服务范围内污水管网的雨水错接情况，可按式(3-9)计算：

$$T_{\text{污水}} = C_{\text{雨天}} / C_{\text{旱天}} \quad (3-9)$$

式中：

$T_{\text{污水}}$ ——污水处理厂雨天运行指数；

$C_{\text{雨天}}$ ——污水处理厂雨天日均进水水质(mg/L)，根据本章第二节的方法确定；

$C_{\text{旱天}}$ ——污水处理厂旱天日均进水水质(mg/L)，根据本章第一节的方法确定。

一般来说，污水处理厂雨天运行指数大于 0.9，表明污水处理厂雨天运行水平高；污水处理厂雨天运行指数在 0.7 到 0.9 之间，表明污水处理厂雨天运行水平较高；污水处理厂雨天运行指数在 0.5 到 0.7 之间，表明污水处理厂雨天运行水平较低；污水处理厂雨天运行指数小于 0.5，表明污水处理厂雨天运行水平低。对污水处理厂雨天运行指数低于 0.7 的情形，应在收集服务范围内合流制和分流制地区排水管网基础信息的基础上，针对分流制地区污水管网开展错接调查，判断污水管网的雨水错接程度。

二、河湖水质雨天受损评估

河湖水质雨天受损评估采用河湖水质雨天受损指数，可按式(3-10)计算：

$$R_{\text{雨天}} = I_{\text{雨天}} / I_{\text{旱天}} \quad (3-10)$$

式中：

$R_{\text{雨天}}$ ——河湖雨天水质受损指数；

$I_{\text{雨天}}$ ——河湖雨天综合水质，采用综合水质标识指数，计算方法详见附录 C；

$I_{\text{旱天}}$ ——河湖旱天综合水质，采用综合水质标识指数，计算方法详见附录 C。

一般来说，河湖水质雨天受损指数小于或等于 1，表明河湖水质晴天和雨天差别不大，雨污混接或雨天溢流污染问题不严重；河湖水质雨天受损指数如果远大于 1，表明河湖水质雨天受损，雨污混接问题或溢流污染较为严重。

城镇污水治理效能分析案例见附录 D。

第四章 城镇污水管网结构性缺陷定位分析

城镇污水管网结构性缺陷主要包括破裂、变形、错口、脱节、渗漏、腐蚀、胶圈脱落、支管暗接、管线侵入和雨水管道错接污水管道等。

污水管网结构性缺陷定位分析方法包括设备检测分析法、现场调查分析法、水量平衡分析法和数学模型分析法。设备检测分析法和现场调查分析法是污水管网结构性缺陷的直接分析方法；其中，设备检测法适用于各种结构性缺陷定位分析，现场调查法用于雨水管道错接污水管道的定位分析。水量平衡分析法和数学模型分析法是污水管网结构性缺陷的数值分析方法，经水量平衡分析法和数学模型分析法确定为严重渗漏的污水管道，还可进一步采用设备检测法确定渗漏点位。

第一节 设备检测分析法

设备检测分析法是指利用潜望镜、电视、声纳等设备直观判定管道破裂、变形、错口、脱节、渗漏、腐蚀、胶圈脱落、支管暗接、管线侵入等结构性缺陷的分析方法。管道结构性缺陷分类和等级见附录 E。

一、检测设备

污水管网结构性缺陷检测设备和适用条件如表 4-1 示。

表 4-1 污水管网结构性缺陷检测设备和适用条件

序号	检测方法	使用用途	适用条件
1	潜望镜（QV）检测	用于管道水面以上部分的结构性检测	管内水位不宜大于管径的 1/2；管段长度不宜大于 50m。
2	电视（CCTV）检测	用于管道水面以上部分的结构性检测	管道内水位和淤积不大于管径的 20%。
3	声纳检测	用于管道水面以下部分的结构性检测	直径范围在 300mm~3000mm 的管道；管道内水位不低于 300mm。

注：表中数据引用自行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ181-2012。

二、检测流程

管道检测的基本程序应包括：检测任务书下达，搜集资料，现场踏勘，编写检测设计书，检测前的管道准备，现场检测及初步判读，日工作单签署，内业影像判读与处理，评估计算及图件编辑，编写检测报告、评估报告，编写技术总结报告和成果验收。

1. 前期准备

管道检测前应搜集以下资料：

- (1) 管道及其附属构筑物的竣工图；
- (2) 管材类型、规格、接口形式等已有排水管线技术资料；
- (3) 已有管道和检查井历次检测等资料；
- (4) 评估所需的相关资料。

2. 现场检测

现场检测应包括以下内容：

- (1) 察看测区检测范围内管道沿线地形的地物、地貌、交通状况和管道分布情况；
- (2) 目测或工具检查管道口的水位、积泥和检查井构造等情况；
- (3) 复核所搜集资料中的管道与检查井位置、管道埋深、管位、管径、和管材等。

3. 编制检测报告书

检测报告书应包括以下内容：

- (1) 工程概况：工程的依据、目的和要求、工程的地理位置、地质条件、检测时天气和环境、开竣工日期；
- (2) 技术措施：各工序作业的标准依据、采用的仪器和技术方法；
- (3) 原始记录：各种原始记录表、评估打分记录；
- (4) 质量保证措施：各工序质量的控制情况；
- (5) 附图：缺陷分布图、沉积状况纵断面图等；
- (6) 应说明的问题和处理措施。

上述检测需现场作业，应符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6 和《城镇排水排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68 等的有关规定。

三、检测结果分析

1. 人工判读

管道检测完成后，采用人工方式对管道检测的影像和图像资料进行识别，并绘制符合要求的缺陷分布图。

缺陷分布图的编绘应符合下列要求：宜在现有的排水管线图基础上加绘缺陷要素，测区较小的可实地丈量后以自由比例尺简单绘制；必须注明的缺陷要素包括：录像光盘（带）编号、检测方向、缺陷位置、代码及照片编号、相对距离；应按照顺时针方向描述缺陷在管道圆周位置，用钟点数表示缺陷的起止位置。

检查井的缺陷位置应通过垂直和环向定位来描述：垂直定位应根据摄像头下

降的高度来描述；环向定位应采用时钟表示法，应以正北方为 12 点方向，顺时针方向用两个数字表示表示缺陷的环形位置。

2. 软件判读

由于人工判读存在主观性，特别是管道交界处和新型管材，不同的人认知不同，会出现错判、误判，甚至漏判等情况。利用云计算等先进计算机技术，通过对缺陷建立知识库，实现计算机对缺陷的智能化判读，从而减少缺陷判读的人为错误。

第二节 人工调查分析法

人工调查分析法可通过人工开启检查井判定管道的连接关系，适用于污水管道错接点位的定位分析。现场作业期间应采取措施保证人员安全，并应符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6 和《城镇排水排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68 等的有关规定。

一、人工调查

通过人工开启检查井判定管道的连接关系，通过人工现场实地勘察，初步判断检查井内的管道连接关系等情况，形成雨水错接点位调查资料。调查时记录管道属性、连接关系、材质、管径等，并在错接点位实地标注可识别记号。

当调查的污水管道内水位较低时，若开井检查，发现污水检查井中有雨水管或合流管接入，可直接判断该井为污水管道错接点。若无法判断的，则记录旱天一段时间内接入管水流情况；在雨天时在同一时段内，记录接入管水流情况。若雨天和旱天相比接入管流量存在明显的增加，可判定此该井为污水管道错接点。

二、泵站配合调查

当调查的污水管道内水位较高时，需要泵站配合或采取封堵降水等措施。在泵站配合排水时，通过人工开井观察管道内水流方法来确定管道的连接状况。当污水管道处于满管状态时，污水管道雨水错接调查须依靠泵站配合降水。

第三节 水量平衡分析法

水量平衡分析法是一种基于污水管道进出水流量数据的分析方法。通过旱天水量平衡关系确定外水入渗量、污水外渗量，从而对污水管道渗漏等结构性缺陷进行判断。还可综合通过旱天和雨天水量平衡关系确定污水管道的雨水入流量，对污水管道错接进行判断。

水量平衡分析法包括夜间最小流量法、三角分析法和管道流量分区观测法。

一、夜间最小流量法

夜间最小流量法认为在凌晨 2:00~4:00（或者 3:00~5:00）污水管道污水流入量少，此时管道中的水量主要为地下水。

在人口稠密的城市区域则必须考虑一定的夜间生活污水排放量。夜间生活污水量国外通常取日平均流量的 10%，上海市某排水小区进行地下水渗入量评估时，通过调查建议取日平均流量的 5%~10%。总体上夜间生活污水排放量可按照日平均流量的 10%取值。该方法可用来评估小范围区域的污水管道地下水入渗量。

二、三角分析法

三角分析法适用于污水处理厂或者污水提升泵站服务范围的地下水入渗量和雨水入流量分析。具体做法为对特定时间段内的污水厂或提升泵站日进水流量曲线进行分割。将一年内的污水厂日污水流量按升序排列并进行编号（按 1~n），然后以当日编号与 n 的比值为横坐标，以当日污水流量与该段时间内最大日污水流量为纵坐标进行绘图，如图 4-1 所示。

假设日原生污水量为常数，则图 4-1 下方黑色矩形区域代表年原生污水流量，黑色矩形上方区域则代表年雨水量、年雨水渗流量和年地下水渗入量等外来水之和。假设雨天污水厂进水流量最小时，外来水全部为入渗的地下水；雨天污水厂进水流量最大时，外来水全部为入流雨水。将一年中旱天所占的比例在横坐标上标识出来，得点 A。从该点画垂线交曲线于一点 B，并连接点 B 到右下角点 C，则直线 BC 下方区域表示年地下水渗入量，直线 BC 上方区域表示雨天雨水入流量。

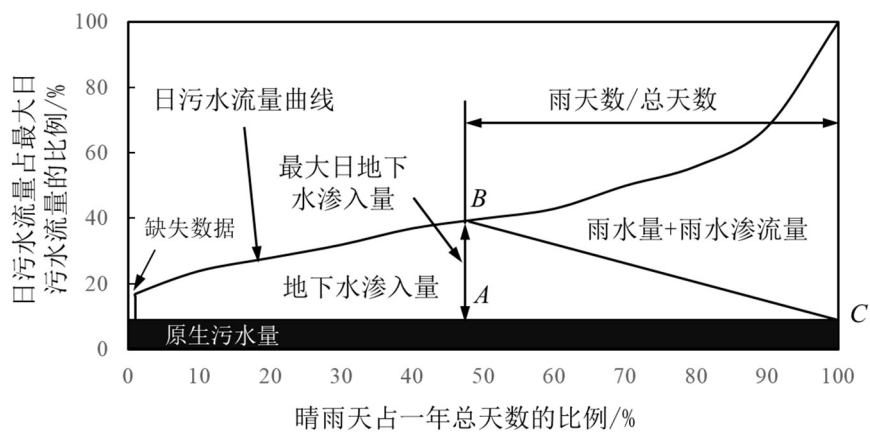


图 4-1 三角形法原理

三、管道流量分区观测法

管道流量分区观测法是将污水管道每隔一定距离设置一个观测点位，开展流量观测。根据相邻上下游点位的水量平衡关系，确定两个点位之间污水管段的地下水入渗水量、污水外渗水量和雨天雨水入流量。污水管道流量分区观测按照先干管、后支管的顺序进行。

1. 外渗和入渗水量分析

对地下水水位低于污水管道管底标高的情形，污水管段的污水外渗水量为

$$\Delta Q_{\text{外渗}} = Q_{\text{旱天, 上游}} - Q_{\text{旱天, 下游}} + \Delta Q_{\text{污水}} \quad (4-1)$$

式中：

$\Delta Q_{\text{外渗}}$ —污水管段的污水外渗水量 (m^3/d)；

$Q_{\text{旱天, 上游}}$ —上游观测点位旱天水量 (m^3/d)；

$Q_{\text{旱天, 下游}}$ —下游观测点位旱天水量 (m^3/d)；

$\Delta Q_{\text{污水}}$ —污水管段沿接纳的污水排放量 (m^3/d)，通过第二章中的城镇污水处理信息化系统，利用污水排放溯源方法确定特定管段的污水接纳量。

对地下水水位高于污水管道管底标高的情形，污水管段的地下水入渗量为

$$\Delta Q_{\text{入渗}} = Q_{\text{旱天, 下游}} - Q_{\text{旱天, 上游}} - \Delta Q_{\text{污水}} \quad (4-2)$$

式中：

$\Delta Q_{\text{入渗}}$ —污水管段的入渗地下水水量 (m^3/d)。

管道流量测量宜采用速度—面积流量计法。为减少管道流量观测的工作量，当污水管道为非满管流动时，也可根据管道检查井水位的观测来估算旱天污水管道流量。图 4-2 给出了基于检查井水位监测的污水管道流量计算原理，计算公式见式 (4-3) ~ (4-5)。

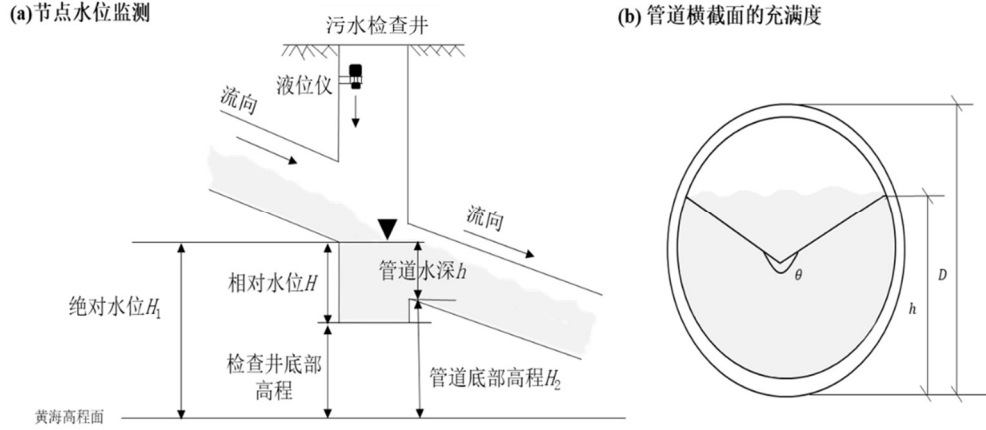


图 4-2 基于检查井水位监测的污水管道流量计算原理

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \quad (4-3)$$

$$A = \frac{D^2(\theta - \sin \theta)}{8} \quad (4-4)$$

$$\theta = 2\arccos \frac{D-2h}{D} \quad (4-5)$$

式中：

Q —管道流量 (m^3/s);

n —管道粗糙系数;

A —过水断面面积 (m^2);

I —水力坡度;

R —水力半径 (m);

θ —水流中心夹角;

h —管道水深 (m)。

根据污水管道分区流量观测确定的各管段地下水入渗量,可评估污水管道的渗漏程度。污水管道渗漏程度分为基本不渗漏、轻度渗漏和严重渗漏,渗漏程度评价方法见附录 F。对评价为严重渗漏的污水管段,可通过流量加密观测或者设备检测法来确定渗漏点位。

2. 污水管道雨水入流量分析

任一观测点位上游服务区域的雨天雨水接入量为:

$$Q_{\text{雨水}} = Q_{\text{雨天}} - Q_{\text{旱天}} \quad (4-6)$$

式中:

$Q_{\text{雨水}}$ —观测点的某降雨场次雨水接入水量 (m^3/d);

$Q_{\text{雨天}}$ —观测点的某降雨场次累积流量 (m^3/d), 按照降雨开始后连续 24h 的

累积流量值确定；

$Q_{\text{旱天}}$ —观测点的旱天水量 (m^3/d)。

两个观测点位之间污水管段的雨水接入量为

$$\Delta Q_{\text{雨水}} = Q_{\text{雨水, 下游}} - Q_{\text{雨水, 上游}} \quad (4-7)$$

式中，

$\Delta Q_{\text{雨水}}$ —两个观测点位之间污水管段的雨水接入量 (m^3/d)；

$Q_{\text{雨水, 上游}}$ —上游观测点位的雨水接入量 (m^3/d)；

$Q_{\text{雨水, 下游}}$ —下游观测点位的雨水接入量 (m^3/d)。

对于判定为存在雨水接入的污水管段，可对其进一步加密监测，确定污水管道的雨水错接点位。

污水管道流量观测宜采用速度—面积流量计法，也可根据污水管道检查井水位估算污水管道流量，计算原理和方法见图 4-2 和式 (4-3) ~ (4-5)。

第四节 数学模型分析法

数学模型分析法通过建立污水管网水力模型，并结合有限监测点位水量数据反演渗漏点位置和入渗、外渗水量。与通过水量平衡分析法进行结构性缺陷定位相比，可以进一步减少现场监测的工作量。

数学模型定位法的本质是一种试错法，通过不断调整污水管网节点可能的地下水入渗量，直至找到最符合实际监测水位条件的方案，从而最终确定地下水入渗的位置。

一、检查井水位监测和流量计算

在应用数学模型定位法时，关注的重点为是否存在地下水入渗，而非地下水入渗随时间的变化情况，假设污水管道内的水流流动为恒定流。因此，可通过监测检查井水位来推算流量。污水管网水位监测应考虑以下原则：

1. 在污水系统进出边界的检查井等处，选择监测点位。
2. 在污水管网主干管上的检查井处，选择监测点位，布点间距约 500m。对判定存在污水管网渗漏的区域，可进一步加密监测点位。
3. 水位监测在旱天进行，前期晴天数应不小于 72h。
4. 根据污水管道末端的水位变化过程确定监测时间，选择水位最高和最低

的时间段进行监测，每个时间段最少监测 1 次水位，取平均水位。

5. 水位监测时，污水管道应保持非满管流运行状态。

基于检查井水位的流量计算原理见图 4-2，计算公式见式（4-3）~（4-5）。

二、管网水动力模型搭建

根据污水管网的基础数据资料搭建污水管网模型，主要包括检查井的坐标、最大深度、内底标高；管道的形状、断面几何尺寸、管道长度、曼宁粗糙系数；泵站的泵台数、开关泵水位、泵的特性曲线、集水池的内底标高、表面面积和最大深度等。通过管网模型软件的水动力模块，实现污水管网中的旱天水力条件演算。

三、数学模型定位分析

基于检查井水位推算出管道流量，确定各个污水管段的流量，进而获得不同污水管段的地下水入渗量。计算方法见前面所述的水量观测法。

利用智能优化算法，将各管段地下水入渗量随机分配给各管段之间的各个检查井，启动管网模型进行水力演算。输出监测点处的水位模拟值，直至监测点处水位的模拟值和实际监测值拟合度较高，从而确定地下水入渗的最佳分配方案，实现污水管道的破损定位。

数学模型定位分析的实现方法见附录 G。

第五章 城镇雨水管网混接问题定位分析

城镇雨水管网混接是指污水接入市政雨水管道的现象，包括居住小区、事业单位、工业企业污水管道接入市政雨水管网，沿街商铺污水直接接入市政雨水管网等。

雨水管网混接定位分析方法包括现场调查分析法、水质特征因子分析法和荧光光谱分析法。

第一节 现场调查分析法

现场调查分析法是综合通过检查井内混接点调查和雨水管道内混接情况调查相结合判定混接点分布的方法。

雨水管网混接现场调查需在低水位下进行，当雨水管网水位较高时，需要通过泵站配合或封堵降水后再开展现场调查。现场作业期间应采取措施保证人员安全，并应符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6、《城镇排水排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68 等的有关规定。

一、检查井内混接点调查

开井检查是混接调查的首要步骤，主要对雨水检查井接入管道进行调查。

雨水检查井开启后，若检查井内水位较低，可直接目视检查井内支管接入情况及入流情况。若存在支管接入且旱天有水流流入，则直接判定此点为雨水管网混接点。

雨水管网混接点确定后，需记录混接点位置及混接情况。

二、雨水管道内混接情况调查

雨水管道内混接情况的调查主要采用仪器来进行探查，首先采用管道潜望镜 QV 对管道内部情况进行检查，查明管道内部是否存在明显的支管暗接或隐蔽接入情况。当 QV 设备无法满足探查需求时，进一步采用 CCTV 来确定隐蔽接入或暗接的位置。根据暗接位置查找上游检查井，并根据上游检查井的入流情况来判断是否存在混接。

若现场管线情况复杂，无法查明上游检查井位置，从而无法判断暗接管是否为混接点的，必须做出说明。

三、混接点分布图绘制

在确认雨水管道混接点位置后，现场调查人员拍摄井内照片及周边参照物，并在原有管线图的基础上绘制雨水管道混接点位置分布图，进行混接点的标注及说明。

第二节 水质特征因子分析法

水质特征因子分析法是基于不同混接类型之间差异性指标的分析方法。在检查井、排放口水质采样与水质特征因子监测的基础上，通过上下游监测点位水质特征因子浓度变化来判断雨水管网是否存在混接，还可通过质量平衡方程进行定量分析。使用该方法时，在雨水管网高水位运行条件下不需要预先降低水位；具有不干扰雨水管网运行的特点。

一、水质特征因子的选择

1. 生活污水水质特征因子

生活污水的水质特征因子包括氨氮、总氮、磷酸盐、钾、表面活性剂等。其中，氨氮、总氮、磷酸盐、钾是表征粪便污水接入的水质特征因子指标，表面活性剂是表征洗涤废水接入的水质特征指标。生活污水水质特征因子的确定依据见附录 H。

水质特征因子浓度值根据当地监测数据确定。原则上监测数据应涵盖若干个不同规模的新式和旧式居民区，每个居住区应连续采样两天，每天连续采样 24 小时，每间隔 4 小时采样一次。

2 工业废水水质特征因子

对于有生产性活动的工业企业，其废水特点与生产工艺和生产过程中使用的原材料有关。与生活污水的有机污染表征不同，无机离子包括钠、钾、氯化物、磷酸盐、硫酸盐是良好的表征工业废水的水质特征因子。判断工业废水接入的水质特征因子及其参照值见附录 H。

工业废水水质特征因子浓度值根据现场监测数据确定。对于不同的工业行业类型，应分别通过现场监测确定其特征因子浓度值。原则上每个工业企业的采样应涵盖其整个生产周期，采集 10 个以上水样。

3 地下水水质特征因子

由于受到酸性降雨下渗过程中溶解石灰岩的影响，通常地下水中的 Ca、Mg 离子含量和相应的硬度值较高。因此可将硬度作为表征浅层地下水的水质特征因子。氯化物是表征海水倒灌的水质特征因子。因此，在疑似存在海水倒灌的区域，可增加氯化物作为检测指标。此外，当污水管网中存在建筑工地基坑排水接入时，基坑排水也具有地下水的水质特点。

地下水水质特征因子浓度值根据现场监测数据确定。原则上每个地下水监测井每天采样 1 次，采集 10 个以上水样。地下水监测点的布置应考虑空间上的合理分布，并考虑河水与地下水浅层含水层交换对地下水水质的影响。

二、基于水质特征因子的雨水管网混接判断

1. 雨水管网中水质特征因子监测方法

混接污水、入渗地下水的水量、水质在一天周期内具有波动性，且进入雨水管道后具有一定的流动时间。采用雨水管网瞬时水样的水质数据作为判定依据具有较大的不确定性。因此雨水管网中水质特征因子的监测应在旱天至少持续 24 小时以上。

雨水管网水质特征因子监测，应符合下列规定：

(1) 在雨水管道的检查井和末端排放口等处，选择监测点位。

(2) 水质监测依照先干管后支管的原则开展，原则上每公里管道长度不应少于 1 个监测点。对判定存在管网问题的区域，可进一步加密监测点位。

(3) 旱天监测时，每个监测点位的取样频率应不小于 4h 一次，并应连续监测 24h 以上，宜在至少其 48h 未降雨的旱天进行。

(4) 水质监测点同步开展流量测量，并应连续监测 24h 以上。宜采用速度—面积流量计监测；为减少调查工作量，也可以监测雨水管道检查井的水位，通过检查井水位估算流量。检查井水位监测可与水质特征因子采样同步进行。

2. 雨水管网混接定位分析

考虑到不同混接来源包括生活居住小区、宾馆、餐饮、办公、商业等的污水浓度存在差异性，应综合通过上下游监测点位水质和污染负荷变化判定是否存在污水混接。若雨水管道旱天下游监测点的污水水质特征因子浓度或污染负荷量高于上游检测点时，可判定相邻两个监测点位之间的雨水管道中存在污水混接。

对判定存在混接的管段，可进一步加密监测点位，缩小筛查范围和定位混接点位。

三、基于质量平衡方程的雨水管网混接定量解析

通过建立入流和出流的化学质量平衡方程组，可定量解析雨水管道中不同混接类型的水量比例。当雨水管网服务区域内有 k 个潜在的混接类型（生活污水、不同行业工业废水、地下水等）时，应选择 k 个水质特征因子，相应建立 $k \times k$ 的矩阵方程组。

在任一监测点位处的质量平衡方程组表示如下：

$$A_1 \times C_{11} + A_2 \times C_{12} + \dots + A_k \times C_{1k} = m_1$$

$$A_1 \times C_{21} + A_2 \times C_{22} + \dots + A_k \times C_{2k} = m_2$$

$$\dots\dots\dots$$

$$A_1 \times C_{k1} + A_2 \times C_{k2} + \dots + A_k \times C_{kk} = m_k \quad (5-1)$$

式中：

A_1 、 A_2 、 A_k —分别为第 1、2 和 k 个混接类型的水量比例；

m_1 、 m_2 、 m_k —分别为管网监测点位或末端排放口处的第 1、2 和 k 个水质特征因子浓度；

C_{11} 、 C_{12} 、 C_{1k} —分别为第 1~ k 个混接类型的第 1 个水质特征因子浓度；

C_{21} 、 C_{22} 、 C_{2k} —分别为第 1~ k 个混接类型的第 2 个水质特征因子浓度；

C_{k1} 、 C_{k2} 、 C_{kk} —分别为第 1~ k 个混接类型的第 k 个水质特征因子浓度。

已知监测点位或者排放口的流量时，可分别确定监测点或排放口上游区域雨水管网中各个混接类型的混接水量，按照下面公式计算：

$$q_k = Q_{\text{旱}} \times A_k \quad (5-2)$$

式中：

q_k —监测点或排放口上游区域雨水管网的第 k 个混接类型接入流量 (m^3/d)；

$Q_{\text{旱}}$ —监测点或排放口的旱天流量 (m^3/d)；

A_k —监测点或排放口上游区域雨水管网的第 k 个混接类型水量比例。

两个监测点位之间雨水管道的混接水量按照下面公式计算：

$$\Delta Q_k = q_{k, \text{下游}} - q_{k, \text{上游}} \quad (5-3)$$

式中：

ΔQ_k —第 k 个混接类型的混接水量 (m^3/d)。

方程组 (5-1) 的求解方法和计算案例详见附录 H。

第三节 荧光光谱分析法

荧光光谱分析法是采用三维荧光光谱仪测定管道水样荧光强度的一种方法。通过对比雨水管道上下游检查井采集水样的荧光强度,判定检查井之间是否存在污水混接。

一、荧光光谱数据采集

1. 水样处理

取检查井水样,经滤膜过滤除去悬浮性颗粒物,防止颗粒物对光谱测定产生影响。水样过滤后应尽快进行光谱测定,采集光谱数据。

2. 光谱数据采集

选择三维荧光光谱仪采集水质荧光光谱数据,并将数据保存为xlsx、xls、txt或csv等标准格式,供进一步的数据处理、解析使用。

二、荧光光谱数据预处理

1. 荧光数据的散射扣除

在水样的荧光光谱中,通常会出现信号响应极强的四个条状峰,即为由水引起的一级和二级瑞利散射与拉曼散射。由于散射信号强度通常较强,且散射峰的形状和位置随激发波长的变化而变化,因而影响水质荧光数据判读。可使用MATLAB等工具,提取矩阵高响应值并删除,再根据三角形内插法进行插值,从而完成散射扣除。散射扣除可起到放大荧光响应的作用,便于后一步进行荧光光谱的解析。

2. 荧光数据的内滤校正

检查井水水质可采用紫外-可见吸收光谱进行内滤校正,其产生原理和所遵循的公式见附录I。

具体地,在紫外-可见吸收光谱中,提取该样品在 λ_{ex} 和 λ_{em} 处的吸光度;同时,在荧光光谱中,提取同一样品在 λ_{ex} 和 λ_{em} 处原荧光强度,三者代入附录I中的公式计算即得到校正后的荧光响应强度。由于荧光光谱数据较为密集,工作量大,因此可借助MATLAB等工具进行内滤校正。

三、荧光光谱数据分析与雨污混接判断

1. 等高线图法

经预处理的三维荧光光谱数据可直接采用等高线图形式呈现,并用于检查井水水质的快速定性判断。相较前一管段,若某一管段检查井水水质荧光光谱等高线图中出现荧光峰增强,则两检查井之间管段可能存在雨污混接问题。

2. 区域积分法

为提高复杂雨水管道雨污混接判断精确度,可使用MATLAB等工具对三维荧光光谱数据进一步处理和解析,解析方法包括但不限于区域积分、荧光峰拾取、

主成分分析和平行因子分析等方法。

经区域积分处理后，相较前一管段，若某一管段检查井水水质荧光光谱 $\lambda_{ex}/\lambda_{em}=200-250/280-380$ 区域内的荧光平均响应强度增加 2 倍或以上，说明两检查井之间管段可能存在雨污混接问题，且污水多来自生活源。

经区域积分、荧光峰拾取、主成分分析或平行因子分析等方法处理后的荧光结果，可以结合当地管网和污染物源调查基础数据，进一步进行综合解析，来判断混入雨水管道的污水来源。

第六章 城镇河湖水体排污口定位分析

城镇河湖水体排污口的定位分析方法包括人工调查分析法、水文水质监测分析法和设备探测分析法。人工调查分析法是一种人工调查河湖水体沿岸水面以上排放口的方法；水文水质监测分析法是通过上下游监测点位水质和流量变化确定水下排污口的方法；设备探测分析法是通过无人机、无人船、潜水艇搭载探测仪器和监测设备对河湖水下排污口进行调查的方法。

第一节 人工调查分析法

人工调查分析法主要用于对河湖水体水面以上排污口进行调查；同时，也可通过降低水体水位对水面以下排污口进行调查。

一、基本要求

现场调查作业应符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ6、《城镇排水排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68 等有关规定；现场使用的船只、救生设备、检测设备、作业工具等，其安全性能应符合现行国家标准的有关规定；从事调查的单位应具备相应资质，参与调查的人员应培训合格后，方可上岗。

二、适用范围

人工调查分析法主要适用于对河湖水体水面以上排污口进行调查。有条件的河湖水体，也可通过设置临时拦水坝、围堰、下游抽排及水利闸组调度等手段，将水体水位降低至排放口底标高以下，再进一步现场观察。

三、调查作业

1. 调查准备

（1）设备、工具准备：准备好 GPS 定位仪、照相机、米尺、钩尺、镐头、水桶等装备；并结合水面的宽度、岸边的易达性等因素，适当考虑准备船只、救生设备、镰刀等装备。

（2）现场调查记录表准备：现场调查表格应包括少于水体名称，调查日期、时间，天气情况，排放口编号、类型、位置（坐标、高程）、形状规格、材质、水量、出水颜色、实物照片，护坡形式及周边环境情况，调查人员情况等信息。

2. 现场调查

(1) 调查方法：可徒步沿河湖水体岸边进行调查；对于岸边不易到达、水面较宽阔又不能在水体对岸观测的情况，可考虑乘船沿岸线进行调查。调查排放口旱天及雨天排放情况，记录排放口的类型、位置（坐标、高程）、形状规格、材质、水量、出水颜色、实物照片，护坡形式及周边环境情况。

(2) 资料复核：根据已掌握的排水资料，复核排放口资料符合情况，并归类前期调查无法判明类别的排放口；排查遗漏的排放口；完善调查记录表。

(3) 排放口类别：河湖水体沿岸排放口主要有雨水排放口、污水直排口、雨污混接排污口、溢流排污口、雨水泵站排放口等几种形式。

(4) 排污口识别：现场调查过程中需对排放口类别进行初判，以便资料整理、治理方案设计中有所可循；后续阶段则可结合现场初判结果、片区排水系统类型、管网调查信息等，进一步识别排污口。

初判依据主要有管径大小、水量、出水颜色、印迹情况等，如：

1) 旱天情况下，排放口无出水情况。可结合排放口及周边驳岸水渍印迹进行初判：如仅为泥沙、树叶残枝等，考虑雨水排放口可能；如有黑色腐败沉积物、生活垃圾等堆积，考虑溢流排污口可能。

2) 旱天情况下，排放口有水流流出、出水颜色发黑混浊等，如排放口管径大于 400 mm，则考虑雨污混接排放口可能；如排放口管径不大于 400 mm，则考虑污水直排口或溢流排污口可能。

3. 分析调查结果

(1) 为便于后续整治方案设计及现场施工，应形成.dwg 格式调查图纸。调查图纸应采用当地常用坐标及高程系统，调查成果底图比例尺不应小于 1:1000，宜采用 1:500。

(2) 梳理现场调查记录表，对现场调查记录表进行整理、汇总；形成电子表格，加入现场照片、位置等信息，形成永久性记录数据。

(3) 编制调查报告，形成正式调查成果。调查报告应包括排放口调查的项目背景、调查范围、调查时段、调查时气候和气象情况、调查方法及调查成果，并给出推荐的治理对策。

第二节 水文水质监测分析法

水文水质监测是通过收集或者现场调查河湖断面水质、流量数据，对监测断面之间是否存在排污口进行分析判断。

一、基本要求

可通过建立厂网河湖信息化系统收集已有的河湖水文水质数据。需开展现场调查时，遵循以下原则：

1. 将河流划分为若干个河段，设置水文和水质监测站点。在每个监测站点开展水位、流量和水质监测。
2. 每个监测断面在旱天和雨天至少开展一次监测，每次连续监测 24 小时以上，每 4 小时取 1 次水样。雨天时可选择中雨或大雨的情形开展水质监测。
3. 河流水质监测指标包括化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、溶解氧等。

二、基于水质数据的排污口定位

综合河流上下游断面的水质浓度和综合水质标识指数变化，识别监测站点之间的河段是否存在排污口。

当存在以下情形时，可判断两个断面之间的河段存在排污口：

1. 若下游断面的多数水质指标（溶解氧除外）浓度高于上游断面，可判断两个断面之间的河段存在排污口。
2. 根据化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、溶解氧等指标的监测数据，计算综合水质标识指数。综合水质标识指数的计算方法见附录 C。若下游断面的综合水质标识指数大于上游断面的综合水质标识指数，则表示两个断面之间的河段存在排污口。

针对判断存在排污口的河段，可进一步加密开展水质监测，缩小排查范围。

三、河流水量平衡分析

可通过开展河流水量平衡分析，确定不同河段的汇入水量及其来源，定量分析排污口的流量。

河流断面流量监测可采用走航式流量船观测法，也可以采用基于河流断面水位的软测量法。软测量法的基本原理是在开展河流断面水深和流量现场监测的基础上，建立断面水深和流量之间的函数关系，再根据断面水位的动态变化来估计流量的变化。函数关系通常表示为如下的幂函数形式：

$$h = aQ^b \quad (6-1)$$

式中：

h —河流断面水深（m）；

Q —河流断面流量 (m^3/s);

a 、 b —经验系数, 通过水位—流量关系曲线确定。

对于河流断面水位和流量较为稳定的情形, 也可将河流流动简化为恒定均匀流动, 根据曼宁公式构建流量与水位之间的软测量关系。计算公式如下:

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \quad (6-2)$$

式中:

n —河底粗糙系数;

I —水力坡度;

R —水力半径 (m);

A —横断面面积。

对于宽浅形河流, 水力半径近似等于水深, 河流断面流量计算公式可近似表示为

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \quad (6-3)$$

基于水文水质监测的河流排污口定位分析案例见附录 J。

第三节 设备探测分析法

设备探测分析法主要包括无人机法、无人船法和潜水艇法等。无人机法是搭载航摄仪的影像调查方法, 主要用于人工巡查难以到达区域的水上排污口的调查; 无人船法和潜水艇法是搭载声纳探测仪器和水质检测传感器的调查方法, 主要用于水下排污口的调查。

一、基本要求

1. 无人机应配置航摄仪等设备。
2. 无人船、潜水艇可根据需要配置侧扫声纳、水质传感器或水质采样器等。
3. 探测数据处理应采用业务主管部门认可的数据处理软件, 严禁随意篡改原始数据。
4. 排查相关资料应留档。

二、无人机法

1. 适用范围

提供水面排污口高精度影像调查。

2. 技术要点

(1) 无人机探测前, 应考虑飞行当天的气象因素, 选择风速较小、能见度高的时段飞行。无人机航摄仪应按规定进行检验, 并规范设计航线。

(2) 航摄影像成片应清晰, 分辨率应满足排口识别的要求。影像上不应有云雾、反光、污迹等影响成片成果的缺陷。

(3) 无人机探测工作应满足《无人机航摄安全作业基本要求》CH/Z 3001 相关要求。

(4) 航摄仪应满足《数字航摄仪检定规程》CH/Z 8021 相关要求。

3. 限制因素

若因天气、地形等原因影响无人机航行或航摄仪拍摄的区域, 宜考虑其他调查方式。

三、无人船法

1. 适用范围

提供声纳扫描的水下排污口定位、水质快速检测和水质采样。

2. 技术要点

(1) 无人船使用前应对船体、仪表及附属软、硬件等进行检查、校正, 保持正常工作状态并在检验合格有效期内。

(2) 无人船探测前, 应考虑航行当天的气象因素, 选择风速较小、波浪较小的时段航行, 并规范设计航线。

(3) 无人船探测工作应满足《无人船水下地形测量技术规程》CH/T 7002 相关要求。

(4) 无人船水质采样应符合《水质.河流采样技术指导》HJ/T 52 相关要求。

3. 侧扫声呐

(1) 侧扫声呐应与无人船大小相适应, 装载探头负重后无人船应不易滚动或倾斜。

(2) 侧扫声呐应配置导航定位系统, 实时定位精度应优于 2m。

(3) 应根据工作水深、分辨率以及更新率等因素选择合适的侧扫声呐。声呐探测精度应优于 10cm, 能分辨出水下排污口。

(4) 测量时船体应尽量保持匀速、直线前进, 前进方向宜与河流岸线和水流方向一致, 最大船速不应超过 6 节。

4. 限制因素

若因天气、地形等原因影响无人船航行的区域, 宜考虑其他调查方式。

四、潜水艇法

1. 适用范围

主要针对水深较深的区域，提供声纳的水下排污口定位和水质快速检测。

2. 技术要点

(1) 潜水艇使用前应对船体、仪表及附属软、硬件等进行检查、校正，保持正常工作状态并在检验合格有效期内。

(2) 潜水艇探测前，应进行水下地形测量，并根据测量结果规范设计航行。

(3) 潜水艇探测工作应满足《无人船水下地形测量技术规程》CH/T 7002 相关要求。

3. 侧扫声纳

同无人船法。

4. 限制因素

若因地形等原因影响潜水艇航行的区域，宜考虑其他调查方式。

五、排污口识别与定位

无人机法定位的水上排放口，应与人工调查定位的水上排放口一并进行排污识别。

经无人船法或潜水艇法定位的水下排放口，可依据以下方法进行排污识别：

1. 与城镇污水治理信息化系统进行对比，判断排口性质；

2. 对于管径不大于 400 mm 的排放口，可初定为排污口，并通过管线排查进一步确定；

3. 对于管径大于 400 mm 的排放口，宜通过水质分析进一步确定排口性质。水质采样分析应包括旱天和雨天，旱天采样宜在 48h 未降雨的旱天进行，雨天采样宜在中雨及以上雨天降雨 1h 后进行，采样点可选择排口处或排摸出的上游检查井处，水质分析可采用采样分析或就地水质快速检测方式。

第七章 城镇污水治理提质增效方案和实施

以城镇污水治理基础信息调查数据为基础，开展城镇污水治理现状和污水治理效能评估，提出城镇污水治理提质增效的阶段性目标，编制厂网河湖一体化的城镇污水治理提质增效治理方案。根据系统化治理方案，统筹推进污水管网结构性缺陷修复和改造、雨水管网混接改造、河湖水体排污口治理等工程，提升污水处理厂进水水质和城镇污水治理效能。

第一节 城镇污水治理提质增效系统化治理方案编制

一、技术路线

以城镇污水治理基础信息调查为基础，通过城镇污水治理现状分析、阶段治理目标确定、现有规划评估、污水处理提质增效的问题识别、污水处理提质增效方案和工程项目库编制等流程，形成提质增效系统化方案。技术路线如图 7-1 所示。

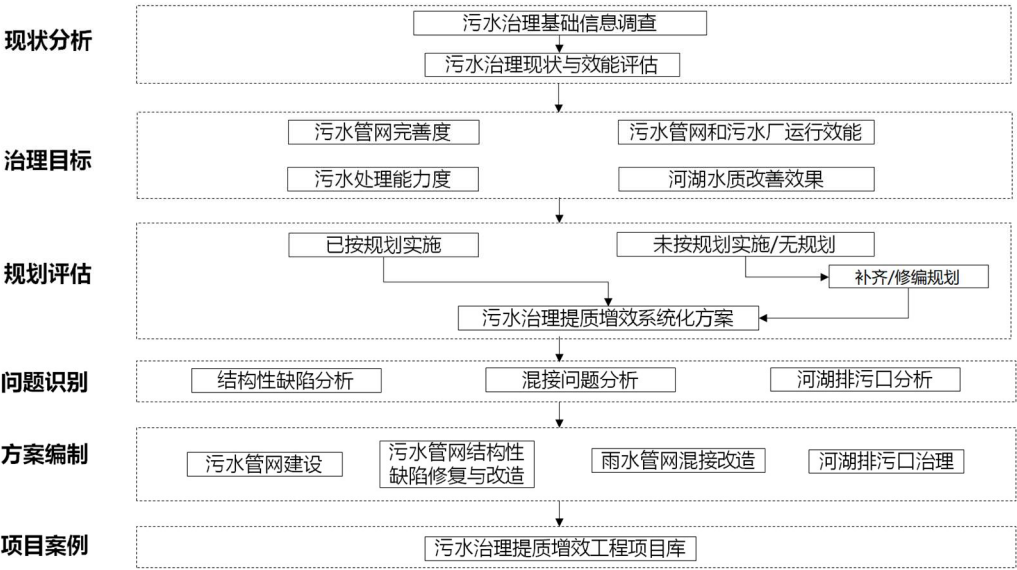


图 7-1 城镇污水提质增效系统化方案技术路线

三、方案编制内容

1. 城镇污水治理现状评估

(1) 城镇污水治理基础信息调查

明确城镇污水治理的区域范围，开展区域范围内城镇污水治理基础信息收集

与调查，包括水环境污染源、排水管网、污水治理设施和河湖水体等。调查方法见第二章。

（2）城镇污水治理现状与效能评估

城镇污水治理现状评估包括污水管网、污水处理厂和河湖水体水质评估，评估方法见第三章第三节。城镇污水治理效能评估包括污水管网和污水处理厂运行效能评估，以及雨天污水处理厂运行效能和河湖水质受损评估，评估方法见第三章第四节和第五节。

2. 城镇污水治理目标分析

根据城镇污水治理现状和治理效能评估结果，从污水管网完善度、污水处理能力度、污水管网和污水处理厂运行效能、河湖水质改善效果等方面，确定城镇污水处理提质增效的目标。

3. 城镇污水治理规划评估

根据污水管网和污水处理厂现状评估结果，对污水管网存在缺失和污水处理能力不足的情形，应视为可能存在污水处理空白区或污水管网建设未按规划实施，结合上位污水规划实施的评估一并分析。首先评估污水规划完整性，检查城镇是否已编制污水处理专项规划，已编制的专项规划是否符合规划编制规范要求；其次评估污水规划执行度，重点评估现状排水体制与专项规划一致性、现状污水管网建设布局与专项规划一致性、污水处理设施布局与专项规划一致性等。

4. 城镇污水治理提质增效的问题识别

对已按城镇污水治理规划实施的情形，根据城镇污水治理效能的评估结果，针对性地开展污水管网结构性缺陷、雨水管网混接和河湖水体排污口的定位分析。

（1）污水管网结构性缺陷定位分析

根据污水管网运行效能的评估结果，对污水厂进水水质浓度低导致的污水管网运行能力不足问题，应开展污水管网结构性缺陷的定位分析。根据雨天污水处理厂运行效能的评估结果，对雨水错接污水管网导致的污水处理厂雨天运行水平低的问题，也应开展污水管网结构性缺陷定位分析。具体分析方法见第四章。

（2）雨水管网混接问题定位分析

根据污水处理厂运行效能和河湖水质雨天受损评估结果，对雨水管网污水混接导致的污水处理效能低以及河湖雨天水质受损严重问题，应开展雨水管网混接定位分析，具体分析方法见第五章。

（3）河湖水体排污口定位分析

根据河湖水质现状评估和雨天受损评估结果，对河湖水质不达标以及雨天河湖水水质受损严重的情形，应开展河湖水体排污口定位分析，具体方法见第六章。

5. 城镇污水治理提质增效的实施方案编制

（1）污水管网系统规划和建设

对现行污水处理专项规划体系不完整的应进行规划补充编制或修编，形成完整的污水管网和污水处理规划体系，并依据规划开展污水收集管网和污水处理厂建设。对于污水处理厂服务范围内存在合流制管网的情形，应在考虑雨天处理能力的基础上复核污水处理厂的处理规模。

对于暂时无法提高处理能力的区域或污水收集范围不合理的污水分区，可结合城市整体污水系统布局方案，重新优化现状污水分区范围，提升本区域内的污水处理能力。

（2）污水管网结构性缺陷修复和改造方案

综合考虑管网收集能力、管网缺陷、雨水错接污水管网、道路和周边环境情况以及工程经济、社会和环境效益等，提出污水管网结构性缺陷修复和改造方案。

雨水错接污水管网改造技术方案的选择应以上位规划为依据，并遵循“适用性、经济性、安全性”等原则。

1）符合上位规划需求：改造技术方案的选择应以城镇总体规划、雨水排水规划和污水规划为依据，并与防洪、水系、道路交通、海绵城市建设等专项规划和设计相协调。

2）适用性：需根据错接定位分析提供的错接形式、错接点位置和周边环境情况等，因地制宜选择适宜的改造方案。

3）经济性：对拟定的设计方案进行技术经济比较，以确保选取的改造方案技术上可行、经济上合理。

4）安全性：需谨慎分析改造所用技术、材料、工艺、设备等对道路、周边建筑、人身安全和自然环境等造成的不利影响。确保改造方案实施中和改造后排水设施使用的安全性。

（3）雨水管网混接改造方案

雨水管网混接改造方案的选择应以上位规划为依据，并遵循“适用性、经济性、安全性”等原则。

1）符合上位规划需求：改造技术方案的选择应以城镇总体规划、污水规划为依据，并与道路交通等专项规划和设计相协调。

2）适用性：需根据雨水管网混接定位分析提供的混接形式、混接点位置和周边环境情况等，因地制宜选择适宜的改造方案。

3）经济性：对拟定的设计方案进行技术经济比较，以确保选取的改造方案技术上可行、经济上合理。

4）安全性：需谨慎分析改造所用技术、材料、工艺、设备等对道路、周边建筑、人身安全和自然环境等造成的不利影响。确保改造方案实施中和改造后排水设施使用的安全性。

（4）河湖水体排污口治理方案

城镇河湖水体排污口治理应以城镇总体规划、雨水排水规划和污水规划为依据，并与防洪、水系等专项规划和设计相协调。根据本指南第六章内容，在识别定位合流管道溢流排污口、雨污混接排污口及污水直排口的基础上，开展“一口一策”治理。

6. 城镇污水治理提质增效的工程建设项目库编制

根据所编制方案列出工程近期建设项目库，用以指导开展提质增效工程建设，内容应包含工程类型、主要工程内容、工程范围、工程投资、工程目标及工程周期。

第二节 城镇污水管网结构性缺陷修复和改造

污水管网结构性缺陷修复和改造方式包括非开挖修复、开挖修复和污水管网错接改造。其中，非开挖修复又可分为局部修复和整体修复。

一、基本要求

1. 对于满足现状和排水规划要求，结构性缺陷不严重、非开挖修复技术能满足修复要求，不具备开挖修复条件的管段，优先考虑采用非开挖修复。

同一管段结构性缺陷小于 3 处时，一般采用局部修复；结构性缺陷大于等于 3 处时，可根据技术经济比较和整段缺陷情况采用局部修复或整体修复。

2. 对于不满足现状和排水规划要求，结构性缺陷较严重、非开挖修复技术不能满足修复要求的管段，可考虑开挖修复。

必须开挖修复的管段具有下列特征：（1）排水能力不足；（2）管网结构性缺陷严重（如破裂 4 级，变形 3、4 级，错口 4 级，脱节 4 级，起伏 4 级，支管暗接等）。开挖修复主要包括局部加井、局部翻排、原管位翻建、管网新建等。

3. 对于雨水错接污水管网的管段，则需考虑将错接的雨水管进行改接，实现雨污分流。

二、污水管网结构性缺陷修复

1. 非开挖修复技术

常用的非开挖修复技术包括原位固化法、现场制管法、材料喷涂法和局部修复法等。非开挖修复之前需对管道进行预处理。

管道非开挖修复技术应根据技术适用条件和管段缺陷情况等综合选择。常用非开挖修复技术选择如表 7-2 所示。

表 7-2 常用非开挖修复技术选择

修复方法		修复类型	适用管径 (mm)	适用断面形式	适用缺陷类型				
					破裂	渗漏	腐蚀	脱节	错口
管道 预处理	土体注浆 法	预处理	所有	所有	√	√		√	√
	裂缝嵌补 法	预处理	≥800	所有	√	√		√	√
原位固化法		整体修复	300~1800	圆形、蛋形、 矩形管道；检 查井	√	√	√	√	√
现场 制管 法	短管和管 片内衬法	整体修复	800~4000	圆形、矩形、 马蹄形管道； 检查井	√	√	√	√	√
	螺旋缠绕 内衬法	整体修复	300~4000	圆形、矩形、 异形管道	√	√	√	√	√
材料喷涂法		整体修复	≥300	圆形、蛋形、 矩形管道；检 查井	√	√	√		
局部 修复 法	点状原位 固化法	局部修复	300~1200	圆形管道	√	√	√	√	√
	不锈钢双 胀环法	局部修复	≥800	圆形管道	√	√	√	√	√

(1) 管道预处理

污水管道在非开挖修复施工前应做好管道内清淤、堵漏等预处理工作，常用的管道预处理方法有土体注浆法和裂缝嵌补法。

管道预处理完成后，管内表面应无影响施工的附着物、尖锐毛刺、突起和渗水现象，管道无沉积物、垃圾和其他障碍物。

(2) 原位固化法

原位固化法属于整体修复，是将浸满树脂的软管通过翻转或牵拉的方法送入需要修复的原有管道中，并使其紧贴于管道内壁，通过热水等方法使树脂在管内固化，形成内衬新管。

原位固化法按固化工艺可分为热水、热气和紫外光固化；按内衬材料置入办法可分为水翻、气翻和拉入。常用的原位固化修复技术为水翻热水加热固化技术（CIPP 法）。

(3) 现场制管法

1) 短管和管片内衬法

短管和管片内衬法是将特制短管或管片在原有管道或检查井内连接形成内

衬,并对内衬与原有管道或检查井壁间空隙进行填充。这种复合结构内衬管是在旧的管道中形成“管中管”,使修复后的管道结构性能加强,延长了使用寿命。

短管和管片内衬法按内衬连接方式可分为螺栓拼装内衬和焊接内衬;按是否贴壁可分为内衬注浆法和贴壁内衬法。常用的短管和管片内衬修复技术为短管焊接内衬修复技术。

2) 螺旋缠绕内衬法

螺旋管缠绕内衬法通过安放在井内的制管机将塑料板带绕制成螺旋状管不断向旧管道内推进,在管内形成新的内衬管。修复后的管道内壁光滑,适合长距离的管道修复。螺旋缠绕内衬法按螺旋缠绕工艺分为固定口径法和扩张工法两种。

(4) 材料喷涂法

材料喷涂法通过人工、离心或压力喷射的方式将修复用材料均匀覆盖在待修复管道内表面形成有一定厚度内衬。材料喷涂法按材料类型可分为无机防腐砂浆喷涂法、水泥基材料喷涂法和聚合物基材料喷涂法。

(5) 局部修复法

1) 点状原位固化法

点状原位固化法是将整体修复方法用于局部修复,利用毡筒气囊局部成型技术,将浸透树脂的毡筒用气囊使之紧贴管道待修复部位,然后用热水、紫外光等方法固化。

2) 不锈钢双胀环法

在接口部位或局部缺陷部位安装止水套环是一种常用的局部修复技术。不锈钢双胀环法是在管道接口或缺陷部位安装止水橡胶带,并用两道不锈钢胀环固定。不锈钢双胀环法质量稳定性好、施工速度快,但对水流形态和过水断面有一定影响。

2. 开挖修复技术

开挖修复主要包括局部加井、局部翻排、原管位翻建、管网新建等。

(1) 局部加井:对于局部管节错口、破裂、脱节等严重的管段,可通过新增检查井的方式,对缺陷进行修复。

(2) 局部翻排:对于结构性缺陷连续发生的管段,可通过局部翻排方式,对该段管道修复。

(3) 原管位翻建或管网新建:对于某两个排水节点之间的管段,排水能力不足、结构性缺陷连续存在等情况下,可视管位情况,道路、交通和周边环境情况,进行原管位翻建或管网新建。

开挖修复往往涉及到开槽埋管、顶管或牵引施工等几种工法,制定方案时需多专业配合、专项设计,以便方案可行、安全、可靠。

三、污水管网错接改造

1. 对于因雨水收集、输送支干管建设不完善、建设滞后等引起的错接问题，需根据相关规划要求，在合理划分排水分区、计算降雨强度、核算排水能力、确定管位标高等基础上新（改）建雨水管，将原接入污水管的雨落管、雨水连管、雨水支干管改接至雨水管中。并封堵错接的雨水管；该段管道若废弃，则应进行填实、废除处理。

2. 对于雨水排水系统建设相对完善区域，需根据具体错接情况，因地制宜选择适宜的改造方案。

3. 条件允许情况下，错接改造可与海绵城市设施建设同步实施。在错接改造中融入海绵城市建设理念或在新建、改建海绵城市设施过程中对错接问题同步改造，以发挥二者的叠加效应。

第三节 城镇雨水管网混接改造

城镇雨水管网混接改造分为源头地块雨水管网混接改造和市政雨水管网混接改造两类。

一、源头地块雨水管网混接改造

1. 建筑小区雨水管网混接改造

（1）建筑小区雨水管网混接改造，除符合上述要求外，尚应根据小区建设情况、拆迁计划、混接情况、改造难易程度等确定最终改造方案，如是否重新敷设雨落管、是否设置雨污分流器等截流设施、是否新建污水收集支干管等。

（2）对于生活污水混接至雨落管的，应对排水户接入雨落管的污水支管进行封堵，并将其接入污水立管中；或将雨落管就近改接至小区污水管，并重新在建筑物外墙敷设雨落管；条件允许情况下，可与海绵城市设施建设同步实施。改造困难时，可在楼宇雨水接户井、小区雨水收集支干管适当位置增设雨污分流器。

2. 企事业单位雨水管网混接改造

（1）应根据污水性质，污水产生、收集和处理情况，改造难易程度等确定改造方案，如是否增设污水收集、预处理设施，是否增设污水消毒等。

（2）对于沿街商铺（含小区内一楼住户）餐饮、洗车、理发等行业污水倾倒、混接至雨水管，可视情况设置隔油池、沉淀池、格栅井等设施，并将混接管道改接至临近污水管；对于散排污水问题，可通过增设污水倾倒口、规范居民排水行为和定点倾倒污水等方式进行整治。

（3）对于工业企业污水接入雨水管问题，应在规范工业企业污水排放行为的基础上，根据污水性质、污水量等情况，要求企业内部增设污水处理设施，并

对混接管网进行改造，严禁未处理、处理不达标污水排入雨水管网或直排河湖水体。

二、市政雨水管网混接改造

1. 对于因污水收集、输送支干管建设存在空白区、不完善、建设滞后等引起的混接，需根据城镇总体规划、雨水排水规划、道路交通规划等相关规划要求，在合理划分排水分区、计算污水量、核算排水能力、确定管位标高等基础上新(改)建污水排水管，将原散排污水收集后排入临近污水管中，将原接入雨水排水系统的污水支干管改接至污水管网。并封堵混接的管道；该段管道若废弃，则应填实处理。

2. 对于因污水支干管排水不畅、排水能力不足、排水管养缺失等引起的混接，应复核已建管网排水能力、管网标高等参数，对不能满足排水需求的管网进行改造，并将混接的污水管改接至改造后的污水管。

3. 对于市政合流管道接入市政雨水管道，应对合流管道实施雨污分流改造。如暂不具备雨污分流改造条件，在复核计算的基础上，按现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定加设截流设施，将截流的旱天污水和雨天部分雨污混合水截流至市政污水管道，并确保该截流系统不会再次产生雨污混接现象。

第四节 城镇河湖水体排污口治理

城镇河湖水体排污口治理主要包括污水直排口治理、合流管道溢流排污口治理和雨污混接排污口治理。

一、污水直排口治理

对于污水直排口，应将排口完全封堵，并结合区域污水系统现状和相关规划将直排污水管改接至污水管网系统，将污水输送至污水处理厂。改造前应计算、计量污水量，复核下游污水管网排水能力和接入点标高等参数，对不满足排水需求的污水管网同步进行改造。

二、合流管道溢流排污口治理

对于无法实施雨污分流改造的合流管道溢流排污口，可采用截流井等设施配合建设截污管道进行末端截污。末端截污设施应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 和现行团体标准《合流制系统污水截流井设计规程》CECS 91 等的有关规定，优先采用智能截流设施。

采取末端截污措施前，需复核溢流控制标准、下游污水管网排水能力和污水处理厂处理能力。溢流排污口末端截污时应通过设置溢流堰、拍门等措施防止河（海）水倒灌至污水系统。

三、雨污混接排污口治理

对于雨污混接排污口，应对其上游管道进行溯源，并结合混接程度、管网建设条件等因素进行雨水管网混接改造或末端截污。

对于混接程度较低、建设条件较好的管道，应进行彻底的混接改造，将混接的污水管道改接至污水管网。改造前应计算、计量污水量，复核下游污水管网排水能力和接入点标高等参数，对不满足排水需求的污水管网同步进行改造。

对于混接程度较高、混接改造难度较大的管道，可参考溢流排污口治理方式，进行末端截污。

第八章 城镇污水治理提质增效施工和验收

城镇污水治理提质增效工程包括污水管网结构性缺陷修复和改造、雨水管网混接改造及河湖水体排污口改造，上述工程的施工和验收除满足本章要求外，尚应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 等的有关规定。

工程施工时，应确保用电、用水、高温和人员井下作业的安全防范及应急措施，应按现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 和《城镇排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的有关规定执行。

第一节 城镇污水管网结构性缺陷修复和改造施工

城镇污水管网结构性缺陷修复和改造施工包括结构性缺陷非开挖修复施工、开挖修复施工和污水管网错接改造施工。

一、非开挖修复施工

非开挖修复施工除满足本节规定外，尚应符合现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 的有关规定。

1. 管道预处理施工

(1) 土体注浆法施工，应按下列要求实施：

1) 注浆孔位置和个数可按下列要求确定：

管内注浆时，若管径不大于 1600mm，宜在横断面布置 4 个注浆孔，分别为时钟位置 2、5、7、10 处；若管径大于 1600mm，宜在横断面布置 5 个注浆孔，分别为时钟位置 1、4、6、8、11 处。

管外注浆时，管节纵向注浆孔布置间距宜为 1.0m~2.0m，若特大型管道两排注浆孔间距过大，可适当增加注浆孔。

检查井注浆时，宜在底部开设 1 个~2 个注浆孔。

2) 管外注浆时应先探明待修复管道周边管线和地下构筑物分布情况。

(2) 裂缝嵌补法施工，应按下列要求实施：

1) 在待修复部位预埋注浆胶管或灌浆止水针管，采用快硬早强水泥封缝，同时接口预埋胶管或灌浆止水针管必须留有进浆口和出气口。

2) 在快硬早强水泥达到设计强度时，由下向上逐一压注聚氨酯浆液注，待所有注浆管都注浆后，回到第一个注浆管再次注浆。

3) 施工过程中需严格控制注浆压力和注浆量，以防止聚氨酯浆液从封缝口两侧涌出，影响施工质量。

2. 原位固化法施工

原位固化法施工，应按下列要求实施：

（1）热水原位固化法施工应采用水压方式将浸渍树脂的软管翻转置入原有管道，翻转完成后采用热水对软管进行固化，固化冷却后对内衬管端部进行密封和切割处理。

（2）紫外光原位固化法施工应将浸渍树脂的软管拉入原有管道，采用紫外光对软管进行固化，固化后对内衬管端部进行密封和切割处理。

（3）固化完成后，内衬管端部应切割整齐，并伸出检查井壁 20mm~50mm 作为取样样品管。

3. 现场制管法施工

（1）短管和管片内衬法施工，应按下列要求实施：

1）需确保管材内外表面均保持无光泽或平光泽状态，内外表面光滑平整，不得出现气泡和可见杂质，管材两端切割平整，与管道轴线垂直。

2）管材热熔焊接连接熔缝没有出现缺熔，脱开的现象，熔缝光滑平整。

（2）螺旋缠绕内衬法施工，应按下列要求实施：

1）缠绕施工过程中，应安排专人对型材进行检查，若出现破损，弯曲等现象，能够及时修补小的缺陷；若出现较为严重的情况，必须立即通知现场专业技术人员，并及时采取相应的措施；如遇个别特别严重的情况，必须立即停止施工，确保每次缠绕的质量满足设计要求。

2）内衬管缠绕过程中，钢带应同步安装在带状型材外表面，与型材公母锁扣嵌合牢固。当型材截断后再连接时，应保证焊缝翻边均匀，焊接牢固。

4. 材料喷涂法施工

材料喷涂法施工，应按下列要求实施：

1）喷涂方向宜与施工面垂直，在狭小空间、远距离或障碍物附近施工时，应调节砂浆的稠度和喷涂速度，每层喷涂的最大厚度不宜超过 20mm。

2）检查井井底修复宜采用人工喷涂后压抹的方式，井底和井壁的结合处宜进行倒圆处理。

3）人工喷涂法修复管道、检查井时，应调节喷涂气压和浆量使浆料均匀分散喷出，合理控制喷枪和基面距离，喷枪移动规律、平稳。

5. 局部修复法施工

（1）点状原位固化法施工，应按下列要求实施：

1）将绑扎软管的气囊运至待修复位置，并应采用 CCTV 设备进行实时监测、辅助定位。

2）应根据待修复管段的长度、管径和现场条件确定固化时间。

3）固化过程中气囊压力宜保持在 0.15MPa~0.25MPa。

(2) 不锈钢双胀环法施工，应按下列要求实施：

1) 止水橡胶带可人工辅助沿管道环向平铺于管道内壁，平铺后应完全覆盖管道缺陷处，同时橡胶带表面应平整、无褶皱，内壁应紧贴原管道。

2) 不锈钢胀环应沿止水橡胶带的压槽安装，安装时钢套环应垂直，无倾斜，牢固可靠。

二、开挖修复施工

管道渗漏、错位、脱节等结构性缺陷多发生在管道和管道、管道和检查井的连接处，连接的接口往往是整条管道的薄弱点，其施工质量尤为重要。开挖修复施工时管道接口应符合下列规定：

1. 下列管道应采用柔性接口：

- (1) 位于粉砂、细砂层并在最高地下水位以下的管道；
- (2) 地震设防烈度为 7 度和以上地区的管道。

2. 采用混凝土基础刚性接口的管道，在下列部位管段应设置柔性接口：

- (1) 管道覆土厚度突变导致管道上作用的荷载变化较大的部位；
- (2) 管道天然地基和经地基处理的交接部位；
- (3) 地基土质变化较大的部位；
- (4) 管道和构筑物连接的管段；
- (5) 管道和管道、管道和构筑物交叉处的管段；
- (6) 管道纵向容易出现不均匀沉降的部位。

污水管道、检查井和接口应采取相应的防腐蚀措施，以保证管道的使用寿命。管道的内防腐层宜在管道出厂前完成，现场尚需实施管节间的补口防腐；附属构筑物涂刷防腐材料时应注意施工人员的安全防护。

三、污水管网错接改造施工

城镇污水管网错接改造工程施工前，应结合设计施工图纸、物探资料、CCTV 检测报告等资料开展区域前期调查工作，科学合理制定改造工程施工方案。

城镇污水管网错接改造施工，应符合下列规定：

- 1. 因错接改造需要封堵废除的雨水管道，应进行填实处理，可采用充填砂、水泥土或注水泥浆填实。
- 2. 因错接改造施工造成的设施结构缺陷，应进行加固修复。
- 3. 错接改造工程施工条件比较复杂时，应注意对现状管线、设施的监测和保护，施工对现状管线、设施有影响时应征求其权属单位的意见。
- 4. 在管线复杂区域施工时，施工前需开挖样槽，并进行高精度物探，施工组织方案需上报有关部门，待批准后方可施工，以确保现状管线的安全运行。

5. 需要保留利用的污水管道应按照管网养护的要求进行疏通。
6. 源头地块改造完成后，内部排水立管应设置合理，安装正确，连接处无扭曲变形，排水立管性质及走向应标识清晰，并与实际一致。

第二节 城镇雨水管网混接改造施工

城镇雨水管网混接改造工程施工前，应结合设计施工图纸、物探资料、CCTV检测报告等资料开展区域前期调查工作，科学合理制定改造工程施工方案。

城镇雨水管网混接改造施工，应符合下列规定：

1. 因混接改造需要封堵废除的污水管道，应进行填实处理，可采用充填砂、水泥石或注水泥浆填实。
2. 因混接改造施工造成的设施结构缺陷，应进行加固修复。
3. 混接改造工程施工条件比较复杂时，应注意对现状管线、设施的监测和保护，施工对现状管线、设施有影响时应征求其权属单位的意见。
4. 在管线复杂区域施工时，施工前需开挖样槽，并进行高精度物探，施工组织方案需上报有关部门，待批准后方可施工，以确保现状管线的安全运行。
5. 需要保留利用的雨水管道应按照管网养护的要求进行疏通。
6. 源头地块改造完成后，内部排水立管应设置合理，安装正确，连接处无扭曲变形，排水立管性质和走向应标识清晰，并与实际一致。

第三节 城镇河湖水体排污口改造施工

城镇河湖水体排污口改造施工主要包括污水直排口改造施工、合流管道溢流排污口改造施工和雨污混接排污口改造施工。

一、污水直排口改造施工

污水直排口改造施工时应先对与排污口连接的上游管段进行封堵，再对排污口洞口进行封堵。施工时需根据检查井内水位情况采取必要的临排措施。

管道和检查井的连接洞口、排污口洞口封堵均可采用适当厚度的补偿收缩混凝土或钢筋混凝土填实，洞口与混凝土连接处凿毛处理，洞口尺寸较大时尚应采取植筋等可靠连接措施。

管道和检查井的连接洞口封堵完成后宜对检查井内表面整体涂抹防水砂浆一层，管道的封堵处理可采用充填砂、水泥石或注水泥浆填实。

排污口洞口封堵宜在非汛期实施，当洞口位于水下时需采用围堰辅助施工，排污口封堵完成后应与河岸接顺并满足防冲刷要求。

二、合流管道溢流排污口改造施工

合流管道溢流排污口改造施工前需落实临时排水措施，确保系统防汛安全。

合流管道溢流排污口末端截污设施（包括截流井、截流管道、渠道等）内表面均需采取防腐措施。

末端截污设施施工时应当根据设计要求做好地基处理，避免新建截污设施和现状管道之间产生过大差异沉降；施工时应保护好现状合流管道避免对其造成损坏。

三、雨污混接排污口改造施工

雨污混接排污口改造内容主要为对其上游区域进行雨水管网混接改造，对于末端截污施工要求详见溢流排污口改造施工。

第四节 城镇污水治理提质增效验收

城镇污水治理提质增效验收包括治理效果验收及工程性验收。

一、提质增效效果验收

提质增效效果验收参照第三章中的评估方法，从污水管网完善度、污水处理能力度、污水管网运行效能、污水处理厂运行效能、河湖综合水质达标、雨天污水治理效能评估等方面，评估工程实施前后城镇污水治理效能，判断能否达到验收标准要求。

1. 污水管网完善度评估

若城镇污水治理提质增效工程实施前认定的污水收集和处理设施空白区已经建设污水收集和处理设施，且该区域内无直排口外排污水，污水实现“全收集、全处理”，则可认定为污水收集和处理设施空白区消除。

根据工程实施前后污水管网覆盖长度，评估污水管网完善度变化情况，计算公式见3-3。若污水管网完善度达到方案规划目标，则可认定工程效果合格。

2. 污水处理能力度评估

对比分析污水处理厂新扩建后总体设计规模与实际处理规模，评估污水处理能力度变化情况，计算公式见3-4。若工程实施后污水处理能力度达到方案规划目标，则可认定工程效果合格。

3. 污水管网运行效能评估

对比分析污水治理提质增效工程前后旱天污水处理厂进水浓度变化情况，计算污水管网运行效益变化，计算公式见3-6。若污水管网运行效益达到方案规划目标，则可认定工程效果合格。

4. 污水处理厂运行效能评估

根据城镇污水治理提质增效工程实施前后的旱天污水处理厂进水水量、水质，计算污水处理厂运行效能，计算公式见3-7。通过工程实施后的污水处理厂运行效益分析，避免出现工程实施后污水处理能力达到方案规划目标、但污水厂进水水质不达标的情况。若污水处理厂运行效能达到方案规划目标，则认定工程效果合格。

5. 河湖综合水质达标评估

根据城镇污水治理提质增效工程实施前后的旱天河湖水水质监测数据，计算旱天河湖综合水质标识指数和河湖水质达标指数，计算公式见3-5。对比分析工程实施前后的河湖水质达标指数变化，评估河湖旱天水质改善效果。

6. 雨天污水治理效能评估

污水处理厂雨天运行评估。对比分析污水治理提质增效工程实施前后的旱天和雨天污水处理厂进水水质，计算污水处理厂雨天运行指数变化，计算公式见3-9。通过污水处理厂雨天运行指数，评估服务范围内是否存在雨水错接污水管网。

河湖水质雨天受损评估。根据城镇污水治理提质增效工程实施前后的雨天河湖水水质监测数据，计算雨天河湖综合水质标识指数和河湖水质雨天受损指数，计算公式见3-10。对比分析工程实施前后的河湖水质雨天受损指数变化，评估河湖雨天水质改善效果。

二、提质增效工程性验收

城镇污水治理提质增效工程性验收，应符合下列规定：

1. 所有原材料、预制构件等进场后，需对产品合格证、质量保证书、主要组成材料的产品性能检验报告进行检查，并确认是否满足设计要求。

2. 砌筑水泥砂浆强度、结构混凝土强度需满足设计要求；砌筑结构应灰浆饱满、灰缝平直，不得出现通缝、瞎缝；预制装配式结构应座浆、灌浆饱满密实，无裂缝；混凝土结构无严重质量缺陷；井室不得出现渗水、水珠现象。

3. 管道修复位置正确，内衬应当完整并能够与现状管道紧密贴合，内衬表面光洁、平整，无明显突起、凹陷、错台、空鼓、局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、起泡、干斑、脱皮、分层、杂质和软弱带等缺陷。

4. 检查井洞口、排污口洞口应封堵密实，封堵材料和原洞口结构结合紧密，不得出现脱开、渗水现象。

5. 管道非开挖修复验收尚应符合现行行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 的有关规定。

6. 施工完成后应对管道进行 CCTV 等设备检测，如存在淤泥、垃圾、缺陷等情况，需进行清理、修复后再次检测。

7. 施工完成后尚应按照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定进行密闭性试验。

第九章 城镇污水治理提质增效运行管理

第一节 巡查和养护

一、日常巡查

巡查是指针对雨、污水管渠外部及检查井、雨水口、排放口等地面可见部分运行状况的日常巡视和检查。巡查应保证日常性和固定周期下的全覆盖。

巡查应关注雨、污水管渠外部及检查井、雨水口、排放口等附属设施的完整性；巡查应重视雨、污水冒溢问题，排水户的污水偷排事件，餐饮行业、建筑施工企业的违法、违章排放事件，向雨、污水管渠及附属设施的垃圾倾倒等异常或突发性事件。

1. 巡查内容

（1）雨、污水管渠外部：管道私自接入、管道混错接、保护范围内施工、管道上方路面沉降塌陷等情况；

（2）检查井外部：水位及流向、雨污水冒溢、井盖缺失、防坠网缺失、井盖跳动或震响、雨污水管道混接、倾倒餐饮垃圾等情况；

（3）雨水口外部：道路积水、雨水篦子缺失或松动、私接混接、倾倒垃圾杂物等情况；

（4）排放口外部：异常排水、封堵、垃圾杂物、淤积、异味、标识清晰完整等情况。

2. 巡查方式

（1）雨、污水管渠及附属设施的外部巡视方式一般包括机动车巡查、非机动车巡查、徒步巡查和视频监控巡查；

（2）快速车行道下的排水设施应采用机动车巡查；一般车行道和辅路下的排水设施宜采用非机动车巡查；机动车、非机动车均无法通行时,采用徒步巡查；

（3）巡查时间分为日间巡查、夜间巡查。外部巡查一般采用日间巡查，对夜间施工工地周边的排水管道应增加夜间巡查；

（4）排水管道及附属设施的运营单位应利用卫星定位技术和基于影像识别的智能监控技术，建立数字化、智能化的巡查模式，辅助判定巡查轨迹和判断异常或突发问题。

（5）巡查过程中发现的问题应及时、准确、详细地记录在巡查日志中并保留影像资料。

3. 巡查频次

（1）日常巡查应覆盖管理范围内所有雨、污水管渠及附属设施，不得有遗漏，宜根据所属排水分区或流域，按管道上下游拓扑关系分片开展。每个片区应

有明确的责任人，并配置相应固定的设备、车辆、工器具等；每个区域应编制巡查作业手册，明确该区域范围内的巡查路线、巡查频次、巡查内容等。

（2）雨、污水管渠及附属设施的巡查每周不应少于一次。具体的巡查周期根据所在地区重要性和设施本身重要性及运行情况确定。重要活动、节假日期间，应按照保障要求提高巡查频次。

（3）排放口的巡查应定期进行，重要分区、重点河道的排放口应每日一巡查；已完成治理的其他河道排放口应每周一次巡查；其他未完成治理河道的排放口应每月一次巡查。

（4）每年汛前应进行排水防涝设施全面检查，汛中应加大巡查频次。下雨会导致大量垃圾、泥沙随水流带进雨水管渠、合流管渠或截流管渠，容易造成堵塞，应在汛后加强巡查。

（5）雨、污水管渠及附属设施的保护范围内有施工作业时，巡查周期应结合施工进度情况动态调整，及时发现损害及影响排水管道运行的行为并及时处置。

二、定期养护

养护应采取周期性预防性养护，特点是周期较短，目的是解决排水管渠及附属设施的功能性问题，能够最大程度地发挥其排水能力。

养护周期应根据管渠及附属设施的类型、性质，管龄、管径，所处地域重要性以及沉积规律等因素确定，并根据实际情况动态调整。

1. 养护对象

（1）雨、污水管道、暗涵、盖板沟、明渠、明沟等排水管渠；

（2）检查井（如阀门井、监测井、接户井、沉泥井、跌水井、潮门井等），雨水口、排放口等附属设施。

（3）排放口应设置视频监控系统实时观察排放情况，宜设置在线液位计实时监控流量变化，并对在线监控仪器、设备进行定期养护。

2. 养护内容

（1）清淤、疏通：清除排水管渠内的淤泥，保持排水管渠的正常使用功能；

（2）清捞、修补：对检查井、雨水口等附属设施进行清捞、清理，对井筒、踏步、井室、流槽等部位的损坏进行维修，保持附属设施的正常使用功能；

（3）补装、更换：对丢失或损坏的雨、污水检查井的井盖，雨水口的雨水箅进行补装和更换；

（4）清障、保护：排放口障碍物清理和疏通、排放口标识标牌的保护。

3. 养护方式

雨、污水管渠的清淤和疏通，应采取射水疏通、水力疏通、拦蓄冲洗、机械疏通、人力掏挖、强力抽吸等方法清除管渠内的漂浮物、沉积物、障碍物；，检

查井、雨水口的清掏应采用吸泥车、抓泥车等机械设备。雨、污水管渠的清淤和疏通方法及适用范围参照表 9-1。

表 9-1 雨、污水管渠清淤和疏通方法适用范围

疏通方法	小型管	中型管	大型管	特大型管	倒虹吸	压力管	盖板沟
射水疏通	√	√	√	—	√	—	√
水力疏通	√	√	√	√	√	√	√
拦蓄冲洗	√	√	—	—	√	—	—
机械疏通	√	√	√	—	√	—	√
人力掏挖	—	—	√	√	—	—	√
强力抽吸	√	√	√	√	—	—	√

注：表中“√”表示适用，“—”表示不适用。当管道存泥超过 30%时，不宜用水力冲洗，应采用人力掏挖或机械疏通，将存泥清理出管道。

4. 养护标准

雨、污水管渠及检查井、雨水口、排放口等设施的养护标准应符合《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68-2016 的有关规定。主要的养护标准如下：

(1) 雨、污水管渠及检查井、雨水口内不得留有杂物，允许积泥深度应符合表 9-2 的规定。

表 9-2 雨、污水管渠及检查井、雨水口的允许积泥深度

设施类别		允许积泥深度
雨、污水管渠		管内径或渠净高度的 1/5
检查井	有沉泥槽	管底以下 50mm
	无沉泥槽	管径的 1/5
雨水口	有沉泥槽	管底以下 50mm
	无沉泥槽	管底以上 50mm

雨、污水管渠及检查井、雨水口的养护应采取周期性预防性养护，根据养护周期编制年度及月度养护计划，养护周期的单位应为“天”。尚未实施周期性养护的区域，雨、污水管渠及检查井、雨水口总体养护频率不宜低于表 9-3 的规定。

表 9-3 雨、污水管渠、检查井和雨水口的养护频率

管渠性质	雨、污水管渠				检查井	雨水口
	小型	中型	大型	特大型		
	D<600	600≤D≤1000	1000<D≤1500	D>1500		
雨水及合流管渠 (次/年)	2	1	0.5	0.3	4	4

污水管渠（次/年）	2	1	0.5	0.2	4	—
-----------	---	---	-----	-----	---	---

（2）排放口养护应在汛前完成，汛中定期检查清理；排放口掏挖应清除淤泥、垃圾等阻碍水流的杂物，保证水流畅通；排放口周围水域不得进行拉网捕鱼、船只抛锚或工程作业；排放口标识牌应定期检查和油漆，保持结构完好，字迹清晰。

（3）排放口应每半年疏通一次。

第二节 监督和管理

城镇污水治理提质增效的运行管理宜采用智慧辅助手段。智慧辅助手段应建立感知管网、排口、河湖的监测体系和智慧辅助分析功能。

一、监测体系

1. 雨污水管网的感知内容包括水位、泥位、流量、水质在线监测，并宜建立轮换或临时监测体系。
2. 合流制管网的感知内容包括管网的水位、泥位、流量、水质在线监测和排口的水位、流量在线监测，并宜建立轮换或临时监测体系。
3. 河湖水体的感知内容包括河湖断面的水文、水质在线监测。

二、智慧辅助分析功能

智慧辅助分析功能包括管网淤积监测分析、管网渗漏分析、管网错接分析、排污口定位分析功能等功能。

1. 管网淤积监测分析

管网淤积监测分析方法包括泥位计法或软测量法。

- （1）采用泥位计法，应定期对泥位计进行保养和校正。
- （2）采用软测量法的，应建立通过液位和流量发现管道雍水点和判断泥位淤积情况的关联数学模型，并应定期对水位计和流量计进行保养和校正。
- （3）管网淤积监测分析结论应及时反馈至养护单位，积泥深度高于表 9-4 规定值的应发出报警信息。

表 9-4 管渠、检查井的允许积泥深度

设施类别		允许积泥深度
管渠		管径的 1/5
检查井	有沉泥槽	管底以下 50mm
	无沉泥槽	管径的 1/5

注：表格引用自《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68。

2. 污水管网渗漏分析

污水管网渗漏分析采用最小流量法或数学模型分析法。

（1）采用最小流量法应取夜间 1 点至 5 点间的流量数据进行分析，并宜建立管网轮换监测体系。

（2）数学模型分析法的具体方法见第四章第四节，并应建立重要节点长期在线监测和故障节点临时监测的体系。

（3）管网渗漏分析定位后应进一步通过 CCTV 等检测手段进行精确定位。

3. 污水管网错接分析

污水管网错接分析采用水位分析法。

（1）应建立通过污水管道内旱天和雨天的水位变化发现错接的功能。

（2）污水管网监测设备宜与管网渗漏分析功能共用。对判定存在管网错接的区域，应加密监测点位进一步定位混错接点位。

4. 排污口定位分析

排污口定位分析采用水文水质监测分析法。

（1）应建立根据排放口水位、流量在线监测数据及时发现排污口的功能。

（2）应建立根据河湖水文、水质监测数据发现排污口的功能，通过上下游断面水质变化和河流水量平衡分析定位排污口。

附录 A 生活污水和工业废水排放浓度参考值

根据第二次全国污染源普查提供的《生活污染源产排污系数手册》，我国不同城镇地区生活污水排放浓度参考值见表 A-1。

表 A-1 不同城镇地区生活污水排放浓度参考值

分区 城镇分类	水质指标 (mg/L)	一区	二区	三区	四区	五区	六区
较发达城市市区	COD	370	530	475	345	300	360
	BOD ₅	145	238	226	131	135	157
	NH ₃ -N	30.6	44.8	43.4	26.2	23.6	36.2
	TN	41.2	62.0	59.0	36.0	32.6	47.8
	TP	4.58	6.55	5.30	4.26	4.14	4.64
一般城市市区	COD	340	485	425	310	285	330
	BOD ₅	134	218	202	118	129	142
	NH ₃ -N	28.0	40.8	39.0	23.6	22.6	32.8
	TN	37.6	56.5	53.0	32.6	31.2	43.2
	TP	4.18	6.00	4.76	3.84	3.96	4.20
县城	COD	335	480	430	315	260	295
	BOD ₅	132	216	204	120	117	128
	NH ₃ -N	27.6	40.4	39.2	24.0	20.6	29.6
	TN	37.2	56.0	53.5	33.0	28.4	39.0
	TP	4.14	5.90	4.80	3.90	3.60	3.80
镇区	COD	345	505	510	360	275	315
	BOD ₅	136	226	242	137	123	136
	NH ₃ -N	28.6	42.4	46.6	27.4	21.6	31.4
	TN	38.6	59.0	63.5	37.8	29.6	41.6
	TP	4.28	6.20	5.70	4.46	3.76	4.04

表格 A-1 中，城镇分类情况如下：

1.结合行政区划，将全国（不包括台湾、香港和澳门）划分为六个地区，分别如下：一区：黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古东部；二区：北京、天津、河北、山西、河南、山东；三区：陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、内蒙古中西部；四区：上海、江苏、浙江、安徽、江西、福建；五区：广东、广西、湖北、湖南、海南；六区：重庆、四川、贵州、云南、西藏。其中，内蒙古东部指通辽市、呼伦贝尔市、赤峰市、兴安盟四个地级行政区，内蒙古中西部指乌海市、鄂尔多斯市、阿拉善盟、呼和浩特市、包头市、巴彦淖尔市、锡林郭勒盟、乌兰察布市等其他地级行政区。

2. 根据行政区划和城镇建设统计情况，把城镇区域分为市区、县城和镇区。按城市经济水平、第三产业比例、人均用水量和排污特征差异，把市区进一步细分为较发达城市市区和一般城市市区。

较发达城市名单如下：一区较发达城市：大连、长春、哈尔滨、沈阳、大庆、

吉林、松原、鞍山、赤峰、牡丹江；二区较发达城市：北京、天津、青岛、郑州、烟台、济南、唐山、潍坊、石家庄、淄博、济宁、洛阳、东营、沧州、威海、太原；三区较发达城市：西安、鄂尔多斯、榆林、呼和浩特、包头、乌鲁木齐、兰州、咸阳、宝鸡、银川；四区较发达城市：上海、苏州、杭州、南京、无锡、宁波、南通、泉州、合肥、福州、常州、徐州、温州、绍兴、盐城、扬州、南昌、台州、泰州、嘉兴、厦门；五区较发达城市：深圳、广州、武汉、长沙、佛山、东莞、南宁、襄阳、惠州、中山、岳阳、常德、衡阳、柳州、江门、株洲、珠海、郴州、肇庆、湘潭、桂林、海口；六区较发达城市：重庆、成都、昆明、贵阳、遵义、绵阳、德阳、曲靖、南充。除上述城市外，其余城市均为一般城市。

对于无法获取工业企业废水排放浓度的情形，可参考表 A-2 中不同行业工业废水排放浓度。

表 A-2 不同行业工业废水排放浓度参考值

行业编号	行业名称	COD	BOD ₅	NH ₃ -N
13	食品加工业	500	200	30
14	食品制造业	500	250	30
15	饮料制造业	100	50	4
16	烟草加工业	150	30	8
17	纺织业	400	100	15
18	服装及其他纤维制造业	300	80	15
19	皮革、毛皮、羽绒及其他制品业	100	30	10
20	木材加工及竹、藤、棕、草制品	100	30	10
21	家具制造业	150	50	15
22	造纸及纸制品业	500	200	20
23	印刷业、记录媒介的复制	150	50	15
24	文教体育用品制造业	100	30	5
25	石油加工及炼焦业	200	40	30
26	化学原料及化学制品制造业	500	200	25
27	医药制造业	400	200	30
28	化学纤维制造业	300	80	15
29	橡胶制品业	250	50	15
30	塑料制品业	250	50	15
31	非金属矿物制品业	200	30	10
32	黑色金属冶炼及压延加工业	150	30	15
33	有色金属冶炼及压延加工业	150	30	15
34	金属制品业	200	70	10
35	普通机械制造业	200	50	8
36	专用设备制造业	200	50	8
37	交通运输设备制造业	200	50	10

39	武器弹药制造业	100	30	10
40	电气机械及器材制造业	200	50	10
41	电子及通讯设备制造业	200	50	10
42	仪器仪表及文化、办公用机械制造业	200	50	10
43	其他制造业	300	100	10
44	电、蒸汽、热水的生产和供应业	100	15	3
45	煤气生产和供应业	200	40	30
46	自来水的生产和供应业	300	30	10

注：1.表 A-2 中的数据来自 2000 年上海市水环境污染源普查时，对全市不同行业典型工业企业废水排放浓度监测结果。

2.根据《国民经济行业分类与代码（GB/T4754-1994）》，编号 01-15 的行业为农、林、牧、渔业，编号为 06-12 的行业为采掘业。表 A-2 中编号 13-46 的行业为制造业。

附录 B 城镇污水排放追踪和溯源案例分析

一、区域概况

调查区域为安徽省某市某污水处理厂服务片区，总面积约为 27.1 km²。区域内既有分流制雨污水管网，也有合流制管网。区域内主要污染来源为生活污染。

二、城镇污水治理基础信息收集

收集的基础数据包括城市底图、污染源、排水管网（包括排水管道、排放口、泵站）与污水处理厂等，调研数据以 2013 年为基准年。基础数据说明见表 B-1。

表 B-1 基础数据说明

数据类型	数据类型	数据说明	数据来源
底图勘测	DWG 图	区域内 700 余幅 CAD 底图勘测数据	测绘部门
污染源	数据表格	区域内所有污染源的空间坐标、用水量信息与排放去向信息等	测绘部门、自来水公司
排水管道	MDB 数据库	区域内雨水、污水、合流污水管道的检查井与管道坐标及属性数据	污水管理处、排水管理部门、测绘部门
排放口	数据表格	区域内沿河排放口坐标与排放口性质信息	排水管理部门
排水泵站	数据表格	区域内泵站 2013 年全年每日运行资料	排水管理管理
污水处理厂	数据表格	污水处理厂 2013 年全年每日进水水量、水质	污水处理厂

三、城镇污水治理信息化系统建立

根据获得的基础数据，分别绘制 GIS 图层，包括污染源图层、雨水管网图层、污水管网图层、合流污水管网图层、排放口图层、泵站图层与污水处理厂图层等，建立城镇污水治理信息化系统。

污染源统计结果见表 B-2。区域范围内共有 752 个污染源，以居民生活及一般事业单位为主，总用水量为 $1477.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{年}$ 。由于区域内无饮料行业、园林行业等在生产过程中用水明显消耗的单位，按用水量的 90% 折算污水量，合计污水量约为 $3.56 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

表 B-2 区域内污染源统计表

污染源类型	污染源数量 (个)	污水量 ($\times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)
工业企业	5	0.41
居民生活	255	1.55
一般事业单位	492	1.60
合计	752	3.56

四、污染排放追踪分析

污染排放追踪分析结果见图 B-1。结果表明，在 752 个污染源中，有 143 个污染源未进入污水处理厂，排放去向为直排水体或者混接排放。以若干个未进入污水处理厂的污染源为例（图 B-2），可以看到污染源经过雨水管道最终排入水体。对所有接入污水处理厂的污染源进行统计，得到实际纳管污水量约 $2.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，截污率为 77.8%。

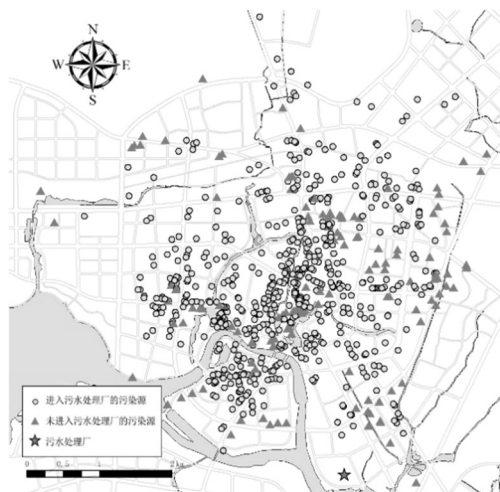


图 B-1 污染源排放追踪分析结果



图 B-2 单个污染源下溯追踪结果

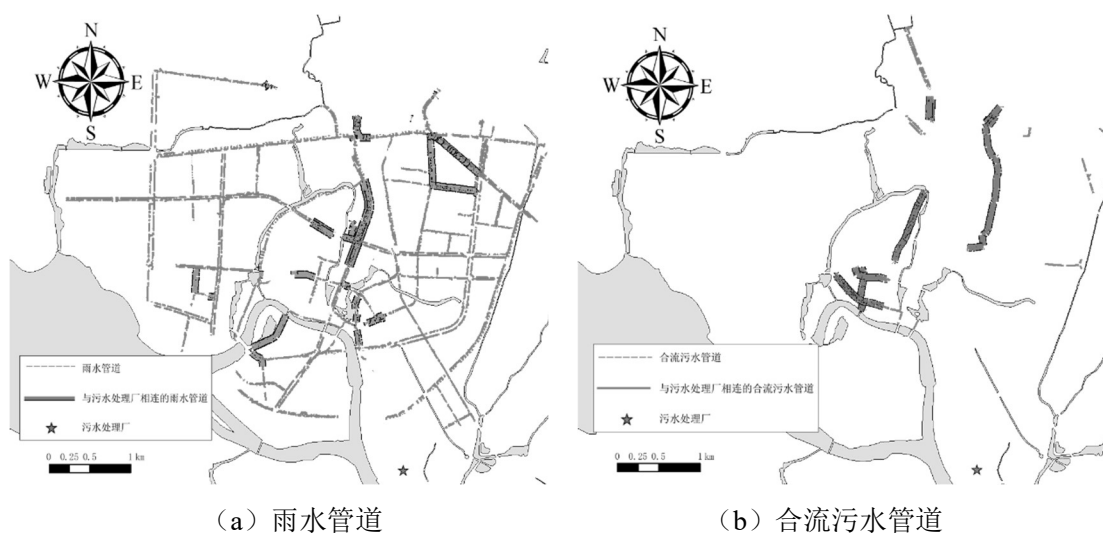
五、污染来源溯源分析

以区域内某城区河道沿河排放口的污染来源溯源分析为例，结果见图 B-3。右图给出了该河道所有沿河排污口的污染溯源结果，通过上述排放口进入河道的污水量为 $3020.5 \text{ m}^3/\text{d}$ 。



图 B-3 城区某河道排放口及污染溯源分析

沿污水处理厂向上游溯源，分析与污水厂进水管道的区域内管道情况，结果见图 B-4。可以看到，区域内存在雨水管道、合流管道与污水处理厂进水管道的关联。因此，该系统存在雨水接入污水处理厂的现象，雨天对污水处理厂运行造成冲击。



(a) 雨水管道

(b) 合流污水管道

图 B-4 与污水处理厂相连的管道情况

附录 C 水质标识指数计算和综合水质评价方法

综合水质评价是以一组水质指标来评价水体的水质状况,用于对河流污染治理效果进行评价分析。首先基于一组单项水质指标确定水质标识指数(WQII),再利用一组水质指标计算得出综合水质标识指数(CWQII),来表征河湖的总体水质状况。

一、单因子水质标识指数

水质标识指数的结构表达如下:

$$WQII = X_1 \cdot X_2 \quad (C-1)$$

式中,

$WQII$ —某一项水质指标的水质标识指数;

X_1 —待评价水质指标的水质类别;

X_2 —监测数据在 X_1 类水质变化区间中所处的位置,如图 C-1 所示,根据公式按四舍五入的原则计算确定。

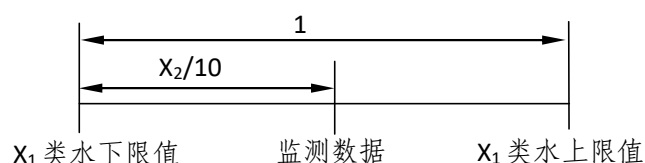


图 C-1 WQII 的结构

单因子水质标识指数根据水质情况分为两种计算方法,如下所示:

1. 水质为 I~V 类水时的 WQII 计算

(1) X_1 的确定

当水质介于 I 类水和 V 类水之间时,可以根据水质监测数据与国家标准的比较确定 X_1 , 其意义如下所示:

$X_1=1$, 表示该指标为 I 类水; $X_1=2$, 表示该指标为 II 类水; $X_1=3$, 表示该指标为 III 类水; $X_1=4$, 表示该指标为 IV 类水; $X_1=5$, 表示该指标为 V 类水。

(2) X_2 的确定

在地表水环境质量标准(GB3838-2002)中,溶解氧浓度随水质类别数的增大而减少,除水温和 PH 外的其余 21 项指标值随水质类别数的增大而增加,因此水质标识指数 P_i 按溶解氧指标和非溶解氧指标分别计算。

1) 非溶解氧指标(21 项)

非溶解氧指标 X_2 可根据公式(C-2)并按四舍五入的原则取一位整数确定,式中各符号如图 C-2 所示。

$$X_2 = \frac{C_i - C_{ik\downarrow}}{C_{ik\uparrow} - C_{ik\downarrow}} \times 10 \quad (C-2)$$

式中,

C_i 为第*i*项指标的实测浓度, $C_{ik\downarrow} \leq C_i \leq C_{ik\uparrow}$;

$C_{ik\downarrow}$ 为第*i*项指标第*k*类水区间浓度的下限值, $k = X_1$;

$C_{ik\uparrow}$ 为第*i*项指标第*k*类水区间浓度的上限值, $k = X_1$ 。

2) 溶解氧

由于溶解氧浓度随水质类别数的增加而减小,因此,其计算分析与非溶解氧指标不同。溶解氧指标的 X_2 可根据下式并按四舍五入的原则取一位整数确定,式中各符号的意义见图 C-2。

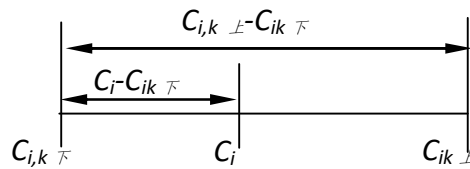
$$X_2 = \frac{C_{DOK\uparrow} - C_{DO}}{C_{DOK\uparrow} - C_{DOK\downarrow}} \times 10 \quad (C-3)$$

式中,

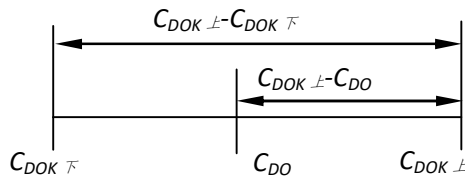
C_{DO} 为溶解氧的实测浓度;

$C_{DOK\uparrow}$ 为第*K*类水中溶解氧浓度高的区间边界值, $K = X_1$;

$C_{DOK\downarrow}$ 为第*K*类水中溶解氧浓度低的区间边界值, $K = X_1$ 。



(a) 非溶解氧指标



(b) 溶解氧指标

图 C-2 水质类别为 I~V 类水时的 WQII 计算

2. 水质劣于 V 类水时的 WQII 计算

(1) 非溶解氧指标 (21 项)

非溶解氧指标的 $X_1 \cdot X_2$ 可根据下式按四舍五入的原则取小数点后一位确定, 式中各符号如图 C-3 所示。

$$X_1 \cdot X_2 = 6 + \frac{C_i - C_{i5\text{上}}}{C_{i5\text{上}}} \quad (\text{C-4})$$

式中,

C_i 为第 i 项水质指标实测浓度;

$C_{i5\text{上}}$ 为第 i 项指标 V 类水浓度上限值。

从式中可以看出, 当水质浓度正好等于 V 类水上限值时, $X_1 \cdot X_2$ 的数值为 6.0。

(2) 溶解氧

当溶解氧实测值小于或等于 2.0mg/L 时, 溶解氧单项指标劣于或等于 V 类水。其 $X_1 \cdot X_2$ 可用下式按四舍五入的原则取小数点后一位确定, 式中各符号意义如图 C-3 所示。

$$X_1 \cdot X_2 = 6 + \frac{C_{DO,5\text{下}} - C_{DO}}{C_{DO,5\text{下}}} \times m \quad (\text{C-5})$$

式中, C_{DO} 为溶解氧实测浓度; $C_{DO,5\text{下}}$ 为溶解氧的 V 类水浓度下限值, $C_{DO,5\text{下}}=2.0$ mg/L; m 为计算公式修正系数, 研究中取 $m=4$ 。

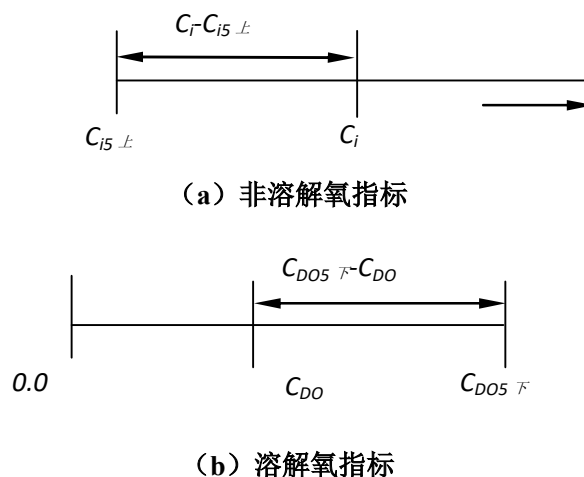


图 C-3 水质类别劣于 V 类水时的 WQII 计算

当水质很差时, 会存在溶解氧检测不出的现象, 此时, 可以认为溶解氧为零。此时, 如果在公式 (C-5) 中不引入修正系数 m , 会出现 $X_1 \cdot X_2=6.0$ 的情况, 这是溶解氧等于 V 类水浓度下限值时对应的水质标识指数, 与实际情况不符。为了

解决这个问题，采取修正系数 m ，解决了溶解氧低于 2.0mg/L 时标识指数的计算问题。经过试算，取 $m=4$ 可以使溶解氧的标识指数与其它非溶解氧指标劣于 V 类水时的标识指数值大致相对应。

二、综合水质标识指数

在单因子水质标识指数的基础上，基于一组水质指标计算综合水质指标指数，计算公式如下：

$$CWQII = \frac{1}{n} \sum WQII_i \tag{C-6}$$

式中，

$CWQII$ —综合水质标识指数；

n —用于评价综合水质的水质类别数量；

$WQII_i$ —单项水质指标 i 的单因子水质标识指数，对于河流治理，参与综合水质评价的基本指标一般为以下五项：溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、总磷。

三、综合水质评价标准

基于综合水质标识指数，河流断面综合水质类别评价一般分为7级，评价标准见表C-1。

表 C-1 综合水质类别评价标准

判断依据	综合水质类别
$1.0 \leq CWQII \leq 2.0$	I类
$2.0 < CWQII \leq 3.0$	II类
$3.0 < CWQII \leq 4.0$	III类
$4.0 < CWQII \leq 5.0$	IV类
$5.0 < CWQII \leq 6.0$	V类
$6.0 < CWQII \leq 7.0$	劣V类但不黑臭
$CWQII > 7.0$	劣V类并黑臭

附录 D 城镇污水处理效能分析案例

以安徽省某市某污水处理厂服务区域为例,根据本技术指南建立的方法开展城镇污水处理效能分析。区域介绍见附录 B。数据来自于附录 B 中的城镇污水处理信息化系统,以及其它的相关调查数据。

一、城镇污水处理现状评估

1. 污水管网现状评估

污水管网现状评估采用污水管网完善度。根据建立的城镇污水处理信息化系统,该区域污水管道长度为 87.929 km,合流管道长度为 10.936 km,污水管网总长度为 98.865 km。根据 2013 年《中国城市建设统计年鉴》,该市建成区供水管道长度为 385.54 km。根据公式 (3-3),计算得到污水管网完善度 $S_{\text{管网}}$ 为 0.44,表明污水管网存在较大缺失,亟需完善。

2. 污水处理厂现状评估

污水处理厂现状评估采用污水处理能力度。根据城镇污水处理信息化系统,污水处理厂设计流量为 60000 m³/d。根据第三章第一节的方法,确定连续不降雨天数大于 3~5 天时,污水处理厂旱天日均水量为 49000 m³/d。根据公式 (3-4),计算得到污水处理能力度 $S_{\text{污水}}$ 为 1.22,表明污水处理能力可基本满足污水处理需求。

3. 河湖水体水质现状评估

河湖水体水质现状评估采用河湖水质达标指数。分别采用河湖水质达标指数对 HC 河、XE 池和 LJ 河进行评估。HC 河六个断面的 COD、氨氮、总氮和总磷监测数据和综合水质标识指数见图 D-1, XE 池和 LJ 河三个断面的 COD、氨氮、总氮和总磷监测数据和综合水质标识指数见图 D-2。综合水质标识指数的计算方法见附录 C。

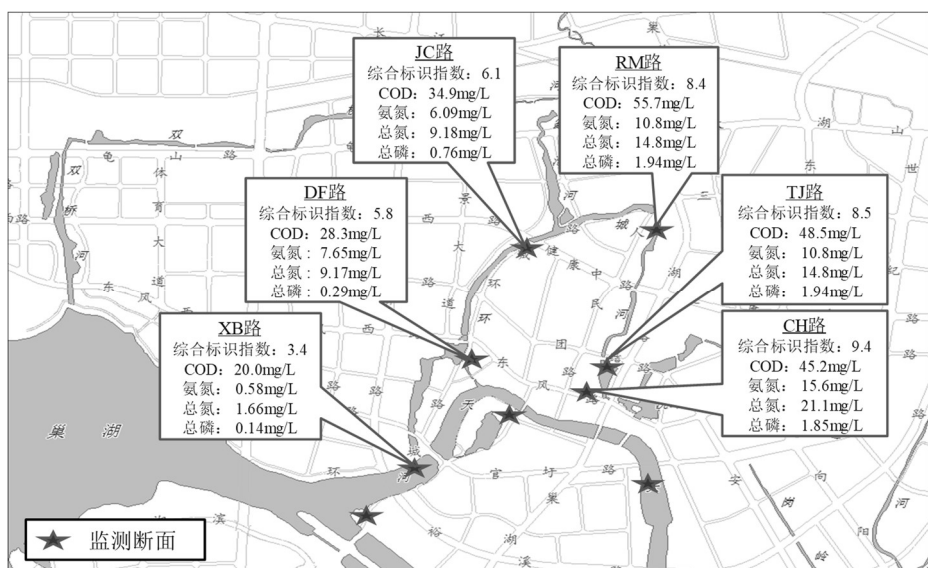


图 D-1 HC 河水质监测数据和综合水质标识指数

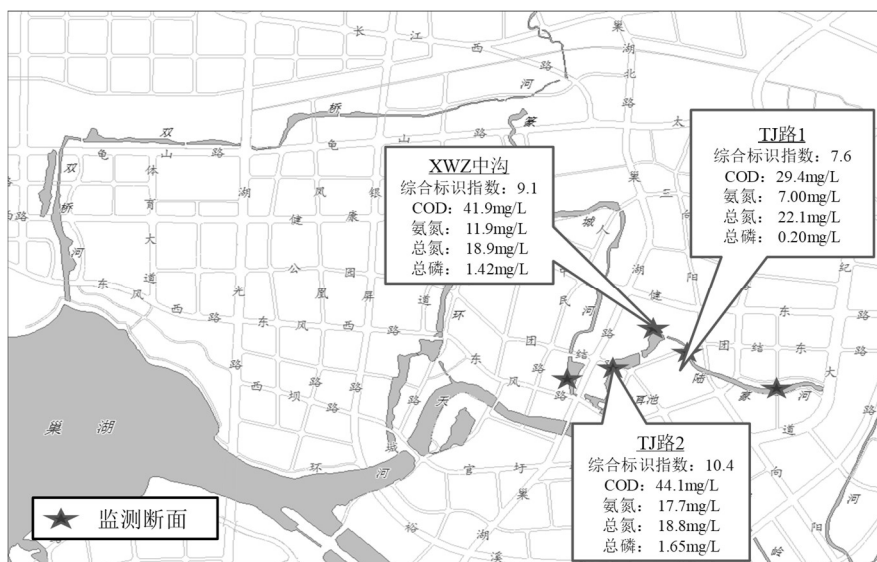


图 D-2 XE 池和 LJ 河水质监测数据和综合水质标识指数

HC 河执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) IV 类标准, 以综合水质标识指数表示, 对应的河湖水体功能目标水质 $I_{\text{目标}}=5.0$ 。根据公式 (3-5), XB 路、DF 路、JC 路、RM 路、TJ 路、CH 路六个断面的水质达标指数 $R_{\text{达标}}$ 分别为 0.68、1.16、1.22、1.68、1.70、1.88。除 XB 路断面综合水质达标外, 其余断面综合水质均超标。

XE 池和 LJ 河执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) IV 类标准, 以综合水质标识指数表示, 对应的河湖水体功能目标水质 $I_{\text{目标}}=5.0$ 。根据公式 (3-5), TJ 路 1、XWZ 中沟、TJ 路 2 三个断面的水质达标指数 $R_{\text{达标}}$ 分别为 1.52、1.82、2.08, 表明三个断面综合水质均超标。

二、城镇污水治理效能评估

1. 污水管网运行效能评估

污水管网运行效能评估采用污水管网健康度。根据第三章第一节的方法，当前期晴天数大于 3 d 时，污水处理厂旱天日均进水 COD 浓度为 180 mg/L；当前期晴天数大于 5 d 时，污水处理厂旱天日均进水 COD 浓度为 183 mg/L。因此确定污水处理厂旱天日均进水 COD 浓度为 183 mg/L。生活污水排放浓度参照附录 A，确定该城区生活污水排放 COD 浓度为 345 mg/L。根据公式 (3-6)，计算得到污水管网健康度 $H_{\text{污水}}=0.53$ （以 COD 计），表明污水管网运行存在一定不足。

2. 污水处理厂运行效能评估

污水处理厂运行效能评估采用污染负荷处理率。根据第三章第一节的方法，当前期晴天数大于 3~5 d 时，污水处理厂旱天日均进水量为 49000 m³/d。该区域污水处理厂旱天日均进水 COD 浓度为 183 mg/L；根据公式 (3-1)，计算得出污水处理厂旱天进水 COD 负荷为 8967 kg/d。根据城镇污水治理信息化系统，确定污水处理厂服务范围内的污水产生量为 35600 m³/d；已知生活污水 COD 排放浓度为 345 mg/L。根据公式 (3-8)，计算得到污水处理厂服务范围内原生污水 COD 负荷为 12282 kg/d。根据公式 (3-7)，计算得到污染负荷处理率 $T_{\text{污染}}=73\%$ （以 COD 计），表明污水治理系统运行能力存在一定不足。

三、雨天城镇污水治理效能评估

雨天城镇污水治理效能评估可采用污水处理厂雨天运行指数。该区域污水处理厂旱天日均进水 COD 浓度为 183 mg/L。根据第三章第二节的方法，降雨当天起连续 3 天的流量加权平均进水 COD 为 162.7 mg/L；降雨当天起连续 5 天的流量加权平均进水 COD 为 163.3 mg/L。因此取污水处理厂雨天日均进水 COD 为 163 mg/L。根据公式 (3-9)，计算得到污水处理厂雨天运行指数 $T_{\text{污水}}=0.89$ ，表明总体上污水处理厂雨天运行水平较高。

附录 E 管道结构性缺陷分类和等级

管道结构性缺陷的名称、代码和定义如下：

表 E-1 管道结构性缺陷的名称、代码和定义

缺陷名称	代码	定 义	计量单位
破裂	PL	管道外部压力超过了自身承受力，出现了裂缝或破裂。	个（环向） 米（纵向）
变形	BX	管道原来的形状被改变（本缺陷仅适用于柔性管道）	个（环向） 或米（纵向）
错口	CK	管道接口的插口和承口没有对中，看上去像一轮“半月”。	个
脱节	TJ	管道接口的插口和承口没有充分插紧，或因沉降造成脱开，相邻接口看上去像一轮“满月”。	个
渗漏	SL	地下水通过渗漏的管道或有缺陷的接口进入检查井或管内。	个或米
腐蚀	FS	管道内壁受到有害物质的侵蚀或磨损。	米
胶圈脱落	JQ	橡胶圈、沥青、水泥等接口材料进入管道。	个
支管暗接	ZAJ	支管未通过检查井直接接入管道。	个
管线侵入	QR	外来管线戳破管壁穿入管内。	个

管道结构性缺陷可划分为 4 个等级，等级 1 为轻微缺陷，等级 2 为中等缺陷，等级 3 为严重缺陷，等级 4 为重大缺陷。各缺陷等级划分如下表所示：

表 E-2 结构性缺陷的等级划分

缺陷名称	缺陷等级	定 义
破裂	1	细裂：管壁可见细裂纹。
	2	开裂：裂纹处有明显间隙，破裂处尚无脱落。
	3	断裂：变形小于 15%，断裂或破碎小于弧度 60°。
	4	坍塌：变形大于 15%，断裂或破碎大于弧度 60°。
变形	1	轻度：变形小于直径的 5%。
	2	中度：变形为直径的 5~15%。
	3	重度：变形大于直径的 15%。
错口	1	轻度：错口距离小于管壁厚度的 1/2。
	2	中度：错口距离在管壁厚度的 1/2~1 倍之间。
	3	重度：错口距离为管壁厚度的 1~2 倍。
	4	严重：错口距离大于管壁厚度的 2 倍。
脱节	1	轻度：脱节距离小于管壁厚度的 1/2。

缺陷名称	缺陷等级	定 义
	2	中度：脱节距离在管壁厚度的 1/2~1 倍之间。
	3	重度：脱节距离为管壁厚度的 1~2 倍。
	4	严重：脱节距离大于管壁厚度的 2 倍。
渗漏	1	渗漏：管壁有明显水印或反光。
	2	滴漏：渗入水呈滴状，断断续续流入。
	3	线漏：渗入水呈线状不间断流入。
	4	涌漏：渗入水呈压力状涌入。
腐蚀	1	轻度：管壁出现凹凸不平的麻面。
	2	中度：混凝土石料裸露。
	3	重度：混凝土钢筋裸露。
胶圈脱落	1	轻度：半管以上可见橡胶圈，其弧度小于 15°(1 小时弧长)。
	2	中度：半管以上可见橡胶圈，其弧度大于 15°。
	3	重度：脱落的橡胶圈进入半管以下,其弧度大于 15°。
支管暗接	1	轻度：支管进入主管内的长度小于主管直径 10%。
	2	中度：支管进入主管内的长度在主管直径的 10~20%之间。
	3	重度：支管进入主管内的长度大于主管直径 20%。
	4	严重：支管管口离主管有一段距离，未接到主管内。
管线侵入	1	轻度：外来管线位于半管上方，占据过水断面<10%。
	2	中度：外来管线位于半管下方，占据过水断面<10%；或位于上方，占据过水断面>10%。
	3	重度：外来管线位于半管下方，占据过水断面>10%

附录 F 污水管道渗漏程度评价方法

可采用污水水量基准值法、单位管径与管长地下水入渗量基准法、单位面积地下水入渗水量基准值三种方法，对污水管道渗漏程度进行评价。

一、污水水量基准值法

基于污水水量基准值法的污水管段渗漏程度评价方法为：

$$\varepsilon = \frac{\Delta Q_{\text{入渗}}}{\Delta Q_{0,\text{入渗}}} \quad (\text{F-1})$$

式中，

ε —污水管段的渗漏系数；

$\Delta Q_{0,\text{入渗},j}$ —污水管段的允许地下水入渗量 (m^3/d)，按照该污水管段接纳污水量的 10%~15%考虑 ($\Delta Q_{\text{污水}} \times (10\sim 15\%)$)。

根据污水管段渗漏系数的计算结果，污水管段渗漏程度评价为：

- (1) $\varepsilon \leq 1$ ，污水管段基本不渗漏；
- (2) $1 < \varepsilon \leq 2$ ，污水管段轻度渗漏；
- (3) $\varepsilon > 2$ ，污水管段严重渗漏。

对于评价结果为严重渗漏的污水管段，需对其进行加密流量观测或进一步开展设备检测。

二、单位管径与管长地下水入渗量基准值法

《室外排水设计标准》(GB50014-2021) 中给出了中国市政工程中南设计研究院和广州市市政园林局测定的管径为 1000~1350mm 的新铺钢筋混凝土管入渗地下水量，其结果为 94~1850 $\frac{\text{m}^3}{\text{km} \cdot \text{d}}$ ，对应的地下水水位与管底标高差值为 3.2~6.9m。但是该基准值既与管径有关，也与地下水水位与管底标高之间的差值有关，其确定依据比较复杂。为此，采用单位管径—管长法确定地下水入渗量基准值和进行管段渗漏程度评价。计算方法如下：

$$q_{\text{入渗}} = \frac{\Delta Q_{\text{入渗}}}{(l \times d)} \quad (\text{F-2})$$

式中，

$q_{\text{入渗}}$ —污水管段的单位管长与管径地下水入渗量 ($\frac{\text{m}^3}{\text{d} \cdot \text{mm} \cdot \text{km}}$)；

l —污水管段的长度；

d —污水管段的当量管径 (mm)，可按照对应污水管段中不同管径长度的加

权平均值计算。

《室外排水设计标准》(GB50014-2021)中给出的美国地下水入渗量限值 $0.01 \sim 1.0 \frac{\text{m}^3}{\text{d} \cdot \text{mm} \cdot \text{k}}$ 。参照这一标准值,当 $q_{\text{入渗}}$ 为单位管长与管径允许地下水入渗量的 2 倍,即 $q_{\text{入渗}} \geq 2.0 \frac{\text{m}^3}{\text{d} \cdot \text{mm} \cdot \text{k}}$ 时,认为污水管段渗漏严重。这种情况下,需进行加密流量观测或进一步开展设备检测。

三、单位面积地下水入渗量基准值法

基于单位面积地下水入渗量基准值的污水管段渗漏程度评价方法如下:

$$q'_{\text{入渗}} = \frac{\Delta Q_{\text{入渗}}}{A} \quad (\text{F-3})$$

式中,

$q'_{\text{入渗}}$ —污水管段的单位服务面积地下水入渗量 (m^3/km^2);

A —该污水管段对应的服务面积 (km^2)。

《室外排水设计标准》(GB50014-2021)中给出的德国地下水入渗水量限值为 $1296 \frac{\text{m}^3}{\text{km}^2}$; 美国地下水入渗水量限值为 $28 \sim 2800 \frac{\text{m}^3}{\text{km}^2}$ 。参照上述限值,当 $q'_{\text{入渗}}$ 为单位面积允许地下水入渗量的 2 倍,即 $q'_{\text{入渗}} \geq 2600 \sim 5600 \frac{\text{m}^3}{\text{km}^2}$ 时,认为污水管段渗漏严重。这种情况下,需进行加密流量观测或进一步开展设备检测。

附录 G 污水管道渗漏定位的数学模型分析法

污水管道渗漏定位的数学模型分析法基本流程如图 G-1 所示

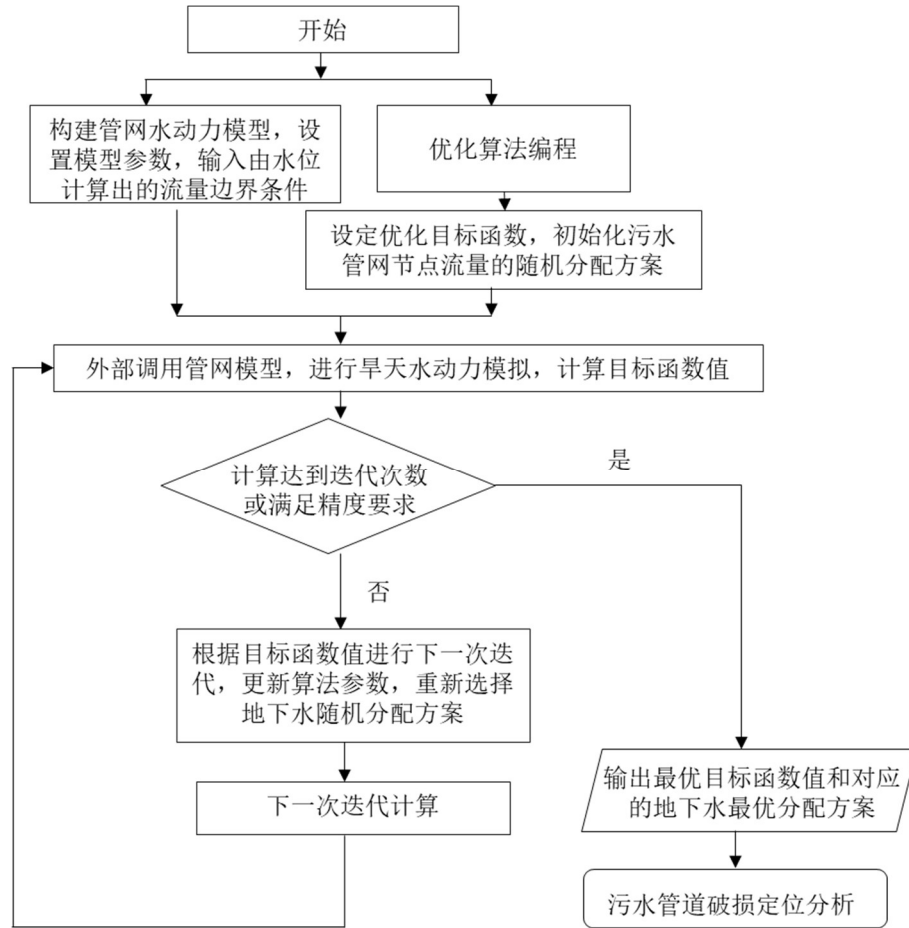


图 G-1 数学模型分析法流程

数学模型分析法的实现主要包括两个部分：

一是污水管网水力模型，可通过管网模型软件搭建，要求管网模型软件可以进行管道的水力模拟（公式（G-1）~（G-2）），并可通过编程软件进行管网模型的外部调用。常用的管网软件有 SWMM、InfoWorks ICM 等。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q_j}{\partial x} = 0 \quad (\text{G-1})$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q_j^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial h_j}{\partial x} - S_0 + \frac{Q_j^2}{K^2} \right) = 0 \quad (\text{G-2})$$

式中， A 为管道过水断面面积， m^2 ； Q_j 为流量， m^3/s ； t 为时间， s ； x 为沿水流方向管道的长度， m ； h_j 为水深， m ； g 为重力加速度， m/s^2 ； S_0 为管底坡度； K 为输水率，由曼宁公式确定。

二是优化算法，可通过 MATLAB 或 Python 等编程软件实现，要求可实现不

同地下水入渗分配方案的自寻优过程，如公式（G-3）~（G-6）所示。常用的优化算法有粒子群算法、遗传算法、蚁群算法、模拟退火算法等。

决策变量：

$$X_g = X(q_{1,g}, \dots, q_{i,g}, \dots, q_{N,g}) \quad (\text{G-3})$$

目标函数：

$$f(X_g^*) = \min_{X_i} \left\{ \sum_{s=1}^{K_s} \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T [h_{1,s}(t) - h_{2,s}(t)]^2}{N_s}} \right\}, s = 1, 2, 3, \dots, K_s \quad (\text{G-4})$$

约束条件：

$$\sum_{i=1}^N q_{i,s} = Q_s \quad (\text{G-5})$$

$$\sum_{i=1}^N q_{i,g} = Q_g \quad (\text{G-6})$$

式中， $q_{i,g}$ 为节点*i*的地下水入渗量， m^3/s ； X_g^* 为入渗地下水的最优方案； $h_{1,s}$ 和 $h_{2,s}$ 分别为监测点处的模拟水位和监测水位， m ； K_s 为监测点数量； T 为管网模拟时间序列； $q_{i,s}$ 为以节点*i*为下游节点的污水管段接纳的生活污水量， m^3/s ， Q_s 为污水管网总体接纳的生活污水量， m^3/s ，均可通过第二章中的城镇污水治理信息化系统确定； Q_g 为污水管网的地下水入渗总量， m^3/s 。

附录 H 水质特征因子分析法

一、水质特征因子的选取原则

水质特征因子的选择，应符合下列规定：

1. 不同水量来源类型的特征因子浓度有较为明显的差别；
2. 水质特征因子在排水管道中基本无沉降和降解；
3. 检测限、测试精度、安全性和重现性均较理想。

具备以上 3 个条件的水质指标是理想的水质特征因子，便于尽可能降低管道中生化降解、自然沉降等因素导致的不确定性及其对质量平衡方程解析的影响。

二、生活污水水质特征因子

表 H-1 列出了居民区生活污水中的洗涤废水和粪便污水浓度范围。其中，洗涤废水水样取自旧式居住小区建筑内洗涤盆、洗衣机的排水管出口检查井，粪便污水水样取自小区化粪池入口检查井。可以看出，氨氮、总氮、磷酸盐、钾、氯化物是表征粪便污水接入的水质特征因子指标，表面活性剂是表征洗涤废水接入的水质特征指标。如果表面活性剂浓度相对较高，而氨氮和钾的浓度相对较低，那么洗涤废水接入的可能性很大；如果表面活性剂、氨氮、钾的浓度都较高，那么居住区生活污水接入的可能性很大；如果氨氮、钾的浓度相对较高，而表面活性剂浓度低，则可能存在化粪池溢流。

电导率不具有浓度绝对值的含义，但是具有快速检测的优势，其数值可以间接反映生活污水的水质特征。通常生活污水浓度升高，则电导率值相应升高。

表 H-1 生活污水水质特征因子浓度

水质参数	洗涤废水		粪便污水	
	范围	均值	范围	均值
氨氮	3.6-9.6	6.1	46.8-109.3	76.8
磷酸盐	0.47-1.36	0.89	4.16-7.74	5.87
总氮	12.3-40.0	22.4	54.2-121.6	99.2
表面活性剂	1.86-7.64	3.46	0.83-1.92	1.31
钾	12.9-36.7	23.6	25.0-56.0	37.6
氯化物	26-76	51.9	89.0-252	153
电导率	432-1058	810	1314-2044	1786

注：氨氮、磷酸盐、总氮、表面活性剂、氯化物、电导率是在某居住小区的连续一周实测结果，每 3h 取样 1 次；钾、钠为连续 48h 的实测结果，每 3h 取样 1 次。

三、工业废水水质特征因子

判断不同行业工业废水接入的水质特征因子及其浓度参照值，见表 H-2。

表 H-2 判断工业废水接入的水质特征因子参照值

特征因子	参照值	来源
电导率	$\geq 2,000\mu\text{S}/\text{cm}$	食品、医药、纺织、造纸、皮革、无机化工、计算机、通讯和其他电子设备制造废水接入的可能性大。
pH 值	≤ 5 或 ≥ 8	酸性或碱性废水接入的可能性大。
磷酸盐	$\geq 8.0\text{mg}/\text{L}$	机械制造、计算机、通信和其他电子设备制造业等废水接入的可能性大。
钾	$\geq 40\text{mg}/\text{L}$	食品、医药制造等废水接入的可能性大。
钠	$\geq 60\text{mg}/\text{L}$	食品、纺织、金属制品、皮革、造纸、医药废水接入的可能性大。
氯化物	$\geq 160\text{mg}/\text{L}$	食品、无机化工、纺织、造纸、皮革、医药、计算机、通讯和其他电子设备制造废水接入的可能性大。
氟化物	$\geq 1.0\text{mg}/\text{L}$	计算机、通讯和其他电子设备制造废水接入的可能性大。

四、水质特征因子矩阵方程求解

求解方程组（5-1）的具体实施步骤如下：

1. 对管网中各种可能的混接类型进行分析，针对各种混接类型给出水质特征因子。

2. 确定不同混接类型的水质特征因子浓度值，以及管网中各监测点位或排放口的水质特征因子浓度，建立联立方程组对 1~k 个混接类型的水量比例进行求解。

式（5-1）中，各种混接类型的水量比例解析结果之和应等于 1，即

$$A_1 + \cdots + A_k = 1.0 \quad (\text{H-1})$$

当针对每个混接类型和监测点位给出确定的水质特征因子浓度值时，可求解出唯一的 A_1 、 A_2 、...、 A_k ，但往往会造成不同混接类型的水量比例之和不等于 100%，即 $A_1 + \cdots + A_k \neq 1.0$ 。造成这一现象的原因是：

1. 同一混接排放类型的水质特征因子浓度空间差异性。例如，如居民小区的水质浓度会随居民区生活水平、生活习惯、居民年龄分布等发生变化。若采用某一个居住小区的水质监测浓度代入方程组，可能与服务范围内所有居住小区生活污水总体浓度之间存在偏差。浅层地下水的水质也会在空间上出现差异性，难以用一个监测点位的地下水水质浓度表征区域内地下水的总体水质。

2. 不同混接点位的污水或者地下水进入管道后，在管道中的流行时间不同。由于污染物流入和流出管道的时间难以准确匹配，也会造成解析结果的不确定性。

针对这一问题，可采用蒙特卡洛模拟方法求解方程组。具体方法是分别设定混接类型和监测点位的水质特征因子浓度概率分布，计算时随机选取概率分布范围内的浓度值代入式（H-1）进行求解，寻找满足式（H-1）的不同混接类型水量比例置信区间或者中位值，该方法可以保证解析结果的闭合。

原则上，代入确定值求解方程组时，不同混接类型的水量比例之和应达到 95% 以上，否则应采用蒙特卡洛模拟方法进行解析结果的校核。

【解析案例】

某排水系统服务面积为 3.74km²，上世纪 80 年代后期设计为分流制雨污水管网。但是分流制管网建成以后，雨污混接问题严重，旱天雨水管网运行水位高，对河道造成污染。

采用水质特征因子法对该区域雨水管网混接状况进行解析，步骤如下：

1. 确定该区域雨水管网的混接类型。根据污染源基础数据信息，该区域的污水包括生活污水（包括居民区和一般事业单位污水）和半导体工业废水。同时，由于地下水水位高于管底标高，该区域还存在潜在的地下水入渗。因此混接类型包括生活污水、半导体工业废水和地下水。
2. 确定不同混接类型的水质特征因子。根据水质特征因子的选取原则确定不同污染类型的特征因子，生活污水的水质特征因子采用总氮或安赛蜜，半导体工业废水的特征因子选用氟化物，浅层地下水的特征因子选用硬度。
3. 针对各种混接类型和排放口开展水质特征因子监测。在该区域内选择一个居住小区、一家半导体工业企业和一个浅层地下水水井，在旱天开展水质采样分析。此外，在该区域雨水管网末端的泵站集水井，在旱天开展水质采样分析。其中，在生活污水、工业废水采样点和末端排放口处均开展了连续 7 天采样，每 3 小时采样一次，分别采集了 56 个水样。在浅层地下水采样点开展了连续 14 天采样，每天采集 1 个水样，共采集了 14 个水样。每个水样的分析指标包括总氮、安赛蜜、氟化物和硬度。对生活污水、工业废水、地下水和末端排放口的水质监测结果进行统计分析，确定其均值和标准差，如表 H-3 所示。

表 H-3 混接类型和雨水管网末端排放口水质特征因子浓度监测结果（均值±标准差）

水质特征因子	生活污水	工业废水	地下水	末端排放口
总氮（mg/L）	53.4±8.5	19.5±2.75	5.0±2.3	35.1±4.9
安赛蜜（μg/L）	15.1±8.8	1.56±0.032	0.02±0.002	9.09±2.2
氟化物（mg/L）	0.36±0.09	10.6±1.41	0.37±0.16	1.27±0.05
硬度（mg/L）	162±24	92.8±10.8	416±50	204±14

4. 建立该区域混接源和排放口之间的入流与出流质量平衡矩阵方程，如公

式（H-2）所示。

混接源水质浓度

混接比例

排放口水质浓度

$$\begin{bmatrix} C_{\text{总氮,生活}} & C_{\text{总氮,工业}} & C_{\text{总氮,地下水}} \\ C_{\text{氟化物,生活}} & C_{\text{氟化物,工业}} & C_{\text{氟化物,地下水}} \\ C_{\text{硬度,生活}} & C_{\text{硬度,工业}} & C_{\text{硬度,地下水}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} m_{\text{生活}} \\ m_{\text{工业}} \\ m_{\text{地下水}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{\text{总氮,末端}} \\ C_{\text{氟化物,末端}} \\ C_{\text{硬度,末端}} \end{bmatrix} \quad (\text{H-2})$$

5. 利用表 H-3 的数据生成混接源和排放口的水质特征因子浓度概率分布，将其代入公式（H-2）求解，解析雨水管网不同混接类型的混接水量比例。求解流程如图 H-1 所示。

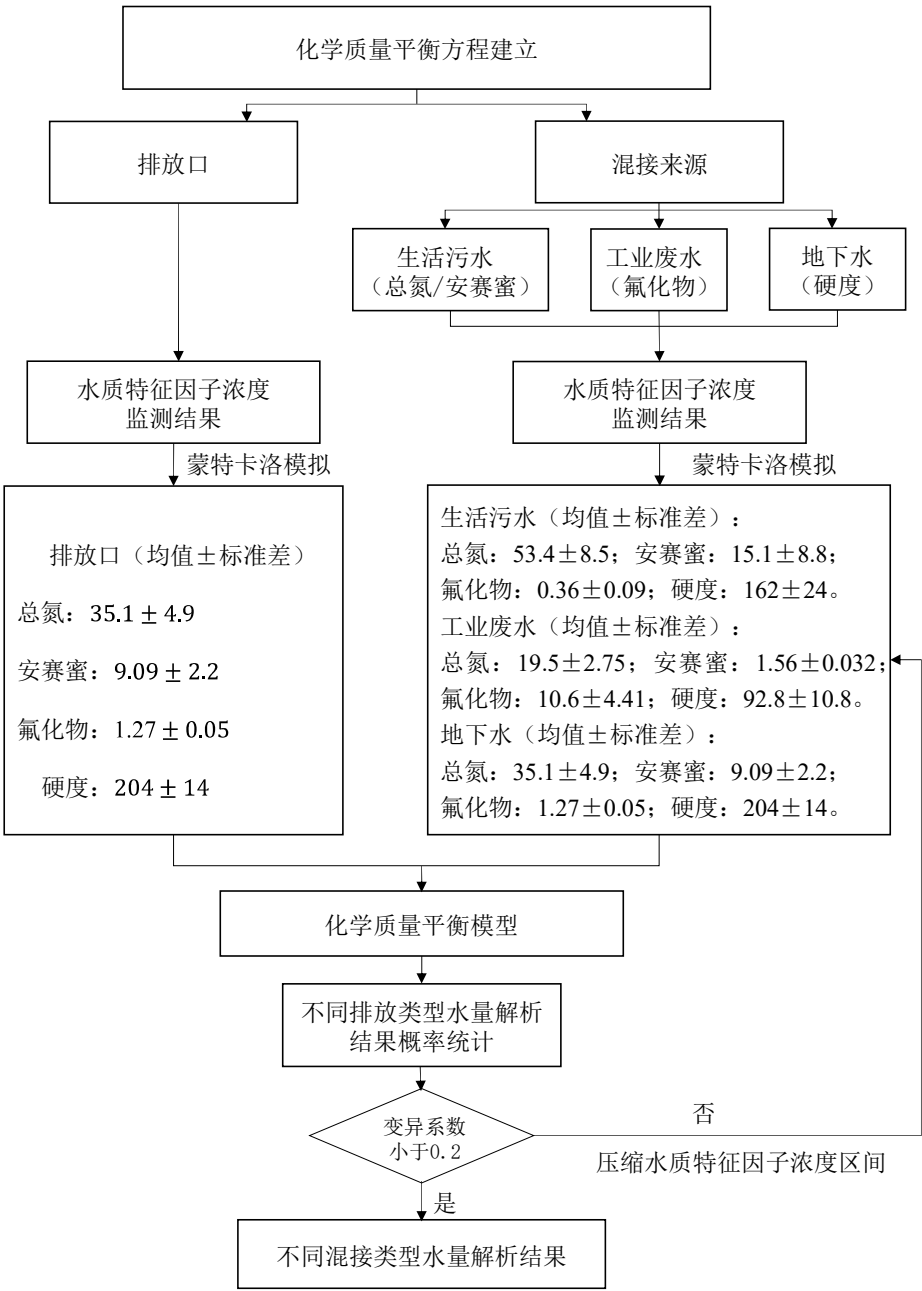


图 H-1 蒙特卡洛模拟方法计算流程

6. 分析解析结果，确定雨水管网混接情况。解析结果表明，该区域的混接主要来源为生活污水，占混接总水量比例约 74.5%，其次是地下水占 16.4%，工业废水占 9.1%。根据水量观测，该区域雨水管网混接水量为 $21484 \text{ m}^3/\text{d}$ ，相应雨水管网中生活污水、地下水和工业废水的混接水量分别为 $16006 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $3523 \text{ m}^3/\text{d}$ 和 $1955 \text{ m}^3/\text{d}$ 。这表明该区域的混接成因主要是量大面广的生活污水混接，以及存在半导体企业工业废水混接排入雨水管网。

附录 I 荧光光谱分析法

当样品中的有机物浓度过高时，会因样品的自吸收而导致荧光强度的下降，进而影响荧光光谱的形状和位置，导致随着溶解性有机物浓度的增加向更长的发射波长转移，影响水质荧光光谱的判断。

具体公式：

$$F_{\lambda_{ex},\lambda_{em}}^{corr} = F_{\lambda_{ex},\lambda_{em}}^{obs} \times 10^{(0.5 \times (A_{\lambda_{ex}} + A_{\lambda_{em}}))} \quad (I-1)$$

式中，

λ_{ex} —激发波长；

λ_{em} —发射波长；

$F_{\lambda_{ex},\lambda_{em}}^{corr}$ —荧光光谱中任意一点矫正后的荧光强度；

$F_{\lambda_{ex},\lambda_{em}}^{obs}$ —荧光光谱中任意一点矫正前的荧光强度；

$A_{\lambda_{ex}}$ —在波长为 λ_{ex} 时的吸光度；

$A_{\lambda_{em}}$ —在波长为 λ_{em} 时的吸光度。

附录 J 基于水文水质监测分析法的河流排污口定位案例

一、调查对象

调查对象为安徽省某市河流的上中游段，全长 6.8 km。河流上游沿岸为新建城区，河流中游沿岸包括了新建城区和老城区。旱天该河流的主要水量来源为污水处理厂尾水排放。

二、水质监测分析

从起始端开始沿该河流设置 7 个监测点位，点位间隔 800–1100 m，相应将调查区域进一步划分为 6 个河段。在某一选定的旱天，在上述 7 个点位开展连续 24 小时的水质采样。采样频次为每 4 小时采样 1 次，每个监测点位采集 6 个水样。水质检测指标为 COD、NH₃-N、TN、TP、DO。

水质检测结果见表 F-1。根据 5 个指标的水质检测结果计算出综合水质标识指数，见 J-1。

表 J-1 7 个监测点位水质和综合水质标识指数

编号	统计值	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	COD (mg/L)	DO (mg/L)	综合水质 标识指数
点位 1	日均值	1.11	7.41	0.21	36.0	9.78	4.8
	范围	0.60~1.38	6.45~8.57	0.20~0.23	28.0~52.0	9.40~10.2	4.5~5.0
点位 2	日均值	0.89	7.80	0.21	23.7	9.38	4.5
	范围	0.52~1.46	7.33~8.11	0.19~0.24	21.0~25.0	9.03~9.83	4.3~4.8
点位 3	日均值	0.96	7.87	0.24	30.2	9.61	4.7
	范围	0.82~1.14	7.65~8.07	0.22~0.25	23.0~41.0	9.34~9.85	4.5~5.0
点位 4	日均值	0.57	8.09	0.22	31.7	9.83	4.6
	范围	0.42~0.72	7.74~8.60	0.20~0.23	25.0~42.0	9.66~10.1	4.4~4.7
点位 5	日均值	2.37	9.74	0.29	37.7	8.55	5.7
	范围	0.74~3.56	8.55~10.4	0.21~0.34	24.0~52.0	7.49~10.1	4.5~6.1
点位 6	日均值	2.27	9.82	0.26	33.3	7.34	5.6
	范围	1.66~3.86	8.71~11.7	0.25~0.29	25.0~47.0	7.09~7.47	5.2~6.1
点位 7	日均值	4.03	12.33	0.32	42.7	5.91	6.5
	范围	3.68~4.66	11.5~13.0	0.29~0.34	32.0~74.0	5.54~6.42	6.2~6.9

注：范围是指每个断面水质检测结果的最小值~最大值。

三、河流排污口定位分析

综合相邻上下游断面的水质和综合水质标识指数变化，判定两个断面之间的河段是否存在排污口。若下游断面的水质浓度日均值(DO 除外)或者基于 COD、NH₃-N、TP、DO 等 4 项指标的综合水质标识指数高于上游断面的数值，则两个监测断面之间的河段存在排污口。判定结果见表 J-2。

表 J-2 基于断面水质和综合水质标识指数的排污口判定

判定指标	河段 1 (1-2 点位)	河段 2 (2-3 点位)	河段 3 (3-4 点位)	河段 4 (4-5 点位)	河段 5 (5-6 点位)	河段 6 (6-7 点位)
NH ₃ -N	×	✓	×	✓	×	✓
TN	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TP	×	✓	×	✓	×	✓
COD	×	✓	✓	✓	×	✓
综合水质 标识指数	×	✓	×	✓	×	✓

注：✓表示相邻断面的水质浓度或综合水质标识指数升高，×表示相邻断面的水质浓度或综合水质标识指数保持不变或降低。

从表 F-2 中得出：（1）对于河段 2、河段 4 和河段 6，4 项水质指标（COD、NH₃-N、TN、TP）浓度和综合水质标识指数均表现为沿程升高的趋势，因此判断上述 3 个河段之间存在排污口。（2）对于河段 1、河段 3、河段 5，仅有 1~2 个水质指标浓度表现为沿程升高的趋势，且综合水质标识指数未表现出沿程升高的趋势，因此排除这 3 个河段之间存在排污口。

四、河流流量平衡分析

该河流 6.8km 长度的水量平衡调查结果见图 J-1。综合采用走航式流量调查船和河道断面水位推算流量相结合的方式，确定河流 7 个监测断面的流量。污水处理厂尾水排放量根据污水厂运行数据确定。

根据水量平衡图可以得出，在监测点位 2~3、4~5 和 6~7 之间存在排污口，分别对应河段 2、4、6，与基于水质监测的河道排污口判定结果一致。

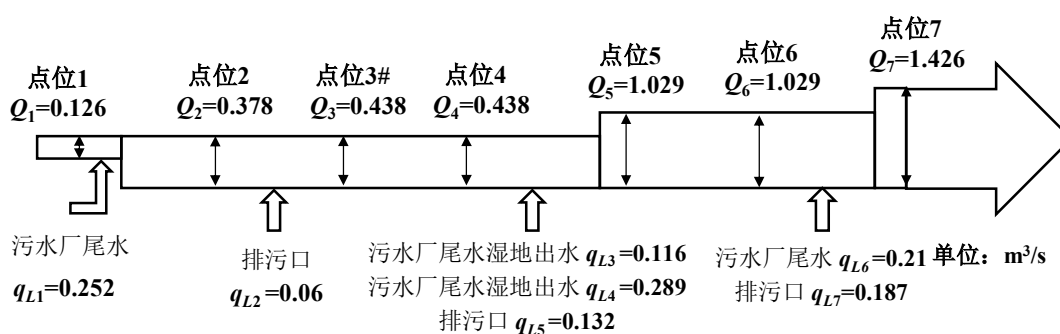


图 J-1 调查河流中上游段的水量平衡图

参考资料

1. 《城市排水防涝设施数据采集与维护技术规程》（GBT51187-2016）
2. 《测绘成果质量检查与验收》（GB/T 24356-2009）
3. 《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》（CJJ60-2011）
4. 《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》（CJJ68-2016）
5. 《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ181-2012）
6. 《城镇排水管道维护安全技术规程》（CJJ6-2009）
7. 《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》（CJJ/T210-2014）
8. 《城市综合地下管线信息系统技术规程》（CJJ/T269-2017）
9. 《城市地下管线探测技术规程》（CJJ61-2003）
10. 《城市测量规范》（CJJ/T8-2011）
11. 《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ181-2012）
12. 《城镇排水管道混接调查及治理技术规程》（T/CECS 758—2020）
13. 《侧扫声呐测量技术要求》（JT/T 1362-2020）
14. 《HJxxx-202x 入河排污口监督管理技术指南 溯源总则》（征求意见稿）