

林中奇, 王宁, 范娟娟, 等. 《福建省城镇排水设施数据采集与信息管理系统标准》编制要点解析[J]. 净水技术, 2025, 44(11): 12-18.

LIN Z Q, WANG N, FAN J J, et al. Analysis of key points on the *Technical Standard for Data Acquisition and Information Management of Urban Drainage Facilities in Fujian* [J]. Water Purification Technology, 2025, 44(11): 12-18.

《福建省城镇排水设施数据采集与信息管理系统标准》编制要点解析

林中奇¹, 王宁^{1,2,*}, 范娟娟³, 陈俊宇¹

(1. 厦门市城市规划设计研究院有限公司, 福建厦门 361012; 2. 天津大学建筑学院, 天津 300072; 3. 南京市测绘勘察研究院股份有限公司, 江苏南京 210019)

摘要 【目的】随着城市化进程的不断推进, 城镇排水系统在数据管理和信息系统建设中面临诸多挑战。福建省为应对这些问题, 发布了《福建省城镇排水设施数据采集与信息管理系统标准》(DBJ/T 13-440—2023) (以下简称《数据标准》)。本文旨在探讨《数据标准》在提升数据管理效率和优化信息共享方面的作用, 梳理其制定背景、适用场景及实施过程中的技术要点, 为福建省及其他地区提供技术参考和推广依据。【方法】基于内容, 本文对城镇排水设施的管理现状与需求进行了分析, 并提出了数据采集与录入、数据存储与更新以及管理信息系统建设等技术环节的改进方案; 通过案例分析与技术验证的方法, 评估了《数据标准》对数据规范性和系统整合性的提升效果。【结果】《数据标准》的实施有效规范了数据采集流程和格式, 统一了数据编码与存储要求, 并推动了跨部门数据协作。信息系统整合通过提升数据实时性和准确性, 增强了设施运行监控与应急响应能力, 显著提高了管理效率。【结论】《数据标准》在规范数据管理、推动信息共享及加强协作方面具有重要作用, 为城镇排水系统的智能化、标准化管理提供了支持。《数据标准》在其他地区具有推广应用的潜力, 有望为城镇排水设施管理的现代化和科学化提供借鉴。

关键词 城市排水设施 数据编码规则 信息管理系统 技术标准 拓扑关系校核

中图分类号: TU991 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-0177(2025)11-0012-07

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2025.11.002

Analysis of Key Points on the *Technical Standard for Data Acquisition and Information Management of Urban Drainage Facilities in Fujian*

LIN Zhongqi¹, WANG Ning^{1,2,*}, FAN Juanjuan³, CHEN Junyu¹

(1. Xiamen Urban Planning & Design Institute Co., Ltd., Xiamen 361012, China;

2. School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

3. Nanjing Institute of Surveying, Mapping & Geotechnical Investigation, Co., Ltd., Nanjing 210019, China)

Abstract [Objective] With the advancement of urbanization, numerous challenges are faced in the data management and information system construction of urban drainage systems. To address these issues, Fujian Province has issued the *Technical Standard for Data Collection and Information Management of Urban Drainage Facilities in Fujian* (DBJ/T 13-440—2023) (hereinafter referred to as the "Data Standard"). This paper is intended to explore the *Data standards'* role in improving data management efficiency and optimizing information sharing by examining its background, applicable scenarios, and technical key points in implementation. The aim is to provide technical references and promotional insights for Fujian and other regions. [Methods] Based on the standards, this paper analyzes the current state and requirements of urban drainage facility management and proposes improvement solutions for technical aspects such as data collection and entry, data storage and updating, and management information system development. Using

[收稿日期] 2024-10-01

[基金项目] 厦门市社科联、社科院资助项目(厦社科研[2024]06号)

[作者简介] 林中奇(1975—), 男, 高级工程师, 研究方向为城镇污水处理提质增效、水环境综合整治, E-mail: 675720672@qq.com。

[通信作者] 王宁(1987—), 男, 高级工程师, 研究方向为海绵城市、城乡规划, E-mail: wangning123198@tju.edu.cn。

case studies and technical verification, the research evaluates the *Data standards'* effectiveness in enhancing data standardization and system integration. [**Results**] The findings indicates that the *Data Standard* effectively standardized data collection processes and formats, unified data coding and storage requirements, and facilitates cross-departmental data collaboration. By improving data real-time availability and accuracy, information system integration has enhanced facility monitoring and emergency response capabilities, significantly increasing management efficiency. [**Conclusion**] *Data Standard* plays an essential role in standardizing data management, promoting information sharing, and strengthening collaboration, thereby supporting the intelligent and standardized management of urban drainage systems. The *Data Standards* hold potential for adoption in other regions and are expected to provide valuable references for the modernization and scientific management of urban drainage facilities.

Keywords urban drainage facility data encoding rule information management system technical standard topological consistency check

城镇排水设施作为市政基础设施的重要组成部分,不仅承担着污水收集处理和雨水排放的功能,还在提升水环境质量、促进资源再生利用和保障公共安全方面发挥着关键作用^[1]。然而,随着城市化进程的加速,我国城市人口密度和建筑密集度持续上升,城镇排水系统的负荷和复杂性也相应增加,亟需进行大规模的更新、升级和扩展^[2]。同时,城镇排水设施在数据管理和信息系统建设中,管理体制分散、数据标准不统一、存储方式各异和系统建设滞后,数据共享与协作受到严重限制,加剧了管理孤岛现象,导致管理效率低下,整体规划难以精确实施^[3]。此外,面对洪涝、环境污染等突发事件时,城镇排水设施数据管理的分散和系统化不足问题日益突出,现有管理方式难以满足城镇高质量发展的需求^[4]。因此,为应对这些问题和挑战,推动城镇排水设施管理现代化和智能化,制定统一的技术标准尤为重要。

近年来,城市排水系统数据管理受到全球范围内的关注。2016年,我国发布《城市排水防涝设施数据采集与维护技术规范》(GB/T 51187—2016),为数据采集流程和技术提供了基础指导。国际上,美国环境保护局开展了污水收集系统资产管理,强调资产管理和监测技术在管网维护中的作用;欧盟空间信息基础设施(Infrastructure for Spatial Information in the European Community, INSPIRE)指令为地理空间信息共享提供了统一框架,涵盖排水设施数据管理。同时,随着大数据、人工智能、5G等新兴技术的不断发展,我国智慧水务建设方面取得显著进展,对排水设施数据的标准化、动态更新、保密性等提出了更高的要求。

2024年,福建省颁布并实施了《福建省城镇排水设施数据采集与信息管理系统技术标准》(DBJ/T 13—

440—2023)(以下简称《数据标准》)。《数据标准》顺应近年来排水设施智能化应用趋势以及数据动态更新、保密性等要求,旨在规范数据采集、录入和更新,统一数据格式,整合信息管理系统,同时要求在数据采集及信息管理的各环节严格实施安全和保密措施,强化数据管理效率与安全,推动实现数据的规范化与系统化管理。《数据标准》的制定和实施不仅提高了数据的准确性和实时性,还促进了不同部门之间的协作和数据共享,形成了综合性信息管理平台,支持城镇排水系统的全生命周期管理,不仅解决了城镇排水系统在数据管理和信息系统建设方面的问题,提升了管理效率,还为全省排水设施的规划和发展提供了技术支持,同时为其他地区提供了经验和参考。

《数据标准》以全流程数据管理的顺序编排技术内容,包含总则、术语、基本规定、数据采集、数据录入、数据存储、数据更新、管理信息系统建设共8章,并附条文说明。《数据标准》适用范围涵盖省、市、县三级城市的排水设施监管与运营,乡镇可依照参考实施。

1 需求和现状分析

1.1 城镇排水设施管理现状

福建省城镇排水系统已基本建设完成,但是随着污水处理提质增效、水污染防治攻坚以及城市内涝防治等行动方案的实施,城镇排水设施建设和更新速度加快,规模逐年增大^[5]。同时,城镇排水设施管理的分散性,各地区、各部门之间的协调和信息共享不足,导致整个排水系统缺乏有效的统筹协调与决策控制^[6],长期以来在城镇排水管理中存在的问题日益显现。另一方面,城镇排水设施管理中法律法规与政策支持不足,维护运营主体不明确、监管能

力不足、标准化和规范化水平有待提升。总之,城镇排水设施管理的分散性导致了统筹协调不足、数据整合不完善、多部门职能交叉、跨部门协同机制缺失以及基础设施老化和技术更新滞后等问题^[7]。上述问题不仅影响了城镇排水系统的正常运行,引起污水漫溢、城市内涝、水体污染、地面塌陷等现象^[8],还制约了城市可持续发展的进程。

1.2 标准化需求分析

通过制定和实施统一的技术标准,福建省能够有效整合各管理单位的数据和信息系统,提升管理效率,确保符合法规要求,并在持续改进中推动城镇排水设施的现代化管理。

(1) 确保城镇排水设施数据采集的全面性和一致性。从城镇排水设施的初步调查到持续维护和更新,明确数据采集的具体要求、操作流程以及技术规范,提升数据的准确性和可靠性,促使各管理单位在统一的框架下进行数据录入和更新,减少因数据差异性导致的管理问题。通过标准化的数据管理,各部门能够共享数据,实现系统化管理和分析。

(2) 采用标准化的信息系统接口和数据格式。有助于打破信息孤岛,实现数据的无缝对接和系统的高度集成,提高各部门之间的数据共享和协作效率,还为城镇排水设施管理提供了强大的数据支持和决策依据。通过集成化的信息系统,城镇排水设施管理将更加透明、高效,能够快速响应各种突发事件,提升城市管理水平。

(3) 支持城镇排水设施管理活动符合最新的规范要求。根据《福建省市政排水设施工程移交与接管管理办法》《福建省城镇排水与污水处理管理规定》等规章,市政排水管网竣工验收前,建设单位应委托第三方按照排水管道检测与评估等有关标准和技术规程对排水管网进行检测,并出具检测报告。因此,有必要通过制定统一的技术标准,提高排水设施数据采集的准确性与一致性,为排水设施的建设、更新、维护工作中的数据采集与信息管理系统提供可以遵循的技术规范。

2 基本原则

福建省城镇排水设施数据采集与信息管理系统涵盖排水管网、排水设施及其他相关要素的全流程管理,包括数据的收集、传输、存储、核查、应用与更新,以及信息系统的开发与优化。基于地理信息系统技

术,确保数据准确、可靠,为排水设施高效运行提供支撑。在管理过程中,需要遵循以下原则。一是系统性原则,将排水设施、排水管网及相关水体视为一个整体,注重各部分间的功能联动和信息共享,建立清晰的逻辑关系与拓扑结构,实现排水系统的全局优化。二是动态性原则,通过定期更新数据库和引入智能监测技术,实现排水设施的实时监控与动态维护,确保系统运行的及时性和响应性,提升突发事件的应对能力。三是共享性原则,强化数据资源的集成与利用,通过构建标准化接口及多渠道数据接入模式,打破信息孤岛,推动数据在多部门、多场景间的高效共享与协同应用。

3 采集数据和录入

3.1 数据采集

福建省城镇排水设施的数据采集工作主要包括已有数据的收集、现场探测以及监测和检测 3 个方面。首先,需要系统地收集排水设施的空间数据、属性数据和运行维护管理数据,以确保数据的完整性和准确性。这些数据通常来源于竣工验收档案、测绘数据、设计文件等,并应建立信息筛选和验证机制。对于数据缺失或不准确的区域,需依据《城市地下管线探测技术规程》(CJJ61—2003)和《城市测量规范》(CJJ/T 8—2011)的要求进行现场探测和测量^[9]。同时,对关键节点(如易涝点、排放口、泵站等)应进行液位、流量和水质的在线监测,并建立动态数据更新和预警机制,以确保数据的实时性和有效性。

3.2 数据录入

数据录入方式包括直接导入数据库、通过管理信息系统界面提交表单以及通过在线监测设备进行实时数据传输。所有信息必须以标准化格式记录,并在必要时进行规范化处理,以确保数据的一致性和准确性。同时,数据录入必须严格遵循统一的编码标准,以保证每个城市排水设施的唯一标识。

3.2.1 编码规则

城镇排水设施含有不同类型的设施,为确保设施更新及维护后数据的可持续性,对城镇排水设施利用身份标识码管理,为设施制定唯一的标识码。

城镇排水设施的标识码采用分层结构,由 4 个层级共计 16 位阿拉伯数字组成,其具体编码结构如

图 1 所示。第一层为“行政区划代码”,需遵循现行国家标准《中华人民共和国行政区划代码》(GB/T 2260—2007)的相关要求;第二层为设施的“大类代码”,根据城市排水系统的功能和几何特征划分为 4 大类,包括排水系统分区、排水管网、排水设施以及其他相关设施和要素;第三层为设施的“小类代

码”,为 4 项“大类代码”下的具体排水设施类型的代码,例如排水管网(大类代码:02)下的“小类代码”包括检查井、排水管、排水渠、雨水口、排放口、其他节点;第四层为“流水号”,需按顺序从 000001 开始依次编号。即使排水设施被废弃,其标识码仍需保留以确保管理的完整。

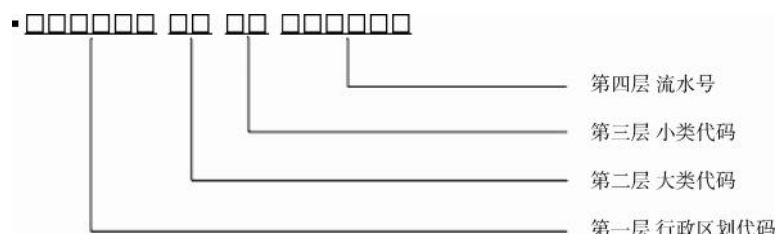


图 1 城镇排水设施标识码结构

Fig. 1 Identification Code Structure of Urban Drainage Facilities

3.2.2 标准化数据

为了确保数据的准确性和一致性,所有入库信息必须严格按照标识码的编码规则进行处理。首先,需要对同一设施的多来源数据进行空间属性和数据信息的一致性验证,并确保其符合编码标准要求。如果发现录入数据的平面坐标或高程基准存在偏差,应及时完成相关的转换或校正^[10]。其次,对于收集到的非标准格式数据,需要进行格式转换处理。同时,基于现有地形图对包含空间信息的图像数据进行地理校正,并通过人工绘制将要素完整化,提取其对应的属性信息。最后,还需建立收集数据与现场勘查数据之间的数据项映射关系,确保两者间的匹配和兼容。经过上述处理后的数据,应按类别分别导入到相应的数据库表中,以满足数据管理的规范化要求。

3.2.3 数据存储类型

满足城镇排水设施管理的多种需求,福建省城镇排水设施数据类型范围包括整型、长整型、文字型、数字型及时间型格式,以支持从基础统计到复杂分析的各种应用场景,提高排水设施管理的科学性和效率。整型格式以“I”表示短整型(范围: -32 768~32 767)或“L”表示长整型(范围: -2 147 483 648~2 147 483 647),用于描述整数数据,如类别编码;字符型格式为“C(d)”,用于描述非数值型数据,如地址和名称;数值型格式为“D(N, n)”,用于描述带小数的浮点数,如坐标和高程;时间型格式为“T”,用于存储日期或日期时间数据。

字段的取值范围可以通过连续数字或枚举方式进行明确描述。

3.3 数据校核

在数据录入之前,必须对所有数据进行完整性、异常值和拓扑关系的校核,避免因数据不完整或不准确而导致系统管理失误,常见拓扑问题类型及处理方法如表 1 所示。在校核过程中,应结合人工检查与系统自动检查 2 种方式进行。为提高工作效率,应优先采用系统自动检查,同时辅以人工检查以确保数据的准确性。

4 数据存储与更新

4.1 数据存储

城镇排水设施数据库设计需全面考虑排水系统的实际需求,满足结构扩展性、拓扑关系维护、数据完整性、空间与属性信息关联性、多源空间数据支持以及数据安全性等要求。通过引入地理信息系统(GIS)技术,实现设施空间分布、运行状态与属性数据的有机结合,形成高效、精准的管理平台。例如,排水管网的设计不仅需要记录管道的几何形状(如起点、终点、坡度、直径),还需关联管道材质、使用年限及排水量等属性信息。同时,泵站、检查井、雨水口等关键设施的位置、服务范围和维护记录也需纳入数据库,实现全方位的数据管理。在应用 GIS 技术后,排水设施数据库可通过可视化手段展示管网拓扑关系。例如,在管网堵塞时,可迅速定位问题点并分析上下游影响区域;当新建排水设施时,数据库可提供基于现有设施的扩展设计方案。此外,支

表 1 城镇排水设施常见拓扑问题类型及处理方法

Tab. 1 Common Topology Problem Types and Solutions for Urban Drainage Facilities

问题类型	问题描述	处理方法
管线错接	管线上游或下游连接节点关联关系错误,导致管线错接到其他位置	根据管线周围其他连接管线的位置信息判断,若无法通过经验确定,应进行现场勘查,并将错误的管线重新连接到正确的节点上
节点位置偏移	节点位置与实际偏差较大,通常由节点坐标错误记录所致	根据上下游关系,参考基础地形图或实测数据,将位置错误的节点进行修正
管线反向	管线流向与实际流向相反	修正管线的流向
节点孤立	节点不在管线上	参考基础地形、实测数据或进行现场勘查,识别节点孤立的原因;如果节点孤立是周围管线缺失导致,应补充连接管线;如果是节点错误录入导致,应删除孤立节点
节点重复	2个(或多个)节点的坐标相同	删除重复节点
连接管线缺失	2个节点之间缺少连接管线	参考基础地形图、实测数据或进行勘查,识别连接管线缺失的原因;如果是由于录入过程中操作不当引起,应补充缺失管线或其他排水构筑物;如果与实际一致,应将管段标记为断头管
管线倒坡	管线下游管底高程高于上游管底高程	首先判断倒坡是否符合实际情况,若不符合实际,需进行修正
管线重复	2个相邻设施之间连接多条管线	删除多余的重复管线

持多源数据的整合(如遥感影像和实时监测数据),可动态监控管网排水能力,预测雨洪风险,提升城镇排水系统的管理水平和应急能力。此外,数据库应具备完善的用户安全访问控制措施,包括权限分配、身份验证、防病毒策略、操作记录及日志审计等,以保障数据安全。所有数据需真实反映排水设施的现状,并建立完整的拓扑结构,确保数据的准确性与关联性。空间与属性数据需永久保存,而运行维护管理数据的保留时间不得少于5年;关键数据建议长期存储。

4.2 数据更新

城镇排水设施的数据更新应建立动态机制,及时纳入新建、改建或变更的信息。重点区域或关键

设施应实时更新,其余区域的更新周期不得超过6个月。在线采集的运行维护数据也需实时更新,以确保数据及时且准确。在更新前,必须进行标准化处理,包括遵守标识码规则、验证空间与属性数据一致性、坐标和高程基准的转换或校正、数据格式转换,以及建立数据项映射关系。更新后,还应校核完整性、异常值和拓扑关系,确保数据在质量和结构上的一致性。

5 管理信息系统建设

5.1 总体架构

城镇排水设施管理信息系统应构建在4层架构之上:基础层、数据层、支撑层和应用层(图2)。基础层提供硬件、网络、存储和安全保障资源;数据层

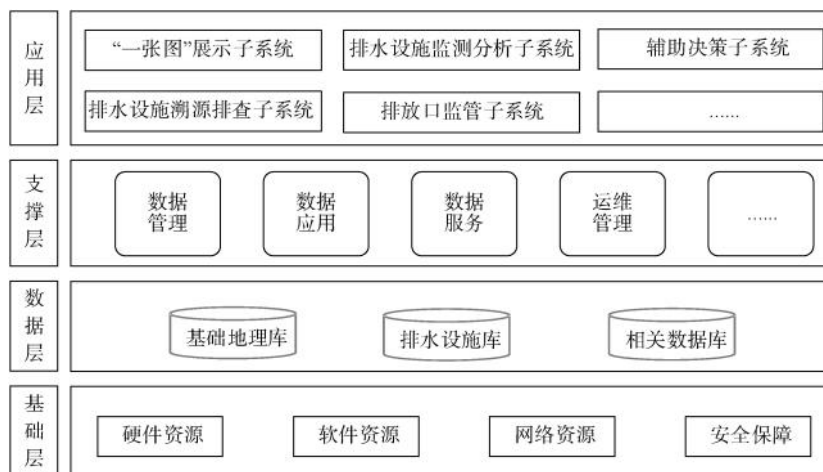


图 2 城镇排水设施管理信息系统架构

Fig. 2 Information System Framework of Urban Drainage Facilities Management

整合基础地理信息库、排水设施库及相关数据库;支撑层负责数据管理、应用服务和运维管理;应用层实现“一张图”展示、设施排查和监测分析等子功能系统。

5.2 数据管理与应用

城镇面向城镇区域的排水设施数据维护,应涵盖图库管理、信息录入、资料检验与更新,以及备份和恢复等环节。在应用方面,可支持设施查询、统计运算、空间分析与可视化浏览。系统应提供数据检索和分发下载服务。各地还可根据需要,拓展二维或三维管网模拟、实时监控、运维管理,以及水力与水质模型分析等功能。

5.3 应用系统

城市排水设施管理信息系统的应用层由多个功能模块构成,用以满足多样化的管理需要。“一张图”模块实时追踪排水设施的运转情况,监控检测结果、巡检与施工状况,并提供可视化、查询、统计及分析;溯源排查模块主要管理相关排查数据,可对混接点和管道检测信息进行分析与可视化,并辅助评估设施当前运行水平;监测分析模块集中管理与分析监测、检测数据,具备信息展示、设备管理、数据检索和预警分析等能力;排放口监督模块实时感知排放口运行状态,开展告警与处置管理,并实现全流程监管,具备监测、视频监控、告警及统计分析功能;辅助决策模块则基于模型模拟及综合研判,为排水系统在规划、建设和运行维护等方面提供决策支持,并具备动态建模、模拟及辅助决策能力^[11-12]。

5.4 系统安全与维护

在系统建设过程中,确保信息系统具备足够的安全防护极其重要。应当比照《信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求》(GB/T 22239—2008)的规范,全面落实相应的等级防护措施。系统安全涉及网络、系统、应用和数据安全,确保系统运行的稳定性和数据的完整性^[13]。用户访问应严格控制,采用权限管理、身份认证及日志审计等安全措施。

5.5 信息共享与扩展性

系统应支持通过标准网络服务接口实现数据共享和业务交互,确保数据交换的开放性和系统的可扩展性。同时,应具备二次开发接口功能,满足不同层级的数据共享需求。系统的运行维护应记录完整,并定期进行维护与升级,以保持系统的高效运行。

6 结论与展望

6.1 结论

在当前推进的城镇污水处理提质增效、城市内涝治理和水环境提升行动的背景下^[14],城镇排水系统的信息化与智慧化管理需求日益凸显。《数据标准》的制定和实施,全面梳理了福建省城镇排水设施管理中面临的主要问题和挑战,通过数据采集的标准化和信息管理系统的优化,实现了对排水设施管理效率的显著提升。

(1)系统性的数据管理框架:解决了数据分散和不统一的问题,为城镇排水设施的有机更新和精细化管理提供了基础。通过全流程规范,保持数据的系统性、准确性和实时性,提升了数据管理的规范性和一致性。

(2)综合性的管理信息系统架构:引领城镇排水设施管理从传统静态模式向动态、智能化方向发展,提升了应急响应和决策支持能力。通过在线监测和信息化管理技术,实现对排水设施运行状态的全面监控、智能预警和科学调度。

(3)管理理念和实践方式的变革:不仅是技术层面的提升,更是管理理念和实践方式的全面革新。通过标准的形式固化和推广创新性的管理理念,解决当前排水设施管理中的突出问题,并为未来提供可复制、可推广的经验。尽管《数据标准》能够在提高管理效率、增强城市韧性和推动智慧城市建设方面提供了关键支撑,但仍存在一些局限性。例如,确保数据的持续更新和维护,需要长期投入和完善的机制保障,信息系统的建设和推广可能面临技术和资金方面的限制,不同部门之间的数据共享和协作也需要克服体制和利益分配等方面的障碍。

6.2 展望

通过持续的研究和实践探索,城镇排水设施管理将不断朝着更加智能、高效和可持续发展的方向发展,为城市的健康运行和居民的生活质量提供坚实保障。在未来工作中,城镇排水设施通过引入前沿技术和持续改进的管理机制,推动向更高层次的智能化方向发展,为实现城市的可持续发展目标提供有力保障^[15]。

(1)强化技术创新应用,通过引入人工智能^[16]、区块链等先进技术,进一步提高系统的智能化水平和预测能力,建立更健全的数据共享机制。

(2)强化跨部门协作,克服体制和利益分配障碍,促进多部门间高效协作,确保数据流通顺畅。

(3)强化运行维护,完善数据更新和维护机制,确保数据的现势性和准确性,为城市可持续发展提供坚实的数据支撑。

(4)强化标准应用反馈,对福建省各地市执行《数据标准》的情况进行长期的跟踪和总结,必要时对标准内容进行修订。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院. 城镇排水与污水处理条例[R]. 北京: 中华人民共和国国务院, 2013.
The State Council of the People's Republic of China. Administrative regulations on urban drainage and sewage treatment [R]. Beijing: The State Council of the People's Republic of China, 2013.
- [2] 王宁, 郭繁锦, 曾坚, 等. 高密度建成区污水治理提升规划与实施体系研究[J]. 城市规划, 2024, 48(2): 94-102.
WANG N, GUO F J, ZENG J, et al. A study on improvement planning and implementation system of sewage treatment in high-density built-up areas [J]. City Planning Review, 2024, 48(2): 94-102.
- [3] 李仲铎. 排水系统运维管理的系统化改革[J]. 城市建设理论(电子版), 2024(20): 193-195.
LI Z E. Systematic reform of operation and maintenance management in drainage systems [J]. Theoretical Research in Urban Construction, 2024(20): 193-195.
- [4] 王宁, 曾坚, 丁锬溪. 空间治理背景下海绵城市规划体系和实施研究[J]. 城市规划, 2020, 44(11): 30-37.
WANG N, ZENG J, DING S Y. Sponge city planning system and implementation under the background of spatial governance [J]. City Planning Review, 2020, 44(11): 30-37.
- [5] 邢玉坤, 曹秀芹, 柳婷, 等. 我国城市排水系统现状、问题与发展建议[J]. 中国给水排水, 2020, 36(10): 19-23.
XING Y K, CAO X Q, LIU T, et al. Current status, problems and development suggestions of urban drainage system in China [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(10): 19-23.
- [6] 余林, 王宁, 邹俊, 等. 数字赋能背景下厦门市排水智能化管理系统建设研究[J]. 给水排水, 2022, 48(12): 84-88.
SHE L, WANG N, ZOU J, et al. Research on the construction of intelligent drainage management system in Xiamen under the new era of digitalization [J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(12): 84-88.
- [7] 郑江. 城镇排水系统厂网一体化运营模式的研究与实践[J]. 给水排水, 2016, 42(10): 47-51.
ZHENG J. Research and practice on the integrated operation model of plant and network in urban drainage systems [J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(10): 47-51.
- [8] 王宁, 曾坚, 康晓鹏, 等. 高密度建成区排水系统雨污分流改造研究与实践[J]. 给水排水, 2022, 58(12): 56-61.
WANG N, ZENG J, KANG X K. Research and practice on transformation of rain water and sewage diversion of drainage system in high-density built-up areas [J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(12): 56-61.
- [9] 陈思静, 胡祥云, 彭荣华. 城市地下管线探测研究进展与发展趋势[J]. 地球物理学进展, 2021, 36(3): 1236-1247.
CHEN S J, HU X Y, PENG R H. Review of urban underground pipeline detection [J]. Progress in Geophysics, 2021, 36(3): 1236-1247.
- [10] 解智强, 王贵武, 高忠, 等. 数据标准在城市地下管线信息化过程中的关键作用[J]. 现代测绘, 2011, 34(2): 25-28.
XIE Z Q, WANG G W, GAO Z, et al. The key role of data standards in the urban underground pipeline information process [J]. Modern Surveying and Mapping, 2011, 34(2): 25-28.
- [11] MIKOVITS C, TSCHIEKNER-GRATL F, JASPER-TÖNNIES A, et al. Decision support for adaptation planning of urban drainage systems [J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 2017, 143(12): 04017069.
- [12] 韩冠宇, 邱依婷, 王浩正, 等. 城市排水系统混合逻辑动态(MLD)建模方法及应用[J]. 给水排水, 2022, 48(3): 131-138.
HAN G Y, QIU Y T, WANG H Z, et al. Method and practice of mixed logic dynamic modeling of urban drainage system [J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(3): 131-138.
- [13] 汤珂. 完善数据全流程合规治理与监管体系, 构筑数据高效安全流通屏障 [EB/OL] (2022-12-20) [2025-01-01]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/jd/jd/202212/t20221219_1343669.html TANG K. Improving full-process data compliance governance and supervision system to build an efficient and secure data flow barrier [EB/OL]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/jd/jd/202212/t20221219_1343669.html.
- [14] 马金明, 张义斌, 何婷, 等. 新形势下城市排水防涝规划编制与实施探讨[J]. 中国给水排水, 2023, 39(14): 32-37.
MA J M, ZHANG Y B, HE T, et al. Discussion on the compilation and implementation of urban drainage and waterlogging prevention plan in the new era [J]. China Water & Wastewater, 2023, 39(14): 32-37.
- [15] 李明. 治水的逻辑——广州实践 [M]. 北京: 人民出版社, 2022.
LI M. Logic of water environment governance——Guangzhou practice [M]. Beijing: People's Publishing House, 2022.
- [16] 罗健, 周斌, 王磊. 基于人工智能技术的排水运行调度决策系统构建研究[J]. 科技创新与应用, 2022, 12(13): 173-176.
LUO J, ZHOU B, WANG L. Research on the construction of drainage operation scheduling decision system based on artificial intelligence technology [J]. Technology Innovation and Application, 2022, 12(13): 173-176.