

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.18.004

《云南省城镇给排水管道非开挖修复技术规程》编制思考

秦 潇¹, 沈 荣¹, 余 竞², 谢雨龙¹, 余广鹇¹

(1. 昆明市建筑设计研究院股份有限公司, 云南 昆明 650228; 2. 昆明通用水务自来水有限公司, 云南 昆明 650221)

摘 要: 《云南省城镇给排水管道非开挖修复技术规程》(DBJ53/T—159—2024)已于2024年11月1日正式实施,相较于现行的行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 210—2014)及《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 244—2016),该规程结合云南实际情况遴选了9项成熟且适用的给排水管道非开挖修复技术,将给水和排水管道非开挖修复技术标准合并编制,并重点补充和完善管道检测与评估、水力计算等内容,使之更具系统性和可操作性,对云南省的给排水管道非开挖修复工程开展具有重要的指导作用,也可为其他类似地区的工程提供参考。

关键词: 城镇给排水管道; 非开挖修复; 管道检测与评估; 地方标准

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2025)18-0024-05

Compilation of Technical Specification of Yunnan for Trench-less Rehabilitation of Water-supply and Sewer Pipeline: A Systematic Review

QIN Xiao¹, SHEN Rong¹, YU Jing², XIE Yu-long¹, YU Guang-yuan¹

(1. Kunming Architectural Design & Research Institute Co. Ltd., Kunming 650228, China;
2. Kunming CGE Water Supply Co. Ltd., Kunming 650221, China)

Abstract: The *Technical Specification of Yunnan for Trench-less Rehabilitation of Water-supply and Sewer Pipeline* (DBJ53/T-159-2024) was officially implemented on November 1, 2024. Compared to the current industry standards—*Technical Specification for Trenchless Rehabilitation and Renewal of Urban Sewer Pipeline* (CJJ/T 210-2014) and *Technical Specification for Trenchless Rehabilitation and Renewal of Urban Water Supply Pipelines* (CJJ/T 244-2016), this regulation includes 9 mature and applicable trenchless repair technologies for water-supply and drainage pipelines based on Yunnan's actual conditions. Building upon these the two industry standards, it improves the content resulted to pipeline inspection and evaluation, hydraulic calculation. These improvements make the specification more systematic and practical, providing important guidance for trenchless rehabilitation projects of water-supply and drainage pipelines in Yunnan Province. It can also serve as a reference in other regions.

Key words: urban water-supply and sewer pipeline; trenchless rehabilitation; pipeline inspection and evaluation; local standard

基金项目: 云南省科技厅重点研发计划项目(202203AC100004)

通信作者: 余广鹇 E-mail: 1910394519@qq.com

城镇给排水管道是现代城市基础设施中的重要组成部分,对城镇的正常运行起到至关重要的作用。根据国家统计局的数据,截至 2022 年,云南省城镇给排水管网总长度约为 $3.8 \times 10^4 \text{ km}^{[1]}$,部分城市的给排水主管管龄已超过 10 年。然而,由于管道腐蚀、管材质量不满足使用要求、施工工艺落后以及管网运行维护不到位,管道出现功能或结构性缺陷。加之云南位于印度洋板块与欧亚板块碰撞带边缘的东侧,地质活动活跃,地震频发,省内各城市的给水、排水管道除了出现渗漏、破损外,还会出现由地质活动导致的有压管道爆管问题,严重危及城市排水系统的正常运行和给水系统的安全稳定,给城市水生态环境的治理及改善造成较大影响。此外,给排水管道的破损还会造成地下水污染、城镇污水收集率下降、城市内涝及水资源浪费等严重后果。

为解决以上问题,云南省政府办公厅于 2020 年发文统筹推进城市更新任务,加强城市基础设施建设,开展大量给排水管道的更新改造工作。传统的开挖修复方式对城市、大型公共基础设施的正常运行和环境影响较大,增加了社会和环境成本,因此非开挖修复技术的应用日益广泛,对相应的设计、施工及验收规范的需求也变得迫切。

1 非开挖修复技术规程编制的必要性

目前,国内给排水管道非开挖修复技术的实施主要遵循 2014 年和 2016 年发布的行业标准——

《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 210—2014)、《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 244—2016),由于行业标准编制时间较早,对项目的设计、施工、验收指导存在局限性。虽然近几年陆续有其他省份发布地方标准,但云南省的自然条件和经济发展与这些省份有一定差异,难以完全参照执行。为了规范云南省给排水管道非开挖修复项目的设计、施工、验收,在云南省住建部门的领导及积极支持下,《云南省城镇给排水管道非开挖修复技术规程》(以下简称《规程》)的编制工作于 2022 年获批。

2 《规程》编制的总体思路

《规程》编制遵循以国内现行标准为基础,结合实际情况和工程实例,在系统调研总结的基础上,充分吸取非开挖行业发展新技术,强调规程的易用性和泛用性,注重施工安全和环保意识的总体编制思路,制定适合云南省的给排水管道非开挖修复的技术性规程,规范和促进云南省给排水管道非开挖修复技术的应用。

2.1 国内标准的选择和梳理

在《规程》的编制中,编制组对目前国内非开挖标准体系的内容进行总结和梳理,研究条文规定的实际目的,结合云南省的实际情况及项目实施经验,合理确定规程编制大纲和结构体系,使条文更加本地化。在规程的编制过程中借鉴目前已实施的相关行业和地方标准^[2],具体如下表 1 所示。

表 1 参考标准目录

Tab.1 Content of reference standards

规程名称	发布年份	类型
《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 210—2014)	2014	行业标准
《城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 244—2016)	2016	行业标准
《城镇排水管道非开挖修复工程施工及验收规程》(T/CECS 717—2020)	2020	团体标准
《城镇公共排水管道非开挖修复技术规程》(DB44/T 1026—2012)	2012	广东省地方标准
《天津市排水管道非开挖修复工程技术规程》(DB/T 29—283—2020)	2020	地方标准
《城镇排水管道非开挖修复技术标准》(DG/TJ 08—2354—2021)	2021	上海市地方标准
《湖南省城镇排水管道非开挖修复更新技术标准》(DBJ43/T 380—2021)	2021	地方标准
《给水管道非开挖修复技术标准》(DBJ/T 13—427—2023)	2023	福建省地方标准

2.2 云南省实际情况分析

云南省地壳运动强烈,地质构造复杂,地形高差变化大。部分地区供水落差大,城镇给水管道经常因地质活动、水锤等因素发生爆管事故,管网漏损率居高不下。据统计,云南省 2020 年城市市政给

水管网漏损率为 9.93%,高于 9% 的控制漏损率^[3]。云南省的城镇排水管网同样存在严重缺陷,排水管道在远未达到使用年限就发生严重塌陷,导致排水管道堵塞、瘫痪,部分地区排水管道坡度大,排水管道冲刷严重并形成缺陷,最终导致管道外渗。基于

以上原因,《规程》需要强化管道检测与评估体系,并根据云南地质活动频繁、地形高差变化大、给排水管道承压高、排水管道冲刷严重、施工管理水平低等特点选择适合的非开挖修复技术,同时增加水锤防护及管道防冲刷等方面的内容,以减少部分城市供排水管网修复后仍持续爆管、塌陷及堵塞等情况。

云南地处西南边陲,其经济水平相对落后,交通条件较差,施工管理水平相对较低。因此,《规程》强调修复工艺选择的经济性、易用性,修复设备、材料尽量本地化或国产化,施工工艺尽量简便,避免采用仅可依靠进口的昂贵设备和材料。

目前,云南省在环保、安全方面的投入力度逐年增加,《规程》作为保障城市给水、排水安全稳定的一环,须增加环境保护和施工安全等方面的内容,确保结构完整。

2.3 吸纳行业的新技术

给排水管道非开挖修复技术在国内发展已有20余年,国内对非开挖修复技术的研究也从引进转为深入探索,其中也有不断出现的新技术逐渐成为市场主流。目前常用的给排水管道非开挖修复技术多达10余种,每种技术都有独特的适用范围,所使用的修复材料、设备和施工工艺等都存在差异。《规程》的编制需要研究给排水管道非开挖修复行业的发展历程,总结行业主流技术的设计和 implementation 要点,从技术发展的角度出发,主推技术适用度高、运用广泛的非开挖修复方法,促进非开挖修复技术在云南的发展。

2.4 增强规程的易用性和泛用性

在编制《规程》时,编制组发现给水、排水管道非开挖修复方法在材料要求、管道预处理、施工工艺流程等方面均存在互通性,只要进行恰当的总结和归纳,完全可以将两个技术体系的要求编制在同一规程内。但目前颁布的标准体系中,给水、排水管道非开挖修复技术均分开编制,易用性和泛用性不足。因此,《规程》编制时对给水、排水管道修复方法的技术要求等进行整合,重新梳理条文逻辑性,力争做到全面、完善,进而解决现行标准中内容结构不全面的问题,同时提高易用性。

2.5 注重施工安全和环保意识

《规程》需要满足云南省相关政府部门对给排水管道非开挖修复行业提出的要求,并做出规定。

编制《规程》时研究了《云南省“十四五”生态环境保护规划》及《云南省房屋市政工程安全生产监督管理十九条整治措施》(云建质〔2023〕1号)等,尤其对文中关于施工安全、环境保护等规定进行详细解读,并在《规程》条文中给予明确,以满足相关要求。

3 《规程》编制的亮点和创新

3.1 整合给水、排水管道非开挖修复技术的条文

在编制《规程》过程中,编制组实地调研和考察了国内多地的非开挖修复工程,研究和总结了给水、排水管道非开挖修复技术的适用情况和技术特点,在《规程》中采用表格的形式对给水和排水管道非开挖修复技术的种类进行规定,方便设计人员在确定非开挖修复技术时进行选择,同时保证同一种修复方法在给水、排水管道中运用时需要注意的条件很明确。

例如,《规程》中的“折叠内衬法”,由于《规程》第4章规定涉及饮用水的产品应符合国家现行《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》(GB/T 17219—1998)的有关规定,其中采用PE材料作为内衬管材料的修复方法可用于给水和排水管道,而采用硬聚氯乙烯(PVC-U)作为内衬管材料的修复方法则受材料限制只能用于排水管道^[4-5],这样《规程》既能详细规定“折叠内衬法”的材料要求,又能合并给水、排水管道中相似的施工步骤,达成整合的目的。同时,《规程》对不同修复方法所使用的材料做出具体的力学性能要求,并根据近年的研究成果,适当调整部分材料的力学性能指标,如要求玻璃纤维内衬管的弯曲强度 ≥ 125 MPa、弯曲模量 $\geq 8\,000$ MPa、拉伸强度 ≥ 80 MPa^[6],相较于《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 210—2014)有所提高。

3.2 完善给排水管道的检测与评估

管道检测与评估章节的完善是为管道非开挖修复项目立项的合理性提供依据,尤其是存在漏损的管段,缺陷评估分值可较为直观地反映缺陷的严重程度,进而确定处理方式。

相较于国内现行的行业标准,《规程》对给排水管道修复前的检测与评估内容进行了细化。由于排水管道检测已有行业标准,该部分内容全文引用《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ 181—2012)的规定。针对目前给水管道检测并无相关标

准的情况,在研究目前普遍使用的管道缺陷检测与评估方法后,对管道检测方法提出规定和要求,同时完善管道评估资料,并补充管道结构性和功能性缺陷的分值计算方法,以便根据计算分值确定缺陷等级。同时规程编制组积极与供水管理部门配合,结合供水部门对事故的处理经验,首次对应不同缺陷等级提出处理建议,提高《规程》的实际指导性。当前,云南省主要还是依靠城镇给排水管道检测或维护人员的主观判断来确定是否进行修复,导致非开挖修复项目立项依据不充分,后期验收困难。《规程》通过将城镇给排水管道缺陷数字化,减少人为主观判断的影响,可为云南省城镇给排水管道的检测评估内容提供理论依据,方便后续设计、施工及验收的顺利进行。

3.3 补充施工安全和环保意识章节

现行行业标准未对管道施工安全和环保方面做出规定,《规程》参考云南省当地条例和法规,增加了对该部分内容的描述。例如,《规程》中第9.0.2条明确要求非开挖修复项目产生的污染废弃物处置应符合云南省有关环境保护的规定;《规程》中第9.0.8条对井下作业人员的资格提出要求,以满足《云南省房屋市政工程安全生产监督管理十九条整治措施》中第四款的规定。

3.4 完善水力计算章节

现行行业标准对管道水力计算的规定较少,考虑到非开挖修复作业过程中原有管道的内径、粗糙系数等参数可能发生变化,管道的水力性能也会相应改变。因此,设计时对修复后的管道进行水力性能校核,以确定修复后的管道是否满足使用要求。

《规程》引用《室外给水设计标准》(GB 50013—2018)的计算方式,规定设计时应采用以下公式计算非开挖修复前后给排水管道沿程水头损失的比值:

$$\frac{h'_y}{h_y} = \left(\frac{C_h}{C'_h} \right)^{1.852} \left(\frac{d_i}{d'_i} \right)^{4.87} \quad (1)$$

式中: h_y 为修复前管段沿程水头损失; h'_y 为修复后管段沿程水头损失; C_h 为修复前管段海曾-威廉系数; C'_h 为修复后管段海曾-威廉系数; d_i 为修复前管段内径; d'_i 为修复后管段内径。

现行行业标准中没有对沿程水头损失的比值进行规定,在实际施工过程中,修复后的管段水头损失可能会大于修复前的管道,故《规程》考虑供水

的稳定性后,确定该比值不宜大于1.1,以保障供水的安全。

在排水管道修复的水力计算中,《规程》参考行业标准《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 210—2014)中管道修复前后过流能力的比值计算方式,并在此基础上增加修复后的过流能力不宜小于修复前过流能力的90%的规定,以供设计人员判断所选用的非开挖修复方法的合理性。

4 《规程》编制遇到的问题及解决方法

非开挖修复方法种类很多,如何选择适用范围广、经济性高的修复方法进行推广是编制《规程》过程中所面临的主要问题。实际上,在《规程》编制之前云南省内已有多地实施过给排水管道非开挖修复项目,如2020年—2022年昆明长水国际机场使用原位固化法、短管内衬法、折叠内衬法、不锈钢内衬法及水泥基材料喷筑法对大量不同管径和材料的给排水管道进行修复;大理市某道路截污干管在2018年采用原位固化法、短管内衬法及水泥基材料喷筑法对管径DN1200~1800的钢筋混凝土管及检查井进行修复等。编制组赴实地考察并向项目业主单位咨询,了解到以上修复管道目前运行效果好,适合在省内其他地区推广。《规程》中的不锈钢快速锁法和不锈钢双胀环法虽仅在其他省市有过应用,但由于其施工流程简单、材料无需依赖进口且修复效率较高,故仍被列为重点推广的局部修复技术。

5 《规程》编制的成果

5.1 《规程》的主要内容

《规程》共有9章4个附录,主要技术内容包括总则、术语和符号、基本规定、材料、检测与评估、设计、施工、工程检验与验收、安全和环境保护,对给排水管道非开挖修复技术的各个实施阶段做出规定,以方便项目实施和管理。

5.2 《规程》编制的主要历程

《规程》的编制历时约18个月,编制工作于2022年10月启动,其中征求意见稿在2023年5月发布,共征集社会意见105条,2023年12月修改完成后通过评审,2024年11月1日正式实施。

5.3 《规程》实施的效果

《规程》的发布标志着云南省在城镇给排水管道修复技术领域迈出了重要一步,与现行行业标准

相比,《规程》不仅包含国内领先的非开挖修复技术,还特别强化对给水管道的检测与评估、给排水管道水力计算及过流能力判断指标等,显著提升了《规程》的实用性和适用范围,使其能够更好地服务于云南省内的城镇给排水管道修复项目。

6 非开挖修复行业的未来发展

未来行业的发展将由新型修复材料和管道缺陷定位技术共同决定。物理性能良好的内衬修复材料会增强修复效果,延长管道使用寿命;管道缺陷定位技术在近年来AI技术的加持下已取得初步进展,利用AI技术与DMA给水分区监测来预测给排水管道缺陷的位置,以快速确定非开挖修复技术的实施方案,减少资源浪费。

7 结语

给排水管道非开挖修复技术已发展多年,其以低影响、高效率、高质量的特点,正逐步取代传统的开挖修复方式,成为城镇给排水管道修复的首选施工技术。因此,需合理预测行业的发展,结合地方实际情况进行标准的编制。此外,根据修复方法的施工特点,合理化《规程》对材料、施工流程、验收步骤等的要求,着重控制影响工程质量、工期和投资环节,使行业进入良性发展循环。

参考文献:

- [1] 国家统计局. 中国统计年鉴2023 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2024.
National Bureau of Statistics. China Statistical Yearbook 2023 [M]. Beijing: China Statistic Press, 2024 (in Chinese).
- [2] 曹井国, 田琪, 闻雪, 等. 城镇排水管道检测、清淤与非开挖修复标准体系思考[J]. 给水排水, 2020, 46(11): 138-142.
CAO Jingguo, TIAN Qi, WEN Xue, *et al.* Consideration of standard system for inspection, dredging and trenchless rehabilitation of municipal sewer [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46(11): 138-142

(in Chinese).

- [3] 云南省水利厅. 云南省“十四五”节水型社会建设规划 [EB/OL]. (2022-06-08) [2024-10-25]. https://wcb.yn.gov.cn/html/2022/guihuaxinxi_0608/54777.html.
Department of Water Resources of Yunnan Province. Water resources saving society construction planning for the “14th Five-year Plan” [EB/OL]. (2022-06-08) [2024-10-25]. https://wcb.yn.gov.cn/html/2022/guihuaxinxi_0608/54777.html (in Chinese).
- [4] 住房和城乡建设部. 城镇排水管道检测与评估技术规范: CJJ 181—2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 5-8.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Technical Specification for Inspection and Evaluation of Urban Sewer: CJJ 181—2012[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2012: 5-8 (in Chinese).
- [5] 住房和城乡建设部. 城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程: CJJ/T 244—2016 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 15-17.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Technical Specification for Trenchless Rehabilitation and Renewal of Urban Water Supply Pipelines: CJJ/T 244—2016 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2016: 15-17 (in Chinese).
- [6] 安关峰, 张蓉, 张欣, 等. 《城镇排水管道非开挖修复工程施工及验收规程》解析[J]. 中国给水排水, 2020, 36(20): 71-76.
AN Guanfeng, ZHANG Rong, ZHANG Xin, *et al.* Analysis on the Specification for Construction and Acceptance of Trenchless Rehabilitation Engineering of Urban Drainage Pipeline [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(20): 71-76 (in Chinese).

作者简介: 秦潇(1990—), 男, 云南昆明人, 学士, 工程师, 主要从事建筑、市政给排水设计工作。

E-mail: 375560604@qq.com

收稿日期: 2024-12-11

修回日期: 2025-01-17

(编辑: 丁彩娟)