

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.16.003

《湖南省城市排水系统溢流污染控制技术导则》解读

尹华升^{1,2,3}, 柳 畅⁴, 谭 觉⁴, 马晶伟⁵, 李晓岩¹

(1. 清华大学深圳国际研究生院, 广东 深圳 518005; 2. 湖南省建筑科学研究院有限责任公司, 湖南 长沙 410011; 3. 湖南省非开挖工程技术研究中心, 湖南 长沙 410011; 4. 长沙市城区排水事务中心, 湖南 长沙 410008; 5. 湖南大学 土木工程学院, 湖南 长沙 410082)

摘 要: 为加快推进湖南省排水系统的溢流污染治理,湖南省住房和城乡建设厅印发了《湖南省城市排水系统溢流污染控制技术导则》(以下简称《导则》)。分析了湖南省合流制溢流污染治理存在的主要问题,简要介绍了《导则》的编制背景、目的,从源头减量、截流调蓄、水质净化、污泥处理与处置、监测和控制、运行管理与维护等方面对《导则》的主要内容进行了解读,以期为推进合流制溢流污染治理提供参考。

关键词: 合流制溢流; 源头减量; 清污分流; 截流; 调蓄池; 快速净化

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2024)16-0018-05

Explanation of Technical Guideline for Overflow Pollution Control of Sewer System in Hunan Province

YIN Hua-sheng^{1,2,3}, LIU Chang⁴, TAN Jue⁴, MA Jing-wei⁵, LI Xiao-yan¹

(1. Tsinghua University Shenzhen International Graduate School, Tsinghua University, Shenzhen 518005, China; 2. Hunan Academy of Building Research Co. Ltd., Changsha 410011, China; 3. Hunan Provincial Trenchless Engineering Technology Research Center, Changsha 410011, China; 4. Changsha Drainage Affairs Center, Changsha 410008, China; 5. College of Civil Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: To expedite the control of sewer system overflow pollution in Hunan Province, the Department of Housing and Urban-Rural Development of Hunan Province issued the *Technical Guideline for Overflow Pollution Control of Sewer System in Hunan Province* (hereinafter referred to as the *Guideline*). The *Guideline* analyzes the primary issues associated with controlling combined sewer overflow pollution in Hunan Province. It briefly introduces the background and purpose of the compilation and provides an overview of its main contents, including source reduction, interception, flow regulation and storage, water purification, sludge treatment and disposal, monitoring and controlling, operation management and maintenance. The aim is to offer insights and recommendations for advancing the control of combined sewer overflow pollution in the region.

基金项目: 湖南省创新型省份建设专项经费资助项目(2019SK2111); 深圳市科技创新委员会可持续发展专项(KCXFZ20200201100844824)

通信作者: 李晓岩 E-mail: lixiaoyan@sz.tsinghua.edu.cn

Key words: combined sewer overflow; source reduction; clean water and wastewater separation; interception; storage tank; high-rate treatment

合流制溢流污染控制是我国当前城市水环境治理的难点和痛点,缺少合流制溢流污染控制的相关技术标准是我国合流制溢流污染治理推进缓慢的重要原因。为有序推进湖南省排水系统的溢流污染治理,改善地表水水质,保护水环境,湖南省住房和城乡建设厅组织编制并印发《湖南省城市排水系统溢流污染控制技术导则》(湘建城〔2022〕149号,以下简称《导则》)。该《导则》对指导合流制溢流污染控制具有重要指导意义。为此,对其主要内容进行详细解读,以供借鉴。

1 《导则》编制背景和目的

1.1 编制背景

2015年4月国务院印发《水污染防治行动计划》,将黑臭水体治理作为一项重要工作,要求加快现有合流制排水管网系统的雨污分流改造,对于难以改造的,应采取截流、调蓄和治理等溢流污染控制措施。经过5年多的努力,各地在黑臭水体治理上取得了很好的成绩。住房和城乡建设部发布的信息显示,截至2020年底,全国地级以上城市黑臭水体消除比例达到98.2%。虽然晴天的水体黑臭问题得到了很好的治理,但雨天的溢流污染问题依然比较严重。2021年,中央生态环境保护督察组通报湖南多个城市存在严重的溢流污染问题。另一方面,国内还没有系统的溢流污染控制技术标准,很多城市在溢流污染治理中出现技术路线错误、治理效果不明显的问题。因此,亟需梳理总结合流制溢流污染控制的经验教训,并制定溢流污染控制技术标准。

1.2 溢流污染治理存在的主要问题

① 部分城市的溢流污染治理方案没有平衡整个排水管网系统的截流水量、终端处理能力和溢流排放量,只是针对某个溢流排放口简单地实施“一点一策”的治理方案,如封堵溢流排放口、盲目加大截流倍数等。这些措施并没有真正解决溢流污染问题,只是将溢流排放口从排水管网的一个位置转移到另一个位置。而且,以封堵为主的溢流污染治理方案还引发了新的城市内涝问题。

② 在雨污分流改造难以短期内完成、溢流污

水快速净化设施建设政策难以落地的情况下,一些城市采取扩建污水处理厂的方式来削减雨天的合流制溢流污染,虽然减少了溢流污水排放量,但由于建设和运行成本较高,导致城市污水处理费出现巨额缺口,使污水处理行业陷入不可持续发展。目前,湖南多个城市出现了污水处理厂规模比自来水厂规模大、实际污水处理量高于供水量的情况,但雨天溢流污染依然严重。

1.3 编制目的

《导则》的编制目的是根据国家对合流制溢流污染治理的政策要求,针对溢流污染治理中出现的问题,提出系统、全面的溢流污染治理技术路线和方法,以指导城市排水系统溢流污染治理。

2 《导则》编制过程和基本框架

2.1 编制过程

《导则》编制历时约两年,前期考察了湖南及周边省市的溢流污染现状、溢流污染治理工程案例,查阅了大量的国内外文献,总结了日本、德国、美国等发达国家的溢流污染治理经验,对我国溢流污染治理的现状和存在问题进行了分析,为《导则》的编制提供了可靠依据。

《导则》编制过程中广泛征求了省市(县)政府相关部门、设计单位和运营管理单位的意见,对《导则》条文不断修改完善,确保内容科学合理且具有可操作性。

2.2 基本框架

《导则》共9章,分别为总则、术语、基本规定、源头减量、截流与调蓄、水质净化、污泥处理处置、监测与控制、运行管理与维护。

3 《导则》的主要内容解读

3.1 总则

《导则》的适用范围为县以上城市(含县城)建成区范围内的现有合流制排水系统。规划为分流制但实际还存在合流制排水管网或雨污水混错接的区域,应逐步实施雨污分流改造。对于现有合流制排水系统,具备雨污分流改造条件的,应结合旧城提质改造实施雨污分流改造,应分尽分;不具备雨污分流改造条件的,应采取相应的溢流污染控制

措施,不得出现旱天污水直排,并显著降低雨天的溢流频次和溢流污染物排放量。

3.2 术语

术语部分对一些常用名词进行了定义和解释。其中,对溢流频次重新做了定义:一定时间内(一般为1年)合流制溢流口发生溢流的次数除以降雨量超过2 mm的降雨场次,两次降雨间隔时间 ≤ 2 h的按同一场降雨计算。该定义实际上指的是溢流频率。重新定义的原因是湖南省政府报送中央的《湖南省贯彻落实第二轮中央生态环境保护督察报告整改方案》提出到2025年,合流制排口、泵站雨季溢流频次比2020年降低20%。溢流频次成为一个年度考核销号的硬性指标,而传统溢流频次一般指多年平均溢流次数(次/年),由于每年的降雨次数和降雨量差异较大,在我国目前的考核机制下,采用多年平均溢流次数难以评价每个年度的工作成效;而新定义可在一定程度上减少丰水年和枯水年的溢流频次差异,便于溢流污染控制工作的年度考核。

3.3 基本规定

溢流污染控制目标应根据受纳水体容量确定,溢流污染控制技术包括源头减量、截流、调蓄、水质净化等,制定溢流污染控制总体方案时,应根据溢流污染控制目标因地制宜地选用一种或多种技术组合措施。溢流污水净化措施包括在溢流排放口附近就地处理以及将溢流污水输送至污水厂处理。对于溢流污水输送至污水厂处理的情形,当污水厂进水量不超过设计规模的1.2倍时,进水应全部处理到设计排放标准后排放;当进水量超过设计规模的1.2倍时,超过部分可在厂内进行调蓄或采用溢流污水快速净化设施处理后排。采用强化一级处理工艺等快速净化设施处理时,应设置单独排放口,其排放标准应满足生态环境部门的要求。

《导则》没有给出溢流污染控制目标和溢流污水快速净化设施的出水标准,在第一次征求意见稿中,将COD的年加权平均排放浓度作为溢流控制目标写入了基本规定,而且明确了溢流频次限值和溢流污水快速净化设施出水标准。但在征求意见过程和后面的评审中,对于溢流污染控制目标和排放标准的设定,分歧较大,最终没能写入《导则》,留待以后由生态环境部门制定“溢流污染排放标准”来解决。当时的分歧主要有3点:①有些政府部门担心在国家出台溢流污染控制标准之前,湖南省定的

目标会不会太低;②很多城市的排水主管部门担心溢流污染控制目标过高可能导致环保考核压力过大;③溢流频次、溢流污水水质、溢流污水快速净化工艺等方面的基础研究不足,造成在确定溢流频次限值和各种快速净化设施出水标准时依据不足。关于溢流污染控制目标和标准,昆明市《城镇污水处理厂主要水污染物排放限值》(DB 5301/T 43—2020)对污水处理厂采用一级强化设施净化溢流污水的出水标准做了规定(COD、BOD₅、TP的限值分别为70、30、2.0 mg/L),武汉市《水环境保护溢流污染控制标准》(DB 4201/T 652—2021)对各种条件下的溢流污染控制目标做了分类规定。这两个地方标准对我国其他南方城市的溢流污染控制标准制定具有借鉴意义^[1]。

3.4 源头减量

溢流污染控制的源头减量措施主要包括加强排水户管理、源头雨水管控、管网客水控制及管网改造等。加强合流制排水管网的清污分流,从源头削减进入合流制管网的清水量对减少溢流污水排放量非常重要。目前,很多城市的污水提质增效项目对排水管网的检测和修复工作主要集中在分流制排水管网和截污主干管上,对合流支管网的检测修复还不够重视。合流制管网因建设年代久远,存在的问题较多,漏损严重,有些合流制排水沟渠可能直接与地下水或山泉水连通。因此,应加强合流制排水管网的检测和修复改造,将进入合流制排水管网的山泉水、地下水、河湖水等“外水”挤出去,实现合流制管网的清污分流,从而减少合流制排水管网的溢流污水量。

3.5 截流调蓄

目前,合流制溢流污染治理的主要矛盾是雨天截流量和终端处理能力的不匹配,《导则》规定截流污水量应与调蓄设施容积、污水管网输送能力、污水净化设施处理能力相匹配。

3.5.1 截流

调研发现,很多城市设置的截流井不科学,雨天实际截流的污水量远远超出设计规模,致使大量的合流污水在截污干管下游或污水厂厂前溢流入河。因此,《导则》给出了堰式截流井、槽式截流井、槽堰结合式截流井、提升式截流井的构造示意图,同时规定在截流井内设置流量控制设施。其中,重力流截流井的控流措施包括合理设置溢流堰(槽)

的宽度和高度,并在截污管进口设置闸门以实现截污流量的调节。通过截流井合理控制合流污水支管、干管的流量,然后再将其接入截污主干管,以消除截污主干管或污水厂厂前二次溢流的情况。统筹考虑上下游管网、调蓄设施、污水厂和就地处理设施的能力,使截流的合流污水量与终端污水处理能力相匹配;当污水厂最大处理能力不能满足雨季截流量时,应采取建设调蓄设施的方式避免二次溢流;当建设调蓄设施也不能满足要求时,应考虑建设溢流污水净化设施。条件允许时,应在溢流排口处设置垃圾悬浮物拦截设施。

调研中还发现,部分城市存在沿河(湖)位置较低的区域,污水无法靠重力流进入截污干管,因而出现污水直排的情况。因此,《导则》规定当污水无法重力自流进入截污主干管时,可采用提升式截流井以水泵截流。

3.5.2 溢流调蓄池

根据区域合流制管网的相关参数、运行模式及周边环境等因素,综合考虑调蓄池的调蓄容积和设置位置,通过技术经济分析、运行管理方案评估后合理确定。合流制溢流调蓄池和合流制排水管渠的连接应采用并联形式。调蓄池接纳的溢流污水应优先排至污水主干管,然后进入污水厂统一处理;当下游主干管输送能力不够或污水厂处理能力不足时,宜就地设置净化设施处理后排放,当水量超过设施能力时,还应设置超越溢流排放通道。

在老城区建设调蓄设施也存在一些难点需要解决:①用地难以落实,由于合流制区域基本位于老城区,难以找到合适的空余用地布局调蓄设施;②对周边环境可能造成一定影响,如臭气、噪声等。因此,调蓄设施建设应结合城市规划合理布局、选址。2021年上海市制定了《中心城雨水调蓄池选址专项规划》,将调蓄池建设与公园、游园、停车场、道路广场等其他市政设施建设相结合,将公园、游园、停车场、道路广场用地作为调蓄池选址,地下建调蓄设施,地上建公园、游园或停车场、道路广场等市政设施。这是一种很好的解决方案,既可解决用地和环境问题,又能降低建设成本。

3.6 水质净化

溢流污水采取就地净化设施处理时,前端应设置溢流污水调蓄设施对水量和水质进行调节。根据接纳水体水质目标、城市规划和用地情况等,因

地制宜地选用溢流污水水质净化工艺。当接纳水体对氮、磷排放浓度没有特别要求时,可采用一级强化处理技术;当接纳水体对氮、磷排放浓度有一定要求时,可选择具有脱氮除磷功能的生物处理工艺;当接纳水体对排放水质有较高要求时,可采用一级强化处理+人工湿地工艺。

3.6.1 预处理工艺

预处理工艺包括格栅、沉砂池、水力旋流分流器等,其中水力旋流分流器可通过拦截、高速旋流离心分离的作用将部分固体悬浮物沉入分流器底部形成固液分离。该工艺对5 mm及以上的漂浮物和可沉悬浮物具有良好的处理效果。

3.6.2 一级处理和强化一级处理工艺

一级处理工艺主要指自然沉淀工艺和过滤工艺,如初沉池、快速纤维滤池等。强化一级处理工艺一般指投加化学絮凝剂强化沉淀效果的沉淀工艺,包括斜板沉淀池、高效沉淀池、磁混凝沉淀池、超磁分离等,可强化对SS和磷的去除效果。通常根据进水水质、水量和排放标准,综合确定化学絮凝剂的投加量。《导则》编制过程中,对几种溢流污水快速净化设施的去除效果进行了调研,发现溢流污水的处理效果受进水量、水质和混凝剂投加量影响,去除率波动较大。

3.6.3 人工湿地

在用地条件允许时,可结合城市公园和绿地建设人工湿地用于净化溢流污水。人工湿地在湖南常德、岳阳和长沙等地的黑臭水体治理中有大量的工程应用,处理效果较好。在实地调研中也发现,人工湿地净化溢流污水时易出现堵塞、有臭味散发等问题。因此,《导则》规定人工湿地处理溢流污水时,应进行预处理或强化一级处理,以防止湿地填料堵塞和板结。

3.6.4 污水厂超负荷运行削减溢流污染

《导则》规定,充分利用现有污水厂的富余处理能力,在不影响污水厂出水达标的情况下,对污水厂进行优化运行,实现超设计负荷运行,提高雨天污水处理能力,减少溢流污水排放量。

现有污水厂雨天超负荷运行在理论上可行:①根据设计规范,合流制污水厂的格栅、进水提升泵站、沉砂池等预处理设施一般按2倍旱季流量设计,二级处理系统按最大日最大时流量设计^[2];②雨天污水厂进水污染物浓度大幅降低,单位污水量在生

化系统所需的停留时间和曝气量等都会减小,所以理论上污水厂在雨天应有较大的超负荷处理能力。近年来,为减少溢流污水对城市水体的污染,长沙市花桥污水厂和长善垵污水厂均实行雨天超负荷运行,设计规模为 $36\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 的污水厂雨天最大处理水量达到 $60\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,出水水质依然可稳定达标。污水厂超负荷运行是在不新增污水处理设施和运行管理人员的情况下实现处理水量的大幅增加,具有成本低、效果好的优点。

3.7 污泥处理与处置

污泥的运输、处理处置应符合当地环保及城市管理的相关要求,运输途中不应遗撒,严禁随意倾倒和丢弃,运输过程应做好污泥来源、数量和运输起止地“三联单”记录。合流制排水管网、调蓄设施、排水泵站清掏的污泥应送往排水管网污泥处理厂(站)进行处理。尚未建设排水管网污泥处理厂(站)的城市,宜送往污水厂污泥脱水间协同处理。对于采用强化一级处理工艺的溢流污水快速净化设施产生的化学污泥,由于泥量较大,宜配套建设污泥处理系统,也可以输送至污水厂污泥脱水间统一处理。

3.8 监测和控制

溢流污染治理工程应设置监测系统、自动化控制系统,以保障整体工程安全可靠、运行便捷和作业条件改善,宜采用“少人(无人)值守,远程监控”的控制管理模式,设置监控中心进行远程运行监视和控制。《导则》规定,在截流井、调蓄池、泵站、排放口及溢流污水净化设施等关键节点设置液位监测仪表,在泵站上下游节点、溢流排口、溢流污水净化设施进出水等位置设置流量监测设备,在智能分流井、溢流排口、溢流污水净化设施进出水等位置设置在线水质监测设备,在溢流排口、排水泵站、重要的截流调蓄设施、溢流污水净化设施、易涝点等关键位置宜设置视频监控设备。

3.9 运行管理与维护

调研发现,部分城市已建的溢流污染治理设施缺少运行管理的制度和人员,导致设施闲置损坏,雨天不能及时启用,达不到控制溢流污染的目标。因此,《导则》对溢流污染治理工程的运行管理和维护做了规定。溢流污染控制应实行流域厂网河湖一体化管理,科学调度排水管网、截流调蓄设施、泵

站、污水厂及溢流污水净化设施的联合协同运行,确保旱天污水管网低水位运行、雨天有足够的调蓄空间和净化处理能力,最大限度地减少溢流污染物排放量。

4 结语

合流制溢流污染控制是一个系统工程,具体的技术措施包括源头减量、截流、调蓄、水质净化等,制定溢流污染治理方案时,应因地制宜地选用一种或多种技术组合措施。同时,还可以通过流域厂网河湖一体化管理、科学调度进一步削减溢流污染物排放总量。

《湖南省城市排水系统溢流污染控制技术导则》虽然系统地提供了溢流污染治理的技术路线,但依然需要生态环境部门尽快出台配套的合流制溢流污染治理考核标准,特别是需要尽快出台溢流污水快速净化设施的排放标准,以指导溢流污水快速净化设施建设项目的落地。

参考文献:

- [1] 中国城镇供水排水协会. 中国城镇水务行业年度发展报告(2021)[M]. 北京:中国建筑业出版社,2022: 239-240.
China Urban Water Association. China Urban Water Industry Annual Development Report (2021) [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2022: 239-240 (in Chinese).
- [2] 北京市市政工程设计研究总院有限公司. 给水排水设计手册 第5册 城镇排水[M]. 3版. 北京:中国建筑业出版社,2017:250-251.
Beijing Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd.. Water Supply and Drainage Design Manual. Volume 5, Urban Drainage [M]. 3rd ed. Beijing: China Architecture & Building Press, 2017: 250-251 (in Chinese).

作者简介:尹华升(1979—),男,湖南隆回人,博士生,教授级高级工程师,副总工程师,《湖南省城市排水系统溢流污染控制技术导则》主要编制人,主要从事市政给排水设计和研究方面的工作。

E-mail:56562230@qq.com

收稿日期:2022-11-28

修回日期:2022-12-06

(编辑:丁彩娟)