

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.14.011

东莞市长安镇雨污分流改造的设计与思考

周大为, 冯云海, 李智东

(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 湖南 长沙 410083)

摘要: 磨碟河是东莞市构建生态网络布局及发展生态城市的重要节点,其水质污染、水生态系统破坏等问题比较严重,开展磨碟河系统治理工作已经刻不容缓。分析了长安镇磨碟河流域排水体制现状,提出了进行雨污分流改造的治理思路与解决方案:首先是梳理系统,改造错混接,全面切断雨水、地表水等外水进入污水系统的通道;其次是完善市政管网,提高污水管网覆盖率;之后进行现有管段的清淤及修复,保障管网畅通;在市政道路上形成清晰的雨污两套系统后,开展地块内的雨污分流改造及排口整治,对难改造的合流地块及排口进行小总口截流。目前该工程施工已完成90%,建设范围内形成了清晰的雨污分流系统,排口溯源工作初步完成,相关污水厂的进水BOD₅浓度稳定达到180 mg/L以上。

关键词: 污水治理; 排水体制; 雨污分流改造

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)14-0064-07

Design and Thinking of Rainwater and Sewage Diversion Transformation in Chang'an Town, Dongguan City

ZHOU Da-wei, FENG Yun-hai, LI Zhi-dong

(PowerChina Zhongnan Engineering Corporation Limited, Changsha 410083, China)

Abstract: Modie River is an important node for Dongguan to construct ecological network and develop ecological city. Its water quality pollution and water ecosystem destruction are relatively serious. Therefore, it is urgent to remedy the Modie River system. The present situation of the drainage system of Modie River basin in Chang'an Town was analyzed, and the treatment ideas and solutions of rainwater and sewage diversion transformation were proposed. First, the system was inspected completely, the wrong and mixed connection was transformed, and the channel for rainwater, surface water and other external water to enter the sewage system was completely cut off. Second, the municipal pipe network was improved, and the coverage of sewage pipe network was increased. Third, existing pipe sections were dredged and repaired to ensure the unobstructed flow of the pipe network. Finally, after the formation of separate rain and sewage systems on municipal roads, rainwater and sewage diversion transformation and drainage outlet remediation were carried out, and small total drainage outlet for interception was set for combined areas and drainage outlets were difficult to transform. At present, 90% of the construction of the project has been completed, and a complete rainwater and sewage diversion system has been formed within the construction area. The traceability of discharge outlet has been preliminarily completed, and BOD₅ in influent of relevant sewage plants is always above 180 mg/L.

Key words: sewage treatment; drainage system; rainwater and sewage diversion transformation

近年来,东莞市环境整治政策文件明确要求至2020年区域水环境质量得到阶段性改善,严重污染水体较大幅度减少,城市建成区黑臭水体均控制在10%以内。

东莞市长安镇磨碟河流域雨污管网改造整治项目,从提高源头污水收集率、最大限度实现管网清污分流、提高污水处理厂进厂浓度等几个方面进行治理^[1-3],落实水环境整治近期目标,为磨碟河水质全方位达到各阶段目标打下坚实的基础。

1 项目概况

1.1 项目地理位置

磨碟河位于东莞市西南部,流经虎门镇、长安镇和滨海湾新区。其干流源于广济河与大沙河交汇处,汇入交椅湾,总长7.73 km;六支流分别是大沙河、蚝坦涌、红石涌、厦岗涌、孖斗涌和塞古涌,为劣V类水质,其中轻度黑臭占比31.8%、重度黑臭占比68.2%,水质较差。长安镇整治范围见图1,包括上角、厦边、厦岗三个社区,总面积约14.23 km²,范围涵盖磨碟河北侧区域及厦岗涌两侧区域。



图1 项目地理位置

Fig.1 Geographical location of the project

1.2 排水系统现状

长安镇现状排水管网见图2,其中雨水系统共有暗涵总长度约84.6 km,存在3个内涝点,5处大管接小管,1~4不同等级的淤积共1 130处,此外还存在渗漏点及其他缺陷(起伏、脱节、残墙坝根、异物穿入、破裂、变形、支管暗接、腐蚀)。对于污水系统,已建市政污水管道约37.96 km,其中主干管约9.2 km,整体污水管网覆盖密度较低,只有约3.54 km/km²。市政管网破损及错混接情况也比较严重,共有1 389个混接点,其中属于企业、公共建筑混接的有908个,沿街商铺直排入市政雨水系统管道的

有421个,其他(截流井)60个。对于雨污分流系统,首先是管道输水能力不足,极易出现淤积现象;其次是管网覆盖不全,存在源头接驳不到位、污水直排等现象,部分片区零星随道路铺设部分污水管,但未与主干管网系统相连,导致污水无法接入污水厂进行处理;另外还存在部分污水截留井设置不合理导致溢流倒灌入污水管网的现象。

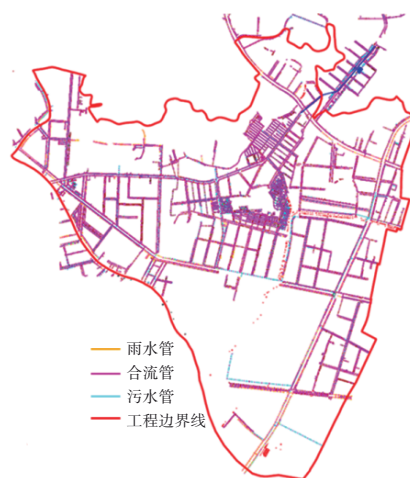


图2 现状排水管网分布

Fig.2 Distribution of the current drainage pipe network

2 目标和思路

2.1 工程设计目标

工程建设目标如下:结合现状建立设计范围内市政道路上雨污分离的两套独立排水管网;建设范围内磨碟河流域所有存在基流的内河涌(含暗渠)的排口溯源整治;实现建设范围内污水厂的进水BOD₅浓度达100 mg/L以上。

2.2 完善雨污管网总体思路

完善市政管网的第一步为形成稳定运行、可靠、畅通的独立的雨污两套系统,保证污水能够有效收集、输送至污水处理厂;其次开展地块雨污分流,提高雨污分流率,减少外水进入污水管网,提高管网BOD₅浓度。

2.2.1 完善市政路雨污两套系统

首先,进行管网摸排,摸清底数并查明问题。汇集市政管网摸查和补充摸查成果资料以及现有市政管道建设资料,对现状排水系统进行梳理,形成“真实、准确、完整”的现状市政排水系统总平面图,摸清底数。

其次,梳理系统并改造错混接。系统梳理、定义、划分出污水管、雨水管,形成独立的污水管道系

统、雨水管道系统并显示出连接两者的所有错混接点。其中错混接点包括污水接入雨水系统、雨水接入污水系统、截流井、总口截流、直排口等,对这些错混接点逐个进行全面、系统的错混接改造设计。充分利用现状存量管网,开展错混接改造,全面切断雨水、地表水等外水进入污水管的通道。

然后,完善市政管网,提高污水管网覆盖率。在经过梳理划分开的两套系统基础上按照系统完整要求进行管段补充完善;按地块计算、分配、确定雨污水节点流量,分别进行雨污水系统水力计算。由于部分管网受到现状条件的限制,仍采用总口截流方式收集污水,所以污水系统应满足晴天雨天两种工况过流量要求,对管网中的小管接大管、断头管、瓶颈管段等进行复核改造,保证管道过流能力。

最后,对于缺陷、隐患管段,实施清淤修复保证管网畅通。通过摸查,分析异常管段,开展管道检测。开展对污水管道上的结构性缺陷、功能性缺陷的检测修复和隐患管段的改造设计。污水管道在进一步调查后开展重点管段(进出端水质、水量、水温差异大的管段)的检测修复和隐患管段(明显坍塌、淤堵、渗漏和大深度穿越障碍物地段等)的改造完善^[4-6],保证管网畅通。

2.2.2 地块内雨污分流

开展地块雨污分流,接管到户提高雨污分流率,提高收水率并杜绝空管。首先,优先开展受高水位影响地块的雨污分流改造工作,以解决外水倒灌问题。其次,考虑企业密集区及易改造居民区,以提高污水收集率。最后,对于难以改造或暂时不具备雨污分流条件的地块,采取能分则分,不能分则以小总口形式截流的形式处理。对于企业、公共建筑类排水户,将污水管道延伸至其红线边;对于已开展内部雨污分流的对其污水出户管进行接驳,对于内部尚未开展雨污分流的预留接驳井,待其雨污分流后接驳。对于居民区,对其现状合流出户管进行接驳,其内部立管改造由镇街督促完成。

2.3 排污口整治

对于企业排污口,通过污水管接户或者错混接改造解决。对于生活排污口,居民小区、社区等采用地块雨污分流工程解决;单体楼等进行排污口整改,接入已建、正在建设污水管网或本次新建污水管网。对于市政排污口,通过地块雨污分流改造及市政管网错混接改造消除。

3 改造措施

本次管网完善设计,一是盘活现状存量污水管网,对现状排水系统予以梳理、整改与修复,使现状污水管网做到有污可收,有网可送,同时使雨污水系统相对独立,互不连通,沿河污水主管不再发生河水倒灌的现象;二是增设建成区市政道路上的污水管网,实现清晰的雨污两套排水系统,对各种排水单元的生活污水实现从源头上收集(包括源头雨污分流以及源头截污);三是消除旱季污水直排口,使现状排水口不再发生晴天污水出流的情况。

3.1 错混接改造及截流井整治

市政路上共有1389个混接点,其中属于企业、公共建筑混接的有908个,沿街商铺直排入市政雨水管道的有421个,其他(截流井)60个(见图3)。



图3 市政路混接点分布

Fig.3 Distribution of mixed connections on municipal roads

对于企业、公共建筑混接点整改,采用预留接驳井至其指定污水排出口位置,或距离其红线范围20 m以内,以便于后期内部雨污分流改造后接驳。对于沿街商铺直排混接点整改,排水管道管径 \leq DN300的主要采用接驳的形式处理,管径 $>$ DN300的采用设置预留井(雨污分流改造接入)形式解决。对于市政路上雨水混接市政污水(截流井),根据截流井上游错混接及雨污分流情况,将截流井取消或者上移并整改。另外,因现状条件所限,S358北侧有47个混接点暂未处理,根据现状排水系统,拟采用总口截流进行解决。暗涵错混接1420个,主要采用直接接驳及雨污分流改造的形式解决。

3.1.1 暗涵整治

根据管网摸查及检测成果,对区域内暗涵、暗渠进行清淤。由于现状合流暗涵暗渠内有大量的污水直排及错混接,为开展检测及后期运行维护方便,对具备条件的暗渠进行复明或增设检查井。

暗涵检查井主要设置原则:①每隔30~40 m设

置一个暗涵检查井,便于开展检测及后期运维;②通过暗涵检测发现有合流管、污水直排口接入的位置增设暗涵检查井,便于错混接改造及排污监管。

3.1.2 排污口整治

据统计,长安镇境内现状年共有 500 个排口,其中 128 个为雨水口(本工程不做处理),372 个为排污口(有 39 个属于市政排口,333 个属于直排口)。

对于企业排污口,通过污水管接户或者错混接改造解决(企业内部自行雨污分流);对于生活排污口,居民小区、社区等采用地块雨污分流工程解决,单体楼等进行排污口整改,接入已建、正在建设水生态五期污水管网或本次新建污水管网;对于市政排污口,通过地块雨污分流改造及市政管网错混接改造消除;对于市政合流制排污口,与拟建或新建污水管网相结合,进行排水管网排查及整改,在市政道路上逐步进行雨污分流改造;对于排水户污水直排口须督促内部完成雨污分流,近期无法完成的考虑采取临时截污措施,避免污水直排。

3.1.3 截流井改造

对于市政道路上的截流井及总口截流的截流井,需进行溯源,溯源后上游有条件的进行雨污分流整改,达到清污分离的目标,上游无条件雨污分流的,需将现状截流井上移,最大限度地剥离清水。现状截流井无法上移的,将根据上游雨污分流改造情况,对截流井或支管进行复核并改造,最大限度地减少雨水接入量,改造示意图见图 4。

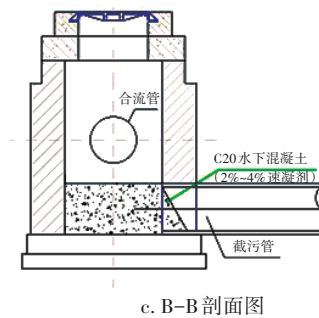
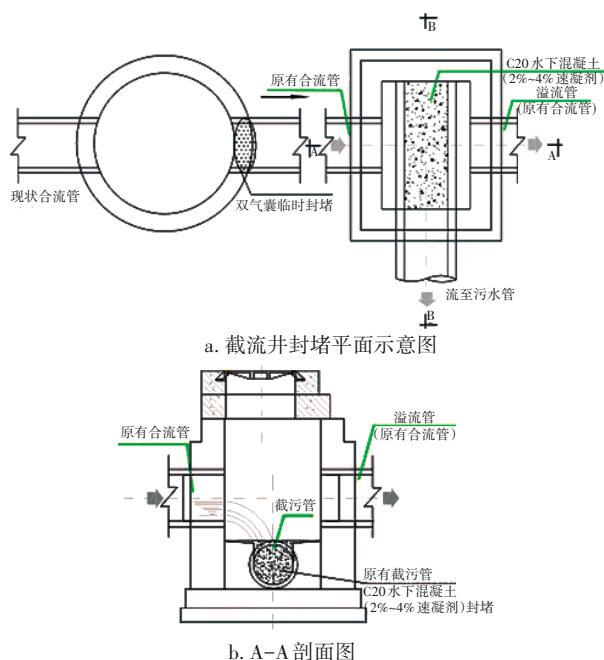


图 4 截流井改造示意

Fig.4 Schematic diagram of interception well reconstruction

3.2 市政管网完善

3.2.1 市政主干道管网完善

本次设计在现状基础上根据摸查成果及施工图对排水系统进行了梳理分析,在充分考虑了小区、工厂等接驳的前提下对市政污水管网进行了补充,与镇街对接后,拟建 71 条污水次支管,共 27.47 km,管径为 DN400~DN1 200,将污水管网延伸到各个排水地块污水拟排出口处,详见图 5。



图 5 市政主干道管网完善总图

Fig.5 Overall picture of the improvement of the municipal trunk road pipe network

3.2.2 市政次干道管网完善

市政路上形成两套独立、清晰、完整的排水系统后,污水管道进一步向地块内延伸并完善地块内排水系统,以便于企业、公共建筑及居民区雨污分流后污水的接入。在摸查成果及施工图的基础上,对排水系统进行梳理分析,拟在地块内公共道路上新建 203 条污水次支管,路由总长约 32.47 km,管径在 DN300~DN500 之间,延伸到各个排水单元的红线外(20 m 以内)及雨污分流改造后拟排出口位置,便于

后期污水接驳或者源头截污,总体布置见图6。



图6 市政次干道管网完善总图

Fig.6 Overall picture of the improvement of the municipal secondary trunk road pipe network

3.2.3 缺陷、破损管道修复

根据管道缺陷程度、修复后的排水能力、管道疏通养护要求、现场动工条件以及整体经济优越性来综合考虑,对于管道埋深 ≤ 3 m、周围建筑物地下管网不复杂以及破损材料为PE管的缺陷管道采用开挖修复;管道埋深 > 3 m的缺陷管道采用非开挖修复,本工程非开挖修复主要采用点状原位固化法、CIPP原位固化法以及垫衬法修复三种方法;对于施工条件好、场地开阔、交通疏导畅通、允许开挖的地段优先采用开挖换管;现状管道破损严重的须采用开挖换管,详见表1。

表1 管道修复方式的选择

缺陷类型	管道材料	埋深/m	处理措施
变形	HDPE	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	开挖换管修复
	钢筋混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	碎裂管法更新
	混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	碎裂管法更新
错口	HDPE	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	开挖换管修复
	钢筋混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	点状原位固化法(3级)/碎裂管法更新(4级)
	混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	点状原位固化法(3级)/碎裂管法更新(4级)

续表1 (Continued)

缺陷类型	管道材料	埋深/m	处理措施
腐蚀	HDPE	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	开挖换管修复
	钢筋混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	CIPP-紫外光固化修复(3级)/垫衬法(4级)
	混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	CIPP-紫外光固化修复(3级)/垫衬法(4级)
破裂	HDPE	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	开挖换管修复
	钢筋混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	垫衬法
	混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	垫衬法
起伏	HDPE	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	开挖换管修复
	钢筋混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	碎裂管法更新
	混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	碎裂管法更新
渗漏	HDPE	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	开挖换管修复
	钢筋混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	点状原位固化法
	混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	点状原位固化法
脱节	HDPE	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	开挖换管修复
	钢筋混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	垫衬法
	混凝土管	≤ 3	开挖换管修复
		> 3	垫衬法
异物穿入	HDPE	≤ 3	根据实际情况选用不做处理,或封堵、拆除、开挖修复措施
		> 3	
	钢筋混凝土管	≤ 3	
		> 3	
	混凝土管	≤ 3	
		> 3	
支管暗接	HDPE	≤ 3	根据实际情况选用不做处理,或封堵、拆除、开挖修复措施
		> 3	
	钢筋混凝土管	≤ 3	
		> 3	
	混凝土管	≤ 3	
		> 3	

3.3 地块内雨污分流

本工程共划分有126个地块,总面积约854.5 hm²,其中近期有实施计划的三旧改造地块有3个,

另外现状暂时没有雨污分流条件的地块有 2 个,对于暂无条件雨污分流改造地块采用小总口截流形式解决地块污水外排。剩余 121 个地块拟定雨污分流改造,分流地块中无雨污混接现象,其总面积和占比分别约为 814.2 hm^2 和 95%。总体分布如图 7 所示。

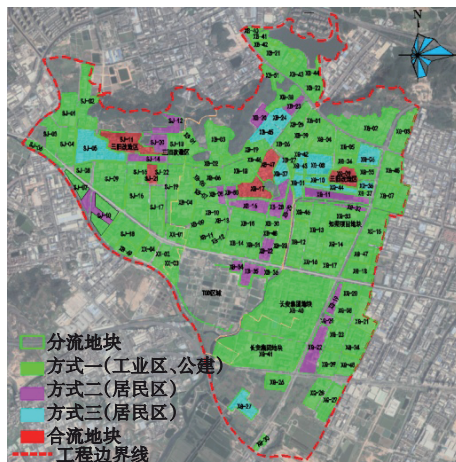


图7 地块内雨污分流分布

Fig.7 Distribution of rainwater and sewage diversion within the plot

根据地块内不同的建筑性质、现状管网情况及场地施工条件,采取四种不同雨污分流改造方案。

方式一:新建污水管网,预留接驳口。主要针对工业区、公共建筑等地块,共涉及 89 个地块,总计 661.5 hm^2 。对于明确红线范围或者围墙的排水户,根据摸排资料及前期调研的成果,将预留井设置在其指定的位置,对于还未确定污水排放位置的企业、公共建筑可将预留井设置在其红线边(距离红线 20 m 范围内),同时需镇街督促企业完成“最后一米”的建设。

改造示意图 8。

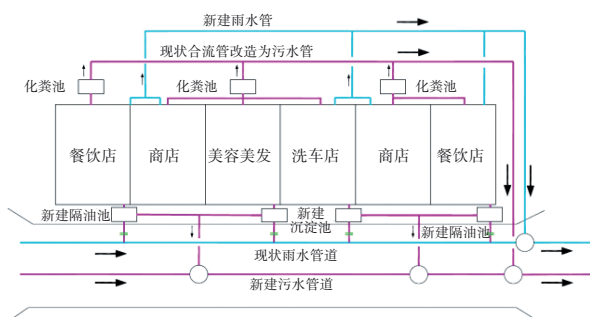


图8 公共建筑排污口接驳图

Fig.8 Connection diagram of sewage outlets of public buildings

方式二:居民区合流制改为分流制(新建污水管道)。主要针对居民区,共涉及 20 个地块,总计 87.6 hm^2 。对于巷道较宽(≥ 6 m)且能摸清居民区内各排水户排水情况的区域,优先考虑新建污水管道,原合流管(渠)当作雨水系统。该种做法优点是能确保污水管网的封闭性,保证收集的污水能顺畅汇入市政污水管道,缺点是污水管道埋深相对较大,投资相对较高。

改造示意图 9。

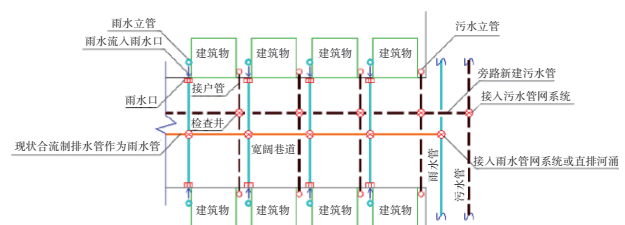


图9 雨污分流新建污水管道

Fig.9 New sewage pipeline for rainwater and sewage diversion

方式三:居民区合流制改为分流制(新建雨水管道)。主要针对居民区,共涉及 12 个地块,总计 65.1 hm^2 。对于巷道较窄的居民区,且巷道下管线比较复杂,难以摸清各排水户的排水情况且多数化粪池在建筑物内部的情况,可优先考虑采用新建雨水管(渠)的形式进行雨污分流,原合流管(渠)用作污水系统。该方式的优点是可将污水全收集,而且投资相对较小,缺点是后期的运行维护费用可能偏高。

改造示意图 10。

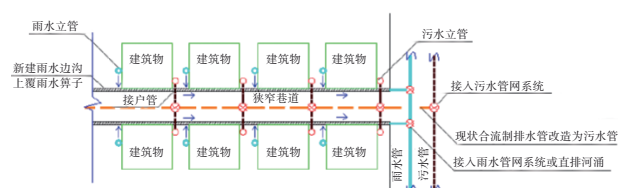


图10 雨污分流新建雨水管道

Fig.10 New rainwater pipeline for rainwater and sewage diversion

方式四:采用小总口截流形式。主要针对三旧改造、难改造城中村等区域,共涉及 5 个地块,总计 40.3 hm^2 。对于老旧的城中村区域和近期准备实施的三旧改造区域,考虑采用小总口截流的形式对地块周边的合流排出口进行分散截污。

改造示意图 11。

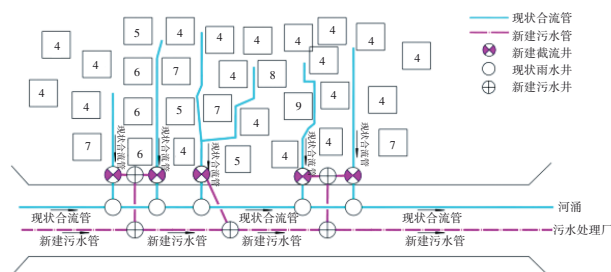


图11 小总口截流方式

Fig.11 Small total drainage outlet for interception method

4 改造效果

长安镇市政雨污管网整治与建设工程是磨碟河流域综合整治工程的重要组成部分,其对改善磨碟河片区的水环境具有非常重要的意义。目前该工程施工已完成90%,建设范围内形成了清晰的雨污分流系统,排口溯源工作初步完成,相关污水厂的进水BOD₅浓度稳定达到180 mg/L以上。

5 结语

① 雨污分流改造工作应从全局出发,市政管道建设只是实现水环境质量改善的基础条件,还应同步开展各排水户如工业企业内部的分流改造建设,早日实现与市政管网的接驳,切实提高污水收集率及雨污分流率,以充分发挥现有干管及污水处理厂的效能。

② 建议制定相关的排水管理制度,加强监督管理、执法力度,并建立各用户排污排水接点资料库,对新建项目实施排水接点申报制度,雨污水不得乱排乱接,以实现真正的雨污分流。加强污水接入管理,只允许满足条件的污水接入,接入污水水质必须满足《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010)的要求。

③ 建议加快实施内河涌水环境综合整治工作,尤其是黑臭水体整治工作,在管网工程建设完成后,加快内源治理、生态修复,以全面改善和提高镇内水环境质量。

参考文献:

- [1] 童承乾,宁克明,潘彩萍,等. 老旧城中村雨污分流改造策略及实例分析[J]. 广东化工, 2020, 47(10): 89-93.

TONG Chengqian, NING Keming, PAN Caiping, *et al.* The transformation of the diversion of rain and sewage in the old village and the analysis of examples [J]. Guangdong Chemical Industry, 2020, 47(10): 89-93 (in Chinese).

- [2] 赵伟业,王洋,李张卿,等. 基于某城市旧城区雨污分流改造的若干问题与思考[J]. 净水技术, 2020, 39(9): 44-47, 131.

ZHAO Weiye, WANG Yang, LI Zhangqing, *et al.* Problems and thinkings based on the reconstruction of rainwater and sewage separation system in the old urban area[J]. Water Purification Technology, 2020, 39(9): 44-47, 131(in Chinese).

- [3] 高小平. 老城区雨污分流改造工程的对策与思考[J]. 中国给水排水, 2015, 31(10): 16-21.

GAO Xiaoping. Countermeasures and thinking about rainwater and sewage separation reconstruction project in old town [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(10): 16-21(in Chinese).

- [4] 蒋稳坤,马向利,杨杰,等. 污水管网缺陷管段的非开挖修复施工技术[J]. 云南水力发电, 2020, 36(9): 77-79.

JIANG Wenkun, MA Xiangli, YANG Jie, *et al.* Trenchless repair construction technology for defective pipe sections of sewage pipe network[J]. Yunnan Water Power, 2020, 36(9): 77-79(in Chinese).

- [5] 雷庭. 排水管道非开挖修复技术研究及工程应用[D]. 北京:北京工业大学, 2015.

LEI Ting. Research and Engineering Application of Trenchless Repair Technology for Drainage Pipes [D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2015 (in Chinese).

- [6] 遆仲森. 城镇排水管道非开挖修复技术研究[D]. 武汉:中国地质大学, 2012.

TI Zhongsen. Research on Trenchless Repair Technology of Urban Drainage Pipelines [D]. Wuhan: China University of Geosciences, 2012(in Chinese).

作者简介:周大为(1995-),男,湖南长沙人,硕士,中级工程师,从事给水排水设计与研究工作。

E-mail:787384353@qq.com

收稿日期:2021-02-27

修回日期:2021-11-13

(编辑:孔红春)