

污水管道纳入综合管廊的规划及设计探讨

杨磊三, 李骏飞, 周炜峙

(广东省建筑设计研究院, 广东 广州 510010)

摘要: 针对污水管道入廊在流态、竖向、清疏等方面的要求,从污水管道入廊的关键影响因素、规划、设计等三个方面对其展开研究和探讨。研究表明,污水管道入廊的关键因素包含竖向、管径、管道流态和管材,其规划包括污水管道入廊总体布局、管廊标准断面和管廊道路综合横断面等;根据老城区、新城区总体布局可分为局部、分散、支管入廊和系统性主管入廊,污水管宜与排水管或其他市政管线形成综合舱,管廊检查井宜采用顶部检查井,接户井应兼具沉砂、拦截大的漂浮物和控制水流的功能,管廊交叉宜采用融舱交叉形式。

关键词: 污水管线; 综合管廊; 规划设计; 标准断面

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)18-0027-05

Discussion on Planning and Design of the Wastewater Pipe into Utility Tunnel

YANG Lei-san, LI Jun-fei, ZHOU Wei-zhi

(Architectural Design and Research Institute of Guangdong Province, Guangzhou 510010, China)

Abstract: According to the needs of wastewater pipe into utility tunnel in terms of flow pattern, vertical arrangement and cleaning, the key influencing factors, planning and design were discussed. The key factors of wastewater pipe into utility tunnel included vertical arrangement, pipe diameter, pipe flow pattern, and pipe material. The planning of wastewater pipe into utility tunnel included the overall layout, the standard cross section of utility tunnel and the comprehensive cross section of road. The planning could be divided into local, decentralized, dispersed wastewater pipe or system, main wastewater pipe according to the overall layout of the old and new urban. The integrated cabin consisted of wastewater pipe and rain water pipe or other municipal pipes. The designs of inspection well, connected well, utility tunnel crossing and pass-through the obstacle were studied as well. The inspection well should use the top well. The connected wells ought to have the function of grit sending, blocking large floats and controlling flow. The utility crossing tunnel should adopt mode of fusion cabin intersection.

Key words: wastewater pipe; utility tunnel; plan and design; standard section

1 污水管道入廊背景

随着城市化进程的快速推进,至“十二五”末,我国城市的市政基础设施服务已基本普及,供水、污水处理、燃气等的普及率均达到90%以上。目前市政管线的敷设基本采用直埋方式,在市政管线的建设、管理及维护中,地下空间不足、道路反复开挖、架空管线密集、安全事故频发等问题逐渐显现,并呈现

出高发的趋势。

综合管廊建设是社会经济及市政基础设施建设发展到一定阶段的产物,是城市可持续发展的趋势。综合管廊作为一种现代化、集约化的市政管线建设、维护、管理方式,能够有效解决直埋管线存在的问题,在保障城市安全、完善城市功能、美化城市景观等方面具有显著优势。

近年来,我国城市综合管廊建设进入高速发展期,国办发[2015]61号文、中发[2016]6号文、全国城市市政基础设施建设“十三五”规划等文件在管廊规划、建设、管理、资金来源、管线入廊要求等方面给予了大力支持和明确指导。

纳入综合管廊管线的全面性,是综合管廊生命力和价值的体现,污水管线是基本的市政管线,具有纳入综合管廊的必要。污水管线在流态、接户、通风、清疏、管材等方面显著区别于其他市政管线(电力、给水等),入廊对自身及综合管廊均提出较大的挑战,需对污水入廊条件、规划、设计等方面展开深入研究分析,以期节约投资,并充分发挥综合管廊的效益。

2 污水管道入廊的关键影响因素

2.1 竖向

纳入管廊的污水管线竖向高程需与管廊的竖向高程相适应。污水管线和综合管廊的覆土厚度均不能太大或太小。为避免综合管廊与其他市政管线的竖向碰撞,综合管廊的覆土厚度不宜太小,但也不能太大,否则需采取复杂的支护措施,并导致工程费用的大幅增加。污水管线覆土厚度较小时,需采取跌水措施;覆土厚度较大时,需采取加压措施。

一般综合管廊的覆土厚度按2.0~3.5 m控制,综合管廊舱室的净高一般控制在2.5~3.5 m,故当污水管道的覆土为3~6 m时,在竖向上与管廊舱室的高程相适应,可纳入综合管廊。

2.2 管径

污水管道管径一般为DN400~DN3 000,可分为支管、干管、主干管。污水系统上游、管径较小的支管,存在较多横穿道路接驳管,管线入廊效益小,不建议纳入管廊。污水系统下游、管径较大的主干管,埋深大,对管廊空间需求大,造价高,不建议纳入管廊。推荐管径适中的干管入廊。

根据综合管廊的空间及管道安装净距的要求,对于重力流管线,DN400~DN500的管道管径偏小,多为街区内的管道,服务于各栋建筑,入廊的经济效益差,进出线频繁,一般不纳入综合管廊。DN1 200以上的管道,会造成管廊高度的大幅增加,亦不考虑纳入综合管廊。考虑一定的敷设坡度,重力流管线建议管径为DN600~DN1 200;对于压力流管线,因无需考虑管道的敷设坡度,管道的最大管径可适当放大,在满足附属设施安装、维护的条件下,建议管

径为DN600~DN1 600。

2.3 管道流态

污水管道的流态一般分为重力流和压力流。

重力流管道入廊能耗低,便于支管接驳,可充分利用管廊竖向空间等;但亦存在检查井众多,出线频繁,坡度要求高,管径相对较大,管廊的埋深及断面尺寸加大等缺点。地形具有单向坡度的城区,若管廊覆土厚度与管道覆土厚度相当,可充分利用地形特点,采用重力流管道入廊。支线及碎片化入廊宜采用重力流管道入廊。

压力流管道入廊,不受地形坡度影响,管径相对较小,可不设检查井,对管廊竖向及断面尺寸影响小;但需设置加压泵站,能耗高。压力流入廊适用于各种覆土厚度及管廊空间条件。

在地形平坦或地形坡度变化大的城区,主管及系统性入廊宜采用重力流与压力流相结合的入廊方式,充分利用管廊空间,通过合理设置系统提升泵站,降低管道的埋深,发挥两种入廊方式的优点,增强入廊的可行性,节约投资和方便运行管理。

2.4 管材

污水管道材质的选择主要考虑运输安装、水力条件、使用寿命、造价、防腐抗渗性能等因素。污水入廊后,管廊有限的封闭空间,成为影响污水管材选取的重要因素。传统大型吊装、安装机械无法在管廊内的封闭空间使用。一般情况下,管廊内管道的运输安装多采用人工方式,并辅助以滚木、板车、吊环等工具。因此,管材的质量和运输安装的简便性是入廊污水管材选择的关键因素。

常用的污水管道材质主要有钢筋混凝土管、高性能塑料管、钢管、铸铁管等。钢筋混凝土管道虽然在直埋管线中常用,但其质量大、接口多,管道基础要求高,封闭狭小空间内运输、安装极为困难,故通常不予选用。

高性能塑料管多为高分子材料或复合材料,具有水力条件好、质量轻、安装运行简便、防腐性能好、管配件齐全等优点,是污水入廊的备选管材之一。但塑料管也存在易受外力破坏、抗水力冲击性能差、质量参差不齐等问题。

钢管和铸铁管安装实施方便,承受外力性能好,亦是污水入廊的备选管材之一。钢管便于维修,铸铁管不便于维修,通常采用整管替换,二者相较塑料管均存在质量大、运输难度高等问题。

在实际工程中,应根据管材生产商情况、安装空间、水力冲击负荷等因素,通过经济技术比选,从高性能塑料管、钢管和铸铁管中选择合理的管材。

现行《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)要求污水应以管道形式纳入综合管廊,对管廊空间、管线安装、管廊配套设施建设均提出较高的要求,大大增加了管廊建设成本和维护管理难度。采用渠箱本体收集、转输污水在城市建设中已有广泛应用,在加强防渗和防腐措施后,能否采用管廊污水舱的形式收集、转输污水有待进一步探讨。

3 入廊规划探讨

污水专项规划需含污水入廊专篇,主要内容包括污水入廊的总体布局、管廊标准断面、管廊道路综合横断面、污水入廊竖向分析、污水入廊管材选择等。污水入廊竖向分析和管材选择,已在前面章节论述,以下主要针对其他三个方面展开论述。

3.1 污水入廊总体布局

污水入廊总体布局根据污水系统总体布局和管廊系统总体布局叠合分析决定,是两种系统互相调整、互相适应的过程。污水入廊的总体布局可分为分散式入廊和系统性入廊两种。分散式入廊适用于老城区,已完成污水主干管系统的搭建,主要对管廊总体系统布局进行调整,在平面布置和竖向设计相适应时,采取局部、支管入廊。分散式入廊对污水管网系统影响较小,污水管道根据系统的需求进、出管廊。系统性入廊适用于新城区,污水主干管系统尚未搭建,通过对污水管网系统规划和管廊系统规划进行调整,实现污水主干管入廊、系统性入廊。

3.2 管廊标准断面

管廊的断面形式主要受施工工艺的影响,常见施工工艺主要有盾构、顶管、明挖等。盾构和顶管施工工艺常采用圆形断面,明挖常采用矩形断面。管廊标准断面主要根据管线性质进行分舱,污水管线可以单独成舱(见图1),可与雨水形成雨污水舱(见图2),亦可与通信、自来水、低压电力等组成综合舱(见图3)。污水管线不应与天然气、110 kV以上高压电力、热力管道等同舱。

污水管单独成舱需单独配套监测、照明、通风等多种附属设施,存在管廊利用率低、经济效益差的问题,一般不推荐单独污水舱。综合舱能够实现与其他管线共用附属设施,是较常见的一种分舱形式。

污水管与其他管线形成叠合舱(见图4),是综合舱的一种形式,此种方式会增加管廊的净高,减少管廊的净宽,适用于管廊埋深较深的情况。

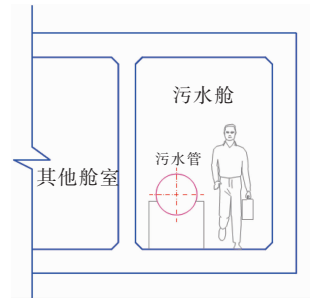


图1 污水单独成舱

Fig. 1 The cabin of sewage pipe

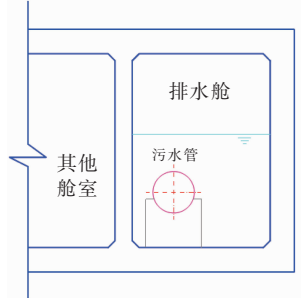


图2 雨污水舱

Fig. 2 The cabin of sewage pipe and rain water pipe

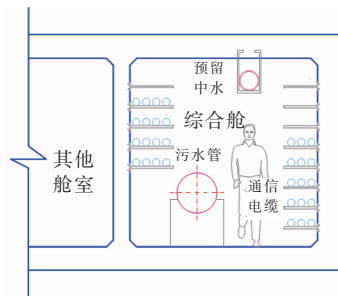


图3 综合舱

Fig. 3 The comprehensive cabin

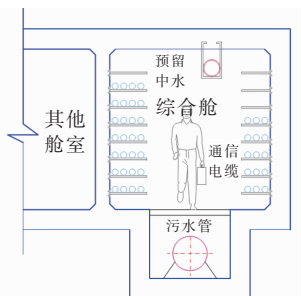


图4 叠合舱

Fig. 4 The congruent cabin

综合管廊起源于在大型排水管渠中创造性敷设其他管线^[1],在管廊建设的发展中,其他排水管线(给水、电力、燃气等)因安全性、兼容性问题,逐渐与排水舱分离,形成现在的管廊分舱形式。雨、污水管道中的介质性质相似,兼容性强,具备共舱条件,雨污水共舱可减小管廊舱室的断面,节约投资。另外雨污水共舱采用传统的维护检修模式,人员无需经常性、长时间处于舱室中。故雨污水共舱的形式,可不设置监测、照明、通风等附属设施,大幅降低管廊的建造费用,当污水管和雨水管竖向相适应时,推荐采用此种雨污舱的分舱形式。

污水管管径和检查井设置方式是影响综合管廊净高和净宽的主要因素。污水管设置在其他管线的上方或采用叠合舱时,污水管入廊主要影响管廊的净高。污水管设置在管廊底部时,因需设置检查井,避让其他管线,污水入廊主要影响管廊的净宽。

3.3 管廊道路综合横断面

管廊道路综合横断面除满足现行《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)、《城市工程管线综合规划规范》(GB 50289—2016)等规范外,尚需考虑以下要求:干线管廊宜设置在道路中部;支线管廊和缆线管廊宜设置在道路一侧;参照《室外排水设计规范》(GB 50014—2006,2016年版)第4.3.9条,当道路红线宽度 $>40\text{ m}$ 时,宜在道路的两侧布置支管管廊或缆线管廊。

4 入廊设计探讨

入廊污水管线的设计主要包括平纵断面图、各种小型附属构筑物和设施的详图、管廊交叉及穿越障碍物的节点详图。平纵断面设计即在常规管线设计的基础上增加管廊的信息作为背景,此处不进行详细论述。入廊管线的常见小型附属构筑物和设施包括检查井、接户井、检查口和清扫口,管廊的交叉主要包括融舱交叉和叠舱交叉两种方式,以下主要对这两方面展开分析。

4.1 附属构筑物和设施

① 检查井

入廊管线检查井的主要功能包括检修、疏通管道、通风、连接管线和管道进出线等。检查井的形式主要包括侧边检查井(见图5)和顶部检查井(见图6)。侧边检查井设置于管廊的一侧,适用于含污水管道舱室在综合管廊断面一侧的情况,具备便于出线接驳、不占用廊舱本体空间的优点;存在维护、清

疏不便,增加了管廊土建规模和投资等问题。顶部检查井设置于综合管廊的顶部,适用于各种管廊断面情况,具备维护、清洗便利,管廊的土建和投资规模较小等优势,但需占用部分管廊的内部空间。

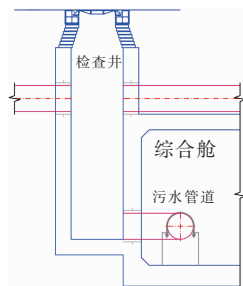


图5 侧边检查井

Fig. 5 The side inspection well

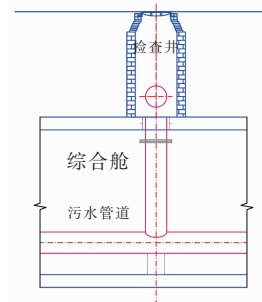


图6 顶部检查井

Fig. 6 The top inspection well

侧边检查井和顶部检查井在实际工程中均有应用,从维护和清疏的角度出发,推荐采用顶部检查井。建议根据现行《室外排水设计规范》要求的间距设置检查井。实际工程应用中,为减少综合管廊口部的数量,也有将检查井的间距扩大至 $100\sim 200\text{ m}$ 的情况,但为满足污水管线的通风要求,需采取加强通风的措施^[2]。

因管廊的结构和检查井的构造形式,污水入廊管线和入流管之间存在一定的跌水,建议根据管道和检查井的材质情况,在检查井底部采取加固措施,避免长期的水力冲击,造成检查井底部的破坏。

② 接户井

管廊接户井(见图7)因污水管线入廊而设置,起到衔接直埋管线(建筑出户管)和入廊污水管线的作用,通常具备沉砂、拦截大的漂浮物、控制水流进出的功能。沉砂通过在接户井内设置沉砂槽实现,槽深一般为 0.5 m 。通过设置平面格栅拦截大的漂浮物,栅间距控制为 $80\sim 100\text{ mm}$ 。控制水流的进出功能,通过设置闸槽实现。闸槽和格栅槽可联

合设置,正常运行时将平面格栅置于其中,检修时将格栅提出,放置入闸板,封堵水流。

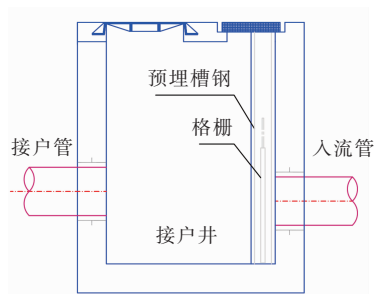


图7 接户井

Fig.7 The connected well

③ 检查口和清扫口

对于超过现行《室外排水设计规范》要求间距设置的检查井,为便于后期的维护和运行,在两个检查井之间设置检查口和清扫口,用于检查和疏通。

4.2 管廊交叉及穿越障碍物

综合管廊交叉口的形式可分为融舱和叠舱两种。融舱形式的两条管廊以平交方式交叉,该形式防火分区融合,管廊间的维护、管理便利,需增加交叉点处的层高和断面宽度。叠舱形式的两条管廊在交叉点叠加成双层结构,管线衔接和人员进出可通过孔洞实现,该形式防火分区独立,管廊间的维护、管理不便,增加了交叉点处的管廊设计埋深。因污水管的标高受上、下游的限制,含污水管线的管廊建议采用融舱交叉形式。

管廊穿越障碍物的类别包括河流、桥梁、道路等,穿越方式主要包括倒虹穿越和重力流穿越。入廊污水管线宜与管廊共同穿越障碍物,当采用倒虹穿越障碍物时,应按照现行《室外排水设计规范》设置沉泥井、闸槽井、事故排放口等。

5 结语

① 污水管道入廊的关键影响因素:污水管线的竖向需与综合管廊的竖向相适应;适宜污水管入廊的管径重力流为 DN600 ~ DN1 200,压力流为 DN600 ~ DN1 600;支线及碎片化入廊宜采用重力流方式,主线及系统性入廊宜采用重力流和压力流相结合方式;污水管管材宜选用高性能塑料管、钢管或铸铁管。

② 污水管道入廊规划:老城区采用局部、支管、重力流入廊,新区采用系统、主管、压力流入廊;建议污水管与排水管或其他市政管线形成综合舱;干线管廊宜设置在道路中部,支线和缆线管廊宜设置于道路的一侧。

③ 污水管道入廊设计要点:污水管入廊检查井宜采用顶部检查井,接户井需具备沉砂、拦截大的漂浮物和控制水流进出的功能;污水入廊交叉宜采用融舱交叉的形式。

参考文献:

- [1] 钱七虎,陈晓强. 国内外地下综合管线廊道发展的现状、问题及对策[J]. 地下空间与工程学报,2007,3(2):191-194.
Qian Qihu, Chen Xiaoqiang. Situation, problems and countermeasures of utility tunnel development in China and abroad[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering,2007,3(2):191-194(in Chinese).
- [2] 李玲. 污水管道纳入综合管廊设计要点探讨[J]. 中国给水排水,2017,33(8):90-94.
Li Ling. Key points of design of the sewage pipe into integrated pipe gallery [J]. China Water & Wastewater, 2017,33(8):90-94(in Chinese).



作者简介:杨磊三(1985 -),男,山东滕州人,硕士,高级工程师,注册公用设备工程师,注册咨询工程师(投资),主要从事水污染控制技术研究和综合管廊规划设计工作。

E-mail:343241123@qq.com

收稿日期:2018-10-05