

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.10.014

# 平坡道路综合管廊污水管道入廊案例分析

付朝晖, 刘羽

(珠海市规划设计研究院, 广东 珠海 519000)

**摘要:** 重力流污水管道纳入综合管廊需要满足一定的外部条件及其特有的技术要求, 尤其当道路平坦没有坡度可以利用时, 设计难度加大。以珠海市呈祥路综合管廊为设计实例, 重点介绍了入廊污水管道管材选择、检查井、通气口、接驳井等设计要点, 并对综合管廊断面、平面、竖向、特殊节点设计进行了阐述, 可为其他综合管廊纳入重力流污水管道的项目提供借鉴。

**关键词:** 综合管廊; 重力流污水管道; 接驳井; 特殊节点; 竖向设计

**中图分类号:** TU998 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)10-0076-06

## A Case Study on Sewage Pipeline Integration into Flat Slope Road Utility Tunnel

FU Zhao-hui, LIU Yu

(Zhuhai Institute of Urban Planning & Design, Zhuhai 519000, China)

**Abstract:** It is necessary to meet certain external conditions and special technical requirements for the integration of gravity-flow sewage pipeline into the utility tunnel, especially when the road is flat without slope, the design is very difficult. Taking Zhuhai Chengxiang Road utility tunnel design as an example, the design key points of pipe selection, inspection well, air vent and connection well were emphasized. The cross section design, plan design, vertical design, special node design were expounded in this case. It could be used as reference for other projects that integrate gravity-flow sewage pipeline into utility tunnel.

**Key words:** utility tunnel; gravity-flow sewage pipeline; connection well; special node; vertical design

随着近年国家对综合管廊建设工作的重视,各地市积极响应,不断尝试和创新,使综合管廊的建设规模和建设水平得到了迅速发展<sup>[1]</sup>,综合管廊收纳的管线种类不断扩展,虽然地势平坦地区污水重力管道纳入综合管廊有一定困难<sup>[2]</sup>,但是各地综合考量建设成本、全寿命周期效益等,经过协调污水专项规划和综合管廊专项规划,有效提高了污水管线入廊的技术经济可行性,重力污水管道纳入综合管廊的项目不断增多,珠海市综合管廊专项规划也对污水管道入廊提出了明确的要求,综合管廊建设已按规划实施。笔者以呈祥路综合管廊工程为例,分析污水管道纳入综合管廊的设计方法和要点,以便为

其他项目提供参考。

### 1 工程概述

呈祥路位于金湾区示范新镇,地势平坦,区域为新开发建设区,排水体制为雨污分流制。

前期区域综合管廊规划经过统筹各类管线及污水系统竖向标高,并与污水专项规划充分协调,在不改变原有污水系统走向、不增设污水泵站、不大幅增加管廊埋深的条件下,以污水管“进得去、出得来”,管廊综合效益高为原则,将呈祥路重力流污水管纳入综合管廊。

呈祥路西起双湖路南段交叉口,东达现状机场东路(S272)交叉口,是一条道路红线宽度为50 m

的城市主干道,综合管廊结合道路建设,在道路红线内敷设干支型综合管廊,总长 2.5 km。纳入综合管廊的有给水、电力、通信、天然气及污水 5 种管线,并预留中水管位,其中污水管线为重力流,管径为 DN600。

2 工程总体方案

2.1 入廊管线及综合管廊标准断面

本案例按沿线纳入综合管廊的管线种类不同,可分为两段,第一段起于双湖路口 K+000,长 800 m,纳入综合管廊的管线主要有给水、天然气、10 kV 电力、通信、110 kV 电力等 5 种管线并预留中水管位;第二段起于 K+800,长 1 700 m,纳入综合管廊的管线主要有给水、天然气、10 kV 电力、通信、污水等 5 种管线并预留中水管位。

管廊的横断面及分舱重点考虑各种管线的相容性、安全性以及减少空间浪费,同时还要兼顾进出线接驳的可行性以及管道维护的便利性。

具体标准断面设计见表 1。

表 1 断面尺寸及入廊管线

Tab. 1 Cross section dimensions and integrated pipelines

断面类型	舱室类型	断面净尺寸 $B \times H / (m \times m)$	入廊管线
断面一	电力舱	$2.4 \times 3.2$	10 kV + 110 kV 电力
	综合舱	$2.7 \times 3.2$	DN800 给水管,16 孔通信,预留 DN400 中水管
	燃气舱	$1.8 \times 3.2$	DN300 天然气管
断面二	污水舱	$2.3 \times 3.2$	DN600 污水管
	综合舱	$3.4 \times 3.2$	DN800 给水管,16 孔通信,10 kV 电力,预留 DN400 中水管
	燃气舱	$1.8 \times 3.2$	DN300 天然气管

第一段管廊重点考虑燃气管和 110、10 kV 高压电力的安全性,单独设置燃气舱和电力舱,管廊为三舱矩形断面,即综合舱 + 电力舱 + 燃气舱,总长约 800 m。

第二段管廊重点考虑污水管道进出线接驳对管廊舱室布局的影响、污水的腐蚀性及检修维护时对其他管线设施的影响,结合给水、中水、电力、通信等 4 种管线的规模及污水管所需空间,并综合考虑两段容纳了不同管线的管廊衔接,单独设置污水管道舱,管廊亦为三舱矩形断面,即综合舱 + 污水舱 + 燃气舱,总长约 1 700 m。

标准断面布置见图 1。

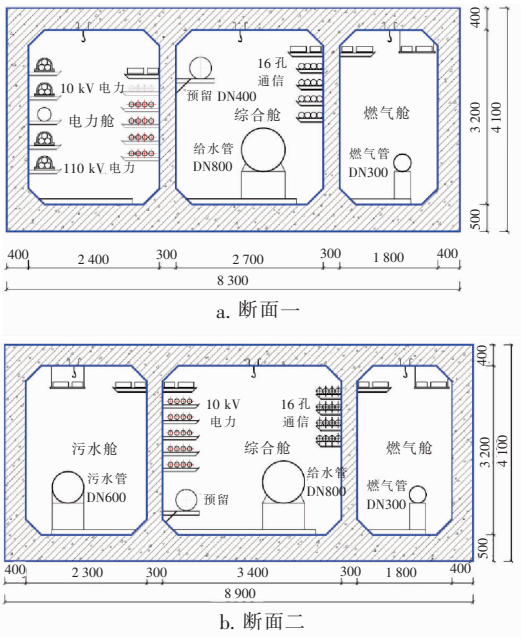


图 1 综合管廊横断面示意

Fig. 1 Schematic diagram of the cross section of the utility tunnel

2.2 道路标准横断面管线布置

呈祥路综合管廊工程除了雨水管道未入廊外,其余规划市政管线全部入廊,综合管廊布置于道路北侧人行道及管廊绿化带下,与道路中心线净距 20.5 m。为便于道路两侧的绿化、消防接水,在廊外两侧机非绿化带下增设两条小管径配水管。管廊污水舱设置于道路最外侧,靠近北侧用地,便于设置廊外进出线接驳井,详见图 2。

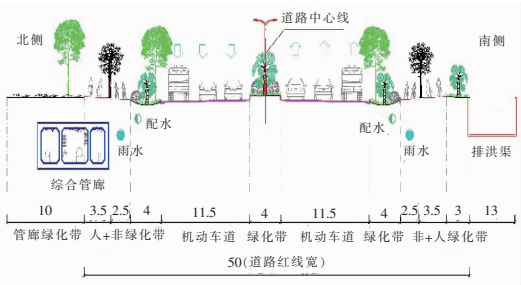


图 2 呈祥路道路管线标准横断面图

Fig. 2 Standard cross section of Chengxiang Road pipelines

2.3 综合管廊平面布置

呈祥路综合管廊排水分区与防火分区一致,按 200 m 控制,每个防火分区作为一个设计单元,共设置 13 个设计单元,在每个设计单元中间位置设置一座吊装口(与设备间合建),两端分别设置进排风口,在道路交叉口位置及一般路段间隔 120 m 左右

设置一座管线分支口,每隔1 km左右设置一座楼梯间人员出入口。管廊内外污水管线的接驳通过管线分支口进出线,污水管道每隔100~120 m设置一座密闭伸顶检查井。

#### 2.4 综合管廊竖向设计

综合管廊纳入重力流污水管道,除了需要满足特定的标高及坡度的要求外,管廊的竖向设计还需综合考虑以下5个方面:①道路非常平坦,除两端路口标高为3.65 m外,设计标高均为3.7 m,没有可利用的坡度。②规划污水管内底标高为-1.7~-3.4 m,坡度为0.1%,排向为由东往西。③满足综合管廊与雨支管竖向交叉以及污水支管进出线衔接的需要,控制标准断面的最小覆土 $\geq 2.5$  m。④满足综合管廊排水需求,最小坡度为0.2%<sup>[3]</sup>。⑤综合管廊竖向标高宜满足污水管布置在管廊底部位置的要求<sup>[3]</sup>。

综合上述因素,重点考虑污水管道排水坡度与管廊排水坡度的协调,尽量减少埋深以节约投资,提出两个备选方案:方案一,管廊标高采用东高西低直线形布置,管廊竖向呈直线形下降,坡度采用0.2%;方案二,管廊标高采用波浪形布置,总体趋势东高西低,各设计单元有起伏,管廊竖向呈波浪形下降,坡度亦采用0.2%,见图3。

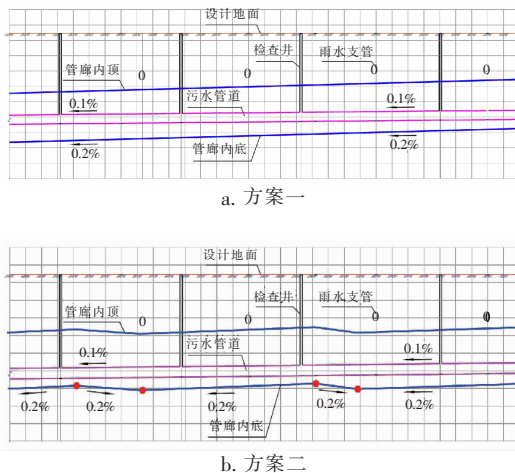


图3 综合管廊竖向方案

Fig. 3 Vertical design schemes of utility tunnel

对上述两个方案进行比选,具体见表2。经分析,因道路没有可利用坡度,方案一管廊平均埋深比方案二加大1.5 m,投资增大,同时下游段污水管道只能布置于管廊上部空间,不利于维护检修,管舱空间利用效果差,因此确定采用方案二。

表2 竖向设计方案比选

Tab. 2 Comparison and selection of vertical design schemes

项 目	方案一	方案二
管廊埋深	管廊直线坡降,比方案二平均埋深增大1.5 m	管廊波浪形布置,有起伏,总体埋深小
管道安装	下游管道布置于管廊上部空间,安装难度大	保持管道在中下部空间,安装难度小
管舱空间利用	管道在舱内逐渐抬升,下游视觉较差,管舱空间利用不合理	上部空间通视,整体感官好,管舱空间利用合理
维护检修	不方便	管道在管舱中下部,高度差别不大,检修方便
投资	地处软土地区,因平均埋深增大1.5 m,经测算,比方案二增加投资约1.3%	较小

#### 2.5 特殊节点设计

本工程两种断面的管廊舱室内含有不同类型管线,因此需要在两个断面转换处设置一座舱体转换口,满足不同舱室管线衔接及人员通行需要,主要为断面一的110 kV+10 kV电力舱、综合舱与断面二的污水舱、综合舱之间的转换(见图4)。设计采用同层交叉形式,断面一电力舱中110 kV电缆在转换处上游5 m处出线,进入变电站,电力舱做端墙封堵并预留孔洞,将10 kV电缆出线进入断面二综合舱,断面二增设污水舱,不与断面一连通,燃气舱顺接,则完成断面及舱体转换。

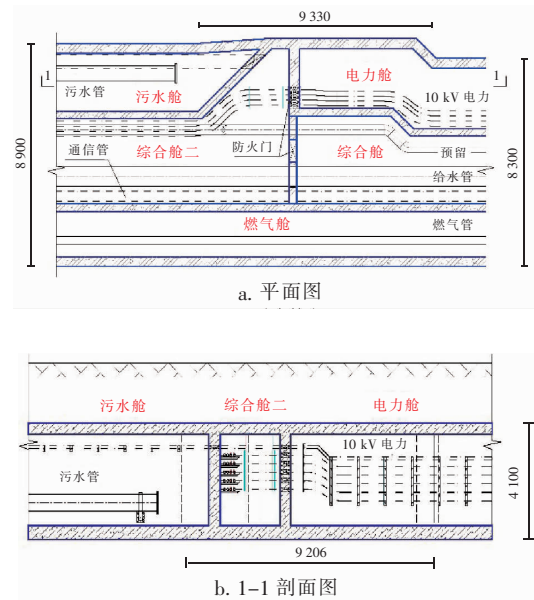


图4 舱体转换节点大样图

Fig. 4 Detail diagram of cabin conversion node



3 污水管道入廊技术方案

3.1 管材选择

综合管廊内常用的重力流污水管材有高密度聚乙烯管(HDPE)、球墨铸铁管、钢管等<sup>[4]</sup>。考虑污水纳入综合管廊中管道进出舱、检查井、检修口等附属设施的设置及密闭要求均与管道直埋不同,管材选用需具有接口少、密闭性好、管配件设置灵活、便于安装等特点,因此对三种管材进行比选(见表3)。

表 3 污水管材选用比较

Tab.3 Comparison of sewage pipes

项 目	球墨铸铁管	钢管	高密度聚乙烯管
耐久性	耐久性好,使用寿命长	耐久性较球墨铸铁管差	管材质量不稳定,强度低,耐久性差
防腐性能	管道内外防腐在工厂内完成,耐腐蚀性能好	DN600 管径较小,现场制作防腐质量难保障	防腐性能较好
接口安全性	采用 T 型接口,安装简便、密封性好,接口一定程度可偏转和轴向伸缩,保障接口安全	一般采用焊接接口,接口的安全性依赖焊缝质量,较安全	熔接或胶圈口,较安全
管材运输	管材较重,运输不方便	管材较重,运输不方便	管材较轻,运输方便
安装便利性	管道之间 T 型接口,安装较方便,但配件、开孔灵活性较钢管及聚乙烯管稍差	管廊内焊接,作业条件较差,安装不方便	由于管材挠度大,在管廊内需用轻质填料围管,增加安装工作量
管道维修	管道维修相对简单	管道渗漏维修需采用焊接,对环境要求高,潮湿空间对喷砂除锈及焊接质量有影响,维修时还需格外保护相邻管节的防腐层	管道维修相对简单
经济性	因在管廊内部不承受外部荷载,选用 K8 级管材, DN600 球墨铸铁管较钢管(外加防腐)价格低	管材外加防腐,价格较高	价格较钢管、铸铁管稍高

可见,球墨铸铁管在管材耐久性、防腐性能、接口安全性及价格方面均有较明显的优势,但管配件设置灵活性稍差,考虑在需开孔、特殊分支等节点处转换为钢制配件,不影响整体安装的便利性。综合管廊设计使用年限为 100 年,因此污水管材选用球

墨铸铁管。球墨铸铁管接口采用柔性橡胶圈接口,特殊节点处采用球墨铸铁盘承或盘插短管连接钢制转换件,同时考虑制作方便以及占用更小的空间,采用钢制检查井、检查口及通气管。所有钢制转换配件、管件、检查井均加强级防腐,管道内防腐层采用 GZ-2 高分子防腐涂料,干膜厚度 $\geq 500\text{ }\mu\text{m}$ ;外防腐层采用 IPN8710-3 厚浆型防腐涂料,干膜厚度 $\geq 400\text{ }\mu\text{m}$ 。

3.2 检查井、检修及通气口

管廊内污水管道为密闭系统,考虑维护、清通,在管廊外部采用多功能绞车、水力疏通、冲洗、抽吸排水的方式,避免在管廊内作业带来污染及有毒气体危害。管廊内标准段污水管道间隔 100~120 m 左右设置一处伸顶污水检查井(见图5),作为主要维护、清通设施。检查井采用 DN1 000 $\times$ DN600 钢制四通加 $\varnothing$ 1 000 钢制井筒,并在两个伸顶检查井中间设置一处检修及通气口,作为辅助维护设施。检修口采用 DN600 $\times$ DN600 钢制三通加盲板封堵,通气口由 DN150 通气管加通气帽组成(见图6),其中通气帽超出地面 0.6 m,并设置于绿化带内<sup>[5]</sup>。

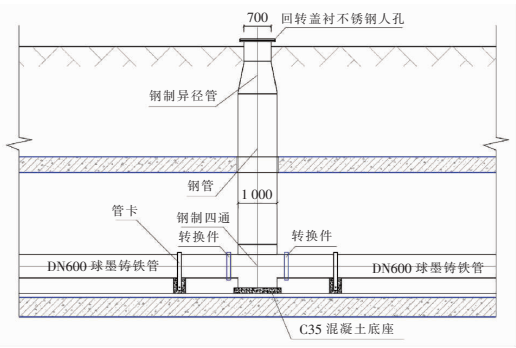


图 5 伸顶检查井示意

Fig.5 Schematic diagram of the overhang inspection well

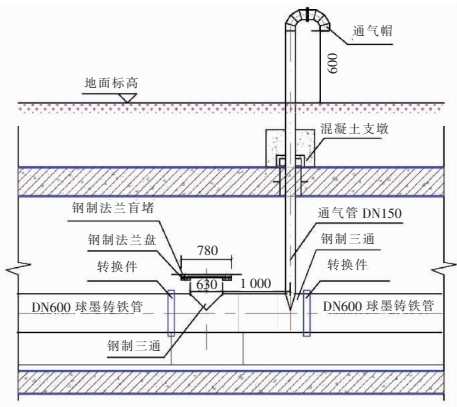


图 6 检修及通气口示意

Fig.6 Schematic diagram of inspection and air vent

### 3.3 接驳井

在道路交叉口及沿线两侧用地,污水支干管、支管与管廊内的污水管通过接驳井衔接,污水管道进出线通道结合管线分支口设置,在道路交叉口及标准段间隔100~120 m分别设置1座接驳井,接驳井的设置需考虑以下几方面,针对不同衔接条件分类设置:

① 廊内管道为密闭系统,廊外的接驳井应兼具通风功能。

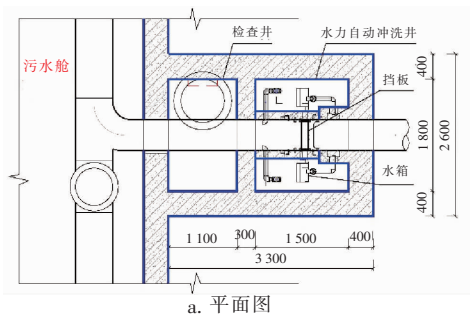
② 接驳井是各支管污水汇入点,应尽量减少各支管带入管廊的沉积物,因此在支管接入前应设置沉泥及拦污井。

③ 廊内管道纵坡小,容易造成淤积,考虑在支干管接入处设置水力冲洗井,利用水力高差冲洗管道,在日常维护、管养中定期冲洗,可有效防止淤积。

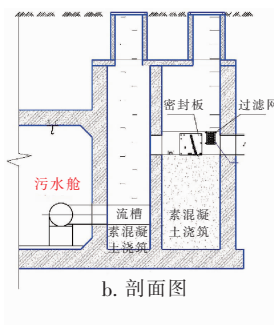
本案例共设置两种型式的污水接驳井:

#### ① 道路交叉口支干管接驳井

在道路交叉口接入污水支干管时,在污水舱外采用带有水力自动冲洗装置的接驳井进行衔接,如图7所示。



a. 平面图



b. 剖面图

图7 污水接驳水力自动冲洗井大样

Fig. 7 Detail drawing of hydraulic automatic flushing well connected with sewage pipe

接驳井总尺寸 $B \times L = 2.6 \text{ m} \times 3.3 \text{ m}$ ,分两格,第一格为水力自动冲洗井,净尺寸 $B \times L = 1.8 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ ,底标高按接入支干管控制,第二格为普通检

查井,净尺寸 $B \times L = 1.8 \text{ m} \times 1.1 \text{ m}$ ,底标高按廊内污水主管控制,通过管道高差形成冲洗水头,辅以挡板、密封板、控制水箱等构件自动控制冲洗。

#### ② 两侧用地支管接驳井

沿线地块街坊支管接入时,在管廊外两侧均设置钢筋混凝土检查井进行衔接,见图8,南侧检查井通过 $1.0 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ 的倒虹渠接入北侧检查井,再接入廊内污水主管,检查井内设置沉泥槽和拦污格栅,检查井总尺寸 $B \times L = 3.85 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}$ ,沉泥槽及拦污井做法见图9。

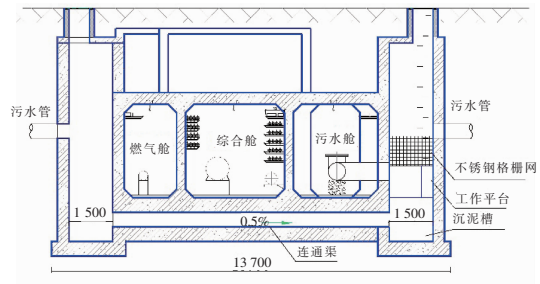


图8 道路交叉口双侧污水接驳井示意

Fig. 8 Schematic diagram of two-way sewage connection well at road intersection

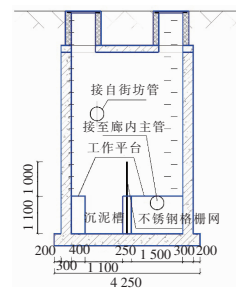


图9 沉泥槽及拦污井示意

Fig. 9 Schematic diagram of mud settling sink and pollution holding well

## 4 结语

在平坡道路综合管廊中纳入重力流污水管道,设计中应在管廊横断面、竖向设计、管材选择、进出线接驳、检查维护、运行安全等方面进行优化。

① 管廊断面及分舱布置在尽量节约空间的前提下,还应综合考虑污水管管径、竖向标高、支管衔接方式以及维护检修的方便。

② 管廊竖向设计应协调污水管道排水坡度及管廊本体排水坡度,充分利用竖向空间,尽量减少埋深。

③ 在管材选择方面,应综合考虑管材的耐久性、防腐性能、接口可靠性以及安装维护的便利性,

选择与管廊设计使用年限相匹配、安全可靠的管材。

④ 管廊的污水支管进出线接驳应重点考虑竖向标高衔接,接驳井设计应兼顾污水管道的维护和防止淤积及通气功能。廊内污水管道的清通检查设施的设置应以满足廊外高压冲洗、绞吸作业条件为主,廊内检查为辅。廊内污水管道为密闭系统,应考虑重力流污水特点,设置通风管。

⑤ 为防止污水管道产生有害气体逸出造成安全隐患,纳入污水舱的附属设施除配备常规照明、供电、通风、排水、消防等设备外,还应加设温度、湿度、水位监测及报警、有害气体泄漏监测等设备,污水舱的环境监控增设  $O_2$ 、 $H_2S$ 、 $CH_4$  等环境指标。

目前重力流污水管道入廊的相关设计规范、标准还不够完善与成熟,需在综合管廊设计中不断总结归纳类似工程的经验与不足。我国已经进入高质量发展阶段,污水管纳入综合管廊可以有效减少管道隐患及地下水渗入,便于混接、偷排监管,在综合管廊建设中应通过技术经济比选,因地制宜与其他管线统筹考虑一并纳入,发挥综合管廊的整体效益。

#### 参考文献:

- [1] 刘羽. 城市道路综合管廊排水管线入廊相关技术研究[J]. 山西建筑, 2017, 43(19): 123 - 125.  
Liu Yu. Study on comprehensive pipe gallery drainage and pipeline corridor entrance of the town road [J]. Shanxi Architecture, 2017, 43 (19): 123 - 125 (in Chinese).
- [2] 宗绍宇, 付昆明. 青岛市某综合管廊内市政配套管线的选择[J]. 中国给水排水, 2014, 30(20): 62 - 65.  
Zong Shaoyu, Fu Kunming. Selection of municipal pipelines in a municipal tunnel in Qingdao City [J]. China Water & Wastewater, 2014, 30 (20): 62 - 65 (in Chinese).
- [3] GB 50838—2015, 城市综合管廊工程技术规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.  
GB 50838 - 2015, Technical Code for Urban Utility Tunnel Engineering[S]. Beijing: China Planning Press, 2015(in Chinese).
- [4] 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).
- [5] 曹益宁, 董永红. 城市综合管廊入廊污水管道及重要节点的设计[J]. 中国给水排水, 2018, 34(20): 67 - 71.  
Cao Yining, Dong Yonghong. Design of sewage pipe and important nodes of utility tunnel [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(20): 67 - 71 (in Chinese).



作者简介: 付朝晖(1968 - ), 女, 河北阜城人, 大学本科, 高级工程师, 珠海市规划设计研究院水务与环境工程院总工, 主要从事给排水、综合管廊、海绵城市设计工作, 曾获多项国家、广东省规划和勘察设计奖。

E-mail: 284815519@qq.com

收稿日期: 2019 - 12 - 20

节约用水, 人人有责