

污水管道纳入综合管廊设计要点探讨

李 玲

(同济大学建筑设计研究院<集团>有限公司, 上海 200092)

摘 要: 以保山市沙丙路综合管廊设计为例,参考相关规范和国内外相关工程,阐述了污水管线纳入综合管廊的设计要点和方法,包括污水管线纳入综合管廊的适宜性、管廊横断面布置、纵断面设计、污水管线应满足的技术要求、监控及报警、管材选取、检查井(口)设计、管线抗震、检修闸门的设置等内容,并对目前国内污水管道纳入综合管廊存在的问题进行了探讨,以期与其他项目提供可借鉴、可复制、可推广的工程经验。

关键词: 综合管廊; 污水管线; 设计要点及方法

中图分类号: TU99 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)08-0090-05

Key Points of Design of the Sewage Pipe into Integrated Pipe Gallery

LI Ling

(Tongji Architectural Design <Group> Co., Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract: Based on the relevant technical specifications, similar projects around the world and the example of Shaping road integrated municipal pipe gallery in Baoshan city, the key points and methods of designing sewage system pipe into integrated pipe gallery were summarized in this paper. The items below were included in the design methods and key points, such as suitability of the project, the cross-section and longitudinal section of pipe gallery, related technical demands, monitoring and alarm, pipe material, inspection well, seismic resistance, bulk head gate and so on. Moreover, the problems existed in the process of bringing sewer system into the municipal tunnel were discussed. As references for other projects, these problems can be copied and promoted.

Key words: integrated pipe gallery; sewage pipe; design key points and methods

我国自建设综合管廊以来,除厦门、重庆、深圳等工程之外,排水管道一般不纳入综合管廊^[1],相关的案例较少。笔者以云南省保山市沙丙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 工程概况

2016年4月,在财政部、住房城乡建设部联合组织开展的2016年地下综合管廊试点城市竞争性评审中,保山市作为云南省唯一的参评州市,以第六名的优异成绩成功晋级,成为全国15家地下综合管廊试点城市之一,沙丙路综合管廊为试点项目之一。

沙丙路联系老城组团(南城部分)和青阳组团

(保山工贸园区)是区域一条重要的交通要道。本工程结合道路拓宽改建,同步完成综合管廊实施,共建设干线综合管廊全长约8 540 m。

2 工程总体方案

2.1 现状道路及管线

现状沙丙路基本为公路断面,道路两侧地块用户较少,道路沿线除存在地面架设的电力管线以及地下沿线敷设的一根西水东输原水管外,暂无其他现状管线。

2.2 纳入综合管廊的管线

结合《保山中心城市综合管廊专项规划修编》,沙丙路定位为干线综合管廊,容纳220、110、10、0.4

kV 电力电缆及给水、通信、中压燃气、中水、污水等六类管线,管廊为老城组团老城片区与青华湖组团、青阳组团衔接的横向主通道。另外,考虑到道路纵坡较大,本工程可以进入综合管廊的管线为电力管线、信息管线、给水管线、燃气管线、污水管线及中水管线。市政雨水管线仍考虑单独直接敷设于道路两侧非机动车道及人行道下。根据电力、通信、给水及燃气等各管线部门意见及相关规划,本工程纳入综合管廊的管线种类如表 1 所示。

表 1 纳入综合管廊的管线种类及数量

Tab.1 Pipe types and quantities into integrated pipe gallery

| | |
|------|--|
| 电力管线 | 220 kV 电缆 2 回、110 kV 电缆 2 回、 24 孔 10 kV 电力管线、10 孔 0.4 kV 电力管线 |
| 通信管线 | 20 孔 |
| 给水管线 | DN500 给水管一根 |
| 中水管线 | 预留一根 DN200 中水管管位 |
| 燃气管线 | DN300 燃气管一根, 并预留一根 DN200 天然气管管位 |
| 污水管道 | DN800 污水管一根 |

2.3 污水管线纳入综合管廊适宜性分析

污水管道敷设方式比选见表 2。

表 2 污水管道敷设方式比选

Tab.2 Comparison of several sewage pipe laying modes

| 项目 | 直埋 | 综合管廊 |
|------|-------------------|---|
| 可实施性 | 目前污水管道最常见的敷设形式 | 当道路坡度与污水管道基本一致时,可进入管廊一并敷设而不增加管廊覆土;当道路坡度与污水管道不一致时,若将污水管道纳入,可能增大管廊覆土,可行性稍差,难度较大 |
| 支管接入 | 主流方式,技术成熟 | 通过设置整体井筒与主管连接 |
| 日常维护 | 开挖维护或进行非开挖修复,造价较高 | 污水单舱时,开挖维修;污水与其余管线同舱时,需较大操作空间 |
| 监控报警 | 不需要 | 污水与其余管线共舱时,需增加温度、湿度、水位、O ₂ 、H ₂ S 监控设备 |
| 人员安全 | 安全 | 污水与其余管线共舱时,对日常维护人员有一定危险性 |
| 工程投资 | 投资相对较小 | 污水管道管径较大时,较直埋管线投资高 |

经分析,污水管线是否纳入综合管廊,应当结合当地道路竖向规划、污水管线专项规划及综合管廊专项规划,在不大幅度增加综合管廊覆土和增设排水泵站的前提下,可考虑将污水管线纳入综合管廊。因此,污水支管纳入综合管廊,经济、社会效益相对较差;而当污水总管与道路坡度一致时,可考虑将其

纳入综合管廊。本工程沙丙路下敷设 DN800 污水干管,同时沙丙路道路纵坡较大,设计考虑将污水管道设置于综合管廊内。

2.4 综合管廊断面布置

设计考虑在沙丙路南半幅道路机动车道下敷设一条三舱综合管廊(燃气舱、电力舱、综合舱),内净尺寸为 $B \times H = (1.7 + 2.2 + 3.5) \text{ m} \times 3.1 \text{ m}$ 。其中电力舱内可容纳 220 kV 电缆 2 回、110 kV 电缆 2 回、10 kV 电缆 24 孔、0.4 kV 电缆 10 孔;燃气舱内设置一根 DN300 燃气管,并预留一根 DN200 燃气管管位;综合舱内可容纳 20 孔通讯电缆、一根 DN500 给水管、一根 DN800 污水管,并预留一根 DN200 中水管管位。同时,在道路北侧人行道下敷设一条缆线管廊,内净尺寸为 $B \times H = 1.35 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$,可容纳 10 孔 10 kV 及以下电力管线、8 孔通信管。

综合管廊断面布置见图 1。建成实景见图 2。

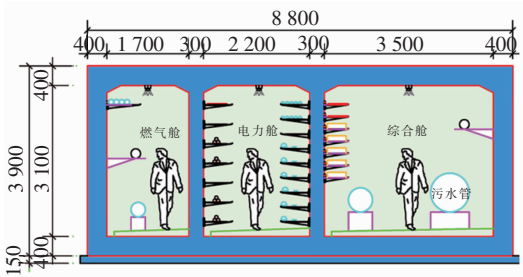


图 1 综合管廊横断面布置

Fig.1 Cross-section of integrated pipe gallery



图 2 沙丙路管廊建设期间及部分管段建成实景图

Fig.2 Pictures during construction and after completion

2.5 管廊平面布置

沙丙路综合管廊工程由标准段、管线分支口、吊装口、进排风口、人员出入口及交叉口等组成。平面布置中,本工程的通风区间为200 m左右;投料区间为400 m左右;人员出入区间为2 000 m左右;管线分支口主要是道路交叉口和较长路格的中间段。

本工程综合管廊共设置通风口135座,管线分支口42座,参观出入口10座,吊装口46座,分变电所9座,交叉口4座,端井1座,倒虹段3处。

2.6 管廊纵断面布置

因本工程纳入了污水管道,为重力流管道,对道路纵坡要求比较高。根据道路纵断面设计,沙丙路呈现为两端高、中间低的纵断面形式。东河处为最低点,沙丙路由永昌路路口处到东河处逐渐降低,纵坡为0.17%~1.8%不等;东河以东段,沙丙路由东绕城高速交叉口处到东河处逐渐降低,纵坡为0.6%~4.8%不等。考虑到污水管道重力流的特性,以及综合管廊最小坡度要求,为减少综合管廊埋深,减少工程造价,在不超污水管道最大流速的前提下,管廊尽量沿道路纵坡设置,且最小坡度为0.2%。

同时综合考虑管廊上部绿化种植的覆土厚度要求、与横穿道路的各种管线的交叉关系及管廊附属设施如通风口、吊装口设置时人员操作及设备安装空间的要求,沙丙路综合管廊标准断面的覆土厚度 ≥ 2.8 m。

2.7 污水管线纳入综合管廊的技术要求

污水管线纳入综合管廊,优点显而易见,便于与其他管线一并维护管理,不造成后期道路反复开挖。但也存在一定的弊端,污水管自身是重力管道,应按照水力坡度进行敷设,应设置检查井以供人员进入维修,管廊覆土较大时需增设提升泵站,并且会产生 H_2S 、 CH_4 等有毒、易燃易爆的气体^[2]。若纳入管廊,一方面要求管廊的纵面随着管道的坡度变化,另一方面须每隔一定的距离设置通风管道,以维持空气的正常流动。

沙丙路污水管线与其他管线同舱布置,污水管道系统应严格密闭,管道应进行闭水试验,透气管应引至管廊外部进行通风,以维持空气的正常流通,应设置相应的温度、湿度、水位、 O_2 、 H_2S 、 CH_4 等监测报警装置,同时,应考虑管道养护人员的操作空间。

管廊内污水管线采用支架或者支墩安装(见图3),与室外污水支管采用塑料圆形井筒连接,井筒

顶部设置DN100透气管就近接入室外检查窨井,其余管段处每隔一定距离设置检查井筒和通气管,通气管出管廊后敷设至绿化带内,高出绿化2 m,顶上设置通气帽,室内污水主管上每隔一定距离向上设置DN200检查口,检查口上设有DN100气、水冲洗口。综合管廊内集水坑的污水提升泵出水管可接入检查口的冲洗口。管廊内污水管在综合管廊管线分支口处设置三通,接管廊外污水支管,在道路红线外2 m处设置污水检查井,收集地块污水。

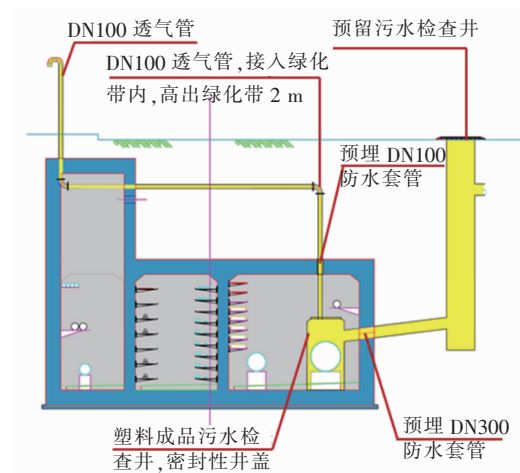


图3 综合管廊内污水管道设计示意图

Fig. 3 Schematic diagram of the design of sewage pipe in integrated pipe gallery

2.8 污水管道的监控及报警

为保证沙丙路综合管廊的安全运营,需设置相应的环境检测系统。工作人员需要掌握管廊内部的实时环境情况,包括温度、湿度,以及 O_2 、 H_2S 和 CH_4 的气体含量。监测报警设定值应满足《密闭空间作业职业危害防护规范》(GBZ/T 205—2007)的有关规定。当环境监测设备检查到综合管廊内部气体含量异常时,在综合管廊内部以及监控中心进行报警,通知工作人员,同时自动启动事先制定的响应预案,关闭相关防火分区防火门,启动风机运转排风。

在沙丙路综合管廊每个防火分区内布设气体检测仪和温湿度检测仪,设备均通信汇集至机械/自然通风口的监控机箱。气体、温湿度检测数据以及报警信息通过点对点通信传输至本分区的PLC设备中,接入模拟量输入模块,经通信链路上传至监控中心,由监控中心环境和设备监测工作站进行处理。

气体检测仪自带声光报警设备,发送报警信号至声光报警器,当有害、易燃气体含量超标或氧气含

量过低时,在综合管廊本区段内部进行声光报警。

系统功能包括以下几个方面:有害气体含量监测功能、可燃气体监测功能、氧气含量监测功能、温湿度监测功能、数据传输功能、报警功能。

在每个舱室两个相邻的通风口中间各布设 1 个气体检测仪(O_2),燃气舱共 44 个,电力舱共 44 个,综合舱共 44 个。

在综合管廊各通风口、吊装口、人员出入口处布设对有毒气体进行检测的气体检测设备(H_2S),燃气舱共 73 个,电力舱共 73 个,综合舱共 73 个。

以上气体检测仪均要求采用电化学型检测器。温湿度检测仪布设在两个相邻通风口的中间位置,燃气舱共 44 个,电力舱共 44 个,综合舱共 44 个。

2.9 污水管管材选用

常用的污水管道管材主要有钢筋混凝土管(PCP)、高密度聚乙烯管(HDPE)、钢管等。结合综合管廊工程实际,从使用寿命、抗渗能力、防腐能力、施工难易度及管材价格等方面进行比选(见表 3)。

表 3 污水管管材比选

Tab. 3 Comparison of different pipes in sewage pipe

| 项 目 | 钢筋混凝土管 | 钢管 | 高密度聚乙烯管 |
|------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|
| 使用寿命 | 较长 | 较短 | 长 |
| 抗渗性能 | 较弱 | 较强 | 强 |
| 防腐能力 | 较强 | 较弱 | 强 |
| 承受外压 | 可深埋,能承受较大外压 | 可深埋,能承受较大外压 | 受外压较差,易变形 |
| 施工难易 | 较难 | 方便 | 方便 |
| 接口形式 | 承插式橡胶圈止水 | 现场焊接刚性接口 | 套筒接口橡胶圈止水 |
| 粗糙度(n 值), 水头损失 | 0.013 ~ 0.014, 水头损失较大 | 0.013(水泥内衬), 水头损失较大 | 0.010, 水头损失较小 |
| 质量 | 较大 | 较大 | 较小 |
| 管材运输 | 运输较麻烦 | 运输较麻烦 | 运输方便 |
| 管道综合造价(埋深 2 m, d 1 000 mm) | 最便宜 | 较贵 | 最贵 |
| 对基础要求 | 较高 | 较低 | 较低 |

通过比选可知,钢筋混凝土管虽然为常用市政大口径污水管道管材,但是其接口多、粗糙度高,且质量大,对基础要求高;钢管虽然接口施工方便,承受外压能力大,但是防腐性能弱、使用寿命相对较短、质量大不易运输;高密度聚乙烯管抗腐蚀能力强、运输便利、施工简便、水头损失小。纳入综合管

廊的污水管道大多为污水干管,同时所输送污水具有一定的腐蚀性,因此,相比于钢筋混凝土管和钢管,高密度聚乙烯管管道(HDPE)更适宜。

因此,推荐以高密度聚乙烯管作为沙丙路综合管廊内的污水管道管材,钢筋混凝土支墩支撑,热熔接口,接口处外包防渗材料。

2.10 污水检查井(口)设计

① 污水检查井

常规的市政污水检查井是排水管道系统上为检查和清理管道而设立的窨井,同时还起连接管段和管道系统的通风作用。相邻两井之间管段应在一条直线上,因此,在管道断面改变处、坡度改变处、交汇处、高程改变处都需设置检查井,在过长的直线管段上也需分段设置检查井(根据管道直径和雨、污水类型规定分段间距)。

根据《室外排水设计规范》(GB 50014—2006, 2014 年版)中的相关规定,“检查井在直线管段的最大间距应根据疏通方法等具体情况确定,一般宜按表 4.4.2 的规定取值”(见表 4)。

表 4 检查井最大间距

Tab. 4 Maximum distance of inspection well

| 管径或暗渠净高/ mm | 最大间距/m | |
|----------------|--------|----------|
| | 污水管道 | 雨水(合流)管道 |
| 200 ~ 400 | 40 | 50 |
| 500 ~ 700 | 60 | 70 |
| 800 ~ 1 000 | 80 | 90 |
| 1 100 ~ 1 500 | 100 | 120 |
| 1 600 ~ 2 000 | 120 | 120 |

② 清扫口或检查口

清扫口(见图 4)一般装于建筑排水横管,管道被堵时打开清扫口,可以疏通管道。检查口带有可开启检查盖的配件(见图 5),装设在建筑排水立管及较长横管段上,作检查和清通之用。

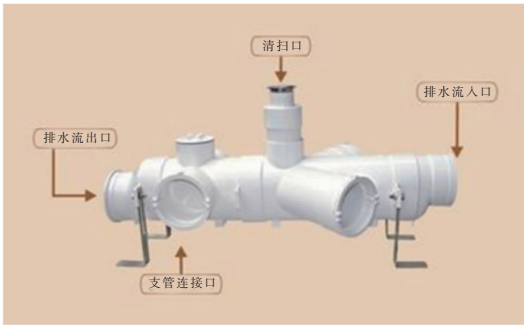


图 4 清洗口

Fig. 4 Cleaning port



图5 检查口

Fig. 5 Inspection gate

设计中考虑综合利用市政污水检查井及建筑排水管清扫口的特点:每隔 160 m 设置一对检查井,并在井内设置沉泥槽(见图 6),以减少沉淀物进入主管,同时,便于后期管养;检查井之间在管廊内部设置检查口,采用异径三通,三通处向上并通过盲板法兰封堵,在进行管道疏通时开启。

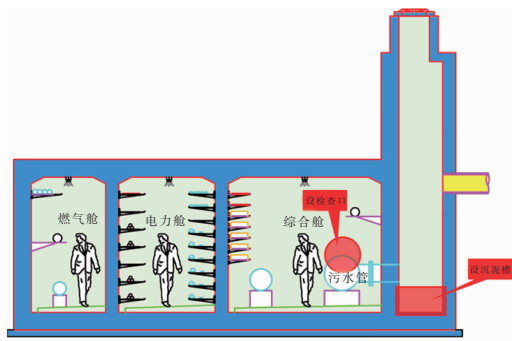


图6 管廊污水管检查节点设计

Fig. 6 Inspection node for sewage pipe

2.11 污水管道抗震设计

根据《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》(GB 50032—2003)第 10.3 节,沙丙路综合管廊中污水管道采用柔性连接接口,且每个接口的允许轴向拉压变位 ≥ 10 mm。管道采用钢混支墩支撑,支墩上设卡扣固定。

当管道穿过管廊的墙体或基础时应符合下列要求:①在穿管的墙体或基础上应设置套管,穿管与套管间的缝隙内应填充柔性材料。②当穿越的管道与墙体或基础为嵌固时,应在穿越的管道上就近设置柔性连接。

2.12 其他设计

沙丙路相交道路或街坊预留污水支管接入综合

管廊前,设置检修闸门或闸槽,这样当综合管廊内部排水管道进行检修时,能够隔断进入廊内的污水。当这些闸门或闸槽关断时,应在排水总体系统布置时,考虑应急状态条件下污水的排放路径。

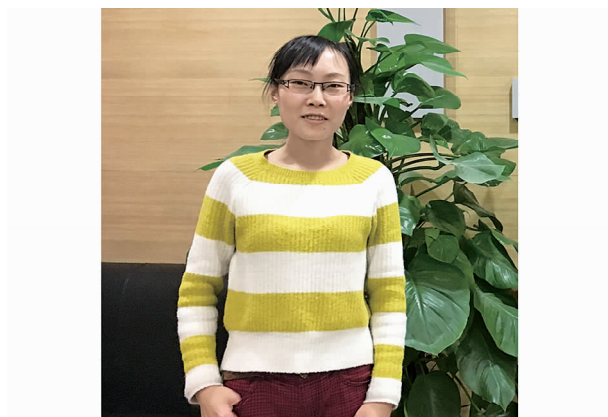
3 结语

污水管道纳入综合管廊在设计及使用中面临以下问题:①项目前期应重点分析污水管线纳入综合管廊的合理性及可行性,不能盲目跟风设计。②污水管线入廊普遍存在淤积,加之管廊内淤积清运困难,造成管线内淤堵,建议设置污水管线冲洗系统。③后期管道安装问题多,设计时通常以主体土建设计为重点,忽略后期管道和设备安装问题,给后期工作带来诸多不便。④缺乏强有力的管线入廊执行机构,缺乏管线入廊运行维护相关政策。

虽然污水管道纳入综合管廊有一定的困难,但应当创造条件,积极结合污水管网建设和改造项目,从排水系统规划入手,合理规划污水片区和污水干管路由,在不大幅增加综合管廊埋设深度和增设中间提升泵站的前提下,尽可能适应在综合管廊内部敷设污水管道。

参考文献:

- [1] 王恒栋.《城市综合管廊工程技术规范》中给水排水条文解读[J]. 给水排水, 2016, 42(1): 127-129.
- [2] 张莹,李睿. 佛山新城裕和路综合管廊工程设计[J]. 中国给水排水, 2015, 31(18): 34-36, 42.



作者简介:李玲(1984—),女,上海人,硕士,工程师,从事给排水工程、综合管廊、海绵城市设计工作。

E-mail: liling19841217@163.com

收稿日期:2016-11-29