

中山市大断面多舱综合管廊工程设计探讨

张晏晏, 王经盛

(上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

摘要: 以广东省中山市翠亨新区翠城道地下综合管廊工程为例,介绍了大断面多舱综合管廊的设计特点。根据规范要求、污水支管接入条件及高压电力管线功能特点,确定管廊标准断面为含有综合舱、高压电力舱、燃气舱和污水舱的四舱断面,并明确断面尺寸。结合道路条件及其他限制因素,管廊宜布置在道路东侧,由东向西依次布置污水舱、燃气舱、高压电力舱、综合舱。阐述了投料口、通风口、引出口、交叉口和倒虹的设计细节和其他专业及附属设施设计。对比三种不同建筑形式,考虑采光、通风、逃生条件、景观及舒适度等因素,认为本管廊控制中心宜采用半地下式。

关键词: 地下综合管廊; 多舱管廊; 断面布置

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)18-0048-05

Discussion on Design of Utility Tunnels with Large Section and Multi-module in Zhongshan City

ZHANG Yan-yan, WANG Jing-sheng

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract: This paper gave a design example of a multi-module utility tunnel in Cuiheng economic zone, Zhongshan City, Guangdong Province. According to the requirements in the codes, accessing conditions of sewage branch pipes and the function of high voltage electric cables, the standard section included integrated cabin, high voltage electric cabin, gas cabin and sewage cabin, and the sizes of cabin were also determined. According to the road conditions and other constraints, the integrated, high voltage electric, gas, and sewage cabin should be put on the east side of the road from east to west. The design details of nodes including feeding port, air vent, outlet, intersection, inverted siphon were described. Compared with three different types of buildings, considering the factors such as light selecting, ventilation, escape conditions, landscape and comfort, the half-underground control center was considered as the best style.

Key words: underground utility tunnels; multi-module utility tunnels; section design

自2013年起,我国管廊建设正式启动并且飞速发展。现有文献仅对小断面^[1]或者异形^[2]综合管廊有一些报道,对入廊管线种类较多的大断面综合管廊的研究较少。广东省中山翠亨新区翠城道地下综合管廊工程即设计为大断面多舱综合管廊工程。

1 工程概况

广东省中山市翠亨新区位于中山市东侧,是国家实践文化交流方式的创新基地,是两岸四地现代化产业合作示范区。该地区建设标准较高,规划在翠亨新区形成“双环一线”综合管廊系统,翠城道综

合管廊即为“双环”中一条管廊。

本管廊上部为新建道路,作为管廊建设开发区发展主轴,两侧已规划重要基础设施。现状除少量已建成交通便道外,规划道路沿线及两侧均为尚未开发的绿地。道路东西走向,全长为8 km,红线宽度为80 m,为全线快速路。

本综合管廊全长7.5 km,为干线综合管廊,按照住建部新要求标准设计和建设。入廊管线包括电力电缆(220、110、10 kV)、电信管线、给水管线、再生水管线、燃气管线和污水管线,具体规格如表1所示。

表1 翠城道综合管廊入廊管线

Tab.1 Pipelines in Cuicheng Street utility tunnel

管线	给水	再生水	电力(含路灯交安)	污水	燃气	通信
规格	DN800	DN500	220 kV:4回 110 kV:2回 10 kV:36孔	DN400~ DN1 200	DN300	24孔(支架敷设,可预留容量)

2 标准断面设计

2.1 设计原则

综合管廊的断面确定主要考虑如下因素:综合管廊内的管线种类、数量;管线的安全距离;管线的敷设、维护操作空间;人员通行的空间。考虑需布置众多管线,该管廊采用矩形断面。

管廊内相关管线之间的相互影响关系如表2所示。

表2 综合管廊入廊管线相互影响关系

Tab.2 Interaction between pipelines in utility tunnel

管线种类	供水管	排水管	燃气管	电力管	通信管	热力管
供水管		○	√	○	×	×
排水管	○		√	○	×	×
燃气管	√	√		√	√	√
电力管	○	○	√		×	√
通信管	×	×	√	×		×
热力管	×	×	√	√	×	

注: √表示有影响, ○表示其影响视情况而定, ×表示毫无影响。

当电缆电压高于66 kV时,沿途引出较少,且考虑安全性和管理方便,一般高压电缆单独成舱。而电压小于66 kV的电缆多为地块服务,沿途引出较多,且与给水等市政管线具有相同属性,故低压电缆可与压力水管放置在同一舱室内。

污水管线在一般情况下为重力流,管线按一定坡度埋设,埋深一般较深且起伏较大,另外还需设置

透气系统和检查井,管线接入口较多,为方便污水检查井的布置以及污水支管的接入,污水管线宜独立设舱。

《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)第4.3.4条规定^[3],天然气管道应在独立舱室内敷设。

根据以上原则,该管廊应至少为四舱断面,四个舱室分别为综合舱、高压电力舱、燃气舱和污水舱。

2.2 断面尺寸确定

① 高压电力舱

根据《电力工程电缆设计规范》(GB 50217—2007)表5.5.2电力电缆敷设规定^[4],管廊支架间距为0.55 m,底层支架距底部0.45 m,顶层支架距顶板0.4 m,每2个3回路高压线路需1排0.55 m高电缆接头支架。若单侧布置,高度为5.7 m,不利于电缆的敷设和检修。故采用双排布置,高度为3.6 m,支架宽度为0.7 m,走道宽度为1.2 m,总宽度为2.6 m。故高压电力舱净空尺寸为3.6 m×2.6 m(宽×高,下同)。

② 水电综合舱

舱内有DN800给水管和DN500再生水管两根管道,24孔电力电缆考虑9排支架,通信电缆考虑3排支架。由于舱内电力管线较多,考虑管道阀门操作距离,两根水管分两侧底部布置,空间利用率不高。故考虑给水、中水管单侧上、下布置,通信电缆置于管道上方,所有电力线缆置于另外一侧。

电力支架距离管廊内底高度为0.4 m,电力支架间距为0.4 m,通信桥架间距为0.3 m,2层自用电缆置于顶层,间距为0.3 m,所需净高为3.8 m。给水管底距底板高度为0.45 m,给水管顶距上层中水管支架顶0.8 m,再生水管顶距上层支架顶0.75 m,考虑两侧高度保持一致,取3.8 m。支架宽度为0.75 m,给水管外壁距离侧壁0.5 m,检修通道1.1 m,结合管道尺寸,舱室宽度为3.15 m。故综合舱净空为3.15 m×3.8 m。

③ 燃气舱

舱内有1根DN300燃气管线。考虑管底内底板距离为0.4 m,本舱室高度应与其他舱室相同,即3.8 m。外壁与侧壁间距为0.5 m,走道宽度取1.1 m,结合管道尺寸,舱室净宽为1.8 m。故燃气舱尺寸为1.8 m×3.6 m。

④ 污水舱

该舱内有1根DN1 000污水管线。舱室高度与其他舱室同为3.6 m。管道外壁与侧壁间距为0.5 m,污水检查井壁厚取0.25 m,走道宽度为1.25 m。故污水舱尺寸为3.2 m×3.6 m。

最终,管廊外包尺寸为12.65 m×4.5 m。

3 道路下的位置确定

在有条件的路段,应首选将综合管廊放在绿化带下方,若路面建设条件不够充足,则应以绿化带>人行道>非机动车道>机动车道顺序依次选择管廊在道路下的位置。

翠城道综合管廊宽度为12.65 m,四舱布置。由于断面较大,绿化带的宽度无法覆盖整个管廊断面,需要借用道路两侧绿化带附近的人行道、非机动

车道及隔离带才能满足管廊的尺寸要求。考虑到系统内与本管廊相交的其他管廊均在东侧进行交叉衔接,且道路西侧又已敷设临时管线,因此将综合管廊布置在道路东侧。

道路污水支管大多在道路东侧接入,首先将污水舱布置在断面的最东侧。由于综合舱的管线有较多的引出需要,且电力管线引出需扩大断面满足转弯半径要求,只有将综合舱布置到断面两侧才能满足引出口的结构需要,因此考虑将综合舱布置在断面的最西侧。燃气舱和高压电力舱布置在管廊断面中间。

管廊标准断面及在道路下的位置如图1、2所示。

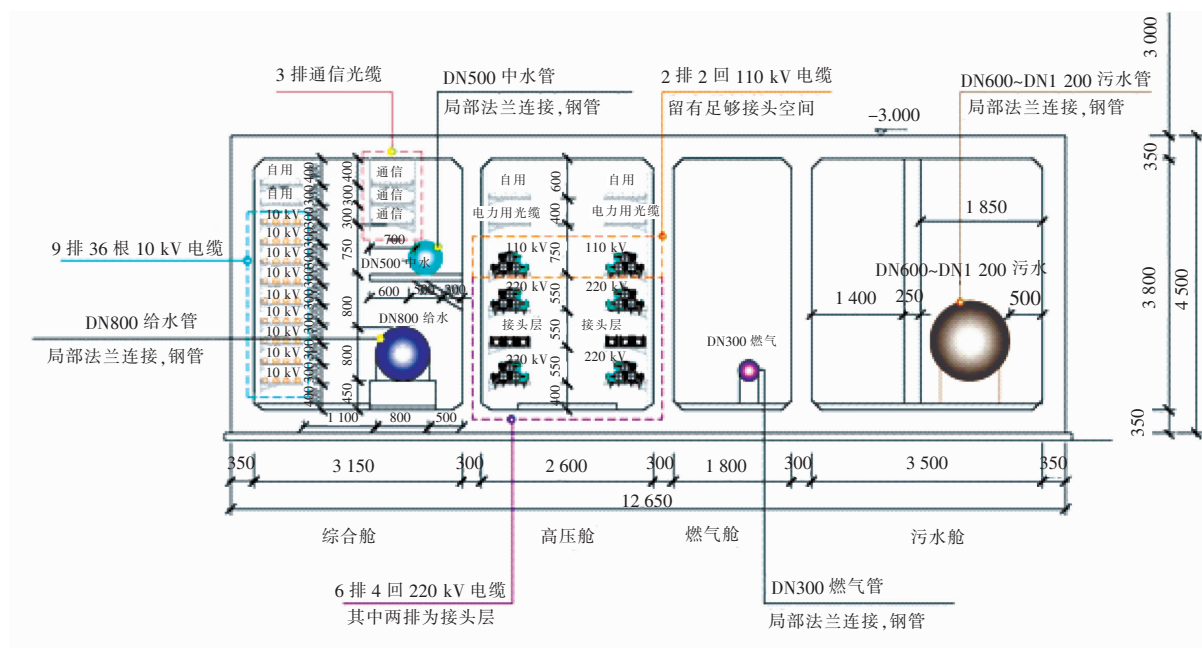


图1 综合管廊标准断面

Fig.1 Standard section of utility tunnel

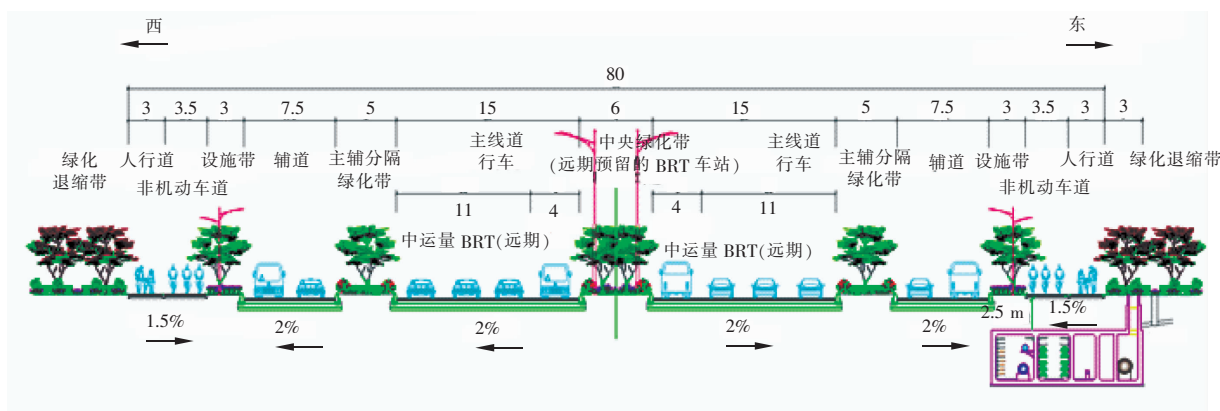


图2 综合管廊在道路下的位置

Fig.2 Position of utility tunnel under the road

4 节点设计

综合舱投料口布置在绿化带内,高压电力舱、燃气舱投料口布置在非机动车道下方,采用地面盖板敷设方式。污水舱检查井设置在绿化带内。为避免频繁伸出地上影响景观,拟采用地面式投料口,设置电动井盖,在需要时控制自动开启确保人员的正常通行。根据设备投料的需求,投料口中设备口尺寸 $\geq 6.0\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ (长 \times 宽)。逃生口为圆形,内径为1 m,设置爬梯,上覆便于内部人力开启、不利非专业人员外部开启的专用防盗井盖。投料口设置间距一般为400 m。

通风口通风形式为机械进风、机械排风方式,设置间距一般为400 m。燃气舱通风口设置间距一般为200 m。天然气舱的排风口与其他舱排风口、进风口以及周边建构筑物口部距离 $\geq 10\text{ m}$ 。通风口采用出地面的通风格栅与大气连通,为防止雨水倒灌,通风口出地面高度为500 mm。

各舱的引出口独立不连通。考虑管线敷设,尤其是电力管线的转弯半径需求,引出口处的管廊需加宽加高处理。引出管线通过出口预埋孔洞引出并敷设至地块。中压电力、通信、燃气全线引出,给水引出管径DN500,中水引出管径DN300。高压电力管道由专用引出口引出。高压电力电缆弯转半径 $\geq 20d$,中压电力电缆弯转半径 $\geq 15d$ 。

交叉口设置原则是支线管廊避让干线管廊。局部有特殊障碍物处也可考虑干线管廊避让支线管廊。

为穿越河道、沿线隧道等障碍物,设置管廊倒虹。过河倒虹段平直段长度与河道宽度相等,外顶与河道底部距离 $> 2.0\text{ m}$ 。其他倒虹段平直段长度及与其他构筑物间距由结构专业根据障碍物特点确定。

5 控制中心设计

控制中心建筑风格的确定应在保证其功能、投资允许的前提下,充分利用周围现状地理环境,并结合所在区域的发展趋势。对比了地面式、半地下式和地下式控制中心的优势和不足,具体见表3。本管廊所在区域对景观要求较高,要求管廊的控制中心不能破坏区域整体风格,且建设方对人员出入、逃生采光等要求较高。地下式控制中心采光、通风、逃生条件较差,且考虑到该地区地质较差,基坑围护费用高,故暂不考虑这种建筑形式。对比景观协调性

及内部的私密性,半地下式控制中心更符合中山翠亨新区的整体建筑风格和新区建设要求。而翠城道地形具有一定起伏,更易为半地下式管廊创造合适的建设条件,使控制中心本身与周边景观融为一体。最后管廊控制中心选择为半地下式。控制中心建成效果见图3。

表3 不同形式控制中心对比

Tab.3 Comparison of different constructions of control center

项 目	地面式	半地下式	地下式
征地面积	较大	较大	小
美观程度	单独成景,设计失误易与周边景观发生冲突	可与周边景观设计相协调,且建筑高度较小,极易与周边绿化融合	几乎不破坏周围景观
通风采光	好	有自然采光和通风	较差,无采光,无自然通风
造价	一般	土方开挖量大,造价较高	有基坑设计,造价很高
室内环境	外部噪音易影响室内环境	一半地下,私密性得到保证	几乎与外部隔绝,私密性较好
逃生	1层较易逃离室外,2层及以上需一定时间逃离室外	地下一层及1层较易逃往室外,2层以上需一定时间逃离室外	较难撤离灾祸现场。消防布置要求较高



图3 半地下式综合管廊控制中心效果图

Fig.3 Design sketch of half-underground control center

6 其他专业及附属设施设计

结构设计基准期为100年,使用年限为100年,结构重要性系数取值为1.1,抗浮安全系数 $K_f > 1.05$,地下水最高水位取地面下0.2 m。结构计算模型为封闭式框架。标准段采用SMW工法桩,特殊节点采用钻孔灌注桩法。该工程需要地基处理。

管廊综合舱、高压电力舱采用超细干粉自动灭

火设施,每舱室配备手提式磷酸铵盐干粉灭火器辅助灭火。

排水采用潜水泵,每防火分区设2~3处集水坑。综合舱、污水舱坑内设2台排水泵(1用1备),事故时2用。燃气舱、高压电力舱设1台排水泵。燃气舱排水泵为防爆型。

平时通风方式为机械进风、机械排风。火灾时关闭,火灾熄灭并冷却后,启动火灾后通风系统排除残余有毒烟气。当舱室内天然气浓度大于其爆炸下限浓度值时,启用事故段分区及其相邻分区事故通风设备强制换气。

综合管廊监控与报警系统包括:监控与报警统一管理平台、环境与附属设备监控系统、火灾自动报警系统、可燃气体探测报警系统、安防系统及通信系统。

根据综合管廊安全运行对附属设施用电负荷的要求,监控报警系统、自动灭火、燃气舱排风机、电动百叶等消防设备、应急照明等为二级负荷,一般照明、非燃气舱通风机、排水泵、检修插座、电控井盖等为三级负荷。控制中心10 kV总配电所需要引入2路市电。

7 结语

① 根据规划入廊管线,翠城道综合管廊需设置四个独立舱室,分别为综合舱、高压电力舱、燃气舱和污水舱。

② 根据规范、管线容量及安装检修要求,确定高压电力舱断面尺寸为 $3.6\text{ m}\times 2.6\text{ m}$,综合舱为 $3.15\text{ m}\times 3.8\text{ m}$,燃气舱为 $1.8\text{ m}\times 3.6\text{ m}$,污水舱为 $3.2\text{ m}\times 3.6\text{ m}$ 。管廊外包尺寸为 $12.65\text{ m}\times 4.5\text{ m}$ 。

③ 管廊布置在道路东侧,且综合舱、污水舱布置在断面两侧,方便管线接入引出,其余两舱放置在断面中间。管廊覆土 3.0 m 。

④ 考虑采光、通风、逃生条件、景观及使用舒适度,本管廊控制中心采用半地下式建筑。

参考文献:

- [1] 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.
Zhang Ying, Li Rui. Design of pipe gallery at Yuhe Road in Foshan New City[J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(18): 34-36, 42 (in Chinese).
- [2] 曾庆红. 圆形截面综合管廊及节点设计[J]. 建设科技,2017,(1):64-66.
Zeng Qinghong. Design of circular section utility tunnel and its node[J]. Construction Science and Technology, 2017, (1): 64-66 (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] GB 50217—2007,电力工程电缆设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2008.
GB 50217-2007, Code for Design of Cables of Electric Engineering[S]. Beijing: China Planning Press, 2008 (in Chinese).



作者简介:张晏晏(1989—),女,江苏海门人,硕士,工程师,从事给排水工程设计工作。

E-mail: zyy_121@163.com

收稿日期:2017-11-07