

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.10.063

东莞滨海湾新区东湾大道综合管廊设计研究

李学松

(东莞滨海湾新区工程建设中心, 广东 东莞 523120)

摘 要: 东莞滨海湾新区东湾大道综合管廊工程与道路新建工程同步,设计过程中与道路总体设计、管线规划需求、路基处理与基坑设计等各方协调中均遇到了不少难题,但最终均通过精细化的设计予以统筹,最终实现项目落地,为后续新区发展奠定了良好的市政供给基础。以实际工程设计方案为基础,主要从平纵横设计、系统设计、地基与基坑设计、安全韧性设计等四个主要方面对东莞滨海湾新区东湾大道综合管廊设计方案进行分析与总结,并形成相关设计经验。

关键词: 综合管廊;总体设计;地基处理;安全韧性

中图分类号: TU99 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2023)10-0252-05

1 项目概况

东湾大道综合管廊与新建道路同步进行,呈东西走向,西起于福海路,东至交椅湾大道,全线长约 3 700 m。根据《东莞市滨海湾新区市政专项规划(2018—2035)》,东湾大道综合管廊是滨海湾新区的干线综合管廊,该管廊的走向和具体地理位置如图 1 所示。



图 1 综合管廊规划及本段综合管廊位置

根据区域城市总体规划,综合管廊沿线两侧规划有商业、居住、工业、科研用地、文化娱乐、综合发展等功能用地,沿线地块对市政管网的服务需求旺盛,综合管廊建设具有较强必要性。结合新建道路契机,可同步实施综合管廊。

2 综合管廊总体设计

2.1 入廊管线

根据《东莞市滨海湾新区市政专项规划(2018—

2035)》,经征询管线单位意见,本次综合管廊设计纳入管线见表 1。

表 1 入廊管线种类及规模

管线种类	规格	
110 kV 电缆	2~4 回	合计 10 回
220 kV 电缆	4~6 回	
10 kV 电缆		24
通信线缆		24
给水管道		DN800
热力管道		2 × DN600
燃气管道		De315

2.2 标准断面

根据入廊管线需求,结合《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)^[1]相关规定和要求,按照以下主要原则进行标准断面设计。

(1)应分别设置独立舱室用于敷设天然气管道、热力管道和 110 kV 及以上电压等级电力电缆;

(2)应按照入廊管线的类别、规模及数量、安装要求(转弯半径、操作空间)等因素确定综合管廊内部净高度,一般最小值宜控制在 2.4 m;

(3)综合管廊内部应留有便于人员通行、物料运输的通道,当舱内两侧敷设有管线时,通道净宽最小值宜按 1.0 m 进行控制,当舱内单侧敷设有管线时,通道净宽最小值宜按 0.9 m 进行控制。

按照上述原则,结合不同段管线需求变化,按照经济性原则分段设计综合管廊标准断面,具体如图 2 至图 4 所示。

收稿日期: 2023-05-09
作者简介: 李学松(1977—),男,本科,高级工程师,从事工程管理工作。

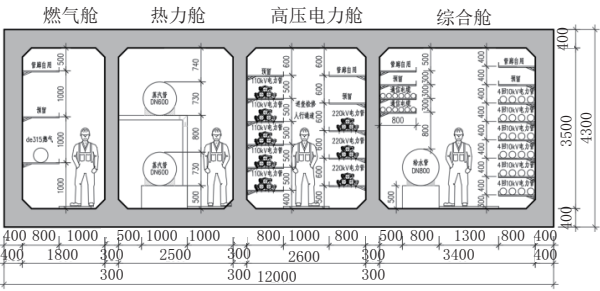


图 2 综合管廊标准断面设计一(单位:mm)

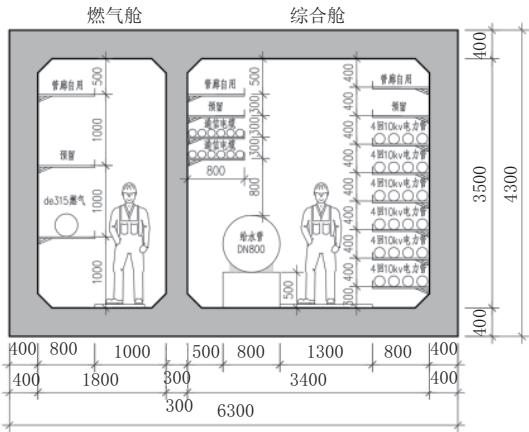


图 3 综合管廊标准断面设计二(单位:mm)

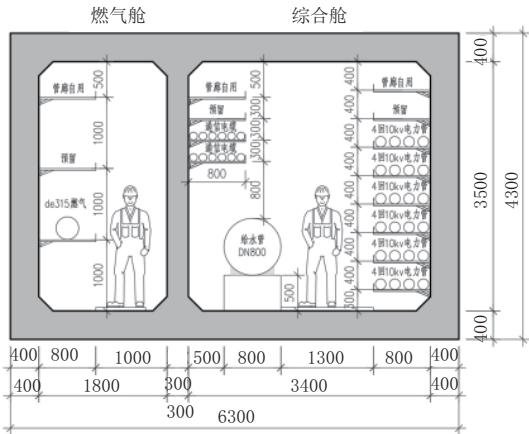


图 4 综合管廊标准断面设计三(单位:mm)

2.3 道路下位置

综合管廊设置在道路下的相对位置宜遵循以下原则:

- (1)应与道路横断面(坡度、设施带等)、地下其余不入廊市政管线(排水管、路灯、智慧管等)和地下空间利用情况(轨道交通、地下连通道等)等相协调;
- (2)干线型综合管廊在道路的位置一般宜优先选择在机动车道、绿化带下。

为满足综合管廊使用需求,一般沿综合管廊需要设置多种功能性节点和出地面口部,因此当道路有较宽绿化带时综合管廊宜首先布置在绿化带内。本文综合管廊工程所在道路标准横断面设计有 12 m 宽绿化带,两侧各设计有 2 个 1.5 m 宽树池。道路两

侧 1.5 m 宽树池不具备综合管廊出地面口部设计要求。

综上分析,该次综合管廊拟置于道路中央绿化带内,综合管廊中心线同道路中心线,如图 5 所示(以四舱断面为例)。

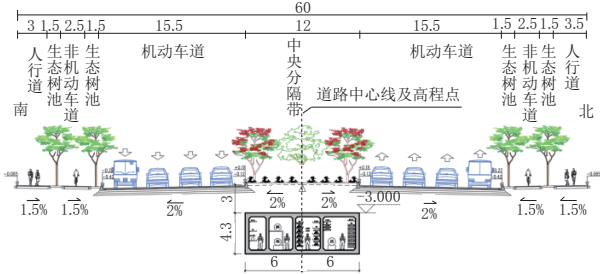


图 5 综合管廊在道路下位置(单位:m)

相对于将综合管廊置于道路两侧的方案,本设计方案具有以下优势:

- (1)便于综合管廊出地面功能性节点的布置和设计,后期方便对出地面口部的建筑景观化设计进行处理;
- (2)该次道路红线宽度达 60 m,综合管廊至于道路中央绿化带内,可以避免长距离过路排管;
- (3)综合管廊至于道路中央绿化带内,可以有效避免综合管廊功能性节点顶板局部(一般为地下两层结构)与道路结构层的冲突,避免后期可能的沿综合管廊边线的道路纵向变形;
- (4)综合管廊至于道路中央绿化带内,为排水设计和其余零星管线敷设腾出了大量地下空间。

2.4 纵断设计

综合管廊相对于道路的埋深一般宜考虑以下因素:

- (1)综合管廊上部的绿化种植的覆土厚度有一定的要求方可以满足绿化种植的覆土厚度要求,同时应考虑为树池和溢流井预留空间。由于综合管廊沿线设置较多功能性节点,均为两层结构,结构顶板距地面的距离宜考虑预留,确保道路上绿化种植的连接性,避免对景观造成影响,如图 6 所示。

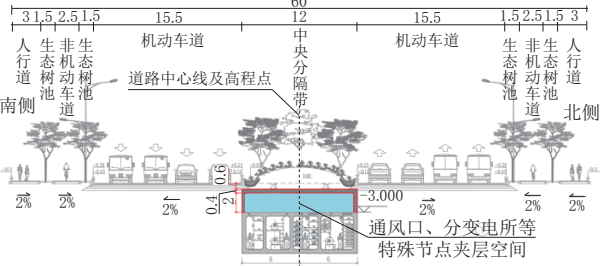


图 6 综合管廊沿线节点横剖面(含夹层)(单位:m)

- (2)结构抗浮计算需要一定的覆土深度,一定厚度的覆土可以辅助结构抗浮,减少混凝土用量。

(3)综合管廊与横穿道路的排水管线以及其他市政管线的交叉关系。

(4)附属设施如通风口内部人员操作及设备安装空间的要求所需要的空间。

综合上述因素,本文综合管廊标准段顶板埋深取 3.0 m。

考虑廊内排水需要,综合管廊纵向坡度不应小于 0.2%,设计上综合管廊纵断一般随道路纵断,综合管廊标准段相对埋深保持不变。沿线遇竖向障碍物需要用倒虹方式避让时,纵向坡度一般不宜大于 25%,坡度在 10%~25%之间,应在人员通道部位设置防滑地坪或台阶。在舱室的每个防火分区最低点设置集水坑,收集综合管廊内积水,通过排水设计排至廊外市政排水系统。

2.5 平面系统及节点设计

综合管廊系统平面布置主要考虑以下两个因素:一是综合管廊日常安全运营维护的需求;二是综合管廊服务功能的实现。

为满足综合管廊日常安全运营维护的需求,总体设计主要解决综合管廊通风区间、防火分区、逃生间距、吊装口间距、分变电所、控制中心连接通道的布置。

一般规范要求:

(1)对于有天然气管道和 10 kV 及以上电压等级电缆入廊的舱室,应采用耐火极限不低于 3.0 h 的防火耐燃墙体进行隔断,最大间距按 200 m 进行控制。防火隔断处应安装防火门,耐火极限不应低于防火隔断。

(2)综合管廊逃生口的设置应符合下列规定:

a. 有 10 kV 及以上电压等级电缆入廊敷设的舱室,最大逃生口间距宜按 200 m 控制。

b. 有天然气管道入廊敷设的舱室,最大逃生口间距宜按 200 m 控制。

c. 有热力管道入廊敷设的舱室,最大逃生口间距宜按 400 m 控制。当热力管道内为蒸汽介质时,最大逃生口间距应严格按照 100 m 进行控制设计。

d. 当逃生口为正方形时,内净尺寸不应小于 1.0 m × 1.0 m,当为圆形时,内径不应小于 1.0 m。

(3)综合管廊沿线应设施吊装口,最大间距宜按 400 m 进行设计控制。

根据通风专业要求,并考虑综合管廊出地面口部数量,本次综合管廊通风区间按不大于 400 m 设计,综合管廊通风节点的平面布置间距以此为依据,

并考虑出地面口部与道路的关系间距做适当调整。本次综合管廊工程通风节点设计兼顾管线(道)以及设备的吊装功能,因此吊装口间距与通风区间长度一致。通风节点设人员逃生口,亦可为日常临时的人员出入口,如图 7 所示。

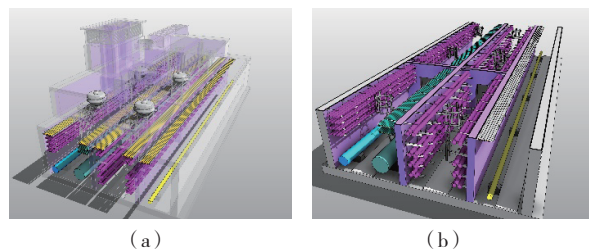


图 7 综合管廊通风口设计

对于本次综合管廊的综合舱、高压电力舱和燃气舱,根据规范要求,在通风区间内按不大于 200 m 间距设置防火分隔,防火分隔耐火极限不应低于 3.0 h,防火分隔处设甲级防火门。正常使用情况下,通风区间两端(通风节点处)防火门处常闭状态,通风区间中部防火分隔处防火门为常开状态,火灾事故下,防火门可电控关闭。

如图 8 所示,综合管廊附属系统设计包括电气、自控、消防排水、通风、建筑。总体按通风区间不大于 400 m,消防分区不大于 200 m 为依据进行设计。根据电气专业需求,本次综合管廊沿线共设 3 个分变电所,每个分变电所分别可服务两侧 4 个防火分区。



图 8 综合管廊附属系统设计

为满足综合管廊服务地块的功能的实现,总体设计主要解决管线分支口的布置。综合管廊市政管线服务(引出)通过沿线设置的管线分支口实现,主要分为两类,第一类是沿线相交路口的管线分支口,主要起到综合管廊内管线与相交道路下管线相连接的作用;第二类是路口间的管线分支口,主要起到综合管廊内管线引出至道路边服务地块的作用。

本工程管线分支口布置原则如下:(1)路口处根据已设计相交道路或规划相交道路管线资料布置管线分支口,分支口管线引出顺序与相交道路下管线布置对应,避免引出后再次交叉;(2)路口间距大于 200 m 时,在路口间布置管线分支口,路口间管分

支口按间距不大于 200 m 控制;(3)在特别需求处,设管线分支口,用于管线接入,如供热站、汇聚机房等市政设施处。

设计图如图 9 所示,管线引出口出设过路排管,采用钢筋混凝土包封,钢筋混凝土包封顶按相对标高 -1.300 m 控制,底标高按相对 -2.600 m 控制。东湾大道沿线排水管顶标高 -3.000 m,管线引出过路排管标高与排水管线不冲突。

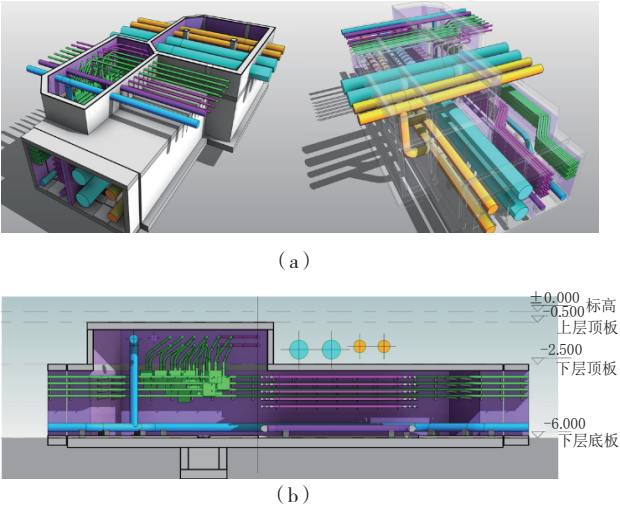


图 9 管线分支口设计

综合管廊总体平面布置典型段三维示意如图 10 所示。

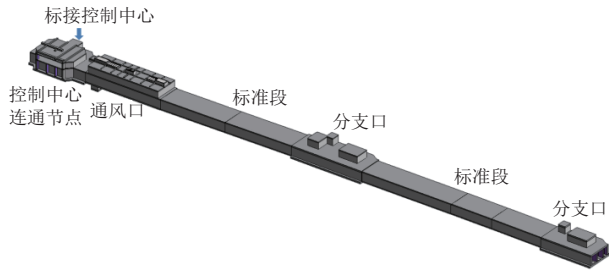


图 10 综合管廊总体平面布置典型段三维示意

3 地基处理与基坑设计

本次综合管廊工程与道路新建工程同步实施,综合管廊地基处理及基坑围护设计方案均与道路新建工程统筹,最大限度降低造价。

拟建工程场地浅层分布的土层主要为填土、可塑状黏性土、砂性土,杂填土、淤泥未经处理不宜作为道路天然地基持力层。且淤泥较厚,道路路基承载力要求不小于 120 kPa,因此路基处理拟考虑施工周期较短、强度较高的素混凝土桩处理,素混凝土桩需穿透软土进入稳定持力层,桩间距采用 2.2 m,正方形布置。

综合管廊基坑开挖深度 7.3 m,坐落于流塑状的淤泥中,设置 2~4 个舱室,结构宽 6.3~12 m,要求承

载力不小于 120 kPa,经比选,本工程地基处理选用 D500CFG 桩地基处理方案,与道路处理工法一致,易于二者协调变形和协同施工,间距采用 2 000 mm × 2 000 mm 正方形布置,平均桩长 15 m,穿透淤泥质土层进入持力层不小于 1.5 m,如图 11 所示。

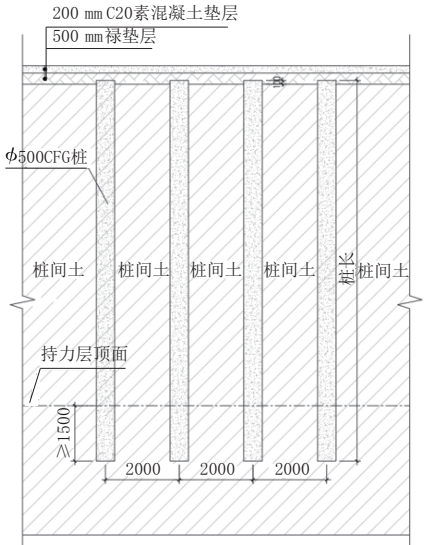


图 11 综合管廊地基处理设计纵剖面图(单位:mm)

地基处理有利于控制综合管廊工后及使用阶段的不均匀沉降,防止变形缝处损伤漏水,对提高综合管廊使用阶段品质具有重要意义。

为降低工程造价,统筹道路建设与综合管廊施工,结合道路部分换填土,有效降低基坑深度约 1.5 m 左右,场地整平后,标准段综合管廊基坑开挖深度约 6.0 m 左右,基坑开挖范围内土层主要是杂填土和淤泥,场地周边环境较简单。

根据施工组织,为考虑坑外土体加强对基坑的有利作用,先施工道路路幅范围内的地基处理桩,后施工围护桩和坑底加固桩并进行基坑开挖施工。基坑开挖深度不超过 7m 范围采用拉森钢板桩支护,钢板桩穿透软土进入黏土层,平均桩长 18~21 m,坑底被动土体采用搅拌桩进行裙边加固处理,提高基坑整体稳定性、抗变形能力等,如图 12 所示。

4 安全韧性设计

综合管廊是城市生命线工程,安全等级为一级,因此需进行基础设施防灾减灾及安全韧性设计,主要包括抗震安全和防雨水倒灌,概述如下。

按照 2011 年住建部颁布的《市政公用设施抗震设防专项论证技术要点(地下工程篇)》及《地下结构抗震设计标准》(GB/T 51336—2018)^[2],本次综合管廊的抗震性能要求分成下列四个等级:

I 级性能要求:综合管廊处于正常使用状态,从

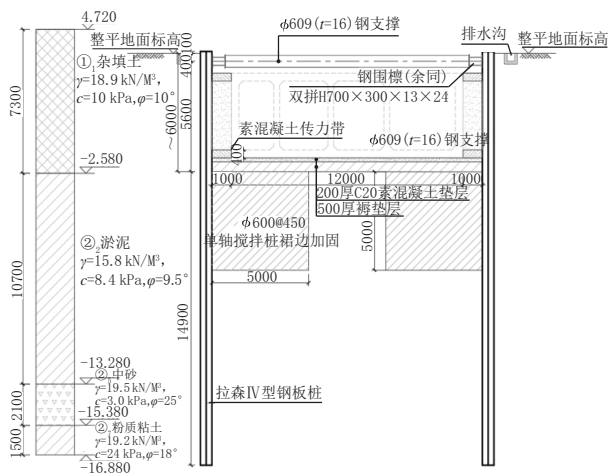


图 12 综合管廊基坑围护及地基处理设计剖面图(单位:mm)

抗震分析角度,廊体结构可视为线弹性体系。在预期(多遇)的地震动作用下,结构一般不受损坏。

II 级性能要求: 廊体结构整体处于弹性工作阶段, 在预期(多遇)的地震动作用下, 廊体结构仅有局部的轻微损伤且应保证可快速修复后正常使用。

III 级性能要求:廊体结构进入弹塑性工作阶段,在预期(偶遇)的地震动作用下,廊体结构发生一定的非弹性变形,但应控制在可修复的范围内。

IV 级性能要求:廊体结构进入弹塑性工作阶段,在预期(罕遇)的地震动作用下,廊体结构可发生较大塑性变形,但应不发生倒塌。

按照上述评价方法,采用三维建模,按照位移法计算理论,对本次综合管廊断面进行初步抗震性能评价,结果显示,本次综合管廊工程满足抗震性能要求,计算结果如下图 13 至图 14 所示(以三舱为例)。

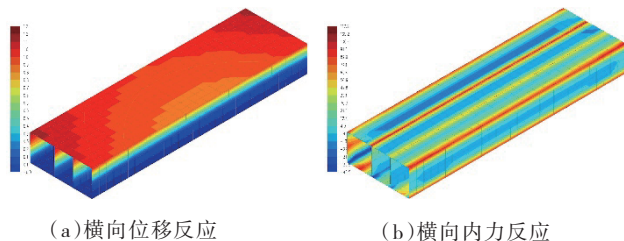
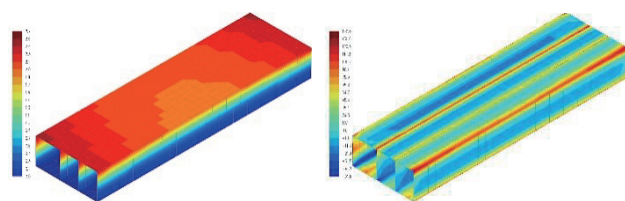


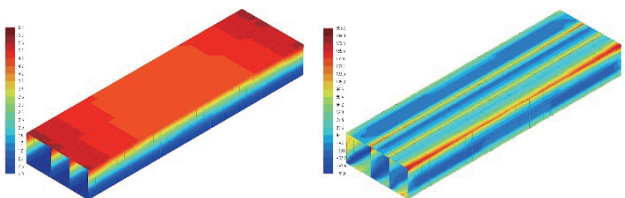
图 13 多遇地震下综合管廊横断面反应

本次综合管廊置于道路中央绿化带内,绿化带内均设计有绿化景观(堆土高出周边路面)。综合管廊沿线敞开口部主要为通风口,设计通风口高出周边地面 600 mm,考虑绿化堆土,口部高出地面至少在 800~1 000 mm,可以满足防雨水倒灌要求。



(a) 横向位移反应 (b) 横向内力反应

图 14 偶遇地震下综合管廊横断面反应



(a) 横向位移反应

图 15 罕遇地震下综合管廊横断面反应

5 结 语

本综合管廊工程结合道路新建工程同步实施。设计过程中与道路总体设计、管线规划需求、路基处理与基坑设计等各方协调中均遇到了不少难题,但最终均通过精细化的设计予以统筹,最终实现项目落地,为后续新区发展奠定了良好的市政供给基础。

在平纵横设计优化、基坑与地基设计处理、综合管廊安全韧性等方面的设计经验总结如下。

(1)作为线性工程,本次综合管廊工程根据沿线入廊管线需求变化,优化标准横断面设计,分段进行设计,达到经济与合理之目的;

(2)对综合管廊置于道路下不同位置进行比较,最终选择综合管廊布置在中央绿化带方案,减少对道路工程影响,同时便于出地面口部的景观化处理与消隐;

(3) 基于场地地质条件, 结合道路新建工程, 统筹道路与综合管廊地基处理、协调道路表层土换填与综合管廊基坑开挖深度, 达到方案设计经济合理、施工作业方便可行;

(4)重视工程减灾与防灾设计,对综合管廊结构抗震、廊体防雨水倒灌等安全韧性要求进行了相应设计。

参考文献:

- [1] GB 80838—2015,城市综合管廊工程技术规范[S].
- [2] GB/T 51336—2018,地下结构抗震设计标准[S].