

香港科技大学(广州)综合管廊设计创新技术应用

席林, 刘浩宇, 谷勇, 刘胜川

(中铁二院工程集团有限责任公司, 四川 成都 610083)

摘要: 为建设低碳节能环保型综合管廊, 香港科技大学(广州)综合管廊在入廊管线选择、断面设置、舱室管线布置和节点功能拓展等工程设计等方面做出了多项技术创新: 合理确定入廊管线种类, 减小舱室尺寸和简化附属设施; 采用单舱大断面多层管线集约化布置, 提高舱室内部空间利用率; 构建综合管廊沿线区域三维数据模型, 精确确定管廊设计地面标高; 重要管道设置备用管或呈环状布置, 提高供给可靠性; 采用创新型节点功能技术, 实现集约、节能提效功能。创新技术应用对优化工程方案、节约地下空间资源、实现绿色低碳建造等发挥了极其重要的作用, 是综合管廊项目建设创新技术发展和应用的方向。

关键词: 大学校园综合管廊; 创新技术; 应用

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)01-0277-05

Application of Design Innovation Technology of Utility Tunnel in Hong Kong University of Science and Technology (Guangzhou)

XI Lin, LIU Haoyu, GU Yong, LIU Shengchuan

(China Railway Second Institute Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610083, China)

Abstract: In order to build a low-carbon, energy-saving and environmentally friendly utility tunnel, a number of technological innovations in engineering design such as pipeline selection, cross-sectional setting, pipeline layout in the cabin and node function expansion have been made in the utility tunnel of Hong Kong University of Science and Technology (Guangzhou), which are to reasonably determine the types of pipeline into utility tunnel for reducing the cabin size and simplifying the ancillary facilities, use the single-cabin large-section multi-layer pipeline intensive layout for improving the utilization of internal space, build a three-dimensional data model of the area along the utility tunnel for accurately determining the ground elevation of utility tunnel during the design, install the reserve pipe in ring layout for the important pipelines to improve the supply reliability, and adopt the innovative node function technologies for achieving the intensive, energy-saving and efficiency. The application of the innovative technologies play an extremely important role in optimizing the engineering schemes, saving the underground space resources, and realizing the green and low-carbon construction, which is the direction of the development and application of innovative technology in the construction of utility tunnel projects.

Keywords: utility tunnel; university; innovation technology; application

0 引言

国内大学校园的各种管线主要以直埋敷设为主, 建设综合管廊的较少, 部分已建的校园综合管廊, 入廊管线种类较少, 功能较单一, 规模不大。

大学校园综合管廊与市政综合管廊在建设程序、功能需求、入廊管线特性及工程建设等方面有诸

多不同, 根据项目特性, 在工程设计中做出创新实践是非常必要的。

相对综合管廊工程传统设计方法, 香港科技大学(广州)综合管廊工程在入廊管线选择、管廊横断面设置、舱室管线布置、精确确定管廊埋深及管廊节点功能拓展等方面采用了多项创新技术, 在实现工程建设低碳节能、节约地下空间资源、绿色建造等方面发挥着关键性、引领性作用, 取得了良好工程效益和生态环保效益。

收稿日期: 2024-09-06

作者简介: 席林(1973—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事市政给水排水、综合管廊工程设计及研究工作。

1 工程概况

新建香港科技大学(广州)校区位于广州市南沙区庆盛枢纽区块科创教育核心区内,规划总占地面积约111.27 hm²,分两期建设,一期需同步规划建设综合管廊,综合管廊起点位于一期能源中心,沿道路布置至教学核心区,再沿核心区建筑群周围道路呈环状布置,总长度约1 841 m。主要根据大学校园需求和校园管廊运营经验进行定制化设计,入廊管线包括供冷管、热水管、生活给水管、室内消火栓管、消防喷淋管、绿化给水管及通信线缆共7种建筑设备类管线^[1-2],为1舱断面。综合管廊总体布置见图1。



图1 综合管廊总体布置图

2 综合管廊设计主要创新技术应用

2.1 优化入廊管线种类

优化校园管廊入廊管线种类,减小舱室尺寸,简化附属设施,建设低碳节能环保型综合管廊。
电力线缆是否入廊对综合管廊舱室布置及附属设施设置有较大影响。根据香港科技大学(广州)校园电力建设需求,沿拟建综合管廊线位敷设的电力电缆主要为380 V的低压电缆,数量大,无10 kV及以上规格电缆。

根据《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)规定,含电力电缆舱室需配套附属设施,主要包括舱室应每隔200 m采用耐火极限不低于3 h的不燃性墙体进行防火分隔,设置自动灭火系统等^[3]。
电力电缆入廊,需加大舱室空间,安装电缆支架;防火分区长度按不大于200 m设置,需增加防火分区数量、通风节点及机电设备,增加工程投资及运行能耗;需设置超细干粉自动灭火设施及火灾监测、报警控制系统^[4];超细干粉需每隔8~10 a更换一次,运营、管理成本增加。电力电缆不入廊,综合管廊舱室可减小,防火分区间隔及通风区间可加大,通风节点减少,自动灭火系统可取消,极大简化附属设施设

置及后期运营维护工作。
经对比分析比选,确定380 V电缆不入廊,采用穿管直埋敷设,极大简化管廊土建工程及附属设施,降低投资及运营成本,实现建设低碳节能环保型综合管廊目标。
2.2 提高内部空间利用率,节约造价
采用单舱大断面,多层管线集约化布置,提高管廊内部空间利用率,减小舱室数量及断面尺寸,降低工程投资。
王俊岭等认为常规设计易导致综合管廊断面空间利用率低、建设成本高,不具科学性^[5]。王恒栋提出发挥综合管廊工程建设的集约化作用,创造条件尽可能让更多的管线在综合管廊内部敷设^[6]。
香港科技大学(广州)综合管廊入廊管线规模及布置型式见表1。

表1 入廊管线规模及布置型式					
序号	管线名称	规格×数量	布置型式	管线代号	备注
1	供冷管	DN1200×3 DN1200×2	环状布置	1A、1B、1C	汇合段布置3条,其中1条为备用,环状段布置2条
2	热水管	DN350×3	半环状布置	2A、2B、2C	其中1条为备用
3	消防喷淋管	DN300×4/ DN300×2	分段布置	3A、3B、3C、3D	汇合段布置4条,环状段各布置2条
4	室内消火栓管	DN200×4/ DN200×2	分段布置	4A、4B、4C、4D	汇合段布置4条,环状段各布置2条
5	生活给水管	DN300×1	环状布置		
6	通信线缆	20孔	环状布置		
7	绿化给水管	DN150×1	分段布置		

综合管廊标准横断面的确定,对工程建设有极大影响,采用优化、合理的横断面布置,可减少工程量和降低投资,实现低碳建设,达到降碳目标。以下以A、B两种主要断面型式,采用传统布置和创新布置两种型式研究布置方案。
(1) A型标准横断面
方案一:传统管道布置方式。将3条DN1200供冷管分2个舱室布置,每个舱室设置1个运输通道,4条消防喷淋管、通信线布置的舱室一侧,其它管道布置在各舱室上部。综合管廊断面净空尺寸为宽×高=11.4 m×4.0 m,见图2。

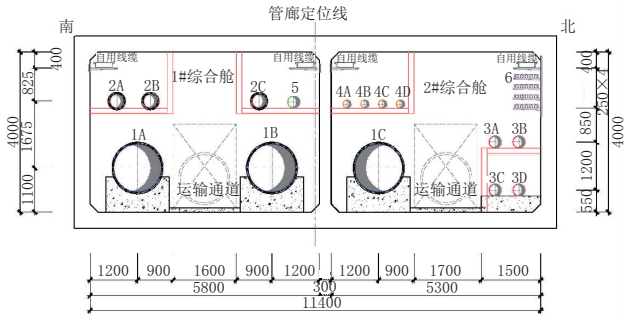


图2 A型标准横断面图(方案一)(单位:mm)

方案二:创新管道布置方式。管廊内的管线主要为建筑设备类管线,断面布置时,突破综合管廊规范规定的管线安装空间需求,在满足运输、安装、维护检修条件下,优化管道布置间距及空间,采用单舱大断面、多层管线集约化布置,二层管道净距按300 mm、检修空间按600~700 mm^[7],提高管廊内部空间利用率,减小舱室断面尺寸。

将3条DN1200供冷管布置在1个舱室,设1个运输通道,在通道一侧设结构立柱,间距6 m,其中2条DN1200供冷管并排布置,其它管线分组布置在舱室上部或侧面,并设3个安装检修区,以满足上层管线安装、检修需求。综合管廊断面净空尺寸为宽×高=8.0 m×4.0 m。

在非吊装口段,上层管道占用了运输通道上部空间,在设置吊装口(长7 m)处,将运输通道上部的管道向两侧偏移,留出吊装口空间,满足管道从顶部往下吊装,见图3、图4^[8]。

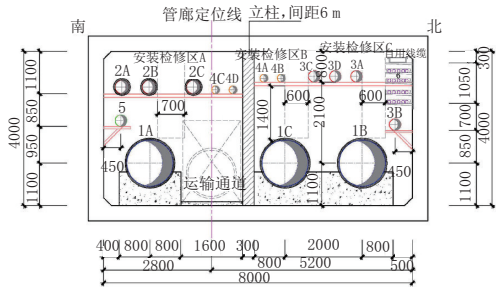


图3 A型标准横断面图(方案二)(单位:mm)

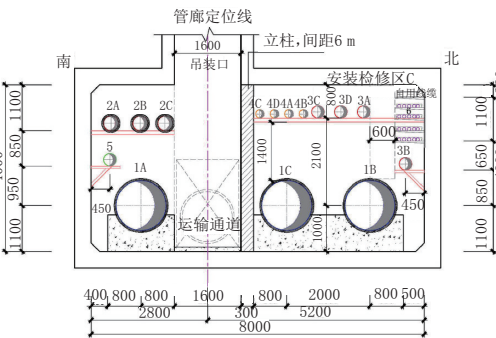


图4 A型标准横断面吊装口图(方案二)(单位:mm)

方案二采用单舱大断面,多层管线组合布置,提高了管廊内部空间利用率,满足吊装功能,减小舱室数量及断面尺寸,其断面面积为方案一的70%,节省占用地下空间30%,具有良好的工程效益和经济效益。

(2)B型标准横断面

方案一:传统管廊管道布置方式。设置2条运输通道,下层布置2条DN1200供冷管和1条热水管,舱室两侧及上部分别布置给水、消防、喷淋、热水及通信线缆等。综合管廊断面净空尺寸为宽×高=7.2 m×4.0 m,见图5。

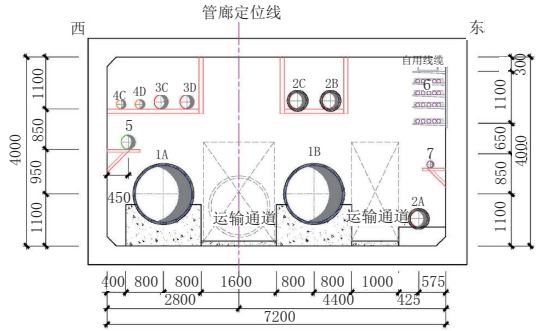


图5 B型标准横断面图(方案一)(单位:mm)

方案二:创新管道布置方式。布置原则同A型断面,将2条DN1200供冷管布置在舱室下部,设1个运输通道,其它管线分组布置在舱室上部或侧面,并设2个安装检修区,以满足上层管线安装、检修需求。综合管廊断面净空尺寸为宽×高=5.6 m×4.0 m。

吊装口处,将运输通道上部的管道向两侧偏移,并增设一层消防管道层,留出吊装口空间,满足管道从顶部往下吊装,见图6、图7^[8]。

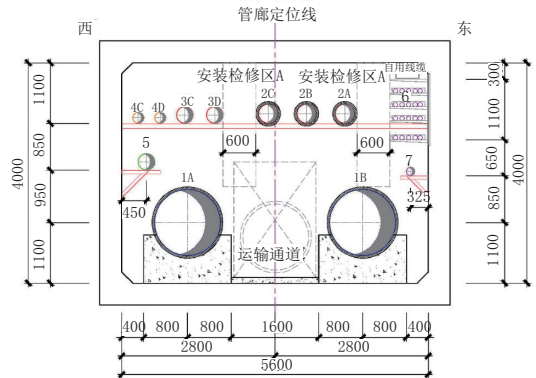


图6 B型标准横断面图(方案二)(单位:mm)

方案二断面面积为方案一的78%,节省占用地下空间22%,具有较好的工程效益和经济效益。

2.3 优化纵断面布置

创建综合管廊沿线区域高程数据系统,构建三维数据模型,精确确定综合管廊沿线设计地面高

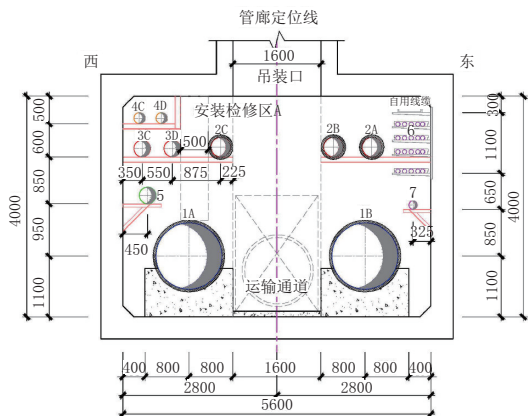


图7 B型标准横断面吊装口图(方案二)(单位:mm)

程,优化纵断面布置。

综合管廊通常布置在人行道、绿化带等下方,其顶部设计地面高程需通过道路设计地面高程推算确定。由于综合管廊平面布置时因避让沿线各类设施,需布置在其它位置,其定位中心线与道路中心线不平行,管廊设计地面高程需根据实际布置位置的地面高程确定。通常的设计方法是根据道路高程数据粗略计算,误差大;管廊顶部覆土厚度及露出地面孔口高度计算不准确。

精确确定综合管廊沿线设计地面高程,能确定其顶部覆土厚度,将直接影响综合管廊结构、基坑工程设计方案,以及各类露出地面孔口高度的确定,是极为重要的精细化设计方法。

创新方法精确化管廊设计地面高程,管廊所在区域范围内任意点高程确定,建立区域数据高程系统,并构建三维数据模型,可提取数据模型范围内任意线位置计地面高程,并可综合管廊节点处高程验证设计地面高程的准确性。

采用三维数据模型计算确定的综合管廊地面标高,将综合管廊设计标高精确到厘米级,精确控制管廊各点处标高和埋深,优化纵断面布置,合理降低管廊埋深,减少基坑工程量,是降低施工碳排放量的重要途径,见图8。

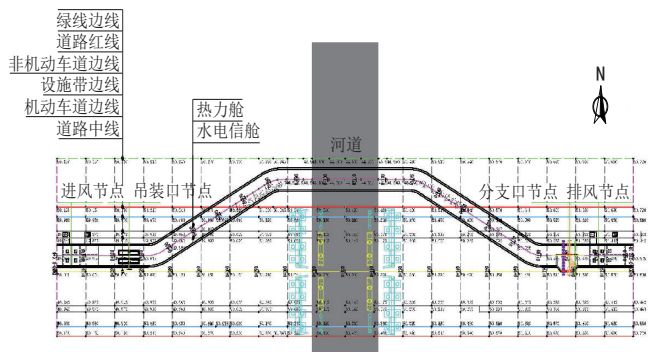


图8 综合管廊沿线区域高程数据系统示意图(单位:m)

2.4 提高供给可靠性

综合管廊内重要管道设置备用管或环状布置型式,提高供给可靠性。

校园管廊供冷管、热水管是规模最大、布置最复杂的管道,也是保障学校空调正常运行、生活热水正常供给最重要的管道。消防管道(包括消火栓系统、自动喷淋系统)按分区域设置,数量多,是保障消防安全的重要管道。

供冷管采用备用管+环状管布置,热水管设置备用管,消防管道按环状管布置,以提高管道运行的安全性和可靠性。以下介绍供冷管设计。

供冷管从能源中心接出,至环状管道连接处,约220 m,采用2用1备管线型式,其中备用管可切换为供冷、回冷两种功能使用。供冷管在教学核心区管廊内呈环状布置,设置阀门分为4个区段,提高供冷管网系统的可靠性,见图9。

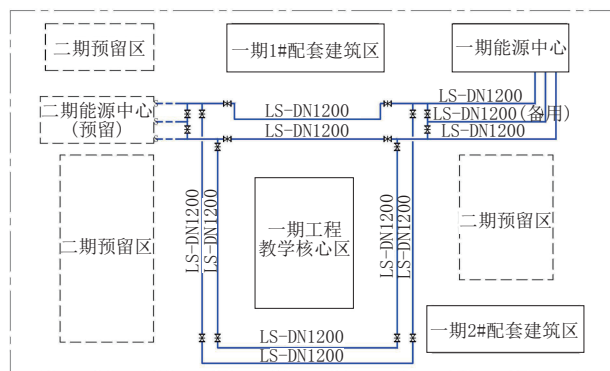


图9 供冷管道系统示意图(单位:mm)

综合管廊在环状连接处,设置T形立体交叉节点,解决复杂管线空间交叉、转向分布及出线等功能需求,集约、高效利用管线布置空间,是综合管廊复杂交叉节点功能集约化的创新设计,见图10、图11^[8]。

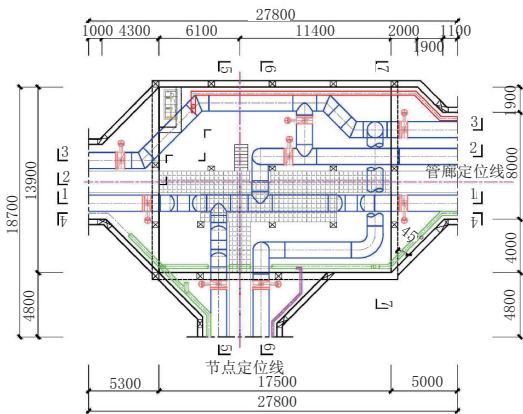


图10 T形立体交叉节点供冷管平面布置图(单位:mm)

2.5 节点功能创新技术应用

采用创新型节点功能技术,在综合管廊附属设

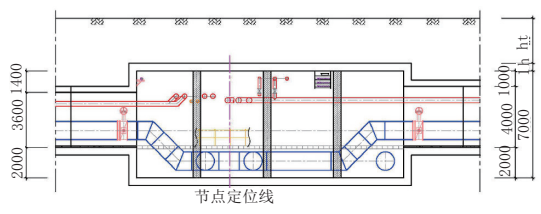


图 11 T 形立体交叉节点剖面图(单位:mm)

施工中实现了集约化、环境友好、节能提效等功能。

(1)通风节点采用集约化多功能风亭,降低噪音,改善通风条件。

传统风亭由混凝土立柱+混凝土顶板+普通百叶窗构成,功能单一,仅有通风功能。

集约化多功能风亭顶部采用可拆卸玻璃盖板,具有采光和设备吊装功能。风亭内侧安装微孔折板消声百叶,能降低噪声 15~20 dB,有效降低风机运行对周边环境的影响。具有风向选择功能,进风风亭,从人行道侧及两端的绿化带进风,提高进风质量;排风风亭,向机动车道侧及两端的绿化带排风,减小对行人及邻近建筑的影响,改善周边环境。多功能风亭构造示意图见图 12。

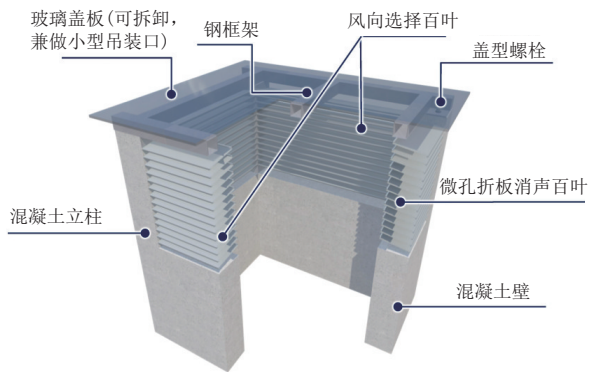


图 12 多功能风亭构造示意图

(2)采用多功能吊装口,满足吊装、人员出入、人员逃生多功能需求。

传统的吊装口钢筋混凝土结构+混凝土盖板组成,存在功能单一、不易开启、无人员通行功能等问题。

多功能吊装口盖板采用支撑横梁+矩阵式高强铝合金盖板,实现盖板轻量化;吊装口侧壁设置可收缩式步梯,步梯展开时可供人员通行、检修和逃生,收缩时空间可供设备吊装,吊装口空间利用率提升

50% 以上。实现了集吊装、人员出入及逃生功能于一体的新型多功能吊装口节点。多功能吊装口构造示意图见图 13。

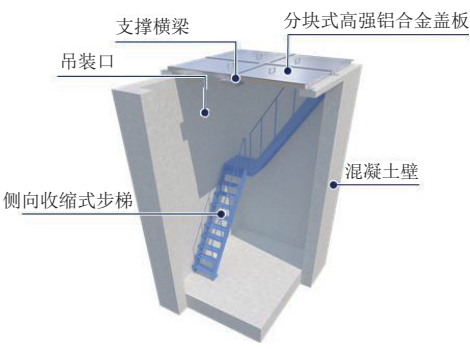


图 13 多功能吊装口构造示意图

3 结 语

香港科技大学(广州)综合管廊工程设计采用的各项创新技术,对优化工程方案、节约地下空间资源、降低工程投资、实现绿色低碳建造等发挥了极其重要的作用。

创新技术应用,确保了综合管廊主体工程和各种管线、设施的功能均达到设计目标,供给可靠性高,运营效果良好,工程效益、环境效益显著,对促进绿色建造、降碳减排具有积极的推动作用,也验证了设计创新技术的合理性、科学性、先进性,是综合管廊项目建设创新技术发展和应用的方向。

参考文献:

[1] ARUP.Schematic Design Engineering Report 方案设计工程报告[R]. London: ARUP, 2020.

[2] 席林,刘浩宇,杨曜宇,等. 香港科技大学(广州)综合管廊工程设计[J]. 地下空间与工程学报, 2022, 18(增刊 2): 529-536.

[3] GB 50838—2015,城市综合管廊工程技术规范[S].

[4] 席林,郭俊,李琰.综合管廊自动灭火系统选择[J]. 给水排水, 2018, 44(增刊 2): 200-204.

[5] 王俊岭,钟敬康,杨明霞,等. 基于非线性规划的综合管廊断面尺寸设计优化[J]. 隧道建设, 2019, 39(12): 2030-2035.

[6] 王恒栋. 我国城市地下综合管廊工程建设中的若干问题[J]. 隧道建设, 2017, 37(5): 523-528.

[7] GB 50015—2019,建筑给水排水设计标准[S].

[8] 中铁二院工程集团有限责任公司. 庆盛科创教育核心区工程科创项目涉及香港科技大学(广州)一期相关市政工程设计[Z]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2021.