

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.11.065

复杂环境条件下综合管廊总体设计

杨卫星, 龚哲, 刘长庚

(武汉市政工程设计研究院有限责任公司, 湖北 武汉 430023)

摘要:如何在复杂环境条件下建设综合管廊,降低综合管廊建设对周边敏感建(构)筑物的影响,本文以武汉长江新城谏家矶大道综合管廊项目为工程背景,对综合管廊穿越地铁、铁路、河道、桥梁以及与隧道平行布置等复杂环境的设计方案进行了深入研究。根据敏感建(构)筑物的变形要求、地质情况、场地条件,通过调整管廊断面尺寸、平面布置、竖向设计、选择合理的施工方式等措施,既确保了工程的可实施性,又降低了对周边项目的扰动,满足安全性要求。成果可为类似工程的建设提供借鉴和参考。

关键词: 复杂环境;综合管廊;总体设计;管廊断面;施工方式

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)11-0284-05

0 引言

为了集约利用城市建设用地,提高城市工程管线建设安全与标准,统筹安排城市工程管线敷设^[1],我国近年来大力推进综合管廊工程的建设。综合管廊的建设条件日趋复杂,经常会碰到与铁路、地铁、河道、桥梁及隧道等敏感建(构)筑物交叉或平行布置等情况,综合管廊总体设计如何根据敏感建(构)筑物的具体情况、变形要求、场地条件等来确定综合管廊平面布置、竖向设计、断面布置以及施工方式等,确保敏感建(构)筑的安全,是工程实践的重点和难点。本文以武汉长江新城谏家矶大道综合管廊工程为工程背景,对综合管廊穿越地铁、铁路、河道、桥梁以及与隧道平行布置等复杂环境的优化设计进行了深入研究。成果可为类似工程的建设提供借鉴和参考。

1 工程概况

长江新城起步区拟构建“科学合理、高效利用、集约空间”的综合管廊系统,起步区在城市主干路、次干路级别道路(红线宽不小于 30 m)建设综合管廊;综合管廊配建率达到 30%以上。

谏家矶大道西起解放大道,东止于三环线平安铺立交,是长江新城起步区联系老城、贯穿新城的沿江通道,规划形成以“黄孝河—解放大道—谏家矶

大道”为主线的综合管廊,形成长江新城起步区的一条干管通道。

项目包括地面道路、下穿隧道及综合管廊三部分内容:一、道路工程:新建道路长 4 705 m,双向 6 车道,规划红线宽 45-60 m 道路等级为城市主干路。二、隧道工程:新建地下隧道长约 2 220 m,其中暗段埋长 1 910 m,敞口段长 310 m。三、综合管廊工程:道路红线宽度超过 40 m 的城市干道宜两侧布置配水、通信、电力管线^[2],本工程沿道路两侧设置综合管廊。长江新城起步区综合管廊规划见图 1。



图 1 长江新城起步区综合管廊规划图

谏家矶大道综合管廊除满足给水、电力、通信常规管线外,还将热力、中水及真空垃圾管等管线纳入管廊,道路的南北两侧分别布置一条综合管廊,标准横断面见图 2 和图 3。

综合管廊穿越以下复杂环境:穿越运营的地铁 21 号线幸福湾站;穿越沪汉蓉铁路和京广铁路;穿越朱家河,与朱家河桥平行布置;与谏家矶大道车行隧道平行布置。如何根据上述敏感建(构)筑物的变形要求、场地条件等来确定综合管廊平面布置、竖向设计、断面布置以及施工方式等,在确保敏感建(构)筑

收稿日期: 2024-07-09

作者简介: 杨卫星(1977—),男,学士,正高级工程师,从事综合管廊,市政给排水结构、隧道及轨道交通设计工作。

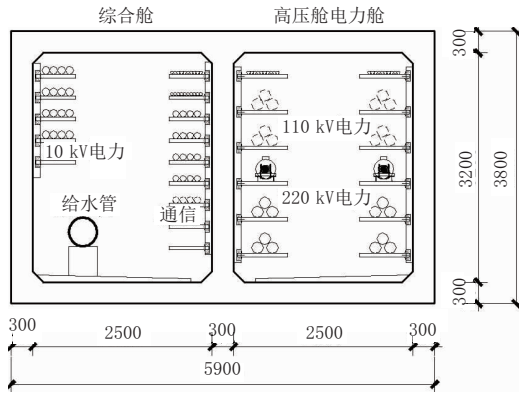


图2 北侧综合管廊标准断面图(单位:mm)

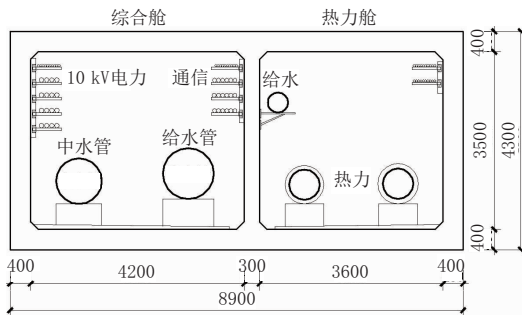


图3 南侧综合管廊标准断面图(单位:mm)

的安全的前提下实现管廊的功能,是本综合管廊工程的关键,谏家矶大道综合管廊关键节点见图4。



图4 谏家矶大道综合管廊关键节点图

2 综合管廊穿越运营的地铁线

综合管廊与已运营的地铁21号线幸福湾站垂直相交,幸福湾车站长度306.5 m,标准段宽21.1 m,车站埋深16.5 m,幸福湾车站上部覆土厚度约3.0 m,不满足管廊从地铁车站上方穿越条件,综合管廊与地铁幸福湾站平面关系见图5。

2.1 总体设计思路

综合管廊穿越地铁21号线段的总体设计思路:(1)确保地铁安全;(2)地铁车站两侧管线连通;(3)220 kV电力管线敷设采用隧道(管廊)方式;(4)工程方案经济合理。

2.2 总体设计

2.2.1 管廊平面布置

北侧管廊设置有综合舱和高压电力舱,高压电

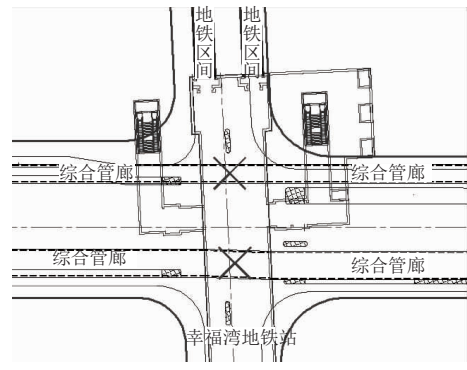


图5 规划综合管廊与地铁幸福湾站平面关系图

力舱内敷设有220 kV电缆,根据电缆载流量计算,220 kV电缆不宜采用排管方式敷设,需采用隧道(管廊)方式建设,且北侧地铁车站端部距离路口较近,车站端部区间上方覆土厚度为10.2 m,具备管廊绕行穿越的条件,因此北侧管廊采用绕行至地铁车站外侧,从地铁区间上方穿越地铁线路。

南侧管廊内管线为给水、中水、热力和10 kV电力和通信管线及管廊自用电缆,均可采用直埋方式建设,且车站南端距离路口距离较长,采用绕行方式建设工程造价将大幅增加,南侧综合管廊在穿越地铁车站时采用管线连通,管廊断开的方式,管廊在地铁车站两侧设置端部井,将管廊内的管线从端部井引出采用直埋方式从地铁车站上方穿越,优化后的综合管廊与地铁幸福湾站平面关系见图6。

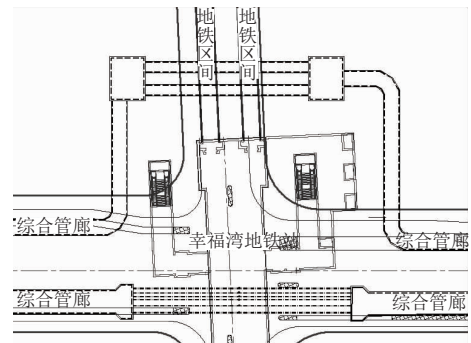


图6 优化后的综合管廊与地铁幸福湾站平面关系图

2.2.2 地铁变形要求

根据《地铁设计规范》,地铁线路的差异沉降量不应大于10 mm^[3]。

2.2.3 施工方式

本项目综合管廊穿越地铁可采用的施工方式有4种:明挖、圆形顶管、圆形盾构和矩形顶管,方案比选见表1。

明挖施工由于地铁区间埋深较浅,支护桩在地铁区间范围内无法施工,且明挖施工卸载和扰动导致地铁区间的变形影响较大,经计算无法满足地铁线路的差异沉降量不大于10 mm的要求。

表1 综合管廊穿越地铁施工方式比选表

施工方式	优点	缺点
明挖	1.集约化利用地下空间; 2.技术成熟,造价低; 3.施工工期短	施工对地铁影响大
圆形顶管	1.技术成熟,有定型设备; 2.施工工期短,造价较低; 3.施工对地铁影响小	占用地下空间范围大
圆形盾构	1.集约化利用地下空间; 2.施工对地铁影响小	占用地下空间范围大,工期长、造价高
矩形顶管	1.集约化利用地下空间; 2.施工对地铁影响较小	需定制设备,工期长、造价高

为了减少施工对地铁区间的影响,需采用扰动和卸载量小的顶管或盾构等非开挖方式施工。由于穿越地铁段长度仅60m,采用盾构施工在技术和经济上明显不合理,故采用顶管施工。圆形顶管技术成熟,有定型设备,施工便利,施工对地铁区间的影响小,且穿朱家河等地段管廊也可采用同断面圆形顶管施工,顶管设备可以重复利用,相比矩形顶管施工速度快、造价低,因此穿越地铁段采用圆形顶管方案,顶管管廊与地铁区间位置关系见图7。

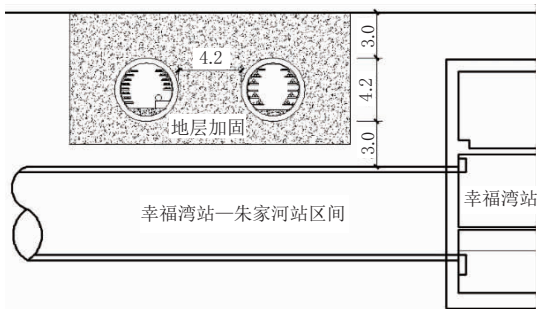


图7 顶管管廊与地铁区间位置关系图(单位:m)

根据入廊管线规模,顶管采用2-D3.5m圆形断面,为了减少顶管施工的相互影响和顶管施工对地铁区间的影响,顶管间距按不小于一倍顶管外径,顶管与地铁区间净距按不小于0.5倍地铁盾构外径控制,并对施工区域进行地层加固。

3 综合管廊穿越既有铁路线

综合管廊与沪汉蓉铁路和京广铁路两条既有铁路线相交,其中沪汉蓉铁路为高架桥梁式铁路,京广铁路为路堤式铁路,综合管廊与两条铁路线位置关系见图8。

3.1 总体设计思路

综合管廊穿越两条铁路线的总体设计思路:(1)确保铁路安全;(2)铁路线两侧管线连通;(3)管廊与下穿铁路隧道同步实施;(4)工程方案经济合理。

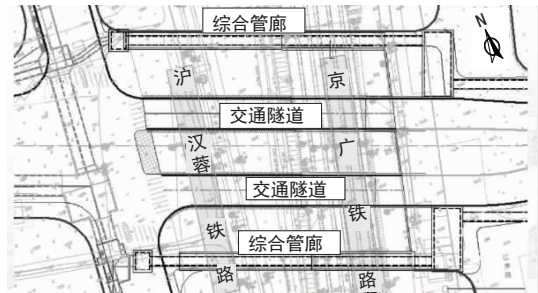


图8 综合管廊与两条铁路线位置关系图

3.2 总体设计

3.2.1 优化入廊管线,调整管廊断面

为减少管廊施工对铁路线路的影响,优化入廊管线,将干线220kV/110kV高压电力、DN1000给水和DN900中水管线纳入综合管廊,将10kV电力和通信线缆纳入设置在下穿铁路人行通道内的缆线管廊内,将热力管道直埋在下穿铁路的人行通道内,综合管廊顶管断面见图9和图10。

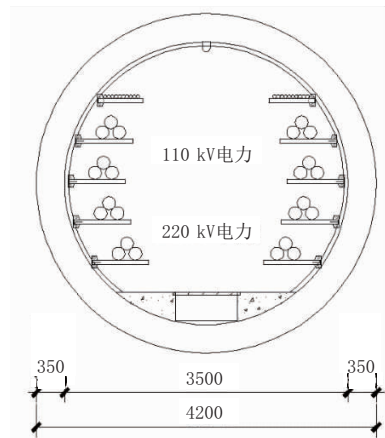


图9 北侧综合管廊顶管断面图(单位:mm)

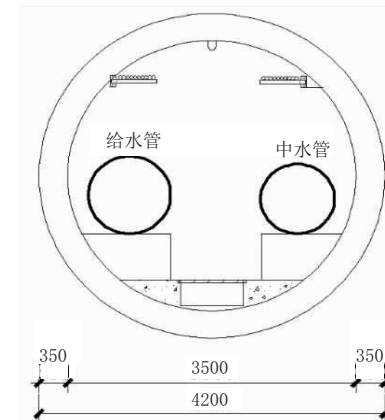


图10 南侧综合管廊顶管断面图(单位:mm)

3.2.2 管廊平面布置

为减少管廊施工对铁路的影响,综合管廊施工结合下穿铁路人行通道同步实施,将综合管廊布置在人行通道下方,先实施人行通道及其内的缆线管廊,在人行通道结构稳定后再实施综合管廊。

3.2.3 施工方式

本项目综合管廊穿越铁路的方法有两种:顶推施工和顶管施工,方案比选见表2。

表2 综合管廊穿越铁路施工方式比选表

施工方式	优点	缺点
顶推	与人行通道合建,集约化利用地下空间	断面大,施工难度大、施工风险大,不利于铁路安全
顶管	1.技术成熟,有定型设备,施工工期短,造价较低; 2.施工对铁路影响较小	与人行通道分建,占用地下空间范围大、施工工序复杂

下穿铁路的人行通道采用顶推施工,如将综合管廊与人行通道合建顶推,顶推断面过高,顶推难度和施工风险大,不利于铁路安全,因此综合管廊采用在铁路下方顶管方案,顶管断面与穿越地铁段断面相同,采用D3.5 m圆形断面,综合管廊穿越下穿铁路横断面见图11和图12,图13为人行通道和车行隧道顶推施工照片。

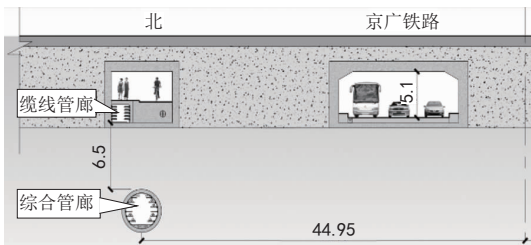


图11 综合管廊穿越京广铁路横断面图(单位:m)

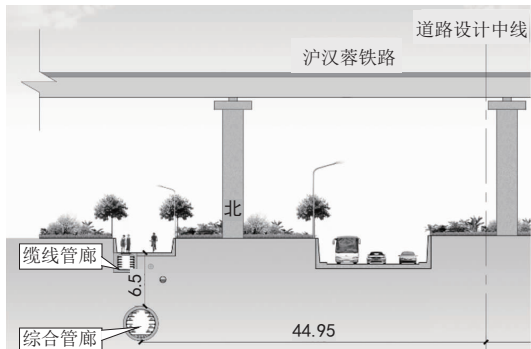


图12 综合管廊穿越沪汉蓉高铁横断面图(单位:m)



图13 人行通道和车行隧道顶推施工照片

4 综合管廊穿越河道

综合管廊在穿越沪汉蓉铁路和京广铁路后,紧

接着穿越朱家河河道,朱家河河道宽约300 m,水深15 m。综合管廊穿越下穿河道平面见图14。

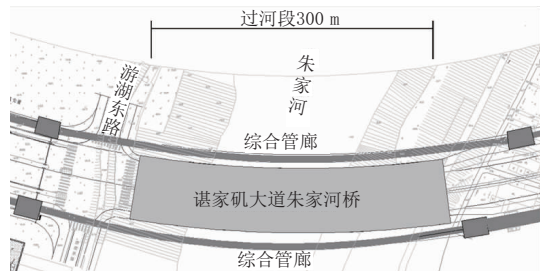


图14 综合管廊穿越河道平面图

4.1 总体设计思路

综合管廊穿越河道总体设计思路:(1)管廊建设不影响河道水流、通航和景观;(2)河道两侧管线连通;(3)降低施工难度,确保施工安全;(4)工程方案经济合理。

4.2 总体设计

4.2.1 优化入廊管线,调整管廊断面

为减少综合管廊穿越河道段的施工难度,结合管线需求,优化管廊穿越河道段入廊管线,将干线220/110 kV 高压电力、DN1000 给水和 DN900 中水管线纳入综合管廊,将10kV 电力和通信线缆直埋敷设在市政桥梁两侧人形道下方,热力管道在河道两侧自成系统,无需穿越河道。综合管廊的断面与穿越铁路段断面相同。

4.2.2 管廊平面布置

为了避让跨越朱家河的市政桥梁,并减少管廊施工对桥梁的影响,将综合管廊布置在桥梁两侧。

4.2.3 施工方式

本项目综合管廊穿越河道的方法有两种:从河底穿越和管廊桥上跨河道。从河底穿越:管廊建设不影响河道水流、通航和景观,并可结合穿越铁路段采用顶管施工,技术成熟,能够保证施工安全,管廊断面与穿越铁路和地铁段相同,设备可重复利用,进而节省投资。综合管廊从河底穿越剖面见图15。

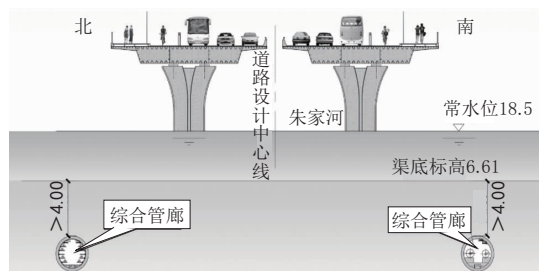


图15 综合管廊从河底穿越剖面图

管廊桥上跨河道:造价相对较低,但对景观的影响相对较大。实施时对现状河流周边环境存在一定

的影响。综合管廊上跨河道剖面见图 16。

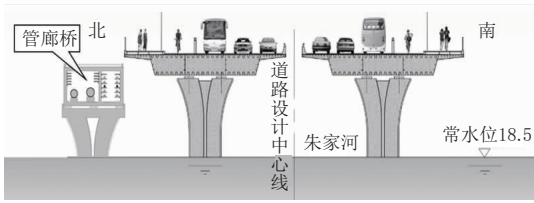


图 16 综合管廊上跨河道剖面图

方案比选:考虑到朱家河沿线将被打造为公园绿地,采用管廊桥将对景观产生较大影响,故穿越河道采用顶进法从河底以下穿越河道。为了减少综合管廊与市政桥梁的影响,综合管廊与市政桥梁桩基净距需满足一倍顶管外径和 3 倍桥梁桩径以上。

5 综合管廊与车行隧道并行布置

综合管廊在朱家河以东与车行隧道长距离并行布置,并行长度 2 220 m,其中隧道暗段埋长 1 910 m,敞口段长 310 m。该段道路为改造道路,两侧分布有建筑物及现状大型水杉树,综合管廊与车行隧道并线段剖面见图 17。

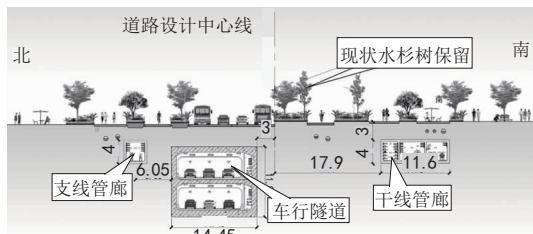


图 17 综合管廊与车行隧道并线段剖面图

5.1 总体设计思路

综合管廊与车行隧道并线段总体设计思路:(1)车行隧道和综合管廊互不影响;(2)施工期间现状道路需满足车辆通行需求;(3)大型水杉树移栽成活率低,尽量避免移栽。

5.2 总体设计

本项目综合管廊与车行隧道并线段建设方式可采用分建与合建两种方案,方案比选见表 4。

表 4 综合管廊与车行隧道并线段方案比选表

建设方式	优点	缺点
分建	1.可灵活布置,避开现状水杉树 2.可灵活安排施工时序,满足施工期间车辆通行需求	施工工期较长,造价较高
合建	集约化利用地下空间	1.单体基坑横向宽度大 2.综合管廊与车行隧道相互影响,基坑深度加大

由于综合管廊与车行隧道在横向合建后,地下空间横向宽度增大,必须移栽现状水杉树,且管廊进排风口、吊装口等出地面节点位于机动车道上方;管廊与车行通道竖向合建后基坑深度将加深,由于建设地点长江较近,地下水位高,将增加施工难度和施工风险,因此总体设计采用综合管廊与车行隧道分建方案。

5.3 施工方式

综合管廊和车行隧道均为新建地下构筑物,具备明挖施工条件,采用明挖法施工,按照先深后浅的顺序施工,可满足施工期间车辆通行需求。图 18 为优先施工的车行隧道施工现场照片。



图 18 车行隧道现场施工照片

6 结论

本文基于武汉长江新城谏家矶大道综合管廊工程的设计经验,得到以下结论。

(1)城市新区综合管廊在一般环境下优先采用明挖法施工,与敏感建(构)筑物交叉时宜采用顶管或盾构等非开挖方式施工,为了施工方便和节约工程投资,非开挖施工方式、断面宜统一。

(2)在穿越地铁,铁路、河道等复杂环境条件下综合管廊在廊体无法穿越敏感建(构)筑时可采用绕行或管线连通、管廊断开的方式。

(3)综合管廊平面及竖向布局应确保与敏感建(构)筑物的安全距离。

(4)与地下空间并行时采用合建和分建方案均可行,需结合具体情况选择合适的建设方式。

该工程的优化设计方案经济可行,有效确保了相关敏感建构筑物的安全,实现了综合管廊的使用功能,可在类似工程中推广。

参考文献:

[1] GB 50838—2015,城市综合管廊工程技术规范[S].
[2] GB 50289—2016,城市工程管线综合规划规范[S].
[3] GB 50157—2013,地铁设计规范[S].