

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.10.014

# 复杂环境下的综合管廊设计难点及优化方案

于丹

(青岛市市政工程设计研究院有限责任公司, 山东 青岛 266101)

**摘要:** 复杂环境下的综合管廊建设面临现状管线复杂、空间受限、专业交叉、安全施工、工期紧张以及社会舆论等诸多困难,青岛岙东路综合管廊项目设计中,从入廊管线安全等级、安装难易程度、相互影响等角度出发,确定断面布局;根据主廊埋深、分支管线重要性,分别选用十字分支口和直埋分支口;创新性地提出节点整合分类方案,采用BIM技术完成复杂节点优化、整合;根据地质条件、环境因素,采用放坡支护与垂直支护。最终在满足规划和使用功能的前提下,做到了节省投资、缩短工期和安全施工。

**关键词:** 综合管廊; 分支管线; 节点整合; 基坑支护

**中图分类号:** TU990.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2023)10-0090-05

## Design Difficulties and Optimization Scheme of Utility Tunnel in Complex Environment

YU Dan

(Qingdao Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Qingdao 266101, China)

**Abstract:** The construction of utility tunnel in complex environment is facing many difficulties such as complex current pipeline, limited space, multidisciplinary collaboration, safe construction, short construction period and public opinion. In the design of Qingdao Aodong Road utility tunnel project, the section layout was determined from the perspective of safety grade of the pipeline entering the tunnel, the degree of installation difficulty and mutual influence. According to the buried depth of the main tunnel and the importance of the branch pipeline, the cross branch and the directly buried branch were selected respectively. A node integration classification scheme was innovatively proposed, and the complex nodes were optimized and integrated by using BIM technology. According to the geological conditions and environmental factors, sloping support and vertical support were adopted. Under the premise of meeting the planning and use functions, the investment was saved, the construction period was shortened and the construction safety was achieved.

**Key words:** utility tunnel; branch pipeline; node integration; foundation pit support

综合管廊作为现代化的市政基础设施,在新区开发建设应用案例较多,技术路线及设计方案较为成熟,但在老城区受空间狭小、管线复杂、交通量大等因素制约,设计方案复杂,需因地制宜地设计每个节点,因而投资加大,致使应用受限。在青岛岙

东路综合管廊设计中,根据设计难点,提出了经济合理、科学可行的解决方案,可为类似工程提供借鉴。

### 1 项目基本情况

岙东路是青岛市的区域贯通性道路,规划为城

市主干路,本项目位于青岛世界动车小镇,是区域内部最为重要的南北向景观大道,承载着交通、管线、景观等多项功能。规划红线宽80 m,全长约7.1 km,设计内容包括道路、交通、管线、综合管廊以及景观等。道路现状宽16~20 m不等,沿线分布有架空电力、国防光缆、给水、燃气等管线以及众多企事业单位,给项目实施带来很大困难。

## 2 工程难点分析

基于上述情况,为合理制定方案,设计初期对面临的难点进行了研判。首先是规划与现状结合问题,管廊是百年工程,是区域发展的重要支撑,要与管线、道路、景观等各专业规划相协调;还要与沿线现状用户结合,以确保管线正常供给,必要时对既有重要设施进行保护、避让。其次是投资与工期问题,管廊工程投资较大,1 km管廊造价动辄几千万,是该项目投资最大的单项工程;管廊全线挖深超过6 m,施工工序复杂,制约整个项目工期进度,社会舆论压力明显。最后是安全问题,项目涉及深基坑支护、有限空间作业等危大工程,必须做好相应的设计、施工组织工作,务必确保项目安全。

## 3 工程方案设计

### 3.1 断面设计

根据各专业管线专项规划以及与权属单位充分对接后,确定综合管廊入廊管线包括电力(4回路220 kV、3回路110 kV、2回路35 kV、24回路10 kV)、通信(16孔)、给水(DN1 200输水、DN400给水)、热力(2×DN600热水)、再生水(DN200)。断面设计见图1。

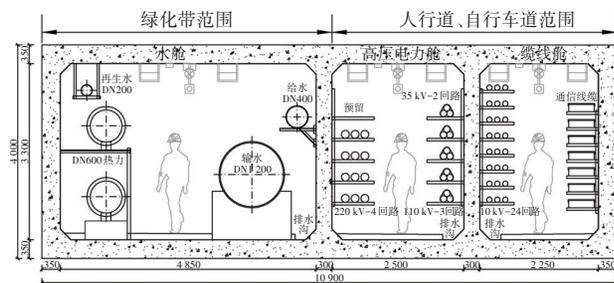


图1 综合管廊横断面

Fig.1 Cross section of utility tunnel

管廊横断面设计严格按照规范要求<sup>[1]</sup>,分为高压电力舱、水舱、缆线舱共计三舱。其中高压电力舱220 kV电缆单侧布置,110、35 kV电缆同侧布置,便于安全控制;缆线舱10 kV电缆与通信桥架分别单侧布置,互不干扰;水舱中输水管道管径大,采取

支墩形式布置于底部,给水、再生水管道管径小,分别采用托架、吊架布置于侧壁和顶板,热力管道同侧上下布置。标准段结构尺寸为 $B \times H = 10.9 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ ,为便于节点设置,将综合管廊设置于道路西侧绿化带内和人行道下,并尽量靠近车行道,减少拆迁。

### 3.2 分支管线过路形式设计

综合管廊分支管线过路形式目前主要有两种<sup>[2]</sup>:一种是设置综合管廊过路,主廊与支廊采取十字分支口,后期管线在廊内安装。该形式根据主廊与支廊上下位置关系,又分为支廊下翻型和支廊上翻型。其中前者使用较多,主廊在上保证纵坡整体平顺,便于其内部主管线安装;支廊在下导致埋深过大,通常在端墙处设置竖井,提高对外接线口高程,降低后期接驳难度。后者主要应用于主廊高程受限(如向下穿越河道、污水主干管)的情况,导致主廊埋深加大,坡度起伏;支廊在上,可降低顶部覆土,便于管线对外衔接。另一种是管线直埋过路,主廊采取直埋分支口。该形式在管廊推广初期使用较多,针对各专业管线对应预埋过路套管,但极易与直埋的雨污水管道或现状其他管道高程冲突,工程上通常设置转接井来调整高程,从而导致后期专业管线施工时安装困难,因此针对此种情况,建议同步实施过路的专业管线。

本次分支管线过路形式设计时,首先要满足使用功能,同时兼顾节省投资、缩短工期,方案如下:

① 与相交的主次干路等主要管线通道衔接时,为保证安装、管养便利,减少对交通影响,采取十字分支口+管廊形式过路(见图2)。

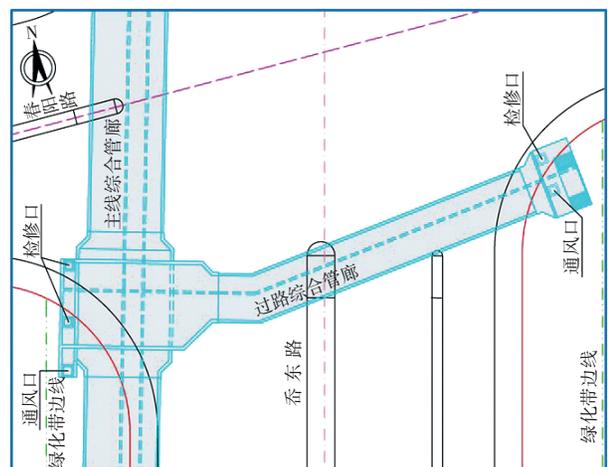


图2 十字分支口+管廊形式过路平面图

Fig.2 Crossing plan of cross branch+pipe gallery

② 与支路、地块等支管线衔接时,采取相对简单的直埋分支口+预留专业管线形式过路,分支口处对主线管廊进行外扩加高,并结合以往案例经验,为方便后期使用,同步实施过路的各专业管线,一次性解决过路问题。

具体如图 3 所示。

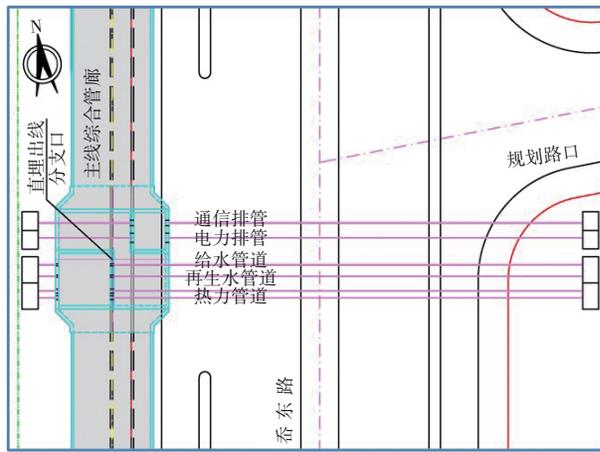


图 3 直埋形式过路平面图

Fig.3 Crossing plan of directly buried branch

全线共实施过路管廊 12 处,预留过路管线 18 组,比全部采取过路管廊方案节省投资 2 800 万元,并且缩短工期。

### 3.3 节点整合设计

#### 3.3.1 节点整合分类

节点主要包括:通风口、人员出入口、逃生口、吊装口等,其中通风口、人员出入口要求高于地面,应设置在绿化带内,给设计带来一定难度。为最大限度利用地下空间、节省投资,设计初期便研究了如何对各类节点进行整合,根据节点间距、设置位置、是否外露等因素,对各类节点进行整合,具体见表 1。

表 1 节点整合分类

Tab.1 Node integration classification

项目	通风口	逃生口	吊装口	分控室	人员出入口
通风口	√	√	√	√	×
逃生口	√	√	√	×	√
吊装口	√	√	√	×	√
分控室	√	×	×	√	×
人员出入口	×	√	√	×	√

通过分类整合,实现节点之间的空间和结构主体合并,最终主廊全线未设置一处独立的节点,合并率达到 100%,减少外露通风口 70 处,整体提升了景观效果。

#### 3.3.2 节点整合详解

在节点整合过程中,发现通风口的整合最为重要,因此特对其详细介绍。

① 过路管廊通风口合并设置。杳东路红线宽 80 m,过路支廊设置独立的通风系统,分别在分支口侧和管廊主线对侧设置通风口(见图 2)。因为相交道路无绿化带或绿化带较窄,且过路支廊为双舱断面,若采用常规通风口直接通向地面,会导致主廊侧通风口全都位于人行道下,对侧两个通风口则位于人行道和绿化带内。春阳路路口为支廊上翻型分支口,支廊在上,因顶部覆土少,无条件单独设置通风夹层,设计首先将端墙处分隔成两层,底层出线层满足管线对外接驳需求,顶层通风层设置风道、安装风阀;其次两个舱室共用一个风道,加长风道,将通风口引入绿化带内;最后为方便风道内设施检修,在各舱室风阀处分别设置检修口,方便人员从地面进入检修。鉴于本项目节点复杂,为便于方案优化、碰撞检查和施工,采用 BIM 技术对所有重要节点进行正向设计,具体见图 4。

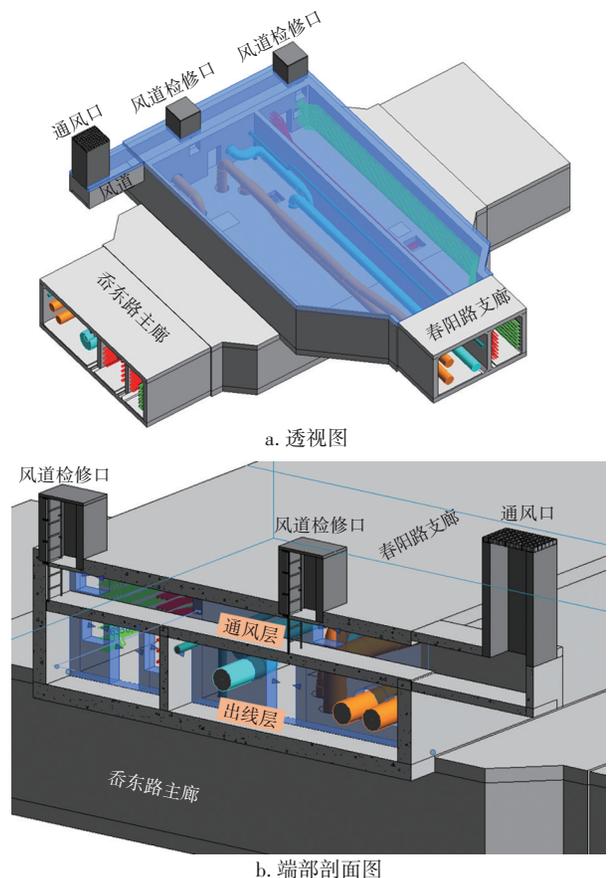


图 4 十字分支口通风示意

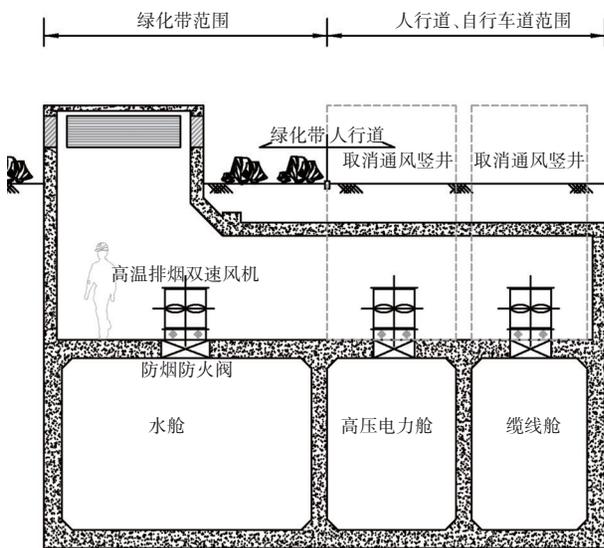
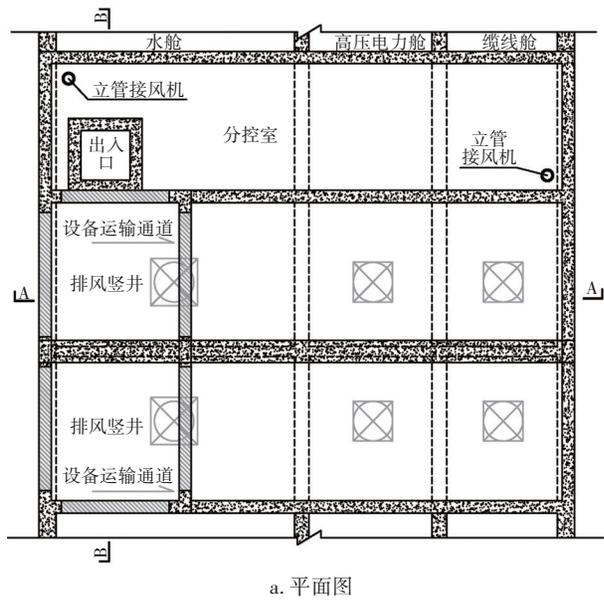
Fig.4 Schematic diagram of cross branch ventilation

② 主廊各舱通风口合并设置。主线综合管廊采取三舱形式,高压电力舱、缆线舱顶部为人行道和自行车道,无法设置通风口。

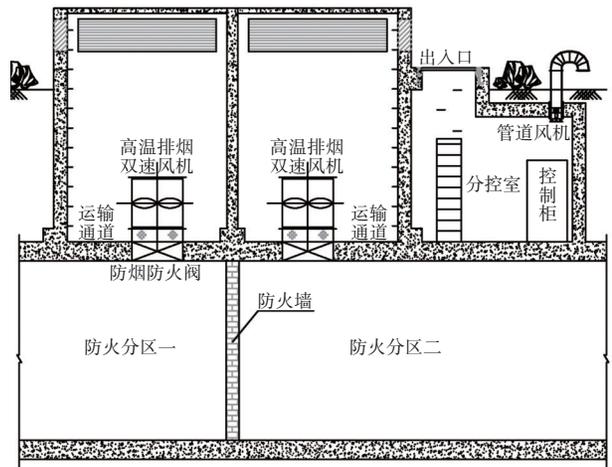
为此将常规的三舱独立设置通风口,改为合并设置通风口,即三个舱室共用一个排风竖井,兼顾设备安装口;考虑三个舱室防火防烟等级不同,通风排烟工况不同,因此分别设置机械排风机;为方便设备运输安装,风道高2 m,单侧设置1.2 m设备运输通道。

通过以上设计调整,在保证通风功能的前提下,还减少了通风口外露尺寸,并提升了景观效果。

具体见图5。



b. A-A剖面图



c. B-B剖面图

图5 通风口示意

Fig.5 Schematic diagram of air vent

③ 主廊通风口、分控室合并设置。通风口、分控室设置均与防火分区相关,为此设计将两者合并设置,采取共用结构主体形式,见图5(c)。其中通风口设置间距不超过200 m,即每个防火区两侧设置通风口;分控室设置间距不超过400 m,即每两个防火分区共用一处分控制,内部设置配电箱、环控柜、安防柜、消防柜、UPS点源等设施。此外,通风口也可结合吊装口、人员出入口等合并设置。

### 3.4 基坑支护设计

本项目基坑开挖深度为6.0~12.0 m,为危险性较大的分部分项工程。为保证地下结构施工及基坑周边环境的安全,对基坑侧壁及周边环境采用的支挡、加固与保护措施,必须进行基坑支护专项设计<sup>[3]</sup>,以保证基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路的安全和正常使用,保证主体地下结构的施工空间。本基坑工程安全等级为一级,基坑设计使用年限为12个月。

工程沿线地质情况:素填土平均厚度0.9 m,粉质黏土平均层厚1.1 m,泥岩强风化带层顶埋深1.0~6.0 m,泥岩中等风化带层顶埋深2.7~8.0 m,总体来看地质情况较好,支护采取以开挖放坡为主、局部垂直支护的设计方案。其中沟槽两侧有条件放坡地段,统一按1:0.5放坡,基坑采用全粘结锚杆+喷射混凝土面层的边坡加固方式(见图6),面层铺设 $\phi 10@150$ 双向钢筋网,喷射细石混凝土厚度100 mm,混凝土强度C20;在靠近现在建(构)筑物地段,基坑采用钢管桩+锚索支护体系设计(见图7),钢管桩桩径为146 mm,壁厚5 mm,桩间距为0.70

m, 施工桩顶位于地表, 桩在槽底嵌固深度 2.5 m。

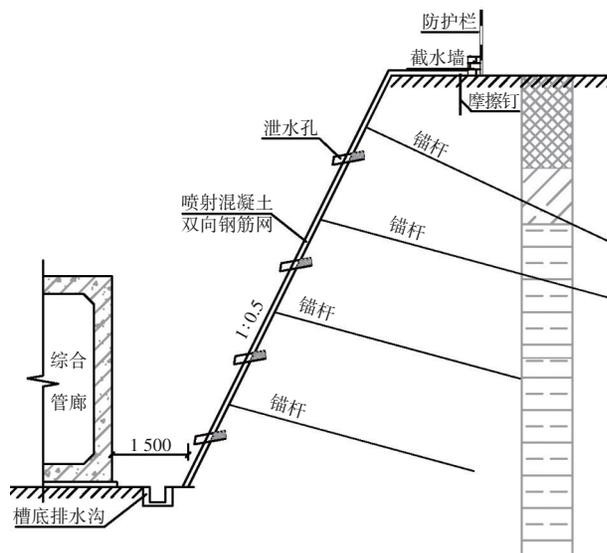


图 6 放坡支护段剖面图

Fig.6 Section of sloping support

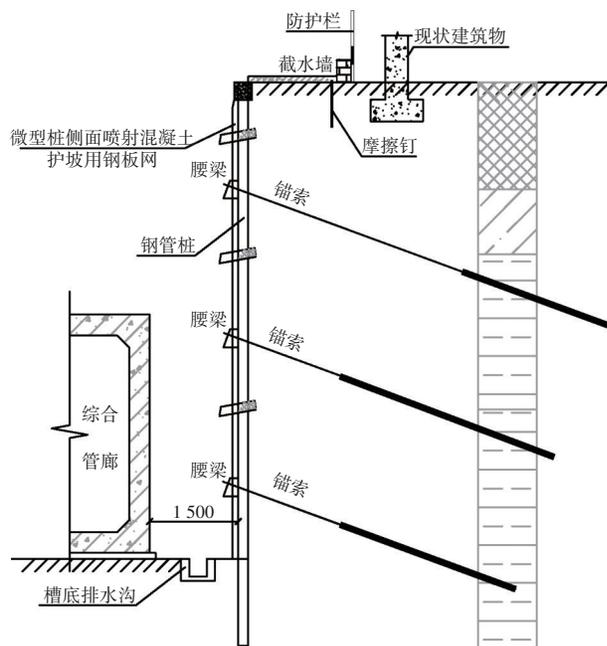


图 7 垂直支护段剖面图

Fig.7 Section of vertical support

#### 4 结语

复杂环境下的综合管廊断面布局要集约、紧

凑, 大管径采取支墩, 小管径、缆线采取支、吊架, 位置选择要与现状设施及规划结合, 统筹各专业实施时序; 分支管线过路形式是工程投资、工期的主要影响因素之一, 要根据管线重要等级, 有区别地选择; 节点整合是管廊建设的趋势, 应充分合并, 借助 BIM 技术解决复杂节点设计和施工问题; 基坑支护是项目安全实施的保障, 要针对不同环境单元, 采取相应的支护措施。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 住房和城乡建设部. 城市综合管廊工程技术规范: GB 50838—2015[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015. Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Technical Code for Urban Utility Tunnel Engineering: GB 50838—2015 [S]. Beijing: China Planning Press, 2015(in Chinese).
- [ 2 ] 于丹, 连小英, 李晓东, 等. 青岛市华贯路综合管廊的设计要点[J]. 给水排水, 2013, 39(5): 102-105. YU Dan, LIAN Xiaoying, LI Xiaodong, et al. Design points of municipal tunnel on Qingdao Huaguan Road [J]. Water & Wastewater Engineering, 2013, 39 (5) : 102-105(in Chinese).
- [ 3 ] 住房和城乡建设部. 建筑基坑支护技术规程: JGJ 120—2012 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012. Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Technical Specification for Retaining and Protection of Building Foundation Excavations: JGJ 120—2012 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2012 (in Chinese).

作者简介: 于丹(1983- ), 男, 山东青岛人, 硕士, 高级工程师, 注册咨询师, 青岛市市政工程设计研究院有限责任公司第五分院副总工, 主要从事综合管廊、海绵城市、雨洪管理、水环境综合整治以及给排水管网工程的咨询、规划、设计工作。

E-mail: 13306488977@163.com

收稿日期: 2022-03-14

修回日期: 2022-04-07

(编辑: 孔红春)