

城市综合管廊与轨道交通共建设计探讨

何建军, 张健君

(深圳市市政设计研究院有限公司, 广东 深圳 518031)

摘要: 城市轨道交通和综合管廊均属于城市地下空间开发利用,分别解决“人通行”和“物占位”的空间问题,为避免道路反复开挖,降低成本,将两者结合同步规划建设,有效开发地下空间是一个新的探索方向,目前国内相关研究成果不多。从综合管廊在轨道交通车站主体、附属以及区间等三处节点着手,通过两者结构及形式的相互改变,探讨了两者在竖向高程及空间位置关系,提出了几种典型的共建方案,可为类似工程设计提供参考。

关键词: 城市综合管廊; 城市轨道交通; 共同建设; 工程设计

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)04-0047-06

Discussion on Design of Urban Utility Tunnel and Rail Transit Common Construction

HE Jian-jun, ZHANG Jian-jun

(Shenzhen Municipal Design & Research Institute Co. Ltd., Shenzhen 518031, China)

Abstract: Urban rail transit and utility tunnel all belong to urban underground space development and utilization project, which could solve the “pass” and “content place holder” space problems. In order to avoid repeated excavation road and to reduce costs, a combination of the two projects was determined via synchronized planning and construction. The effective development of underground space is a new exploration field. At present, the domestic relative research achievements did not obtained. In this paper, from three nodes, such as the utility tunnel in the main body of the rail transit station, the subsidiary and the interval space, etc., the relationship between the vertical height and space between the two position, was discussed by both the structure and form of change each other. Then, a variety of flexible build plans were put forward, which can provide a reference for similar project design.

Key words: urban utility tunnel; urban rail transit; common construction; project design

近年来,国内城市轨道交通行业快速发展,新运营里程持续扩大。据轨道交通协会统计,截至2017年6月底,中国内地31个城市开通运营城市轨道交通共计133条线路,运营线路总长度达4 400 km。全国轨道新线规划审批也同步加快,58个城市轨道交通规划获批,规划线路总长达7 305.3 km,尚有1 668.8 km规划未建。

轨道交通和城市综合管廊均属于城市地下空间开发利用,前者主要解决“人通行”空间问题,后者主要解决“物占位”空间问题。而地下空间是城市

重要的空间资源,合理利用开发是解决城市日益严重的土地紧缺、环境恶化、交通拥塞、能源浪费、防灾减灾等问题,实现城市可持续性发展的重要战略举措。因此两者结合同步建设合理开发地下空间,成为当前城市建设新方向。

1 共建管廊案例

在日本和中国台湾地区,十分注重综合管廊的建设与轨道交通同步实施,其经验表明综合管廊可以与轨道交通同步开发建设。

台北市信义线综合管廊全长约6.0 km,与捷运

轨道交通共同建设,分为盾构和明挖结构,收纳管线有电力、电信、自来水等,其中盾构隧道段 3.13 km,明挖段 1.89 km,特殊部位 28 个^[1]。

北京王府井地下综合管廊将与正在建设的北京轨道交通 8 号线三期同时建设,是北京轨道交通建设中首次尝试,该管廊工程位于王府井大街,沿道路地下敷设。线路北起轨道交通 8 号线三期工程右线设计起点,南至东单三条路口北,总长度为 915 m。其中,与王府井北站共构段长度为 308 m,在区间隧道上方段长约 607 m。此外,还将在王府井北站南侧设置地下综合管理中心,建筑面积为 603 m²^[2]。

广州市沿 11 号轨道交通线地下管廊线路总长为 48 km,平均井间距为 0.98 km,主线沿地铁 11 号线敷设,长为 44.9 km,设 46 座出地面井;支线工程沿科韵路敷设,线路长约 3.1 km,设 4 座出地面井。地铁 11 号线共线长度占了 70%,地铁结合建设井 24 座,结合率 75%^[3]。

包头市地铁 1 号线、2 号线(一期)沿线综合管廊工程是包头市重点工程,由包头市地下综合管廊管理有限公司负责建设,工程全长为 37.3 km,根据规划条件采用 1~3 舱断面形式,入廊管线包括给水、中水、热力、电力、通信等五类管线。

2 共建管廊断面形式选择

一般综合管廊断面形式分为矩形、多弧形、马蹄形、圆形等几种,其中明挖现浇施工时宜采用内部空间使用率较高的矩形断面;明挖预制装配施工时可采用矩形、多弧形、圆形断面,施工的标准化和模块化易于实现;采用非开挖施工时宜采用矩形、马蹄形、圆形断面。

适用于与轨道交通共建的管廊断面形式主要为矩形、马蹄形、圆形断面。一般明挖采用单层矩形断面或双层矩形断面,盾构采用圆形断面。典型“燃气+综合+污水+电力”四舱管廊断面见图 1,典型“污水+燃气+电信+综合+预留”双层管廊断面见图 2,典型圆形断面见图 3。

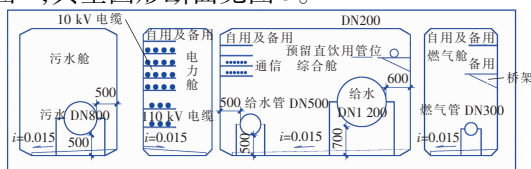


图 1 典型单层矩形断面

Fig. 1 Typical single-layer rectangular section

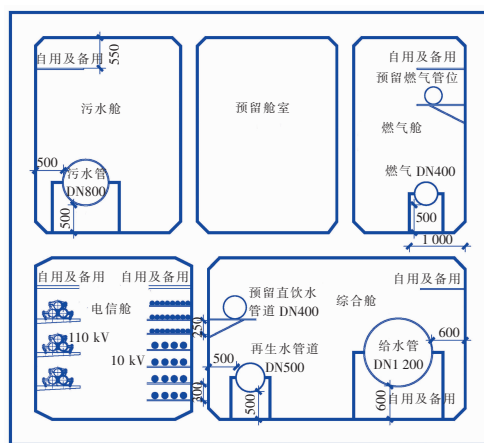


图 2 典型双层矩形断面

Fig. 2 Typical two-layer rectangular section

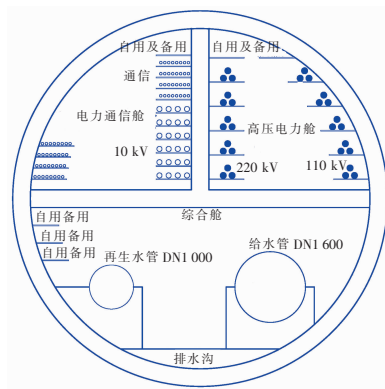


图 3 典型圆形断面

Fig. 3 Typical circular section

3 共建管廊段管线入廊分析

原则上电力、通信、给水、再生水、热力以及压力雨水和压力污水管等市政管线均可入廊。

与常规入廊管线略有差别的是,轨道交通是城市建设中最大最重要的基础设施,是人员流动最为密集的公共场所,其安全性要求高,与轨道共建管廊不仅要考虑与轨道相互空间高程及位置,还要考虑安全风险,故重力流雨水、污水以及有爆炸风险的燃气,均应因地制宜,综合分析比较后方可确定其是否入廊。

① 雨水:单纯转输或过境雨水建议不入共建管廊,若结合海绵城市专项规划,根据地形条件及道路实际情况,确有条件时,可考虑将初期雨水收集池、雨水调蓄池等海绵城市设施与管廊结合建设,有效提高轨道作为重要市政基础设施的雨水设计重现期标准。

② 污水:污水入廊要考虑与街区预留污水接

驳问题,要考虑避免污水有机物在运输过程中被厌氧微生物分解为无机爆炸性气体的通风问题,还要考虑每隔一段距离的清淤问题,因此污水入廊对共建管廊影响非常大。建议污水为主管($DN \geq 500$ mm)且在大距离范围(≥ 200 m)内标高确实合适的可入廊,考虑单舱、最外层设置,便于接驳、通风和清淤;在过车站节点入廊的污水舱室,建设时应当优先考虑污水舱绕行,无法绕行时建议污水管道直埋敷设。

③ 燃气:原则上次高压天然气($0.4 \sim 1.6$ MPa)尽量考虑不入共建管廊,若已规划入廊,建议与规划部门对接调整次高压天然气规划路径,无法调整时需提前组织安全评估,轨道交通段天然气管道与车站建筑物之间的安全净距需满足相关规范要求。

4 管廊与轨道共建设计探讨

为详细研究综合管廊与轨道交通共建设计,根据两者竖向标高及空间位置关系,将其分为以下3个部分进行研究探讨:

① 管廊过轨道车站主体结构;

② 管廊过轨道车站附属结构(出入口和风亭);

③ 管廊过轨道区间段。

以某市城市轨道交通与综合管廊共建设计方案为依据进行分析和探讨。

4.1 管廊过轨道车站主体结构

轨道车站一般指的是不与线网中其他线路进行换乘的车站,此类车站结构简单,一般为地下两层站,路中布置,可明挖和暗挖实施,明挖车站顶板埋深多在 $3 \sim 3.5$ m,暗挖车站顶板埋深多在 $6 \sim 8$ m以上^[4]。暗挖一般要求地质条件好,地下水位低,开挖面具有一定的自稳性和稳定性,工作面土体的自立时间,应足以进行初期支护作业^[1],一般南方地区站体暗挖较少,北方多,在此暂不考虑暗挖站体情况。

4.1.1 管廊位于车站主体结构上方

① 正常理想情况:在轨道站体埋深大,覆土深,有空间从其上方敷设综合管廊时,可优先考虑从站体上方过管廊,设计时应考虑放置管廊后,管廊顶板结构离道路路面至少应保证 0.7 m的道路路基有效回填深度。图4为某站点设计的典型布置形式,该管廊为 $(6.2+2)$ m $\times 3.5$ m双舱断面,敷设时

避开轨道 1.1 m高的上翻梁结构,并预留两者间 0.5 m垫层。

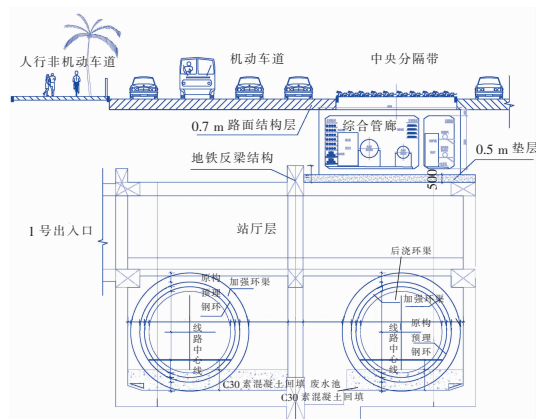


图4 管廊从轨道结构上方敷设

Fig. 4 Utility tunnel laid from the top of the track structure

该过站方式要求站体埋深大,对明挖站体而言,埋深大意味着工程施工难度加大,造价增加,据相关工程经验,一个长约 200 m的标准地下站体每增加 1 m埋深,其造价约增加 500 万元。故控制站体埋深,对轨道及管廊来说,在节约投资、降低施工难度方面均有重要意义。多数轨道明挖站体覆土为 $3 \sim 3.5$ m,考虑结构反梁,有效覆土更小。设计管廊断面形式及尺寸一般根据容纳管线种类、数量、断面规模、远期预留需求以及施工工法综合确定,笔者从收集的相关设计案例来看,一般含结构厚其高度在 5 m左右。正常轨道站体很难保证这样大尺寸覆土要求。

② 管廊左右拆分:由于管廊纳入管线多,舱室多,管廊宽度大,在车站顶上方有限空间无法整体建设时,可考虑将管廊多舱室拆分成两个或三个,分左右同步过站。

某站点车站顶板覆土 5.5 m,管廊净高为 3.8 m,污水埋深约 4.5 m,考虑入廊。规划管廊断面为 $(2.8+3.1+1.9)$ m $\times 2.8$ m三舱,含结构约 9.4 m宽。

该站为X和Y两条线换乘站,考虑后期盾构的实施,在结构上预留了盾构井,管廊敷设避开预留盾构井位置,由于地铁出入口与Y号线预留盾构井间距仅 7.4 m,无法放置整个管廊,将管廊拆分为2部分。从出入口与Y号线预留盾构井 7.4 m空间敷设 2.8 m $\times 2.8$ m单独污水舱,从X号线与Y号线两预留盾构井间 9.2 m空间敷设 $(3.1+1.9)$ m $\times 2.8$ m综合舱和燃气舱(见图5)。

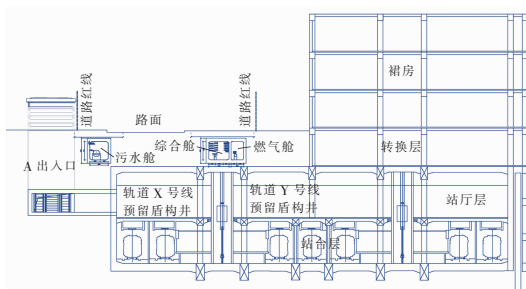


图5 管廊左右拆分过站

Fig. 5 Split of utility tunnel over station

③ 管廊上下叠起:若轨道站体只有一侧有实施管廊空间,但按管廊平铺建设又无法完全放下时,可对管廊采取双层叠起,减小管廊净宽后再敷设。某站点设计,风亭与建筑物地下室边净距为11.7 m,规划管廊为 $(2+4.6+2.8) \text{ m} \times 2.9 \text{ m}$ 三舱断面,平铺无法通过,因重力流管未入廊,可对管廊采用双层叠加布置,变为 $5.1 \text{ m} \times 6.25 \text{ m}$ 双层形式,含结构净宽为6 m,满足通过净宽。实施管廊时,轨道边围护桩先打,后期围护桩可共用(见图6)。

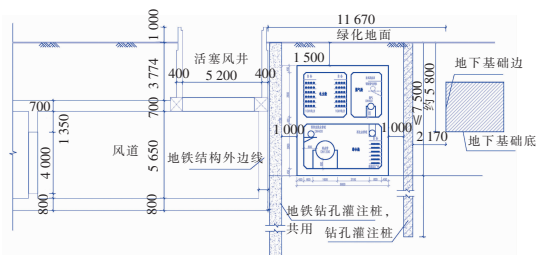


图6 管廊上下叠起过站

Fig. 6 Fold up of utility tunnel over station

④ 车站主体设凹槽:在管廊横跨车站主体结构时,一般可考虑局部一跨降板,满足管廊过站埋深,其降板深度必须经轨道建筑和暖通专业复核计算。图7为某站点,车站顶板覆土3.5 m,规划管廊为 $(2+2.7+1.8) \text{ m} \times 3.15 \text{ m}$ 三舱断面,含结构宽7.9 m,管廊横跨车站位置采用局部一跨(跨长为9.75 m)降板2.3 m,且采用顶板逆作法施工。

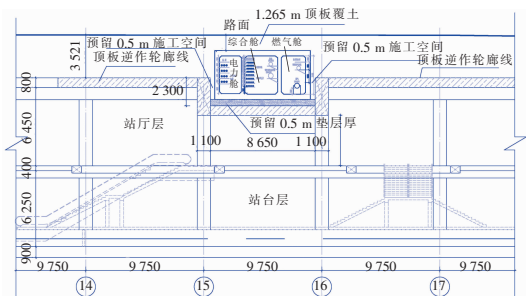


图7 凹槽内敷设管廊

Fig. 7 Laying utility tunnel in the groove

⑤ 车站主体设下翻梁:车站公共区下管线少结构梁可下翻,设备区下管线多一般要求梁上翻,上翻梁为纵向突出结构,一般站体上方有多条平行纵向翻梁,对管线改迁和管廊实施影响较大。

某站点设计,规划管廊为 $(2.7+2.6+4.1+2) \text{ m} \times 2.9 \text{ m}$ 四舱断面,污水埋深为4.2 m,考虑入廊过站,管廊置于顶板结构上方,为避免站体2道平行上翻梁对管廊影响,将站厅层高加高0.65 m,取消1 m高上翻梁,车站顶板覆土5.15 m(见图8),该方案:节省0.45 m空间刚好能满足污水通行标高;将原2道上翻梁分割空间化零为整便于管廊整体敷设;层高加大轨道造价将增加。

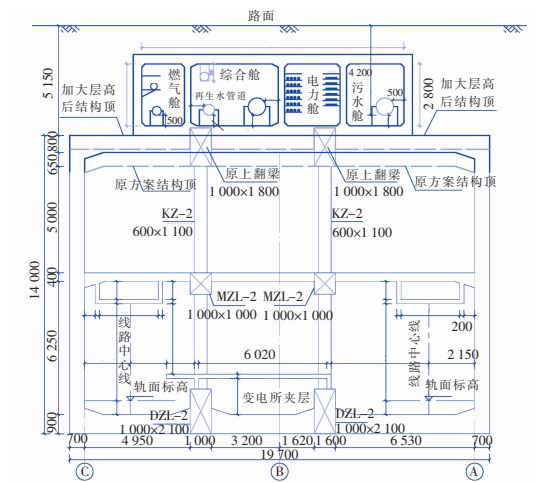


图8 取消上翻梁站体

Fig. 8 The station canceling the upturn beam

⑥ 车站主体设单跨:根据站台宽度不同,车站一般采用单柱双跨或双柱三跨箱形结构。车站站厅层及站台层公共区柱子密布降低美感,影响视野及客流。

结构上翻梁影响市政管线回迁,下翻梁影响车站内部管线布置。当站台宽度小于9 m时,车站标准断面可采用无柱单跨箱形结构,无上下翻梁,无上翻梁时利于道路管线改迁及管廊敷设,无下翻梁时可提升公共区净高,便于装修。且站厅公共区的楼扶梯及电梯布置不受主跨影响,站台层人流不被柱子阻隔,视野通透^[3]。

4.1.2 管廊位于车站主体结构下方

该方案在技术上可行,但是管廊埋深大,造价高,施工困难,一般在大型换乘车站并且与站体结构采用合建形式,或是采用圆形盾构形式,在此暂不叙述。

4.2 管廊过轨道车站附属结构

相比主体结构,出入口及风亭等轨道附属结构尺寸小,覆土一般为 $4.6\sim 5\text{ m}$,与管廊共建灵活性强,是常用建设形式。限于篇幅,在此轨道附属仅以出入口为例。

① 管廊位于出入口上方:出入口覆土能满足管廊敷设时,直接设计即可;若覆土不够,又要考虑主体结构标高不降时,可对出入口局部段进行下压一定深度(不超过 1.5 m)满足管廊敷设^[5],但出入口做成倒虹式会给人员通行带来不便,需轨道、消防及通风专业复核计算,如图9所示。

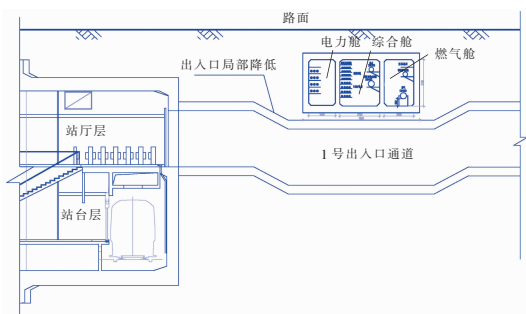


图9 管廊过出入口通道上方

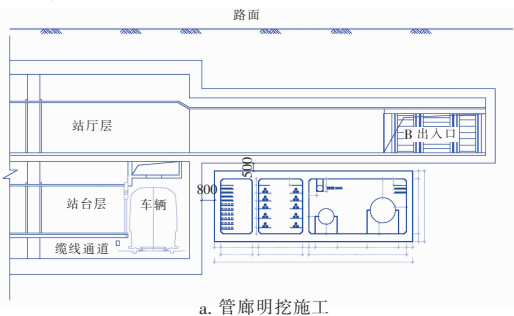
Fig.9 Tunnel passing over the entrance passage

特殊情况可合建共用底板结构来减小通道下压深度。

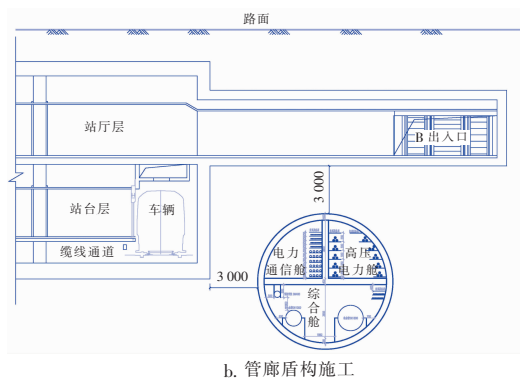
② 管廊位于出入口下方:若出入口通道下压都无法满足管廊敷设时,可考虑管廊从出入口下方穿行。

该方案管廊埋深大,一般在 10 m 以上。管廊可结合轨道施工工序采用开挖或盾构施工。

某站点设计,规划入廊管线采用“高压+综合+电信”三舱矩形断面,从出入口下方穿行[见图10(a)],与地铁站体同步开挖施工。若要降低轨道施工工序对管廊建设影响,可将管廊断面改为圆形,采用盾构施工,但两者必须预留抗扰动安全间距[见图10(b)]。



a. 管廊明挖施工



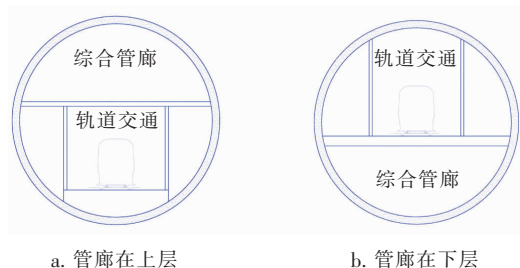
b. 管廊盾构施工

图10 管廊过出入口通道下方

Fig.10 Schematic diagram of tunnel passing below the entrance passage

4.3 管廊过轨道区间段

① 区间段合建:区间段轨道与管廊合建时,可采用左右双洞建设形式,钢筋混凝土管片内径需增加,同时还得建造大直径盾构掘进机。管廊与管道示意图见图11。



a. 管廊在上层

b. 管廊在下层

图11 区间段管廊与轨道示意

Fig.11 Schematic diagram of tunnel and track of interval segment

图11(a)中下层为轨道通道,上层为管廊通道;图11(b)中上层为轨道通道,下层为管廊通道。该合建方式复杂,管廊及轨道相互运行及维护影响大,且盾构内径大造价高,需专项研究,包括结构、通风、消防、管廊进出线等均要全方面比较。目前此种圆形结构的内部空间有限,结合方式仅局限于缆线管廊,有条件时可考虑方形盾构同步建设管廊与轨道^[6]。

② 管廊矩形断面明挖施工:若矩形管廊在轨道区间段,竖向及平面均满足一倍轨道洞径距离,可对管廊进行大开挖施工;若根据地质条件及轨道施工工序,对不满足相关安全施工间距的管廊可采用支护开挖施工。

支护开挖施工示意如图12所示。

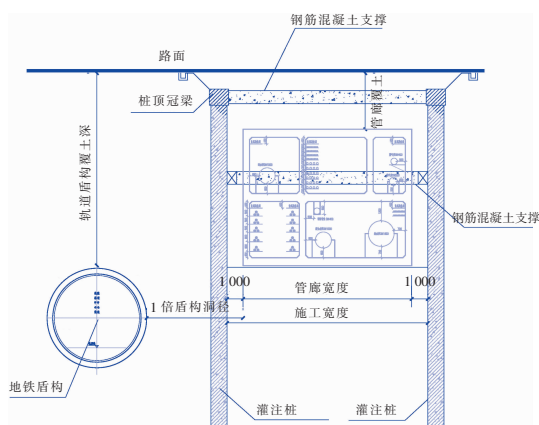


图12 区间段管廊支护开挖施工示意

Fig. 12 Schematic diagram of tunnel support excavation construction

③ 管廊圆形断面盾构施工:开挖施工困难,而两者间距能满足盾构实施条件时,管廊可选择圆形断面盾构施工,如图13所示,有条件时也可考虑方形盾构同步建设。但大直径盾构对周边构筑物影响加大,对地质要求高,造价高,施工风险加大。值得注意的是,管廊盾构穿越轨道围护结构时,轨道围护设计应考虑盾构穿越的预留条件,对围护结构可采用玻璃纤维筋等措施。

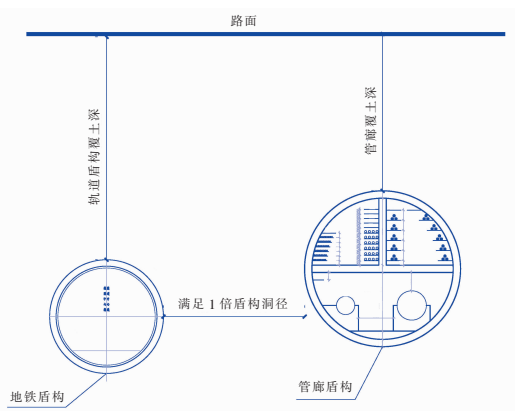


图13 区间段管廊盾构施工示意

Fig. 13 Schematic diagram of tunnel shield construction

5 结语及建议

① 从管廊与轨道竖向及平面关系着手,探讨两者共建的几种典型布置形式,对暗挖工况以及轨道和管廊结构合建等形式未论述,实际上两者共建形式灵活多样,但处理起来复杂,涉及到建筑、结构、通风、消防、岩土、给排水等各专业,均与常规单独建设管廊有很大不同,需专项论证。

② 入廊管线务必要进行多方案论证比选,这是后续工作的基础,只有入廊管线选择合理,管廊与轨道共建形式才能明确。

③ 管廊与轨道平面和竖向位置要结合两者建设先后以及轨道主体与附属施工时序等统筹考虑,另外还要考虑围护结构形式以及结构抗浮要求等。

④ 管廊无法穿越站体时,可局部采取管道直埋方式敷设,尤其是污水管道。区间段通信光缆可纳入轨道隧道内一同敷设。

参考文献:

- [1] 刘应明. 城市地下综合管廊工程规划与管理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [2] 曾国华,史金栋,台启民. 地下综合管廊与地铁车站同期建设方案优化研究[J]. 市政技术,2017,35(3):72-76.
- [3] 史海欧. 跟地铁相结合的综合管廊和新型无柱车站设计方案[A]. 第三届城市轨道交通工程建设发展研讨会论文集[C]. 广州:中国城市轨道交通协会,2017.
- [4] 刘剑春. 新建轨道交通工程与新建城市管廊衔接共建设计策略探讨[J]. 铁道标准设计,2017,61(5):142-148.
- [5] 彭世兴. 综合管廊和地铁同步建设技术可行性分析[J]. 福建建筑,2017,(7):164-166.
- [6] 陈曦寒,韦梓春. 基于可持续发展的城市综合管廊与轨道交通协同建设——以南通市为例[A]. 2017城市发展与规划论文集[C]. 海口:中国城市科学研究会,2017.



作者简介:何建军(1983-),男,湖北荆州人,硕士,高级工程师,主要从事水环境治理、海绵城市、综合管廊设计工作。

E-mail:531585390@qq.com

收稿日期:2017-10-26