

浅析城市地下综合管廊施工技术及其要点

赵向君

中恒建设集团有限公司

摘要：随着城市化的不断发展，技术的不断进步，人们对综合管廊施工技术的了解也越来越多。因此，总结了钢筋混凝土与钢制两种不同材质的综合管廊的结构形式及其适用性，并对明挖现浇法、明挖预制装配法、暗挖法等3种地下综合管廊工程常规施工技术及其难点进行了比较。基于新型施工装备，进一步分析了双模掘进机预制拼装、移动护盾机预制拼装、U型盾构预制拼装等国内已研制成功的地下综合管廊工程新型施工技术。最后，从项目建设全寿命周期角度，对城市地下综合管廊规划、设计、施工、运维等方面存在的重点技术问题进行了探讨，以期为我国城市地下综合管廊工程建设提供借鉴参考。

关键词：城市地下；综合管廊施工技术；要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.21.018

引言

城市地下综合管廊可在管廊内设置各种基础设施管道部署集中运营，能使城市近地空间的电缆、电线杆、高压铁塔等有效减少，在处理一些城建问题时不会越界。可有效避免重复开挖地面。地下综合管廊可以很好地保护各种基础设施管道，尤其是在发生一些灾害时。因此，当灾害发生时，因为大量的管道在地下，所以可以尽量避免电线损坏对生命财产和人身安全造成二次损害。此外，地下管道应急控制响应速度更快，可有效提高城市应对灾害的能力。在城市地下综合管廊建设中，比较常用的技术是综合管廊的预制装配技术。该技术目前具有良好的应用前景。并且这项技术可以大大降低工程造价，保证工程的施工质量，有效加快项目建设进度，缩短周期。因此，城市地下综合治理廊道工程施工技术应用前景较好。

一、城市地下市政综合管廊建设内容

(1) 管廊本体。在综合管廊施工中，首先运用的建材主要是预制形式的钢筋混凝土建材或是现浇。

(2) 其内部构成为不同形式的管线。地下综合管廊建筑的核心就是居民生活中运用的不同形式的管道线路。其管线主要包括供热管线、供水管线以及天然气管线。

(3) 综合管廊构成还包括相对应的供电、排水及消防系统。内部设施在特殊天气或特殊情况下容易受到供热管道漏水或雨水天气的不良影响，因此，应根据实际情况设置排水系统。地下综合管廊供电系统主要是为了维护光缆的日常运行工作及照明工作，消防系统主要是提

高其内部防电、防火的效果。

二、综合管廊施工技术

(一) 明挖现浇法

现浇综合管廊结构混凝土采用C40混凝土，抗渗等级为P8，模板采用钢模板。管廊主体结构浇筑混凝土时，根据施工工序，应分两期进行，首先浇筑结构底板及侧板30cm，其次浇筑剩余侧板及顶板部分。接缝处应进行凿毛、清洗，以保证混凝土间良好的结合性，同时布设钢板止水带进行防水处理。分期浇筑混凝土时，应尽量缩短龄期差，控制在28天之内。为保证结构的尺寸准确，应确保模板和支架的稳定性及强度。主体结构混凝土应采用防水混凝土，采用机械进行搅拌，且搅拌时间不应小于2min。若运输途中防水混凝土发生离析，必须进行二次搅拌。防水混凝土坍落度无法满足施工要求时，应加入原水灰比的水泥浆，严禁直接加水。采用高频机械振捣对防水混凝土进行振捣密实，时间宜为10~30s。混凝土浇筑应连续进行，并及时覆盖保湿养护，浇水养护时间不得小于14天，未达到7天模板不可拆除。采用明挖现浇法施工，施工操作比较简单，造价比较低，可大面积施工等优点，但采用该方法施工时，开挖回填量大；施工周期长，影响交通的等缺点。

(二) 明挖预制装配法

综合管廊全现浇施工技术存在较多问题，例如，混凝土外观质量难以控制，现场施工工序多，作业效率低，模板、支架、人工等资料投入大等。为此，在明挖法的基础上，通过研究与应用实践，提出了多种不同的综合管廊预制装配技术，包括节段装配式、分块装配式、叠合装配式、半预制装配式、多舱组合装配式等。预制装配式综合管廊生产及安装关键技术进行了研究，预制装配式综合管廊的受力性能开展了试验研究。节段预制装配式与分块预制装配式属于全预制装配式。节段预制装配式施工技术一般适用于单舱或两舱的小断面综合管廊，整体性好，拼装快，国内首次应用于2010年建成的上海世博会园区综合管廊。分块预制装配式是将综合管廊拆分为底板、墙板、顶板等多个部分进行现场拼装，预制构件小，运输、吊装方便，但节点连接多，精度要求高，存在纵、横向拼缝。全预制装配式技术一般适用于工程址区地质条件良好而无须采用桩基础的地下综合管廊施工。半预制装配式与叠合装配式属于部分预制装配式，结合了预制装配式与现浇两种施工工艺。半预制装配式可根据实际情况有多种组合，如底板现浇，

墙板及顶板分块预制拼装。叠合预制装配式通常是采用叠合式墙板，墙板之间现浇混凝土叠合层，以此形成共同工作的墙板。针对全现浇结构与全预制装配式技术存在的不足，综合管廊叠合装配技术进行了研究。与全现浇结构及其他预制装配式结构相比，叠合装配式结构具有适用性强、防水整体性好、外观质量好、成本低等优点。

（三）暗挖法

当在建成道路交通流量大、地下管线多、周边环境复杂的密集城区（如老城区）建造地下综合管廊，或者综合管廊下穿河道、铁路、高速公路、地表重要建构筑物时，明挖法施工建设难度极大，暗挖法施工应用十分必要。暗挖法施工几乎不受地面交通、河道、季节、气候等客观条件的影响，但投资较大。综合管廊暗挖法包括盾构法、顶管法、管幕法等，综合管廊主体结构一般以预制装配式为主。目前，盾构法综合管廊施工技术具有施工速度快、安全性好、地层适应性强等优点，但也存在受盾构隧道最小覆土限制而导致管廊埋深较大、管廊线路走向不灵活、圆形断面利用率较低、工程造价较高等缺点。此外，出入口、逃生口、吊装口、进风口、排风口、管线分支口等节点不好设置，且施工难度高。顶管法应用于大断面综合管廊时，顶进难度较大，不适合长距离顶进。当综合管廊沿线局部下穿铁路、高速公路、浅窄河道时，下穿距离较短，明挖法与顶管法相结合是潜在的技术可行、经济合理的施工方案。对于顶管法或盾构法综合管廊的中隔墙等内部附属结构，可进行现浇施工或二次预制安装施工。管幕法综合管廊施工技术一般在地质及周边条件非常复杂、其他暗挖法不合适的情况下比选应用。

（四）顶管法

顶管工程设计4口顶管井，管节采用D3200顶管专用钢筋砼管，每节长2.5m，接口采用F型承插口。井身采用C40密实性防水混凝土，抗渗等级P8。沉井底板采用补偿收缩混凝土浇筑，补偿收缩混凝土的膨胀剂量应通过试验确定，但不宜大于12%，在水中养护14d后的限制膨胀率不应小于0.015%，混凝土养护时间不小于28d。沉井封底素混凝土强度等级为C20。沉井采用HPB300级和HRB400级钢筋，顶管管节采用CRB550级钢筋。顶管管道管材采用顶管专用钢筋砼管，其外压荷载III级，采用C50密实性防水混凝土，抗渗等级P8。施工顺序：施工降水→沉井制作→井内土方开挖→沉井下沉→沉井外壁土方回填→沉井封底→安装顶管设备→钢筋混凝土管分节顶进→施工沉井内结构→土方回填。对位于较厚的砂层，透水性较强，顶管施工时，闷板揭开后水极易带动砂土涌入井内，造成周边地面沉降，故在沉井进出洞范围需增加 $\phi 500@400\text{mm}$ 高压旋喷桩止水帷幕，沿顶管

轴线方向加固2排，加固顶底标高以超出砂层1m控制；对圆形沉井，顶管顶进前方加固宽度为管道外侧两边各加固1m，顶管后背墙方向为保证顶进时井身不偏转方向，采用沿顶管轴线两侧扇形展开加固；对于矩形沉井，顶管顶进前方加固宽度为管道外侧两边各加固1m。

三、综合管廊施工要点分析

（1）变形缝设计。综合管廊变形缝的宽度预制段为2cm、现浇段为3cm。其中现浇段变形缝处采用中埋式止水带与嵌缝材料止水构造、预制段采用橡胶密封圈，每隔15m-20m设置一道变形缝，缝内设橡胶止水带，并用聚乙烯发泡填缝板和双组分聚硫密封膏及膨胀橡胶条嵌缝处理，确保变形缝的水密性。（2）施工监测。基坑开挖前监测单位须编制详细的监控量测方案，并会同建设单位、设计、施工、监理各方审查后方可实施。施工过程中监控数据应及时提供给建设、设计、施工、监理各方，以达到信息化施工的目的，确保施工安全。监测内容包括：基槽周围建筑物及基槽顶沉降观测、支护结构水平及竖向位移、沉降、测斜、支撑轴力和地下水水位观测。

四、结语

城市地下综合管廊埋设在地下，主要为人们提供电力和排水、天然气、有线电视、通讯信号等，但这些影响实现需要科学合理的设计和规划，才能被人们使用。城市地下综合管廊的施工工艺方法比较多样，施工需要根据实际情况而定。选择合适的施工工艺和方法，或根据工程建设的需要，使用这些技术的有效结合，使城市综合管廊工程顺利建设，从而有效加快施工进度，缩短工期，从而使项目成本效益有效控制。另外，城市地下综合管廊的施工人员清楚掌握下管廊的各种施工工艺，了解每种工艺的优缺点，合理地将施工技术应用到工程建设中，有效提高工程质量。

参考文献

- [1] 马志刚. 地下综合管廊施工技术研究[J]. 砖瓦世界, 2021, 000(004): 51.
- [2] 陈向晖, 丁孟翔, 张建松. 城市地下综合管廊施工技术研究[J]. 科学大众, 2020, 000(001): P. 119-120.
- [3] 林海花. 市政地下综合管廊工程防水的施工技术[J]. 绿色环保建材, 2020, No. 155(01): 154-155.
- [4] 高银宝, 谭少华, 谭大江等. 小城镇地下综合管廊规划建设与管理[D]. 地下空间与工程学报, 2020(1): 91-92.
- [5] 梅璟. 浅议城市地下综合管廊施工技术及其要点分析[J]. 建筑工程技术与设计, 2021, 000(010): 1366.
- [6] 蔡福. 城市地下综合管廊管理系统及施工技术分析[J]. 中国科技博览, 2021(35): 73-73.