

# 城市地下综合管廊市政施工中的技术要点

文 / 刘帅朝 安徽省煤田地质局水文勘探队

**摘要：**城市地下综合管廊，作为现代城市的重要基础设施，集电力、通信、燃气、供热、给排水等多种工程管线于一体，不仅极大地提高了城市地下空间的利用效率，还有效避免了传统管线铺设方式带来的种种问题，如反复开挖、交通拥堵、管线混乱等。再严格执行设计规范和施工标准，加强施工现场管理和质量检查，建立完善的质量管理体系，确保工程质量和安全。

**关键词：**城市地下综合管廊；市政施工；技术要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.063

## 引言

城市地下综合管廊的市政施工却是一项复杂而艰巨的任务，要求施工团队具备高超的技术水平和丰富的施工经验。在施工过程中，需要关注多个技术要点，包括基坑开挖与支护、结构施工与混凝土浇筑、防水设计与施工等，关系到管廊的施工质量。通过制定合理有效的防水方案，以结构自防水为根本，施工缝、变形缝等接缝防水为重点，形成完善的地下防水体系，保证整体成效。

### 一、工程概况

某城市地下综合管廊建设工程是为提升城市基础设施现代化、减少地面管线占用、保障公共安全而开展的一项重大工程。该工程旨在通过建设地下管廊，集中布设电力、通信、给水、排水等多种管线，实现城市管线的高效、智能管理。该项目的地下管廊建设总规模规划超过 5000 公里，分布在多个城区，涵盖了新城开发区域及老旧城区改造。该项目的建设采用了先进的盾构施工技术、BIM 建模、预制化施工等手段，大大提高施工效率，减少对周边环境的影响。

### 二、城市地下综合管廊市政施工中的技术要点

#### (一) 项目设计与规划

该城市地下综合管廊的设计理念以多功能、集中化为核心，旨在提升城市基础设施的管理效率与安全性。管廊内综合布设电力、通信、给水、排水等多种市政管线，避免传统方式中管线交错布设所带来的管理难度和安全隐患，通过集中式布管，能更高效地进行管线的维护和应急抢修。规划中的功能布局以城市功能区划为基础，依据不同区域的需求进行管廊功能分配，管廊内部分区域专门设有电力、通信管线，而其他部分则用于水务与排水管道，确保各类管线的合理配置与安全隔离。

#### (二) 基坑开挖与支护技术

##### 1. 开挖方式选择

在该城市地下综合管廊建设工程中，基坑开挖的方式主要依据土壤类型、地下水位和施工环境来选择。一般情况下，机械挖掘适用于大规模的基坑开挖，特别是在土质松软或浅层的区域，机械设备如挖掘机、铲土机等设备能高效地完成大量土方的清理，并适应较大的施工空间。根据该地区的地下土壤条件，机械挖掘的效率

较高，通常可以达到每小时 30-50 立方米的土方开挖量。在施工中，常选用液压铲、履带式挖掘机等大型设备进行快速挖掘。对于地下水位较高或地质较硬的区域，人工开挖被作为补充方式，人工开挖主要适用于较小范围或者施工空间有限的地方，如复杂的城市地下环境，基坑周围有较多已有的地下设施（如管线、地下室等）。人工开挖的工作效率相对较低，通常每人每小时只能开挖约 0.5-1 立方米的土方，但其灵活性和针对性强，适合精细的土方清理和复杂地质的处理。

##### 2. 支护结构设计

在该城市地下综合管廊建设中，由于城市地下空间复杂，基坑的深度、土质类型及地下水位的变化都直接影响支护设计，通常采用分层开挖和分层支护相结合的设计方式。其中，分层开挖指在每一层土方挖掘后立刻进行支护施工，从而逐步深化基坑，降低深层开挖所带来的侧壁压力（如图 1 所示）。该地区的地下综合管廊基坑深度一般为 15-30 米，随着开挖深度的增加，基坑壁的稳定性面临较大挑战，因此支护结构需要充分考虑土壤的承载力和开挖深度，常用的支护形式包括钢板桩、混凝土支撑体系以及喷锚支护等<sup>[1]</sup>。根据该地区的地质条件，钢板桩支护在 10-15 米深的基坑中较为常见，其抗侧压力效果明显，可有效防止基坑坍塌。分层支护方法则通过在开挖过程中安装支撑结构（如支撑钢架、喷锚网等），在每一层土方开挖后对基坑壁进行加固，从而确保基坑稳定性和施工安全。

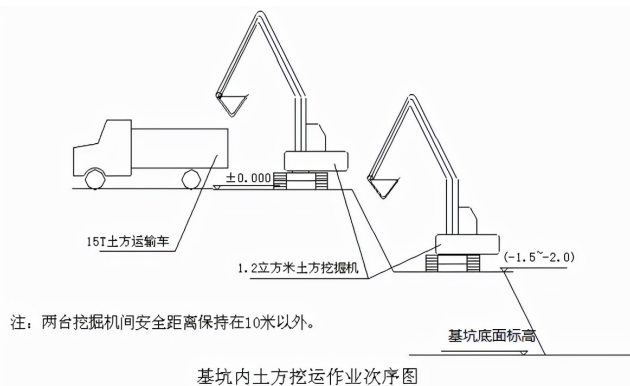


图 1 分层开挖

### 3. 排水措施

地下水渗透容易影响基坑施工的进度和安全，因此科学合理的排水措施至关重要，常见的排水方法包括设置截水沟和坑底排水。其中，截水沟用于阻止地表水进入基坑，在基坑周围设置截水沟可以有效地导流，避免雨水等地表水进入施工区域。根据该项目的降水量和气候条件，设计时通常要求截水沟的宽度不小于 1.5 米，深度不小于 0.8 米，确保其能高效地分流雨水，减少水源对基坑的侵入。而坑底排水系统通过在基坑底部设置排水管道或排水井，及时排除基坑内的积水，坑底排水系统通常采用铸铁管道或 PVC 管道进行布置，管道的直径根据基坑的规模和渗水量来设计，一般直径在 300-600mm 之间。此外，采用设置降水井、深井排水等方法进一步控制地下水位，确保基坑干燥，避免水压对基坑壁造成影响。在该城市地下综合管廊建设过程中，排水措施的设计需要根据现场土质、地下水位及降水量进行科学评估。

### (三) 钢筋混凝土结构施工技术

#### 1. 模板设计与安装

模板系统的设计要确保施工过程中的稳定性与高效性，并满足混凝土浇筑的要求，根据工程设计，模板的标准段配置是根据管廊结构的尺寸、形状及施工工艺来确定的。流水施工是一种高效的施工方法，适用于大规模、连续性的工程项目，模板的安装需要精确配合，且模板之间的连接必须牢固，常用的模板系统包括木模板、钢模板和塑料模板等，钢模板在结构复杂和要求较高的地下管廊项目中更为常见。在安装过程中，模板需要进行全面检查，确保模板接缝平整、无漏浆现象，模板的支撑系统通常采用钢管、角钢等材料进行支撑，支撑系统的强度要能承受混凝土的重量和施工荷载，避免模板变形<sup>[2]</sup>。

#### 2. 钢筋加工与安装

钢筋的质量检查是施工前的重要环节，主要包括钢筋的材质、规格、表面质量、尺寸等的检查。钢筋进场后，首先进行外观检查，确保其表面无锈蚀、裂纹或其他缺陷，然后通过机械性能测试来确保钢筋的抗拉强度、屈服强度等符合设计要求。在钢筋加工过程中，按照设计图纸对钢筋进行切割、弯曲、调直等处理，对于弯曲的钢筋，必须确保弯曲角度和弯曲半径符合相关标准，并且钢筋的加工误差不超过 3%。在钢筋安装时，需要按照施工图纸精确布置，钢筋间距、搭接长度、保护层厚度等均需严格按照设计要求进行安装(如图 2 所示)。钢筋焊接时，应确保焊接接头的强度，避免出现裂纹、气孔等缺陷，焊接质量要求严格，焊接后的钢筋接头需要经过无损检测，如 X 射线检测或超声波检测，确保接头的质量符合设计要求。

#### 3. 混凝土浇筑与养护

该项目在混凝土浇筑时，采用泵送或塔吊吊运等方式进行混凝土的运输与浇筑，根据施工需要，混凝土的标号

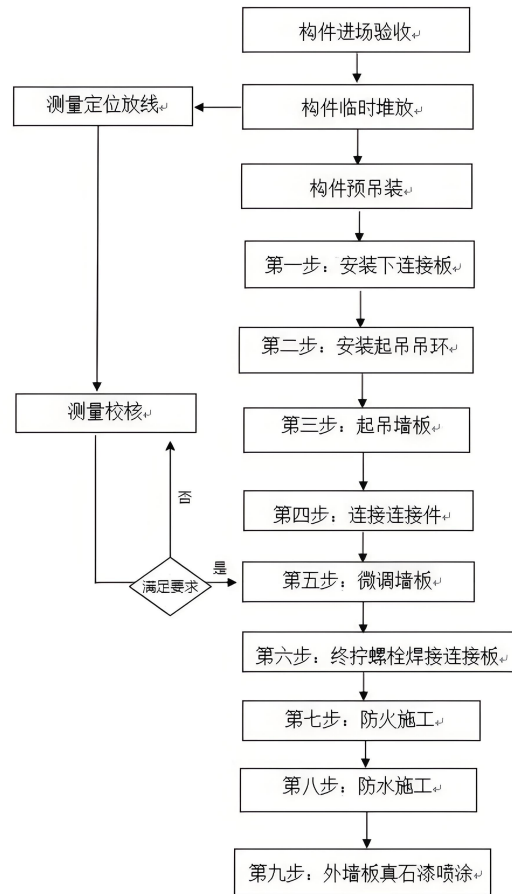


图 2 钢筋加工与安装

通常为 C30 或 C35，强度要求较高，因此混凝土的配合比需要根据设计要求和现场情况调整；浇筑时分层浇筑，且每层厚度一般控制在 30-50cm，浇筑后及时振捣，确保混凝土的密实度和结构的完整性；混凝土浇筑完毕后，在 24 小时内进行初步养护，以避免过早失水和干裂。此外，混凝土养护是确保混凝土达到设计强度和耐久性的重要措施，在该地区的气候条件下，冬季施工特别需要重视养护工作，在混凝土表面覆盖湿麻袋或塑料薄膜，保证混凝土的湿润环境；在寒冷季节，采用电热膜或蒸汽养护设备来维持温度，避免低温导致的水泥水化不完全。混凝土浇筑后，养护期一般为 7 天到 28 天，期间需要进行适当的洒水养护，确保混凝土表面不出现干裂现象<sup>[3]</sup>。

### (四) 管线施工技术

#### 1. 管线材质选择

在该城市地下综合管廊建设工程中，由于地下环境中存在较强的腐蚀性因素，管线材质需要具备良好的耐腐蚀性能，常用的材质包括不锈钢、塑料、聚乙烯 (PE) 和玻璃钢等。对于供水、排水及燃气管道，采用不锈钢或聚乙烯 (PE) 材料，具有优良的耐腐蚀性能，尤其在潮湿、化学性腐蚀环境下表现出色；聚乙烯管道 (如 PE100) 因其耐腐蚀、抗老化特性，以及高强度、低磨损性能，广泛应用于水、燃气等管道建设；对于高压气体

输送管线,则多选用具有高压耐受能力的钢管,采用特殊的焊接工艺确保连接可靠性<sup>[4]</sup>。

## 2. 管线连接方式

管线的连接方式对整个管网系统的安全性与可靠性至关重要,在该城市地下综合管廊建设工程采用多种连接方式,以适应不同管材和使用需求,主要包括焊接、法兰连接、螺纹连接和快接连接等。对于钢管和不锈钢管,焊接是最常用的连接方式,尤其适用于长距离、高压管道,焊接时采用自动焊接设备和气体保护焊技术,焊接接头的质量要达到国家标准,通常采用X射线或超声波检测以确保接头的密封性和强度,并根据《钢管焊接工艺规范》,焊接接头的强度要求不低于母材的90%。

## 3. 管线安装与调试

管线的安装与调试是确保地下管廊系统正常运作的关键步骤,安装顺序一般为从管廊的一端到另一端,通常按“水-气-电”顺序进行,确保施工过程中各个管道之间不会相互干扰或产生影响。首先安装供水管道,接着是排水管道,最后是电力、通信等管线。在管道安装时,需确保管道的坡度符合设计要求,以排水管道为例,一般要求管道坡度为0.5%至2%,以确保水流畅通同时,管道的支撑结构应根据管道直径和负荷进行合理设计,常用支撑材料有钢管支架和混凝土基础支撑。管道安装完成后,调试工作是确保管线系统能安全、稳定运行的必要环节,调试时首先进行系统的泄漏测试,确保管道无渗漏,特别考虑气体管道,必须进行压力测试,检查管道在设计压力下的密封性,压力测试一般为管道最大工作压力的1.5倍,持续时间不少于24小时<sup>[5]</sup>。

### (五) 防水与排水技术

#### 1. 防水设计

在该城市地下综合管廊建设工程中,防水设计是确保地下管廊不受水害影响的重要环节,防水卷材是常用的防水材料之一,主要用于管廊外墙、底板及接缝处的防水层,防水卷材具有优异的抗渗透能力,常采用聚氯乙烯(PVC)、橡胶沥青和SBS改性沥青卷材等,这些材料不仅具有较好的耐腐蚀性和抗紫外线能力,还能适应温差变化,不易发生老化<sup>[6]</sup>。同时,PVC防水卷材的厚度一般为1.5mm至3mm,且接缝处采用热焊技术进行连接,以确保接缝的密封性。此外,防水涂料则常用于对管廊内表面和管道接缝的处理,特别是一些复杂结构或难以施工的部位,常见的防水涂料有聚氨酯防水涂料、环氧树脂防水涂料等。以聚氨酯防水涂料为例,其膜层厚度一般为2mm至3mm,能在负压或潮湿环境下形成一层致密的防水屏障,抗渗透效果显著。

#### 2. 排水系统设计

排水系统的设计是确保管廊内部水分及时排出、防止积水问题的重要环节。该城市地下综合管廊采用了科学的排水方案,主要包括排水管道和集水井的合理布局。排水管道通常采用PVC、HDPE(高密度聚乙烯)等材料,

这些管道具有良好的耐腐蚀性、抗老化性和强度,PVC管道的常见规格为DN200-DN500,适应各种排水需求。对于高流量区域,采用更大直径的HDPE管道,并设计排水管道的坡度,一般要求最小坡度为0.5%,以确保水流畅通。而集水井是排水系统的重要组成部分,通常设在管廊的低洼区域,能收集地下水及渗漏水,集水井的设计容量根据管廊的水流量和降水量进行计算,一般容量设计应能满足管廊最大排水需求的1.5倍以上<sup>[7]</sup>。

#### 3. 防水与排水效果检测

在该城市地下综合管廊建设工程中,防水和排水效果的检测方法包括渗透测试、压力测试及水位监测等。对于防水效果的检测,常采用渗透试验方法,施工后通常进行24小时的水浸泡测试,确保防水层无明显渗漏。在压力测试中,水池中的水压力应达到设计标准的1.5倍,持续进行48小时测试,确保无泄漏,而防水层的厚度与质量会通过随机抽检进行确认,确保达到设计要求。排水效果的检测主要通过管道内水流的畅通性进行评估,采用流量计对排水管道的排水量进行监测,确保流量达到设计标准。集水井的排水效率也会进行测试,通过在排水过程中监测水位变化,确保集水井能及时排水,无积水现象<sup>[8]</sup>。

### 结语

城市地下综合管廊市政施工中的技术要点繁多且复杂,每一个环节都需精心设计与严格施工,通过科学规划、精细施工和严格管理,确保城市地下综合管廊的建设质量和安全。未来,随着科技的不断进步和施工工艺的持续创新,施工技术将会更加成熟和高效,并关注新技术、新材料的应用,不断提升施工水平,为城市的可持续发展贡献更大力量。

### 参考文献

- [1] 胡华望,高艳,康宽等.城市地下综合管廊规划实施评估探索与实践[J].给水排水,2023,59(S2):348-352.
- [2] 王士辉,王胜利,刘家维等.城市地下综合管廊施工基坑支护技术探究[J].冶金管理,2023,(18):110-112.
- [3] 刘佳宁,周阳,闫昶州等.关于城市地下综合管廊的施工技术研究与应用[J].居业,2022,(10):43-45.
- [4] 王志锋.城市地下市政综合管廊施工方法研究[J].砖瓦,2022(2):136-138.
- [5] 陈士亮,余非余.城市地下综合管廊防水施工要点综述[J].现代工程科技,2024,3(23):45-48.
- [6] 刘小丹.市政道路地下综合管廊基坑回填施工存在的问题及质量控制措施[J].工程技术研究,2024,9(12):133-135.
- [7] 贾玉,王栋.城市地下市政综合管廊施工方法研究[J].工程技术研究,2020,5(3):53-54.
- [8] 赵誉人.城市地下综合管廊的施工技术探讨[J].砖瓦世界,2023(24):64-66.