

# 城市管廊施工技术控制的重点和难点分析

文 / 王克利 滨州市沾化区宏远投资管理有限公司

**摘要：**城市管廊，即综合管廊，作为现代城市建设的重要组成部分，承担着集中敷设和管理各类市政管线的重任。这些管线包括但不限于供水、供热、电力、通讯、中水、污水等，对于城市的正常运行和居民生活质量具有至关重要的影响。因此，城市管廊的施工技术和质量控制不仅关乎工程本身的安全和效率，更直接关系到城市的整体运行和居民的生活安全。

**关键词：**城市管廊；施工技术控制；重点；难点分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.019

## 引言

城市管廊，即地下综合管廊，是在城市地下建造一个隧道空间，将电力、通信、燃气、供热、给排水等各种工程管线集于一体，设有专门的检修口、吊装口和监测系统，实施统一规划、统一设计、统一建设和管理，是保障城市运行的重要基础设施和“生命线”。近年来，随着城市化进程的加速，城市规模不断扩大，城市地下空间资源愈发紧张，城市管廊建设得到了广泛的关注和推广。然而，城市管廊施工技术要求高，面临着众多技术控制的重点和难点，只有妥善解决这些问题，才能保证管廊建设的顺利进行和长期稳定运行。

### 一、城市管廊施工技术控制的重点

#### （一）基坑支护技术

城市管廊通常埋深较深，基坑开挖过程中需要可靠的支护措施来保证边坡稳定。常见的支护方式有土钉墙支护、排桩支护、地下连续墙支护等。选择支护方案时，需要综合考虑地质条件、周边环境、基坑深度等因素。例如，在地质条件较好、周边环境对变形要求相对较低且基坑深度较浅的情况下，土钉墙支护可能是一种经济有效的选择；而对于地质条件复杂、周边有重要建筑物且对基坑变形控制严格的区域，地下连续墙支护则更为合适。以排桩支护为例，在灌注桩施工过程中，要严格控制桩的垂直度、桩径和桩间距。桩的垂直度偏差过大会影响支护结构的整体稳定性，桩径不足会降低桩的承载能力，桩间距过大则无法有效阻挡土体的侧向位移。同时，对于支护结构中的锚杆或锚索，要确保其锚固长度、张拉应力等符合设计要求，保证其对于土体的锚固效果。

#### （二）防水施工技术

城市管廊长期处于地下环境，防水至关重要。管廊主体结构一般采用防水混凝土，在混凝土配合比设计时，要严格控制水灰比、水泥用量等参数，确保混凝土的抗渗性能。同时，在混凝土浇筑过程中，要注意振捣密实，避免出现蜂窝、麻面等缺陷，防止渗漏通道的形成。施工缝和变形缝是管廊防水的薄弱环节。对于施工缝，通常采用钢板止水带或橡胶止水带进行防水处理。在施工过程中，要确保止水带的安装位置准确，固定牢固，与混凝土结合紧密。变形缝处除了设置止水带外，还需要填充密封材料，

如聚硫密封胶等，密封材料要具有良好的耐候性、耐水性和弹性，以适应管廊在不同环境条件下的变形要求。

#### （三）结构浇筑技术

钢筋是管廊结构的重要受力部件。在钢筋加工过程中，要保证钢筋的加工尺寸准确，如钢筋的弯曲角度、弯钩长度等符合设计和规范要求。在钢筋绑扎和焊接过程中，要控制好钢筋的间距、位置和焊接质量。对于受力钢筋的连接，采用焊接或机械连接时，要进行抽样检验，确保连接强度满足设计要求。模板的安装质量直接影响管廊结构的成型质量。模板应具有足够的强度、刚度和稳定性，能够承受混凝土浇筑过程中的侧压力和施工荷载。模板的拼接要严密，防止漏浆，影响混凝土的外观质量和强度。在模板拆除时，要按照规定的时间和顺序进行，避免过早拆除导致结构受损。混凝土浇筑要遵循分层浇筑、分层振捣的原则，确保混凝土密实。在混凝土运输过程中，要防止混凝土离析，对于远距离运输的情况，可以采用搅拌车运输，并在运输过程中保持搅拌状态。同时，要根据环境温度等条件合理调整混凝土的配合比和浇筑时间，避免在高温时段或雨天进行混凝土浇筑，以保证混凝土的施工质量。

#### （四）管线安装与综合布置技术

城市管廊内包含多种不同类型的管线，如电力电缆、通信电缆、给排水管道、热力管道等。合理的安装顺序是确保施工顺利进行和管线安全运行的关键。一般来说，先进行大口径的给排水管道等重力流管道的安装，然后进行有压管道和电缆桥架的安装。在安装过程中，要注意不同管线之间的间距要求，避免相互干扰。管廊空间有限，需要对各种管线进行综合布置优化。通过建立三维模型等方式，对管线的走向、交叉等情况进行模拟分析，提前发现并解决可能存在的问题。同时，要考虑到后期的维护和检修需求，合理设置检修通道和操作空间，确保各类管线能够方便地进行维护和更换。

### 二、城市管廊施工技术控制的难点

#### （一）穿越复杂地质条件

在软土地层中进行管廊施工，面临着诸多严峻挑战。软土本身含水量高、孔隙比大、压缩性高、强度低等特性，使得基坑边坡失稳、地基沉降过大等问题极易出现。基坑支护难度大幅提升，常规支护方式难以满足要求，必须采

用特殊的地基处理措施。像水泥搅拌桩加固，通过将水泥与软土强制搅拌，发生一系列物理化学反应，形成具有一定强度的桩体，有效增强土体承载能力；砂桩加固则是利用砂桩置换部分软土，提高土体密实度，进而提升强度和稳定性。管廊结构在软土地层中的沉降控制更是关键难题。这不仅需要合理设计基础形式，如选用筏板基础或桩基础等增强基础承载能力，还需加强结构刚度，通过优化管廊结构的配筋和截面尺寸等措施，来减少沉降对管廊的影响，保障管廊安全与正常使用。当管廊穿越岩石地层时，岩石开挖成为施工的核心难点。岩石硬度高，传统机械开挖方式效率极低，难以满足施工进度要求，因此爆破开挖成为常用手段。但爆破施工会带来震动、飞石等诸多安全隐患，对周边环境和既有建筑物造成严重影响。所以，在岩石地层中施工，必须精确控制爆破参数。

### （二）与既有地下设施的协调

城市地下通常已经存在大量的既有地下管线，如自来水管、燃气管道、电力电缆等。在管廊施工过程中，不可避免地会与这些既有管线发生交叉。与既有管线的交叉处理不当，可能会导致既有管线的损坏，影响城市的正常运行。因此，在施工前需要对既有管线进行详细的探测和调查，掌握其位置、走向、管径等信息，并制定合理的保护和处理方案。对于需要迁移的管线，要与相关产权单位密切配合，确保迁移工作的顺利进行；对于无法迁移的管线，要采取有效的保护措施，如设置套管、加强支撑等，避免施工对其造成破坏。管廊施工还可能会对周边的既有地下建筑物产生影响，如地下停车场、地下室等。管廊基坑开挖和施工过程中的土体变形可能会导致既有地下建筑物的结构受损。因此，需要在施工前对既有地下建筑物的结构安全进行评估，并采取相应的保护措施。例如，通过设置隔离桩、进行土体加固等方式，减少管廊施工对既有地下建筑物的影响，同时加强对既有地下建筑物的变形监测，及时发现并处理异常情况。

### （三）施工安全风险防控

城市管廊基坑深度一般较大，深基坑作业存在诸多安全风险，如基坑坍塌、高处坠落、物体打击等。为了防控这些风险，需要加强基坑周边的防护设施设置，如设置防护栏杆、安全网等。同时，加强对施工人员的安全教育培训，提高其安全意识和自我保护能力。在基坑作业过程中，要安排专人进行现场安全管理，及时发现和消除安全隐患。管廊内部属于有限空间，存在缺氧、有毒有害气体积聚等安全风险。在进入管廊内部进行作业前，必须进行通风换气和气体检测，确保空气质量符合安全标准。作业过程中要持续进行通风和气体监测，配备必要的个人防护用品和应急救援设备，如空气呼吸器、安全带等。同时，要制定完善的有限空间作业安全管理制度，明确作业流程和安全责任，确保有限空间作业的安全。

### （四）施工进度管理与协调

城市管廊施工涉及多个专业领域，如土建、安装、电气等。各专业之间的施工顺序和进度相互影响，需要

进行有效的协调和管理。例如，土建施工进度滞后可能会影响到后续的管线安装和设备调试工作；而安装施工过程中如果对土建结构造成破坏，又会影响到管廊的整体质量和安全。因此，需要建立完善的施工协调机制，加强各专业之间的沟通和协作，制定合理的施工进度计划，并根据实际情况及时进行调整，确保各专业施工能够有序进行。城市管廊施工还会受到诸多外部因素的影响，如天气条件、周边居民的干扰等。恶劣天气条件，如暴雨、大风等，可能会导致基坑积水、施工设备损坏等问题，影响施工进度。周边居民对施工噪音、粉尘等问题的关注和投诉，也可能导致施工暂停或调整施工时间。因此，需要制定应对外部因素影响的预案，加强与周边居民的沟通和协调，采取有效的环境保护措施，减少施工对周边环境的影响，同时合理安排施工计划，尽量降低外部因素对施工进度的不利影响。

## 三、城市管廊施工技术控制重点和难点的解决措施

### （一）针对重点环节的解决措施

#### 1. 基坑支护

加强对基坑支护方案的论证和审核，邀请业内资深专家对方案进行全面、细致的评估。专家需涵盖岩土工程、结构设计等多领域，从不同专业角度审视方案。确保方案不仅在理论上合理，在实际施工中也切实可行。施工时，建立严格质量验收制度，配备专业质检人员，对每道工序进行全方位检查，从材料选用到施工工艺，都要严格把关，保证支护结构质量达标。

#### 2. 防水施工

选用质量可靠的防水材料，对防水材料的质量进行严格检验。材料进场时，不仅要检查产品合格证书，还要按规定进行抽样送检，确保其各项性能指标完全符合要求。加强防水施工过程的质量控制，组织防水施工人员参加专业技术培训，邀请经验丰富的师傅进行现场指导。施工完成后，进行严格的防水层质量检查，除常规蓄水、淋水试验外，必要时采用专业检测仪器，确保无渗漏隐患。

#### 3. 结构浇筑

建立钢筋、模板、混凝土等工程的质量控制体系，明确各环节详细的质量标准和控制要点。制定详细的质量手册，让施工人员清楚每一步的规范要求。加强对原材料的检验和试验，从源头把控质量，不合格材料坚决退场。混凝土浇筑时，采用先进施工工艺和设备，如智能混凝土布料机、高频振捣器等，提高浇筑效率和质量。同时，严格按照养护规范对混凝土进行养护，确保强度正常增长。

#### 4. 管线安装与综合布置

在施工前，组织各管线施工单位进行图纸会审和技术交底。由设计单位详细解读设计意图，各施工单位提出疑问和建议，明确各管线的安装位置和施工要求。建立管线综合协调机制，每周定期召开协调会议，各方汇报进展和问题。利用信息化技术，如BIM技术，对管线综合布置进行三维模拟优化，提前发现并解决交叉碰撞等问题，提高管线布置的合理性和科学性。

(二) 针对难点问题的解决措施

1. 穿越复杂地质条件

对于软土地层，施工前进行详细的地质勘察，加密勘察点，获取更精确的地质数据。依据勘察结果，组织专家研讨制定针对性的地基处理和基坑支护方案。施工中，利用高精度监测设备对基坑和管廊结构的变形进行 24 小时实时监测，根据监测数据及时调整施工参数和措施。对于岩石地层，采用先进的爆破技术和设备，如液压破碎锤、静态爆破剂等，减少爆破对周边环境的影响。同时，加强对爆破施工人员的培训和管理，确保爆破施工安全。

2. 与既有地下设施的协调

在施工前，加强与相关产权单位的沟通和协调，安排专人负责对接。通过多种渠道获取既有地下设施的详细资料，包括位置、走向、材质等信息。采用先进的探测技术，如地质雷达、管线探测仪等，对既有地下设施的位置进行精确探测，绘制详细探测图。施工过程中，制定详细的保护方案和应急预案，安排专业人员对既有地下设施进行实时监测和保护，一旦发现异常情况及时采取措施进行处理（如下表所示）。

>类别	>具体内容
<p><b>保护方案</b></p> <p>责任分工：成立专门保护小组，组长由项目经理担任，全面负责协调工作；技术专家 2 名，负责提供技术指导；监测人员 3 名，负责对地下设施实时监测；施工保护人员 5 名，负责现场具体保护操作。</p> <p>设施勘察：施工前 15 天内，与地下设施权属单位对接，获取详细资料，并进行现场探测，标记出设施位置、走向等，误差控制在±50 厘米以内。</p> <p>实时监测：采用高精度传感器与人工巡查结合，传感器每 10 分钟采集一次数据，人工巡查每 2 小时一次，重点区域加密至每 30 分钟一次。记录设施的位移、变形、压力等数据，形成详细监测日志。</p> <p>日常保护：在地下设施上方及周边 2 米范围内设置明显警示标识。对于距施工区域 5 米内的地下管线，采用槽钢或工字钢进行支撑保护；对地下建筑物周边 10 米范围内的施工，控制单次爆破药量不超过 2 千克，采用预裂爆破等减震措施。</p>	<p>目标设定：将既有地下设施的损坏风险降低至 1% 以下，确保其在施工期间正常运行。</p>
<p><b>应急预案</b></p>	<p>响应机制：监测人员发现异常后，1 分钟内通过对讲机向项目经理报告，同时现场施工人员 2 分钟内停止作业并撤离至安全区域（距离危险点 30 米外）。</p>

3. 施工安全风险防控

建立健全施工安全管理制度，制定详细的安全操作规程和考核标准，明确各级管理人员和施工人员的安全职责，做到责任到人。加强对施工人员的安全教育培训，定期组织安全演练，演练内容涵盖火灾、坍塌等多种场景。在施工现场设置明显的安全警示标志，配备必要的安全防护设施和应急救援设备，如消防器材、防护栏等。加强对施工现场的安全检查和隐患排查，采用定期与不定期相结合的方式，及时消除安全隐患。

4. 施工进度管理与协调

制定科学合理的施工进度计划，采用网络计划技术等方法对进度计划进行优化和调整，找出关键线路和关键工作。建立施工进度协调机制，加强各参建单位之间的沟通和协作，明确各方在进度管理中的职责。加强对施工进度的动态监控，每天进行进度数据收集，定期对进度计划的执行情况进行检查和分析，根据实际情况及时采取措施进行调整，如增加资源投入、优化施工顺序等，确保施工进度目标的实现。

结语

城市管廊施工技术控制的重点和难点涉及多个方面，从基坑支护、防水施工、结构浇筑等重点环节，到穿越复杂地质条件、与既有地下设施协调、施工安全风险防

控和施工进度管理等难点问题，都需要在施工过程中给予高度重视。通过采取科学合理的解决措施，加强技术管理和质量控制，能够有效应对这些重点和难点问题，确保城市管廊施工的质量、安全和进度，为城市的可持续发展提供坚实的基础设施保障。未来，随着城市的不断发展，城市管廊施工技术也将不断创新和完善，更好地满足城市发展的需求。

参考文献

[1] 张科研, 苏宏. 综合管廊施工技术及其质量控制研究 [J]. 工程建设与设计, 2024, (24): 136-138.

[2] 肖钰婷, 黄顺煜, 吴小刚. 城市地下综合管廊绿色施工技术探究 [J]. 新城建科技, 2024, 33 (11): 53-55.

[3] 王苏香. 市政综合管廊工程施工技术关键探究 [J]. 价值工程, 2024, 43 (29): 163-165.

[4] 郑廷敏. 城市地下综合管廊的施工技术探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (08): 119-121.

[5] 崔光财. 明挖现浇管廊施工技术控制要点分析 [J]. 工程技术研究, 2021, 6 (14): 128-130.

[6] 刘超良, 李皓. 城市地下综合管廊工程关键技术探究 [J]. 建筑技术开发, 2021, 48 (03): 71-72.

[7] 孙劲松, 姜家昌, 郭瑞生. 城市综合管廊施工环境监测与智能控制技术 [J]. 中国建设信息化, 2019, (03): 66-69.