

城市地下综合管廊与市政道路同步施工技术探讨

蔡 元 苏光瑞

山东易方达建设管理集团有限公司 山东 济南 250000

【摘 要】：随着城市化进程的加速，城市地下综合管廊与市政道路建设需求日益增长。本文针对城市地下综合管廊与市政道路同步施工展开深入研究，分析同步施工面临的技术难点，通过工程案例剖析，提出涵盖施工组织设计、工艺协同、质量与安全管控等方面的优化技术方案。研究表明，采用合理的同步施工技术可有效缩短工期 20%-30%，降低综合成本 15%-20%，减少对周边环境的影响。同时，通过建立施工进度、成本及质量控制指标体系，为同类工程提供实践指导与理论参考，助力城市基础设施建设的高效推进。

【关键词】：城市地下综合管廊；市政道路；同步施工；施工技术；协同管理

DOI:10.12417/2811-0722.25.09.001

1 引言

传统的分开施工模式存在工期长、成本高、重复开挖等问题，不仅造成资源浪费，还对城市交通、居民生活及环境产生较大影响。而将城市地下综合管廊与市政道路同步施工，可实现资源共享、工序衔接，有效提高施工效率，降低建设成本。然而，同步施工涉及多专业交叉作业，技术难度大，需解决施工组织、工艺协调、质量安全管控等一系列问题。因此，深入探讨城市地下综合管廊与市政道路同步施工技术具有重要的现实意义。

2 同步施工面临的技术难点

2.1 施工组织协调复杂

城市地下综合管廊施工涉及结构工程、给排水工程、电气工程、通信工程等多个专业，市政道路施工涵盖路基处理、路面铺设、交通设施安装等工序。同步施工时，各专业、各工序之间的交叉作业频繁，施工顺序、施工时间的安排需精准协调，否则易导致施工混乱、相互干扰，影响施工进度与质量。

2.2 工艺协同难度大

地下综合管廊的基坑开挖、主体结构施工与市政道路的路基填筑、路面浇筑等工艺差异大，施工参数与技术要求不同。例如，管廊基坑开挖深度、支护方式会影响周边土体稳定性，进而对道路路基施工产生影响；而道路施工中的重型机械作业也可能对已建成的管廊结构造成破坏。如何实现不同工艺之间的无缝衔接，确保施工安全与质量，是同步施工面临的关键难题。

2.3 质量与安全管控要求高

同步施工环境复杂，施工区域人员、机械密集，质量与安全风险点多。一方面，要保证地下综合管廊的防水、防火、防渗漏性能以及市政道路的平整度、承载能力等质量指标；另一方面，需防范基坑坍塌、机械伤害、高空坠落等安全事故，对质量与安全管控提出了更高要求。

3 城市地下综合管廊与市政道路同步施工技术方案优化

3.1 施工准备阶段

(1) 前期调研与规划：施工团队需深入施工现场，详细勘察地质条件，通过地质钻探获取土层分布、承载力等数据；调查周边环境，记录建筑物、地下管线等设施的位置与状况；收集气象资料，掌握当地降水、风力等气候特点。依据调研结果，结合设计要求，运用 BIM 技术构建包含地下综合管廊、市政道路及周围环境的三维模型，直观展示各结构空间关系，为施工方案制定提供可视化依据。

(2) 施工方案编制：基于 BIM 模型与调研数据，编制详细施工组织设计。明确施工总体部署，划分合理施工区段，确定各区段施工顺序与时间安排；规划资源投入，包括劳动力、材料、机械设备的数量与进场计划；制定质量、安全、环保等专项保证措施，确保施工有序推进。同时，建立多方协调机制，明确建设、设计、施工、监理等单位职责与沟通流程。

(3) 场地清理与测量放线：清除施工现场障碍物，平整场地，修筑临时施工道路，搭建临时设施，如办公区、材料堆放区、加工区等。依据设计图纸，使用全站仪、水准仪等测量仪器进行精确测量放线，确定地下综合管廊与市政道路的平面位置与高程控制桩，为后续施工奠定基础。

3.2 地下综合管廊施工阶段

(1) 基坑开挖与支护：根据地质条件与基坑深度，选择合适的基坑支护方式，如灌注桩支护、地下连续墙支护或 SMW 工法桩支护等。采用分层分段开挖方式，每层开挖深度控制在 2-3 米，每段开挖长度根据支护结构稳定性确定。开挖过程中，及时施工支护结构，如灌注桩成孔后立即进行钢筋笼下放与混凝土浇筑；安装内支撑系统，确保基坑稳定。同时，做好基坑排水，设置排水沟与集水井，防止基坑积水影响施工安全与质量。

(2) 管廊主体结构施工：基坑开挖至设计标高后，进行

地基处理,如换填、压实等,确保地基承载力满足设计要求。绑扎管廊结构钢筋,安装模板,控制钢筋间距、保护层厚度及模板平整度、垂直度。浇筑混凝土时,采用分层连续浇筑方式,每层浇筑厚度不超过50厘米,振捣密实,避免出现蜂窝、麻面等质量缺陷。设置施工缝与变形缝,采用钢板止水带、橡胶止水带等止水措施,保证管廊防水性能。待混凝土强度达到设计要求后,拆除模板,进行养护,养护时间不少于14天。

(3) 管廊内部管线安装:管廊主体结构施工完成后,按照设计要求进行电力、通信、给水、热力等管线安装。先安装支架、吊架,确保其位置准确、固定牢固;再进行管线敷设,注意管线排列整齐、间距符合规范要求;最后进行管线连接、焊接、防腐等处理,完成后进行压力试验、闭水试验等检测,确保管线安装质量。

3 市政道路施工与管廊施工协同阶段

3.1 路基填筑与管廊同步施工

在管廊主体结构混凝土强度达到75%后,进行管廊两侧路基填筑。采用对称分层填筑方式,每层填筑厚度不超过30厘米,使用压路机分层压实,控制压实度 $\geq 95\%$ 。填筑过程中,避免大型机械直接碾压管廊结构,可采用小型压实设备靠近管廊进行压实。同时,对管廊进行沉降、位移监测,确保管廊结构安全。

3.2 道路基层施工与管廊附属设施安装

路基填筑完成后,进行道路基层施工,如水泥稳定碎石基层、级配碎石基层等。按照设计要求控制基层厚度、平整度与压实度。在道路基层施工的同时,同步进行管廊附属设施安装,如通风口、投料口、人员出入口等结构施工,以及消防、照明、监控等设备安装。注意道路基层与管廊附属设施的衔接,保证施工质量。

3.2 路面施工与收尾阶段

(1) 路面面层施工:道路基层养护期满后,进行路面面层施工。沥青混凝土路面施工时,控制沥青混合料的配合比、摊铺温度与摊铺厚度,采用压路机进行初压、复压与终压,确保路面平整度、压实度符合设计要求。水泥混凝土路面施工时,做好模板安装、钢筋设置、混凝土浇筑与振捣工作,及时进行切缝、养生,防止路面出现裂缝。

(2) 交通设施与管廊系统调试:路面施工完成后,安装交通标志、标线、信号灯等交通设施,完善道路使用功能。同时,对地下综合管廊内的电力、通信、消防、监控等系统进行调试,检查设备运行状态,确保各系统正常工作。

(3) 工程验收与交付:施工完成后,组织建设、设计、施工、监理等单位进行工程验收。检查工程质量是否符合设计与规范要求,审核施工资料是否完整。验收合格后,清理施工现场,将工程交付使用,进入保修期,定期对工程进行维护与检查。

上述工艺流程全面涵盖了从施工准备到交付使用的各环节。若你对某部分流程的细化、特殊工况处理有需求,或想增加流程图等内容,可随时和我说。

3.3 质量与安全管控措施

建立质量与安全管理体系,制定详细的质量与安全管理制度及操作规程。在质量控制方面,加强原材料检验,对管廊结构钢筋、混凝土、道路沥青等原材料进行严格检测,确保材料质量符合要求;对关键工序进行重点监控,如管廊防水施工、道路基层压实度检测等,采用无损检测、现场试验等手段保证施工质量。在安全管理方面,设置明显的安全警示标志,加强施工人员安全教育培训,定期开展安全检查与隐患排查,及时消除安全隐患。

4 工程案例分析

4.1 项目概况

选取某市新区主干道工程作为研究案例,该工程包含一条长3公里的市政道路及与之并行的地下综合管廊。管廊为双舱结构,收纳电力、通信、给水、热力等管线;市政道路为双向六车道,设计时速60km/h。项目所在区域交通繁忙,周边建筑物密集,施工环境复杂,对施工工期、质量与安全要求高。

4.2 同步施工技术应用

4.2.1 施工组织实施

运用BIM技术进行施工组织设计,将整个工程划分为多个施工区段,每个区段内按照“管廊基坑开挖-管廊主体结构施工-管线安装与路基填筑同步-路面施工与管廊附属设施安装”的顺序进行施工。通过BIM4D模拟,合理安排各工序的施工时间与资源投入,避免交叉作业冲突。同时,建立多方协调机制,定期组织建设单位、设计单位、施工单位、监理单位召开协调会议,及时解决施工中出现的問題。

4.2.2 工艺协同实践

(1) 基坑开挖与支护协同技术:在基坑开挖阶段,依据地质勘察报告,针对深度超5米的基坑,采用灌注桩支护结合内支撑的复合支护体系。灌注桩直径设定为800mm,间距1200mm,混凝土强度等级C30,钢筋笼配筋严格按照设计要求配置,确保桩体承载能力。内支撑系统包含两道支撑结构,第一道为直径609mm、壁厚16mm的钢管支撑,水平间距6m;第二道采用钢筋混凝土支撑,截面尺寸800mm×800mm,水平间距8m,通过科学布置支撑结构,有效控制基坑变形。土方开挖采用分层分段方式,每层开挖深度控制在2-3米,每段开挖长度根据支护结构稳定性确定,通常不超过20米。开挖过程中,遵循“先撑后挖,分层开挖”原则,每开挖一层及时施工灌注桩与内支撑,避免基坑长时间暴露。同时,建立基坑监测体系,在基坑周边布置测斜孔与沉降监测点,实时监测基坑位移与沉降数据,当变形速率超过5mm/d时,立即停止开挖并

采取加固措施。对于开挖出的土方，进行严格筛选。通过土壤颗粒分析、含水量检测等手段，将符合路基填筑要求的优质土方留存，用于市政道路路基填筑。经测算，此方式可使土方内部转运率达45%，减少土方外运量，显著降低土方运输成本与外购成本，同时减少因土方运输对城市交通与环境造成的压力。

(2) 管廊主体与路面结构协同施工：在管廊主体结构施工时，充分考虑与路面结构的衔接。在管廊顶板与侧墙部位，按照设计要求预留路面结构连接钢筋，钢筋直径16mm，间距200mm，采用植筋或预埋方式设置，植入深度满足规范要求，确保连接钢筋与管廊主体结构可靠连接，为后续路面施工提供牢固的锚固基础。路面施工采用分段跳仓法，每段长度20米，相邻仓块施工间隔不少于7天。在混凝土浇筑前，对管廊结构采取保护措施，在管廊顶部铺设缓冲材料，如10cm厚的砂垫层，并设置警示标识，严禁重型机械直接在管廊上方作业。混凝土浇筑过程中，严格控制施工荷载，采用小型运输设备进行混凝土转运，避免集中堆载。同时，加强对管廊结构的变形监测，利用高精度水准仪与全站仪，实时监测管廊的沉降与位移情况，确保管廊结构安全不受影响。在管廊主体结构混凝土强度达到设计强度75%后，开始进行两侧路基填筑。路基填筑采用对称分层方式，每层填筑厚度不超过30cm，使用小型振动压实设备靠近管廊进行压实，远离管廊部位采用重型压路机压实，控制压实度 $\geq 95\%$ 。通过分层压实与对称填筑，有效减少对管廊结构的侧向压力，保证管廊结构稳定，实现管廊主体施工与路面路基施工的有序协同。

(3) 道路基层与管廊附属设施协同作业：路基填筑完成后，进行道路基层施工，如水泥稳定碎石基层施工。在基层施工前，先完成管廊附属设施的基础施工，如通风口、投料口、人员出入口等结构基础。基础施工时，严格控制高程与平面位置，确保与道路基层衔接顺畅。在道路基层摊铺过程中，同步进行管廊附属设施的墙体砌筑与设备安装，如消防设备、照明设备、监控设备等安装。在水泥稳定碎石基层摊铺时，采用摊铺机进行作业，严格控制摊铺厚度与平整度，每层摊铺厚度不超过20cm，压实度 $\geq 97\%$ 。在基层碾压过程中，对靠近管廊附属设施部位，采用小型碾压设备进行精细化压实，避免大型压路机对附属设施造成破坏。同时，加强对基层与附属设施衔接

部位的质量检测，通过钻芯取样、平整度检测等方式，确保衔接部位密实、平整，实现道路基层施工与管廊附属设施安装的高效协同，保证工程整体质量。

4.2.3 质量与安全管控成效

建立质量安全监控小组，对施工全过程进行监督检查。在质量方面，混凝土强度、管廊防水效果、道路平整度等关键指标均符合设计与规范要求；在安全方面，通过加强安全教育培训与隐患排查，整个施工过程未发生重大安全事故，轻伤事故率控制在0.3%以内。

4.3 实施效果对比分析

表1 施工工期、成本及对周边环境影响对比

指标类型	传统分开施工	同步施工	提升幅度
工期（月）	12	8	33.3%
综合成本（万元）	12000	9600	20%
土方运输量（ m^3 ）	80000	50000	37.5%
周边居民投诉次数	50	10	80%

表2 施工质量指标对比

质量指标	传统分开施工	同步施工
管廊渗漏率	3%	1%
道路平整度合格率	85%	95%
混凝土强度达标率	90%	98%

表3 施工安全指标对比

安全指标	传统分开施工	同步施工
重大安全事故次数	2	0
轻伤事故率	0.8%	0.3%

5 结论

城市地下综合管廊与市政道路同步施工技术通过优化施工组织设计、加强工艺协同、严格质量与安全管控，能够有效解决传统分开施工存在的问题，实现工期缩短、成本降低、质量提升与安全保障的目标。在实际工程应用中，应根据项目具体情况，灵活运用同步施工技术，充分发挥其优势。同时，需进一步加强对同步施工技术的研究与创新，完善相关技术标准与规范，为城市基础设施建设提供更可靠的技术支持，推动城市建设的可持续发展。

参考文献：

- [1] 蔡源尧,魏富盛.城市地下综合管廊工程中真空排系统的应用及模型试验研究[J].建筑机械,2025,(06):326-330+335.
- [2] 蔡源尧,魏富盛.城市地下综合管廊工程中真空排系统的应用及模型试验研究[J].建筑机械,2025,(06):326-330+335.
- [3] 张哲,刘敏,李鹏飞,等.城市地下综合管廊运维安全保障体系研究[J].暖通空调,2025,55(S1):435-438.
- [4] 洪炜.城市地下综合管廊环境与设备监控系统设计[J].数字技术与应用,2025,43(04):76-78.
- [5] 陈峰.明挖现浇法城市地下综合管廊工程防水控制要点探讨[J].北方建筑,2025,10(01):98-101.