城市地下空间开发与地下建筑工程技术创新研究

罗晓利
鄂尔多斯市城市水务有限责任公司 017010

【摘 要】随着城市规模持续扩大，核心区域人流密集度和地面交通负荷不断增加，城市地下空间开发逐渐成为疏解地面功能的方向。基于此，本文探讨了“优化明挖工艺”“强化逆作施工”“创新沉管法制”“推广钢栈桥法”“静力切割支撑”等五项策略，这些策略能够高效利用地下空间，使地下施工和地面交通组织紧密衔接，充分展现地下建筑在保持周边环境稳定方面的独特优势，旨在为施工人员提供有益的参考。

【关键词】城市地下空间；地下建筑工程；技术创新

Research on urban underground space development and underground construction engineering technology innovation

Luo Xiaoli
Ordos City Water Affairs Co., LTD 017010

【Abstract】With the continuous expansion of urban areas, the increasing density of pedestrian traffic and ground transportation loads in core zones have made underground space development a key solution for alleviating surface-level functions.This paper explores five strategies— "Optimized Open-cut Construction Techniques," "Enhanced Reverse Construction Methods," "Innovative Pipe Jacking Systems," "Promotion of Steel Pier Structures," and "Static Cutting Support" —to efficiently utilize underground spaces.These approaches ensure seamless integration between underground construction and ground-level traffic management while fully leveraging the unique advantages of underground architecture in maintaining environmental stability.The study aims to provide valuable references for construction professionals.

【Key words】Urban Underground Space；Underground Construction Engineering；Technological Innovation

引言：

近年来城市用地紧张局面加剧，地面建筑空间利用逐渐饱和，城市发展对地下空间的依赖度持续上升。地铁等地下工程的建设规模不断扩大，相关技术水平快速提升，但在深基坑施工等方面依然面临制约。强化针对不同地下空间类型的施工方法，提升关键环节施工效率，成为当前城市基础设施建设中的任务。因此，施工人员需围绕地下交通等不同类型的设施，分析现有施工技术应用中的不足，探索适合现代城市建设需求的施工策略，为城市可持续发展提供有力支撑。

一、城市地下空间开发类型

1.地下交通设施

地下交通设施能够在城市中形成独立的交通系统，减少地面道路拥堵等现象，提高人们出行的效率。地铁和地下轻轨通常在城市核心区和人口密集区域铺设，能够大幅缩短人们在城市中通勤的时间。地下高速公路则主要用来分流城市中心区域的车流，减少地面交通的压力，使城市道路更加通畅。地下人行通道一般连接地铁站和居民区，方便行人安全通行，还能和地面交通分离，降低交通事故的风险。这些地下交通设施同地面交通网络紧密衔接，在满足大规模人流和车流需求的同时，还能提高城市空间的利用率。

2.地下商业空间

像地下购物中心等常和地铁站连通形成商业集群，这些地下商业空间能够充分利用地铁客流，把人流引导到商业区域，为城市带来更多经济效益。地下购物中心设计为大型综合商场，提供购物等多种服务，能够满足居民和游客的多样化需求。地下步行街则可以为行人提供安全舒适的购物环境，让人们在恶劣的天气条件下也能轻松出行[1]。地下餐饮街区应集聚各种餐饮品牌，进一步丰富城市美食文化，还方便人们在地铁出入口就能快速用餐。这些地下商业空间同地面商业紧密配合，经过多层次的布局优化城市空间结构，缓解地面人流拥挤等问题，提高土地使用效率。

3.地下停车设施

地下停车库位于居民区的地下空间，能够为大量车辆提供安全停放的地方，能够可效减少占用地面空间等问题，让

城市道路更加畅通。立体停车场经过多层结构在有限的地下空间中容纳更多车辆，大幅提升停车效率，减少车主寻找车位的时间方便人们出行。地下停车设施和地铁站等公共设施相连，能够让车主直接经过地下通道步行到目的地，避免路面交通交叉带来的安全隐患。此类停车设施还可以配合智能管理系统，提升车位使用率节省管理成本。同时，地下停车库能够减少地面大面积硬化的现象，留出更多空间用于绿化和休闲，改善城市环境。

二、城市地下空间开发与地下建筑工程技术创新策略

1.优化明挖工艺，保障地下交通稳定

在城市地下空间开发和地下建筑工程建设中，优化明挖工艺能够有效减少地面沉降，保持周边建筑的稳定性，确保地下交通设施和地面道路顺利连接，避免地面交通不会受到不良影响。科学的明挖施工可以提高隧道和地下道路的施工质量缩短建设时间，保证施工区域的土壤不会发生过度位移，让地面道路等设施能够正常使用[2]。

例如，在开展优化明挖工艺保障地下交通稳定的过程中，施工人员需在城市地下空间建设中做好详细的地质调查，把不同深度的土壤结构和周边建筑的基础情况汇总到一个完整的资料库中，为施工设计提供准确依据。在设计阶段，施工人员要根据这些资料合理确定基坑深度和支护结构，让土壤在挖掘过程中保持稳定性，分阶段有序开挖，配合支护结构的同步施工，确保土壤不会发生过度位移，减少地面沉降对道路和建筑的影响。在基坑内设置排水沟和集水井，配合抽水设备及时排走渗水和积水，让土壤保持干燥稳定，防止地下水变化影响地基承载力。此外，施工人员还可以使用高强度混凝土支护墙和支撑系统增强基坑的稳定性，定期检查支护结构的完整性，发现问题立即修复确保施工安全。合理安排施工材料进场的时间，避免堆放材料占用地面道路保持地面交通通畅。科学规划施工机械的作业区域，在不同施工阶段调整临时交通方案，减少对市民出行的影响，让地下建设和地面道路使用顺利衔接。

2.强化逆作施工，提升地下道路安全

在城市地下空间开发中强化逆作施工能够有效减小地面沉降的范围，降低周边环境因施工带来的振动影响，保持地下道路在建造中的结构安全，提升地下建筑工程的整体质量。逆作施工把地面建筑和地下结构紧密连接，使施工期间建筑本身形成支撑力量，抵抗地下水压力和土壤压力对结构造成的变形等问题[3]。推进强化逆作施工策略需从城市地下空间的整体布局需求出发，把逆作施工理念融入城市建设规划的各个环节，根据区域的地质特点和地下水变化情况，制定适合城市的施工思路。

例如，在强化逆作施工保障地下道路安全的过程中，施工人员需在城市地下空间建设中根据整体规划安排支护墙的位置和地下连续墙的深度，把支护结构设计成未来地下道路的外墙，使支护和结构合二为一。根据地质调查确定支护墙的厚度和钢筋分布，增强支护墙抵抗土壤压力和地下水压力的能力，让基坑边界保持稳固。在逆作施工中先完成基坑周围的冠梁和上层地下室顶板浇筑，形成覆盖基坑的稳定平台，使上层结构具备承重作用，为后续向下开挖提供可靠支撑，保障土壤和周边建筑在整个施工期间保持安全。施工人员需在各个开挖阶段设置分层支撑系统，让每一层地下室楼板和支撑桩形成完整的承重结构，把上部重量逐层传递到地基，避免出现地面大范围沉降。经过安装沉降观测仪和位移监测设备，实时收集支撑层的变形数据，并结合三维模型更新基坑状态，根据监测结果灵活调整施工顺序，确保施工安全和地下道路结构的稳定性，满足城市地下空间对高质量建设的需求。

3.创新沉管法制，拓展水下通道空间

使用先进沉管技术可以把预制混凝土管桩准确放置在水下基槽里，使通道连接更加稳固并具备良好的密封效果，保证水下交通设施在复杂水文条件下长时间保持安全。沉管法在江河区域建设跨水域通道时具有明显优势，可以有效解决航运密集等问题，让城市地下空间能够延伸到水域，完善交通网络结构增强交通的连贯性。开展创新沉管法制策略需结合城市地下空间的整体规划，把沉管建设理念融入跨江跨河交通的布局之中，全面分析区域水深等关键因素，制定符合城市发展需求的技术方案[4]。

例如，在创新沉管法建设水下通道时，施工人员需在城市地下空间开发中根据整体交通规划确定隧道的走向和管道的布局位置，根据水域航道的分布和水流速度来设计预制管段的长度和厚度，让沉放时具备良好的稳定性和承受能力。并根据河床的地质条件展开详细调查，确定基槽的深度和坡度，避免因水流冲刷导致基槽变形或沉管移位等问题。在预制管段过程中施工人员要使用高质量混凝土，严格控制配合比例和养护条件，使管壁密实结实，并确保接头处具备良好的防水性能。沉管运输时施工人员要结合潮汐和风浪情况选择平稳的时机，控制运输速度，让管段在定位时保持准确位置。在沉放过程中施工人员需使用定位系统和测距设备监测管段位置和高度，把每段管体安装在设计范围内，在接头处设置柔性结构，保持密封效果防止日后渗漏。管段定位后向压载舱注水让其沉到设计位置并紧贴基槽底部，然后在接头区域用机械锁定配合密封材料保证整体密封性。完成沉放后施工人员要在基槽周围回填砂石层增强管道和基底的

贴合度，减弱水流对基槽的冲刷。隧道内部需安装排水和通风设备，保证长期保持通道内部干燥安全，满足城市对地下交通工程安全的要求，为跨江跨河的地下空间建设提供技术保障。

4.推广钢栈桥法，提高深坑土方效率

钢栈桥结构坚固，可以在深基坑上方搭建临时通道，让运输车辆和机械设备平稳跨越开挖区域，减少传统运输方式对基坑边坡的压力降低土壤扰动，增强基坑施工区域的安全性。施工人员应用钢栈桥还能优化施工现场的作业安排，提高机械连续作业的速度和土方处理能力，为城市地下空间开发提供有力保障。推动钢栈桥法策略需从城市地下空间开发的整体需求出发，把深基坑施工高效作业的理念融入地下建筑工程的各个环节，科学安排土方开挖合理规划施工机械和作业区域的分布，避免作业冲突。

例如，在推广钢栈桥法提高深坑土方效率的过程中，施工人员需在城市地下空间建设中根据基坑的开挖范围和现场条件提前规划钢栈桥的位置和承载能力，让钢栈桥可以跨越整个基坑并和施工道路顺利连接，使运输车辆能够直接从钢栈桥进入作业区域。施工人员应在设计阶段确定钢梁的尺寸和支撑位置，让钢栈桥具备承受大型自卸车和挖掘机重量的能力，保证桥面平稳不晃动。在钢栈桥下方要划分土方堆放区域，把不同作业面产生的土方根据土质和含水量分类集中，方便后续运输或回填。要规划运输车辆从钢栈桥到基坑的直线路线，减少调头或倒车的时间提高运输效率，钢栈桥两侧需安装防护栏并做防滑处理，保障作业安全。施工人员要架设夜间照明系统在驾驶室配备无线通讯设备，让调度人员根据土方生产速度合理安排运输顺序，避免土方滞留或运输中断，保持钢栈桥稳定安全，让地下建筑工程顺利推进。

5.静力切割支撑，减少市区施工扰动

施工人员采用静力切割可以让支撑结构平稳分离，使拆除过程更加安静，避免出现剧烈震动导致周围道路或建筑物出现裂缝等现象，保证施工区域附近设施保持稳定状态。高效的切割方式能缩短施工时间，减少施工对交通和市区正常秩序的影响，为在人口密集的区域顺利推进地下空间建设提供有力保障，展现技术创新在提升工程质量等方面的价值。推动静力切割支撑策略需从城市地下空间开发的总体规划入手，把减少施工干扰的理念贯穿地下建筑工程的全过程，科学安排施工进度，让施工和周边社区协调一致，形成高效的施工管理策略。

例如，在开展静力切割支撑减少市区施工干扰的过程中，施工人员需在城市地下空间建设中根据详细的地质资料和周围建筑的基础情况提前规划支撑结构的尺寸和分布，切割前要确定支撑的分离顺序，让施工过程中的结构保持平衡状态，避免在切割过程中出现支撑失稳导致基坑变形或地面沉降等问题。切割区域要安装隔音设施，把噪音控制在施工现场范围内，减少对附近居民区和商业区的影响。在切割前，施工人员要在支撑周围的混凝土上标明准确的切割路线，让切割过程保持准确，减少不规则切割所造成的损坏影响施工质量。切割设备要配备低速高扭矩的液压马达，经过稳定的动力输出让刀具平稳切割减少噪声。支撑分离时施工人员需多台液压顶撑同时工作，在支撑被切断的瞬间提供支撑力，保持基坑和上层建筑的稳定状态，防止地面和周围建筑物受到影响。在切割过程中施工人员应安排夜间低峰时段施工，避开白天交通高峰减少对市区道路的影响。施工现场要随时清理切割所产生的碎渣和灰尘保持环境整洁，防止灰尘扩散影响周围空气质量。此外，施工人员要持续监测切割后基坑和周边建筑的沉降情况，根据监测结果及时调整后续施工安排或采取加固措施，保障地下建筑工程的顺利推进，提升城市地下空间施工的安全性。

结束语：

城市地下空间开发和地下建筑工程施工技术的融合发展，能够有效缓解地面空间紧张等问题，促进城市拓展综合功能和优化城市面貌。明挖等多项技术的创新应用，可提升施工质量，还能大幅降低对周边环境的影响，推动城市地下设施建设走向高标准的方向。未来，施工人员应不断完善施工工艺与管理模式，使地下空间建设和地面城市发展相辅相成，为城市可持续发展提供坚实保障。

参考文献

[1]孙健.城市地下公共连通道规划建设及运营管理模式探究 [J].城市交通，

[2]陈文强，张胤.城市地下空间核心安全风险识别与控制研究 [J].安全与环境学报，

[3]徐军，蔡琪琦，蒋飞，解国君，蒋敏.公园城市理念下城市地下空间一体化发展研究 [J].城市建筑空间，2025，32 （05）：57-60.

[4]蔡子峰.智能化施工技术在城市轨道交通地下空间开发中的应用 [J].智能建筑与智慧城市，2025，（05）：146-148.