

城市地下空间工程特点及发展综述

周文朋

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

摘要：城市地下空间工程作为缓解土地资源紧张、提升城市运行效率的重要途径，具有恒温隔热、隐蔽安全等特点。随着城市化进程加快，地下空间开发利用成为必然趋势。本文综述了城市地下空间工程的特点，包括其作为城市地面空间的补充和延伸，在交通、商业、市政等多方面的应用，以实现地下空间的可持续利用，促进城市高质量发展。

关键词：城市地下空间；工程特点；发展

引言：随着城市化进程的加速推进，土地资源日益紧张，城市地下空间工程作为缓解地面空间压力、提升城市综合承载能力的重要手段，正逐渐成为城市发展的新热点。通过深入探讨城市地下空间工程的特点，包括其空间利用的集约高效、技术实施的复杂挑战以及环境影响的敏感与可持续性，并综述其发展趋势，如综合化、立体化开发模式的深化，智能化、信息化管理的普及，以及绿色化、生态化建设的加强。通过对这些内容的分析，以此为城市地下空间工程的未来发展提供参考与借鉴。

1 城市地下空间工程概述

城市地下空间工程，作为现代城市发展的重要组成部分，是指对城市地表以下的空间进行规划、设计、施工及管理的综合性工程领域。随着城市化进程的加速，土地资源日益紧张，而地下空间作为一种尚未充分开发的宝贵资源，正逐渐成为缓解城市压力、提升城市功能的关键所在。城市地下空间工程涉及多个方面，包括但不限于地铁系统、地下综合管廊、地下停车场、地下商场、地下通道以及各类地下公共设施等。这些工程不仅能够有效缓解城市交通拥堵问题，提高公共交通系统的运营效率，还能为城市居民提供更加便捷、舒适的生活环境。同时，地下空间工程还有助于保护城市生态环境，减少地面建筑对自然景观的破坏，实现城市与自然的和谐共生。在城市地下空间工程的规划与建设中，需要充分考虑地质条件、水文环境、地下管线以及既有建筑等多种因素，确保工程的安全性和可行性。此外，还需要注重地下空间与地面空间的协调发展，通过科学合理的规划布局，实现地上地下空间的有机融合和高效利用。

2 城市地下空间工程的特点

2.1 空间利用的集约性与高效性

在地面空间日益紧张的背景下，地下空间成为了城市发展的新蓝海，通过科学合理的规划与建设，实现了

土地资源的深度挖掘与高效利用。第一，从集约性角度来看，城市地下空间工程通过多层化、立体化的开发模式，将原本难以利用或低效利用的地下土地资源转化为宝贵的城市空间。这种开发方式不仅限于简单的单层地下室或地下通道，而是涵盖了地下综合体、深层地铁网络、地下管廊系统等复杂而庞大的地下空间系统。这些系统相互交织、紧密相连，形成了一个错综复杂的地下城市网络，极大地拓展了城市的空间容量。第二，从高效性角度来看，城市地下空间工程通过精细化的规划设计与高效的施工管理，实现了地下空间资源的最大化利用^[1]。在规划阶段，设计师们充分考虑了地下空间的特殊性，如地质条件、水文环境、交通需求等因素，通过科学合理的布局与功能分区，确保了地下空间的高效利用。在施工阶段，先进的施工技术与设备的应用，如盾构机、地下连续墙等，极大地提高了施工效率与质量，确保了地下空间工程的顺利实施。第三，城市地下空间工程的高效性还体现在其对社会经济发展的推动作用上。通过构建完善的地下交通网络、商业设施及公共服务体系，地下空间工程不仅缓解了城市交通拥堵问题，提高了居民的生活质量，还促进了城市商业的繁荣与发展，为城市经济注入了新的活力。

2.2 工程技术的复杂性与挑战性

城市地下空间工程不仅承载着对空间资源的集约高效利用，其工程技术方面更展现出了极高的复杂性与挑战性。一方面，地下空间的地质条件复杂多变，是工程技术面临的首要挑战。地下岩土层的分布、性质、稳定性以及地下水的存在与流动状态，都直接影响着地下工程的设计与施工。例如，在软土地区进行深基坑开挖时，需要充分考虑土体的流变性和地下水位的控制，以防止基坑坍塌和周边建筑物的沉降。此外，地下断层、岩溶等不良地质现象也增加了地下工程的难度和风险。另一方面，地下空间工程的施工技术要求高，涉及多个

学科领域的专业知识。从岩土工程的开挖与支护、地下结构的防水与防裂,到机电设备的安装与调试,每一个环节都需要专业的技术团队和先进的施工设备来保障。同时,地下空间工程的施工过程中还需要考虑对地面环境的影响,如施工噪音、振动、扬尘等污染问题,需要采取有效的环保措施来减少对周边环境的影响^[2]。除此之外,地下空间工程还面临着诸多技术难题和创新挑战。随着城市地下空间开发的不断深入,地下空间的利用层次不断增加,对工程技术提出了更高的要求。例如,在深层地下空间开发中,需要解决超深基坑开挖、高水压下地下结构施工等难题;在地下综合管廊建设中,需要实现多种管线的集中布置与智能化管理;在地下交通网络中,需要解决地下车站的通风、采光、排水等难题。这些技术难题的解决不仅依赖于传统工程技术的积累与传承,更需要通过技术创新和跨学科合作来寻求突破。

2.3 环境影响的敏感性与可持续性

城市地下空间工程在推动城市发展的同时,其环境影响也呈现出高度的敏感性与可持续性特征,这是现代城市建设不可忽视的重要方面。一是地下空间工程的环境影响敏感性主要体现在对周边环境的细微变化具有高度感知能力。由于地下空间紧邻地面生态系统,其施工与运营过程中产生的任何扰动都可能对地表环境、地下水文乃至生物多样性造成直接影响。例如,施工期间的振动、噪音、粉尘排放可能干扰周边居民的生活,地下水的抽取或排放可能改变地下水位,进而影响地面建筑物的稳定性及生态湿地的健康。因此,地下空间工程在设计、施工及运营阶段均需采取严格的环保措施,以减轻对环境的负面影响。二是地下空间工程的可持续性强调在满足当前城市发展需求的同时,不损害未来世代满足其需求的能力。这要求我们在规划地下空间时,不仅要考虑经济效益和社会效益,更要注重生态效益。通过采用绿色建材、节能技术、雨水回收系统等环保措施,实现地下空间工程的节能减排和资源循环利用。同时,还应注重地下空间与地面空间的协调发展,保护城市历史文化遗产和自然景观,促进城市生态系统的平衡与稳定。三是地下空间工程的可持续性还体现在其长期运营与维护方面。通过智能化的管理系统和定期的监测评估,确保地下空间设施的安全稳定运行,减少因设施老化或损坏而对环境造成的二次污染。同时,加强公众环保意识教育,提高全社会对地下空间环境保护的重视程度,形成全社会共同参与地下空间环境保护的良好氛围。

3 城市地下空间工程的发展趋势

3.1 综合化、立体化开发模式的深化

随着城市化进程的加速和土地资源的日益紧张,城市地下空间工程的综合化、立体化开发模式正逐步走向深化,成为未来发展的重要趋势。这一趋势不仅体现了对地下空间资源的高效利用,更体现了城市规划与建设理念的革新。综合化开发模式强调地下空间功能的多元化与集成化。未来的地下空间将不再局限于单一的交通、停车或商业功能,而是将多种功能有机融合,形成集交通枢纽、商业娱乐、居住办公、公共服务等多种功能于一体的地下综合体。这种综合化开发模式不仅能够有效缓解地面空间压力,提升城市功能品质,还能为市民提供更加便捷、舒适的生活体验。例如,在地铁站点周边建设集购物、餐饮、休闲于一体的地下商业街区,实现地铁与商业的无缝对接,既方便了市民出行,又促进了商业繁荣。立体化开发模式则进一步拓展了地下空间的利用层次和范围。通过构建多层次的地下空间网络,实现地下与地面的立体连接和互动。这包括地下交通网络、地下管廊系统、地下公共空间等多个层面的开发与建设。例如,在城市中心区域建设深层地铁网络,形成地下快速交通体系;在城市基础设施建设中推广地下综合管廊,实现各类管线的集中布置与智能化管理;在公共绿地下方建设地下停车场或公共设施,提高土地利用效率。这些立体化开发措施不仅优化了城市空间结构,还提升了城市的整体运行效率和承载能力。综合化、立体化开发模式的深化还需要政府、企业和社会界的共同努力。政府应加强规划引导和政策支持,制定科学合理的地下空间开发规划和管理制度;企业应积极投入技术研发和项目建设,推动地下空间工程技术的创新与应用;社会各界应增强环保意识和社会责任感,共同参与地下空间环境保护和可持续发展。只有这样,才能实现城市地下空间资源的最大化利用和城市的可持续发展。

3.2 智能化、信息化管理的普及

随着信息技术的飞速发展,智能化、信息化管理正逐渐成为城市地下空间工程发展的重要趋势。这一趋势不仅代表着技术手段的革新,更是管理理念和模式的根本性变革,对于提升地下空间工程的安全性、效率性和可持续性具有重要意义。(1) 智能化、信息化管理主要体现在对地下空间设施运行的自动化监控和智能调控上。通过物联网、大数据、云计算等先进技术的应用,可以实现对地下空间环境参数、设备运行状态的实时监测和数据分析。例如,在地铁系统中,智能监控系统能够实时监测列车运行状态、客流密度以及轨道安全情况,确保地铁运行的安全顺畅。同时,智能化的能源管理系统可以

根据地下空间的实际需求,自动调节照明、通风、空调等设备的运行参数,实现能源的高效利用和节能减排。

(2) 信息化管理则强调地下空间数据的集成共享和智能决策支持。通过建立地下空间信息数据库和综合管理平台,可以实现地下空间规划、设计、施工、运营等全链条信息的数字化、网络化和智能化管理。这不仅提高了管理效率,还增强了决策的科学性和精准性。例如,在地下综合管廊的管理中,信息化管理平台可以集成各类管线的实时数据,为管理者提供管廊运行状态、维护需求等方面的综合信息,辅助其制定科学合理的维护计划和应急响应方案。(3) 智能化、信息化管理的普及还需要政府、企业和社会各界的共同努力。政府应加大政策支持 and 资金投入,推动相关技术的研发和应用;企业应积极引进先进技术和管理经验,提升自身的管理水平和竞争力;社会各界应增强信息化意识,积极参与地下空间信息的共享和利用。只有这样,才能推动城市地下空间工程智能化、信息化管理的全面普及和深入发展。

3.3 绿色化、生态化建设的加强

在可持续发展的全球背景下,城市地下空间工程的绿色化、生态化建设正日益成为不可逆转的发展趋势。这一趋势不仅是对传统建设模式的深刻反思,更是对未来城市发展模式的前瞻性探索,旨在实现地下空间开发与自然环境和谐共生。绿色化建设强调在地下空间工程的规划、设计、施工及运营全过程中融入环保理念,减少对自然环境的负面影响。首先,在规划阶段,应充分考虑地下空间与地面生态系统的关系,避免对重要生态区域造成破坏。其次,在设计和施工阶段,应采用绿色建材和技术,如可再生材料、低能耗设备、绿色施工技术,减少资源消耗和废弃物排放。同时,注重地下空间的自然通风、采光和排水设计,提高地下空间的宜居性和舒适度。另外,生态化建设则进一步强调地下空间

与地面生态系统的有机融合。通过构建地下生态网络,如地下湿地公园、生态廊道等,促进地下水循环、土壤保持和生物多样性保护,还可以利用地下空间进行雨水收集、净化和再利用,减轻城市排水系统的压力,同时补充地下水资源,维护城市水生态安全^[1]。绿色化、生态化建设的加强需要企业和社会各界的共同努力。相关部门应制定政策法规,鼓励和支持绿色、生态的地下空间开发模式;企业应积极履行社会责任,采用绿色技术和材料,推动地下空间工程的绿色化转型;社会各界应增强环保意识,积极参与和监督地下空间工程的绿色化、生态化建设。只有这样,才能确保城市地下空间工程在实现高效利用的同时,也能为城市的可持续发展贡献绿色力量。

结语

总之,城市地下空间工程以其独特的优势与潜力,正逐步成为推动城市可持续发展的重要力量。面对未来,我们应继续深化综合化、立体化开发模式,加强智能化、信息化管理,并坚持绿色化、生态化建设原则,以实现地下空间资源的高效利用与城市的和谐共生。同时,还需加强国际合作与交流,共同探索地下空间开发利用的新路径,为构建更加宜居、智慧、绿色的城市贡献力量。

参考文献

- [1]刘积成.城市地下空间岩土工程安全技术现状与展望[J].山东工业技术,2020(8):1-2.
- [2]赵子寅.城市地下空间岩土工程安全监测技术研究[J].工程技术研究,2021(9):5-7.
- [3]许杰.岩土与地下空间综合测试技术及在智慧城市建设中的应用[J].中国智慧城市建设技术研讨会.中国建筑学会,2020(13):11-12.