

城市更新中的地下空间再开发与海绵城市建设的融合路径研究

——以杭州为例

文 / 金 田 中国联合工程有限公司

摘要: 随着城市化进程的加速,城市更新成为提升城市品质、解决城市问题的关键途径。杭州作为中国的历史文化名城与现代化大都市,其地下空间再开发与海绵城市建设的融合探索具有重要的示范意义。本文深入分析了杭州地下空间利用的现状与潜力,结合海绵城市建设的核心理念,探讨了两者在城市更新中的融合路径。通过规划引领、技术创新、政策支持及公众参与等多维度策略,旨在提出一套适合杭州乃至其他城市借鉴的地下空间再开发与海绵城市建设融合模式,以促进城市可持续发展,提高城市韧性和居民生活质量。

关键词: 城市更新; 地下空间再开发; 海绵城市建设; 融合策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.007

引言

在快速城市化的背景下,城市空间资源日益紧张,地下空间的合理再开发成为缓解城市压力、提升城市功能的重要手段。同时,随着极端气候事件的频发,城市排水系统面临严峻挑战,海绵城市建设作为解决城市水安全问题的创新模式,正逐步成为城市规划与建设的新趋势。杭州,作为一座历史悠久而又充满活力的城市,其在城市更新中积极探索地下空间再开发与海绵城市建设的融合,旨在构建更加宜居、韧性、可持续的城市环境。

一、文献综述与理论基础

(一) 文献综述

1. 城市更新文献综述

城市更新作为城市规划与发展的重要领域,一直受到学术界的广泛关注。国内外学者对城市更新的定义、目标、策略及实施效果进行了深入研究。城市更新不仅是物质空间的改造,更涉及社会经济结构的调整、文化传承与创新等多方面内容。近年来,随着可持续发展理念的深入人心,城市更新更加注重生态环境保护、社会公平与包容性增长等议题。这些研究成果为本文探讨杭州城市更新中的地下空间再开发与海绵城市建设融合提供了丰富的理论支撑和实践参考。

2. 地下空间再开发文献综述

地下空间再开发作为城市空间拓展的重要途径,已成为城市规划领域的热点话题。国内外学者对地下空间开发的必要性、可行性、规划设计、施工技术及运营管理等方面进行了深入研究。特别是在城市密集区,地下空间再开发对于缓解城市用地紧张、提升城市功能、改善城市环境等方面具有显著优势。同时,学者们也关注到地下空间开发可能带来的地质风险、环境影响及社会经济问题,并提出了相应的应对策略。这些研究成果为本文探讨杭州地下空间再开发的策略与路径提供了有力支持。

3. 海绵城市建设文献综述

海绵城市作为一种新型的城市雨洪管理理念,近年来在全球范围内得到了广泛推广和实践。国内外学者对海绵城市的概念、内涵、构建技术、实施效果及政策保障等方面进行了深入研究。海绵城市强调通过增强城市地表的吸水、存水、渗水和净水能力,以及提高城市排水系统的灵活性和韧性,来应对城市水安全问题。这些研究成果为本文探讨杭州海绵城市建设的实践路径及与地下空间再开发的融合策略提供了重要参考。

(二) 理论基础

1. 城市可持续发展理论

城市可持续发展理论是本文研究的重要理论基础之一。该理论强调城市发展应满足当前需求而不损害未来世代满足其需求的能力。在城市更新中,地下空间再开发与海绵城市建设的融合正是为了实现城市的可持续发展。通过合理利用地下空间资源、提升城市排水系统的韧性,可以有效缓解城市用地紧张、改善城市水环境、提高城市居民的生活质量。

2. 空间规划理论

空间规划理论为本文研究提供了方法论支持。该理论强调在规划过程中应综合考虑城市空间的多维性、复杂性和动态性,以实现空间资源的优化配置和高效利用。在城市更新中,地下空间再开发与海绵城市建设的融合需要充分考虑城市空间的整体布局、功能分区及生态环境等因素,以实现空间资源的科学规划和合理利用。

3. 系统工程学理论

系统工程学理论为本文研究提供了系统性的分析框架。该理论强调将研究对象视为一个整体系统,通过系统分析、系统设计和系统评价等方法来解决问题。在城市更新中,地下空间再开发与海绵城市建设的融合涉及多个领域和部门,需要运用系统工程学理论进行系统性规划和协调,以确保各项工作的顺利推进和有效实施。

二、杭州地下空间再开发与海绵城市建设现状分析

（一）杭州地下空间再开发现状分析

杭州作为中国的历史文化名城和现代化大都市，其地下空间资源的开发利用已逐渐成为城市发展的重要方向。近年来，随着城市规模的扩大和人口的增长，杭州在地下空间再开发方面取得了显著成效。

首先，杭州在地铁建设方面取得了突破性进展。地铁网络的不断延伸不仅极大地缓解了城市交通压力，还为地下商业、停车等功能的开发提供了有力支撑。地铁站周边往往成为地下空间开发的热点区域，集商业、办公、文化等多种功能于一体，形成了充满活力的地下城市空间。其次，杭州在地下管廊建设方面也取得了积极进展。地下管廊作为城市地下空间的重要组成部分，对于提高城市基础设施的安全性和可靠性具有重要意义。杭州通过建设地下管廊，将给水、排水、电力、通信等管线纳入其中，实现了管线的集中管理和统一维护，有效降低了管线维护成本和对城市环境的影响。然而，杭州地下空间再开发也面临一些挑战。一方面，地下空间开发成本较高，需要投入大量资金和技术力量；另一方面，地下空间开发需要充分考虑地质条件、环境保护和公共安全等因素，增加了开发难度和风险。此外，地下空间规划与管理体制尚需完善，以确保地下空间资源的合理开发和有效利用。

（二）杭州海绵城市建设现状分析

杭州作为中国海绵城市建设的先行者之一，在海绵城市建设方面取得了显著成效。杭州充分利用其自然地理条件和城市基础设施优势，通过构建多层次、立体化的海绵城市体系，有效提升了城市排水系统的韧性和防洪能力。

首先，杭州在城市规划建设中积极融入海绵城市理念。在城市新区开发和旧城改造中，杭州注重保留和恢复自然水体、湿地等生态要素，增加城市绿地面积和透水铺装比例，提高城市地表的吸水、存水和渗水能力。同时，杭州还加强了对城市排水系统的改造升级，提高了排水设施的排水能力和灵活性。其次，杭州在海绵城市建设中注重科技创新和示范引领。杭州依托高校和科研机构的力量，积极开展海绵城市技术研发和示范项目建设和。通过引入先进的雨水收集、净化和利用技术，杭州实现了雨水资源的有效利用和循环利用。同时，杭州还加强了对海绵城市建设效果的监测和评估工作，为海绵城市建设的持续优化提供了科学依据。然而，海绵城市建设与地下空间再开发之间也存在一定的矛盾或冲突点：

空间占用冲突：海绵城市的建设需要占用一定的地面空间用于建设透水铺装、低势绿地等设施，而地下空间再开发同样需要占用地下空间。两者在空间资源上的占用存在一定的竞争关系，如何平衡两者之间的关系成为一大难题。

功能协调难题：地下空间再开发往往注重交通、商业、停车等功能的实现，而海绵城市建设则更注重生态环保和防洪排涝功能的实现。两者在功能定位上存在一定的差异，如何在满足各自功能需求的同时实现协调统

一，是亟待解决的问题。

三、杭州地下空间再开发与海绵城市建设融合路径研究

杭州作为一座快速发展的现代化城市，其地下空间再开发与海绵城市建设的融合，是实现城市可持续发展、提升城市综合承载能力的关键路径。以下从多个维度详细探讨这一融合路径。

（一）政策引领与规划先行

政策制定与完善：杭州市政府应继续加强政策制定与完善，为地下空间再开发与海绵城市建设的融合提供坚实的政策支撑。制定或修订相关法律法规，如《杭州市地下空间开发利用管理办法》《杭州市海绵城市建设管理办法》等，明确地下空间开发涉及的规划管理、用地管理、建设管理、产权登记、使用管理等方面内容，并融入海绵城市建设的具体要求。

专项规划与系统规划：编制《杭州市地下空间开发利用专项规划（2024-2035年）》与《杭州市海绵城市建设专项规划（修编）》的深度融合方案，确保两者在规划层面实现无缝对接。通过系统化的规划，明确地下空间与海绵城市建设的空间布局、功能分区、建设时序等，确保两者在发展目标、建设标准、管理要求等方面的高度一致。

（二）空间布局与功能融合

地下空间多功能开发：在地下空间再开发过程中，应充分考虑其多功能性，将地下空间打造成集交通、商业、停车、市政设施等多种功能于一体的综合体。例如，利用地铁站点建设地下商业街、公共停车库等，既缓解地面交通压力，又提升城市商业活力。同时，将海绵城市建设的理念融入地下空间开发中，如设置雨水收集利用系统，实现雨水资源的最大化利用。

海绵城市要素地下化：在海绵城市建设中，部分设施可尝试地下化布局，以节省地面空间，提高城市土地利用效率。例如，将部分雨水调蓄池、生态滞留带等海绵设施布置在地下，通过地下管廊等方式实现与地面设施的互联互通。这样既能发挥海绵设施的调蓄作用，又能减少对地面景观的影响。

（三）技术创新与生态修复

技术创新与应用：在地下空间再开发与海绵城市建设的融合过程中，应注重技术创新与应用。例如，采用先进的雨水收集、处理、回用技术，提高雨水资源的利用效率；利用BIM（建筑信息模型）、GIS（地理信息系统）等现代技术手段，实现地下空间与海绵城市建设的精准规划与精细化管理。

生态修复与环境保护：在地下空间开发过程中，应注重生态修复与环境保护。对于因开发而受损的自然生态区域，应采取有效措施进行修复，恢复其生态功能。同时，在海绵城市建设中，应充分利用生态屏障及湖库调蓄空间，保护并发挥河道、湿地、大型公园等海绵体的作用，构建生态友好型的城市环境。

（四）管理机制与制度保障

管理机制创新：建立地下空间再开发与海绵城市建设的融合的管理机制，明确各部门职责分工，加强部门间

的协调配合。建立项目审批、建设、验收、运维等全生命周期的管理体系，确保项目顺利实施并达到预期效果。

制度保障与法治化建设：完善相关法律法规体系，为地下空间再开发与海绵城市建设的融合提供法治化保障。制定配套政策和技术标准，明确建设要求、管理标准、评价标准等，为项目实施提供科学依据和技术支撑。同时，加强执法力度，对违法违规行为进行严厉查处，维护良好的市场秩序。

（五）示范引领与经验推广

示范项目建设：选取具有代表性的区域或项目作为示范点，开展地下空间再开发与海绵城市建设的融合试点工作。通过示范项目的建设，总结经验教训，形成可复制、可推广的模式和做法。

经验交流与推广：加强与其他城市的交流与合作，学习借鉴先进经验和科技成果。通过举办研讨会、培训班等形式，推广杭州在地下空间再开发与海绵城市建设融合方面的成功经验和做法，为其他城市提供借鉴和参考。

四、案例分析——以杭州亚运村海绵城市片区为例

杭州亚运村作为杭州城市发展的重要组成部分，其海绵城市片区的建设不仅体现了杭州在地下空间再开发与海绵城市建设融合方面的探索与实践，也为其他城市提供了可借鉴的宝贵经验。以下从多个方面详细分析杭州亚运村海绵城市片区的建设情况。

（一）项目背景与意义

杭州亚运村作为2022年杭州亚运会的重要配套项目，其建设质量直接关系到亚运会的成功举办和杭州的城市形象。亚运村海绵城市片区的建设，旨在通过创新城市雨洪管理理念，提升城市防洪排涝能力，改善城市水环境，促进城市可持续发展。该项目的实施，不仅有助于缓解城市内涝问题，提升居民生活质量，还能为亚运会的成功举办提供有力保障。

（二）规划设计与实施

规划设计：杭州亚运村海绵城市片区的规划设计充分考虑了城市防洪排涝需求、生态环境保护以及居民生活需求等多方面因素。项目采用了“小海绵+大海绵”的融合互存模式，通过构建多层次、立体化的海绵城市体系，实现雨水在城市中的自由迁移和高效利用。在规划设计中，注重保留和恢复自然水体、湿地等生态要素，增加城市绿地面积和透水铺装比例，提高城市地表的吸水、存水和渗水能力。同时，结合地下空间开发，建设了完善的雨水收集、处理、回用系统，实现了雨水资源的最大化利用。

实施过程：在项目实施过程中，杭州亚运村海绵城市片区注重科学施工和精细化管理。项目团队严格按照规划设计方案进行施工，确保各项工程措施落实到位。同时，加强了对施工过程的监管和质量控制，确保工程质量符合标准和要求。此外，项目还注重与周边区域的协调与配合，确保海绵城市建设的整体性和系统性。

（三）主要建设内容

透水铺装与低势绿地：在杭州亚运村海绵城市片区

中，透水铺装和低势绿地是主要的海绵设施建设内容之一。透水铺装采用了特殊的透水材料，使雨水能够迅速渗透到地下，减少地表径流。低势绿地则通过地形设计，使雨水能够自然汇聚并下渗到土壤中，提高土壤含水量和植被生长条件。这些设施的建设不仅美化了城市环境，还提高了城市的防洪排涝能力。

雨水收集与回用系统：亚运村海绵城市片区建设了完善的雨水收集与回用系统。通过雨水收集管道和蓄水池等设施，将雨水收集起来并进行处理。处理后的雨水可用于绿化浇灌、道路冲洗等用途，实现了雨水资源的循环利用。这一系统的建设不仅节约了水资源，还减轻了城市排水系统的压力。

地下综合管廊：在地下空间开发方面，亚运村海绵城市片区建设了地下综合管廊。地下综合管廊将给水、排水、电力、通信等管线纳入其中，实现了管线的集中管理和统一维护。这一措施不仅节省了地面空间资源，还提高了城市基础设施的安全性和可靠性。同时，地下综合管廊还结合了海绵城市建设的理念，设置了雨水收集和处理设施，实现了雨水资源的有效利用。

结论

杭州地下空间再开发与海绵城市建设的融合，是实现城市可持续发展的重要途径。两者在功能互补、空间优化、资源高效利用等方面具有显著的协同效应，能够有效提升城市综合承载能力，改善城市生态环境。政策的制定与完善、专项规划与系统规划的深度融合，为地下空间再开发与海绵城市建设的融合提供了坚实的政策保障和规划指导。这有助于确保两者在发展目标、建设标准、管理要求等方面的高度一致，推动项目的顺利实施。技术创新在地下空间再开发与海绵城市建设的融合中发挥着关键作用。通过引入先进的雨水收集、处理、回用技术，以及BIM、GIS等现代技术手段，提高了项目建设的科学性和精细化水平。同时，生态修复与环境保护也是不可忽视的重要环节，通过恢复和保护自然生态要素，实现了城市发展与生态环境的和谐共生。杭州亚运村海绵城市片区的成功实践，为其他城市提供了可借鉴的宝贵经验。该项目的实施不仅展示了地下空间再开发与海绵城市建设融合的可行性和优越性，也为推动全国范围内类似项目的开展提供了有力支持。

参考文献

- [1] 屈蕴, 乔梦曦, 王思思. 工业厂区海绵城市建设方案模型模拟与优化——以青岛市某厂区为例[J]. 北京建筑大学学报, 2024, 40(02): 50-59.
- [2] 丁叶. 地下空间开发价值评估方法研究——以南宁市海绵城市建设为例[J]. 低碳世界, 2021, 11(11): 81-82.
- [3] 王春红, 张鑫. 山地型风景区低影响开发实践技术——以佛慧山、金鸡岭、兴隆山等景区海绵城市建设为例[J]. 山东林业科技, 2020, 50(05): 69-71+78.
- [4] 陈林, 杨贤房, 张安皓, 等. 海绵城市建设实践性策略研究——以南方多雨地区深圳市为例[J]. 浙江建筑, 2020, 37(03): 9-12.