

我国城市地下空间规划研究的演进和展望*

Planning Research on China's Urban Underground Spaces: Evolution and Prospect

汤宇卿 叶子

TANG Yuqing, YE Zi

关键词 城市地下空间；空间规划；研究综述；发展阶段

Keywords: urban underground space; urban planning; literature review; development period

提要 城市地下空间发展作为优化空间结构、完善基础设施、提升城市韧性的主要手段，是实现城市低碳可持续目标的重要抓手，其科学规划日益受到关注。基于这一背景，运用CiteSpace软件，利用中国知网(CNKI)中文数据库，对我国1995—2024年城市地下空间规划研究进展、热点和趋势等进行总结分析。研究发现，空间规划与其前端的综合评价和后续的管理实施三者互动发展，总体可划分为3个阶段：2007年及之前的“探索发展期”，重点开展地下空间规划的基础研究并积累实践经验；2008—2018年的“快速增长期”，在体系构建、空间协同和技术提升等规划方法研究的同时，聚焦轨道交通、生态节能和安全保障等重点领域；2019年及之后的“高质量发展期”，一是研究地下空间规划如何纳入国土空间规划体系并服务于城市更新，二是探索人本、绿色、智慧、韧性的地下空间规划。在此基础上，从复合化、嵌入式、共享型等方面，提出城市地下空间规划未来发展的展望。

Abstract: The development of urban underground space, as a critical means of optimizing spatial structure, improving infrastructure, and enhancing urban resilience, contributes significantly to cities' low-carbon and sustainability goals, thereby drawing increasing attention to its scientific planning. Against this backdrop, this study uses CiteSpace software and China National Knowledge Infrastructure (CNKI) database to systematically summarize the research progress, hotspots, and trends of urban underground space planning in China from 1995 to 2024. The research reveals concerted development across spatial planning, pre-planning comprehensive evaluation, and post-planning management and implementation. The results identify three distinct evolutionary stages: the "exploratory stage" prior to 2007, characterized by a focus on preliminary planning research and accumulating practical experience; the "rapid growth stage" from 2008 to 2018, marked by an emphasis on rail transit, ecological energy conservation, and safety assurance alongside advances in planning methodologies such as system construction, spatial coordination, and technical standardization; a "high-quality development stage" beginning in 2019, stressing the integration of underground space planning into the national territorial spatial planning system, its roles in urban renewal, and explorations on human-oriented, green, intelligent, and resilient planning approaches. Building on these findings, the paper further discusses future prospects of urban underground space planning from the aspects of functional compounding, embedding, and facility sharing.

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202505006
文章编号 1000-3363(2025)05-0047-08

作者简介

汤宇卿，同济大学建筑与城市规划学院城市规划系、高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室副教授、博士生导师，tyqjtu@163.com

叶子，同济大学建筑与城市规划学院城市规划系硕士研究生

* 上海市哲学社会科学规划课题“上海加快智慧物流末端无人配送设施规划建设研究”（项目编号：2022ZCK003）

城市地下空间泛指地表面以下的空间，从城市建设的角度定义，地下空间多指以空间为载体的地下空间工程，即传统意义上的狭义地下空间^[1]。

作为国土空间资源的重要组成部分，我国城市地下空间在不同时期、不同发展阶段都发挥着至关重要的作用。1950—1980年代，城市地下空间主要服务于人防；改革开放以来，城市地下空间开发利用逐渐从以人防建设为主的平战结合阶段过渡至以服务城市建设为主要目标的有序发展阶段；进入21世纪以后，地下空间在改善生态环境、优化空间结构、提升城市韧性等方面发挥了重要的作用^[2-4]，从探索发展逐步进入了快速增长阶段，其研究也呈现多元化的趋势。

2019年以后，在国土空间规划新体系下，城市地下空间规划作为专项规划，需要兼顾资源保护与开发，强调规划的宏观引领和对地下空间资源的集约化利用^[2]。地下空间对实现“双碳”目标也发挥着不可替代的作用，是城市实现永续发展的重要抓手^[3,5]，对于城市发展的作用日益为公众所认识。

因此，分析我国城市地下空间规划研究的演进历程，有利于把握其发展方向，在实践中充分结合国土空间规划体系中地下空间规划的研究成果，顺应社会经济、体制机制、规划技术等多方面的发展，更好地服务于宜居、韧性和智慧城市的打造。

1 研究方法与数据

1.1 研究数据来源

本研究使用CiteSpace进行文献计量分析，研究中所选用的文献来源于知网中文数据库，以“城市地下空间开发利用”“城市地下空间规划”等主题相互组合进行检索。检索时间起始自有相对稳定的1995年1月，截至2024年12月。考虑样本的整体水平和影响力，选取中文核心期刊（北大核心）和中文社会科学引文索引（CSSCI）来源的数据，共计896篇。

1.2 研究主题界定及数据筛选

城市地下空间在开发利用过程中主

要有“探（探测）、评（评价）、规（规划）、建（建造）、用（运维）”等环节，涉及地质资源与地质工程、测绘科学与技术、城乡规划、建筑和土木工程等多个学科并相互交叉，不同研究的侧重点各不相同，本研究将聚焦“空间规划”视角筛选文献，选取与国土空间规划及城乡规划相关的数据进行分析。

经过逐一筛查核对，去除重复和不相关的文献后，共有674篇相关文献，以1年作为计量分析的时间切片，其具体的年发文量分布及变化趋势如图1。

2 研究总体统计分析

2.1 发文时间分布

我国城市地下空间开发利用自1987年开始逐渐与城市建设相结合，1997年《城市地下空间开发利用管理规定》颁布，该规定提出“各级人民政府在组织编制城市总体规划时，应根据城市发展的需要，编制城市地下空间开发利用规划”^[5]，也是从这一时期全面开始了有关城市地下空间规划的研究。

我国自1995年起每年开始稳定有一定数量的研究成果发表，但总量仍较少，自2008年前后起，发文量开始稳步增加且维持在一个相对较高水平，并于举办重大事件或颁布重要政策的年份前后出现波动。

2.2 研究机构分布

研究机构的分布情况可反映不同学术组织对于城市地下空间规划相关研究

的关注程度。通过调整软件g指数（g-index）进行全局分析，674篇文献共涉及多个领域的239所学术组织机构，机构间合作的关联网络数量为111，合作网络密度为0.0039。若仅以每个时间切片中出现次数前5%的机构进行计量分析，则共包括88家机构与67家机构关联网络，网络密度为0.0175。这表明城市地下空间规划相关研究的机构数量较为可观，但出现次数前5%的机构之间的合作网络密度明显高于全局，这说明相互之间的合作有聚集在“头部”机构之间的趋势，侧面表现出普通研究机构之间的合作相对较少。

如表1，机构的发文量方面，大于等于10篇的机构共有7所，以高等院校、相关研究院所为主，这些机构占总数的2.9%，其累计发文量占发文总量的17.4%，这表明过去城市地下空间规划的相关研究在机构分布方面表现出“长尾分布”态势。

2.3 研究学者分布

以研究学者的发文总量来看，发文量超过10篇的学者有同济大学的彭芳乐、束昱、乔永康和解放军陆军工程大学的陈志龙。对较高发文量（>5篇）的学者之间的共现网络进行分析，一个协作网络中的学者多属于一个组织机构，之间的合作横跨了不同年份。除发文量较多的学者之外，其他的学者之间合作较少，也没有形成其他较为密切的共现网络。

从研究学者的时间分布来看，高频

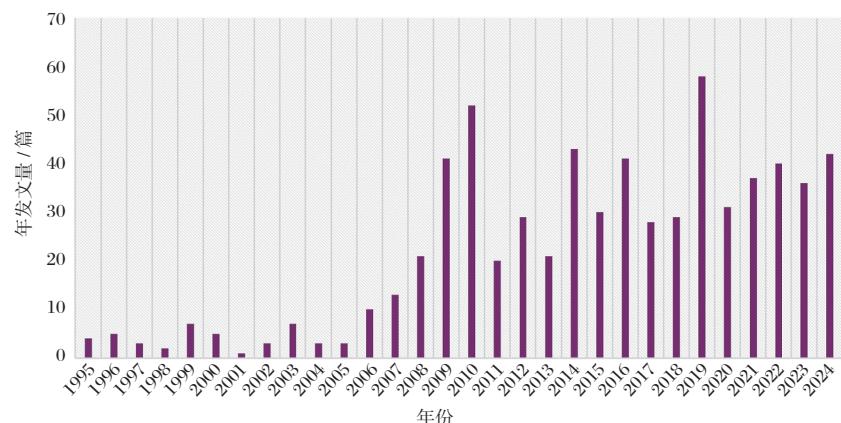


图1 1995—2024年各年度相关论文发文量
Fig.1 The number of related papers published in each year from 1995 to 2024

次研究学者具有较明显的阶段性特征：早期的代表学者有长期从事城市地下空间领域研究的钱七虎、陈志龙、郭东军、束昱等，发表文章内容从早期对城市地下空间发展的探讨，到防灾、复合开发、地下空间规划等内容的研究，他们为城市地下空间规划研究奠定了基石并持续作出贡献。2010—2020年前后，出现了袁红、乔永康等较具代表性的学者，其中：前者的研究多聚焦于地下空间规划的管理体制和规划策略等；后者多结合技术发展和需求趋势开展研究，涉及城市更新、变革趋向和模型算法等方面。

3 研究趋势与热点分析

3.1 研究热点总述

关键词的共现性、时间线分布可反映城市地下空间规划研究领域的学术发展脉络，进而可对该领域研究的发展阶段进行划分与总结。共现频次 ≥ 5 的关键词共有10个（表2），其中除地下空间之外，开发利用、轨道交通、人防工程等关键词的中心性相对较高，且结合其持续时间考虑（图2），这些关键词自从被提出后一直有相关研究，因此可初步认为，截至目前，这些关键词仍是地下空间规划领域的研究核心之一。

如图3，对关键词进行进一步聚类：Modularity Q 表示网络模块化指标，为0.59，表明划分出来的聚类结构是显著的；Mean Silhouette值用来衡量网络的同质性，为0.98，反映出这个聚类的结果有较高的可信度。其中较具代表性的聚

类共有6组，与上述关键词的分布基本一致[图3(b)]。具体到组内，关键词的分布则更为广泛，出现了诸如综合管廊、发展战略、城市更新、协同发展和规划策略等次要关键词。这体现了城市地下

空间规划相关研究的实施路径、研究思路已走向多元化，涉及与其他城市空间、规划体系衔接配合，而非就地下论地下，将其看作孤立的系统。

表1 城市地下空间规划研究机构统计（发文量 >10 的机构）

Tab.1 Frequency statistics of top institutions in related research

序号	研究所属机构	频次/次	首次发文年份/年
1	同济大学地下空间研究中心	32	1995
2	同济大学地下建筑与工程系	29	2007
3	中国地质调查局南京地质调查中心	13	2003
4	上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司	12	1999
5	解放军理工大学地下空间研究中心	11	2004
6	北京工业大学建筑与城市规划学院	10	2010
7	同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司	10	2016

表2 城市地下空间规划研究热点统计（频次 ≥ 5 的关键词）

Tab.1 Frequency statistics of hot keywords in the research

序号	关键词	频次/次	中心性	首次出现年份/年
1	地下空间	279	0.93	1995
2	开发利用	38	0.07	2007
3	规划	16	0.05	2003
4	城市	12	0	1999
5	城市规划	8	0	2004
6	轨道交通	8	0.07	2010
7	综合管廊	6	0.04	2016
8	人防工程	5	0.07	2007
9	公共空间	5	0.05	2008
10	世博轴	5	0.03	2009

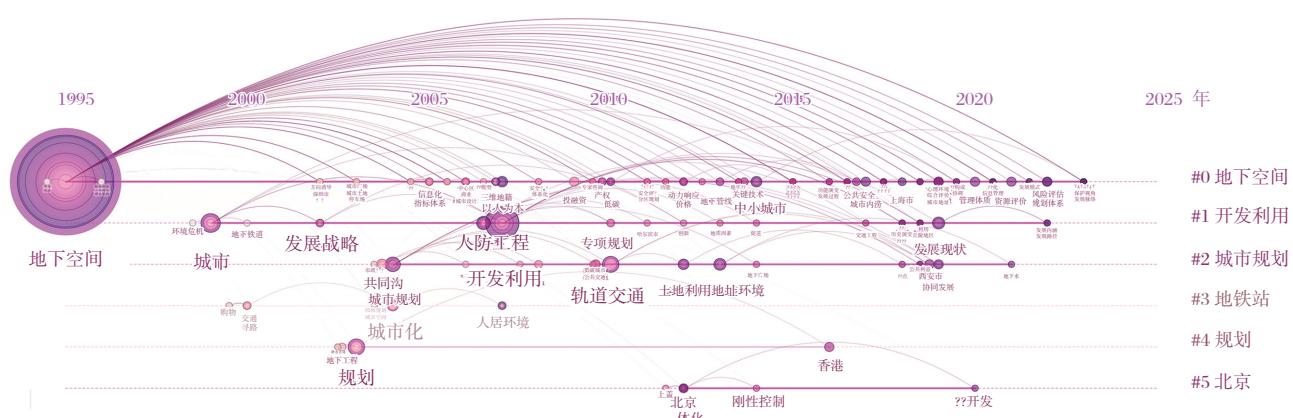


图2 关键词时间线图谱

Fig.2 Timeline view of keywords in the research

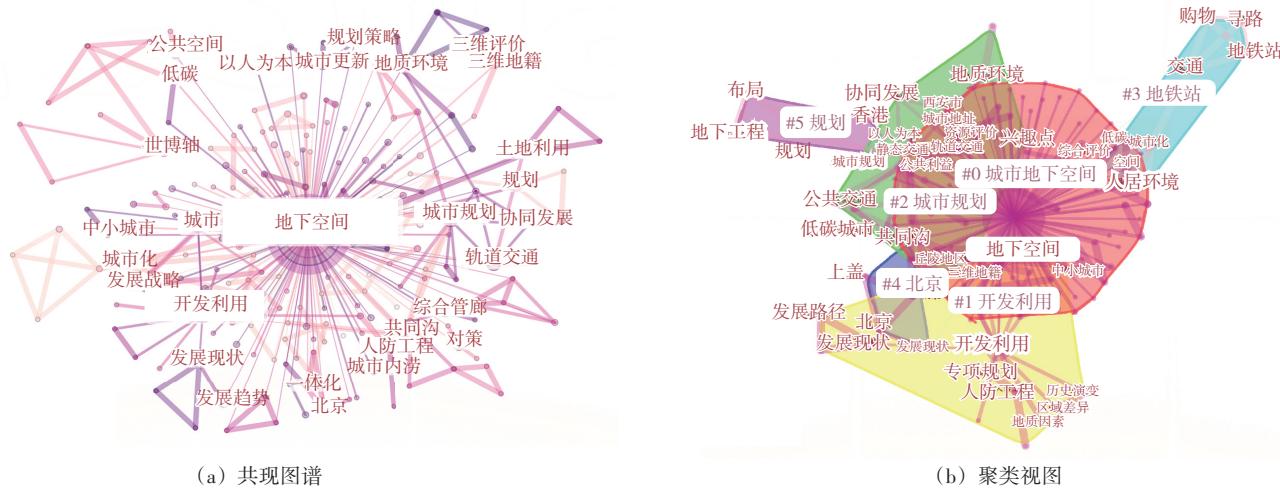


图3 关键词共现图谱和聚类视图
Fig.3 Keywords co-occurrence map and clustering view

3.2 研究热点发展趋势

基于上述热点的初步探究,引入关键词突现图谱分析对城市地下空间规划的发展脉络继续进行研判。通过保留时间线图(图2)中影响程度较大的文献节点,同时借助部分比较有代表性年份的词频分析(表3)与突现词分析(图4),综合考虑年发文量变化情况、时间线图谱和政策引导趋势,对发文量较少或词频特性不显著的年份重新复核整理研究内容,可将我国城市地下空间规划的相关研究划分为三个阶段。

3.2.1 2007年及以前:探索发展期

该阶段从国内城市地下空间规划相关研究兴起开始,一直到2007年前后。

伴随着多个城市地铁的建设和开通,2001年开始,我国将轨道交通明确为城市交通建设的重点,并将“十五”期间定位为“规划建设地铁、轻轨等轨道交通”的启动期^[6]。后续政策重申了有序发展城市轨道交通的要求并将其正式纳入“公交优先”战略^[7]。地铁直接带动了我国城市地下空间规模的迅速增长,迫切需要科学规划对开发建设予以管控。由于这一领域的规划以往基本为一片空白,因此,此阶段更多是借鉴国际经验,包括加拿大蒙特利尔市地下城的规划与建设^[8]、日本东京的地下空间开发和利用^[9]等,进而深化到规划的指导原则、规则标准和激励措施的借鉴^[10]等方面。

前期研究始终是规划编制的重点,针对地下空间的直观性差和复杂性高等

表3 城市地下空间规划各时期研究热点关键词
Tab.3 Research hot keywords in various periods

研究阶段	代表年份	主要关键词(出现频次)
阶段 I	2004	地下空间(7);规划(3);城市广场(2)
	2009	地下空间(16);开发利用(4);投融资(3)
	2010	地下空间(30);世博轴(4);开发利用(3);轨道交通(3);自然采光(2);生态(2)
	2013	地下空间(10);防灾(4);地铁车站(2)
	2016	地下空间(16);综合管廊(3);智慧城市(2)
阶段 II	2020	地下空间(9);综合管廊(3);管理体制(3);城市更新(2)
	2021	地下空间(12);开发利用(4);资源评价(3);综合管廊(2)
	2022	地下空间(15);规划策略(5);城市更新(3);规划体系(3);适宜性(2)
	2023	地下空间(15);防灾减灾(3);韧性提升(3);三维地籍(2);城市内涝(2)

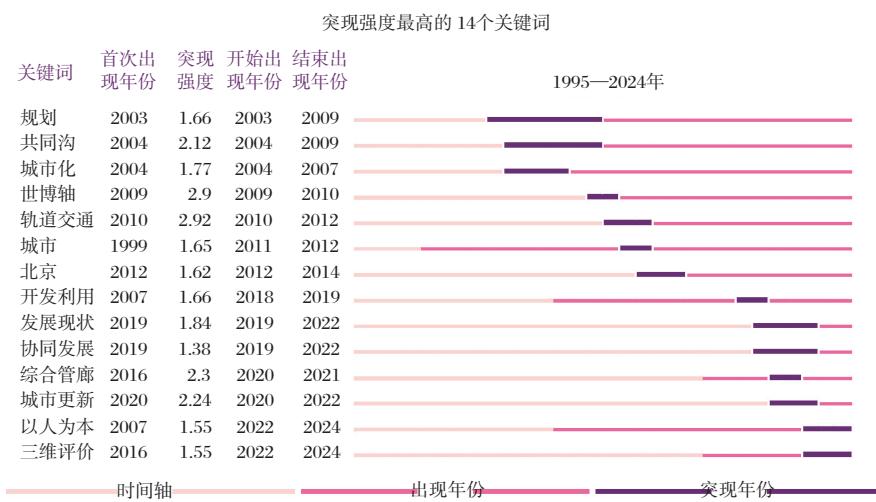


图4 城市地下空间规划研究突现词图谱
Fig.4 Burstness view of keywords in the research

问题，需要采用特定的资源评估方法。在此期间开展了城市地下空间开发利用容量评估的基础研究工作^[11]，构建了评估指标体系^[12]，引入“资源质量评估”理念，推动模糊综合评估与3D可视化等工作的开展^[13]。

服务管理实施是规划编制的目的，需要法律体系的支撑，在借鉴日本等国家城市地下空间开发利用法律方面成果的同时^[14]，国内城市如深圳开始探讨地下空间利用的立法，尤其是地方性法规体系的建立^[15]。

在核心的空间规划层面，伴随着城市地下空间发展战略和目标^[16]的确定，我国开始了城市地下空间资源开发利用的规划思想与技术路线的研究^[4]，建立了指标体系对城市地下空间规划，尤其是可持续性发展等重点内容展开评价^[17]。同期，开始了针对城市整体或其重点地段的地下空间规划的实践，包括上海城市地下空间概念规划^[18]、杭州市钱江新城市核心区地下空间概念规划^[19]、青岛市黄岛中心商务区地下空间规划控制^[20]和上海CBD核心区地下“井”字形通道规划^[21]等。

3.2.2 2008—2018年：快速增长期

2008年，《城乡规划法》颁布实施，填补了原有《城市规划法》缺位地下空间规划的空白，提出“城市地下空间的开发和利用，……遵循统筹安排、综合开发、合理利用的原则，充分考虑防灾减灾、人民防空和通信等需要”。伴随着2008年北京奥运会和2010年上海世博会等大事件，我国城市发展走上了快车道，地下空间开发也紧随其后。2007年颁布的《物权法》提出了“建设用地使用权可以在土地的地表、地上或者地下分别设立”，又进一步保障和促进了地下空间的发展。地下空间作为城市发展中的一个新部分，其利用越来越被人们认同和接受^[22]。到2014年前后，我国已经成为世界城市地下空间开发利用的大国^[23]。

延续前一阶段发展趋势，面向这一时期城市地下空间的大发展，前期研究在资源评估的基础上融入了开发评价，包括地下空间资源开发利用特征及其限制因素研究^[24]、开发潜力评价^[25]和开发利用适宜性评价^[26]等方面。

在管理实施层面：基于《物权法》

等法规的规定，重点探讨城市地下空间的属性与权属^[27]、地下空间权与土地立体利用的权利结合^[28]，研究我国城市地下空间法制化建设的进程并展望未来的发展趋势^[29]，呼吁加快地下空间利用立法，提高城市可持续发展能力^[30]等；立足法规研究，提出城市地下空间开发利用的综合管理及其组成体系^[31]，探讨管理体制革新的方向^[32]。

在空间规划层面，伴随着建设的高潮，大量地下空间开发迫切需要规划的指导，相关研究呈百花齐放的态势。

规划体系构建。在对城市地下空间规划编制体系建构和开发运作策略探讨^[33-34]的基础上，三级体系初具雏形：一是提出总体规划中地下空间规划编制的理念转变、体系衔接、工作重点和主要内容等^[35]；二是关注地下空间与其他专项，尤其是人防工程的融合发展利用^[36]，实现“两规合一”，并向“多规合一”拓展；三是面向开发热潮，聚焦城市地下空间的开发控制^[37]，并以上海虹桥商务核心区一期^[38]、深圳宝安中心区^[39]和厦门马銮中心岛^[40]等城市重点地区为例，探讨地下空间开发控制的方法。

规划空间协同。地下空间规划不能就地下论地下，城市地下空间与地上空间多重耦合理论^[41]和地下与地上一体化设计的方法^[42]成为地下空间有效发展的策略，如可以利用地下空间去主动弥补、协同地面上的历史文化街区保护及城市更新^[43-44]等工作。在地上与地下空间协同开发的同时，需要寻求地下空间和各专项规划的统一，完善地下空间管理的机制和法制建设，建设地下空间信息化平台，总结提出我国城市地下空间规划发展战略^[5]。

规划技术提升。前沿规划技术从地上空间逐步向地下空间规划延伸，尝试把BIM技术应用在城市地下空间开发中^[45]，在信息化平台建设的同时，实现城市地下空间数据标准化^[46]，开发三维可视化的地下空间辅助规划系统^[47]。

伴随着地下空间规划体系、空间和技术等方面日趋成熟，这一阶段又形成了几个研究主流方向。

轨道交通引领。轨道交通站点地区是地下空间开发的龙头和规划研究的重点，基于地铁站域地下空间综合开发水

平评价^[48]，探讨轨道交通发展带来的地下空间规划模式及其开发控制，包括基于TOD核心理念的城市地下空间规划模式^[49]、地下车站与地下空间统一规划模式^[50]、城市地铁和其他地下空间系统，如共同沟系统共建共享^[51]和地铁沿线站域地下空间开发控制^[52]等方面。

生态节能创新。2010年上海世博会促进了地下空间规划理念的创新，在世博轴及地下综合体工程建设的过程中，最大程度地利用场地资源和节约能源^[53]，体现绿色生态和节能低碳的特色^[54]，大量运用先进手段实现生态和节能，通过阳光谷及草坡把绿色和阳光引入地下各层空间^[55]，将园区多项功能有机集合，规模化、系统化、秩序化地转入地下^[54]，提升了土地利用效率，改善空间环境品质。

空间安全保障。随着我国地下空间开发利用的快速发展和人流的聚集，其安全问题已占据越来越重要的地位^[56]：一方面，需要完善城市地下空间防洪措施与对策^[57]、确保地下空间，尤其是大型地下空间消防设计的科学可靠^[58]；另一方面，可以利用地下空间进行城市综合防灾^[59]，即利用地下空间加强城市内在安全性和完善城市防灾空间体系^[60]。

3.2.3 2019年及以后：高质量发展期

2019年《中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》提出后，地下空间规划纳入国土空间规划体系；同年，《城市地下空间规划标准》颁布实施，规范了地下空间规划的编制；之后，《自然资源部关于探索推进城市地下空间开发利用的指导意见》等一系列政策出台，对地下空间科学发展起到了很好的引领作用。伴随着城市开发从外延式拓展走向内涵式挖潜，再从量的扩张走向质的提升，地下空间以城市高质量发展为指引，以实现人民对美好生活的向往为宗旨，已经成为城市发展的重要增长极^[61]。

作为高质量发展的先导，地下空间规划前期评价向综合化、立体化方向拓展，提出了地下空间资源调查与综合评价体系^[62]，整合了三维地质模型和三维空间分析方法^[63]，实现了三维地质模型与地下构筑物模型的自动融合，开展了城市地下空间资源评价的三维建模^[64]，

并付诸具体实践。上海、深圳、杭州、南京等地纷纷设置“三维地籍”，为了实现充分利用、科学利用，开展了特殊地质城市地下空间开发利用面临问题的研究^[65]。

规划管理层面更多面向投资收益和运营管理，融合科学性和可操作性。地下空间开发需要综合管理、统筹规划、创新投融资及收益模式^[66]，加强城市地下空间运营管理^[67]，完善地下空间管理技术体系，建立完整的行政管理机构，健全城市地下空间法律法规^[68]，加速推进地下空间治理体系建设^[69]。

空间规划层面研究如何完善城市地下空间规划的编制并纳入国土空间规划体系^[70]，在摸清我国城市地下空间规划编制现状和实施效果的基础上，进一步完善规划理论和方法^[71]，倡导树立第四国土、地下红线理念^[72]。另一方面，城市更新^[70]日益受到关注，《支持城市更新的规划与土地政策指引（2023版）》鼓励在符合规范要求的情况下充分开发利用地下空间，加强地上地下空间的统筹建设和复合利用，提高土地节约集约利用水平。地下空间的创新发展聚焦于城市更新和精细化管理^[73]，面对城市更新区域“先地上后地下”的发展时序，需要提出全新的规划策略^[74]，推动我国城市地下空间高质量开发和可持续利用^[75]，重点突出四个方面：

人本地下空间。针对有的城市地下空间未获得充分利用、人群的体验感较差、停留时间短、地下空间业态单一等问题^[76]，提出城市地下空间开发利用内部环境生态化和人性化的趋势^[77]，希望我国地下空间开发在视觉美感和对舒适度的追求方面再上一个台阶^[78]。

绿色地下空间。城市地下空间开发是缓解“城市病”、实现城市可持续发展的重要举措^[79]，需要划定地下空间三维生态红线，进行地下空间资源潜力评估^[80]，重点从节约土地、利用地热能、节水、绿色城市基础设施等方面，通过地下空间助力发展绿色建筑与绿色城市^[81]。

智慧地下空间。结合前述的“三维地籍”的建设，开展城市地下空间普查工作与信息化管理^[82]，以块数据和边缘计算为中心，面向城市全要素和全空间，

构建覆盖地上地下各类智能应用场景的采集设施、传输设施和处理设施^[83]，健全城市地下空间信息共享平台和推动科学技术创新^[67]，加速构建地下空间智慧管理体系、超前布局地下空间科技发展战略^[75]。

韧性地下空间。从空间安全走向韧性提升，针对地下空间施工、运营和管理中的安全问题，需要从管理和技术层面、监管层面、法律层面等多维度进行防治^[68]，以“建设韧性城市”为目标制定防灾策略与措施^[84]，构建城市地下空间综合韧性防灾建设框架^[85]，尤其是城市高密度地区的易损性显著，应充分利用其立体化空间特别是地下空间的防灾特性，提高城市韧性^[86]。

4 结论和展望

4.1 研究结论

通过总体统计和趋势热点分析可见，我国城市地下空间规划研究日臻成熟，与其前端的综合评价和后续的管理实施已呈现互动发展态势。探索发展期（2007年及以前）处于研究起步阶段，重点开展地下空间规划的基础研究并积累实践经验；快速增长期（2008—2018年）在城市化全面推进和重大事件引领下，地下空间规划研究进入繁荣阶段，在体系构建、空间协同和技术提升等规划方法研究的同时，聚焦轨道交通、生态节能和安全保障等几个重点领域，实现了从基础探索向综合研究的跃升；高质量发展期（2019年至今）在国土空间规划体系构建的背景下，地下空间规划研究进入提质增效的新阶段，一是研究地下空间规划如何纳入国土空间规划体系并服务于城市更新；二是探索人本、绿色、智慧、韧性的地下空间规划，使规划更全面、更科学、更务实。

4.2 未来展望

伴随着国土空间规划体系的建立和城镇开发边界的划定，城市进入以存量更新为主的新阶段，结合发展趋势的研究，城市地下空间规划及其前端的综合评价和后续的管理实施将呈现以下变化。

地下空间综合评价将成为城市体检的组成部分，在自然、环境要素研究的

基础上，更多关注更新区域地下的建设、人文等要素和地面建成空间，分析地下空间开发如何避免对邻近地下空间和上部空间的影响，这就需要有更精准的空间信息及其开发适宜性评价。同时通过既有地下空间的体检及其更新以盘活存量，双管齐下满足城市，尤其是更新区域城市发展对于地下空间的需求。

管理实施方面更多关注地下空间功能导入和综合效益，未来城市更新将为重点，《城市更新规划编制导则》提出需要明确不同尺度的设计管理要求，有机融入城市更新专项规划、片区策划、项目实施方案全过程，把资金测算和运营模式等纳入项目实施方案中。地下空间建设成本较高，尤其是城市更新地区的地下空间开发需要考虑周边相邻的和上部空间的安全，造价更高，更需要充分研究投入产出和未来运营。

在此背景下，面向更务实的地下空间管理实施的要求，基于更先进的综合评价方法和全面提升的建造技术，预计城市地下空间规划将有以下几个发展趋势。

复合化。地下空间在各级规划层面已经纳入国土空间规划体系，需要把偏重地面空间管控的要求全面延伸到地下。结合“三维地籍”，基于综合评价，在地上地下空间统筹、各大专项系统统筹的基础上，面对地下空间向深层拓展，关注地下深部空间和浅部空间的统筹；融入时间因素，关注地下空间更新和开发的时序统筹，构建其特有的空间指标体系和规划模式，形成上部空间和地下空间、地下各层空间、地下各大系统及其发展时序复合的规划“一张图”。

嵌入式。基于城市体检中的综合评价，研究城市尤其是更新地区对于地下空间的需求。结合《物权法》对于地下空间开发权的界定，借助于相对成熟的地下空间适建性评价方法及其得出的结论，因地制宜，循序渐进，嵌入地面，主要是城市更新地区难以满足的交通、物流、市政、人防等功能，以缓解地面空间不足的矛盾，释放更多空间用于公共活动或绿化。同时关注嵌入的地下空间对于地下环境乃至整个空间环境的影响，实现开发和保护的协同，服务于人本、绿色城市的打造。

共享型。地下空间规划需要研究多元功能的空间共享,以降低成本,提升活力,增加效益。在此基础上,研究如何促进邻近地块或多元主体积极共建共享地下空间设施,形成互联互通的城市地下空间网络,既可以提升城市韧性,又可以把活力和效益向整个城市拓展。健全跨部门的地下空间管理体制和共享信息平台,加强地下空间利用的法规建设,高效利用地下空间大数据、消除信息孤岛现象^[5],解决信息不对称的问题,全面提升地下空间规划建设管理的精细化和智能化水平。

综上所述,面向未来空间供给和条件约束,发展需求和综合效益,复合化、嵌入式、共享型的地下空间规划模式,将有助于推动地下空间规划实现多元融合、集约高效、务实可操作、绿色可持续的发展目标,服务于立体国土空间的整体规划。

参考文献

- [1] 彭建兵,朱合华,李晓昭.新时期城市地下空间的中国解决方案[J].地学前缘,2019,26(3):1-2.
- [2] 彭芳乐,乔永康,董蕴豪,等.新发展阶段城市地下空间开发利用发展战略研究[J].中国工程科学,2024,26(3):176-185.
- [3] 韦凌翔,郭东军,吴艳华,等.中国地下空间响应“双碳”目标的研究热点及趋势[J/OL].地下空间与工程学报.[2025-07-21].<https://link.cnki.net/urlid/50.1169.TU.20250221.1018.004>.
- [4] 束昱,彭芳乐,王璇,等.中国城市地下空间规划的研究与实践[J].地下空间与工程学报,2006(增刊1):1125-1129.
- [5] 朱合华,骆晓,彭芳乐,等.我国城市地下空间规划发展战略研究[J].中国工程科学,2017,19(6):12-17.
- [6] 国家发展计划委员会.国家计委关于印发国民经济和社会发展第十个五年计划综合交通体系发展重点专项规划的通知[EB/OL].[2025-02-21].https://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content_61816.htm.
- [7] 建设部,发展改革委,科技部,等.关于优先发展城市公共交通的意见[EB/OL].[2005-10-19].[2025-02-21].https://www.gov.cn/zwqk/2005-10/19/content_79810.htm.
- [8] 徐永健,阎小培.城市地下空间利用的成功实例:加拿大蒙特利尔市地下城的规划与建设[J].城市问题,2000(6):56-58.
- [9] 王剑宏,刘新荣.浅谈日本的城市地下空间的开发与利用[J].地下空间与工程学报,2006(3):349-353.
- [10] BESNER J,张播.总体规划或是一种控制方法?蒙特利尔城市地下空间开发案例[J].国际城市规划,2007(6):16-20.
- [11] 吴立新,姜云,梁越,等.城市地下空间开发利用容量评估的基础研究[J].地理与地理信息科学,2004(4):44-47.
- [12] 姜云,吴立新,杜立群.城市地下空间开发利用容量评估指标体系的研究[J].城市发展研究,2005(5):47-51.
- [13] 吴立新,姜云,车德福,等.城市地下空间资源质量模糊综合评估与3D可视化[J].中国矿业大学学报,2007(1):97-102.
- [14] 刘春彦,沈燕红.日本城市地下空间开发利用法律研究[J].地下空间与工程学报,2007(4):587-591.
- [15] 赵鹏林,顾新.城市地下空间利用立法初探:以深圳市为例[J].城市规划,2002(9):21-24.
- [16] 童林旭.我国城市地下空间发展的新阶段[J].城市发展研究,2002(1):18-21.
- [17] 孔令曦,沈荣芳.城市地下空间发展可持续性评价[J].自然灾害学报,2007(1):119-122.
- [18] 侯学渊,柳昆.现代城市地下空间规划理论与运用[J].地下空间与工程学报,2005(1):7-10.
- [19] 陈志龙,杨延军,杨红禹.杭州市钱江新城市核心区地下空间概念规划[J].城市规划,2003(10):89-91.
- [20] 汤宇卿,周炳宇.我国大城市中心区地下空间规划控制:以青岛市黄岛中心商务区为例[J].城市规划学刊,2006(5):89-94.
- [21] 俞明健,郭东军.地下空间开发利用与城市交通:上海CBD核心区地下井字形通道[J].地下空间与工程学报,2006(增刊1):1227-1230.
- [22] 袁红,赵世晨,戴志中.论地下空间的城市空间属性及本质意义[J].城市规划学刊,2013(1):85-89.
- [23] 中国岩石力学与工程学会地下空间分会,中国人民解放军理工大学国防工程学院地下空间研究中心,南京慧龙城市规划设计有限公司.中国城市地下空间发展白皮书:2014[M].上海:同济大学出版社,2015.
- [24] 刘桂禄,杨浪.城市地下空间开发利用特征及限制因素初探[J].城市规划学刊,2010(增刊1):106-110.
- [25] 汪侠,黄贤金,甄峰,等.城市地下空间资源开发潜力的多层次灰色评价[J].同济大学学报(自然科学版),2009,37(8):1122-1127.
- [26] 柳昆,彭建,彭芳乐.地下空间资源开发利用适宜性评价模型[J].地下空间与工程学报,2011,7(2):219-231.
- [27] 赵奎涛,胡克,贾晓晴.城市地下空间的属性与权属讨论[J].地下空间与工程学报,2008(2):222-225.
- [28] 马栩生.论城市地下空间权及其物权法构建[J].法商研究,2010,27(3):85-92.
- [29] 束昱,路娜,朱黎明,等.我国城市地下空间法制化建设的进程与展望[J].现代城市研究,2009,24(8):7-18.
- [30] 林坚,黄菲,赵星烁.加快地下空间利用立法,提高城市可持续发展能力[J].城市规划,2015,39(3):24-28.
- [31] 陈晓强,钱七虎.我国城市地下空间综合管理的探讨[J].地下空间与工程学报,2010,6(4):666-671.
- [32] 郑怀德.我国城市地下空间开发利用管理体制改革探讨[J].规划师,2012,28(3):69-73.
- [33] 赫磊,戴慎志,束昱.城市地下空间规划编制若干问题的探讨[J].地下空间与工程学报,2011,7(5):825-829.
- [34] 朱兆丽.新时期大城市地下空间规划与开发研究:以常州市为例[J].城市规划学刊,2016(5):112-118.
- [35] 于文彪,顾新.立体城市规划理念和实现路径探索:《城市总体规划改革与创新》地下空间规划问题研究[J].地下空间与工程学报,2015,11(1):1-9.
- [36] 韦丽华,唐军.城市地下空间与人防工程融合发展利用探索[J].规划师,2016,32(5):54-58.
- [37] 张安,闫刚,谢瑞欣,等.控规体系中城市地下空间开发控制初探[J].城市规划,2009(2):20-24.
- [38] 彭芳乐,赵景伟,柳昆,等.基于控规层面下的CBD地下空间开发控制探讨:以上海虹桥商务核心区一期为例[J].城市规划学刊,2013(1):78-84.
- [39] 姚文琪.城市中心区地下空间规划方法探讨:以深圳市宝安中心区为例[J].城市规划学刊,2010(增刊1):36-43.
- [40] 韦希.厦门马銮中心岛地下空间控制性详细规划编制的思考[J].城市规划学刊,2018(增刊1):115-119.
- [41] 邵继中,胡振宇.城市地下空间与地上空间多重耦合理论研究[J].地下空间与工程学报,2017,13(6):1431-1443.

- [42] 卢济威, 陈泳. 地下与地上一体化设计: 地下空间有效发展的策略[J]. 上海交通大学学报, 2012, 46(1): 1–6.
- [43] 张琳, 束昱, 路姗. 城市历史文化街区地下空间开发利用的规划理论与关键技术研究[J]. 城市发展研究, 2014, 21(7): 79–83.
- [44] 徐新巧. 城市更新地区地下空间资源开发利用规划与实践: 以深圳市华强北片区为例[J]. 城市规划学刊, 2010(增刊1): 30–35.
- [45] 苏小超, 蔡浩, 郭东军, 等. BIM技术在城市地下空间开发中的应用[J]. 解放军理工大学学报(自然科学版), 2014, 15(3): 219–224.
- [46] 李晓军, 刘雨芃, 汪宇. 城市地下空间数据标准化现状与发展趋势[J]. 地下空间与工程学报, 2017, 13(2): 287–294.
- [47] 娄书荣, 李伟, 秦文静. 面向城市地下空间规划的三维GIS集成技术研究[J]. 地下空间与工程学报, 2018, 14(1): 6–11.
- [48] 王江波, 高明超, 苟爱萍. 公共中心型地铁站域地下空间综合开发水平评价方法研究: 以大连为例[J]. 现代城市研究, 2017(6): 92–100.
- [49] 朱良成, 路姗, 束昱. 基于TOD核心理念的城市地下空间规划模式探讨[J]. 城乡规划, 2011(2): 75–82.
- [50] 郝珺. 城市轨道交通地下车站与地下空间统一规划模式的探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2010, 13(2): 9–13.
- [51] 刘应明, 陈永海, 彭剑. 共同沟系统规划中若干关键技术问题的探讨: 以深圳市为例[J]. 城市规划学刊, 2010(增刊1): 101–105.
- [52] 王洋, 赵景伟, 彭芳乐. 城市地铁沿线站域地下空间开发控制要素探讨[J]. 规划师, 2014, 30(9): 70–75.
- [53] 欧阳恬之, 黄秋平. 中国2010年上海世博会世博轴及地下综合体工程[J]. 建筑学报, 2009(6): 7–9.
- [54] 束昱, 朱黎明, 路姗. 上海世博园地下空间开发利用的特色与启示[J]. 上海城市规划, 2010(2): 9–13.
- [55] 韩英姿. 上海世博会园区地下空间规划及实践[J]. 上海城市规划, 2010(2): 3–8.
- [56] 彭建, 柳昆, 阎治国, 等. 地下空间安全问题及管理对策探讨[J]. 地下空间与工程学报, 2010, 6(1): 1–7.
- [57] 浦伟庆. 城市地下空间防洪与对策研究[J]. 水运工程, 2008(10): 223–228.
- [58] 孙礼军, 洪卫, 郭奕辉. 大型地下空间建筑消防设计探讨: 广州珠江新城核心区地下空间建筑消防设计[J]. 建筑学报, 2009(3): 74–76.
- [59] 陈志龙, 陈家运, 郭东军, 等. 地下空间利用与城市防灾研究若干新进展与思考[J]. 中国工程科学, 2013, 15(5): 65–70.
- [60] 陈倬, 余廉. 城市安全发展的脆弱性研究: 基于地下空间综合利用的视角[J]. 华中科技大学学报(社会科学版), 2009, 23(1): 109–112.
- [61] 中国工程院战略咨询中心, 等. 中国城市地下空间发展蓝皮书[EB/OL]. (2024)[2024-12-04]. https://www.planning.org.cn/law/view_news?id=16315.
- [62] 葛伟亚, 王睿, 张庆, 等. 城市地下空间资源综合利用评价工作构想[J]. 地质通报, 2021, 40(10): 1601–1608.
- [63] 邢怀学, 宋帆帆, 葛伟亚, 等. 城市地下空间开发利用地质适宜性三维评价指标体系研究: 以杭州市为例[J]. 地质论评, 2022, 68(2): 607–614.
- [64] 薛涛, 史玉金, 朱小弟, 等. 城市地下空间资源评价三维建模方法研究与实践: 以上海市为例[J]. 地学前缘, 2021, 28(4): 373–382.
- [65] 黄强兵, 彭建兵, 王飞永, 等. 特殊地质城市地下空间开发利用面临的问题与挑战[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 85–94.
- [66] 油新华, 何光尧, 王强勋, 等. 我国城市地下空间利用现状及发展趋势[J]. 隧道建设(中英文), 2019, 39(2): 173–188.
- [67] 杨晓刚, 王睿, 黄伟亮. 基于国内典型城市对比的地下空间开发利用现状及问题分析[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 69–75.
- [68] 易荣, 贾开国. 我国城市地下空间安全问题探讨[J]. 地质与勘探, 2020, 56(5): 1072–1079.
- [69] 曾国华, 汤志立. 城市地下空间一体化发展的内涵、路径及建议[J]. 地下空间与工程学报, 2022, 18(3): 701–713.
- [70] 吴志强, 严娟, 徐浩文, 等. 城乡规划学科发展年度十大关键议题(2024–2025)[J]. 城市规划学刊, 2024(6): 8–11.
- [71] 彭芳乐, 乔永康, 程光华, 等. 我国城市地下空间规划现状、问题与对策[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 57–68.
- [72] 雷升祥, 申艳军, 肖清华, 等. 城市地下空间开发利用现状及未来发展理念[J]. 地下空间与工程学报, 2019, 15(4): 965–979.
- [73] 刘艺, 朱良成. 上海市城市地下空间发展现状与展望[J]. 隧道建设(中英文), 2020, 40(7): 941–952.
- [74] 汤宇卿, 王梦霓, 吴新珍, 等. 面向有机更新的城市旧区地下空间规划策略与布局模式[J]. 规划师, 2022, 38(2): 134–139.
- [75] 王成善, 周成虎, 彭建兵, 等. 论新时代我国城市地下空间高质量开发和可持续利用[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 1–8.
- [76] 余苑航, 阎波. 我国超大城市地下空间开发利用现状及其发展趋势[J]. 地下空间与工程学报, 2021, 17(增刊1): 1–7.
- [77] 程光华, 王睿, 赵牧华, 等. 国内城市地下空间开发利用现状与发展趋势[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 39–47.
- [78] 孙钧. 国内外城市地下空间资源开发利用的发展和问题[J]. 隧道建设(中英文), 2019, 39(5): 699–709.
- [79] 张彬, 徐能雄, 戴春森. 国际城市地下空间开发利用现状、趋势与启示[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 48–56.
- [80] 石晓冬, 赵怡婷, 吴克捷. 生态文明时代超大城市地下空间科学规划方法探索: 以北京城市地下空间规划建设为例[J]. 隧道建设(中英文), 2020, 40(5): 611–620.
- [81] 钱七虎. 利用地下空间助力发展绿色建筑与绿色城市[J]. 隧道建设(中英文), 2019, 39(11): 1737–1747.
- [82] 杨华勇, 江媛, 李洁, 等. 地下空间开发综合治理发展战略研究[J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 126–136.
- [83] 刘晓青, 何睿. 城市信息新基建规划: 雄安实践与探索[J]. 城市规划学刊, 2022(5): 112–118.
- [84] 戴慎志, 冯浩, 赫磊, 等. 我国大城市总体规划修编中防灾规划编制模式探讨: 以武汉市为例[J]. 城市规划学刊, 2019(1): 91–98.
- [85] 邱桐, 陈湘生, 苏栋. 城市地下空间综合韧性防灾抗灾建设框架[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2021, 61(2): 117–127.
- [86] 赵子维, 袁媛, 郭东军, 等. 基于防灾的城市地下空间网络复合可达性评价[J]. 地下空间与工程学报, 2021, 17(1): 1–8.