

引用格式：石晓冬, 吴克捷, 赵怡婷. 超大城市地下空间多维耦合规划方法与实践. 中国科学院院刊, 2026, 41(2): 302-310, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20251215005.

Shi X D, Wu K J, Zhao Y T. Practice and multidimensional-coupling planning methods of underground space utilization of megalopolis. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2026, 41(2): 302-310, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20251215005. (in Chinese)

超大城市地下空间多维耦合规划 方法与实践

石晓冬 吴克捷 赵怡婷*

北京市城市规划设计研究院 北京 101117

摘要 随着超大城市进入存量提质和集约高效发展阶段, 地下空间规划已由工程配套问题, 上升为事关国土安全、资源配置效率和城市韧性的战略性议题。搭建层次清晰的规划编制体系, 明确地下空间规划内容和要求, 是地下空间资源可持续利用的重要前提。文章探索构建了涵盖全市、分区、重点地区等不同空间层级的地下空间规划编制体系, 从严守生态底线、功能设施统筹、重点分区引导、精细化设计等方面, 展开系统性规划方法探索, 结合地质调查、三维地层分析明确地下空间生态安全管控分区和竖向适宜范围, 统筹协调地下功能设施的空间布局, 完善地下空间开发潜力综合评估与重点地区识别方法, 开展地下公共空间精细化规划引导, 为实现地上地下空间的立体协同发展提供技术支撑。

关键词 地下空间, 规划体系, 规划方法

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20251215005

CSTR 32128.14.CASbulletin.20251215005

生态文明建设和全域全要素资源管控是城市可持续发展的重要前提^[1]。地下空间作为重要的国土空间资源, 如何协调好地下空间资源保护与发展的关系, 科学引导城市地下空间资源的安全、可持续利用, 是转变城市发展方式, 治理“城市病”, 促进现代化人民城市建设的重要途径。

超大城市地下空间开发建设不仅能有效补充地上城市功能, 更关乎城市安全韧性、资源配置和可持续发展。与一般地区相比, 超大城市具有人口和城市功能高度聚集、开发强度和建筑规模大等特点, 稳定的生态地质环境和可靠的地下资源能源供应系统是支撑超大城市正常运行的重要基础; 与此同时, 超大城市

*通信作者

修改稿收到日期: 2026年1月21日

的中心城区、重点功能区、商圈、交通枢纽地区等往土地资源紧缺，地下空间开发利用具有较强的资源效益和经济价值，其开发深度较大，且呈现连片发展趋势，如何合理引导地下空间资源配置，在满足必要开发需求的同时，减小对自然生态过程的影响，是超大城市地下空间有序发展的关键；另外，随着超大城市的立体集约发展，地下空间不仅仅提供人防、设备间、停车等简单配套功能，同时还包含地下公共交通、市政、公共服务、商业娱乐等多元化设施和场所，如何实现各类地下功能的空间协调和集约化布局，并为远期发展合理预留空间，是超大城市可持续发展的重要议题。

针对上述特征，本文探索构建层次分明的超大城市地下空间规划体系，并结合北京城市副中心规划实践经验，从“生态安全格局-功能设施统筹-重点分区引导-精细化设计”等方面创新地下空间规划技术方法，加强全域全要素地下空间资源综合调查与评价，合理规范地下空间开发利用范围和深度，协调近远期发展需求；通过重点区域地下空间详细规划明确地下各类功能设施的刚性和弹性规划管控要求，保障重要基础设施建设空间；结合项目实施方案，进一步深化地下空间三维布局，加强重要空间节点的管控和预留，优化地下公共空间环境品质，为超大城市地下空间资源统筹部署与科学规划提供技术参考。

1 超大城市发展转型背景下的地下空间规划理念转变

地下空间是一个综合概念，涵盖地表以下各类自然或人工形成的空间，因此地下空间规划是一项综合性规划，涵盖不同专业领域^[2]。近年，随着超大城市发展从大规模增量扩张阶段转向存量提质增效为主的阶段，“以人为本、集约高效、特色发展、治理投入、统筹协调”是超大城市规划工作的主要转变方向，地下空间规划理念和思路也发生相应转变。

(1) 从工程优先到生态优先，强化底线约束。党的二十大报告指出：“尊重自然、顺应自然、保护自然，是全面建设社会主义现代化国家的内在要求”。地下空间开发利用应以不破坏生态环境为前提，通过资源禀赋和环境承载力评估，科学判断地下空间适宜开发利用范围和深度，建立地下生态安全格局，引导地下空间资源的可持续利用。

(2) 从增量扩张到立体集约，科学预留发展空间。随着城市发展进入存量提质增效阶段，城市发展更加注重集约高效。而地下空间具有竖向分层特征，通过地下浅层空间的合理安排和接口预留，地下深层空间的前瞻布局 and 战略预留，能更好地促进城市空间的立体高效利用。

(3) 从分散建设到统筹协调，实现系统耦合布局。地下空间规划涉及交通、市政、安全、公共服务等不同设施类型的空间协调；为提高空间综合效能，应加强空间的统筹协调布局，明确地下重要生命线廊道和重要基础设施布局，加强以轨道交通一体化建设，促进场站设施地上地下复合利用，构建完备的地下功能设施系统。

(4) 从建设主导到人本关怀，加强精细化城市设计。地下空间是城市公共空间的重要组成部分。应加强地下公共空间的互连互通，优化提升地下空间环境品质，通过下沉广场、中庭等营造多首层空间，完善配套服务设施，加强自然采光、通风和空间标识引导，提高地下空间舒适度和便利度。

2 健全地下空间规划体系

地下空间规划在空间上对应“全市—分区—重点地区”3个层级，并包括总体规划和详细规划2种类型（图1）。其中全市、分区层面可编制地下空间总体规划，形成指导地下空间开发利用的总纲领；针对地下空间开发利用需求较高的重点城区和重点地区，可进一步编制地下空间详细规划，加强地下空间系统化规

划引导，统筹各类功能设施布局，促进地下连通与功能复合利用；结合重点项目建设需求，可进一步编制地下空间规划综合实施方案，统筹地下各类功能设施的三维空间布局，完善地下步行连通系统，优化地下空间环境品质，以有效指导地下空间实际建设。

2.1 全域统筹：地下空间总体规划

全市及分区层面的地下空间总体规划是对地下空间资源的统筹部署和总体安排，发挥定格局、定体系的作用。基于全域全要素规划管控理念，地下空间总体规划应以城市地质调查为先导^[3]，统筹考虑各项生态保护因素和地质风险因素，开展适宜性评估，明确地下空间开发利用的适宜范围和灾害风险地区的规划管控措施。在此基础上，应统筹地上地下空间发展需求，划定重点开发利用区域，引导各类地下功能设施的竖向分层布局，引导分圈层、分区域差异化发展。

2.2 系统耦合：地下空间详细规划

针对地下空间开发利用需求较高的重点城区和城市重点功能区、商圈、交通枢纽地区等重点地区^[3]，可进一步编制地下空间详细规划，规划深度可达到街区或地块层面，深化明确地下空间的适宜范围和深度；结合地上城市发展需求，细化地下空间重点地区

边界及差异化规划要求；完善地下功能设施系统，明确地下交通、市政、公共服务、防灾安全等各类地下功能设施的布局及刚性管控边界，围绕轨道交通及重要设施廊道加强功能统筹布局，形成地下空间规划管控图则，加强规划传导与实施。

2.3 重点实施：地下空间规划综合实施方案

为促进地下空间的互连互通和立体综合开发，可结合重点项目建设进一步编制地下空间综合实施方案，其规划深度可达到地块或建筑轮廓层面，详细规定地下各类功能设施的三维空间布局和安全管控范围，明确地下连通范围、接口和竖向标高要求，结合实际需求开展重要节点的断面设计和可行性分析，加强对功能设施地下化及地上地下复合利用的规划引导，提出地下经营性空间布局及环境提升引导要求等，促进地下空间高品质建设。

3 创新地下空间规划方法

为有效规范和引导地下空间开发利用，应从构建生态安全格局、加强功能设施统筹布局、引导重点地区立体发展、优化公共空间环境品质等方面完善规划内容，提高地下空间规划的科学性和可实施性，为地下空间高效利用和科学预留提供支撑。

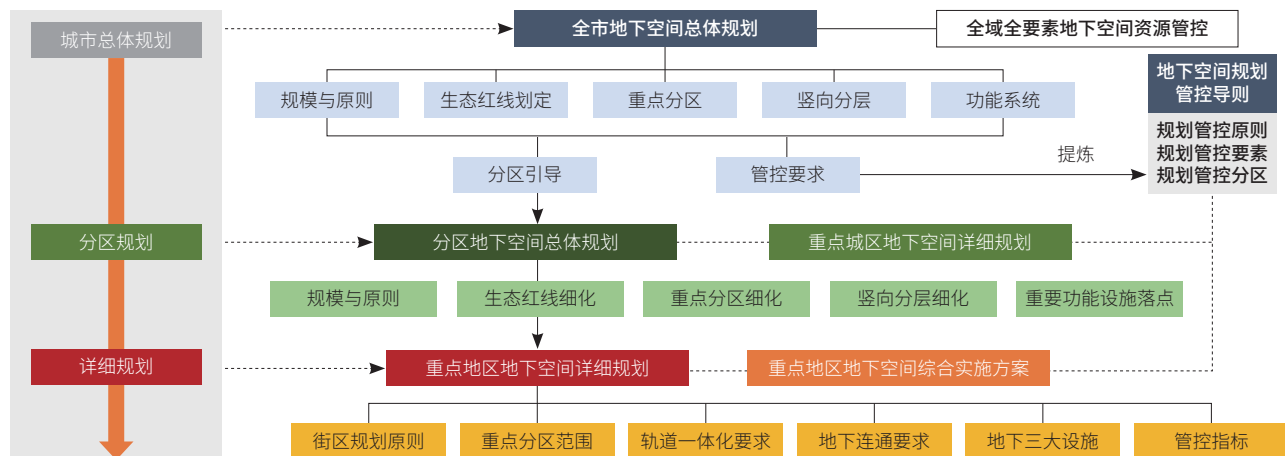


图1 地下空间规划编制体系示意图

Figure 1 Municipal underground space planning system

3.1 尊重生态本底，构建全域地下空间生态安全格局

开展全域地下空间地质调查，是促进城市地下空间可持续发展的重要前提^[4]。应重点关注各类生态保护区及地质灾害地区。其中，生态保护红线、水库、水源地、饮用水水源一级保护区、古树名木保护范围等具有重要生态功能的区域及活动断裂、地裂缝、岩溶塌陷等地质风险较高的区域，应以生态保护和灾害防护为主，原则上不进行地下空间开发利用；饮用水水源二级保护区、蓄滞洪区、河道、地面沉降区、砂土液化区等具有一定生态功能或存在地质风险的区域，在满足生态安全、地质灾害防护等的前提下，可审慎有序利用地下空间。

为减少地下空间开发利用对地下水文地质环境的影响，可结合地下水水位及承压含水层顶板埋深，明确地下空间竖向适宜建设范围^[5]，减小潜在安全风险及对地下水环境的干扰。例如，北京城市副中心155平方千米范围内基于1桩/平方千米的钻孔数据，建立地下空间三维地质模型，分别选取地下20米左右的第一承压含水层顶板、地下50米左右的第二承压含水层顶板和地下70米左右的第三承压含水层顶板等地层结构作为地下空间竖向适宜边界（图2）。地下空间开发利用不宜大规模穿透这些结构层，以保障地下水环境

稳定性，避免因涌水造成的安全隐患。

3.2 完善功能系统，促进地下各类功能设施耦合布局

地下空间涵盖交通、市政、防灾安全等各类设施，这些功能设施是城市高效运行的重要保障^[6]，如何协调好这些地下功能设施的建设空间，形成立体综合的功能设施系统，是地下空间规划的重要议题。为保障好地下轨道交通、道路交通、市政管线、综合管廊、重要场站、防灾安全设施等的建设空间，应对已建成的地下功能设施明确安全保护范围，对规划地下功能设施明确安全间距，对重要节点开展详细方案设计，形成地下功能设施管控“一张图”（图3），提高城市地下空间的运行效率。

在地下功能设施统筹布局方面，应发挥轨道交通的引领作用^[7]，以轨道交通干线为骨干，沿线可共建综合管廊、清洁能源设施等各类基础设施，衔接地上公园绿地、城市道路布局，形成功能复合高效的地下功能体系，为城市高效运行提供设施保障。

3.3 突出综合效益，科学研判地下空间重点建设区域

地下空间开发利用是城市建设活动在竖向层面的延伸^[8]，其中城市公共功能集中、土地开发强度高、就业人口聚集、轨道交通条件便利的地区往往地下空间开发利用需求较高，是地下空间重点建设地区^[9,10]，

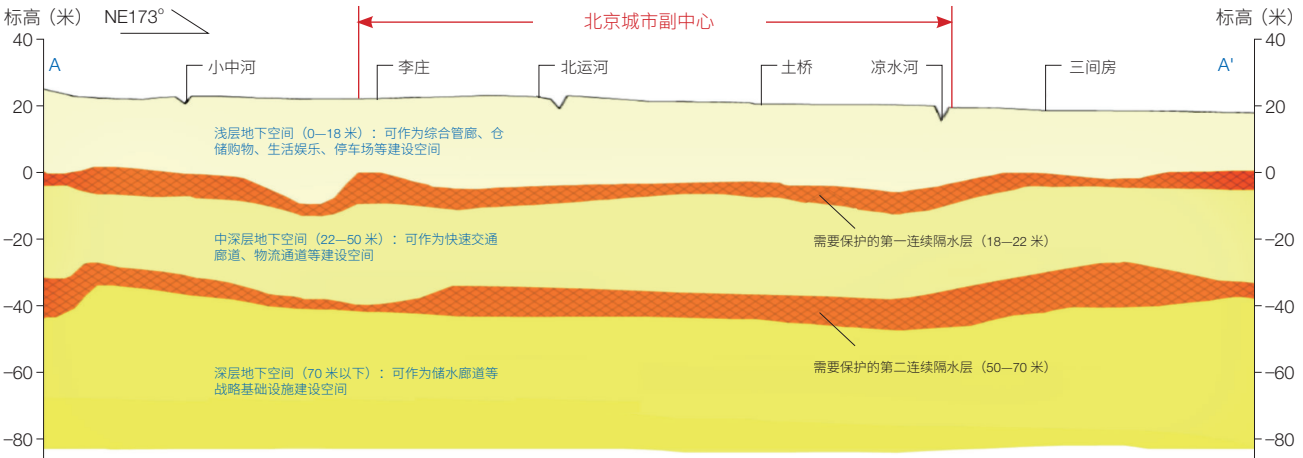


图2 结合地层结构的地下空间竖向布局引导

Figure 2 Vertical layout guidance of underground space based on geological structure

可通过地上地下立体综合开发，实现土地综合利用效益的最大化。为科学判断地下空间重点建设地区，应从地上地下统筹视角，建立地下空间开发潜力综合评估模型（图4），通过多要素量化分析，统筹地下空间资源条件、限制要求、开发动力等因素，综合研判地下空间开发利用需求和条件，其评估精度可达到地块层面。通过明确各影响要素的量化评价标准及相对权重^[11,12]，可量化评测地下空间开发利用可行性。在此基础上，划定地下空间“重点建设地区”“鼓励建设地区”“一般建设地区”等重点分区，针对不同地区类型明确差异化的地下空间发展策略和指标，如地上地下建筑规模比、市政场站地下化要求、地下停车设施占比、轨道站点一体化、地下连通等（表1），为地下空间资源的高效配置和集约利用提供规划引导。

3.4 加强人本关怀，开展精细化设计与三维空间引导

高品质地下公共空间环境营造是践行以人为本城

市发展理念的重要方面。针对地下空间重点地区，可结合项目建设需求进一步编制地下空间规划综合实施方案。以副中心综合交通枢纽为例，为促进交通枢纽与周边区域一体化建设，开展地下空间实施方案编制，全面梳理地下轨道交通、地下道路、综合管理、市政管线、场站设施等地下各类功能设施的空间范围、竖向区间及其刚性管控边界，加强重要断面和节点的工程方案设计，协调三维空间关系，预留接口位置^[13]。为提高地下公共空间环境品质，方案进一步细化对地下公共步行通道、过街通道、下沉广场、轨道接驳空间等各类公共空间的规划引导^[14]（图5），明确地下最小通行宽度、最小净高和竖向标高要求，加强沿地下商业服务空间配置（图6），保障地下空间舒适度与连续性。为衔接实际建设需求，规划要求分为刚性管控和弹性引导两类^[15]，其中刚性管控主要涉及地下主要公共通道和节点位

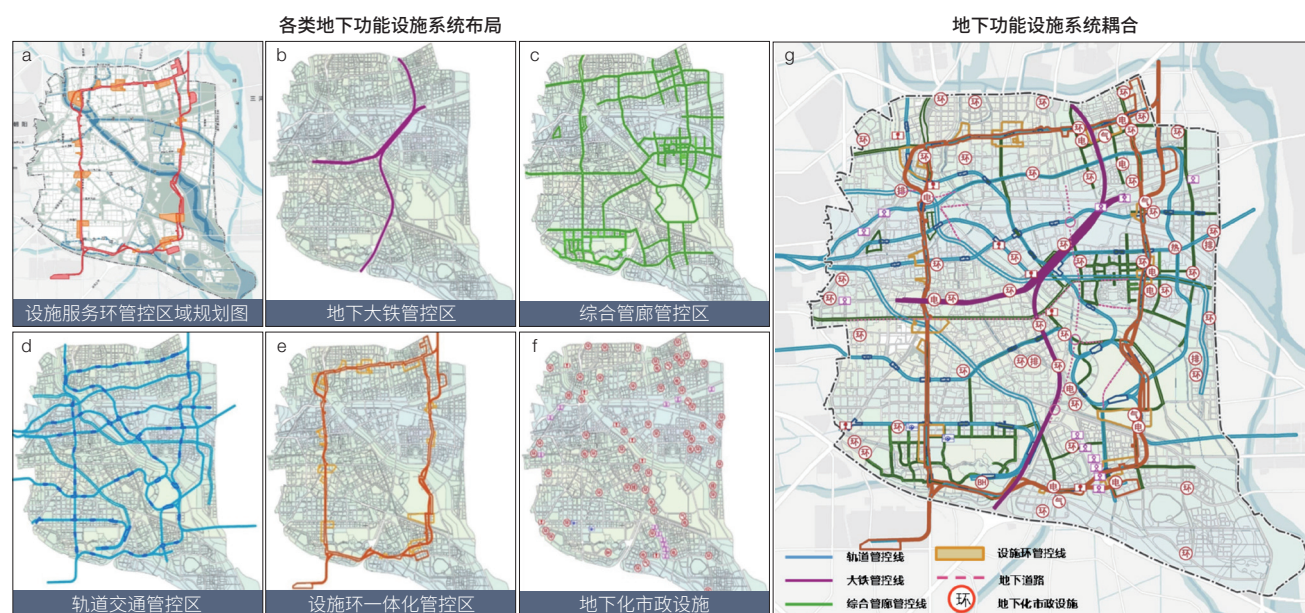


图3 地下各类功能设施空间布局及管控示意图

Figure 3 Spatial layout and control scope of various underground functional facilities

(a) 设施服务环管控区；(b) 地下大铁管控区；(c) 综合管廊管控区；(d) 轨道交通管控区；(e) 设施环一体化管控区；(f) 地下化市政设施；(g) 地下功能设施综合管控区

(a) Infrastructure corridor control zone; (b) Underground railway control zone; (c) Utility tunnel control zone; (d) Rail transit control zone; (e) Facility integration control zone; (f) Underground municipal facilities; (g) Comprehensive control zone for underground functional facilities

表1 不同区域类型的地下空间规划要求

Table 1 Key areas and their control requirements of underground space

管控内容	重点建设地区	鼓励建设地区	一般建设地区
地下公用设施	规划泵站、调蓄水池、变电站、燃气调压站、能源站在满足安全的前提下,优先地下化设置		
地下停车设施	地下停车设施占比不宜小于60%	地下停车设施占比不宜小于40%	不做硬性要求
轨道交通一体化	新建枢纽级、城市级站点与周边建筑一体化连通的出入口数量占出入口总数的比例宜达到70%以上		
地下连通	统筹公共道路、绿地、广场等公共用地地下空间建设,鼓励相邻开发地块地下空间的互连互通		
地上地下建筑规模比	1:(0.4—0.6)		1:(0.2—0.4)

置和接口，不允许随意变动；弹性引导则相对灵活，可结合项目实际需求进行优化调整。

4 相关启示

本文探索构建超大城市地下空间规划编制体系，从生态格局、功能统筹、重点引导、精细化设计等方面创新规划技术方法，为超大城市地下空间资源配置

和科学利用提供支撑，具体可归纳为5个方面。

(1) 尊重地下空间的生态本底环境。以全面地质调查和三维地层分析为基础，关注各类地质灾害风险和地下水分布情况，明确地下空间开发利用适宜性分区和竖向适宜建设区间，协调好生态环境保护与地下空间利用的关系。

(2) 优先保障地下重要功能设施建设。针对地下空间巨系统的复杂性，加强地下空间资源的公共优先利用，优先保障系统性地下功能设施，如地下生命线工程、地下线性工程、地下防灾设施等的建设空间，合理预留安全间距和建设实施条件，明确结构性和刚性管控边界，提高城市综合承载能力和防灾安全韧性。

(3) 促进重点地区的立体综合开发。鉴于地下空间开发利用与地上城市建设活动密不可分的关系，应加强地上地下综合研判，统筹考虑地下空间资源条

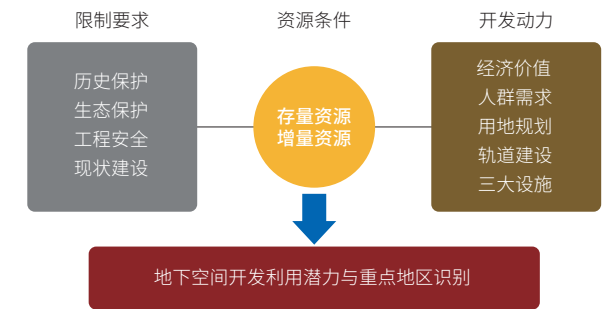


图4 地下空间开发潜力综合评估示意图
Figure 4 Assessment of underground space development potential

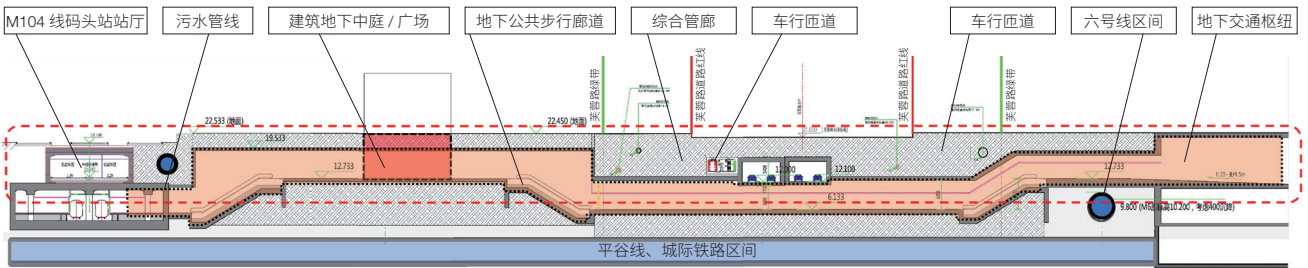


图5 地下公共空间剖面设计及其与周边协调关系示意图
Figure 5 Underground public space longitudinal section design and its coordination with surroundings

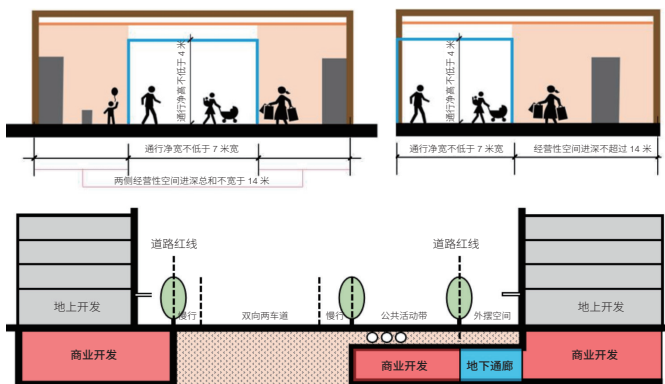


图6 地下公共空间断面设计示意图
Figure 6 Cross-section design of underground public space

件、限制要求和开发动力等因素，量化分析地下空间开发利用潜力，科学识别地下空间重点地区，针对不同区域类型形成差异化的发展策略和管控要求，提高地下空间资源配置效率和综合开发效益。

(4) 营造高品质地下公共空间环境。围绕人口密集、城市功能集聚的重点地区，应进一步加强地下空间的互连互通及轨道一体化建设，构建连续的地下步行网络，协调好地下公共空间的竖向标高关系，保障必要的通行空间和净高要求，完善服务设施配置和自然采光通风条件，实现地下空间“多首层”经济效益。

(5) 探索“规建管一体化”实施机制。超大城市地下空间规划的落地实施离不开规划、建设、管理的有效衔接，应在用地、建设和施工许可等环节中，酌情纳入地下空间规划的刚性指标和弹性引导相关内容，并明确建设时序协调和接口预留要求，保障规划管控要求层层传导至实际开发建设。

上述方法探索表明，地下空间规划正从单一项目技术控制，转向以资源配置和公共利益为导向的综合治理工具。相比于地上，地下空间规划仍处于探索阶段，在健全规划编制体系，完善规划管控方法的同时，还应结合地下空间新发展需求、新技术应用等，加强规划反馈和动态调整，形成地下空间规划动态维

护更新机制，不断提高规划的科学性与前瞻性。与此同时，结合城市更新发展需求，还应进一步关注高密度建成地区的地下空间规划编制和管控方法研究，充分挖潜地下空间增量与存量资源，对接用地实施条件和工程建设技术，以更好地推动地上地下协同的城市更新发展。

参考文献

- 1 吴克捷, 赵怡婷, 石晓冬. 国土空间规划体系下地下空间规划编制研究. 隧道建设(中英文), 2020, 40(12): 1683-1690.
Wu K J, Zhao Y T, Shi X D. Research on underground space planning compiling under territory spatial planning system. Tunnel construction, 2020, 40(12): 1683-1690. (in Chinese)
- 2 沈雷洪. 城市地下空间管控体系与编制探讨. 城市规划, 2016, 40(7): 19-25.
Shen L H. A study on the regulatory detailed plan system and the plan formulation of urban underground space. City Planning Review, 2016, 40(7): 19-25. (in Chinese)
- 3 赵毅. 控制性详细规划层面地下空间规划内容研究. 上海城市规划, 2015, (3): 110-115.
Zhao Y. The discuss on urban underground space planning in the regulatory planning. Shanghai Urban Planning Review, 2015, (3): 110-115. (in Chinese)
- 4 蔡向民, 何静, 白凌燕, 等. 北京市地下空间资源开发利用规划的地质问题. 地下空间与工程学报, 2010, 6(6): 1105-1111.
Cai X M, He J, Bai L Y, et al. The geology problem in development and utilization programming of underground space resources in Beijing. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2010, 6(6): 1105-1111. (in Chinese)
- 5 赵怡婷, 吴克捷, 何静, 等. 基于生态地质视角的北京城市地下空间规划管控思考. 北京规划建设, 2020, (1): 84-87.
Zhao Y T, Wu K J, He J, et al. Underground space planning and control based on the perspective of ecological geology. Beijing Planning Review, 2020, (1): 84-87. (in Chinese)

- 6 王文敏. 超大城市地上、地下空间互补性统筹策略探析// 2019 中国城市规划年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019: 777-786.
Wang W M. An analysis of complementary planning strategies of overground and underground spaces in megacities// Proceedings of the Annual National Planning Conference 2019. Beijing: China Architecture & Building Press, 2019: 777-786. (in Chinese)
- 7 王志刚. 城市轨道交通可持续发展探索——让轨道交通嵌入城市// 2015 年中国城市科学研究会数字城市专业委员会轨道交通学组年会论文集. 北京: 中国城市出版社, 2015: 144-149.
Wang Z G. Exploration on sustainable development of urban rail transit: Embedding rail transit into cities// Proceedings of the 2015 Annual Conference of the Rail Transit Group of the Digital City Professional Committee, China Society for Urban Studies. Beijing: Chinese City Press, 2015: 144-149. (in Chinese)
- 8 刘律, 孙烨. 超大城市地下空间分区规划策略探索——以上海长宁区地下空间规划为例// 2016 中国城市规划年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 474-482.
Liu L, Sun Y. Exploration on subdivision planning strategy of underground space in megacity: A case study of underground space planning in changing district, Shanghai. Proceedings of China Urban Planning Annual Conference 2016. Beijing: China Architecture & Building Press, 2016: 474-482. (in Chinese)
- 9 彭芳乐, 李佳川, 赵景伟. 关于城市商务区地下空间开发与控制的思考——以上海虹桥商务核心区为例. 地下空间与工程学报, 2015, 11(6): 1367-1374.
Peng F L, Li J C, Zhao J W. Development and control of underground space in urban business district: A case of Shanghai Hongqiao CBD. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2015, 11(6): 1367-1374. (in Chinese)
- 10 胡斌, 向鑫, 吕元, 等. 城市核心区地下空间规划研究的实践认知——北京通州新城核心区地下空间规划研究回顾. 地下空间与工程学报, 2011, 7(4): 642-648.
Hu B, Xiang X, Lyu Y, et al. The practice and cognition based on the research of underground space planning in urban core area—Review of research on underground space planning for Beijing Tongzhou new town core area. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2011, 7(4): 642-648. (in Chinese)
- 11 柳昆, 彭建, 彭芳乐. 地下空间资源开发利用适宜性评价模型. 地下空间与工程学报, 2011, 7(2): 219-231.
Liu K, Peng J, Peng F L. Evaluation model for the suitability of underground space resources exploitation and utilization. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2011, 7(2): 219-231. (in Chinese)
- 12 赵怡婷. 城市中心地区地下空间开发潜力量化评价研究. 中华建设, 2019, (9): 39-41.
Zhao Y T. Quantitative evaluation of underground space development potential in urban center. China Construction, 2019, (9): 39-41. (in Chinese)
- 13 王娜, 张年国, 董志勇. 特大城市公共中心地下空间竖向规划研究与实践——以沈阳太原街地区为例. 城市住宅, 2018, 25(6): 77-80.
Wang N, Zhang N G, Dong Z Y. Research and practice on underground vertical planning in public center of mega-cities—Taking Taiyuan street as in Shenyang an example. City & House, 2018, 25(6): 77-80. (in Chinese)
- 14 赵怡婷, 吴克捷, 石晓冬. 国土空间规划体系下的地下空间规划管控方法探索——以北京城市副中心地下空间规划管控为例. 隧道建设(中英文), 2022, 42(2): 313-319.
Zhao Y T, Wu K J, Shi X D. Underground space planning control methods under territorial space planning system: A case study of Beijing sub-city center project. Tunnel Construction, 2022, 42(2): 313-319. (in Chinese)
- 15 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. 隧道建设(中英文), 2020, 40(5): 611-620.
Shi X D, Zhao Y T, Wu K J. Research on scientific planning methods of underground space in megacities in era of ecological civilization: A case study of Beijing City underground space development. Tunnel Construction, 2020, 40(5): 611-620. (in Chinese)

Practice and multidimensional-coupling planning methods of underground space utilization of megalopolis

SHI Xiaodong WU Kejie ZHAO Yiting*

(Beijing Municipal Institute of City Planning & Design, Beijing 101117, China)

Abstract As megacities enter a phase of stock improvement as well as intensive and efficient development, underground space planning has evolved from an engineering issue into a strategic topic concerning territorial security, resource allocation efficiency, and urban resilience. The establishment of a clear hierarchical underground space planning system and the improvement of underground space control methods are the important prerequisites for ensuring the sustainable utilization of underground space resources. In line with the territorial spatial planning system, the systematic planning and control methods have been explored from the perspective of strictly adhering to the ecological bottom line, coordinating functional facilities, and guiding development of key areas. Red line for underground space has been delineated based on three-dimensional geological model, the overall layout guidance of various functional facilities has been strengthened and a comprehensive evaluation method for the development potential of key areas has been developed. This study hopes to promote the integrated utilization of above-ground and underground space resources.

Keywords underground space, planning system, planning method

石晓冬 北京市城市规划设计研究院院长。主要研究领域：城乡规划、地下空间规划、城市更新等。E-mail: shixdd@sina.com

SHI Xiaodong Director of Beijing Municipal Institute of City Planning & Design. His research focuses on urban planning, underground space planning, urban renewal, etc. E-mail: shixdd@sina.com

赵怡婷 北京市城市规划设计研究院正高级工程师。主要研究领域：城乡规划、地下空间规划、政策研究等。
E-mail: zhaoyt_07@163.com

ZHAO Yiting Professorate senior engineer, Beijing Municipal Institute of City Planning & Design. Her research focuses on urban planning, underground space planning, policy research, etc. E-mail: zhaoyt_07@163.com

■责任编辑：张帆

*Corresponding author