

引用格式:张博,姚红志.面向城市更新和能源转型的地下空间产业机遇与发展路径.中国科学院院刊,2026,41(2):287-295,doi:10.3724/j.issn.1000-3045.20251215010.

Zhang B, Yao H Z. Opportunities and development path of underground space industry for urban renewal and energy transition. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2026, 41(2): 287-295, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20251215010. (in Chinese)

面向城市更新和能源转型的 地下空间产业机遇与发展路径

张博^{1,2*} 姚红志¹

1 中交第一公路勘察设计研究院有限公司 西安 710075

2 中国发展战略学研究会 地下空间发展战略专业委员会 北京 100190

摘要 在城市更新和能源转型两大战略机遇的驱动下,地下空间产业将迎来新一轮发展高潮。文章聚焦城市更新进程中的地下空间提质增效、新型能源体系建设过程中的地下空间资源利用,梳理了产业重点发展方向。基于“因地制宜、因城施策”的布局原则,结合全国各区域自身经济社会条件和资源禀赋,提出了差异化区域产业布局策略。未来,应遵循“政策市场双轮驱动、坚持科技创新和产业化应用、深化产业链协同和要素高效配置、创新商业模式和投融资机制”的产业发展路径,加快实现地下空间产业发展壮大。

关键词 地下空间,产业机遇,产业方向,产业布局,发展路径

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20251215010

CSTR 32128.14.CASbulletin.20251215010

当今全球产业竞争的主战场正从传统产业转向以业态模式新、技术含量高、增长动能强为核心特征的新兴产业、未来产业。有鉴于此,我国前瞻性布局九大战略性新兴产业和六大未来产业,其中“推动城市地下空间开发利用”是未来产业中“未来空间”的重要赛道。地下空间已不再局限于传统观念中的特定工程应用范畴,而是助力城市更新、支撑能源转型的战

略资源。

1 地下空间产业的新场域与新机遇

1.1 城市更新赋能地下空间价值跃升

2025年中央城市工作会议上,习近平总书记指出,“我国城镇化正从快速增长期转向稳定发展期,城市发展正从大规模增量扩张阶段转向存量提质增效

*通信作者

资助项目:中国交通建设股份有限公司攻坚项目(2024-ZJKJ-01)

修改稿收到日期:2026年2月1日

为主的阶段”。要“以推动城市高质量发展为主题，以坚持城市内涵式发展为主线，以推进城市更新为重要抓手”，推动城市发展质量、效率、动能变革，守牢城市安全底线，加快建设现代化人民城市，走出中国特色城市现代化新路子。通过激活城市地下空间存量资源，融合交通、市政及公共服务等功能，统筹推进地上地下空间一体化开发利用，既能有效破解地面空间约束，还能优化城市整体结构^[1]。最终，地下空间开发与城市更新形成双向赋能的良性循环——城市更新为地下空间开发锚定方向，地下空间开发为城市更新实施提供纵深支撑，助力城市向立体多维的内涵式发展迈进，筑牢城市可持续发展的空间根基^[2]。

1.2 能源转型驱动地下空间业态拓展

2025年中央经济工作会议明确部署能源强国建设，以“双碳”目标为引领加快新型能源体系构建，推动非化石能源成为供给主力，同时强化能源供应链韧性。然而，风电、光伏等新能源存在显著波动性、间歇性及时空错配问题，叠加消纳能力滞后、电网适配不足等短板，制约规模化应用。针对此问题，加快储能设施建设、促进我国“源网荷储”有机互动，成为破解新能源并网困境的关键途径。地下空间在各类储能设施建设中作用突出^[3]。例如，抽水蓄能电站包含众多放置机电设备的大规模地下硐室；压气储能可利用地下人工硐室、废弃盐穴作为超高内压储气库，能实现长时大容量储能与零污染供能。此外，地热能等稳定性突出的新能源，也正在成为我国新能源产业发展的重要发力点。加快上述设施建设，能够提升电网安全冗余，弥补新能源稳定性短板，从而为能源转型提供坚实保障。

2 地下空间产业重点发展方向

2.1 城市更新进程中的地下空间提质增效

(1) 闲置地下空间改造与既有地下设施更新。一方面，通过“平急两用”模式，将早期人防工程、废

弃矿洞等改造为公共服务、停车、商业、数据中心及储库等新型设施，实现“以地下空间置换地面空间优化”。另一方面，2024年底全国地铁运营总里程已达9 306.09 km，综合管廊竣工长度突破10 000 km，城市各类市政地下管线总长度接近 3.5×10^6 km^[4]，对庞大的存量地下设施实施系统性维护、扩容与智能化更新，是应对设施老化、满足新需求的核心路径，是前景广阔的产业蓝海。

(2) 地下数据中心与指挥中心。将金融、信息等领域的数据中心，电力、交通、通信等领域的指挥枢纽，以及尖端领域的重点实验室转入地下，利用岩土体的天然防护优势，显著提升其隐蔽性、抗毁性^[5]，既保障城市安全稳定运行，也为我国未来产业竞争及新质生产力发展创造安全条件。

(3) 地下立体停车库。在全国高达1.22亿个停车位缺口下^[6]，针对老旧城区、医院等停车矛盾突出区域，推广高密度、自动化的地下井筒式立体停车库，该模式使土地利用效率较传统停车场提升5—10倍。

(4) 站城融合地下空间开发。围绕轨道交通站点打造连通性强、功能复合的地下公共服务空间与交通网络，实现交通接驳、商业服务、城市功能的立体融合，带来释放地面土地、带动不动产升值、提升区域活力等综合效益^[7]。

(5) 地下市政基础设施。将污水处理厂、变电站、垃圾处理站等“邻避”设施全地下化建设，消除其对周边环境的影响，并将释放的地面空间转化为公园、绿地等公共活动场所，实现市政功能、环境提升与城市发展的融合统一。针对频发的城市内涝，在地下40 m及以下深度空间建设集排放、调蓄功能于一体的深隧系统，以大幅提升城市应对极端降雨的能力。

2.2 新型能源体系建设过程中的地下空间资源利用

(1) 压缩空气储能。依托盐穴、人工硐室、枯竭油气藏及废弃矿坑等地下空间建设储气库，在电网低谷时段，将电能转化为空气压缩能储存；高峰时段释

放高压空气推动涡轮机发电，以此实现大规模、长时储能，有效平抑新能源发电波动，解决新能源电力系统“存储与调节”的关键问题。

(2) 地下抽水蓄能。在山体硐室、地下水库及河谷深切区域，构建封闭式上下储水库与设备硐室，形成不受地表地形与气候限制的储能系统。电网负荷低谷时抽水至上库储能，高峰时放水至下库驱动发电机组发电，具备大容量、快响应的特性，可快速适配电网调峰调频需求。

(3) 地下能源资源储库。当前，我国天然气储备能力占年消费气量的6.2%，储油能力可维持约40天的消费量，而发达国家这2项指标约为22%和100天^[8]。利用盐穴、地下人工硐室规模化建设地下储油、储气、储氢设施，增强国家能源战略储备能力，强化能源供应链韧性。

(4) 地热能开发利用。地热能可以提供“稳定与清洁”的能源供给，不仅能生产零碳电力，更能直接替代化石能源满足供暖、制冷、发电、工业供汽等多元终端需求，对于构建多元、清洁、韧性的新型能源体系具有战略意义。

3 地下空间产业区域布局策略

为推动全国地下空间产业协同高效发展，应构建“全国统一框架、区域特色发展”的总体布局体系。各区域不仅要统筹推进地下空间资源调查，以及地下空间综合化、网络化、人性化、智慧化发展等共性任务，还要立足自身战略定位、经济社会条件及产业发展基础，锚定差异化方向，实现精准化、特色化产业布局。本节基于我国东、中、西和东北地区基本经济社会情况（表1），给出了各区域地下空间特色产业布局策略。

3.1 东部地区

东部地区以全国约10%的土地承载40%人口，集聚12座超大及特大城市，东部地区生产总值（GDP）

表1 2024年我国东、中、西和东北地区经济社会基本情况
Table 1 Basic social and economic conditions of eastern, central, western, and northeastern region in China

对比项*	东部地区	中部地区	西部地区	东北地区
2024年末人口总量(万人)	56 702	36 229	38 196	9 501
2024年末人口总量占比	40.32%	25.76%	27.16%	6.76%
区域面积(万平方公里)	91.58	102.77	687.87	78.81
区域面积占比	9.53%	10.69%	71.58%	8.20%
人口密度(人/平方公里)	619.15	352.53	55.53	120.56
2024年GDP总量(万亿元)	70.23	28.72	28.74	6.35
2024年GDP总量占比	52.39%	21.43%	21.44%	4.74%
2024年人均GDP(万元/人)	12.39	7.93	7.52	6.68
超大、特大城市数量(个)	12	3	4	3

* 人口及GDP数据来源：国家统计局；区域面积数据来源：各省（自治区、直辖市）统计局

* The data on population and GDP are from the National Bureau of Statistics; the data on regional area are from the statistics bureaus of each province (autonomous region, municipality)

占全国GDP半数以上，经济基础雄厚，亦是全国算力与能源消费核心区。鉴于东部地区地下空间开发起步早、规模大、水平领先，产业定位应为引领者与创新策源地，秉持“复合发展+深度探索+智慧化升级”原则，布局以下特色产业领域。

(1) 立体城市与深层空间战略开发。面向人口密集、经济活跃、生活品质提升需求，构建交通、商业、市政、公共空间一体化的立体城市系统；针对浅层空间饱和问题，前瞻性储备利用深层空间，探索深层排水调蓄、超高压电力隧道、地下物流等新兴领域。

(2) 低延时地下数据中心建设。紧扣京津冀、长三角、粤港澳大湾区等国家算力枢纽布局，针对高优先级、低时延算力需求，建设本地化地下数据中心，提升数据传输与运算效率。

(3) 新型地下储能设施落地。依托江苏等地废弃盐穴资源、山东和浙江等地水封地质等自然禀赋，推进地下油气、储氢、压缩空气储能等设施建设，保障

我国能源安全与结构转型。

3.2 中部地区

中部六省城镇化率处于60%—66%的加速发展阶段，叠加“中部崛起”战略及国家级城市群建设驱动，产业与人口集聚效应凸显，土地供需矛盾加剧，规模化开发地下空间已成必然选择。中部地区是我国粮食安全“压舱石”，六省耕地面积超4亿亩、占全国1/4，粮食产量占比约30%，全国13个粮食主产省份中有5个位于中部，可依托地下空间提升粮食储备能力。此外，以山西为代表的矿产资源大省，科学改造大规模废弃煤矿巷道实现资源化利用，亦是重要产业课题。鉴于此，中部地区应定位为快速追赶者与规模化应用标杆，以“快速规模化布局、系统性功能完善”为核心导向，布局以下特色产业领域。

(1) **推进新城地下空间规模化开发。**在众多新城建设中，坚持规划超前，强化规划与监管衔接，推行地上地下一体化开发；聚焦成本效益平衡，优先采用成熟经济的工程技术方案，推广低成本适配性新技术。

(2) **地下储粮。**以河南、湖南等产粮大省为核心，推进“双核-多点”的全国地下储粮基地规划布局，开发建设地下储粮洞室群，实现绿色节粮、土地节约、节能降耗和隐蔽安全，建成全国示范性地下生态粮仓。

(3) **废弃矿洞改造再利用。**依托山西等省份的废弃矿洞资源，加强改造再利用相关的理论、技术及装备突破，发展“矿洞+储库、数据中心、文旅”等新型产业。

3.3 西部地区

西部地区土地面积占全国70%以上，地广人稀、生态脆弱；能源资源丰富，新能源产能富集；拥有全国八大国家级算力枢纽节点中的5个，在全国一体化算力网中占据重要地位；同时，是国家战略腹地和产业备份基地。鉴于此，该区域应围绕新能源储用、算

电协同和能源战略储备，布局以下特色产业领域。

(1) **新能源储用协同。**依托西部地区新能源富集的天然禀赋，为有效平抑新能源发电波动性，为“西电东送”国家工程提供稳定支撑，内蒙古、甘肃、陕西、青海可大力推进人工硐室压缩空气储能、地下抽水蓄能等新型储能设施建设。同时，陕西应加强地热能资源的开采利用。

(2) **“算电协同”导向下的地下数据中心。**抢抓人工智能产业发展机遇，成渝地区、贵州、内蒙古、宁夏、甘肃五大算力网络国家枢纽节点，要结合区域内新能源产能布局，统筹开展“能源中枢-算力中枢”联合枢纽建设，促进数据中心参与电网调度和新能源就近消纳，降低数据中心能耗成本。

(3) **能源资源地下战略储备。**围绕国家战略腹地建设与关键产业备份需求，四川、陕西、青海规模化布局油、气、氢等战略能源资源地下储库，筑牢产业安全发展的能源保障底线。

3.4 东北地区

东北地区冬季平均持续5—6个月，其间气温普遍低于-20℃，是我国重要农业与重工业基地，存量地下人防工程、地下商业街较多。结合人口变化与产业转型，该地区地下空间产业定位为振兴导向下的功能性补充者，布局以下特色产业领域。

(1) **老旧工业厂区开发。**将沈阳、长春、哈尔滨、大连、抚顺等城市的重工业遗产活化为储粮、文旅、商业载体，利用闲置土地建设地下仓储，盘活存量资产。

(2) **地下废弃矿井改造。**作为我国最早、最重要的重工业与能源基地，东北地区矿产开采历史超百年，废弃矿井数量居全国前列。探索在黑龙江、辽宁利用废弃矿井改建压缩空气储能、物资储备、地下种植、探险旅游等多元场景。

(3) **既有地下设施升级与互联互通。**利用沈阳、哈尔滨、大连等城市大量的既有人防设施，开展智慧

化改造和平战结合开发；在老旧城区针对“停车难”突出的区域，建设地下立体停车库，并通过新建地下人行步道，实现与地铁、商业等载体联通，激活城市商业活力。

4 地下空间产业发展的实践路径

坚持“战略导向-市场导向-创新导向-协同导向-价值创造导向”五位一体的产业发展原则，遵循“政策激励-市场需求”双轮驱动，聚焦新兴场景、加强科技创新，通过“供给侧深化产业链合作、需求侧拓展应用场景与服务”推动产业生态构建，积极创新商业模式和投融资机制，推动地下空间开发利用项目“经济价值-社会价值”双提升，最终实现精准市场布局和业务拓展（图1）。

4.1 强化政策激励，激活市场内生动力

地下空间开发具有不可逆性，且开发周期长，面临规划碎片化和权属不清问题，需要顶层设计，利用“规划-权属-政策”多重驱动和激励，破解市场参与主体“不愿投、不敢投、不会投”难题，激活市场内生动能。

（1）推动构建“多规合一”的立体化规划体系，将地下空间纳入国土空间规划“一张图”。当前，部门间数据壁垒导致地下设施建设存在“重复开挖”，

项目存在“先建设、后报规”情况。可以借鉴国外发达国家的经验，将地下空间纳入国土空间规划，明确垂直分层开发规则。

（2）立法赋予地下空间使用权、收益权独立地位，建立全国统一的地下空间产权登记平台。通过立法明确地下空间使用权可单独出让、转让、抵押，降低企业拿地成本。建立统一的产业登记配套制度，实现权属信息透明化，降低交易成本，激活市场参与度。例如，可借鉴新加坡《地下空间法》，允许地方政府以“地下地契”形式出让使用权，企业通过租赁或作价出资获得长期收益权。

（3）设立专项扶持基金和创新示范区，给予地下空间土地出让金减免和简化流程审批等政策，激活地下空间产业发展活力。探索设立“地下空间开发专项基金”，对地下储能系统、地下数据中心、智慧停车库、深层输排水及调蓄设施等项目给予优先低息贷款支持，降低企业初期投资。对重点支持的地下空间开发项目减免土地出让金，鼓励开发深层地下空间，开发深度越深，出让金越低甚至免除。允许企业通过“协议出让”方式获取地下空间使用权，简化审批流程。设立“地下空间创新示范区”，对入驻企业提供租金减免、税收优惠等政策，吸引产业链上下游企业集聚。

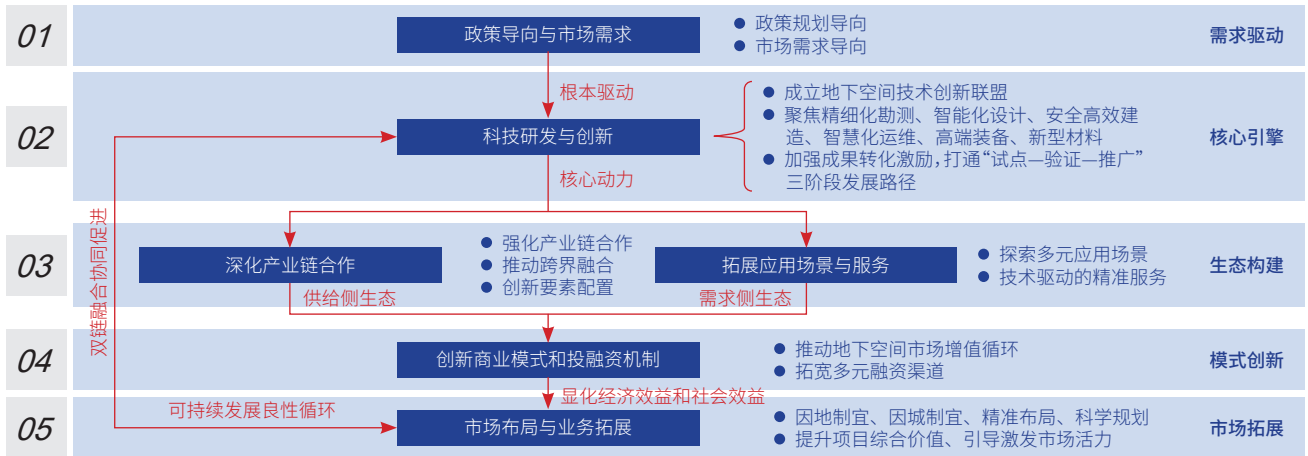


图1 地下空间产业发展路径

Figure 1 Development path of underground space industry

4.2 驱动科技创新，加速成果产业化落地

地下空间开发面临地质条件复杂、施工风险高、运维难度大等挑战，亟待在精细化勘察、智能化设计、安全高效建造、智慧化运维等方面突破关键核心技术，同步发展高端工程装备与新型工程材料；同时，要有完善的科技创新成果转化机制，推动新技术快速落地转化和迭代升级。

(1) 建立“需求导向-任务牵引”的协同攻关机制，制定关键技术攻关目录。由政府牵头成立地下空间技术创新联盟，整合高校、科研院所及龙头企业资源，编制地下空间关键技术、典型场景、重大工程和标志性成果清单，制定近、中、远期地下空间相关国家重点研发计划专项规划，协同攻关突破关键技术。地下空间领域的开发需要在全链条技术方面开展攻关（表2）。

(2) 完善技术成果转化机制，给予加计扣除、主动推广和奖励等政策，通过“政府采购-示范工程-标准引领”的模式推动新技术市场普及。对突破性技术给予研发费用加计扣除、专利快速审查等支持，缩短从实验室到工程应用的周期。政府主导投资的重大地下空间项目要优先推广采用新技术、新工艺、新材料及新装备，打造示范项目；对于验证效果较好的技术，可通过政策要求在新立项目中设置一定比例示范区，推动新技术规模化应用，从而形成“试点—验证

—推广”的三阶段发展路径。同时，对应用新技术的项目给予优惠贷款或优先立项，实施成效显著、技术进步明显的项目可通过专项基金给予奖励。对经验证成熟的技术，应加快制定配套标准，有序纳入国家及行业相关标准体系。

4.3 深化产业链协同，实现产业要素高效配置

当前，地下空间产业链存在资源分散、产学研用脱节、要素匹配低效、业态零散、龙头带动不足、配套体系不完善等问题，且因产业兼具技术密集性与跨界融合性，高端复合型人才短缺、供需错配问题突出。该问题已成为制约产业效能释放与升级的核心瓶颈，亟待通过协同平台搭建、试点示范引领等举措破解短板、推动产业集聚发展。

(1) 搭建产学研用协同平台，促进要素精准对接。

① 构建“国家级引领、区域级筑基、企业级冲锋”的三级创新联合体体系。国家级聚焦“硬科技”战略领域，发挥规划与基础支撑作用；区域级承上启下，结合区域特色组织协同攻关、搭建共性技术平台；企业级响应市场需求，负责产品快速研发迭代。完善市场化驱动机制，以“事前约定、动态调整”破解知识产权与利益分配难题，打通“上下联动”双向通道，激发企业活力，促进产业协同。② 建立“需求—供给”双清单对接机制。由发改、住建部门牵头组织企业发布“技术需求清单”，联动企业及科研院所发布“科

表2 地下空间关键技术清单
Table 2 Key technology list of underground space utilization

序号	环节	技术方向
1	勘察	高精度勘探技术、配套设备及软件,复杂环境抗干扰精细化探测技术,微扰动精细化探测技术,超长距离水平勘探技术及装备,超硬岩钻探技术,原位智能测试技术,三维地质可视化技术
2	设计	地下结构韧性设计理论与方法,地下工程高精度仿真分析算法,超深竖井设计理论与方法,超大跨硐室及硐室群支护技术,智能化设计软件
3	施工	超深竖井、斜井建造技术,超大跨硐室及硐室群建造技术,超深水下隧道建造技术
4	运维	地下空间环境设备智能运维管理,地下空间人居环境保障技术,地下结构智能感知与养护,地下空间防灾救援综合技术
5	装备	超深竖井建造装备,斜井施工装备,变径隧道装备,硬岩掘进装备,快速检测机器人,快速修复加固装备
6	材料	高性能混凝土材料,高压水快速封堵材料,地层加固材料,地下结构快速修复加固材料,隔热隔震材料,密封材料,自修复材料

技成果供给清单”，推动供需精准匹配。③ **行业协会搭建资源整合平台**。建立常态化交流机制，打造集洞察、对接、信任构建与合作于一体的高端品牌活动。

(2) **探索多元应用场景，拓展技术服务市场**。立足城市功能升级与民生需求导向，精准挖掘地下空间多元应用场景。针对高密度城区交通拥堵痛点，拓展地下快速路、立体停车库；聚焦应急储备需求，建设地下物资仓储、人防避难综合体；顺应文旅消费趋势，开发地下文化展馆、沉浸式体验街区；瞄准市政提质需求，推进地下综合管廊、分布式能源站落地。政企协同调研梳理重点场景清单，加快推动与民生福祉、产业发展需求精准匹配的重点项目落地。

(3) **健全人才培养引进机制，强化产业智力支撑**。由国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部联合编制《地下空间产业人才需求目录》，人力资源和社会保障部协同发布年度紧缺人才清单。推动企业与高校共建产业学院，推行“以企为主、产教融合、订单培养”的“2+2”学制，强化实操能力。靶向引进地质、岩土工程、智能建造等领域的人才，并对技术专家、青年骨干实行“一人一策”的优先引进政策。依托重大平台与工程，培育高水平创新团队，打造技术过硬、善解难题的高素质人才队伍，筑牢智力支撑。

4.4 创新商业模式，构建可持续投融资体系

地下空间开发投资规模大、回收周期长、收益预期不明朗，现有商业模式难以支撑可持续发展，需构建“投资—建设—运营”闭环增值机制；同时，项目融资渠道单一、风险对冲能力薄弱，制约社会资本参与积极性，亟待拓宽融资路径并健全风险保障体系。

(1) **推动城市地下空间开发利用“市场增值循环”**。推广容积率补偿、地下商业税收减免及运营补贴政策，优化项目现金流与收益预期。对隧道、地下停车场等项目，确立“投资—建设—运营”闭环及付费机制，采用PPP/BOT（公共私营合作/“建设—经营—转让”）模式推进，通过引入社会资本，降低政

府投资，缓解财政压力。推行TOT/TBT（“移交—经营—移交”/“移交—建设—移交”）模式，通过经营权转让，盘活地下污水处理厂等存量资源；政府可将TOT收益入股BOT项目强化控制权，投资方则依托TOT稳定现金流，降低融资与违约风险。推广EDO/TOD（生态环境导向的开发/以公共交通为导向的开发）模式，以区域生态治理、城市更新为基础，结合地下文商旅综合体、地下仓储等特色产业运营，通过“生态改善/城市更新—土地升值—产业反哺”的方式实现自平衡。针对地铁沿线开发项目，推进“一二级联动开发”，将站点周边土地开发与轨道交通捆绑，土地增值收益反哺轨道交通建设投资。

(2) **拓宽多元融资渠道，完善风险保障机制**。鼓励领军企业发挥资金和融资优势，通过自有资金、银行贷款、发行债券等方式为项目注入资金。扩大不动产投资信托基金（REITs）支持范围，允许存量地下项目发行公募REITs，通过REITs盘活存量资产回笼资金，优先推进城市更新项目。推行“多元投资+产业基金”模式，由政府引导基金、社保及保险资金联合设立地下空间产业基金，以股权投资参与项目，对优质项目给予优先信贷支持。由政府牵头联合保险公司设立地下空间项目再保险平台，对不可抗力灾害提供高比例赔付保障，投保资金按财政、既有收益、新建资金合理分摊。土地收益优化推行“上盖土地出让金返还”政策，允许项目公司获得站点周边地块出让金的50%—70%作为补贴。

5 结语

立足“十五五”开局之年，应深刻认识到，我国地下空间产业发展契合于城市更新和能源转型两大战略机遇，能够为我国经济社会发展注入强劲而持久的新动能。为此，需持续强化顶层设计与政策激励，坚定不移推进科技创新，系统深化产业链协同和商业模式创新，坚持精准布局、科学规划，推动一批标杆性

示范工程与试点城市建设，探索形成可复制、可推广的产业发展模式，加快推动我国地下空间产业崛起。

参考文献

- 1 易荣, 刘俊卿. 我国城市地下空间开发利用存在的问题及应对建议. 新华智库研究, 2024, (3): 68-71.
Yi R, Liu J Q. Problems and countermeasures in the development and utilization of urban underground space in China. Xinhua Institute Research, 2024, (3): 68-71. (in Chinese)
- 2 彭芳乐. 高质量推动城市地下空间开发利用. 国家治理, 2025, (19): 70-76.
Peng F L. Promote high-quality development and utilization of urban underground space. Governance, 2025, (19): 70-76. (in Chinese)
- 3 糜利栋, 刘华, 付国强, 等. 深部地下空间储能技术发展现状及趋势. (2026-01-08)[2026-01-18]. <https://link.cnki.net/urlid/11.2128.TE.20260107.1736.004>.
Mi L D, Liu H, Fu G Q, et al. Current status and development trends of deep underground space energy storage technology. (2026-01-08) [2026-01-18]. <https://link.cnki.net/urlid/11.2128.TE.20260107.1736.004>. (in Chinese)
- 4 中国工程院战略咨询中心, 中国岩石力学与工程学会地下空间分会, 中国城市规划学会地下空间规划分会. 2025 中国城市地下空间发展蓝皮书. 北京: 中国工程院战略咨询中心, 2025.
Strategic Consulting Center of the Chinese Academy of Engineering, Sub-society for Underground Space of the Chinese Society for Rock Mechanics & Engineering, Underground Space Planning Division of Urban Planning Society of China. 2025 Blue Book on the Development of China's Urban Underground Space. Beijing: Strategic Consulting Center of the Chinese Academy of Engineering, 2025. (in Chinese)
- 5 易荣. 科学开发地下空间资源, 激活城市经济高质量发展. 中国科学院院刊, 2025, 40(4): 725-729.
Yi R. Scientific development and utilization of underground space resources to stimulate high-quality urban economic development. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40 (4): 725-729. (in Chinese)
- 6 产业经济研究院. 2025—2030 年中国停车场建设行业深度全景调研及投资战略研究报告. 北京: 产业经济研究院, 2025.
Institute of Industrial Economics. In-depth Comprehensive Research Report on China's Parking Lot Construction Industry from 2025 to 2030 and Investment Strategy Study. Beijing: Institute of Industrial Economics, 2025. (in Chinese)
- 7 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. 中国工程科学, 2024, 26(3): 176-185.
Peng F L, Qiao Y K, Dong Y H, et al. Development strategy for urban underground space in the new development stage. Strategic Study of CAE, 2024, 26(3): 176-185. (in Chinese)
- 8 黄宽, 张万益, 王丰翔, 等. 地下空间储能国内外发展现状及调查建议. 中国地质, 2024, 51(1): 105-117.
Huang K, Zhang W Y, Wang F X, et al. Development status of underground space energy storage at home and abroad and geological survey suggestions. Geology in China, 2024, 51 (1): 105-117. (in Chinese)

Opportunities and development path of underground space industry for urban renewal and energy transition

ZHANG Bo^{1,2*} YAO Hongzhi¹

(1 CCCC First Highway Consultants Co. Ltd., Xi'an 710075, China;

2 Professional Committee on Underground Space Development Strategy,

Chinese Association of Development Strategy Studies, Beijing 100190, China)

Abstract Driven by the two strategic opportunities of urban renewal and energy transition, the underground space industry is set to experience a new round of development boom. This study focuses on the improvement and efficiency enhancement of underground space during the urban renewal process and the utilization of underground space resource for the new energy system construction, and sorts out the key development directions of the industry. Based on the layout principle of “tailoring measures to local conditions and cities”, and in combination with the social and economic conditions and resource endowment of each region across the country, differentiated regional industrial layout strategy has been proposed. In the future, following the industrial development path of “dual-wheel drive from policy and market, adhering to technological innovation and industrialization application, deepening industrial chain collaboration and efficient allocation of factors, innovating business models and investment-financing mechanism”, efforts should be made to accelerate the growth of the underground space industry.

Keywords underground space, industry opportunities, industry directions, industrial layout, development path

张 博 中交第一公路勘察设计研究院有限公司总经理,中国发展战略学研究会地下空间发展战略专业委员会副主任,正高级工程师。主要研究领域:城市建设、地下空间、产业发展、企业管理等。E-mail: 15801730152@163.com

ZHANG Bo Senior engineer (professor level), deputy director of Professional Committee on Underground Space Development Strategy, Chinese Association of Development Strategy Studies, and general manager of CCCC First Highway Consultants Co. Ltd. His research focuses on urban construction, underground space, industry development, enterprise management, etc. E-mail: 15801730152@163.com

■责任编辑: 岳凌生

*Corresponding author