

推进城市地下空间开发利用

地下空间作为宝贵的战略性空间资源,其科学开发利用对于打造宜居、韧性、智慧城市具有重要意义。习近平总书记在2025年召开的中央城市工作会议上指出,“高效利用城市地下空间,着力优化城市空间结构”。目前,向地下要空间、要资源、要安全,已成为超大城市应对资源约束、安全风险与城市病的必然选择。本期特邀专家围绕相关问题进行研讨。

破解城市发展空间约束

为何需要高效利用城市地下空间?对于城市发展,地下空间的功能和作用是什么?

李超(中国社会科学院财经战略研究院城市与房地产经济研究室主任):随着我国城市发展从大规模增量扩张转向存量提质增效为主的阶段,超大特大城市普遍面临土地资源紧张、安全风险加剧、环境承载压力过重等突出矛盾。高效利用城市地下空间,正从可选项变成必答题,成为破解空间资源约束、增强城市安全韧性和改善人居环境质量的重要抓手。

我国常住人口超千万的城市已达18个,普遍面临建设用地资源趋紧、土地开发强度逼近管控上限的发展瓶颈。北京西城区、上海虹口区、广州越秀区等一线城市核心片区,人口密度已突破每平方公里2万人,土地资源高度饱和、空间承载压力持续攀升。在城市开发边界约束下,传统依靠外延扩张“摊大饼”的发展模式难以为继,需要转向立体开发、集约利用、提质增效的内涵式发展模式。

相较于开发趋于饱和的地面空间,城市地下空间是尚未被充分激活的空间资源。从现有工程技术条件看,城市地下空间安全合理的开发深度可达百米。按地表至地下30米的浅中层空间适度开发测算,能够释放可观的城市发展空间增量。当前,我国多数城市地下开发仍集中在地表下10米以内的

全面提升防灾减灾能力

浅层范围,开发形态以单一停车和商业配套为主,竖向分层利用不足、功能复合度偏低,整体开发潜力尚未得到充分释放。可以说,地下空间既是破解土地资源紧约束的重要载体,也是推动城市发展由外延扩张转向内涵提升的潜在家底。

超大城市运行系统高度复杂,各类风险交织叠加。城市地下空间凭借其防护性和隐蔽性,在防灾减灾、公共安全方面具有不可替代的作用。面对台风、暴雨等突发灾害,地下人防工程能够迅速转换为临时避险安置点,补充地面应急场所容量缺口。供水、供电、光纤、燃气等市政管线入地,可大幅降低自然和人为损坏对城市运维的冲击,有效降低大面积停供风险。针对城市内涝风险加剧的情况,依托地下空间规划建设深层排水系统与调蓄设施,构建立体化雨水疏导体系,已被全球多地实践验证为提升城市水安全韧性的成熟路径,如伦敦泰晤士河深层防洪隧道、东京首都圈外郭放水路等工程,都是通过深挖地下大容量空间,实现承载雨洪调蓄功能。

尤为重要的是,推动交通、市政、仓储等占地规模大、地面干扰强的功能设施入地,能够有效释放地面稀缺空间,为城市绿地、休闲步道、文体场馆等民生设施腾挪出发展空间。据行业测算,一条地铁线路的单向小时客运能力可达3万至6万人次,相当于十余条地面公交线路的运力之和,投运后能显著改善中心城区交通拥堵状况。以地铁站点为依托的TOD(公共交通导向型开发)模

型的效率大幅下降,尤其在地下空间相对封闭的环境条件下,通信和交通受阻,受困人员定位困难,难以实现快速高效的抢险救援。此外,末端处置能力参差不齐,部分基层单位风险意识不强,应急值守和应急处置力量配置薄弱,前置响应机制不完善,针对不同功能地下空间的“一点一策”应急预案覆盖不全。地下空间作为城市空间资源的重要组成部分,需充分利用其特性进行合理开发,有效降低城市灾损、增强防灾能力。

一方面,完善工程设计标准,提升自然灾害防御能力。针对极端降雨频率增加的趋势,应适度提升重要地区的排水标准并完善排水管网系统。地下空间的选址与设计需考虑场地竖向的合理安排,避免地下空间的出入口、通风口等设施设置在地势相对低洼的地段,同时完善出入口、通风口的防倒灌设施,合理设置出入口的驼峰坡度或台阶提升高度,安装强度足够的挡水设施,减少地下空间受淹的风险。对于设在地下的供电、供水、通信等重要基础设施,需设置可靠的防洪、消防等防护设施,确保地下空间遭受水灾或火灾时能有效隔离灾害冲击。

另一方面,提高应急响应能力,增强防灾避险意识。极端暴雨短时间内的降雨量往往远超城市排水基础设施的设计标准,仅依靠工程设施系统难以完全有效应对,需系统性提升地下空间的防灾韧性,从单纯的工程控制向工程与管理相结合的风险管理转变。加强灾害风险监测预警体系建设,通过物联网将地下空间的水位、火情等监测节点组网,及时推送险情预警,联动城市应急指挥体系,提升响应效率。布设可靠的报警求助设施,便于救援人员在地下空间密闭环境中精准定位受困人员位置,提高救援效率。完善应急预案体系和应急响应机制,根据灾害监测预警信息,及时启动地下空间停用、人员撤离等临时管制措施,做好应急力量集结、物资调配等应急响应准备。加强对全体居民防灾避险意识和应急能力的宣传教育,营造“人人讲安全,个个会应急”的社会氛围。

当前,部分城市基础设施应对极端灾害场景的保障能力相对薄弱,易出现能源供应、通信和交通中断的局面。基础设施服务中断会导致应急物资调配以及人员疏散救

护,通过立体复合开发地上地下空间,有机融合商业、居住与公共服务,可以有效实现交通疏堵以及空间结构优化。以上海某核心商圈为例,通过统一开发多层地下车库,将沿街占道停车全部转入地下,并将腾退空间改造为口袋公园和步行廊道,实现还路于民、增绿于民。

截至2024年底,全国城市地下空间累计建筑面积突破35亿平方米,新增建筑面积2.45亿平方米。其中,城市轨道交通是我国地下空间规模化开发的重要骨架。截至2025年底,全国城市轨道交通运营里程超11710公里,地铁与轻轨制式占比约86.6%,运营规模与在建体量均居全球首位。地下综合管廊作为市政管线集约承载的核心载体同步扩容,累计建成总长度约7700公里,可统一收纳电力、通信、给水、燃气、热力等市政管线,从根源上减少了城市道路反复开挖。地下停车场、地下商业综合体、人防工程、地下仓储等多元业态协同布局、连片贯通,形成了以轨道交通为骨架、综合管廊为脉络、各类地下功能设施为支撑的立体化、集约化开发利用体系,推动地下空间从点状建设向网络布局升级。

城市不仅要向上生长,更要向下扎根。高效利用城市地下空间,既是破解当前城市发展空间约束的现实需要,更是优化城市空间结构布局、夯实安全韧性基础、把握长远发展主动权的重要举措。面向未来,要牢固树立系统思维与底线思维,加快构建规划统筹、分层利用、平急结合、智慧赋能的现代化开发模式,推动地下空间从单一工程建设向全域资源统筹转型,筑牢城市安全韧性屏障,为城市高质量发展注入持久动能。

城市不仅要向上生长,更要向下扎根。高效利用城市地下空间,既是破解当前城市发展空间约束的现实需要,更是优化城市空间结构布局、夯实安全韧性基础、把握长远发展主动权的重要举措。面向未来,要牢固树立系统思维与底线思维,加快构建规划统筹、分层利用、平急结合、智慧赋能的现代化开发模式,推动地下空间从单一工程建设向全域资源统筹转型,筑牢城市安全韧性屏障,为城市高质量发展注入持久动能。



数据来源:住房和城乡建设部

数字技术助力感知地下空间

向地下50米、100米甚至更深发展,将会为城市建设带来哪些新的可能?

葛伟亚(自然资源部城市地下空间工程中心主任):地下空间被誉为陆地、海洋、天空之外的“第四国土”,深地已成为与深海、深空并列的前沿领域。随着我国城市发展空间由增量扩张向存量优化转变,向地下50米、100米甚至更深发展,成为重塑城市空间布局、优化空间资源配置、提升城市综合承载力与竞争力的重要路径。

地下空间开发正从城市的“附属配套”走向“主动赋能”。通过功能垂直叠合,将交通枢纽、商业服务、市政管线转入地下,地面空间得以释放,用于公共绿地和生态建设。自然资源部2026年1月发布的《地下空间开发利用典型案例》显示,深圳岗厦北综合交通枢纽在约13万平方米用地内,通过“地下四层+地上公共空间”立体布局,实现交通、商业、文化、市政多元功能集约复合,总建筑面积20.6万平方米,日客流量42.1万人次,相当于在城市核心区“长出”一座“地下城”;浙江宁波大榭开发区在山体下50米至80米深处建设500万立方米储油洞库。从国际来看,芬兰赫尔辛基地下建造了庞大的“第二城市”,加拿大蒙特利尔建成30公里地下

城市地下管网安全韧性水平提升,是深化城市安全韧性提升行动的重要内容。建好管好这项打基础、利长远的里子工程,既补短板、又惠民生。

目前,我国城市地下管网运行管理在协同治理、数字孪生、主动预警等方面取得积极进展,但仍面临多重制约。一是底数不清与设施老化并存。因历史档案不全,部分老旧管线无图无坐标,安全隐患底数不清,存量管网中老旧管网占比较高,存在运行风险。二是规划标准滞后与风险动态演化叠加。城市扩张带来人口与产业集聚,各类管网规划前瞻性不足,大量管网按早年标准设计,排水能力难以应对频繁的极端降雨。三是管理条块分割与管网系统性不匹配。管线管理涉及部门、环节多,而管网在物理空间和功能运行上高度关联、相互影响。四是全生命周期管理与各环节分段管理之间存在矛盾。重建轻管的惯性思维尚未根除,数字化感知覆盖不足,缺乏从规划建设、运行维护到安全保障的全过程管理理念。

地下管网任意环节的脱节都可能埋下安全隐患,只有让一条条“地下生命线”更强韧、更智慧,才能从根本上筑牢城市安全运行的根基。为此,可从以下方面精准发力,全面提升地下管网安全韧性水平,以高水平安全保障高质量发展。

摸清底数夯实基础,实现精准施策。坚持“先体检后更新”的原则,将地下管网普查深度融入全国城市体检工作。体检应涵盖管网材质、使用年限、腐蚀程度、接口密封性、承载能力等指标,形成管网安全隐患台账和风险清单。对老旧燃气管网改造完成率、市政管网智能化监测管理率等重点指标实行硬考核,推动城市更新从经验驱动向科学诊断、数据赋能的系统性治理模式转变。在普查基础上,建立全国统一的地下管网信息数据库,健全数据采集、存储、更新标准,打破信息孤岛,实现管网数据的动态更新和跨部门共享。

强化标准引领,提升防灾减灾能力。针对极端天气频发的新形势,适度超前提高新建和改造管网的设计标准。根据内涝风险等级合理确定排水管网设计重现期,对重要和敏感区域适当提高标准。燃气管网应推广使用新型耐腐蚀材料,提高管道接口密封性能和抗震能力。供水管网应加强防冻裂、防爆管设计。系统推进管网更新改造与韧性城市建设的有机融合,推动安全标准体系从静态合规向动态韧性转型。在老旧小区改造、道路新建改建中,将地下管网更新一并纳入,实现地上地下同步规划、同

步实施。这些案例印证着深层地下空间开发正在重新定义城市空间的“容积率”。地下空间不仅是城市的“地下室”,还是国家的“战略仓”,从地下车库、地下交通等基础设施载体发展到储油、储气、储粮等城市安全战略设施,在增加土地空间的同时,为提升城市安全韧性、保障能源资源安全提供有力支撑。

同时也要认识到,向更深层地下空间发展,还面临一些挑战。一是认知层面的“黑箱”困境。当前,地质调查多局限于地下50米深度范围以内,对百米深度范围的地层结构仍知之甚少。济南CBD之所以能在泉城富水区实现地下空间安全建设,得益于前期的精细化地质勘查研究。武汉二七核心区通过构建动态更新的地下空间数据库,促进了地下空间的科学开发。二是施工安全的动态风险。深层岩土体处于高地应力、高渗透压及高温环境中,多场耦合极其复杂,施工常遭遇岩爆、突涌水或大变形等不可预见突变。这对安全控制系统提出极高要求,深层地下空间开发每推进一米,都伴随着与地质不确定性的“现场博弈”。三是长期运维的系统隐患。城市地下空间因其隐蔽性和复杂性,在长期运维阶段面临多重安全隐患。截至2025年底,我国已建成管网总长度约390万公里,老旧管网渗漏失效诱发地面塌陷、燃气爆炸等事故频发。城市地下空间的长

期运维亟须建立“感知—评估—防控”全生命周期健康诊断体系。数字技术是破局的关键,需积极构建全链条数字地下空间开发路径,感知地下地质结构和风险动态,让地下空间“透明”起来,进而筑牢城市安全根基。

建好管好城市安全

式调蓄设施,提升雨水滞蓄能力,缓解管网排水压力,从源头增强城市应对极端天气的韧性。

加快数智赋能,实现被动应对向主动预防转变。加快建设覆盖全域的地下管网智能监测感知网络,在关键节点部署传感器,实现对压力、流量、温度等参数的实时采集和在线监测。扩大燃气、供水、排水等各类地下管线的智能监测设备覆盖范围,推动人工智能算法在泄漏识别中的应用,有效区分燃气泄漏与地下沼气等不同气体类型,减少误判;建立内涝监测预警系统,结合气象预报和水位数据,实现内涝风险提前研判、及时预警;通过管网水力模型实现水压智能精细化调控,保障供水安全稳定。建设地下管网安全运行监管平台,将分散的数据统一汇聚、集中管理,运用人工智能大模型技术实现管网运行态势的全面感知、风险隐患的智能研判、突发事件的协同处置。推动风险发现从被动报告转变为主

动预警,应急响应从事后抢险为事前预防。深化协同治理,打破条块分割的管理壁垒。建立跨部门联动机制,在规划编制、项目审批、施工管理各环节加强协同,确保管线建设与道路建设同步实施,避免反复开挖。建立地下管线建设施工信息共享平台,施工前相关单位必须查询地下管线信息,从源头上减少第三方施工破坏。落实全生命周期管理责任,明确管线规划、建设、验收、运维、报废各环节的责任主体,建立全链条闭环管理机制。加强对运行维护环节的监管,压实管线权属单位的主体责任,建立定期检测、评估、维修制度,避免出现“只管建不管

养”现象。对燃气管道等高风险设施,建立强制检测和到期更换制度,确保老旧管网及时退出。统筹地上地下,构建韧性城市空间格局。地下管网是韧性城市的重要组成部分,需考虑城市整体空间格局,科学规划地下空间利用,有序推进综合管廊建设,提升城市地下空间集约利用水平。完善地下管网、地下空间和地上设施的配套协同维护标准和安全管理制度。将地下管网韧性纳入城市总体防灾减灾体系,建立地上地下协同的管网应急预案体系,加强应急队伍建设和物资储备,定期组织应急演练,确保在极端情况下管网能够快速恢复运行。加强对医院、学校、交通枢纽等重要区域和生命线工程的管网保障,提升关键节点的抗冲击能力。

(作者系中国科学技术大学公共管理学院教授)

首先,强化地下空间开发利用顶层设计

与统筹协调。地质调查是保障深层地下空间安全开发利用的前提,需加强地下空间开发的战略规划和立法工作,明确地质调查的地位和作用。推动建立统一的地下空间地质调查技术标准和数据共享平台,打破信息孤岛,实现“一张图”管理。建立跨部门协调机制,形成地质调查、规划、建设的闭环管理体系。

其次,推进地下空间精细化地质结构调查与风险动态感知。综合运用卫星、遥感、物探等多种技术手段,开展多尺度、多目标、高精度的城市地质调查。重点查明影响城市地下空间安全开发利用的活动断裂、溶洞、古河道等地质要素,探索建立城市地下空间“地质体检”制度,定期开展动态监测与评估,实现地质结构、风险动态等地质信息的实时更新。最后,加快地下空间数字化转型与智慧化应用。发展三维乃至四维时空地质建模技术,构建高精度、可视化的城市地下空间“数字孪生”模型。推动地质大数据与人工智能的深度融合,研发地质灾害智能预警、工程风险智能评估、地下资源智能评价等应用系统。打造服务于城市规划、建设、运维、管理的智慧地质云平台,为政府决策、企业投资等提供精准、便捷的地质信息服务。