

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2019.02.005

西安市地下空间开发利用现状与对策建议

王化齐,董英,张茂省

(中国地质调查局西安地质调查中心/西北地质科技创新中心,自然资源部黄土地质灾害重点实验室,
陕西省水资源与环境工程技术研究中心,陕西 西安 710054)

摘 要:西安作为国家级中心城市,地下空间开发逐渐步入实践化和规模化阶段,其面临的问题具有很强的代表性和典型性。在对国内外地下空间开发利用进展和趋势分析的基础上,针对西安市地下空间利用中存在的问题,提出了开发利用的对策建议,主要包括:①积极推进城市地下空间资源调查、监测与评估工作。②加强地下空间开发与地质环境的相互作用机理、地下空间的价值估算、地下空间资源开发的多元化融资模式等方面的技术攻关。③建立和完善相关法律法规、技术标准和行政管理细则。④推进城市地下空间资源开发利用的信息化和智能化,保障地下空间的合理开发利用,有效支撑国土空间规划与布局优化。

关键词:地下空间;地下空间资源调查;地质环境;国土空间规划;西安市

中图分类号:P66

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2019)02-0046-07

Present Situation and Countermeasures for the Underground Space Utilization in Xi'an City

WANG Huaqi, DONG Ying, ZHANG Maosheng

(Shaanxi Province Engineering Research Center of Water Resources and Environment, Key Laboratory
for Geo-hazards in Loess Area, MNR, Xi'an Center of China Geological Survey/ Northwest
China Center for Geoscience Innovation, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: As the national center city, Xi'an city has been stepping in the practicing and booming stage for the underground space development, facing typical and representative issues. On the basis of the reviewing for the perspective and trend of underground space utilization in the home and abroad, we analyze the existing problems in the utilization process of the underground space in Xi'an city, and then propose the countermeasures, which include (1) launching the survey, monitoring and assessment of the urban underground space resources; (2) strengthening the technique researches on the mechanism of the underground space and geological environment, the value assessment and diversification financial modes for the underground space; (3) establishing and completing the relative law, technique standard, and administrative rules; (4) improving the informatization and intelligent of the urban underground space development, in order to ensure the reasonable utilization and surporting the national land spatial planning and layout optimization.

收稿日期:2019-03-05;修回日期:2019-05-05

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFC1504700),中国地质调查局(DD20160261、DD20189220、DD20190294)

作者简介:王化齐(1980-),女,陕西户县人,高级工程师,主要从事水工环地质调查工作。E-mail:whqi321@163.com

Keywords: underground space; underground space resources survey; geological environment; national land spatial planning; Xi'an city

0 引言

地下空间开发利用的人类实践可追溯到远古时代。天然岩洞是早期人类用作住所的普遍形式,类似中国黄土窑洞等的“穴居”模式一直沿袭到近代。中国的地下空间的进一步发展始自陵墓建设,后来发展到开凿石窟寺庙、竖井开矿、地下粮仓。近代,抗日战争中的地道战、抗美援朝战场上的坑道战、解放后城市防空和人民防空工程建设等都属于地下空间开发利用的范畴(李思琪,2018)。

随着“一带一路”战略的实施,古都西安作为新丝绸之路的起点赢得了全国的瞩目。然而,随着城镇化进程的加快,交通拥堵、停车难、雾霾等城市病凸显,地下空间开发利用已成为解决城市病和宜居城市建设的重要途径。城市地下空间资源是一种可耗竭资源,具有有限性和不可逆性。因此,综合利用地下空间资源,提高城市综合承载能力已经成为社会共识(宋小庆,2017)。

西安市城市地下空间开发利用虽然起步较晚,但目前已步入实践和规模化阶段。另外,其地质条件又较为复杂,面临的地裂缝、地面沉降、黄土湿陷、砂土液化等地质环境问题使得地下工程的实施又变得异常复杂。作为古都型历史文化名城,城市地下空间的开发利用与历史文物保护的矛盾又更加尖锐。如何科学合理地开发利用城市地下空间是西安市城市规划建设的难点和关键。

笔者在系统总结国内外城市地下空间利用研究进展的基础上,详细分析了西安市地下空间开发利用的现状、特征和存在的问题,提出地下空间开发利用的对策、建议,希望为其他同类城市地下空间的规划建设积累一些有价值经验。

1 国内外城市地下空间开发利用研究进展

1.1 地下空间的开发模式

1.1.1 以建筑物附属物为主的地下空间利用

随着工业化与城市化的快速发展,城市土地趋于

紧张,建筑物开始往空中发展,建筑物高度不断增加,建筑物基础也由最开始的天然基础发展到各种人工基础。为保证城市建筑物的正常使用和运转,对交通、通讯、供水、供电等基础设施提出了新的要求,地下管道得到大力开发,这一时期,建筑物基础和地下管线等建筑物附属物是地下空间开发的主要形式。

1.1.2 以轨道交通为核心的地下空间开发利用

城市大规模开发地下空间的较早经验始于建设地铁。英国伦敦 1863 年建成世界上第一条地铁,美国纽约、日本东京、俄罗斯莫斯科、斯德哥尔摩(PERTENGBORG, et al., 2016)、中国北京、香港(M. I. Wallace, 2016)等大城市也都建成了地铁。截至 2017 年 12 月,中国已开通地铁的城市有 35 个。其中于 1993 年开通的上海轨道交通是世界上规模最大、线路最长的地铁。除地铁项目外,隧道、交通快速道也是地下交通发展的常见形式。国内建设隧道的案例并不鲜见,南京玄武湖东西向穿湖隧道、宁波涌江过江隧道、黄河隧道、长江隧道、厦门翔安海底隧道等。目前,国内地下交通建设已步入“大枢纽”时代。轨道交通网络不仅起到了构建地下空间骨架的作用,而且由于其流动性还整合了整个城市的地下空间,并使其功能和效用成倍增长,从而带动了区域经济的协调发展。同时,轨道交通的客流又孕育了巨大的商机,提升了地下空间的商业价值,为地下空间一体化建设起到了支撑作用。

1.1.3 偏重经济效益的地下综合体

近年来,中国正在实施的地下综合体地下开发面积较大,与交通枢纽相结合,在中央商务区、商业功能区和城市新区实施大规模、高标准的规划和建设(杨科等,2012)。平面组合上,利用轨道交通建设契机,改建、整合和串联城市中心区高层建筑群已建的地下空间,从而形成具有商业、文化娱乐和交通等功能的地下综合体。例如,上海人民广场的商业区。竖向组合上,适合原有开发程度不高的区域,具有起步晚、起点高和开发规划自由度大的特点,采用共同设计、同步施工的方式建造,可以实现几个子工程的统筹管理并缩短工期,在节约建造成本的同时,最大限度地减小地下工程建造过程中对城市带来的不利影响(路面翻交、管线搬迁等),以实现地下

空间开发的绿色建造和城市生活的和谐发展。这种模式在施工成本、环境保护和社会效益方面都具有显著的优势(谢炯等,2012)。

1.1.4 地下城

从 21 世纪开始,随着技术进步和运营管理方式的成熟,地下空间由原来的简单的空间功能结构逐渐向网络化和多元复合化发展,形成开放有序、可持续发展的地下城市空间系统。地下城是随着技术发展和认识深化而不断完善中的一个概念。早期,被认为是一系列防御避难所、工作或购物场所、运输系统、酒窖、贮水设施和排水管中一种或多种空间相互连接形成的地下空间。随着技术发展,地下城的概念也得到了进化,是指一系列地面以下的连接建筑物的地下通道网络,这些地下通道可容纳办公、商场、地铁、教育、旅游、文化等地下综合体,而这些综合体通常是通过建筑物的公共空间相连接的。比较有名的地下城市如加拿大的蒙特利尔、多伦多地下城。地下城更加注重空间环境质量、防灾措施以及运营管理,逐渐需要克服和缓解地下空间不足,塑造富有特色的地下环境,从技术建筑中分离出来,注重文化价值。

1.2 地下空间开发利用趋势

1.2.1 地上、地下空间的协同开发利用

1982 年联合国自然资源委员会正式将地下空间列为潜在而丰富的自然资源。随着社会经济发

展,地下空间也由粗犷被动的开发应用,发展到逐渐将地下空间作为一种宝贵的资源来开发利用,不再是一种空间形态的孤立,而是由点、线、面、体等多种形态的空间灵活组合贯通的有机的丰富的空间。地下空间开发已成为提升城市发展品质、创造经济的新的增长点。先开发先利用的地下空间开发战略将会导致城市面临自我混乱状态。针对融合交通、商业、文化、娱乐、市政于一体的地下综合体、地下城等地下空间利用形式,综合地下空间的多元复杂功能、空间和主体关系,从三维空间轴和时间轴出发,如何统筹谋划地下空间开发利用显得非常关键;在技术层面上解决 2 种或者多种资源(地下水、地热、建筑材料和空间)共存的前提下,在经济、社会、环境综合效益的基础上协同开发问题也将成为地下空间利用的难点问题。总体上将由地下空间的协同开发由之前简单的被动式转为主动式的地上、地下国土空间的科学化、生态化、综合化、深层化和信息化发展。

1.2.2 地下空间开发更加重视环境要求和人文理念

城市地下空间内部的火灾、毒气、爆炸等灾害的救援能力,自然通风采光和心理环境条件较差,必须有效应对才能克服人们对地下空间的传统负面印象。研发先进技术,以确保城市地下空间环境舒适、安全,使各类地下设施对使用者和市民产生很大的吸引力,也是非常关键的。通过采光通风、视觉环境模拟,改善其地下工程的环境,提高城市生活质量,改善地下空间形象,增强地下空间的吸引力,还应体现城市的人文特色和精神。

1.2.3 迫切需要建立科学的地下空间规划、管理体系

地下空间功能综合性强,形态交错性明显,其三维空间权属关系、行政管理权责的厘清和认定都需要明确规定便于执行和落实。发达国家目前已经针对重点城市地区建立了相关的地下空间整体设计的法律、法规和管理体系。以完善地下空间资源产权体系为重点,落实产权主体;以调查监测和确权登记为基础,着力促进地下空间的集约开发利用;着力解决权利交叉、缺位等问题;加快构建系统完备、科学规范、运行高效的地下空间资源权属、行政管理制度体系。上海、浙江和深圳市等地明确建立了政府引导、部门协调、市场推进的地下空间协调运行管理机制,促进了地上、地下国土空间的有序开发利用。

2 西安市地下空间开发利用现状与存在问题

2.1 地下空间开发利用规划现状

目前,西安地下空间建设如火如荼,2014 年出台了《西安市地下空间开发利用管理办法》,制定了《西安市城市地下空间利用体系规划及开发利用规划设计导则》。规划指出西安市地下空间在空间结构上逐渐呈现“向心分散型”的“一核、五副、六线、十二片区、多核心”,保障公共利益优先,优先发展公共交通、地下市政基础设施、地下停车等。其中,西安市建成地下空间超过 150km²。地铁建成运行 4 条,在建 5 条,规划 23 条,规划到 2021 年地铁运行 7 条,总里程 243km。2016 年 3 月市政府审议通过了《西安市城市地下综合管廊规划》,确定了“十三五”期间建设干支线管廊 130.5km,缆线管廊 365km 的

目标。2017年2月,出台了《西安市城市地下综合管廊管理办法》,地下综合管廊工程规划、建设西安市地下空间资源的规划。开发利用逐步进入加速发展阶段,地下空间开发利用开始呈现出规模化和功能多样化态势。

2.2 地下空间开发利用特点

2.2.1 以点状、线状开发为主

一般而言,人均GDP在1 000到3 000元之间的城市都有能力和需求开发地下空间。近代西安市城市地下空间的利用始于防备空袭而建造的人民防空工程,从20世纪60年代开始的人防建设,此后,西安市地下空间的利用已从人防工程转为其他用途,并有了可观的社会和经济效益。目前,地下空间的开发仍以点状、线状轨道开发为主,点状开发主要分布于钟楼、小寨、火车站等城市街区、城市节点,还有一些分散在商住楼的地下、以及地下车库等。城市地下空间利用大多数是附属配件型项目,附建项目的地下空间利用率较低;单建型项目地下利用率较高。城市节点上的点状地下空间开发有的用于解决该地区人流过于集中、动静交通拥挤的现象,有的则是功能较多的综合体,成为地上与地下相互联系的网络中心,一般分布在繁华地区,这些位置土地资源紧缺,地价昂贵,开发地下空间的效益很好。

2.2.2 以简单模仿类比、被动开发和浅层开发为主

目前,西安市地下空间开发利用多数为地下一层至两层,多层的地下空间较少,且利用率低(宾馆、饭店地下室利用率为70%,商业建筑地下部分利用率为65%,地下车库利用率为40%)。地下空间开发利用缺乏问题导向和解答的对应性,缺乏因地制宜的机理解析和量化分析,主体功能还处于简单模仿阶段,地下浅层布局过密,负载、负荷过重;地下空间深层利用不足、造成深浅层矛盾突出,这严重制约了综合开发利用和整体效益;这种状况在一定程度上制约了以后地下空间的再次大规模开发利用,造成了资源浪费。

2.2.3 地下空间开发利用已步入规模化阶段

西安市地下空间规划指出大西安地下空间按照“以城市发展轴为骨架,以轨道线网为支撑、连片成网、打造核心”的思路,形成“一核、四轴、九区、二十三线、多点”空间结构。地下空间布局结合西安市城市总体规划结构、城市公共中心建设、轨道交通线网规划、人防工程建设规划,以及地下空间开发的重点

片区、重点项目,确定地下空间总体布局。2017年规划西安未来(含西咸新区)将形成23条地铁线,总长度达986 km。这标志着西安市已经步入地下空间开发的规模化阶段。

2.3 地下空间开发利用存在的问题

2.3.1 地下空间碎片化开发、协同规划缺位

西安地下空间开发利用起步较晚,碎片化发展,连通性不够,多为功能单一的停车场、人防工程和市政管线,地下设施之间缺少预留、系统规划和有效衔接,综合功能发挥不好,经常出现区域功能重合和功能缺失并存的情况,建设和开发利用都处于初级阶段。已开发的地下工程所预留的空间资源零散、孤立,很难再开发利用,有的就根本不能再开发利用,造成了地下空间资源的极大浪费。由于已经建成的地下工程项目都是不同部门按自身标准规范建成的,造成标准、规范不统一,这给以后的地下空间开发项目的设计施工带来很多困难,也增加了很大风险。地下空间利用仍停留在总规引导层面,重点区域大都无地下空间详细规划指导,缺乏相关标准和规范,缺少深度的规划和对地下空间建设的控制要求。在地下空间领域研究成果碎片化,缺少系统的学科范式框架。地下空间领域研究涉及法学、管理学、经济学、工程学、规划学、地理学等多个学科,目前的地下空间的碎片化开发、协同规划缺位。

2.3.2 建设开发和管理分开,政策法规不健全

当前的地下空间管理主体较多,多头管理和管缺位问题同时存在,建设开发和管理分开,难以形成地下空间资源综合治理体系,综合管理体制亟待完善。

已有的《人民防空法》、《城市地下空间开发利用管理规定》、《城市规划编制办法》、《物权法》、《西安市城市地下空间利用管理办法》等政策法规中均对地下空间有一定的界定和要求,在一定程度上指导地下空间开发利用。但由于地下空间的规模化发展,多数法律、法规仍然不健全,关于地下公共空间体系与不同权属的城市要素之间横向延伸和立体整合,难以适应地下公共空间与不同地块建筑地下延续部分的整合发展。

2.2.3 地下空间开发蓬勃发展,科技支撑相对薄弱

西安地处断陷盆地,地下空间利用面临着活动断裂、地裂缝、地面沉降、黄土湿陷、砂土液化等工程灾害挑战。另一个重要的因素就是地下文物丰富保护,从文物保护要求出发,地下空间利用的工程开挖

难度较大(李冬雪等,2017)。目前,城市地下空间处于蓬勃发展的态势,与此相关的理论、关键技术却明显落后,未形成完善的科技支撑体系。在多场耦合作用下,地下工程的地质结构变化规律、地下空间结构灾变的时空预测和动态调控机制、安全风险及防护理论体系,也将成为制约西安城市地下空间调查评价、设计、施工、监测、科学开发利用等各个环节的继续破解的技术瓶颈问题。

3 西安市地下空间开发利用对策建议

3.1 积极推进城市地下空间资源调查、监测与评估工作

3.1.1 开展地下空间资源的调查评价工作

建立地下空间资源调查技术方法体系,全面组织开展西安市地下空间资源调查工作。通过资料收集、地面调查、多参数钻探、综合物探等多种手段,掌握地下空间资源的开发利用现状,查明城市地下空间的地质环境背景条件;全面开展地上地下资源、环境、空间、权属调查,掌握重要自然资源的数量、质量、分布、权属、保护和开发利用状况。

建议查清地下资源开发利用的限制和约束性地质环境问题。西安市所在的地质条件较为复杂,城市地下空间开发利用面临着文化古迹保护限制性因素,活动断裂、地裂缝等制约因素,以及地面沉降、黄土湿陷、砂土液化等影响因素。必须开展地质环境问题调查,提高城市安全保障水平和地下空间资源安全有效开发利用。

建议科学评估地下空间资源数量(包括天然资源量、可开发资源量、可开发资源量增量)和质量,评估其承载能力,建立完备的地下空间大数据系统,提高其服务城市规划建设和管理的能力。

3.1.2 加强地下空间开发的监测预警和风险管控

西安地质条件较为复杂,地下工程的实施可能会产生地面沉降、黄土湿陷、砂土液化等影响因素。建议对地下工程可能遇到的风险隐患进行预测和有效的量化监测;对工程实施和运行期内的变形、渗水、透水等风险隐患进行预测预警;提出风险管控的措施和办法,保障城市地下空间安全运行管理。

3.2 加强地下空间重大科技问题技术攻关

3.2.1 地下空间开发利用与地质环境的相互作用

地下空间资源作为一种赋存于地质体内且受地

质条件控制的资源,不是所有的地下空间都适合地下开发。活动断裂、地裂缝、地面沉降、文物等的因素影响,限制了西安市地下开发。如果不进行前期地科学规划,不尊重地质等条件的客观存在,盲目进行地下空间的开发会造成很大的安全隐患。同时,地下空间的不合理开发利用也会对地质环境造成影响。而且地下空间开发引起的地质灾害具有突发性、潜在性、隐蔽性、社会性等特征。虽然现代工程措施可以极大克服诸多的不利地质条件限制,但不利地质环境条件一方面增加建设投资,另一方面也难以保证地下工程长期在不良地质环境条件下的运行。地下空间开发利用可导致严重的环境地质问题,主要包括地面沉降、黄土湿陷、砂土液化、地下水污染等,还包括地下水疏干造成的地质灾害、打桩施工引发的工程环境影响以及岩土弃渣引起的地质灾害等(张弘怀,2013)。因此,系统分析地下空间开发利用所致的地质环境效应及其对城市建设和工程建筑的危害,做出定量评价,并提出不同地质条件下的地上地下空间开发利用模式和防控对策是尤为重要的。

3.2.2 地下空间资源的价值核算

研究建立地下空间资产核算评价制度,开展实物量统计,探索价值量核算,编制自然资源资产负债表。由于西安地下空间跨功能体系、跨权属关系、跨空间单元,其规划设计和决策具有跨学科、专业性、综合性、复杂性强的特点(祝文君,2014)。如何有效处理地下空间多元复杂功能、空间和主体关系,并提高综合效益,需要经济、技术、社会、管理等多方面的分析评价。根据西安市具体情况,进行地下空间的经济分析,对不同产业形态组合下的地下空间资源的成本效益关系,需要综合考量和评价,发挥地下空间价值,创造更好的经济效益。城市地下空间使用权有偿出让在中国还处于探索阶段,地价评估还有待于发展。今后研究的主要方向可能有:①立体地价、立体区位理论体系的完善。②根据地下空间的特性对估价方法中的修正系数予以确定。③地下空间估价方法的实际计算与实践应用。

3.2.3 地下空间资源多元化的融资模式

地下空间作为稀缺资源,建设模式所蕴含的经济和社会效益也符合可持续发展需求。虽然西安市为鼓励民间投资,制定了“谁投资,谁使用,谁受益”的开发原则,减免了一定的税费、水电费等,但是地下空间开发成本高、工期长,回报周期长,为了解决

公共需求和资金的矛盾,迫切需要引入多元化的社会投资融资方式。例如:以 PPP (Public-Private-Partnerships) 模式(20 世纪 80 年代产生于英国)和 BTD (Build-Transfer-Develop) 模式最具有代表。建议探索地下空间使用权与所有权多种经营的模式,推动地下空间投融资政策及相关优惠政策的制定,推动土地使用权市场化,创新地下空间开发利用的多种融资渠道。地下空间的开发建设,应根据实际情况,其投资、开发、建设、经营和管理由市场需要来选择开发主体,由政府管理部门来加强宏观调控管理,在满足经济效益的同时,兼顾社会与环境效益和防灾减灾的要求,做到经济、社会、环境、防灾效益的相统一,促进地下空间有序开发(潘丽珍等, 2006)。西安幸福林带工程是目前全球最大的地下空间综合体、全国最大的城市林带建设项目,总投资 200 多亿元,将尝试建成后将是西安市首个 PPP 模式下地下空间开发利用的典范。

3.3 推进城市地下空间协同开发

城市地下空间规划体系应满足近远期发展需求,成立多部门人员构成的专门管理机构,划定城市地下空间开发层次,确立实用性、前瞻性和经济性的建设项目,推进城市地下空间信息化管理,构建科学的综合评价体系,加强人才储备,提升地下空间开发利用研究水平,强化公众参与广度和深度。具体建议有:①以西安市城市发展战略为指导,提出分区的地下空间规划引导。②鼓励地下多层开发,优先发展地下交通、综合管廊、公共停车场等城市基础设施和公共服务设施。③近期仍以地下交通设施、综合管廊为主,重视重点地区及节点开发;远期将以轨道交通为依托,串联重要节点,逐渐形成地下城。④已建城区以修复和优化利用为主,在新建城区贯彻“先地下、后地上”的原则进行规划布局。⑤文物保护与地下空间并重。⑥在考虑地下空间的开发利用时,要考虑与地热、地下水、建筑材料等其他因素的相互影响(HAN Admiraal et al, 2016),在空间尺度和时间尺度上协同开发利用地下空间资源与水资源、地热资源以及建筑材料等。⑦重视地下人防工程规划建设。西安市是国家确定的一类人防重点城市,现状的各类地下人防设施,有一定的基础,但骨干工程、指挥工程缺乏,尚不能构成完成系统的防护体系。⑧克服地下空间固有不足,塑造有特色的地下环境,从技术建筑中分离出来,注重文化价值。

3.4 建立相关法律法规、技术标准和管理细则

2014 年西安市印发了《西安市地下空间开发利用管理办法》,2018 年 4 月西安市地下空间开发利用管理条例。但在以下几个方面还需要完善:①明确地下空间的所有权、使用权、民事权等权属关系。②明确权利主体的职责和法律责任,建议补充、修改和完善现有的法律法规,完善城市管理法规体系,引导地下空间有序建设。③建议规范地下空间资源调查、规划设计、地下工程开发、监控管理,形成适合地下空间资源环境的标准体系和地下空间工程勘探和建设的技术标准。④建议理顺地下空间开发利用管理的行政管理架构,积极建立高效的组织管理体系,改变各自为政的管理体制。

3.5 推进城市地下空间开发利用的信息化和智能化

建议整合现有地下空间信息资源,利用大数据、云计算等信息化技术方法,建立地上地下高效能、前瞻性和共享性的地下空间管理信息平台,实现地下空间信息化管理,为地下空间科学规划、建设和管理提供标准化和精细化的信息保障,实现“智慧双城”目标。2017 年 1 月西安市印发了《2017 年西安市地下空间开发利用管理工作安排》,启动地下空间现状普查,对地下空间已有和在建构筑物进行分类和信息收集,推进地下空间综合管理信息系统建设,促进实现城市地下空间数字化管理。

服务城市规划者和决策者的一个重要的挑战就是使地下空间变得可见。利用 3D 或者 4D 技术建立西安市城市地下空间三维地质结构模型、城市地质环境信息系统和地下空间开发利用政府决策支撑平台。考虑到地质条件的多元性和复杂性,将创新采用综合探测和三维建模技术组合探测地下空间三维地质结构,研发基于块体的三维建模技术。

建议在城市地下开发利用和管理过程中,考虑和预留有智能化、数字化、信息化管理的设施设备,使得将来地下空间的日常管理、安全管理做到智能化、数字化、信息化、自动化管理,以确保地下空间既管理方便又能做到绝对安全。

4 结语

目前,西安市地下空间开发利用仍以点状、线状为主,以简单模仿类比、被动开发、浅层开发为主。在开发的过程中,存在碎片化开发、协同规划缺位;

建设开发和管理分开,政策法规不健全、蓬勃发展而科技支撑相对较弱的问题。西安市作为国家级中心城市,地下空间开发逐渐步入实践化和规模化阶段,地下空间的开发利用迫切需要强大的理论、技术研究方法和法律、法规支持。西安市面临的地下空间利用的问题具有很强的代表性和典型性,地下空间功能过于“传统”,后期的地下空间利用将更多的趋于综合化、深层化、网络化、人性化、生态化。笔者提出以下开发利用建议。

(1)急需组织开展城市地下空间资源调查、监测与评估工作。摸清西安市地下空间开发利用现状,进行三维权属调查,建立地下空间数据库;查明地下空间资源开发利用的地质条件、以及限制、约束和影响的地质环境问题;监测地下空间资源开发利用的重点地质环境问题,开展风险预警评价,提高城市的抗风险能力;科学评估地下空间资源数量(包括天然资源量、可开发资源量、可开发资源量增量)和质量,评估其承载能力,建立完备的地下空间大数据系统,提高其服务城市规划建设和管理的能力。

(2)建议加强西安市地下空间开发与地质环境的相互作用机理、地下空间的价值估算、地下空间资源开发的多元化融资模式等方面的技术攻关,并提出了西安市地下空间协同开发建议。

(3)建立和完善相关法律、法规、技术标准和行政管理细则;推进城市地下空间资源开发利用的信息化和智能化;保障地下空间的合理开发利用,有效支撑国土空间规划与布局优化。

参考文献(References):

李冬雪,刘科伟. 陕西省城市地下空间开发利用规划研究[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2017, 47(2): 277-282.

LI Dongxue, LIU Kewei. The urban underground space exploitation and development planning of Shaanxi Province[J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2017, 47(2): 277-282.

李思琪. 城市地下空间开发利用:国内外实践与经验启示[J]. 国家治理, DOI: 10.16619/j.cnki.cn10-1264/d. 2018. 14. 006, pp40-48.

LI Siqu. Urban underground space utilization: Practice and experience at home and abroad[J]. National Governance, DOI: 10.16619/j.cnki.cn10-1264/d. 2018. 14. 006, pp40-48.

潘丽珍,李传斌,祝文君. 青岛市城市地下空间开发利用规划研究[J]. 地下空间与工程学报, 2006, 2(7): 1093-1099.

PAN Lizhen, LI Chuanbin, ZHU Wenjun. Underground Space Exploitation Planning of Qingdao City[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2006, 2(7): 1093-1099.

宋小庆. 影响贵阳地下空间开发的环境地质因素分析[J]. 地下空间与工程学报, 2017, 13(S2): 503-507.

SONG Xiaoqing. Analysis on Environmental Geological Factors Affecting the Exploitation of Underground Space in Guiyang City[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2017, 13, (S2): 503-507.

谢炯,贾坚,杨科. 上海日月光中心地下综合体工程实践[J]. 地下空间与工程学报, 2012, 8(2): 253-258.

XIE Jiong, JIA Jian, YANG Ke. Project Practice of Sun Moon Light Centre Underground Complex in Shanghai[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2012, 8(2): 253-258.

杨科,贾坚. 基于多核心城市结构布局的地下综合体[J]. 上海交通大学学报, 2012, 46(1): 18-22.

YANG Ke, JIA Jian. Construction Mode of Urban Underground Complex in Multi-center City[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2012, 46(1): 18-22.

张弘怀,郑铤鑫. 城市地下空间开发利用及其地质环境效应研究[J]. 工程勘察, 2013, 7: 45-49.

ZHANG Honghuai, ZHENG Xianxin. Study on development and utilization of urban underground space and its geological environment effect[J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2013, 7: 45-49.

祝文君. 拓展城市发展的战略新空间[N]. 光明日报, 2014-10-07.

ZHU Wenjun. Enlarging the new strategy space of the urban development[N]. Guangming Daily, 2014-10-07.

HAN Admiraal, ANTONIA Cornaro. Why underground space should be included in urban planning policy-And how this will enhance an urban underground future[J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 2016, 55: 214-220.

M. I. Wallace, K. C. Ng. Development and application of underground space use in Hong Kong[J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 2016, (55): 257-279.

PER Tengborg, ROBERT Sturk. Development of the use of underground space in Sweden[J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 2016, 55: 339-341.