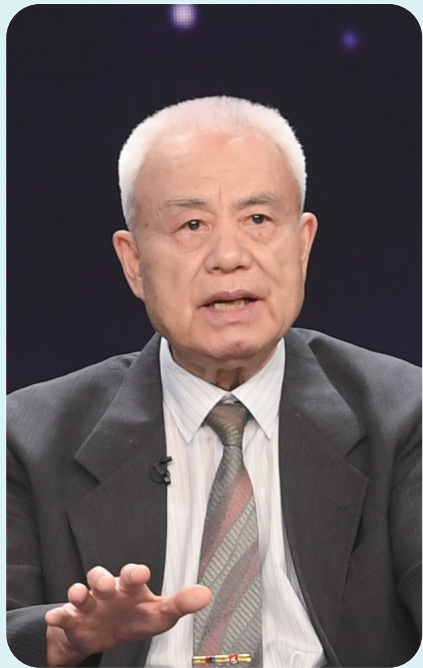


我国地下空间利用还有多大空间

□ 钱七虎



钱七虎，江苏昆山人，1937年10月出生，1954年8月入伍，原解放军理工大学国防工程学院爆炸冲击防灾减灾国家重点实验室教授，中国工程院院士。他是科技强军、为国铸盾的防护工程专家，是现代防护工程理论的奠基人、防护工程学科的创立者。20世纪60年代，他以优异成绩从莫斯科古比雪夫军事工程学院毕业，怀揣许党报国的坚定信念，回国投身现代防护工程建设事业。50多年来，他勇攀科技高峰，建立从浅埋工程到深埋工程防护、从单体工程到工程体系防护、从常规抗力到超高抗力防护等学术理论与技术体系，制定我国首部人防工程防护标准，创建我国防护工程人才培养体系，解决核武器和常规武器工程防护一系列关键技术难题，为我国防护工程发展作出巨大贡献。取得国家科技进步奖一等奖、军队科技进步奖一等奖等，获国家最高科学技术奖。退休后，仍活跃在国家战略防护工程建设前沿，积极为川藏铁路建设、渤海湾海底隧道论证建言献策，将国家最高科学技术奖800万元奖金全部捐助贫困学生，捐款650万元支持武汉抗击新冠肺炎疫情。荣立一等功1次、三等功2次，被表彰为全国优秀共产党员、全国道德模范，获颁“八一勋章”，荣获感动中国2022年度人物。

怎么来解决城市病

人类利用地下空间的历史和人类历史一样久长，周口店的北京猿人就是住在山顶的洞穴里面的。19世纪工业革命时期城市化开始了，城市的市政设施，比如说上下水道、排水就是利用了地下空间。改革开放初期，我国的城市化率（城镇化率）是19%。根据国家统计局发布的2022年国民经济和社会发展统计公报显示，2022年年末全国常住人口城镇化率为65.22%，比上年末提高0.50个百分点。到21世纪中叶我国的城市化率要达到75%左右，这意味着到21世纪中叶，我国将要增加5000万亩的土地来供应城市建设。城市由于土地紧缺，所以都在建高楼，高架路密布。交通拥堵成为城市的一个通病。由于交通拥堵和城市人口急剧地扩张，汽车的尾气大量增加，现在城市的空气污染已经达到了大家非常心烦的程度。再有就是城市内涝。由于城市不断扩大，而且城市的地面都是柏油路面、水泥路面，也就是不透水的地面，所以造成了在暴雨情况下城市的降雨不能排泄出去，形成了内涝。据统计2010年以后，我国有一半以上的城市产生过内涝，有的城市内涝还达到3次。根据中国城市环境卫生协会统计，每年我国城市人口要产生10亿吨垃圾，形成了垃圾围城的现象。以上种种就是所谓的城市综合症，也就是城市病，那么怎么来解决呢？出路在哪里呢？

城市没有土地可以建设了吗？从哪里去要土地呢？从我们脚下，要利用地下空间。我们要集约利用土地，不但利用地面，还要利用地下，地下还要多层利用。

加拿大蒙特利尔市，它有三条南北向的地铁线路，两条东西向的地铁线路，围绕五条地铁线路建设了很多地下空间、地下步行街。在地下街两旁有商业设施，同时这些地铁的出入口和蒙特利尔中心区的上百栋高层建筑都连通，形成了一个地下城。去过蒙特利尔的人都知道，如果进到地下城可以整天不出来，里面可以解决各种交通问题、生活问题。这样的地下城中国有杭州钱江新城、广

州珠江新城、武汉王家墩商务区等。这些地下城都有几十万平方米地下空间的利用面积，很多设施都可以移到地下去，包括展览、文艺、体育设施等。

我国地下空间利用到底潜力有多大？现在的地下工程技术开发达到100米是没有问题的。如果开发50米的话，那么北京市有100亿立方米的地下空间可以开发；如果考虑开发十层，那么就有30亿平方米的建筑面积可以布置在地下，所以这个潜力是非常大的。

如何利用地下空间解决城市交通拥堵

交通拥堵的实质是交通的需求大于交通的供给，怎么办？往地下建路，可以在湖下、河下建路。我国第一个城市湖下面修的道路是南京玄武湖下的两条隧道，建于20世纪80年代末，当时我是专家组组长。现在这样的湖下道路中国建了很多。长江下面也建了道路、隧道，上海、武汉都在长江下建了隧道，南京已经建了三条，还要建，武汉已经建了两条；黄河下面在建隧道；海底也在建隧道，包括青岛到黄岛，还有厦门的东通道。港珠澳大桥实际上也有一条6.7公里长的海底隧道。深圳前海地下空间规划的地下路有3条：一是地下环路，二是地下快速路，三是地下车库。地下快速路解决过境交通问题，汽车到了前海就进入地下环路，然后进入到各个高层建筑的地下车库，以此来解决前海的局部交通问题。

关于停车的问题，有很多小区原

来建的时候，大家都没有汽车，因此没有考虑规划车库。现在进入小康社会了，大家生活水平提高了，很多人买了车，但是没有车库怎么办？南通有个地下立体车库就利用很小的一块地面，挖个井下去，周围是一个个停车位，像个玉米棒子一样。这样就解决了一个已建小区没有车库的问题。另外我国很多城市高铁、航空的交通枢纽问题也要开发利用地下空间来解决。还有城际交通，长江三角洲城市铁路的连接，都要把大量的交通设施容纳到地下。

还要发展城市的轨道交通，因为轨道交通、地铁是大运量高速解决上下班问题的一个主要措施。有的城市，上下班高峰的时候老人小孩上不了地铁的车辆，有一句话说地铁拥堵到什么程度呢？早晚高峰面包上了地铁变成饼干了，饼干上了地铁变成面粉了，就达到如此拥堵的程度。只发展地铁轨道交通还不够，还要发展地下快速路，这样相辅相成来解决城市交通拥堵问题。

另外一个措施就是建设地下的物流系统，什么是地下物流系统？就是城市里运货要转入地下。根据世界经合组织的统计，城市交通10%到20%是运货的，中国的交通运货占比更多，大概20%到30%。如果运货都转入地下，地面的交通拥堵就会大大地缓解。现在又提出来地下智慧物流系统，如果按照现在的研究方案，将来的地下智慧物流系统建成以后，设想一下可能出现的情景：我们通过电脑或者手机订货，这个货物就会像流水一样通过地下物流系统，流到每一个小区，流到每一个住家，城市的交通拥堵和城市的空气污染就会大为好转了。

如何利用地下空间解决城市环境问题

为什么地下快速路可以解决城市的空气污染呢？快速路里面汽车在通行，也有尾气的污染。东京的地下快速路的尾气通过地下设施的除尘和换气技术，用静电除尘，通过催化把一氧化碳、氧化氮变成二氧化碳，变成无害的空气，这就是东京地下线的除尘换气技术。还有城市的污水，过去城市的粗放发展模式，污水直接排到流经城市的河流里面去。现在坚持绿色低碳可持续发展模式，污水就需要处理。过去的处理方式是在地面上，很臭、很脏，周围大量地面不能得到利用。那么怎么能够解决这个问题呢？芬兰赫尔辛基污水处理系统就是位于地下，我去参观过这个地方，地面闻不到臭味，到里面就有臭味了，就是把污水处理放在地下处理，处理完最后出来了一包一包粉，这个粉可以当肥料。

城市内涝的问题怎么解决？新加坡是一个岛国，它的淡水不够用，所以新加坡雨污是分流的，它的雨水要利用，雨水通过地面渠道流给5个深层的集水井，然后经过处理以后应用到水务系统，所以城市内涝也是可以解决的。国外的经验是建设深层蓄排系统，我国提出来要建设海绵城市。我认为解决内涝最重要的是深层蓄排。

还有一个问题，我国东北地区、华北地区，由于冬季要取暖、燃煤，还没有彻底解决雾霾问题，可以用地热能来解决这个问题。热能的形式我们分3方面来介绍，第一种形式是热泵技术，所有的城市都可以利用，当然这个效率过程不一样。利用这种技

术，最大的优点就是它是可再生能源，是不污染空气、不污染环境的清洁能源，所以我们要大力推广。这是解决冬季雾霾、冬季空气污染、以燃煤为主空气污染的一个替代方案。第二种形式是建设热干岩发电站，美国、德国都在研究这种技术，目前还不成熟，所以还没有推广。我国有836万亿相当于煤的热干岩的热量，如果按每年需要46亿吨煤的热量来算，热干岩1000年都用不完。这个量是非常大的，所以这种技术是很可观的。现在我国正在加紧研究如何把这种技术达到商业开发的程度。还有第三种地热能，用地下水来取暖，现在已经利用了。比如雄安新区，有天然的条件，那里地下有温泉、热水，雄安85%的小区、80%的居民冬天就是用地下水来取暖。当然这种地热能要有温泉才行。现在我国的温泉在很多省份，比如西藏、河北还是很丰富的，可以推广应用这种形式的地热能。

如何合理规划防范地下空间灾害事故

合理利用地下空间是解决“城市



更多精彩内容扫码看视频

（上接1版）只有树立这样的大历史观，才能把中国式现代化的本质和历史趋势看清楚，才能掌握以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴的历史主动。

中国式现代化始终坚持增进人民福祉的价值目标

唯物史观认为，人们为了能够“创造历史”，必须能够生活。生产物质生活本身是历史的第一个活动，是一切历史的基本条件。世界各国现代化历史表明，现代化首先要解决的是物质生活生产的问题，都是围绕经济生产展开的。

中国式现代化的历史首先也是从器物现代化的层面开始的，但是中国式现代化的发生有其特殊历史背景。一是在半殖民地半封建的中国，民族独立、人民解放的政治任务与器物现代化的任务杂糅在一起，完成民族独立是推进现代化的政治前提，这就决定了在发展次序和着力点上与西方现代化不同；二是在中国推进现代化还有一个道路抉择问题，第一次世界大战使资本主义的弊端彻底暴露，十月革命的胜利使中国人看到了社会主义的希望，马克思列宁主义与中国工人运动相结合产生了中国共产党。这样

一来，中国式现代化一开始就打上了社会主义的鲜明历史印记。从近代开始，中国现代化直接的目的是实现民族独立、人民解放，但实现这个政治目的是从解决“器不如人”开始的，然后逐步演进到工业化，再到制度现代化。中国共产党成立之后，同样重视物质生活生产，围绕解决农民土地、改善人民物质生活问题，凝聚革命的力量。

中国共产党执掌全国政权后，人民成了国家的主人，不断满足人民物质文化需求成为现代化的重要价值目标，把落后的农业国变成先进的工业国成为现代化的主要任务。党的十一届三中全会以来，邓小平第一次把中国式现代化定义为“小康之家”，就是用人民群众的生活水平标准来表达现代化。

中国特色社会主义进入新时代以来，以习近平同志为核心的党中央敏锐地认识到，我国社会主要矛盾已经转化为为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾，要抓住不平衡不充分的发展这一矛盾的主要方面，立足新发展阶段，坚持新发展理念，构建新发展格局，推动高质量发展，不断满足人民日益增长的美好生活需要。习近平总书记反复强调，中国式现代化必须不断厚植现代化的物质基础，不断夯实人民幸福生活的物质条件。中国式现代化是全

面的现代化，但任何时候经济建设这个中心不能动摇，增进人民福祉这个价值不能迷失。这是唯物史观的根本要求，也是中国式现代化本身所蕴含的大历史观。

中国式现代化始终坚持“历史合力”理论

唯物史观认为，无论历史的结局如何，人们总是通过每一个人追求他自己的、自觉预期的目的来创造他们的历史，而这许多按不同方向活动的愿望及其对外部世界的各种各样作用的合力，就是历史。历史是合力作用的结果，每个意志都对合力有所贡献，都包括在这个合力里面。实现现代化是近代以来中国人民的不懈追求，是中国人民共同意志的反映。中国共产党“两个先锋队”的性质，决定了党是全国人民共同意志和根本利益的代表。而党要代表全国人民的意志，就要依靠人民，充分发挥每一个人的积极性、创造性，在大力推进中国式现代化建设中找到最大公约数；就要关心人民群众急难愁盼问题，构建同心圆，凝聚起建设中国式现代化的历史合力。

中国式现代化是人口规模巨大的现代化。在现代化的进程中，要形成统一的意志、普遍的利益，这确实要

比人口规模小的国家复杂。人口多决定了我国现代化建设目标的艰巨性和复杂性，这就要求执政的中国共产党想问题、作决策、办事情，需要保持足够的历史耐心，坚持稳中求进、循序渐进、持续推进，用全过程人民民主凝聚共识，保证中国式现代化朝着促进全体人民共同富裕的方向发展。

同时，也应该看到，人口规模巨大也是优势。一是劳动力充裕、劳动力成本低，在现代化初期的劳动密集型产业发展阶段，这是一笔巨大的人口红利；人口基数大、人力资源丰富，可以为科技创新和高质量发展提供雄厚的人才基础。二是人口多可以形成巨大的国内市场，有利于国内大循环格局的构建，对于摆脱对外依附、走独立自主发展的现代化道路是有利条件。三是中国共产党始终代表最广大人民根本利益，把14亿多中国人团结起来，就能凝聚起无坚不摧的力量，彰显出社会主义制度集中力量办大事的优势。

中国式现代化是全体人民共同富裕的现代化，每一个人都是现代化的主体力量，都有人生出彩的机会。因此，在推进现代化的进程中，我们要坚决维护人民当家作主，坚持我国基本经济制度，毫不动摇巩固和发展公有制经济，毫不动摇鼓励、支持、引导非公有制经济发展。坚持让市场在资源配置中起决定性作用，更好发挥

政府作用，让劳动、技术、管理、资本、数据等各种生产要素充分发挥活力，使财富创造的源泉充分涌流，共同形成全面建设社会主义现代化国家的合力。

中国式现代化坚持中国历史与世界历史的统一

唯物史观认为，各民族的原始封闭状态由于日益完善的生产方式、交往以及因交往而自然形成的不同民族之间的分工消灭得越是彻底，历史也就越是成为世界历史。马克思指出：“工业较发达的国家向工业较不发达的国家所显示的，只是后者未来的景象。”在这里，“工业”就是当时现代化的标识。中国式现代化内生于中国历史，但必然也会受到世界历史的影响，也以自己的特色丰富着世界现代化历史。

中国式现代化坚定不移地走和平发展道路。西方损人利己、充满血腥罪恶的现代化老路，给中国人民和广大发展中国家人民带来深重苦难。因此，中国式现代化决不走通过战争、殖民、掠夺等方式实现现代化的老路，我们坚定站在历史正确的一边、站在人类文明进步的一边，高举和平、发展、合作、共赢旗帜，在坚定

病”的一剂良药，城市地下空间对地震、干旱、风暴、海啸、山体滑坡、泥石流等自然灾害的防御能力远远高于地面建筑。因此，城市地下空间将成为居民抵御一些自然灾害和战争灾害的重要场所。而城市地下空间对火灾、洪灾等灾害的抵御能力则相对较弱。

随着地下空间在国内外的大量开发利用，人们已经积累了较丰富的地下空间防灾的经验。地下空间在选址时，会尽量避免容易出现洪水泛滥或暴雨积水的区域；地下空间的人员出入口应高于当地最高供水位。进排风口和排烟口也会设置在地势较高的位置。地下空间出入口一旦发生火灾事故，该如何应对呢？如何能保证人们使用地下空间的安全？如何才能系统科学地编制好城市地下空间规划造福人类呢？

地下空间的方向感不像地面方向感很强，如果发生火灾，人从地下往上走和烟气往上走是一个方向，而且烟气的上升速度比人往上跑的速度还快，因此不利于疏散逃生。现在针对这些情况，采取了各种对策，包括防范火灾的规划，地下方向感不行可以使用地下的标志系统。另外，在地下空间规划里面要求具备防烟、防火分区和防火隔断装置、自动报警系统、自动灭火系统、消防系统。通过采取以上种种措施，现在地下空间的防灾效果大大改善。

地下空间是一种宝贵、有限、不可逆的资源，需要先规划后建设。科学的规划是最重要的，城市的成片地下空间要统一规划、统一建设和统一管理，才能达到最大的效益。上海世博园原址是上海钢铁三厂，搬走了以后建了世博园，世博园闭幕以后，它的地下空间成片地统一设计、统一规划、统一建设，取得了很大的效益。还有就是北京的中央商务区也是成片地统一规划、统一设计。它的地下有五层，地下一层是人行商业地下街，还有地铁出入口连接高层建筑；第二层是车行道和各个地下车库相连，汽车到了中央商务区进入到地下，减少了地面的交通拥堵；三层到四层是地下车库和管线，这样成片规划取得了最大效应，同时节省了成本，缩短了工期。就像习近平总书记讲的，“把每一寸土地都规划得清清楚楚再开始建设”“精心推进不留历史遗憾”。地上地下的规划要相互协调、形成一体化，地下的各项规划要相互衔接，促进“多规合一”，也就是说横向相互连通，竖向分层安排，而且近期的、中远期的推进要有衔接要有序，这样才是一个科学规划。同时在搞地下空间的设计、施工的时候要发扬工匠精神，要用不留历史遗憾的态度来精心做好地下空间的设计与施工。

〔作者系中央党校（国家行政学院）马克思主义学院院长、教授〕