

论城市地下工程

On Urban Underground Engineerings

巴肇伦 胡伟兵

(中国矿业大学北京校区 北京 100083)

一、涵义

城市是人类社会经济发展到一定阶段的产物,是人文、工商财经、科学技术与文化复合而成的高度集中的社会实体,是—定地域范围内政治、经济、文化的中心。它包括国家或地区按行政区域划分而设立的首都、直辖市、县、镇(乡)及独立的工矿区 and 城市型居民点。

据统计资料,现今世界人口总数已达 60 亿,其中约近半数居住在城市;世界城市人口在百万以上的从 1950 年的 64 个增至 1993 年的 316 个(其中我国占 1/10);800~1 000 万人口的特大城市 23 个(其中我国有 3 个)。随着社会经济的不断发展,城市人口将进一步聚集,尤其是发展中国家由于城乡差别明显,城市化进程方兴未艾,大城市、特大城市将不断形成。

大城市和特大城市的中心地区,人口密集,建筑物林立,空间拥挤,交通堵塞,环境恶化。特别是历史旧城或高速发展起来的大城市,这些矛盾和问题尤为突出。

怎样合理规划城市的交通等基础设施和制订城市各项技术经济指标,使其达到最大的经济与社会效益,逐步具备高效、文明、舒适、安全的现代化城市的功能,是城市管理者 and 建设者的首要任务。

长期以来,城市交通等基础设施的建设及城市容量的扩大,主要是通过扩展城市用地来实现的,但由于土地资源的日益被征占、减少与恶化而引起的人类生存空间危机问题,已成为矛盾的焦点。因此,合理开发和综合利用城市地下空间资源,不仅可以缓解当前存在的各种城市矛盾,满足某些社会和经济发展的特殊需要,而且为进一步建设现代化城市开辟了广阔的前景。城市地下工程正是在这样一个总的背景下应运而生的。

城市地下工程是从事研究和建造城市各种地下工程的勘察、规划、设计、施工和维护的一门综合性应用科学和工程技术,是土木工程的一个分支。凡是在城市地面以下土层或岩体中修建的各种类

型地下建筑物和构筑物均称为城市地下工程。它包括交通运输方面的地下铁道、公路隧道、地下停车场、过街或穿越障碍的各种地下通道等;工业与民用方面各种地下制作车间、电站、贮存库室、商店、人防与市政地下工程,以及文化、体育、娱乐与生活等方面的联合建筑体等等。

二、特征

人类对地下空间的利用,经历了从自发到自觉的漫长过程。从远古时期避风雨、防寒暑的天然洞穴到后来的窑洞民居,从公元前 200 多年前的地下输水道与贮水池、地下陵墓到 7 世纪的地下粮仓、石窟,以及随后 18 世纪的联络通道、地下铁道和 20 世纪上叶大量的地下工程的开拓实践中,人们逐步认识到地下工程具有许多不可替代的优越性能。

第一、可为人类的生存开拓广阔的空间。

随着社会经济现代化水平的提高和城市化进程的加快,人类因居住和从事各种活动而争占土地的矛盾日趋激化。城市地下空间资源的开发与综合利用,为人类生存空间的扩展,提供了具有很大潜力的自然资源。有人估算,即使只开发相当于城市总容积 1/3 的地下空间,就等于全部城市地面建筑的容积;而且可以用挖掘出来的弃土废渣填洼或覆土造田,这不仅扩大了人类生活空间用地,还可为生态空间增加植耕田园。

第二、具有良好的抗灾和防护性能。

地下建筑处于一定厚度的土岩层覆盖之下,可免遭包括核武器在内的空袭、炮轰或爆破等破坏,同时也能较有效地抗御地震、飓风等自然灾害,以及火灾、爆炸等人为灾害。特别是一旦遭受战争、空袭时,城市地下工程可作为人民的安全避护所,能够充分体现出—个国家居安思危的战略思想。

第三、具有良好的热稳定性和密闭性。

岩土的这种特性致使地下建筑周围有一个比较稳定的温度场,对要求恒温、恒湿、超净的生产或生活用建筑非常适宜。尤其对低温或高温状态下贮存物资,效果更为显著。而且在地下比在地面创造

这样的环境更容易, 造价和运营费用也较低。

第四、社会、经济、环境等综合效益好。

在大城市有规划地建造各种地下工程, 对节省城市占地, 改变原有土地利用状况, 扩大城市空间容量, 节约能源, 克服各种障碍改良城市交通、省时提效, 增加市内园林绿地与开敞广场, 减少城市污染, 提高城市生活质量等方面, 都能起到极其重要的作用, 是现代化城市立体化再开发的必由之路。

第五、施工条件较复杂, 造价较高。

城市地下工程往往是在大城市形成后兴建的, 而且要与地面已有的建筑、交通设施等配合与衔接, 因而它可能通过各种土、岩层或者河、湖、建筑物基础以及市政地下管道等。修建时既要影响地面交通与正常生活, 又要使地表不开裂、沉陷, 绝对保证地面或地下建筑物与构筑物以及设施的稳定安全。这就给地下工程的施工增加了难度, 为此必须有万无一失的施工组织设计和可靠的技术措施来保证。一般讲, 城市地下工程的施工较复杂、工期较长、工程造价较高。据近几年国内外建成的地下铁道不完全统计, 每 km(含车站及设备) 造价约 3~5 亿元人民币左右, 国内有的地方还要高一些。

三、基本属性

综合性 城市地下工程是埋设在城市地面以下的土岩层中的工程建筑物或结构物。建造一项工程设施一般要经过勘察、设计和施工 3 个阶段, 其设计与施工都受到地质及周围环境条件的制约, 因此在规划、设计之前必须对工程所处环境作周密调查, 尤其重要的是工程地质与水文地质的勘察, 该项工作应贯穿于整个工程建设的始终。规划、设计与施工需要运用工程测量、岩土力学、工程力学、工程设计、建筑材料、建筑结构、建筑设备、工程机械、洞室施工技术、组织、技术经济、计算机和工程测试等学科与技术。城市地下工程作为人类活动的地下物质空间, 对地下建筑的空气、光和声以及对人的生理与心理产生的影响等建筑环境的要求越来越高, 为此要求设计者还要具备地下建筑环境的知识。由于设施条件的不同, 有时还需具备特殊的辅助施工方法的技术知识, 如冻结法等。因而城市地下工程是一门涉及范围广阔的综合性学科。

社会性 城市地下工程是伴随着人类社会发展的需要而逐渐发展起来的, 它所建造的工程设施反映出各个不同年代社会经济、文化、科学技术发展的面貌与水平。随着城市人口的增加和人类物质文明需求的日益增长, 地下物质空间环境将成为人类社会现代文明服务的重要组成部分。/ 二战期间, 有些城市的地下工程还发挥了防空掩蔽所的作用, 保护了人民的安全。此后发展城市地下工程已受到

各国的广泛重视, 纷纷兴建以地铁为主的各种城市地下工程。从现代化城市交通运输设施组成、环境保护、战时人防等整体社会效益来看, 城市地下工程也是人类社会不可缺少的组成部分。

实践性 城市地下工程是具有很强实践性的学科。早期矿业的地下开采、隧道、地下防护工程等, 都是通过工程实践, 在总结成功的经验尤其是失败的教训中发展起来的。材料力学、结构力学以及近期有较大发展的土力学、岩体力学与流变力学等, 是城市地下工程的基础学科。但地下工程是修建在土或岩层中的, 而各地土岩层的组份、成因与构造变换复杂, 局部与区域地应力难以如实确定, 即使进行实验室试验、现场测试与数值模拟分析也是具有较大局限性的; 荷载不能准确核定, 而按传统的以荷载核定支承结构尺寸的设计方法, 显然不宜应用; 而且在工程实践中出现的许多新现象和新因素, 用已有的理论却很难释疑。因此在某种意义上说, 城市地下工程的工程实践常先行于理论。至今不少工程问题的处理, 在很大程度上仍然依靠实践经验; 即使衬砌结构的设计, 以工程类比为主的经验法, 至今仍在广泛使用。只有通过新的工程实践, 才能揭示新问题, 发展新理论、新技术和新材料、新工艺。

技术、经济、建筑艺术和环境的统一性 城市地下工程是实现现代化城市功能的最重要的组成部分, 人们力争用最经济的方法建造既安全适用又美观的地下建筑工程。但工程的经济性与各项活动密切相关, 首先表现在工程选址、总体规划上; 其次表现在工程设计与施工技术方法是否合理先进上。工程建设的总投资、工程建成后的社会效益和经济效益以及使用期间运营维护费用的多少等等, 都是衡量工程经济性的重要依据, 所有这些都与技术工作密切相关, 必须综合全面考虑。

符合功能要求的城市地下工程设施, 作为地下一一种物质空间艺术, 首先要通过总体布局, 因地制宜地有机地与地面的建筑设施衔接与配合, 结构造型、各部尺寸比例、凹凸部线条、通风、照明与色彩面饰、安全出口与人行、活动线路、服务设施等都要协调和谐地体现出来; 其次要通过符合地下建筑功能所要求的环境标准, 利用附加于工程设施的局部装饰艺术, 完美地体现出来; 第三、要求工程设施的所有结构、构造装饰等均不应造成地下环境的污染, 并能保证设施内空气新鲜畅通、温湿度适宜、隔音防噪声、光线明亮照度适中、在艺术处理上流畅典雅, 使人们在生理与心理上感到清新舒适; 第四、要使工程设施体现出民族风格、地方色彩和时代特征。总之, 一个成功优美的城市地下建筑工程设施, 能够为城市增添新的物质文化活动空间, 创造新的景观, 给人以美的享受, 提高人民的生活质量。

四、展望

伴随着社会经济的发展,城市化进程的加快,从20世纪60年代以来,城市地下工程有了突飞猛进的发展。例如城市地下铁道,自1863年建成第一条地下线到1963年的100年间,世界上建有地铁的城市仅有28座,而1964年至今的30多年中,全球已有127座城市开通了地下铁道,共建成线路总长6900多km(其中地下线路近4000km)的地下快速交通线路和多功能建筑联合体,使城市功能中最活跃的因素)))交通得到了改善,给城市的繁荣注入了新的活力。目前我国除已有京、沪、穗、津(香港、台北未计入)4个城市地铁运营近120km外,尚有南京、深圳等16个大城市正在兴建或筹建城市地下快速交通线路。

开发城市地下空间,在技术上已比较成熟。在原有技术基础上发展新技术,要比开发宇宙、海洋的技术容易,投资相对节省得多,且能在国家遭受袭击时起到保护人民生命财产的巨大作用。城市地下工程的开拓应遵循城市中心区立体化再开发的原理,使原有城市地面、地上空间和地下空间衔接,分工协调开发。人在地上,物在地下,人长时间活动在地上、短时间活动在地下。先浅后深、因地制宜、统一规划设计、多功能综合利用、分期实施等已被实践证明了的正确原则应该得到充分的运用。应首先开发距地表较近且开发价值最高的地下以上10~30m的浅层,这是由于人员上下方便,易与地面高层建筑的地下室联通衔接,天然阳光有望采输,在其间可以布设交通隧道、搭乘车站、停车场(库)、仓储库、市政地下管线以及商娱文体和社区活动、服务等多功能建筑联合体。这样既可改善现有城市的结构布局,又为城市未来发展打下良好基础。

在规划设计上应研究最合理最经济的隧道建筑限界。有人提出若把现行通用的直径为4.6~4.9m的隧道断面缩小到3.6m时,隧道施工造价就

(上接第24页)
置,直升机被迫超低空飞行(飞行高度50米左右)。降落时,飞机剧烈振动,雪龙船甲板上的人说:“当时就看见直升机45度角就冲过来了,直奔塔台撞过去!”飞行员猛地向上拉起操纵杆15度,飞机才贴着甲板而起,最后慢慢降落。

遭遇北极熊(见封底图) 本次考察是在北极的夏季,正是北极熊觅食的季节,然而能见到北极熊也非易事,因为北极熊在滥捕滥杀的情况下急剧减少,从上万只减少到几千只。7月18日下午,正当雪龙船缓慢前进时,我们在船的左前方200米和500米左右的浮冰上,发现了两只北极熊!北极熊有着棕黄色的皮毛,嘴巴和鼻子略显尖,看起来憨态可掬。幸运的是,我们后来又陆续发现了8只北极熊!其中有一次最为惊险。那次是在利用直升机作业期间,考察队员猛然发现在距离200米左右的冰脊上有3只北极熊!其中一只大的,两只小的,虎视眈眈地望着下面的考察队员们。当时把考察队员吓了一跳,但北极熊轻易不会攻击人,尤其是我们穿的是红色衣服;该季节又是北极熊有

可降低1/3左右。地铁线路网位置的确定和地铁车站功能综合利用问题,是衡量验证规划设计优异与否的最重要标志。前者既便于人流出行、乘载率高,又能较快收回投资;后者可结合中心区主要建筑、交通枢纽或广场的立体式开发,无需增加太多的投资,便可在地下形成一个相当规模的多功能地下综合体,创造巨大的社会与经济效益。同时在地工程灾害防治设施的建设方面,也应给予充分的重视,努力做到防患于未然。另外,对于城市地下工程机电设备和施工机械化装备的国产化问题,要加大开发研制的力度,逐步提高国产机电设备的占有率,这是降低地下铁道造价的重要途径。

城市地下工程成败的关键是施工问题。施工方法的选择应根据工程性质、规模、所处土岩层工程地质与水文地质状况、周围环境条件和工期要求等因素,经技术、经济方案比较、优化后,选用安全、技术可靠和经济合理的施工方法。当前应侧重研试适用于城市地下工程的多功能施工设备、新材料、新工艺,以便提高施工质量、加快施工进度、缩短建设工期、降低成本。

随着科学技术的进步,地下工程某些局限性问題将会逐渐得到改善和克服。预计通过城市地下空间资源的开发和综合利用,势必进一步完善城市的立体化、园林化再开发。未来的现代化国际性都市,将用有限的土地取得合理的最高城市容量,同时又能保证城市内具有开敞的空间;充足的阳光;大面积的绿地、园林和水面;新鲜的空气;优美的景观和人文环境,使城市逐步达到高效、文明、舒适、安全的理想目标。

参考文献

- [1] 中国大百科全书·土木工程卷,建筑、园林、城市规划卷.中国大百科全书出版社,1988
- [2] 童林旭著.地下建筑学.山东科技出版社,1994
- [3] 陶龙光,巴肇伦编著.城市地下工程学.科学出版社,1996

(责任编辑 王宏章)

充足食物的季节,我们怕它们,它们更怕我们。后来据曾经到过北极的人讲,从没有看到像这一次如此多的北极熊!

海豚和燕鸥(见封底图) 风和日丽,万里无云,蓝绿色的海面连一小点白浪都清晰可见。忽然,雪龙船前面不远处有白色在跃动,原来是四五条海豚在互相追逐,不时跃起嬉戏。远处又有几只海豚也闻/船而来,大家都特别高兴地看它们玩耍。海豚一拨接一拨,直和雪龙船玩耍了1个多小时方自行离去。一会儿,又看见许多海鸥和一种叫/燕鸥0的海鸟沿船尾的气流作滑翔状,特别潇洒自在。有几只落到船边的海面上,两只白色的小腿有规律地划水,显得十分悠闲。北极燕鸥是世界迁徙冠军,迁徙路程是鸟类中最长的。它们在北极短暂的夏季抚育幼鸟,然后在南极夏季来临、食物充足时,飞行1万多公里到南极。据说雄北极燕鸥在求偶时,总是送一条鱼给配偶作为礼物。

(责任编辑 王宏章)