

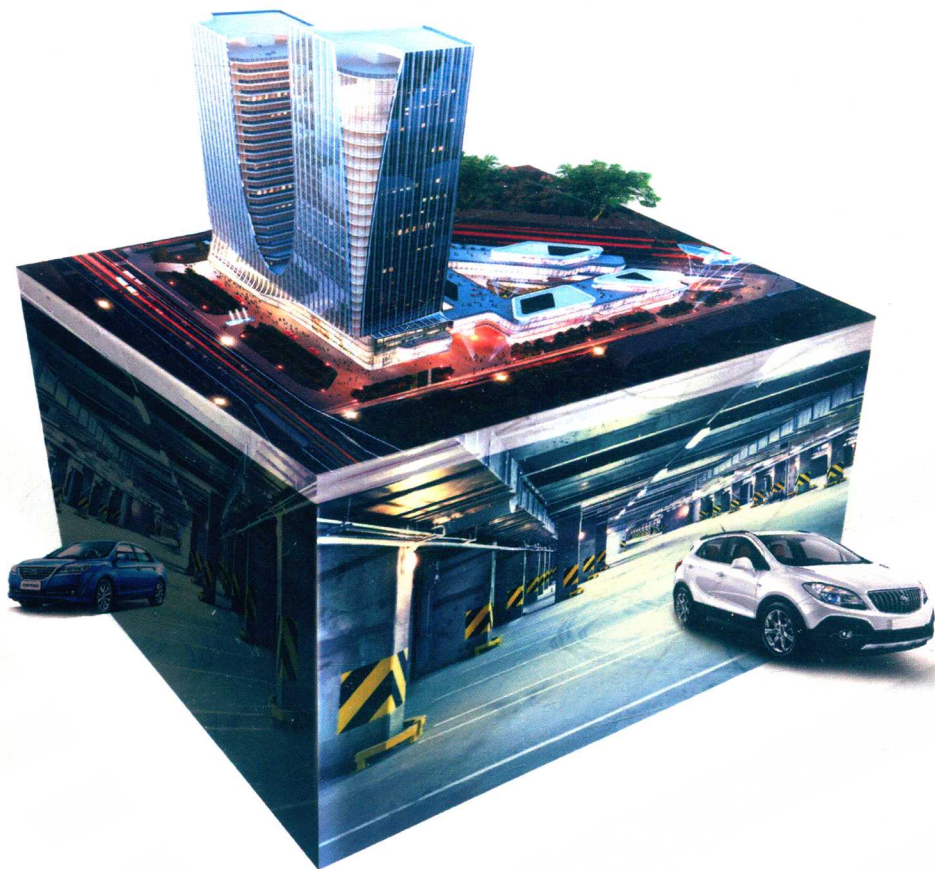
CHENGSHI

DIXIA KONGJIAN

KAIFA

# 城市地下空间开发

王晓睿 | 编著



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

CHENGSHI  
DIXIA KONGJIAN **KAIFA**

# 城市地下空间开发

王晓睿 | 编著



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

## 内 容 提 要

本书详细阐述了城市地下空间开发的相关内容。全书共分7章,内容包括绪论、城市地下空间开发类型及基本规划原则、城市轨道交通系统、地铁、城市地下空间商业开发、城市地下空间开发案例分析以及城市地下空间工程施工技术简介。

本书可供城市规划管理部门相关从业人员,轨道交通、市政建设管理人员以及高等院校相关专业师生学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市地下空间开发 / 王晓睿编著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2018.10

ISBN 978-7-114-15028-9

I. ①城… II. ①王… III. ①地下建筑物—城市规划  
IV. ①TU984.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第221818号

书 名: 城市地下空间开发

著 者: 王晓睿

责任编辑: 吴燕伶

责任校对: 刘 芹

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京虎彩文化传播有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 12

字 数: 229千

版 次: 2018年10月 第1版

印 次: 2018年10月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-15028-9

定 价: 45.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

# 前言

近年来,随着城市化进程的加速,城市内可供建设开发的土地资源日益紧缺,大规模合理利用地下空间已成为可持续发展的重要手段之一。同时,在各大城市轰轰烈烈进行轨道交通建设的带动下,地下空间利用也日益普遍,这必然也对城市规划和城市管理提出迫切要求,带来较高挑战。

本书涵盖了城市地下空间开发的概括性介绍与开发实例分析:介绍了城市地下空间发展过程和地下空间立法进程,并对目前我国地下空间开发存在的问题进行客观评价;介绍了不同形式的地下空间开发原则、基本思路等,对城市轨道交通、地下商业开发以及以地铁为主线的TOD(Transit Oriented Development,以公共交通为导向的开发)综合开发进行了重点介绍和分析,并应用大量实例和案例分析进行阐述,内容新颖并具有理论意义和工程背景。

本书可供城市规划管理部门相关从业人员,轨道交通、市政建设管理人员,以及高等院校相关专业师生学习参考。

本书在编写过程中得到北京城建设计发展集团有限公司副总工程师任静、建筑院室主任刘健红、项目负责人王思明,上海地下空间设计院分院院长朱琦,郑州地铁集团有限公司技术部副主任李春建、刘军等专家的专业审核和资料提供,也得到了北京交通大学、西南交通大学(上海)TOD研究中心以及人民交通出版社股份有限公司的大力支持和帮助,在此表示诚挚的感谢!

由于作者水平能力所限,不妥之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正!

作者

2018年6月

# 目录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	001
1.1 城市地下空间开发内容及特点.....	001
1.2 城市地下空间开发的发展历史、现状及趋势.....	005
1.3 城市地下空间开发的基本条件、策略和属性.....	010
1.4 城市地下空间可持续发展的辩证思考.....	013
1.5 城市地下空间开发的法律进程.....	017
<b>第 2 章 城市地下空间开发类型及基本规划原则</b> .....	023
2.1 城市地下交通系统.....	023
2.2 城市地下停车场.....	026
2.3 城市地下商场.....	031
2.4 城市广场与地下空间.....	036
2.5 城市地下空间规划.....	039
<b>第 3 章 城市轨道交通系统</b> .....	045
3.1 城市轨道交通系统的特点.....	045
3.2 不同城市轨道交通系统的技术特征.....	047
3.3 城市轨道交通规划与设计.....	051
3.4 车站.....	056
3.5 车辆系统.....	061
3.6 车辆基地.....	071
3.7 机电设备系统.....	077
<b>第 4 章 地铁</b> .....	082
4.1 地铁及发展.....	082
4.2 地铁对城市发展的改造和促进作用.....	087

4.3	地铁线路的规划设计 .....	091
<b>第 5 章</b>	<b>城市地下空间商业开发 .....</b>	<b>096</b>
5.1	城市地下商业基本概念 .....	096
5.2	地下商业建筑设计 .....	099
5.3	地下商业环境设计 .....	108
5.4	地下商业建筑防火设计 .....	110
5.5	地下商业定位与业态 .....	113
<b>第 6 章</b>	<b>城市地下空间开发案例分析 .....</b>	<b>120</b>
6.1	轨道交通地下空间商业开发 .....	120
6.2	以 TOD 为主的地下空间开发 .....	123
6.3	日本东京城市地下空间开发案例 .....	128
6.4	我国各城市地下空间开发案例 .....	130
<b>第 7 章</b>	<b>城市地下空间工程施工技术简介 .....</b>	<b>148</b>
7.1	明挖法施工 .....	148
7.2	喷锚暗挖法 .....	162
7.3	盾构法 .....	169
7.4	顶管法 .....	173
7.5	沉井法 .....	178
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>184</b>

# 第1章

## 绪论



### 1.1 城市地下空间开发内容及特点

#### 1.1.1 城市地下空间开发的内容

城市地下空间的开发就是指利用城市地下空间构建交通运输方面的地下铁道、公路隧道、地下停车场及各种穿越障碍的地下通道；工业与民用方面的各种地下制作车间、电站、车库、商店等；人防市政地下工程；文化、体育、娱乐等方面的联合体育建筑等（图 1-1 ~ 图 1-4）。

城市地下空间工程是从事城市各种地下工程的规划、勘测、设计、施工和维护的一门综合性应用科学与工程，是土木工程的分支。

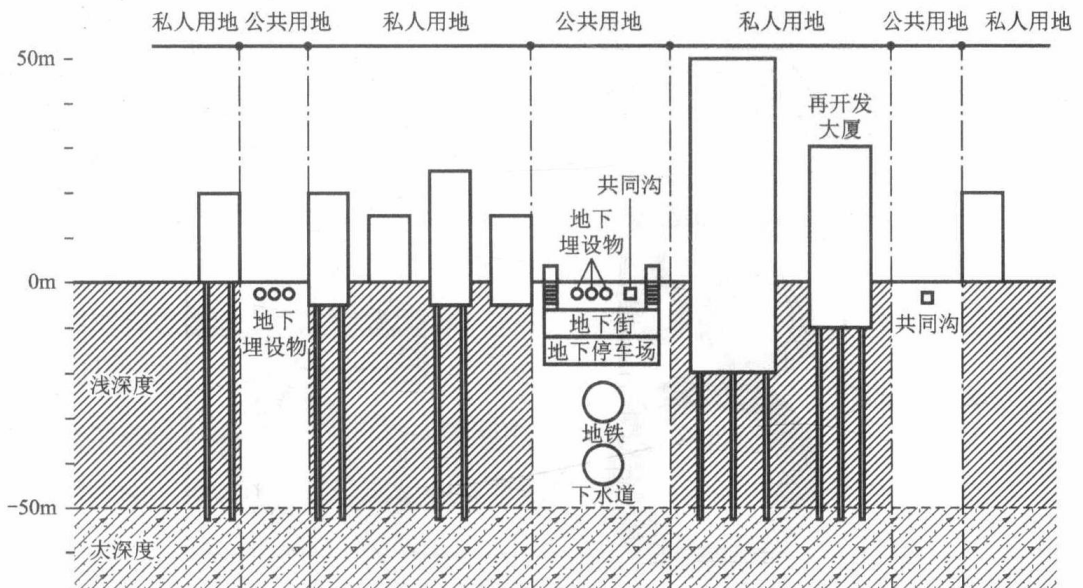


图 1-1 城市地下空间利用现状



为了加强对城市地下空间开发利用的管理,合理开发城市地下空间资源,适应城市现代化和城市可持续发展建设的需要,原建设部依据《中华人民共和国城市规划法》及有关法规,于1997年10月24日印发了《城市地下空间开发利用管理规定》,并又于2001年11月2日印发了《建设部关于修改〈城市地下空间开发利用管理规定〉的决定》。

### 1.1.2 城市地下空间的基本特点

#### (1) 城市地下空间开发具有不可逆性

城市地下空间开发的不可逆性主要体现在与地面以上工程建设的区别方面,具体有:

①地面工程是以大地为基础,依靠地基承载;而地下工程是以岩体作为基础,依靠围岩承载。

a. 地面工程的重点,主要是对受力比较明了的基础进行加固,设计较为简单。

b. 城市地下空间开发,主要是在城市地面以下的土层和岩体中修建建筑物(图1-5),由于岩体具有复杂性、难以量化定性等特点,使得以岩体为基础的地下洞室围岩稳定问题变得十分复杂。

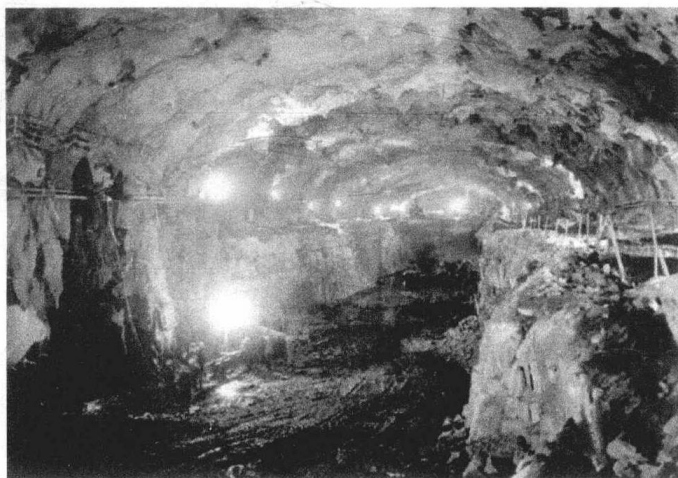


图 1-5 大体量地下空间的施工

②地面工程以建筑材料为主体,材料强度是关键;地下空间开发以支护为主体,围岩稳定是关键。

a. 地面工程材料多以钢材、混凝土为主,其材料特性容易把握。

b. 地下空间工程需要围岩稳定来保证工程的安全。

#### (2) 地下空间开发过程的复杂性

地下空间开发过程的复杂性表现在以下几个方面:

- ①地质勘探的复杂性。
- ②影响地下空间开发过程中围岩稳定性的因素复杂多变。
- ③地下空间在设计和分析计算方面的复杂性。
- ④地下空间工程施工的复杂性(图 1-6)。



图 1-6 地下空间构筑过程中复杂的施工环境

- a. 施工技术难度大。
- b. 施工条件差:通风、照明等。
- c. 施工工艺要求高:基坑支护、区间掘进等。

### (3)城市地下空间的其他基本特性

- ①可为人类的生存开拓广阔的空间。
- ②具有良好的热稳定性和密闭性。
- ③具有良好的抗灾和防护性能。
- ④社会、经济、环境等多方面的综合效益好。
- ⑤造价较高。

### (4)城市地下空间在使用过程中的缺点

- ①见不到阳光,温差小、湿度大。
- ②空间封闭压抑,空气不易流通。
- ③人员活动不自在。
- ④环境噪声级增强。
- ⑤微生物繁殖快。

## 1.2 城市地下空间开发的发展历史、现状及趋势

### 1.2.1 地下空间开发利用的发展历史

人类有意识地利用地下空间来进行社会活动由来已久,对于地下空间的开发利用经历了四个阶段。

第一个阶段为原始社会时期,地下空间利用以洞居为主。

第二个阶段为农业社会时期,地下空间利用多为地下陵墓工程、各类输水工程等(图 1-7、图 1-8)。

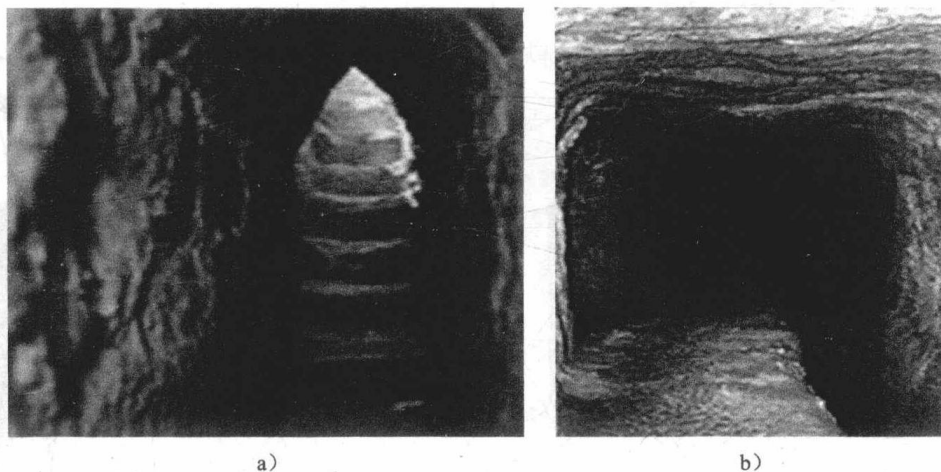


图 1-7 古希腊萨摩斯隧道



图 1-8 用于生产灌溉的坎儿井

目前最古老的隧道是在公元前 2180—前 2160 年间修建的连接古巴比伦城皇宫与神庙

的人行隧道。

《左传》和《春秋》有记载,郑庄公(公元前743—前701年在位)的父亲郑武公娶姜氏为妻,生有两个儿子。因大儿子是难产(先脚后头)而生,被认为大逆不道,所以一直不被姜氏喜欢,并被取名为寤(wù)生。姜氏偏爱二儿子叔段,希望郑武公立叔段为太子。姜氏未能如愿,一直怀恨在心。等郑武公去世后,寤生继承王位,是为郑庆庄公(公元前743—前701年在位)。姜氏多次向庄公提出无理要求,后居然煽动次子叔段篡位,被庄公识破,叔段自刎而死。庄公把母亲从京城赶到颍谷(今河南登封西),且发誓称:不到黄泉,决不相见。当时镇守颍谷的官员叫颍考叔,为人正直无私,一向有孝顺爱友的美誉。他见庄公把母亲安置到这里,认为母亲虽然不像母亲,但儿子却不能不像儿子。于是劝说庄公,庄公却被“不到黄泉,决不相见”的誓言所阻。颍考叔献计:可以挖掘地下,直到泉水涌出,取名“黄泉”,建一地下室,母子在那里相见,又有谁能说这不是黄泉相见呢?这就是中国历史上非常有名的“黄泉见母”的故事,也是最早进行地下空间利用的历史事件。

我国最早的人工交通隧道是位于今陕西汉中市的石门隧道,建成于公元66年。

第三个阶段是工业社会时期,地下空间利用多为近现代所建的地下交通工程,如地铁(图1-9)。

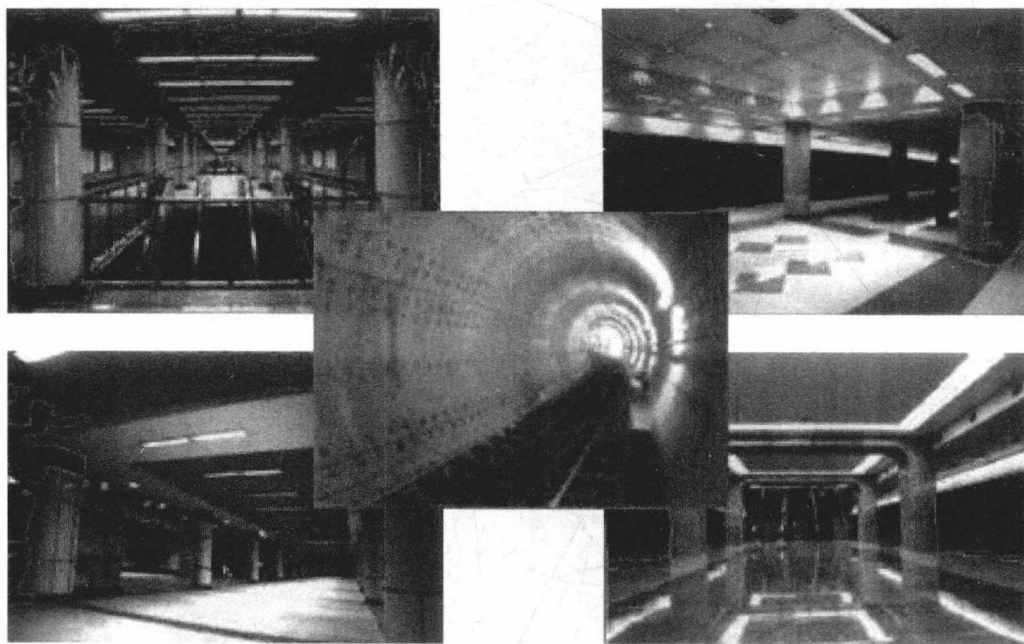


图1-9 上海地铁

第四个阶段将是未来发展过程中,为解决城市人口增长而面临用地紧张情况下的新洞居阶段,以地下住宅、交通、商业等为主的各类城市综合设施,如挪威规划的地下奥林匹克运动场馆(图1-10),大型地下停车场,日本提出的大型地下城市(图1-11)以及各国大城市目前正在推广建设的地下停车场+轨道交通(图1-12)的综合开发模式等。

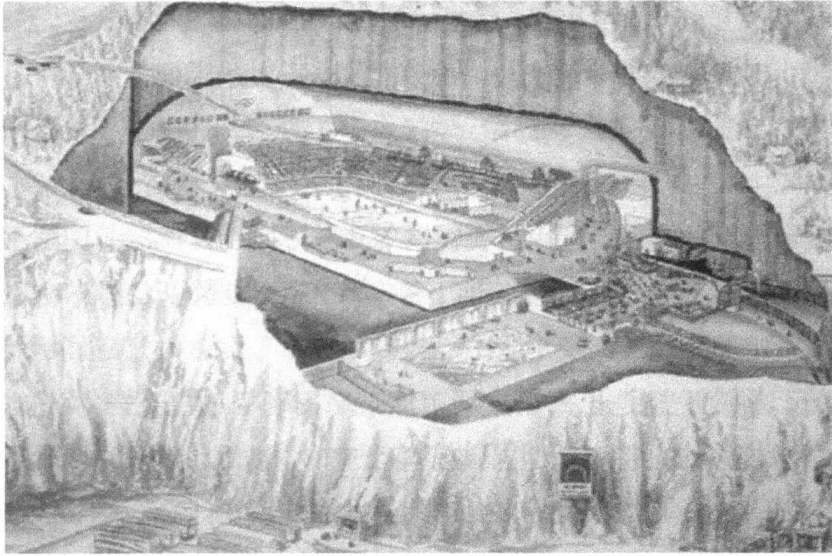


图 1-10 挪威奥林匹克地下运动场

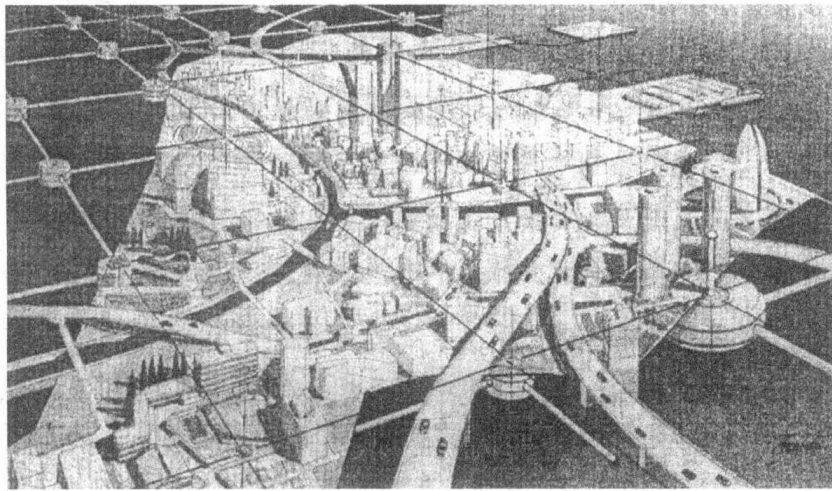


图 1-11 日本东京地区大深度地下空间构想



图 1-12 地下停车场 + 轨道交通

## 1.2.2 我国地下空间开发现状

### (1) 类型

目前我国城市地下空间开发利用主要在以下几个方面:

①交通设施。包括地铁、地下公路、地下停车库、地下步道以及静态交通设施等。地下步道是指城市地下步行系统。

②市政设施。市政设施是长期以来城市地下空间利用的主要内容,在城市的地下,各种水、电、气、暖、通信管线密密麻麻地布满了整个空间,也成为目前城市地下空间开发中的难点。

③商业设施。目前国际上多数城市非居住地区的商业空间正在向地下发展,并将地下空间与地铁车站、地面铁路车站等连接起来,形成了地下、地上统一的商业空间,即地下街形态模式。我国不少大城市也建有地下商业服务设施,多为人防工程的平战转换工程。

④防灾设施。目前我国许多城市地下空间利用类型主要为人防设施,可容纳大量人员避难,用于救治伤员、储存物资,也可用于人员疏散、伤员转运、物资运输等。

⑤生产性设施。位于城市市区的工业、仓储物品可以转移到地下空间。地下空间特有的环境使地下仓库适宜于储存粮食、食品、油类、药品等,成本低、质量高、经济效益好且能节约地上仓库用地面积。

### (2) 取得的成就

由于各大城市的地面交通日渐拥挤,城市用地日趋紧张,城市地下空间的利用对改善地面环境起到了越来越重要的作用。在发展地下交通、降低城市大气污染的同时,城市地下市政管线公用隧道(也有称为管廊或共同沟),将自来水管、排污管、供热管、燃气管道、电缆和通信管道纳入其中,不仅可缩短管线长度达30%,还易于检查和修理,不影响地面土地的使用。进入21世纪后,我国城市地下空间的开发和利用,得到了很大发展,其主要成就表现在:

①城市地铁建设的快速发展带动了城市地下空间资源的大规模开发利用。地铁建设推进了城市的定向、有序发展,并带动了地铁沿线房地产业的发展 and 地下商业交通的开发利用。

②城市高层建筑的“上天入地”推进了城市空间的立体开发。

③充分开发利用地下空间资源的防护潜能,提高了城市的防灾抗毁能力。

④城市地下空间的开发利用已步入法制化轨道。

### (3) 存在的主要问题

城市地下空间资源是迄今为止人类所认识的空间资源的重要部分。19世纪是“桥”的

世纪, 20 世纪是“高层建筑”的世纪, 21 世纪则是“地下空间”的世纪。对于日益增长的全球人口, 逐年下降的人均土地占有面积, 特别是像中国这样人口众多、资源相对不足的国家, 虽然地下空间开发利用已经有了很大发展, 但相对人们日益增长的需求而言还远远不够。

城市的地下空间如同地表土地和地下矿场一样, 是一种宝贵的自然资源, 需要法律作为保障来进行合理、有序的开发利用, 避免无秩序、无计划的乱挖、乱建引起的破坏和浪费。同时, 地下空间的不可逆转性, 决定了制订和实施城市地下空间开发利用规划的严肃性。地下空间一旦被开发利用, 地层结构将不可能恢复到原来的状态, 已建成的地下建筑物的存在将对邻近地区产生很大的影响。因此, 城市地下空间开发利用必须是合理、科学、慎重的决策, 而要实现统一规划、统一管理和综合利用, 必须首先立法, 通过立法促进开发、保护资源。美国、日本和西欧发达的资本主义国家等, 为了保障地下空间这一具有极大潜力的领域健康发展, 在政策和立法上做出了许多明确的规定, 并且在实践中不断完善。目前, 我国还没有形成一套完整的开发利用城市地下空间的法律、法规体系。我们在吸收国外先进经验的同时, 应结合我国的具体国情, 加强对地下空间开发利用的立法和管理。

我国沿海地区以及北京、上海、广州等大城市已经有相关的地下空间规划指南, 大量的地下大型综合体也正在建设中, 地下空间开发正处于快速发展阶段, 未来会向多元化、大规模、深层地下空间发展。分析当下城市地下公共空间开发利用存在的主要问题, 除去立法之外还有以下几个方面。

①在设计理念上, 未能真正将城市地下交通建设与城市地面建设有机结合, 应通过统一规划形成地上、地面、地下一体化的立体综合空间开发。

②由于技术、经济等方面的原因, 在内部环境营造上, 我国与先进国家相比还存在较大差距。

③在安全问题上, 虽然有必要的法规和设计标准, 但仍然存在用电安全、防火安全等没有得到充分保障的情况。

④出入口设计未能与周围环境很好地相融合, 如位置选择、公共交通接驳以及停车场设置等。

#### (4) 发展趋势

未来城市地下空间的开发利用将逐渐规范化、法制化和专业化。从空间的使用来说, 也将分层化和深层化。

①分层开发利用。浅层空间主要用于交通、娱乐、商业车库等; 中层空间主要用于污水、垃圾处理, 埋设市政管线; 次深层和深层主要用于地下水输送、处理、回收, 能源储存等循环系统。

②大型地下综合体,主要是用来作为工业和民用项目综合开发利用。

③地下交通网的开发,也是城市交通发展的重点。目前,全世界有 127 个国家近 150 个城市都已经建有或正在建设地铁,城市内的地铁网与地面公路、高架路、地下公路形成一个独特的城市快速交通网。

④具有防灾功能的城市地下空间开发利用。各种自然灾害(地震、火山喷发、飓风等)以及由战争、生产事故(放射、泄毒)等引起的灾难层出不穷,对于聚居了大量人口的现代化城市来说,建设具有一定防御能力的避难场所是城市防护系统必不可少的。毫无疑问,地下空间是具有最好防御能力的选择。世界发达国家在这方面都有很多经验,如前苏联各大城市基本都建有能容纳城市总人数 70% 的掩体工程;瑞士建设了在危急状态下能保证 90% 人口安全的掩体工程;美国在弗吉尼亚州建造了一个“芒特弗农”地下城,作为应对核战争准备的超绝密地下城,其具有经受核持久战的一切机能。

⑤市政设施的地下空间利用。作为城市生命线系统的市政设施管线一直是城市地下空间利用的重点,其包括水、暖、电、气、通信系统。

## 1.3 城市地下空间开发的基本条件、策略和属性

### 1.3.1 城市地下空间开发的基本条件

地下空间的开发利用,与城市的经济实力密切相关。现代城市呈立体化组合,它要求地上、地下同步开发,需要一定的经济实力。

中国工程院院士王梦恕认为:从发达国家的发展历史来看,人均生产总值进入 500 美元后,基本具备了大规模开发利用地下空间的条件和实力;人均生产总值在 1000 ~ 2000 美元之间,就达到了开发利用地下空间的高潮期。

据专家分析,当城市居民的生活保障仍是一个主要问题的时候,要大力开发地下空间是不切实际的。只有当城市居民人均生产总值达到 3000 美元时,才有可能加速开发地下空间。

2003 年,国务院办公厅出台的《国务院关于加强城市快速轨道交通建设管理的通知》(国办发(2003)81 号)(以下简称“81 号文”)规定,申报修建地铁的城市,必须达到下述基本条件:

- (1) 地方财政一般预算内收入在 100 亿元以上。
- (2) 地区生产总值达 1000 亿元以上。

(3)城区人口在300万人以上。

(4)规划线路的运期客流规模达到单向高峰小时3万人次以上。

2018年,国务院办公厅发布了《国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》(国办发(2018)52号)(以下简称“52号文”),81号文同时废止。52号文将申报建设地铁的城市条件进行了修订:城市一般公共预算收入从100亿元以上大幅提高到300亿元以上;地区生产总值从1000亿元以上大幅提升至3000亿元以上;申报地铁城市的市区常住人口和规划线路远期客流规模两项指标保持不变,分别为300万人以上和单向高峰小时3万人次以上。

同时,申报轻轨的城市一般公共预算收入应在150亿元以上,地区生产总值在1500亿元以上;市区常住人口在150万人以上,规划线路的运期客流规模应达到单向高峰小时1万人次以上。

52号文还规定,除有轨电车外,其余城市轨道交通方式均应纳入城市轨道交通建设规划之中并履行报批程序。

### 1.3.2 城市地下空间开发的策略

如今,我国不少城市即将进入大规模开发利用地下空间的新时期。面对这一新形势,应当采取以下战略对策。

#### (1)加强对地下空间发展的认识

对于城市空间发展,应当从过去主要向四周扩展和兴建大量高层建筑转到重点开发利用地下空间的轨道上来。

##### ①只有开发利用城市地下空间才能缓解城市空间发展的突出矛盾与问题。

向城市周边地区扩展,会受到有限的土地资源的制约和现行体制的限制。向高空发展,建高层、修高架路和立交桥,又会加重城市空间密度,使城市空间发展逐步走向恶性循环。

因此,最明智的选择是转向开发利用地下空间。

##### ②开发利用城市地下空间可以增强城市的总体防灾减灾能力。

开发利用地下空间,尤其是建设用于防空的、有防护能力的地下工程,是高技术局部战争条件下增加城市防护能力、预防和抗御自然和人为灾害的最重要手段。

高层建筑建设地下人防工程,是防震减灾行之有效的办法。据不完全统计,汶川地震中,重灾区都江堰市1.8万人防工程完好无损,有人防工程的建筑物无一坍塌。图1-13为5·12汶川大地震后完好的地下厂房。