



城市地下空间出版工程·规划与设计系列

总主编 钱七虎 副总主编 朱合华 黄宏伟

国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

国家“十二五”重点图书出版规划项目

城市地下空间规划与设计

束昱 路姗 阮叶菁 编著



公共通廊
PUBLIC PASSAGE



P 地下停车
PARKING GARAGE

地铁轨道
METRO TRACK



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



市政管廊
UTILITY TUNNEL



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

国家“十二五”重点图书出版规划项目

城市地下空间出版工程·规划与设计系列

城市地下空间规划与设计

束昱 路姗 阮叶菁 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

上海市高校服务国家重大战略出版工程入选项目

图书在版编目(CIP)数据

城市地下空间规划与设计/束昱,路姗,阮叶菁编著. —上海:同济大学出版社,2015.12

(城市地下空间出版工程/钱七虎主编. 规划与设计系列)

ISBN 978-7-5608-6160-9

I. ①城… II. ①束…②路…③阮… III. ①地下建筑物—城市规划—研究 IV. ①TU984.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 318645 号

城市地下空间出版工程·规划与设计系列

城市地下空间规划与设计

束昱 路姗 阮叶菁 编著

出品人：支文军

策划：杨宁霞 季慧 胡毅

责任编辑：季慧

责任校对：徐春莲

封面设计：陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)
经 销 全国各地新华书店、建筑书店、网络书店
排版制作 南京新翰博图文制作有限公司
印 刷 上海中华商务联合印刷有限公司
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 16.75
字 数 418 000
版 次 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-6160-9
定 价 128.00 元

版权所有 侵权必究 印装问题 负责调换

内 容 提 要

本书为国家“十二五”重点图书出版规划项目、国家出版基金资助项目。

中国城市地下空间开发利用在近 10 年来呈现快速增长及超常规发展态势,迫切需要在城市地下空间开发利用的规划与设计理论方法和编制体系上进一步创新、完善及规范。

本书系统阐明了城市地下空间规划与设计的基本属性、特点、理论与方法体系,创建了城市地下空间规划与设计编制体系及成果要求,并结合近 30 年来的研究与实践探索和积累,汇总分析多个层面的典型地下空间规划与设计优秀案例。

本书可供城市规划、城市设计、城市地下空间规划与设计的科研技术人员及管理者参考阅读。

《城市地下空间出版工程·规划与设计系列》编委会

学术顾问

叶可明 中国工程院院士
孙 钧 中国科学院院士
郑颖人 中国工程院院士
顾金才 中国工程院院士
蔡美峰 中国工程院院士

主 任

钱七虎

副主任

朱合华 黄宏伟

编 委(以姓氏笔画为序)

王 剑 王 曦 王恒栋 卢济威 庄 宇 苏 辉
杨石飞 杨彩霞 束 昱 张 竹 张安峰 陈 易
范益群 胡 昊 俞明健 贾 坚 顾国荣 郭东军
葛春辉 路 姗

作者简介

束昱 同济大学地下建筑与工程系教授,上海市城市科学研究会副理事长兼城市建设与地下空间委员会主任,中国岩石力学与工程学会地下空间分会资深理事,城市地下空间产学研联盟理事长,曾任同济大学地下空间研究中心副主任、博士生导师,中国土木工程学会隧道与地下工程分会地下空间专业委员会副主任兼秘书长、日本东京工业大学和立命馆大学客座研究员、日本都市地下空间活用研究会特约研究员、英国皇家建造师协会建造师、国际地下空间联合研究中心(ACUS)特约研究员及上海市防灾救灾研究所地下空间研究室主任和上海市城市地下空间研究发展中心副主任等职。40余年从事城市地下空间规划设计理论与方法、地下空间环境与人体影响、地下空间使用安全与风险管控、地下空间管理法规等方面教学、科研与社会服务工作。先后主持国家人民防空办公室与住房和城乡建设保障部等课题8项,北京、上海、天津、浙江、广州、深圳、兰州等40余省市的100余项地下空间和人防工程规划设计与安全防灾研究和规划编制项目,参与《城市地下空间规划规范》、《城市综合管廊技术规范》等国家标准编研与主审。发表各类学术论文250余篇,出版著作5部,科研成果获国家科技进步二等奖和教育部分科技进步一等奖各1项,省市级二、三等奖项20余项。1982年在同济大学首开“地下空间利用”讲座,并编写教材;1991年在东京国际地下空间会议上参与《东京地下空间宣言》的起草与签署;1993年结合杭州市城市总体规划修编研究编制《杭州市地下空间利用规划》,1993—1994年承担“中华第一沟”——上海张杨路共同沟研究与设计,开创了我国城市地下空间利用规划及综合管廊建设的先河;另申请获得国家专利3项。

路珊 同济大学地下建筑与工程系硕士,上海同技联合地下空间规划设计研究院总工程师。主持及参与30余项城市地下空间专项规划、控制性详细规划、修建性详细规划编制及设计项目,获国家、省市级规划设计类二、三等奖项6项。

阮叶菁 华侨大学城市规划工学学士,上海同技联合地下空间规划设计研究院研究员,主要从事地下空间的研究工作,参与珠海市地下空间技术标准、上海地下空间资源综合利用的发展策略、南京地下空间技术标准等多项研究工作。

■ 总 序 ■

国际隧道与地下空间协会指出,21世纪是人类走向地下空间的世纪。科学技术的飞速发展,城市居住人口迅猛增长,随之而来的城市中心可利用土地资源有限、能源紧缺、环境污染、交通拥堵等诸多影响城市可持续发展的问题,都使我国城市未来的发展趋向于对城市地下空间的开发利用。地下空间的开发利用是城市发展到一定阶段的产物,国外开发地下空间起步较早,自1863年伦敦地铁开通到现在已有150年。中国的城市地下空间开发利用源于20世纪50年代的人防工程,目前已步入快速发展阶段。当前,我国正处在城市化发展时期,城市的加速发展迫使人们对城市地下空间的开发利用步伐加快。无疑21世纪将是我国城市向纵深方向发展的时代,今后20年乃至更长的时间,将是中国城市地下空间开发建设和利用的高峰期。

地下空间是城市十分巨大而丰富的空间资源。它包含土地多重化利用的城市各种地下商业、停车库、地下仓储物流及人防工程,包含能大力缓解城市交通拥挤和减少环境污染的城市地下轨道交通和城市地下快速路隧道,包含作为城市生命线的各类管线和市政隧道,如城市防洪的地下水道、供水及电缆隧道等地下建筑空间。可以看到,城市地下空间的开发利用对城市紧缺土地的多重利用、有效改善地面交通、节约能源及改善环境污染起着重要作用。通过对地下空间的开发利用,人类能够享受到更多的蓝天白云、清新的空气和明媚的阳光,逐渐达到人与自然的和谐。

尽管地下空间具有恒温性、恒湿性、隐蔽性、隔热性等特点,但相对于地上空间,地下空间的开发和利用一般周期比较长、建设成本比较高、建成后其改造或改建的可能性比较小,因此对地下空间的开发利用在多方论证、谨慎决策的同时,必须要有完整的技术理论体系给予支持。同时,由于地下空间是修建在土体或岩石中的地下构筑物,具有隐蔽性特点,与地面联络通道有限,且其周围临近很多具有敏感性的各类建(构)筑物(如地铁、房屋、道路、管线等)。这些特点使得地下空间在开发和利用中,在缺乏充分的地质勘察、不当的设计和施工条件下,所引起的重大灾害事故时有发生。近年来,国内外在地下空间建设中的灾害事故(2004年新加坡地铁施工事故、2009年德国科隆地铁塌方、2003年上海地铁4号线建设事故、2008年杭州地铁建设事故等),以及运营中的火灾(2003年韩国大邱地铁火灾、2006年美国芝加哥地铁事故等)、断电(2011年上海地铁10号线追尾事故等)等造成的影响至今仍给社会带来极大的负

面效应。因此,在开发利用地下空间的过程中需要有深入的专业理论和技术方法来指导。在我国城市地下空间开发建设步入“快车道”的背景下,目前市场上的书籍还远远不能满足现阶段这方面的迫切需要,系统的、具有引领性的技术类丛书更感匮乏。

目前,城市地下空间开发亟待建立科学的风险控制体系和有针对性的监管办法,《城市地下空间出版工程》这套丛书着眼于国家未来的发展方向,按照城市地下空间资源安全开发利用与维护管理的全过程进行规划,借鉴国际、国内城市地下空间开发的研究成果并结合实际案例,以城市地下交通、地下市政公用、地下公共服务、地下防空防灾、地下仓储物流、地下工业生产、地下能源环保、地下文物保护等设施为对象,分别从地下空间开发利用的管理法规与投融资、资源评估与开发利用规划、城市地下空间设计、城市地下空间施工和城市地下空间的安全防灾与运营管理等多个方面进行组织策划,这些内容分而有深度、合而成系统,涵盖了目前地下空间开发利用的全套知识体系,其中不乏反映发达国家在这一领域的科研及工程应用成果,涉及国家相关法律法规的解读,设计施工理论和方法,灾害风险评估与预警以及智能化、综合信息等,以期成为对我国未来开发利用地下空间较为完整的理论指导体系。综上所述,丛书具有学术上、技术上的前瞻性和重大的工程实践意义。

本套丛书被列为“十二五”时期国家重点图书出版规划项目。丛书的理论研究成果来自国家重点基础研究发展计划(973计划)、国家高技术研究发展计划(863计划)、“十一五”国家科技支撑计划、“十二五”国家科技支撑计划、国家自然科学基金项目、上海市科委科技攻关项目、上海市科委科技创新行动计划等科研项目。同时,丛书的出版得到了国家出版基金的支持。

由于地下空间开发利用在我国的许多城市已经开始,而开发建设中的新情况、新问题也在不断出现,本丛书难以在有限时间内涵盖所有新情况与新问题,书中疏漏、不当之处难免,恳请广大读者不吝指正。

剑心虎

2014年6月

■ 前 言 ■

我国已经迈入城市地下空间开发利用的全新阶段。城市化进程的日趋加快,全国 39 座城市轨道交通建设先后通过国家批准,社会主义市场经济不断活跃与成熟,以及在生态文明背景下对资源集约化、环境友好化发展模式的迫切需求,都推动着我国城市地下空间的开发利用以更快的速度、更高的质量被不断再实践与再认识。回顾总结近 20 年的发展历程,我国城市地下空间开发利用的综合水平已有较大的跃进与提高,开发功能多样化、公益化,开发模式系统化、综合化,开发分期可衔接化,体现了城市发展对地下空间资源更合理、有序、高效、可持续发展的客观要求,也同时反映出作为约束、规范及引导地下空间资源开发利用的重要先导——地下空间规划设计,其编制理念与技术也在与时俱进,不断地进行创新、提升和完善。

自 2007 年 10 月 28 日《中华人民共和国城乡规划法》将地下空间规划定为城市规划编制体系的必要组成部分以来,我国大城市及县级以上城市都在组织编制城市地下空间规划,在规划编制技术体系方面已取得一定共识。然而为迎接由轨道交通、低碳城市、智慧城市及生态文明建设拉动的城市地下空间事业高速发展的全新阶段,地下空间规划与设计的编制需要在现有积累基础上,进一步加深对地下空间资源价值的认识、进一步挖掘“看不见”的地下空间资源创造的长远效益、进一步合理预判城市及地下空间的发展潜力与趋势,高瞻远瞩,用更加高远的眼光解决现实问题,创新编制理念,全面提升规划编制的科学性与前瞻性。笔者结合 30 余年从事城市地下空间科研教学及 20 余年城市地下空间规划与设计编制的实践,就新背景下进一步探索我国城市地下空间规划设计的科学性与合理性畅所欲言,期待有志于城市地下空间事业的同行们共鸣和斧正。

感谢同济大学、同济大学地下建筑与工程系、同济大学地下空间研究中心、上海市地下空间研究中心等单位及机构对相关研究提供的协助,感谢隧道与地下工程、岩土工程、地下空间著名专家、同济大学侯学渊教授和中国科学院院士孙钧教授,以及朱合华和彭芳乐教授对本书的指导。

衷心感谢上海同技联合地下空间规划设计研究院范家俊、徐加春、史慧飞、张森燕、秦晓玲、陈颖、陈国蓓等研究人员参与本书的资料采集与分析整理工作。

衷心期待本书的出版发行,能够架设一座中国地下空间与世界交流合作之桥,共同推进我国城市地下空间事业永续发展。

作 者

2015 年 9 月于同济

目 录

总序 前言

1	绪论	1
1.1	1.1 地下空间的基本属性	2
1.2	1.2 地下空间开发利用的基本动因	3
1.3	1.3 地下空间开发利用的基本特点	5
2	2 城市地下空间规划概论	7
2.1	2.1 城市地下空间规划	8
2.1.1	2.1.1 地下空间规划的基本内涵	8
2.1.2	2.1.2 地下空间规划与城市规划及其专项规划的关系	10
2.1.3	2.1.3 地下空间规划的需求性与必要性	11
2.1.4	2.1.4 地下空间规划的作用和主要任务	11
2.1.5	2.1.5 地下空间规划的程序和主要内容	12
2.1.6	2.1.6 地下空间规划的实施和评价	13
2.2	2.2 城市地下空间规划编制的发展演进与趋势	14
2.2.1	2.2.1 地下空间规划编制的发展演进与特点	14
2.2.2	2.2.2 地下空间规划编制的发展趋势	16
3	3 城市地下空间规划理论与方法	19
3.1	3.1 城市地下空间规划理论的研究进展	20
3.1.1	3.1.1 国内学者及其代表理论成果	20
3.1.2	3.1.2 国外研究成果与趋势	20

3.2	我国城市地下空间规划的理论依据	21
3.3	我国城市地下空间规划的理论体系	23
3.3.1	地下空间规划的“预评价”	23
3.3.2	地下空间规划的基本原则	23
3.3.3	地下空间规划中的资源综合评价	24
3.3.4	地下空间规划中的需求预测	25
3.3.5	地下空间规划中的空间管制	25
3.3.6	地下空间规划中的目标与策略	26
3.3.7	地下空间规划中的竖向规划	26
3.3.8	地下空间规划中的分项系统规划	28
3.3.9	地下空间规划的管控体系	32
3.3.10	地下空间规划中的分期衔接规划	33
3.3.11	地下空间规划的“后评价”	33
3.4	我国城市地下空间规划的方法体系	33
3.4.1	地下空间规划条件分析评价方法	33
3.4.2	地下空间资源综合评估方法体系	34
3.4.3	地下空间的需求预测方法	35
3.4.4	地下空间管制及导则制订方法体系	37
3.4.5	地下空间规划效益测评方法	39
3.5	我国城市地下空间规划理论方法的新进展	40
3.5.1	规划理论新进展	40
3.5.2	规划方法新进展	50
3.5.3	技术手段新进展	51
4	城市地下空间规划编制体系与成果要求	55
4.1	地下空间规划编制程序	56
4.1.1	地下空间规划的推进方法	56
4.1.2	地下空间规划基础调研	57
4.1.3	地下空间规划编制	58
4.2	地下空间规划编制体系	58
4.2.1	地下空间开发利用总体规划	58
4.2.2	地下空间开发利用专项规划	62
4.2.3	地下空间开发利用详细规划	65
4.2.4	地下空间开发利用城市设计	66
4.2.5	地下空间概念规划	68

4.3	地下空间规划成果体系	68
4.3.1	地下空间规划成果文件体系	68
4.3.2	地下空间总体规划成果体系	69
4.3.3	地下空间专项规划成果体系	70
4.3.4	地下空间详细规划成果体系	71
4.3.5	地下空间概念规划成果体系	72

5 城市地下空间利用与竖向分层设计 73

5.1	概述	74
5.2	地下空间的竖向利用	74
5.2.1	地下空间开发利用的现有功能类型	74
5.2.2	未来地下空间的开发利用	75
5.2.3	功能设施的开发利用深度及典型案例	76
5.2.4	功能设施所分布的城市区域	83
5.3	地下空间的竖向分层	84
5.3.1	地下空间的布局与竖向分层的基本原则与要求	84
5.3.2	总体分层设计	84
5.3.3	不同城市的地下空间竖向分层	85

6 城市功能与地下空间竖向设计 91

6.1	概述	92
6.2	地下交通功能的竖向设计	93
6.2.1	地下交通功能	93
6.2.2	地下交通设施及竖向设计	93
6.3	地下公共服务功能竖向设计	98
6.3.1	地下公共服务功能	98
6.3.2	地下公共服务设施及竖向设计	98
6.4	地下市政公用功能竖向设计	101
6.4.1	地下市政公用功能	101
6.4.2	地下市政公用设施及竖向设计	101
6.5	地下防灾减灾功能的竖向设计	104
6.5.1	地下防灾减灾功能	104
6.5.2	地下防灾减灾设施及竖向设计	104
6.6	地下仓储物流功能的竖向设计	105
6.6.1	地下仓储物流功能	105

6.6.2	地下仓储物流设施及竖向设计	105
6.7	地下能源环保功能的竖向设计	108
6.7.1	地下能源环保功能	108
6.7.2	地下能源环保设施及竖向设计	109
6.8	地下空间设施的竖向布局	110

7 城市地下空间的连通与整合设计

7.1	概述	116
7.2	地下空间的连通设计	116
7.2.1	轨道交通车站与周边地下空间设施的连通	116
7.2.2	地下综合体(地下街)与周边地下空间设施的连通	118
7.2.3	地下公共步行系统与周边地下空间设施的连通	119
7.2.4	重点片区人防工程设施之间的连通	122
7.2.5	综合管廊与沿线开发建设地块的连通	123
7.3	地下空间的整合设计	123
7.3.1	地铁车站区域的整合设计	124
7.3.2	地下公共服务设施的整合设计	125
7.3.3	地下综合体的整合设计	126
7.3.4	地下道路与综合管廊的整合设计	128
7.3.5	地下物流设施与其他设施的整合设计	129
7.4	地下空间的连通与整合设计案例——大源商业商务核心区地下空间的开发利用	129
7.4.1	项目概述	129
7.4.2	交通组织分析	132
7.4.3	地下环形车道及综合管廊	134
7.4.4	地下空间的连通与整合设计	137

8 城市地下空间的综合防灾设计

8.1	概述	142
8.1.1	地下空间灾害的类型	142
8.1.2	地下空间灾害的特点	142
8.2	地下空间防火灾设计	142
8.2.1	地下空间火灾的特点	142
8.2.2	地下空间防火灾技术要求	143
8.2.3	地下空间防火灾设计	147

8.2.4	地下空间防火灾设计案例——新宿地下街防火设计	148
8.3	地下空间防涝灾设计	148
8.3.1	地下空间洪涝灾害特点	149
8.3.2	地下空间防涝灾技术要求	150
8.3.3	地下空间防涝灾设计	151
8.3.4	地下空间防涝灾设计案例——地下车库	152
8.4	地下空间防震灾设计	152
8.4.1	地下空间震灾特点	152
8.4.2	地下空间防震灾技术要求	153
8.4.3	地下空间的防震灾设计	155
8.4.4	地下空间防震灾设计案例——综合管廊	156
9	城市地下空间的景观设计	159
9.1	概述	160
9.1.1	地下空间的环境特点	160
9.1.2	地下空间景观设计的要素	160
9.1.3	地下空间景观设计的基本原则	162
9.2	地下空间的景观设计	165
9.2.1	地下出入口空间景观的营造	165
9.2.2	地下公共步行空间景观的营造	169
9.2.3	地下防灾广场景观的营造	171
9.2.4	地下导视系统景观的营造	172
9.2.5	地上通风口景观的营造	173
10	国外案例赏析	175
10.1	蒙特利尔地下城	176
10.2	东京都地下空间利用规划	179
10.3	大阪车站钻石地区地下交通网	181
10.4	高崎共同沟设计	186
10.5	神户港岛地区供热工程	190
10.6	日本某城市车站地下空间详细规划	192
10.7	巴黎拉德芳斯新城地下空间规划	195
11	国内案例赏析	197
11.1	厦门市地下空间专项规划	198

11.2	上海虹桥综合交通枢纽地下空间利用规划	208
11.3	西安金融商务区地下空间控制性详细规划	215
11.4	钱江新城核心区地下空间控制性详细规划	223
11.5	青岛中德生态园商务居住区地下空间控制性详细规划	225
11.6	上海城市地下空间概念规划	230
11.7	横琴新区地下空间规划	238
参考文献		248
索引		251



1 绪 论

在地表以下,自然形成或人工开凿的空间为地下空间。城市地下空间是指城市规划区内的地下空间,以地下建筑的开发形式出现较多,城市地下空间的开发在功能上起到补充城市地上空间的作用,通过地上地下空间的协调发展完善城市系统的运行。

地下空间是一种宝贵的自然资源,发达国家在 19 世纪中叶开始了对它的现代化开发利用,我国对它的利用最早可追溯到古代黄河流域黄土高原地区的“窑洞”,现代化的开发利用则从 20 世纪 60 年代开始。当今国内外大都市都在对地下空间进行有序、合理、经济、高效的开发利用,其被广泛应用于交通、商业、文化、娱乐、体育、仓储、物流、防空、防灾、环保、能源、居住、信息、生物、科教实验等功能领域,并已取得一定的成就,积累了丰富的经验。实践证明,地下空间资源的开发与利用,是人类摆脱发展进程中新的生存空间危机,解决城市用地不足、交通拥挤、环境污染、防灾抗毁、空间饱和等难题,走可持续发展道路必不可缺的重要途径。

近年来,国内外地下空间专家一致认为,地下空间像土地矿产资源一样,是城市建设的新型国土资源。积极开发利用地下空间,把地下空间作为一种资源,这已成为世界各国大城市的发展趋向,是拓展城市空间的重要途径^①。

1.1 地下空间的基本属性

1. 地下空间的自然资源属性

1) 开发的约束性

地下空间首先作为一种位于地球岩石圈空间的自然资源,具有自然资源具备的属性特征,其开发同时具有有限性与约束性。对地下空间资源的开发受到诸多条件的限制,必须经过深入的地勘调查、科学论证和统筹综合规划分析,才能进行合理开发。

2) 开发的不可再生性

地下空间同时是一种不可再生的自然资源。地下空间资源一旦开发使用,不易重复循环利用,同时对地层环境的影响不易消除,类似诸多不可再生的自然资源类型,资源恢复及补救保护将花费高额的代价。因此,对地下空间资源的开发必须遵循保护性开发的原则,进行统筹计划使用。

3) 开发的稳定性

地下空间资源位于岩石圈空间,它具有致密性和构造单元的长期稳定性,受到地震等自然灾害的破坏作用比地面建筑轻,具有开发稳定的良好特性,是有利于人类生产、生活使用的自然资源。

2. 地下空间的空间资源属性

地下空间是并行于地表空间、海洋空间、宇宙空间的客观空间存在。其本质作用是发挥空间拓展的功能,即对自然活动及人类活动进行空间承载、供自然生物及人类进行生活、生产的

^① 吴敦豪,等:《城市地下空间开发利用管理与建筑详细规划及典型实例应用图集》,城市管理出版社,2011。