

# 土地管理三维思维

## 土地立体化利用管理技术

罗平 罗婷文 等著



非外借



科学出版社

# 土地管理三维思维

## ——土地立体化利用管理技术

罗 平 罗婷文 等 著

科学出版社

北 京

---

## 内 容 简 介

本书是对“十二五”国家科技支撑计划课题“城市土地空间立体化利用管理技术研究”的成果总结，是一本介绍土地管理三维思维的基本认识，以及三维思维下土地立体化利用管理技术与实践探索的专著，是土地管理三维思维的一次展示，是土地立体化利用管理技术的系统介绍。本书主要立足于土地立体化利用的趋势性与三维特征，在对土地立体化利用的驱动力、适宜性等根源性问题进行辨析的基础上，提出土地管理三维思维，进而探索了涵盖“调查-评价-调控”多个环节的土地立体化利用管理技术，并以深圳市为示范对象进行实践总结与技术应用。

本书适合土地利用、土地管理、城市规划与管理、地理信息技术等专业的科研人员、专业技术人员，以及高校相关专业的本科生、研究生阅读。

### 图书在版编目（CIP）数据

土地管理三维思维：土地立体化利用管理技术 / 罗平等著. —北京：科学出版社，2018.9

ISBN 978-7-03-058582-0

I. ①土… II. ①罗… III. ①土地管理-研究-中国 IV. ①F321.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 194384 号

责任编辑：杨帅英 赵 晶/责任校对：何艳萍

责任印制：肖 兴/封面设计：图阅社

**科学出版社** 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencecp.com>

**中国科学院印刷厂** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2018 年 9 月 第 一 版 开本：787×1092 1/16

2018 年 9 月 第一次印刷 印张：14 1/2

字数：344 000

定价：139.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

## 主编简介

罗平，男，1974年8月生，湖北荆州人，博士后，教授级高工，武汉大学兼职教授，国土资源部城市土地资源监测与仿真重点实验室执行主任，广东省土地学会副理事长，国土资源部科技创新领军人才，深圳市地方级高层次领军人才。曾获国土资源部“十一五”“十二五”先进科技个人、省部级科技进步奖4项，主持国家“十二五”科技专项、国土资源部公益性行业科研专项等国家级课题3项，出版专著和发表学术论文40余篇。主要研究领域为智慧城市、土地管理和城市规划，曾主持深圳市土地利用总体规划修编（2006~2020年）、统筹深圳市土地管理制度改革研究和深汕特别合作区智慧城市顶层设计等多项有重大影响的课题。

罗婷文，女，1980年10月生，湖南衡阳人，博士，副研究员。毕业于中国科学院生态环境研究中心，曾以国家公派访问学者的身份留学英国。历任深圳市规划国土发展研究中心副总规划师，国土资源部城市土地资源监测与仿真重点实验室实验办负责人。兼任深圳市宜居城市建设专家库成员、深圳市政府重大行政决策咨询专家库成员。曾获国土资源部科技进步奖二等奖（部级）。研究领域重点集中在土地管理、城市规划、生态保护、地理信息技术应用，主要参与国家科技支撑课题、中国工程院重大咨询项目、国家973计划项目等纵向课题10余项，主持深圳城市发展决策技术支撑类课题30余项，参与编制的多项规划及政策已颁布实施。公开发表论文逾20篇（含两篇SCI论文），参与出版专著1部，参与申请专利2项，获取专利1项，参与开发系统软件并成功申请软件著作权1项。

# 《土地管理三维思维——土地立体化利用管理技术》

## 编写组

主 编 罗 平 罗婷文

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

丁 楠 杜荃深 贺 彪 李晓明

沈少青 孙语晴 文楚君 肖 琳

徐志搏 姚 尧 应 申 游 朋

# 序

土地管理的三维思维源于土地的立体化利用。

2005年，深圳市首次公开出让了一宗地下空间土地使用权，这也是深圳市第一次以分层方式立体化出让土地使用权。这一方式不仅是土地管理实践的一次突破，也向传统的地籍管理技术提出了挑战，因为地下空间无法以传统的二维地籍（宗地图）表达权属空间范围。这促使我们开始了三维地籍研究。

随着研究的深入，我们逐步认识到，三维地籍不仅仅涉及土地管理技术和制度问题，还涉及规划、建设、管理的方方面面，需要思维模式的全面转换和相关领域的系统创新。2015年，本人在第六届全国土地资源管理博士生论坛上以“土地问题的三维视角”为题作了演讲，随后，与本书的主要著者罗平和罗婷文就该问题进行了较为深入的探讨，并共同发表了题为《土地管理三维思维与土地空间资源认知》的论文，系统地提出了土地管理三维思维的思想，将土地的表层资源认知拓展至土地的空间资源认知，希望推动土地管理领域在理念、制度和技术上进行三维思维化的发展，促进土地科技创新，支撑土地实践问题解决。

从发展的角度看，土地立体化利用是人类城市化进程中自我演变与路径选择的结果，其背后有着蔓延模式下日渐难以负荷的成本、资源匮乏下的形势倒逼、人本原则下的自我转变等诸多驱动因素，是一种历史的必然。然而，土地管理三维思维是一个认知层面的创新性凝练与提升，是对支撑人类快速城市化进程的秉承二维思维的土地管理理论方法的拓展，涉及认识角度、理论方法等系列内容的转变，是思维方法和认知体系的一个主动创新。

该书的研究团队是一群具有土地管理理论、技术和制度创新情怀与追求的年轻精英，他们在土地管理三维思维认知的基础上，聚焦土地立体化利用活动，开展相关管理技术的系统探索，既因应现实需求，又具有长远意义。基于此次研究成果，继续延展、深化关于土地立体化利用适宜性、实践模式、标准规范、规划管理等方面的内容，对于助力我国乃至世界的城市化进程，解决城市的土地空间资源问题，建设未来美好城市均具有较大的科学价值和实践意义，也是对土地科技事业的一份贡献。

郭仁忠

2018年6月

# 前 言

土地是人类生产生活的基本载体,随着生产力水平的提升,其物质形态、内涵属性、利用方式、功能表象等不断演进与发展。在工业化及城市化进程中所伴随的社会经济要素集聚、土地资源日益紧缺的背景下,以地表、地上、地下分空间开发与多功能利用为主要特征的土地立体化利用行为由此出现,其利用规模不断增加、利用形式不断丰富。据不完全统计,截至2016年全球已有逾200个城市开展土地立体化利用,纵观世界城市发展的历史和启迪,其已成为资源紧约束形势下城市发展与土地利用的主要路径选项。

秉承二维思维的土地管理理论方法支撑了人类快速城市化进程并将继续发挥其作用,但当面临土地立体化利用活动时呈现出诸多不适应性,其以土地平面表层资源及所衍生的人权地管理为主要对象的相关技术及制度,难以描述、分析、管理土地立体化利用活动所产生的不同地表的三维空间存在。发展土地管理三维思维既是符合社会发展与土地利用的现实需求,也是土地认知的一次演绎发展与探索突破,引发土地管理领域在理念、制度和技术上进行三维思维化的重构与创新,具有重要的科学意义和实践价值。在谨慎认识与权衡二、三维利用与管理的前提下,深化土地管理三维认知,系统研究土地立体化利用管理技术,对于实施节地发展战略、促进新型城镇化建设具有重要意义。

本书是一本介绍土地管理三维思维的基本认识,以及三维思维下土地立体化利用管理技术与实践探索的专著,是土地管理三维思维的一次展示,是土地立体化利用管理技术的系统介绍。本书主要立足于土地立体化利用的趋势性与三维特征,在对土地立体化利用的驱动力、适宜性等根源性问题进行辨析的基础上,提出土地管理三维思维,进而探索了涵盖“调查-评价-调控”多个环节的土地立体化利用管理技术,并以深圳市为示范对象进行实践总结与技术应用。土地立体化利用呈现了一种不同于传统认知的利用形态,并向更加丰富的方向发展。土地管理三维思维是土地认知在三维思维下的演绎发展,具有重要的理念性创新意义,需要系统性研究与发展。本书仅为三维思维下土地利用管理技术的一次尝试,并阐述了关于土地管理三维思维及土地立体化利用管理技术的价值与挑战。全书共包括10章,按照土地管理三维思维的提出、认知、探索、实践的逻辑顺序进行阐述。第1章介绍城市立体化发展与土地立体化利用趋势,提出土地管理三维思维,并对其内涵进行简要解析。第2章介绍土地立体化利用的集约性及驱动力,从宏观认识层面解析土地立体化利用的产生背景与时代价值。第3~第8章分别介绍三维思维下土地立体化利用调查、评价、优化调控、管理的认识创新与技术尝试。第9章介绍土地立体化利用的案例及三维思维的管理技术示范。第10章展望土地管理三维思维的价值、挑战。

第1章“土地立体化利用与土地管理思维转变”由罗平、罗婷文、徐志搏撰写,罗平统稿;第2章“城市土地立体化利用的宏观分析”由罗婷文、徐志搏、游朋撰写,罗婷文统稿;第3章“土地立体化利用调查与数据管理”由姚尧、李晓明、贺彪撰写,罗婷文统稿;第4章“土地立体化利用评价”由罗婷文、徐志搏、姚尧、文楚君、肖琳、

沈少青撰写，罗婷文统稿；第5章“立体化利用模式下智能规划技术”由徐志搏、沈少青、罗婷文撰写，罗婷文统稿；第6章“土地立体化利用权属管理与三维地籍”由应申、罗平撰写，罗平统稿；第7章“空间建设用地使用权与权利冲突管理”由丁楠、杜茎深撰写，罗平统稿；第8章“土地立体化利用管理系统构建”由姚尧、罗婷文撰写，罗婷文统稿；第9章“深圳市土地立体化利用与管理实践”由罗婷文、徐志搏撰写，罗婷文统稿；第10章“土地管理三维思维的展望”由罗婷文撰写并统稿。

本书能够顺利出版，一路上得到了许多前辈、领导、同事、朋友的帮助和支持。首先，非常感谢深圳大学、国土资源部城市土地资源监测与仿真重点实验室郭仁忠院士的指导与支持，郭院士的学术思想对本书的定位与方向起到了非常重要的引领性作用。其次，感谢“十二五”国家科技支撑计划课题“城市土地空间立体化利用管理技术研究”的资助，感谢课题组全体成员的帮助与付出。感谢深圳市数字城市工程研究中心、国土资源部城市土地资源监测与仿真重点实验室的领导、同事们的关心与帮助。感谢深圳大学丁楠教授、武汉大学应申教授、中国科学院地理科学与资源研究所李红旻副研究员的协助。其他为本书撰写及在出版过程中提供帮助的人员，在此一并表示感谢。

罗 平 罗婷文

2017年12月30日



# 目 录

序

前言

第 1 章 土地立体化利用与土地管理思维转变 .....	1
1.1 土地立体化利用的趋势与特征 .....	1
1.1.1 城市发展的空间轨迹 .....	1
1.1.2 土地立体化利用实践 .....	3
1.1.3 土地立体化利用特征 .....	15
1.2 三维思维的基本认知 .....	16
1.2.1 转换思维的必要性 .....	16
1.2.2 管理对象的三维认知 .....	17
1.2.3 管理技术的三维认知 .....	18
参考文献 .....	19
第 2 章 城市土地立体化利用的宏观分析 .....	21
2.1 理论基础 .....	21
2.1.1 土地资源稀缺论 .....	21
2.1.2 地租价格理论 .....	21
2.1.3 土地报酬递减理论 .....	22
2.1.4 空间集聚理论 .....	23
2.1.5 土地可持续利用理论 .....	24
2.2 土地立体化利用的集约性 .....	24
2.2.1 城市发展角度 .....	24
2.2.2 经济学角度 .....	26
2.3 土地立体化利用的驱动力 .....	28
2.3.1 驱动要素分析 .....	28
2.3.2 驱动机制探索 .....	39
2.4 土地立体化利用的形成环境与实施模式 .....	39
2.4.1 土地立体化利用的形成环境 .....	39
2.4.2 土地立体化利用的战略模式 .....	41
2.4.3 土地立体化利用的实施模式 .....	44
参考文献 .....	46
第 3 章 土地立体化利用调查与数据管理 .....	48
3.1 土地空间调查现状总结 .....	48
3.1.1 土地空间调查类型 .....	48
3.1.2 土地空间调查技术方法 .....	49

3.1.3	土地空间调查标准规范	50
3.2	土地立体化利用数据情况	51
3.2.1	数据特征	51
3.2.2	数据类型	52
3.3	土地立体化利用调查思路	53
3.3.1	从平面调查到空间调查	53
3.3.2	土地空间综合调查体系与机制	54
3.4	土地立体化利用数据集成	57
3.4.1	数据一致性统一技术	57
3.4.2	数据集成框架	59
3.4.3	多源土地空间资源数据的三维集成	60
3.5	基于语义的数据关联技术	61
3.5.1	土地空间数据语义时空数据模型	61
3.5.2	土地空间数据地址树构建技术	63
3.5.3	中文地址匹配技术	64
	参考文献	65
<b>第4章</b>	<b>土地立体化利用评价</b>	<b>66</b>
4.1	基本思路	66
4.1.1	研究进展	66
4.1.2	理论框架	67
4.1.3	技术路线	68
4.2	基于改进面积法的土地立体化利用潜力评价	69
4.2.1	评价指标与方法	70
4.2.2	深圳市土地立体化利用潜力评价	74
4.3	土地立体化利用适宜性评价	78
4.3.1	基于功能优化的建筑立体化利用适宜性评价	78
4.3.2	基于效率提升的交通立体化利用适宜性评价	82
4.3.3	基于环境改善的绿化立体化利用适宜性评价	86
4.3.4	土地立体化利用适宜性综合评价	88
4.4	秉承三维思维的土地立体化利用现状评价	89
4.4.1	关于三维思维评价的解析	90
4.4.2	评价指标	91
4.4.3	土地立体化利用评价：建筑	92
4.4.4	土地立体化利用评价：交通	96
4.4.5	土地立体化利用评价：绿化	102
4.5	地下空间利用的经济价值评估：地铁沿线不动产增值	106
4.5.1	基于GWR的特征价格模型	107
4.5.2	深圳地铁沿线不动产增值	110
	参考文献	112

第5章 立体化利用模式下智能规划技术 .....	115
5.1 地上下空间协调的地铁线路规划 .....	115
5.1.1 基本要素 .....	115
5.1.2 技术方案 .....	117
5.1.3 深圳市示范区地铁线路规划 .....	129
5.2 基于三维评价指标的绿化资源优化配置 .....	133
5.2.1 基于三维绿量指标的优化配置必要性 .....	133
5.2.2 优化配置原则与技术路径 .....	134
5.2.3 优化配置方案 .....	135
参考文献 .....	138
第6章 土地立体化利用权属管理与三维地籍 .....	140
6.1 土地立体化利用权属管理 .....	140
6.1.1 管理需求 .....	140
6.1.2 管理内容 .....	141
6.2 三维地籍关键技术 .....	142
6.2.1 产权体的空间表达 .....	142
6.2.2 三维地籍的空间数据模型 .....	146
6.2.3 三维几何体的构建和有效性验证 .....	148
6.2.4 地籍产权体的时空变化、空间分析与操作 .....	151
参考文献 .....	152
第7章 空间建设用地使用权与权利冲突管理 .....	154
7.1 空间建设用地使用权基本范畴界定 .....	154
7.1.1 空间建设用地使用权的概念 .....	154
7.1.2 空间建设用地使用权的客体 .....	155
7.1.3 空间权的权利分类 .....	155
7.2 我国空间建设用地使用权制度构建 .....	157
7.2.1 国内立法现状 .....	157
7.2.2 其他地区空间权法律实践及比较 .....	158
7.2.3 我国空间建设用地使用权制度构想 .....	159
7.3 土地立体化利用的权利冲突管理 .....	161
7.3.1 土地立体化利用的权利冲突问题 .....	162
7.3.2 物权客体特定原则与三维地籍技术 .....	163
7.3.3 物权公示、公信原则与空间建设用地使用权登记 .....	164
7.3.4 物权优先效力与权利冲突 .....	167
7.4 立体新型相邻空间利用关系及其制度创新 .....	169
7.4.1 立体新型相邻空间利用关系及其特征 .....	169
7.4.2 传统地役权与相邻关系的不适应性 .....	170
7.4.3 相邻空间关系利用制度构建建议 .....	171
参考文献 .....	172

<b>第 8 章 土地立体化利用管理系统构建</b> .....	174
8.1 立体绿化评价调控专题系统 .....	174
8.1.1 系统设计 .....	174
8.1.2 功能模块 .....	175
8.2 地铁沿线不动产增值评价专题系统 .....	181
8.2.1 系统设计 .....	181
8.2.2 功能模块 .....	181
8.2.3 系统界面 .....	184
8.3 地铁线路智能规划系统 .....	188
8.3.1 系统设计 .....	188
8.3.2 功能模块 .....	189
8.3.3 系统界面 .....	193
<b>第 9 章 深圳市土地立体化利用与管理实践</b> .....	200
9.1 城市减量发展模式的必然选择 .....	200
9.2 土地立体化利用实践案例 .....	203
9.3 土地立体化利用规划及管理实践 .....	213
参考文献 .....	214
<b>第 10 章 土地管理三维思维的展望</b> .....	215
10.1 价值 .....	215
10.2 挑战 .....	217
参考文献 .....	218

# 第1章 土地立体化利用与土地管理思维转变

## 1.1 土地立体化利用的趋势与特征

### 1.1.1 城市发展的空间轨迹

纵观全球城市发展历史进程，分散发展和集中发展是现代城市发展的两种主要趋势（图 1.1）。城市分散发展理论出现的时间较早，已形成比较完整的理论陈述。城市分散发展理论起源于霍华德田园城市理论（1898 年），并先后提出有机疏散理论、卫星城理论、广亩城理论、新城理论等，强调通过疏散城市布局缓解城市拥挤问题（何舒文，2008）。事实上，20 世纪 60 年代美国普遍出现的郊区化特征正是赖特广亩城思想的一种体现。然而，扩张式的城市发展模式的弊端逐渐显现，功能重复建设、新城活力低下、城市生产效率下降等问题日益凸显。

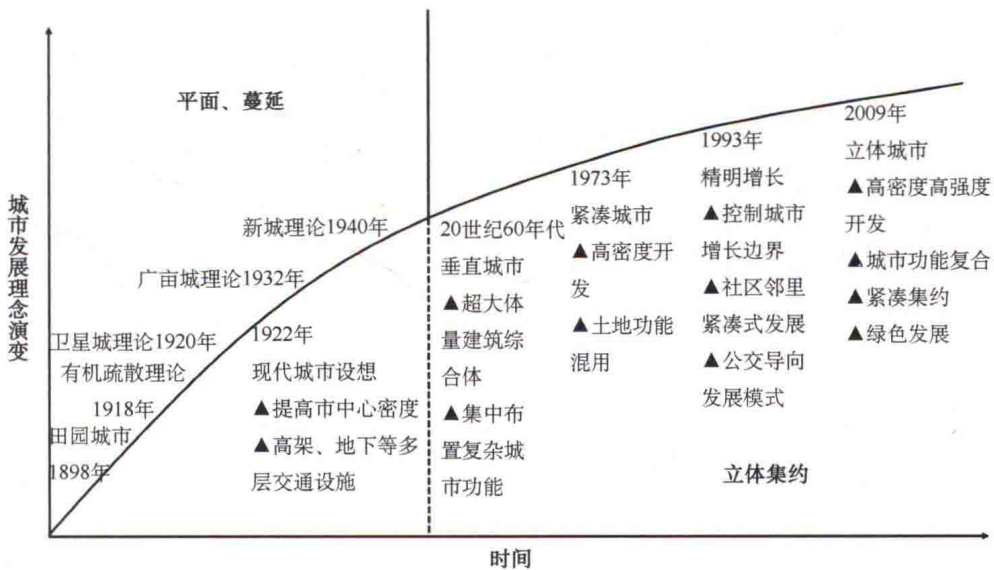


图 1.1 城市发展理念演变

工业化、城市化进程的快速推进，使城市发展逐渐从平面蔓延向空间集约转变，将城市视为立体空间并进行生产生活要素组织的理论思想不断涌现。

勒·柯布西耶首先提出现代城市设想，指出通过提高市中心密度、改善交通等方式全面改造城市地区，并指出采用高层建筑和高效城市交通等技术手段解决城市拥挤问题，设想建筑物用地面积只占城市用地面积的 5%，其余 95% 的开阔地布置公园和运动场，同时主张采用规整的棋盘式道路网，采用高架、地下等多层的交通系统，以获得较高的运输效率，各种工程管线布置在多层道路内部。其在“300 万人口现代城市规划设

想草图”中提出，以铁路、航空和汽车交通的汇集点为城市中心，站屋广场采用多层空间方案，并在城市中心区建造 24 幢 60 层的摩天办公楼，实现人口密度达到 3000 人/hm<sup>2</sup> 的设想（勒·柯布西耶，2009）。

20 世纪 60 年代，西方国家、日本等掀起关于垂直城市（vertical city）的讨论，主张超大体量建筑综合体的建设和复杂城市功能的集中布置，逐渐将都市的要素流动方向由横向转为纵向（Weisman, 1953），这恰好形成了垂直城市的两种不同的表述，即作为建筑的垂直城市和作为城市的垂直城市。前者是指将居住、工作、生活、休闲及社会服务等城市要素共同集成于一幢巨型建筑，意味着作为容纳空间的建筑需要具备超大的体量、超高的高度和容积率、超大的人口密度及少量的占地空间，力图实现系统的自给自足，尽量较少对外界环境的影响，但直到今天，限于技术条件，这种理想的、作为建筑的垂直城市仍然无法实现；后者则是指由摩天大楼作为城市主要的建筑类型的大都会城市，是城市高强度、高容量土地开发的必然结果，同时通过垂直分区的功能配置方法实现城市的垂直发展。

20 世纪 70 年代，紧凑城市（compact city）理念被提出，其主张高密度、结构紧凑的城市形态，强调城市土地功能的混合使用。以欧洲为代表的紧凑型模式主张在有限的城市空间布置较高密度的产业和人口，节约城市建设用地，提高土地的配置效率。George B. Dantzig 和 T. L. Saaty 在专著《紧凑城市——适于居住的城市环境计划》中阐述了采用紧凑城市理念的原因、紧凑城市的要点等内容。欧洲共同体委员会是紧凑城市的积极倡导者，于 1990 年发布的《城市环境绿皮书》再次提出“紧凑城市”这一概念，并将其作为“一种解决居住和环境问题的途径”，认为紧凑城市对于有效遏制城市蔓延、保护郊区开敞空间、减少能源消耗并提供多样化而充满活力的城市生活十分重要（Commission of the European Communities, 1990）。

20 世纪 90 年代，美国提出精明增长（smart growth）理念，主张兼顾社会、经济、环境综合效益的城市集约发展，通过控制城市增长边界、限制低密度开发、社区邻里紧凑式的发展，以及保护自然用地等手段，来促进城市的精明增长，并提出公交导向发展模式（TOD）。2000 年，美国规划协会（APA）联合 60 家公共团体组成了“美国精明增长联盟”（Smart Growth America），确定精明增长的核心内容是用足城市存量空间，减少盲目扩张；加强对现有社区的重建，重新开发废弃、污染工业用地，以节约基础设施和公共服务成本；城市建设相对集中，空间紧凑，混合用地功能，鼓励乘坐公共交通工具和步行，保护开放空间和创造舒适的环境，通过鼓励、限制和保护措施，实现经济、环境和社会的协调（Daniels, 2001）。在美国，精明增长的实践行动包括联邦政府、州和地方政府 3 个层面。在联邦政府层面，美国规划协会于 2002 年制订关于精明增长的立法指导手册（APA Growing Smart Legislative Guidebook），以促进各州规划和分区的现代化。在州层面，1997 年马里兰州通过 5 项立法提案促进马里兰州精明增长（Knaap and Frece, 2007），包括《精明增长地区法 1997》《农村遗产法 1997》《棕地复兴计划》《创造就业机会税收鼓励计划》和《就近工作居住计划》。在地方政府层面，《波兰地区规划 2040》提出，“严格控制城市增长边界，规划预测到 2017 年将会新增人口 40%，但城市范围将只增加 2%；将城市用地需求集中在已有中心和公交走廊周围；增加既有居住密度，减少每户住宅的占地面积；增强对绿色空间的保护；迅速扩大轻轨系统和公交系统的服务水平

和能力”的发展策略（诸大建和刘冬华，2006）。

21世纪初，在哥本哈根世界气候大会上，冯仑提出立体城市（GREAT city）的概念，提倡城市“竖向发展、大疏大密、产城一体、资源集约、绿色交通与智慧管理”。其主要内容是在大约  $1\text{km}^2$  的土地上，打造一个建筑面积约为  $600\text{万 m}^2$ 、可容纳  $8\text{万}\sim 10\text{万}$  人的中密度建筑群，与传统模式相比，其占用的土地空间仅为传统模式的  $1/7$ ，但投资密度却是传统模式的  $3\sim 5$  倍（冯仑，2013）。冯仑设想，将城市的发展从“摊大饼式”向“三维立体式”转变，城市核心区集中紧凑、密度适中，实现产业复合、规模适当、职住平衡、服务配套的空间组织方式，基于可持续城市设计框架建设，以步行环境为宗旨，以绿色代步工具为辅助，在立体城市管理中嵌入前沿智能管理系统，为城市提供交通、电力、建筑、安全等基础设施和医疗健康等支柱产业，以及为城市居民生活提供全域性智能化服务，从而提升城市生产、管理、运行的现代化水平。立体城市空间特性的改变导致了空间与时间分布的独特性，其与常规城市在二维平面上蔓延不同，立体城市高效的空间组合是其独特的优势。

### 1.1.2 土地立体化利用实践

伴随工业化、城市化过程的快速推进，粗放扩张的城市发展模式引发了资源匮乏、交通拥堵、环境恶化、内城衰落等一系列问题，与此同时，在土地资源紧缺、社会经济要素集聚及产业结构转型升级的宏观背景下，垂直城市、紧凑城市、精明增长、立体城市等城市发展理论应运而生，立体化的城市空间形态逐渐在现代城市中得到发展。随着城市发展模式的演变，在城市紧凑化、枢纽化、绿色化和有机化等发展理念的引导下，城市土地利用实践也逐渐呈现立体化趋势，逐渐从平面外延式扩张的粗放利用模式向“地上空间高强度”的集约利用模式，再到地上、地下空间综合开发、分层利用的土地立体化利用模式转变。通过对地表、地上和地下空间合理增加劳动、资本、技术等要素，不断提高土地空间的利用效率，从而较好地实现良好的经济、社会、生态效益。

#### 1. 城市土地立体化利用发展情况

据不完全统计，截至 2016 年全球共有 63 个国家、217 个城市开展了土地立体化利用。通过对比 1960 年和 2016 年两期世界各国开展土地立体化利用的城市数量分布可以发现，1960 年以前，土地立体化利用行为主要出现在欧洲、北美、澳大利亚，其中美国是开展土地立体化利用最多的国家，世界土地立体化利用城市分布格局相对集中且基本处于起步或尚未开始阶段，其后 50 余年，世界各国陆续开展土地立体化利用实践，亚洲、南美和北非国家逐渐在其主要城市开展土地立体化利用，土地立体化利用在世界范围内开始蔓延，中国、德国、美国、日本成为世界上拥有较多开展土地立体化利用实践城市的国家。

1868 年，第一条高架铁轨出现在纽约格林尼治街，并在十几年间在纽约街道上空延伸，轨道交通成为支撑这个城市的动脉。钢结构和电梯技术为高层建筑扫清了技术和功能障碍，19 世纪末高层建筑开始在纽约出现，1902 年建成的熨斗大厦是纽约早期高层建筑的代。纽约城市发展在不断向周围伸展的同时，高楼大厦拔地而起，不断改变着城市天际线。20 世纪 20 年代美国垂直化达到高潮。在纽约的十大最高建筑中有 5 座是在

1930~1933年建成的，包括克莱斯勒大厦（1930年）、帝国大厦和洛克菲勒中心（1931年）等（赵炳时，1997）。通过开发建筑综合体，推进立体交通，在地面上建高层建筑的同时兴建地下商业娱乐中心，纽约的土地立体化利用实践日益丰富完善[图 1.2 (b)]。

东京土地立体化利用起步于 20 世纪 20 年代城市发展初期的地下轨道交通，1927 年东京开通亚洲第一条地铁线，地铁建设带动形成了地下行人通行网络，1930 年东京上野火车站地下步行通道开设商业柜台，开启“地下街之端”（颜勤和潘崑，2012）。第二次世界大战战后复兴带动了城市化进程飞速推进，地下空间建设进入大规模发展时期，并且产生了高架立交、高层建筑、城市综合体等不同形态的立体开发行为，土地立体化利用规模持续扩张。1961 年东京开始试行“特定街区制度”，1963 年在此基础上增加容积率地区制度，取消对建筑物绝对高度的限制，容积率地区制度促进了东京超高层建设（肖军，2015），霞关大厦等超高层建筑就出现在这一时期。70 年代，以私人汽车为主的交通模式给东京带来诸多社会问题，迫使东京重新考虑城市交通发展战略，以促进城市健康发展。在新的城市交通发展战略中，东京明确主导发展城市公共交通，在发展城市有轨电车、地下铁路等方面做出一系列努力。从 90 年代末到 21 世纪，以促进高效土地利用带动周边地区发展为目的的城市建设项目快速增加，紧凑型开发、多功能建设促进地区发展，成为城市建设的主导[图 1.2 (a)]。

香港土地立体化利用起步于 20 世纪 50 年代城市发展低速增长阶段的立体步行系统，其后产生高层建筑。1956 年颁布，建筑物高度出现飞跃，从原来的 70~80ft(21.3~24.4m) 近乎增长一倍。在某些地区，介于 18:1~20:1 的容积率均有可能，其几乎是世界上最高的容积率。1966 年，新的《建筑条例》提出更多改变，允许建筑物建成体积虽大但仍在合理范围之内形式，或是又高又窄，但不允许同时在体积和高度上都超过一定规模，因此“基座+塔楼”的样式变成最主要的建筑新形式，并且主导了香港的城市发展。在快速城市化进程中，70~90 年代城市发展高速增长阶段涌现出了地下通道、城市综合体、轨道交通等类型更多、体量更大的立体开发项目，土地立体化利用的深度和广度不断增加。1973 年，康乐大厦突破性地以 178m 的建筑高度成为香港的新地标。自此以后，香港最高的建筑高度在整整 30 年里不断稳定地持续攀升，最终在 2003 年达到 415m。新城及与老城区相邻的新开发地区的铁路车站不仅是车站和商铺，而且是超大型建筑或建筑群的一部分。90 年代初兴建的从湾仔地铁站到出入境大楼的人行天桥与周边建筑相连接。21 世纪城市发展步入新阶段，经济的再次腾飞伴随着各种类型的立体开发建设，土地立体化利用呈现成熟态势，这一时期城市建设中涌现出许多大体量、综合型立体开发项目，紧凑开发、多功能建设成为土地立体化利用的主导（林燕，2007）。此外，香港特区政府实施了“高空绿化”计划，包括屋顶绿化、垂直绿化、空中花园、平台种植等[图 1.2 (c)]。

新加坡土地立体化利用始于 20 世纪 30 年代末城市发展初期的高层建筑，经过 20 年城市的缓慢发展，其规模有所增加。60 年代中后期城市开始加速发展，城市化推进伴随着空中绿化、高架立交、轨道交通、城市综合体等新的立体开发行为。1982 年开工建设首条地铁线路，土地立体化利用的规模不断扩大；90 年代末城市发展又一次迎来高速增长，与此同时产生了许多大体量、种类各异的立体开发项目，土地立体化利用进入成熟发展阶段。在城市开发过程中，新加坡逐步探索交通与城市同步发展的新模式，大量



采用车站周边高密度、高强度的住宅-商业混合开发模式。新加坡地铁车站与其他设施较好地整合，为乘客提供多功能服务。在新加坡最大的地铁换乘站——多美歌站，地下五层为地铁站台层和营运大厅，而地上十层作为商业开发（钟辉等，2013）。新加坡还在组屋区和市中心建设大量立体停车库，通过空间利用，最大限度地减少交通设施对土地资源的占用，同时发展地下公路，如中央高速公路入城段即采用隧道形式，而加冷-巴耶利巴（KPE）高速公路则是东南亚最长的地下高速公路。进入 21 世纪，新加坡强制推行屋顶绿化、天桥绿化、墙体绿化、阳台绿化等，“平面花园”已经转变为“立体花园”，空中绿化成为绿城建设的要素[图 1.2（d）]。

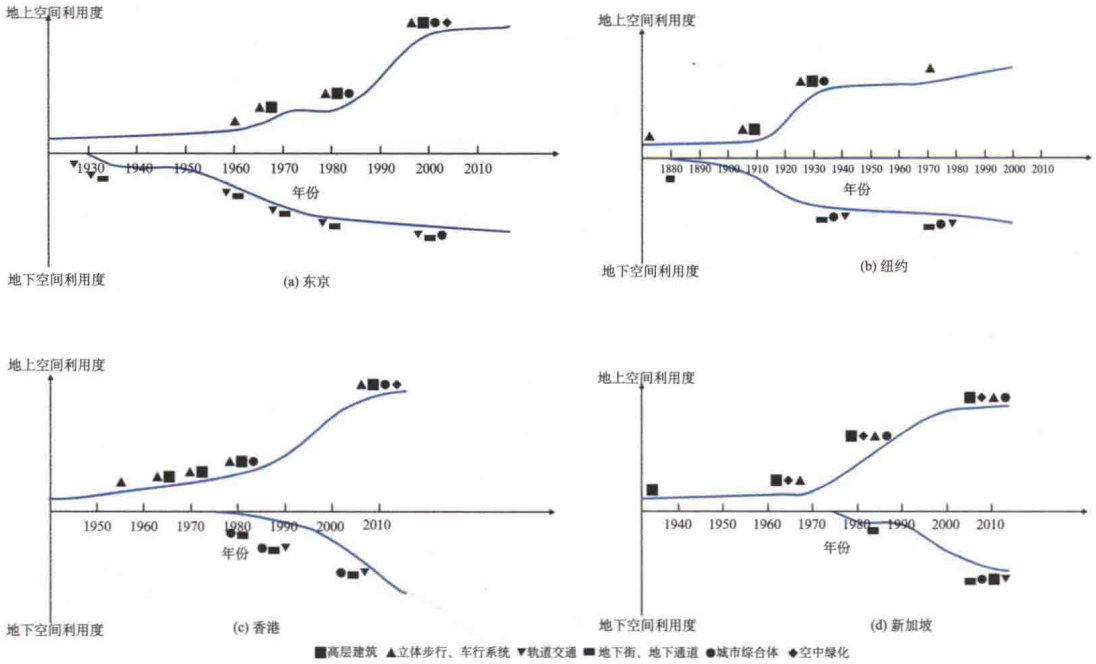


图 1.2 典型城市土地立体化利用实践发展

## 2. 不同类型的土地立体化利用实践

随着城市开展土地立体化利用规模的不断扩大，其形式种类也日益丰富，不断完善城市土地立体化发展格局是城市立体化发展的重要组成部分，对于改善城市空间、提高城市运行效率具有重要意义。

### 1) 立体建筑

勒·柯布西耶的代表作“马赛公寓”是立体化综合开发项目的典型代表（图 1.3）。不同的居住单元共 337 户，可供 1500~1700 名居民居住，提高了居民选择的自由度，突破了承重结构的限制。大楼的 7 层、8 层是商店和公用设施，其包括面包房、副食品店、餐馆、酒店、药房、洗衣房、理发室、邮电所和旅馆。为了满足居民的各种需求，幼儿园和托儿所设在顶层，通过坡道可到达屋顶花园。在第 17 层设有幼儿园和托儿所，屋顶上设有小游泳池、儿童游戏场地、一个 300m 长的跑道、健身房、日光浴室，还有一些