

『十三五』国家重点出版物出版规划项目

中国建筑千米级摩天大楼建造技术研究系列丛书

千米级摩天大楼 建筑设计关键技术研究

组织编写

中国建筑股份有限公司

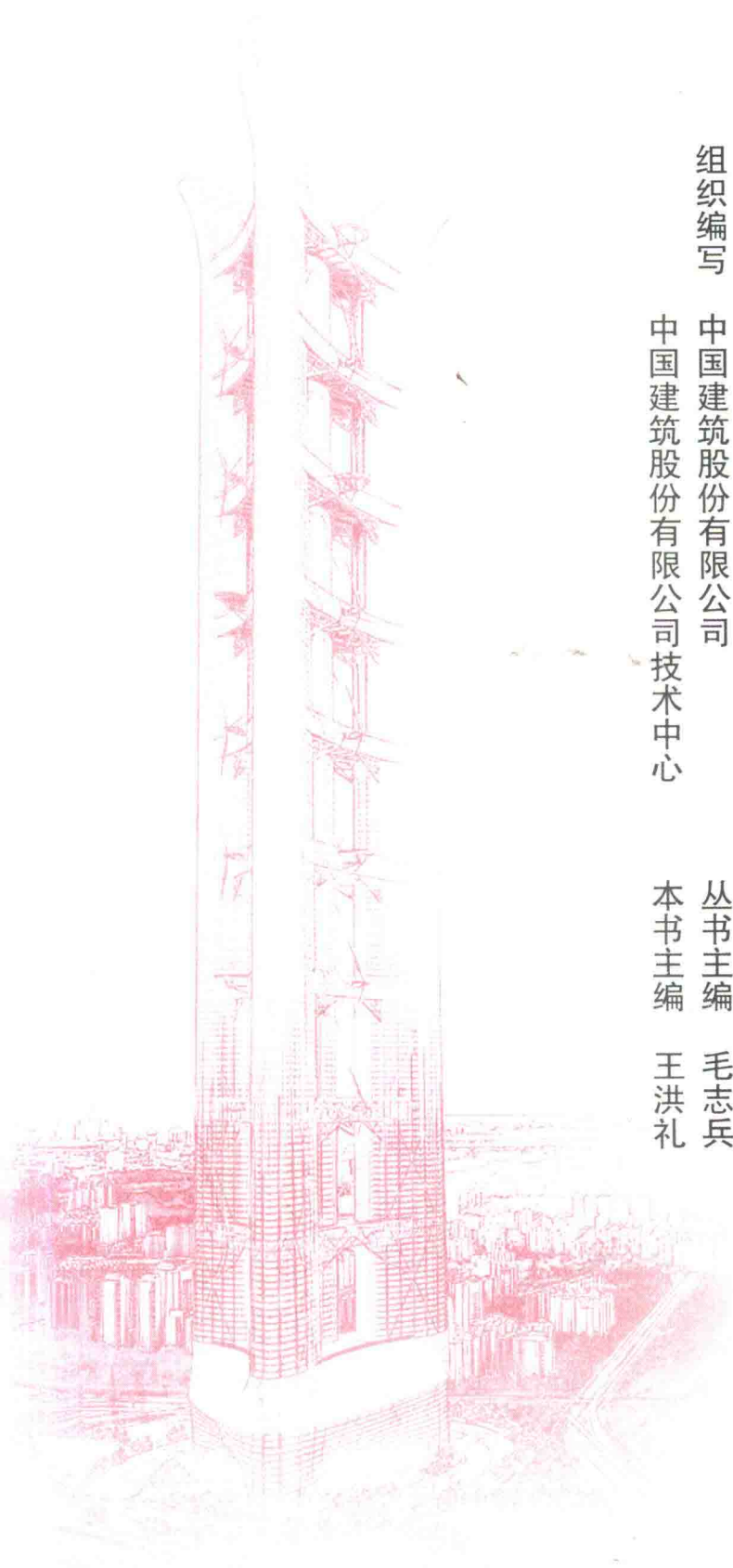
中国建筑股份有限公司技术中心

丛书主编

毛志兵

本书主编

王洪礼



中国建筑工业出版社

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
中国建筑千米级摩天大楼建造技术研究系列丛书

千米级摩天大楼建筑设计 关键技术研究

组织编写 中国建筑股份有限公司
中国建筑股份有限公司技术中心
丛书主编 毛志兵
本书主编 王洪礼

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

千米级摩天大楼建筑设计关键技术研究 / 王洪礼
主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017.6
(中国建筑千米级摩天大楼建造技术研究系列丛书 /
毛志兵丛书主编)

ISBN 978-7-112-20706-0

I. ①千… II. ①王… III. ①高层建筑 - 建筑设计 - 研究 IV. ①TU972

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 090732 号

本书对高度达千米级别的超高层建筑的关键技术进行了探索和总结, 内容共分 8 章, 分别是: 绪论、千米级摩天大楼建筑功能特性、千米级摩天大楼建筑形式研究、千米级摩天大楼建筑消防体系研究、千米级超高层建筑材料与构造研究、千米级摩天大楼客用垂直交通系统研究、千米级摩天大楼建筑节能体系研究、千米级摩天大楼设计方案。本书的研究成果比较前沿, 其中关于超高层建筑中采用的消防体系、垂直交通系统、建筑形式等的研究结论, 对于我国将来建设更高高度的超高层建筑具有参考意义。

本书适用于建筑设计、研究、管理人员参考使用, 也可作为大中专院校相关专业师生的学习参考书。

总 策 划: 尚春明
责任编辑: 万 李 张 磊
责任设计: 李志立
责任校对: 李美娜 刘梦然

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
中国建筑千米级摩天大楼建造技术研究系列丛书
千米级摩天大楼建筑设计关键技术研究

组织编写 中国建筑股份有限公司
中国建筑股份有限公司技术中心
丛书主编 毛志兵
本书主编 王洪礼

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路 9 号)
各地新华书店、建筑书店经销
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/16 印张: 16 字数: 457 千字

2017 年 11 月第一版 2017 年 11 月第一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-20706-0

(30363)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《中国建筑千米级摩天大楼建造技术研究系列丛书》 编写委员会

丛书主编：毛志兵

丛书副主编：蒋立红 李景芳

丛书编委：张 琨 王洪礼 吴一红 薛 刚 令狐延

戴立先 王 军 满孝新 邓明胜 王冬雁

《千米级摩天大楼建筑设计关键技术研究》

编写人员

本书主编：王洪礼

本书副主编：赵重洋 赵成中

本书编委：

中国建筑东北设计研究院有限公司：

左兆奇	王福旭	孙云飞	苏志伟	陈天禄	唐思远	赵荣棵
赵晶晶	张雷	丁一明	马福多	夏日光	卢政超	王彪
师富智	王森	徐杨	汪峰	陈忱	金彪	齐或
韦玮	苏晓丹	孙子磊	卜超	陈志新	乔博	薛晓雯
孙永党	李力红	周军旗	刘战	吕丹	任炳文	魏立志
刘克良	刘泽生	陈正伦	张道正	蔡平		

中国建筑股份有限公司技术中心：

王冬雁

西安鑫安消防技术咨询有限公司：

张树平

哈尔滨工业大学土木工程学院：

郑朝荣

序

超高层建筑是现代化城市重要的天际线，也是一个国家和地区经济、科技、综合国力的象征。从 1930 年竣工的 319m 高克莱斯勒大厦，到 2010 年竣工的 828m 高哈利法塔，以及正在建设中的 1007m 高国王塔，都代表了世界超高层建筑发展的时代坐标。

20 世纪 90 年代以来，伴随着国民经济不断增长和综合国力的提升，中国超高层建筑发展迅速，超高层建筑数量已跃居世界第一位。据有关统计显示，我国仅在 2017 年完工的超高层建筑就近 120 栋，累计将达到 600 栋以上。深圳平安国际金融中心、上海中心大厦等高度都在 600m 以上，建造中的武汉绿地中心高度将达 636m。

中国建筑股份有限公司（简称：中国建筑）是中国专业化发展最久、市场化经营最早、一体化程度最高、全球排名第一的投资建设集团，2017 年世界 500 强排名第 24 位。中国建筑秉承“品质保障、价值创造”的核心价值观，在超高层建筑建造领域，承建了国内 90% 以上高度超过 300m 的超高层建筑，经过一批 400m、500m、600m 级超高层建筑的施工实践，形成了完整的建造技术。公司建造的北京“中国尊”、上海环球金融中心、广州东塔和西塔、深圳平安国际金融中心等一批地标性建筑，打造了一张张靓丽的城市名片。

2011 年起，我们整合集团内外优势资源，历时 4 年，投入研发经费 1750 万元，组织完成了“中国建筑千米级摩天大楼建造技术研究”课题。在超高层建筑设计、结构设计、机电设计以及施工技术等方面取得了一系列研究成果，部分成果已成功应用于工程中。由多位中国工程院院士和中国勘察设计大师组成的课题验收组认为，课题研究的整体成果达到了国际领先水平。

为交流超高层建筑建造经验，提高我国建筑业整体技术水平，课题组在前期研究基础上，结合公司超高层施工实践经验，编写了这套《中国建筑千米级摩天大楼建造技术研究系列丛书》。丛书包括《千米级摩天大楼建筑设计关键技术研究》、《千米级摩天大楼结构设计关键技术研究》、《千米级摩天大楼机电设计关键技术研究》、《千米级摩天大楼结构施工关键技术研究》及《中国 500 米以上超高层建筑施工组织设计案例集》5 册，系统地总结了超高层建筑、千米级摩天大楼在建造过程中设计与施工关键技术研究、实践和方案。丛书凝结了中国建筑工程技术人员智慧和汗水，是集团在超高层建筑领域持续创新的成果。

丛书的出版是我们探索研究千米级摩天大楼建造技术的开始，但仅凭一家之力是不够的，期望业界广大同仁和我们一起探索与实践，分享成果，共同推动世界摩天大楼的“中国建造”。

中国建筑工程总公司 董事长、党组书记
中国建筑股份有限公司 董事长

前 言

《千米级摩天大楼建筑设计关键技术研究》是5本《中国建筑千米级摩天大楼建造技术研究系列丛书》之一,该书是在课题研究的基础上并提炼总结了我公司多年研究与实践成果后编写完成的,由于千米级摩天大楼涉及的问题和技术很多,本书只对关键技术进行研究总结,对于裙房、地下室等常规内容本书未纳入编写之列。

该书共分8章,第1章阐述了国内外超高层建筑的发展概况,提炼了千米级摩天大楼的建筑特点。第2章介绍了千米级摩天大楼的功能构成因素及特性,包括主要功能、附属功能、配套功能、公共服务功能等。第3章介绍了千米级摩天大楼的建筑形式,内容包含平面形式、立面形式及组合形式。第4章介绍了千米级摩天大楼建筑消防体系研究,内容包括超高层建筑火灾特点,传统疏散方式,电梯结合楼梯疏散方式,千米疏散系统,辅助疏散设施等。第5章介绍了千米级摩天大楼建筑材料及构造研究,内容涉及地上、地下、室内、室外等方面。第6章介绍了千米级摩天大楼垂直交通系统研究,内容有电梯技术发展情况,垂直交通系统分析,主干与支干复合垂直交通系统及其在“空中之城”方案中的应用。第7章介绍了千米级摩天大楼建筑节能及绿色技术体系研究,重点介绍了CFD数值模拟分析在千米级摩天大楼绿色设计中的应用。第8章介绍了三个千米级摩天大楼典型设计方案,分别为单塔、多翼组合以及多塔组合三种类型。全书较系统地总结了当今超高层建筑设计的关键技术与工程实践成果。书中多项研究成果获得国家专利及国际首创。

需要说明的是超高层建筑国内外研究的资讯很多,但千米级摩天大楼研究可借鉴的成果却很少,到目前为止国内建成的最高建筑是632m的“上海中心”,国外建成的最高建筑是828m的“哈利法塔”,而两栋建筑实际可用高度均约为600m、建筑面积约四十多万平方米,与千米级摩天大楼的要求相差甚远,本书试图在目前超高层建筑的基础上升级换代以满足未来城市发展的需要,“空中之城”的理念也为人们提供了解决更高建筑设计的思维方式。

本书编委会
2017年6月

目 录

1 绪论	1
1.1 超高层建筑发展概述	1
1.1.1 超高层建筑发展简介	1
1.1.2 超高层建筑发展现状及趋势	2
1.1.3 国内外典型超高层建筑实例简介	4
1.2 千米级摩天大楼建筑设计研究综述	10
1.2.1 千米级摩天大楼的建筑特性	10
1.2.2 千米级摩天大楼建筑设计体系划分	11
1.2.3 千米级摩天大楼建筑设计关键技术要点	13
1.3 千米级摩天大楼建筑设计研究的价值体现	14
1.3.1 梳理归纳	14
1.3.2 创新探索	14
1.3.3 文化构建	14
2 千米级摩天大楼建筑功能特性	15
2.1 千米级摩天大楼建筑功能特性	15
2.1.1 建筑的主要功能特性的构成因素	15
2.1.2 建筑的主要功能特性	17
2.2 千米级摩天大楼建筑的配套研究	17
2.2.1 城市 CBD 功能及配套分析	18
2.2.2 城市公共配套设施与社区配套	20
2.2.3 城市中心商务区公共开放空间	22
2.3 主塔楼主要功能研究	23
2.3.1 千米级摩天大楼建筑的适用功能分析	23
2.3.2 超高层建筑的相应功能	29
2.3.3 超高层建筑各部分功能所在建筑层数位置的比较	39
2.3.4 千米级摩天大楼剖面设计	42
2.3.5 建筑的顶部设计	44
2.4 相关配套功能研究	45
2.4.1 场地与主体建筑的关系	45
2.4.2 地下车库的设计	46
2.5 结论	50
2.5.1 总体结论	50
2.5.2 千米级摩天大楼功能类型选择	54
2.5.3 功能位置定位	55
3 千米级摩天大楼建筑形式研究	57
3.1 千米级摩天大楼建筑的平面形式	57

3.1.1	超高层建筑常见的平面形式	57
3.1.2	千米级摩天大楼建筑平面形式的影响因素	59
3.1.3	千米级摩天大楼建筑平面形式的选择	60
3.2	千米级摩天大楼建筑形式对城市的影响	64
3.2.1	文化性与标志性	64
3.2.2	导向性与层次性	64
3.2.3	城市天际线	64
3.3	千米级摩天大楼建筑造型设计考虑的因素	65
3.3.1	环境因素	65
3.3.2	场地因素	65
3.3.3	功能因素	66
3.3.4	消防安全因素	67
3.3.5	人居环境因素	67
3.3.6	其他因素	67
3.4	千米级摩天大楼建筑形体设计	67
3.4.1	建筑的几何造型及组合	68
3.4.2	超高层建筑的细部处理	69
3.4.3	屋顶顶部的造型	69
4	千米级摩天大楼建筑消防体系研究	71
4.1	超高层建筑灾害实例	71
4.2	超高层建筑火灾特点及其分析	72
4.2.1	超高层建筑火灾特点	72
4.2.2	造成起火的因素	73
4.2.3	硬件设施的隐患	74
4.3	千米级摩天大楼建筑消防体系设计	74
4.3.1	疏散楼梯间的设计	74
4.3.2	传统疏散	74
4.3.3	穿梭电梯结合疏散楼梯疏散	75
4.3.4	“千米疏散系统”	90
4.3.5	各类辅助疏散设施	121
4.4	避难空间的设计	122
4.4.1	避难层设计	123
4.4.2	屋顶避难与救援	123
4.4.3	防烟楼梯间前室	124
4.5	消防设备设施	124
4.5.1	消防电梯	124
4.5.2	消防机器人	125
4.5.3	消防云梯	125
5	千米级超高层建筑材料与构造研究	126
5.1	地上建筑室外材料与构造研究	126

5.1.1 幕墙系统	126
5.1.2 屋面系统	132
5.2 地下建筑外防水材料构造研究	135
5.2.1 地下室侧墙及底板外防水材料构造	135
5.2.2 地下室顶板外防水材料构造	138
5.2.3 疏水导水构造	139
6 千米级摩天大楼客用垂直交通系统研究	141
6.1 垂直交通系统基础性研究	141
6.1.1 垂直交通系统研究原因及目的	141
6.1.2 垂直交通系统研究范围及内容的界定	141
6.1.3 与千米级垂直交通系统有关的概念	142
6.2 垂直交通工具 - 电梯技术发展概况	144
6.3 客用垂直交通系统分析	147
6.3.1 电梯系统的组织方式	147
6.3.2 后勤服务垂直交通系统	149
6.3.3 类千米级摩天大楼客用电梯系统实例	153
6.4 主干与支干复合垂直交通系统	159
6.4.1 主干与支干复合垂直交通系统的基本思想	159
6.4.2 主干与支干复合垂直交通系统的原理图	160
6.4.3 主干与支干复合垂直交通系统的“交通树”	161
6.4.4 主干公共垂直交通系统的电梯选择	162
6.5 主干与支干复合垂直交通系统在“空中之城”项目的应用	162
7 千米级摩天大楼建筑节能体系研究	167
7.1 绿色建筑的发展概况	167
7.1.1 绿色建筑的定义	167
7.1.2 国内外现有绿色建筑评价体系综述	167
7.1.3 超高层绿色建筑技术特点	168
7.2 千米级摩天大楼绿色技术归纳分类及分析	168
7.2.1 分类构架说明	168
7.2.2 千米级摩天大楼绿色建筑设计分析	181
7.3 CFD 数值模拟分析在千米级摩天大楼绿色设计中的应用	182
7.3.1 千米级摩天大楼建筑室外风环境	182
7.3.2 CFD 数值模拟及实验对比分析	182
7.3.3 千米级摩天大楼采用气动措施确定	187
7.3.4 千米级摩天大楼风环境评价	190
7.4 结论	192
8 千米级摩天大楼设计方案	193
8.1 建设地点的选择	193
8.2 区域规划	196

8.3 设计构思 197

 8.3.1 设计方案一 197

 8.3.2 设计方案二 197

 8.3.3 设计方案三 205

参考文献.....242

1 绪 论

纵观人类建筑文化的发展历程，无论是源自于对自然的敬畏还是发源于对自我的超越，让建筑在高度方向发展是人类一直追求的目标和梦想。时至今日，恐怕没有一种建筑类型能像超高层建筑那样激发人类的兴奋和想象，随着建筑技术的不断进步，更高、更复杂的超高层建筑作品频繁诞生，200m、500m、800m 高度的建筑不断被突破；它们一次次刷新着城市的天际线，一页页改写着城市坐标的空间格局。时至今日，千米级摩天大楼纳入了我们的设计范畴，它不仅承载着人类对更高理想的向往，同时也为解决都市规模化发展过程中涌现的一系列问题——土地的侵蚀、城市的扩张、交通状况的不断恶化等，做出更进一步的努力和探索。

1.1 超高层建筑发展概述

1.1.1 超高层建筑发展简介

19 世纪初，铸铁结构建造的多层建筑在英国出现，1840 年之后，美国建筑界开始使用锻铁梁代替脆弱的铸铁梁。熟铁架、铸铁柱和砖石承重墙组成新型结构，为高层建筑结构发展奠定了坚实的基础。1855 年电梯的发明，解决了竖向交通的问题，使得高层建筑成为可能。从 1884 年到 20 世纪，人们广泛地采用钢结构发展至 100m 的高层，1885 年建成 10 层高的芝加哥家庭保险大楼，通常被认为是世界第一栋高层建筑，1895 年建成的 21 层 106m 高的纽约曼哈顿人寿保险大楼，被认为是第一栋独立塔楼，1899 年纽约 119m 高的公园街大楼是 19 世纪世界最高的大楼（图 1-1）。

进入 20 世纪后的 1913 年，57 层的纽约伍尔沃斯大楼建成，高度达 241m，保持世界最高纪录达 17 年之久，直到 1930 年 77 层 319m 高的克莱斯勒大厦建成。然而仅一年后，1931 年，102 层 381m 高的帝国大厦落成，它标志着美国超高层建筑黄金时代的到来。

20 世纪 60 年代后期到 70 年代中期，是美国高层建筑最辉煌的时期。1972 年美国建成世界贸易中心大楼，1974 年在芝加哥建成的西尔斯大厦 110 层，高 442m，在 1998 年马来西亚石油大厦（高 452m）建成前，它一直是世界最高建筑。这一时期是现代主义和后现代主义的发展时期，由于科学技术的发展，轻质高强建材的应用，钢材的普及，技术机械的进步，计算机的使用，结构抗震等性能的提升等诸多因素，使超高层建筑提升到了一个新的层次。

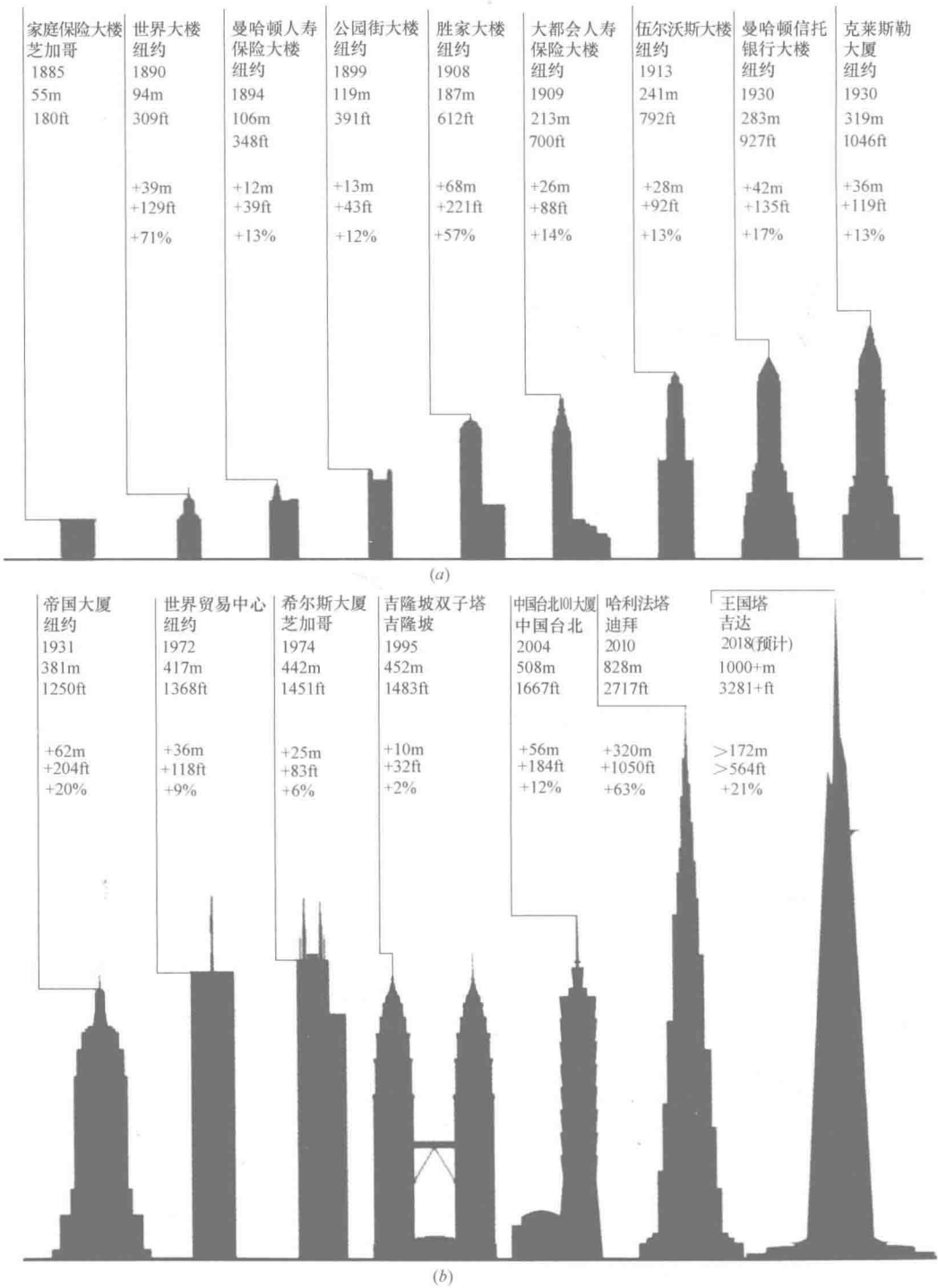


图 1-1 “世界最高建筑”的发展历程

1.1.2 超高层建筑发展现状及趋势

1.1.2.1 超高层建筑发展现状

20 世纪末到 21 世纪，随着经济的迅猛发展，超高层建筑作为国家和地区经济实力的代表者

和宣传者，在全球各地遍地开花，而其主要的建设中心转移到了中东和远东地区。

我国香港地区 1989 年建成的合和中心 66 层，216m 高，成为当时的亚洲最高建筑；1993 年建成的香港中环广场大厦 78 层，374m；2003 年建成的国际金融中心二期地上 88 层，高 415.8m。

我国台湾地区超高层建筑于 20 世纪 90 年代迎来了发展的黄金时期，1997 年建成的高雄东帝士 85 国际广场 85 层，347m 高；2003 年落成的台北 101 大厦 101 层，高 508m，一度成为新的世界第一高度。

我国内地的超高层建筑发展相对稍晚，但是在改革开放以后，超高层建筑得到长足发展。1985 年深圳特区落成的深圳国贸中心，53 层 160m 高，成为当时的国内最高建筑；1990 年建成的广东国际大厦，63 层 200m 高，同年落成的北京京广中心 57 层 208m 高，成为国内首栋突破 200m 的超高层建筑；1996 年分别建成深圳地王大厦（69 层，383m）和广州中信广场（80 层，391m）再次刷新了内地建筑的高度。

进入 21 世纪后，国内的超高层建筑在各地如雨后春笋般迅猛发展。上海成为引领超高层发展的主力军，88 层 420m 高的金茂大厦、101 层 492m 高的上海环球金融中心、121 层 632m 高的上海中心大厦相继落成，它们鼎足矗立于黄浦江畔，成为上海新的地标。同期，其他城市的超高层发展也同样争先恐后，建成或正在建设的 636m 的武汉绿地中心大厦、600m 的深圳平安中心大厦不断刷新着国内建筑的新高度。

在国际建筑界，21 世纪后的超高层建筑也同样精彩纷呈，美国纽约世界贸易中心 1 号楼以 541m 的高度重新成为纽约的第一高楼；英国伦敦的碎片大厦（95 层，310m）成为欧洲之最；2010 年，阿联酋迪拜的哈利法塔以 828m 的高度竣工（160 层），成为当前的世界之最，然而这一高度很快就会被位于沙特吉达的王国大厦超过 1000m 的高度打破（图 1-2）。

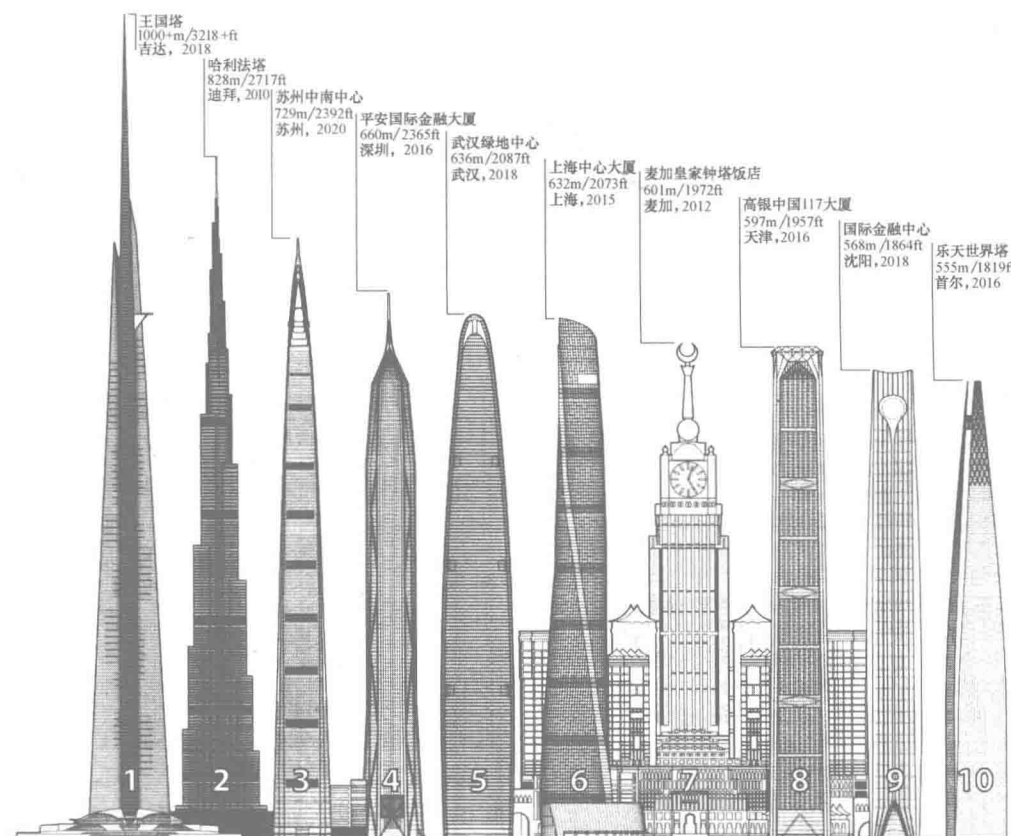


图 1-2 据世界高层建筑与都市人居学会“建筑顶部高度”标准测定的世界 10 座最高建筑

（注：平安国际金融中心实际竣工高度为 600m/2150ft。）

1.1.2.2 超高层建筑发展趋势

超高层建筑发展至今，已经历了 100 多年的历史，它是时代发展和超高层建筑的发展历程，未来超高层建筑的发展有以下几点趋势：

1) 功能复合性

超高层建筑建造初期主要以单一功能为主，直到 1969 年美国约翰·汉考克中心落成，标志着混合功能布局成为超高层建筑发展的主要方向；随着超高层建筑的规模和体量的不断加大，其功能除了具备办公、居住、酒店功能以外，其他的城市功能开始在超高层建筑的演变中发挥重要作用；近年，“垂直城市”的理念根植于超高层建筑设计，居于其中的人们不仅可以享受超高层建筑提供的诸多便利，同时也可以感受更好的工作和生活体验，而这一理念势必使得超高层建筑功能更进一步向复合化方向发展。

2) 建筑生态化

随着建筑科技的不断进步，绿色建筑理念广泛地运用于建筑，降低建筑的能耗、减少建筑寿命周期内的运营成本，成为建筑现代化的重要标志。对于超高层建筑来说，其体量和不断刷新的建筑高度决定了它对能量的消耗是巨大的，节能、降耗、减排对于超高层建筑来说尤为重要，这是其经济合理性的重要评判标准之一。于是从保温外墙到“呼吸幕墙”，从雨水回收到中水利用，从风能发电到太阳能的直接转化，这些技术主要就是为了降低运营成本，减少能源消耗，实现建筑的生态化。在这一方面，有些地方我们做的相对比较成熟，但是有些还刚刚起步，因此，需要更多新的突破和探究来实现超高层建筑向更高层面的生态化发展，毕竟经济基础决定上层建筑的哲学原理在建筑界依然适用，况且这还不仅仅是经济学范畴的问题。

3) 高度智能化

时至今日，科技在改变着人类的一切，而且这种改变的速度在一直提升，正是由于这种提升，超高层建筑才得以实现高度和规模的不断创新。如何利用高度发达的技术来让超高层建筑更好地为居住其中的人们服务，让人们体验到更大的便捷和自由，那就必然是建筑的高度智能化——建立在“万物互联”基础上的自我管理、自我调节和高度自由——这决定着超高层建筑未来发展的方向。

4) 形体异型化

在技术足以支撑人们的艺术审美和功能探索时，打破传统，寻求创新就自然而然成为一种趋势，从中央电视台新办公大楼的巨大悬挑到上海中心的华丽扭转，从广州电视塔的纤细婀娜到沙特王国大厦（配楼）的巨大天空之眼，这既体现了技术的巨大进步，同时也彰显了人类永无止境的探求精神，而正是这种探求，又引领着技术迈向更高的一层。随着包括材料、力学、机械、建造、美学等各个学科的突飞猛进，未来展现在我们面前的超高层建筑必将形态各异、精彩纷呈。

1.1.3 国内外典型超高层建筑实例简介

1.1.3.1 哈利法塔

伯吉·哈利法塔位于阿联酋的迪拜，于 2010 年建成，其建筑总计 160 层，总高度为 828m，总建筑面积 45 万 m^2 。其建筑设计由美国建筑师阿德里安·史密斯（Adrian Smith）设计，由韩国三星公司负责施工总承包，而景观设计部分由美国 SWA 进行设计。

哈利法塔楼面为“Y”字形，主体部分由三个建筑部分逐渐连成一体，在沙漠中以螺旋的模

式上升，中央核心逐渐收分形成尖塔，外形挺拔高耸，而 Y 字形的平面造型使得哈利法塔拥有较大的景观视野（图 1-3）。

哈利法塔整体为钢筋混凝土结构，其底座呈星型几何图形——富有伊斯兰风格的六瓣沙漠之花；塔身呈三角分散的“Y”形，这种平面布局形式有利于防风和抗震，其设计标准能够使建筑承受里氏 6 级地震和 55m/s 的大风。由于哈利法塔建筑体量巨大，设计师在 3.7m 厚的三角形结构基座下部设置了 192 根直径为 1.5m 的钢管桩，钢管桩深入地下 50m 处，以此坚固的基础作为它硕大的身躯提供牢固的支撑；而在结构基座之外，其建筑总体的螺旋性上升，得益于三角形的任何一边都由一个六边形的核心筒的支撑。此外，这种三角形分散布置可以分散外界风力对建筑物的冲击，同时这种建筑螺旋状结构会让风的方向发生发散，从而减小风力对建筑的侧向力。

哈利法塔作为如此复杂的大体量超高层建筑，其电梯设计不可小觑。塔内共设置了 57 部电梯，速度最高达每秒 17.4m，目前，其垂直运输长度排名首位；电梯分别安装在塔内的不同位置，不同的使用人群可以使用专属各个功能区的不同电梯，其电梯分区极为复杂；塔楼内的电梯需要通过换乘后到达顶层而不能直接到达 160 层，换乘的区域设置在第 43、76 和 123 层；且其电梯速度全球最快，可以在 1min 内到达设置在 124 层的室外观景平台（图 1-4）。



图 1-3 哈利法塔外景

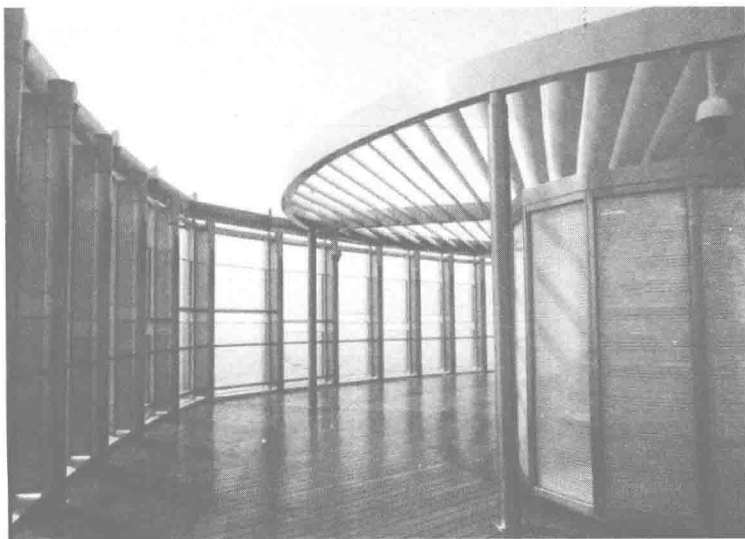


图 1-4 124 层观景平台

这幢总投资超 70 亿美元的哈利法塔，其建筑内融合了多种实用功能，包括 1044 间公寓、49 层办公和一家酒店。具体说来，1 到 39 层为阿玛尼酒店，其中酒店的公共服务层设在 1 到 8 层、标准客房设在 9 到 37 层、酒店套房设在 38、39 层；而 44 到 72 层、77 到 108 层为公寓；111 到 121 层、125 到 135 层、139 到 154 层为商务套房；156 至 159 层为广播传送及管理用房；160 层以上是设备层；观景台设置在 124 层，顶部尖塔天线包含无线通信等功能。

除以上基本功能外，塔楼 122 层设计为餐厅，人们可以一边欣赏壮丽景色，一边品尝着来自世界各地的美食；而在 123 层的高层大堂内设有健身房和室内泳池，这也是目前世界上高度最高的室内游泳池；而在位于 124 层的“*At The Top*”的观景平台上，天气晴好的日子，游客可远观 80km 外的风光。

建设方寄予了哈利法塔一个“空中之城”的概念，在这里，住户足不出塔，就可以“自我满足”，解决一切生活需求。

1.1.3.2 上海中心大厦

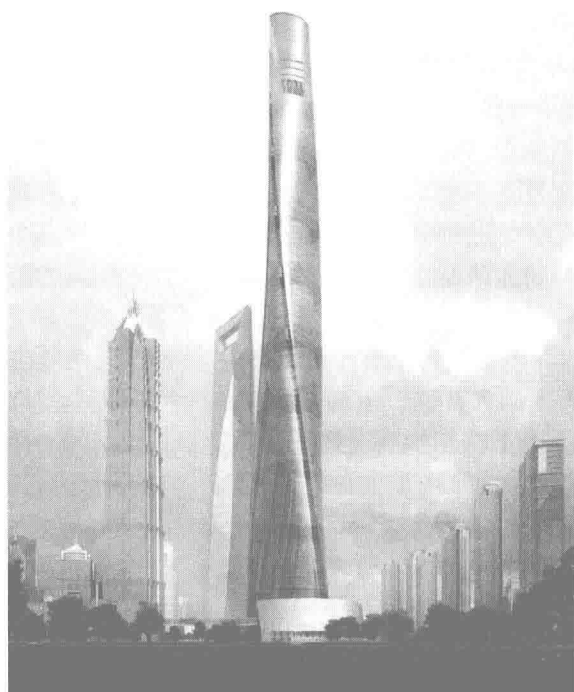


图 1-5 位于上海陆家嘴的上海中心大厦

坐落于上海黄浦江畔的上海中心大厦，建筑占地 3 万多 m^2 ，主体结构高度为 580 m，总建筑高度 632m，总建筑面积 57.6 万 m^2 ，总重量约 80 万 t。它由地上 118 层主楼、5 层裙楼和 5 层地下室组成，机动车停车位布置在地下车库里，可停放 2000 辆。2008 年 11 月 29 日，该建筑主楼桩基开工；2013 年 8 月 3 日，主体结构封顶；2014 年 12 月实现工程全面竣工，在 2015 年年中投入运营。此建筑建成后，刷新了上海超高层建筑高度。

上海中心大厦建筑方案由美国 Gensler 建筑设计事务所设计，其建筑外形宛如一条上下翻飞的空中“巨龙”，建筑表面的开口由底部旋转贯穿至顶部，呈螺旋式上升之势（图 1-5）。

上海中心大厦采用“单元式”空间设计方法，它由 9 个巨大的空中单元组成，每一个单元夹在内外两层玻璃墙之间都有自己的空中大厅和中庭。功能划分方面，1 号单元是零售区，2 号单元到 6 号单元为办公区，7 号单元到 9 号

单元设置酒店和观景台。

这九个空中大厅的每一层都将建有自己的零售店和餐馆，成为一个垂直的商业区；而单元的广场是该区域内人们聚集、休闲的主要场所，公共活动楼层也大大减少大厦用户上下楼梯的竖向交通；物理环境方面，这九个空中中庭形成了独立的微环境气候区，可在很大程度上改善大厦内的空间环境和空气质量，创造宜人的休息环境。

幕墙体系是超高层建筑不可缺少的表皮，上海中心大厦外幕墙体系由一内一外的两层玻璃幕墙组成，主体平面形状为内圆外三角形，内部圆形空间由内层幕墙围合，外面三角形的形态由外层幕墙实现。两层玻璃幕墙之间的空间间距从 9m 到 10m 不等，一方面为空中大厅提供空间，另一方面也充当一个类似热水瓶的隔热层，从而降低整座大楼的供暖和冷气需求，大厦能耗降低不仅有利于建筑的生态环保，同时也让建筑运营的经济可行性得到进一步的提升。

而结构体系方面，上海中心塔楼由三个系统组成。第一个系统用 90ft×90ft（约合 27m×27m）的钢筋混凝土芯柱来提供垂直支撑力；第二个系统是负责支撑大楼，抵御侧向力的钢柱系统，其由钢材料“超级柱”构成的一个环，围绕钢筋混凝土芯柱，通过钢承力支架与之相连；第三个系统是每 14 层采用一个 2 层高的带状桁架，环抱整座大楼，在空间上每一个桁架带标志着一个新区域的开始。

1.1.3.3 广州电视观光塔

于 2010 年建成的广州新电视塔高 600m，其塔身扭转形成动感立面，身腰呈“纤纤细腰”的形状，犹如回眸凝望的窈窕淑女，整体造型上将建筑、结构和美学等融为一体。

其外部表皮为圆形的渐变网格结构，在造型、空间和结构由两个向上旋转的椭圆形钢外壳变化生成，这两个椭圆一个在基础平面，一个在假想的 450m 高的平面上，两个椭圆扭转在腰部