

国家重大土木工程施工新技术应用丛书

百层高楼结构关键建造技术

叶浩文 孙晖 著

中国建筑工业出版社

国家重大土木工程施工新技术应用丛书

百层高楼结构关键建造技术

叶浩文 孙 晖 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

百层高楼结构关键建造技术/叶浩文, 孙晖著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 12

(国家重大土木工程施工新技术应用丛书)

ISBN 978-7-112-22992-5

I. ①百… II. ①叶… ②孙… III. ①高层建筑-工程施工 IV. ①TU974

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 269181 号

本书基于广州周大福金融中心、广州国际金融中心、深圳京基 100 三栋百层高楼研究与建造的实际经验, 针对百层高楼结构建筑的特点和难点, 梳理总结了百层高楼结构建造的各项关键技术, 为读者全方位展现了一套百层高楼的建造技术体系。

责任编辑: 赵晓菲 朱晓瑜

责任校对: 王 瑞

国家重大土木工程施工新技术应用丛书

百层高楼结构关键建造技术

叶浩文 孙 晖 著

*

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

北京京华铭诚工贸有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17¼ 字数: 427 千字

2018 年 12 月第一版 2018 年 12 月第一次印刷

定价: 52.00 元

ISBN 978-7-112-22992-5

(33080)

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)

序言

建筑，是城市文明的象征，而建筑的高度和建造技术的先进程度，则是这个城市经济文明和综合实力发展的完美诠释。从中国古代有记载的第一高楼永宁寺塔（木结构，136.71m）到现在过百米的超高层，国内的建造技术不断进步。伴随国家经济的腾飞，城市发展日行千里，对于建筑的高度和功能，人们有了更新、更高的要求，高度超过400m以上的百层高楼应运而生。

要想快速高质量地完成400m以上百层高楼的建设，不是原有建造技术的简单叠加和重复，而是需要建造技术的变革与创新，每100m的攀升，都代表着建造技术的一次历史性突破。作为一名工程师，一生能有幸参与一栋百层高楼的建设，足以让其一辈子引以为傲。而本书的作者叶浩文先生，至今已亲自主持了3栋百层高楼的建设。

在这3栋百层高楼的建造过程中，浩文先生曾多次邀请我进入参观，并对其中建造的多项关键技术进行鉴定。所以，我见证了这三栋建筑建造过程的不易。其中之一的广州国际金融中心（简称“广州西塔”），建设之时国内尚无成熟的百层高楼建造经验可循，从超大深基坑的设计施工、核心筒竖向结构施工、数百米高空超高强混凝土泵送、巨型钢管混凝土柱的制作安装、超高层施工电梯和巨型塔吊的应用、百层高楼高空监测等建造技术，都是摆在面前的一道道难关和课题。深圳京基100，高度虽然与广州西塔相近，但是建筑风格和结构形式完全不同，西塔建造中积累的建造技术和建造经验，在这座百层高楼中亟须进一步的突破。广州周大福金融中心（简称“广州东塔”）虽然晚于上述两栋建设，但是高度超过近百米，达到530m，而且全新的结构形式，给浩文先生和他的团队又带来了全新的难题。国内许多建设单位对于工期的严苛要求，在这3栋建筑中尤为凸显，工期的要求、建造品质的保障、建造成本的控制，是一个不容易回答的综合命题。

在这些难题面前，浩文先生亲任项目经理，带领他的项目团队，提出了“科技引领、精益建造”的口号，践行“绿色施工、智慧建造、数字管理”，不畏艰险，加大科研投入，立课题，破难题，一步一个脚印，自信而坚定地不断向上攀升，在顺利完成这3栋百层高楼的建造任务的同时，取得了丰硕的科技成果，填补了许多空白，为中国百层高楼的建造技术积累了非常宝贵的财富。

读完此书稿，我感触颇多。浩文先生是我很好的朋友，为了建筑这个事业，他一直奔忙于一线。他既是一位成功的管理者，更是一位具有创新思维的科学家。他能在如此繁忙的工作之余，仍然不忘系统全面地梳理总结，毫不吝惜地给大家分享自己在建造技术方面的创新和经验，着实让我为之高兴。我希望，本书总结提炼的技术，给读者带来丰富的技术知识和理论知识之外，更多的是给大家树立了一个标尺和榜样。



中国工程院院士 叶可明

前言

从1930年的克莱斯勒大厦，到2010年的哈利法塔，人类建筑结构不断向高层拓展，高层建筑正逐渐成为城市的时代地标，成为一座现代化城市的重要天际线，日渐增长的高层建筑也不断拓展人类幸福空间，彰显一个国家经济、科技、综合国力。

随着我国经济和科学技术的不断提升，中国超高层建筑近年来发展迅速，已成为全球拥有超高层建筑最多的国家，广州周大福金融中心、广州国际金融中心、深圳京基100等一批批超高层建筑，打造了一张张靓丽的城市名片，彰显着中国日益强盛的综合国力。

本书作者亲自主导了广州周大福金融中心（530m，地上111层）、广州国际金融中心（441m，地上103层）、深圳京基100（442m，地上100层）的建设。基于此三栋百层高楼的研究与建造的实际经验，针对百层高楼结构建筑的特点和难点，本书梳理总结了百层高楼结构建造的各项关键技术，为读者全方位展现了一套百层高楼的建造技术体系。

本书共分为八章：

第一章主要概述了百层高楼建设与发展现状，介绍了百层高楼结构建造的特点与难点，并针对性地提出了一套百层高楼结构建造体系。

第二章阐述了智能化整体顶升工作平台及模架（顶模）体系，重点介绍了智能化整体顶升平台及模架（顶模）体系的五大分系统，包括：钢平台系统、支撑系统、动力及控制系统、模板系统和吊架及维护系统。通过广州西塔和深圳京基项目实例，从标准层结构顶升原理、工作流程、顶模体系安装及顶升工作标准化流程管理控制等方面，分析了其技术优势及实施效果。

第三章对多功能绿色混凝土的控制及实施技术进行了详细介绍，分析了多功能绿色混凝土关键组成材料标准、关键技术、配制方法、主要性能、生产技术及施工关键技术，并展示了广州西塔、深圳京基项目中多功能混凝土的实施效果。

第四章从塔吊、施工电梯、混凝土输送泵三个方面分析了垂直运输高效施工关键技术与措施，并介绍了超高层垂直运输设计选型及设备管理的难点。

第五章介绍了复杂异型钢结构全数字化制作安装、斜交网格钢管混凝土施

工工艺两种巨型复杂组合结构建造技术。

第六章分析了超大超深基坑施工技术，介绍了超高层深基础建筑常用形式、工程施工工艺、施工特点和难点。结合广州西塔和东塔（二期）基坑工程案例分析了超大超深基坑支护体系和施工组织设计、施工关键技术的应用。

第七章详细介绍了超高层结构施工安全仿真分析方法，展示了一些实际案例，从竖向变形、摆动、沉降三个方面介绍了超高层结构监测技术。

第八章阐述了 BIM 在超高层建筑方面的创新应用。在深入理解 BIM 应用基础、BIM 集成技术、BIM 模型的数据处理与共享上，介绍了其在施工技术、进度及成本管理三个方面的创新性应用，包括：基于 3D BIM 模型的施工技术体系、基于 4D BIM 模型的进度管理技术、基于 5D BIM 模型的成本管理体系。

注：本书中所引用的规范及相关内容均与项目实施时间保持一致。

截至目前，广州东塔关键建造技术中的众多创新共获得 2 项发明型专利和 22 项实用新型专利；获计算机软件著作权 2 项；在国家核心期刊中发表论文 12 篇；共出版发行专著 2 部；荣获 3 项国家级工法，1 项省部级工法；鉴定 5 项科技成果，其中 2 项国际领先，3 项国际先进，其中 1 项局部国际领先；“百层高楼关键施工技术”更是喜获国家科技进步二等奖的殊荣；“基于 BIM 的施工总承包管理系统”荣获中国建筑业协会举办的“首届工程建设 BIM 应用大赛”一等奖、2014 年龙图杯 BIM 大赛一等奖、全国建筑业企业管理现代化创新成果一等奖，并通过了住房城乡建设部信息化科技示范工程的验收；绿色施工关键施工技术顺利通过住房城乡建设部“绿色施工科技示范工程”中期检查。广州西塔项目共获得鲁班奖、中建总公司优质工程金质奖（中建杯）、广东省建设工程优质奖及金匠奖等 10 余项奖项，获得专利 20 项，其中 2 项发明专利，获得科学技术奖 22 项，省部级工法 6 项，共出版发行专著 3 本。深圳京基 100 项目获得工程建设鲁班奖、中建总公司优质工程金质奖（中建杯）、广东省建设工程优质奖及金匠奖等 10 余项奖项，共获得 14 项专利，其中 2 项发明专利，获得 1 项国家级工法，6 项省部级工法。

本书中诸多技术的研发和应用，凝结了大量国内建筑业界专家、学者及工程技术人员经验与智慧。在此对研究过程中给予帮助、提供宝贵资料及建议的业界专家、学者及工程技术人员表示衷心的感谢。

超高层建筑工程技术研究，任重而道远，以此书抛砖引玉，恳请广大读者不吝指正。

目 录

第一章 概述	1
第一节 百层高楼建设与发展状况	1
一、世界百层高楼的建设与发展状况	1
二、中国百层高楼的建设与发展状况	6
三、百层高楼的发展趋势	7
第二节 百层高楼结构建造的特点与难点	9
一、模架技术	10
二、混凝土配制及泵送	11
三、垂直运输	12
四、钢结构建造	13
五、深基础深基坑	14
六、施工安全仿真及监测	14
七、BIM 应用	15
第三节 百层高楼结构建造技术体系	16
第二章 智能化整体顶升工作平台及模架（顶模）体系	17
第一节 顶模体系组成	17
一、钢平台系统	19
二、支撑系统	19
三、动力及控制系统	23
四、模板系统	23
五、吊架及围护系统	26
第二节 顶升原理及工作流程	27
第三节 现场实施及管理控制	30
一、顶模体系安装	30
二、顶升工作标准化指挥及信息反馈系统	36
三、顶升工作标准化流程管理控制	37
四、质量保证措施	41
第四节 技术优势与实施效果	46
一、技术优势	46

二、实施效果	48
附件 与本项技术有关的主要知识产权目录	49
第三章 多功能绿色混凝土的配制及施工技术	50
第一节 引言	50
一、技术背景	50
二、多功能绿色混凝土研究和应用的必要性	51
三、多功能绿色混凝土的定义	51
第二节 多功能绿色混凝土关键组成材料标准	53
一、胶凝材料体系	53
二、骨料体系	55
三、混凝土外加剂	56
四、其他材料	57
第三节 多功能绿色混凝土关键组成材料技术	58
一、胶凝材料技术	58
二、骨料优化	68
三、高效外加剂及其复配技术	72
四、混凝土用水量	76
第四节 多功能绿色混凝土的配制	77
一、高强度、高泵送、高保塑特性的配制方法	77
二、低收缩、低热、低成本特性的配制方法	78
三、自养护、自密实、自流平特性的配制方法	79
第五节 多功能绿色混凝土性能	81
一、多功能绿色混凝土超高泵送性能	81
二、多功能绿色混凝土收缩控制	83
三、多功能绿色混凝土水化热控制	87
四、多功能绿色混凝土脆性改善	88
五、多功能绿色混凝土耐久性	89
六、多功能绿色混凝土抗高温性能	91
第六节 多功能绿色混凝土生产技术	94
一、原材料控制	94
二、生产设备	97
三、生产工艺	98
四、运输工艺	100
第七节 多功能绿色混凝土施工技术	100
一、超高（400m 以上）泵送施工技术	100
二、超大体量大体积地下室底板施工	110

第八节 实施效果	115
第四章 垂直运输高效施工关键技术与措施	117
第一节 垂直运输设备选型与管理	117
一、设备选型	117
二、设备管理	121
第二节 巨型自爬升塔吊快速拆装	122
一、巨型自爬升塔吊关键技术	122
二、塔吊辅助拆装设备（塔吊辅助电动葫芦）设计	124
第三节 施工电梯节点处理关键技术	126
一、施工电梯 27m 自由高度设计	126
二、超远变距离附墙设计	126
三、施工升降机与正式电梯交接	127
第四节 19m 布料机在顶模平台安装及其与泵管连接技术	128
第五章 巨型复杂组合结构建造技术	129
第一节 复杂异型钢结构全数字化制作安装	129
一、X 形节点钢柱制作工艺与预拼装	129
二、X 形节点焊接残余应力消减	141
三、大型构件双夹板自平衡吊装技术	143
四、厚板焊接施工技术	146
第二节 斜交网格钢管混凝土施工工艺	149
一、斜交网格钢管混凝土施工方法的选择	149
二、斜交网格钢管混凝土浇筑工艺	149
三、斜交网格钢管混凝土超声波检测	152
第六章 超大超深基坑施工技术	155
第一节 超大超深基坑施工技术总述	155
一、超高层建筑深基础常用的形式	155
二、深基础工程施工工艺	156
三、超大超深基坑施工的特点与难点	158
四、超大超深基坑工程常见的支护与开挖形式	159
第二节 超大超深基坑施工案例之一——广州西塔基坑工程	159
一、基坑工程概况	159
二、基坑支护体系与施工组织设计	161
三、基坑支护施工	161
四、土石方工程施工	172
五、基坑监测	175
第三节 超大超深基坑施工案例之二——广州东塔（二期）基坑工程	177

一、基坑工程概况·····	177
二、复杂深基坑施工重难点·····	186
第七章 结构施工安全仿真分析及健康监测 ·····	214
第一节 概述·····	214
第二节 结构施工安全仿真分析 ·····	215
一、仿真分析方法·····	215
二、仿真分析案例·····	215
第三节 结构施工监测 ·····	221
一、竖向变形监测·····	221
二、摆动监测·····	222
三、沉降观测·····	222
第八章 BIM 建造技术的应用与创新 ·····	224
第一节 BIM 应用的基础 ·····	224
一、BIM 团队的组建 ·····	224
二、BIM IT 环境确立 ·····	226
第二节 BIM 集成技术 ·····	228
一、面向建筑全生命期的集成 BIM 总体架构 ·····	228
二、施工阶段 BIM 集成 ·····	232
三、机电各专业 BIM 模型整合 ·····	235
第三节 BIM 模型的数据处理与共享 ·····	236
一、BIM 数据库的创建与访问 ·····	236
二、BIM 数据的储存与管理 ·····	239
第四节 基于 3D BIM 模型的施工技术体系 ·····	242
一、施工深化设计·····	242
二、空间协调（碰撞检查）·····	245
三、施工工艺工序模拟（虚拟施工）·····	247
四、数字化加工·····	250
五、可视化沟通与技术交底·····	251
第五节 基于 4D BIM 模型的进度管理体系 ·····	254
一、4D BIM 进度管理模型 ·····	254
二、基于 4D BIM 模型的项目进度控制·····	258
第六节 基于 5D BIM 模型的成本管理体系 ·····	261
一、5D BIM 成本管理模型 ·····	261
二、基于 5D BIM 模型的成本管理·····	262

第一章 概 述

第一节 百层高楼建设与发展状况

一、世界百层高楼的建设与发展状况

随着人口数量的增加和城市化的快速推进，城市土地逐渐成为稀缺资源，为有效利用城市资源，城市建筑逐渐开始向高层发展，各地对超高层建筑的需求不断加大。1972 年国际高层建筑会议中提出，100m 以上的建筑为超高层建筑。我国《民用建筑设计通则》（GB 50352—2005）也规定：建筑高度超过 100m 时，不论住宅还是公共建筑均为超高层建筑。按照此类定义，中国首座超高层建筑是 1976 年建成的广州白云宾馆，其建筑高度 114m，主楼达 32 层。自此以后，我国超高层建筑发展进入兴盛时期，超高层建筑层出不穷。1998 年，88 层、420.5m 高的上海金茂大厦的建成标志着我国高层建筑施工技术进入世界先进行列。建筑业的发展和建筑技术的不断提升，给超高层建筑的发展提供了可靠的技术支持。单说已建成的超高层建筑，在我国 150m 以上的几年前就已千栋有余，更不用说 100m 以上的了，加上美国、日本、阿联酋、韩国等其他国家，全球超过 100m 的建筑已经难以计数。在建的或者规划中的更是层出不穷，建筑业已经进入新高度的超高层时代。在现有的技术条件和时代背景下，我国原有的民用建筑设计通则所规定的超高层建筑定义已不能满足发展的要求。

在日本，有学者从防灾的角度出发，将 100m 或 25 层以上的建筑定义为“超高层建筑”，将 200m 或 75 层以上的建筑定义为“超超高层建筑”。世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）则将高度超过 300m（984 英尺）的建筑定义为“超高层建筑”，超过 600m（1968 英尺）的建筑定义为“巨高层建筑”。

为跟随世界建筑发展潮流，本书采用 CTBUH 的定义，研究高度超过 300m 的建筑，这里建筑高度计算时是从最低点、主要点、开放的、步行的入口水平面至建筑顶端的距离，顶端包括塔尖，但是不包括天线、标志、旗杆或其他功能或技术性设备。根据 CTBUH 提供的定义与数据，对目前世界上已竣工的超高层建筑（楼高 $\geq 300\text{m}$ ），从建筑高度（主楼）、层数、竣工年份、主要结构材料和使用用途等方面进行了统计，如表 1-1 所示。

对全球楼高超过 300m 的超高层建筑数据按竣工年份进行分析，各年竣工完成的超高层建筑数据如表 1-2 和图 1-1 所示。

世界超高层建筑（楼高≥300m）列表 表 1-1

序号	建筑名称	城市(国家/地区)	高度(m)	层数	竣工年份	主要结构材料	用途
1	哈利法塔	迪拜(阿联酋)	828	163	2010	钢筋/混凝土	办公/住宅/酒店
2	上海中心大厦	上海(中国)	632	128	2015	复合材料	酒店/办公
3	麦加皇家钟塔饭店	麦加(沙特阿拉伯)	601	120	2012	钢筋/混凝土	其他/酒店
4	世界贸易中心 1 号大楼	纽约(美国)	541.3	94	2014	复合材料	办公
5	广州周大福金融中心	广州(中国)	530	111	2016	复合材料	酒店/住宅/办公
6	台北 101 大厦	台北(中国台湾)	508	101	2004	复合材料	办公
7	上海环球金融中心	上海(中国)	492	101	2008	复合材料	酒店/办公
8	环球贸易广场	香港(中国)	484	108	2010	复合材料	酒店/办公
9	吉隆坡石油双塔 1 号	吉隆坡(马来西亚)	451.9	88	1998	复合材料	办公
10	吉隆坡石油双塔 2 号	吉隆坡(马来西亚)	451.9	88	1998	复合材料	办公
11	紫峰大厦	南京(中国)	450	66	2010	复合材料	酒店/办公
12	西尔斯大厦	芝加哥(美国)	442.1	108	1974	钢筋	办公
13	京基 100	深圳(中国)	441.8	100	2011	复合材料	酒店/办公
14	广州国际金融中心	广州(中国)	438.6	103	2010	复合材料	酒店/办公
15	432 派克大道公寓	纽约(美国)	425.5	85	2015	混凝土	住宅
16	特朗普国际酒店大厦	芝加哥(美国)	423.2	98	2009	混凝土	住宅/酒店
17	金茂大厦	上海(中国)	420.5	88	1999	复合材料	酒店/办公
18	公主塔	迪拜(阿联酋)	413.4	101	2012	钢筋/混凝土	住宅
19	阿尔哈姆拉塔	科威特市(科威特)	412.6	80	2011	混凝土	办公
20	国际金融中心二期	香港(中国)	412	88	2003	复合材料	办公
21	玛丽娜 23 大厦	迪拜(阿联酋)	392.4	88	2012	混凝土	住宅
22	中信广场	广州(中国)	390.2	80	1996	混凝土	办公
23	信兴广场	深圳(中国)	384	69	1996	复合材料	办公
24	裕景大连塔 1 号	大连(中国)	383.1	80	2016	复合材料	酒店/办公
25	Burj Mohammed Bin Rashid 塔楼	阿布扎比(阿联酋)	381.2	88	2014	混凝土	住宅
26	帝国大厦	纽约(美国)	381	102	1931	钢筋	办公
27	Elite Residence	迪拜(阿联酋)	380.5	87	2012	混凝土	住宅
28	中环广场	香港(中国)	373.9	78	1992	混凝土	办公
29	联邦大楼—沃斯托克塔	莫斯科(俄罗斯)	373.7	95	2016	混凝土	住宅/办公
30	中国银行大厦	香港(中国)	367.4	72	1990	复合材料	办公
31	美国银行大厦	纽约(美国)	365.8	55	2009	复合材料	办公
32	阿勒玛斯大楼	迪拜(阿联酋)	360	68	2008	混凝土	办公
33	迪拜马奎斯 JW 万豪酒店 1 号	迪拜(阿联酋)	355.4	82	2012	混凝土	酒店
34	迪拜马奎斯 JW 万豪酒店 2 号	迪拜(阿联酋)	355.4	82	2013	混凝土	酒店

续表

序号	建筑名称	城市(国家/地区)	高度(m)	层数	竣工年份	主要结构材料	用途
35	阿联酋大厦 1 号	迪拜(阿联酋)	354.6	54	2000	复合材料	办公
36	OKO 住宅大厦	莫斯科(俄罗斯)	353.6	90	2015	混凝土	住宅/服务式公寓/酒店
37	火炬大厦	迪拜(阿联酋)	352	86	2011	混凝土	住宅
38	市府恒隆广场 1 号大厦	沈阳(中国)	350.6	68	2015	复合材料	酒店/办公
39	广晟国际大厦	广州(中国)	350.3	60	2012	混凝土	办公
40	高雄 85 大楼	高雄(中国台湾)	347.5	85	1997	复合材料	酒店/办公/零售
41	怡安中心	芝加哥(美国)	346.3	83	1973	钢筋	办公
42	中环中心	香港(中国)	346	73	1998	钢筋	办公
43	约翰·汉考克中心	芝加哥(美国)	343.7	100	1969	钢筋	住宅/办公
44	阿联酋阿布扎比国家石油公司新总部大楼	阿布扎比(阿联酋)	342	65	2015	混凝土	办公
45	无锡国际金融广场	无锡(中国)	339	68	2014	复合材料	酒店/办公
46	重庆环球金融中心	重庆(中国)	338.9	72	2015	复合材料	酒店/办公
47	水银城市大厦	莫斯科(俄罗斯)	338.8	75	2013	混凝土	住宅/办公
48	天津现代城办公大楼	天津(中国)	338	65	2016	复合材料	办公
49	天津环球金融中心	天津(中国)	336.9	75	2011	复合材料	办公
50	世茂国际广场	上海(中国)	333.3	60	2006	混凝土	酒店/办公/零售
51	瑞汉金罗塔纳玫瑰酒店	迪拜(阿联酋)	333	71	2007	复合材料	酒店
52	民生银行大厦	武汉(中国)	331	68	2008	钢筋	办公
53	中国国际贸易中心	北京(中国)	330	74	2010	复合材料	酒店/办公
54	珠海瑞吉酒店	珠海(中国)	330	67	2017	复合材料	酒店/办公
55	京南河内地标大厦	河内(越南)	328.6	72	2012	混凝土	酒店/住宅/办公
56	龙希国际大酒店	江阴(中国)	328	72	2011	复合材料	住宅/酒店
57	迪拜 Al Yaqoub 大厦	迪拜(阿联酋)	328	69	2013	混凝土	酒店/办公
58	无锡苏宁广场 1 号	无锡(中国)	328	67	2014	复合材料	酒店/服务式公寓/办公
59	指数大厦	迪拜(阿联酋)	326	80	2010	混凝土	住宅/办公
60	里程碑大厦	阿布扎比(阿联酋)	324	72	2013	混凝土	住宅/办公
61	德基广场	南京(中国)	324	62	2013	复合材料	酒店/办公
62	Q1 大厦	黄金海岸(澳大利亚)	322.5	78	2005	混凝土	住宅
63	温州贸易中心	温州(中国)	321.9	68	2011	混凝土	酒店/办公
64	卓美亚帆船酒店	迪拜(阿联酋)	321	56	1999	复合材料	酒店
65	如心广场	香港(中国)	320.4	80	2006	混凝土	酒店/办公
66	克莱斯勒大厦	纽约(美国)	318.9	77	1930	钢筋	办公
67	环球都市广场	广州(中国)	318.9	67	2016	复合材料	办公

续表

序号	建筑名称	城市(国家/地区)	高度(m)	层数	竣工年份	主要结构材料	用途
68	纽约时报大厦	纽约(美国)	318.8	52	2007	钢筋	办公
69	泛亚国际金融大厦北塔	昆明(中国)	317.8	67	2016	复合材料	办公
70	泛亚国际金融大厦南塔	昆明(中国)	317.8	66	2016	复合材料	办公
71	HHHR 塔	迪拜(阿联酋)	317.6	72	2010	混凝土	住宅
72	重庆国际金融中心 T1	重庆(中国)	316.3	63	2016	复合材料	酒店/办公
73	南京国际青年文化中心 1 号大厦	南京(中国)	314.5	68	2015	复合材料	酒店/办公
74	大京都大厦	曼谷(泰国)	314.2	75	2016	混凝土	住宅/酒店
75	美国银行广场	亚特兰大(美国)	311.8	55	1992	复合材料	办公
76	沈阳茂业中心 A 座	沈阳(中国)	311	75	2014	复合材料	酒店/办公
77	联邦银行大厦	洛杉矶(美国)	310.3	73	1990	钢筋	办公
78	电信塔	吉隆坡(马来西亚)	310	55	2001	混凝土	办公
79	海高大厦	迪拜(阿联酋)	310	83	2010	混凝土	住宅
80	烟草大厦	广州(中国)	309.4	71	2013	复合材料	办公
81	财富中心	广州(中国)	309.4	68	2015	复合材料	办公
82	阿联酋大厦 2 号	迪拜(阿联酋)	309	56	2000	复合材料	酒店
83	Stalnaya Vershina	莫斯科(俄罗斯)	308.9	72	2015	复合材料	住宅/酒店/办公
84	Burj Rafal	利雅得(沙特阿拉伯)	307.9	68	2014	混凝土	住宅/酒店
85	法兰克福大厦北塔	芝加哥(美国)	306.9	60	1989	复合材料	办公
86	卡延塔	迪拜(阿联酋)	306.4	73	2013	混凝土	住宅
87	One57	纽约(美国)	306.1	75	2014	钢筋/混凝土	住宅/酒店
88	东太平洋中心塔 A	深圳(中国)	306	85	2013	复合材料	住宅
89	碎片大厦	伦敦(英国)	306	73	2013	复合材料	住宅/酒店/办公
90	大通大厦	休斯敦(美国)	305.4	75	1982	复合材料	办公
91	阿提哈德 T2	阿布扎比(阿联酋)	305.3	80	2011	混凝土	住宅
92	东北亚贸易大厦	仁川(韩国)	305	68	2011	复合材料	住宅/酒店/办公
93	长富金茂大厦	深圳(中国)	304.3	68	2016	复合材料	办公
94	彩虹中心第二期	曼谷(泰国)	304	85	1997	混凝土	酒店
95	无锡茂业城一万豪酒店	无锡(中国)	303.8	68	2014	复合材料	酒店
96	慎行广场二号大厦	芝加哥(美国)	303.3	64	1990	混凝土	办公
97	济南绿地中心	济南(中国)	303	61	2014	复合材料	办公
98	地王国际财富中心	柳州(中国)	303	72	2015	复合材料	办公/酒店
99	南昌绿地中央广场 1 号	南昌(中国)	303	59	2015	复合材料	办公
100	南昌绿地中央广场 2 号	南昌(中国)	303	59	2015	复合材料	办公
101	利通广场	广州(中国)	302.7	64	2012	复合材料	办公

续表

序号	建筑名称	城市(国家/地区)	高度(m)	层数	竣工年份	主要结构材料	用途
102	休斯敦富国银行广场	休斯敦(美国)	302.4	71	1983	钢筋	办公
103	王国中心	利雅得(沙特阿拉伯)	302.3	41	2002	钢筋/混凝土	住宅/酒店/办公
104	The Address	迪拜(阿联酋)	302.2	63	2008	混凝土	住宅/酒店
105	首都莫斯科塔	莫斯科(俄罗斯)	301.8	76	2010	混凝土	住宅
106	东方之门	苏州(中国)	301.8	66	2015	混凝土/钢筋	住宅/酒店/办公
107	深圳市中洲控股金融中心 A 座	深圳(中国)	300.8	61	2015	复合材料	酒店/办公
108	阿尔发塔	多哈(卡塔尔)	300	36	2007	复合材料	酒店/办公
109	Arraya 塔	科威特市(科威特)	300	60	2009	混凝土	办公
110	斗山海云天顶塔 A	釜山(韩国)	300	80	2011	混凝土	住宅
111	科斯塔内拉塔	圣地亚哥(智利)	300	62	2014	混凝土	办公
112	阿倍野 HARUKAS	大阪(日本)	300	60	2014	钢筋	酒店/办公/零售

注：数据更新截至 2017 年 2 月（数据来源：<http://www.skyscrapercenter.com/buildings>）。

世界超高层建筑（楼高≥300m）竣工年份及新增情况

表 1-2

年份	新增超高层建筑数(座)	超高层建筑总数(座)	年份	新增超高层建筑数(座)	超高层建筑总数(座)
1930	1	1	2002	1	26
1931	1	2	2003	1	27
1969	1	3	2004	1	28
1973	1	4	2005	1	29
1974	1	5	2006	2	31
1982	1	6	2007	3	34
1983	1	7	2008	4	38
1989	1	8	2009	3	41
1990	3	11	2010	9	50
1992	2	13	2011	9	59
1996	2	15	2012	8	67
1997	2	17	2013	9	76
1998	3	20	2014	11	87
1999	2	22	2015	14	101
2000	2	24	2016	10	111
2001	1	25	2017	1	112

注：数据更新截至 2017 年 2 月（数据来源：<http://www.skyscrapercenter.com/buildings>）。

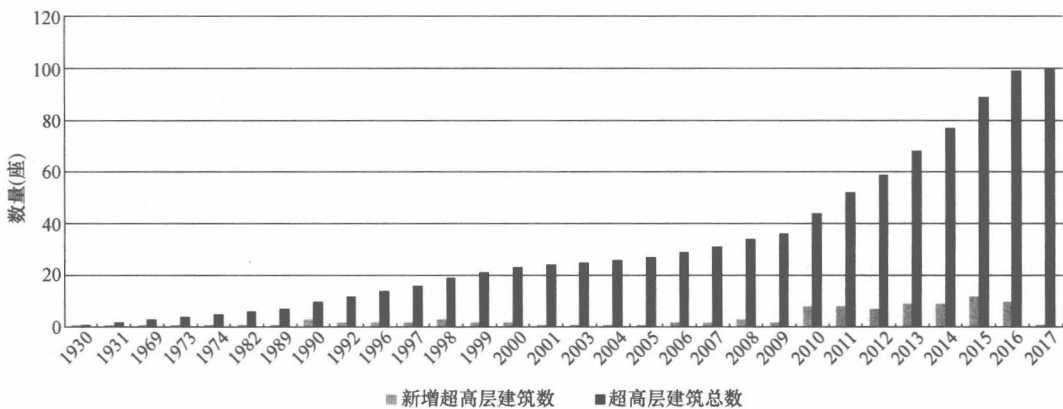


图 1-1 世界超高层建筑（楼高≥300m）新增情况（截至 2017 年 2 月）

从数据可以看出，自 1930 年建成世界首座楼高超过 300m 的超高层建筑至今，超高层建筑经历了 80 余年的发展，其过程大致可划分为以下几个阶段：

（1）20 世纪 30—60 年代的萌芽阶段：1930 年，世界首座超 300m 的超高层建筑克莱斯勒大楼在美国纽约诞生。但受限于当时落后的建设技术，超高层建筑的发展较慢，处于萌芽阶段。20 世纪 30 年代美国经济危机的爆发也间接影响到了世界建筑行业，从 20 世纪 30 年代一直到 70 年代初，竣工完成的超高层建筑数量屈指可数，中间甚至出现了长达 30 余年的空白。

（2）20 世纪 70—80 年代的探索阶段：随着世界经济的复苏和对建筑技术的探索，在此期间的近 20 年中，平均每 4 年有 1 栋超高层建筑落成。

（3）20 世纪 90 年代至 2009 年的快速发展阶段：随着建筑技术的进一步发展，从 20 世纪 90 年代开始至 2009 年超高层建筑进入快速发展阶段，在此期间的 20 年中，世界上平均每年 1.65 栋超高层建筑竣工并投入使用。其中，20 世纪 90 年代后中国的国民经济快速增长，使得原本属于美国独占的世界超高层建筑榜，逐渐出现了中国建筑的身影。

（4）2010 年至今的繁荣阶段：进入 2010 年后，建筑行业逐渐成熟，建设技术不断发展和改进，新建设材料和大型机械的涌现给超高层建筑建设提供了可靠的技术保障。世界各地每年新增超高层建筑数量接近 10 栋，世界超高层建筑发展走入繁荣阶段。

二、中国百层高楼的建设与发展状况

世界上已落成的高度前百名的超高层建筑的国家和地区分布情况如表 1-3 所示。

世界超高层建筑（楼高≥300m）国家/地区分布情况 表 1-3

国家/地区	所属洲	数量(座)
中国大陆	亚洲	42
阿联酋	亚洲	22
美国	北美洲	17
中国香港	亚洲	6