

建筑施工工程师技术丛书

高层建筑 结构工程施工

(第三版)

赵志缙 赵 帆 编著

中国建筑工业出版社

建筑施工工程师技术丛书

高层建筑结构工程施工

(第三版)

赵志缙 赵 帆 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑结构工程施工/赵志缙, 赵帆编著. —3 版.
北京: 中国建筑工业出版社, 2005
(建筑施工工程师技术丛书)
ISBN 7-112-07789-3

I. 高… II. ①赵…②赵… III. 高层建筑—结构
工程—工程施工 IV. TU974

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 113171 号

建筑施工工程师技术丛书
高层建筑结构工程施工
(第三版)
赵志缙 赵 帆 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
新华书店经销
北京天成排版公司制版
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 11 $\frac{1}{4}$ 字数: 315 千字
2005 年 11 月第三版 2006 年 4 月第八次印刷
印数: 57641—59640 册 定价: 30.00 元

ISBN 7-112-07789-3
(13743)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是“建筑施工工程师技术丛书”之一，详细介绍了高层建筑结构工程的施工技术。主要内容有：高层建筑的结构体系与施工方法、高层建筑施工用起重运输机械、高层建筑施工用脚手架、现浇混凝土结构高层建筑施工、升滑(升提)和升模法施工高层建筑、高层钢结构施工。书中对施工中必须进行设计计算的内容，均作了详细叙述，并配有例题。

本书适合于从事建筑施工的工程技术人员学习，也可供大专院校相关专业师生参考。

责任编辑：周世明

责任设计：刘向阳

责任校对：王雪竹 刘 梅

第三版出版说明

《建筑施工工程师技术丛书》(第二版)自 1994 年出版至今已经 10 年。在这 10 年期间,《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国招标投标法》、《建设工程质量管理条例》、《建设工程安全生产管理条例》等相继出台;2001 年以来,由建设部负责编制的《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2001 和相关的 14 个专业施工质量验收规范也已全部颁布,全面调整了建筑工程质量管理和验收方面的要求。

为了适应这一新的建筑业发展形势,我社对原丛书第二版的结构体系进行部分调整,同时根据这 10 年来国家新颁布的建筑法规和标准、规范,以及施工管理技术的新动向,对第二版的内容进行认真的修改和补充,以更好地满足广大读者的要求,并对第二版中存在的问题,尽可能一一作了订正。

我们希望本套丛书的第三版,能够继续对现场施工工程师更新知识结构,掌握最新的建筑工程施工技术和管理方法有所帮助,同时对在职科技人员的继续教育,起到积极的推动作用。

中国建筑工业出版社

2005 年 7 月

第二版出版说明

建筑施工工程师技术丛书自 1986 年初版发行以来，深受在施工生产第一线的建筑施工工程师的欢迎。这些工程技术人员常年担负着繁忙而复杂的工程任务，无暇博览群书。这套丛书帮助他们用有限的时间，学习建筑工程的新技术，更新自己的知识结构，更好地适应现代化建筑施工技术的要求。因此，这套丛书对于在职科技人员的继续教育，起了积极地作用。同时，这套丛书也成为大专院校工民建专业学生的选修教材。

但是，丛书第一版出版至今已经八年。这八年的时间，在改革开放大潮的推动下，我国的建筑事业蓬勃发展，兴建了许多高层建筑，促使新材料、新工艺、新技术不断涌现，并形成了许多新的成套技术。在此期间，国家颁发了新的设计、施工标准规范。这些新的变化，使本套丛书第一版的内容已显得陈旧，不能满足建筑工程技术人员学习、更新知识的欲望。为此，我们组织了本套丛书第二版的修订。

本套丛书第二版，着重补充近几年我国建筑工程施工技术与管理方法的最新成果和成熟的施工经验，以及高新技术在建筑工程中的应用，适当介绍国外的最新技术，并按新颁国家标准、规范的要求进行修订。对第一版中存在的问题，本次修订时也尽可能一一作了订正。

我们希望本套丛书第二版，继续对现场施工工程师们学习新技术有所裨益。同时，我们也欢迎广大读者对本套丛书的内容提出宝贵意见，以便我们改进。谢谢！

第一版出版说明

当前，新技术革命浪潮冲击着一切经济部门，建筑业也不例外。许多现代化的科学技术方法和管理手段正逐步地应用在建筑业中，取得了越来越大的经济效益。党的十一届三中全会以来，我国的建筑事业得到了蓬勃发展，各种现代化的建筑如雨后春笋，逐年增多。常年奔波在施工生产第一线的建筑施工工程师们，担负着繁重而复杂的施工任务。他们渴望学习新技术，提高业务水平，渴望更新自己的知识以适应现代化的要求。从科学技术的发展和四化建设的需要考虑，对在职科技人员进行继续教育的重要性和迫切性也日益突出。为此，我们组织出版了这套丛书，希望这套书能对他们有所裨益，并在工程实践中广泛应用新技术，建造出更多优良的工程，取得更佳的经济效益。

城乡建设环境保护部曾委托同济大学、重庆建筑工程学院、哈尔滨建筑工程学院从一九八一年开始举办建筑施工工程师进修班。这套丛书就是根据这些班的教学内容，结合当前施工技术的发展，将施工新技术、新材料、新结构的课题适当加多，以同济大学的老师为主组织编写的。可作为工程师进修班的教材，也可作为建筑施工工程师和有关人员自学参考。计划列题十余种，三年左右出齐。成书时尽量做到内容完整系统，文字叙述深入浅出，以便于现场施工工程师和技术员自学。当然，书中的内容选材是否适当，能否满足读者的要求，还希望广大读者提出意见，以便我们改进。谢谢！

城乡建设环境保护部干部局

中国工业出版社

1986年6月

第三版前言

《高层建筑结构工程施工》(第二版)出版已经 10 年了。该书先后印刷了四万余册,得到有关人员的重视。如今科技发展日新月异,我国大规模的基本建设促使了建筑施工技术迅速发展,10 年来我国在高层建筑施工方面积累了不少先进经验,施工技术也有不少进步,为了不断总结提高以适应客观需要,现在编写了该书的第三版。在第三版中增加了一些新的内容,也删去了一些过时的或目前我国不再应用的技术,期望能为读者提供一本较适用的读物。由于作者的水平和一些条件的限制,不妥之处在所难免,欢迎读者继续给予批评和指正,以便不断完善。

在编写本书过程中,参阅了一些施工经验总结和参考书等,一并在此致谢。

编者

2005 年 7 月

第二版前言

《高层建筑结构工程施工》(第一版)出版已经6年了,先后印刷了两次。许多工程技术人员用作技术参考书,亦有一些高等学校用作“高层建筑施工”选修课的教材。

我国的高层建筑发展很快,近年来我国建造了相当数量的高层和超高层建筑,通过研究和工程实践,我国高层建筑施工技术有了很大提高。结构类型、建筑材料和施工技术不断创新,有的已达到国际水平。

为了及时反映我国高层建筑的施工技术水平和适应形势的需要,我们在第一版的基础上,经过修改和补充,编写了第二版。在第二版中,将高层建筑施工用起重运输机械和脚手架补充后单独成为一章,另外也补充了粗钢筋连接技术等内容,使其与第一版相比,内容更加丰富和完整。

我们在编写此书时,力求反映一些现代技术和科学研究成果,但限于我们的水平和时间,不足之处在所难免,我们恳切希望读者一如既往给予批评和指正。

在编写本书过程中,参阅了一些施工经验总结和参考书、参考资料,一并在致此致谢。

编者

1994年1月

第一版前言

发展高层建筑能有效地解决城市用地有限和人口密集的矛盾，因此，从 19 世纪 80 年代国外出现了高层建筑，并有很大的发展。从 20 世纪 50 年代以来，高层建筑的发展更为迅猛，几乎在世界各地的大城市中，都建造了不少高层建筑和超高层建筑，迅速改变了城市的面貌。

从 20 世纪 70 年代末开始，我国在一些大城市中也陆续建造了一批高层建筑，其中尤其是北京、上海、广州、深圳等城市建造的数量更多。近年来，高层建筑在我国又有很大的发展，在百万人以上的大城市和省会一级的城市几乎都在建造高层建筑。

通过几年的实践，我国高层建筑的施工水平有了很大的提高。在深基础工程方面，推广了钢板桩支护、土锚杆、地下连续墙和逆作法、大直径灌注桩和挖孔桩、钢管桩和钢筋混凝土长桩等技术；在上部结构方面，大模板、滑升模板、装配式大板等已形成体系。升板施工也向高层建筑方面发展。组合钢模板在高层建筑施工中的应用也有扩大的趋势。台模、爬模、隧道模、预应力薄板叠合楼盖、压型钢板等亦有应用。此外，也开始发展钢结构的高层建筑和超高层建筑。

为了总结我国高层建筑的施工经验和介绍国外高层建筑方面的先进技术，我们编写了这本书。分现浇钢筋混凝土结构和装配式钢筋混凝土结构两方面，介绍了一些高层建筑的施工技术，同时，也介绍了高层建筑施工用的机械设备。此外，目前钢结构的高层建筑在我国虽然刚刚兴起，尚缺乏系统的经验，但考虑到今后在我国一些大城市可能会进一步发展，所以亦参照国外的经验做了简要地介绍。

编写本书时虽力求做到系统和完整，但由于我国没有这方面的专著，现有的技术资料皆散落于各种刊物和施工总结中，更限于编者的水平和时间，不妥之处在所难免，恳切希望读者批评和指正。

在本书编写过程中，参阅了一些单位的施工经验总结，特此表示感谢。

编者

1986年12月

目 录

概述	1
一、高层建筑的定义	1
二、高层建筑的发展	2
三、高层建筑施工技术的发展	5
1 高层建筑的结构体系与施工方法	8
1.1 框架结构体系	9
1.2 剪力墙结构体系	11
1.3 筒体结构体系	13
1.3.1 核芯筒体系	13
1.3.2 框筒体系	14
1.3.3 筒中筒体系	14
1.3.4 成束筒体系	14
2 高层建筑施工用起重运输机械	17
2.1 起重运输体系的选择	18
2.2 塔式起重机	19
2.2.1 国内外概况	19
2.2.2 塔式起重机的基本型式	21
2.2.3 自升塔式起重机的技术性能	25
2.2.4 塔式起重机的选用	26
2.2.5 塔式起重机使用中的几个技术问题	34
2.3 外用施工电梯	51
2.4 混凝土泵和泵车	55
2.4.1 混凝土泵的发展	55
2.4.2 混凝土泵的工作原理	56

2.4.3	分配阀	58
2.4.4	布料杆	63
2.4.5	混凝土泵的选择和应用	68
2.4.6	混凝土泵送施工对原材料及配合比的要求	77
3	高层建筑施工用脚手架	80
3.1	扣件式钢管脚手架	80
3.1.1	构造要求	80
3.1.2	搭设要求	83
3.1.3	设计计算	84
3.2	碗扣式钢管脚手架	92
3.3	门型组合式脚手架	93
3.4	分段外挂脚手架	95
3.5	附着升降脚手架	96
3.5.1	构造和用途	97
3.5.2	设计计算	99
3.5.3	对附着升降脚手架的尺寸和架体结构等的具体规定	102
3.5.4	附着升降脚手架的安装、使用和拆卸	106
3.5.5	对附着升降脚手架的管理规定	109
4	现浇混凝土结构高层建筑施工	110
4.1	钢筋连接技术	110
4.1.1	电渣压力焊	110
4.1.2	气压焊	113
4.1.3	水平钢筋窄间隙焊接	115
4.1.4	钢筋机械连接	118
4.2	组合模板施工高层建筑	141
4.2.1	组合钢模板	142
4.2.2	钢框木(竹)胶合板模板	164
4.2.3	无框模板	179
4.2.4	组合模板施工	183
4.3	大模板施工高层建筑	185

4.3.1	大模板施工对建筑设计的要求	186
4.3.2	大模板的构造与类型	187
4.3.3	大模板设计	192
4.3.4	大模板工程施工	198
4.4	滑动模板施工高层建筑	204
4.4.1	滑动模板施工对工程设计的要 求	205
4.4.2	滑动模板设计	209
4.4.3	滑动模板施工	226
4.5	爬升模板施工高层建筑	247
4.5.1	有爬架爬模	248
4.5.2	无爬架爬模	257
4.6	楼盖结构施工	260
4.6.1	台模	260
4.6.2	压型钢板	268
4.6.3	后张无粘结预应力混凝土楼盖施工	274
4.7	混凝土结构裂缝控制	280
4.7.1	混凝土结构裂缝种类及其危害	281
4.7.2	混凝土结构变形裂缝产生的原因	283
4.7.3	防止和减少混凝土结构裂缝的措施	289
5	升滑(升提)和升模法施工高层建筑	293
5.1	升滑(升提)法施工	293
5.2	升模法施工	299
5.2.1	工艺原理	299
5.2.2	构造	300
5.2.3	升模施工	303
6	高层钢结构施工	305
6.1	高层钢结构的发展	305
6.2	高层钢结构的结构体系	306
6.2.1	框架结构体系	307
6.2.2	筒体结构体系	308

6.2.3	桁架结构体系	309
6.2.4	悬挂结构体系	310
6.3	钢结构材料与结构构件	312
6.3.1	建筑钢材	312
6.3.2	钢结构构件	315
6.4	高层钢结构安装	321
6.4.1	结构安装前的准备工作	321
6.4.2	钢结构构件安装与校正	325
6.4.3	钢结构构件的连接施工	330
6.4.4	高层钢结构安装的安全措施	340
6.4.5	高层钢结构安装的允许偏差	342
6.5	钢管混凝土结构施工	343
6.5.1	钢管混凝土结构的特点和应用	343
6.5.2	钢管混凝土结构施工	344
6.6	型钢混凝土组合结构施工	349
6.6.1	型钢混凝土组合结构的特点与应用	349
6.6.2	型钢混凝土组合结构的构造	351
6.6.3	型钢混凝土组合结构施工	358
主要参考文献		361

概 述

为了解决城市用地有限和人口密集的矛盾,出现了高层建筑。国际交往的日益频繁和世界各国旅游事业的发展,更促进了高层建筑的蓬勃发展。同时,随着建筑科学技术和计算机技术的不断进步,在建筑领域内也出现了不少新结构、新材料和新工艺,这些又为现代高层建筑的发展提供了条件。

改革开放以来,我国高层建筑发展迅猛,大、中、小城市建设了不少高层建筑,真像是雨后春笋。以上海市为例,至2002年8月,高度在24m以上者达4226幢,其中20层(约60m高)以上的高层建筑1690余幢,30层(约100m高)以上的高层建筑达265幢。我国上海的金茂大厦、环球金融中心大厦;广州的中天广场;深圳的地王大厦;香港的中环广场大厦、中国银行大厦和台湾台北的101台北大厦等皆属于世界著名的超高层建筑。

一、高层建筑的定义

多少层或多么高的建筑物算是高层建筑?不同的国家和地区有不同的理解。而且从不同的角度,如结构、消防和运输来看待该问题,亦会得出不同的结论。1972年召开的国际高层建筑会议确定为:

- | | |
|---------|-----------------|
| 第一类高层建筑 | 9~16层(最高到50m) |
| 第二类高层建筑 | 17~25层(最高到75m) |
| 第三类高层建设 | 26~40层(最高到100m) |
| 超高层建筑 | 40层以上(高度100m以上) |

我国建设部《民用建筑设计通则》(JGJ 37—87)中规定,高层建筑是指10层以上的住宅及总高度超过24m的公共建筑及综合建筑。

二、高层建筑的发展

高层建筑在古代就有，我国古代建造的不少高塔，就属于高层建筑。如 1400 多年前，即公元 523 年建于河南登封县的嵩岳寺塔，10 层，高 40m，为砖砌单筒体结构。公元 704 年改建的西安大雁塔，7 层，高 64m。公元 1055 年建于河北定县的料敌塔，11 层，高达 82m，砖砌双筒体结构，更为罕见。此外，还有建于 1056 年，9 层，高 67m 的山西应县木塔等。这些高塔皆为砖砌或木制的筒体结构，外形为封闭的八边形或十二边形。这种形状有利于抗风和抗地震，也有较大的刚度，在结构体系上是很合理的。

同时，我国古代也出现了类似现代的高层框架结构。如公元 984 年建于河北蓟县的独乐寺观音阁，即为高 22.5m 的木框架结构。其他如高 40m 的河北承德普宁寺的大乘阁等亦为木框架结构。

我国这些现存的古代高层建筑，经受了几百年、甚至上千年的风雨侵蚀和地震等的考验，至今基本完好，这充分显示了我国劳动人民的高度智慧和才能，也表明我国古代对高层建筑就有较高的设计和施工水平。

在国外古代亦建有高层建筑，古罗马帝国的一些城市就曾用砖石承重结构建造了 10 层左右的建筑。公元 1000 年前后，意大利建造过一些高层建筑。例如，公元 1100~1109 年，意大利的 Bologna 城就建造了 41 座砖石承重的塔楼，其中有的竟高达 98m 和 60m。19 世纪前后，西欧一些城市还用砖石承重结构建造了高达 10 层左右的高层建筑。

古代的高层建筑，由于受当时技术经济条件的限制，不论是承重的砖墙或筒体结构，壁都很厚，使用空间小，建筑物越高，这个问题就越突出。如 1891 年在美国芝加哥建造的 Monadnock 大楼，为 16 层的砖结构，其底部的砖墙厚度竟达 1.8m。这种小空间的高层建筑不能适应人们生活和生产活动的需要。因而，采用高强和轻质材料，发展各种大空间的抗风、抗震结构体系，就