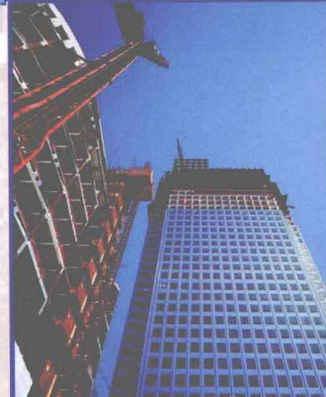
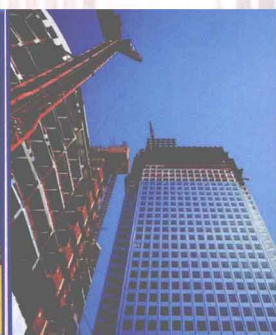


高层建筑 设计与施工 (下册)

(第二版)

陈祥福 徐至钧 赵锡宏 廖少明 主编
何广乾 许溶烈 王铁宏 毛志兵 主审



科学出版社

高层建筑设计施工 (下册)

(第二版)

陈祥福 徐至钧 赵锡宏 廖少明 主编
何广乾 许溶烈 王铁宏 毛志兵 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在 1992 年版本基础上,按现行国家规范,重点介绍我国高层和超高层建筑 30 多年来的建设成就、设计与施工经验、科研新成果、国内外高层建筑发展趋势和对策,以及我国最高建筑实例。

全书分上、下两册,共 21 章,内容包括导论、高层建筑结构体系和实例分析、高层建筑的建筑设计、设计荷载和地震作用、高层建筑框架与剪力墙结构分析、高层建筑筒体结构受力分析、高层建筑结构计算实用程序与主要软件、高层建筑钢结构设计与施工、钢管混凝土结构设计、高层建筑幕墙设计与施工、高层建筑新抗震设计方法、复杂高层建筑设计、高层建筑截面设计与节点构造、高层建筑与地基与基础的设计、高层建筑与地基基础的共同作用、高层建筑深基础沉降计算、高层建筑结构和深基础施工、高层建筑结构试验、高层建筑技术经济分析、广东国际大厦结构设计、青岛国际金融中心结构设计等。此外,书中还介绍了世界 100 幢最高建筑、世界 100 幢最高住宅和中国 200 余幢最高建筑等。

本书理论与实际结合、设计与施工结合、科研与工程结合,内容丰富、系统,对高层和超高层建筑设计 with 施工有重要指导意义和实用价值。

本书可供从事工程设计、施工和管理等科技人员及有关高等院校结构与岩土工程、工业与民用建筑、工程力学、建筑学和管理工程等专业的本科生和研究生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

高层建筑设计 with 施工 (下册) / 陈祥福, 徐至钧, 赵锡宏, 廖少明主编.
—2 版. —北京: 科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-030543-5

I. ①高… II. ①陈… ②徐… ③赵… ④廖… III. ①高层建筑-建筑设计 ②高层建筑-工程施工 IV. ①TU97

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 042476 号

责任编辑: 童安齐 田新峰 芦 瑶 任加林 / 责任校对: 马英菊

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1992 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2011 年 4 月第 二 版 印张: 88 3/4

2011 年 4 月第三次印刷 字数: 2040 000

印数: 11 501—13 500

定价: 160.00 元 (含上、下册)

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026 (BA08)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303



第二版序

1. 回顾与展望——21 世纪高层建筑结构专家系统将有效地运用于设计之中

发展高层建筑的主要原因是由于城市人口快速增长。在 1920 年，只有 14% 的人口居住在城市中，而现在则超过 50%，对于发达国家已高于 70%。现在美国城市人口大约增长至 82.7%，德国增长至 92%，日本增长至 77%。甚至在中国，现在城市人口也已经增长至 30% 以上。全世界人口超过 100 万的城市已经多于 210 个。由于城市土地的缺乏，在一些大城市中，高层建筑的设计与建造，特别是在亚洲沿太平洋海岸似乎将成为今后的热点。然而，现在还有大量反对建高层建筑的意见，特别是在欧洲和世界某些地方。在这里没有必要列举各种高层建筑的适用范围，每一类型的高层建筑都有自己的优缺点，换句话说，都有自己合理的应用领域。施工的简易性、结构系统的可靠性和建筑的经济性，都是合理建筑设计的主要指标。由于新科技及新技术的发展，同时伴随着新型建筑材料的涌现，新的建筑体系一定会在新的 21 世纪逐步出现。我们应对这些系统进行持续的归纳和总结，并最终归入所谓的高层建筑专家系统中去。

对于 EMYCIN 程序在医疗科学领域的出现，土木工程界曾给予较大的注意并进行了类似的工作，如在土木工程中使用 SACON，在高层建筑中使用 HI-RISE 等。许多基于专家系统、人工智能技术及基于事实推理的尝试，已经在国内外一些大学中进行探讨；同时，在中国建筑科学研究院也已经开展了研究。将来的趋势是要通过人工智能技术，把更多的高层建筑结构系统的成功经验，运用到先进的结构专家系统中去，以及基于事实推理和自我集成系统图中来，以指导设计人员进行工程设计，并为将来高层建筑的设计提供新的结构形式。除了一些建筑上的原因或者有经验的设计人员进行特殊的创作外，高层建筑使用专家系统必将成为一个普遍的趋势，并且一些杰出的设计方法也将在 21 世纪得到广泛应用。

对于每栋新建的高层建筑，除了能通过专家系统提供合理有效的结构体系外，对于结构所需的承载力，以及系统内每个结构件的耐久性及可靠度，都应确实地进行考虑。

2. 高层建筑中主要结构材料的演变及它们承载力的发展

根据对 20 世纪世界上 100 栋最高建筑的调查可知，大约有 66% 采用钢材，18% 使用钢与混凝土复合材料，而只有 16% 采用混凝土作为主要的结构材料（这种情况在中国有些不同，因为现阶段钢筋混凝土还在被广泛应用）。除了目前还无法预见的变化之外，钢材与钢筋混凝土仍将在未来一段时期内，用作高层建筑的主要材料。但是随着 21 世纪的到来，它的比例将会有明显的变化。总的来说，钢材将会越来越多地得到应

用，以提高施工速度，所用钢材以后也可再次利用。

在上海的国际贸易经济区内，国际商贸中心总面积为 241 000m²，建筑主体由钢结构组成。在安装前曾用计算机虚拟现实技术模拟实际的施工安装情况，使得实际的安装和施工更加合理化，从而达到令人满意的结果。所以虚拟现实技术，也将成为 21 世纪大型重要项目结构设计与施工的一种发展趋势。另外，具有高强度和良好耐久性以及施工方便等特点的高效混凝土将逐步投入使用。通过使用特殊的搅拌技术及控制新型添加剂并加入适当粗骨料，减少细骨料和增加高效水泥的用量，可以很大地提高混凝土特性。钢材与高效混凝土组合结构等均将逐步投入使用。钢管混凝土是另一种提高梁、柱强度的有效方法。通过提高楼板的强度与刚度，也可减少楼板的厚度。用于混凝土板、梁、转换梁或平板的后张预应力技术，必将得到广泛的应用。由于经碳纤维塑性处理过的螺纹钢筋具有高强性和耐腐蚀性，使用它取代普通混凝土或预应力混凝土中的钢筋也将成为一种趋势。关于塑性处理过的碳塑钢或碳塑复合材料的更深一步研究及应用，将会在 21 世纪得到更大的发展。

正如上面所提到的，钢结构将会在高层建筑，特别是在超高层建筑中占主要地位，但在 21 世纪中应开发出更有效的连接方式并投入使用。最近在美国的加利福尼亚的北岭地区及日本的阪神地区所发生的地震已经反映出这一需求。结构、设计时应避免梁柱连接点的破坏，应设法改进梁柱的连接，以避免在连接处出现破坏。对于钢材及混凝土的合理选择，很大程度上依赖于与建筑设计要求相符的结构体系的选择。

对于高层建筑中不同非结构构件材料的合理选择，也是一个需要研究的重要问题，因为在某种程度上，它也与结构的整体性能有关。在强烈地震的作用下，有时非结构性损坏不仅需要昂贵的费用进行修理，还会产生令人讨厌的负面效应，并经常会对所采用的结构体系本身产生破坏作用。

在建筑结构与自然生态环境之间也存在一个非常密切的联系，结构工程师应了解复杂的生态环境和社会问题。基于结构材料可持续发展，对它们的选择应予慎重考虑，对于不同种类混凝土的使用，应充分合理地利用自然资源，并把对环境的影响与破坏降到最低程度。对于钢材和混凝土等材料的生产，我们应尽可能地采用高效和低能源损耗技术及设备。建筑材料资源的可持续性利用是一个非常重要的课题，应被放在第一位，应投入很大的精力。根据来源的不同，建筑材料可分为两类：一类为自然材料，如泥土、砂石等；另一类为从自然材料中提取出来的人工合成和进行过加工的材料，如钢材、水泥、混凝土、木材、砖、玻璃、陶瓷、防水材料等。我们不应过分开采自然资源，以影响自然生态环境的平衡，也不应过分开采砂石以及生产大量的普通黏土砖破坏大量可耕种土地。另外，由于建筑施工或拆除所生产的固体废物，应作为可资利用的资源用于其他领域，诸如道路垫层、新建筑和广场的基础材料；钢材及玻璃应分别进行熔化以便于再行利用。由于全球生态系统是人类生存与发展的最基本的物质基础，在新的 21 世纪的高层建筑问题上，对其应给予极大的关注。

3. 结构设计中的能量吸收系统

总的来说，高层建筑就像是立在地面上的一个突出的桅杆。它在台风地区会受到强风的作用，在地震区会受到强烈地面运动的影响。如果高层建筑能够很好地吸收

由于风或地震所输入的运动能量,那么尽管有一些不可避免的运动,它还是能完好地立在那里,否则将会导致倒塌或者严重破坏。为了减少侧向振动,不仅应避免倒塌,还应避免出现应力集中,并减少震动的感觉,保证人们在其中工作或生活的舒适性。我们可以借助于一些吸能设备,如主动的或被动的振动隔离装置,然而尽管它们能很有效地吸能,但它们还是太昂贵了一些。因此,用于吸收能量的、更加有效而又便宜的设备或结构系统,将无疑是 21 世纪的主要关注焦点。现在一些低造价的减震设备已经在试验并进行实际应用了。例如,目前建筑界在采用伸臂水平加强层减少高层建筑和巨型框架结构等侧向变形方面取得了很大的进展。此外,为了减少梁柱连接处的破坏,同时也为了框架节点附近能够更多地吸收由于侧向位移而产生的能量,可以采用带有减震措施的斜向腹杆或采用偏心支撑的斜杆等有效手段。甚至在梁柱连接处采用仅在梁端产生塑性铰的 Dogbone 连接横梁,也已被证明能够很好地吸收侧向能量。在 21 世纪中,一定会出现更多的更加有效且价廉的吸能设备,广泛地应用于高层建筑设计之中。

对于六层到八层的一般建筑来说,还有许多成功的方式来吸收能量,例如通过基础隔离层来吸收由于侧向地震作用引起的地震能量,其结果是地下的能量传到上层时已经大大减少。现在日本已经开始尝试把成组的隔离器放在建筑物的第六层(如将两层地下室计入的话,即为第八层),以进一步减少地震能量向上传递,并显著减弱高层建筑在较高楼层处受地震作用而引起的位移。它鼓舞了结构设计人员最终在 21 世纪找到一种能应用于较高层数并比底部隔震更好的吸能方法。更有进者,现在国际上已在研究利用智能材料,例如压电材料、磁致伸缩液体材料、磁流变液体材料等来进行主动隔震和减振。

由日照角度引起的温度变化导致高层建筑侧向位移在许多建筑中都存在。现在由于良好绝缘材料性能的提高与普遍使用,以及其他的一些有效的隔热方法的出现,建筑物的热效应大大降低。所有这些在新的 21 世纪里将会得到很大的改进,将不再是重要问题。

4. 高层建筑的更加精确的结构分析问题

高层建筑的计算机分析,已经在 20 世纪最近几十年内取得了迅速进展。目前国际上广泛应用于高层建筑的软件主要为 SAP 系列, ETAPS 系列, ANSYS 系列, GT-STRUDL 系列等。在国内,由中国建筑科学研究院开发的 PKPM 系列软件也得到了广泛的应用。然而,由于高层建筑须对复杂的剪力墙结构进行更精确的分析以求得更合理的计算结果,来适应高层结构动态分析中所需要的更高精度,软件的进一步改进和发展将成为 21 世纪一项主要的任务。在 21 世纪里,各类软件还将通过计算机网络进行更广泛的应用。

对于结构主体中含有复杂剪力墙的高层建筑,应更多地对剪力墙采用基于有限元理论模型的高精度分析方法,其中包括在剪力墙上模拟复杂的开洞情况等。当然,在建立有限元网格时会遇到一些困难,一定要保证剪力墙上的开洞在分析上的协调性及所需的精度;同时也要保证必要的连续性并避免有限元网格产生非正常的变形。如果剪力墙网格线划分得很粗糙,停留在梁与柱的水平之上,那么对于剪力墙的分析来说,它将达不

到所需的精度；如果划分得能够达到剪力墙所需的精度，那么必须同时提高梁与柱的精度使其能够与之相匹配。这样会导致总刚矩阵很大，从而使得软件的分析效率降低，有时会变得很不适用。此外，在通常情况下，墙与梁或柱的连接处，不允许有任何旋转自由度。这些在程序上带来的困难，将会是新世纪里我们需要解决的问题。

目前，我们需要对高层建筑的非线性结构变形分析投入很大精力进行研究。在强地震作用下，不管是采用动力非线性的时程分析或采用静力非线性的推覆分析（pushover analysis），所得的结果都涉及材料的本构关系。由于混凝土材料在受压、受拉、受弯及受剪或在其复杂组合的情况下，其本构关系不尽相同，非线性分析变得十分复杂。此外，当计算中考虑土壤及岩石的影响或考虑在持续荷载作用下的地基的影响，将使非弹性分析变得更难以驾驭。这些本构关系目前均在大力进行研究。尽管它不是一项容易的工作，但在新世纪必将设法通过深入的研究争取合理地解决。

目前，非线性数学分析方法同实际情况相差很远。对于超大型工程，花费大量时间计算成千上万的自由度是不可行的；并且，极值点处的各种集合很难控制。有时在进行结构分析时需要计算机的介入，但是当软件设计与实际情况有出入时，还需要具有特殊知识和软件分析经验的设计人员进行处理。这样在解决问题时需要进行一些适当的假设，而这对于一般的分析者来说不是件很容易的事。对于推覆分析，除了应总结出能够影响结果准确性的较合理的侧向荷载分配问题之外，还应能结合基于建筑物变形性能要求提出相接近的分析方法。在这种情况下，每栋高层建筑都可以按设计人员要求或指定的变形状态进行验算。抗倒塌设计不是一个明确的要求，经过地震与台风作用后，若房屋虽未倒塌却受到严重的损坏，其修理费用及使用时间方面的损失将是十分巨大的，所以应尽量避免出现这种情况。最好选择并采用那些符合要求的性能等级，使其设计与周围环境相适应，而修理费用也可被接受，这能够给工程的业主带来更多的利益。

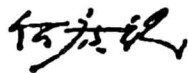
基于此种情况，在 21 世纪，高层建筑抗震与防风设计的主要趋势为：要求在预计的一定级别的地震及台风作用下，其设计应遵从一套过程，以使其能够对结构设计进行控制，并对变形进行预测。非线性简单分析方法不仅应用于验证设计结构是否达到了指定的位移，也要对内部设备转换层及市政管线系统的变形与损坏进行很好的控制。当然，沿建筑高度所产生的侧向位移分配应进一步进行研究，并在不同的情况下，应基于建筑性能要求分成等级。在现阶段，看起来抗震的有关方面在未来会有很大的发展，在新世纪它会变得更加合理并得到更广泛的应用。

5. 结束语

高层建筑的设计与施工对周围的环境会产生很重要的影响，这些社会影响应认真考虑并仔细处理。由于结构设计作为建筑设计中一个重要的有机部分，两者之间的关系很密切，其综合协调性是非常重要并且是必不可少的。然而，它与其他原则的相互协调也是非常重要的。

很明显，结构工程师在进行设计时，除了要灵活地满足建筑师所要求的建筑形状和形式外，还应遵从结构领域本身的要求，进行合理的协调。在某种程度上，这些协调将会影响建筑的外形及整体功能的布局。在这里我们不对具体实例进行讨论，

但对上述两条原则须进行认真考虑，使其符合建筑功能设计的合理化和美学上的要求，这是完全必要的。机械与电气设计同样也会有许多影响结构细部设计的地方。通过过去经验的积累，以及将来由于新设备、新技术的使用而产生的新智能设计方案，上面提到的结构专家系统将会得到充实壮大，并达到能够提供具有一定程度的智能方案的水平。使用此系统不仅是为了节省所花费的设计时间，提高工作效率，同时也可得到高质量的智能设计方案。将来，结构工程师尽可能地利用基于事件的分析系统，以达到更好的设计效果。



(中国建筑科学研究院)

2009年10月2日

何广乾：江苏丹徒人，法国巴黎大学结构力学博士，研究员、博士生导师，著名建筑结构专家、力学家，中国工程设计大师，曾任中国建筑科学研究院副院长、总工程师、学术委员会主席，原建设部科学技术委员会副主任，中国建筑学会副理事长，国际预应力协会副主席，中共十大、十一大代表，第六、七届全国政协委员。在结构力学、薄壳理论、高层建筑结构、数值计算和工程设计等方面做出重大贡献，取得突破性成果。

第一版序

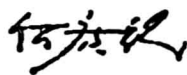
世界高层建筑的发展历史已有 100 多年，现在发展的趋势是：各国正在逐步立法，把空间作为一种资源，有计划地进行开发利用；高层建筑的数量与日俱增，全世界超过 200m 高度的高层建筑已有 100 多幢；高层建筑的造型新颖、设计复杂、功能齐全；采用钢结构。钢-混凝土结构体系的比重增大。

目前，美国在高层建筑方面具有明显的优势。据统计，世界上已建成超过 300m 高度的 10 幢高层建筑中。有 9 幢在美国；超过 200m 高度的 100 多幢高层建筑中，80% 以上也在美国。

我国古代高层塔建筑闻名于世。而现代高层建筑的发展仅有 30 多年的历史。这虽然同国际水平相比还有一定的差距，但近 10 年来我国高层建筑发展也很快，全国已建成上千幢高层建筑，并制订了专门的设计与施工规程。我国高层建筑发展比较快的城市有北京、上海、广州、天津和深圳等，其中北京市每年兴建的住宅，已有 50% 以上为高层住宅。现在，我国超过 200m 高度的高层建筑已有 2 幢，超过 150m 高度的有 10 幢，超过 100m 高度的有 100 多幢，高层钢结构建筑已有 10 多幢。

从总体上来说，我国高层建筑的建设已具有一定的水平，有的已达到国际水平，并能基本满足各种功能的要求，而且其形式日趋多样化，结构体系日臻完善，抗风、抗震系统，施工技术和测试手段等也都有很大的提高。

本书在收集了大量资料和数据的基础上，去粗取精，重点介绍了我国高层建筑的科研成果，设计与施工经验，主要建设成就与发展趋势，并附有若干建筑的结构设计、结构计算和工程实例，具有较强的理论性和实用性，对设计与施工具有重要参考价值，相信本书的出版，必将为推动我国高层建筑的发展起到一定的积极作用。



1990 年 11 月 9 日

第二版前言

本书第一版自 1992 年出版以来,国内外高层建筑发展十分迅速,高层建筑数量增加很多,建筑高度增高一倍,比 20 世纪 90 年代初预测的发展进度提前了 10 年左右。20 世纪北美(主要是美国的芝加哥和纽约)是高层建筑的中心。如今亚洲已成为世界高层建筑的第二个中心。1998 年马来西亚建成国家石油双子塔 452m、88 层,打破美国芝加哥希尔斯大厦(442m、101 层,1974 年建成)保持 24 年的世界最高纪录。同年,中国建成上海金茂大厦 420m、88 层。2003 年中国台湾建成台北 101 大厦 508m、101 层,成为世界最高楼,保持 7 年。2008 年中国建成上海环球金融中心 492m、101 层,是当时世界第二高楼,屋顶高度世界第一。2010 年 1 月 4 日阿联酋在迪拜建成哈利法塔(即迪拜塔)828m、163 层,这是当今世界最高楼。中国正在建设 3 幢超过 600m 的大楼:深圳平安国际金融大厦 648m、115 层;上海中心 632m、127 层;天津中银大厦 600m、117 层。另据 CTBUH 最新发布的数据:在世界 10 幢最高楼中,中国占 5 幢(大陆 3 幢、台北和香港各 1 幢);在世界 15 幢最高楼中,中国占 9 幢(大陆 5 幢、香港 3 幢、台北 1 幢)。同样,在世界 100 幢最高楼中,中国占 34 幢、美国占 32 幢、中东占 17 幢、其他地区占 17 幢,中国首次超过美国。另外,在世界 10 大最多高层建筑大城市中,亚洲占 7 个,中国香港排第一位、美国纽约排第二位,中国的上海、广州位列其中。在世界 10 幢最高建筑中,前 7 幢均在亚洲;全世界 15 幢最高建筑中,有 12 幢在亚洲。显然,亚洲的高层建筑高度和数量已超过美国。亚洲的确是当今世界超高层建筑的第二个中心,并同亚洲经济发展一脉相承。但是,我们应清醒地看到,亚洲超高层建筑总体技术水平同美国相比还有一定差距。近 30 年来,中国高层和超高层建筑是跨越式发展,其施工技术、施工组织与管理已达到国际先进水平。但是,其高层建筑设计水平、重型施工机械、信息化与自动化水平同欧美相比还有一定的差距。我国超过 250m 的超高层建筑设计,绝大部分是境外的方案;关键的施工机械、机电设备、自控原器件等也绝大多数采用境外的产品。在世界 15 幢最高建筑(CTBUH)中,除了中国台北 101 大厦外,大多数是美国设计的。国内 50~250m 的高层建筑,大都是自行设计,并以钢筋混凝土结构为主,以高层住宅为主。我国改革开放 30 多年来,高层建筑的发展如雨后春笋,其高度从 100~500m 以平均每年 12m 的速度增加。近几年内,我国高层建筑将有 3 幢超过 600m,最高达到 648m,其平均高度增加率将达 28m/年,超过美国。我国高层和超高层建筑建设发展,在取得以上辉煌成就时,还在若干技术领域达到世界领先水平,如超长桩与深基础、沉降计算、超深基坑支护、结构设计与分析、防震抗震、预应力技术、钢管混凝土结构、地基基础共同作用和施工技术等。我国整个高层建筑的结构体系和技术规范已自成体系、具有中国特色,成功地指导全国高层和超高层建筑建设。

目前,“经济全球化,全球城市化,城市建筑高层化”已是不可抗拒的历史发展潮流。全世界都面临共同的问题:人口膨胀、地价昂贵、交通拥挤、能源紧张、资源短

缺、环境恶化。我国的情况尤为严峻,人口已超过 13 亿、耕地仅 18 亿亩^①、大城市交通拥挤和地价居高不下、城市化进程加快(城镇人口比率年均提高 1 个百分点,超过 1300 万人进城)和城市住房困难、资源短缺、环境恶化等。为解决上述困难,城市建筑高层化应该是出路之一。城市高层建筑总是随着世界经济的发展,社会生产力的提高,科学技术的进步和人们物质文明与精神文明的需求而不断蓬勃发展。尽管高层和超高层建筑“造价高、管理成本高、自动化和信息化设备要求高”,在设计理论、使用功能、环境影响等方面存在不同认识,甚至还有火灾和恐怖破坏的危险,但是它具有占地少、缓解城市用地与住房困难、充分利用地上空间资源、满足城市建设扩张需要,可作为城市地标与旅游景观等突出优点,是现代城市文明的表现之一,是社会发展的必然选择。高层建筑既大大促进整个建筑业的发展,又大大提高建筑科学技术水平。人类必然走向地上空间、开发地下空间。现代化的城市建筑必然走向高层化,特别是现代化的大城市建筑必然走向高层或超高层化。因此,根据中国国情和国内外城市发展的经验与规律,结合我国城市化发展进程要求,一般城市应大力发展中、高层住宅,大城市应大力发展高层和超高层住宅。

本书自第一版出版以来很受欢迎,几次印刷、脱销。其相关技术规范和规程已经修订。中国高层建筑的高度和数量世界瞩目,实际上已成为世界高层建筑的中心之一。我国高层钢筋混凝土结构体系已臻完善,高层钢结构和钢-混凝土组合结构建筑发展迅速,取得不少设计、施工经验和科研成果。为此,我们从 2008 年开始组织从事高层和超高层建筑结构设计、施工、教学和科研单位的有关专家、教授,历时两年,按现行国家规范和规程,删去原书 2 章、新增 6 章。本书分上、下册,共 21 章,各章内容为:导论、高层建筑结构体系和实例分析、高层建筑的建筑设计、设计荷载和地震作用、高层建筑框架与剪力墙结构分析、高层建筑筒体结构受力分析、高层建筑结构计算实用程序与主要软件、高层建筑钢结构设计与施工、钢管混凝土结构设计、高层建筑幕墙设计与施工、高层建筑新抗震设计方法、复杂高层建筑结构设计、高层建筑截面设计与节点构造、高层建筑地基与基础设计、高层建筑与地基基础的共同作用、高层建筑深基础沉降计算、高层建筑结构和深基础施工、高层建筑结构试验、高层建筑技术经济分析、广东国际大厦结构设计、青岛国际金融中心结构设计等。全书根据现行国家规范《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)(2006 年版)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)(2010 年版)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2002、J 220—2002)进行编写。书中编入了少数规范正在修订的内容和国家关于超高超限高层建筑专项审查的技术要点,同时还收集了最新的世界 100 幢最高建筑、世界 100 幢最高住宅、世界 100 多个国家的最高建筑和中国 200 多幢高层建筑的简况等。

本书由陈祥福、徐至钧、赵锡宏、廖少明主编,何广乾、许溶烈、王铁宏、毛志兵主审。书稿有关章节,先后征求了原建设部总工程师许溶烈教授,住房和城乡建设部总

① 1 亩=666.6m²,下同。

工程师王铁宏教授,中国建筑科学研究院原总工程师何广乾教授,清华大学石永久、郭彦林教授,同济大学侯学渊、朱合华教授,北京大学力学与工程系陈璞教授,东南大学丁大钧教授,中国建筑工程总公司毛志兵教授,重庆大学张永兴教授,广西大学秦荣教授,北京交通大学张鸿儒、杨庆山、刘保国教授,湖南大学李家宝教授,中国矿业大学刘波教授,中国台湾中原大学张达德教授,中国台湾中钢结构集团(昆山)董事长陈文断教授等的意见。同时得到中国建筑工程总公司、同济大学、中国建筑科学研究院、中国建筑北京设计研究院、中国建筑上海设计研究院、中国建筑东北设计研究院、中国建筑西南设计研究院、中国建筑西南勘察设计研究院、中国建筑西北设计研究院、中国建筑西北市政设计研究院、广东省建筑设计研究院、广州市设计研究院、北京中建建筑设计院、天津市建筑设计研究院和重庆市建筑勘察设计院等单位大力支持和帮助,这里一并致以谢意。

本书各章编写分工如下:第1章由陈祥福、陈冲、赵锡宏、鲍苑悦编写,第2章由赵锡宏、曾朝杰、肖俊华编写,第3章由徐至钧、陈冲、唐欣编写,第4章由廖少明、邵伟、申明亮编写,第5章由廖少明、申明亮、邵伟编写,第6章由陈祥福、邵伟、申明亮编写,第7章由陈伟、陈祥福编写,第8章由郑廷银编写,第9章由徐至钧、陈祥福编写,第10章由赵西安编写,第11章由陈祥福、廖少明、申明亮编写,第12章由唐兴荣编写,第13章由廖少明、申明亮、邵伟、陈冲编写,第14章由钱力航编写,第15章由赵锡宏、曾朝杰、肖俊华编写,第16章由陈祥福、张忠坤、邵伟编写,第17章由徐至钧、王泽辉、陈冲编写,第18章由廖少明、邵伟、申明亮编写,第19章由徐至钧、唐欣、陈冲编写,第20章由容柏生编写,第21章由陈祥福、夏世群、陈冲、鲍苑悦编写。全书由陈祥福负责文笔统一、修改定稿。

本书内容丰富、编著工作量很大,既要反映我国30多年高层建筑发展成就和建设经验,又要遵照现行规范要求。由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者指出,以便改正和进一步提高。

编著者

2010年10月2日

北京中海雅园

第一版前言

20 世纪以来,世界各国已进入现代城市化阶段,并面临着城市人口膨胀、住房困难、用地紧张、环境污染和交通堵塞等问题。高层建筑随着世界城市化的普及、社会生产力的提高、科学技术的进步和人们物质生活的需要而蓬勃发展,这不仅缓解了上述问题,而且开创了整个建筑业的新纪元:人类必然走向空间(包括地上、地下空间),现代化城市必然进入高层建筑化阶段。

目前,高层建筑尽管在设计理论、建筑艺术、经济效益、环境影响及使用功能上,或多或少地存在某些问题和困难,人们对它的评价和认识还不统一,但是它的兴建仍呈直线上升的趋势。如新加坡的高层建筑已占城市房屋的 70% 以上,法国、德国、罗马尼亚已占 40% 以上。目前,世界各国修建最多的高层建筑是住宅、旅馆、商业大厦和办公楼,这些均不同程度地解决了人们住房困难的问题,可以说,高层建筑是历史的必然产物,而且还推动了建筑科学、建筑材料与设备的不断发展,改变了传统的建筑设计概念、计算理论和施工方法,逐步形成高层建筑独特的体系。

通过对世界城市化的迅速发展和人类生存条件的研究,结合我国国情分析,我们认为中国应该大力发展高层建筑。近 10 年来,我国高层建筑发展很快,现已兴建 1000 多幢高层建筑。其建筑设计已逐渐多样化,建筑高度也不断增加(现已突破 200m),钢筋混凝土结构体系日趋完善,高层钢结构建筑也有较大的发展。但是,我国高层建筑的整体技术水平,包括建筑材料与设备、施工技术与管理等与国际先进水平相比还有一定差距。因此,我国高层建筑的设计与施工要尽快赶上或超过世界水平,发展具有中国特色的高层建筑,就成为我们急需研究的新课题和新任务。为此,我们从 1987 年开始,组织 10 多位从事高层建筑科研、设计、施工和教学工作的专家和教授,历时近三年,广泛征求意见,集体编著了本书。全书共 17 章,主要介绍了我国高层建筑的科研成果、设计与施工经验、建设成就、发展趋势和实例,以及高层建筑设计施工的一般知识,还着重介绍了适用计算程序、高层钢结构设计、筒体结构设计、地基与基础设计、高层建筑与地基基础的共同作用、施工技术、高层建筑的试验、高层建筑技术经济分析、结构计算实例,以及我国 103 幢高层建筑设计简介、结构动力时程分析和新抗震设计方法,世界最高的 100 幢和中国最高的 100 幢高层建筑简介等。全书内容均符合《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程(JGJ 3—91)》、《建筑结构荷载规范(GBJ 9—87)》、《建筑抗震设计规范(GBJ 11—89)》、《混凝土结构设计规范(GBJ 10—88)》、《钢结构设计规范(GBJ 17—88)》、《建筑地基基础设计规范(GBJ 7—88)》和《高层建筑岩土工程勘察规程》等新规范的要求,对高层建筑设计施工有重要参考价值和较强的实用性。

参加本书编写工作的有:何广乾、陈祥福、徐至钧、李桂青、赵锡宏、刘开国、王荫长、韦承基、陈文钦、许朝铨、容柏生、范绥之和王宏经等。本书承蒙清华大学包世华教授等审阅并提出宝贵意见,中国建筑科学研究院、北京市建筑设计研究院、华东建

筑设计院、天津市建筑设计院、中国建筑西南设计院、甘肃省建筑勘察设计院、广东省建筑设计研究院和广州市设计院等提供了大量资料和数据，以及照片、图纸等，在此一并致以谢意。

由于编著者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者指正。

编者

1990年8月8日

目 录

第二版序	
第一版序	
第二版前言	
第一版前言	

上 册

第 1 章 导论	1
1.1 高层建筑发展概况	2
1.2 国外高层建筑和超高层建筑	22
1.3 中国高层建筑和超高层建筑	23
1.4 我国规定的建筑层数和分类	35
1.5 高层建筑功能类型及布局	38
1.6 高层建筑受力特点和设计要求	43
1.7 高层建筑结构常用体系概述	51
1.8 高层建筑结构竖向布置方案	65
1.9 高层建筑结构抗震一般要求和超限审查	67
附件一 超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点	70
附件二 世界各国最高的高层建筑 (CTBUH—2010 年 4 月颁布)	77
参考文献	82
第 2 章 高层建筑结构体系和实例分析	83
2.1 引言	83
2.2 世界最高层建筑简介	83
2.3 高层和超高层建筑的结构体系	90
2.4 高层和超高层建筑的工程实例	95
2.5 高层和超高层建筑的结构体系选择	116
2.6 超高层建筑的结构控制和阻尼器设置	116
2.7 小结	118
参考文献	118
第 3 章 高层建筑的建筑设计	120
3.1 总体规划和平面布置	120
3.2 建筑格调与人居空间	135
3.3 建筑装饰与室内设计	138
3.4 环境景观	144
3.5 绿色建筑的设计	153
参考文献	157

第 4 章 设计荷载和地震作用	158
4.1 荷载效应组合	158
4.2 竖向荷载	161
4.3 风荷载	162
4.4 地震作用	189
4.5 施工荷载	202
4.6 温度作用	203
参考文献	206
第 5 章 高层建筑框架与剪力墙结构分析	207
5.1 框架结构计算	207
5.2 剪力墙结构计算	220
5.3 框架-剪力墙结构计算	250
参考文献	258
第 6 章 高层建筑筒体结构受力分析	260
6.1 高层建筑筒体结构的类型和框架筒的受力性能	260
6.2 对不同精度要求的受力分析假设和几类计算方法	261
6.3 矩形筒中筒的近似计算	263
6.4 薄壁筒的等效框架化	267
6.5 矩形筒中筒的等效平面框架解法	270
6.6 用平面框架子结构法分析筒体结构	275
6.7 框架筒和薄壁筒连系梁的等效连续化	282
6.8 用高次平面应力有限元法分析筒体结构	283
6.9 用平面应力有限条法分析筒体结构	289
6.10 开口薄壁杆件弯曲扭转公式	309
附件 结构矩阵分析中的逆转换	313
参考文献	314
第 7 章 高层建筑结构计算实用程序与主要软件	316
7.1 交互式有限元程序系统 (FEM)	317
7.2 非对称高层建筑空间结构计算程序 (ETRS)	320
7.3 有限条法程序系统 (CLF)	321
7.4 筒中筒有限条法分析程序 (TIT)	321
7.5 筒体结构有限条法程序 (FTIT)	322
7.6 结构分析程序 (DDJ-W)	322
7.7 结构静力、动力分析程度 (JJD)	323
7.8 三维空间结构计算程序	324
7.9 结构样条函数分析程序系统	325
7.10 筒体结构加权残数法分析程序	330
7.11 结构动力时程分析专用程序及实例	337
7.12 MIDAS 程序	346
7.13 SAP 2000 程序	346

7.14	ANSYS 程序	349
7.15	ETABS 程序	352
7.16	ADINA 程序	359
7.17	高层建筑结构计算机辅助设计——TBSACAD 系统	363
7.18	PKPM 系列程序	370
	参考文献	374
第 8 章	高层建筑钢结构设计与施工	375
8.1	国内高层建筑钢结构的发展	375
8.2	高层钢结构的结构体系	378
8.3	钢结构的材料标准与计算规定	388
8.4	钢构件设计	408
8.5	压型钢板组合楼盖设计	442
8.6	钢构件连接节点设计	464
8.7	高层钢结构的制作与安装	488
8.8	钢结构的防火保护	504
	参考文献	521
第 9 章	钢管混凝土结构设计	523
9.1	概述	523
9.2	钢管混凝土在高层建筑工程中的应用	524
9.3	钢管混凝土结构	530
9.4	柱节点的应用和研究	540
9.5	钢管混凝土节点抗震设计	541
9.6	钢与混凝土组合结构设计	545
9.7	钢与混凝土组合结构的整体设计	546
9.8	钢与混凝土组合结构组合构件设计	548
	参考文献	555
第 10 章	高层建筑幕墙设计与施工	557
10.1	概述	557
10.2	幕墙的材料标准	577
10.3	幕墙的建筑与结构设计	635
10.4	幕墙节点构造	688
10.5	幕墙的制作和安装	715
	参考文献	745

下 册

第 11 章	高层建筑新抗震设计方法	747
11.1	新抗震设计方法概述	747
11.2	“小震不坏”	748
11.3	“大震不倒”	750
11.4	弹塑性变形的简化计算	763