

高层建筑施工

Gaoceng Jianzhu (第2版)
Shigong

主编 方洪涛 蒋春平 杨 雪

北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高层建筑施工

(第2版)

主 编 方洪涛 蒋春平 杨 雪

副主编 刘思远 裴丽娜 崔在峰

王永利



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书第2版按照高等院校人才培养目标以及专业教学改革的需要,结合高层建筑相关的规程、规范,系统地对高层建筑施工关键工序的施工方案的,主要工种的施工工艺、技术和方法进行了详细阐述。全书共分为七章,主要内容包括高层建筑施工测量、高层建筑施工常用机械、高层建筑施工用脚手架、基础工程施工、高层钢筋混凝土结构施工、钢结构高层建筑施工、高层建筑防水工程施工等。

本书内容全面丰富,语言通俗易懂,具有较强的实用性,可作为高等院校土建类相关专业的教材,也可作为高层建筑工程施工技术及管理参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑施工/方洪涛,蒋春平,杨雪主编.—2版.—北京:北京理工大学出版社,2013.2

ISBN 978-7-5640-7445-6

I. ①高… II. ①方… ②蒋… ③杨… III. ①高层建筑—工程施工 IV. ①TU974

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第033989号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京紫瑞利印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/18.5

字 数/450千字

责任编辑/王俊洁

版 次/2013年2月第2版 2013年2月第1次印刷

责任校对/杨 露

定 价/49.00元

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

第2版前言

随着社会的进步,城市工业和商业的迅速发展促进了高层建筑快速发展。同时,建筑领域的一些新结构、新材料、新工艺的出现也为高层建筑的发展提供了条件。高层建筑不仅解决了日益增多的人口和有限的用地之间的矛盾,也丰富了城市的面貌,成为城市实力的象征和现代化的标志。

高层建筑施工是高等院校土建类相关专业的一门主要专业课程,也是一门实践性很强的课程。本教材第1版自出版发行以来,深受广大师生认可和喜爱,已先后加印多次。

近年来由于国民经济的快速发展,高层建筑施工工艺理论和技术发展很快,大量新技术、新材料、新结构在高层建筑中不断涌现,与高层建筑相关的规程、规范不断修订完善,为了使本教材更贴近时代,进一步体现高等教育的特点,及时反映我国高层建筑施工成熟且先进的施工技术和有关计算理论,我们结合最新颁布实施的有关规范和规程,参照近年来高层建筑施工新技术、新工艺的发展情况,对本教材进行了修订,在内容上进行了较大幅度的修改与充实,进一步强化了教材的实用性和可操作性,能更好地满足高等院校教学工作的需要。

本次修订主要进行了以下工作:

1. 新增了高层建筑施工测量的内容。
2. 根据施工塔式起重机和建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程的相关内容对高层建筑施工用起重运输机械的相关内容进行了修订。
3. 考虑到脚手架在高层建筑施工中的重要性,本次修订时依照最新颁布的脚手架安全技术规范对相关内容进行了完善,并将第1版中有关脚手架的内容单列成一章进行阐述,且加入了高处作业安全防护方面的内容。
4. 依据最新高层建筑施工技术规程、规范,如《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)等,对书中相关内容进行了更新,并补充了一些范例,以保证教材内容的先进性、准确性与指导性。
5. 完善了相关细节,增补了与高层建筑施工实际密切相关的知识点,摒弃落后陈旧的资料信息,增强了教材的实用性和易读性,方便学生理解和掌握。

本教材由方洪涛、蒋春平、杨雪担任主编,刘思远、裴丽娜、崔在峰、王永利担任副主编。

本教材在修订过程中,参阅了国内同行多部著作,部分高等院校教师提出了很多宝贵意见供我们参考,在此表示衷心感谢!对于参与本教材第1版编写但未参加本次修订的教师、专家和学者,本版教材所有编写人员向你们表示敬意,感谢你们对高等教育教学改革做出的不懈努力,希望你们对本教材保持持续关注并多提宝贵意见。

限于编者的学识及专业水平和实践经验,修订后的教材仍难免有疏漏或不妥之处,敬请广大读者指正。

编者

第1版前言

随着我国科学技术水平的提高和经济实力的增强,以及城市工业和商业的迅速发展和国际交往的日趋频繁,工程建设行业得到了蓬勃发展,我国高层建筑施工的理论和技術也取得了重大突破。关于高层建筑的界定,世界各国都没有固定的划分标准。我国《民用建筑设计通则》(GB 50352—2005)中规定:住宅建筑七层至九层为中高层住宅,十层及十层以上为高层住宅;除住宅建筑之外的民用建筑,高度大于24 m者为高层建筑(不包括建筑高度大于24 m的单层公共建筑),民用建筑高度大于100 m者为超高层建筑。与普通建筑相比,高层建筑工程规模大,工序多,各专业组织配合复杂,在施工中正确选定施工方法,合理安排施工工序,对加快整个工程施工速度,节省投资,保证工程质量,具有极其重要的意义。

我国从20世纪80年代开始通过大量的工程实践,使高层建筑施工技术得到迅速发展,并已达到世界先进水平。如在基础工程方面,混凝土方桩、预应力混凝土管桩、钢桩等预制打入皆有应用,有的桩长已达到70 m以上。在结构方面,已形成组合模板、大模板、爬升模板和滑升模板的成套工艺,使钢结构超高层建筑施工技术有了长足进步。在钢筋技术方面,推广了钢筋对焊、电渣压力焊、气压焊以及机械连接。同时,预拌混凝土和泵送技术的推广,大大提高了大体积混凝土浇筑速度。在超高层钢结构施工方面,厚钢板焊接技术、高强度螺栓和安装工艺都日益完善,国产H型钢钢结构也已成功用于高层建筑。

我们结合高层建筑施工实践,根据高等院校土建专业教学要求,组织编写了本教材。本书系统介绍了高层建筑施工技术和施工工艺方法,全书共分为六章,内容包括高层建筑施工机具、基础工程施工、高层钢筋混凝土结构施工、钢结构高层建筑施工、高层建筑防水工程施工、高层建筑安全专项施工方案设计等。

本书按照“必需、够用”的基本要求,本着“讲清概念、强化应用”的原则进行编写。为更加适合教学使用,章前设置【学习重点】与【培养目标】,对本章内容进行重点提示和教学引导;章后设置【本章小结】和【思考与练习】,从更深层次给学生以思考、复习的切入点,由此构建了“引导—学习—总结—练习”的教学模式。

本书由肖玲、蒋春平担任主编,刘思远、裴丽娜、崔在峰、党伟担任副主编。可作为高等院校土木工程相关专业教材,也可作为建筑施工企业工程技术人员学习、培训的参考用书。本书在编写过程中,参阅了国内同行相关书籍和资料,并得到部分高校教师的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

限于编者水平,书中疏漏或不妥之处在所难免,敬请广大读者指正。

编 者

目 录

绪论 / 1

第一章 高层建筑施工测量 / 8

第一节 高层建筑施工测量概述 / 8

第二节 高层建筑施工测量的准备工作和内容 / 9

第三节 高层建筑施工变形观测 / 21

第二章 高层建筑施工常用机械 / 26

第一节 塔式起重机 / 26

第二节 外用施工电梯 / 36

第三节 泵送混凝土施工机械 / 41

第三章 高层建筑施工用脚手架 / 51

第一节 液压升降整体脚手架 / 51

第二节 碗扣式钢管脚手架 / 58

第三节 门式钢管脚手架 / 60

第四节 工具式脚手架 / 68

第五节 高处作业安全防护技术 / 75

第四章 基础工程施工 / 80

第一节 基坑工程内容与支护结构的安全等级 / 80

第二节 基坑工程施工 / 81

第三节 高层建筑深基坑地下水控制 / 91

第四节 支护结构施工 / 106

第五节 桩基础工程施工 / 134

第六节 大体积混凝土结构施工 / 149

第五章 高层钢筋混凝土结构施工 / 169

第一节 结构施工方案的选择 / 169

第二节 现浇钢筋混凝土结构施工 / 179

第三节 装配式钢筋混凝土结构高层建筑施工 / 201

第四节 围护结构施工 / 210

第六章 钢结构高层建筑施工 / 223

第一节 高层钢结构概述 / 223

第二节 高层钢结构加工制作 / 228

第三节 高层钢结构安装 / 239

第四节 钢结构防火与防腐工程 / 257

第七章 高层建筑防水工程施工 / 265

第一节 地下室防水工程施工 / 265

第二节 外墙及厕浴间防水施工 / 280

第三节 屋面及特殊建筑部位防水施工 / 286

参考文献 / 290

绪 论

为解决人口密集和城市建设用地有限的矛盾,高层建筑出现了。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,随着建筑科学技术的不断进步,建筑领域出现了很多新结构、新材料和新工艺,这些又为现代高层建筑的发展创造了新的条件。

从20世纪80年代开始,高层建筑在我国开始迅猛发展,北京、上海、广州、深圳等大城市都建造了一大批高层建筑,仅上海市目前已建成的高层建筑就有4500幢以上,这在世界大城市中都是少有的。由于经济的迅速发展,目前我国的高层建筑已由大、中城市发展

到小城市,在一些经济发达地区的县级城市内亦出现很多的高层建筑。

多少层或多么高的建筑物算是高层建筑呢?不同的国家和地区有不同的理解,而且从不同的角度,亦会得出不同的结论。1972年召开的国际高层建筑会议确定了高层建筑的分类及特征,见表0-1。

表 0-1 高层建筑的分类及特征

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

我国《民用建筑设计通则》(GB 50352—2005)规定,一层至三层住宅建筑为低层住宅,四层至六层住宅建筑为多层住宅,七层至九层住宅建筑为中高层住宅,十层及十层以上住宅建筑为高层住宅;除住宅建筑之外的民用建筑高度不大于24 m者为单层和多层建筑,大于24 m者为高层建筑(不包括建筑高度大于24 m的单层公共建筑);建筑高度大于100 m的民用建筑为超高层建筑。

一、高层建筑发展概况

1. 古代高层建筑

高层建筑在古代就有,我国古代建造的很多高塔就属于高层建筑。如公元523年建于河南登封县的嵩岳寺塔,10层,高40 m,为砖砌单筒体结构。公元704年改建的西安大雁塔,7层,高64 m。公元1055年建于河北定州的料敌塔,11层,高达82 m,砖砌双筒体结构,更为罕见。此外,还有建于公元1056年,9层,高67 m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,我国古代也出现了高层框架结构。如公元984年建于天津蓟县的独乐寺观音阁,即为高22.5m的木框架结构,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,至今仍基本完好,这充分显示了我国劳动人民的聪明智慧,也表明了我国古代对高层建筑已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曾用砖石承重结构建造10层左右的建筑。公元1100—1109年,意大利的博洛尼亚城曾建造41座砖石承重结构的塔楼,其中有的高达98m。19世纪前后,西欧一些城市还用砖石承重结构建造了10层左右的高层建筑。

古代高层建筑,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,并且建筑物越高,这个问题就越突出。如1891年在美国芝加哥建造的蒙纳德诺克大楼,为16层的砖墙结构,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,就成为高层建筑结构发展的必然趋势。

2. 近代与现代国外高层建筑的发展

近代高层建筑是从19世纪以后逐渐发展起来的,这与采用钢铁结构作为承重结构有关。建于1801年的英国曼彻斯特棉纺厂,高7层,首先采用铸铁框架作为建筑物内部的承重骨架。1843年美国长岛的黑港灯塔,亦采用了熟铁框架结构。这就为将钢铁材料用于承重结构开辟了一条途径。1883年美国芝加哥的11层保险公司大楼,首先采用由铸铁柱和梁组成的金属框架来承受全部荷重,外墙只是自承重,这已是近代高层建筑结构的萌芽了。

1889年美国芝加哥的一幢9层大楼,首先采用钢框架结构。1903年法国巴黎的Franklin公寓采用了钢筋混凝土结构。与此同时,美国辛辛那提城一幢16层的大楼也采用了钢筋混凝土框架结构,开始了将钢、钢筋混凝土框架用于高层建筑的时代。此后,从19世纪80年代末至20世纪初,一些国家又兴建了一批高层建筑,使高层建筑的发展实现了新的飞跃,不但建筑物的高度跃至50层,而且在结构中采用了剪力墙和钢支撑,使建筑物的使用空间显著扩大。

19世纪末至20世纪初是近代高层建筑发展的初始阶段,这一时期的高层建筑结构虽然有了很大的进步,但因受到建筑材料和设计理论等的限制,一般结构的自重较大,而且结构形式也较单调,多为框架结构。

近代高层建筑的迅速发展,是从20世纪50年代开始的。轻质高强材料的发展,新的设计理论和电子计算机的应用,以及新的施工机械和施工技术的出现,都为大规模地、较经济地修建高层建筑提供了可能。同时,由于城市人口密度的猛增,越来越昂贵的地价,迫使建筑物向高空发展也成了客观上的需要,因而很多国家都大规模地建造高层建筑。到目前为止,在很多国家的城市中,高层建筑几乎占了整个城市建筑面积的30%~40%。

目前,美国的高层建筑数量较多,160m以上的就有很多幢。如1973年建成的110层高达443m的西尔斯大厦(美国芝加哥),1972年建于纽约的110层、高412m的世界贸易中心双塔大厦(已毁);1931年建于纽约的102层、高381m的帝国大厦等,都是闻名于世的高层建筑。其他如英国、法国、日本、加拿大、澳大利亚、新加坡、俄罗斯、波兰、南非等国家也都修建了许多高层建筑。

3. 国内近现代高层建筑的发展

我国的高层建筑的建造始于 20 世纪初。1906 年建造了上海和平饭店南楼, 1922 年建造了天津海河饭店(12 层), 1929 年建造了上海和平饭店北楼(11 层)和锦江饭店北楼(14 层), 1934 年建造了上海国际饭店(24 层)和上海大厦(20 层)以及广州爱群大厦(15 层)。

20 世纪 50 年代, 我国在北京、广州、沈阳、兰州等地建造了一批高层建筑。60 年代, 在广州建造了 27 层、高 87.6 m 的广州宾馆。70 年代, 在北京、上海、天津、广州、南京、武汉、青岛、长沙等地兴建了一定数量的高层建筑, 其中广州于 1977 年建成的 33 层、高 115 m 的白云宾馆, 是当时除港澳地区外国内最高的建筑。进入 20 世纪 80 年代, 我国的高层建筑蓬勃发展, 各大中城市和一批县级城市都兴建了大量高层建筑。金茂大厦、中天广场、地王大厦等高度在 100 m 以上的超高层建筑也得到了兴建。

二、高层建筑的结构类型与结构体系

(一) 高层建筑的结构类型

1. 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构具有造价较低、取材丰富, 并可浇筑各种复杂断面形状, 而且强度高、刚度大、耐火性和延性良好, 结构布置灵活方便, 可组成多种结构体系等优点, 因此, 在高层建筑中得到广泛应用。当前, 我国的高层建筑中钢筋混凝土结构占主导地位。

2. 钢结构

钢结构具有强度高、构件断面小、自重轻、延性及抗震性能好等优点; 钢构件易于工厂加工, 施工方便, 能缩短现场施工工期。近年来, 随着高层建筑建造高度的增加, 以及我国钢产量的大幅度增加, 采用钢结构的高层建筑也不断增多。

3. 钢-钢筋混凝土组合结构

钢-钢筋混凝土组合结构是钢和钢筋混凝土相结合的组合结构和混合结构。这种结构可以使两种材料互相取长补短, 取得经济合理、技术性能优良的效果。

(二) 高层建筑的结构体系

高层建筑所采用的结构材料、结构类型和施工方法与多层建筑有很多共同之处, 但高层建筑不仅要承受较大的垂直荷载, 还要承受较大的水平荷载, 而且高度越高相应的荷载越大, 因此高层建筑所采用的结构材料、结构类型和施工方法又有一些特别之处。

1. 框架结构

如图 0-1(a)所示, 框架结构由梁、柱构件通过节点连接构成, 是我国采用较早的一种梁、板、柱结构体系。框架结构的优点是建筑平面布置灵活, 可形成较大的空间, 有利于布置餐厅、会议厅、休息厅等, 因此在公共建筑中的应用较多。其建筑高度一般不宜超过 60 m。框架结构由于侧向刚度差, 在高烈度地震区不宜采用。

2. 剪力墙结构

剪力墙结构是利用建筑物的内外墙作为承重骨架的结构体系, 如图 0-1(b)所示。与一般房屋的墙体受力不同, 这类墙体除了承受竖向压力外, 还要承受由水平荷载所引起的弯矩。由于其承受水平荷载的能力较框架结构强、刚度大、水平位移小, 现已成为高层住宅

建筑的主体,建筑高度可达150 m。但由于承重墙过多,限制了建筑平面的灵活布置。

3. 框架-剪力墙结构

在框架结构平面中的适当部位设置钢筋混凝土剪力墙,也可以利用楼梯间、电梯间墙体作为剪力墙,使其形成框架-剪力墙结构,如图0-1(c)所示。框架-剪力墙既有框架平面布置灵活的优点,又能较好地承受水平荷载,并且抗震性能良好,是目前高层建筑中经常采用的一种结构体系,适用于15~30层的高层建筑,一般不超过120 m。

4. 筒体结构

筒体结构由框架和剪力墙结构发展而成,是由若干片纵横交错的框架或剪力墙与楼板连接围成的空间体系。筒体体系在抵抗水平力方面具有良好的刚度,且建筑平面布置灵活,能满足建筑上需要较大的开间和空间的要求。

根据筒体平面布置、组成数量的不同,又可分为框架-筒体、筒中筒、组合筒三种体系,分别如图0-1(d)、(e)、(f)所示。

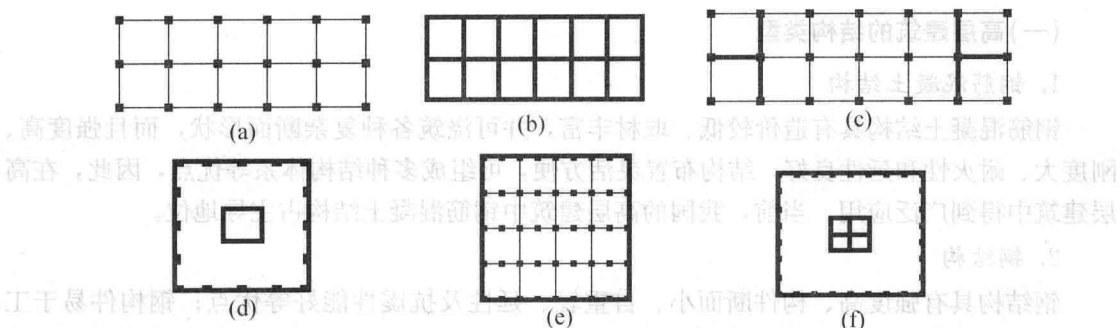


图0-1 高层建筑结构体系

(a)框架; (b)剪力墙; (c)框架-剪力墙; (d)框架-筒体; (e)筒中筒; (f)组合筒

5. 其他竖向结构

(1)悬挂结构。悬挂结构是由一个或几个筒体,在其顶部(或顶部及中部)设置桁架,并由从桁架上引出的若干吊杆与下面各层的楼面结构相连而成。悬挂结构也可由一个巨大的刚架或拱的顶部悬挂吊杆与下面各层的楼面相连而成。

(2)巨型结构。巨型结构是由若干个筒体或巨柱、巨梁组成巨型框架,承受建筑物的垂直荷载和水平荷载。在每道巨梁之间再设置多个楼层,每道巨梁一般占一个楼层并支承巨梁间的各楼层荷载。

(3)蒙皮结构。蒙皮结构是将航空和造船工业的技术引入建筑领域,以外框架的柱、梁作为纵、横肋,蒙上一层薄金属板,形成共同工作体系。

此外,由于建筑功能和建筑艺术的需要,出现了一些大门洞、大跨度的特殊建筑。

(三)房屋适用高度

(1)根据《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)中3.3的规定,钢筋混凝土高层建筑结构的最大适用高度应区分为A级和B级。A级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的最大适用高度应符合表0-2的规定,B级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的最大适用高度应符合表0-3的规定。

表 0-2 A 级高度钢筋混凝土高层建筑的适用高度

m

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度			
			6 度	7 度	8 度	
					0.20g	0.30g
框架		70	60	50	40	35
框架-剪力墙		150	130	120	100	80
剪力墙	全部落地剪力墙	150	140	120	100	80
	部分框支剪力墙	130	120	100	80	50
筒 体	框架-核心筒	160	150	130	100	90
	筒中筒	200	180	150	120	100
板柱-剪力墙		110	80	70	55	40
注：1. 表中框架不含异形柱框架。 2. 部分框支剪力墙结构指地面上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。 3. 甲类建筑，6、7、8 度时宜按本地区抗震设防烈度提高一度后宜符合本表的要求，9 度时应专门研究。 4. 框架结构、板柱-剪力墙结构以及 9 度抗震设防的表列其他结构，当房屋高度超过本表数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效的加强措施。						

表 0-3 B 级高度钢筋混凝土高层建筑的适用高度

m

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度			
			6 度	7 度	8 度	
					0.20g	0.30g
框架-剪力墙		170	160	140	120	100
剪力墙	全部落地剪力墙	180	170	150	130	110
	部分框支剪力墙	150	140	120	100	80
筒 体	框架-核心筒	220	210	180	140	120
	筒中筒	300	280	230	170	150
注：1. 部分框支剪力墙结构指地面上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。 2. 甲类建筑，6、7 度时宜按本地区抗震设防烈度提高一度后符合本表的要求，8 度时应专门研究。 3. 当房屋高度超过本表数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效的加强措施。						

平面和竖向均不规则的高层建筑结构，其最大适用高度宜适当降低。

(2)根据《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ 99—1998)中第 1.0.2 条规定，钢结构和有混凝土剪力墙的钢结构高层建筑的适用高度应符合表 0-4 的规定。

表 0-4 钢结构和有混凝土剪力墙的钢结构高层建筑的适用高度

m

结构种类	结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度		
			6、7 度	8 度	9 度
钢结构	框架	110	110	90	70
	框架-支撑(剪力墙板)	260	220	200	140
	各类筒体	360	300	260	180
有混凝土剪力 墙的钢结构	钢框架-混凝土剪力墙	220	180	100	70
	钢框架-混凝土核心筒				
	钢框筒-混凝土核心筒	220	180	150	70

三、高层建筑施工技术的发展

随着高层建筑的不断增加,施工技术也得到了很大的发展,并在实践中应用、总结、再应用,形成了较为先进的施工技术体系。

1. 高层建筑基础施工技术

从20世纪90年代以后,高层建筑越建越高,基础也就越做越深,这样就促进了基础施工技术的发展。

在基础工程方面主要有基础结构、深基坑支护、大体积混凝土浇筑、深层降水等施工。

高层建筑多采用桩基础、筏形基础、箱形基础、桩基与箱形基础或桩基与筏板基础的复合基础这几种结构形式。

桩基础方面,混凝土方桩、预应力混凝土管桩、钢管桩等预制打入桩皆有应用,有的桩长已超过70 m。近年来混凝土灌注桩有很大发展,在钻孔机械、桩端压力注浆、成孔扩孔、动力试验、扩大桩径等方面都有很大提高,大直径钻孔灌注桩的应用愈来愈多,并在软土、淤泥质土的地区也有成功应用。

筏形基础、箱形基础、桩基与箱形基础或桩基与筏板基础的复合基础,能形成空间大的底盘,使地下空间得到很好的利用,结构刚度好,在20世纪90年代以后有大量应用。

近年来,由于深基坑的增多,支护技术发展很快,多采用钢板桩、混凝土灌注桩、地下连续墙、深层搅拌水泥土桩、土钉等进行支护;施工工艺有很大改进,支撑方式有传统的内部钢管(或型钢)支撑,亦有在坑外用土锚拉固;内部支撑形式也有多种,有十字交叉支撑,有环状(拱状)支撑和混凝土支撑,亦有采用“中心岛”式开挖的斜撑;土锚的钻孔、灌浆、预应力张拉工艺也有很大提高。

大体积混凝土裂缝控制的计算理论日益完善,为减少或避免产生温度裂缝,各地都采用了一些有效措施。由于商品混凝土和泵送技术的推广,万余立方米以上的大体积混凝土浇筑亦无困难,在测温技术和信息化施工方面亦积累了很多经验。

在深基坑施工降低地下水位方面,已能利用轻型井点、喷射井点、真空泵、深井泵和电渗井点技术进行深层降水,而且在预防因降水而引起附近地面沉降方面亦有一些有效措施。

2. 高层建筑结构施工技术

在结构工程方面,已形成组合模板、大模板、爬升模板和滑升模板的成套工艺,钢结构超高层建筑的施工技术亦有了长足的进步。组合模板方面除55系列钢模板外,还推广了肋高70 mm、75 mm的中型组合钢模板;55、63、70、75、78、90系列的钢框竹(木)胶合板模板,板块尺寸更大,使用更方便;并研究推广了早拆体系,以减少模板配置数量。大模板工艺在剪力墙结构和筒体结构中已得到广泛应用,形成“全现浇”、“内浇外挂”、“内浇外砌”成套工艺,且已向大开间建筑方向发展。楼板除各种预制、现浇板外,还应用了各种配筋的薄板叠合楼板。爬升模板首先在上海得到应用,工艺已成熟,不但用于浇筑外墙,亦可内、外墙皆用爬升模板浇筑。在提升设备方面已有手动、液压和电动提升设备,有带爬架的,亦有无爬架的,与升降脚手架结合应用,优点更为显著。滑模工艺可施工高耸结构、剪力墙或筒体结构的高层建筑,亦可施工一些特种结构(如沉井等),在支承杆的稳定

以及施工期间墙体的强度和稳定计算方面亦有很大改进。此外,对一些特种模板也有发展,如上海金茂大厦施工用的“分体组合自动调平整体提升式钢平台模板系统”和“新型附着升降脚手架和大模板一体化系统”等。

在钢筋技术方面,推广了钢筋对焊、电渣压力焊、气压焊以及机械连接(套筒挤压、锥螺纹和直螺纹套筒连接);并且,在植筋方面亦有很多发展。

在混凝土技术方面,除大力发展预拌混凝土外,近年来还推广预拌砂浆;在高性能混凝土和特种混凝土(纤维混凝土、聚合物混凝土、防辐射混凝土、水下不分散混凝土等)方面亦有提高。

在脚手架方面,针对高层建筑施工的需要研制了自升降的附着式升降脚手架,已推广使用,效果良好。

在超高层钢结构施工方面,无论是厚钢板焊接技术,还是高强螺栓和安装工艺方面都日益完善,国产的 H 型钢钢结构已成功用于高层住宅。

此外,在砌筑技术、防水技术和高级装饰装修方面也都有长足进步。随着我国高层和超高层建筑的进一步发展,传统技术会进一步提高,一些新结构、新技术、新材料亦将不断出现。

3. 高层建筑施工管理

高层建筑由于层数多,工程量大,技术复杂,工期长,涉及许多单位和专业,必须在施工全过程实施科学的组织管理,特别要解决好以下一些问题:

(1)施工现场管理体制。

(2)施工与设计的结合。

(3)施工组织设计的编制。

(4)施工准备工作。

(5)施工技术管理。

(6)质量、安全和消防管理。

第一章 高层建筑施工测量

能力目标

1. 能建立施工方格控制网，能进行高层建筑基础施工测量。
2. 能用钢尺直接测量进行高程传递，能用悬吊钢尺法进行高程传递。
3. 能利用外控法和内控法进行竖向测量。
4. 能进行沉降、位移、倾斜、裂缝等变形观测。

知识目标

1. 了解高层建筑施工测量的特点、基本原则，掌握高层建筑施工测量的常用方法。
2. 了解高层建筑施工测量应做好的准备工作，掌握高层建筑施工测量方法。
3. 了解沉降变形产生的原因，掌握沉降变形观测的基本内容与方法。

第一节 高层建筑施工测量概述

一、高层建筑施工测量的特点

高层建筑施工测量的主要任务是将轴线精确地向上引测和进行高程传递。高层建筑施工测量的特点如下：

(1) 由于高层建筑层数多、高度大，结构竖向偏差直接影响工程受力情况，故施工测量中要求竖向投点精度高，所选用的仪器和测量方法要适应结构类型、施工方法和场地情况。

(2) 由于高层建筑结构复杂，设备和装修标准较高，特别是高速电梯的安装等，对施工测量精度要求更高。一般情况下，在设计图纸中会说明总的允许偏差值，由于施工时亦有误差产生，为此测量误差必须控制在总偏差值之内。

(3) 由于高层建筑平面、立面造型既新颖又复杂多变，故要求开工前应先制订施测方案、仪器配备、测量人员的分工，并经工程指挥部组织有关专家论证后方可实施。

二、高层建筑施工测量基本准则

- (1) 遵守国家法令、政策和规范，明确为工程施工服务。
- (2) 遵守先整体后局部和高精度控制低精度的工作程序。
- (3) 要有严格审核制度。
- (4) 建立一切定位、放线工作要经自检、互检合格后，方可申请主管部门验收的工作制度。

第二节 高层建筑施工测量的准备工作和内容

一、高层建筑施工测量的准备工作

(一) 测量准备

- (1) 校对测量仪器。将工程所用的经纬仪、水准仪等测量仪器及工具送国家计量单位校核, 保证测量工具的准确性。
- (2) 根据规划勘测部门提供的坐标桩及建筑总平面图进行复测, 确保坐标桩的准确性。
- (3) 施工前, 根据建筑总平面图和建设方提供的坐标点、水准点进行复测, 确保工程坐标和高程的准确性。
- (4) 对施工现场内影响施测的障碍进行处理。
- (5) 对施测用辅助材料如标高控制桩、油漆、麻线等提前准备到位。

(二) 施工控制网的建立

高层建筑施工测量, 必须建立施工控制网。一般以使用方便、精度较高的施工方格控制网较为实用。施工方格控制网的建立, 必须从整个施工过程考虑, 打桩、挖土、浇筑基础垫层和建筑物施工过程中的定位轴线均能应用所建立的施工控制网。

1. 建立局部直角坐标系

为了在现场准确地进行高层建筑物的放样, 一般要建立局部的直角坐标系, 且使该局部直角坐标系的坐标轴方向平行于建筑物的主轴线或街道中心线, 以简化设计点位的坐标计算和便于在现场建筑物放样。

施工方格网布设应与总平面图相配合, 以便在施工过程中能够保存最多数量的控制点标志。

2. 用极坐标法和直角坐标法放样

对于地面较平坦的建筑场地, 宜采用简单的测量工具进行平面位置的放样。通常, 平坦地区高层建筑物平面位置的放样多采用极坐标法或直角坐标法。

(1) 极坐标法放样。采用极坐标法放样时, 要相对于起始方向先测设已知的角度, 再由控制点测设规定的距离。

如图 1-1 所示, 设有通过控制点 O 的坐标轴 Ox 和 Oy , 待放样点 C 的坐标为 (x, y) , 放样采用极坐标法, 由位于 Ox 轴上距离点 O 为 c 的点 A 来进行。也就是说, 在 A 点测设出预先算得的角度 α , 再由点 A 测设距离到点 C 。为了对 C 点进行放样, 需进行下列工作:

- 1) 在 Ox 方向上量出由点 O 到点 A 的距离 c ;
- 2) 仪器对中;
- 3) 在 A 点安置仪器, 测设角度 α ;
- 4) 沿着所测设的方向, 由 A 点量出距离 b ;
- 5) 在地面上标定 C 点的位置。

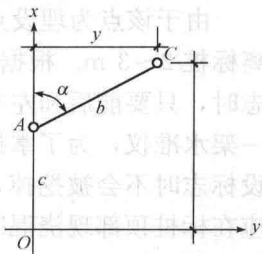


图 1-1 极坐标法放样

以上各项工作均具有一定的误差。由于各项误差互不相关地发生,所以彼此均是独立的,按误差理论可得用极坐标法测设C点的误差为

$$M = \pm \sqrt{(\mu c)^2 + (\mu_1 b)^2 + e^2 + \left(\frac{m_a b}{\rho}\right)^2 + \tau^2}$$

式中 μ 、 μ_1 ——丈量c与b的误差系数;

e ——对中误差;

m_a ——测设角度误差;

τ ——标定误差。

由上式可看出,C点离开A点和O点愈远,其误差愈大。尤其是随着b的增大,影响更大。此外,我们还可看出,总误差不取决于角度 α 的大小,而是决定于测设角度的精度。因此,为了减小误差M,需要提高测设长度和角度的精度。

(2)直角坐标法放样。用直角坐标法放样时,先要在地面上设两条互相垂直的轴线作为放样控制点。此时,沿着Z轴测设纵坐标,再由纵坐标的端点对Z轴作垂线,在垂线上测设横坐标。为了进行校核,可以按上述顺序从另一轴线上进行第二次放样。为了使放样工作精确、迅速,在整个建筑场地应布设方格网作为放样工作的控制,这样,建筑物的各点就可根据最近的方格网顶点来放样。

直角坐标法是极坐标法的一种特殊情况。此时 $\alpha=90^\circ$,b和c均是直接丈量的,所以误差系数 $\mu=\mu_1$ 。由此得C点位置的总误差为

$$M = \pm \sqrt{\mu^2(c^2 - b^2)e^2 + \left(\frac{m_d b}{\rho}\right)^2 + \tau^2}$$

3. 施工方格网测设

施工方格网是测设在基坑开挖范围以外一定距离,平行于建筑物主要轴线方向的矩形控制网。如图1-2所示,M、N、P、Q为拟建高层建筑的四角轴线交点,A、B、C、D是施工方格网的四个角点。施工方格网一般在总平面布置图上进行设计,首先,根据现场情况确定其各条边线与建筑轴线的间距,再确定四个角点的坐标;然后,在现场根据城市测量控制网或建筑场地上测量控制网,用极坐标法或直角坐标法,在现场测设出来并打桩;最后,还应在现场检测方格网的四个内角和四条边长,并按设计角度和尺寸进行相应的调整。

建立施工方格控制网点,一般要经过初定、精测和检测三步。

(1)初定。初定即把施工方格网点的设计坐标放到地面上,可打入5 cm×5 cm×30 cm的小木桩作为埋设标志。

由于该点为埋设点,在埋设标志时必须挖掉,为此在初定时必须定出前后方向桩,离标桩2~3 m。根据埋设点和方向桩定出与方向线大致垂直的左右两个,这样在埋设标志时,只要前后和左右用麻线一拉,此交点即为原来初定的施工方格网点(图1-3)。另配一架水准仪,为了掌握其顶面标高,在前或后的方向桩上测一标高。因前后方向桩在埋设标志时不会被挖掉,所以可以在埋设时随时引测。为了满足施工方格网的设计要求,应在标桩顶部现浇混凝土,并在顶面放置200 mm×20 mm不锈钢板。方格网控制点标志的埋设见图1-4。