



普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Gaoceng
Jianzhu
Shigong

高层建筑施工 (第二版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写
朱勇年 主编



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

高层建筑施工(第二版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

朱勇年 主编

潘立本 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑施工/本教材编审委员会组织编写;朱勇年主编. —2版.
北京:中国建筑工业出版社,2007

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材. 全国高职高专教
育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材. 土建类专业适用

ISBN 978-7-112-08939-0

I. 高… II. ①本…②朱… III. 高层建筑-工程施工-高等学校:
技术学校-教材 IV. TU974

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 017317 号

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

高层建筑施工(第二版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

朱勇年 主编

潘立本 主审

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京天成排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:20½ 字数:493千字

2007年4月第二版 2007年4月第七次印刷

印数:26,001—31,000册 定价:28.00元

ISBN 978-7-112-08939-0

(15603)

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>

本书是土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材之一，从介绍高层建筑发展的简况、各种高层建筑结构体系等开始，结合国内高层建筑施工实践经验，系统介绍高层建筑基础工程、主体结构工程、专项施工方案设计、防水工程的施工，并对新技术、新工艺做了重点介绍。在编写上严格遵守国家现行建筑工程施工及验收规范，结合高职特点，做到理论联系实际，注重科学性、实用性和先进性，体系完整，内容精练，文字表达通畅，所附图力求准确、直观，以帮助学生充分理解所学内容。

本书可作为高职高专土建类专业学生使用，也可供有关工程技术人员参考使用。

* * *

责任编辑：朱首明

责任设计：董建平

责任校对：兰曼利 关 健

本教材编审委员会名单

主任：杜国城

副主任：杨力彬 张学宏

委员(按姓氏笔画排序)：

丁天庭 于 英 王武齐 危道军 朱勇年

朱首明 杨太生 林 密 周建邦 季 翔

胡兴福 赵 研 姚谨英 葛若东 潘立本

魏鸿汉

修订版序言

2004年12月,在“原高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会”(以下简称“原土建学科高职委”)的基础上重新组建了全国统一名称的“高职高专教育土建类专业教学指导委员会”(以下简称“土建类专业教指委”),继续承担在教育部、建设部的领导下对全国土建类高等职业教育进行“研究、咨询、指导、服务”的责任。组织全国的优秀编者编写土建类高职高专教材并推荐给全国各院校使用是教学指导委员会的一项重要工作。2003年“原土建学科高职委”精心组织编写的“建筑工程技术”专业11门主干课程教材《建筑识图与构造》、《建筑力学》、《建筑结构》(第二版)、《地基与基础》、《建筑材料》、《建筑施工技术》(第二版)、《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《高层建筑施工》、《工程项目招投标与合同管理》,较好地体现了土建施工类高等职业教育“施工型”、“能力型”、“成品型”的特色,以其权威性、先进性、实用性受到全国同行的普遍赞誉,自2004年面世以来,被全国各高职高专院校相关专业广泛选用,并于2006年全部被教育部和建设部评为国家级和部级“十一五”规划教材。但经过两年多的使用,“土建类专业教指委”、教材编审委员会、编者和各院校都感到教材中还存在许多不能令人满意的地方,加之近年来新材料、新设备、新工艺、新技术、新规范不断出现,对这套教材进行修订已刻不容缓。为此,土建类专业教指委土建施工分委员会于2006年5月在南昌召集专门会议,对各位主编提出修订报告进行了认真充分的研讨,形成了新的编写大纲,并对修订工作提出了具体要求,力求使修订后的教材能更好地满足高职教育的需求。修订版教材将于2007年由中国建筑工业出版社陆续出版、发行。

教学改革是一项在艰苦探索中不断前行的工作,教材建设将随之不断地革故鼎新。相信这套修订版教材一定会加快土建类高等职业教育走向“以就业为导向、以能力为本位”的进程。

高职高专教育土建类专业教学指导委员会

2006年11月

序 言

高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会(以下简称土建学科高等职业教育专业委员会)是受教育部委托并接受其指导,由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是,研究如何适应建设事业发展的需要设置高等职业教育专业,明确建设类高等职业教育人才的培养标准和规格,构建理论与实践紧密结合的教学内容体系,构筑“校企合作、产学结合”的人才培养模式,为我国建设事业的健康发展提供智力支持。在建设部人事教育司的领导下,2002年,土建学科高等职业教育专业委员会的工作取得了多项成果,编制了土建学科高等职业教育指导性专业目录;在“建筑工程技术”、“工程造价”、“建筑装饰技术”、“建筑电气技术”等重点专业的专业定位、人才培养方案、教学内容体系、主干课程内容等方面取得了共识;制定了建设类高等职业教育专业教材编审原则;启动了建设类高等职业教育人才培养模式的研究工作。

近年来,在我国建设类高等职业教育事业迅猛发展的同时,土建学科高等职业教育的教学改革工作亦在不断深化之中,对教育定位、教育规格的认识逐步提高;对高等职业教育与普通本科教育、传统专科教育和中等专业教育在类型、层次上的区别逐步明晰;对必须背靠行业、背靠企业,走校企合作之路,逐步加深了认识。但由于各地区的发展不尽平衡,既有理论又能实践的“双师型”教师队伍尚在建设之中等原因,高等职业教育的教材建设对于保证教育标准与规格,规范教育行为与过程,突出高等职业教育特色等都有着非常重要的现实意义。

“建筑工程技术”专业(原“工业与民用建筑”专业)是建设行业对高等职业教育人才需求量最大的专业,也是目前建设类高职院校中在校生人数最多的专业。改革开放以来,面对建筑市场的逐步建立和规范,面对建筑产品生产过程科技含量的迅速提高,在建设部人事教育司和中国建设教育协会的领导下,对该专业进行了持续多年的改革。改革的重点集中在实现三个转变,变“工程设计型”为“工程施工型”,变“粗坯型”为“成品型”,变“知识型”为“岗位职业能力型”。在反复论证人才培养方案的基础上,中国建设教育协会组织全国各有关院校编写了高等职业教育“建筑施工”专业系列教材,于2000年12月由中国建筑工业出版社出版发行,受到全国同行的普遍好评,其中《建筑构造》、《建筑结构》和《建筑施工技术》被教育部评为普通高等教育“十五”国家级规划教材。土建学科高等职业教育专业委员会成立之后,根据当前建设类高职院校对“建筑工程技术”专业教材的迫切需要,根据新材料、新技术、新规范急需进入教学内容的现实需求,积极组织全国建设类高职院校和建筑施工企业的专家,在对该专业课程内容体系充分研讨论证之后,在原高等职业教育“建筑施工”专业系列教材的基础上,组织编写了《建筑识图与构造》、《建筑力学》、《建筑结构》(第二

版)、《地基与基础》、《建筑材料》、《建筑施工技术》(第二版)、《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《高层建筑施工》、《工程项目招标投标与合同管理》11门主干课程教材。

教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新的过程,希望这套教材能对进一步开展建设类高等职业教育的教学改革发挥积极的推进作用。

土建学科高等职业教育专业委员会
2003年7月

修订版前言

《高层建筑施工》自2004年1月出版、发行以来,历经二年多时间,在全国多所高职院校相关课程的教学中使用,受到了广大师生的认可,普遍认为定位准确,较好地体现了高等职业教育教学需要的特点,变“粗坯型”为“成品型”,变“知识型”为“岗位职业能力型”,突出实用性和应用性,并本着“动态发展、及时修正、保证质量、延长生命”的教材建设原则,根据高职高专教育土建类专业教学指导委员会土建施工类专业指导分委员会第三次会议精神,对本教材进行修订。

本书这次修订的主要内容:每章开始增加了“学习要点”,新增加了高层建筑测量放样相关内容及有关专项方案设计的内容,进一步筛选更新时效性较强的内容。经修订后的教材,既可作为高职高专土建类专业“高层建筑施工”课程教材,也可作为土建工程技术人员的参考用书。

本书由朱勇年主编,周和荣任副主编。第一、二章由沈阳建筑职业技术学院刘萍编写,第三章、第四章第一节由浙江建设职业技术学院朱勇年编写,第四章第二至五节、第五章由四川建筑职业技术学院周和荣编写,第六章由湖北城建职业技术学院邹祖绪编写。全书由朱勇年、周和荣、孙宝庆(长春工程学院)统稿,由泰州职业技术学院潘立本教授主审。在本教材编写的过程中还得到有关单位和个人的大力支持,在此表示衷心感谢!

限于编者的水平,书中尚有不足之处,恳切希望读者批评指正!

前 言

“高层建筑施工”是建筑工程类专业的一门主要专业课程，是研究高层建筑施工关键工序的施工方案，主要工种的施工工艺、技术和方法，实践性很强的课程。本教材是根据高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会制定的建筑工程技术专业的教育标准、培养方案和该门课程教学基本要求编写的。从介绍高层建筑发展的简况、各种高层建筑的结构体系等开始，结合国内高层建筑施工实践经验，系统介绍高层建筑基础工程、主体结构工程、防水工程的施工，编写中结合高等职业教育的特点，力求做到理论联系实际，注重科学性、实用性和先进性。在专业技术标准方面，采用国家新颁发的规范、标准和规定，教材中的专业术语、符号和计量单位采用最近修订的国家标准。通过本课程的学习，应使学生能根据高层建筑施工的特点，选用相应的施工机具，掌握深基坑支护、大体积混凝土的施工、地下室的防水，熟悉高层建筑结构的施工工艺和施工方法等。

本书按教学计划要求，讲授 70 学时，建议各章分配课时如下：

章	讲授学时	现场教学学时	备注
1	2		
2	6	2	
3	20	4	
4	20	4	
5	4	2	
6	4		
机 动	2		
合 计	58	12	

本书由朱勇年主编，周和荣任副主编。第一、二章由沈阳建筑职业技术学院刘萍编写，第三章、第四章第一节由浙江建设职业技术学院朱勇年编写，第四章第二、三、四、五节及第五章由四川建筑职业技术学院周和荣编写，第六章由湖北城建职业技术学院邹祖绪编写。全书由朱勇年、周和荣、孙宝床(长春工程学院)统稿，由泰州职业技术学院潘立本教授主审。

高层建筑施工理论和实践发展很快，作者虽然希望在该教材中能反映我国高层施工的先进技术和经验，但限于作者水平，加之时间仓促，错误之处在所难免，我们恳切希望广大读者批评指正。

目 录

第一章 概述	1
第一节 高层建筑发展简况	1
第二节 高层建筑的结构体系	3
第三节 高层建筑施工技术的发展	5
复习思考题	8
第二章 高层建筑施工机具	9
第一节 塔式起重机	9
第二节 施工外用电梯	16
第三节 泵送混凝土施工机械	17
第四节 脚手架	24
复习思考题	34
第三章 基础工程施工	35
第一节 降低地下水与基坑土方开挖	35
第二节 深基坑挡土的支护结构	40
第三节 桩基施工	50
第四节 地下连续墙	73
第五节 土层锚杆在深基础工程中的应用	93
第六节 土钉支护在基坑工程中的应用	100
第七节 大体积混凝土基础结构施工	112
复习思考题	127
第四章 主体结构施工	128
第一节 高层建筑施工测量	128
第二节 现浇钢筋混凝土结构通用施工方法	136
第三节 现浇钢筋混凝土结构施工	171
第四节 预制装配结构施工	195
第五节 钢结构高层建筑施工	218
复习思考题	263
第五章 专项施工方案设计	265
第一节 高层建筑安全专项施工方案编制	265
第二节 塔式起重机基础和附着的设计及施工	268
第三节 脚手架计算	277
复习思考题	284
第六章 防水工程施工	285

第一节 地下室工程防水施工	285
第二节 外墙防水施工	302
第三节 屋面、厕浴间及特殊建筑部位的防水施工	309
复习思考题	312
主要参考文献	313

第一章 概 述

[学习要点] 通过本章学习要求学生了解目前世界及我国高层建筑的发展历史，掌握高层建筑的主要结构体系，了解高层建筑施工技术的发展方向，掌握高层建筑施工管理的特点和要求。

人类自古以来就有向高空发展的愿望和要求，并在建筑中得以实现。随着社会的进步，城市工业和商业的迅速发展，国际交往的日趋频繁，促进了高层建筑的发展。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。

多少层或多么高的建筑物算是高层建筑？世界各国都没有固定的划分标准，随着高层建筑的发展，划分标准也随之相应调整。1972年召开的国际高层建筑会议建议按高层建筑的层数和高度分为四类：

- 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)；
- 第三类高层建筑 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 3—2002)中规定，高层建筑是指10层以上的住宅及总高度超过28m的建筑。

第一节 高层建筑发展简况

一、古代高层建筑

高层建筑在古代就有，公元前280年建成的亚历山大港口的灯塔，高100多米，全部用石砌筑，曾耸立在港口1000多年，引导船只避免触礁。在欧洲古罗马帝国的一些城市就曾用砖石为承重结构，建造了10层左右的建筑。

我国古代建造的不少高塔就属于高层建筑。如公元523年北魏建于河南登封县的嵩岳寺塔，10层，高41m左右，为砖砌单层筒体结构，平面正12边形；公元1055年建于河北定县的开元寺塔，为我国现存最高的砖塔，11层，高达84m，砖砌双层筒体结构，平面正八角形，可登塔瞭望，监视敌情，所以俗称瞭敌塔。

此外，还有建于1056年，9层，高67m的山西应县木塔，结构采用双层环形空间木构架，正八角形，是保存至今幸免于火的最古、最高的木结构。

坐落在西藏拉萨的布达拉宫，外13层，内9层，高115.7m，海拔3756.5m，初建于公元7世纪，17世纪后陆续重建扩建，用花岗岩砌筑，是海拔最高，集官

殿、城堡、寺院和藏汉建筑风格于一体的宏伟建筑。

二、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，这与电梯和钢铁、水泥的发展有关。作为近代高层建筑起点的标志是 1886 年在芝加哥建成的家庭保险公司大楼，11 层，高 55m，采用铸铁框架，部分钢梁和砖石作承重外墙。1986 年在美国芝加哥召开了第三届国际高层建筑会议，以纪念第一栋高层建筑诞生 100 周年。1891~1895 年在芝加哥建造的共济会神殿大楼，20 层，92m 高，是首次全部用钢做框架的高层建筑。1903 年在辛辛那提建造的英格尔大楼，16 层，是最早的钢筋混凝土框架高层建筑。

1931 年在纽约建成帝国大厦，102 层，381m 高，有 65 部电梯。在此之后的 40 年中，一直是世界上最高的建筑物。直到 1972~1974 年，在纽约建成了世界贸易中心北楼、南楼，均为 110 层，高度为 417m 和 415m；在芝加哥建成了西尔斯大厦，110 层，高度为 443m，至此西尔斯大厦雄居世界最高建筑宝座 21 年。1996 年马来西亚吉隆坡的石油大厦双塔建成，88 层，高度 450m，成为世界最高建筑物，这也是亚洲国家第一次得到世界第一高的宝座。2003 年台湾的台北 101 大厦建成，101 层，508m 高，是目前世界最高的建筑。

三、现代国内高层建筑的发展

我国现代高层建筑起源于上海，上海也是世界上发展高层建筑较早的地区之一。1903 年建造的英国上海总会（即现在的外滩东风饭店）是第一座钢筋混凝土建筑，1906 年建造的汇中饭店（即现在的和平饭店南楼）是上海第一次使用电梯的建筑，1916 年建造的天祥洋行大楼（现在的大北大楼）是上海第一座钢结构建筑。1921 年出现了 10 层的字林西报大楼（现在的桂林大楼），1927 年建成 10~14 层钢结构的沙逊大厦（现在的和平饭店），1929 年建成 13 层华懋饭店（现在的锦江饭店）。上海国际饭店建于 1932~1934 年，地下 2 层，地上 22 层，高 82.5m，钢结构，是当时远东最高的建筑。在以后的 30 多年中，也一直是国内最高的建筑。1937 年抗日战争爆发前，在上海已建成 10 层以上商务办公楼、公寓和饭店约 35 栋。此外，还有 8 层和 9 层大楼约 60 栋。

除上海外，天津于 1936 年建成渤海大楼，7 层，局部 11 层；1938 年建成利华大楼（即海河饭店），高 10 层，钢筋混凝土框架结构，均由天津永和营造工程公司承包。

广州于 1934 年兴建 15 层爱群大厦，1937 年开业，为中国南部之冠长达 30 年。

1949 年中华人民共和国成立以后，百废待兴，北京作为新中国的首都，在 20 世纪 50 年代建成一批 8~13 层的饭店、国家机关办公楼和大型公共建筑。20 世纪 50 年代在广州、沈阳、兰州、太原等地建成一些 8 层、9 层的旅馆、办公楼。

20 世纪 60 年代，广州开始兴建旅游建筑，1968 年建成的广州宾馆，27 层，高 87.6m，首次在层数和高度上超过了 1934 年建成的上海国际饭店。香港 60 年代经济起飞，人口高度集中，开始大量兴建高层建筑。

20世纪70年代由于旅游、外事的逐步发展和解决城市住房的迫切需要,在北京、上海、广州、沈阳、天津、南京、武汉、青岛、郑州、无锡、苏州、兰州、南宁、桂林、柳州、长沙等地兴建了一批高层建筑,其中广州1977年建成33层、高112m的白云宾馆为我国大陆首栋超高层建筑。

进入20世纪80年代,全国各大城市和一批中等城市普遍兴建了高层建筑。如深圳于1985年建成的国际贸易中心,50层、160m;北京于1989年建成的国贸大厦,39层,155m;香港1989建成的中银大厦,70层,高度369m,在世界高层建筑中排名第8位。

20世纪90年代以后是高层建筑发展最快时期,我国先后建成了深圳地王大厦,81层,高度325m;广州中天广场,80层,高度322m;上海金茂大厦,88层,高度420m等世界著名的超高层建筑,它们分列当时世界高层建筑排名的第13、14、3位,另外高层建筑在中小城市也有很大的发展。

第二节 高层建筑的体系

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。

一、结构类型及其特点

1. 框架结构

框架结构由梁、柱构件通过节点连接构成。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。建筑高度一般不宜超过60m。如图1-1(a)所示。

2. 剪力墙结构

这种结构是利用建筑物的内外墙作为承重骨架的结构体系。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,所以习惯上称剪力墙。如图1-1(c)所示。

剪力墙建筑高度一般不超过150m。

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。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120m。如图1-1(b)所示。

4. 筒体结构

筒体结构是指一个或几个筒体作为承重结构的高层建筑结构体系。筒体体系建筑平面布置灵活,能满足建筑上要有较大的开间和空间的要求。

根据筒体布置、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。如图 1-1(d)、(e)、(f)所示。

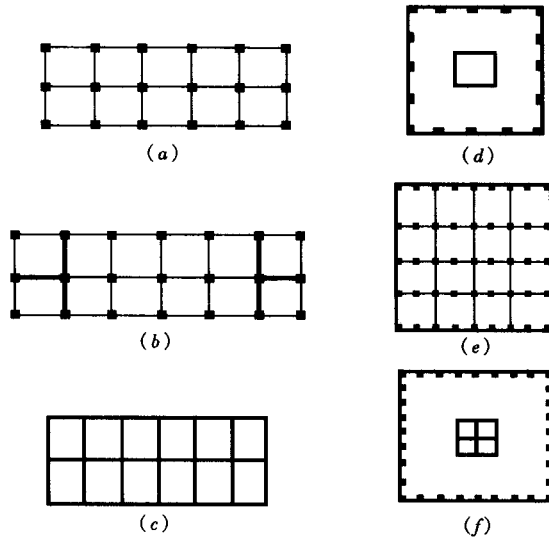


图 1-1 高层建筑结构体系

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

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，并从桁架上引出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。还有一种类型是巨型桁架。

(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。

二、施工方法选择

高层建筑主要以钢筋混凝土结构和钢结构为主，在长期的工程实践中总结出了许多经验，并形成了较系统的施工工艺。施工时应根据不同的结构形式及施工单位所具备的条件，选择合适的施工工艺。高层建筑主要的施工方法见本书以后章节。

第三节 高层建筑施工技术的发展

随着高层建筑的不断发展,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,形成了较先进的施工技术体系。

一、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70m。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方面,能形成空间大底盘,使地下空间很好地利用,结构刚度好,在20世纪90年代以后大量应用。

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、土钉支护等;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不少经验。

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。

二、高层建筑结构施工技术

在结构工程方面主要有现浇钢筋混凝土结构、钢结构。

现浇钢筋混凝土结构以其结构整体性好、抗震性强、用钢量少、防火性能好和造价较低的优点得到了很大的发展,从而促进了模板技术、钢筋连接技术、混凝土技术的发展。

在模板方面,从以前的木模板、钢模板发展到塑料模板、胶合板、竹胶板模板等新型模板,并形成大模板、爬升模板和滑升模板的成套工艺,大模板工艺在剪力墙结构和筒体结构中已广泛应用,已形成“全现浇”、“内浇外挂”、“内浇外