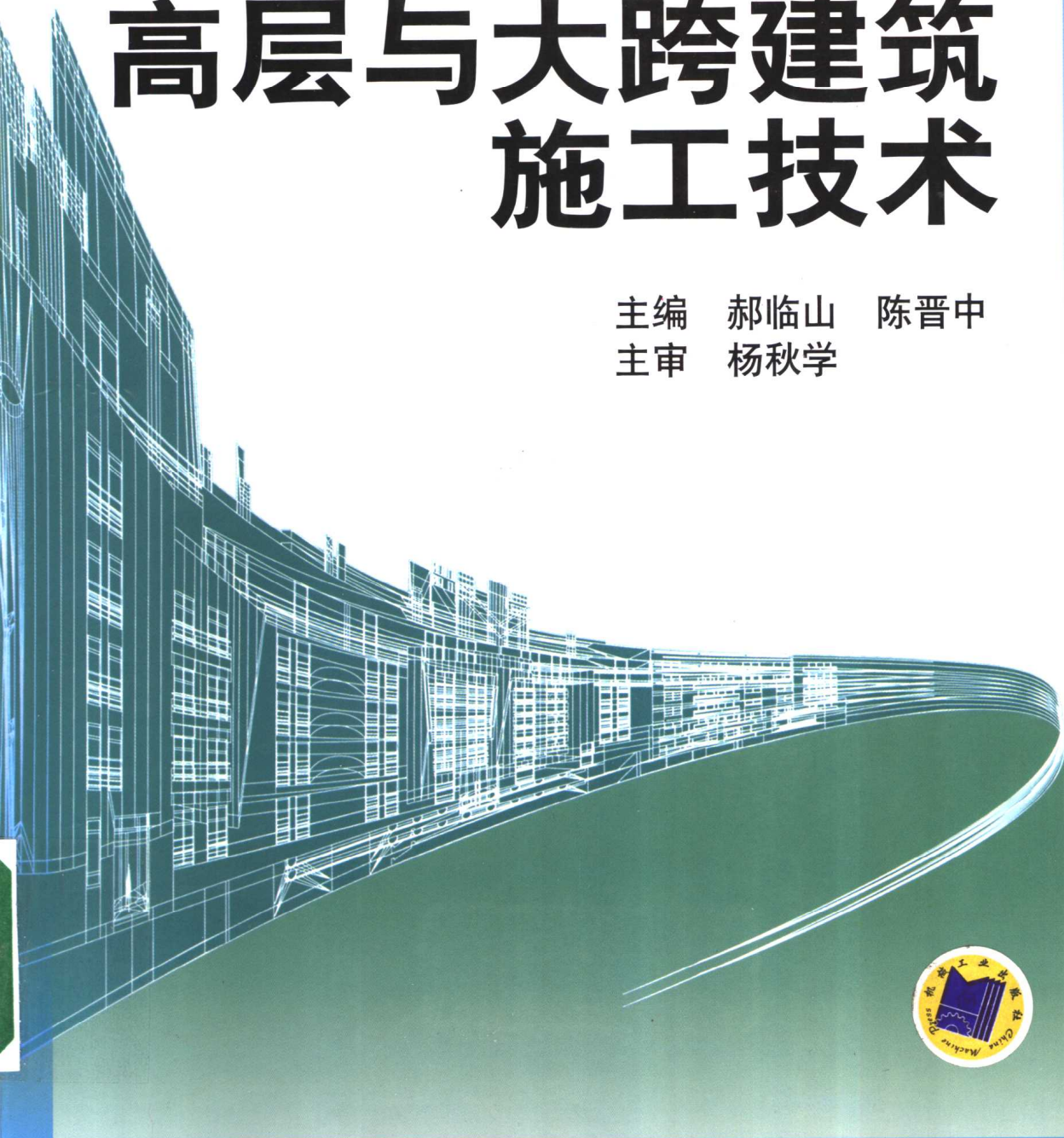




21世纪建筑工程系列规划教材

高层与大跨建筑施工技术

主编 郝临山 陈晋中
主审 杨秋学



21 世纪建筑工程系列规划教材

高层与大跨建筑施工技术

主编 郝临山 陈晋中

参编 李燕飞 宁掌玄

主审 杨秋学

机械工业出版社

本书是根据原国家教委颁布的《高等工业学校机械原理课程基本要求》的规定,由教授机械原理课程的一线教师结合多年的课堂教学和出题的实践经验而编写的。

全书共10章,包括机构的组成和结构,连杆机构,运动分析,凸轮机构,齿轮机构,轮系,其他常用机构,机械系统动力学,机械的平衡,机械中的摩擦与效率。本书总结性地重点介绍了机械原理课程的主要内容,包括基本概念、基本原理和基本公式,主要体现重点章节重点、难点分析及典型例题解题指导、习题与详细题解。书后附有模拟试题及编者所在学校的近几年的硕士生入学试题,并附有参考答案,有助于学生和考研者系统复习和灵活应用。

本书可作为机械原理课程的考研复习资料,也可作为机械类、近机类大学生学习机械原理的参考书,还可供有关专业教师及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理/邱丽芳等编. —北京:机械工业出版社,
2004.5

(金字塔·考研与学习辅导丛书)

ISBN 7-111-13632-2

I. 机… II. 邱… III. 机构学—研究生—入学考
试—自学参考资料 IV. TH111

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第115933号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:冯春生 倪少秋

责任编辑:邓海平 版式设计:张世琴 责任校对:姚培新
蔡开颖

封面设计:陈沛 责任印制:闫焱
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年2月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·11.5印张·253千字

定价:28.00元(含参考答案)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

进入 21 世纪, 世界各国都在迎接知识经济时代来临的种种挑战。知识经济的挑战就是高新技术、科学管理的掌握、运用和实施。我国建筑企业只有全面提高从业人员的素质和科技水平, 才能适应新形势的要求, 才能在建筑市场中具有较强的竞争能力。

20 世纪 80 年代以来, 高层和超高层建筑在我国大中城市发展迅速。据不完全统计, 截至 2000 年底, 我国累计建成 10 层及 10 层以上高层建筑约 46 600 栋 (不包括香港、澳门和台湾地区), 100m 以上的超高层建筑 850 栋。仅北京市高层建筑已有 3 200 栋, 上海市高层建筑已达 4 100 栋。国内最高的 100 栋高层建筑中, 有 85 栋是在 1996 年以后建成的, 其中上海金茂大厦 (高 421m, 88 层) 位居当今世界第四高度, 是上海迈向 21 世纪的标志性建筑。2003 年 2 月, 重新启动的上海环球金融中心 (高 492m、101 层, 总建筑面积 377 300m²), 将成为世界最高的摩天大楼之一。

大跨建筑也是近十几年来我国发展最快的建筑类型之一。一大批体育馆、展览馆、航空港、飞机库及厂房、仓库等都采用了大跨结构形式, 如天津体育馆 (球面网壳结构, 直径 135m)、首都机场四机位机库 (网架结构, 跨度 153m×2) 等。为迎接 1990 年北京亚运会、1996 年哈尔滨冬季亚运会、1997 年上海八运会等大型运动会, 我国也建造了许多在国内外具有一定影响的大跨建筑。目前已进入施工阶段的国家大剧院, 是我国跨度最大的大跨建筑 (平面尺寸 212m×143m, 椭圆形), 屋盖由钢拱壳和钛合金板面层组成。不久在我国举办的 2008 年北京奥运会和 2010 年上海世博会, 将会有更多的大跨度建筑拔地而起。

由于高层与大跨建筑的发展, 1994 年建设部提出在全国范围内大力推广应用 10 项新技术, 1998 年又在原有 10 项新技术的基础上, 针对新的发展, 重新修改和调整了 10 项新技术的内容。同时, 从 2001 年开始, 我国又颁布了一系列新修订的建筑类规范、规程, 这将进一

步推动我国高层与大跨建筑的发展。为适应建筑业的快速发展,机械工业出版社组织编写的建筑工程系列规划教材,确定新增《高层与大跨建筑施工技术》一书,以满足现代城市建筑业对高职高专和应用型本科人才培养的需求。

本书主要是根据 2001~2002 年新修订的规范、规程及建筑业推广应用的 10 项新技术编写的,反映了国内高层与大跨建筑施工的新技术、新工艺、新要求。同时,根据高职高专和应用型本科教育的职业针对性和实用性特点,本书每章均附有工程示例,以便学生在学习时参考。

本书由郝临山、陈晋中主编,太原理工大学杨秋学教授主审。编写人员有:郝临山(绪论、第一章、第二章),陈晋中(第三章、第五章、第八章),李燕飞(第四章),宁掌玄(第六章、第七章)。

由于时间和编者水平有限,书中如有不妥之处敬请批评指正。

编 者

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 高层建筑施工机械	6
第一节 垂直运输机械	6
第二节 混凝土泵送机械	24
工程示例 北京京信大厦垂直运输方案	39
第二章 高层建筑基础工程	42
第一节 高层建筑基础工程概述	42
第二节 深基坑支护工程特点与支护结构方案	48
第三节 钢支撑与钢筋混凝土支撑施工	57
第四节 土层锚杆与土钉墙支护技术	68
第五节 地下连续墙与逆作法施工	87
第六节 大体积混凝土基础施工	112
工程示例 1 北京王府井大厦地下工程逆作法施工工艺	117
工程示例 2 广州华晖广场深基坑土钉支护	122
第三章 高层建筑现浇混凝土结构工程	127
第一节 现浇混凝土结构通用施工技术	127
第二节 大模板施工	145
第三节 滑动模板施工	161
第四节 爬升模板施工	187
工程示例 1 武汉国际贸易中心主体结构滑动模板施工	200
工程示例 2 深圳地王大厦混凝土核心筒爬升模板施工	203
第四章 高层建筑装配式混凝土结构工程	206
第一节 装配式与装配整体式框架结构工程	206
第二节 装配整体式预应力板柱结构工程	215
第三节 装配式大板结构工程	221
第四节 装配式升板结构工程	232
工程示例 北京建筑设计院科研楼整体预应力板柱结构施工	243
第五章 高层建筑钢结构与钢-混凝土组合结构工程	246
第一节 高层建筑钢结构材料、构件及节点构造	246
第二节 高层建筑钢结构构件的加工制作	258
第三节 高层建筑钢结构安装	265

第四节	压型钢板组合楼盖施工	279
第五节	高层建筑钢结构防腐与防火工程	282
第六节	钢管混凝土结构施工	288
第七节	型钢混凝土结构施工	296
工程示例 1	上海森茂国际大厦高层钢结构安装技术	301
工程示例 2	福建南安邮电大厦钢管混凝土柱的施工	304
第六章	高层建筑外墙围护结构与隔墙工程	307
第一节	保温外墙围护结构工程	307
第二节	隔墙工程	324
工程示例	北京高层住宅现浇混凝土外墙外保温施工技术	336
第七章	高层建筑装饰与防水工程	338
第一节	高层建筑装饰工程	338
第二节	高层建筑防水工程	361
工程示例 1	北京航华科贸中心单元式幕墙安装	369
工程示例 2	山西国际贸易中心地下室防水处理	373
第八章	大跨建筑结构安装工程	378
第一节	大跨建筑结构形式与安装施工方法概述	378
第二节	轻型门式刚架与彩板围护结构安装施工	400
第三节	网架结构安装施工	417
第四节	悬索结构安装施工	432
第五节	膜结构安装施工	439
工程示例 1	北京西郊机场机库 72m 跨刚架梁安装	444
工程示例 2	首都机场机库屋盖网架地面拼装施工	446
工程示例 3	珠海市保税区东大门斜拉索施工	449
附 录		453
附录 A	国内已建成最高的 100 栋建筑	453
附录 B	塔式起重机技术性能	464
参考文献		473

绪 论

改革开放 20 多年来,我国经济持续、高速增长,城镇建设规模空前,促进了建筑业的繁荣与发展。全国各地一批又一批规模宏大、技术复杂的高层建筑与大跨建筑相继建成,使人们的物质文化生活和城乡面貌得到了显著的改善。同时,也标志着我国的建筑施工技术水平和施工能力又上了一个新的台阶。

一、高层建筑

高层建筑是城市化、工业化和科技发展的产物。城市工业和商业的发展,人口的猛增,建设用地的紧张,促使建筑物向高空和地下发展。科学技术的进步,建筑结构理论的创新,以及新材料、新设备、新工艺、新方法的大量涌现,推动了高层建筑的普遍发展。高层建筑的发展是一个国家或地区经济综合实力的体现。

(一) 高层建筑定义

高层建筑的定义在不同的国家和地区有不同的理解,1972 年召开的国际高层建筑会议将之确定为:

第一类高层:9~16 层(最高到 50m)。

第二类高层:17~25 层(最高到 75m)。

第三类高层:26~40 层(最高到 100m)。

第四类高层:40 层以上(高度在 100m 以上,为超高层建筑)。

我国在 1983 年以前,曾以 8 层作为高层建筑的起点,1984 年以后,以 10 层以上的住宅建筑和总高度超过 24m 的公共建筑及综合建筑作为高层建筑。新修订的《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)规定,10 层及 10 层以上或房屋高度大于 24m 的建筑物为高层建筑。

(二) 高层建筑结构材料与结构体系

1. 高层建筑结构材料

高层建筑按结构材料分,主要有钢筋混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构(即在同一个结构部位采用不同的结构材料形成的结构形式,如型钢混凝土结构、钢管混凝土结构等)和混合结构(即在同一座建筑物的不同部位采用不同的结构材料形成的结构形式,如钢框架与混凝土核心筒组成的框筒结构体系等)。

从世界上最高的 100 栋建筑物的结构材料分析,钢结构占 45%,钢-混凝土组合结构和混合结构占 26%,钢筋混凝土结构占 19%。

从国内已建成最高的 100 栋建筑（见附录 A）来看，钢筋混凝土结构 79 栋，钢结构 3 栋，钢-混凝土组合结构和混合结构 18 栋。因此，国内的高层建筑和超高层建筑大量的还是钢筋混凝土结构，其次是钢-混凝土组合结构和混合结构，用得最少的是钢结构。但从我国历年建造的高层建筑的结构材料看，钢结构与钢-混凝土组合结构和混合结构所占比重逐年增大，尤其是随着国家建筑技术政策由以往限制使用钢结构转变为积极合理扩大应用钢结构，必定推动高层钢结构的快速发展。钢-混凝土组合结构和混合结构由于其优越的经济效益和结构性能，将是今后国内外超高层建筑采用的主要结构材料。

2. 高层建筑结构体系

高层建筑基本结构体系有：框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构、框支剪力墙结构、框架-筒体结构和筒体结构等。

在 1998 年国内已建成最高的 100 栋建筑中，框架-筒体结构 58 栋，框架-剪力墙结构 23 栋，筒体结构 17 栋，剪力墙结构和框支剪力墙结构各 1 栋。纯框架结构由于侧向刚度差，水平位移大，不用于超高层建筑。

剪力墙结构适用于高层住宅，并向大开间、少内纵墙和短肢剪力墙发展；框支剪力墙结构适用于商住楼、旅馆等需要设置底部大空间的高层建筑；框架结构和框架剪力墙结构用于各类公共建筑，并向大柱网、扁梁（暗梁）发展；筒体结构主要用于高耸的塔形建筑，其外柱柱距逐步加大，形成框架-筒体结构，以满足建筑要求。框架-筒体结构、筒体结构由于具有良好的水平刚度，并能形成大空间，适用于高度在 100m 以上的超高层建筑。

（三）高层建筑施工技术

高层建筑的发展，为施工技术的进步提供了广阔的天地，而施工技术的进步，又确保了高层建筑的顺利发展。目前，我国高层建筑的施工技术主要体现在以下几个方面。

1) 基础工程施工技术有了较大进步，基本解决了桩基和大体积混凝土施工问题；研究和开发了深基坑的多种支护新技术，如土钉墙、地下连续墙、逆作法施工等。

2) 混凝土结构工程施工已形成了现浇大模板、滑动模板和爬升模板等成套工艺。模板技术推陈出新，门类繁多，如中型组合钢模板、钢框木（竹）胶合板模板，以及用于现浇平板结构施工的台模、早拆模板体系等。

3) 粗钢筋连接技术有了新的突破，如电渣压力焊、气压焊等焊接技术以及套筒挤压连接，锥螺纹连接和直螺纹连接技术等。

4) 混凝土施工机械化水平和预拌混凝土有了迅速发展，如混凝土搅拌运输车、混凝土输送泵和混凝土布料杆等施工机械和高强度、高性能混凝土的使用。

5) 装饰、防水工程得到迅速发展，如在装饰、装修工程中采用的玻璃幕墙、

石材幕墙、金属幕墙、清水混凝土墙等施工工艺；在防水工程中采用的聚合物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材、防水涂料等新材料和防水新工艺。

6) 钢结构施工技术接近国际先进水平。大型塔式起重机的使用,使3层一节的钢柱得以吊装就位,高强度螺栓连接代替部分焊接,成为钢结构安装的主要手段之一。塔式起重机根据高度和使用条件,可选用内爬式、附着式、轨道式等。

7) 现代科学技术已在高层建筑施工中逐步得到应用。如采用激光技术作导向对中和测量;采用计算机技术进行土方开挖监测、大体积混凝土施工中的测温、滑动模板施工中的精度控制等。

二、大跨建筑

随着物质生产与文化生活的提高,需要越来越大的空间,对结构来说,也就是在建筑物上跨越更大的跨度。如一些大型公共建筑中的体育馆、展览馆、会堂和大型商场;交通运输中的车站、候机楼、飞机库;工业建筑中大型装配车间、仓库等。大跨度和超大跨度建筑的发展,已经成为一个国家建筑科技水平的重要标志之一。

现代大跨建筑从材料组成看,主要采用钢结构体系。混凝土结构体系如预应力混凝土桁架、混凝土薄壳结构等,由于自重大、施工复杂、建筑造型单一,且很难跨越较大的跨度,因此限制了它们在大跨建筑上的发展。

大跨建筑的结构形式,主要分为平面杆系结构、空间杆系结构和张力结构。平面杆系结构包括桁架、拱、门式刚架结构等;空间杆系结构包括网架结构、立体桁架结构、网壳结构等;张力结构包括悬索结构、膜结构或索-膜结构(用索加强的膜结构)等。空间杆系结构和张力结构,在荷载作用下呈三维受力状态,并具有空间工作性能,均属于空间结构体系。从国内外工程实践来看,大跨建筑多数采用各种形式的空间结构体系。目前,大跨空间结构建筑最大跨度已超过300m。

轻型门式刚架是平面杆系结构中发展最快的一种结构形式,被称为工业化全装配式结构,从屋面、墙面、墙架、保温层到承重结构,形成完整的体系,具有高度的系列化和装配化,适用于建造大、中型厂房、仓库、飞机库,以及现代商业、文化娱乐设施和体育馆等。这种结构具有重量轻、造价低、安装方便、施工速度快、造型大方等特点。我国采用轻钢门式刚架结构建造的北京西郊机场飞机库跨度达72m,安装工期仅为3个月。

网架、网壳结构是我国应用最广的大跨空间结构形式,由于采用装配式螺栓球结点连接技术,大大加快了网架的安装速度。据估计,近年来我国每年网架、网壳结构的建造量已达8 000 000m²,相应钢材用量约200 000t。

悬索结构由于能适应建筑造型多样化的要求和较经济的跨越较大跨度,在

我国也取得了可喜的发展。

膜结构是以膜材为主体并与钢结构及钢索共同组成的全新的结构体系,并于20世纪后期成为国际上大跨度空间建筑及景观建筑的主要形式之一。膜结构虽然在我国刚刚起步,但已在一些大型体育建筑中开始应用。可以预计,膜结构在我国将会得到更大的发展。

大跨建筑结构构件的加工、制作均在工厂内完成,可与下部钢筋混凝土结构同时进行,施工现场只是钢结构的拼接、吊装等施工过程(对于悬索结构或膜结构来说,还包括钢索或膜片的安装定位及张拉),故安装容易、施工速度快、施工周期短。大跨建筑的安装施工,应根据其结构形式、构造特点及施工条件等选择合适的施工方法。

三、本课程的特点

本课程从教学实际出发,重点介绍了高层与大跨建筑施工中的主要技术问题,其内容是一般建筑施工技术的延伸。

本课程是根据新近修订的《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33—2001)、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)、《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—1999)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002)、《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ 99—1998)、《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)、《建筑装饰装修工程质量验收规范》(GB 50210—2001)、《地下防水工程质量验收规范》(GB 50208—2002)、《屋面工程质量验收规范》(GB 50207—2002)、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102:1998)、《网架结构设计施工规程》(JGJ 7—1991)等规范、规程,以及建筑业推广应用的深基坑支护技术、高强度高性能混凝土技术、粗直径钢筋连接技术、新型模板应用技术、建筑钢结构新技术、建筑节能和新型墙体应用技术、新型建筑防水应用技术、大型构件整体提升技术等10项新技术编写的,反映了国内高层与大跨建筑施工的新技术、新工艺、新要求。

本课程内容包括高层建筑施工机械、高层建筑基础工程、高层建筑现浇混凝土结构工程、高层建筑装配式混凝土结构工程、高层建筑钢结构与钢-混凝土组合结构工程、高层建筑外墙围护结构与隔墙工程、高层建筑装饰与防水工程、大跨建筑结构安装工程。每章后均附有近年来高层与大跨建筑典型的工程示例,用以介绍当前工程实践中的主要施工工艺和施工方法,便于读者在学习时参考。

另外,大型高层建筑内部一般设有大跨度空间,具有大跨结构施工的特点;而大跨建筑往往具有较大的高度,也具有高层建筑施工的特点,因此在学习时应将高层建筑与大跨建筑施工有机统一起来。如北京中银大厦建筑面积174 000m²,地上15层,为一“口”字形建筑,中间4 200m²的空间形成四季花

园大厅，其大厅上空在标高 45.35m 上设有投影面积为 $3\,625\text{m}^2$ 的以钢网架为骨架的铝合金玻璃天窗，该建筑具有高层建筑与大跨建筑施工的特点。

长期以来，我国建筑施工管理人员和工程技术人员，对一般建筑工程施工比较熟悉，而对高层与大跨建筑施工接触较少，比较生疏。为适应高层与大跨建筑快速发展的需要，确保工程质量，让学生尽快了解和熟悉高层与大跨建筑的施工新技术，主动适应社会需求，是非常必要和十分紧迫的。

第一章 高层建筑施工机械

高层建筑施工与一般建筑施工相比，其突出特点是：层数多，垂直运输高度大；结构和装修交叉施工，运送范围广，运输量大；建筑材料、制品、设备数量规格繁多，垂直运输要求复杂；施工人员频繁上、下楼层并进出施工作业面，人员交通量大；工期紧迫，运量密集，组织工作繁重；劳动安全防护问题突出。为使高层建筑施工顺利进行，并取得良好的经济效益，必须合理选用垂直运输机械和混凝土施工机械。建筑机械的使用，应符合《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33—2001) 的规定。

本章主要介绍高层建筑施工垂直运输机械、混凝土施工机械。

第一节 垂直运输机械

在高层建筑施工中，目前国内采用的垂直运输方案主要有：塔式起重机 + 施工电梯 + 井架；塔式起重机 + 施工电梯 + 混凝土泵；塔式起重机 + 施工电梯 + 快速提升机。其中塔式起重机是高层或超高层建筑结构施工的关键设备，适应性强，应用广泛；而施工电梯、井架和快速提升机是高层建筑装修施工阶段不可缺少的设备，同时也是结构施工阶段重要的辅助垂直运输设备。

一、塔式起重机

(一) 塔式起重机的组成、分类和特点

塔式起重机简称塔吊，由钢结构、工作机构、电气设备及安全装置组成。钢结构包括起重臂（吊臂）、平衡臂、塔尖、塔身（塔架）、转台、底架及台车等。工作机构包括起升机构（主卷扬）、变幅机构、回转机构及大车行走机构等。电气设备包括电动机、电缆卷筒和中央集电环、操纵电动机用的各种电器、整流器、控制开关和仪表、保护电器、照明设备和音响信号装置等。安全装置包括起重力矩限制器、起重量限制器、吊钩高度限制器、幅度限位开关、大车行程限制器等。

塔式起重机可按行走机构方式、旋转方式、变幅方式和起重能力大小等来分类，其分类形式及在建筑施工中的应用范围见表 1-1。高层建筑施工用的各类塔式起重机的优缺点对比见表 1-2。

各类塔式起重机的共同特点是：塔身高度大，臂架长，覆盖范围广，作业面大；能吊运各类建筑材料、制品、预制构件及建筑设备，特别适合吊运超长、

表 1-1 塔式起重机分类形式与应用范围

塔式起重机分类形式			在建筑施工中的应用范围			
			多 层	中高层	高 层	超高层
轨道式	上回转 (塔身固定不转)	俯仰变幅臂架 小车变幅臂架		✓ ✓	✓ ✓	
	下回转 (塔身回转)	俯仰变幅臂架 小车变幅臂架	✓ ✓	✓ ✓	✓	
固定式	附着式 (上回转)	俯仰变幅臂架 小车变幅臂架			✓ ✓	✓ ✓
	内爬式 (上回转)	俯仰变幅臂架 小车变幅臂架			✓ ✓	✓ ✓

表 1-2 高层建筑施工用各类塔式起重机优缺点对比

塔式起重机类别	优 点	缺 点
轨道式塔式起重机	1. 轨道行走, 作业面大, 覆盖范围为长方形空间, 适合于条状板式高层建筑 2. 便于在建设小区内部转移栋号施工 3. 下回转式塔式起重机的整机重心低, 稳定性好, 塔身受力状况较好, 造价低, 拆装快, 转移方便 4. 无需与建筑物拉结	1. 轨道基础工作量大, 占用施工场地较多, 铺筑费用开支大, 不适合在现场狭窄的工地使用 2. 较内爬式、附着式及独立式塔式起重机的造价高 3. 下回转轨道式塔式起重机一般仅用于 12 层以下, 上回转轨道式塔式起重机一般只可用于 16 层以下高层建筑
附着式塔式起重机	1. 起升高度大, 一般为 70~100m, 少数达 160m 2. 能随施工进度进行顶升接高, 安装方便 3. 占用施工场地极小, 特别适合在狭窄工地施工	1. 需每隔一定距离与建筑物拉结, 对建筑结构增加横向荷载 2. 由于塔身固定, 服务空间受到限制 3. 在地面拆装需占用较大场地
内爬式塔式起重机	1. 安装在建筑物内部 (利用电梯井、楼梯间等空间), 不占施工现场用地, 无需铺设轨道基础, 无需复杂的锚固装置 2. 用钢量少, 造价低 3. 特别适合于超高层塔式建筑施工, 经济效益较好	1. 工程竣工以后拆卸工作较为麻烦, 需辅机协助 2. 塔式起重机荷载作用于楼层, 建筑结构需进行相应的加固 3. 司机视线受阻碍, 司机与挂钩工联系困难

超宽的大型构件；能同时进行起升、回转及行走，完成垂直运输和水平运输作业；可通过改变吊钩滑轮组钢丝绳倍率，提高起重量，较好地适应施工需要；有多种工作速度，生产效率高；设有较齐全的安全装置，运行安全可靠；安装投产迅速；操作方便。正是由于上述特点，塔式起重机被誉为高层建筑机械化施工的主导机械。

随着高层建筑在国内的蓬勃发展，适合于高层建筑施工的各种型号的国产塔式起重机应运而生（图 1-1），同时我国还先后从德国、法国、意大利、丹麦和捷克等国引进了大量自升塔式起重机。近年来，我国一些专业工厂相继推出为数不少的塔式起重机新产品，其性能已赶上或接近国际先进水平。我国常用的国内外塔式起重机的技术性能，见附录 B。

应该指出的是，过去我国对塔式起重机型号表示方式曾作出统一规定，即前面 2~3 个汉语拼音字母分别代表：Q—起重机；T—塔式；Z—自升，随后的数字代表该型塔式起重机的额定起重能力，如 80 代表 $80\text{t}\cdot\text{m}$ ，200 代表 $200\text{t}\cdot\text{m}$ 。现在有些塔式起重机生产厂家已不在延用这种表示方式，而另用其他汉语拼音字母代表厂名或特定含义，汉语拼音字母后面则用四位数字，分别代表塔式起重机最大幅度和相应的额定起重量。例如 JL6018 表示江麓厂的塔式起重机产品，其最大幅度为 60m，相应的起重量为 1.8t。这种用位数表示的方式，可对塔式起重机起重性能作出初步判断。

（二）塔式起重机的选用

塔式起重机的选用要综合考虑建筑物的高度；建筑物的结构体系；构件的尺寸和重量；施工进度、施工流水段的划分和工程量；现场的平面布置和周围环境条件等各种情况。同时要兼顾装、拆塔式起重机的场地和建筑结构满足塔架锚固、爬升的要求。

1. 塔式起重机参数的确定

塔式起重机的主要参数有：幅度、起重量、起重力矩和吊钩高度等。选用塔式起重机进行高层建筑结构施工时，首先应根据施工对象确定所要求的参数，然后根据塔式起重机的技术性能，选定塔式起重机的型号。应尽可能多做一些选择方案，以便进行对比分析，从中选取最佳可行方案。

（1）幅度 又称回转半径或工作半径，是从塔式起重机回转中心线至吊钩中心线的水平距离，它包括最大幅度和最小幅度两个参数。对于采用俯仰变幅臂架的塔式起重机，最大幅度是指当动臂处于接近水平或与水平夹角为 15° 时，从塔式起重机回转中心线至吊钩中心线的水平距离；当动臂仰成 $63^\circ\sim 65^\circ$ 角（个别可仰至 85° 角）时的幅度为最小幅度。对于小车变幅塔式起重机，其最大幅度是指小车在臂架端头时，自塔式起重机回转中心线至吊钩中心线的水平距离；而当小车处于臂根端点时，自塔式起重机回转中心线至吊钩中心线的水平距离为

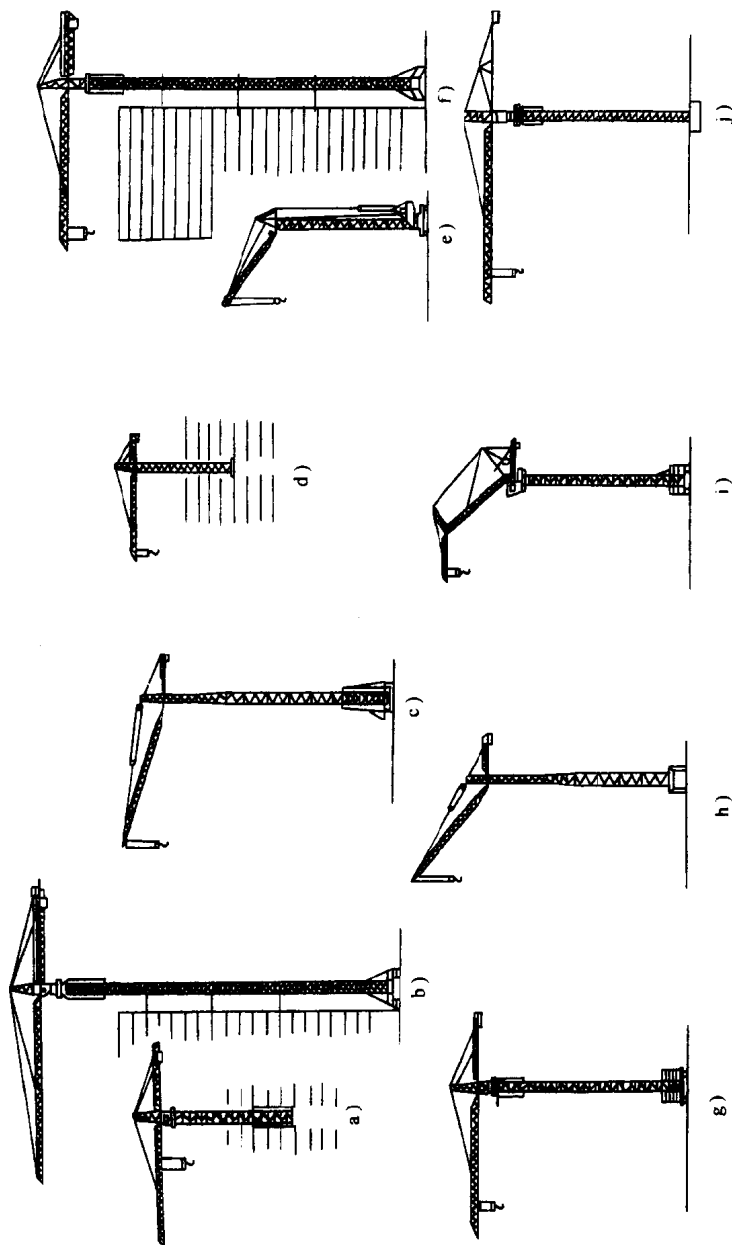


图 1-1 高层建筑施工常用的国产塔式起重机示意图

a) QT80A 型塔式起重机 b) QT₄-10、QT₅-10A、QTZ200 型塔式起重机 c) TQ90 型塔式起重机

d) QT₅-4/20 型塔式起重机 e) QTC60 型塔式起重机 f) ZT120 型塔式起重机

g) QT80 型塔式起重机 h) TQ60/80 型塔式起重机 i) Z80、ZT80 型塔式起重机

j) QTF80 型塔式起重机

最小幅度。

高层建筑施工选择塔式起重机时, 首先应考察该塔式起重机的最大幅度是否能满足施工需要。塔式起重机应具备的最大幅度, 可按表 1-3 所示公式确定。

表 1-3 塔式起重机最大幅度计算简图及计算公式

分类	轨道式塔式起重机	附着式塔式起重机	内爬式塔式起重机
计算简图			
计算公式	$L_0 = A + B + \Delta l$ 式中 A——由轨道基础中心线至建筑物外墙皮的距离 (包括外檐脚手架宽度及安全操作距离), 对于下回转塔式起重机应为转台尾部回转半径 + 0.7 ~ 1.0m; B——建筑物进深 (包括挑檐); Δl——为特殊施工需要预留的安全操作距离 (1.5 ~ 2m)	$L_0 = \sqrt{\left(\frac{F_0}{2}\right)^2 + (B + s)^2}$ 式中 F_0——塔式起重机施工面计算长度, 可按实际情况取 60 ~ 80m; B——建筑物进深 (包括挑檐); s——自塔式起重机中心至建筑物外墙皮的距离, 一般为 4.5 ~ 6m, 可根据实际需要确定	$L_0 \geq \sqrt{\left(\frac{F_0}{2}\right)^2 + (B - s_1)^2}$ 式中 F_0——塔式起重机施工面计算长度, 可按实际情况取 60 ~ 80m; B——建筑物进深 (包括挑檐); s_1——自塔式起重机中心至建筑物外墙皮的距离

小车变幅臂架塔式起重机的最小幅度一般为 2.5 ~ 4m。俯仰变幅塔式起重机的最小幅度 $L_{\min}$ 相当于 $(0.3 \sim 0.5) L_0$ (L_0 为最大幅度), 当变幅速度为 $(15 \sim 20)\text{m/min}$ 时, 取为 $0.5 L_0$; 当变幅速度为 $5 \sim 8\text{m/min}$ 时, 取为 $0.3 L_0$ 。

(2) 起重量 包括最大幅度时的起重量和最大起重量两个参数。起重量包括重物、吊索及铁扁担或容器等的重量。

确定塔式起重机起重量的因素较多, 如金属结构承载能力、起升机构的功率和吊钩滑轮绳数的多少等。有些小车变幅臂架塔式起重机, 装备有两台起重小车 (或称变幅小车), 可同时用两台小车工作。单小车工作时, 有 2 绳及 4 绳之分; 用两台小车工作时, 工作绳有 8 根。因此, 起重量参数变化很大, 在进