

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材

总主编 /李 辉
执行总主编 /吴明军

钢结构工程施工

主 编 杜绍堂 戚 豹
副主编 胡 瑛 罗 保
主 审 董事尔



重庆大学出版社

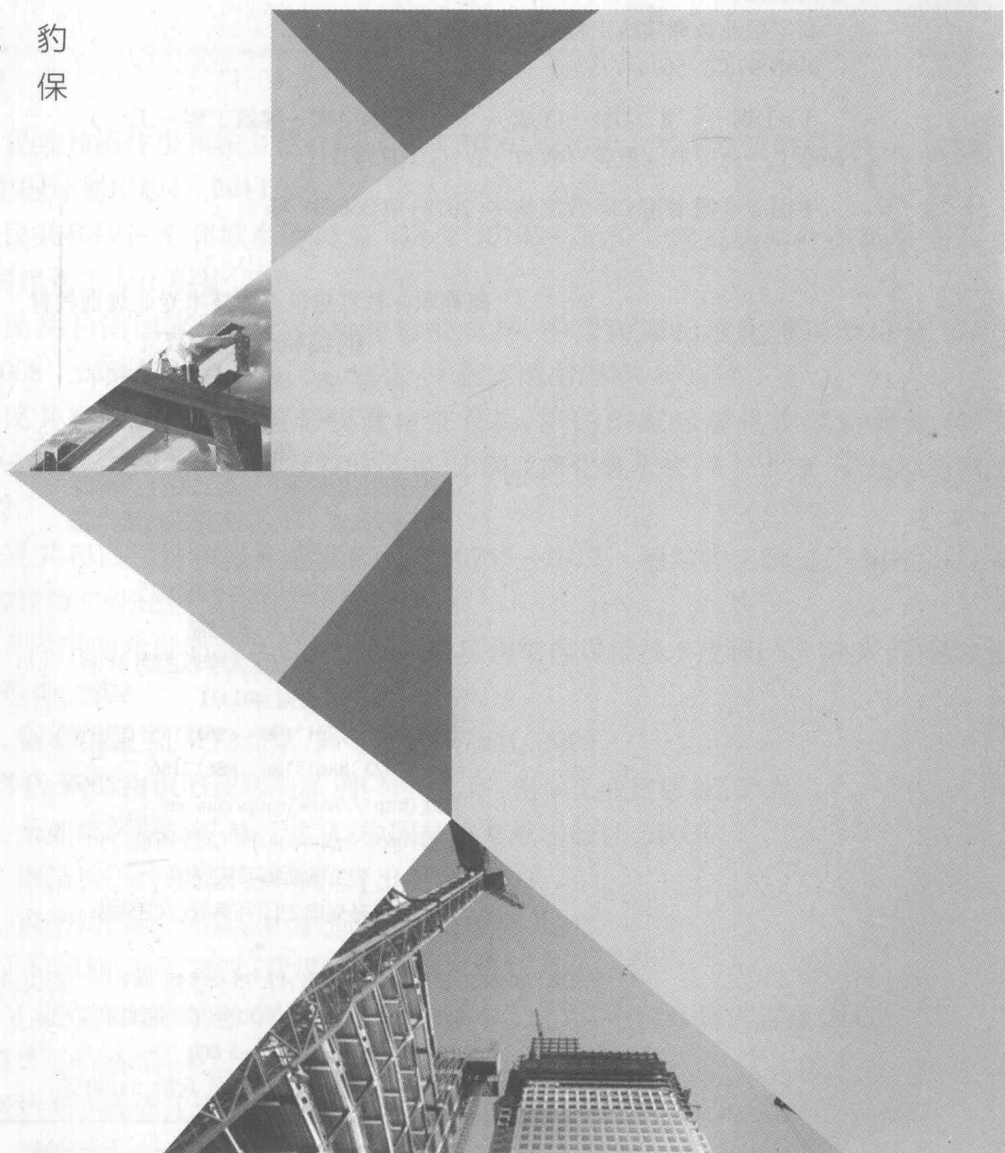
<http://www.cqup.com.cn>

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材

总主编 / 李 辉
执行总主编 / 吴明军

钢结构工程施工

主 编 杜绍堂 戚 豹
副主编 胡 瑛 罗 保
主 审 董事尔



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书为高等职业教育建筑工程技术专业规划教材之一, 主要根据《钢结构工程施工规范》(GB 50755—2012)、《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)、《钢结构焊接规范》(GB 50661—2011)等最新规范进行编写。全书共7个项目, 采用“知识+实训”的思路进行编写。主要内容有: 绪论、钢结构识图、钢结构材料、钢结构连接施工、钢结构制作、钢结构工程施工、钢结构工程施工安全。

本书可作为高等职业学校建筑工程技术、工程造价、建筑工程管理、工程监理专业的教材, 也可供从事钢结构工程施工的相关工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构工程施工/杜绍堂, 戚豹主编. —重庆: 重庆大学出版社, 2014. 2

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材
ISBN 978-7-5624-7757-0

I. ①钢… II. ①杜…②戚… III. ①钢结构—建筑工程—工程施工—高等教育—教材 IV. ①TU758. 11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 266641 号

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材

钢结构工程施工

主 编 杜绍堂 戚 豹

副主编 胡 瑛 罗 保

主 审 董事尔

责任编辑: 刘颖果 版式设计: 刘颖果

责任校对: 刘 真 责任印制: 赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人: 邓晓益

社址: 重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编: 401331

电话: (023)88617190 88617185(中小学)

传真: (023)88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 449 千 插页: 8 开 2 页

2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1—3 000

ISBN 978-7-5624-7757-0 定价: 33.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题, 本社负责调换

版权所有, 请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书, 违者必究

编审委员会

顾 问 吴 泽

总 主 编 李 辉

执行总主编 吴明军

编 委 (以姓氏笔画为序)

王军强 邓 涛 卢 正 申永康

白 峰 刘孟良 刘晓敏 张 迪

张永平 张银会 李泽忠 杜绍堂

杨丽君 肖 进 陈文元 陈晋中

胡 瑛 赵淑萍 赵朝前 钟汉华

袁建新 袁雪峰 袁景翔 黄 敏

黄春蕾 董 伟 覃 辉 韩建绒

颜立新 黎洪光

序 言

进入 21 世纪,高等职业教育建筑工程技术专业办学在全国呈现出点多面广的格局。截止到 2013 年,我国已有 600 多所院校开设了高职建筑工程技术专业,在校生达到 28 万余人。如何培养面向企业、面向社会的建筑工程技术技能型人才,是广大建筑工程技术专业教育工作者一直在思考的问题。建筑工程技术专业作为教育部、住房和城乡建设部确定的国家技能型紧缺人才培养专业,也被许多示范高职院校选为探索构建“工作过程系统化的行动导向教学模式”课程体系建设的专业,这些都促进了该专业的教学改革和发展,其教育背景以及理念都发生了很大变化。

为了满足建筑工程技术专业职业教育改革和发展的需要,重庆大学出版社在历经多年深入高职高专院校调研基础上,组织编写了这套《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》。该系列教材由住房和城乡建设职业教育教学指导委员会副主任委员吴泽教授担任顾问,四川建筑职业技术学院李辉教授、吴明军教授分别担任总主编和执行总主编,以国家级示范高职院校,或建筑工程技术专业为国家级特色专业、省级特色专业的院校为编著主体,全国共 20 多所高职高专院校建筑工程技术专业骨干教师参与完成,极大地保障了教材的品质。

系列教材精心设计该专业课程体系,共包含两大模块:通用的“公共模块”和各具特色的“体系方向模块”。公共模块包含专业基础课程、公共专业课程、实训课程三个小模块;体系方向模块包括传统体系专业课程、教改体系专业课程两个小模块。各院校可根据自身教改和教学条件实际情况,选择组合各具特色的教学体系,即传统教学体系(公共模块+传统体系专业课)和教改教学体系(公共模块+教改体系专业课)。

课程体系及参考学时

模块类型	课程类型	课程名称	参考学时	备注	
公共模块	专业基础课程	建筑力学	220		
		建筑材料与检测	60		
		建筑识图与房屋构造	80		
		建筑结构	180	含结构施工图识读	
		建筑 CAD	45		
		建筑设备工程	40	含水、电施工图识读	
		建筑工程测量	60		
		建设工程监理	45		
		建设工程法规	30		
		合计		760	
	公共专业课程	建筑抗震概论	45		
		建筑工程施工组织	60		
		建筑工程计量与计价	70		
		建设工程项目管理	60		
		工程招投标与合同管理	50		
		工程经济学	35		
		合计		320	
	实训课程 (10周)	施工测量综合实训	2周	含地形测绘、施工放线	
		建筑制图综合实训	1周	含建筑物测绘	
		建筑施工综合实训	5周	含施工方案设计、预算、施工实操	
		施工管理综合实训	1周	含造价确定,投标书编制,计算和审核工程进度、产值	
		建筑工程资料管理综合实训	1周	含建筑工程资料填写、整理、归档,建筑工程资料软件应用	
		合计		10周	
	体系方向模块 (二选一)	传统体系专业课程	建筑工程质量与安全管理	60	
			土力学与地基基础	60	
			建筑施工技术	240	含高层建筑施工技术
			合计		360

续表

模块类型	课程类型	课程名称	参考学时	备注
体系方向模块 (二选一)	教改体系专业课程	混凝土结构工程施工	80	含高层混凝土结构施工
		砌体结构工程施工	50	
		地基与基础工程施工	60	
		钢结构工程施工	70	含高层钢结构施工
		装饰装修工程施工	60	
		屋面与防水工程施工	40	
		合计		360

本系列教材在编写过程中,力求突出以下特色:

(1) 依据《高等职业学校专业教学标准(试行)》中“高等职业学校建筑工程技术专业教学标准”和“实训导则”编写,紧贴当前高职教育的教学改革要求。

(2) 教材编写以项目教学为主导,以职业能力培养为核心,适应高等职业教育教学改革的发展方向。

(3) 教改教材的编写以实际工程项目或专门设计的教学项目为载体展开,突出“职业工作的真实过程和职业能力的形成过程”,强调“理实”一体化。

(4) 实训教材的编写突出职业教育实践性操作技能训练,强化本专业的基本技能的实训力度,培养职业岗位需求的实际操作能力,为停课进行的实训专周教学服务。

(5) 每本教材都有企业专家参与大纲审定、教材编写以及审稿等工作,确保教学内容更贴近建筑工程实际。

我们相信,本系列教材的出版将为高等职业教育建筑工程技术专业的教学改革和健康发展起到积极的促进作用!



2013年9月

前 言

本书根据国家标准《钢结构工程施工规范》(GB 50755—2012)、《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)、《钢结构焊接规范》(GB 50661—2011)等最新规范进行编写。全书共7个项目,主要内容包括:绪论、钢结构识图、钢结构材料、钢结构连接施工、钢结构制作、钢结构工程施工、钢结构工程施工安全。

本书结合钢结构工程施工实践的需要,吸收了项目教学和情境教学的思想,采用最新教学成果以及新知识、新技能,以“知识+实训”的思路进行编写,实现了高等职业教育“知识+技能”培养目标的要求。教材编写邀请了企业专家参与,较好地体现了工学结合。教材以钢结构工程识图、安全、材料、连接、制作、施工为主线进行编写,辅以实训项目训练,力求做到理论够用为度、突出技能培养的要求,同时做到概念清晰、思路简捷,便于学生学习和掌握。

本书由杜绍堂、戚豹任主编,胡瑛、罗保任副主编,由西南石油大学董事尔教授主审。教材的编写分工是:昆明冶金高等专科学校胡瑛编写项目1、项目2,昆明冶金高等专科学校杜绍堂编写项目3、项目5,江苏建筑职业技术学院戚豹编写项目4、项目6,云南省第二安装工程公司罗保编写项目7。全书由杜绍堂统稿。

本书在编写过程中,参考和引用了大量文献资料,在此谨向原书作者表示衷心感谢!限于编者水平有限,书中不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2013年11月

目 录

项目1	绪 论	1
子项 1.1	钢结构的应用与发展	1
子项 1.2	钢结构的组成与特点	5
子项 1.3	实训项目	8
	项目小结	9
	复习思考题	9
项目2	钢结构识图	10
子项 2.1	钢结构施工图的基本规定	10
子项 2.2	常用型钢的标注方法	16
子项 2.3	螺栓及螺栓孔的表示方法	17
子项 2.4	焊缝符号及标注	18
子项 2.5	尺寸标注	29
子项 2.6	钢结构制图一般要求	30
子项 2.7	钢结构节点详图的识读	31
子项 2.8	钢结构识图案例	32
子项 2.9	实训项目	48
	项目小结	48
	复习思考题	49

项目3 钢结构材料	50
子项 3.1 钢材	50
子项 3.2 连接材料	60
子项 3.3 防护材料	73
子项 3.4 实训项目——认知钢材种类、规格	80
项目小结	81
复习思考题	81
项目4 钢结构连接施工	82
子项 4.1 普通螺栓连接施工	82
子项 4.2 高强螺栓连接施工	84
子项 4.3 钢结构焊接施工	92
子项 4.4 实训项目——钢构件连接实训	115
项目小结	120
复习思考题	121
项目5 钢结构制作	122
子项 5.1 钢构件制作	122
子项 5.2 钢管相贯线切割和球节点制作	146
子项 5.3 实训项目	152
项目小结	153
复习思考题	154
项目6 钢结构工程施工	155
子项 6.1 单层轻钢门式刚架结构工程施工	155
子项 6.2 钢框架结构工程施工	181
子项 6.3 彩钢屋面及围护结构施工	216
子项 6.4 实训项目——编制轻型钢结构工程施工方案	244
项目小结	246
复习思考题	246
项目7 钢结构工程施工安全	248
子项 7.1 钢结构工程施工设备安全	248
子项 7.2 钢结构工程施工安全	255
子项 7.3 实训项目	269
项目小结	270
复习思考题	270
参考文献	271

项目 1

绪 论



项目导读

- **基本要求** 通过本项目学习,应了解钢结构的应用范围,熟悉钢结构的发展状况,掌握钢结构的组成与特点。
- **重点** 钢结构的组成与特点。
- **难点** 钢结构的发展状况。

子项 1.1 钢结构的应用与发展

由钢板、热轧型钢或冷加工成型的薄壁型钢以及钢索为主要材料建造的工程结构,称为钢结构,其基本构件是拉杆、压杆、梁、柱、桁架等,各构件或部件间采用焊接、铆接或螺栓连接等方式连接。钢结构在土木工程中有着悠久的历史 and 广泛的应用,发展前景广阔。

1.1.1 钢结构的应用范围

钢结构的应用范围与特点和钢材供应情况密切相关。我国 20 世纪 60—70 年代,钢材供应短缺,节约钢材、少用钢材成为当时的重要任务,致使钢结构的应用范围受到很大限制。20 世纪 80 年代以来,钢产量逐年提高,钢材品种不断增加,钢结构的应用范围也不断扩大。目前,钢结构常用于大跨、超高、过重、振动、密闭、高耸、空间和轻型的工程结构中。其应用范围大致为:

1) 厂房结构

对于单层厂房,钢结构一般用于重型、大型车间的承重骨架。例如冶金工厂的平炉车间,重型机械厂的铸钢车间、锻压车间等,通常由檩条、天窗架、屋架、托架、柱、吊车梁、制动

梁(桁架)、各种支撑及墙架等构件组成。

2) 大跨度结构

体育馆、影剧院、大会堂等公共建筑以及飞机装配车间或检修库等工业建筑要求有较大的内部自由空间,故屋盖结构的跨度很大,减轻屋盖结构自重成为结构设计的主要问题,因而采用材料强度高而质量轻的钢结构。其结构体系主要有框架结构、拱架结构、网架结构、悬索结构、预应力钢结构等。如2008年北京奥运会主体育馆“鸟巢”,钢结构总重4.2万吨,最大跨度343 m,外形结构主要由巨大的门式钢架组成,共有24根桁架柱,柱距为37.96 m,使用Q460规格的钢材,钢板厚度达到110 mm。

3) 多高层结构

对于高层建筑来说,当层数多、高度大时常采用钢结构,如酒店、公寓等高层建筑。

高层钢结构建筑作为一个城市标志性建筑,北京、上海在建和新建成的高层钢结构就达到十余幢。如:上海中心大厦(在建,高632 m,图1.1)、上海环球金融中心(101层,高492 m,用钢量6.5万吨,图1.2);北京电视中心(建筑面积18.3万平方米,高度为41层,227.05 m,用钢量3.8万吨)、国贸中心三期(建筑面积54万平方米,高度为330 m)、央视新大楼(建筑面积5万平方米,高234 m,用钢量12.8万吨)等。



图 1.1 上海中心(在建,127层、高632 m)

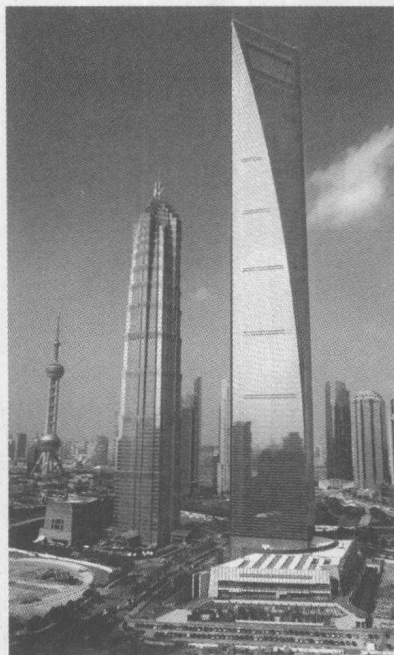


图 1.2 上海环球金融中心(101层、高492 m)

4) 高耸构筑物

高耸结构包括塔架和桅杆结构,如高压输电线路塔架、广播和电视发射用的塔架和桅杆,多采用钢结构。这类结构的特点是高度大,主要承受风荷载,采用钢结构可以减轻自重,方便架设和安装,并因构件截面小而使风荷载大大减小,从而取得更显著的经济效益。

如巴黎埃菲尔铁塔,高 320.7 m,塔身为钢架镂空结构,重达 9 000 t,共用了 1.8 万余个金属部件,以 100 余万个铆钉铆成一体,全靠 4 个粗大的用水泥浇灌的塔墩支撑。全塔分为三层:第一层高 57 m,第二层高 115 m,第三层高 276 m。每层都设有带高栏的平台,可供游人眺望那独具风采的巴黎市区美景。

5) 密闭压力容器

钢结构用于要求密闭的容器,如大型储液库、天然气储气罐、煤气柜库等,要求能承受较大的内力。另外,温度急剧变化的高炉结构、输油输气管道等均采用钢结构。

6) 移动结构

钢结构不仅质量轻,还可以用螺栓或其他便于拆装的手段来连接。需要搬迁或移动的结构,如流动式展览馆和活动房屋,采用钢结构最适宜。另外,钢结构还广泛用于水工闸门、桥式吊车和各种塔式起重机、缆绳起重机等。

7) 桥梁结构

钢结构广泛应用于中等跨度和大跨度的桥梁结构中,如武汉长江大桥和南京长江大桥均为钢结构,其难度和规模都举世闻名。上海南浦大桥、杨浦大桥为钢结构的斜拉桥。“十一五”前三年平均新建桥梁 3 万座/年,年平均用钢量 1 300 万吨。香港昂船洲大桥(长 1 018 m)和苏通长江大桥(长 1 088 m)占据世界最大斜拉桥的前两名。到 2015 年,我国要建 5 座跨海峡大桥,总用钢量为 625 万吨。

8) 轻钢结构

轻钢结构用于跨度较小、屋面较轻的工业和商业用房,常采用冷弯薄壁型钢、小角钢、圆钢等焊接而成。轻型钢结构因具有用钢量省、造价低、供货迅速、安装方便、外形美观、内部空旷等特点,在近年来得到了迅速发展。

9) 住宅钢结构

用钢结构建造的住宅质量是钢筋混凝土住宅的 1/2 左右,可满足住宅大开间的需求,使用面积比钢筋混凝土住宅提高 4% 左右。钢材可以回收,建造和拆除时对环境污染较少,符合推进住宅产业化、发展节能省地型住宅的国家政策。国务院 1999 第 72 号文件明确提出:发展钢结构住宅,扩大钢结构住宅的市场占有率。目前,在北京、上海、天津、河北、武汉、新疆、湖南、安徽、山东等地建成低层、多层、高层钢结构住宅试点示范工程,已建成 500 多万平方米,用钢量约 20 万吨,如位于北京金融街的 12 层板式钢结构住宅金宸公寓、上海中福花苑钢结构住宅等。

1.1.2 钢结构的发展

钢结构是由生铁结构逐步发展起来的,中国是最早用铁制造承重结构的国家。远在秦始皇时代(公元前二百多年),就有了用铁建造的桥墩。

我国工程技术人员在钢结构建造方面取得了卓越的成就,如 1927 年建成的沈阳黄姑屯机车厂钢结构厂房,1928—1931 年建成的广州中心纪念堂圆屋顶,1934—1937 年建成的杭州钱塘江大桥等。

20世纪50年代后,钢结构的设计、制造和安装水平有了很大提高,建成了大量钢结构工程,有些钢结构工程在规模和技术上已达到世界先进水平。如采用大跨度网架结构的首都体育馆、上海体育馆、深圳体育馆,大跨度三角拱形式的西安秦始皇陵兵马俑陈列馆,悬索结构的北京工人体育馆、浙江体育馆,高耸结构中的200 m高广州广播电视塔、420 m高上海东方明珠广播电视塔,板壳结构中有效容积达54 000 m³的湿式储气柜等。

高层建筑钢结构近年来如雨后春笋般拔地而起,发展很迅速。我国20世纪80年代建成的11幢高层建筑钢结构最高为208 m,90年代建造或设计的高层建筑钢结构最高的达400多米,21世纪已达600多米。大跨度空间钢结构中,最先让人们了解的是网架工程,其发展的速度较快,技术也比较成熟,国内有许多专用网架计算和绘图程序,是其迅速发展的重要原因。悬索及斜拉结构、膜和索膜结构在国内应用也较多,主要用于体育馆、车站等大空间公共建筑中。其他大跨度空间钢结构还包括立体桁架、预应力拱结构、弓式结构、悬吊结构、网格结构、索杆杂交结构、索穹顶结构等,在全国各地均有实例。

轻钢结构是近十年来发展最快的,在美国采用轻型钢结构占非住宅建筑投资的50%以上。这种结构工业化、商品化程度高,施工快,综合效益高,市场需求量很大,已引起结构设计人员的注意。轻钢住宅的研究开发已在各地试点,是轻钢结构发展的一个重要方向,目前已经有多种低层、多层和高层的轻钢结构设计方案和实例。因其可做到大跨度、大空间,分隔使用灵活,而且施工速度快、抗震有利,必将对我国传统的住宅结构模式产生较大影响。

30多年的改革开放和经济发展,我国许多城市已经建成了大量的钢结构建筑,这为钢结构体系的应用创造了极为有利的发展环境。

首先,从发展钢结构的主要物质基础来看,自1996年开始我国钢材的总产量就已超过1亿吨,世界钢铁协会2012年1月22日发布2012年全球钢铁生产统计数据,中国大陆2012年粗钢产量7.16亿吨,占全球钢产量的46.3%,居世界首位。随着钢材产量和质量的持续提高,其价格正逐步下降,钢结构的造价也相应有较大幅度的降低。与之相应的是,钢结构配套的新型建材也得到了迅速发展。其次,从发展钢结构的技术基础来看,在普通钢结构、薄壁轻钢结构、高层民用建筑钢结构、门式刚架轻型房屋钢结构、网架结构、压型钢板结构、钢结构焊接和高强度螺栓连接、钢与混凝土组合楼盖、钢管混凝土结构及钢骨(型钢)混凝土结构等方面的设计、施工、验收规范规程及行业标准已发行20余本。有关钢结构的规范规程的不断完善为钢结构体系的应用奠定了必要的技术基础,为设计提供了依据。第三,从发展钢结构的人才素质来看,经过30多年的发展,专业钢结构设计人员已经形成一定的规模,而且他们的专业素质在实践中得到不断提高。而随着计算机在工程设计中的普遍应用,国内外钢结构设计软件发展迅猛,软件功能日臻完善,为协助设计人员完成结构分析设计、施工图绘制提供了极大的便利条件。

随着社会分工的不断细化,钢结构设计也必将走向专业化发展的道路。专业钢结构设计也可弥补由于不熟悉钢结构形式而无法优化结构设计方案的问题。

子项 1.2 钢结构的组成与特点

1.2.1 钢结构的组成

钢结构在土木工程中有着广泛的应用。由于使用功能及结构组成方式不同,钢结构种类繁多,形式各异。所有这些钢结构尽管用途、形式各不相同,但它们都是由钢板和型钢经过加工,组合连接制成,如拉杆(有时还包括钢索)、压杆、梁、柱及桁架等,然后将这些基本构件按一定方式通过焊接和螺栓连接组成结构,以满足使用要求。

下面结合单层和多层房屋,对如何按一定方式由基本构件组成能满足各种使用功能要求的钢结构作简要说明。

单层钢结构房屋的特点是主要承受重力荷载,水平风荷载及吊车制动力等一般属于次要荷载。对于这类结构,一般的做法是形成一系列竖向的平面承重结构,并用纵向构件和支撑构件把它们连接成空间整体。这些构件也同时起到承受和传递纵向水平荷载的作用。图 1.3 是一个单层房屋钢结构组成的示意图,图中屋盖桁架和柱组成一系列的平面承重结构(图 1.3(a))。这些平面承重结构又用纵向构件和各种支撑(如图中所示的上弦横向支撑、垂直支撑及柱间支撑等)连成一个空间整体(图 1.3(b)),保证整个结构在空间各个方向都成为一个几何不变体系。除此之外,还可以由实腹的梁和柱组成框架或拱,框架和拱可以做成三铰、二铰或无铰,跨度大的还可以用桁架拱。

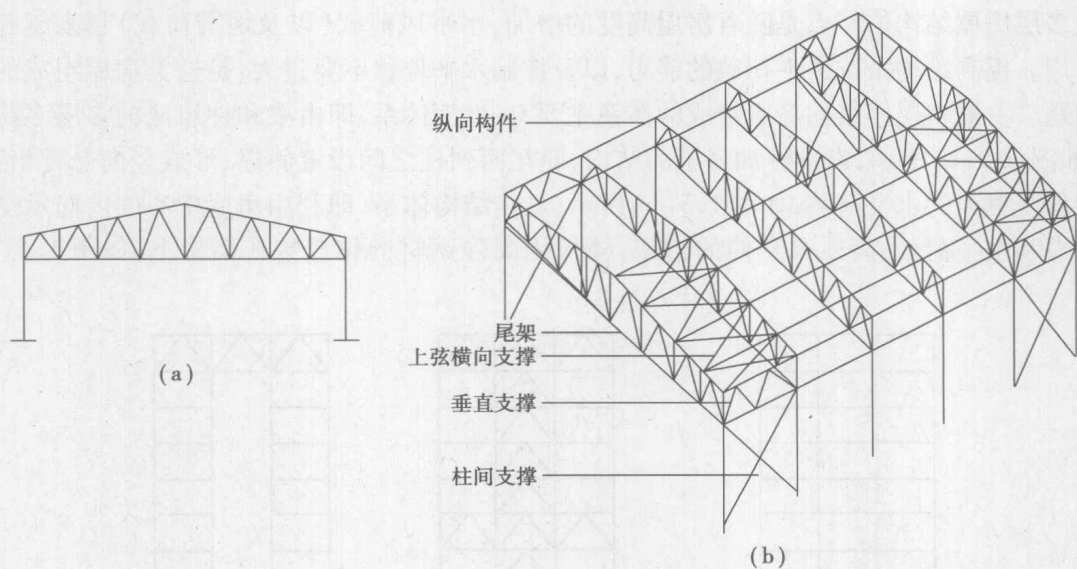


图 1.3 单层房屋钢结构组成示意图

上述结构均属于平面结构体系。其特点是结构由承重体系及附加构件两部分组成,其中承重体系是一系列相互平行的平面结构,结构平面内的垂直和横向水平荷载由它承担,并在该结构平面内传递到基础。附加构件(纵向构件及支撑)的作用是将各个平面结构连成整体,同时也承受结构平面外的纵向水平力。当建筑物的长度和宽度尺寸接近,或平面呈圆形时,如果将各个承重构件自身组成为空间几何不变体系并省去附加构件,受力

就更为合理。如图 1.4 所示平板网架屋盖结构,它由倒置的四角锥体组成,锥底的四边为网架的上弦杆,锥棱为腹杆,连接各锥顶的杆件为下弦杆,屋架的荷载沿两个方向传到四边的柱上,再传至基础,形成一种空间传力体系,因此这种结构也称为空间结构体系。这个平板网架中,所有的构件都是主要承重体系的部件,没有附加构件,因此,内力分布合理,可以节省钢材。

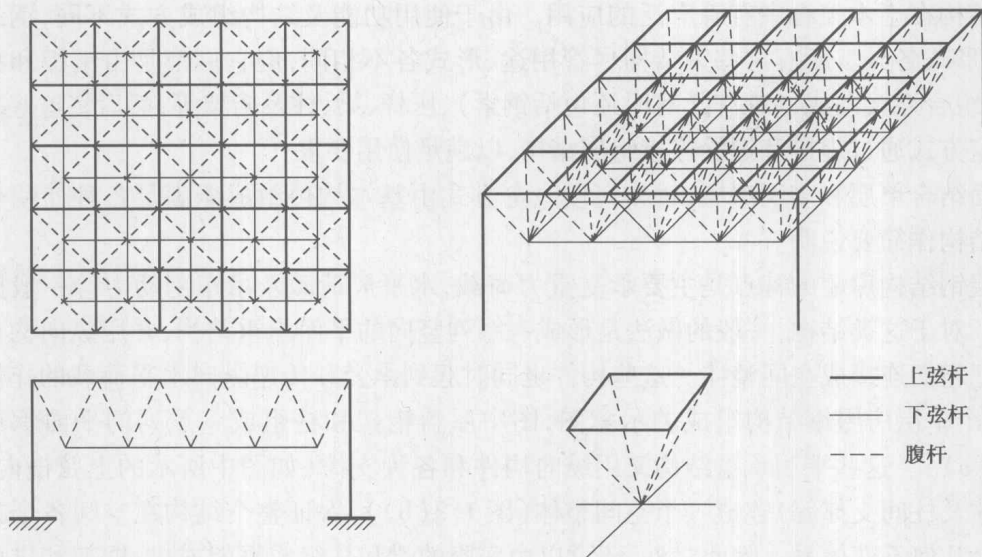


图 1.4 平板网架屋盖结构

多层房屋结构的特点是随着房屋高度的增加,水平风荷载(以及地震荷载)越来越起重要作用。提高结构抵抗水平荷载的能力,以及控制水平位移不要过大,是这类房屋组成的主要问题。一般多层钢结构房屋组成的体系主要有:框架体系,即由梁和柱组成的多层多跨框架,如图 1.5(a)所示;带刚性加强层的结构,即在两列柱之间设置斜撑,形成竖向悬臂桁架,以便承受更大的水平荷载,如图 1.5(b)所示;悬挂结构体系,即利用房屋中心的内筒承受全部重力和水平荷载,筒顶有悬伸的桁架,楼板用高强钢材的拉杆挂在桁架上,如图 1.5(c)所示。

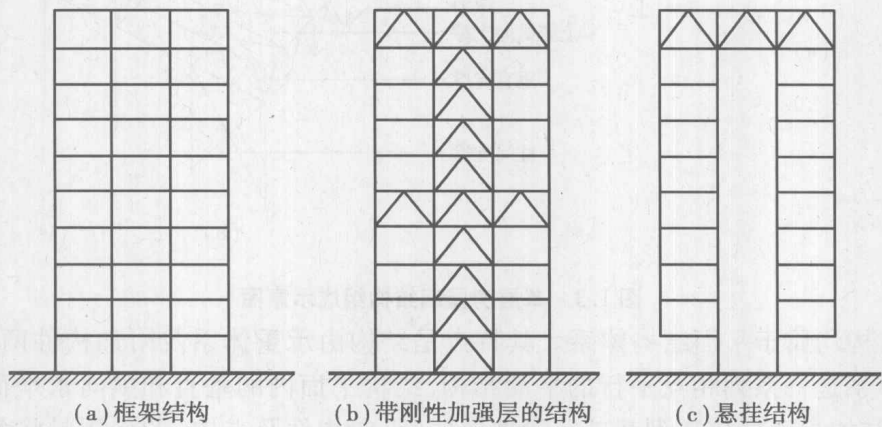


图 1.5 多层房屋钢结构

通过以上对房屋钢结构组成的简要分析,在满足结构使用功能的要求时,结构必须形成空间整体(几何不变体系),才能有效而经济地承受荷载,具有较高的强度、稳定性和刚度,如果主要承重构件本身已经形成空间整体,不需要附加支撑,可以形成十分有效的组成方案。结构方案的适宜性和施工及材料供应条件也有很大关系,应加以考虑。

本节仅对单层及多层房屋的钢结构组成作了一些简单介绍,但是其他结构如桥梁、塔架等同样也应遵循这些原则。同时,我们还应看到,随着工程技术的不断发展,以及对结构组成规律的不断深入研究,将会创造和开发出更多的新型结构体系。

1.2.2 钢结构的特点

钢结构在工程中得到广泛应用和发展,是由于钢结构与其他结构相比具有以下特点:

(1) 质量轻

钢材与混凝土相比,虽然质量密度较大,但其屈服点较混凝土的抗压强度要高得多,其质量密度与屈服点的比值相对较低。在承载力相同的条件下,钢结构与钢筋混凝土结构相比,构件较小、质量较轻,便于运输和安装。钢材质地均匀,各向同性,弹性模量大,有良好的塑性和韧性,为理想的弹塑性体,完全符合目前所采用的计算方法和基本理论。

钢材容重大、强度高,但做成的结构却比较轻,可以用结构的轻质性系数 α 来描述。

$$\alpha = \frac{\text{材料密度 } \rho}{\text{材料屈服高度 } f_y}$$

α 值越小,结构相对越轻。

建筑钢材: $\alpha = 1.7 \sim 3.7 \times 10^{-4}/\text{m}$;钢筋混凝土: $\alpha \approx 18 \times 10^{-4}/\text{m}$ 。

以同样跨度承受同样的荷载,钢屋架的质量最多为钢筋混凝土屋架的 $1/4 \sim 1/3$,冷弯薄壁型钢屋架甚至接近 $1/10$ 。

(2) 生产、安装工业化程度高,施工周期短

钢结构生产具备成批大件生产和高度准确性的特点,可以采用工厂制作、工地安装的施工方法,所以其生产作业面多,可缩短施工周期,进而为降低造价、提高效益创造条件。

(3) 密闭性能好

钢材本身组织非常致密,当采用焊接连接甚至螺栓连接时,都可以做到完全密封不渗漏。因此,一些要求气密性和水密性好的压力容器、油罐、气柜、管道等板壳结构都采用钢结构。

(4) 抗震及抗动力荷载性能好

钢结构因自重轻、质地均匀,具有较好的延性,因而抗震及抗动力荷载性能好。

(5) 耐热性好,但防火性差

温度在 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内,钢的性质变化很小;温度超过 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后,材质变化较大,不仅强度总趋势逐步降低,还有兰脆和徐变现象。当温度达到 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,钢材进入塑性状态已不能承载。因此,设计规定钢材表面温度超过 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后即需加以隔热防护,对有防火要求者,更需按相应规定采取隔热保护措施。当防火设计不当或者当防火层处于破坏的状况下,有可能产生灾难性的后果。

(6) 钢结构抗腐蚀性较差

钢结构的最大缺点是易于锈蚀。新建造的钢结构一般都需仔细除锈、镀锌或刷涂料,以