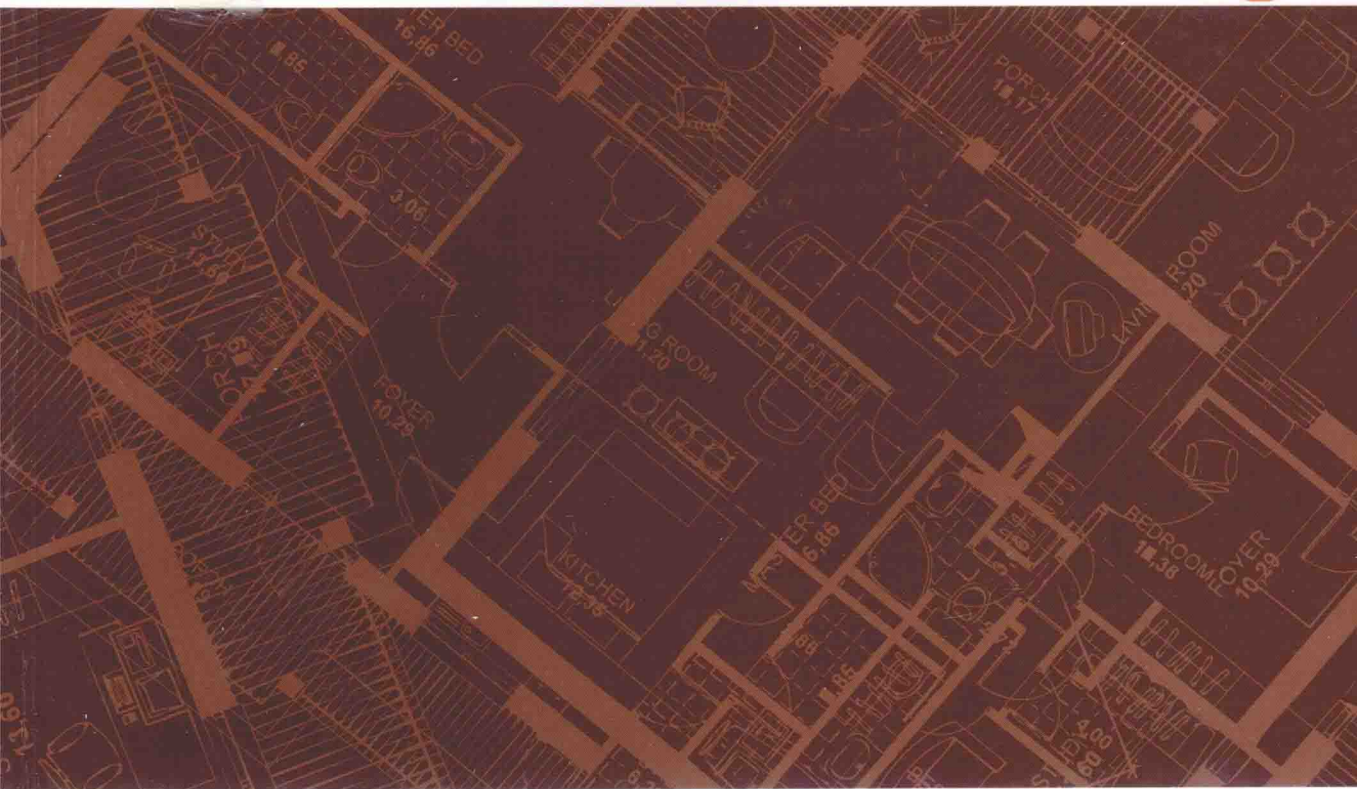


高等学校省级规划教材



# 钢结构基本原理

主 编 ■ 王静峰 肖亚明



安徽工业大学出版社

高等学校省级规划教材  
卓越工程师教育培养计划土木类系列教材

# 钢结构基本原理

王静峰 肖亚明 主编

合肥工业大学出版社

## 内 容 提 要

本书是高等院校省级规划教材、教育部卓越工程师教育培养计划土木类系列教材之一。《钢结构基本原理》是高等院校土木工程专业的主要专业课程之一。本书依据国家现行标准,参考土木工程专业指导委员会建议的钢结构基本原理课程要求和教育部“卓越工程师计划”,结合作者多年教学实践经验,吸收国内外钢结构的最新研究成果编写而成。其内容包括:概述,钢结构的材料,钢结构的设计方法,钢结构的加工制作,钢结构的连接,轴心受力构件,受弯构件,拉弯和压弯构件。每章均附有本章摘要、计算例题和课后习题,便于读者掌握和运用。

本书可作为高等院校土木工程专业全日制本科生或土建类成人教育的教材,也可供土木工程技术人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

钢结构基本原理/王静峰,肖亚明主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2015.7

ISBN 978-7-5650-2212-8

I. ①钢… II. ①王…②肖… III. ①钢结构—高等学校—教材 IV. ①TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 095938 号

## 钢结构基本原理

王静峰 肖亚明 主编

责任编辑 陆向军 魏亮瑜

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2015 年 7 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2015 年 7 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
电 话	综合编辑部:0551-62903028 市场营销部:0551-62903198	印 张	21
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	507 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	合肥星光印务有限责任公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-2212-8

定价: 38.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

# 前 言

随着我国经济和建设事业的不断发展,钢结构在高层及超高层建筑、空间结构、轻型及重型工业厂房、大跨度桥梁、综合交通枢纽、地下结构和海洋结构等工程中应用日益广泛。钢结构具有轻质高强、抗震耗能好、工业化程度高、施工安装方便、可回收循环利用等诸多优点,可以满足现代建筑的多功能、多用途、造型新颖等需求。节能、高效、环保和产业化是钢结构未来发展的必然趋势,这将推动我国土木工程师对钢结构设计理论进行不断地认识和学习。作为土木工程师应当掌握钢结构的基本知识、设计原理、计算方法、构造措施和加工制作。有鉴于此,作者结合多年来的教学科研经验和工程实践,吸收国内外钢结构的研究成果,编写了本书。

钢结构课程分为钢结构基本原理和钢结构设计。钢结构基本原理是高等院校土木工程专业的一门主要专业课程。本书依据国家标准《钢结构设计规范》GB50017 进行编写,参考了土木工程专业指导委员会建议的钢结构基本原理课程的基本要求和教育部“卓越工程师计划”。本书注重对学生工程概念的培养,应用能力的提高。本书系统地介绍了钢结构的设计原理和计算方法、构造措施和加工制作。本书首先介绍了钢结构的特点和应用范围、发展现状和材料性能;进而讲述了钢结构设计方法的演变、概率极限状态设计法;为了反映钢结构的工程应用,介绍了钢结构加工制作的深化设计、加工工艺、制造设备;分别给出了轴心受力构件、受弯构件、拉弯和压弯构件的计算方法和构造措施。本书内容深入浅出,理论联系实际。每章均附有本章摘要、计算例题和课后习题,便于读者掌握和运用。

本书由合肥工业大学王静峰教授、肖亚明教授担任主编,冯然教授、王成刚副教授、陈安英副教授担任副主编,同济大学李国强教授担任主审。全书共分为8章:第1章由王静峰、肖亚明编写,第2章由冯然编写,第3章由王静峰编写,第4章由陈安英编写,第5章由王成刚编写,第6章由王静峰编写,第7、8章由肖亚明编写。安徽富煌钢构股份有限公司、中铁四局集团钢结构有限公司为第4章“钢结构的加工制作”提供了部分图片及资料。

由于编者水平有限,书中难免有不妥和疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015年7月

# 目 录

<b>第 1 章 概述</b> .....	(1)
1.1 钢结构在我国的发展现状 .....	(1)
1.2 钢结构的特点 .....	(6)
1.3 钢结构的应用范围 .....	(7)
1.4 钢结构研究和应用的发展方向 .....	(10)
习题 .....	(11)
<b>第 2 章 钢结构的材料</b> .....	(12)
2.1 钢结构的用材要求 .....	(12)
2.2 钢材种类和钢材规格 .....	(13)
2.3 钢材的基本性能 .....	(20)
2.4 钢材的破坏形式 .....	(24)
2.5 影响钢材性能的因素 .....	(25)
2.6 钢材的疲劳性能 .....	(31)
2.7 高性能钢和耐候钢 .....	(38)
习题 .....	(39)
<b>第 3 章 钢结构的设计方法</b> .....	(41)
3.1 钢结构设计方法的演变 .....	(41)
3.2 钢结构的极限状态 .....	(43)
3.3 概率极限状态设计法 .....	(43)
3.4 极限状态设计公式 .....	(48)
习题 .....	(50)
<b>第 4 章 钢结构的加工制作</b> .....	(51)
4.1 钢结构的加工制作特点 .....	(51)
4.2 钢结构的加工制作工艺 .....	(51)
4.3 钢结构详图的深化设计 .....	(52)
4.4 钢结构的加工制作准备 .....	(58)
4.5 钢结构的构件加工制作 .....	(60)
4.6 焊接 H 型钢构件的加工制作 .....	(70)
习题 .....	(74)

<b>第 5 章 钢结构的连接</b> .....	(75)
5.1 钢结构的连接方法和特点 .....	(75)
5.2 焊缝和焊缝连接的形式 .....	(77)
5.3 对接焊缝的构造和计算 .....	(80)
5.4 角焊缝的构造和计算 .....	(85)
5.5 焊接残余应力和焊接残余变形 .....	(101)
5.6 螺栓连接的分类与构造 .....	(106)
5.7 普通螺栓连接的工作性能和强度计算 .....	(110)
5.8 高强度螺栓连接的工作性能和计算 .....	(124)
5.9 混合连接 .....	(134)
习题 .....	(136)
<b>第 6 章 轴心受力构件</b> .....	(140)
6.1 轴心受力构件的类型和应用 .....	(140)
6.2 轴心受力构件的强度和刚度 .....	(141)
6.3 轴心受压构件的整体稳定 .....	(145)
6.4 轴心受压构件的局部稳定 .....	(160)
6.5 轴心受压柱的设计 .....	(166)
6.6 柱头和柱脚的构造设计 .....	(180)
习题 .....	(187)
<b>第 7 章 受弯构件</b> .....	(189)
7.1 受弯构件的类型和应用 .....	(189)
7.2 梁的强度和刚度 .....	(191)
7.3 梁的扭转 .....	(199)
7.4 梁的整体稳定 .....	(203)
7.5 型钢梁的设计 .....	(214)
7.6 钢板组合梁设计 .....	(218)
7.7 梁的局部稳定和腹板加劲肋设计 .....	(223)
7.8 考虑腹板屈曲后强度的梁的设计 .....	(236)
7.9 梁的拼接、连接和支座 .....	(243)
7.10 其他形式的梁 .....	(247)
习题 .....	(250)
<b>第 8 章 拉弯和压弯构件</b> .....	(253)
8.1 拉弯和压弯构件的类型和应用 .....	(253)
8.2 拉弯和压弯构件的强度和刚度 .....	(254)
8.3 压弯构件的整体稳定 .....	(257)

---

---

8.4 压弯构件的局部稳定 .....	(262)
8.5 压弯构件的计算长度 .....	(266)
8.6 实腹式压弯构件的截面设计 .....	(270)
8.7 格构式压弯构件的设计 .....	(273)
8.8 梁与柱的连接 .....	(278)
8.9 柱脚设计 .....	(278)
习题 .....	(283)
<b>附录</b> .....	(287)
附录 1 钢材和连接强度设计值 .....	(287)
附录 2 受弯构件的挠度容许值 .....	(291)
附表 3 梁的整体稳定系数 .....	(292)
附表 4 轴心受压构件的稳定系数 .....	(295)
附录 5 柱的计算长度系数 .....	(300)
附录 6 疲劳计算的构件和连接分类 .....	(302)
附录 7 型钢表 .....	(305)
附录 8 螺栓和锚栓规格 .....	(325)
附录 9 各种截面回转半径的近似值 .....	(326)
<b>参考文献</b> .....	(327)



# 第1章 概述

## 本章摘要

本章主要讲述了我国在不同历史时期钢结构的发展,介绍了钢结构的特点和应用范围,阐述了钢结构研究和应用的发展方向。

## 1.1 钢结构在我国的发展现状

我国在钢结构的应用和发展方面有着悠久的历史。根据历史记载,在公元1世纪五六十年代,为了与其他国家通商、进行文化和宗教上的交流,我国西南地区的深山峡谷里成功建造了一些铁索桥。例如,我国云南省景东地区澜沧江上的兰津桥,建于公元58—75年,是世界上最早的一座铁索桥,比欧洲最早出现的铁索桥还要早70年。随后陆续建造的有云南省的沅江桥(建于400多年前)、贵州省的盘江桥(建于300多年前)和四川省泸定县的大渡河桥(建于1696年)等。大渡河铁链桥(如图1-1所示)由9根桥面铁链、4根桥栏铁链构成,桥净长100m,桥宽2.8m,可同时通行两辆马车;铁链锚定在直径0.2m、长4m的锚桩上;每根铁链重达1.5吨。该桥无论是工程规模还是建造技术,在当时都处于世界领先水平。

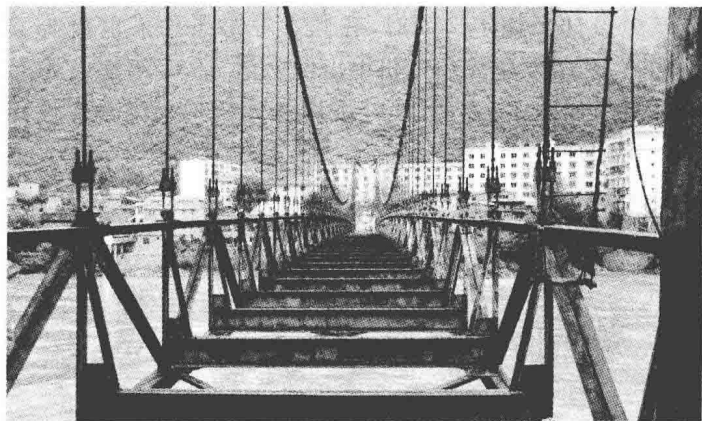


图1-1 四川省泸定县的大渡河桥

我国古代在各地还建造了不少铁塔。例如,湖北省当阳市的13层玉泉寺铁塔(如图1-2所示),高17.5m,建于1061年;江苏省镇江市的甘露寺铁塔,原为9层,现存4层,建于1078年;山东省济宁市的铁塔寺铁塔,建于1105年等。我国古代采用钢铁结构,充分说明我国古代在冶金技术方面是世界领先的。

近百余年来,随着欧洲工业革命的兴起,钢铁冶炼技术迅速发展,钢结构在欧美一些国家的工业与民用建筑物中得到广泛应用,数量日渐增多,应用范围也不断扩大。然而,近代我国长期处于封建落后状态,饱受帝国主义侵略,钢结构发展很缓慢。当时,在全国只建造



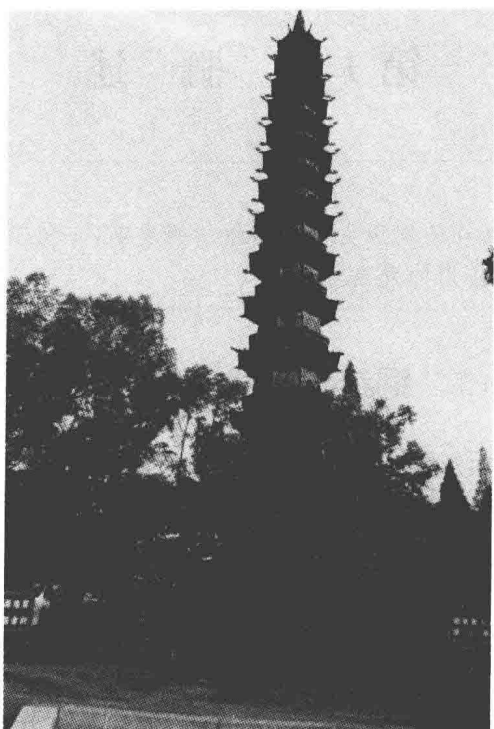


图 1-2 湖北省当阳的玉泉寺铁塔

了少量的民用与工业建筑(如上海 18 层的国际饭店、上海大厦、永安公司等)和一些公路、铁路钢桥,主要由外商承包设计和施工。同时,我国在艰难条件下也建造了一些钢结构建筑物,其中具有代表性的是 1931 年建成的广州中山纪念堂、1934 年建成的上海体育馆和 1937 年建成的杭州钱塘江大桥(如图 1-3 所示)。钱塘江大桥是我国自行设计和建造的第一座公铁两用钢桥,安全使用到现在。

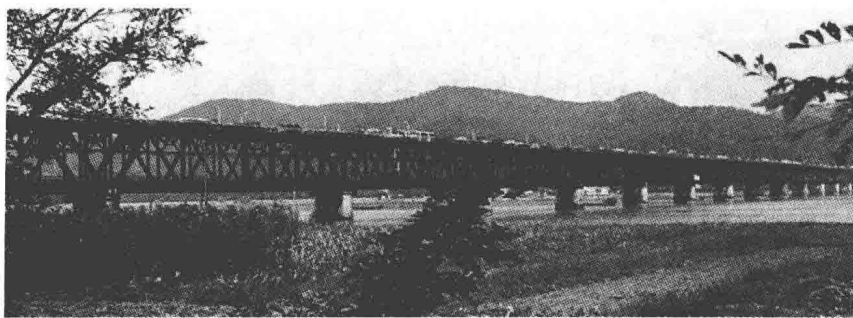


图 1-3 杭州钱塘江大桥

新中国成立后,我国冶金工业的发展和钢铁产量的增长极大提高了钢结构的设计、制造和安装水平,为我国钢结构的发展创造了条件。

在建国初期,我国建造了一批钢结构厂房和矿场,例如新建的太原和富拉尔基重型机器制造厂、长春第一汽车制造厂、哈尔滨三大动力厂、洛阳拖拉机厂、沈阳和哈尔滨的一些飞机制造厂等;扩建和恢复的鞍山钢铁公司、武汉钢铁公司和大连造船厂等。此外,还新建了汉阳铁路

桥和武汉长江大桥等。1959年在北京建成的人民大会堂,采用了跨度达60.9m、高达7m的钢屋架和分别悬挑15.5m和16.4m的箱形钢梁看台。1961年建成的北京工人体育馆,屋盖采用了直径94m的车辐式悬索结构,能容纳观众15000人。1965年在广州建成的第一座高200m的电视塔,截面为八角形,八根立柱各由三根圆钢组成,缀条也采用了圆钢组合截面。1967年建成的首都体育馆,屋盖采用了平板网架结构,跨度达99m,可容纳观众15000人。

随后,在“文化大革命”时期,我国的基本建设几乎陷于完全停滞状态。这期间只建成少数几个钢结构工程。如1968年建成的南京长江大桥(如图1-4所示),采用了三跨连续桁架,并适当降低中间支座,调整桁架内力,取得了节约钢材10%的经济效果;1973年建成的上海万人体育馆,屋盖采用了直径达110m的圆形平板网架;1978年建成的武汉钢铁公司一米七轧钢厂,采用的钢结构用钢量达5万吨。在这十年中,我国钢结构的理论研究和工程应用基本均处于停滞状态,进展十分缓慢。

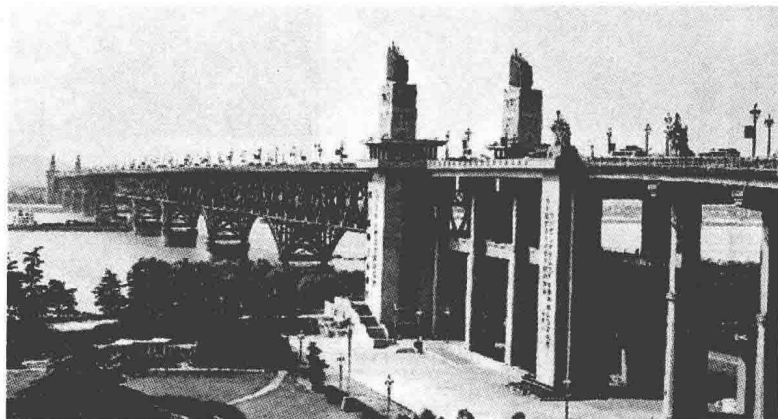


图1-4 南京长江大桥

党的十一届三中全会以后,国家工作的重点转到了经济建设方面。从此,我国社会主义建设进入一个新的发展时期,呈现出蓬勃发展的新态势。钢结构发展迅速,应用领域有较大的扩展。多高层房屋、轻型工业厂房、体育场馆、大跨度会展中心、大型客机检修库、自动化高架仓库、城市桥梁和公路桥梁、粮仓和海上采油平台等都开始采用钢结构。我国对钢结构的需求量也在不断增加,特别是钢产量逐年增长,从1985年的4666万吨,1987年的5600万吨,到1997年达到1亿吨,2003年达到2亿吨,更加促进了我国钢结构建筑的应用和发展。20世纪80年代以来建成的主要大型钢结构工程有:1985年建成的上海宝山钢铁公司一、二期工程,1986年建成的北京香格里拉饭店(高82.75m),1987年建成的深圳发展中心大厦(高160m),1996年竣工的九江长江大桥,2002年竣工的芜湖长江大桥(如图1-5所示)。

首先是高层建筑和大型公共建筑大量兴建,代表工程有北京京广大厦(高208m)、北京京城大厦(高182.8m)、上海锦江饭店分馆(高153.2m)。1987年建成的深圳发展中心大厦有5根巨大箱形钢柱,截面尺寸为1070mm×1070mm,钢板厚度达130mm。1996年建成的深圳市地王大厦(如图1-6所示)地下3层,地上81层,高383.95m(到旗杆顶),采用的箱形钢柱最大截面为2500mm×1500mm,钢板最大厚度70mm。近年来,钢管混凝土柱也应用于高层建筑领域。1999年建成的深圳赛格广场大厦(柱全部为钢管混凝土柱)地下4层,地上72层。1998年建成的上海浦东金茂大厦(如图1-7所示)高达420m。据调查统计,自

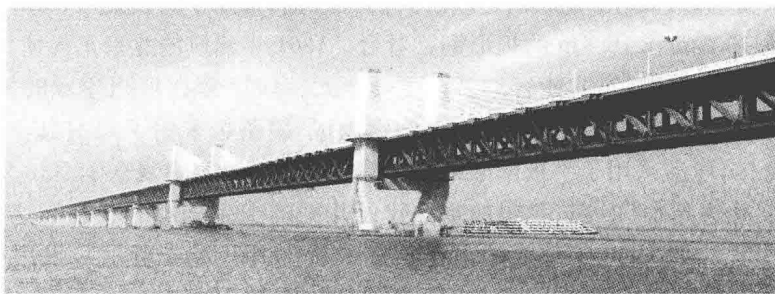


图 1-5 芜湖长江大桥

20 世纪 80 年代迄今,全国各地已兴建几百座百米以上高层钢结构建筑。

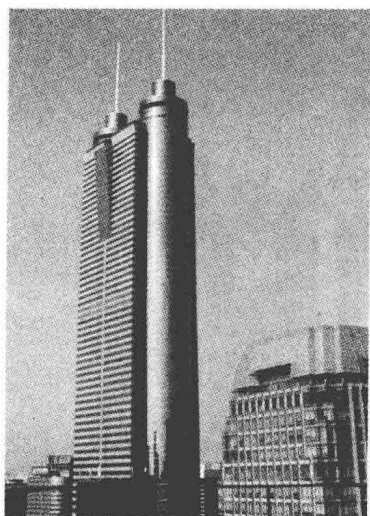


图 1-6 深圳地王大厦



图 1-7 上海金茂大厦

近年来,我国各地建造了很多体育馆、剧场和大会堂等,均采用网架结构、悬索结构、管桁架等钢结构。例如,1967 年建成的首都体育馆采用了  $99\text{m} \times 112.2\text{m}$  的正交平板网架;1986 年建成的吉林滑冰馆采用了双层悬索屋盖结构,悬索跨度  $59\text{m}$ ,房屋跨度  $70\text{m}$ ;1998 年建成的长春体育馆采用了由两个部分球壳组成的长轴为  $191.68\text{m}$ 、短轴为  $146\text{m}$  的方钢管拱壳屋盖结构,高  $4.067\text{m}$ 。

同时,还建有工业建筑的飞机库及装配车间等。例如,1995 年建成的首都机场四机位飞机库是当时世界上规模最大的飞机库,跨度为  $153\text{m} + 153\text{m}$ ,屋盖采用大桥和多层四角锥网架相结合的形式,屋盖结构总重约  $5400$  吨。此外,北京地毯厂、长春第一汽车制造厂、天津钢厂无缝钢管厂和上海宝钢管坯连铸主厂房等厂房屋盖都采用了网架结构,建筑总面积超过  $300$  万  $\text{m}^2$ 。

进入 21 世纪以来,我国为了办好奥运会、世博会和亚运会,完善各地区基础设施建设,大量高层建筑和大型公共建筑采用钢结构建造,代表工程有国家体育馆鸟巢(如图 1-8 所示)、国家游泳中心水立方、上海世博会中国馆(如图 1-9 所示)、上海中心大厦(如图 1-10 所示)、广州电视塔(如图 1-11 所示)、合肥新桥机场(如图 1-12 所示)、合肥经开区特大铁

路桥(如图1-13所示)等。例如,2008年建成的国家体育馆鸟巢,外部结构主要由12榀巨型门式刚架组成,顶面呈鞍形,长轴332.3m,短轴296.4m,最高点高度68.5m;2008年建成的上海环球金融中心,高492m;2015年建成的上海中心大厦,高632m;2009年建成的广州电视塔,由钢管混凝土外筒和钢筋混凝土核心筒组成,总高600m,目前为国内第一高塔、世界第三高塔。



图1-8 国家体育馆鸟巢

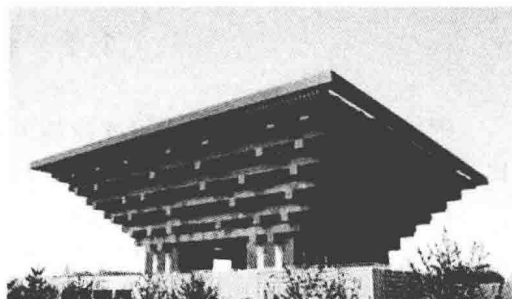


图1-9 上海世博会中国馆



图1-10 上海中心大厦

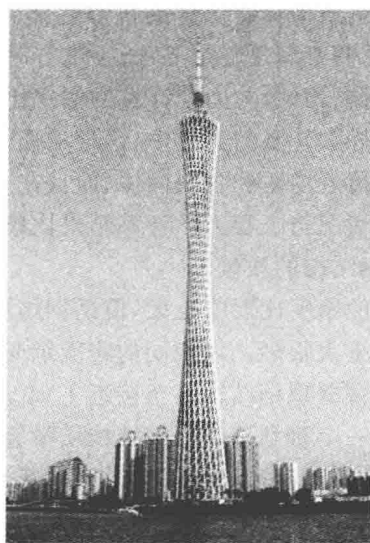


图1-11 广州电视塔



图1-12 合肥新桥机场



图1-13 合肥经开区特大铁路桥

因此,我国钢结构正处于快速发展时期。钢结构具有轻质高强、抗震耗能好、工业化程度高、施工安装方便、可回收循环利用等诸多优点,可以满足建筑设计的多功能、多用途、造型新颖等需要。可以预期,随着我国经济和建设事业的不断发展,钢结构在高层及超高层建筑、空间结构、轻型及重型工业厂房、大跨度桥梁、综合交通枢纽、地下结构和海洋结构等工程中的应用将日益广泛。

## 1.2 钢结构的特点

钢结构是用钢板、热轧型钢或冷加工成型的薄壁型钢制造而成。与其他材料的结构相比,钢结构具有如下主要特点:

### (1) 钢材的强度高,塑性和韧性好

与混凝土、砖石和木材等建筑材料相比,钢材的强度要高很多。因此,特别适用于跨度大或荷载相对较大的构件和结构。钢材还具有塑性和韧性好特点。塑性好,结构在一般条件下不会因超载而突然断裂。韧性好,结构对动力荷载的适应性强。良好的耗能能力和延性会使钢结构具有优越的抗震性能。另外,由于钢材的强度高,建造的构件截面小而壁薄,受压时需要满足稳定要求,强度有时不能充分发挥。

### (2) 材质均匀,与力学计算的假定比较符合

在冶炼和轧制的过程中,钢材的质量可以严格控制,材质波动性小。因此,钢材的内部组织比较接近均质和各向同性,而且在一定的应力幅度内几乎是完全弹性。因此,钢结构的实际受力情况与工程力学计算结果比较符合,计算结果比较可靠。

### (3) 钢结构的质量轻

钢材的密度比混凝土大,但是钢结构却比混凝土结构轻,原因是钢材的强度与密度之比要比混凝土大很多。以相同的跨度承受相同的荷载,钢结构的质量仅是混凝土结构的 $1/4\sim 1/3$ ,冷弯薄壁型钢结构甚至接近 $1/10$ 。对于交通不便的山区或边远地区的工程来说,结构质量轻是一个有利条件。钢结构质量轻对抵抗地震作用有利。

### (4) 钢结构制造简便、施工周期短

钢结构的制造工厂化、施工装配化。钢结构所用材料是轧制成型的各种型材,由型材加工制成的构件在金属结构厂中制造,加工制作简便,成品的精确度较高。制成的构件运到工地拼装,可以采用安装简便的普通螺栓或高强度螺栓,有时在地面拼装并焊接成较大的单元进行吊装,以缩短施工周期。小型或少量的钢结构或轻钢屋盖可以在现场就地制造,然后用小型机械进行吊装。此外,已建成的钢结构比较容易进行改建和加固,甚至拆迁和移动。

### (5) 钢结构密闭性好

钢结构的钢材和焊接连接的不渗透性、气密性和水密性比较好,适合制造密封的板壳结构容器,如油罐、气罐、管道和压力容器等。

### (6) 钢材可回收循环利用

建造钢结构不需要采取开山采石、河底挖砂等破坏生态环境的行为。在结构达到使用寿命时,通常砖混结构拆除的原材料无法再利用,而且会产生大量垃圾,污染环境;钢结构的钢材可以 $100\%$ 回收,实现循环利用,建造和拆除时对环境污染较少,符合住宅产业化和可持续发展的要求。



### (7) 钢材耐腐蚀性差

钢材在湿度大和有侵蚀性介质的环境中容易锈蚀,截面不断削弱,从而结构受损,特别是薄壁构件。因而对钢结构必须注意采取防护措施,如表面除锈、刷油漆和涂料等,需要定期维护,其维护费用比钢筋混凝土结构高。在没有侵蚀介质的一般厂房中,构件经过彻底除锈并涂上合格油漆,侵蚀问题并不严重。近年来出现的耐候钢具有较好的抗锈蚀性能,已经逐步推广应用。

### (8) 钢材耐热但不耐火

钢材长期经受  $100^{\circ}\text{C}$  辐射热时,强度没有多大变化,具有一定的耐热性能;但当温度达到  $150^{\circ}\text{C}$  以上时,就需用隔热层加以保护。温度超过  $200^{\circ}\text{C}$  以上时,材性发生较大的变化,不仅强度逐步降低,还会发生蓝脆和徐变现象。温度达到  $600^{\circ}\text{C}$  时,钢材进入塑性状态,失去承载力。钢材不耐火,重要的结构必须注意采取防火措施。例如,利用蛭石板、蛭石喷涂层或石膏板等加以防护。防护提高了钢结构造价,目前出现的耐火钢可以解决钢材抗火问题。

## 1.3 钢结构的应用范围

随着我国工程建设的不断发展,钢结构应用的范围越来越广泛,其合理应用范围包括如下几个方面。

### (1) 大跨度结构

结构的跨度越大,自重在全荷载中所占的比重也就越大,减轻自重可以获得明显的经济效果。因此,钢结构轻质高强的优点对于大跨度桥梁和大跨度建筑结构特别突出,例如体育馆(如图 1-14 所示)、大剧场、展览馆、大会堂、会展中心以及工业建筑中的飞机库、大煤棚、温室大棚等。

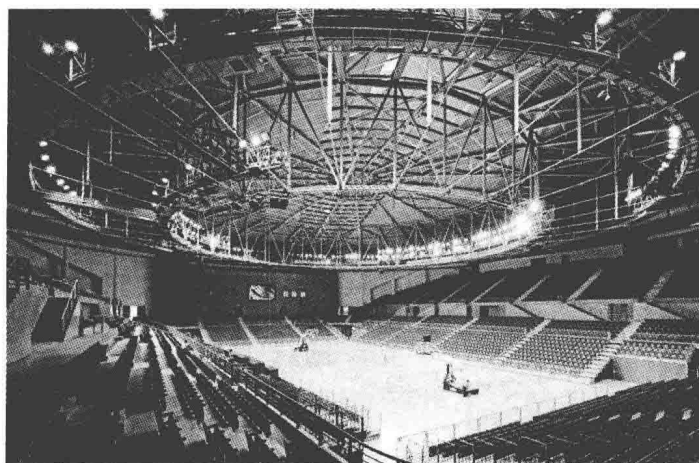


图 1-14 体育馆钢结构

### (2) 重型工业厂房

对于跨度和柱距都比较大、吊车起重量较大或工作较繁重的车间,多采用钢结构。如电厂(如图 1-15 所示)、冶金工厂的炼钢、轧钢车间、重型机器制造厂的车间,还有温度作用或设备的振动作用,如锻压车间等。

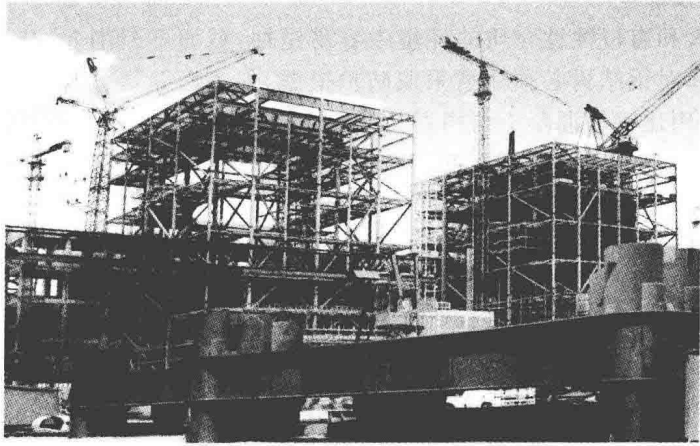


图 1-15 电厂重型钢结构

### (3) 高耸结构

高耸结构包括塔架和桅杆结构,如电视塔(如图 1-16 所示)、微波塔、输电线塔、矿井塔、环境大气监测塔、无线电天线桅杆和广播发射桅杆等。

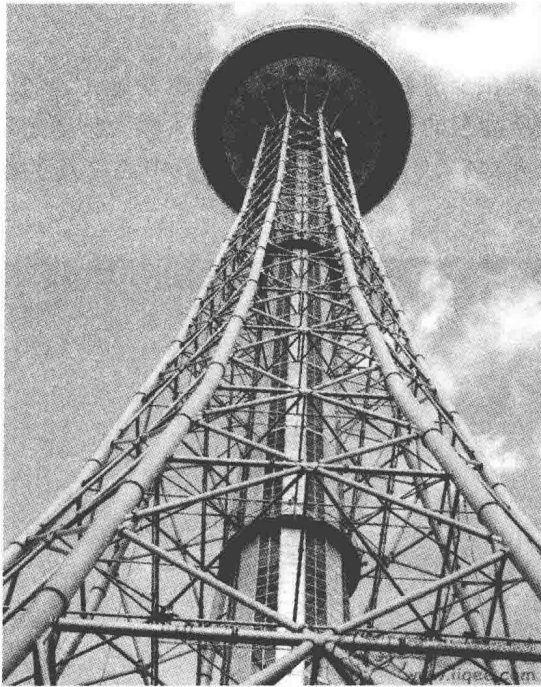


图 1-16 电视塔钢结构

### (4) 多层和高层建筑

多层、高层建筑(如图 1-17 所示)的承重结构可以采用钢结构体系,层数越高,越能体现出钢结构建筑轻质高强的优越性,有框架、框架-支撑、框架-剪力墙、框筒等结构形式。近年来,多层、高层钢结构建筑发展迅速。



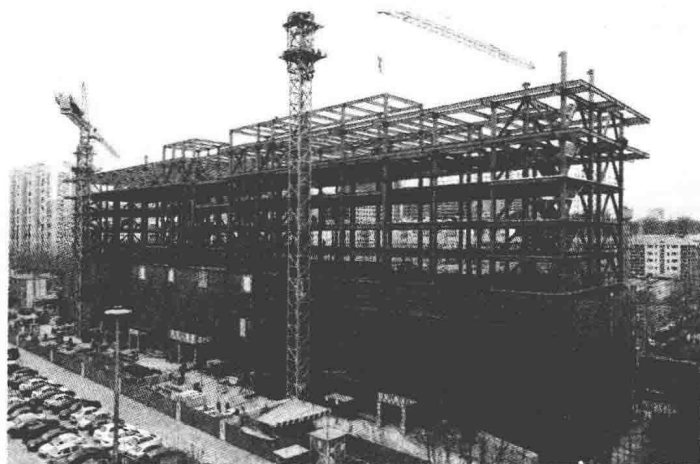


图 1-17 高层钢结构

#### (5) 受动力荷载影响的结构

由于钢材具有良好的韧性,在设有较大锻锤的车间或其他产生动力作用设备的厂房,即使屋架跨度不大,也应采用钢结构。对于地震作用要求较高的结构,也宜采用钢结构。

#### (6) 可拆卸或移动的结构

建筑工地的生产、生活附属用房和流动式展览馆等可拆迁的结构,建筑机械的塔式起重机、履带式起重机的吊臂和龙门起重机(如图 1-18 所示)等移动的结构,都可以采用钢结构建造。



图 1-18 龙门起重机

#### (7) 容器和其他构筑物

用钢板焊成的容器具有密封和耐高压的特点,广泛应用于冶金、石油、化工企业中,包括油罐、煤气罐、高炉、锅炉、料斗、烟囱、水塔等,还用于运输通廊、栈桥、管道支架、井架和海上采油平台(如图 1-19 所示)等其他钢构筑物。



图 1-19 海上采油平台

#### (8) 轻型钢结构

钢结构质量轻不仅对大跨度结构有利,对使用荷载特别轻的小跨度结构也有优越性。因为当使用荷载不是太大时,结构自重成为一个重要因素。轻型钢结构包括轻型门式刚架钢结构、冷弯薄壁型钢结构(如图 1-20 所示)和钢管桁架结构等。轻型钢结构可以用于荷载较轻或跨度较小的建筑,具有自重小、建造快、较省钢材等优点,近年来在我国发展非常迅猛。



图 1-20 轻钢别墅

## 1.4 钢结构研究和应用的发展方向

目前我国钢产量已连续多年稳居世界第一位,近二十年来钢结构的应用日渐广泛,在我国经济建设中起着十分重要的作用。然而,由于我国人口众多,按钢材的人均年产量计算,钢产量还远远不够。因此,在建筑中采用钢结构时,节约钢材仍然是我们长期努力的目标。这就要求我们不断提高钢结构领域的科学技术水平,重视新型钢结构的应用和推广。