



智慧图书·建筑书系

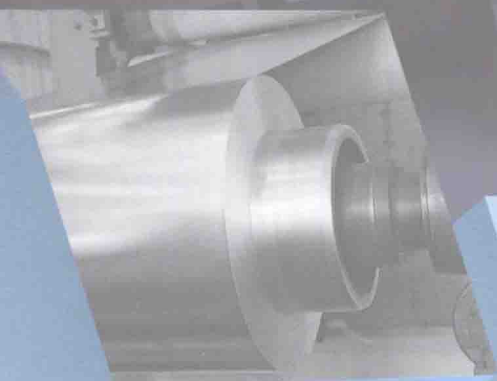
『十二五』全国土建类模块化创新规划教材

GANGJIEGOU ZHIZUO
YU ANZHUANG

钢结构制作与安装

主审/胡习兵

主编/张蕾



哈尔滨工业大学出版社



GANJIEGOU ZHIZUO
YU ANZHUANG

钢结构制作与安装

主审 胡习兵

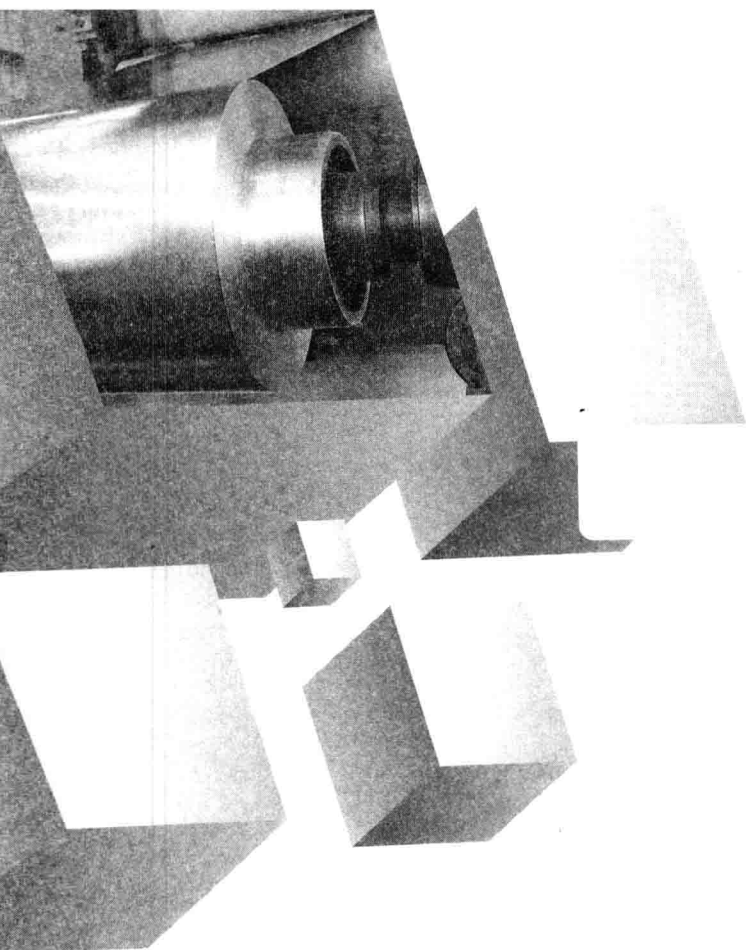
主编 张蕾

副主编 王志慧 邱小文 王成

吴栋 颜道淦 王以贤

编者 郭宇 饶晓文 崔万玺

『五』全国土建类模块化创新规划教材



哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书系根据普通高等学校建筑工程专业《钢结构制作与安装》课程要求,按我国现行的《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)和《钢结构工程施工质量及验收规范》(GB 50205—2001)编写的教材,全书内容包括结构钢材性能,连接及受弯构件,轴心受力构件,拉弯、压弯构件及钢结构施工图识图,钢结构制作及安装等,在保证课程体系完整的基础上,注重加强基本理论、基本技能和工程技能的训练,语言通俗流畅,注重实际应用。

本书除可作为普通高等学校建筑工程专业教材外,还可作为土建类非建筑工程专业的本、专科教材,以及土建工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构制作与安装/张蕾主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2013.7

ISBN 978-7-5603-4124-8

I. ①钢… II. ①张… 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(2013)第 134245 号

责任编辑 张 瑞

封面设计 唐韵设计

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 天津市蓟县宏图印务有限公司

开 本 850mm×1168mm 1/16 印张 17.25 字数 510 千字

版 次 2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4124-8

定 价 35.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前言

本书以提高读者的职业实践能力和职业素质为宗旨,依据高等学校教育的培养目标、围绕高等学校教学特点,立足“学以致用,基础扎实、突出能力”的教学原则进行编写。除了对必要的基本理论、设计方法和核心内容作一定深度的阐述外,主要注重提高读者的实践能力,突出实用性和先进性。

随着我国国民经济的迅速发展,钢结构在建筑结构中应用的比重越来越高,尤其是高层与超高层建筑、大跨度空间结构、桥梁结构等建筑物中大量采用钢结构或钢与混凝土组合结构,为钢结构的进一步发展提供了广阔的发展空间,同时培养具有实际工作能力的建筑施工技术人才和管理人才迫在眉睫。

本书创新点、特色

1. 新。钢结构工程发展很快,新结构、新材料、新施工工艺日新月异,本教材立足反映当今钢结构工程现状。

2. 实用性。介绍钢结构工程基础知识与基本技能,删减深奥的理论知识,注重实用性、针对性,注重收集和引入工程实例,简明扼要、深入浅出,融专业技术知识和质量控制以及新的法规、标准和规范于一体。

3. 通俗。内容全面丰富、通俗易懂、图文并茂,增加学习的趣味性。

4. 操作性。每一模块后面附有结合“工程案例”的专业技能训练,通过实操练习能帮助读者理论联系实际,加深对所学知识的理解,并能较快成为具有实际工作能力的专业人员。

本书内容

本书涵盖了4个模块,模块1钢结构的基础知识,包括结构钢材及其性能、钢结构连接的构造要求及计算、钢结构构件;模块2钢结构施工图识图,包括钢结构施工图基本知识、施工图的内容、钢结构施工图常用符号、钢结构图形表示方法及详图识读;模块3钢结构制作,包括钢结构零部件制作、钢结构连接、钢结构涂装;模块4钢结构安装,包括钢结构安装常用机具设备、钢结构安装准备、钢结构安装工程施工。每一模块均有实际工程案例导入和解析,有教学目标、能力目标、知识目标、必要的技术提示,每个知识模块还配有基础技能训练及工程技能训练,有利于教师在教学中把握重点、难点;方便读者明确学习目标,有针对性地学习知识。

本书应用

本书适合于各类普通高等学校建筑工程专业学生使用,也可以作为培训机构的教学用书,以及其他专业人群自我训练和自主学习的专业指导书。书中所涉及的工程案例是编者在实践过程中不断积累、总结的成果,希望能给读者以启发和帮助。

整体课时分配(总学时:60 课时)

模 块	内 容	建议课时	授课类型
模块 1	钢结构的基础知识	16 课时	讲授、实训
模块 2	钢结构施工图识图	20 课时	讲授、实训
模块 3	钢结构制作	12 课时	讲授、实训
模块 4	钢结构安装	12 课时	讲授、实训

在编写过程中编者参考了许多网络资源及精品课程网站的资料,吸取了有关书籍和当前颁布的最新版有关设计和施工的规范、规程、标准,同时得到不少行业专家(兰州新现代设计有限公司秦爱清、兰州市二建张建宁)提供的实际工程案例,在此一并表示最诚挚的谢意。

由于编者的水平有限,书中难免存在不足之处,恳请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

编 审 委 员 会

主 任:胡兴福

副主任:李宏魁 符里刚

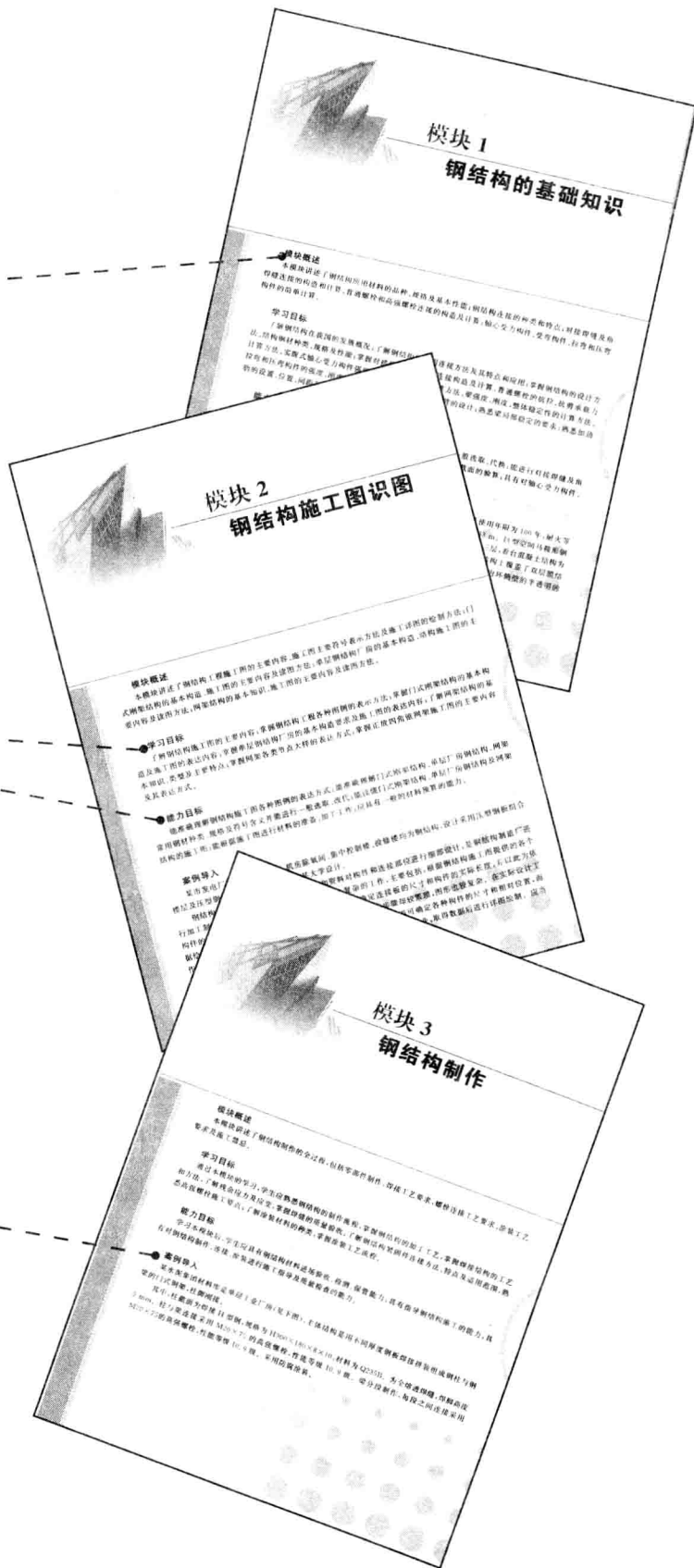
委 员:(排名不分先后)

胡 勇	赵国忱	游普元
宋智河	程玉兰	史增录
张连忠	罗向荣	刘尊明
胡 可	余 斌	李仙兰
唐丽萍	曹林同	刘吉新
武鲜花	曹孝柏	郑 睿
常 青	王 斌	白 蓉
张贵良	关 瑞	田树涛
吕宗斌	付春松	蒙绍国
莫荣锋	赵建军	易 斌
程 波	王右军	谭翠萍
边喜龙		

简要介绍本模块与整个工程项目的联系，在工程项目中的意义，或者与工程建设之间的关系等。

包括学习目标和能力目标,列出了学生应了解与掌握的知识点。

各模块开篇前以知识聚焦的形式导入具有代表性的最新案例,以问题为导向引出正文,将现阶段科学而行之有效的教学方法融入到教材中。



案例解析

根据本模块的知识, 解决案例导入中所提出来的问题。

技术提示

言简意赅地总结实际工作中容易犯的错误或者难点、要点等。

拓展与实训

包括基础训练和工程技能训练两部分,从不同角度考核学生对知识的掌握程度。

模块1 钢结构的基础知识

模块概述/001

学习目标/001

能力目标/001

案例导入/001

案例解析/002

1.1 概述/003

1.1.1 我国钢结构的发展概况/003

1.1.2 钢结构的特点和应用范围/004

1.1.3 钢结构的设计方法/008

1.1.4 钢结构的发展/010

1.2 结构钢材及其性能/013

1.2.1 结构钢材的要求/013

1.2.2 结构钢材的机械性能/013

1.2.3 结构钢材的破坏形式/017

1.2.4 影响钢材性能的因素/018

1.2.5 钢材的种类和规格/021

1.3 钢结构连接的构造要求及计算/024

1.3.1 钢结构连接的种类和特点/024

1.3.2 对接焊缝及角焊缝连接/026

1.3.3 普通螺栓及高强度螺栓连接/037

1.4 钢结构构件/042

1.4.1 轴心受力构件/042

1.4.2 受弯构件/047

1.4.3 拉弯、压弯构件/054

✧拓展与实训/061

✧基础训练/061

✧工程技能训练/062

模块2 钢结构施工图识图

模块概述/064

学习目标/064

能力目标/064

案例导入/064

案例解析/065

2.1 钢结构施工图基本知识/066

2.1.1 钢结构施工图的主要内容/066

2.1.2 钢结构施工图的常用符号/066

2.1.3 钢结构图形表示方法及详图识读/068

2.2 钢结构门式刚架施工图识读/083

2.2.1 门式刚架厂房的组成/083

2.2.2 门式刚架的主要特点/084

2.2.3 门式刚架结构施工图的主要内容/084

2.2.4 门式刚架结构施工图识读/084

2.3 单层厂房钢结构施工图识读/092

2.3.1 单层厂房钢结构概述/092

2.3.2 单层厂房钢结构的组成及其作用/092

2.3.3 单层厂房钢结构框架体系/093

2.3.4 单层厂房钢结构吊车梁体系/094

2.3.5 单层厂房钢结构屋盖体系/094

2.3.6 单层厂房钢结构支撑体系/100

2.3.7 单层厂房钢结构墙架体系/109

2.4 网架施工图识读/109

2.4.1 空间网架结构概述/109

2.4.2 网架结构的结构体系及其组成/110

2.4.3 网架结构的构造设计/119

2.4.4 网架结构施工图/123

✧拓展与实训/132

✧基础训练/132

✧工程技能训练/133

► 模块3 钢结构制作

模块概述/135

学习目标/135

能力目标/135

案例导入/135

案例解析/136

3.1 钢结构零部件制作/137

3.1.1 钢材的储存、堆放、标识及检验/137

3.1.2 钢结构加工前的生产准备/141

3.1.3 钢构件制作/147

3.1.4 钢结构制作施工主要禁忌/159

3.2 钢结构连接/160

3.2.1 钢结构焊接工艺/160

3.2.2 螺栓连接施工工艺/181

3.2.3 钢构件成品检验、管理和包装/191

3.2.4 钢结构连接施工主要禁忌/193

3.3 钢结构涂装/196

3.3.1 钢结构防腐施工/196

3.3.2 钢结构防火施工/198

✧拓展与实训/201

✧基础训练/201

✧工程技能训练/202

► 模块4 钢结构安装

模块概述/203

学习目标/203

能力目标/203

案例导入/203

4.1 钢结构安装常用机具设备/205

4.1.1 塔式起重机/205

4.1.2 汽车起重机/208

4.1.3 履带式起重机/209

4.1.4 轮胎式起重机/211

4.1.5 其他起重设备/212

4.1.6 索具设备/212

4.2 钢结构安装准备/216

4.2.1 文件资料准备/216

4.2.2 技术准备/216

4.2.3 现场准备/220

4.3 钢结构安装工程施工/221

4.3.1 钢柱安装/221

4.3.2 钢屋架安装/225

4.3.3 钢梁安装/226

4.3.4 压型钢板楼面施工安装/229

4.3.5 门式刚架轻型房屋钢结构安装要点/232

4.3.6 一般单层钢结构安装要点/233

4.3.7 多层及高层钢结构安装要点/234

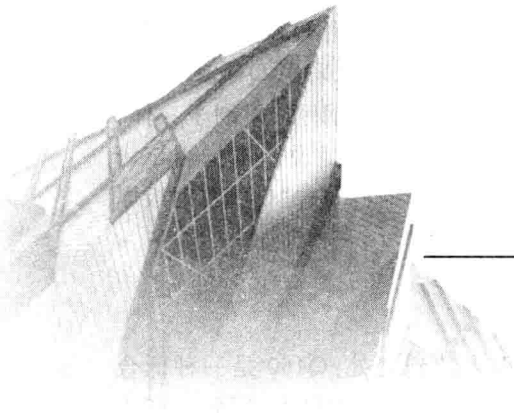
✧拓展与实训/243

✧基础训练/243

✧工程技能训练/244

附录/245

参考文献/265



模块 1

钢结构的基础知识

模块概述

本模块讲述了钢结构所用材料的品种、规格及基本性能;钢结构连接的种类和特点;对接焊缝及角焊缝连接的构造和计算、普通螺栓和高强螺栓连接的构造及计算;轴心受力构件、受弯构件、拉弯和压弯构件的简单计算。

学习目标

了解钢结构在我国的发展概况;了解钢结构的常用连接方法及其特点和应用;掌握钢结构的设计方法、结构钢材种类、规格及性能;掌握对接焊缝及角焊缝连接构造及计算、普通螺栓的抗拉、抗剪承载力计算方法、实腹式轴心受力构件强度、刚度和稳定性的计算方法、梁强度、刚度、整体稳定性的计算方法、拉弯和压弯构件的强度、刚度、稳定性的计算方法及压弯构件的设计;熟悉梁局部稳定的要求;熟悉加劲肋的设置、位置、间距和尺寸等构造要求。

能力目标

能准确理解钢结构常用钢材种类、规格及符号含义并能进行一般选取、代换;能进行对接焊缝及角焊缝连接的验算;能进行普通螺栓及高强螺栓连接个数的确定及净截面的验算;具有对轴心受力构件、受弯构件、拉弯和压弯构件的简单计算的能力;能确定截面的尺寸。

案例导入

国家体育场工程“鸟巢”为特级体育建筑、大型体育场馆。主体结构设计使用年限为 100 年,耐火等级为一级,抗震设防烈度为 8 度。工程主体建筑呈空间马鞍椭圆形,南北长 333 m。巨型空间马鞍形钢桁架编织式“鸟巢”结构,钢结构总用钢量为 4.2 万 t,混凝土看台分为上、中、下三层,看台混凝土结构为地下 1 层,地上 7 层的钢筋混凝土框架—剪力墙结构体系。国家体育场屋顶钢结构上覆盖了双层膜结构,即固定于钢结构上弦之间的透明的上层 ETFE 膜和固定于钢结构下弦之下及内环侧壁的半透明的下层 PTFE 声学吊顶。

本工程采用全焊钢结构,所有的钢材全部国产化,当钢板厚度为 34 mm 时,采用 Q345 钢材,当钢板的厚度为 36~100 mm 时,采用 Q345GJD 钢板;当钢板厚度为 100~110 mm 时,采用 Q460E-Z35 钢板。“鸟巢”所用钢材强度是普通钢的两倍,是由我国自主创新研发的特种钢材,集刚强、柔韧于一体,从而保证了“鸟巢”在承受最大 460 MPa 的外力后,依然可以恢复到原有形状,也就是说能抵抗当年唐山大地震那样的地震波。托起“鸟巢”最关键的是“肩部”结构,这一部分所用的钢材——“Q460”钢板厚度达到了 110 mm,具有良好的抗震性、抗低温性和可焊性等优点。

案例解析

“鸟巢”结构设计奇特新颖,而这次搭建它的钢结构的 Q460 也有很多独到之处:Q460 是一种低合金高强度钢,它在受力强度达到 460 MPa 时才会发生塑性变形,这个强度要比一般钢材大,因此生产难度很大。这是国内在建筑结构上首次使用 Q460 规格的钢材;而这次使用的钢板厚度达到 110 mm,是以前绝无仅有的,在国家标准中,Q460 钢材的最大厚度也只是 100 mm。以前这种钢一般从卢森堡、韩国、日本进口。为了给“鸟巢”提供“合身”的 Q460 钢材,从 2004 年 9 月开始,河南舞阳特种钢厂的科研人员开始了长达半年多的科技攻关,前后 3 次试制终于获得成功,为“鸟巢”准备的 Q460 钢材开始批量生产。2008 年,400 t 自主创新、具有知识产权的国产 Q460 钢材撑起了“鸟巢”的铁骨钢筋。

1.1 概述

1.1.1 我国钢结构的发展概况

在学习钢结构课程时,首先应对这种结构在我国的发展历史,在国家建设进程中的地位和作用,以及今后的发展方向有一个概要的了解。

钢结构的应用和发展,在我国已有悠久的历史。据历史记载,在公元1世纪50~60年代,为了与西方各国通商及文化和宗教上的交流,在我国西南地区通往南亚各国的通道上,成功地建造了一些铁索桥。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,比欧洲出现的铁索桥早70年,是世界上最早的一座铁索桥。其后有明代建造的云南沅江桥、清代建造的贵州盘江桥和四川泸定县大渡河桥,其中最著名的泸定大渡河铁链桥建于1696年,比英国1779年用铸铁建造的第一座31 m跨度的拱桥早83年,比美洲1801年建造的70英尺(21.34 m)跨度的第一座铁索桥早105年。大渡河铁链桥由9根桥面铁链、4根桥栏铁链构成,净长100 m,桥宽2.8 m,可同时通行两辆马车。桥下是湍急的河水,两岸是陡峭的悬崖,铁链锚定在直径为20 cm、长4 m的锚桩上,每根铁链重达1.5 t。在当时没有现代化起重设备的技术条件下,能够架起这样一座铁桥,不得不说其工程规模和建造技术是中国古代建造史上的一个奇迹。

此外,我国古代也建造了不少作为宗教建筑的铁塔,如现存的建于1061年的湖北荆州玉泉寺铁塔,共13层,高17.5 m;建于1078年的江苏镇江甘露寺铁塔,原为9层,现存4层;建于1105年的山东济宁铁塔寺铁塔等,都以其建筑造型和冶金技术的高超水平,表明了我国古代在金属结构方面的卓越成就。

18世纪欧洲兴起工业革命以后,随着钢铁冶炼技术的迅速发展,钢结构在欧洲一些国家应用较为广泛,不断地出现采用钢结构的工业与民用建筑,数量上越来越多,应用范围上也不断扩大,其规模和数量已远超过人类数千年的历史记载。但是当时我国正处在长期的封建落后状态,特别是鸦片战争以后,沦为半殖民地半封建社会,生产十分落后。在此期间虽也建造了为数不多的高层建筑,例如上海的国际饭店、永安公司、上海大厦等以及铁路桥和公路桥,主要是由外商承包设计和施工。同一时期,我国钢结构工作者也建造了一些建筑物,其中具代表性的有1931年建成的广州中山纪念堂、1934年建成的上海体育馆(三铰拱,跨度为42.6 m)和1937年建成的杭州钱塘江大桥,钱塘江大桥是我国自行设计和建造的第一座公路、铁路两用桥,至今还在安全的使用中。

新中国成立后,生产力获得解放,各项建设事业都有了飞速的发展,我国的冶金工业和钢结构的设计、制造及安装水平有了很大提高,发展十分迅速。在短短的几年时间里,建造了大批的钢结构厂房和矿场,其中主要有长春第一汽车制造厂、富拉尔基重型机器制造厂、洛阳拖拉机厂、沈阳和哈尔滨的一些飞机制造厂等,还扩建了鞍山钢铁公司,新建了武汉钢铁公司和包头钢铁公司以及其他重工业厂房。此外,还兴建了汉阳铁路桥和武汉长江大桥等。

随后,在“文化大革命”时期,我国的基本建设几乎完全停滞。这一时期,只建成为数不多的钢结构工程,如:1968年建成的南京长江大桥、1973年建成的武汉钢铁公司轧钢厂等,在这十年里,我国钢结构无论从理论研究和工程应用方面,都处于停滞状态,发展缓慢。

十一届三中全会以后,随着我国经济建设形势的好转,特别是钢产量的逐年稳步增长,到1997年达到1亿t并连续7年超1亿t。到2003年,全国的钢产量已超过2亿t,成为世界第一产钢大国,由此大大促进了钢结构的应用和发展。桥梁方面新建了一批特大跨度的桥梁,如西陵长江大桥(单跨跨度为900 m)、江阴长江大桥(单跨跨度为1385 m)及芜湖公铁两用长江大桥(中跨跨度为312 m)等,而更大跨度的公铁两用桥——武汉天兴洲长江大桥(主跨为504 m,双塔钢桁梁斜拉桥)也已建成。

在超高层建筑领域,继首批建成的深圳会展中心(地上48层,地下2层,高153.98 m)和北京京广中心(地上57层,地下3层,高208 m)后,又相继建成了10余幢高层建筑,其中尤以1996年建成的深圳地王商业中心(地上78层,地下3层,高342.95 m,加桅杆总高383.95 m,钢结构重24 500 t,高强度螺栓50万个,焊缝长60万m)和1999年建成的上海金茂大厦(88层,高420.5 m)及矗立其旁的更高的上海环球金融中心(101层,高492 m)为代表。另外,在大跨度建筑方面也取得了很大成绩,如天津体育馆网架(跨度为108 m,挑檐为13.5 m)、长春体育馆网架(120 m×166 m)。在轻型结构方面,如彩色拱形波纹屋面也得到很大应用,最大跨度达到36 m。

随着我国改革开放和经济建设的蒸蒸日上,钢结构将飞速发展。同时,我国钢结构的科学技术也必将达到世界先进水平。

1.1.2 钢结构的特点和应用范围

1. 钢结构的特点

钢结构是以钢板和各种型钢,例如角钢、工字钢、槽钢、钢管和薄壁型钢等制成的结构,在钢结构制造厂加工制造,运到现场进行安装。与其他材料的结构相比,钢结构的优缺点如下。

(1) 钢结构的优点

①钢结构的重量轻、承载力高。钢材的密度虽比混凝土等建筑材料大,但钢结构却比钢筋混凝土轻,原因是钢材的强度与密度之比要比混凝土大得多。例如,在跨度和荷载都相同时,普通钢屋架的重量只有钢筋混凝土屋架的 $1/4 \sim 1/3$,若采用冷弯薄壁型钢屋架则更轻,只有钢筋混凝土屋架的 $1/10$ 左右。这样减少了主体结构和基础的荷载,从而降低了造价。在强度方面,钢材比混凝土、砌体和木材的强度和弹性模量要高很多倍,所以钢结构属于轻质高强材料,对于建造大跨度和超高、超重型的建筑物特别适宜。



技术提示:

据北京市的统计,房屋总高度在百米左右的高层建筑,主体结构采用钢结构与混凝土结构相比,钢结构的自重可减少 $1/3$,每根柱的轴心压力可减少 $6\,000 \sim 7\,000$ kN,相应的地震作用反应可减少 $30\% \sim 40\%$,对基底的压力可减少 25% 以上。另一方面钢柱的承载力高,钢柱的截面比钢筋混凝土柱小,可有效地增加房屋的使用面积 $3\% \sim 6\%$ 。

②材质均匀。钢材的内部组织均匀,非常接近于各向同性体,在使用应力阶段,属于理想弹性状态,弹性模量高达 2.06×10^5 N/mm²,因而变形很小,可应用应力叠加原理简化计算。一方面,性能和力学计算与工程力学的基本假定吻合度很好,所以钢结构的力学计算结果与实际受力情况最相符合;另一方面,钢材在冶炼和轧制过程中质量可以严格控制,材质波动的范围小。

③钢材塑性、韧性好。钢材具有良好的塑性,钢结构在一般条件下,不会因超载而突然断裂,在事先有较大变形作为预兆,不会发生突发性破坏。此外,钢材还具有良好的韧性,对动力荷载的适应性强。良好的吸能能力和延性使钢结构具有优越的抗震性能。这些都为钢结构的安全应用提供了可靠保证。

④钢结构具有良好的焊接性能。焊接性能是指钢材在焊接中和焊接后,能保证焊接的部分完整不开裂的性质。并且还可以满足各种复杂形状构件的连接需要,焊接技术的应用和发展使钢结构的连接大为简化,它成为促进钢结构发展的重要因素之一。

⑤工业化程度高。钢结构是用各种型材(T形钢、工字钢、槽钢、角钢)和钢板,经切割、焊接等工序制造成钢构件,一般钢构件都可在金属结构厂采用机械化程度高的专业化生产,加工简单、成品的精确度高,然后运至工地现场吊装就位并安装。对一些轻型屋面结构(压型钢板屋面、彩板拱形波纹屋面

等),甚至可在施工现场边压制边安装。所以钢结构的安装属于装配化作业,效率高,施工周期短,发挥投资效益快。

⑥拆迁方便、节能环保。钢结构由于强度高,故适宜于建造重量轻、连接简便的可拆迁结构。对已经使用的钢结构,也便于加固、改建,甚至拆迁。同时废旧钢材可以回炉后重复使用,节能环保。

⑦密闭性好。不论采用何种连接方式,钢结构都可以做到完全密闭不渗漏,因此适宜于建造要求气密性和水密性好的气罐、管道、油罐、锅炉和高压容器等。

(2) 钢结构的缺点

①耐腐蚀性差。一般钢材在湿度大、有侵蚀性介质的环境中,易锈蚀,截面不断削弱,导致结构受损,最终会影响结构使用寿命。因此,须采取必要的除锈、刷油漆等防护措施,而且还须定期维修,需要一定的维护费用。为了减少维护费用,可采用高性能防护漆,其防锈效果和喷(镀)差不多,可维持 20 年以上。必要时可采用 1983 年我国成功研制焊接结构的耐候钢和高耐候结构钢,防腐能力比低碳钢提高 2~4 倍,而强度不受影响。

②耐火性差。当热辐射温度低于 100 °C 时,即使长期作用,钢材的主要性能变化很小,其屈服点和弹性模量均降低不多,因此其耐热性能较好。但当温度超过 150 °C 时,其强度和塑性变化都很大;温度达到 600 °C 时,强度降至零,完全丧失承载力。因此,钢结构是耐热但不耐火的结构。当结构表面长期受辐射热达 150 °C 以上或在短时间内可能受到火焰作用时,须采取有效的隔热和防火措施。

2. 钢结构的应用范围

钢结构的应用不仅取决于钢结构本身的特点,更取决于国家经济的发展状况,我国近年来钢结构无论在民用建筑上还是工业建筑上都有很大的发展,特别是普遍用于高度或跨度较大的结构、荷载或吊车起重很大的结构、受高温车间或密闭要求很高的结构荷载或经常需拆装、移动的结构。

(1) 大跨度结构

结构跨度越大,自重在所有荷载中所占比重也就越大,减轻自重就会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建筑结构和跨桥梁尤为突出。

近年来,我国各地建造了很多的体育馆、剧院、大会堂等,就采用了钢屋架或悬索、索膜结构。例如:国家大剧院、南京奥林匹克体育中心、北京奥运国家体育馆(图 1.1)和上海世博园(图 1.2)等,很多屋盖结构的跨度都已超过 100 m。表 1.1 为我国近十多年具有代表性的不同结构的超大跨度建筑。

另外,钢结构也普遍应用于桥梁工程,例如 1968 年中国在长江上修建的第一座铁路、公路两用的武汉长江大桥(图 1.3),全桥总长 1 670 m,采用钢桁架三孔连续梁;900 m 的西陵峡悬索桥和 1 385 m 的江阴悬索桥及目前“国内第一,世界第六”的钢桁梁悬索桥——坝陵河桥(图 1.4),桥长 1 564 m,为亚洲钢架加劲梁悬索公路桥中最大的桥梁,也是亚洲第一大公路桥。

表 1.1 我国代表性的超大跨度建筑

日期	建筑名称	结构形式	结构跨度/m
1997	长春体育馆	球面网壳	146×191.7
1998	上海八万人体育馆	钢管空间结构—膜结构	最大悬挑 73.5
2001	新白云机场航站楼钢屋盖	立体交叉桁架	302×212 曲面
2004	北京国际大剧院	钢拱架	212×143
2005	上海南站	张弦式桁架	276
2008	国家体育馆(水立方)	空间网架—膜结构	177×177×31
2008	国家体育馆(鸟巢)	巨型空间钢结构	332.3×296.4
2009	上海世博园	巨型索膜结构	1 045×110

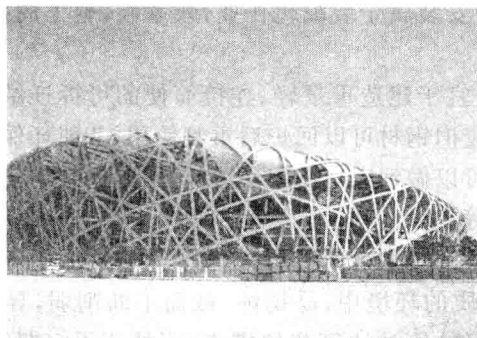


图 1.1 国家体育馆

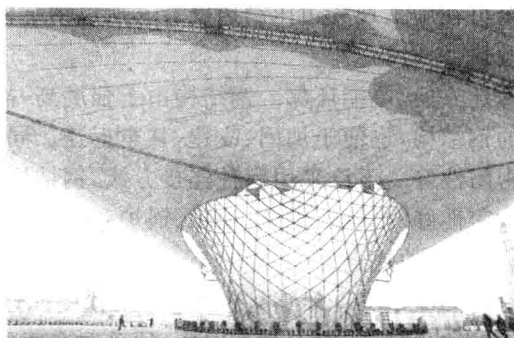


图 1.2 上海世博园



图 1.3 武汉长江大桥



图 1.4 坝陵河桥

(2) 高层、超高层及高耸建筑

自 20 世纪 80 年代以后,我国建造了不少的钢结构的高层、超高层建筑,例如:建于 2008 年的上海环球金融中心(图 1.5),地上 101 层,地下 3 层,建筑高度 492 m,其中巨型柱为钢骨混凝土组合结构,巨型斜撑为钢管混凝土结构,带状桁架由焊接箱形截面和热轧宽翼缘型钢组成;建于 2004 年的台北 101 大厦(图 1.6),地上 101 层,地下 5 层,建筑高度为 508 m,大楼的四个外侧分别各有两根巨柱,共 8 根巨柱,巨柱为双管结构,钢外管,钢加混凝土内管。钢管混凝土已普遍应用于高层建筑领域。

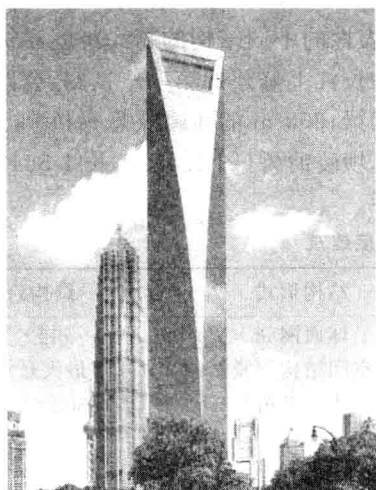


图 1.5 上海环球金融中心



图 1.6 台北 101 大厦

高耸结构包括广播电视发射塔、输电线路塔、环境气象监测塔、炼油化工塔、导航塔、水塔等,其中建于 2009 年的嘉峪关明珠环境气象监测塔(图 1.7),集防灾减灾、观光游览和科普教育为一体,塔楼高 99 m,由裙楼和外观为钢结构“海豚”造型的塔楼组成。外形宛若刚从碧海中跃出的一只海豚,该塔已成为目前“中国最高气象塔”。建于 2006 年的被誉为“西部第一塔”的四川广播电视塔(图 1.8),总高度

达到了 339 m, 钢桅杆全长 87.5 m, 重 186 t。此外建于 2000 年的哈尔滨电视塔, 高 336 m。这些结构主要承受风荷载, 都是利用钢结构自重轻、强度高、构件截面小的特点, 能减少风荷载, 有较大的经济效益。

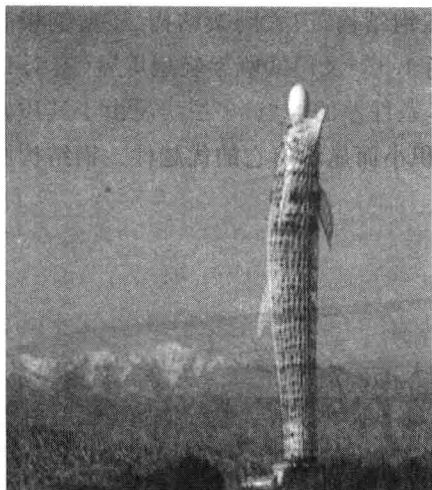


图 1.7 嘉峪关明珠环境气象监测塔



图 1.8 四川广播电视塔

(3) 受动力荷载作用的结构

由于钢材具有良好的韧性, 设有较大锻锤或其他产生动力作用设备的厂房, 即使屋架的跨度不很大, 也常常用钢制成。抗震性能要求较高的结构, 应用钢结构也比较适宜。

(4) 重型厂房结构

重型机械制造业和钢铁联合企业有很多车间属于重型厂房。所谓“重”, 是指车间里吊车的起重量大 (常在 100 t 以上, 有些达到 440 t), 且 24 h 运转, 作业十分繁重。这些车间的主要承重骨架往往全部或部分为钢结构的。新建的宝山钢铁公司, 主要厂房都是钢结构的 (图 1.9)。另外, 有强烈辐射热的车间, 也经常采用钢结构。



图 1.9 上海宝山钢铁厂房

(5) 可拆卸的结构

由于钢结构质量轻, 并且用螺栓或扣件连接, 便于装配和拆卸, 可用于需要经常搬迁的结构。例如: 建筑工地的生产和生活用房; 商业、旅游业的临时建筑, 临时性的展馆和仓库等。