

高校转型发展系列教材



# 装配式钢结构设计与施工

新型现代建筑实例分析

王晓初 宋彪 主审

钮鹏 姜继红 梁栋 主编

李健康 张莉莉 李帅亭 副主编



清华大学出版社

高校转型发展系列教材

# 装配式钢结构设计与施工

## 新型现代建筑实例分析

王晓初 宋彪 主审

钮鹏 姜继红 梁栋 主编

李健康 张莉莉 李帅亭 副主编

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书根据全国高等学校土木工程专业本科的培养目标和“装配式钢结构设计与施工”教学大纲编写而成。全书共7章,主要内容包括有关钢结构的基础知识及建筑钢结构钢材的种类、选用等,钢结构的连接计算及构造要求,钢结构受力构件计算与设计方法,装配式工业建筑、民用建筑的设计与施工,装配式大型钢结构桥梁的设计、制作与安装。

本书重点介绍钢结构的连接与受力构件的计算,以及装配式钢结构在工业建筑、民用建筑、桥梁方面的设计与施工。注重理论与实践相结合,内容精练、重点突出、适用性强,并配有典型例题、小结、思考题和练习题,便于学生巩固所学内容。

本书可作为土木工程专业本科教学用书,也可供土建工程相关技术人员阅读参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

装配式钢结构设计与施工:新型现代建筑实例分析/钮鹏,姜继红,梁栋主编.—北京:清华大学出版社,2017

(高校转型发展系列教材)

ISBN 978-7-302-46850-9

I. ①装… II. ①钮… ②姜… ③梁… III. ①钢结构—结构设计—高等学校—教材 ②钢结构—建筑施工—高等学校—教材 IV. ①TU391.04 ②TU758.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第187800号

责任编辑:张占奎

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18.75 字 数:450千字

版 次:2017年8月第1版 印 次:2017年8月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.80元

---

产品编号:071184-01

高校转型发展系列教材

# 编委会

主任委员：李继安 李 峰

副主任委员：王淑梅

委员(按姓氏笔画排序)：

马德顺 王 焱 王小军 王建明 王海义 孙丽娜  
李 娟 李长智 李庆杨 陈兴林 范立南 赵柏东  
侯 彤 姜乃力 姜俊和 高小珺 董 海 解 勇

装配式钢结构(prefabricated steel structure)是目前土木工程领域研究和应用的热点话题之一。钢结构依其自重轻、基础造价低、适用于软弱地基、安装容易、施工快、周期短、投资回收快、施工污染小及抗震性能好等综合优势被誉为 21 世纪的“绿色建筑”之一。

所谓装配式即用预制构件在工地装配而成的建筑。构配件采用最新的冷压轻钢结构以及各类轻型材料组合结构的各个部分,使其具备卓越的保温、隔声、防火、节能、抗震、防潮性能。它的生产总体发展趋势是现场预制逐步缩小范围,逐渐被工厂预制所取代。这种建筑的优点是建造速度快、受气候条件制约小、节约劳动力并可提高建筑质量。

随着城镇化进程的加速,中国已渐渐成为世界上最大的建筑市场,每年新建建筑竣工面积超过发达国家的总和。传统施工方式能源消耗大,建筑效率不高,因此,装配式建造方式的先进性表现在构配件生产工厂化、现场施工机械化、组织管理科学化,是工业化社会的建造方式。这种结构可以减少建筑垃圾的产生量,降低建筑施工过程中对环境造成的污染,提高资源的有效利用及建筑质量,扩大节能产品在建筑中的应用范围,节约能源、减少劳动力,同时可以缩短建筑周期,实现建筑全寿命过程的低碳排放标准。

本书作为沈阳大学“转型发展教材建设专项支持计划”之一,是《钢结构基础》《钢结构制作与安装》《钢结构设计》的后续补充教材。为适应学校转型发展的需要,体现产教融合及教学模式的更新变化特性,本教材以普通高等学校土木工程专业本科教育的培养目标和教学大纲为基础,突出校企联合办学的特点,着重工程实例和具体应用,彰显别具一格的内容和形式。

根据教学改革需要和社会实际需求,在清华大学出版社的大力支持和倡导下,本书由沈阳大学协同沈阳中辰钢结构工程有限公司、辽宁省交通高等专科学校等多家单位进行编写。全书共分为 7 章,主要内容包括钢结构的基本知识;建筑钢结构钢材的选用;钢结构的连接计算及构造要求;钢结构受力构件计算与设计;装配式工业建筑设计与施工;装配式民用建筑设计与施工实例,装配式大型钢结构桥梁设计与施工。实例中除了介绍企业典型工程案例的设计方法与施工手段外,还增加了相



应工程的工艺做法、施工要点、构造措施等,注重对学生应用能力的培养。

作者编写时力求内容充实精炼、重点突出、图文并茂、讲清难点。在阐述基本原理和概念的基础上,结合规范和工程实际,注重教材的实用性。为方便学习,每章均编有思考题或习题。本书适合土木工程类的研究生、本科生、专科生以及从事钢结构设计与施工的工程技术人员使用。

本书由沈阳大学王晓初和沈阳中辰钢结构工程有限公司宋彪担任主审,沈阳大学钮鹏、姜继红以及沈阳中辰钢结构工程有限公司梁栋担任主编,沈阳中辰钢结构工程有限公司李健康、李帅亭以及沈阳大学张莉莉担任副主编。

在全书的7章中,第1、2章由沈阳大学钮鹏、辽宁省交通高等专科学校的金春福共同编写,第3、4章由沈阳大学姜继红编写,第5章由沈阳中辰钢结构工程有限公司李健康编写,第6章由沈阳中辰钢结构工程有限公司梁栋、魏广银及沈阳大学钮鹏共同编写,第7章由沈阳中辰钢结构工程有限公司陈景武、李帅亭共同编写,常见问题解答由沈阳大学王舜和张莉莉共同编写。本书大纲拟订及全书统稿由沈阳大学钮鹏负责,沈阳大学郭影、王柳燕负责整本书的图片、表格制作及文字修改等。另外,大连海事大学陈忱、沈阳大学研究生李旭、沈阳中辰钢结构工程有限公司杨强和宋宏达也参与了部分章节的编写及全书的校核工作。

限于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请各位读者给予批评指正,提出宝贵的意见和建议。本书在编写过程中,得到参编者所在各个学校和单位的大力支持,在此表示感谢。本书部分图表引自有关参考文献和书籍,在此对被引用文献的作者表示诚挚的感谢。

编者

2017年5月

**001 第1章 钢结构基本知识**

- 1.1 钢结构基本组成 / 001
- 1.2 钢结构的特点 / 003
- 1.3 钢结构的应用 / 004
- 1.4 钢结构的歷史、现状与发展 / 005
  - 1.4.1 钢结构的歷史和现状 / 005
  - 1.4.2 钢结构的发展 / 007

思考题 / 012

参考文献 / 012

**013 第2章 建筑钢结构钢材的选用**

- 2.1 概述 / 013
- 2.2 钢材的生产 / 014
  - 2.2.1 钢材的冶炼 / 014
  - 2.2.2 钢材的组织构造和缺陷 / 015
  - 2.2.3 钢材的加工 / 016
- 2.3 钢材的主要性能 / 019
  - 2.3.1 钢材的破坏形式 / 019
  - 2.3.2 钢材在单向一次拉伸下的工作性能 / 020
  - 2.3.3 钢材的其他性能 / 021
- 2.4 各种因素对钢材性能的影响 / 022
  - 2.4.1 化学成分的影响 / 022
  - 2.4.2 钢材的焊接性能 / 023
  - 2.4.3 钢材的硬化 / 024
  - 2.4.4 应力集中的影响 / 024
  - 2.4.5 荷载类型的影响 / 026
  - 2.4.6 温度的影响 / 027
  - 2.4.7 防止脆性断裂的方法 / 029
- 2.5 建筑用钢的种类、规格和选用 / 030
  - 2.5.1 建筑用钢的种类 / 030



2.5.2 钢材的规格 / 033

2.5.3 钢材的选择 / 034

思考题 / 037

参考文献 / 038

## 039 第3章 钢结构的连接计算及构造要求

3.1 钢结构连接节点的基本特性 / 039

3.1.1 概述 / 039

3.1.2 连接节点的基本特性 / 040

3.2 钢结构的连接材料及设计指标 / 041

3.2.1 连接材料 / 041

3.2.2 设计指标 / 042

3.2.3 钢结构连接的一般构造要求 / 044

3.3 焊接连接 / 045

3.3.1 焊接连接的特点 / 045

3.3.2 焊接连接的方法及原理 / 045

3.3.3 焊接连接的焊缝形式 / 047

3.3.4 焊缝连接的分类和构造要求 / 052

3.4 焊接应力和焊接变形 / 062

3.4.1 焊接应力的分类 / 062

3.4.2 焊接应力对结构性能的影响 / 062

3.4.3 焊接变形对结构性能的影响 / 063

3.4.4 减小焊接应力和焊接变形的措施 / 063

3.5 螺栓连接 / 064

3.5.1 螺栓连接的特点及类别 / 064

3.5.2 螺栓的排列及构造要求 / 065

3.5.3 螺栓连接的计算 / 068

3.6 高强度螺栓连接的工作性能和计算 / 073

3.6.1 高强度螺栓的工作性能 / 073

3.6.2 高强度螺栓的强度计算 / 074

本章小结 / 077

练习题 / 079

参考文献 / 081

## 082 第4章 钢结构受力构件计算与设计

4.1 概述 / 082

4.2 轴心受力构件的强度和刚度 / 083

4.2.1 概述 / 083

4.2.2 轴心受力构件的强度和刚度 / 085



- 4.2.3 轴心受力构件的局部稳定 / 096
- 4.3 实腹式轴心受压柱的设计 / 098
  - 4.3.1 截面形式 / 098
  - 4.3.2 截面设计 / 098
- 4.4 格构式轴心受压柱 / 102
  - 4.4.1 截面形式 / 102
  - 4.4.2 换算长细比 / 103
  - 4.4.3 缀材设计 / 103
  - 4.4.4 格构柱的设计步骤 / 106
  - 4.4.5 柱的横隔 / 106
- 4.5 偏心构件 / 107
  - 4.5.1 概论 / 107
  - 4.5.2 拉弯和压弯构件的强度 / 108
  - 4.5.3 压弯构件的整体稳定 / 110
  - 4.5.4 压弯构件的局部稳定 / 113
  - 4.5.5 压弯构件(框架柱)的设计 / 114
  - 4.5.6 框架结构中梁与柱的连接 / 119
  - 4.5.7 框架柱的柱脚 / 120
- 4.6 受弯构件 / 121
  - 4.6.1 实腹式受弯构件——梁 / 121
  - 4.6.2 格构式受弯构件——桁架 / 123
  - 4.6.3 梁的强度和刚度 / 124
  - 4.6.4 梁的整体稳定和支撑 / 129
  - 4.6.5 梁的局部稳定和腹板加劲肋设计 / 133
- 4.7 梁的拼接、连接和支座 / 135
  - 4.7.1 梁的拼接 / 135
  - 4.7.2 次梁与主梁的连接 / 136
  - 4.7.3 梁的支座 / 138
- 本章小结 / 139
- 练习题 / 139
- 参考文献 / 142

## 143 第5章 装配式工业建筑设计施工

- 5.1 概述 / 143
  - 5.1.1 工程概况 / 143
  - 5.1.2 工程范围 / 144
- 5.2 施工详图设计 / 144
  - 5.2.1 熟悉图纸准备图纸会审 / 144
  - 5.2.2 建模 / 145



- 5.2.3 出图 / 148
- 5.3 钢结构工厂制作 / 151
  - 5.3.1 H型钢工厂加工制作 / 151
  - 5.3.2 材料的采购存储及使用 / 155
  - 5.3.3 工厂加工制作要领及质量保证措施 / 157
- 5.4 施工组织设计与安装 / 171
  - 5.4.1 管理目标 / 171
  - 5.4.2 施工总体部署 / 171
  - 5.4.3 工程进度计划与措施 / 173
  - 5.4.4 总平面布置 / 175
  - 5.4.5 资源配备计划 / 175
  - 5.4.6 钢构件运输 / 179
  - 5.4.7 钢结构测量 / 179
  - 5.4.8 钢结构现场安装 / 179
  - 5.4.9 屋面围护系统的安装 / 182
  - 5.4.10 墙面围护系统的安装 / 185
- 思考题 / 186
- 参考文献 / 186

## 187 第6章 装配式民用建筑设计及施工实例

- 6.1 概述 / 187
  - 6.1.1 装配式钢结构民用建筑的特点 / 187
  - 6.1.2 装配式钢结构民用建筑的构成及选型 / 188
- 6.2 施工图设计 / 190
  - 6.2.1 施工图概述 / 190
  - 6.2.2 结构施工图的内容及要求 / 190
  - 6.2.3 某小学新建教学楼工程钢结构施工图设计实例 / 193
- 6.3 施工详图设计与制作 / 202
  - 6.3.1 施工详图设计 / 202
  - 6.3.2 某小学新建教学楼工程钢结构施工详图设计实例 / 205
  - 6.3.3 某小学新建教学楼工程钢结构制作工艺 / 209
- 6.4 施工组织设计与安装 / 212
  - 6.4.1 施工组织设计概述 / 212
  - 6.4.2 施工组织设计的内容及要求 / 213
  - 6.4.3 某小学新建教学楼工程钢结构安装工艺 / 215
- 思考题 / 241
- 参考文献 / 241

## 242 第 7 章 装配式大型钢结构桥梁设计与施工

- 7.1 概述 / 242
  - 7.1.1 桥梁的基本组成和分类 / 243
  - 7.1.2 桥梁设计的基本原则 / 245
  - 7.1.3 桥梁设计与建设程序 / 246
  - 7.1.4 桥梁设计方案的比选 / 248
  - 7.1.5 桥梁上的作用 / 249
- 7.2 施工图设计 / 254
  - 7.2.1 钢箱梁桥总体设计 / 255
  - 7.2.2 钢箱梁桥计算分析 / 256
  - 7.2.3 钢箱梁构造图 / 256
- 7.3 施工详图设计与制作 / 260
  - 7.3.1 钢桥施工详图设计与工厂内制造流程 / 260
  - 7.3.2 涂装施工工艺 / 265
- 7.4 施工组织设计与安装 / 268
  - 7.4.1 施工策划 / 268
  - 7.4.2 成品保护及运输方案 / 270
  - 7.4.3 现场安装管理及策划 / 272
  - 7.4.4 现场安装过程 / 275
- 思考题 / 276
- 参考文献 / 276

## 277 附录 钢结构设计与施工常见问题解答

## 钢结构基本知识

**本章导读：**本章主要介绍钢结构的基本组成及特点，钢结构的**历史、现状与发展过程**。

**本章重点：**钢结构的特点及应用。

### 1.1 钢结构基本组成

钢结构在建筑工程中有着广泛的应用。由于使用功能及结构组成方式的不同，钢结构种类繁多，形式各异。虽然这些钢结构用途、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将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。

单层房屋钢结构的特点是主要承受重力荷载、水平风力荷载及起重机制动力等荷载。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 1-1 是一个单层房屋钢结构组成的示意图。屋盖桁架和柱组成一系列的平面承重结构（图 1-1(a)）。这些平面承重结构又用纵向构件和各种支撑（如图 1-1 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 1-1(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。

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

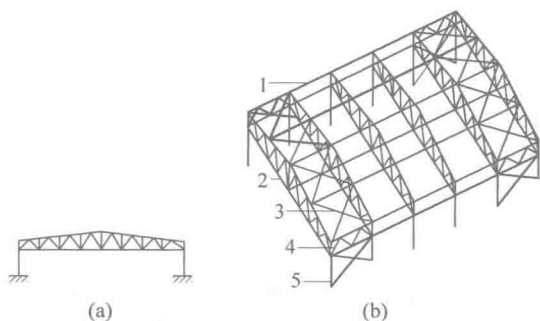


图 1-1 单层厂房结构组成示意图

1—纵向构件；2—屋架；3—上弦横向支撑；4—垂直支撑；5—柱间支撑

中承重体系是一系列相互平行的平面结构,承担结构平面内的垂直和横向水平荷载并传递到基础。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空间几何不变体系并省去附加构件,受力就更为合理。图 1-2 所示为平板网架屋盖结构。

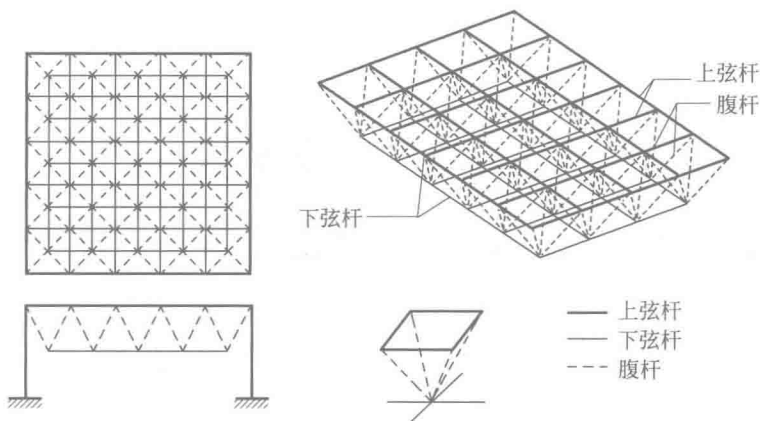


图 1-2 平板网架屋盖结构

该结构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柱上,再传至基础,形成一种空间传力体系。因此,这种结构体系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,节省钢材。

多层房屋结构的特点是随房屋高度的增加,水平风荷载及地震荷载起到越来越重要的作用。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:①框架体系,即由梁和柱组成的多层多跨框架,如图 1-3(a)所示;②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 1-3(b)所示;③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 1-3(c)所示。

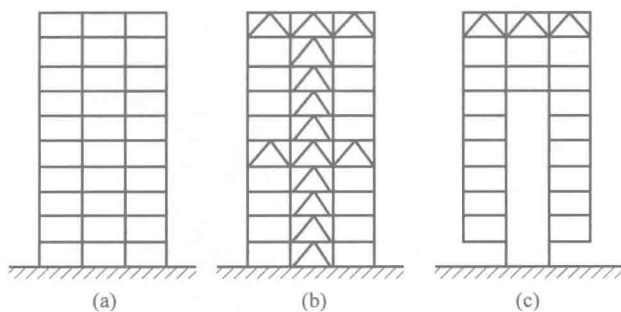


图 1-3 多层房屋钢结构

(a) 框架结构；(b) 带刚性加强层的结构；(c) 悬挂结构

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。结构方案的适宜性与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。同时还应看到,随着工程技术不断发展,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 钢结构的特点

钢结构是以钢材(钢板和型钢)为主制作的结构,和其他材料相比钢结构具有如下特点。

(1) 轻质高强、质地均匀。钢与混凝土、木材相比,虽然质量密度较大,但其屈服点强度较混凝土和木材要高得多,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、木结构相比,构件较小,质量较轻,便于运输和安装,如图 1-4 所示。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。

(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,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,采用焊接连接、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高压容器、大型油库、气柜、管道等板壳结构都采用钢结构。

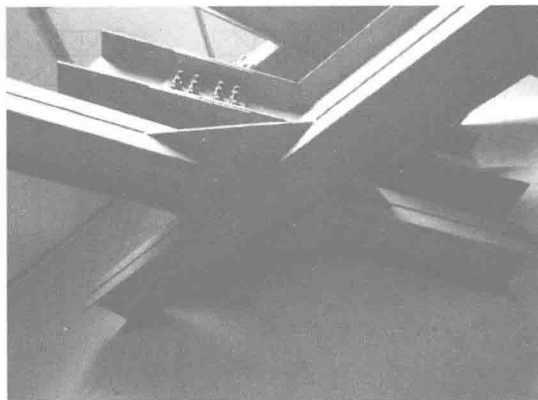


图 1-4 钢结构节点

(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) 钢结构的耐热性好,但防火性差。温度在  $250^{\circ}\text{C}$  以内,钢的性质变化很小;温度达到  $300^{\circ}\text{C}$  以上,强度逐渐下降;达到  $450\sim 650^{\circ}\text{C}$  时,强度降为零。因此,钢结构可用于温度不高于  $250^{\circ}\text{C}$  的场合。在自身有特殊防火要求的建筑中,钢结构必须用耐火材料予以维护。当防火设计不当或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。以后隔一定时间又要重新刷涂料,这就使钢结构维护费用比钢筋混凝土结构高。目前国内外正在发展不易锈蚀的耐候钢,可大量节省维护费用,但还未能广泛应用。随着高科技的发展,钢结构易锈蚀、防火性能比混凝土差的问题逐渐得到解决。一方面从钢材本身解决,如采用耐候钢和耐火高强度钢;另一方面采用高效防腐涂料,特别是防腐、防火合一的涂料。

## 1.3 钢结构的应用

钢结构由于其自身的特点和结构形式的多样性,应用范围越来越广。根据我国的实践经验,工业与民用建筑钢结构的应用范围主要包括以下几方面。

(1) 工业厂房。起重机起重量很大( $100\text{t}$  以上)或运行非常频繁的车间多采用钢骨架,如冶炼厂的平炉、转炉车间,混铁炉车间和初轧车间,重型机械厂的铸钢车间、锻压车间和水压机车间等。

(2) 大跨结构。结构的跨度越大,自重在全荷载中所占的比例越大。由于钢结构具有强度高、自重轻的优点,最适用于大跨度结构,如飞机库、体育馆、展览厅、影剧院和大型交

易市场等屋盖结构。

(3) 高层及多层建筑。高层建筑及超高层建筑中,宜采用钢结构或钢结构框架。近年来,钢结构在此领域已逐步得到发展,如图 1-5 所示。



图 1-5 高层钢结构

(4) 轻型钢结构。轻型钢结构是由弯曲薄壁型钢、薄壁钢管或小角钢、圆钢等组成的结构。由于轻型钢结构具有建造速度快、用钢量省、综合经济效益好等优点,所以适用于起重吨位不大于 20t 的中、小跨度厂房、仓库以及中、小型体育馆等大空间民用建筑。此外,由于轻型钢结构装拆方便,宜用于需要拆迁的结构中。

(5) 钢-混凝土组合结构,包括钢-混凝土组合梁和钢管混凝土柱等。除房屋结构以外,钢结构还可用于塔桅结构、板壳结构、桥梁结构和移动式结构。①塔桅结构包括电视塔、微波塔、无线电桅杆、导航塔及火箭发射塔等,一般均宜采用钢结构。②板壳结构包括大型储气柜和储液库等要求密闭的容器,以及大直径高压输油管和输气管等。另外,高炉的炉壳和轮船的船体等也应采用钢结构。③桥梁结构一般用于跨度大于 40m 的各种形式的大、中跨度桥梁。④移动式结构包括桥式起重机、塔式起重机和门式起重机等起重运行机械。

## 1.4 钢结构的历史、现状与发展

### 1.4.1

#### 钢结构的历史和现状

我国是最早用铁建造结构的国家之一,比较典型的应用是铁链桥,主要有云南省永平与保山之间跨越澜沧江的霁虹桥以及四川泸定大渡河上的泸定桥;其次是一些纪念性建筑,





如建于公元 967 年的广州光孝寺的东铁塔和建于公元 963 年的西铁塔,以及建于公元 1061 年的湖北当阳玉泉寺的 13 层铁塔。中国古代在钢铁结构方面虽然有所创建,但在封建制度下,生产力发展极其缓慢。在半封建半殖民地的百年历史中,中国也曾建造过一些钢桥和钢结构高层建筑,但绝大多数是外国人设计的。

新中国成立以后,随着经济建设的发展,钢结构在重型厂房、大跨度公共建筑、铁路桥梁以及塔桅结构中得到一定的发展。我国几个大型钢铁联合企业,如鞍山、武汉和包头等钢厂的炼钢、轧钢和连铸车间等都采用钢结构;在公共建筑方面,1975 年建成跨度达 110m 的三向网架上海体育馆,1962 年建成直径为 94m 的圆形双层辐射式悬索结构北京工人体育馆,1967 年建成的双曲抛物面正交索网的悬索结构浙江体育馆;桥梁方面,1957 年建成的武汉长江大桥和 1968 年建成的南京长江大桥都采用了铁路公路两用双层钢桁架桥;在塔桅结构方面,广州、上海等地都建造了高度超过 200m 的多边形空间桁架钢电视塔,1979 年北京建成的环境气象塔是一个高达 325m、5 层纤绳三角形杆身的钢桅杆结构。

改革开放以后,我国经济建设突飞猛进,钢结构也有了前所未有的发展,应用的领域有了较大的扩展。高层和超高层房屋、多层房屋、单层轻型房屋、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、城市桥梁和大跨度公路桥梁、粮仓以及海上采油平台等都已广泛采用钢结构。目前已建和在建的高层和超高层钢结构已有 30 余幢,其中地上 88 层、地下 3 层、高 421m 的上海金茂大厦的建成,标志着我国的超高层钢结构已进入世界前列。在大跨度建筑和单层工业厂房中,网架和网壳等结构的广泛应用已受到世界各国的瞩目,其中上海体育馆马鞍型环形大悬挑空间钢结构屋盖和上海浦东国际机场航站楼张弦梁屋盖的建成,标志着我国大跨度空间钢结构已进入世界先进行列。桥梁方面,九江长江大桥、上海市杨浦大桥和江阴长江大桥等桥梁的建成,标志着我国已有能力建造任何现代化的桥梁。2005 年我国钢产量达到 3.45 亿 t,已连续多年高居世界各国钢铁年产量榜首。钢材质量及钢材规格也己能满足建筑钢结构的要求。市场经济的发展与不断成熟更为钢结构的发展创造了条件。

因此,我国钢结构正处于迅速发展的前期。可以预期,今后我国钢结构的发展方向主要在以下几个方面:

(1) 发展高强度低合金钢材。逐步发展高强度低合金钢材,除 Q235 钢、Q345 钢外, Q390 钢和 Q420 钢在钢结构中的应用有待进一步研究。

(2) 钢结构设计方法的改进。概率极限状态设计方法还有待发展,因为它计算的还只是构件或某一截面的可靠度,而不是结构体系的可靠度,同时也不适用于疲劳计算的反复荷载作用下的结构。另外,结构设计上考虑优化理论的应用与计算机辅助设计及绘图都得到很大的发展,今后还应继续研究和改进。

(3) 结构形式的革新。结构形式的革新也是今后值得研究的课题,如悬索结构、网架结构和超高层结构等近年来得到了很大的发展和应用。钢-混凝土组合结构的应用也日益广泛,但结构的革新仍有待进一步发展。