

全国土木工程类实用创新型规划教材

主编 / 李光范

钢 结 构

GANGJIEGOU



哈尔滨工业大学出版社





智慧图书·建筑书系

全国土木工程类实用创新型规划教材

钢结构

GANGGJIEGOU

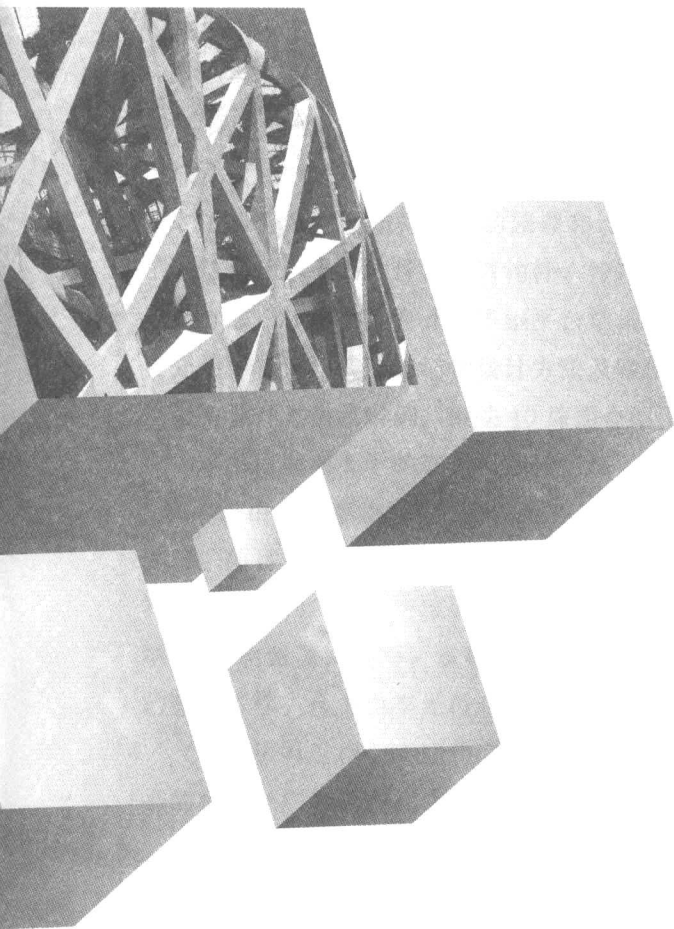
主编 李光范

副主编 肖天釜 廖绍怀 黄艳 孟胜国

张杨 张清文 燕兰

编者 姜宝石 张仰福 李艳荣 王超

蒋必凤 徐秀娟



哈尔滨工业大学出版社



内 容 简 介

根据高等院校土木工程专业指导委员会制订的教学计划,钢结构为土木工程专业的技术基础课程,钢结构设计、制作与安装为土木工程专业建筑工程方向的专业必修课。本书按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018—2002)等现行国家标准编写,专为培养工程应用型和技术管理型人才的高等院校土木工程专业编写的教材。

本书可适用于普通高等院校的土木工程类专业的课程教学,也可作为在职职工的岗位培训教材及建筑工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构/李光范主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2015.3

ISBN 978-7-5603-5271-8

I. ①钢… II. ①李… 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 061741 号

责任编辑 张 瑞

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

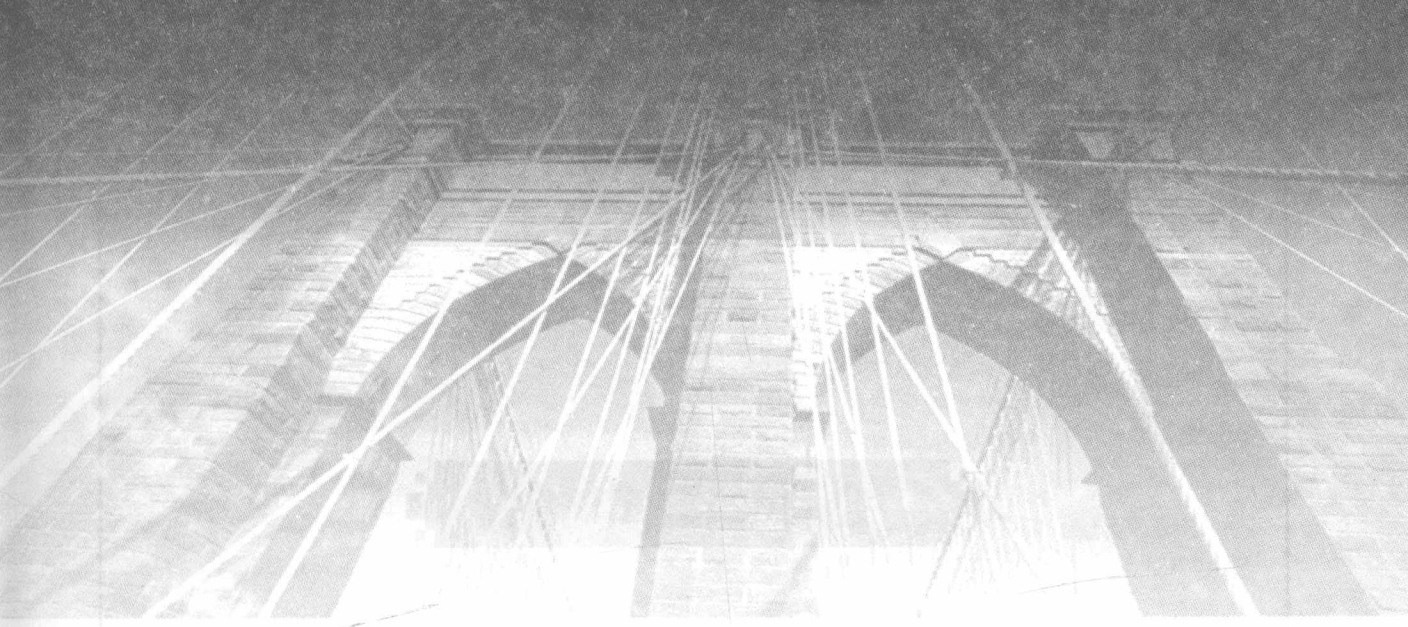
开 本 850mm×1168mm 1/16 印张 22.5 字数 680 千字

版 次 2015 年 3 月第 1 版 2015 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-5271-8

定 价 48.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)



根据高等院校土木工程专业指导委员会制订的教学计划,钢结构为土木工程专业的技术基础课程,钢结构设计、制作与安装为土木工程专业建筑工程方向的专业必修课。本书按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018—2002)等现行国家标准编写,是专为培养工程应用型和技术管理型人才的高等院校土木工程专业编写的教材。

全书共分为10个模块,模块1~6为钢结构原理部分;模块7~10为设计部分。模块1主要介绍了钢结构的特点和应用、钢结构的组成及设计方法;模块2主要介绍了钢结构所采用材料及其性能;模块3主要介绍了钢结构连接的原理和设计方法;模块4~6主要介绍了钢结构轴心受力构件、受弯构件、拉弯构件和压弯构件作用原理和设计方法;模块7主要介绍了钢平台结构设计方法及案例;模块8主要介绍了轻型门式刚架结构设计方法及案例;模块9主要介绍了普通钢屋架设计方法及案例;模块10简要介绍了网架结构设计原理。

本书由海南大学的李光范担任主编。本书具体编写分工为:项目1和附录由李光范编写,项目2由李艳荣编写,项目3和附录由张杨编写,项目4由孟胜国编写,项目5由姜宝石编写,项目6由王超编写,项目7和项目8由廖绍怀、蒋必凤编写,项目9由肖天崑编写,项目10由张清文编写,黄艳、燕兰、张仰福、徐秀娟参与本书资料的整理工作。全书由李光范和姜宝石统稿。

本书编写过程中论述和前后衔接难免存在不妥之处,敬请使用本书的师生及广大读者批评指正。

编 者

Preface

前言

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)

李光范

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

• • • 本书学习导航 • • •

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。

模块概述

模块 2 钢结构材料

[illegible]

【知识目标】

1. 钢材的塑性和强度指标;
2. 屈服和极限的力学性能;
3. 影响屈服和极限的力学性能的因素;
4. 钢材的冷脆性和时效。

【技能目标】

1. 掌握轴测投影的基本规律和轴测投影的作图方法。
2. 能够根据轴测图判断其形体特征。
3. 了解轴测图在工程中的应用。
4. 能够根据轴测图绘制三视图。
5. 能够根据三视图绘制轴测图。

【附註】

包括知识目标和技能目标,列出了学生应了解与掌握的知识点。

学习目标

课时建议

建议课时，
供教师参考。

将理论引导与模块实施的知识适当拓展,链接一些与之相关的研究性内容,扩散学生思维,增加学习兴趣。

知识拓展

[illegible]

3.4 对接焊缝的构造和计算

2.4.5 对数似然函数的构造

对缝牢度 (sew value) 按武口型式者 (平、单压、平包、V包、打包、其他型) 参照, 包型

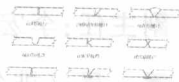


图 2.9 纤维模型的表示式

此外, 肾囊炎 (pyelitis) 时, 可见尿中白细胞向上游移, 对单一敏感菌 ($1 \sim 10 \times 10^3$ cfu/ml), 可用尿沉渣的革兰氏染色法或 V 染色法, 以验证其菌种和感染病原菌形成一定数量的菌落和芽孢等。使菌量减少至 10^2 以下, 对革兰氏阴性菌 ($1 \sim 20 \times 10^3$ cfu/ml), 在尿中检出无芽孢, 不能证实为菌种。对革兰氏阳性菌等检出芽孢有菌种鉴定的意义, 但菌量减少至 10^2 以下, 不能证实。 (图 1-1-13, 1-1-14, 1-1-15)

当写数时, 随着写进位数不同而浮点指数 n 变化, 在作进位时, 浮点指数 n 减 1。

[illegible]

想結合中國現實發展文壇上新的表現形式，將老舍畫上精美紙，形成他獨特的畫像，例如國畫、漫畫、工筆半畫等。以此過程中，野獸派提倡的表現主義，將色彩與線條作為主要，這與老舍的創作風格，應有密切關係。



图 6-2 梁板布置

[illegible]

在建筑规划设计中，目前建筑行业除了采用传统制图，即手绘建筑立面、透视图等外，还广泛采用计算机辅助绘图软件进行设计，如 AutoCAD、3ds Max、Photoshop 等。这些软件的应用，不仅提高了设计效率，也使得设计成果更加直观、生动。同时，随着建筑信息模型（BIM）技术的普及，建筑设计师可以更加全面地展示建筑项目的信息，包括结构、机电、暖通等各个专业的设计内容，从而实现建筑设计的协同和集成。

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。

5.2 受弯构件的计算内容

而传统又有许多证据保证藏族的抗灾能力。牲畜随牧户逐水草而居并经常保持迁徙和高度流动就造成这种事实。对于不利的气候条件牧民会及时地以更换游牧地而避免损失。此外游牧户作为迁徙—游牧型经济单位, 和多数为游牧型社会, 此外还有游牧户与定居农业, 以游牧户为主的半农半牧型与半农半牧型, 以及一种特殊的以农牧业结合型, 即定居游牧型或定居半游牧型, 本事实是定居型之受游牧肉体的压迫、所聚、垦殖地区、与和农业区接触而即此游牧型至半游牧型性的计划。

12

在系內估計下，電力需求與總輸出間所差，

【知识链接】

《钢筋混凝土规范》(GB 50228—2003)
《砌体与工程施工质量验收规范》(GB 50203—2002)
《砌体与抗震规范》(GB 5124—2006)

3. 感知能力训练

[illegible]

3. 某质点沿半径为 R 的圆周运动, 每秒钟沿圆弧行过路程为 s 。求:(1) 质点的平均速率; (2) 质点的平均速度。

4. 某质点的运动规律为 $x = 5t^2 + 10t + 5$ (SI)。求:(1) 质点的初速度; (2) 质点的加速度。

5. 质点作圆周运动时, 下列物理量中一定不变的是 ()。

6. 质点作圆周运动时, 下列物理量中一定变化的是 ()。

7. 质点作圆周运动时, 下列物理量中一定为零的是 ()。

8. 质点作圆周运动时, 下列物理量中一定不为零的是 ()。

9. 质点作圆周运动时, 下列物理量中一定不为零的是 ()。

10. 质点作圆周运动时, 下列物理量中一定不为零的是 ()。

9. 普通複式制鏈傳動由 主動鏈輪 和 從動鏈輪 組成。

10. 普通鏈傳動按鏈輪的齒輪分爲 單速 和 變速 兩種。

11. 普通鏈傳動的傳動比計算公式爲 $i = \frac{z_2}{z_1}$ 。

二、單級減速器

1. 普通減速器按多少級分爲此類。答此是 二 。

2. 手工操縱和自動兩種。 手工操縱和自動兩種。

2. 发展渔业和牧业
3. 发展海洋采盐业
4. 森林和木材：开发森林资源，正积极创造条件发展木材加工业和木材贸易
5. 发展矿业：开发沿海地区石油、天然气资源
6. 发展农业：开发农业土地，发展畜牧业和渔业
7. 发展工业：开发工业资源，发展工业
8. 发展旅游业：开发旅游资源，发展旅游业
9. 发展服务业：开发服务资源，发展服务业
10. 发展其他产业：开发其他资源，发展其他产业

17. 某溶液能溶解少量不溶物，其 pH 值为 12，则该溶液可能是 ()。

A. H_2SO_4 B. NaOH C. HCl D. NaCl

拓展与实训

包括基础能力训练、工程模拟训练和链接执考三部分,从不同角度考核学生对知识的掌握程度。

目录 Contents

模块1 绪 论

模块概述/001

知识目标/001

技能目标/001

课时建议/001

1.1 钢结构的特点和应用/002

1.2 钢结构的组成/006

1.3 钢结构的设计方法/007

1.4 钢材的疲劳/010

1.5 钢结构设计和设计规范/014

1.6 钢结构课程的内容和要求/015

知识链接/016

拓展与实训/016

基础能力训练/016

模块2 钢结构材料

模块概述/017

知识目标/017

技能目标/017

课时建议/017

2.1 钢材的塑性破坏和脆性破坏/018

2.2 钢结构材料的力学性能/018

2.3 影响钢结构材料力学性能的因素/021

2.4 钢和钢材的种类及选用/026

知识链接/029

拓展与实训/029

基础能力训练/029

模块3 钢结构的连接

模块概述/030

知识目标/030

技能目标/030

课时建议/030

3.1 钢结构的连接方法/031

3.2 焊接连接的特性/032

3.2.1 建筑钢结构常用的焊接方法/032

3.2.2 焊缝缺陷/033

3.2.3 焊缝质量检验/034

3.3 焊缝和焊接连接的形式/035

3.3.1 焊缝形式/035

3.3.2 焊缝连接形式/035

3.4 对接焊缝的构造和计算/036

3.4.1 对接焊缝的构造/036

3.4.2 对接焊缝的计算/037

3.5 角焊缝的构造和计算/040

3.5.1 角焊缝的构造/040

3.5.2 直角角焊缝强度计算的基本公式/043

3.5.3 轴心力作用的角焊缝连接计算/044

3.5.4 弯矩、剪力、轴力共同作用下的角焊缝连接计算/048

3.5.5 扭矩、剪力、轴力共同作用下的角焊缝连接计算/050

3.6 焊接应力和焊接变形/052

3.6.1 焊接残余应力的分类和产生的原因/052

3.6.2 焊接残余应力对结构性能的影响/053

3.6.3 焊接残余变形/053

3.6.4 减少焊接应力和焊接变形的措施/054

3.7 螺栓连接的排列和构造要求/056

3.7.1 螺栓的规格/056

3.7.2 螺栓的排列/056

3.8 普通螺栓连接的性能和计算/058

3.8.1 普通螺栓的抗剪连接/058

3.8.2 普通螺栓的抗拉连接/064

3.8.3 拉剪联合作用的普通螺栓连接计算/067

3.9 高强度螺栓连接的性能和计算/069

3.9.1 高强度螺栓连接的工作性能/069

3.9.2 单个高强度螺栓的抗剪承载力/071

3.9.3 高强度螺栓群的抗剪计算/071

- 3.9.4 单个高强度螺栓的抗拉承载力/072
- 3.9.5 高强度螺栓群的抗拉计算/072
- 3.9.6 拉剪联合作用的高强度螺栓连接计算/073

✧知识链接/076

✧拓展与实训/076

✧基础能力训练/076

✧链接执考/080

模块4 轴心受力构件

模块概述/081

知识目标/081

技能目标/081

课时建议/081

- 4.1 概述/082
- 4.2 轴心受力构件的受力性能和计算/083
 - 4.2.1 轴心受力构件的强度计算/083
 - 4.2.2 轴心受力构件的刚度计算/085
- 4.3 轴心受压构件的整体稳定/086
 - 4.3.1 轴心受压构件的整体失稳现象/086
 - 4.3.2 无缺陷轴心受压构件的屈曲/087
 - 4.3.3 力学缺陷对轴心受压构件弯曲屈曲的影响/089
 - 4.3.4 构件几何缺陷对轴心受压构件弯曲屈曲的影响/093
- 4.4 轴心受压构件整体稳定的计算/095
 - 4.4.1 实际轴心受压构件的稳定承载力计算方法/095
 - 4.4.2 轴心受压构件的整体稳定计算/097
 - 4.4.3 轴心受压构件整体稳定计算的构件长细比/099
- 4.5 轴心受压构件的局部稳定/101
 - 4.5.1 均匀受压板件的屈曲/101
 - 4.5.2 轴心受压构件局部稳定的计算方法/101
- 4.6 实腹式轴心受压构件的截面设计/103
 - 4.6.1 截面设计原则/103
 - 4.6.2 截面选择/104
 - 4.6.3 截面验算/104

- 4.6.4 构造要求/104

4.7 格构式轴心受压构件/107

- 4.7.1 格构式轴心受压构件绕实轴的整体稳定/107
- 4.7.2 格构式轴心受压构件绕虚轴的整体稳定/107
- 4.7.3 格构式轴心受压构件分肢的稳定和强度计算/109
- 4.7.4 格构式轴心受压构件分肢的局部稳定/109
- 4.7.5 格构式轴心受压构件的缀件设计/109
- 4.7.6 格构式轴心受压构件的横隔和缀件连接构造/111
- 4.7.7 格构式轴心受压构件的截面设计/111

4.8 冷弯薄壁型钢轴心受压构件的设计特点/115

- 4.8.1 冷弯薄壁型钢结构的特点/115
- 4.8.2 冷弯薄壁型钢受压构件的屈曲后承载能力与有效宽度设计方法/116
- 4.8.3 冷弯薄壁型钢轴心受压构件的设计/118

✧知识链接/120

✧拓展与实训/120

✧基础能力训练/120

模块5 受弯构件

模块概述/123

知识目标/123

技能目标/123

课时建议/123

5.1 受弯构件的应用和类型/124

- 5.1.1 受弯构件的种类/124
- 5.1.2 梁截面形式及应用/124
- 5.1.3 梁格截面形式及应用/125

5.2 受弯构件的计算内容/125

5.3 梁的强度/126

- 5.3.1 抗弯强度/126
- 5.3.2 抗剪强度/128
- 5.3.3 局部承压强度/128

5.3.4 折算应力/129

5.4 梁的刚度/130

5.5 梁的整体稳定性/132

5.5.1 梁整体稳定的概念/132

5.5.2 梁整体稳定的临界弯矩/132

5.5.3 梁整体稳定的计算/134

5.5.4 均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数的近似计算/136

5.6 型钢梁设计/138

5.6.1 单向弯曲型钢梁/138

5.6.2 双向弯曲型钢梁/140

5.7 组合梁设计/140

5.7.1 截面选择/141

5.7.2 截面验算/143

5.7.3 翼缘焊缝的计算/143

5.8 梁的局部稳定性和腹板加劲肋设计/145

5.8.1 矩形薄板的屈曲/145

5.8.2 组合梁翼缘的局部稳定/146

5.8.3 组合梁腹板的局部稳定/148

5.8.4 腹板加劲肋的截面尺寸及构造要求/153

5.8.5 支承加劲肋的构造和计算/155

5.9 考虑腹板屈曲后强度时梁的设计/157

5.9.1 腹板屈曲后的性能/157

5.9.2 腹板屈曲后强度计算公式/158

5.9.3 考虑腹板屈曲后强度的组合梁加劲肋设计/160

5.10 梁的拼接/161

5.10.1 工厂拼接/161

5.10.2 工地拼接/161

5.11 主次梁的连接/163

5.11.1 次梁为简支梁/163

5.11.2 次梁为连续梁/164

❖知识链接/165

❖拓展与实训/165

✱基础能力训练/165

✱工程模拟训练/166

✱链接执考/167

模块6 拉弯构件和压弯构件

模块概述/168

知识目标/168

技能目标/168

课时建议/168

6.1 拉弯构件和压弯构件的特点/169

6.1.1 拉弯构件和压弯构件及其应用/169

6.1.2 拉弯构件和压弯构件的破坏形式/169

6.2 拉弯构件和压弯构件的强度计算/169

6.2.1 拉弯和压弯构件的强度计算准则/169

6.2.2 拉弯和压弯构件的强度计算/170

6.3 实腹式压弯构件的整体稳定性计算/173

6.3.1 实腹式压弯构件弯矩作用平面内的稳定/173

6.3.2 实腹式压弯构件弯矩作用平面外的稳定/176

6.3.3 实腹式双向压弯构件的整体稳定/176

6.4 实腹式压弯构件的局部稳定性计算/177

6.4.1 非均匀受压板的临界应力/177

6.4.2 压弯构件中工字形截面腹板的宽厚比/178

6.4.3 压弯构件中箱形截面腹板的宽厚比/180

6.4.4 压弯构件中T形截面腹板的宽厚比/180

6.4.5 压弯构件中翼缘板的宽厚比/181

6.5 实腹式压弯构件的设计/181

6.6 格构式压弯构件的计算/183

6.6.1 弯矩绕实轴(y轴)作用时的整体稳定/183

6.6.2 弯矩绕虚轴(x轴)作用时的整体稳定/184

6.6.3 分肢的稳定计算/184

6.6.4 格构式双向压弯构件的整体稳定/185

6.7 压弯构件和框架柱的计算长度/187

6.7.1 等截面框架柱的稳定和计算长度/187

6.7.2 下端固接的阶形柱的计算长度/188

6.8 框架的梁柱连接/190

6.8.1 梁与柱的连接节点形式/190

6.8.2 梁与柱的连接节点设计原则/193

6.8.3 梁与柱的连接节点计算/193

6.9 框架柱的柱脚设计/200

6.9.1 钢管柱脚的种类/200

6.9.2 刚性固定柱脚设计/201

❖知识链接/206

❖拓展与实训/206

✱基础能力训练/206

✱工程模拟训练/207

✱链接执考/207

模块7 平台结构设计

模块概述/209

知识目标/209

技能目标/209

课时建议/209

7.1 概述/210

7.2 平台结构布置/210

7.2.1 结构布置要求/210

7.2.2 平台柱及柱间支撑布置原则/211

7.3 平台钢铺板设计/212

7.3.1 平台铺板的类型/212

7.3.2 平台钢铺板设计的一般要求/212

7.3.3 平台钢铺板的计算/212

7.4 平台梁设计/213

7.4.1 型钢梁设计/213

7.4.2 组合梁设计/214

7.4.3 梁的支座/218

7.5 平台柱的设计/220

7.5.1 实腹柱/220

7.5.2 格构柱/220

7.6 柱头与柱脚/221

7.6.1 柱头/221

7.6.2 柱脚/221

7.7 栏杆与楼梯/227

7.7.1 栏杆/227

7.7.2 楼梯/227

❖知识链接/231

❖拓展与实训/231

✱基础能力训练/231

✱工程模拟训练/231

✱链接执考/231

模块8 轻型门式刚架结构设计

模块概述/233

知识目标/233

技能目标/233

课时建议/233

8.1 结构选型与布置/234

8.1.1 门式刚架结构组成/234

8.1.2 门式刚架结构特点/234

8.1.3 结构形式和支撑体系/234

8.2 刚架设计/236

8.2.1 荷载及荷载组合/236

8.2.2 内力分析和构件计算/237

8.2.3 门式刚架的侧移计算/239

8.2.4 刚架柱和梁的设计/240

8.2.5 节点设计/245

8.3 檩条设计/247

8.3.1 截面形式/247

8.3.2 布置和连接/248

8.3.3 拉条与撑杆设置/248

8.3.4 檩条计算/249

8.4 墙梁和支撑设计/254

8.4.1 墙梁的布置和构造/254

8.4.2 墙梁计算/254

8.4.3 支撑构件设计/255

❖知识链接/255

❖拓展与实训/256

✱基础能力训练/256

✱工程模拟训练/256

✱链接执考/256

模块概述/258

知识目标/258

技能目标/258

课时建议/258

9.1 钢屋架的类型/259

9.1.1 普通钢屋架概述/259

9.1.2 屋架的主要尺寸/260

9.1.3 屋架的起拱要求/260

9.2 荷载和内力计算/261

9.2.1 荷载及荷载组合/261

9.2.2 杆件内力计算/261

9.3 屋架杆件设计/263

9.3.1 计算长度/263

9.3.2 容许长细比/265

9.3.3 杆件截面选择/265

9.4 节点设计/268

9.4.1 节点设计的一般原则/268

9.4.2 节点的计算和构造/269

9.5 钢屋架施工图/275

9.6 钢屋架设计实例/276

9.6.1 设计资料/276

9.6.2 结构形式与布置/276

9.6.3 荷载和内力计算/276

9.6.4 杆件截面设计/278

9.6.5 节点设计/282

知识链接/287

基础能力训练/287

模块概述/288

知识目标/288

技能目标/288

课时建议/288

10.1 空间结构的特点和分类/289

10.2 网架结构的形式与选型/290

10.2.1 网架结构的形式/290

10.2.2 网架结构的选型/292

10.3 网架结构尺寸与整体构造/292

10.3.1 网架结构主要几何尺寸的确定/292

10.3.2 网架的整体构造/293

10.4 网架结构的内力计算/293

10.5 网架结构的杆件和节点/297

10.5.1 杆件的类型与构造/297

10.5.2 节点的类型与构造/298

10.6 网架结构的制作与安装/299

10.6.1 网架结构的制作/299

10.6.2 网架结构的安装/301

知识链接/301

拓展与实训/301

基础能力训练/301

附录/303

参考文献/347

模块

1

绪论

【模块概述】

钢结构是由杆件和节点按照一定的形式通过连接而成的结构。钢结构与混凝土结构和砌体结构相比具有受力性能好、质量轻、刚度大、抗震抗风性能好、可工厂化、工期短等优点，但耐锈性、耐火性差；钢结构由轴心拉（压）、受弯、压（拉）弯 3 种基本构件所组成；钢结构可应用于工业厂房、大跨结构、高耸结构、多高层建筑、板壳结构、采油平台、可拆卸或移动结构等。

本模块主要介绍钢结构的特点和应用、钢结构的组成、钢结构的设计方法、钢材的疲劳特性、钢结构设计和设计规范。

【知识目标】

1. 钢结构用的型钢；
2. 钢结构的主要特点；
3. 钢结构在建筑结构领域中的应用；
4. 钢结构的组成，即 3 种基本构件；
5. 钢结构的设计方法及组成：结构的功能要求（可靠性）、结构的极限状态（荷载效应组合）、失效概率；
6. 钢材的疲劳概念；
7. 钢结构设计内容及设计规范。

【技能目标】

1. 掌握钢结构用材料；
2. 了解钢结构的特点和工程应用；
3. 理解钢结构设计方法；
4. 熟悉钢结构设计内容；
5. 了解钢结构设计中应用的规范、规程及标准。

【课时建议】

1~2 课时



1.1 钢结构的特点和应用

用 H 型钢、工字钢、槽钢、角钢等热轧型钢和钢板组成的以及用冷弯薄壁型钢制成的承重构件或承重结构统称为钢结构，如钢梁、钢屋架、钢框架、钢塔架等都是最常见的钢结构。

与应用最为广泛的混凝土结构相比，钢结构具有如下一些主要特点：

(1) 强度高，质量轻。钢材的密度虽是钢筋混凝土的 3 倍多，但一般说来其抗压强度却较钢筋混凝土大近 20 倍（其抗拉强度较钢筋混凝土则大得更多）。因此在相同承载力下，以钢构件的截面为小，质量为轻。例如，在跨度和荷载相同的条件下，钢屋架的质量约为钢筋混凝土屋架的 $1/4 \sim 1/3$ 。由此带来的优点是：便于构件的运输和吊装，基础和地基处理的费用与工程量也可大大减少。

(2) 质地均匀，各向同性。钢材的这个性质符合结构计算时通常所做的假定，因而钢结构的计算结果与实际情况最为相符，计算可靠；钢材的弹性模量较大，结构在荷载作用下的变形就较小；钢材有良好的塑性性能，可自动调节构件中可能出现的局部应力高峰，且结构在破坏前一般都会产生显著的变形，事故有预告，可及时防范；钢材还具有良好的韧性，对承受动力荷载适应性强；钢结构抗震性能好。

(3) 施工质量好，且工期短。钢结构一般都在专业工厂由机械化生产制造，而后运至工地现场安装，工业化生产程度高，质量容易监控和保证。工地占地面积少和环境污染少，适于都市市区建造。工期短，效益好。

(4) 密闭性好。

(5) 用螺栓连接的钢结构，可装拆，适用于移动性结构。

由于以上特点，钢结构的应用范围极广，在建筑结构领域中钢结构主要用于以下几方面：

(1) 重型工业厂房。例如，大型冶金企业、火力发电厂和重型机械制造厂（图 1.1）等的一些车间，由于厂房跨度和柱距大、高度高、车间内设有工作繁忙和起重重量大的起重运输设备和有强大振动的生产设备，因而常必须采用由钢屋架、钢柱和钢吊车梁等组成的全钢结构。

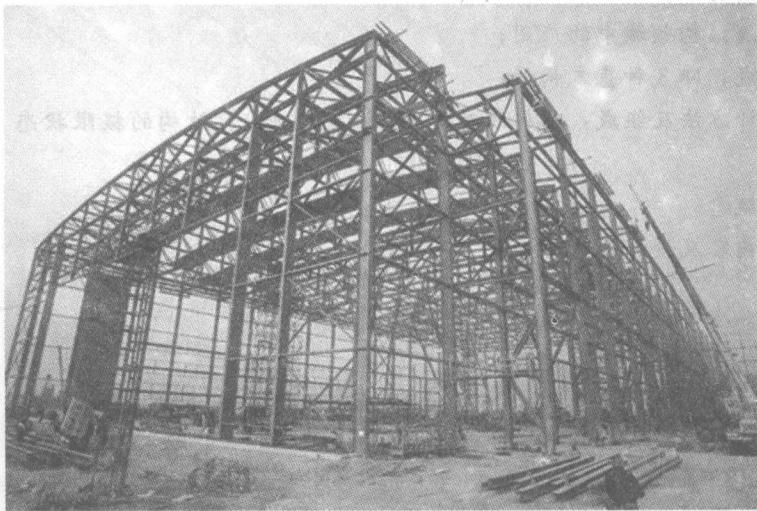


图 1.1 工业厂房

(2) 高层房屋钢结构。房屋高度越大，所受侧向水平荷载如风荷载及地震作用的影响也越大，所需柱截面也越大。采用钢结构可减小柱截面而增大建筑物的使用面积和提高房屋的抗震性能。根据 1990 年 11 月第四届国际高层建筑会议资料可知，当时已建成的世界最高 90 幢高层建筑中，采用钢结构的有 51 幢，采用钢-钢筋混凝土结构的 25 幢，采用钢筋混凝土结构的 14 幢；其中 80 层以

上(含80层)的共6幢,全是钢结构。我国改革开放以来,在北京、上海和深圳等地也建造了一批高层建筑。例如,1998年建成的上海金茂大厦,88层,高420.5 m;深圳市的地王大厦,标准层68层,楼顶面高325 m,塔尖处高384 m,这些都是为国人所知的。但由于全钢结构造价偏高,虽说它有许多优越性,但应用还不是很多,图1.2是一栋正在建设中的钢结构建筑。随着科技的发展,相信全钢结构的高层建筑在我国也必然会越来越多。

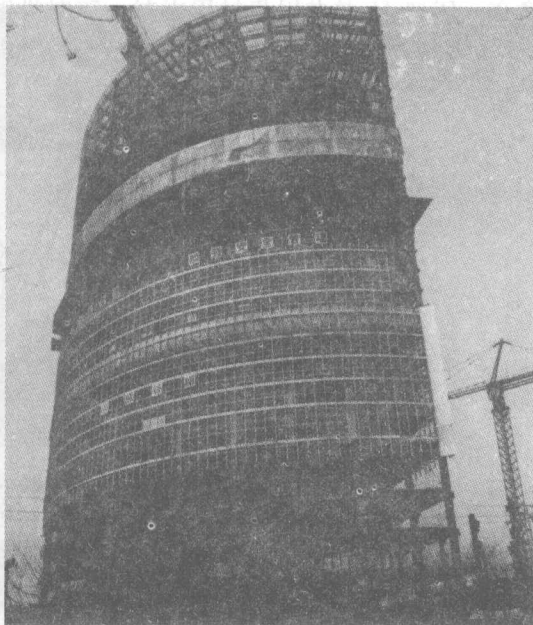


图 1.2 高层钢结构房屋

(3) 大跨度结构。由于受弯构件在均布荷载下的弯矩 M 与跨度 L 的平方成正比,当跨度增大到一定程度时,为了减轻结构的自重,也就需要采用自重较轻的钢结构。一般情况下,跨度等于或大于60 m的结构就称为大跨度结构。在我国主要应用于体育场馆、会展中心、演出场馆、飞机库、航空站和火力发电厂的大煤库等。结构形式包含网架、网壳、悬索结构和索膜结构等空间结构和桁架、刚架、拱等空间结构。新中国成立以来,特别是改革开放以来,国内已建造很多这种建筑,而且随着时间的进展,结构的规模越来越大,形式和技术要求越来越复杂。例如,最近建造的广州国际会议展览中心,其中心展览大厅钢结构屋盖就由30榀跨度为126.6 m的钢桁架组成,东西长448 m,建筑高度达40 m,规模之大可想而知。国家大剧院位于人民大会堂西侧,是2000年以来中国建设的大跨度空间结构的典型案例,其东西向长轴长度为212.20 m,南北向短轴长度为143.64 m,建筑物高度为46.285 m,如图1.3所示。

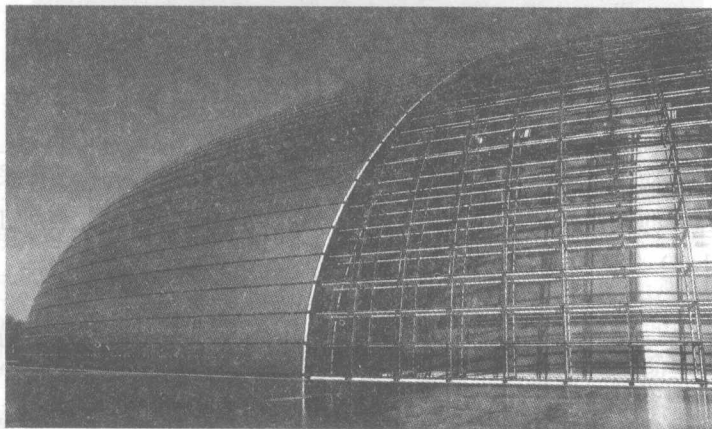


图 1.3 大跨钢结构

(4) 高耸结构。塔桅、电视塔(图 1.4)和烟囱等高耸结构同样由于风荷载和地震作用随高度的加大而加大,需要采用钢结构。同时,建造在软土地基上的高耸结构,为了减少地基处理费用,在一定高度时也宜采用钢结构。

(5) 因运输条件不利,或施工工期要求尽量缩短,或施工现场场地受到限制等原因也常需采用钢结构,如电力工业中的高压输电塔(图 1.5)等。

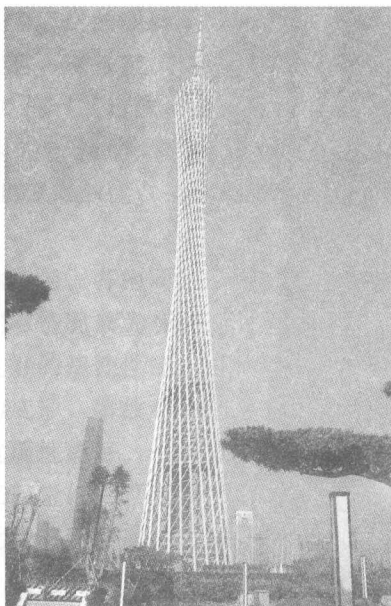


图 1.4 高耸结构

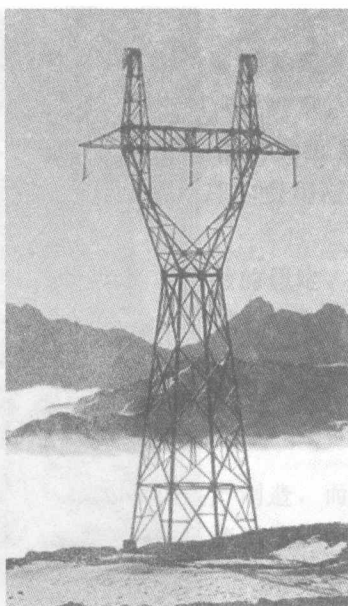


图 1.5 输电塔

(6) 密闭性要求较高的板壳结构,如高压容器、煤气柜、贮油罐(图 1.6)、高炉和高压输水管等。

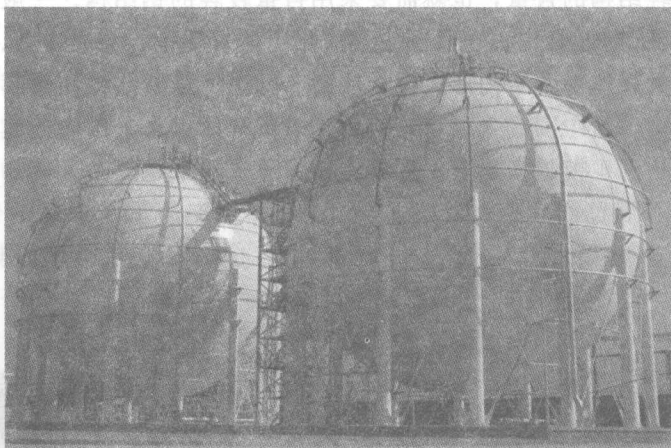


图 1.6 贮油罐

(7) 需经常装拆和移动的各类起重运输设备和钻探设备,如塔式起重机和采油井架等。

此外,如交通工程中的大跨桥梁结构(图 1.7)、水工结构中的闸门、各种工业设备的支架如锅炉支架、发射塔(图 1.8)等,也都需采用钢结构。

综上所述,可见钢结构在建筑业和其他各行各业都有广泛的应用。但在 20 世纪中叶新中国建立以后,由于当时钢材缺乏,一直采用限制使用钢结构的政策,我国建筑钢结构一直发展的缓慢,直到改革开放以后才得到改观,其中以大跨度空间钢结构和轻钢结构发展最快,其他各类钢结构的应用也得到了重视。轻钢结构是区别于传统的建筑钢结构的一种新型结构。改革开放以来,国外一些新的钢结构理念传入我国,镀锌薄板和彩色钢板等轻型屋面材料的生产工艺和生产流水线的引