

高等学校土木工程专业规划教材  
GAODENG XUOXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

# 钢结构 原理与设计

本教材编审委员会组织编写  
董军 曹平周 主编

高等学校土木工程专业规划教材  
钢结构原理与设计

中国建筑工业出版社

高等学校土木工程专业规划教材

# 钢结构原理与设计

本教材编审委员会组织编写

董 军 曹平周 主编

舒赣平 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构原理与设计/本教材编审委员会组织编写;  
董军, 曹平周主编. —北京: 中国建筑工业出版社,  
2008

(高等学校土木工程专业规划教材)

ISBN 978-7-112-09835-4

I. 钢… II. ①本…②董…③曹… III. ①钢结构-  
理论-高等学校-教材②钢结构-结构设计-高等学校-教  
材 IV. TU391.

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 011008 号

本书分为上下两篇。上篇为钢结构设计原理, 主要内容包括: 钢结构的材料、钢结构的连接、轴心受力构件、受弯构件、拉弯及压弯构件; 下篇为钢结构设计, 主要内容包括: 单层房屋钢结构、多层与高层房屋钢结构、网架结构、高耸钢结构。

本书内容全面, 结合实际, 可作为土木工程本科专业钢结构原理及设计及相关课程的教材使用, 也可供相关工程技术人员参考。

\* \* \*

责任编辑: 朱首明 李 明

责任设计: 赵明霞

责任校对: 孟 楠 安 东

高等学校土木工程专业规划教材

钢结构原理与设计

本教材编审委员会组织编写

董军 曹平周 主编

舒赣平 主审

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 31½ 插页: 1 字数: 768 千字

2008 年 4 月第一版 2008 年 4 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-09835-4

(16539)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 高等学校土木工程专业规划教材

## 编 审 委 员 会 名 单

顾 问： 宰金珉 何若全 周 氏

主任委员： 刘伟庆

副主任委员： 柳炳康 陈国兴 吴胜兴 艾 军 刘 平  
于安林

委 员： 孙伟民 曹平周 汪基伟 朱 伟 韩爱民  
董 军 陈忠汉 完海鹰 叶献国 曹大富  
韩静云 沈耀良 柳炳康 陈国兴 于安林  
艾 军 吴胜兴 王旭东 胡夏闽 吉伯海  
丰景春 张雪华

# 前 言

本书是“高等学校土木工程专业规划教材”之一，全书根据土木工程专业本科钢结构原理与设计教学要求编写，可供土木工程本科专业作为钢结构原理及设计课程的教材使用和相关工程技术人员参考。

全书共10章，分为上下两篇。上篇为钢结构设计原理，包括第1~6章。第1章绪论，简要介绍钢结构的特点、应用、发展现状及趋势、结构形式、破坏特征以及钢结构设计的基本方法；第2章钢结构的材料，介绍钢材的性能、钢结构对材料的要求、影响钢材性能的主要因素、钢材的疲劳、常用钢材的种类和规格；第3章钢结构的连接，介绍钢结构的连接方法、焊缝连接的计算与构造、焊接残余应力与变形、普通螺栓的连接与构造、高强度螺栓的连接与构造；第4章轴心受力构件，介绍轴心受力构件强度与刚度计算、轴心受压构件的整体稳定和局部稳定、轴心受压构件的设计；第5章受弯构件，介绍梁的强度、刚度、扭转、整体稳定、局部稳定和加劲肋设计、型钢梁及组合梁的设计、梁的连接与构造、吊车梁设计；第6章拉弯及压弯构件，介绍拉弯及压弯构件强度及刚度、整体稳定、局部稳定、截面设计和构造要求、梁与柱的连接及构件拼接、柱脚设计。下篇为钢结构设计，包括第7~10章。第7章单层房屋钢结构，首先介绍单层房屋钢结构的特点、结构型式、结构布置以及厂房结构设计步骤，然后分别详细介绍重型厂房结构设计和轻型门式刚架结构设计；第8章多层与高层房屋钢结构，介绍多层与高层房屋钢结构的体系与布置、内力分析与抗震抗风设计、构件与节点设计；第9章网架结构，介绍空间结构的分类和特点、网架结构的形式、选型、屋面构造，网架结构的内力计算、杆件及节点设计；第10章高耸钢结构，介绍高耸钢结构的特点及应用、塔桅钢结构荷载及作用计算、静力及动力计算方法、构件及节点设计。

本书内容安排是在编写教师多年的教学实践基础上经过集体深入讨论确定的，主要考虑钢结构课程的内在逻辑规律，遵循以学生为本、简明适用、可读性强的编写原则，突出原理，注重分析问题解决问题的思路；淡化规范具体条文，避免简单介绍规范条文的现象。为便于学生学习和复习巩固，每章开始设导读，章末设重要公式小结表，并列出了较多的思考题和习题。上篇原理部分按材料、连接、基本构件的顺序安排内容，实践证明便于学生理解掌握钢结构的基本原理。下篇设计部分选择了目前应用广泛的四类钢结构，其中三类为房屋建筑钢结构，一类为特种钢结构，以便学生通过学习能为投身我国蓬勃发展的钢结构事业建立宽广和坚实的基础。

本书由主编董军教授、曹平周教授拟定编写计划，经全体参编者讨论后分工编写。书中第1、10章由南京工业大学董军教授编写，第4、6章由河海大学曹平周教授编写，第5章由南京工业大学董军教授、江苏科技大学唐柏鉴博士编写；第7章7.1、7.2节由河海大学曹平周教授编写，7.3节由金陵科技学院李明慧教授编写，第2、9章由南京工业大学黄炳生教授编写，第3章由南京理工大学惠颖教授编写，第8章由江苏科技大学唐柏鉴博士、扬州大学司红云副教授编写，附表由南京工业大学董军教授编写。南京工业大学新

型钢结构研究所研究生刘明辉、宋玮、刘春光、李炳银参加了电子文档输入、校对、图片处理等工作。全书由董军教授统稿，东南大学舒赣平教授主审。

舒赣平教授在百忙中认真审阅了全书，提出了宝贵的修改意见。书中引用了较多的参考文献，主要的已在书末列出。特向主审舒赣平教授、所有本书引用文献的作者、参与工作的各位研究生致以衷心的感谢。

董军 曹平周  
2007年11月

# 目 录

## 上篇 钢结构设计原理

第1章 绪论 .....	2
1.1 钢结构的特点及应用 .....	2
1.2 我国钢结构的发展现状和趋势 .....	3
1.3 钢结构的主要形式及其分类 .....	6
1.4 钢结构破坏的主要形式 .....	11
1.5 钢结构设计的基本方法 .....	14
复习思考题 .....	19
第2章 钢结构的材料 .....	20
2.1 钢材的工作性能 .....	20
2.2 钢结构对材料性能的要求 .....	23
2.3 影响钢材主要性能的因素 .....	25
2.4 钢材的疲劳 .....	28
2.5 钢材的种类和规格 .....	32
本章重要公式小结表 .....	37
复习思考题 .....	37
第3章 钢结构的连接 .....	39
3.1 钢结构的连接方法 .....	39
3.2 焊接连接的特性 .....	40
3.3 对接焊缝的构造和计算 .....	48
3.4 角焊缝的构造和计算 .....	53
3.5 焊接残余应力和焊接残余变形 .....	67
3.6 普通螺栓连接的构造和计算 .....	73
3.7 高强度螺栓连接 .....	88
本章重要公式小结表 .....	97
复习思考题 .....	98
习 题 .....	99
第4章 轴心受力构件 .....	102
4.1 概述 .....	102
4.2 轴心受力构件的强度和刚度计算 .....	103
4.3 轴心受压构件的整体稳定 .....	106
4.4 轴心受压构件的局部稳定 .....	119
4.5 轴心受压构件设计 .....	125
本章重要公式小结表 .....	138
复习思考题 .....	139

习 题 .....	139
第 5 章 受弯构件 .....	141
5.1 钢梁的类型和应用 .....	141
5.2 梁的强度和刚度 .....	142
5.3 梁的扭转 .....	150
5.4 梁的整体稳定 .....	153
5.5 梁的局部稳定和腹板加劲肋的设计 .....	161
5.6 型钢梁的设计 .....	180
5.7 焊接组合梁的设计 .....	184
5.8 梁的连接与构造 .....	193
5.9 吊车梁的设计 .....	198
5.10 其他形式的梁 .....	208
本章重要公式小结表 .....	210
复习思考题 .....	211
习 题 .....	211
第 6 章 拉弯和压弯构件 .....	213
6.1 概述 .....	213
6.2 拉弯、压弯构件的强度和刚度计算 .....	215
6.3 压弯构件的整体稳定 .....	217
6.4 实腹式压弯构件的局部稳定 .....	227
6.5 压弯构件的截面设计和构造要求 .....	229
6.6 梁与柱的连接和构件的拼接 .....	235
6.7 柱脚设计 .....	239
本章重要公式小结表 .....	253
复习思考题 .....	255
习 题 .....	255

## 下篇 钢结构设计

第 7 章 单层房屋钢结构 .....	260
7.1 单层房屋钢结构概述 .....	260
7.2 重型厂房结构设计 .....	263
7.3 轻型门式刚架结构设计 .....	291
本章重要公式小结表 .....	316
复习思考题 .....	316
习 题 .....	317
第 8 章 多层与高层房屋钢结构 .....	318
8.1 体系与布置 .....	318
8.2 荷载及组合 .....	333
8.3 内力计算 .....	337
8.4 稳定验算及抗震抗风设计 .....	343
8.5 构件与节点设计 .....	350
本章重要公式小结表 .....	366



复习思考题 .....	367
习 题 .....	367
第 9 章 网架结构 .....	369
9.1 空间结构的分类和特点 .....	369
9.2 网架结构的形式与选型 .....	373
9.3 网架结构尺寸与屋面构造 .....	380
9.4 网架结构的内力计算 .....	382
9.5 网架结构的杆件设计 .....	389
9.6 网架结构的节点设计 .....	390
复习思考题 .....	399
习 题 .....	399
第 10 章 高耸钢结构 .....	400
10.1 高耸钢结构的特点及应用 .....	400
10.2 塔桅钢结构选型与构造 .....	401
10.3 塔桅钢结构荷载及作用计算 .....	419
10.4 塔桅钢结构静力及动力计算 .....	435
10.5 塔桅钢结构构件及节点设计 .....	444
10.6 工程实例 .....	456
本章重要公式小结表 .....	464
复习思考题 .....	465
习 题 .....	466
附录一 附表 .....	467
附表 1 常用结构钢材的强度设计值 .....	467
附表 2 疲劳计算的构件与连接分类 .....	467
附表 3 常用型钢规格和截面特性 .....	471
附表 4 焊缝的强度设计值 .....	489
附表 5 螺栓的强度设计值 .....	489
附表 6 螺栓的有效面积 .....	490
附表 7 轴心受压构件的稳定系数 .....	490
附表 8 H 型钢和等截面工字形简支梁的等效临界弯矩系数 $\beta_b$ .....	493
附表 9 轧制普通工字钢简支梁的整体稳定系数 $\varphi_b$ .....	493
附表 10 锚栓规格 .....	494
附表 11 框架柱的计算长度 .....	495
附录二 钢桁架详图 .....	插页
主要参考文献 .....	496

# 上篇 钢结构设计原理

# 第 1 章 绪 论

**本章导读：**钢结构是土木工程的主要结构形式之一，它在我国现代化建设中的地位日益突出。本章的主要内容为：介绍钢结构的主要特点和应用范围、我国钢结构的现状及发展趋势、钢结构的主要结构形式及其分类、钢结构的主要破坏形式和钢结构设计的基本方法。其中重点为钢结构的特点和设计方法，难点为钢结构的设计方法。通过本章学习，应对钢结构有初步了解，包括它的特点及应用范围、发展现状及趋势和基本设计方法，并由此激发起对钢结构的兴趣。

## 1.1 钢结构的特点及应用

钢结构是以钢材为主要材料制成的结构。当前土木工程中应用最广的是混凝土结构和钢结构，与混凝土结构相比，钢结构具有如下突出优点：

(1) 强度高，自重轻。虽然钢材的重度是混凝土的 3 倍多，但其强重比（强度与重度之比）要远高于混凝土，在相同承载力要求下，钢构件截面积小、重量轻。例如，在跨度和荷载相同的条件下，钢屋架重量仅为钢筋混凝土屋架的  $1/4 \sim 1/3$ 。

(2) 材性好，可靠性高。钢材由钢厂生产，质量控制严格，材质均匀性好，且有良好的塑性和韧性，比较符合理想的各向同性弹塑性材料假设，目前已有的计算理论能够较好地反映钢结构的实际工作性能，从而使钢结构设计可靠性高。

(3) 工业化程度高，工期短。钢结构以工厂制作为主，工业化程度高，精度高，质量好。采用工厂制造、工地安装的方法，施工质量好，工期短，且对环境的影响小。

(4) 密封性好。钢结构采用焊接连接后可以做到安全密封，能够满足高压容器、气柜、油罐以及高压管道等对气密性和水密性的高要求。

(5) 抗震性能好。钢结构由于自重轻，受到的地震作用较小；钢材具有较高的强度和较好的塑性和韧性，合理设计的钢结构具有很好的延性、很强的抗倒塌能力。国内外历次地震中，钢结构是损坏最轻的结构，是公认的抗震设防地区特别是强震区最合适的结构形式。

(6) 连接方便，改造容易，重复利用率高。钢结构安装、拆卸方便，便于结构改造，有很好的适应性，适用于移动性结构。钢结构报废拆除时，绝大部分钢材可以再次利用，对减轻环境损害节约资源有重要作用，钢材是公认的符合可持续发展要求的绿色建材。

由于以上特点，钢结构的应用范围极广，有些情况下无法用其他建筑材料的结构代替。普通钢结构在土木工程中主要应用在以下几方面：

(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等的一些车间，由于厂房跨度和柱距大、高度高、设有工作繁忙和起重量大的起重运输设备及有较大振动的生产设备，常采用由钢屋架、钢柱和钢吊车梁等组成的全钢结构。

(2) 高层、超高层房屋。房屋越高，所受侧向水平荷载如风荷载及地震作用的影响也越大。采用钢结构可减小柱截面，增大建筑物的使用面积，提高房屋抗震性能。

(3) 大跨度结构。由于受弯构件在均布荷载下的弯矩与跨度的平方成正比，当跨度增大到一定程度时，为减轻结构重量，采用自重较轻的钢结构具有突出的优势。

(4) 高耸结构。电视塔、输电线塔等高耸结构采用钢结构，可大大减少地基处理费用，降低运输费用，当施工现场场地受限时，便于施工组织。

(5) 密闭结构。密闭性要求较高的高压容器、煤气柜、贮油罐、高炉和高压输水管等，适合采用钢板壳结构。

(6) 拆移结构。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，大跨桥梁结构、水工结构中的闸门、各种工业设备的支架如锅炉支架等，也常采用钢结构。随着我国钢年产量超过 4 亿 t，除了上述传统采用钢结构的领域外，钢结构在高速公路、铁路、物流业等越来越多的行业得到了越来越广的应用。

钢结构也存在以下缺点：

(1) 耐腐蚀性差。钢材容易锈蚀，必须采用防腐涂料等表面防护措施，一般还需定期维护，导致防腐维护费用较高。

(2) 耐火性差。钢结构耐热性能好，但耐火性较差。温度 250℃ 以内时，钢材性质变化很小。当温度达到 300℃ 以上时，强度逐渐下降；温度达到 600℃ 左右时，强度几乎为零。而火灾中未加防护的钢结构温度可高达 800℃ 以上，一般只能维持 20min 左右。因此在有防火要求时，必须采取防火措施，如在钢结构外面包混凝土或其他防火材料，或在构件表面喷涂防火涂料等，这不仅增加造价，也影响外观和施工。

(3) 稳定问题较突出。由于钢材强度高，一般钢结构构件截面小、壁厚薄，因而在压力和弯矩等作用下存在构件甚至整个结构的稳定问题，必须在设计施工中给予足够重视。

(4) 价格相对较贵。由于钢材相对于混凝土材料价格较高，采用钢结构一次性结构造价会略有增加，在我国往往影响业主的选择。但上部结构造价占工程总投资的比例不大，如果综合考虑各种因素，尤其是工期优势，则钢结构具有良好的综合效益。

## 1.2 我国钢结构的发展现状和趋势

我国是世界上最早使用金属材料建造土木工程的国家。远在秦始皇时代（公元前二百年），就有了用铁建造的桥墩，以后在深山峡谷上建造铁链悬桥、铁塔等，这些表明我国古代建筑和冶金技术方面达到了较高水平。在近代，1927 年建成沈阳皇姑屯机车厂钢结构厂房，1931 年建成广州中山纪念堂钢结构圆屋顶，1937 年建成钱塘江大铁桥。新中国成立后，钢结构应用日益扩大，20 世纪 50 年代后，钢结构的设计、制造、安装水平有了很大提高，建成了大量钢结构工程，有些在规模上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 200m 高广州广播电视塔、210m 高上海广播电视塔、194m 高南京跨江线路塔、325m 高北京气象桅杆等，板壳结构中有效容积达 54000m<sup>3</sup> 的湿式储气柜等。

20 世纪 80 年代以后随着我国使用钢结构的政策调整，在北京、深圳、上海等地陆续兴建了一些高层钢结构，如北京的京城大厦（高 182m）、京广中心大厦（高 208m），深圳

的发展中心大厦（高 165m）、帝王商业大厦（高 325m），上海的金贸大厦（高 365m，图 1-1）、环球金融中心（高 492m，图 1-2）等。另外还建成了一些大跨空间结构，如天津体育馆网架（跨度 108m）、北京国家大剧院（212.4m × 143.6m，图 1-3）等。在轻型钢结构方面，彩涂钢板的屋面板和墙板的建造面积已达 1000 万 m<sup>2</sup> 以上，还有彩板拱形波纹屋面年建筑面积也达 100 万 m<sup>2</sup> 以上；轻钢结构多层房屋的发展空间也很大，我国每年有千万平方米的住宅投入使用，年用钢量达到 5 万 t。在桥梁结构方面，新建了特大跨度的西陵长江大桥（主跨跨度 900m）、江阴长江大桥（主跨跨度 1385m）、润扬长江大桥（主跨跨度 1490m，图 1-4）等。

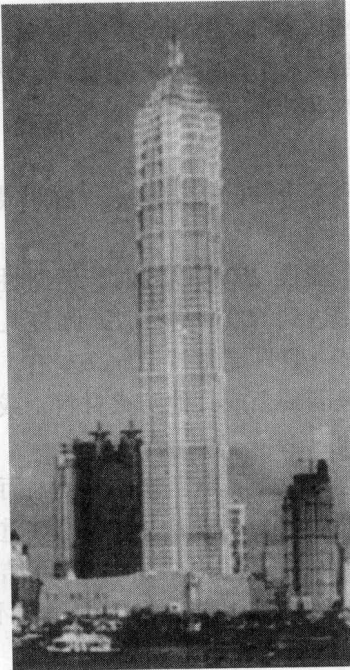


图 1-1 金贸大厦

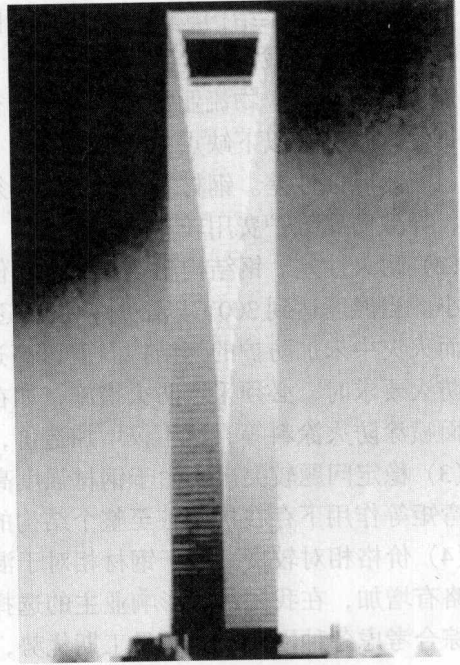


图 1-2 环球金融中心

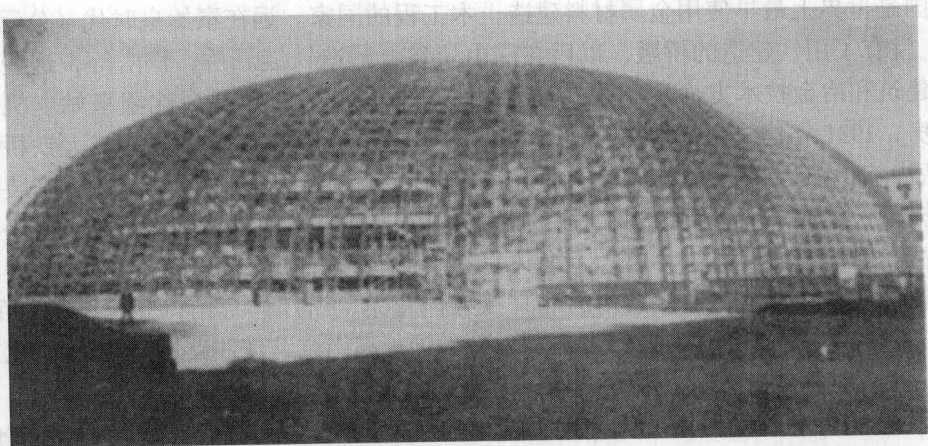


图 1-3 国家大剧院网壳

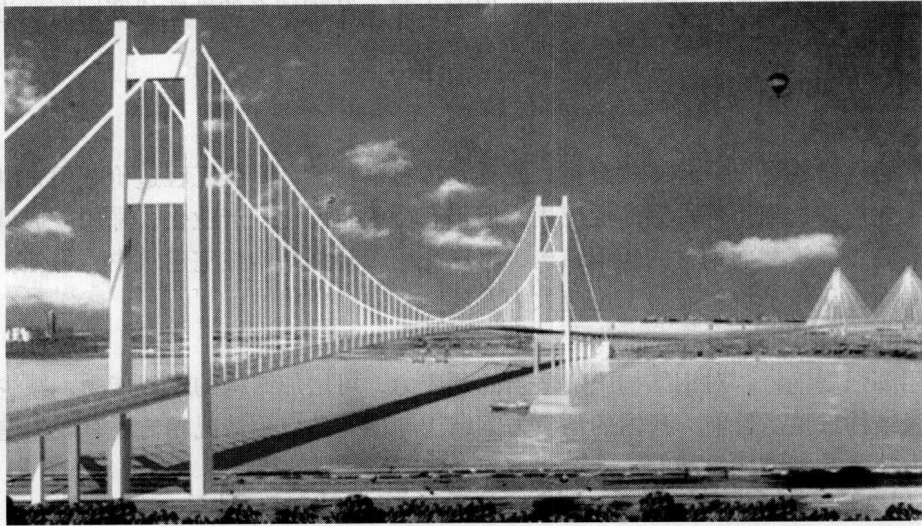


图 1-4 润扬长江大桥

这些钢结构的建成表明了我国钢结构发展的新趋势，主要体现在以下几个主要方面：采用新的高性能钢材、改进设计方法、开发新的结构形式和提高钢结构制造工业的技术水平。

### (1) 高性能钢材

#### 1) 高强度钢材

钢材的发展是钢结构发展的关键因素，应用高强度钢材，对大跨重型结构非常有利，可以有效减轻结构自重。我国颁布的《钢结构设计规范》GB 50017—2003 将 Q420 钢列为推荐钢种，Q460 钢已在国家体育场等工程成功应用。从发展趋势来看，强度更高的结构用钢将会不断出现，并用于工程实践。

#### 2) 冷成型钢

冷成型钢是指用薄钢板经冷轧形成各种截面形式的型钢。由于其壁薄，材料离心轴较普通型钢远，因此能有效地利用材料，节约钢材。冷成型钢的生产，近年来在我国已形成了一定的规模，壁厚不断增加，截面形式也越来越多样化。冷成型钢用于轻钢结构住宅，并达到产业化，将会使我国的住宅建筑出现一个新面貌。

#### 3) 耐火钢和耐候钢

随着钢结构广泛应用在各种领域，对钢材各种性能的要求不断提高，包括耐腐蚀和耐火性能等。我国目前对于这两种钢材的开发有了很大的进步。宝钢等钢铁公司生产的耐火钢，在 600℃ 时屈服强度下降幅度不大于其常温标准值的 1/3，和国外的耐火钢相当。

### (2) 改进设计方法

我国现行的《钢结构设计规范》GB 50017—2003 采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，并对原规范进行了改进。如对轴心受压构件的稳定计算增加了一条柱子曲线；对单轴对称截面绕对称轴失稳时改用换算长细比  $\lambda_{yz}$  代替  $\lambda_y$  来进行弯扭屈曲承载力计算；对承受静荷载的工字形截面组合梁，按考虑腹板屈曲后强度来计算梁的抗剪和抗弯承载力。在钢结构设计中某些问题上仍有待于进一步的改进和提高，如目前的设计方法使结构构件

的可靠度达到了预期的一致性和可比性，但对于整个结构体系的性能研究则需要进行更多的工作，对疲劳计算采用的仍然是容许应力幅法等等。

### (3) 开发新的结构形式

#### 1) 轻钢结构

发展轻钢结构可以减轻结构自重，充分发挥材料特性，降低工程造价。门式刚架钢结构已在工业厂房、超市等得到广泛应用，但仍有待于定型化、产业化；采用冷成型钢和压型钢板等高效经济截面钢材的轻钢结构，将广泛用于轻钢结构住宅建筑中；另外，彩板拱形波纹屋面由于经济价值显著，也应大力发展。

#### 2) 预应力钢结构

采用高强度钢材，对钢结构施加适当的预应力，可增加结构的承载能力，减少钢材用量和减轻结构重量。目前，我国的预应力钢结构与国外的应用情况相比还有较大差距，因此预应力技术是钢结构发展的一个重要方向。

#### 3) 组合结构

钢与混凝土组合结构是将两种不同性能的材料组合起来共同受力并发挥各自的长处，从而达到提高承载力和节约材料的目的。压型钢板组合楼盖已经在高层建筑中得到大量应用，压型钢板可以充当模板和受拉钢筋，不仅减小楼板厚度，还方便施工，缩短工期；钢与混凝土组合梁可以节约钢材 4% ~ 15%，减小梁高，节省空间；钢管混凝土柱具有很好的塑性和韧性，抗震性能好，而且其耐火性能优于钢柱，具有很好的发展前景。

#### 4) 大跨空间结构

大跨空间结构在我国已有较大发展，我国已兴建了大量各种类型的钢网架结构，属于空间结构体系，节约了大量钢材。今后除了改进设计方法外，还应积极研究开发更加省钢的新型空间结构，如将网架、悬索、拱等几种不同的结构结合在一起的杂交结构，是一种在建筑形式上新颖别致，受力非常合理的结构形式，是钢结构形式创新的一个方向。

### (4) 提高钢结构制造工业的技术水平

钢结构制造业正在趋向于机电一体化，国外发达国家的工业软件把切割、焊接技术和焊接标准集成在一起，既保证质量又节省劳动力。我国钢结构产业要有竞争力，必须增强技术水平，提高制造和安装质量。

## 1.3 钢结构的主要形式及其分类

普通钢结构主要由梁、柱等基本构件组成。根据其受力特点，可以分成拉索、拉杆、压杆、受弯构件、拉弯构件、压弯构件、拱和刚架等形式。有时钢构件还与混凝土组合在一起，形成组合构件，如钢管混凝土、型钢混凝土构件等。根据不同的需要，由基本构件可以组合成不同的结构形式，以充分发挥各自的作用。

钢结构应用范围广泛，为了能有效发挥钢材的性能，不同的工程结构采用的结构形式也不同。

### 1.3.1 用于房屋建筑的主要结构形式

#### (1) 单层工业厂房的结构形式

单层工业厂房通常是由一系列平面承重结构和支撑构件组成的空间体系（图 1-5）。在

这种结构形式中，外荷载主要由平面承重结构承担，纵向水平荷载由支撑承受和传递。平面承重结构又可采用多种形式，最常见的为横梁与柱刚接的刚架和横梁（桁架）与柱铰接的排架。

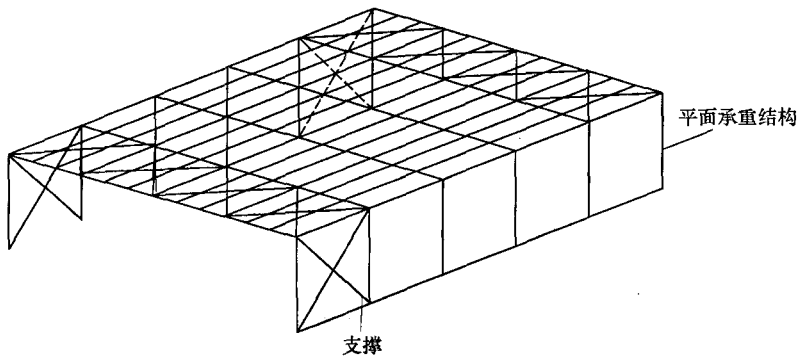


图 1-5 单层厂房常用结构形式

## (2) 大跨度单层房屋楼盖屋盖的结构形式

1) 平板网架。图 1-6 给出了两种双层平板网架。图 1-6 (a) 为由杆件形成的倒置四角锥组成；图 1-6 (b) 由三个方向交叉的桁架组成，这种结构形式已在单层工业房屋中得到广泛应用。

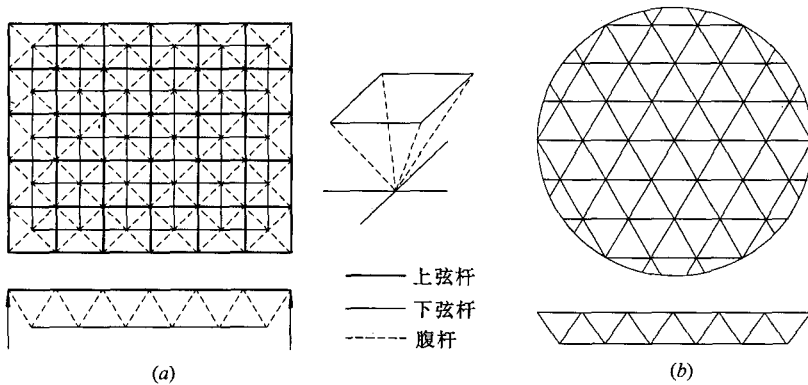


图 1-6 平板网架

2) 网壳。图 1-7 给出了常用的几种结构形式。图 1-7 (a) 为筒状网壳，也称筒壳，可以是单层或双层的，双层时一般由倒置四角锥组成。图 1-7 (b)、(c) 为球状网壳，也称球壳，无论是单层（图 1-7b）或双层（图 1-7c），其网格都可以有多种分格方式。

3) 空间桁架或空间刚架。上海浦东国际机场航站楼的屋盖就采用了这种体系，如图 1-8 所示。

4) 悬索。悬索结构是一种极为灵活的结构。图 1-9 (a) 和 (b) 为预应力双层悬索体系，图 1-9 (c) 和 (d) 为预应力鞍形索网体系。

5) 杂交结构。杂交结构是指不同结构形式组合在一起的结构。图 1-10 (a) 是拱与索网组合在一起，图 1-10 (b) 是拉索与平板网架组合在一起的斜拉网架。



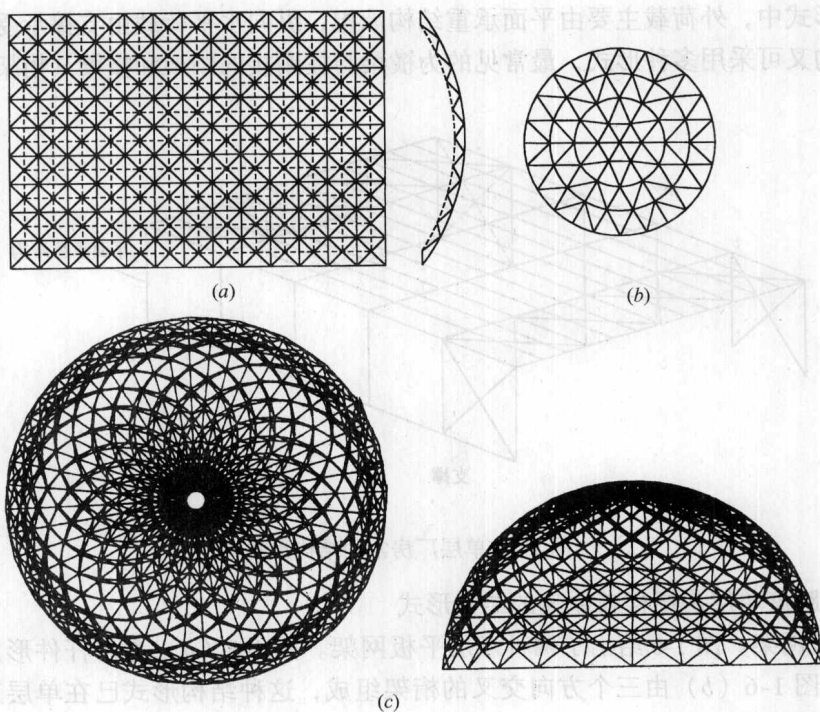


图 1-7 网壳



图 1-8 上海浦东国际机场航站楼

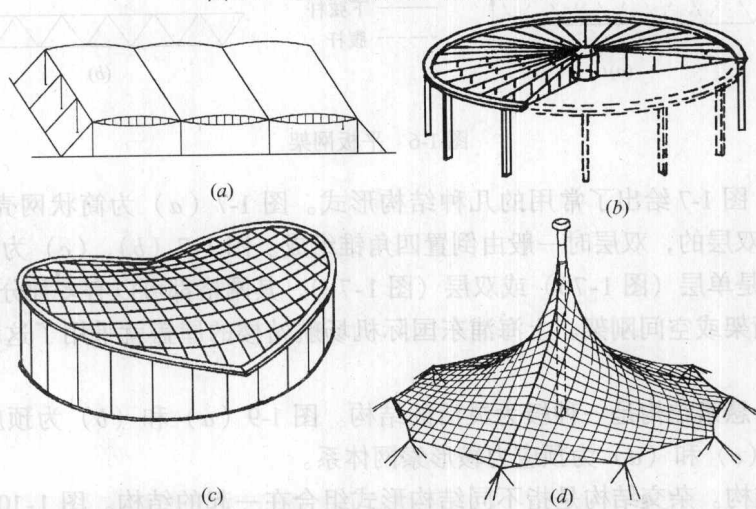


图 1-9 悬索结构