

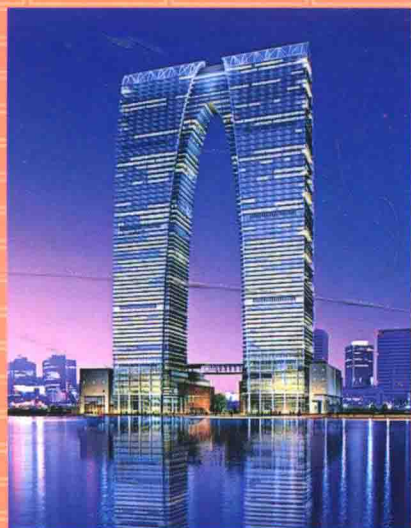


浙江省高校“十一五”
重点建设教材

高职高专建筑工程技术专业综合实训系列教材

向芳 主编

钢结构制造与安装



科学出版社

浙江省高校“十一五”重点建设教材
高职高专建筑工程技术专业综合实训系列教材

钢结构制造与安装

向 芳 主编

赵海凤 王 琳 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为建筑工程技术专业钢结构建造技术技能实训教材,根据《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)编写。本书共10个单元,内容包括建筑钢结构的应用、建筑钢材的选用、钢结构焊接连接施工、钢结构螺栓连接施工、钢结构加工制作、轻钢厂房安装、高层钢结构安装、网架结构工程安装、钢结构涂装工程施工、压型金属板工程。

本书可作为高等职业教育建筑工程技术专业钢结构制造技术教学与实训用书,也可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构制造与安装 / 向芳主编. —北京: 科学出版社, 2013
(浙江省高校“十一五”重点建设教材·高职高专建筑工程技术专业综合实训系列教材)
ISBN 978-7-03-037428-8

I. ①钢… II. ①向… III. ①钢结构-结构构件-制作②钢结构-建筑安装 IV. ①TU391②TU758.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第093856号

责任编辑: 何舒民 李 欣 / 责任校对: 王万红
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 美光制版有限公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年11月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013年11月第一次印刷 印张: 14

字数: 245 000

定价: 34.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137154 (VA03)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

浙江省高校“十一五”重点建设教材
高职高专建筑工程技术专业综合实训系列教材
编写指导委员会

- 顾问：**郑文忠 教授，博导，教育部长江学者特聘教授
哈尔滨工业大学土木工程学院副院长
- 金 睿 教授级高级工程师，浙江省建工集团有限责任公司总工程师
- 主任：**丁夏君 教授级高级工程师，浙江建设职业技术学院院长
浙江省高职高专教育建设水利类专业教学指导委员会主任委员
- 副主任：**刘俊龙 教授，浙江建设职业技术学院建筑工程系主任
浙江省高职高专教育建设水利类专业教学指导委员会秘书长
- 项建国 教授，浙江建设职业技术学院
建筑工程技术专业省级带头人
- 委员：**（以姓氏笔画为序）
- 马景善 教授，浙江同济科技职业学院
- 王建华 副教授，浙江同济科技职业学院教务处处长
- 李小敏 副教授，浙江工业职业技术学院建筑工程学院副院长
- 朱兆平 副教授，浙江同济科技职业学院建筑系主任
- 向 芳 讲师，浙江建设职业技术学院
- 刘学应 教授，浙江水利水电专科学校
- 束 炜 高级工程师，浙江杭萧钢构股份有限公司
- 沙 玲 副教授，浙江建设职业技术学院建筑工程系副主任
- 周向阳 副教授，台州职业技术学院建筑工程学院院长
- 周晓龙 副教授，杭州科技职业技术学院城市建设学院副院长
- 钟振宇 教授，浙江工业职业技术学院建筑工程学院院长
- 高 健 教授，浙江水利水电专科学校市政工程系副主任
- 蔡 敏 教授，浙江水利水电专科学校建筑工程系主任
- 颜传法 高级工程师，台州职业技术学院建筑工程学院党总支书记
- 秘书长：**黄永焱 助理研究员，浙江建设职业技术学院

序

推进普通高校教材建设,及时更新教学内容,确保高质量教材进课堂,提高人才培养水平和质量,是教育部以及地方各级教育行政部门提高高校办学质量的一个重要抓手。浙江省教育厅于2009年启动了新一轮省重点教材建设工作,浙江省高职高专教育建设水利类专业教学指导委员会组织编写的“高职高专建筑工程技术专业综合实训系列教材”作为高职高专重点建设系列教材之一,列入了此项重点教材建设工作。经过近3年持续不断地调研、课程改革以及教学实践的探索,这套系列教材在参与人员的共同努力下正式出版了。

浙江省高职高专教育建设水利类专业教学指导委员会充分发挥研究、咨询、指导、服务等功能,在推动浙江省高职高专建设类专业内涵发展,提升人才培养质量方面进行了积极的探索和实践,特别是在专业人才培养模式的研究和实践方面取得了成效。目前,浙江省内建筑工程技术专业均采用了三段式人才培养模式,创设了综合实训教学阶段,通过学生自主综合运用专业知识和技能解决具有一定技术复杂性的实训任务,提升其实践能力,为学生进行工程实践打下良好的基础。

建筑工程技术专业综合实训教学阶段,在教学目的、教学内容、教学手段、教学组织等方面具有鲜明的特色,对所使用的教材也提出了新的要求。浙江省高职高专教育建设水利类专业教学指导委员会组织浙江建设职业技术学院、浙江水利水电专科学校、浙江工业职业技术学院、浙江同济科技职业学院和台州职业技术学院等高职院校,协调各校之间在建筑工程技术专业综合实训教学阶段开展的不同实训任务共同编写了《建筑专项施工方案编制》、《建筑施工工艺实训》、《建筑工程资料管理》、《建筑工程质量管理实务》、《建筑施工现场组织与管理》和《钢结构制造与安装》综合实训系列教材共六种。

该系列教材以职业活动为导向,以能力培养为重点,以项目任务为载体,以学生为主体,融教、学、做为一体,用于指导学生在综合实训阶段的实践教



学活动。在内容的选择上以工程项目为基础,通过工程训练项目引入,学生主动参与完成“做中学”,调动学生学习的积极性和主动性,鼓励学生独立思考,引导学生运用已经掌握知识和技能,拓展、提高、深化,形成新的专业能力,培养学生的创新意识,最大限度地发挥学生的潜能,促进学生形成专业综合能力。

“高职高专建筑工程技术专业综合实训系列教材”的正式编写出版,是浙江省高职高专教育建设水利类专业教学指导委员会发展中取得的又一项标志性成果,综合实训系列教材的出版必将推动建筑工程技术专业综合实训教学环节教学质量的提升,进而推动建筑工程技术专业人才培养质量的提高。

丁夏君

浙江省高职高专教育建设水利类专业教学指导委员会主任委员

浙江建设职业技术学院院长

2012年12月

前言

本书是高职高专建筑工程技术专业钢结构制造技术技能实训教材。全书以提高学生的职业实践能力和职业素质为宗旨,以钢结构制造及安装为主线进行编写。实训内容贴近钢结构工程实际,包括建筑钢结构的应用、建筑钢材的选用、钢结构焊接连接施工、钢结构螺栓连接施工、钢结构加工制作、轻钢厂房安装、高层钢结构安装、网架结构工程安装、钢结构涂装工程施工、压型金属板工程,实训内容具有较高的可操作性和一定的实用价值。

本书在内容安排上有如下特点:

在编写结构上,以职业能力为目标,构建基于工作任务和工作过程的课程内容体系。全书划分为10个单元,每个单元以岗位任务和工作过程为线索,以任务实施为导向作为编写思想,突破了传统的以理论知识为线索的编写思路。

本书体现以学生为主体的教学思想和实践教育思想,注重理论与实践相结合,立足把实训操作过程与理论学习融为一体。本书通过整合职业岗位工作任务中涉及的专业知识与技能,让学生在真实的岗位工作情境中来完成实际工作任务,并通过实训、真实工作场景的体验,满足企业实际岗位的需求。

全书内容充实,对于工作任务的完成,其操作步骤表述细致全面。通过实训操作模拟实际工作岗位,使学生在实际工作中锻炼动手能力,锻炼能够独立完成企业实际工作任务的能力,为今后的就业打下坚实的基础。

本书单元1、单元2、单元5由浙江建设职业技术学院赵海凤编写,单元3由杭州建工集团有限责任公司詹根华高级工程师编写,单元4、单元6、单元9由浙江建设职业技术学院向芳编写,单元7、单元8、单元10由浙江建设职业技术学院王琳编写,向芳负责统稿。全书由浙江建设职业技术学院项建国教授主审。

由于编者水平有限,书中疏漏及不足之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见,以便进一步补充和完善。

目 录

序

前言

单元 1 建筑钢结构的应用

任务1.1 认识钢结构基本形式及选型	2
1.1.1 钢结构基本形式	2
1.1.2 钢结构的选型	4
1.1.3 钢结构特点	4
任务1.2 认识钢结构的应用	5
1.2.1 大跨度结构	5
1.2.2 高层、超高层建筑	5
1.2.3 工业建筑	6
1.2.4 轻钢结构	6
1.2.5 高耸结构	7
1.2.6 可拆卸或移动的结构	7
1.2.7 高压容器和大直径管道	7
1.2.8 抗震要求高的结构	7
1.2.9 特种结构	8

单元 2 建筑钢材的选用

任务2.1 了解和识别建筑钢材的种类和规格	12
2.1.1 建筑钢材的种类	12
2.1.2 建筑钢材的牌号	13

2.1.3 钢材性能及其影响因素	15
2.1.4 建筑钢材品种及规格	19
任务2.2 钢材的进场验收	24
2.2.1 进场验收要求	24
2.2.2 进场验收标准	26
2.2.3 实践训练：热轧H型钢进场验收	27

单元 3 钢结构焊接连接施工

任务3.1 手工电弧焊	34
3.1.1 手工电弧焊的基本原理及其设备与焊接材料	34
3.1.2 手工电弧焊焊接方法	39
3.1.3 实践训练：手工电弧焊焊接	42
任务3.2 埋弧焊	44
3.2.1 埋弧焊的基本原理及其设备与焊接材料	44
3.2.2 埋弧焊焊接方法	49
3.2.3 实践训练：埋弧焊焊接	50
任务3.3 CO ₂ 气体保护焊	52
3.3.1 CO ₂ 气体保护焊的基本原理及其设备	53
3.3.2 CO ₂ 气体保护焊方法	57
3.3.3 实践训练：CO ₂ 气体保护焊焊接	58
任务3.4 焊接质量检验	60
3.4.1 焊前检验	60
3.4.2 焊接的中间检验	61
3.4.3 焊后的成品检验	61
3.4.4 实践训练：焊缝外观质量检验	68

单元 4 钢结构螺栓连接施工

任务4.1 普通螺栓连接施工	70
4.1.1 普通螺栓连接类型与性能	70
4.1.2 实践训练：普通螺栓连接的施工及质量验收	71
任务4.2 高强螺栓连接施工	75
4.2.1 高强度螺栓	75
4.2.2 高强螺栓连接的施工准备	76
4.2.3 实践训练：高强度螺栓连接的施工	79

5

任务5.1	钢构件加工施工前的准备	86
5.1.1	钢材的储存与连接材料的准备	86
5.1.2	会审图纸、节点构造细化	88
任务5.2	钢结构加工制作	89
5.2.1	编制加工工艺流程	89
5.2.2	按照加工工艺及质量标准进行施工	90
5.2.3	成品保护	97
5.2.4	实践训练:焊接H型钢的放样与下料	98

6

任务6.1	轻型钢结构安装准备工作	104
6.1.1	技术准备	104
6.1.2	资源准备	105
6.1.3	现场准备	106
任务6.2	钢柱安装	110
6.2.1	放线	110
6.2.2	钢柱的吊装	110
任务6.3	吊车梁及屋面梁的安装	115
6.3.1	吊装	115
6.3.2	吊车梁校正	116
6.3.3	最后固定	117
6.3.4	钢吊车梁安装的允许偏差	117
6.3.5	梁的安装	118
任务6.4	次结构及维护系统的安装	119
6.4.1	轻钢厂房安装质量控制	119
6.4.2	维护系统安装	120

任务7.1	认识高层钢结构安装用起重设备	124
7.1.1	塔式起重机的基本类型及工作原理	124
7.1.2	塔式起重机的安装、拆卸及爬升	127
任务7.2	高层钢结构的安装施工	131
7.2.1	高层钢结构安装的施工准备	131

7.2.2 钢柱的安装	136
7.2.3 钢梁的安装	138
7.2.4 构件间连接	139
7.2.5 实践训练：压型钢板施工	139

单元 8 网架结构工程安装

任务8.1 钢网架节点加工与制作	144
8.1.1 钢网架节点的基本构造形式	144
8.1.2 实践训练：节点的制作	146
任务8.2 钢网架杆件布置	150
8.2.1 钢网架的基本结构形式	150
8.2.2 实践训练：网架结构杆件布置	153
任务8.3 钢网架拼装	156
8.3.1 钢网架拼装作业条件与拼装顺序	156
8.3.2 实践训练：钢网架拼装施工	156
任务8.4 钢网架安装	160
8.4.1 实践训练：钢网架绑扎	160
8.4.2 钢网架吊装	160
8.4.3 网架空中移位	162
8.4.4 网架分条分块安装	162
8.4.5 网架高空散装	164
8.4.6 网架高空滑移安装	165
8.4.7 网架提升法安装	167
8.4.8 网架顶升安装	168

单元 9 钢结构涂装工程施工

任务9.1 防腐涂装	174
9.1.1 防腐涂料与涂装机具	175
9.1.2 实践训练：防腐涂装的施工	177
任务9.2 防火涂装	184
9.2.1 防火涂装的材料及选用	184
9.2.2 防火涂装质量验收	186
9.2.3 实践训练：防火涂装施工	187

单元

主要参考文献 207

建筑钢结构的应用

单元概述 依据建筑钢结构和钢材的实际应用情况，通过钢结构特点介绍，学生在教师指导下掌握各种钢结构体系的特点。

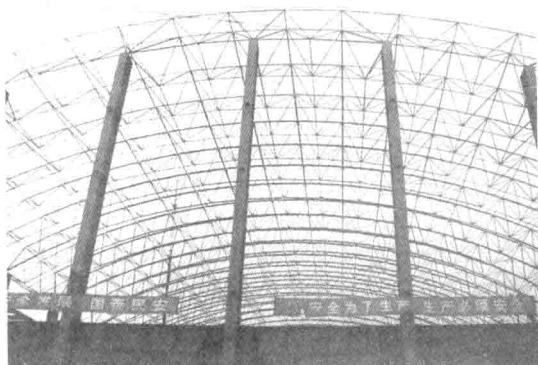
能力目标 根据《钢结构设计规范》（GB 50017—2003）和《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205—2001），能够根据工程特点选择合适的钢结构体系。

训练场景 所需资料：施工图、施工合同及相关规范标准。所需硬件：施工现场办公室或者学院实务模拟室（每个学生应该具有独立的电脑，且具有上网查资料的功能）。

规范标准

1. 《钢结构设计规范》（GB 50017—2003）。
2. 《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205—2001）。

钢结构是各类工程结构中应用比较广泛的一种建筑结构，按照使用功能及结构组成方式的不同，钢结构主要分为厂房类钢结构、多高层钢结构、超高层钢结构、桥梁类钢结构、海上采油平台钢结构及卫星发射钢塔架等。随着设计技术和施工技术的发展，多高层钢结构、超高层钢结构的应用越来越广泛。





任务

1.1

认识钢结构基本形式及选型

【任务描述】 认识钢结构；了解钢结构及其特点；掌握钢结构基本形式及其基本特点；了解钢结构的发展史；了解《钢结构设计规范》（GB 50017—2003）。

【流程】 了解钢结构的历史与现状→掌握钢结构的基本结构、特点→了解钢结构的应用→了解《钢结构设计规范》（GB 50017—2003）。

【思考】 钢结构的特点是什么？

【回答问题】 1. 钢结构的基本形式有哪几种？
2. 列举两座重要的钢结构高层、超高层建筑，两座著名钢结构大桥。

1.1.1 钢结构基本形式

1. 门式刚架轻型结构

门式刚架轻型结构体系是近年来在钢结构建筑中应用很广泛的结构形式。它是用等截面或变截面H型钢作为梁柱，以冷弯薄壁型钢作檩条、墙梁，以彩钢板作为屋面板和墙面板，以现场采用焊接或螺栓拼接的门式钢架为主要承重结构，再配以零件、扣件等形成的建筑体系，即为门式刚架轻型结构体系。单层厂房结构是较常见的门式轻型刚架结构，如图1.1所示。

门式刚架轻型结构体系的特点：



图1.1 单层厂房结构

优点 工期短、造价低、施工容易，构件可批量生产。

缺点 隔音差，围护结构容易漏水，寿命短，保温效果差。

2. 钢框架结构

钢框架结构是指由钢梁和钢柱以刚接或铰接而成，构成承重体系的结构，即由钢梁和钢柱组成框架来共同抵抗使用过程中出现的水平荷载和竖向荷载，如图1.2所示。钢结构住宅体系是国内比较常见的

钢框架结构形式。

钢框架结构体系的特点：

优点 质量轻、强度高，用钢量为钢筋混凝土框架结构的一半左右，可以满足大开间需要，使用面积比混凝土框架结构高 5% 左右；安全可靠，抗震、抗风性能好；构件在工厂制作，现场作业少、工期短，符合产业化要求。

缺点 部分柱子截面尺寸过大，会凸出墙外，影响美观。

3. 钢网架结构

网架结构是由很多杆件通过节点，并按照一定规律组成的空间杆系结构。网架结构根据外形可分为平板网架和曲面网架。通常情况下，平板网架称为网架；曲面网架称为网壳，如图 1.3 和图 1.4 所示。

钢网架结构设计理论经过多年的研究和大量实践，已经比较成熟。钢网架结构常用作体育馆、展览厅、影剧院、飞机库、候车厅、双向大柱距车间等建筑的屋盖。

钢网架结构体系的特点：

优点 三维受力，网架能承受各方向的作用；杆件协同工作，整体性和抗震性好，空间刚度大；在节点荷载作用下，能充分发挥材料的强度；支座构造较为简单，受力合理，建筑外形美观。

缺点 汇交于节点上的杆件数量较多，杆件和节点的加工精度要求较高，加工难度大。

4. 桁架结构

桁架指的是桁架梁，是格构化的一种梁式结构。桁架结构常用于大跨度的厂房、展览馆、体育馆和桥梁等公共建筑中。桁架结构中的杆件均在节点处采用焊接连接。与网架结构相比，其杆件较少，节点美观，不会出现较大的球节点。利用大跨度空间管桁架结构，可以建造出各种体态

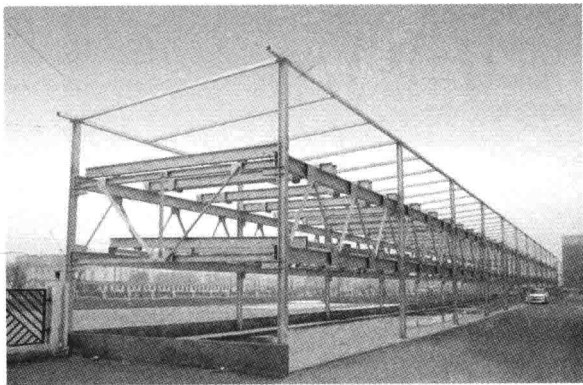


图1.2 钢框架结构

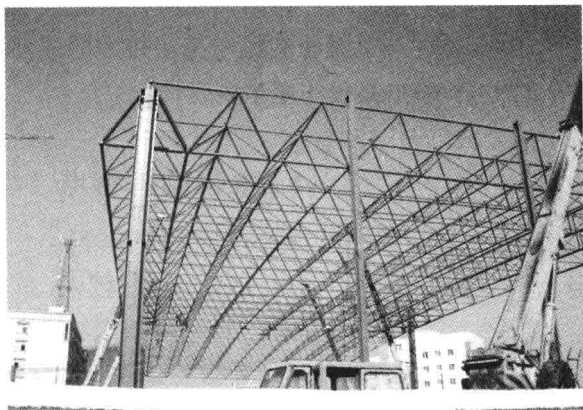


图1.3 平面网架结构

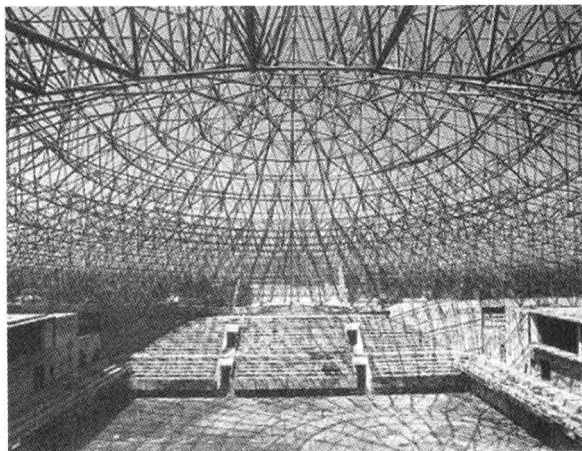


图1.4 曲面网架结构

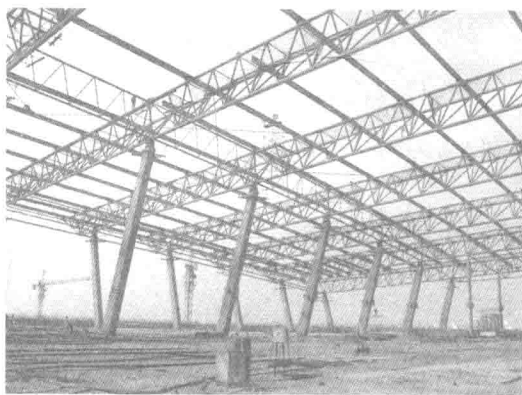


图1.5 桁架结构

轻盈的大跨度结构，图 1.5 为正在建的钢桁架厂房。

桁架结构体系的特点：

优点 轻巧、灵活、安全可靠，可随意组合，拆装方便、外形美观、结构灵活；刚度大、跨度大、造型宏伟等。

缺点 桁架结构的横向刚度较差。

1.1.2 钢结构的选型

在钢结构选型设计的过程中应强调“概念设计”，它在结构选型与布置阶段尤其重要。对难以得到精确理性分析或规范未规定的问题，可依据整体结构体系与分体系之间的力学关系、破坏机理、震害、试验现象和工程经验所获得的设计思想，从全局的角度来确定控制结构的布置及细部构造。钢结构选型时，主要考虑它们结构的特点。

钢结构通常有框架、平面（桁）架、网架（壳）、轻钢、塔桅等结构形式。随着实践与施工技术的成熟，结构形式越来越多，网架（壳）、索膜结构使用越来越普遍。

1.1.3 钢结构特点

钢结构的特点如下：

- 1) 钢材的重量较轻，抗拉、抗压及抗剪强度相对较高，适用于跨度大、高度大、承载大的结构，也适用于抗地震、可移动、易装拆的结构。
- 2) 钢材的塑性和韧性较高，可靠性好，不会因偶然超载或局部超载而发生断裂。
- 3) 钢结构的密封性好，适宜气密性及水密性要求较高的高压容器、大型油库、输送管道等的建造。
- 4) 钢结构制作简便，施工工期短，可降低投资成本。
- 5) 钢构件面积小，相应建筑物的使用面积大，增大了建筑物的使用价值和经济效益。
- 6) 钢结构耐腐蚀性差，应采取防护措施。钢材在潮湿的环境中易腐蚀，需进行防腐蚀处理，并要经常进行维护，所以会增加投资成本。
- 7) 钢结构耐火性差。钢材耐热而不耐高温，随着温度的升高，钢结构的强度会降低，故应在钢结构表面喷涂防火材料。《钢结构设计规范》（GB 50017—2003）明确规定，当温度环境达到 150℃ 及以上温度时钢结构必须围护。

任务

1.2

认识钢结构的应用

【任务描述】 了解钢结构体系的实际应用，能够根据工程特点选择合适的钢结构体系；了解《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205—2001）。

【流程】 学习钢结构的应用——>了解如何根据工程特点选择合适的钢结构体系——>了解《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205—2001）。

【回答问题】 1. 简述目前我国工业与民用建筑中，钢结构的应用范围。
2. 你最喜欢的钢结构建筑有哪些？

钢结构的应用范围除须根据钢结构的特点作出合理选择外，还须结合我国国情，针对具体情况进行综合考虑。目前钢结构在我国工业与民用建筑中的应用大致有如下几种结构。

1.2.1 大跨度结构

大跨度结构建筑是横向跨越30m以上空间的各类结构形式的建筑。大跨度结构多用于民用建筑中的体育馆、影剧院、大会堂、展览馆、航空港候机大厅及其他大型公共建筑、工业建筑中的大跨度厂房、飞机装配车间和大型仓库等，图1.6所示为大跨度网架结构。

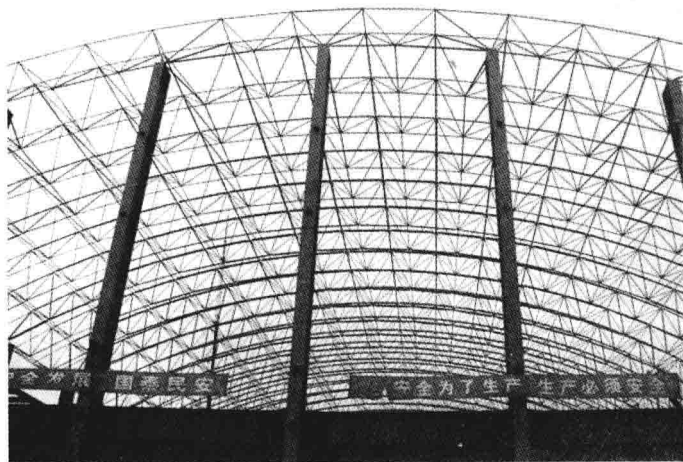


图1.6 大跨度网架结构

1.2.2 高层、超高层建筑

高层、超高层建筑是指超过一定高度和层数的多层建筑。国内规定超过10层的住宅建筑和超过24m高的其他民用建筑为高层建筑。当建筑高度超过100m时，称为超高层建筑。

如深圳的地王商业大厦（总高368m）和上海金茂大厦（总高420.5m）都属于超高层钢结构建筑，如图1.7和图1.8所示。