

高等学校土木建筑专业

|应用型本科系列规划教材|

钢结构 原理

王若林 ◎ 主编

G A N G J I E G O U
Y U A N L I



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高等学校土木建筑专业应用型本科系列规划教材

钢结构原理

主 编 王若林
主 审 李 治

东南大学出版社
· 南京 ·

内 容 提 要

本书的主要内容有:1. 钢结构的优缺点及发展现状和趋势;2. 结构钢的力学性能及影响因素、钢结构疲劳破坏、常用结构钢种类及规格;3. 钢结构连接设计计算、焊接残余应力和变形及改善方法;4. 受弯构件的强度、稳定性设计计算;5. 轴心受压和压弯构件的设计计算;6. 高强度钢及其在现代结构中的应用。

本书引入最新的钢材料工程理论,对钢结构工作的力学原理及结构工作原理深入讲述,并对最新的高强度钢材、不锈钢、铝合金钢在结构中的最新发展和应用进行了介绍,对传统的本科《钢结构原理》教材进行了补充讲述。

本书揭示结构钢材材料本构组成对结构工作性能的影响,使本科相关专业学生对材料工程在钢结构中的性能和应用及未来发展有更为明晰的理解。

本书适合对象为土木工程、水利水电工程、力学专业本科生以及结构工程师。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构原理 / 王若林主编. — 南京:东南大学出版社, 2016.8

ISBN 978-7-5641-6716-5

I. ①钢… II. ①王… III. ①钢结构—理论
IV. ①TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 213293 号

钢结构原理

出版发行:东南大学出版社

社 址:南京市四牌楼 2 号 邮编:210096

出 版 人:江建中

责任编辑:史建农 戴坚敏

网 址:<http://www.seupress.com>

电子邮箱:press@seupress.com

经 销:全国各地新华书店

印 刷:大丰市科星印刷有限责任公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:19.75

字 数:506 千字

版 次:2016 年 8 月第 1 版

印 次:2016 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5641-6716-5

印 数:1—3 000 册

定 价:49.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830

高等学校土木建筑专业应用型本科系列 规划教材编审委员会

名誉主任 吕志涛

主任 蓝宗建

副主任 (以拼音为序)

陈蓓 陈斌 方达宪 汤 鸿

夏军武 肖 鹏 宗 兰 张三柱

秘书长 戴坚敏

委员 (以拼音为序)

戴望炎 董 祥 郭贯成 胡伍生

黄炳生 黄春霞 贾仁甫 李 果

李幽铮 廖东斌 刘 桐 刘殿华

刘子彤 龙帮云 吕恒林 陶 阳

单法明 王照宇 徐德良 殷为民

于习法 余丽武 喻 骁 张靖静

张敏莉 张伟郁 赵 玲 赵冰华

赵才其 赵庆华 郑廷银 周 佶

周桂云

总前言

国家颁布的《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》指出,要“适应国家和区域经济社会发展需要,不断优化高等教育结构,重点扩大应用型、复合型、技能型人才培养规模”;“学生适应社会和就业创业能力不强,创新型、实用型、复合型人才紧缺”。为了更好地适应我国高等教育的改革和发展,满足高等学校对应用型人才的培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等的要求,东南大学出版社携手国内部分高等院校组建土木建筑专业应用型本科系列规划教材编审委员会。大家认为,目前适用于应用型人才培养的优秀教材还较少,大部分国家级教材对于培养应用型人才的院校来说起点偏高、难度偏大、内容偏多,且结合工程实践的内容往往偏少。因此,组织一批学术水平较高、实践能力较强、培养应用型人才的教学经验丰富的教师,编写出一套适用于应用型人才培养的教材是十分必要的,这将有力地促进应用型本科教学质量的提高。

经编审委员会商讨,对教材的编写达成如下共识:

一、**体例要新颖活泼。**学习和借鉴优秀教材特别是国外精品教材的写作思路、写作方法以及章节安排,摒弃传统工科教材知识点设置按部就班、理论讲解枯燥乏味的弊端,以清新活泼的风格抓住学生的兴趣点,让教材为学生所用,使学生对教材不会产生畏难情绪。

二、**人文知识与科技知识渗透。**在教材编写中参考一些人文历史和科技知识,进行一些浅显易懂的类比,使教材更具可读性,改变工科教材艰深古板的面貌。

三、**以学生为本。**在教材编写过程中,“注重学思结合,注重知行统一,注重因材施教”,充分考虑大学生人才就业市场的发展变化,努力站在学生的角度思考问题,考虑学生对教材的感受,考虑学生的学习动力,力求做到教材贴合学生实际,受教师和学生欢迎。同时,考虑到学生考取相关资格证书的需要,教材中还结合各类职业资格考试编写了相关习题。

四、理论讲解要简明扼要,文例突出应用。在编写过程中,紧扣“应用”两字创特色,紧紧围绕着应用型人才培养的主题,避免一些高深的理论及公式的推导,大力提倡白话文教材,文字表述清晰明了、一目了然,便于学生理解、接受,能激起学生的学习兴趣,提高学习效率。

五、突出先进性、现实性、实用性、可操作性。对于知识更新较快的学科,力求将最新最前沿的知识写进教材,并且对未来发展趋势用阅读材料的方式介绍给学生。同时,努力将教学改革最新成果体现在教材中,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,在适度的基础知识与理论体系覆盖下,着重讲解应用型人才培养所需的知识点和关键点,突出实用性和可操作性。

六、强化案例式教学。在编写过程中,有机融入最新的实例资料以及操作性较强的案例素材,并对这些素材资料进行有效的案例分析,提高教材的可读性和实用性,为教师案例教学提供便利。

七、重视实践环节。编写中力求优化知识结构,丰富社会实践,强化能力培养,着力提高学生的学习能力、实践能力、创新能力,注重实践操作的训练,通过实际训练加深对理论知识的理解。在实用性和技巧性强的章节中,设计相关的实践操作案例和练习题。

在教材编写过程中,由于编写者的水平和知识局限,难免存在缺陷与不足,恳请各位读者给予批评斧正,以便教材编审委员会重新审定,再版时进一步提升教材的质量。本套教材以“应用型”定位为出发点,适用于高等院校土木建筑、工程管理等相关专业,高校独立学院、民办院校以及成人教育和网络教育均可使用,也可作为相关专业人士的参考资料。

高等学校土木建筑专业应用型
本科系列规划教材编审委员会

前 言

本书是作为土木工程专业面向教育部“卓越工程师教育培养计划”的本科阶段学习而编写的教材,主要介绍钢结构设计的基本原理,为后续专业实践基础课程“钢结构设计”打下基础。

结合近年来钢结构工程快速发展和钢材冶炼技术的提高及其在结构工程的实践,本书分为7章,内容涵盖了钢结构设计中的基本原理。第1章介绍了钢结构的特点,钢结构的设计计算方法,钢结构的应用实例和最新发展。第2章介绍了钢结构的材料力学特性及其影响因素,结合工程设计文件中对钢材交货状态要求,对形成钢材性能的冶炼和热处理技术进行了初步介绍,并对钢结构选材原则以及高层结构用钢进行了介绍。第3章主要介绍钢结构焊接连接和螺栓连接设计计算方法,对焊接残余应力的产生进行了宏、微观阐述。第4章对轴心受力构件的设计计算原理进行讲解,明确钢结构设计中需要分别解决强度问题与稳定问题。第5章和第6章分别介绍受弯构件和压弯构件的设计计算。第7章主要介绍近年来钢结构领域在高强度钢、不锈钢、铝合金、耐候钢等领域的探索。在第4章和第6章中针对钢结构节点的抗震设计要求做了介绍。

本书可作为土木工程专业本科生的有关建筑钢结构设计课程的教材,也可作为相关设计人员和施工技术人员的参考用书。

本书由武汉大学土木建筑工程学院王若林主编,由中信建筑设计研究总院有限公司总工程师李治主审。

在本书编写过程中得到了相关科研技术人员的大力支持与帮助,对此表示衷心的感谢。

限于编者的理论水平及实践经验,书中难免存在错误与不足,敬请读者批评指正。

编者

2016年5月

目 录

1	钢结构概论	1
1.1	钢结构的定义和特点	1
1.2	钢结构的分类和应用	3
1.3	钢结构的设计方法	8
1.4	钢结构设计的发展方向	16
	习题	21
2	钢结构的材料	22
2.1	钢结构对材料的要求	22
2.2	钢材的破坏形式	22
2.3	钢材的主要性能	23
2.4	影响钢材主要性能的各种因素	27
2.5	复杂应力作用下钢材的屈服条件	37
2.6	钢材的疲劳	38
2.7	钢材的种类和规格及钢材交货状态	43
	习题	51
3	钢结构的连接	52
3.1	钢结构的连接方法	52
3.2	焊接方法和焊缝连接形式	53
3.3	对接焊缝的构造与计算	58
3.4	角焊缝的构造与计算	63
3.5	焊接应力和焊接变形	80
3.6	螺栓连接	85
3.7	普通螺栓连接的工作性能和计算	88
3.8	高强度螺栓连接的工作性能和计算	103
	习题	115
4	轴心受力构件	118
4.1	概述	118
4.2	轴心受力构件的强度和刚度	119
4.3	钢结构的稳定	122
4.4	轴心受压构件的整体稳定	126
4.5	轴心受压构件的局部稳定	136

4.6	实腹式轴心受压构件的截面设计	138
4.7	格构式轴心受压构件的截面设计	144
4.8	柱头和柱脚及抗震措施	156
	习题	163
5	受弯构件	164
5.1	受弯构件的类型和应用	164
5.2	梁的强度和刚度	165
5.3	梁的整体稳定	170
5.4	梁的局部稳定和加劲肋的设计	181
5.5	考虑腹板屈曲后强度的设计	192
5.6	型钢梁截面设计	199
5.7	组合梁截面设计	201
5.8	梁的拼接连接	212
	习题	215
6	拉弯和压弯构件	217
6.1	概述	217
6.2	拉弯和压弯构件的强度	218
6.3	实腹式压弯构件的稳定	221
6.4	压弯构件(框架柱)的计算长度	227
6.5	实腹式压弯构件的设计	230
6.6	格构式压弯构件的设计	233
6.7	框架柱的柱头和柱脚及抗震措施	239
	习题	244
7	新型钢结构材料	245
7.1	高强度钢	245
7.2	耐候钢	248
7.3	不锈钢	250
7.4	铝合金材料	252
	习题	258
	附录	259
	附录1 钢材和连接的强度设计值	259
	附录2 结构或构件的变形容许值	262
	附录3 梁的整体稳定系数	264
	附录4 轴心受压构件的稳定系数	268
	附录5 柱的计算长度系数	272
	附录6 疲劳计算的构件和连接分类	274
	附录7 型钢表	277
	附录8 螺栓和锚栓规格	302
	附录9 截面塑性发展系数	303
	参考文献	304

1.1 钢结构的定义和特点

结构是指满足人们进行各种生活和生产活动场所的建筑和构筑物的总称。结构由基本构件,如楼板-梁格体系(次梁-主梁)-柱-基础构成,基本构件之间通过适宜的连接构造成为安全稳固并且协同工作的上部整体结构,最终通过结构的基础将上部结构所承受的所有荷载(包括自重)传递到地基(地基土和基岩)。这是结构的基本组成,也是结构体系的荷载传递路径。构件可以由不同的材料制作而成(如钢筋混凝土、钢-钢-混凝土组合结构等),不同的材料具有不同的物理和力学特性,影响基本构件和整体结构的受力性能。

1.1.1 钢结构的定义

由钢板、热轧型钢或冷加工成型的薄壁型钢以及钢索为主材建造的工程结构,如房屋、桥梁等,称为钢结构。钢结构需要承受各种可能的自然和人为环境的作用,是具有足够可靠性和良好社会效益的工程结构物和构筑物。钢结构是土木工程的主要结构形式之一,它与钢筋混凝土结构、砌体结构等都属于按材料划分的工程结构的不同分支。

良好、丰富的建筑艺术表现力使钢结构受到建筑师们的普遍青睐,在工业厂房、高层和超高层以及大跨度结构的多年建设实践中,钢结构的突出优势与作用几乎无可替代。由于钢材可以回收冶炼而重复利用,钢结构更是作为一种节能环保型、可循环使用的建筑结构,符合经济持续健康发展的要求在土木工程建设中得到更为广泛的应用。此外,公路和铁路桥梁、输变电铁塔、火电主厂房和锅炉钢架、海洋石油平台、核电站、风力发电、水利建设等重大工程也广泛使用钢结构。

1.1.2 钢结构的特点

钢结构在工程中得到广泛应用和发展,是由于钢结构与其他结构相比有如下特点:

1) 钢材材料强度高、重量轻

钢与混凝土、木材相比,虽然质量密度较大,但屈服点较混凝土和木材要高得多,因此质量密度与屈服点的比值相对较低。在荷载相同的条件下,钢结构与钢筋混凝土结构、木结构相比,构

件截面小,重量较轻。一般而言,当跨度和荷载相同时,钢屋架的重量只有钢筋混凝土屋架重量的 $1/4 \sim 1/3$,若采用薄壁型钢屋架或空间结构则更轻。由于重量较轻,便于运输和安装,因此钢结构特别适用于跨度大、高度高、荷载大的结构,也适用于可移动、有装拆要求的结构。

2) 钢材的塑性好、韧度高

钢材质地均匀,有良好的塑性和较好的韧性。由于钢材的塑性好,钢结构一般情况下不会因偶然超载或局部超载而突然断裂,只是变形增大,故易于被检测发现而得到及时修护。此外,由于钢材良好的弹塑性,静荷载作用下,构件中局部高峰应力可实现重分配,使应力变化趋于平缓,减小应力集中的不良效应。钢材的韧性好,使钢结构对动荷载的适应性较强,因此在地震多发区采用钢结构较为有利。钢材的这些性能为钢结构的安全性和可靠性提供了充分的保证。

3) 钢材更接近于各向同性,计算可靠

冶炼和轧制过程的科学控制,钢材内部材料组织比较均匀,接近各向同性,为理想的弹塑性体,因此,钢结构实际受力情况与力学假定更为接近,与工程力学计算结果较符合,结构的安全性更为明确,适用于有特殊重要意义的建筑物。

4) 钢结构生产、安装工业化程度高,施工周期短

由于钢结构的制造必须采用机械和严格的工艺,具备成批生产和高精度的特点,是目前工业化程度最高的一种结构,具有生产效率高、速度快、质量高的特点。由于钢结构自重较轻,加工精度高,可以在现场直接采用焊接或螺栓将其连接起来,安装迅速,施工周期短,部件便于更换。

5) 钢结构密闭性能好

钢材本身组织致密,当采用焊接、铆钉或螺栓连接时,易做到紧密不渗漏。因此钢材是制造容器,特别是高压容器、大型油库、气柜、输油管道的良好材料。

6) 焊接性能良好

由于建筑用钢材的焊接性能好,使钢结构的连接大为简化,可满足制造各种复杂结构的需要。但焊接是在电弧高温下进行,且温度分布极不均匀,结构各部位的冷却速度也不同,因此在高温区(焊缝附近)材料性质有劣化的可能,构件内将产生焊接残余应力和变形,且残余应力状态较为复杂。

7) 钢结构易腐蚀

钢材在潮湿环境中,尤其处于有腐蚀性介质的环境中容易锈蚀,对钢结构必须注意防护,对薄壁构件更是如此。在设计中应避免结构受潮、雨淋,构造上应尽量避免存在难以检查、维修的死角。钢结构必须涂敷油漆或镀锌加以保护,而且在使用期间应定期维护。影响涂层质量的因素有底材处理的程度、涂装工艺和施工环境、涂层的厚度、涂料的选择等。钢结构表面的特点是:经常会被油污、水分、灰尘覆盖,存在高温轧制或热加工过程中产生的黑色氧化皮,存在钢铁在自然环境下产生的红色铁锈。

8) 钢结构的耐热性好,但防火性差

钢材耐热但不防火,随着温度的升高,强度降低。通常,温度在 250°C 以内时,钢材的性质变化很小,可视为力学性能没有显著变化;温度达到 300°C ,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°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(目前通常采用防火涂料)予以维护。当防火设计不当或者防火层处于破坏的状况下,有可能发生瞬间的连续性坍塌等灾难。

1.2 钢结构的分类和应用

钢结构的合理应用不仅取决于钢结构本身的特性,还取决于国民经济发展的具体情况。过去由于我国钢产量不能满足国民经济各部门的需要,钢结构的应用受到限制。随着我国钢产量的大幅提高,同时结构形式与设计手段逐年改进创新,钢结构在近年得到极大推广。按照不同的标准,对钢结构有不同的分类,下面按其应用领域进行分类说明。

1) 民用建筑钢结构

民用建筑钢结构以房屋钢结构为主要对象。按传统的耗钢量大小可分为普通钢结构、重型钢结构和轻型钢结构。重型钢结构指采用大截面和厚板的结构,如高层钢结构、重型厂房和某些公共建筑等;轻型钢结构指采用轻型屋面和墙面的门式刚架房屋、某些多层建筑、薄壁压型钢板、拱壳屋盖等,网架、网壳等空间结构也可属于轻型钢结构范畴。除上述钢结构主要类型外,还有索膜结构、玻璃幕墙支承结构、组合和复合结构等。

按照中国钢结构协会的分类标准,民用建筑结构分为高层钢结构(图 1-1)、大跨度空间钢结构(图 1-2)、钢-混凝土组合结构(图 1-3)、索膜钢结构(图 1-4)、钢结构住宅(图 1-5)、幕墙钢结构(图 1-6)等。

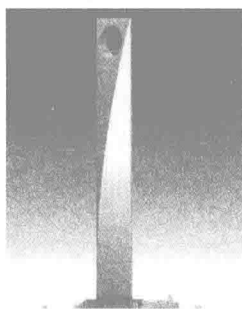


图 1-1 高层钢结构

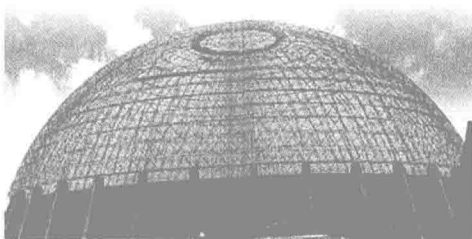


图 1-2 大跨度空间钢结构



图 1-3 钢-混凝土组合结构

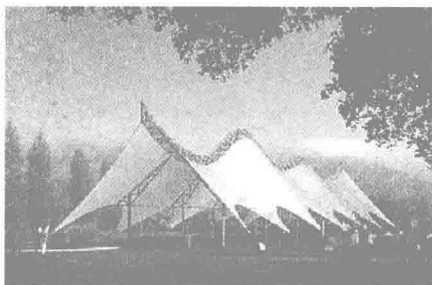


图 1-4 索膜钢结构



图 1-5 钢结构住宅

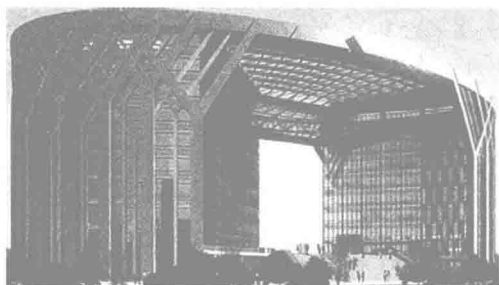


图 1-6 幕墙钢结构

2) 一般工业建筑钢结构

一般工业建筑钢结构主要有单层厂房、双层厂房、多层厂房等,也包括用于重型车间的承重骨架,通常由檩条、天窗架、屋架、托架、柱、吊车梁(桁架)、各种支撑及墙架等构件组成。例如,冶金工厂的平炉车间,重型机械厂的铸钢车间,造船厂的船体车间,电厂的锅炉框架,飞机制造厂的装配车间,以及其他跨度较大的车间屋架、吊车梁等。我国鞍钢、武钢、包钢和上海宝钢等著名的冶金联合企业的许多车间都采用了各种规模的钢结构厂房,上海重型机械厂、上海江南造船厂中也都有高大的钢结构厂房。几个典型的工业钢结构厂房见图 1-7~图 1-10。



图 1-7 单层厂房

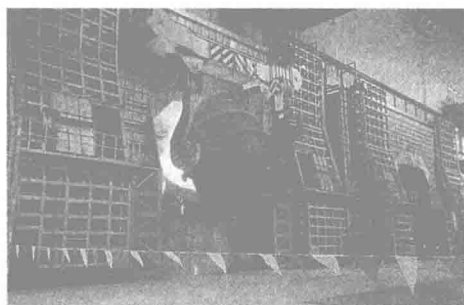


图 1-8 炼钢厂转炉



图 1-9 重型机械厂的铸造车间



图 1-10 飞机制造厂的装配车间

3) 桥梁钢结构

钢桥建造简便、迅速,易于修复,因此钢结构广泛用于中等跨度和大跨度桥梁。桥梁钢结构的主要形式有:桁架式桥、箱型梁桥、拱形桥梁、斜拉桥和悬索桥。著名的杭州钱塘江大桥

(1934—1937 年,茅以升设计)是我国最早自行设计的钢桥。此后的武汉长江大桥(1957 年)、南京长江大桥(1968 年)均为钢结构桥梁,其规模和难度都举世闻名,标志着我国钢结构桥梁事业步入世界先进行列。现在我国钢桥的建设,不管是铁路桥梁、公路桥梁还是市政桥梁,都取得了长足发展。我国新建和在建的钢桥,在建设跨度、规模、难度和施工水平都达到了一个新的高度,如杭州湾跨海大桥(图 1-11)、珠海横琴二桥(图 1-12)、青岛跨海大桥、港珠澳大桥等。国外著名的钢桥有美国的金门大桥(图 1-13)、法国的米劳大桥(图 1-14)和日本的明石海峡大桥等。



图 1-11 杭州湾跨海大桥



图 1-12 珠海横琴二桥



图 1-13 美国金门大桥



图 1-14 法国米劳大桥

4) 密闭压力容器钢结构

密闭压力容器钢结构主要用于要求能承受很大内力的密闭容器,如储液罐(图 1-15)、煤气库(图 1-16)等壳体;温度急剧变化的高炉结构、大直径高压输油管和煤气管道等均采用钢结构。上海在 1958 年就建成了容积为 $54\,000\text{ m}^3$ 的湿式贮气柜。上海金山及吴泾等石油、化工基地有众多的容器结构。一些容器、管道、锅炉、油罐等的支架也都采用钢结构。

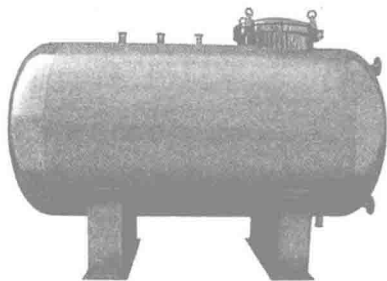


图 1-15 储液罐



图 1-16 煤气库

5) 塔桅钢结构

塔桅钢结构是指高度较大、横断面相对较小的结构,它以水平荷载(特别是风荷载)为结构设计的主要依据,按照结构形式可分为自立式塔式结构和拉线式桅式结构。如无线电桅杆、微波塔、广播和电视发射塔架、高压输电线路塔架(图 1-17)、化工排气塔、石油钻井架、大气监测塔、旅游瞭望塔、火箭发射塔(图 1-18)等。

此外,广播电视塔桅结构工程技术也不断发展,如中央电视台塔(高 405 m,图 1-19)、上海东方明珠电视塔(高 468 m,图 1-20)、广州新电视塔(高 610 m)。这些结构除了自重轻,便于组装外,还因构件截面小而大大减小了风荷载,因此取得了很好的经济效益。

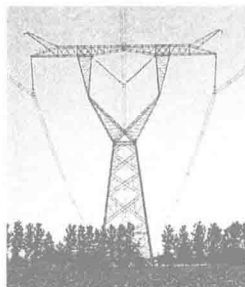


图 1-17 高压输电
线路塔架

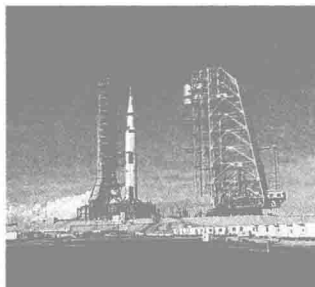


图 1-18 火箭发射塔



图 1-19 中央电视台塔



图 1-20 上海东方明珠电视塔

6) 船舶海洋钢结构

船舶海洋钢结构基本上可分为舰船(图 1-21)和海洋工程装置(图 1-22)两大类。海洋钢结构主要用于资源勘测、采油作业、海上施工、海上运输、海上潜水作业、生活服务、海上抢险救助以及海洋调查等。近些年,我国研制了高技术、高附加值的大型与超大型新型船舶,具有先进技术的战斗舰船以及具有高风险、高投入、高回报、高科技、高附加值的海洋工程装置等。

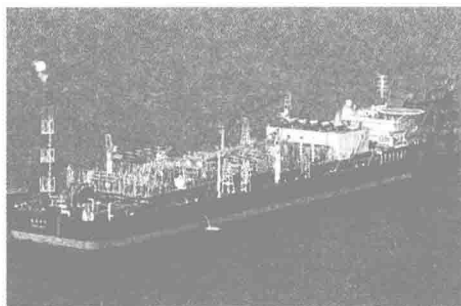


图 1-21 “渤海世纪”号船舶



图 1-22 海上石油平台

7) 水利钢结构

钢结构在水利工程中用于以下方面:①钢闸门(图 1-23),用来关闭、开启或局部开启水工建筑物中过水孔口的活动结构;②拦污栅,主要包括拦污栅栅叶和栅槽两部分,栅叶结构是由栅面和支承框架组成;③升船机(图 1-24),是不同于船闸的船舶通航设施;④压力管,是从水库、压力前池或调压室向水轮机输送水流的水管。

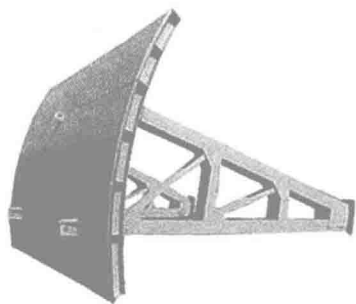


图 1-23 钢闸门

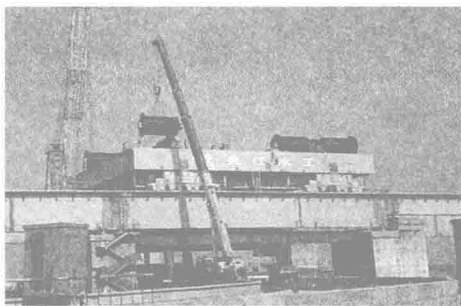


图 1-24 升船机

8) 煤炭电力钢结构

发电厂中的钢结构主要用于以下方面:干燥棚(图 1-25)、运煤系统皮带机支架、火电厂主厂房(图 1-26)、管道、烟风道及其钢支架、烟气脱硫系统、粉煤灰料仓、输电塔;风力发电中的风力发电机、风叶支柱;垃圾发电厂中的焚烧炉;核电站中的压力容器、钢烟囱、水泵房、安全壳等。

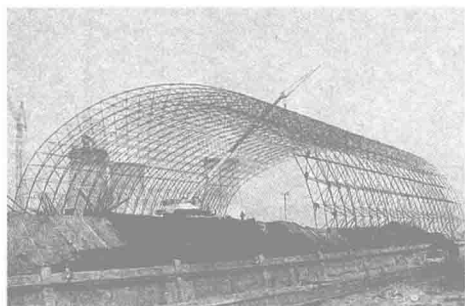


图 1-25 干燥棚

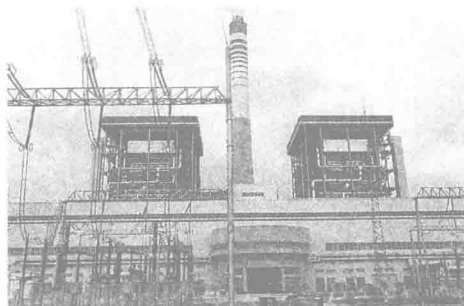


图 1-26 火电厂主厂房

9) 钎具和钎钢

钎具(图 1-27)也可称为钻具,由钎头、钎杆、连接套、钎尾组成。它是钻凿、采掘、开挖用的工具,有近千个品种规格,用于矿山、隧道、涵洞、采石、城建等工程中。钎钢(图 1-28)是制作钎具的原材料,也有近百个品种规格。钎具按照凿岩工作的方式又可分为冲击式钎具、旋转式钎具、刮削式钎具等。

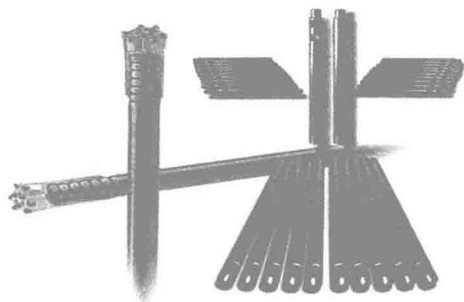


图 1-27 钎具



图 1-28 钎钢

10) 地下钢结构

地下钢结构主要用于桩基础、基坑支护等,如钢管桩(图 1-29)、钢板桩(图 1-30)等。

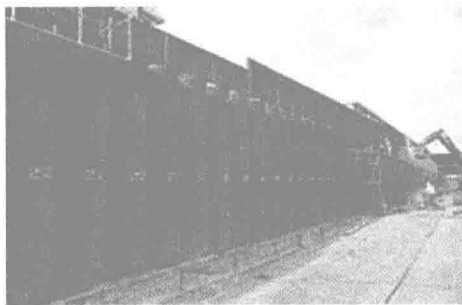


图 1-29 钢管桩

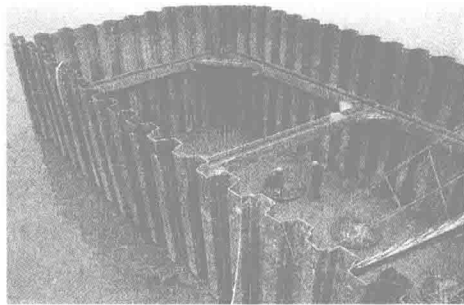


图 1-30 钢板桩

1.3 钢结构的设计方法

1.3.1 设计方法

结构计算的目的在于保证所设计的结构和结构构件在施工和运营过程中均能满足预期的安全性和适用性要求,也就是要保证结构的构件及其连接在施工荷载和使用荷载作用下能安全可靠地工作,并且科学处理结构的可靠性(安全、适用和耐久)和经济性两方面的要求。

结构设计准则:结构由各种荷载所产生的效应(内力和变形)不大于结构(包括连接)由材料性能和几何因素等所决定的抗力或规定限值。假如影响结构功能的各种因素,如荷载大小、材料强度的高低、截面尺寸、计算模式、施工质量等都是确定的,则按上述准则进行结构计算,应该说是非常容易的。但是,现实中上述影响结构功能的诸因素都具有不确定性,是随机变量,难以精确计算而保证结构百分之百的可靠,只能对其做出一定概率的可靠保证。在设计中如何处理上述问题就出现了不同的设计方法。

1) 容许应力法和半概率法

如果将影响结构设计的诸因素取为定值,用一个依据工程经验的安全系数来考虑诸设计因素变异的影响,来衡量结构的安全度,这种方法称为定值法,包括容许应力法和最大荷载法。钢结构中对于变形、疲劳验算、水工钢结构等采用容许应力法,其设计式为:

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (1-1)$$

式中: σ ——由标准荷载(荷载规范所规定的荷载值)与构件截面公称尺寸(设计尺寸)所计算的应力;

$[\sigma]$ ——容许应力, $[\sigma] = f_k / K$;

f_k ——材料的标准强度,钢材即为屈服点;