

全国高等职业院校“互联网+”土建类规划教材

江苏高校品牌专业建设工程·建筑工程技术专业

钢结构与施工

(第 2 版)

主 审 张苏俊
主 编 张 军
李 晨
韩 梅



南京大学出版社



手机看课
教学资讯
互动交流
在线学习

全国高等职业院校“互联网+”土建类规划教材

江苏高校品牌专业建设工程·建筑工程技术专业

钢结构与施工

(第 2 版)

主 审	张苏俊				
主 编	张 军	李 晨	韩 梅		
副主编	束必清	王远建	符 想		



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

钢结构与施工 / 张军, 李晨, 韩梅主编. — 2 版.

— 南京: 南京大学出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-305-18850-3

I. ①钢… II. ①张… ②李… ③韩… III. ①钢结构
— 工程施工 — 高等学校 — 教材 IV. ①TU758.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 142337 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093

出 版 人 金鑫荣

书 名 钢结构与施工

主 编 张 军 李 晨 韩 梅

责任编辑 姚 燕 刘 灿 编辑热线 025-83597482

照 排 南京理工大学资产经营有限公司

印 刷 徐州新华印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 23.5 字数 572 千

版 次 2017 年 8 月第 2 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-18850-3

定 价 54.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

官方微信号: njupress

销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

编 委 会

主 任：袁洪志（常州工程职业技术学院）

副主任：陈年和（江苏建筑职业技术学院）

汤金华（南通职业大学）

张苏俊（扬州工业职业技术学院）

委 员：（按姓氏笔画为序）

马庆华（连云港职业技术学院）

玉小冰（湖南工程职业技术学院）

刘如兵（泰州职业技术学院）

刘 霁（湖南城建职业技术学院）

汤 进（江苏商贸职业学院）

李晟文（九州职业技术学院）

杨建华（江苏城乡建设职业学院）

何隆权（江西工业贸易职业技术学院）

徐永红（常州工程职业技术学院）

常爱萍（湖南交通职业技术学院）

前 言

本书主要为配合高职类建筑工程专业的学生学习钢结构设计计算与施工而编著,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)和新颁布的有关规范、多年教学体会和工程实践经验编写,共有10个基本学习情境:钢结构的认识、钢结构材料的选择、钢结构连接设计、钢结构构件设计、钢结构识图、钢结构拆图、钢结构加工制作、钢结构安装、钢结构的涂装工程、钢结构施工质量检验。

最近几十年,我国钢铁工业得到了迅猛发展,钢产量连续多年超过亿吨,钢材的品种、质量亦有了极大提高,基本满足了我国钢结构事业发展的需要;同时钢材与其他材料相比具有无可比拟的优越性,为此国家技术政策开始向积极合理推广应用钢结构方面倾斜。同时,随着钢材价格的大幅下降,钢结构的应用必然有较大的发展趋势和空间。

为了使学生能对钢结构工程有较系统的了解,本书在结合钢结构工程实践的基础上,以规范为根本,吸收已有教学成果、新知识、新技能,除了钢结构设计的基本原理外,重点编写了钢结构施工与验收部分内容。选题特点主要是结合专业知识和案例,采用一定的任务教学法,从基本原理入手,重点让学生掌握钢结构识图及施工、验收等方面的知识,能知道钢结构的施工要点及国家现行规范对其的施工要求;不仅让学生看懂图纸,更让学生知道所看的图纸如何施工、如何验收。这正适应了国家高职高专的课程改革要求,便于高职高专学生将钢结构施工的一系列知识融会贯通地掌握。

本书为江苏省示范校重点建设专业、江苏省重点建设专业群建设内容,主要供高职高专建筑工程技术专业学生使用,也可作为高教自考、电大函授、专业培训和工程建设和管理人员的学习参考书。

本书由扬州工业职业技术学院张苏俊担任主审;扬州工业职业技术学院张军、李晨和河南建筑职业技术学院韩梅担任主编;扬州工业职业技术学院束必清、王远建和符想担任副主编。本书参考和引用了已公开发表、出版的有关文献和资料,为此谨对所有文献的作者和曾关心、支持本书的同志们深表谢意。

限于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在缺点和不妥之处,敬请广大读者批评指正!

编 者

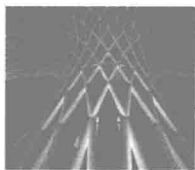
2017年6月

目 录

学习情景 1 钢结构的认识	1
1.1 钢结构的发展史	1
1.2 钢结构的特点及应用范围	2
1.3 钢结构的应用前景	6
习题与思考题	7
学习情景 2 钢结构材料的选择	8
2.1 钢材的分类	8
2.2 钢材的性能	10
2.3 钢材的选择	19
习题与思考题	20
学习情景 3 钢结构连接设计	22
3.1 钢结构连接的种类	22
3.2 焊缝连接的设计	23
3.3 角焊缝连接	28
3.4 普通螺栓连接的设计	39
3.5 高强螺栓连接的设计	52
习题与思考题	60
学习情景 4 钢结构构件设计	65
4.1 钢结构构件的基本构造要求	65
4.2 轴心受力构件的设计	65
4.3 受弯构件的设计	89
4.4 偏心受力构件的设计	109
习题与思考题	118
学习情景 5 钢结构识图	124
5.1 看图的一般方法和步骤	124
5.2 钢结构的符号	126

5.3 螺栓的表示	131
5.4 焊缝的表示	132
5.5 钢结构施工图的常用图例	139
5.6 节点详图的识读	143
5.7 门式刚架的识图	150
习题与思考题	169
学习情景 6 钢结构拆图	170
6.1 门刚拆图工具的安装	170
6.2 参数输入类型	174
6.3 模块参数介绍	177
学习情景 7 钢结构加工制作	233
7.1 钢结构加工制作前的准备工作	233
7.2 钢结构加工制作的工序	241
7.3 成品检验、管理和包装	262
习题与思考题	266
学习情景 8 钢结构安装	267
8.1 钢结构安装前的准备工作	267
8.2 单层钢结构的安装	270
8.3 多高层钢框架结构的安装	275
8.4 钢网架结构的安装	278
8.5 围护结构的安装	282
习题与思考题	300
学习情景 9 钢结构的涂装工程	301
9.1 钢结构防腐涂料的涂装	301
9.2 钢结构防火涂料的涂装	310
习题与思考题	322
学习情景 10 钢结构施工质量检验	323
10.1 概述	323
10.2 钢结构工程施工质量验收程序和组织	323
10.3 钢结构工程施工质量验收的划分	324
10.4 检验批及分项工程的验收	325
10.5 钢结构焊接工程验收	327
10.6 紧固件连接工程	329
10.7 钢结构验收资料	331

习题与思考题.....	331
附录.....	332
附录 1 钢结构设计软件(YJCAD)的使用简介	332
附录 2 钢材和连接的强度设计值	335
附录 3 受弯构件的挠度容许值	339
附录 4 轴心受压构件的截面类型	340
附录 5 轴心受压构件的稳定系数	342
附录 6 各种截面的回转半径近似取值	346
附录 7 梁的整体稳定系数	348
附录 8 疲劳计算的构件和连接分类	352
附录 9 常用型钢规格及截面特性	355
参考文献.....	367



学习情景 1 钢结构的认识



1.1 钢结构的发展史

钢(steel)是铁碳合金。人类采用钢结构的历史和炼铁、炼钢技术的发展是密不可分的。早在公元前 2000 年左右,在人类古代文明的发祥地之一的美索布达米亚平原(位于现代伊拉克境内的幼发拉底河和底格里斯河之间)就出现了早期的炼铁术。

我国也是较早发明炼铁技术的国家之一。在河南辉县等地出土的大批战国时代(公元前 475~前 221 年)的铁制生产工具说明,早在战国时期,我国的炼铁技术早已盛行。公元 65 年(汉明帝时代),我国已成功地锻铁(wrought iron)为环,相扣成链,建成了世界上最早的铁链悬桥——兰津桥。此后,为了跨越深谷,便利交通,又陆续建造了数十座铁链桥。其中跨度最大的为 1705 年(清康熙四十四年)建成的四川大渡河泸定桥,桥宽 2.8 m,跨度 100 m,由 9 根桥面铁链和 4 根桥栏铁链构成,两端系于直径 20 cm、长 4 m 的生铁铸成的锚桩上。该桥比美洲 1801 年才建造的跨度 23 m 的铁索桥早近百年,比号称世界最早的英格兰跨度 30 m 铸铁(cast iron)拱桥也早 74 年。

除铁链悬桥外,我国古代还建有许多铁建筑物,如公元 694 年(周武氏十一年)我国在洛阳建成的“天枢”,高 35 m,直径 4 m,顶有直径为 11.3 m 的“腾云承露盘”,底部有直径约 16.7 m 用来保持天枢稳定的“铁山”,这样的结构相当符合力学原理。又如公元 1061 年(宋代)我国在湖北荆州玉泉寺建成的 13 层铁塔,目前依然存在。所有这些都表明,我们中华民族对铁结构的应用,曾经居于世界领先地位。

欧美等国家中最早将铁作为建筑材料的应属英国,但直到 1840 年以前,还只采用铸铁来建造拱桥。1840 年以后,随着铆钉(rivets)连接和锻铁技术的发展,铸铁结构才逐渐被锻铁结构取代。1846 年~1850 年,在英国威尔士修建的布里塔尼亚桥(Britannia Bridge)是这方面的典型代表。该桥共有 4 跨,跨长分别为 70 m、140 m、140 m、70 m,每跨均为箱型梁式桥,由锻铁型板和角铁经铆钉连接而成。随着 1855 年英国人发明贝氏转炉炼钢法和 1865 年法国人发明平炉炼钢法,以及 1870 年成功轧制出工字钢,工业化大批量生产钢材(steel products)的能力逐渐形成,强度高且韧性好的钢材才开始在建筑领域逐渐取代锻铁材料,自 1890 年以后更是成为了金属结构的主要材料。20 世纪初焊接(welding)技术的出现,以及 1934 年高强度螺栓(high-strength bolts)连接的出现,极大地促进了钢结构的发展。除西欧、北美之外,钢结构在苏联和日本等国家也获得了广泛的应用,逐渐发展成为全世界所接受的重要结构体系。

由于我国长期处于封建主义统治之下,生产力的发展受到束缚,1840 年鸦片战争以后,

更是沦为了半封建半殖民地国家,经济凋敝,工业落后,古代在铁结构方面的技术优势早已丧失殆尽。我国在 1907 年才建成了汉阳钢铁厂,年产钢只有 0.85 万吨。日本帝国主义侵略中国期间,曾在东北的鞍山、本溪建设了几个钢铁企业,疯狂掠夺我国的宝贵资源。1943 年是我国历史上钢铁产量最高的一年,生产生铁 180 万吨,钢 90 万吨,绝大部分都是在东北生产的。这些钢铁很少用于建设,大部分被日本帝国主义用于反动的侵略战争。

新中国成立以后,随着经济建设的发展,钢结构曾起过重要作用,如第一个五年计划期间,我国建设了一大批钢结构厂房、桥梁。但由于受到钢产量的制约,在其后的很长一段时间内,钢结构被限制使用在其他结构不能代替的重大工程项目中。这在一定程度上影响了钢结构的发展。

自 1978 年我国实行改革开放政策以来,经济建设获得了飞速的发展,钢产量也逐年增加。自 1996 年超过 1 亿吨以来,我国钢产量一直位列世界钢产量之首,2003 年更创纪录地达到了 2.2 亿吨,这逐步改变着钢材供不应求的局面。我国的钢结构技术政策,也从限制使用改为积极合理地推广应用。近年来,随着市场经济的不断完善,钢结构制作和安装企业像雨后春笋般在全国各地涌现,外国著名钢结构厂商也纷纷打入中国市场。在多年工程实践和科学研究的基础之上,我国新的《钢结构设计规范》(GB50017)和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB50018)也已发布实施。所有这些都为钢结构在我国快速发展创造了条件。

中国的钢结构产业在最近几年得到了长足的发展,钢结构企业数量也不断增多,规模不断增大。钢结构市场也随着改革开放经济社会的发展和民众文化知识的普遍提高而日益剧增。现在钢结构市场成为了当今中国市场上份额最大、经济效益最好的市场之一。许多大企业纷纷开始意识到并且对钢结构企业进行一定的投资。

近 10 年的钢结构工程发展之快、范围之广都是空前的,我国也已称得上世界钢结构大国。传统的空间结构如网架、网壳等继续得到大力推广,新型空间结构开始得到广泛的应用,如张弦梁、张弦桁架、弦支穹顶等。上海浦东机场、哈尔滨会展中心、上海会展中心、广东会展中心等都采用超过 100 米的张弦桁架,这在世界上也极为少见。当时广东白云机场和三个落叶状的广东体育馆都是采用了当时先进的空间结构。特别是几个运动会、博览会场馆更加加大采用空间结构的力度,如:2008 年北京奥运会新建的 37 个场馆,2009 年山东济南全运会场馆,2010 年上海世博会及广州亚运会场馆,2011 年深圳大运会场馆。值得注意的是,2008 年奥运会北京新建的 12 个场馆都显示了我国在钢结构方面高超的技术水平。

1.2 钢结构的特点及应用范围

在土木建筑工程中,除钢结构外,还有钢筋混凝土结构、砖石结构、木结构等。做工程规划时,要根据各类结构的特点,结合工程的具体情况来确定选用结构的类型,以便使工程设计经济合理。与其他结构相比,钢结构有如下特点:

(1) 强度高、自重小

钢材的容重虽然比钢筋混凝土、砖石及木材大,但因其强度更高,因此在承载力相同的条件下,钢结构的自重比其他结构要小。如使用 H 型钢制作的钢结构与混凝土结构比较,自重可减轻 20%~30%。另一方面,由于结构自重小,钢结构就可以承担更多的外加荷载,或具有更大的跨度;自重小也便于运输和吊装,例如,交通不便、取材困难的边远山区修建公路或输电工程时,常常考虑运输方便而选用钢桥或钢制输电线塔架。

(2) 塑性、韧性好

钢材破坏前要经受很大的塑性变形,能吸收和消耗很大的能量。因此,一般情况下不会因偶然局部超载而突然发生脆性破坏,对动力荷载的适应性强,抗震性能好。国内外大量的调查表明,地震后,各类结构中钢结构所受的损害最小。

(3) 材质均匀,工作可靠性高

钢材在冶炼和轧制过程中,质量受到严格的检验控制,因而材质比较均匀,质量比较稳定。钢材各向同性,弹性工作范围大,因此它的实际工作情况与一般结构力学计算中采用的材料为匀质各向同性体的假定较为符合,工作可靠性高。

(4) 适于机械化加工,工业化生产程度高

组成钢结构的各个部件一般是在专业化的金属结构加工厂制造,然后运至现场,用焊接或螺栓进行拼接和吊装,加工精细,生产效率高,因此,钢结构是工业化生产程度最高的一种结构。同时,钢结构也是施工现场工程量最小的一种结构,因而施工周期也最短。此外,钢结构工程主要是干作业,能改善施工环境,有利于文明施工。

(5) 采用钢结构可大大减少砂、石、灰的用量,减轻对不可再生资源的破坏

钢结构拆除后可回炉再生循环利用,有的还可以搬迁复用,可大大减少灰色建筑垃圾。因此,采用钢结构有利于保护环境、节约资源,被认为是环保产品。

(6) 能制成不渗漏的密闭结构

(7) 耐热性能好,但耐火性能差

钢材在常温至 200°C 以内性能变化不大,但超过 200°C ,钢材的强度及弹性模量将随温度升高而大大降低,到 600°C 时就完全失去承载能力。另外,钢材导热性很好,局部受热(如发生火灾)也会迅速引起整个结构升温,危及结构安全。一般认为,当钢结构表面长期受高温辐射达 150°C 以上,或短时间内可能受到火焰作用,或可能受到炽热熔化金属喷溅,以及可能遭受火灾袭击时,就应采取有效的防护措施,如用耐火材料做成隔热层等。

(8) 易锈蚀

这是钢材的最大弱点。据有关资料估算,有 $10\%\sim 12\%$ 的钢材损耗属于锈蚀损耗。低合金钢的抗锈能力比低碳钢好,其锈蚀速度比低碳钢慢。耐候钢(见第 2 章)抗锈最好,其抗锈能力高出一般钢材 2~4 倍。

钢材锈蚀严重时会影响结构的使用寿命,因此钢结构必须采取防锈措施,彻底除锈并涂以油漆和镀锌等。此外,还应注意使结构经常处于清洁和干燥的环境中,保持通风良好,及时排除侵蚀性气体和湿气;选用的结构构件截面的形式及构造方式应有利于防锈;尽量避免出现难以检查、清洗和油漆之处,以及能积留湿气和大量灰尘的死角和凹槽,闭口截面应沿全长和端部焊接封闭;平时应加强维护,及时进行清灰、清污工作,视涂装情况,每隔数年应重新油漆一次;必要时可采用耐候钢,如桥梁等露天结构。

综合上述特点,与混凝土结构相比,钢结构是环保型、可再次利用的,也是易于产业化的结构,同时还有较好的综合经济指标。例如,因自重小,其地基基础费用相对较省;因构件截面相对较小,可增加有效使用面积;与混凝土结构相比,采用热轧 H 型钢的钢结构有效使用面积可增加 $4\%\sim 6\%$;因施工快、工期短,可节省贷款利息并提前发挥使用效益;工程资料表明,1 t 钢结构可减少 7 t 混凝土用量,这样又可以节约能源。

随着我国国民经济的不断发展和科学技术的进步,钢结构在我国的应用范围也在不断扩大。目前钢结构应用范围大致如下(图 1-1~图 1-6):

(1) 大跨结构

结构跨度越大,自重在荷载中所占的比例就越大,减轻结构的自重会带来明显的经济效益。钢材强度高结构重量轻的优势正好适合于大跨结构,因此钢结构在大跨空间结构和大跨桥梁结构中得到了广泛的应用。所采用的结构形式有空间桁架、网架、网壳、悬索(包括斜拉体系)、张弦梁、实腹或格构式拱架和框架等。



图 1-1 上海八万人体育场

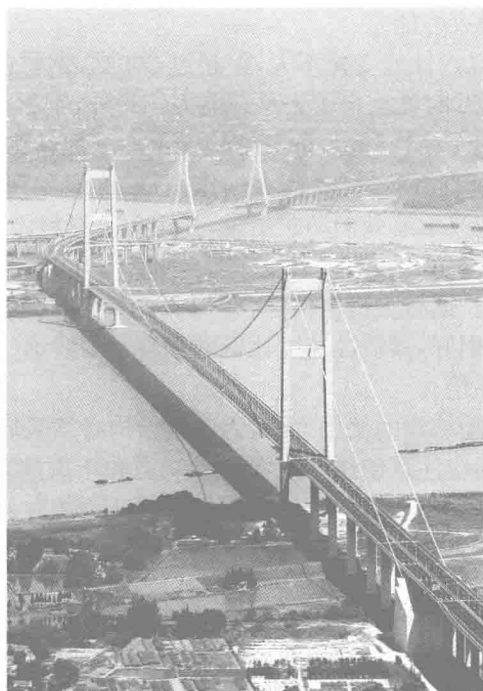


图 1-2 润扬长江大桥

(2) 工业厂房

吊车起重量较大或者其工作较繁重的车间的主要承重骨架多采用钢结构。另外,有强烈辐射热的车间,也经常采用钢结构。结构形式多为由钢屋架和阶形柱组成的门式刚架或排架,也有采用网架做屋盖的结构形式。

近年来,随着压型钢板等轻型屋面材料的采用,轻钢结构工业厂房得到了迅速的发展。其结构形式主要为实腹式变截面门式刚架。

(3) 受动力荷载影响的结构

由于钢材具有良好的韧性,设有较大锻锤或产生动力作用的其他设备的厂房,即使屋架跨度不大,也往往由钢材制成。对于抗震能力要求高的结构,采用钢结构也是比较适宜的。

(4) 多层和高层建筑

由于钢结构的综合效益指标优良,近年来其在多、高层民用建筑中也得到了广泛的应用。其结构形式主要有高层框架、框架-支撑结构、框筒、悬挂、巨型框架等。



图 1-3 金茂大厦和环球金融中心



图 1-4 哈利法塔

(5) 高耸结构

高耸结构包括塔架和桅杆结构,如高压输电线路的塔架、广播、通信和电视发射用的塔架和桅杆、火箭(卫星)发射塔架等。

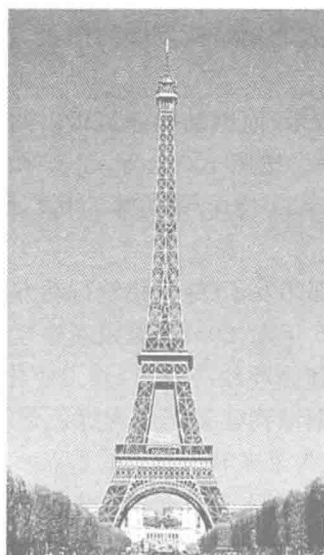


图 1-5 埃菲尔铁塔



图 1-6 东方明珠电视塔

(6) 可拆卸的结构

钢结构不仅重量轻,还可以用螺栓或其他便于拆装的手段来连接,因此非常适用于需要搬迁的结构,如建筑工地、油田和需野外作业的生产和生活用房的骨架等。钢筋混凝土结构施工用的模板和支架,以及建筑施工用的脚手架等也大量采用钢材制作。

(7) 容器和其他构筑物

冶金、石油、化工企业中大量采用钢板做成的容器结构,包括油罐、煤气罐、高炉、热风炉等。此外,经常使用的还有皮带通廊栈桥、管道支架、锅炉支架、海上采油平台等其他钢构筑物。

(8) 轻型钢结构

钢结构重量轻不仅对大跨结构有利,对屋面活荷载特别轻的小跨结构也有优越性。因为当屋面活荷载特别轻时,小跨结构的自重也成为一个重要因素。冷弯薄壁型钢屋架在一定条件下的用钢量可比钢筋混凝土屋架的用钢量还少。轻钢结构的结构形式有实腹变截面门式刚架、冷弯薄壁型钢结构(包括金属拱形波纹屋盖)以及钢管结构等。

(9) 钢和混凝土的组合结构

钢构件和板件受压时必须满足稳定性要求,往往不能充分发挥它的强度高的作用,而混凝土则最宜于受压,不适于受拉,将钢材和混凝土并用,使两种材料都充分发挥它的长处,是一种很合理的结构。近年来这种结构在我国获得了长足的发展,广泛应用于高层建筑(如深圳的赛格广场)、大跨桥梁、工业厂房和地铁站台柱等,主要构件形式有钢与混凝土组合梁和钢管混凝土柱等。

1.3 钢结构的应用前景

根据前瞻产业研究院发布的《2014—2018 年中国钢结构行业市场需求预测与投资战略规划分析报告》分析:2012 年,我国钢结构年产量达到约 3 500 万吨,占钢产量的比重仅为 5%左右。这一数据与发达国家相差甚远,也表明钢结构发展的前景、市场空间和潜力巨大。

2012 年,全国房屋建筑施工面积达到 57 亿平方米,而钢结构建筑仅占约 6%。未来我国房屋建筑中的钢结构建筑用量至少可以达到 20%。按照 100 公斤/平方米的平均用钢量(其中多高层钢结构住宅用钢量为 50 公斤/平方米~80 公斤/平方米)计算,每年仅房屋建筑钢结构用钢量就可达到 1 亿吨。

随着国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部印发了《绿色建筑行动方案的通知》,要求“十二五”期间新建绿色建筑 10 亿平方米;到 2015 年末,20%的城镇新建建筑达到绿色建筑标准要求。钢结构住宅符合绿色环保、节能减排和循环经济政策,其工业化、标准化的钢结构住宅产品具有广阔和无限的市场空间。因此,钢结构建筑正成为绿色建筑的发展方向之一。国家对环保的日益重视,绿色、节能建筑将成为未来城市建设重点。在城镇化建设的推动下,绿色钢结构建筑的市场规模将非常大,预计有上万亿元的巨大市场。政府和钢铁企业都应应对钢结构产业给予更多的重视。对钢铁企业而言,转变观念、进军钢结构产业,不失为实现转型发展的一条新路。

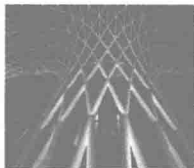
习题与思考题

一、选择题

1. 关于钢结构的特点叙述错误的是()。
 - A. 建筑钢材的塑性和韧性好
 - B. 钢材的耐腐蚀性很差
 - C. 钢材具有良好的耐热性和防火性
 - D. 钢结构更适用于建造高层和大跨结构
2. 钢结构更适用于建造大跨结构,这是由于()。
 - A. 钢材具有良好的耐热性
 - B. 钢材具有良好的焊接性
 - C. 钢结构自重轻而承载力高
 - D. 钢结构的实际受力性能和力学计算结果最符合

二、思考讨论题

1. 目前我国钢结构主要应用在哪些方面? 钢结构与其他结构相比有哪些优点?
2. 钢结构的主要缺陷有哪两个?
3. 通过收集查阅钢结构应用和发展方面的资料,谈谈你对钢结构应用和发展的看法。



学习情景 2

钢结构材料的选择



2.1 钢材的分类

钢材品种很多,各自的性能、产品规格及用途都不相同。用于建筑的钢材,在性能方面要求具有较高的强度、较好的塑性和韧性,以及良好的加工性能。对于焊接结构还要求可焊性良好。在低温下工作的结构,要求钢材在低温下也能保持较好的韧性。在易受大气影响的露天环境下或在有害介质侵蚀的环境下工作的结构,要求钢材具有较好的抗锈能力。

我国现行《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)(以下简称《规范》)推荐采用 Q235、Q345、Q390 及 Q420 号钢材作为建筑结构使用钢材。其中 Q235 号钢材属于碳素结构钢中的低碳钢($C < 0.25\%$);而 Q345、Q390 及 Q420 都属于低合金高强度结构钢,这类钢材是在冶炼碳素结构钢时加入少量合金元素,而含碳量与低碳钢相近。由于增加了少量的合金元素,材料的强度、冲击韧性、耐腐蚀性能均有所提高,而塑性降低却不多,因此性能优越。

各类钢种供应的钢材规格分为型材、板材、管材及金属制品四个大类,其中钢结构用得最多的是型材和板材,以及冷加工成型的冷轧薄钢板和冷弯薄壁型钢等。为了减少制作工作量和降低造价,钢结构的设计和制作者应对钢材的规格有较全面的了解。

2.1.1 钢板

钢板有厚钢板、薄钢板、扁钢(或带钢)之分。厚钢板常用做大型梁、柱等实腹式构件的翼缘和腹板,以及节点板等;薄钢板主要用来制造冷弯薄壁型钢;扁钢可用做焊接组合梁、柱的翼缘板、各种连接板、加劲肋等,钢板截面的表示方法为在符号“—”后加“宽度 $\times$ 厚度”,如—200 $\times$ 20 等。钢板的供应规格如下:

厚钢板:厚度 4.5~60 mm,宽度 600~3 000 mm,长度 4~12 m。

薄钢板:厚度 0.35~4 mm,宽度 500~1 500 mm,长度 0.5~4 m。

扁 钢:厚度 4~60 mm,宽度 12~200 mm,长度 3~9 m。

2.1.2 热轧型钢

常用的有角钢、工字钢、槽钢等,如图 2-1(a)~(f)所示。

角钢分为等边(也叫等肢)的和不等边(也叫不等肢)的两种,主要用来制作桁架等格构式结构的杆件和支撑等连接杆件。角钢型号的表示方法为在符号“L”后加“长边宽 $\times$ 短边宽 $\times$ 厚度”(对不等边角钢,如 L125 $\times$ 80 $\times$ 8),或加“边长 $\times$ 厚度”(对等边角钢,如 L125 $\times$

8)。目前我国生产的角钢最大边长为 200 mm,角钢的供应长度一般为 4~19 m。

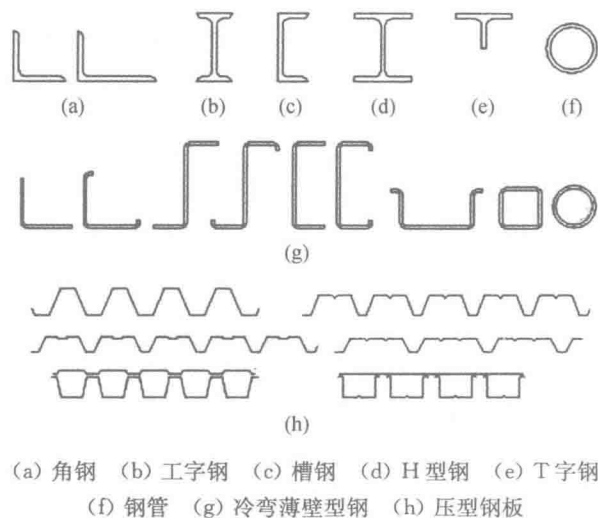


图 2-1 热轧型钢及冷弯薄壁型钢

工字钢有普通工字钢、轻型工字钢和 H 型钢三种。普通工字钢和轻型工字钢的两个主轴方向的惯性矩相差较大,不宜单独用作受压构件,而宜用作腹板平面内受弯的构件,或由工字钢和其他型钢组成的组合构件或格构式构件。宽翼缘 H 型钢平面内外的回转半径接近,可单独用作受压构件。

普通工字钢的型号用符号“ I ”后加截面高度的厘米数来表示,20 号以上的工字钢,又按腹板的厚度不同,分为 a、b 或 a、b、c 等类别,例如 I20a 表示高度为 200 mm,腹板厚度为 a 类的工字钢。轻型工字钢的翼缘要比普通工字钢的翼缘宽而薄,回转半径较大。普通工字钢的型号为 10~63 号,轻型工字钢为 10~70 号,供应长度均为 5~19 m。

H 型钢与普通工字钢相比,其翼缘板的内外表面平行,便于与其他构件连接。H 型钢的基本类型可分为宽翼缘(HW)、中翼缘(HM)及窄翼缘(HN)三类。还可剖分成 T 型钢供应,代号分别为 TW、TM、TN。H 型钢和相应的 T 型钢的型号分别为代号后加“高度 $H \times$ 宽度 $B \times$ 腹板厚度 $t_1 \times$ 翼缘厚度 t_2 ”,例如 HW400 $\times$ 400 $\times$ 13 $\times$ 21 和 TW200 $\times$ 400 $\times$ 13 $\times$ 21 等。宽翼缘和中翼缘 H 型钢可用于钢柱等受压构件,窄翼缘 H 型钢则适用于钢梁等受弯构件。目前国内生产的最大型号 H 型钢为 HN700 $\times$ 300 $\times$ 13 $\times$ 24,供货长度可与生产厂家协商,长度大于 24 m 的 H 型钢不成捆交货。

槽钢有普通槽钢和轻型槽钢二种。槽钢适于作檩条等双向受弯的构件,也可用其组成组合或格构式构件。槽钢的型号与工字钢相似,例如 [32a 指截面高度 320 mm 的腹板较薄的槽钢。目前国内生产的最大型号为 [40c,供货长度为 5~19 m。

钢管有无缝钢管和焊接钢管两种。由于其回转半径较大,常用作桁架、网架、网壳等平面和空间格构式结构的杆件;在钢管混凝土柱中也有广泛的应用。型号可用代号“D”后加“外径 $d \times$ 壁厚 t ”表示,如 D180 $\times$ 8 等。国产热轧无缝钢管的最大外径可达 630 mm,供货长度为 3~12 m。焊接钢管的外径可以做得更大,一般由施工单位卷制。