

钢结构制造与安装

第3版

©主编 朱 锋 黄珍珍 张建新

北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

钢结构制造与安装

(第3版)

主 编 朱 锋 黄珍珍 张建新

副主编 雷 波 魏天金

参 编 辛玉刚 李愔熙



内 容 提 要

本书根据高等院校人才培养目标以及专业教学改革的需要,依据钢结构施工最新标准规范进行编写。全书共分为十一章,主要内容包括钢结构施工图、钢结构常用材料、钢结构连接工程、钢结构加工制作、钢结构安装、钢网架结构工程安装、压型金属板工程、轻型钢结构工程、钢结构涂装工程、钢结构施工测量与监测、钢结构施工安全与环境保护等。

本书可作为高等院校土木工程类相关专业的教材,也可供钢结构工程施工现场相关技术和管理人员工作时参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

钢结构制造与安装 / 朱锋, 黄珍珍, 张建新主编. —3版. —北京: 北京理工大学出版社, 2019.3

ISBN 978-7-5682-6626-0

I. ①钢… II. ①朱…②黄…③张… 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(2019)第008014号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 18

字 数 / 470千字

版 次 / 2019年3月第3版 2019年3月第1次印刷

定 价 / 58.00元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



第3版前言

钢结构是由钢制材料组成的结构,是建筑结构的主要类型之一。钢结构因其自重较轻,施工简便,且具有良好的抗震性能,被广泛应用于大型厂房、场馆、超高层建筑等工程建设项目。近年来,随着建筑行业凭借着各种先进技术的应用而得到了显著的发展,钢结构在高耸结构、超高层结构中的应用也越来越广泛,大量的钢结构工业厂房、住宅小区、高层建筑、桥梁相继出现,逐渐取代了传统的砖混结构、混凝土框架结构建筑。

“钢结构制造与安装”是土木工程类相关专业的一门重要专业主干课程,通过本课程的学习,使学生掌握钢结构制造与安装的施工工艺的质量控制,能够运用所学知识去进行钢结构制造与安装的实施,培养学生的质量意识;使学生能在国家法律法规、规范、行业标准的范围内,编制钢结构制造与安装方案,并有安装施工生产一线付诸实施,具备从事钢结构制造与安装工作所需的施工安装技能。

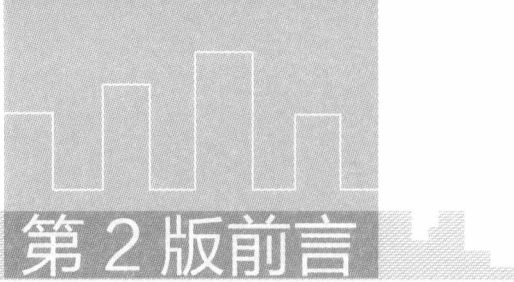
本书第1、2版自出版发行以来,经有关院校教学使用,反映较好,但随着科技的发展,各种新材料、新技术、新设备不断涌现与更新,钢结构制造与安装技术水平也在不断地发展进步,加上国家对钢结构制造与安装方面的相关标准规范不断修订完善,教材中的部分内容已经不能符合科技发展与标准规范的要求。同时,我国的高等教育教学工作也正在经历着改革与发展,为使教材内容能更好地符合当前高等教育教学改革形势,满足目前高等院校教学工作的需求,为此,我们组织了有关专家、学者,在对实际社会需求与教学第一线情况进行深入了解、研究的基础上,对本书进行了修订。

本次修订以提高学生的职业实践能力和职业素质为宗旨,以钢结构制造与安装为主线进行,修订后对钢结构制造与安装有了更全面地介绍,从不同角度介绍了钢结构的应用和发展,内容丰富,难度适中,图文并茂,语言通俗,注重理论联系实际。每章的本章小结和思考与练习能够加深学生对本章内容的理解与巩固,使学生更扎实的掌握知识。

本书由朱锋、黄珍珍、张建新担任主编,由雷波、魏天金担任副主编,辛玉刚、李懋熙参与编写。具体编写分工为:朱锋编写绪论、第一章、第三章,黄珍珍编写第七章、第八章,张建新编写第二章、第四章、第五章,雷波编写第六章,魏天金编写第九章,辛玉刚编写第十章,李懋熙编写第十一章。

本次修订过程中,参阅了国内同行的多部著作,部分高等院校的老师提出了很多宝贵的意见供我们参考,在此表示衷心的感谢!对于参与本书第1、2版编写但未参与本次修订的老师、专家和学者,本次修订的所有编写人员向你们表示敬意,感谢你们对高等教育教学改革做出的不懈努力,希望你们对本书保持持续关注并多提宝贵意见。

由于编写时间仓促,编者的经验和水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请读者和专家批评指正。



第2版前言

钢结构是各类工程结构中应用比较广泛的一种建筑结构,在房屋建筑、地下建筑、桥梁、海洋平台、港口建筑、矿山建筑、水工建筑及容器管道等工程中都得到了广泛的应用。就现阶段我国基本建设而言,各种高强度钢材在工程建设中大量使用,薄壁型钢结构、悬索结构、悬挂结构等新型结构形式也越来越广泛地应用于轻型、大跨屋盖结构及高层建筑中,钢结构桥梁也日益增多,突破了以往仅在大跨度桥梁采用钢结构的局面。在今后一段时期内,随着我国基本建设投资力度的日益增大和国家重大工程的大力开展,钢结构的发展前景将更为广阔,使用范围也将越来越广泛。

本教材第1版自出版发行以来,经有关院校教学使用,反应较好。根据各院校使用者的建议,结合近年来高等教育教学改革的动态,特别是《钢结构工程施工规范》(GB 50755—2012)的颁布实施,我们对本教材进行了修订。

本次修订严格按照《钢结构工程施工规范》(GB 50755—2012),并秉承理论知识够用为度,以培养面向生产第一线的应用型人才为目的进行。修订后的教材在内容上有了较大幅度的充实与完善,进一步强化了实用性和可操作性,更能满足高等院校教学工作的需要。本次修订主要进行了以下工作:

(1) 为方便查阅钢结构工程相关材料的有关资料,本次修订增加了有关钢铸件、铆钉、焊接材料、紧固件等材料品种、规格、性能、选用、验收等方面的介绍。

(2) 为增加实用性,删除了部分钢构件设计与计算内容,但考虑到钢结构连接为钢结构工程中很重要的部分,保留了部分连接设计与计算方面的内容,并合并到钢结构连接施工中。

(3) 根据住房和城乡建设部最新颁布的《钢结构工程施工规范》(GB 50755—2012),新增了钢结构施工测量与监测、钢结构施工安全与环境保护两部分内容。

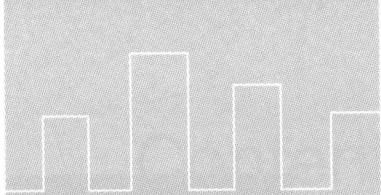
(4) 调整了部分章节顺序,完善了相关细节,以更加适合教学的需要,方便学生理解、掌握。

(5) 根据国家最新钢结构工程相关规范,更新相关资料,确保教材内容的准确性、先进性。

本教材由黄珍珍、朱锋、郑召勇担任主编,任博、雷波、张建新、万常烜担任副主编;具体编写分工如下:黄珍珍编写第一章、第四章、第九章,朱锋编写第二章、第三章,郑召勇编写第五章,任博编写第七章,雷波编写第六章,张建新编写第八章,万常烜编写第十章;此外,辛玉刚、滕靖靖参与了部分章节的编写,李辉教授审阅了全书。

本教材在修订过程中,参阅了国内同行多部著作,部分高等院校教师提出了很多宝贵意见供我们参考,在此表示衷心感谢!对于参与本教材第1版编写但不再参加本次修订的教师、专家和学者,本版教材所有编写人员向你们表示敬意,感谢你们对高等教育改革所做出的不懈努力,希望你们对本教材保持持续关注并多提宝贵意见。

限于编者的学识及专业水平和实践经验,修订后的教材仍难免有疏漏或不妥之处,敬请广大读者指正。



第1版前言

钢结构是一门日益发展的科学,技术含量高,施工难度大,专业性强。同时,由于钢结构具有强度高、结构自重轻、抗震性能好、建设周期短等一系列优点而在建筑工程中得到广泛应用。

根据建筑业发展规划,到2010年,我国城镇化水平将达到45%,城镇人口将增加到6.3亿,住房建设的社会需求量十分巨大。目前,我国每年新建建筑约为20亿平方米,其中10%采用钢结构建筑。另外,钢结构桥梁日益增多,突破了以往仅在大跨度桥梁采用钢结构的局限。今后一段时期内,在跨江、跨海的大跨度钢结构桥梁不断涌现的同时,公路交通建设及市政建设中立交桥、人行桥及地铁、轻轨等的建设也会越来越多地采用钢结构技术。由此可见,钢结构在我国的市场空间和发展前景十分广阔。

为满足钢结构发展对专业人才的需求,积极推进课程改革和教材建设,满足高等教育改革与发展的需要,我们根据高等院校建筑工程技术专业教学要求,组织编写了本教材。本书编写着重突出以下特点:

(1) 在总结近年来教学实践的基础上,借鉴部分高等院校优秀的教学模式和经验,根据本课程教学大纲编写而成。全书以适应社会需求为目标,以培养技术应用能力为主线,系统地介绍了钢结构的材料要求、构件设计要点、钢结构的加工制作要求以及钢结构的安装工艺、施工方法和质量要求。

(2) 以《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)为主要依据,同时参照现行的相关行业标准进行编写。在编写方式上力求简明扼要,在内容编排上以“必需、够用”为度,以“讲清概念、强化应用”为重点,深入浅出,注重实用。

(3) 本书共分十章,从钢结构常用钢材、钢结构连接设计与计算、钢构件设计与计算、钢结构连接施工、钢结构加工制作、钢结构安装施工、钢网架结构工程安装、压型金属板工程、钢结构涂装工程、轻型钢结构工程等方面介绍了钢结构材料性能与选用以及钢结构设计、制作、安装、质量通病防治等基础理论知识,并附有钢结构设计计算常用数据资料,以指导学生掌握钢结构设计、制作、安装的原理及技术方法,为以后走上工作岗位打下坚实的基础。

(4) 采用图、表、文字三者相结合的编写形式,注重原理性、基础性、现代性,强化学习概念和综合思维,着重培养学生解决实际问题的能力,有助于知识与能力的协调和发展。

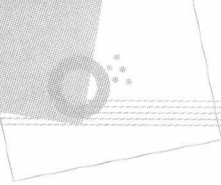
(5) 各章前设置【学习重点】和【培养目标】,对学生学习和教师教学作了引导;各章后设置【本章小结】和【思考与练习】,从更深层次给学生以思考、复习的切入点,构建了“引导—学习—总结—练习”的教学模式。

本书由朱锋任主编,麻媛、周拨云任副主编。本书主要作为高等院校建筑工程技术专业和其他相关专业的教材,也可供建筑设计人员和施工人员参考使用。本书编写过程中,参阅了国内同行多部著作,部分高等院校老师也提出了很多宝贵意见,在此,对他们表示衷心的感谢!

本书的编写虽经推敲核证,但限于编者的专业水平和实践经验,仍难免有疏漏或不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

绪论	1	六、钢材的验收	49
一、钢结构的发展趋势	1	第二节 焊接材料	51
二、钢结构的组成与特点	1	一、焊条	52
三、本课程的学习内容与要求	4	二、焊剂	55
第一章 钢结构施工图	5	三、焊丝	59
第一节 钢结构施工图分类	5	第三节 紧固材料	62
一、钢结构设计图	5	一、材料要求	62
二、钢结构施工详图	5	二、进场检验	66
第二节 钢结构施工图绘制	6	思考与练习	68
一、图纸幅面和比例	6	第三章 钢结构连接工程	69
二、常用的符号	7	第一节 钢结构焊缝连接	70
三、焊缝的表示方法及标注	9	一、焊接工艺过程及焊接人员要求	70
四、螺栓、螺栓孔的表示方法	26	二、焊接常用方法	71
第三节 钢结构施工详图识读	26	三、焊接接头	78
一、梁柱节点连接详图识读	26	四、焊接缺陷	83
二、梁拼接节点详图识读	27	五、焊缝质量检验	88
三、柱与柱连接节点详图识读	27	第二节 普通螺栓连接	95
思考与练习	28	一、普通螺栓的分类	95
第二章 钢结构常用材料	29	二、普通螺栓直径、长度的确定	95
第一节 钢材	29	三、螺栓的排列与构造要求	96
一、钢材的分类	29	四、普通螺栓连接计算	97
二、钢材的牌号	31	五、普通螺栓连接施工	97
三、钢材的化学成分及主要性能	34	六、螺栓紧固及其检验	99
四、钢材的选择	38	七、螺栓螺纹防松措施	100
五、建筑常用钢材介绍	38	第三节 高强度螺栓连接	100
		一、高强度螺栓分类	100



二、高强度螺栓孔加工	101	四、吊装接头准备	138
三、高强度螺栓连接计算	102	五、构件吊装稳定性的检查	138
四、高强度螺栓连接施工	103	六、吊装机具、材料准备	138
五、高强度螺栓紧固与防松	104	七、临时设施、人员的准备	139
六、高强度螺栓连接摩擦面处理	107	第三节 钢结构安装施工	139
思考与练习	110	一、构件安装要求	139
第四章 钢结构加工制作	112	二、单层钢结构	140
第一节 钢结构制作特点及工艺		三、多层、高层钢结构	153
要点	112	四、钢结构整体平移安装技术	171
一、钢结构制作特点	112	思考与练习	175
二、钢结构制作工艺要点	113	第六章 钢网架结构工程安装	177
第二节 钢零件及钢部件加工	116	第一节 钢网架结构类型与构造	177
一、钢零件及钢部件加工的基本		一、钢网架结构类型	177
流程	116	二、钢网架结构构造	178
二、放样与号料	117	第二节 钢网架节点构造要求与	
三、钢材的切割	119	制作	181
四、成型和矫正	120	一、螺栓球节点	181
五、边缘加工	125	二、焊接空心球节点	184
六、制孔	126	三、焊接钢板节点	186
第三节 钢构件组装与预拼装	127	四、支座节点	186
一、钢构件组装施工	127	第三节 钢网架拼装	187
二、钢构件预拼装施工	129	一、钢网架拼装作业条件	187
思考与练习	130	二、钢网架拼装施工	188
第五章 钢结构安装	132	三、钢网架拼装质量控制	189
第一节 钢结构安装工程程序及		第四节 钢网架吊装	191
吊装起重机具选择	132	一、钢网架绑扎	191
一、钢结构安装工程程序	132	二、钢网架吊装方式	191
二、吊装起重机的选择	134	三、网架空中移位	192
第二节 钢结构安装施工准备	136	第五节 钢网架安装	193
一、图纸会审	136	一、钢网架安装方案确定	193
二、吊装技术准备	137	二、钢网架安装方法	194
三、构件准备	137	三、钢网架安装质量控制	201
		思考与练习	202

第七章 压型金属板工程	204
第一节 压型金属板的型号与分类	204
一、压型金属板的型号	204
二、压型钢板的分类	205
第二节 压型金属板工程材料的要求及选用	205
一、压型金属板工程材料要求	205
二、压型金属板选用	208
第三节 压型金属板制作	209
一、压型金属板制作过程要求	209
二、压型金属板几何尺寸测量与检查	209
第四节 压型金属板安装	210
一、压型金属板安装要求	210
二、压型金属板配件安装	211
三、压型金属板连接	211
四、压型金属板安装方法	213
五、围护结构安装	214
六、墙板与墙梁连接	215
第五节 压型金属板防腐	215
一、压型金属板防腐措施	215
二、压型金属板防腐处理	216
思考与练习	217
第八章 轻型钢结构工程	219
第一节 轻型钢结构的发展与应用	219
一、轻型钢结构特点	219
二、轻型钢结构发展	220
三、轻型钢结构应用范围	220
第二节 轻型钢结构构件制作	221
一、轻型钢结构的钢材选用	221
二、轻型钢结构的变形和构造要求	222
三、轻型钢结构制作特点与流程	224
第三节 轻型钢结构安装与防护	225

一、轻型钢结构的安装	225
二、轻型钢结构的防护	225
思考与练习	227

第九章 钢结构涂装工程	229
第一节 钢结构涂装涂料	229
一、钢结构防腐涂料	229
二、钢结构防火涂料	231
第二节 钢材表面处理	234
一、表面油污的清除	234
二、表面旧涂层的清除	235
三、表面锈蚀的清除	236
四、表面粗糙度的增大	239
第三节 钢结构涂装施工	240
一、钢结构涂装方法	240
二、防腐涂装施工	242
三、防火涂装施工	246
思考与练习	251
第十章 钢结构施工测量与监测	253
第一节 钢结构施工测量	253
一、平面控制网	253
二、高程控制网	257
三、单层钢结构施工测量	258
四、多层、高层钢结构施工测量	259
五、高耸钢结构施工测量	262
六、GPS 测量定位技术在钢结构工程中的应用	262
第二节 钢结构施工监测	263
一、施工监测方法	263
二、监测仪器和设备	263
三、施工监测点布置	263
四、钢结构工程变形监测	263
思考与练习	264

第十一章 钢结构施工安全与环境

保护 266

第一节 登高作业安全技术 266

 一、登高脚手架安全技术 266

 二、钢挂梯安全技术 268

第二节 钢筋连接与加工安全技术 268

 一、钢筋连接安全技术 268

 二、钢筋加工安全技术 269

第三节 钢结构涂装施工安全技术 270

 一、涂装施工安全技术要求 270

 二、涂装施工与防火、防爆 270

 三、涂装施工与防尘、防毒 271

第四节 环境保护措施 271

 一、施工期间卫生管理 272

 二、施工期间噪声控制 275

 三、施工期间污染控制 275

思考与练习 276

参考文献 278

一、钢结构的发展趋势

1. 钢结构的发展历史

钢结构建筑工程是我国建筑行业中蓬勃发展的行业，在房屋建筑、地下建筑、桥梁、塔桅、海洋平台、港口建筑、矿山建筑、水工建筑及容器管道建筑中都得到了广泛的应用。

20 世纪五六十年代国民经济恢复时期，钢结构工程在工业厂房及民用建筑中都得到了应用。如鞍山钢铁公司、长春第一汽车制造厂及武汉钢铁公司都大量应用了钢结构，民用建筑方面也建成了天津体育馆、北京人民大会堂等钢结构房屋。

20 世纪六七十年代，由于我国工业发展受到很大阻碍，钢产量也处于停滞状态，因此，钢结构的应用受到了很大限制。但在此时期，我国科研人员研究开发了由圆钢和小角钢组成的轻钢屋盖，应用于小跨度的厂房建设。

20 世纪 70 年代后期至 80 年代的改革开放时期，我国钢产量逐年稳步增长，钢结构也得到了更广泛的应用。高强度钢材和薄壁型钢结构、悬索结构、悬挂结构等新结构形式越来越多地应用于轻型、大跨屋盖结构及高层建筑中。

在大跨度建筑和单层工业厂房中，网架、网壳等结构的广泛应用，受到了世界各国的瞩目。上海体育馆马鞍形环形大悬挑空间钢结构屋盖和上海浦东国际机场航站楼张弦梁屋盖钢结构的建成，更标志着我国的大跨度空间钢结构已进入世界先进行列。

2. 钢结构的发展前景

目前，我国每年新建建筑约 20 亿平方米，其中 10% 采用钢结构建筑。北京、上海、天津、山东等地对钢结构住宅建筑的开发已逐步展开。其中，山东莱钢建设有限公司在绿色环保钢结构住宅体系开发、产业化发展模式方面已取得良好进展。另外，钢结构桥梁日益增多，突破了以往仅在大跨度桥梁采用钢结构桥梁的局面。在今后的一段时期内，在跨江、跨海的大跨度钢结构桥梁不断涌现的同时，市政建设立交桥、人行桥及地铁、轻轨等公路交通建设也会越来越多地采用钢结构桥梁技术。

由此可见，在今后相当长的一段时期内，钢结构行业将保持持续快速增长的趋势。随着我国基本建设投资力度的日益增强和国家重大工程的大力开展，钢结构的发展前景和市场空间将会更加远大。当然，钢结构行业广阔的发展前景与快速的发展速度对钢结构数控加工装备的发展也提出了更高的要求。不仅要提高加工能力，还要提高加工质量水平以满足钢结构发展的需要。因此，企业在坚持自主创新的同时，加大与发达国家数控装备合资合作的力度，鼓励引进、吸收、再创新，大力研发适应国情的、具有世界先进水平的钢结构数控加工装备，更好地为我国钢结构行业的跨越式发展服务。



钢结构建筑的
应用前景

二、钢结构的组成与特点

1. 钢结构的组成

(1) 由钢拉杆、钢压杆、钢梁、钢柱、钢桁架、钢索等基本构件组成的下列结构为钢结构。

1)梁式结构：包括次主梁系、交叉梁系、单独吊车梁等。

2)桁架式结构：包括平面屋架、空间网架、橡檩屋盖体系、由三面或更多面平面桁架组成的塔桅结构等。

3)框架式结构：由钢梁、钢柱相互连接成的平面或空间框架，它们之间可为铰接也可为刚接。

4)拱式结构：由桁架式或实腹式钢拱组成。

以上所有钢结构中构件的主要受力状态一般可分为受弯、受剪、轴心受拉、轴心受压、偏心受拉和偏心受压六种。

(2)钢板和各种型钢(角钢、工字钢、槽钢、钢管等)是上述各种钢构件的组成材料。

(3)钢构件间的连接方法有以下三种：

1)焊缝连接(主要连接方法)：包括电弧焊、电阻焊和气焊。其中，电弧焊的焊缝质量比较可靠，是最常用的焊接方法。它又分为手工电弧焊和自动或半自动埋弧焊。焊缝形式主要有对接焊缝和角焊缝两种。

2)螺栓连接：包括普通螺栓和高强度螺栓。

3)铆钉连接：用一端带有铆钉头的铆钉烧红到适当温度后插入铆钉孔，再用铆钉枪挤压另一端形成铆钉头，以此连接钢构件。其最大优点是韧性和塑性较好、传力可靠，但因其构造复杂、用钢量大，目前几乎被淘汰。

2. 钢结构的特点

(1)钢结构的优点。钢结构之所以在工程中得到广泛的应用和迅速发展，是由于钢结构与其他结构相比具有很多优点。

1)钢材强度高、重量轻，塑性、韧性好，抗震性能优越。钢材与混凝土等材料相比具有较高的强度，适合于建造跨度大、高度高、承载重的结构，也更适用于抗震、可移动和易装拆的结构。钢材的堆积密度与屈服点的比值最小，例如，在相同的荷载条件下，钢屋架重量只有同等跨度钢筋混凝土屋架的 $1/4 \sim 1/3$ ，如果采用薄壁型钢屋架则更轻，只有 $1/10$ 。因此，钢结构比钢筋混凝土结构能承受更大的荷载，跨越更大的跨度。同时，由于强度高，一般受力构件的截面小而壁薄，在受压时容易失稳和产生较大的变形，因而常常为稳定计算和刚度计算所控制，强度难以得到充分的利用。

塑性是指构件破坏时发生变形的能力。韧性是指结构抵抗冲击荷载的能力。钢材质地均匀，各向同性，弹性模量大，有良好的塑性和韧性，为理想的弹性-塑性体。因此，钢结构不会因偶然超载或局部超载而突然断裂破坏，钢材韧性好，使钢结构较能适应振动荷载，地震区的钢结构比其他材料的工程结构更耐震，钢结构是一般地震中损坏最少的结构。

2)钢结构工业化程度高、施工速度快。由于钢结构所用的材料单纯，且多是成品或半成品材料，加工比较简单，并能够使用机械操作，易于定型化、标准化，故其工业化生产程度较高。因此，钢构件一般在专业化的金属结构加工厂制作完成，且具有精度高、质量稳定和劳动强度低的特点。

钢构件在工地拼装时，多采用简单方便的焊缝连接或螺栓连接，钢构件与其他材料构件的连接也比较方便。有时钢构件还可以在地面拼装成较大的单元，甚至拼装成整体后再进行吊装，这样不仅可以显著降低高空作业量，缩短施工工期，使整个建筑更早地投入使用，还可以缩短资金流动周期，提前收到投资回报，提高综合效益。

3)钢结构的密封性好。钢材组织非常密实，采用焊缝连接可做到完全密封。一些要求气密性和水密性好的高压容器、大型油库、煤气罐、输送管道等板壳结构，最适宜采用钢结构。



4) 构件截面小, 有效空间大。由于钢材的强度高, 构件截面小, 所以其所占空间也就小。以相同受力条件的简支梁为例, 混凝土梁的高度通常是跨度的 $1/10 \sim 1/8$, 而钢梁的高度约是跨度的 $1/16 \sim 1/12$ 。如果钢梁有足够的侧向支撑, 甚至可以达到 $1/20$, 有效增加了房屋的层间净高。在梁高相同的条件下, 钢结构的开间可以比混凝土结构的开间大约 50%, 能更好地满足建筑上大开间、灵活分割的要求。柱的截面尺寸也类似, 避免了“粗柱笨梁”现象, 室内视觉开阔, 美观方便。

另外, 民用建筑中的管道很多, 如果采用钢结构, 可在梁腹板上开洞以穿越管道, 如果采用混凝土结构, 则不宜开洞, 管道一般从梁下通过, 要占用一定的空间。在楼层净高相同的条件下, 钢结构的楼层高度要比混凝土的小, 可以减小墙体高度, 节约室内空调所需的能源, 减少房屋维护和使用费用。

5) 节能、环保。与传统的砌体结构和混凝土结构相比, 钢结构属于绿色建筑结构体系。钢结构房屋的墙体多采用新型轻质复合墙板或轻质砌块, 如高性能 NALC 板(配筋加气混凝土板)、复合夹心墙板、幕墙等; 楼(屋)面多采用复合楼板, 例如, 压型钢板混凝土组合板、轻钢龙骨楼盖等, 符合建筑节能和环保的要求。

钢结构的施工方式为干式施工, 可避免混凝土湿式施工所造成的环境污染。钢结构材料还可利用夜间交通流畅期间运送, 不影响城市闹市区建筑物周围的日间交通, 噪声也小。另外, 对于已建成的钢结构也比较容易进行加固和改造, 用螺栓连接的钢结构还可以根据需要进行拆迁, 也有利于保护环境和节约资源。

(2) 钢结构的缺点。

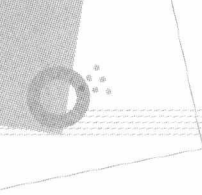
1) 结构构件刚度小, 不稳定问题突出。由于钢材轻质高强, 构件不但截面尺寸小, 而且都是由型钢或钢板组成开口或闭口截面。在相同边界条件和荷载条件下, 与传统混凝土构件相比, 钢构件的长细比大, 抗侧刚度、抗扭刚度都比混凝土构件小, 容易丧失整体稳定; 构件的宽厚比大, 容易丧失局部稳定; 大跨度空间钢结构的整体不稳定问题也比较突出, 这些都是钢结构设计中最容易出现问题的环节。另外, 构件刚度越小, 变形就越大, 在动力荷载作用下也容易振动。

2) 钢材耐热性好, 但耐火性差。钢材随着温度的升高, 性能逐渐发生变化。温度在 250°C 以内时, 钢材的力学性能变化很小, 达到 250°C 时钢材有脆性转向(称为蓝脆), 在 $260^{\circ}\text{C} \sim 320^{\circ}\text{C}$ 之间有徐变现象, 随后强度逐渐下降; 在 $450^{\circ}\text{C} \sim 540^{\circ}\text{C}$ 之间时强度急剧下降; 达到 650°C 时, 强度几乎降为零。因此, 钢结构具有一定的耐热性, 但耐火性差。

《钢结构设计规范》(GB 50017—2017)规定, 高温环境下的钢结构温度超过 100°C 时, 应进行结构温度作用验算, 并应根据不同情况采取防护措施: 当钢结构可能受到炽热熔化金属的侵害时, 应采用砌块或耐热固体材料做成的隔热层加以保护; 当钢结构可能受到短时间的火焰直接作用时, 应采用加耐热隔热涂层、热辐射屏蔽等隔热防护措施; 当高温环境下钢结构的承载力不满足要求时, 应采取增大构件截面、采用耐火钢或采用加耐热隔热涂层、热辐射屏蔽、水套隔热降温措施等隔热降温措施; 当高强度螺栓连接长期受热达 150°C 以上时, 应采用加热隔热涂层、热辐射屏蔽等隔热防护措施。有特殊防火要求的建筑, 钢结构更需要用耐火材料围护。对于钢结构住宅或高层建筑钢结构, 应根据建筑物的重要性等级和防火规范加以特别处理。例如, 采用蛭石板、蛭石喷涂层、石膏板或 NALC 板等加以防护。防火处理使钢结构的造价有所提高。

3) 钢材耐腐蚀性差, 应采取防护措施。钢材易于锈蚀, 处于潮湿或有侵蚀性介质的环境中更容易因化学反应或电化学作用而锈蚀, 因此, 钢结构必须进行防腐处理。一般钢构件在除锈后涂刷防腐涂料即可, 但这种防护措施并非一劳永逸, 需间隔一段时间重新维修, 因而其维护费用较高。

对处于较强腐蚀性介质内的建筑物不宜采用钢结构。钢结构在涂油漆以前应彻底除锈, 油



漆质量和涂层厚度均应符合要求。在设计中应避免使结构受潮、漏雨,构造上应尽量避免受潮、漏雨,且应尽量避免存在难以检查、维修的死角。对于有强烈侵蚀性介质、沿海建筑以及构件壁厚非常薄的钢构件,应进行特别处理,如镀锌、镀铝锌复合层等,这些措施都会相应提高钢结构的工程造价。

目前,国内外正发展不易锈蚀的耐候钢。实践证明,含磷、铜的稀土钢,其强度、耐蚀性均优于常用的 Q235 钢。此外,长效油漆的研究也取得进展,使用这种防护措施可延长钢结构寿命,节省维护费用。

4) 低温冷脆。钢结构在低温条件下,塑性、韧性逐渐降低,达到某一温度时韧性会突然急剧下降,称为低温冷脆,对应温度称为临界脆性温度。低温冷脆也是国内外一些钢结构工程在冬季发生事故的主要原因之一,可能发生脆性断裂,这点必须引起设计者的注意。

另外,钢材在反复荷载、复杂应力、突然加载、冷作用及时效硬化、焊接缺陷等条件下也容易脆断。

三、本课程的学习内容与要求

钢结构制造与安装工程涉及的内容比较广泛,如钢结构工程中的技术规程、技术规范、工艺标准等。本课程主要由钢结构施工图、钢结构制造、钢结构安装、钢结构测量、钢网架结构工程安装、压型金属板工程、轻型钢结构工程、钢结构涂装工程等几个部分内容组成。

本课程主要针对建筑工程技术专业学生,方便其学习钢结构的设计原理、钢结构加工制作与安装。要求学生通过本课程的学习,具备钢结构的基本知识,掌握钢结构设计、加工制作及安装的原理及技术方法,能够对钢梁、钢柱、钢屋架等基本构件进行设计、加工制作与安装,并对钢结构施工新技术及其应用有一定的了解,为以后走上工作岗位打下坚实的基础。

第一章 钢结构施工图

能力目标

1. 能够进行钢结构施工图的绘制。
2. 能够识读钢结构施工图。

知识目标

1. 了解钢结构施工图的类型，掌握不同类型施工图的内容。
2. 熟悉钢结构施工图绘制规定，掌握钢结构施工图的表示方法。
3. 掌握钢结构施工图的识读方法。

第一节 钢结构施工图分类

钢结构施工图是说明建筑物基础和主体部分的结构构造和要求的图纸，钢结构施工图数量与工程大小和结构复杂程度有关，一般为十几张至几十张。在建筑钢结构中，**钢结构施工图**一般可分为**钢结构设计图**和**钢结构施工详图**两种。

一、钢结构设计图

钢结构设计图应先根据钢结构施工工艺、建筑要求进行初步设计，然后制订施工设计方案并进行计算，再根据计算结果编制而成。其目的、内容及深度均应为钢结构施工详图的编制提供依据。

钢结构设计图一般比较简明，使用的图纸量也比较少，其内容一般包括设计总说明、布置图、构件图、节点图及钢材订货表等。

二、钢结构施工详图

钢结构施工详图是指直接供制造、加工及安装使用的施工用图，是直接根据结构设计图编制的工厂施工及安装详图，有时也含有少量连接、构造等计算。其只对深化设计负责，一般多由钢结构制造厂或施工单位进行编制。

施工详图通常较为详细，使用的图纸量也比较多，其内容主要包括构件安装布置图及构件详图等。

第二节 钢结构施工图绘制

一、图纸幅面和比例

1. 图纸的幅面

图纸的幅面是指图纸尺寸规格的大小，图纸幅面及图框尺寸应符合表 1-1 的规定。一般 A0~A3 图纸宜横式使用，必要时也可立式使用。如果图纸幅面不够，可将图纸长边加长，短边不得加长。在一套图纸中应尽可能采用同一规格的幅面，不宜多于两种幅面(图纸目录可用 A4 幅面除外)。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

幅面 尺寸	A0	A1	A2	A3	A4
b×l	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297

2. 图纸的比例

图纸的比例，应为图形与实物相对应的线性尺寸之比。比例的大小是指其比值的大小，如 1：50 大于 1：100。比值大于 1 的比例，称为放大的比例，如 5：1；比值小于 1 的比例，称为缩小的比例，如 1：100。建筑工程图中所用的比例，应根据图纸的用途与被绘对象的复杂程度从表 1-2 中选用，并应优先选用表中的常用比例。

表 1-2 图纸常用比例

图名	常用比例
总平面图	1：300 1：500 1：1 000 1：2 000
总图专业的场地断面图	1：100 1：200 1：1 000 1：2 000
建筑平面图、立面图、剖面图	1：50 1：100 1：150 1：200 1：300
配件及构造详图	1：1 1：2 1：5 1：10 1：15 1：20 1：25 1：30 1：50

图纸上图形应按比例绘制，根据图形用途和复杂程度按常用比例选用。一般情况下，建筑布置的平、立、剖面图采用 1：100，1：200；构件图用 1：50；节点图用 1：10，1：15，1：20，1：25。图形宜选用同一种比例，几何中心线用较小比例，截面用较大比例。

图名一般在图形下面写明，并在图名下绘一粗与一细实线来显示，一般比例注写在图名的右侧。当一张图纸上用一种比例时，也可以只标在图标内图名的下面。标注详图的比例，一般都写在详图索引标志的右下角。

二、常用的符号

1. 标高

标高是表示建筑物的地面或某一部位的高度。在图纸上标高尺寸的注法都是以 m 为单位。一般标注到小数点后三位，在总平面图上只要注写到小数点后两位就可以。总平面图上的标高用全部涂黑的三角表示。

在建筑施工图纸上用绝对标高和建筑标高两种方法表示不同的相对高度。它们的标高符号如图 1-1 所示。

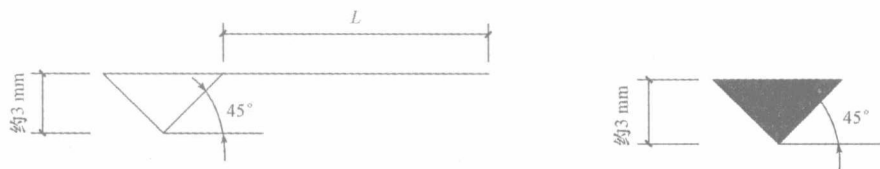


图 1-1 标高符号
(a)建筑标高符号；(b)绝对标高符号
L—注写标高数字的长度

(1)绝对标高。绝对标高是指以海平面高度为零点(我国以青岛黄海海平面为基准)，图纸上某处所注的绝对标高的高度，就是说明该图面上某处的高度比海平面高出的距离。绝对标高一般只用在总平面图上，以标志新建建筑处地面的高度。有时在建筑施工图的首层平面也有注写，例如，标注方法 $\blacktriangledown^{50.00}$ ，表示该建筑的首层地面比黄海海面高出 50 m，绝对标高的图式是黑色三角形。

(2)建筑标高。建筑标高是指除总平面图外，其他施工图上用来表示建筑物各部位的高度，都是以该建筑物的首层(即底层)室内地面高度作为 0 点(写作 ± 0.000)来计算的。比零点高的部位称为正标高，如比零点高出 3 m 的地方，标成 $\blacktriangledown^{3.000}$ ，而数字前面不加“+”号。反之比零点低的地方，如室外散水低 45 cm，标成 $\blacktriangledown^{-0.450}$ ，在数字前面加上了“-”号。

2. 指北针与风玫瑰图

在总平面图及首层的建筑平面图上，一般都绘有指北针，表示该建筑物的朝向。指北针的形式如图 1-2 所示，圆的直径为 8~20 mm，主要的画法是在尖头处要注明“北”字。如为对外设计的图纸则用“N”表示北字。

风玫瑰图是总平面图上用来表示该地区每年风向频率的标志。它是以十字坐标定出东、南、西、北、东南、东北、西南、西北等 16 个方向后，根据该地区多年平均统计的各个方向吹风次数的百分数值绘成的折线图，称为风频率玫瑰图。风玫瑰的形状如图 1-3 所示，此张风玫瑰图说明该地多年平均的最频风向是西北风。虚线表示夏季的主导风向。

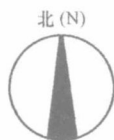


图 1-2 指北针

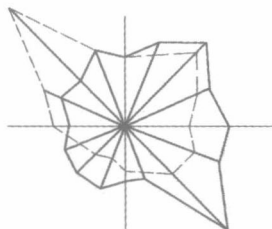


图 1-3 风玫瑰