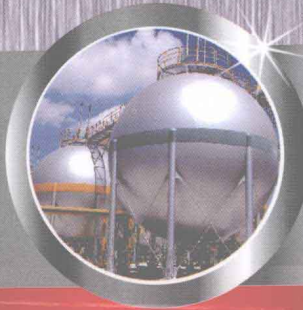




实用**钢结构制造**

技术手册

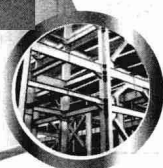
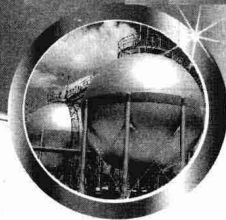
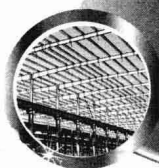
熊大远 编著



化学工业出版社

实用钢结构制造 技术手册

熊大远 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是一本全面介绍钢结构制造技术的简明技术手册,内容全面、实践性强。全书涵盖了钢结构生产制造的全过程,重点介绍了钢结构识图、钣金制造工艺(展开、放样、号料和下料、成形加工、连接和焊接等)、变形缺陷与矫正、产品组装与安装等内容,并列举了一些典型钢结构产品的制造工艺和制造过程的实例,增加了许多技术改造、革新和新技术、新设备推广的内容。

本书适用于机械、建筑等行业从事钢结构、钣金制造的工程技术人员、高级技术工人以及钢结构制造企业的管理人员查阅和参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用钢结构制造技术手册/熊大远编著. —北京:化学工业出版社, 2009.1
ISBN 978-7-122-04040-4

I. 实… II. 熊… III. 钢结构-结构构件-制造-技术手册 IV. TU391-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 168741 号

责任编辑: 张兴辉
责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张 21½ 字数 580 千字
2009 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 56.00 元

版权所有 违者必究



前 言

目前，钢结构应用非常广泛，尤其在机械、建筑等行业占据着极其重要的地位。钢结构制造工艺主要是应用钣金技术来实现的。本书是笔者在总结多年实践经验的基础上，结合教学实践编写而成的，是综合性较强的简明技术手册，内容涵盖了钢结构生产制造的全过程，重点介绍了钢结构识图、钣金制造工艺（展开、放样、号料和下料、成形加工、连接和焊接等）、变形缺陷与矫正、产品组装与安装等内容，最后列举了一些典型钢结构产品的制造工艺和制造过程的实例。本书从理论基础入手，密切结合实践，重点突出，逻辑性强，通俗易懂，深入浅出，避免了以往的繁杂计算和作图，增加了大量技术改造、革新和新技术、新设备推广的内容。

本书由熊大远编著。李静敏、刘宗凤、熊伟、周玉梅、陈静、熊肖雄、李双、熊健、李士刚、吴志场等协助完成了大量资料的搜集、整理、校对以及全部的作图和打印工作，熊伟搜集并整理了相关机械设备及操作的技术内容。

由于编者本身水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正，在此深表谢意！

编者



目 录

第1章 钢结构技术基础

1.1 概述	1
1.1.1 钢结构技术及其应用	1
1.1.2 钢结构的特点和类型	2
1.1.3 钢结构制造工艺程序	5
1.2 常用计量标准和数学基础	7
1.2.1 常用计量标准	8
1.2.2 常用数学基础	10
1.3 常用机具和使用管理	15
1.3.1 工具	15
1.3.2 量具及使用	19
1.3.3 常用机械及安全操作	23
1.4 钢结构技术管理	25
1.4.1 钢结构技术和管理要求	25
1.4.2 钢结构技术管理内容和程序	26

第2章 钢结构识图与作图

2.1 机械制图基本知识	28
2.1.1 图样在工程技术中的地位和作用	28

2.1.2	机械制图国家标准的一些规定	29
2.1.3	机械制图原理——投影和视图	32
2.1.4	机械制图的步骤和要求	36
2.1.5	制图的仪器及用品	38
2.2	钢结构识图	41
2.2.1	零件的形状结构表达	42
2.2.2	结构装配图	43
2.2.3	常用工艺及图符	44
2.2.4	常用金属材料及其标记	48
2.2.5	识图程序及步骤	52
2.3	几何作图及应用	53
2.3.1	常用几何作图法	54
2.3.2	几何作图的应用	58
2.3.3	几何作图实例	59
2.4	识图实例	60
2.4.1	实例1 支座	61
2.4.2	实例2 轴座	64
2.4.3	实例3 蒸锅	66
2.4.4	实例4 起重吊车梁	70

第3章 金属材料及其应用

3.1	金属材料的分类和性能	73
3.1.1	金属材料的分类	73
3.1.2	金属材料的化学性能	74
3.1.3	金属材料的物理性能	75
3.1.4	金属材料的工艺性能	79
3.2	钢的分类、特点和钢号	80
3.2.1	钢的分类	81
3.2.2	钢的牌号	82

3.2.3 钢的特点及应用	84
3.3 常用钢材及应用	95
3.3.1 钢材的分类	95
3.3.2 钢材的规格及用途	96
3.3.3 材料重量的计算	100
3.4 钢的热处理	102
3.4.1 钢的热处理基础知识	103
3.4.2 钢的整体热处理	107
3.4.3 钢的表面热处理和化学热处理	112
3.4.4 热处理的缺陷及防止	114
3.5 有色金属	116
3.5.1 铜及铜的合金	117
3.5.2 铝和铝的合金	122
3.5.3 钛和钛的合金	126
3.5.4 硬质合金	128
3.6 非金属材料	129
3.6.1 高分子材料	129
3.6.2 陶瓷材料	133
3.6.3 复合材料	135
附 钢材化学成分火花鉴别法	137

第4章 放样与展开

4.1 放样	139
4.1.1 放样的概念	139
4.1.2 放样划线工具和使用	140
4.1.3 放样的工作内容和作用	142
4.1.4 放样划线的程序和做法	144
4.1.5 样板和样杆的制作	155
4.2 展开放样与展开形体	160
4.2.1 展开放样	160

4.2.2	形体及其特点	160
4.2.3	相贯体	165
4.2.4	形体的展开和要求	173
4.3	平行线展开法	174
4.3.1	平行线展开法的原理和步骤	174
4.3.2	圆柱截交或相贯形体的展开	176
4.3.3	矩形体或棱柱的展开放样	179
4.4	放射线展开法	182
4.4.1	放射线展开法的原理和步骤	182
4.4.2	圆锥体用射线法展开	183
4.4.3	棱锥形体利用放射线法展开	187
4.5	三角形展开法	190
4.5.1	三角形展开法的原理和步骤	190
4.5.2	正棱锥或正棱锥台利用三角形法展开放样	191
4.5.3	特殊正圆锥台展开放样	194
4.6	综合展开法	199
4.6.1	综合展开法的原理和步骤	199
4.6.2	综合展开法实例	200
4.7	不可展开形体的展开放样	207
4.7.1	展开放样实例	207
4.7.2	复杂结构件的展开	213

第5章 号料与下料加工

5.1	划线号料及要求	218
5.1.1	划线号料的工具及基本要求	218
5.1.2	合理号料和方法	221
5.1.3	号料时应处理的问题	223
5.1.4	号料划线基准和加工余量	225
5.1.5	号料划线时应注意的事项	226

5.2	钢材的号料	227
5.2.1	钢板的号料	227
5.2.2	型钢（包括钢管）的号料	230
5.3	下料的准备工作	237
5.3.1	钣金下料的方法及其选用	238
5.3.2	钣金下料的准备工作	239
5.3.3	下料加工前材料检验和变形矫正	240
5.4	手工下料	242
5.4.1	钢材的切割	242
5.4.2	手用小型电动下料工具	245
5.4.3	手工下料安全操作和修整	248
5.4.4	火焰切割的原理和条件	249
5.4.5	氧-乙炔火焰切割的设备及工具	251
5.4.6	氧-乙炔火焰切割的操作方法	255
5.4.7	火焰切割方法的选择和安全操作	263
5.5	机械切割下料	265
5.5.1	龙门剪板机及其操作方法	266
5.5.2	其他形式剪切机	269
5.5.3	机械冲断和冲裁下料	274
5.5.4	机械下料安全操作规程	278

第6章 成形加工

6.1	成形加工的准备	280
6.1.1	钢结构成形加工前的准备	281
6.1.2	工件毛坯的质量检查和交验	281
6.1.3	成形加工前的预加工	282
6.2	弯曲成形	283
6.2.1	板材的弯曲成形	284
6.2.2	管材的弯曲成形	295

6.2.3	型钢的弯曲成形	304
6.3	冲压成形	307
6.3.1	冲压成形的分类和特点	308
6.3.2	手工冲压成形	311
6.3.3	薄板工件冲压成形	315
6.3.4	厚板工件的冲压成形	324
6.3.5	管料的冲压成形	334
6.4	其他加工成形工艺	340
6.4.1	冲裁成形	340
6.4.2	液压成形	345
6.4.3	体积成形	346
6.4.4	机械加工成形	349
6.4.5	手工操作加工成形	351
6.5	加工成形机械与操作	352
6.5.1	剪板机(剪切机)	353
6.5.2	卷板机	354
6.5.3	折弯机	356
6.5.4	压力机	357
6.5.5	气割设备	359
6.5.6	焊接设备	361
6.5.7	桥式起重机	364

第7章 连接与焊接

7.1	钢结构连接方式	366
7.1.1	铆接	366
7.1.2	螺栓连接	370
7.1.3	胀接	374
7.1.4	咬接	376
7.1.5	粘接	379

7.2	焊接和焊接质量缺陷的防止	382
7.2.1	焊接基本原理	383
7.2.2	焊接结构及焊接坡口基本形式	384
7.2.3	焊接基本要求	387
7.2.4	焊接质量缺陷的防止	388
7.3	焊接方法及焊接工艺	399
7.3.1	焊条电弧焊（手工电弧焊）	399
7.3.2	埋弧焊和埋弧自动焊	401
7.3.3	气体保护焊	406
7.3.4	钨极氩弧焊	411
7.3.5	电阻焊	415
7.3.6	气焊	422
7.3.7	钎焊	426
7.4	焊接质量控制及其检验	432
7.4.1	焊接质量的控制	432
7.4.2	焊接质量的检验	437

第8章 变形缺陷与矫正

8.1	变形的原因和危害	442
8.1.1	应力与变形的概念	442
8.1.2	钢结构工件产生变形的原因	445
8.1.3	变形缺陷的危害	447
8.2	钢材变形的矫正	451
8.2.1	钢材防止和减少变形的措施	451
8.2.2	钢材变形的矫正	453
8.3	工件在下料过程中变形的矫正	471
8.3.1	钢材下料变形的形式	471
8.3.2	钢材下料变形的预防	473
8.3.3	钢材下料后变形缺陷的矫正	474

8.3.4	钢材下料变形矫正时应注意的事项	476
8.4	工件在加工成形过程中变形的矫正	477
8.4.1	弯曲成形产生的变形和变形缺陷的防止	478
8.4.2	工件冲压成形产生的变形和变形缺陷的防止	485
8.4.3	其他工件加工成形过程变形缺陷及防止	490
8.5	焊接引起变形的矫正	491
8.5.1	焊接应力与变形	491
8.5.2	焊接残余应力对结构的影响	492
8.5.3	焊接变形及其对构件结构的影响	494
8.5.4	焊接残余应力的防止	500
8.5.5	焊接变形的防止	502
8.5.6	焊接变形的矫正	510

第9章 产品组装与安装

9.1	组装及其准备	513
9.1.1	组装原理与条件	514
9.1.2	装配的基本方法	520
9.1.3	装配前的准备工作	525
9.2	装配及装配实例	527
9.2.1	装配生产类型和特点	527
9.2.2	焊接钢结构的装配	530
9.2.3	薄壳结构容器本体的装配	538
9.2.4	装配质量的控制和检验	541
9.3	安装施工的测量放线	543
9.3.1	施工测量放线的内容	543
9.3.2	测量放线的器具及使用	544
9.3.3	施工测量放线的准备工作	549
9.3.4	设备安装的定位放线	550
9.3.5	安装施工的测量放线	551

9.4	安装施工设施和起重机械	552
9.4.1	脚手架	552
9.4.2	高空安装操作的“三宝”及“四口”防护	557
9.4.3	吊装工器具	559
9.4.4	起重机械	561
9.5	安装和安装工艺	571
9.5.1	安装和安装的准备工作	571
9.5.2	大型储罐的安装	574
9.5.3	建筑钢结构的安装	582

第10章 典型钢结构产品制造工艺

10.1	建筑钢结构制造工艺	591
10.1.1	识图放样	594
10.1.2	号料下料	597
10.1.3	成形加工	600
10.1.4	组装	600
10.1.5	焊接	606
10.1.6	检验	609
10.2	压力容器制造工艺	611
10.2.1	压力容器及其结构特点	611
10.2.2	生产准备	615
10.2.3	放样工序	618
10.2.4	成形工序	624
10.2.5	组焊工序	625
10.2.6	检验工序	633
10.3	常规钢结构设备制造工艺	635
10.3.1	实例1 物料灰斗	635
10.3.2	实例2 煤气发生炉炉底	643
10.4	管道工程和管件制造工艺	650

10.4.1	管道工程基本知识·····	650
10.4.2	异形管件制造工艺·····	660
10.4.3	管道与设备连接件制造工艺·····	665

参考文献

第1章 钢结构技术基础

1.1 概述

1.1.1 钢结构技术及其应用

机械制造的原材料，大部分是金属材料，其中主要是钢材。以钢材为原材料加工后组装成机械设备。从事机械制造的工艺包括车、钳、电、铆、焊工艺技术。其中铆、焊是联系密切、工序交织的机械制造工艺过程。铆工又称钣金工和冷作工。钣金工艺技术主要内容是按机械产品设计图样要求，对钢板、型钢等材料通过下料、成形、组装、连接、检验等工艺过程按要求完成工件的制造。这些工艺过程称为“工序”。钣金工艺过程中的连接工序，一般用焊接方法完成。现代机械产品，包括矿山、冶金、轻工、化工、汽车、造船等，几乎覆盖各产业的机械产品，都需要在制造的过程中通过钣金工艺技术完成部分工件制造加工工作。其中压力容器、钢结构和非标设备等主要部件几乎全部由钣金工艺技术完成。由此可见钣金工艺技术在机械产品制造工艺技术中占有相当重要的比例和主导地位。钣金工艺技术的发展和提高，对机械制造工艺技术具有极其重要的影响。钣金工艺技术相对其他（车、钳、电、焊等）工艺是相对较为复杂，是要求专业知识和综合能力较强的工艺技术。对此加强钣金工艺技术工人的培训教育、考核上岗，提高其工艺技术水平并应用在机械制造生产中，对提高机械产品的质量、进

度和降低成本是十分必要的。

钣金工艺技术主要从事钢结构的冷作制造，所以钣金工艺也称为钢结构冷作工艺技术，简称为钢结构技术。

1.1.2 钢结构的特点和类型

由于钢结构具有综合力学性能高、焊接密封性能好、便于拆装、重量轻、生产周期短等优点，因此钢结构在造船、航空、机械、建筑、运输等行业得到广泛的应用，特别是钢结构应用于高层建筑已有百年的历史。近几年我国钢产量年年超亿吨，所以建筑钢结构进入了最好的发展时期。当前建筑钢结构正在向轻型、高层、大跨度三个方向发展。世界著名的法国巴黎的埃菲尔铁塔、我国的国家体育场“鸟巢”工程和杭州湾跨海大桥等都是著名的钢结构工程。

随着新材料、新工艺、新技术的不断发展，钢结构的应用将会愈来愈广泛，发挥出建设周期短、刚度好、便于施工等优势。

(1) 钢结构的特点

钢结构是以热轧型钢（角钢、工字钢、槽钢、钢管等）、钢板、冷加工成形的薄壁型钢以及钢索作为基本元件，通过下料、加工、组装和焊接、螺栓或铆钉连接等方式，按一定的规律连接起来制成基本构件后，再用焊接、螺栓或铆钉连接将基本构件连接成能够承受外载荷的结构称为钢结构。

目前钢结构已在国民经济各部门获得非常广泛的应用。不仅在传统的工业部门，如工业与民用建筑业中的建筑结构，交通运输业中的船舶、车辆、飞机、桥梁，电力部门中的高架输电设施和新兴的航天工业、海洋工程中都大规模应用了钢结构。钢结构如此广泛的应用，原因在于钢结构与其他材料制成的结构相比，具有下列特点。

① 强度高、重量轻 钢材比木材、砖石、混凝土等建筑材料的强度要高出很多倍，因此，当承受的载荷等条件相同时，用钢材制成的结构自重较轻，所需截面较小，运输和架设亦较方便。

② 塑性和韧性好 钢材具有良好的塑性,在一般情况下,不会因偶然超载或局部超载造成突然断裂破坏,而是事先有较大的变形预兆,以便采取补救措施。钢材还具有良好的韧性,对作用在结构上的动力载荷适应性强,为钢结构的安全使用提供了可靠保证。

③ 材质均匀 钢材的内部组织均匀,各个方向的物理力学性能基本相同,很接近各向同性体,在一定的应力范围内,钢材处于理想弹性状态,与工程力学所采用的基本假定较符合,故计算结果准确可靠。

④ 制造方便 钢结构是由各种加工制成的型钢和钢板组成,采用焊接、螺栓或铆接等手段制造成基本构件,运至现场装配拼接。故制造简便、施工周期短、效率高,且修配更换也方便。这种工厂制造、工地安装的施工方法,具备了成批大量生产和成品精度高等优点,同时为降低造价、发挥投资的经济效益创造了条件。

⑤ 密封性好 钢结构采用焊接方法连接易做到紧密不渗漏,密封性好,适用于制作容器、油罐、油箱等。

⑥ 耐腐蚀性差 黑色金属制造的钢结构处在空气中容易生锈,特别是在湿度大或有侵蚀性介质中腐蚀加速,因而需经常维修和保养,如除锈、喷涂涂料等,维护费用较高。

⑦ 耐高温性差 钢材不耐高温,随着温度的升高,钢材强度会降低,在火灾中,未加防护的钢结构一般只能维持 20min 左右,因此对重要的结构必须注意采取防火措施,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。

⑧ 钢材的低温脆性 当钢材在其临界温度以下服役时容易发生脆性断裂。

(2) 钢结构的类型

钢结构应用在各种建筑物和工程构筑物上,类型很多。

① 钢结构根据其基本元件的几何特征,可分为杆系钢结构和板壳钢结构。

若干杆件按照一定的规律组成几何形体不变结构,称为杆系结构。其特征是每根杆件的长度远大于宽度和厚度,及截面尺寸较小。常见的塔式起重机的臂架和塔身是杆系结构 [见图 1-1 (a)];