

钢结构制作数据 速查手册

① 顾纪清 编

GANGJIEGOU ZHIZUO SHUJU SUCHA SHOUCHE



化学工业出版社

钢结构制作数据速查手册

顾纪清 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构制作数据速查手册/顾纪清编. —北京: 化学工业出版社, 2009.5

ISBN 978-7-122-04914-8

I. 钢… II. 顾… III. 钢结构-结构构件-制件-数据-技术手册 IV. TU391-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 026281 号

责任编辑: 周 红

文字编辑: 闫 敏

责任校对: 凌亚男

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: 三河市前程装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 24 $\frac{3}{4}$ 字数 522 千字

2010 年 8 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: 59.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着我国钢产量的大幅度增加，钢结构制造业蓬勃发展。很多企业狠抓技术基础，遵循钢结构法规制作，产品质量稳定；但有些企业技术基础差，信息不通，缺乏数据；有的则主观臆断，脱离实际，不按规范规程制作，质量失控，事故不断，导致在激烈的市场竞争中立足不稳。

材料是工程的基础，数据是施工的根本，施工必须掌握数据，精通工艺参数，吃透技术要求和验收标准，用数据说话，才能通向优质高产的快车道。

为满足读者快速查找数据的愿望，编者以现行规范、规程、规则和技术标准为依托，总结实践经验，收集“四新”资料，编写本手册奉献给读者，帮助读者有的放矢，合理选择数据。

本手册特点如下。

(1) **实** 实用性比较强，书中数据是制作中常用的。第5章中列举了8个制作实例，如H型钢、田形钢、箱形柱制作以及众所关注的积木式抗震房制作；第14章中举例分析钢结构制作质量常见病例的起因及防范措施，这是从实践中来的数据，对防止质量事故颇起作用。

(2) **广** 内容广泛，覆盖了制作的每道工序和施工全过程。

(3) **精** 数据精心选择。

(4) **新** 从新技术、新工艺、新材料、新设备（“四新”）资料中摘编新数据。技术标准是数据的源泉之一，本手册收编了钢结构制作中常用的现行技术标准60余份，其中最新的2008版现行标准6份。

(5) **深** 从深层次选备数据。

钢结构冷脆、氢脆（延迟裂纹）、蓝脆、层状撕裂、焊接缺陷引发的脆性断裂；杆件挠度超差、支点连接不牢引发整体失稳；内部结构不合理、平时无法保养引发严重腐蚀；这些是钢结构最危险的隐患。当发生低应力脆性断裂时，钢像一张纸，一撕即破；当内部结构发生严重腐蚀时，又会一触即穿；当发生整体失稳时，还会突然倒塌。制作钢结构，在确保常规质量的前提下，必须消除质量隐患，防止突发的灾难性事故。

20 世纪 40 年代，美国采用电焊建造了 4694 艘自由轮和 T 型油轮，1942 年 4 月投入航运，4 年中有 970 艘船发生脆断事故 1442 次，127 艘船严重开裂，12 艘船折断沉没；英国建造 182 艘船，发生 500 余次脆断事故，有 4 艘船折断沉没。经分析，产生脆断的原因是设计错误，应力集中，焊接缺陷以及钢材低温冲击韧性差。半个多世纪以来，随着科技的进步，科技工作者总结经验教训，采取了许多防范措施，例如在结构钢材标准中规定了钢材质量等级和使用温度范围并要求达到相应的冲击功，又规定焊缝质量等级及缺陷分级，使制作有章可依，严格控制焊接缺陷，在钢结构工程质量验收规范中规定了防止应力集中的规则和要求，这些都是防范脆断事故的有效措施。若不遵循规范制作，不认真去防范，仍有可能发生脆性断裂、严重腐蚀和失稳倒塌事故。

本手册用数据说话，表述了钢结构设计和制作如何防止低应力脆性断裂、钢结构建筑整体失稳以及防止钢结构严重腐蚀的措施。

当今，美国钢结构事故是国际上最少的，主要是实行了平行检验制度，即在营造商进行自检的同时，业主聘用有资质的专职检验机构独立进行检验。两种检验各自独立，相互制约，业主检验更具有长远性，注重真实性，用实测数据说话，证明产品质量是否真正达到标准，更为重要的是从深层次检查，消除质量隐患，确保安全可靠，有效降低了事故率。我国国务院发布的《建设工程质量管理条例》将平行检验制度作为实施监理的一种形式。这也说明了在钢结构施工时，必须采取措施消除质量隐患，从源头上杜绝事故。

本手册提供制作的常规数据，同时说明如何从长远性、质量真实性、使用安全性等深层次防止质量可能出现的隐患，促进钢结构制作的持续发展。

本手册编有“数据速查索引表”，便于快速查找数据。

本手册可供钢结构工程设计、科研、制作、质检、监理、技安、管理等业内人士参考使用，也可作为大专院校相关专业教学参考资料。

由于编者水平有限，数据涉及面广，且钢结构制作中行业标准不尽相同，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 钢结构常用钢材	1
1.1 钢材基础知识	1
1.1.1 钢铁牌号表示方法	1
1.1.2 钢材性能	6
1.1.3 钢材力学性能常用指标	9
1.1.4 钢材化学成分	10
1.1.5 钢的工艺性能、抗蠕变性、抗腐蚀性	11
1.1.6 钢材分类	12
1.1.7 钢材品种规格	12
1.2 设计原则及几点说明	15
1.2.1 设计原则	15
1.2.2 几点说明	16
1.3 材料的选用	17
1.3.1 材料选用有关内容	17
1.3.2 应用指导	19
1.3.3 强度设计值	23
1.4 常用钢材主要性能	25
1.4.1 概述	25
1.4.2 优质碳素结构钢	26
1.4.3 碳素结构钢 (GB/T 700—2006)	31
1.4.4 低合金高强度结构钢 (GB/T 1591—1994)	31
1.4.5 高耐候结构钢 (GB/T 4171—2000)	36
1.4.6 焊接结构用耐候钢	38
1.4.7 船体用结构钢 (摘自中国船级社材料与焊接规范 1998)	40
1.4.8 桥梁用结构钢	43
1.4.9 锅炉和压力容器用钢板 (GB 713—2008)	44
1.4.10 焊接气瓶用钢板	50

1.4.11	汽车制造用优质碳素结构钢热轧钢板和钢带	52
1.4.12	集装箱用钢板及钢带 (GB/T 18982—2003)	53
1.4.13	高层建筑结构用钢板 (YB 4104—2000)	53
1.4.14	碳素结构钢和低合金结构钢冷轧薄板和钢带 (GB/T 11253—2007)	57
1.4.15	优质碳素结构钢冷轧薄板和钢带 (GB/T 13237—1991)	57
1.4.16	不锈钢复合钢板和钢带 (GB/T 8165—1997)	57
1.4.17	不锈钢复合钢冷轧薄钢板和钢带 (GB/T 17102—1997)	60
1.5	钢板和钢带的尺寸及理论质量	61
1.5.1	热轧钢板、钢带 (摘自 GB/T 709—2006)	61
1.5.2	冷轧钢板、钢带 (摘自 GB/T 708—2006)	65
1.5.3	不锈钢质量计算方法	68
1.5.4	花纹钢板 (摘自 GB 3277—2000)	69
1.6	常用型钢	71
1.6.1	热轧等边角钢 (摘自 GB/T 706—2008)	71
1.6.2	热轧不等边角钢 (摘自 GB/T 706—2008)	81
1.6.3	热轧工字钢 (摘自 GB/T 706—2008)	81
1.6.4	热轧槽钢 (摘自 GB/T 706—2008)	84
1.6.5	热轧 H 型钢和剖分 T 型钢 (GB/T 11263—2005)	87
1.6.6	热轧轻型 H 型钢	100
1.6.7	冷弯 Z 型钢和 C 型钢	100
1.6.8	压型钢板的基板	105
1.6.9	铝及铝合金压型板 (摘自 GB 6891—2006)	108
1.6.10	常用压型彩钢板分类和规格	109
1.6.11	冷弯方形空心型钢和矩形空心型钢 (摘自 GB 6728—2000) ...	114
1.6.12	钢材理论质量计算公式	117
1.7	圆钢、方钢、六角钢与钢筋	118
1.7.1	冷拉圆钢、方钢、六角钢 (摘自 GB 905—1994)	118
1.7.2	钢筋混凝土用热轧带肋钢筋 (摘自 GB 1499.2—2007)	121
1.7.3	预应力混凝土用热处理钢筋 (摘自 GB 4463—1984)	125
1.8	钢管	126
1.8.1	常用钢管名称、标准、牌号及主要用途	126
1.8.2	结构用无缝钢管	127

1.8.3	输送流体用钢管	144
1.8.4	中直缝高频焊接钢管	146
1.8.5	螺旋埋弧焊管	146
1.8.6	结构用高强度耐候焊接钢管 (摘自 YB/T 4112—2002)	148
1.9	不锈钢材料和钢管	154
1.9.1	不锈钢类别及特征	154
1.9.2	不锈钢钢种特性	155
1.9.3	常见不锈钢化学成分	157
1.9.4	不锈钢力学性能	159
1.9.5	铬镍系不锈钢	162
1.9.6	铬系不锈钢	162
1.9.7	TBS 双相不锈钢分类、产品标准及性能	163
1.9.8	日本 JIS G3459 标准力学性能	165
1.9.9	日本 JIS G3463 锅炉、热交换器用不锈钢管力学性能	166
1.9.10	流体输送用不锈钢焊接钢管 (摘自 GB/T 12771—2000)	166
1.9.11	机械结构用不锈钢焊接钢管 (摘自 GB 12770—2002)	175
1.9.12	不锈钢结构用冷弯空心型钢	182
1.9.13	不锈钢无缝钢管	182
1.9.14	石油裂化用无缝钢管 (摘自 GB 9948—2006)	182

第2章 放样与号料 184

2.1	钢结构工程放样与号料的发展	184
2.2	电脑放样的技术要求和优点	185
2.3	实尺放样	185
2.3.1	作基准线和垂线	185
2.3.2	作梁拱	186
2.3.3	圆柱螺旋面展开求参数	187
2.3.4	半球体球罐壳展开	188
2.3.5	容器封头展开	190
2.3.6	容器圆柱体筒体展开	192
2.4	号料	192
2.4.1	号料工具	192
2.4.2	号料准备	193
2.4.3	号料要点	193

2.4.4	提高钢材利用率经验	194
2.4.5	加工符号	194
2.4.6	钢板、角钢号料长度计算	196
第3章	钢材的气割与剪切	201
3.1	数据概要	201
3.2	火焰切割	202
3.2.1	气体、气瓶及减压器(阀)	202
3.2.2	手工切割设备	208
3.2.3	气割机	212
3.2.4	工艺参数和质量标准	226
3.3	水电解氢氧源切割	231
3.3.1	特点	231
3.3.2	主要技术参数	232
3.4	等离子弧切割	232
3.4.1	设备组成及切割原理	232
3.4.2	等离子弧切割机	233
3.4.3	等离子弧切割工艺参数	236
3.4.4	等离子弧切割常见缺陷	238
3.5	碳弧气刨	239
3.6	钢材剪切	241
第4章	钢材加工	246
4.1	钢材加工卷板机	246
4.1.1	常用卷板机	246
4.1.2	W11STNC 20×8000 三辊数控万能式卷板机	246
4.1.3	W11STNC 75×3200 三辊数控万能式卷板机	246
4.1.4	板料校平机	248
4.1.5	板料折弯机	248
4.1.6	型材弯曲机	249
4.1.7	数控肋骨冷弯机	251
4.1.8	H型钢翼缘矫正机	251
4.1.9	弯管机及管子割刀	252
4.1.10	锻压机分类	255
4.1.11	单臂液压机	255

4.1.12 龙门式移动液压机	256
4.2 钢材加工工艺	257
4.2.1 冷作硬化和蓝脆	257
4.2.2 板材弯曲和折边加工	259
4.2.3 V形、U形模压弯原理与计算	262
4.2.4 折边裂缝特征、原因及预防措施	270
4.2.5 钢板折角及折边允差	270
4.3 型钢弯曲加工	272
4.3.1 型材与管材的弯曲工艺	272
4.3.2 型材加工成形主控项目	272
4.4 边缘加工和端部铣平	275
4.4.1 边缘加工	275
4.4.2 刨边机型号和技术参数	276
4.4.3 端部铣平	276
4.5 制孔	277
4.5.1 技术要求	277
4.5.2 钻孔操作技能(钻头)	280
4.5.3 磁座钻	281
4.5.4 硬质合金钢板钻(即空心钻或取芯钻)	285
4.5.5 高速钢钢板钻(即空心钻或取芯钻)	285
4.5.6 舍弃式快速留芯钻	287
4.6 管子加工	293
4.6.1 弯管	293
4.6.2 管球加工	294
4.7 封头加工	298
4.7.1 封头加工参数	298
4.7.2 封头压制缺陷及防止措施	300
第5章 组装(装配)和预拼装	302
5.1 组装分类和准备	302
5.1.1 组装分类	302
5.1.2 组装基本要求	302
5.1.3 工具及胎架	304
5.1.4 焊缝坡口	307

5.1.5	定位焊规格	308
5.2	组装规则和技能	309
5.2.1	拼板和型材组装规则及技能	309
5.2.2	多块钢板拼焊顺序和步骤	311
5.2.3	梁、柱接头组装	311
5.2.4	钢结构组装允许公差	315
5.3	预拼装	324
5.3.1	钢结构构件预拼装一般规定及主控项目	324
5.3.2	钢构件预拼装允许偏差	326
5.3.3	各类结构件工厂预拼装允许偏差	326
5.4	制作实例	327
5.4.1	大跨度高耸重型厂房制作	327
5.4.2	积木式抗震别墅制作	328
5.4.3	埋弧自动焊全熔透焊接 H 型钢制作	334
5.4.4	工形钢柱制作	336
5.4.5	在专业生产线上制作 H 型钢	337
5.4.6	手工电弧焊 H 型钢制作	338
5.4.7	箱形柱制作	340
5.4.8	轻钢结构压型彩板房建筑数据	341
第 6 章	焊接材料和设备	344
6.1	焊条	344
6.1.1	焊条组成及外形特征	344
6.1.2	焊条分类	348
6.1.3	各类焊条型号表示方法	349
6.1.4	各类焊条牌号表示方法	355
6.1.5	焊条品种	362
6.2	焊丝	390
6.2.1	分类	390
6.2.2	焊丝型号与牌号	390
6.2.3	焊丝品种	392
6.3	焊剂	404
6.3.1	焊剂的作用、效果与分类	404
6.3.2	低碳钢埋弧焊焊剂型号表示方法	406

6.3.3	低合金钢埋弧焊焊剂型号表示方法	406
6.3.4	焊剂牌号表示方法	407
6.3.5	焊剂品种	408
6.4	熔剂	419
6.4.1	气焊熔剂	419
6.4.2	钎焊熔剂	419
6.5	弧焊电源(焊接设备)	420
6.5.1	弧焊电源的一般参数和外特性	420
6.5.2	电焊机型号代表字母及其含义	422
6.5.3	焊接电源基本要求及选用原则	426
6.5.4	弧焊电源分类形式和主体结构	428
6.5.5	焊接新设备的应用与发展趋势	429
6.6	手工电弧焊设备	430
6.6.1	弧焊变压器	430
6.6.2	弧焊整流器	434
6.7	埋弧自动焊设备	438
6.7.1	常用埋弧自动焊机	438
6.7.2	专用埋弧焊机	438
6.7.3	埋弧自动焊操作的辅助装置	438
6.8	熔化嘴电渣焊	444
6.9	电容储能缝焊机、点焊机及螺柱焊机	445
6.10	钨极氩弧焊(TIG)	446
6.10.1	TIG焊特点及应用范围	447
6.10.2	焊接设备的组成及附件	448
6.10.3	手工氩弧焊设备	450
6.10.4	不熔化极氩弧焊自动焊管机	454
6.10.5	WSME 逆变式(IGBT)交直流方波脉冲氩弧焊机	456
6.11	MIG/MAG 熔化极氩弧焊设备	457
6.11.1	特点及分类	457
6.11.2	MIG 设备组成	458
6.11.3	MIG/MAG 设备品种	461
6.11.4	逆变式(IGBT)熔化极焊机	464
6.11.5	半自动熔化极脉冲氩弧焊设备	465

6. 12	二氧化碳 (CO ₂) 气体保护焊	466
6. 12. 1	CO ₂ 气体保护焊熔滴过渡种类及特点	466
6. 12. 2	设备及组成系统	466
6. 12. 3	二氧化碳焊机品种	470
6. 13	等离子弧焊设备	473
6. 13. 1	脉冲等离子弧焊机	474
6. 13. 2	等离子弧焊	475
6. 14	焊接辅助设备及工具	475
6. 14. 1	焊钳	475
6. 14. 2	面罩和滤光玻璃	477
6. 14. 3	焊缝检验尺	477
6. 14. 4	焊条保温筒	477
6. 14. 5	电焊条烘箱	478
6. 14. 6	焊件焊缝位置变位机	479
6. 14. 7	坡口加工机	479
6. 14. 8	电焊机电缆	480
6. 14. 9	焊缝清理工具	481
6. 14. 10	TEMPILSTIK® 温度测试蜡笔	482
6. 14. 11	SRX-1 型焊丝盘绕去锈机	483
6. 14. 12	ZH 型焊剂回收机	483
6. 14. 13	NZHG 型自动内热式焊剂烘箱	484
6. 14. 14	电缆快速接头、快速连接器	484
第 7 章	焊接工艺	485
7. 1	焊接基础数据	485
7. 1. 1	焊缝质量等级与缺陷分级	485
7. 1. 2	焊接工艺规程	486
7. 1. 3	焊缝符号表示法	486
7. 1. 4	可焊性	486
7. 1. 5	线能量	487
7. 1. 6	应力集中	488
7. 1. 7	环境对施焊的影响	490
7. 1. 8	预热	490
7. 2	手工电弧焊	492

7.2.1	手工电弧焊工艺参数	492
7.2.2	基本操作技能	492
7.2.3	手工电弧焊和气体保护焊缝坡口形式及尺寸	493
7.2.4	常用金属材料焊接	500
7.2.5	不锈钢焊接	509
7.2.6	不锈复合钢板焊接	512
7.3	埋弧自动焊	519
7.3.1	工艺参数	521
7.3.2	焊丝与焊剂的匹配及选用	521
7.3.3	低碳钢、低合金钢双面埋弧焊	524
7.3.4	对接焊焊剂垫上单面焊双面成形	526
7.3.5	奥氏体不锈钢埋弧自动焊	528
7.4	奥氏体不锈钢手工钨极氩弧焊	529
7.5	二氧化碳 (CO ₂) 气体保护焊	532
7.6	自保护焊	540
7.7	二氧化碳 (CO ₂) 气体保护焊陶瓷衬垫单面焊双面成形	540
7.8	熔化嘴电渣焊	546
7.9	焊接裂纹缺陷及防范	546
第8章	焊接变形控制、利用与矫正	549
8.1	焊接变形概念	549
8.2	焊接变形原理及影响因素	550
8.3	焊接变形规律	551
8.4	控制焊接变形规则	552
8.5	变形的利用	556
8.6	矫正焊接变形方法	559
8.6.1	圆点加热矫正法	560
8.6.2	带状加热矫正法	562
8.6.3	楔形加热矫正法	563
8.6.4	螺旋带状火圈加热法	564
8.7	热矫正工艺	564
8.8	验收条件和质量标准	566
8.8.1	验收条件	566
8.8.2	质量标准	566

8.8.3	验收的重要数据	567
8.8.4	结构或构件变形的规定	568
第9章	螺栓连接	570
9.1	普通螺栓连接	570
9.1.1	普通螺栓的种类和特征	570
9.1.2	普通螺栓连接构造	573
9.1.3	螺栓、螺钉、螺柱的力学性能等级及材料	577
9.1.4	钢结构普通螺栓品种	578
9.2	高强度螺栓连接	582
9.2.1	分类、材料及代号	582
9.2.2	规格尺寸	582
9.2.3	施工准备	587
9.2.4	高强度螺栓安装要求	591
9.2.5	大六角头高强度螺栓连接副的复验及施工	592
9.2.6	扭剪型高强度螺栓连接副	592
9.2.7	高强度螺栓连接副施工质量验收	594
9.2.8	钢结构工程应用高强度螺栓	595
9.3	钢网架螺栓球节点用高强度螺栓	595
9.4	螺柱焊接	598
9.5	锚栓	602
9.5.1	Q235 钢锚栓	602
9.5.2	Q345 钢锚栓	604
9.6	自钻自攻螺钉(栓)	606
9.6.1	选择原则	606
9.6.2	瑞士 SFS 工业集团系列自钻自攻螺钉	606
第10章	铆接结构	609
10.1	铆接结构优缺点	609
10.2	铆钉直径 $d \geq 10\text{mm}$ 铆接结构(重型结构)	609
10.2.1	铆钉品种和材料	609
10.2.2	铆缝设计	612
10.2.3	铆钉孔与锁头	614
10.2.4	铆钉杆长度计算	614
10.2.5	铆接工艺	614

10.2.6	铆接技术工艺	617
10.2.7	旧铆钉勘验及更换	618
10.2.8	铆钉锁头规格及允许偏差	619
10.3	轻型铆接 ($d \leq 8\text{mm}$ 铆钉)	620
10.3.1	特点	620
10.3.2	铆钉种类及使用材料	621
10.3.3	铆缝设计	623
10.3.4	铆接设备及工具	626
10.3.5	铆接工艺	628
10.3.6	质量标准与常见缺陷	633
10.4	单面铆接	635
第 11 章 腐蚀与防护		637
11.1	腐蚀	637
11.2	除锈	639
11.2.1	目的	639
11.2.2	除锈等级和方法	640
11.2.3	涂装施工一般规定	641
11.3	涂料选择及常用品种特性	642
11.3.1	涂料品种选择	642
11.3.2	涂料产品种类代号	642
11.3.3	常用涂料品种及特性	643
11.4	重防腐蚀涂料	649
11.4.1	重防腐蚀涂料种类	649
11.4.2	工业钢结构重防腐蚀涂料施工及实例	654
11.5	大型钢结构涂层长效防腐	659
11.5.1	应用喷锌、喷铝提高防腐效果	659
11.5.2	“锌加”镀锌系统	664
11.5.3	氟碳涂料 (PVDF)	667
11.5.4	锌-铝-镉合金牺牲阳极 (GB/T 4950—2002)	667
11.5.5	牺牲阳极要求	674
11.6	干膜测厚仪	675
11.7	涂装有关知识	675
第 12 章 数据计算与换算		678
12.1	简易构件强度计算	678