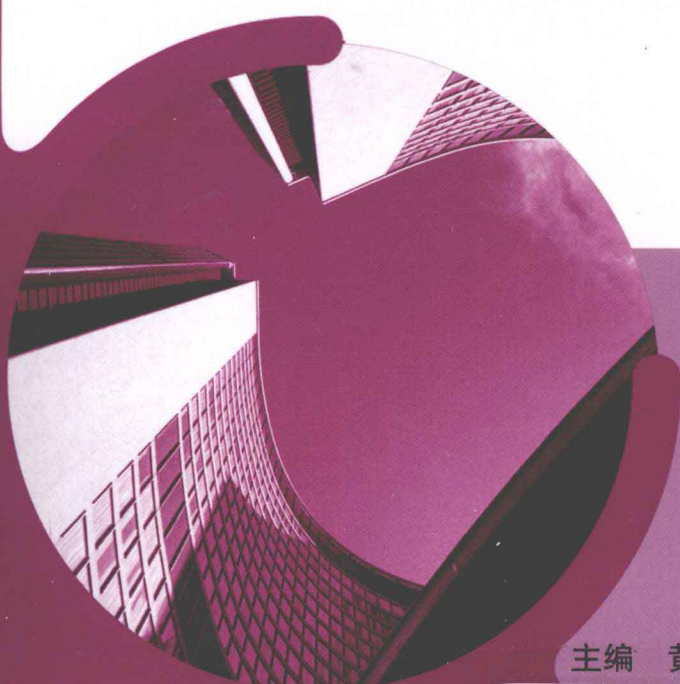


建筑工程施工技巧与常见问题分析处理系列手册

钢结构工程施工技巧 与常见问题分析处理



主编 黄 渊 郝华文

湖南大学出版社

建筑工程施工技巧与常见问题分析处理系列手册

钢结构工程施工技巧与常见问题分析处理

主 编 黄 渊 郝华文

副主编 訾珊珊 徐梅芳

湖南大学出版社

内 容 简 介

本书根据钢结构工程施工实际,结合最新钢结构工程设计与施工质量验收规范,对钢结构工程的施工方法和技巧进行了详细阐述,对钢结构工程常见施工质量问题进行了细致的分析并提出了适当的解决方案。

本书主要内容包括建筑钢结构用钢材、钢零件及钢部件加工工程、钢结构连接、钢构件拼装工程、单层钢结构安装、多层及高层钢结构安装、压型金属板安装、钢网架构安装工程、钢结构涂装工程、混凝土结构施工等。

本书内容丰富、体例新颖,可供建筑工程施工现场技术及管理人员使用,也可供高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构工程施工技巧与常见问题分析处理/黄渊,郝华文主编.

—长沙:湖南大学出版社,2013.5

(建筑工程施工技巧与常见问题分析处理系列手册)

ISBN 978-7-5667-0328-6

I. ①钢… II. ①黄… ②郝… III. ①钢结构—建筑工程—
工程施工—技术手册 IV. ①TU758.11-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第089368号

钢结构工程施工技巧与常见问题分析处理

GANGJIEGOU GONGCHENG SHIGONG JIQIAO YU CHANGJIAN WENTI FENXI CHULI

作 者:黄 渊 郝华文 主编

责任编辑:陈 燕 责任印制:陈 燕

印 装:北京紫瑞利印刷有限公司

开本:787×1092 16开 印张:16.5 字数:392千

版次:2013年5月第1版 印次:2013年5月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-5667-0328-6

定价:36.00元

出 版 人:雷 鸣

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山 邮 编:410082

电 话:0731-88821691(发行部),88821006(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

网 址:<http://www.hnupress.com> 电子邮箱:presscheny@hnu.cn

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

前言

当前,我国经济社会进入一个新的重要发展时期,作为国民经济的支柱产业,建筑业的重要地位和作用正在日益显现。随着我国建设事业的不断发展,建筑行业的各项技术也有了很大的进步,各种新材料、新设备、新技术不断涌现,这给建筑工程相关从业人员带来了极大的机遇与挑战,也对他们提出了更高的专业要求。

工程质量直接关系到人民生命财产的安全和社会经济的运行发展。我国工程质量近些年来总体水平虽有提高,可质量问题仍然不少,各种事故时有发生。作为建筑工程现场工作人员,更应该深入了解施工过程中存在的质量问题,才能有效地预防质量问题的发生,对出现的质量问题进行有效治理,确保工程安全、顺利进行,保证工程的使用质量。

在建筑施工现场,相关技术人员、建筑工人在面对各种施工方法问题、施工质量问题时,常常苦于无法方便快捷地找到解决实际问题的相关知识、资料。为此,我们组织相关专家、学者,在进行了实地调研之后,编写了这套《建筑工程施工技巧与常见问题分析处理系列手册》。本套丛书在编写上,力求直接解决相关人员在实际工作中所遇到的重点、难点问题,使相关从业人员在确保建筑工程质量的前提下,更好、更快、更准确地获取所需的相关知识。

与市面上同类书籍相比,本套丛书具有以下一些特点:

1. 针对不同的工程,分别编写了《地基基础工程施工技巧与常见问题分析处理》、《钢结构工程施工技巧与常见问题分析处理》、《主体结构工程施工技巧与常见问题分析处理》、《装饰装修工程施工技巧与常见问题分析处理》、《水暖工程施工技巧与常见问题分析处理》、《电气安装工程施工技巧与常见问题分析处理》、《通风空调工程施工技巧与常见问题分析处理》等分册,以适应不同专业施工、管理人员的需求,并使各专业知识更加全面、具体,具有可操作性。

2. 参考了国家最新相关施工技术、质量验收等方面的标准、规范、规程,并注意吸收新技术、新材料、新设备等方面的应用知识,确保书籍编写的正确性、新颖性。

3. 在编写体例上,注意丛书的实用性和方便性,针对各专业工程的具体施工,从目录上即体现出各具体施工问题的详细分类,方便读者查找;在内容上,从施工工艺、施工技巧、存在问题分析及处理三大方面入手;在细节上,针对各个细小的施工,对建筑工程施工的方法、问题进行详细剖析,使读者切实掌握施工技术的应用,并能解决实际相关问题。

4. 本套丛书注意语言通俗、易懂、简洁，图文并茂，以方便读者快速阅读、快速掌握，从而提升读者分析问题和解决问题的能力，特别适合建筑工程施工现场技术及管理人员使用。

本套丛书在编写过程中得到了有关专家学者的大力支持与帮助，参考和引用了有关部门、单位和个人的资料，在此深表谢意。限于编者的水平及阅历的局限，加之编写时间仓促，书中错误及疏漏之处在所难免，恳请广大读者和有关专家批评指正。

编 者

目录

第 1 章 建筑钢结构用钢材	1
1.1 常用建筑钢材	1
1.1.1 普通碳素钢	1
1.1.2 优质碳素结构钢	3
1.1.3 普通低合金钢	3
1.2 钢材的选择与代用	7
1.2.1 钢材的选择	7
1.2.2 钢材的代用	7
1.3 钢材的规格	8
1.3.1 钢板和钢带	8
1.3.2 型钢	9
1.3.3 冷弯型钢和压板型钢	18
第 2 章 钢零件及钢部件加工工程	19
2.1 放样、号料	19
2.1.1 样板与样料的制作	19
2.1.2 施工操作	20
2.1.3 施工技巧	20
2.1.4 由于操作不当导致问题分析处理	21
2.1.5 零件误差较大分析处理	22
2.1.6 材料浪费或用料不够分析处理	22
2.2 切割	23
2.2.1 切割要求	23
2.2.2 钢材切割施工	24
2.2.3 施工技巧	27
2.2.4 钢结构力学性能受到影响导致问题分析处理	28
2.2.5 低温切割导致问题分析处理	29
2.2.6 零件变形较大, 收缩不均匀导致问题分析处理	29
2.3 矫正	30
2.3.1 矫正形式	30
2.3.2 施工技巧	30
2.3.3 矫正过程中常见问题分析处理	34

2.4 制孔	38
2.4.1 制孔一般要求	38
2.4.2 施工工艺	38
2.4.3 施工技巧	40
2.4.4 产生孔距偏差分析处理	41
2.4.5 在低温环境下进行冲孔导致问题分析处理	42
2.5 管球加工	42
2.5.1 螺栓球节点构造	42
2.5.2 施工工艺	42
2.5.3 施工技巧	45
2.5.4 由于偏差过大导致问题分析处理	46
2.5.5 螺栓球成形后出现裂纹、褶皱及过烧等缺陷分析处理	48
第3章 钢结构连接	49
3.1 钢结构焊接	49
3.1.1 组焊构件焊接接点	49
3.1.2 常用焊接方法及原理	52
3.1.3 钢结构焊接连接形式与焊缝形式	54
3.1.4 钢结构焊接施工	56
3.1.5 焊接施工技巧	66
3.1.6 焊接表面缺陷分析处理	69
3.1.7 重型钢栓、梁接头、焊缝出现收缩裂纹,焊接产生较大变化分析处理	76
3.1.8 焊材的强度指标与母材相差较大,不相匹配	76
3.1.9 交叉焊缝构件纵横缝相互约束,产生较大的温度收缩应力分析处理	77
3.2 紧固件连接	77
3.2.1 普通螺栓连接	77
3.2.2 高强度螺栓连接	84
第4章 钢构件组拼装工程	96
4.1 钢构件组装	96
4.1.1 钢构件组装方法	96
4.1.2 构件组装施工	96
4.1.3 施工技巧	99
4.1.4 对尺寸把握不准确导致的问题分析处理	100
4.1.5 材质损坏导致的问题分析处理	103
4.1.6 由于连接不合理导致问题分析处理	107
4.2 钢构件拼装	109
4.2.1 构件拼装一般要求	109
4.2.2 钢构件预拼装施工	109

4.2.3 施工技巧	117
4.2.4 尺寸把握不准确导致的问题分析处理	118
4.2.5 由于构件变形导致问题分析处理	119
4.2.6 未按规定要求施工导致的问题分析处理	120
第 5 章 单层钢结构安装	122
5.1 钢柱安装	122
5.1.1 柱节点构造	122
5.1.2 钢柱安装施工	127
5.1.3 钢栓安装施工技巧	131
5.1.4 高度和垂直度超差导致的缺陷分析处理	132
5.1.5 钢柱底脚空隙产生的问题分析处理	134
5.2 钢吊车梁安装	135
5.2.1 吊梁系统的组成	135
5.2.2 吊车梁安装施工	136
5.2.3 吊车梁安装施工技巧	139
5.2.4 吊车梁垂直度、水平度偏差过大分析处理	139
5.2.5 未按合理要求进行安装导致问题分析处理	140
5.3 钢屋架安装	141
5.3.1 钢屋架的构造形式	141
5.3.2 钢屋架安装	144
5.3.3 钢屋架安装施工技巧	146
5.3.4 钢架安装、拱度、尺寸不符合要求导致问题分析处理	147
5.4 彩钢板安装	149
5.4.1 彩钢板安装构造	149
5.4.2 彩钢板安装施工	151
第 6 章 多层及高层钢结构安装	152
6.1 基础施工	152
6.1.1 基础标高的确定与调整	152
6.1.2 垫铁垫放	153
6.1.3 基础灌浆	153
6.1.4 地脚螺栓施工	154
6.1.5 施工技巧	156
6.1.6 基础表面存在的缺陷分析处理	156
6.1.7 地脚螺栓自身或埋设原因导致问题分析处理	157
6.1.8 底座板下垫放垫铁不符合要求	159
6.2 钢栓安装	160
6.2.1 钢栓栓脚形式	160

6.2.2	钢柱安装施工	162
6.2.3	钢柱吊装施工技巧	168
6.2.4	柱与柱安装不平扭转缺陷分析处理	169
6.2.5	焊缝出现咬边、夹渣和未焊透等缺陷分析处理	170
6.3	多层装配或框架安装	171
6.3.1	柱与柱、梁的接头形式	171
6.3.2	多层配方框架结构安装施工	172
6.3.3	箱形、十字形、H形焊接过程及焊后垂直度超差分析处理	174
6.3.4	钢结构安装阶段不注意施工荷载控制导致的问题分析处理	175
6.3.5	柱—柱、柱—梁 CO ₂ 气体保护焊及平焊缝存在缺陷分析处理	176
第7章	压型金属板安装	177
7.1	屋面压型金属板安装	177
7.1.1	压型钢板与夹心板连接构造	177
7.1.2	压型金属板安装施工	181
7.1.3	压型金属板安装技巧	186
7.1.4	压型金属板在支承构件上可靠搭接长度不符合要求导致问题分析处理	186
7.2	墙面板安装	187
7.2.1	压型钢板的连接构造	187
7.2.2	夹芯板的连接构造	189
7.2.3	墙面压型板安装	189
7.2.4	压型金属板屋面、墙面安装超差导致问题分析处理	190
7.3	组合楼层安装	191
7.3.1	组合楼层的构造	191
7.3.2	组合楼层施工	191
7.3.3	栓钉焊接施工	192
7.3.4	压型金属板及围护结构安装偏差过大问题分析处理	192
第8章	钢网架安装工程	194
8.1	钢网架的节点构造	194
8.1.1	螺栓球节点	194
8.1.2	焊接空心球节点	194
8.1.3	支座节点	195
8.2	钢网架拼装	197
8.2.1	钢网架拼装顺序	197
8.2.2	钢网架拼装施工	197
8.2.3	钢网架拼装施工技巧	199
8.2.4	拼装尺寸偏差过大导致问题分析处理	200
8.2.5	总拼后尺寸误差较大导致问题分析处理	200

8.3 钢网架吊装	201
8.3.1 钢网架吊装施工	201
8.3.2 钢网架空中移位	203
8.3.3 钢网架吊装施工技巧	205
8.4 钢网架安装	205
8.4.1 一般规定	205
8.4.2 钢网架安装施工	206
8.4.3 钢网架安装施工技巧	215
8.4.4 球管焊接出现的问题分析处理	216
8.4.5 分块、分条安装挠度偏差大分析处理	216
8.4.6 整体提升支承柱的强度、刚度不够, 受力后容易失稳分析处理	217

第9章 钢结构涂装工程 219

9.1 涂层结构与涂装方法	219
9.1.1 涂层结构	219
9.1.2 钢结构涂装方法	219
9.2 钢结构防腐施工	221
9.2.1 涂料预处理	221
9.2.2 涂料防腐施工	222
9.2.3 常用防腐涂料施工	224
9.2.4 涂装施工技巧	229
9.2.5 未按规定涂装导致问题分析处理	230
9.2.6 在不适宜的条件下涂装导致问题分析处理	232
9.3 钢结构防火施工	232
9.3.1 钢结构防火保护方式	232
9.3.2 厚涂型防火涂料施工	233
9.3.3 薄涂型防火涂料施工	233
9.3.4 钢结构防火施工技巧	234
9.3.5 防火涂料未经试验直接使用导致问题分析处理	234
9.3.6 防火涂料的涂层厚度不符合要求导致问题分析处理	235
9.3.7 防火涂料涂层有脱层、空鼓、明显凹陷现象分析处理	236

第10章 混凝土结构施工 238

10.1 钢管混凝土结构施工	238
10.1.1 钢管混凝土结构的连续	238
10.1.2 钢管混凝土施工	240
10.1.3 管内混凝土浇筑施工技巧	243
10.1.4 钢管栓拼接组装不合理导致问题分析处理	243
10.2 型钢混凝土组合结构施工	244

10.2.1	型钢混凝土结构的构造	244
10.2.2	型钢混凝土构件的连接	246
10.2.3	型钢混凝土结构施工	249
10.2.4	型钢混凝土结构施工技巧	250
10.2.5	未按要求对钢筋绑扎导致工程事故分析处理	251
参考文献		252

第 1 章 建筑钢结构用钢材

1.1 常用建筑钢材

1.1.1 普通碳素钢

按照现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)规定碳素结构钢分为 4 个牌号,即 Q195、Q215、Q235、Q275,常用的牌号为 Q235 钢。钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等四个部分按顺序组成。如 Q235AF,其中“Q”是钢材屈服点“屈”字汉语拼音的首位字母;“235”为该牌号钢的屈服点数值,表明该钢材的屈服强度为 235N/mm²;“A”为钢材的质量等级符号,共分为 A、B、C、D 四个等级;“A”级为最低等级;“D”级为最高等级;“F”是沸腾钢“沸”字汉语拼音的首位字母,表明该钢材为沸腾钢。“Z”字母是镇静钢“镇”字汉语拼音的首位字母,代表镇静钢;“TZ”字母是特殊镇静钢“特镇”两字汉语拼音的首位字母,代表特殊镇静钢。

不同牌号、不同等级的钢材对化学成分和力学性能指标要求不同,具体要求见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 碳素结构钢的化学成分

牌号	统一数字 代号 ^①	等级	厚度(或 直径)/mm	脱氧方法	化学成分(质量分数/%) ≤				
					C	Si	Mn	P	S
Q195	U11952	—	—	F、Z	0.12	0.30	0.50	0.035	0.040
Q215	U12152	A	—	F、Z	0.15	0.35	1.20	0.045	0.050
	U12155	B							0.045
Q235	U12352	A	—	F、Z	0.22	0.35	1.40	0.045	0.050
	U12355	B			0.20 ^②				0.045
	U12358	C		Z	0.17			0.040	0.040
	U12359	D		TZ				0.035	0.035
Q275	U12752	A	—	F、Z	0.24	0.35	1.50	0.045	0.050
	U12755	B	≤40	Z	0.21			0.045	0.045
			>40		0.22				
	U12758	C	—	Z	0.20			0.040	0.040
U12759	D	TZ		0.035		0.035			

①表中为镇静钢、特殊镇静钢牌号的统一数字,沸腾钢牌号的统一数字代号如下:

Q195F——U11950;

Q215AF——U12150, Q215BF——U12153;

Q235AF——U12350, Q235BF——U12353;

Q275AF——U12750。

②经需方同意, Q235B 的碳含量(质量)可不大于 0.22%。

表 1-2 碳素结构钢的冷弯试验

牌 号	试样方向	冷弯试验 180°, B=2a ^①	
		钢材厚度(直径) ^② /mm	
		≤60	>60~100
		弯心直径 d	
Q195	纵向	0	—
	横向	0.5a	
Q215	纵向	0.5a	1.5a
	横向	a	2a
Q235	纵向	a	2a
	横向	1.5a	2.5a
Q275	纵向	1.5a	2.5a
	横向	2a	3a

①B 为试样宽度, a 为试样厚度(或直径)。
②钢材厚度(或直径)大于 100mm 时, 弯曲试验由双方协商确定。

表 1-3 碳素结构钢的拉伸、冲击性能

牌号	等级	屈服强度 ^① <i>R_{eH}</i> /(N/mm ²) ≥						抗拉 强度 ^② <i>R_m</i> (N/mm ²)	断后伸长率 <i>A</i> (%) ≥					冲击试验 (V 型缺口)	
		厚度(或直径)/mm							厚度(或直径)/mm					温度 /℃	冲击吸收 功(纵向) (J)≥
		≤16	16~ 40	40~ 60	60~ 100	100~ 150	150~ 200		≤40	40~ 60	60~ 100	100~ 150	150~ 200		
Q195	—	195	185	—	—	—	—	315~430	33	—	—	—	—	—	—
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335~450	31	30	29	27	26	—	—
	B													+20	27
Q235	A	235	225	215	215	195	185	370~500	26	25	24	22	21	—	—
	B													+20	27 ^③
	C													0	
	D													—20	
Q275	A	275	265	255	245	225	215	410~540	22	21	20	18	17	—	—
	B													+20	27
	C													0	
	D													—20	

①Q195 的屈服强度值仅供参考, 不作交货条件。
②厚度大于 100mm 的钢材, 抗拉强度下限允许降低 20N/mm²。宽带钢(包括剪切钢板)抗拉强度上限不作交货条件。
③厚度小于 25mm 的 Q235B 级钢材, 如供方能保证冲击吸收功值合格, 经需方同意, 可不做检验。

1.1.2 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢是以满足不同结构要求而赋予相应性能的碳素钢，因此，价格较贵，一般不用于建筑钢结构。

优质碳素结构钢按国家标准《优质碳素结构钢》(GB/T 699—1999)的规定，分为优质钢、高级优质钢 A 和特级优质钢 E 三个质量等级。优质钢的牌号多以平均含碳量的百分数表示，如牌号 45 的优质钢其含碳量为 0.42%~0.50%；也有的牌号后面加 Mn、F，如 10F、40Mn 钢等。优质钢硫、磷的含量都不超过 0.035%。

优质碳素结构钢在建筑工程中应用较少，在高强度螺栓中有应用，如其螺栓、螺母和垫圈，有的即采用牌号 45、35 的优质碳素结构钢。

常用优质碳素结构钢化学成分与力学性能规定见表 1-4、表 1-5。

表 1-4 常用建筑用优质碳素结构钢化学成分(熔炼分析)

统一数字代号	牌号	化 学 成 分/%					
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
					不大于		
U20152	15	0.12~0.18	0.17~0.37	0.35~0.65	0.25	0.30	0.25
U20202	20	0.17~0.23	0.17~0.37	0.35~0.65	0.25	0.30	0.25
U21152	15Mn	0.12~0.18	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
U21202	20Mn	0.17~0.23	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25

表 1-5 常用建筑用优质碳素结构钢力学性能

牌 号	力 学 性 能			
	$\sigma_b/(N/mm^2)$	$\sigma_s/(N/mm^2)$	$\delta_5/\%$	$\psi/\%$
15	375	225	27	55
20	410	245	25	55
15Mn	410	245	26	55
20Mn	450	275	24	50

1.1.3 普通低合金钢

低合金高强度结构钢是指在炼钢过程中增添一些合金元素，其总量不超过 5% 的钢材。加入合金元素后钢材强度可明显提高，使钢结构构件的强度、刚度、稳定三个主要控制指标都能有充分发挥，尤其在大跨度或重负载结构中优点更为突出，一般可比碳素结构钢节约 20% 左右的用钢量。按现行国家标准《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591—2008) 中规定，普通低合金钢按其屈服强度等级分为八种牌号，钢结构常用的牌号为 Q345 钢。钢的牌号由代表屈服点的汉语拼音字母、屈服点数值、质量等级符号三个部分按顺序排列。如 Q345A，其中“Q”是钢材屈服的“屈”字汉语拼音的首位字母；“345”为该牌号钢的屈服点数值，表明该钢材的屈服强度为“345MPa”；“A”为钢材的质量等级符号，共分为 A、B、C、D、E 五个

等级，“A”级为最低等，“E”级为最高等级。

普通低合金高强度高，随着质量等级的变动，其化学成分和机械性能也有变化，见表1-6～表1-9。

表 1-6 低合金高强度结构钢的化学成分

牌号	质量等级	化学成分 ^① 、 ^② (质量分数)/%														
		C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Cu	N	Mo	B	Als
					不大于											
Q345	A	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.035	0.035	0.07	0.15	0.20	0.30	0.50	0.30	0.012	0.10	—	—
	B				0.035	0.035										0.015
	C				0.030	0.030										
	D	≤0.18			0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										
Q390	A	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.035	0.035	0.07	0.20	0.20	0.30	0.50	0.30	0.015	0.10	—	—
	B				0.035	0.035										0.015
	C				0.030	0.030										
	D	0.030			0.025											
	E	0.025			0.020											
Q420	A	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.035	0.035	0.07	0.20	0.20	0.30	0.80	0.30	0.015	0.20	—	—
	B				0.035	0.035										0.015
	C				0.030	0.030										
	D	0.030			0.025											
	E	0.025			0.020											
Q460	C	≤0.20	≤0.60	≤1.80	0.030	0.030	0.11	0.20	0.20	0.30	0.80	0.55	0.015	0.20	0.004	0.015
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										
Q500	C	≤0.18	≤0.60	≤1.80	0.030	0.030	0.11	0.12	0.20	0.60	0.80	0.55	0.015	0.20	0.004	0.015
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										
Q550	C	≤0.18	≤0.60	≤2.00	0.030	0.030	0.11	0.12	0.20	0.80	0.80	0.80	0.015	0.30	0.004	0.015
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										
Q620	C	≤0.18	≤0.60	≤2.00	0.030	0.030	0.11	0.12	0.20	1.00	0.80	0.80	0.015	0.30	0.004	0.015
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										
Q690	C	≤0.18	≤0.60	≤2.00	0.030	0.030	0.11	0.12	0.20	1.00	0.80	0.80	0.015	0.30	0.004	0.015
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										

① 型材及棒材 P、S 含量可提高 0.005%，其中 A 级钢上限可为 0.045%。

② 当细化晶粒元素组合加入时，20(Nb+V+Ti)≤0.02%，20(Mo+Cr)≤0.30%。

表 1-7 钢材的拉伸性能

牌号	质量等级	拉伸试验 ^{①,②,③}										断后伸长率(A)/%				
		以下公称厚度(直径、边长)下屈服强度(R_{eL}) /MPa					以下公称厚度(直径、边长)下抗拉强度(R_m) /MPa					公称厚度(直径、边长)				
		$\leq 16\text{mm}$	$>16\sim 40\text{mm}$	$>40\sim 63\text{mm}$	$>63\sim 80\text{mm}$	$>80\sim 100\text{mm}$	$>100\sim 150\text{mm}$	$>150\sim 200\text{mm}$	$>200\sim 250\text{mm}$	$>250\sim 400\text{mm}$	$\leq 40\text{mm}$	$>40\sim 63\text{mm}$	$>63\sim 100\text{mm}$	$>100\sim 150\text{mm}$	$>150\sim 250\text{mm}$	$>250\sim 400\text{mm}$
Q345	A	≥ 345	≥ 335	≥ 325	≥ 315	≥ 305	≥ 285	≥ 275	≥ 265	—	470~630	470~630	470~630	450~600	≥ 17	—
	B															
	C															
	D															
	E															
Q390	A										490~650	490~650	490~650	470~620	—	—
	B	≥ 390	≥ 370	≥ 350	≥ 330	≥ 330	≥ 310	—	—	—						
	C															
	D															
	E															
Q420	A										520~680	520~680	520~680	500~650	—	—
	B	≥ 420	≥ 400	≥ 380	≥ 360	≥ 360	≥ 340	—	—	—						
	C															
	D															
	E															
Q460	A										550~720	550~720	550~720	530~700	—	—
	B	≥ 460	≥ 440	≥ 420	≥ 400	≥ 400	≥ 380	—	—	—						
	C															
	D															
	E															
Q500	A										610~770	600~760	590~730	—	—	—
	B	≥ 500	≥ 480	≥ 470	≥ 450	≥ 440	—	—	—	—						
	C															
	D															
	E															
Q550	A										670~830	620~810	590~780	—	—	—
	B	≥ 550	≥ 530	≥ 520	≥ 500	≥ 490	—	—	—	—						
	C															
	D															
	E															
Q620	A										710~880	670~860	—	—	—	—
	B	≥ 620	≥ 600	≥ 590	≥ 570	—	—	—	—	—						
	C															
	D															
	E															
Q690	A										770~940	730~900	—	—	—	—
	B	≥ 690	≥ 670	≥ 660	≥ 640	—	—	—	—	—						
	C															
	D															
	E															

- ① 当屈服不明显时,可测量 R_{eL} 代替下屈服强度。
 ② 宽度不小于600mm扁平材,拉伸试验取纵向试样;宽度小于600mm的扁平材、型材及棒材取纵向试样,断后伸长率最小值相应提高1%(绝对值)。
 ③ 厚度大于250~400mm的数值适用于扁平材。

表 1-8 夏比摆锤冲击试验的试验温度和冲击吸收能量

牌号	质量等级	试验温度/℃	冲击吸收能量(KV ₂) ^① /J		
			公称厚度(直径、边长)		
			12~150mm	150~250mm	250~400mm
Q345	B	20	≥34	≥27	—
	C	0			27
	D	-20			
	E	-40			
Q390	B	20	≥34	—	—
	C	0			
	D	-20			
	E	-40			
Q420	B	20	≥34	—	—
	C	0			
	D	-20			
	E	-40			
Q460	C	0	≥34	—	—
	D	-20		—	—
	E	-40		—	—
Q500、Q550、 Q620、Q690	C	0	≥55	—	—
	D	-20	≥47	—	—
	E	-40	≥31	—	—

① 冲击试验取纵向试样。

表 1-9 弯曲试验

牌 号	试样方向	180°弯曲试验 [d=弯曲直径, a=试样厚度(直径)]	
		钢材厚度(直径、边长)	
		≤16mm	16~100mm
Q345 Q390 Q420 Q460	宽度不小于 600mm 扁平材, 拉伸试验取 横向试样。宽度小于 600mm 的扁平材、型 材及棒材取纵向试样	2a	3a