



图解现场施工实施系列

图解 钢结构工程 现场施工

土木在线 组编

TUJIE GANGJIEGOU GONGCHENG
XIANCHANG SHIGONG



来自现场的细部工程照片
配合规范的施工做法讲解
轻松搞定钢结构工程现场施工



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解现场施工实施系列

图解钢结构工程现场施工

土木在线 组编



机械工业出版社

本书是由国内知名的建筑专业施工网站——土木在线组织编写，精选大量的施工现场实例，涵盖了钢结构工程中各分项内容。书中内容具体、全面，图片清晰，图面布局合理，具有很强的实用性与参考性。本书可供建筑业的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

图解钢结构工程现场施工/土木在线组编. —北京:机械工业出版社, 2013. 12

(图解现场施工实施系列)

ISBN 978 - 7 - 111 - 45705 - 3

I. ①图… II. ①土… III. ①钢结构 - 建筑工程 - 工程施工 - 图解 IV. ①TU758. 11 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 023559 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张大勇 责任编辑: 张大勇 范秋涛

版式设计: 赵颖喆 责任校对: 纪 敬

封面设计: 张 静 责任印制: 刘 岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2015 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12.25 印张 · 292 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 45705 - 3

定价: 29.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010 - 88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010 - 68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010 - 88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

随着我国经济的不断发展，我国建筑业发展迅速，如今建筑业已成为我国国民经济五大支柱产业之一。在近几年的发展过程中，由于人们对建筑物外观质量、内在要求的不断提高和现代法规的不断完善，建筑业也由原有的生产组织方式改变为专业化的工程项目管理方式。因此对建筑劳务人员职业技能提出了更高的要求。

本套“图解现场施工实施系列”丛书从施工现场出发，以工程现场细节做法为基本内容，并对大部分细节做法都配有现场施工图片。以期能为建筑从业人员，特别是广大施工人员的工作带来一些便利。

本套丛书共分为5册，分别是《图解建筑工程现场施工》《图解钢结构工程现场施工》《图解水、暖、电工程现场施工》《图解园林工程现场施工》《图解安全文明现场施工》。

本套丛书最大的特点就在于，舍弃了大量枯燥而乏味的文字介绍，内容主线以现场施工实际工作为主，并给予相应的规范文字解答，以图文结合的形式来体现建筑工程施工中的各种细节做法，增强图书内容的可读性。

本书在编写过程中，汇集了一线施工人员在各种工程中的不同细部做法经验总线，也学习和参考了有关书籍和资料，在此一并表示衷心感谢。由于编者水平有限，书中难免会有缺陷和错误，敬请读者多加批评和指正。

参与本书编写的人员有：邓毅丰、唐晓青、张季东、杨晓超、黄肖、王永超、刘爱华、王云龙、王华侨、梁越、王文峰、李保华、王志伟、唐文杰、郑元华、马元、张丽婷、周岩、朱燕青。

目 录

前言

第一章 原材料及成品进场	1
第一节 钢材	1
一、碳素结构钢	1
二、低合金高强度结构钢	4
三、优质碳素结构钢	11
四、桥梁用结构钢	16
五、耐大气腐蚀用钢	21
六、钢铸件	23
七、钢板	25
八、H型钢、H型钢桩	32
九、型钢	43
十、结构用钢管	48
十一、常用钢材的有关标准	55
第二节 焊接材料	56
一、焊条	56
二、埋弧焊用焊丝和焊剂	63
三、气体保护焊用焊丝	66
四、常用焊接材料的有关标准	73
第三节 连接用紧固标准件	73
一、普通螺栓	73
二、大六角头高强度螺栓连接副	74
三、扭剪型高强度螺栓连接副	77
四、钢网架螺栓球节点用高强度螺栓	84
五、常用紧固标准件的有关标准	87
第四节 钢网架节点	88
一、焊接球	88
二、螺栓球	89
三、封板、锥头和套筒	89
第五节 金属压型板	90
第二章 钢结构焊接工程	91
第一节 钢构件焊接工程	91
一、焊工培训、持证上岗	91
二、焊缝质量	92
三、焊接工艺评定	95
四、焊接材料的烘干与使用	101
五、焊接坡口的检查和清理	102

六、定位焊接	103
七、无损检测	103
第二节 焊钉（栓钉）焊接工程	104
第三章 紧固件连接工程	107
第一节 普通紧固件连接	107
一、永久性普通螺栓连接	107
二、射钉、自攻螺钉及拉铆钉连接	108
第二节 高强度螺栓连接	108
一、摩擦面处理	108
二、高强度螺栓安装	110
第四章 钢零件及钢部件加工工程	115
第一节 切割	115
一、放样、号料	115
二、机械切割	116
三、气割	117
四、等离子切割	119
第二节 矫正和成型	120
一、矫正	120
二、成型	122
第三节 边缘加工	125
第四节 管、球加工	126
一、球加工及检验	126
二、杆件加工	128
第五节 制孔	129
第五章 钢构件组装工程	132
一、焊接 H型钢	132
二、桁架组装	133
三、实腹梁组装	134
四、端部铣平及安装焊缝坡口	134
五、钢构件外形尺寸	136
第六章 钢构件预拼装工程	142
一、预拼装	142
二、钢构件包装运输	144
第七章 单层钢结构安装工程	146
第一节 基础和支承面	146
第二节 安装和校正	148
一、钢柱安装与校正	148

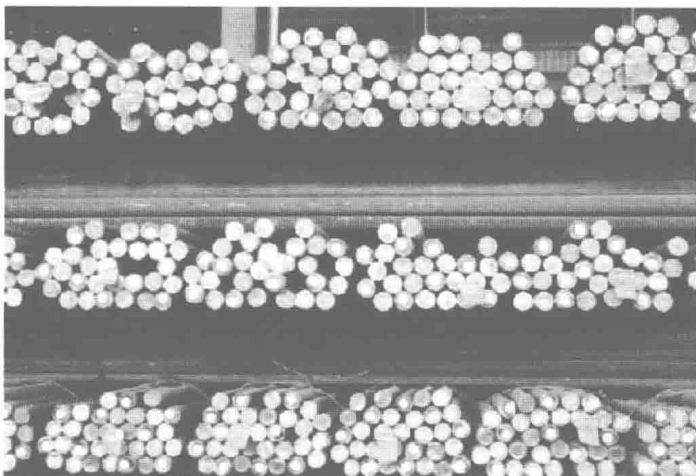
二、钢吊车梁安装与校正	151	第二节 总拼与安装	168
三、钢屋架（盖）安装与校正	152	一、钢网架结构拼装	168
四、单层钢结构安装允许偏差	154	二、钢网架结构安装	170
第八章 多层及高层钢结构安装工程 ..	158	第十章 压型金属板工程	177
第一节 基础和支承面	158	第一节 压型金属板制作	177
第二节 安装和校正	158	第二节 压型金属板安装	178
一、定位轴线、标高和地脚螺栓	158	一、压型钢板的堆放与吊运	178
二、安装机械选用	160	二、压型钢板安装	179
三、钢构件吊装	161	第十一章 钢结构涂装工程	182
四、构件现场焊接	162	第一节 钢结构防腐涂料涂装	182
五、安装的测量校正	164	一、钢构件除锈	182
六、多层钢结构安装允许偏差	166	二、涂装施工	184
第九章 钢网架结构安装工程	168	第二节 钢结构防火涂料涂装	186
第一节 支承面顶板和支承垫块	168		

第一章 原材料及成品进场

第一节 钢 材

一、碳素结构钢

1. 实际案例展示



2. 牌号表示方法

碳素结构钢是最普通的工程用钢，建筑钢结构中主要使用低碳钢（其含碳量在 0.28% 以下）。按国家标准《碳素结构钢》（GB 700—2006），碳素结构钢分为 5 个牌号，即 Q195、Q215、Q235、Q255、Q275。其中 Q235 钢常为一般焊接结构优先选用。

碳素结构钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号四个部分按顺序组成。例如：Q235AF。

Q——钢材屈服点“屈”字汉语拼音首位字母；

235——屈服点数值（MPa）；

A、B、C、D——质量等级；

F——沸腾钢“沸”字汉语拼音首位字母；

b——半镇静钢“半”字汉语拼音首位字母；

Z——镇静钢“镇”字汉语拼音首位字母；

TZ——特殊镇静钢“特镇”两字汉语拼音首位字母。
在牌号组成表示方法中，“Z”与“TZ”符号予以省略。

3. 技术要求

(1) 牌号和化学成分

1) 钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表 1-1 规定。

表 1-1 钢的牌号和化学成分

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)(%),不大于				
					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 的碳含量可不大于 0.22%。

① D 级钢应含有足够的形成细晶粒结构的元素，并在质量证明书中注明细化晶粒元素的含量。当采用铝氧时，钢中酸溶铝含量不小于 0.015%，或总铝含量不小于 0.020%。

② 钢中残余元素铬、镍、铜含量应各不大于 0.30%，氮含量应不大于 0.008%。如供方能保证，均可不做分析。

A. 氮含量允许超过上述的规定值，但氮含量每增加 0.001%，磷的最大含量应减少 0.005%，熔炼分析氮的最大含量应不大于 0.012%；如果钢中的酸溶铝含量不小于 0.015%或总铝含量不小于 0.020%，氮含量的上限值可以不受限制。固定氮的元素应在质量证明书上注明。

B. 经需方同意，A 级钢的铜含量可不大于 0.35%。此时，供方应做铜含量的分析，并在质量证明书中注明其含量。

③ 钢中砷的含量应不大于 0.080%。用含砷矿冶炼生铁所冶炼的钢，砷含量由供需双方协议规定。如原料中没有含砷，可不做砷的分析。

④ 在保证钢材力学性能符合国家现行标准规定情况下，各牌号 A 级钢的碳、硅、锰含量可以不作为交货条件，但其含量应在质量证明书中注明。

⑤ 在供应商品钢锭、连铸坯和钢坯时，为保证轧制钢材各项性能符合国家标准要求，可以根据需方要求规定各牌号的碳、锰含量下限。

2) 成品钢材、连铸胚、钢坯的化学成分允许偏差应符合《钢的成品化学成分允许偏差》(GB/T 222—2006) 中表 1 的规定。

沸腾钢成品钢材和钢坯的化学成分偏差不做保证。

(2) 交货状态 钢材一般以热轧、控轧或正火状态交货。

(3) 力学性能

1) 钢材的拉伸和冲击性能应符合表 1-2 规定，弯曲性能应符合表 1-3 规定。

表 1-2 钢材的拉伸和冲击性能

牌号	等级	屈服强度 ^① $R_{elt}/(N/mm^2)$, 不小于						抗拉强度 ^② $R_m/$ (N/mm^2)	断后伸长率 $A(\%)$, 不小于					冲击试验(V 形缺口)	
		厚度(或直径)/mm							厚度(或直径)/mm					温度 /℃	冲击吸收功 (纵向)/J 不小于
		≤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	

① Q195 的屈服强度值仅供参考，不做交货条件。
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）抗拉强度上限不做交货条件。
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。

表 1-3 钢材的弯曲性能

牌 号	试样方向	冷弯试验 180° $B = 2a$ ^①	
		钢材厚度(或直径) ^② /mm	
		≤60	>60 ~ 100
		弯心直径 d	
Q195	纵	0	—
	横	0.5 a	
Q215	纵	0.5 a	1.5 a
	横	a	2 a

(续)

牌 号	试样方向	冷弯试验 180° $B=2a$ ^①	
		钢材厚度(或直径) ^② /mm	
		≤60	>60~100
		弯心直径 d	
Q235	纵	a	$2a$
	横	$1.5a$	$2.5a$
Q275	纵	$1.5a$	$2.5a$
	横	$2a$	$3a$

① B 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。

2) 用 Q195 和 Q235B 级沸腾钢轧制的钢材, 其厚度 (或直径) 不大于 25mm。

3) 做拉伸和弯曲试验时, 型钢和钢棒取纵向试样; 钢板、钢带取横向试样, 断后伸长率允许比表 1-2 降低 2% (绝对值)。窄钢带取横向试样如果受宽度限制时, 可以取纵向试样。

4) 如供方能保证冷弯试验符合表 1-3 的规定, 可不做检验。A 级钢冷弯试验合格时, 抗拉强度上限可以不作为交货条件。

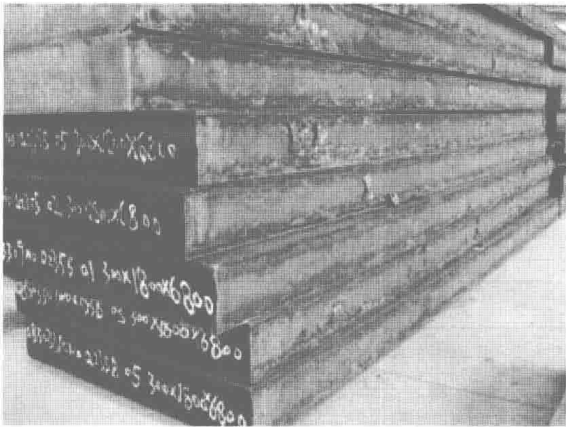
5) 厚度不小于 12mm 或直径不小于 16mm 的钢材应做冲击试验, 试样尺寸为 10mm × 10mm × 55mm。经供需双方协议, 厚度为 6 ~ 12mm 或直径为 12 ~ 16mm 的钢材可以做冲击试验, 试样尺寸为 10mm × 7.5mm × 55mm 或 10mm × 5mm × 55mm 或 10mm × 产品厚度 × 55mm。在标准《碳素结构钢》(GB 700—2008) 附录 A 中给出规定的冲击吸收功值, 如当采用 10mm × 5mm × 55mm 试样时, 其试验结果应不小于规定值的 50%。

6) 夏比 (V 形缺口) 冲击吸收功值按一组 3 个试样单值的算术平均值计算, 允许其中 1 个试样的单个值低于规定值, 但不得低于规定值的 70%。如果没有满足上述条件, 可从同一抽样产品上再取 3 个试样进行试验, 先后 6 个试样的平均值不得低于规定值, 允许有 2 个试样低于规定值, 但其中低于规定值 70% 的试样只允许有 1 个。

(4) 表面质量 钢材的表面质量应分别符合钢板、钢带、型钢和钢棒等有关产品标准的规定。

二、低合金高强度结构钢

1. 实际案例展示



2. 牌号表示方法

低合金高强度结构钢比碳素结构钢含有更多合金元素，属于低合金钢的范畴（其所含合金总量不超过5%）。低合金高强度结构钢的强度比碳素结构钢明显提高，从而使钢结构构件的承载力、刚度、稳定性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。在工程中，使用低合金高强度结构钢可比使用碳素结构钢节约20%的用量。

按国家标准《低合金结构钢》（GB/T 1591—2008），钢分为5个牌号，即Q295、Q345、Q390、Q420、Q460。其中Q345最为常用，Q460一般不用于建筑钢结构工程。

钢的牌号由代表屈服点的汉语拼音字母、屈服强度数值、质量等级符号三个部分组成。例如：Q345D。其中：

- Q——钢材屈服强度的“屈”字汉语拼音首位字母；
- 345——屈服强度数值（MPa）；
- D——质量等级为D级。

当需方要求钢板具有厚度方向性能时，则在上述规定的牌号后加上代表厚度方向（Z向）性能级别的符号，例如：Q345DZ15。

3. 技术要求

（1）钢的牌号和化学成分

1) 钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表1-4规定。

表 1-4 钢的牌号和化学成分

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												—
	C				0.030	0.030												0.015
	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										—		
	C				0.030	0.030										0.015		
	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										—		
	C				0.030	0.030										0.015		
	D	0.030			0.025													
	E	0.025			0.020													

(续)

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											
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
	0.030				0.025											
	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
	0.030				0.025											
	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
	0.030				0.025											
	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
	0.030				0.025											
	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
	0.030				0.025											
	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) ≤ 0.22%，20(Mo + Cr) ≤ 0.30%。

- 2) 当需要加入细化晶粒元素时。钢中应至少含有 Al、Nb、V、Ti 中的一种。加入的细化晶粒元素应在质量证明书中注明含量。
- 3) 当采用全铝 (Al_L) 含量表示时，Al_L 应不小于 0.020%。
- 4) 钢中氮元素含量应符合表 1-4 的规定，如供方保证，可不进行氮元素含量分析。如果钢中加入 Al、Nb、V、Ti 等具有固氮作用的合金元素，氮元素含量不做限制，固氮元素含量应在质量证明书中注明。
- 5) 各牌号的 Cr、Ni、Cu 作为残余元素时，其含量各不大于 0.30%，如供方保证，可不做分析，当需要加入时，其含量应符合表 1-4 的规定或由供需双方协议规定。
- 6) 为改善钢的性能，可加入 RE 元素时，其加入量按钢水重量的 0.02% ~ 0.20% 计算。
- 7) 在保证钢材力学性能符合标准规定的情况下，各牌号 A 级钢的 C、Si、Mn 化学成分可不作交货条件。
- 8) 各牌号除 A 级钢以外的钢材，当以热轧、控扎状态交货时，其最大碳当量值应符合表 1-5 的规定；当以正火、正火轧制、正火加回火状态交货时，其最大碳当量值应符合表 1-6 的规定；当以热机械轧制 (TMCP) 或热机械轧制加回火状态交货时，其最大碳当量值应符合表 1-7 的规定。碳当量 (CEV) 应由熔炼分析成分并采用下式计算。

CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15

(1-1)

表 1-5 热轧、控扎状态交货钢材的碳当量

牌 号	碳当量 (CEV) (%)		
	公称厚度或直径≤63mm	公称厚度或直径>63~250mm	公称厚度>250mm
Q345	≤0.44	≤0.47	≤0.47
Q390	≤0.45	≤0.48	≤0.48
Q420	≤0.45	≤0.48	≤0.48
Q460	≤0.46	≤0.49	—

表 1-6 正火、正火轧制、正火加回火状态交货钢材的碳当量

牌 号	碳当量 (CEV) (%)		
	公称厚度≤63mm	公称厚度>63~120mm	公称厚度>120~250mm
Q345	≤0.45	≤0.48	≤0.48
Q390	≤0.46	≤0.48	≤0.49
Q420	≤0.48	≤0.50	≤0.52
Q460	≤0.53	≤0.54	≤0.55

表 1-7 热机械轧制 (TMCP) 或热机械轧制加回火状态交货钢材的碳当量

牌 号	碳当量 (CEV) (%)		
	公称厚度≤63mm	公称厚度>63~120mm	公称厚度>120~150mm
Q345	≤0.44	≤0.45	≤0.45
Q390	≤0.46	≤0.47	≤0.47
Q420	≤0.46	≤0.47	≤0.47
Q460	≤0.47	≤0.48	≤0.48
Q500	≤0.47	≤0.48	≤0.48
Q550	≤0.47	≤0.48	≤0.48
Q620	≤0.48	≤0.49	≤0.49
Q690	≤0.49	≤0.49	≤0.49

9) 热机械轧制 (TMCP) 或热机械轧制加回火状态交货钢材碳含量不大于 0.12% 时, 可采用焊接裂纹敏感性指数 (Pcm) 代替碳当量评估钢材的可焊性。Pcm 应由熔炼分析成分并采用下式计算, 其值应符合表 1-8 的规定。

Pcm = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B

(1-2)

表 1-8 热机械轧制 (TMCP) 或热机械轧制加回火状态交货钢材 Pcm 值

牌 号	Pcm (%)	牌 号	Pcm (%)
Q345	≤0.20	Q500	≤0.25
Q390	≤0.20	Q550	≤0.25
Q420	≤0.20	Q620	≤0.25
Q460	≤0.20	Q690	≤0.25

10) 钢材、钢坯的化学成分允许偏差应符合《钢的成品化学成分允许偏差》(GB/T 222—2006) 的规定。

11) 当需方要求保证厚度方向性能时, 其化学成分应符合《厚度方向性能钢板》(GB/T 5313—2010) 的规定。

(2) 交货状态 钢材以热轧、控轧、正火、正火轧制或正火加回火、热机械轧制 (TM-CP) 或热机械轧制加回火状态交货。

(3) 力学性能和工艺性能

1) 钢材的拉伸性能应符合表 1-9 的规定。

(续)

牌号		质量等级	拉伸试验①、②、③																				
			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)抗拉强度(R_m)/MPa								断后伸长率(A)(%)				
																			公称厚度(直径,边长)				
≤ 16 mm	$>16 \sim 40$ mm	$>40 \sim 63$ mm	$>63 \sim 80$ mm	$>80 \sim 100$ mm	$>100 \sim 150$ mm	$>150 \sim 200$ mm	$>200 \sim 250$ mm	$>250 \sim 400$ mm	≤ 40 mm	$>40 \sim 63$ mm	$>63 \sim 80$ mm	$>80 \sim 100$ mm	$>100 \sim 150$ mm	$>150 \sim 250$ mm	$>250 \sim 400$ mm								
Q460	C	≥ 460	≥ 440	≥ 420	≥ 400	≥ 400	≥ 380	—	—	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$530 \sim 700$	—	—							
	D	≥ 460	≥ 440	≥ 420	≥ 400	≥ 400	≥ 380	—	—	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$530 \sim 700$	—	—							
	E	≥ 460	≥ 440	≥ 420	≥ 400	≥ 400	≥ 380	—	—	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$550 \sim 720$	$530 \sim 700$	—	—							
Q500	C	≥ 500	≥ 480	≥ 470	≥ 450	≥ 440	—	—	—	$610 \sim 770$	$600 \sim 760$	$590 \sim 750$	$540 \sim 730$	—	—	—							
	D	≥ 500	≥ 480	≥ 470	≥ 450	≥ 440	—	—	—	$610 \sim 770$	$600 \sim 760$	$590 \sim 750$	$540 \sim 730$	—	—	—							
	E	≥ 500	≥ 480	≥ 470	≥ 450	≥ 440	—	—	—	$610 \sim 770$	$600 \sim 760$	$590 \sim 750$	$540 \sim 730$	—	—	—							
Q550	C	≥ 550	≥ 530	≥ 520	≥ 500	≥ 490	—	—	—	$670 \sim 830$	$620 \sim 810$	$600 \sim 790$	$590 \sim 780$	—	—	—							
	D	≥ 550	≥ 530	≥ 520	≥ 500	≥ 490	—	—	—	$670 \sim 830$	$620 \sim 810$	$600 \sim 790$	$590 \sim 780$	—	—	—							
	E	≥ 550	≥ 530	≥ 520	≥ 500	≥ 490	—	—	—	$670 \sim 830$	$620 \sim 810$	$600 \sim 790$	$590 \sim 780$	—	—	—							
Q620	C	≥ 620	≥ 600	≥ 590	≥ 570	—	—	—	—	$710 \sim 880$	$690 \sim 880$	$670 \sim 860$	—	—	—	—							
	D	≥ 620	≥ 600	≥ 590	≥ 570	—	—	—	—	$710 \sim 880$	$690 \sim 880$	$670 \sim 860$	—	—	—	—							
	E	≥ 620	≥ 600	≥ 590	≥ 570	—	—	—	—	$710 \sim 880$	$690 \sim 880$	$670 \sim 860$	—	—	—	—							
Q690	C	≥ 690	≥ 670	≥ 660	≥ 640	—	—	—	—	$770 \sim 940$	$750 \sim 920$	$730 \sim 900$	—	—	—	—							
	D	≥ 690	≥ 670	≥ 660	≥ 640	—	—	—	—	$770 \sim 940$	$750 \sim 920$	$730 \sim 900$	—	—	—	—							
	E	≥ 690	≥ 670	≥ 660	≥ 640	—	—	—	—	$770 \sim 940$	$750 \sim 920$	$730 \sim 900$	—	—	—	—							

① 当屈服不明显时,可测量 $R_{p0.2}$ 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 $>250 \sim 400$ mm的数值适用于扁平材。

2) 夏比 (V 形) 冲击试验。

① 钢材的夏比 (V 形) 冲击试验的试验温度和冲击吸收能量应符合表 1-10 规定。

表 1-10 夏比 (V 形) 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			
	D	-20			27
	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。

② 厚度不小于 6mm 或直径不小于 12mm 的钢材应做冲击试验，冲击试样尺寸取 10mm × 10mm × 55mm 的标准试样；当钢材不足以制取标准试样时，应采用 10mm × 7.5mm × 55mm 或 10mm × 5mm × 55mm 小尺寸试样，冲击吸收能量应分别为不小于表 1-10 的规定值的 75% 或 50%，优先采用较大尺寸的试样。

③ 钢材的冲击试验结果按一组 3 个试样的算术平均值进行计算，允许其中有 1 个试验值低于规定值，但不低于规定值的 70%，否则，应从同一抽样产品上再取 3 个试样进行试验，先后 6 个试样试验结果的算术平均值不得低于规定值，允许有 2 个试样的试验结果低于规定值，但其中低于规定值 70% 的试样只允许有 1 个。

3) Z 向钢厚度方向断面收缩率应符合《厚度方向性能钢板》(GB/T 5313—2010) 的规定。

4) 当需方要求做弯曲试验时，弯曲试验应符合表 1-11 的规定。当供方保证弯曲合格时，可不做弯曲试验。

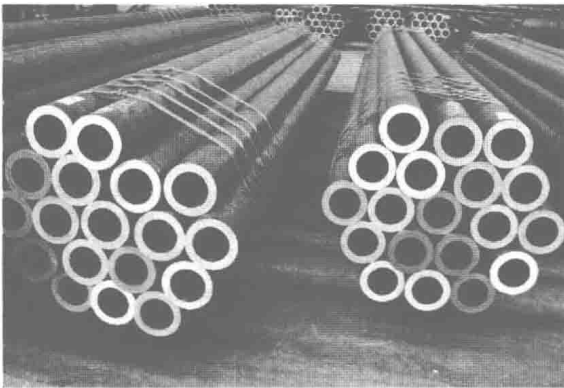
表 1-11 弯曲试验

牌号	试 样 方 向	180°弯曲试验 [d = 弯心直径, 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

(4) 表面质量 钢材表面质量应符合相关产品标准的规定。

三、优质碳素结构钢

1. 实际案例展示



2. 分类及代号

优质碳素结构钢的价格较贵，一般仅作为钢结构的管状杆件（无缝钢管）使用。特殊情况下的少量应用一般发生在因材料规格欠缺而导致的材料代用，属于以优代劣。

优质碳素结构钢按冶金质量等级分为：

高级优质钢 A；

特级优质钢 E。

按加工方法分为：

压力加工用钢 UP；

热压力加工用钢 UHP；

顶锻用钢 UF；

冷拔坯料用钢 UCD；

切削加工用钢 UC。

优质碳素结构钢共有 31 个牌号。