



中华人民共和国国家标准

GB/T 1591—2008
代替 GB/T 1591—1994

低合金高强度结构钢

High strength low alloy structural steels

2008-12-06 发布

2009-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准参照 EN 10025:2004《结构钢热轧产品》对 GB/T 1591—1994《低合金高强度结构钢》进行修订。

本标准代替 GB/T 1591—1994《低合金高强度结构钢》。

与 GB/T 1591—1994 相比,本标准主要变化如下:

- 扩大了标准的适用范围;
- 增加了 Q500、Q550、Q620、Q690 强度级别,取消了 Q295 强度级别;
- 修改了钢材化学成分的规定,加严了对磷、硫等有害元素的控制;
- 增加了钢材碳当量及裂纹敏感系数的计算公式及规定;
- 修改了钢材的交货状态,取消了调质钢的规定;
- 修改了钢材力学性能值及厚度组距的规定,明确屈服强度为下屈服强度;
- 提高了冲击吸收能量值;
- 增加了各牌号钢的厚度方向性能要求。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

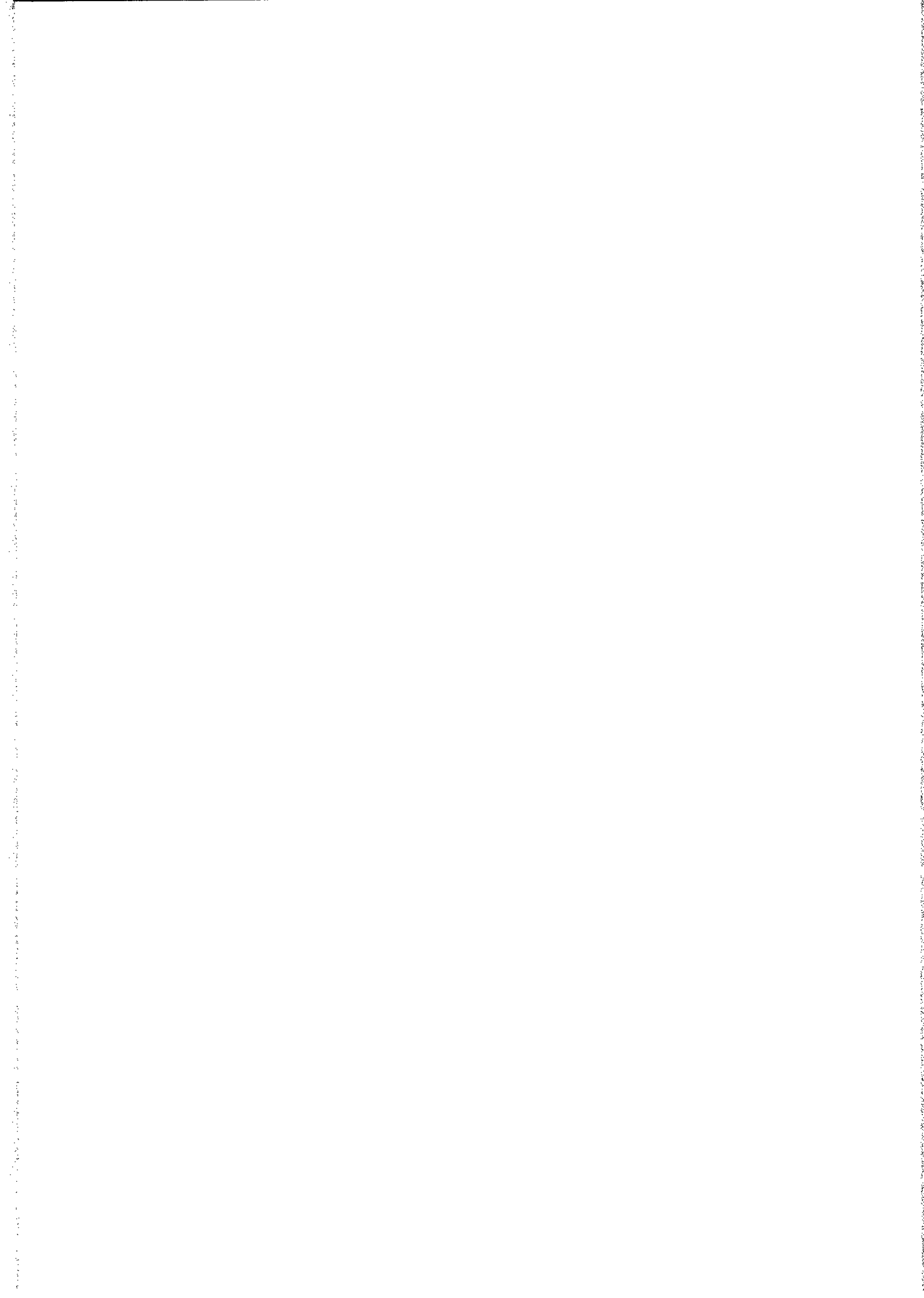
本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位:鞍钢股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、济钢集团有限公司、首钢总公司、江苏沙钢集团有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司。

本标准主要起草人:刘徐源、朴志民、王晓虎、高玲、王丽萍、黄正玉、周鉴、马玉璞、陈寿琴。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 1591—1979、GB 1591—1988、GB/T 1591—1994。



低合金高强度结构钢

1 范围

本标准规定了低合金高强度结构钢的牌号、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于一般结构和工程用低合金高强度结构钢钢板、钢带、型钢、钢棒等。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅酸盐分光光度法
- GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法
- GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量
- GB/T 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.37 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量
- GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法
- GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
- GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
- GB/T 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- GB/T 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
- GB/T 223.78 钢铁及合金化学分析方法 姜黄素直接光度法测定硼含量
- GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002, eqv ISO 6892:1998)
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007, ISO 148-1:2006, MOD)
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法(GB/T 232—1999, eqv ISO 7438:1985)
- GB/T 247 钢板和钢带 包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样的制备(GB/T 2975—1998, eqv ISO 377:1997)
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板(GB/T 5313—1985, eqv ISO 7778:1983)
- GB/T 17505 钢及钢产品交货一般技术要求(GB/T 17505—1998, eqv ISO 404:1992)
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法(GB/T 20066—2006, ISO 14284:

1996, IDT)

GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数据的判定原则

3 术语和定义

3.1

热机械轧制 thermomechanical rolling

最终变形在某一温度范围内进行,使材料获得仅仅依靠热处理不能获得的特定性能的轧制工艺。

注1:轧制后如果加热到 580 ℃ 可能导致材料强度值的降低。如果确实需要加热到 580 ℃ 以上,则应由供方进行。

注2:热机械轧制交货状态可以包括加速冷却、或加速冷却并回火(包括自回火),但不包括直接淬火或淬火加回火。

3.2

正火轧制 normalizing rolling

最终变形是在某一温度范围内进行,使材料获得与正火后性能相当的轧制工艺。

4 牌号表示方法

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

Q——钢的屈服强度的“屈”字汉语拼音的首位字母;

345——屈服强度数值,单位 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。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

尺寸、外形、重量及允许偏差应符合相应标准的规定。

6 技术要求

6.1 牌号及化学成分

6.1.1 钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 1 的规定。

6.1.2 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。

6.1.3 当采用全铝(Al)含量表示时,Al 应不小于 0.020%。

6.1.4 钢中氮元素含量应符合表 1 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,氮元素含量不作限制,固氮元素含量应在质量证明书中注明。

6.1.5 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,可不作分析;当需要加入时,其含量应符合表 1 的规定或由供需双方协议规定。

6.1.6 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。

6.1.7 在保证钢材力学性能符合本标准规定的情况下,各牌号 A 级钢的 C、Si、Mn 化学成分可不作交货条件。

表 1

牌 号	质量等级	化学成分 ^{a,b} (质量分数)/%														
		C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Cu	N	Mo	B	Als
Q345	A				0.035	0.035										—
	B	≤0.20			0.035	0.035										—
	C	≤0.50	≤1.70		0.030	0.030	0.07	0.15	0.20	0.30	0.50	0.30	0.012	0.10	—	0.015
	D				0.030	0.025										
	E	≤0.18			0.025	0.020										
Q390	A				0.035	0.035										—
	B				0.035	0.035										—
	C	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.030	0.030	0.07	0.20	0.20	0.30	0.50	0.30	0.015	0.10	—	0.015
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										
Q420	A				0.035	0.035										—
	B				0.035	0.035										—
	C	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.030	0.030	0.07	0.20	0.20	0.30	0.80	0.30	0.015	0.20	—	0.015
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										
Q460	C				0.030	0.030										
	D	≤0.20	≤0.60	≤1.80	0.030	0.025	0.11	0.20	0.20	0.30	0.80	0.55	0.015	0.20	0.004	0.015
	E				0.025	0.020										
Q500	C				0.030	0.030										
	D	≤0.18	≤0.60	≤1.80	0.030	0.025	0.11	0.12	0.20	0.60	0.80	0.55	0.015	0.20	0.004	0.015
	E				0.025	0.020										

表 1 (续)

牌 号	质量等级	化学成分 ^{a,b} (质量分数)/%														
		C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Cu	N	Mo	B	Als
		不大于														不小于
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										

^a 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%。

^b 当细化晶粒元素组合加入时， $20(\text{Nb}+\text{V}+\text{Ti})\leq 0.22\%$ ， $20(\text{Mo}+\text{Cr})\leq 0.30\%$ 。

6.1.8 各牌号除 A 级钢以外的钢材,当以热轧、控轧状态交货时,其最大碳当量值应符合表 2 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 3 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 4 的规定。碳当量(CEV)应由熔炼分析成分并采用公式(1)计算。

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad \dots\dots\dots(1)$$

表 2 热轧、控轧状态交货钢材的碳当量

牌 号	碳当量(CEV)/%		
	公称厚度或直径≤63 mm	公称厚度或直径 >63 mm~250 mm	公称厚度>250 mm
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 3 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≤63 mm	公称厚度>63 mm~120 mm	公称厚度>120 mm~250 mm
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 4 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≤63 mm	公称厚度>63 mm~120 mm	公称厚度>120 mm~150 mm
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

6.1.9 热机械轧制(TMCP)或热机械轧制加回火状态交货钢材的碳含量不大于 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公式(2)计算,其值应符合表 5 的规定。

$$Pcm = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B \dots\dots\dots(2)$$

经供需双方协商,可指定采用碳当量或焊接裂纹敏感性指数作为衡量可焊性的指标,当未指定时,

供方可任选其一。

表 5 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/%
Q345	≤0.20
Q390	≤0.20
Q420	≤0.20
Q460	≤0.20
Q500	≤0.25
Q550	≤0.25
Q620	≤0.25
Q690	≤0.25

6.1.10 钢材、钢坯的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.1.11 当需方要求保证厚度方向性能钢材时,其化学成分应符合 GB/T 5313 的规定。

6.2 冶炼方法

钢由转炉或电炉冶炼,必要时加炉外精炼。

6.3 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(TMCP)或热机械轧制加回火状态交货。

6.4 力学性能及工艺性能

6.4.1 拉伸试验

钢材拉伸试验的性能应符合表 6 的规定。

6.4.2 夏比(V型)冲击试验

6.4.2.1 钢材的夏比(V型)冲击试验的试验温度和冲击吸收能量应符合表 7 的规定。

6.4.2.2 厚度不小于 6 mm 或直径不小于 12 mm 的钢材应做冲击试验,冲击试样尺寸取 10 mm×10 mm×55 mm 的标准试样;当钢材不足以制取标准试样时,应采用 10 mm×7.5 mm×55 mm 或 10 mm×5 mm×55 mm 小尺寸试样,冲击吸收能量应分别为不小于表 7 规定值的 75%或 50%,优先采用较大尺寸试样。

6.4.2.3 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,但不应低于规定值的 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%的试样只允许有一个。

6.4.3 Z 向钢厚度方向断面收缩率应符合 GB/T 5313 的规定。

表 7 夏比(V型)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)* /J		
			公称厚度(直径、边长)		
			12 mm~150 mm	>150 mm~250 mm	>250 mm~400 mm
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	—	—

^a 冲击试验取纵向试样。

6.4.4 当需方要求做弯曲试验时,弯曲试验应符合表 8 的规定。当供方保证弯曲合格时,可不做弯曲试验。

表 8 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)	
		≤16 mm	>16 mm~100 mm
Q345 Q390 Q420 Q460	宽度不小于 600 mm 扁平材,拉伸试验取横向试样。宽度小于 600 mm 的扁平材、型材及棒材取纵向试样	2a	3a

6.5 表面质量

钢材的表面质量应符合相关产品标准的规定。

6.6 特殊要求

6.6.1 根据供需双方协议,钢材可进行无损检验,其检验标准和级别应在协议或合同中明确。

6.6.2 根据供需双方协议,可按本标准订购具有厚度方向性能要求的钢材。

6.6.3 根据供需双方协议,钢材也可进行其他项目的检验。

7 试验方法

钢材的各项检验的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 9 的规定。

表 9 钢材各项检验的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量/个	取样方法	试验方法
1	化学成分(熔炼分析)	1/炉	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T4336、 GB/T 20125
2	拉伸试验	1/批	GB/T 2975	GB/T 228
3	弯曲试验	1/批	GB/T 2975	GB/T 232
4	冲击试验	3/批	GB/T 2975	GB/T 229
5	Z 向钢厚度方向断面收缩率	3/批	GB/T 5313	GB/T 5313
6	无损检验	逐张或逐件	按无损检验标准规定	协商
7	表面质量	逐张/逐件	—	目视及测量
8	尺寸、外形	逐张/逐件	—	合适的量具

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢材的检查和验收由供方进行,需方有权对本标准或合同中所规定的任一检验项目进行检查和验收。

8.2 组批

钢材应成批验收。每批应由同一牌号、同一质量等级、同一炉罐号、同一规格、同一轧制制度或同一热处理制度的钢材组成,每批重量不大于 60 t。钢带的组批重量按相应产品标准规定。

各牌号的 A 级钢或 B 级钢允许同一牌号、同一质量等级、同一冶炼和浇注方法、不同炉罐号组成混合批。但每批不得多于 6 个炉罐号,且各炉罐号 C 含量之差不得大于 0.02%,Mn 含量之差不得大于 0.15%。

对于 Z 向钢的组批,应符合 GB/T 5313 的规定。

8.3 复验与判定规则

8.3.1 力学性能的复验与判定

钢材的冲击试验结果不符合 6.4.2.3 的规定时,抽样钢材应不予验收,再从该试验单元的剩余部分取两个抽样产品,在每个抽样产品上各选取新的一组 3 个试样,这两组试样的试验结果均应合格,否则该批钢材应拒收。钢材拉伸试验的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

8.3.2 其他检验项目的复验与判定

钢材的其他检验项目的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

8.4 力学性能和化学成分试验结果的修约

除非在合同或订单中另有规定,当需要评定试验结果是否符合规定值,所给出力学性能和化学成分试验结果应修约到与规定值的数位相一致,其修约方法应按 YB/T 081 的规定进行。碳当量应先按公式计算后修约。

9 包装、标志和质量证明书

钢材的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 247、GB/T 2101 的规定。



中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
低合金高强度结构钢
GB/T 1591—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 22 千字
2009年3月第一版 2009年3月第一次印刷

*

书号:155066·1-35805 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 1591—2008