ICS 77.140.01
H 40

中华人民共和国国家标准

GB/T 1591—2018
代替 GB/T 1591—2008

低合金高强度结构钢

High strength low alloy structural steels

2018-05-14 发布　　2019-02-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅰ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 2
4　牌号表示方法 …… 3
5　订货内容 …… 3
6　尺寸、外形、重量 …… 3
7　技术要求 …… 4
8　试验方法 …… 16
9　检验规则 …… 16
10　包装、标志和质量证明书 …… 17
附录 A（资料性附录）　国内外标准牌号对照表 …… 18

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 1591—2008《低合金高强度结构钢》。与 GB/T 1591—2008 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

——明确了本标准的化学成分也适用于钢坯(见第 1 章，2008 版第 1 章)；

——修改了“热机械轧制”及“正火轧制”术语的定义，增加了“热轧”、“正火”术语与定义(见第 3 章，2008 版第 3 章)；

——修改了牌号表示方法(见第 4 章，2008 版第 4 章)；

——增加了订货内容(见第 5 章)；

——明确了尺寸、外形、重量及允许偏差要求(见第 6 章，2008 版第 5 章)；

——以 Q355 钢级替代 Q345 钢级及相关要求(见第 7 章、9.2，2008 版第 6 章、8.2)；

——按不同交货状态规定各牌号的化学成分，并修改了细化晶粒元素的含量(见 7.1，2008 版6.1)；

——按不同交货状态规定各牌号的力学性能，并将下屈服强度修改为上屈服强度，其指标相应提高了 10 MPa～15 MPa(见 7.4.1、7.4.2，2008 版 6.4.1、6.4.2)；

——细化了钢材表面质量要求(见 7.5，2008 版 6.5)；

——修改了试验方法和检验规则，明确了冲击试验的取样部位(见第 8 章、第 9 章，2008 版第 7 章、第 8 章)；

——增加了本标准牌号与国外标准牌号对照表(见附录 A)。

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(SAC/TC 183)。

本标准起草单位：鞍钢股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、首钢总公司、河钢股份有限公司唐山分公司、西王特钢有限公司、山东钢铁股份有限公司莱芜分公司、营口中车型钢新材料有限公司、中信金属有限公司。

本标准主要起草人：刘徐源、朴志民、栾燕、戴强、师莉、沈钦义、邓翠青、张灵通、赵新华、李文武、王厚昕、张成连、高燕。

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、GB/T 1591—2008。

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表示方法、订货内容、尺寸、外形、重量、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。其化学成分也适用于钢坯。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量

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 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法

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 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量

GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量

GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量对测定 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 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量

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 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量

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 223.76 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钒量

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 223.79 钢铁 多元素含量的测定 X-射线荧光光谱法(常规法)

GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法

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 702 热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 706 热轧型钢

GB/T 709 热轧钢板和钢带尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

学兔兔 www.bzfxw.com

GB/T 2975—2018 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
GB/T 5313 厚度方向性能钢板
GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 11263 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢
GB/T 14977 热轧钢板表面质量的一般要求
GB/T 17505 钢及钢产品 交货一般技术要求
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 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)
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
GB/T 28300 热轧棒材和盘条表面质量等级交货技术条件
YB/T 4427 热轧型钢表面质量一般要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热轧 as-rolled;AR 或 WAR

钢材未经任何特殊轧制和/或热处理的状态。

3.2

正火 normalized

N

钢材加热到高于相变点温度以上的一个合适的温度,然后在空气中冷却至低于某相变点温度的热处理工艺。

3.3

正火轧制 normalizing rolling

+N

最终变形是在一定温度范围内的轧制过程中进行,使钢材达到一种正火后的状态,以便即使正火后也可达到规定的力学性能数值的轧制工艺。

注:对于正火轧制,在一些出版物中也称“控制轧制”。

3.4

热机械轧制 thermomechanical processed

M

钢材的最终变形在一定温度范围内进行的轧制工艺,从而保证钢材获得仅通过热处理无法获得的性能。

注 1:可能会降低钢材强度值的热成型或 580 ℃以上温度的焊后热处理不宜应用。根据相关的技术规范,火焰矫直是允许应用的。

注 2:热机械轧制可以包括回火或无回火状态下冷却速率提高的过程,回火包括自回火但不包括直接淬火及淬火加回火。

注 3:也称 TMCP(热机械控制过程),在一些出版物中也称“控制轧制”。

学兔兔 www.bzfxw.com

4 牌号表示方法

4.1 钢的牌号由代表屈服强度“屈”字的汉语拼音首字母 Q、规定的最小上屈服强度数值、交货状态代号、质量等级符号(B、C、D、E、F)四个部分组成。

注 1：交货状态为热轧时，交货状态代号 AR 或 WAR 可省略；交货状态为正火或正火轧制状态时，交货状态代号均用 N 表示。

注 2：Q＋规定的最小上屈服强度数值＋交货状态代号，简称为“钢级”。

示例：Q355ND。其中：

Q ——钢的屈服强度的“屈”字汉语拼音的首字母；

355——规定的最小上屈服强度数值，单位为兆帕(MPa)；

N ——交货状态为正火或正火轧制；

D ——质量等级为 D 级。

4.2 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，如：Q355NDZ25。

5 订货内容

5.1 按本标准订购的合同或订单应包括下列内容：

a) 本标准编号；

b) 产品类型；

c) 钢的牌号(钢级＋质量等级)；

d) 尺寸、外形及允许偏差(见第 6 章)；

e) 交货的重量(或数量)；

f) 所有要求的选择内容(见 5.2)。

5.2 经供需双方协商，并在合同中注明，可选择下列内容作为本标准的订货内容。如果需方在提供询单和订购时未指明，则产品按 5.1 供货。

a) 碳当量或焊接裂纹敏感性指数(Pcm)(见 7.1.3，表 6)；

b) 添加合金元素及其含量(见 7.1.6，表 1，表 3，表 5)；

c) 供应商品钢坯时的化学成分下限(见 7.1.8)；

d) 成品分析(见 7.1.9)；

e) 冶炼方法(见 7.2)；

f) 冲击试验温度及冲击试验取样方向(见表 11)；

g) 弯曲试验(见 7.4.3)；

h) 厚度方向钢性能(见 7.1.7，7.4.1.4 和 9.2.3)；

i) 表面质量(见 7.5.1.5，7.5.2.4，7.5.3.2，7.5.4.2)；

j) 无损检测(见 7.6)；

k) 冲击试样的取样位置(见 8.3)。

6 尺寸、外形、重量

6.1 热轧钢棒的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 702 的规定，具体组别应在合同注明。

6.2 热轧型钢的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 706 的规定，具体组别应在合同注明。

6.3 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709 的规定，具体精度类别应在合同

学兔兔 www.bzfxw.com

注明。

6.4 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 11263 的规定。

6.5 经供需双方协议，可供应其他尺寸、外形及允许偏差的钢材。

7 技术要求

7.1 钢的牌号及化学成分

7.1.1 热轧钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 1 的规定，其碳当量值应符合表 2 的规定。

7.1.2 正火及正火轧制钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 3 的规定，其碳当量值应符合表 4 的规定。

7.1.3 热机械轧制钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 5 的规定，其碳当量值应符合表 6 的规定。当热机械轧制钢的碳含量不大于 0.12%时，宜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 值应符合表 6 的规定。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评估钢材的可焊性，当未指定时，供方可任选其一。

7.1.4 碳当量(CEV)由熔炼分析成分按式(1)计算，焊接裂纹敏感指数(Pcm)由熔炼分析成分按式(2)计算：

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

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

7.1.5 钢中氮元素含量如供方保证，可不作分析。

7.1.6 为了改善钢的性能，由供需双方协议，钢中可添加表 1、表 3、表 5 规定以外的合金元素，其合金元素及其含量应在质量证明书中注明。

7.1.7 当需方要求保证厚度方向性能钢板时，硫含量应符合 GB/T 5313 的规定。

7.1.8 供应商品钢坯时，为保证钢材力学性能符合本标准规定，其各元素化学成分的下限可由供需双方协商确定。

7.1.9 当需方要求进行成品化学成分分析时，则应进行成品分析，其化学成分允许偏差应符合 GB/T 222的规定。

7.1.10 国内外牌号对照参见附录 A。

学兔兔 www.bzfxw.com

表 1　热轧钢的牌号及化学成分

牌号		化学成分(质量分数)/%														
钢级	质量等级	C[a]		Si	Mn	P[c]	S[c]	Nb[d]	V[e]	Ti[e]	Cr	Ni	Cu	Mo	N[f]	B
		以下公称厚度或直径/mm		不大于												
		≤40[b]	>40													
		不大于														
Q355	B	0.24		0.55	1.60	0.035	0.035	—	—	—	0.30	0.30	0.40	—	0.012	—
	C	0.20	0.22			0.030	0.030									
	D	0.20	0.22			0.025	0.025								—	
Q390	B	0.20		0.55	1.70	0.035	0.035	0.05	0.13	0.05	0.30	0.50	0.40	0.10	0.015	—
	C					0.030	0.030									
	D					0.025	0.025									
Q420[g]	B	0.20		0.55	1.70	0.035	0.035	0.05	0.13	0.05	0.30	0.80	0.40	0.20	0.015	—
	C					0.030	0.030									
Q460[g]	C	0.20		0.55	1.80	0.030	0.030	0.05	0.13	0.05	0.30	0.80	0.40	0.20	0.015	0.004

[a] 公称厚度大于 100 mm 的型钢，碳含量可由供需双方协商确定。

[b] 公称厚度大于 30 mm 的钢材，碳含量不大于 0.22%。

[c] 对于型钢和棒材，其磷和硫含量上限值可提高 0.005%。

[d] Q390、Q420 最高可到 0.07%，Q460 最高可到 0.11%。

[e] 最高可到 0.20%。

[f] 如果钢中酸溶铝 Als 含量不小于 0.015%或全铝 Alt 含量不小于 0.020%，或添加了其他固氮合金元素，氮元素含量不作限制，固氮元素应在质量证明书中注明。

[g] 仅适用于型钢和棒材。

学兔兔 www.bzfxw.com

表 2　热轧状态交货钢材的碳当量(基于熔炼分析)

牌号		碳当量 CEV(质量分数)/% 不大于				
钢级	质量等级	公称厚度或直径/mm				
		≤30	>30～63	>63～150	>150～250	>250～400
Q355[a]	B	0.45	0.47	0.47	0.49[b]	—
	C					—
	D					0.49[c]
Q390	B	0.45	0.47	0.48	—	—
	C					
	D					
Q420[d]	B	0.45	0.47	0.48	0.49[b]	—
	C					
Q460[d]	C	0.47	0.49	0.49	—	—

[a] 当需对硅含量控制时(例如热浸镀锌涂层),为达到抗拉强度要求而增加其他元素如碳和锰的含量,表中最大碳当量值的增加应符合下列规定:
对于 Si≤0.030%,碳当量可提高 0.02%;
对于 Si≤0.25%,碳当量可提高 0.01%。

[b] 对于型钢和棒材,其最大碳当量可到 0.54%。

[c] 只适用于质量等级为 D 的钢板。

[d] 只适用于型钢和棒材。

表 3　正火、正火轧制钢的牌号及化学成分

牌号		化学成分(质量分数)/%													
钢级	质量等级	C	Si	Mn	P[a]	S[a]	Nb	V	Ti[c]	Cr	Ni	Cu	Mo	N	Als[d]
		不大于			不大于					不大于					不小于
Q355N	B	0.20	0.50	0.90～1.65	0.035	0.035	0.005～0.05	0.01～0.12	0.006～0.05	0.30	0.50	0.40	0.10	0.015	0.015
	C				0.030	0.030									
	D				0.030	0.025									
	E	0.18			0.025	0.020									
	F	0.16			0.020	0.010									
Q390N	B	0.20	0.50	0.90～1.70	0.035	0.035	0.01～0.05	0.01～0.20	0.006～0.05	0.30	0.50	0.40	0.10	0.015	0.015
	C				0.030	0.030									
	D				0.030	0.025									
	E				0.025	0.020									
Q420N	B	0.20	0.60	1.00～1.70	0.035	0.035	0.01～0.05	0.01～0.20	0.006～0.05	0.30	0.80	0.40	0.10	0.015	0.015
	C				0.030	0.030									
	D				0.030	0.025								0.025	
	E				0.025	0.020									
Q460N[b]	C	0.20	0.60	1.00～1.70	0.030	0.030	0.01～0.05	0.01～0.20	0.006～0.05	0.30	0.80	0.40	0.10	0.015	0.015
	D				0.030	0.025								0.025	
	E				0.025	0.020									
钢中应至少含有铝、铌、钒、钛等细化晶粒元素中一种，单独或组合加入时，应保证其中至少一种合金元素含量不小于表中规定含量的下限。															

[a] 对于型钢和棒材，磷和硫含量上限值可提高 0.005%。

[b] V＋Nb＋Ti≤0.22%，Mo＋Cr≤0.30%。

[c] 最高可到 0.20%。

[d] 可用全铝 Alt 替代，此时全铝最小含量为 0.020%。当钢中添加了铌、钒、钛等细化晶粒元素且含量不小于表中规定含量的下限时，铝含量下限值不限。

表 4　正火、正火轧制状态交货钢材的碳当量(基于熔炼分析)

牌号		碳当量 CEV(质量分数)/% 不大于			
钢级	质量等级	公称厚度或直径/mm			
		≤63	>63～100	>100～250	>250～400
Q355N	B、C、D、E、F	0.43	0.45	0.45	协议
Q390N	B、C、D、E	0.46	0.48	0.49	协议
Q420N	B、C、D、E	0.48	0.50	0.52	协议
Q460N	C、D、E	0.53	0.54	0.55	协议

表 5　热机械轧制钢的牌号及化学成分

牌号		化学成分(质量分数)/%														
钢级	质量等级	C	Si	Mn	P[a]	S[a]	Nb	V	Ti[b]	Cr	Ni	Cu	Mo	N	B	Als[c]
		不大于														不小于
Q355M	B	0.14[d]	0.50	1.60	0.035	0.035	0.01～0.05	0.01～0.10	0.006～0.05	0.30	0.50	0.40	0.10	0.015	—	0.015
	C				0.030	0.030										
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										
	F				0.020	0.010										
Q390M	B	0.15[d]	0.50	1.70	0.035	0.035	0.01～0.05	0.01～0.12	0.006～0.05	0.30	0.50	0.40	0.10	0.015	—	0.015
	C				0.030	0.030										
	D				0.030	0.025										
	E				0.025	0.020										

表 5（续）

牌号		化学成分(质量分数)/%														
钢级	质量等级	C	Si	Mn	P[a]	S[a]	Nb	V	Ti[b]	Cr	Ni	Cu	Mo	N	B	Als[c]
		不大于														不小于
Q420M	B	0.16[d]	0.50	1.70	0.035	0.035	0.01～0.05	0.01～0.12	0.006～0.05	0.30	0.80	0.40	0.20	0.015	—	0.015
	C				0.030	0.030										
	D				0.030	0.025								0.025		
	E				0.025	0.020										
Q460M	C	0.16[d]	0.60	1.70	0.030	0.030	0.01～0.05	0.01～0.12	0.006～0.05	0.30	0.80	0.40	0.20	0.015	—	0.015
	D				0.030	0.025								0.025		
	E				0.025	0.020										
Q500M	C	0.18	0.60	1.80	0.030	0.030	0.01～0.11	0.01～0.12	0.006～0.05	0.60	0.80	0.55	0.20	0.015	0.004	0.015
	D				0.030	0.025								0.025		
	E				0.025	0.020										
Q550M	C	0.18	0.60	2.00	0.030	0.030	0.01～0.11	0.01～0.12	0.006～0.05	0.80	0.80	0.80	0.30	0.015	0.004	0.015
	D				0.030	0.025								0.025		
	E				0.025	0.020										
Q620M	C	0.18	0.60	2.60	0.030	0.030	0.01～0.11	0.01～0.12	0.006～0.05	1.00	0.80	0.80	0.30	0.015	0.004	0.015
	D				0.030	0.025								0.025		
	E				0.025	0.020										
Q690M	C	0.18	0.60	2.00	0.030	0.030	0.01～0.11	0.01～0.12	0.006～0.05	1.00	0.80	0.80	0.30	0.015	0.004	0.015
	D				0.030	0.025								0.025		
	E				0.025	0.020										
钢中应至少含有铝、铌、钒、钛等细化晶粒元素中一种，单独或组合加入时，应保证其中至少一种合金元素含量不小于表中规定含量的下限。																

[a] 对于型钢和棒材，磷和硫含量可以提高 0.005%。

[b] 最高可到 0.20%。

[c] 可用全铝 Alt 替代，此时全铝最小含量为 0.020%。当钢中添加了铌、钒、钛等细化晶粒元素且含量不小于表中规定含量的下限时，铝含量下限值不限。

[d] 对于型钢和棒材，Q355M、Q390M、Q420M 和 Q460M 的最大碳含量可提高 0.02%。

表 6　热机械轧制或热机械轧制加回火状态交货钢材的碳当量及焊接裂纹敏感性指数(基于熔炼分析)

牌号		碳当量 CEV(质量分数)/% 不大于					焊接裂纹敏感性指数 Pcm(质量分数)/% 不大于
钢级	质量等级	公称厚度或直径/mm					
		≤16	>16～40	>40～63	>63～120	>120～150[a]	
Q355M	B、C、D、E、F	0.39	0.39	0.40	0.45	0.45	0.20
Q390M	B、C、D、E	0.41	0.43	0.44	0.46	0.46	0.20
Q420M	B、C、D、E	0.43	0.45	0.46	0.47	0.47	0.20
Q460M	C、D、E	0.45	0.46	0.47	0.48	0.48	0.22
Q500M	C、D、E	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.25
Q550M	C、D、E	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.25
Q620M	C、D、E	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.25
Q690M	C、D、E	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.25

[a] 仅适用于棒材。

7.2　冶炼方法

钢由转炉或电炉冶炼,必要时可进行炉外精炼。除非需方有特殊要求并在合同中注明,冶炼方法一般由供方自行选择。

7.3　交货状态

钢材以热轧、正火、正火轧制或热机械轧制(TMCP)状态交货。

注:正火状态包含正火加回火状态,热机械轧制(TMCP)状态包含热机械轧制(TMCP)加回火状态。

7.4　力学性能及工艺性能

7.4.1　拉伸

7.4.1.1　热轧钢材的拉伸性能应符合表 7 和表 8 的规定。

7.4.1.2　正火、正火轧制钢材的拉伸性能应符合表 9 的规定。

7.4.1.3　热机械轧制(TMCP)钢材的拉伸性能应符合表 10 的规定。

7.4.1.4　根据需方要求,并在合同中注明,要求钢板厚度方向性能时,钢材厚度方向的断面收缩率应按 GB/T 5313 的规定。

7.4.1.5　对于公称宽度不小于 600 mm 的钢板及钢带,拉伸试验取横向试样;其他钢材的拉伸试验取纵向试样。

7.4.2　夏比(V 型缺口)冲击

7.4.2.1　钢材的夏比(V 型缺口)冲击试验的试验温度及冲击吸收能量应符合表 11 的规定。

7.4.2.2　公称厚度不小于 6 mm 或公称直径不小于 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 11 规定值的 75%或 50% ，应优先采用较大尺寸试样。

注：对于型钢，厚度是指 GB/T 2975 中规定的制备试样的厚度。

表 7　热轧钢材的拉伸性能

牌号		上屈服强度 R_{eH}[a]/MPa 不小于									抗拉强度 R_m/MPa			
钢级	质量等级	公称厚度或直径/mm												
		≤16	>16～40	>40～63	>63～80	>80～100	>100～150	>150～200	>200～250	>250～400	≤100	>100～150	>150～250	>250～400
Q355	B、C	355	345	335	325	315	295	285	275	—	470～630	450～600	450～600	—
	D									265[b]				450～600[b]
Q390	B、C、D	390	380	360	340	340	320	—	—	—	490～650	470～620	—	—
Q420[c]	B、C	420	410	390	370	370	350	—	—	—	520～680	500～650	—	—
Q460[c]	C	460	450	430	410	410	390	—	—	—	550～720	530～700	—	—

[a] 当屈服不明显时，可用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 代替上屈服强度。

[b] 只适用于质量等级为 D 的钢板。

[c] 只适用于型钢和棒材。

表 8　热轧钢材的伸长率

牌号		断后伸长率 A/% 不小于						
钢级	质量等级	公称厚度或直径/mm						
		试样方向	≤40	>40～63	>63～100	>100～150	>150～250	>250～400
Q355	B、C、D	纵向	22	21	20	18	17	17[a]
		横向	20	19	18	18	17	17[a]
Q390	B、C、D	纵向	21	20	20	19	—	—
		横向	20	19	19	18	—	—
Q420[b]	B、C	纵向	20	19	19	19	—	—
Q460[b]	C	纵向	18	17	17	17	—	—

[a] 只适用于质量等级为 D 的钢板。

[b] 只适用于型钢和棒材。

表 9　正火、正火轧制钢材的拉伸性能

牌号		上屈服强度 R_{eH}[a]/MPa 不小于								抗拉强度 R_m/MPa			断后伸长率 A/% 不小于					
钢级	质量等级	公称厚度或直径/mm																
		≤16	>16～40	>40～63	>63～80	>80～100	>100～150	>150～200	>200～250	≤100	>100～200	>200～250	≤16	>16～40	>40～63	>63～80	>80～200	>200～250
Q355N	B、C、D、E、F	355	345	335	325	315	295	285	275	470～630	450～600	450～600	22	22	22	21	21	21
Q390N	B、C、D、E	390	380	360	340	340	320	310	300	490～650	470～620	470～620	20	20	20	19	19	19
Q420N	B、C、D、E	420	400	390	370	360	340	330	320	520～680	500～650	500～650	19	19	19	18	18	18
Q460N	C、D、E	460	440	430	410	400	380	370	370	540～720	530～710	510～690	17	17	17	17	17	16

注：正火状态包含正火加回火状态。

[a] 当屈服不明显时，可用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 代替上屈服强度 R_{eH}。

表 10　热机械轧制(TMCP)钢材的拉伸性能

牌号		上屈服强度 R_{eH}[a]/MPa 不小于						抗拉强度 R_m/MPa					断后伸长率 A/% 不小于
钢级	质量等级	公称厚度或直径/mm											
		≤16	>16～40	>40～63	>63～80	>80～100	>100～120[c]	≤40	>40～63	>63～80	>80～100	>100～120[b]	
Q355M	B、C、D、E、F	355	345	335	325	325	320	470～630	450～610	440～600	440～600	430～590	22
Q390M	B、C、D、E	390	380	360	340	340	335	490～650	480～640	470～630	460～620	450～610	20
Q420M	B、C、D、E	420	400	390	380	370	365	520～680	500～660	480～640	470～630	460～620	19
Q460M	C、D、E	460	440	430	410	400	385	540～720	530～710	510～690	500～680	490～660	17
Q500M	C、D、E	500	490	480	460	450	—	610～770	600～760	590～750	540～730	—	17
Q550M	C、D、E	550	540	530	510	500	—	670～830	620～810	600～790	590～780	—	16
Q620M	C、D、E	620	610	600	580	—	—	710～880	690～880	670～860	—	—	15
Q690M	C、D、E	690	680	670	650	—	—	770～940	750～920	730～900	—	—	14

注：热机械轧制(TMCP)状态包含热机械轧制(TMCP)加回火状态。

[a] 当屈服不明显时，可用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 代替上屈服强度 R_{eH}。

[b] 对于型钢和棒材，厚度或直径不大于 150 mm。

表 11　夏比(V 型缺口)冲击试验的温度和冲击吸收能量

牌号		以下试验温度的冲击吸收能量最小值 KV_2/J									
钢级	质量等级	20 ℃		0 ℃		−20 ℃		−40 ℃		−60 ℃	
		纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
Q355、Q390、Q420	B	34	27	—	—	—	—	—	—	—	—
Q355、Q390、Q420、Q460	C	—	—	34	27	—	—	—	—	—	—
Q355、Q390	D	—	—	—	—	34[a]	27[a]	—	—	—	—
Q355N、Q390N、Q420N	B	34	27	—	—	—	—	—	—	—	—
Q355N、Q390N Q420N、Q460N	C	—	—	34	27	—	—	—	—	—	—
	D	55	31	47	27	40[b]	20	—	—	—	—
	E	63	40	55	34	47	27	31[c]	20[c]	—	—
Q355N	F	63	40	55	34	47	27	31	20	27	16
Q355M、Q390M、Q420M	B	34	27	—	—	—	—	—	—	—	—
Q355M、Q390M、Q420M Q460M	C	—	—	34	27	—	—	—	—	—	—
	D	55	31	47	27	40[b]	20	—	—	—	—
	E	63	40	55	34	47	27	31[c]	20[c]	—	—
Q355M	F	63	40	55	34	47	27	31	20	27	16
Q500M、Q550M、Q620M Q690M	C	—	—	55	34	—	—	—	—	—	—
	D	—	—	—	—	47[b]	27	—	—	—	—
	E	—	—	—	—	—	—	31[c]	20[c]	—	—

当需方未指定试验温度时,正火、正火轧制和热机械轧制的 C、D、E、F 级钢材分别做 0 ℃、−20 ℃、−40 ℃、−60 ℃冲击。

冲击试验取纵向试样。经供需双方协商,也可取横向试样。

[a] 仅适用于厚度大于 250 mm 的 Q355D 钢板。

[b] 当需方指定时,D 级钢可做−30 ℃冲击试验时,冲击吸收能量纵向不小于 27 J。

[c] 当需方指定时,E 级钢可做−50 ℃冲击时,冲击吸收能量纵向不小于 27 J、横向不小于 16 J。

7.4.3　弯曲

7.4.3.1　根据需方要求,钢材可进行弯曲试验,其指标应符合表 12 的规定。

7.4.3.2　如供方能保证弯曲试验合格,可不做检验。

表 12　弯曲试验

试样方向	180°弯曲试验 D——弯曲压头直径，a——试样厚度或直径	
	公称厚度或直径/mm	
	≤16	>16～100
对于公称宽度不小于 600 mm 的钢板及钢带，拉伸试验取横向试样；其他钢材的拉伸试验取纵向试样	$D=2a$	$D=3a$

7.5　表面质量要求

7.5.1　钢板

7.5.1.1　钢板表面不应有气泡、结疤、裂纹、折叠、夹杂和压入氧化铁皮等影响使用的有害缺陷。钢板不应有目视可见的分层。

7.5.1.2　钢板表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化铁皮、铁锈及由于压入氧化铁皮和轧辊所造成的不明显的粗糙、网纹、麻点、划痕及其他局部缺欠，但其深度不应大于钢板厚度的公差之半，并应保证钢板允许的最小厚度。

7.5.1.3　钢板表面缺陷允许用修磨等方法清除，清理处应平滑无棱角，清理深度不应大于钢板厚度的负偏差，并应保证钢板允许的最小厚度。

7.5.1.4　钢板表面存在不能按 7.5.1.3 规定清理的缺陷，经供需双方协商，可进行焊接修补，并应满足以下要求：

a）　采用适当的焊接方法；

b）　在焊补前采用铲平或磨平等适当的方法完全除去钢板上的有害缺陷，除去部分的深度在钢板公称厚度的 20%以内，单面的修磨面积合计应在钢板面积的 2%以内；

c）　钢板焊接部位的边缘上不得有咬边或重叠，堆高应高出轧制面 1.5 mm 以上，然后用铲平或磨平等方法除去堆高；

d）　热处理钢板焊接修补后应再次进行热处理。

7.5.1.5　经供需双方协商，钢板的表面质量也可符合 GB/T 14977 的规定。

7.5.2　钢带及其剪切钢板

7.5.2.1　钢带表面不应有结疤、裂纹、折叠、夹杂、气泡和氧化铁皮压入等对使用有害的缺陷。钢带不应有目视可见的分层。

7.5.2.2　钢带表面允许有不影响使用的薄层氧化铁皮、铁锈和轻微的麻点、划痕等局部缺欠，其深度或高度不得超过钢带厚度公差之半，并应保证钢带的允许最小厚度。

7.5.2.3　允许钢带有局部缺陷交货，但带缺陷部分不应超过每卷钢带总长度的 6%。

7.5.2.4　经供需双方协商，钢带的表面质量也可符合 GB/T 14977 的规定。

7.5.3　型钢

7.5.3.1　型钢的表面质量应符合相关标准的规定。

7.5.3.2　经供需双方协商，型钢的表面质量也可执行 YB/T 4427 的规定。

7.5.4 钢棒

7.5.4.1 钢棒的表面质量应符合相关标准的规定。

7.5.4.2 经供需双方协商，钢棒的表面质量可执行 GB/T 28300 的规定。

7.6 无损检测

经供需双方协商，可采用无损检测的方法检验钢材的内部质量，其检测标准和要求应在合同中规定。

8 试验方法

8.1 钢材的各项检验的检验项目和试验方法应符合表 13 的规定。

8.2 钢的化学成分试验一般按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125 或通用的化学分析方法进行，仲裁时按 GB/T 223.3、GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.17、GB/T 223.18、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.69、GB/T 223.76、GB/T 223.78、GB/T 223.84 和 GB/T 20125的规定进行。

8.3 当需方无特殊要求时，冲击试验的取样位置按如下规定进行：

a) 对于型钢，按 GB/T 2975—2018 图 A.3 的规定；

b) 对于圆钢，当公称直径 $d \leqslant 25$ mm、25 mm $< d \leqslant 50$ mm 及 $d > 50$ mm 时，分别按 GB/T 2975—2018 图 A.5 中 a)、b)、d)的规定；

c) 对于方钢，当边长不大于 50 mm 时，按 GB/T 2975—2018 图 A.9 中 a)的规定，当边长大于 50 mm 时，按 GB/T 2975—2018 图 A.9 中 b)的规定；

d) 对于钢板，当公称厚度不大于 40 mm 时，按 GB/T 2975—2018 图 A.11 中 a)的规定，当公称厚度大于 40 mm 时，按 GB/T 2975—2018 图 A.11 中 b)的规定。

9 检验规则

9.1 检查和验收

钢材的检查和验收由供方技术监督部门进行。

9.2 组批规则

9.2.1 钢材应成批验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一交货状态的钢材组成，每批重量应不大于 60 t，但卷重大于 30 t 的钢带和连轧板可按两个轧制卷组成一批；对容积大于 200 t 转炉冶炼的型钢，每批重量不大于 80 t。经供需双方协商，可每炉检验 2 批。

9.2.2 Q355B 级钢允许同一牌号、同一冶炼和浇注方法、同一规格、同一生产工艺制度、同一交货状态或同一热处理制度、不同炉号钢材组成混合批，但每批不得多于 6 个炉号，且各炉号碳含量之差不大于 0.02%，Mn 含量之差不大于 0.15%。

9.2.3 对于要求厚度方向力学性能试验的钢材，组批规则应符合 GB/T 5313 的规定。

9.3 取样数量

每批钢材的取样部位和取样数量见表 13。

表 13　钢材检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样部位及方法	试验方法
1	化学成分	1 个/炉	GB/T 20066	见 8.2
2	拉伸试验	1 个/批	钢材的一端，GB/T 2975—2018	GB/T 228.1
3	弯曲试验	1 个/批	钢材的一端，GB/T 2975—2018	GB/T 232
4	冲击试验	3 个/批	钢材的一端，见 8.3	GB/T 229
5	厚度方向性能试验	3 个/批	GB/T 5313	GB/T 5313
6	无损检验	逐张(卷、根、支)	—	双方协商
7	尺寸、外形	逐张(卷、根、支)	—	相应精度的量具
8	表面质量	逐张(卷、根、支)	—	目视及测量

9.4　复验与判定规则

钢材的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

9.5　数值修约

数值判定采用修约值比较法，数值修约按 GB/T 8170 规定执行。

10　包装、标志和质量证明书

如无特殊要求，钢材的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 247 或 GB/T 2101 的规定。

附　录　A
（资料性附录）
国内外标准牌号对照表

国内外标准牌号对照见表 A.1。

表 A.1　国内外标准牌号对照

本标准	GB/T 1591—2008	ISO 630-2：2011	ISO 630-3：2012	EN 10025-2：2004	EN 10025-3：2004	EN 10025-4：2004
Q355B(AR)	Q345B(热轧)	S355B	—	S355JR	—	—
Q355C(AR)	Q345C(热轧)	S355C	—	S355J0	—	—
Q355D(AR)	Q345D(热轧)	S355D	—	S355J2	—	—
Q355NB	Q345B(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—
Q355NC	Q345C(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—
Q355ND	Q345D(正火/正火轧制)	—	S355ND	—	S355N	—
Q355NE	Q345E(正火/正火轧制)	—	S355NE	—	S355NL	—
Q355NF	—	—	—	—	—	—
Q355MB	Q345B(TMCP)	—	—	—	—	—
Q355MC	Q345C(TMCP)	—	—	—	—	—
Q355MD	Q345D(TMCP)	—	S355MD	—	—	S355M
Q355ME	Q345E(TMCP)	—	S355ME	—	—	S355ML
Q355MF	—	—	—	—	—	—
Q390B(AR)	Q390B(热轧)	—	—	—	—	—
Q390C(AR)	Q390C(热轧)	—	—	—	—	—
Q390D(AR)	Q390D(热轧)	—	—	—	—	—
Q390NB	Q390B(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—
Q390NC	Q390C(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—
Q390ND	Q390D(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—
Q390NE	Q390E(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—
Q390MB	Q390B(TMCP)	—	—	—	—	—
Q390MC	Q390C(TMCP)	—	—	—	—	—
Q390MD	Q390D(TMCP)	—	—	—	—	—
Q390ME	Q390E(TMCP)	—	—	—	—	—
Q420B(AR)	Q420B(热轧)	—	—	—	—	—
Q420C(AR)	Q420C(热轧)	—	—	—	—	—
Q420NB	Q420B(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—
Q420NC	Q420C(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—

表 A.1（续）

本标准	GB/T 1591—2008	ISO 630-2：2011	ISO 630-3：2012	EN 10025-2：2004	EN 10025-3：2004	EN 10025-4：2004
Q420ND	Q420D(正火/正火轧制)	—	S420ND	—	S420N	—
Q420NE	Q420E(正火/正火轧制)	—	S420NE	—	S420NL	—
Q420MB	Q420B(TMCP)	—	—	—	—	—
Q420MC	Q420C(TMCP)	—	—	—	—	—
Q420MD	Q420D(TMCP)	—	S420MD	—	—	S420M
Q420ME	Q420E(TMCP)	—	S420ME	—	—	S420ML
Q460C(AR)	Q460C(热轧)	S450C	—	S450J0	—	—
Q460NC	Q460C(正火/正火轧制)	—	—	—	—	—
Q460ND	Q460D(正火/正火轧制)	—	S460ND	—	S460N	—
Q460NE	Q460E(正火/正火轧制)	—	S460NE	—	S460NL	—
Q460MC	Q460C(TMCP)	—	—	—	—	—
Q460MD	Q460D(TMCP)	—	S460MD	—	—	S460M
Q460ME	Q460E(TMCP)	—	S460ME	—	—	S460ML
Q500MC	Q500C(TMCP)	—	—	—	—	—
Q500MD	Q500D(TMCP)	—	—	—	—	—
Q500ME	Q500E(TMCP)	—	—	—	—	—
Q550MC	Q550C(TMCP)	—	—	—	—	—
Q550MD	Q550D(TMCP)	—	—	—	—	—
Q550ME	Q550E(TMCP)	—	—	—	—	—
Q620MC	Q620C(TMCP)	—	—	—	—	—
Q620MD	Q620D(TMCP)	—	—	—	—	—
Q620ME	Q620E(TMCP)	—	—	—	—	—
Q690MC	Q690C(TMCP)	—	—	—	—	—
Q690MD	Q690D(TMCP)	—	—	—	—	—
Q690ME	Q690E(TMCP)	—	—	—	—	—