

ICS 45.040
S 13

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3556—2020

铁路桥梁用结构钢

Structural steel for railway bridge

2020-01-03 发布

2020-07-01 实施

国家铁路局 发布

行业标准信息服务平台

目 次

前言 II

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 2

5 尺寸、外形、重量及允许偏差 3

6 技术要求 3

7 检验方法 7

8 检验规则 8

9 包装、标志和质量证明书 8

附录 A(规范性附录) 钢板不平度分级 9

附录 B(资料性附录) 钢材屈强比推荐值 10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。

本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国铁路经济规划研究院有限公司提出并归口。

本标准起草单位：中铁大桥勘测设计院集团有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、燕山大学、中信微合金化技术中心。

本标准主要起草人：易伦雄、刘晓光、高策、王青峰、郭爱民、胡所亭、张晓勇、周勇政、徐向军、李军平、朱东明。

行业标准信息服务平台

铁路桥梁用结构钢

1 范围

本标准规定了铁路桥梁用结构钢的术语和定义,牌号表示方法,尺寸、外形、重量及允许偏差,技术要求,检验方法,检验规则及包装、标志和质量证明书。

本标准适用于厚度不大于 64 mm 的铁路桥梁用结构钢板、厚度不大于 25.4 mm 的桥梁用结构钢带及剪切钢板。

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 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 砷酸钠分离-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 砷试剂萃取光度法测定钒含量
- 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 223.62 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 223.64 钢铁及合金 锰含量的测定 火焰原子吸收光谱法
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- 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 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 223.81 钢铁及合金 总铝和总硼含量的测定 微波消解-电感耦合等离子体质谱法
- GB/T 223.82 钢铁 氢含量的测定 惰性气体熔融-热导或红外法
- 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 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- 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 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 714 桥梁用结构钢
- GB/T 2970 厚钢板超声检测方法
- GB/T 2975 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 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
- 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 多元素的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

3 术语和定义

GB/T 714 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 714 中的某些术语和定义。

3.1

热轧 as-rolled

AR

钢材在奥氏体单相温度区间进行轧制的生产工艺。

3.2

正火 normalized

N

钢材加热到高于奥氏体相变点温度以上的一个合适的温度,然后在空气中冷却至室温的热处理工艺。

注:改写 GB/T 714—2015,术语和定义 3.1。

3.3

热机械轧制 thermomechanical control process

TMCP

钢材的最终变形在铁素体相变点以上一定温度范围内进行、轧制后可加速冷却的轧制工艺。

注:改写 GB/T 714—2015,术语和定义 3.2。

3.4

回火 tempered

T

钢材加热到 Ac1 以下温度,保温一定时间后冷却到室温的热处理工艺。

3.5

耐大气腐蚀钢 atmospheric corrosion resistant steel

NH

在钢中加入一定数量的合金元素,使其在金属基体表面上形成保护性致密锈层,以具备耐大气腐蚀性能的钢。也称耐候钢。

注 1:合金元素可以为 P、Cr、Ni、Cu、Mo 等中的一种或几种元素。

注 2:改写 GB/T 714—2015,术语和定义 3.4。

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、规定最小屈服强度值、桥字的汉语拼音首位字母、质量

等级符号等几个部分组成。

示例：Q500qE。其中：

Q——铁路桥梁用钢屈服强度的“屈”字汉语拼音的首位字母；

500——规定最小屈服强度数值，单位 MPa；

q——铁路桥梁用钢的“桥”字汉语拼音的首位字母；

E——质量等级为 E 级。

当铁路桥梁用钢具有耐候性能和/或厚度方向性能时，则在上述规定的牌号后分别加上耐候(NH)和/或厚度方向(Z 向)性能级别的代号。如 E 级钢板具有耐候性能及厚度方向性能时，采用以下示例的牌号表示为 Z15 级。

示例：Q500qENHZ15。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1 单轧钢板、钢带及其剪切钢板的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709 的规定。桥梁用钢不应采用 N 类厚度偏差的钢板。当钢板的厚度允许偏差为限定负偏差或正偏差时，理论计算重量所采用的厚度为允许的最大厚度和最小厚度的平均值。

5.2 钢板切边的镰刀弯不应大于实际长度的 0.2%，切斜不应大于实际宽度的 1%。

5.3 钢板不平度应符合附录 A 的规定。

6 技术要求

6.1 牌号及化学成分

6.1.1 不同交货状态钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 1～表 5 的规定。相关标准的牌号对照参见 GB/T 714 的规定。

表 1 不同质量等级钢的磷、硫、硼、氢成分要求

质 量 等 级	化学成分(质量分数)(%)			
	P	S ^a	B ^b	H ^b
	不大于			
C	0.025	0.020	0.000 5	0.000 2
D	0.020	0.015		
E	0.020	0.010		
^a 厚度方向性能钢板中的 S 含量应符合 GB/T 5313 的规定。				
^b 钢中残余元素 B、H 供方能保证时,可不进行分析。				

表 2 热轧钢化学成分

牌 号	质 量 等 级	化 学 成 分 (质 量 分 数) (%)										
		C	Si	Mn	Nb ^a	V ^a	Ti ^a	Als ^b	Cr	Ni	Cu	N
		不大于							不大于			
Q345q	C D	0. 16	0. 55	0. 90~1. 60	0. 010~ 0. 060	0. 010~ 0. 060	0. 006~ 0. 030	0. 010~ 0. 045	0. 30	0. 30	0. 30	0. 008 0
Q370q	C D	0. 17		1. 00~1. 60								
^a 钢 中 Al、Nb、V、Ti 可单独或组合加入，单独加入时，应符合表中规定；组合加入时，应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定，且 Nb+V+Ti≤0. 22 %。												
^b 当采用全铝(Alt)含量计算时，全铝含量应为 0. 015 %~0. 050 %。												

表3 正火钢化学成分

牌 号	质量等级	化 学 成 分 (质量分数)(%)										
		C	Si	Mn	Nb ^a	V ^a	Ti ^a	Als ^b	Cr	Ni	Cu	N
		不大于							不大于			
Q345q	C D	0.16	0.55	0.90~1.60	0.010~ 0.060	0.010~ 0.060	0.006~ 0.030	0.010~ 0.045	0.30	0.30	0.30	0.008 0
Q370q	C D E	0.17		1.00~1.60								
^a 钢中 Al、Nb、V、Ti 可单独或组合加入,单独加入时,应符合表中规定;组合加入时,应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定,且 Nb+V+Ti≤0.22%。												
^b 当采用全铝(Al _T)含量计算时,全铝含量应为 0.015%~0.050%。												

表4 热机械轧制钢化学成分

牌 号	质量等级	化学成分(质量分数)(%)											
		C	Si	Mn	Nb ^a	V ^a	Ti ^a	Als ^b	Cr	Ni	Cu	Mo	N
		不大于							不大于				
Q345q	C D E	0.14	0.55	0.90~1.60	0.010~0.090	0.010~0.060	0.006~0.030	0.010~0.045	0.30	0.30	0.30	—	0.008 0
Q370q	C D E			1.00~1.60									
Q420q	D E	0.11		1.00~1.70									
Q460q					0.50	0.30	0.20						
Q500q					0.80	0.70	0.25	0.30					

^a 钢中 Al、Nb、V、Ti 可单独或组合加入,单独加入时,应符合表中规定;组合加入时,应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定,且 Nb+V+Ti≤0.22%。

^b 当采用全铝(Al_T)含量计算时,全铝含量应为 0.015%~0.050%。

表5 耐大气腐蚀钢化学成分

牌号	质量等级	化学成分 ^{a,b,c} (质量分数)(%)											
		C	Si	Mn ^d	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Cu	Mo	N	Als ^e
Q345qNH	D	≤0.11	0.15~0.55	1.10~1.50	0.010~0.100	0.010~0.080	0.006~0.030	0.40~0.70	0.30~0.40	0.25~0.50	≤0.10	≤0.008 0	0.015~0.050
Q370qNH											≤0.15		
Q420qNH											≤0.20		
Q460qNH								0.45~0.70	0.30~0.45	0.25~0.55	≤0.25		
Q500qNH											≤0.25		

^a 铌、钒、钛、铝可单独或组合加入,组合加入时,应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定,且 Nb+V+Ti≤0.22%。

^b 钢水应对硫化物夹杂进行改性处理。

^c 耐候钢耐腐蚀性的评定按 GB/T 714 执行。

^d 当卷板状态交货时 Mn 含量下限可至 0.50%。

^e 当采用全铝(Al_T)含量计算时,全铝含量应为 0.020%~0.055%;如果钢中含有 Nb、V、Ti 等固氮元素,且 Nb+V+Ti≥0.015%时,则铝含量下限不作要求。

6.1.2 各牌号钢的碳当量(CEV)应符合表6的规定,耐大气腐蚀钢的碳当量由供需双方协议规定。碳当量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6 碳当量

交 货 状 态	牌 号	碳当量 CEV(质量分数)(%)	
		厚度小于或等于 50 mm	厚度大于 50 mm, 小于或等于 64 mm
热轧或正火	Q345q	≤ 0.415	≤ 0.425
	Q370q		
热机械轧制	Q345q	≤ 0.380	≤ 0.400
	Q370q	≤ 0.380	≤ 0.400
	Q420q	≤ 0.425	≤ 0.435
	Q460q	≤ 0.445	≤ 0.455
	Q500q	≤ 0.475	≤ 0.485

6.1.3 各牌号钢的焊接裂纹敏感性指数(P_{cm})应符合表7的规定,耐大气腐蚀钢的焊接裂纹敏感性指数由供需双方协议规定。

焊接裂纹敏感性指数应由熔炼分析成分并采用公式(2)计算。

$$P_{cm}(\%) = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B \quad \dots\dots\dots (2)$$

表7 裂纹敏感性指数

牌 号	Q345q	Q370q	Q420q	Q460q	Q500q
P_{cm} (质量分数)(%) 不大于	0.20	0.20	0.22	0.23	0.23

6.1.4 厚度方向性能钢板应符合 GB/T 5313 的规定。

6.1.5 钢材成品化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.2 冶炼方法

钢应采用转炉或电炉冶炼,并进行炉外精炼。

6.3 非金属夹杂物

钢材应按 GB/T 10561 的 A 法进行非金属夹杂物检验,检验结果应符合表8的规定。

表8 非金属夹杂物检验合格标准

夹杂物类型	A 类	B 类	C 类	D 类	DS 类
合格标准	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 2.0

6.4 显微组织

6.4.1 热轧或正火状态交货的 Q345q、Q370q 钢板应为铁素体、珠光体为主的混合组织,不应有影响使用的马氏体组织。

6.4.2 热机械轧制状态交货的 Q345q、Q370q 钢板应为铁素体、珠光体及少量贝氏体的混合组织,不应有影响使用的马氏体组织。

6.4.3 热机械轧制状态交货的 Q420q、Q460q、Q500q 钢板应为铁素体、贝氏体为主的混合组织,不应有影响使用的马氏体组织。

6.5 交货状态

6.5.1 钢材应以热轧、正火、热机械轧制(TMCP) 和热机械轧制+回火(TMCP+T)中任何一种交货状态交货,并在质量证明书中注明。

6.5.2 耐候钢的交货状态应为热机械轧制(TMCP)或热机械轧制+回火(TMCP+T)。

6.5.3 正火状态交货的钢材,不应采用比在空气中冷却速率快的其他介质冷却。

6.5.4 热机械轧制状态交货的钢材,强度级别为 Q345q 或 Q370q、厚度为 32 mm 及以上和强度级别大于 Q370q、厚度 20 mm 及以上的钢板应进行回火处理。

6.6 力学性能

6.6.1 钢材的力学性能应符合表 9 的规定。

表 9 钢材的力学性能

牌号	质量等级	拉伸试验 ^{a,b}				冲击试验 ^c		
		下屈服强度 R_{eL} MPa		抗拉强度 R_m MPa	断后伸长率 A	温度 ℃	纤维断面率 ^d FA	冲击吸收能量 KV_2 J
		厚度小于或等于 50 mm	厚度大于 50 mm, 小于或等于 64 mm					
Q345q	C	≥ 345	≥ 335	490~610	$\geq 20\%$	0	—	≥ 120
	D					-20		
	E					-40		
Q370q	C	≥ 370	≥ 360	510~630	$\geq 20\%$	0	—	≥ 120
	D					-20		
	E					-40		
Q420q	C	≥ 420	≥ 410	540~660	$\geq 19\%$	0	—	≥ 120
	D					-20		
	E					-40		
Q460q	D	≥ 460	≥ 450	570~690	$\geq 18\%$	-20	$\geq 80\%$	≥ 120
	E					-40		
	Q500q					D		
E		-40						

^a 当屈服不明显时,可测量 $R_{p0.2}$ 代替下屈服强度。

^b 拉伸试验取横向试样。

^c 冲击试验取纵向试样。

^d 对厚度不大于 12 mm 的钢板,不要求纤维断面率;厚度不大于 32 mm 的钢板,纤维断面率应满足表中要求;厚度大于 32 mm 的钢板,纤维断面率应不小于 70 %。

6.6.2 夏比(V 型缺口)冲击吸收能量,按一组 3 个试样的算术平均值进行计算,允许其中有 1 个试样单个值低于表 9 规定值,但不得低于规定值的 70%。

- 6.6.3 对厚度小于 12 mm 钢板的夏比(V 型缺口)冲击试验应采用辅助试样。大于 8 mm、小于 12 mm 钢板的辅助试样尺寸为 10 mm×7.5 mm×55 mm,其试验结果不应小于表 9 规定值的 75%;6 mm~8 mm 钢板的辅助试样尺寸为 10 mm×5 mm×55 mm,其试验结果不应小于表 9 规定值的 50%;厚度小于 6 mm 的钢板不做冲击试验。
- 6.6.4 如果钢板的冲击试验结果不符合 6.6.2 和 6.6.3 规定时,应从同一批钢板上再取一组 3 个试样进行试验。前后 6 个试样的算术平均值不得低于规定值,允许其中 2 个试样低于规定值,但低于规定值 70%的试样只允许有 1 个。
- 6.6.5 厚度方向性能钢板的厚度方向断面收缩率应符合 GB/T 5313 的规定。
- 6.6.6 钢材的屈强比推荐值参见附录 B。
- 6.6.7 钢材的弯曲性能应符合表 10 的规定。

表 10 钢材弯曲性能

180°弯曲试验		
厚度小于或等于 16 mm	厚度大于 16 mm	弯曲试验结果
$D=2a$	$D=3a$	在试样外表面不应有肉眼可见的裂纹
注:D——弯曲压头直径;a——试样厚度。		

6.7 表面质量

- 6.7.1 钢材表面不应有气泡、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。钢材不应有目视可见的分层。
- 6.7.2 钢材的表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化铁皮、铁锈及中压入氧化铁皮和轧辊所造成的不明显的粗糙、网纹、划痕及其他局部缺陷,但应保证钢材修磨后的厚度仍不小于钢材允许的最小厚度。
- 6.7.3 钢材的表面缺陷允许采用修磨等方法清除,清理处应平滑无棱角,清理后的钢材厚度不应小于其允许的最小厚度。
- 6.7.4 钢材表面质量其他要求应符合 GB/T 14977 的规定。

6.8 无损检测

对于厚度大于等于 20 mm 的钢材应按 GB/T 2970 进行超声波探伤检测,合格级别不低于Ⅱ级。其他厚度钢材,可根据供需双方协议,也进行无损检测,其检验标准和级别应在协议中明确。

6.9 其他要求

评估耐候桥梁钢耐大气腐蚀性按 GB/T 714 执行。

T 223. 23、

7 检验方法

- 7.1 钢的化学成分检验方法应符合 GB/T 223.5、GB/T 223.12、GB/T 223.14、GB/T 223.19、GB/T 223.26、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.64、GB/T 223.72、GB/T 223.78、GB/T 223.79、GB/T 223.81、GB/T 223.82、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125 的规定。
- 7.2 钢材的检验项目、取样数量、取样方法和检验方法应符合表 11 的规定。

表 11 钢材的检验项目、取样数量、取样方法和检验方法

序 号	检 验 项 目	取 样 数 量	取 样 方 法	检 验 方 法
1	化学成分(熔炼分析)	1 个/炉	GB/T 20066	见 7.1
2	非金属夹杂物检测	1 个/炉	GB/T 10561	GB/T 10561
3	拉伸试验	1 个/批	GB/T 2975	GB/T 228.1
4	弯曲试验	1 个/批	GB/T 2975	GB/T 232
5	冲击试验	3 个/批	GB/T 2975	GB/T 229
6	厚度方向性能钢厚度 方向断面收缩率	3 个/批	GB/T 5313	GB/T 5313
7	无损检测	逐张或逐件	—	GB/T 2970 或协商
8	表面质量	逐张或逐件	—	目视及测量
9	尺寸、外形	逐张或逐件	—	通用量具

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢材的检验项目及方法见表 11。

8.2 组批

8.2.1 钢材应成批验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一轧制方法及同一热处理方法下生产的钢材组成,每批重量不大于 60 t。轧制卷重大于 30 t 的钢卷和连轧板可按两个轧制卷组批。

8.2.2 钢材厚度方向力学性能检验的组批应符合 GB/T 5313 的规定。

8.3 判定规则

8.3.1 钢材的冲击试验结果不符合 6.6.4 的规定时,抽样钢材应判定不合格。再从同批次的其余钢材中抽取两个样品,在每个样品上各取一组 3 个试样,这两组试样的试验结果均应合格,否则判定该批钢材不合格。

8.3.2 钢材拉伸试验及弯曲试验的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

8.3.3 厚度方向性能钢材的厚度方向断面收缩率的复验与判定应符合 GB/T 5313 的规定。

8.3.4 其余检验项目应全部符合要求判为合格,否则判为不合格。

8.4 力学性能和化学成分试验结果的修约

力学性能和化学成分试验结果采用修约值比较法,修约规则应符合 GB/T 8170 的规定。

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 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
钢板不平度分级

钢板的不平度分级见表 A.1。

表 A.1 钢板不平度分级

级 别	不平度 mm/m
1	≤ 1
2	≤ 3
3	≤ 5
桥梁钢板不能出现急弯。	

附录 B
(资料性附录)
钢材屈强比推荐值

钢材屈强比推荐值见表 B.1。

表 B.1 钢材屈强比推荐值

牌 号	屈强比(R_{eL}^a/R_m)	
	不大于	
	厚度小于或等于 16 mm ^b	厚度大于 16 mm
Q345q、Q370q(热轧、正火)	0.80	
Q345q、Q370q(热机械轧制)	0.85	
Q420q	0.85	
Q460q~Q560q	0.87	0.86
^a 屈服现象不明显时,可用 $R_{p0.2}$ 代替 R_{eL} 。		
^b 仅适用于热机械轧制、热机械轧制+回火空冷状态钢板;否则屈强比要求同厚度大于 16 mm 的要求。		

行业标准信息服务平台

行业标准信息平台

中 华 人 民 共 和 国
铁 道 行 业 标 准
铁 路 桥 梁 用 结 构 钢

Structural steel for railway bridge

TB/T 3556—2020

*

中国铁道出版社有限公司出版、发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
中国铁道出版社印刷厂
版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1 字数:21 千字
2020年5月第1版 2020年5月第1次印刷

*



151135973

定 价: 10.00 元