

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



## 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。

# 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 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 钼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 <sup>a</sup>	B <sup>b</sup>	H <sup>b</sup>
	不大于			
C	0.025	0.020	0.000 5	0.000 2
D	0.020	0.015		
E	0.020	0.010		

<sup>a</sup> 厚度方向性能钢板中的 S 含量应符合 GB/T 5313 的规定。  
<sup>b</sup> 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 <sup>a</sup>	V <sup>a</sup>	Ti <sup>a</sup>	Als <sup>b</sup>	Cr	Ni	Cu	N
		不大于							不大于			
Q345q	C	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
	D			1.00~1.60								
Q370q	C	0.17	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
	D			1.00~1.60								

<sup>a</sup> 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%。  
<sup>b</sup> 当采用全铝(Al<sub>T</sub>)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 <sup>a</sup>	V <sup>a</sup>	Ti <sup>a</sup>	Als <sup>b</sup>	Cr	Ni	Cu	N
Q345q	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	D	0.17	0.55	1.00~1.60	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
	E											

<sup>a</sup> 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%。  
<sup>b</sup> 当采用全铝(Al)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 <sup>a</sup>	V <sup>a</sup>	Ti <sup>a</sup>	Als <sup>b</sup>	Cr	Ni	Cu	Mo	N
Q345q	C	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	D			1.00~1.60									
Q370q	E			1.00~1.60									
Q420q	D	0.11	0.55	1.00~1.70	0.010~0.090	0.010~0.060	0.006~0.030	0.010~0.045	0.50	0.30	0.30	0.20	0.008 0
Q460q	E			1.00~1.70								0.25	
Q500q	E			1.00~1.70								0.30	

<sup>a</sup> 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%。  
<sup>b</sup> 当采用全铝(Al)含量计算时,全铝含量应为 0.015%~0.050%。

表 5 耐候大气腐蚀钢化学成分

牌号	质量等级	化学成分 <sup>a,b,c</sup> (质量分数)(%)											
		C	Si	Mn <sup>d</sup>	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Cu	Mo	N	Als <sup>e</sup>
Q345qNH	D	≤0.11	0.15~1.10	0.010~1.50	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											≤0.25		
Q500qNH											≤0.25		

<sup>a</sup> 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%。  
<sup>b</sup> 钢水应对硫化物夹杂进行改性处理。  
<sup>c</sup> 耐候钢耐腐蚀性的评定按 GB/T 714 执行。  
<sup>d</sup> 当卷板状态交货时 Mn 含量下限可至 0.50%。  
<sup>e</sup> 当采用全铝(Al)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,并应进行炉外精炼。

## 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 <sup>a,b</sup>				冲击试验 <sup>c</sup>			
		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 <sup>d</sup> 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					0	—	≥120	
	D	≥345	≥335	490~610	≥20%	-20			
	E					-40			
Q370q	C					0	—	≥120	
	D	≥370	≥360	510~630	≥20%	-20			
	E					-40			
Q420q	C					0	—	≥120	
	D	≥420	≥410	540~660	≥19%	-20			≥85%
	E					-40			
Q460q	D	≥460	≥450	570~690	≥18%	-20	≥80%	≥120	
	E					-40			
Q500q	D	≥500	≥480	630~750	≥18%	-20	≥80%	≥120	
	E					-40			

<sup>a</sup> 当屈服不明显时,可测量  $R_{p0.2}$  代替下屈服强度。  
<sup>b</sup> 拉伸试验取横向试样。  
<sup>c</sup> 冲击试验取纵向试样。  
<sup>d</sup> 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、铁锈及由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消除,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 的钢带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	$\leq 1$
2	$\leq 3$
3	$\leq 5$

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 <sup>b</sup>	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~ Q500q	0.87	0.86
<sup>a</sup> 屈服现象不明显时,可用 $R_{p0.2}$ 代替 $R_{eL}$ 。 <sup>b</sup> 仅适用于热机械轧制、热机械轧制+回火交货状态钢板;否则屈强比要求同厚度大于 16 mm 的要求。		



