



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33968—2017

---

## 改善焊接性能热轧型钢

Hot rolled steel sections with improved weldability

2017-07-12 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:冶金工业信息标准研究院、马钢(集团)控股有限公司、山东钢铁股份有限公司莱芜分公司、中冶建筑研究总院有限公司、河北津西钢铁集团股份有限公司。

本标准主要起草人:刘宝石、吴保桥、王中学、段斌、赵一臣、王玉婕、程鼎、赵新华、马德志、奚铁、叶高旗、李福荣。

## 改善焊接性能热轧型钢

### 1 范围

本标准规定了改善焊接性能热轧型钢的订货内容、分类、牌号表示方法、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、标志及质量证明书。

本标准适用于采用淬火加自回火工艺(QST)生产的改善焊接性能热轧H型钢(以下简称“H型钢”)。其他热轧型钢也可参照本标准。

### 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 223.5 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 223.9 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 223.12 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 223.18 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 223.19 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 223.32 钢铁及合金化学分析方法 次磷酸钠还原-碘量法测定砷量
- GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯碘酚 S 分光光度法
- GB/T 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量
- GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 钼磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法
- 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 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量
- 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 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- 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 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- GB/T 223.74 钢铁及合金化学分析方法 非化合碳含量的测定

- 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 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 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制备  
GB/T 5313 厚度方向性能钢板  
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分析方法(常规法)  
GB/T 11263 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢  
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 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值的判定

### 3 订货内容

按本标准订货的合同至少应包括以下内容:

- a) 本标准编号;
- b) 产品名称;
- c) 牌号;
- d) 规格、长度及重量(或数量);
- e) 特殊要求。

### 4 分类、牌号表示方法

#### 4.1 分类

H 型钢按强度级别分类为 355、420、460、500。

#### 4.2 牌号表示方法

钢的牌号由“屈服强度”汉语拼音首字母、屈服强度数值、“QST”等三个部分组成。例如: Q345QST。其中:

- Q ——钢的屈服强度的“屈”字汉语拼音的首位字母;  
355 ——屈服强度数值,单位为兆帕(MPa);  
QST ——淬火加自回火工艺(Quenching and Self-tempering)的英文字母缩写。

注: 淬火加自回火工艺(QST)的说明参见附录 A。

### 5 尺寸、外形、重量及允许偏差

H 型钢的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 11263 的规定。经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用其他标准的规定。

## 6 技术要求

### 6.1 钢的牌号和化学成分

6.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 1 的规定。经供需双方协议,并在合同中注明,也可供应其他牌号和化学成分的型钢。

表 1 化学成分(熔炼分析)

牌号	化学成分(质量分数)/%,不大于										
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb
Q355QST	0.12	0.40	1.60	0.030	0.030	0.45	0.25	0.25	0.07	0.06	0.05
Q420 QST	0.12	0.40	1.60	0.030	0.030	0.35	0.25	0.25	0.07	0.06	0.05
Q460 QST <sup>a</sup>	0.12	0.40	1.60	0.030	0.030	0.35	0.25	0.25	0.07	0.08	0.05
Q500QST <sup>a</sup>	0.12	0.40	1.60	0.040	0.030	0.45	0.25	0.25	0.07	0.09	0.05

<sup>a</sup> 对于有厚度方向性能要求的 Q460QST、Q500QST 牌号,其 S 含量应不超过 0.010%。

6.1.2 钢的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

### 6.2 碳当量

H 型钢的碳当量应符合表 2 规定。

表 2 碳当量

牌号	碳当量 <sup>a,b</sup> CEV/% 不大于
Q355QST	0.38
Q420 QST	0.40
Q460 QST	0.43
Q500 QST	0.45

<sup>a</sup> 碳当量应采用熔炼分析成分按如下公式进行计算:  

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

<sup>b</sup> 经供需双方协商,并在合同中注明,也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,其数值由供需双方协商。Pcm 按如下公式计算:  

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

### 6.3 冶炼方法

钢由电炉或转炉冶炼,必要时进行炉外精炼。

### 6.4 交货状态

H 型钢应以淬火加自回火状态交货。自回火温度不低于 600 ℃。

## 6.5 力学性能

H型钢的力学性能和工艺性能应符合表3的规定。

表3 力学性能和工艺性能

牌号	上屈服强度 <sup>b,c</sup> $R_{eH}$ MPa	抗拉强度 $R_m$ MPa	断后伸长率 <sup>d</sup> %		冲击吸收能量 $KV_2^a$ J (20℃)	屈强比 <sup>e</sup> $R_{eH}/R_m$
			$A_{50}$	$A_{200}$		
			不小于			
Q355QST	355	470	21	18	54	0.85
Q420 QST	420	520	18	16	54	0.85
Q460 QST	460	550	17	15	54	0.85
Q500 QST	500	610	16	14	54	0.85

<sup>a</sup> 其他温度下的冲击吸收能量由供需双方协商。  
<sup>b</sup> 当屈服现象不明显时,可采用  $R_{p0.2}$  代替上屈服强度。  
<sup>c</sup> 对于 Q460QST 和 Q500QST 牌号,当厚度大于 80 mm 时,屈服强度值可分别降低到 450 MPa 和 485 MPa。  
<sup>d</sup> 试样采用全截面试样。  
<sup>e</sup> 屈强比  $R_{eH}/R_m$  为协议条款。

## 6.6 冲击

6.6.1 厚度不小于 6 mm 的 H 型钢应做冲击试验。冲击试样尺寸取 10 mm×10 mm×55 mm 的标准试样。当不足以制取标准试样时,应采用小尺寸试样,当采用 7.5 mm×10 mm×55 mm 试样时,其试验结果应不小于规定值的 75%;当采用 5 mm×10 mm×55 mm,其试验结果应不小于规定值的 50%,但应优先采用较大尺寸试样。

6.6.2 H 型钢的夏比(V 型)冲击试验结果按一组三个试样的算术平均值计算,允许其中一个试样值低于规定值,但不得低于规定值的 70%。如果试验结果不符合上述规定时,应从同一根 H 型钢(或同一坯上)再取 3 个试样进行试验,前后两组 6 个试样的算术平均值不得低于规定值,允许有 2 个试样小于规定值,但其中小于规定值 70% 的试样只允许有 1 个。

## 6.7 表面质量

H 型钢的表面质量应符合 GB/T 11263 的规定。经供需双方协商并在合同中注明,也可按 YB/T 4427 或相关标准的规定。

## 6.8 厚度方向性能

厚度方向性能应符合 GB/T 5313 的规定。

## 6.9 超声检测

6.9.1 有厚度方向性能要求的 H 型钢应进行超声检测。

6.9.2 经供需双方协商,并在合同中注明,其他 H 型钢也可进行超声检测。

6.9.3 超声检测可按 GB/T 2970 或 ASTM A898/A898M 或相关协议对型钢进行。其检验数量、合格级别应在合同中注明。

## 6.10 焊接

6.10.1 H型钢不预热进行焊接应满足如下条件。

- a) 焊接材料中氢含量应小于 10 mL/100 g；
- b) 环境温度大于 0 ℃；
- c) 焊接时焊件未处于复杂的刚性约束中。

6.10.2 其他焊接条件和工艺还应符合相关焊接规范要求。

## 7 试验方法

每批钢材的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 4 的规定。

表 4 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	取样方法	试验方法
1	化学成分	1 个/炉	GB/T 20066	GB/T223、GB/T 4336、 GB/T 20123、GB/T 20125
2	拉伸	1 个	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	冲击	3 个		GB/T 229
4	厚度方向性能	3 个	GB/T 5313	GB/T 5313
5	超声检测	见 6.9	见 6.9	见 6.9
6	表面质量	逐根	—	目视、量具
7	尺寸、外形	逐根	—	适当量具

## 8 检验规则

### 8.1 检查和验收

H型钢的检查和验收由供方技术质量监督部门进行。需方有权按本标准进行检查和验收。

### 8.2 组批规则

H型钢应成批进行检查和验收，每批由同一牌号、同一炉号、同一规格的 H型钢组成。每批重量不大于 60 t。

### 8.3 复验与判定

H型钢的复验和判定应符合 GB/T 2101 的规定。

### 8.4 数值修约

检验结果的数值修约应符合 YB/T 081 的规定。

## 9 包装、标志及质量证明书

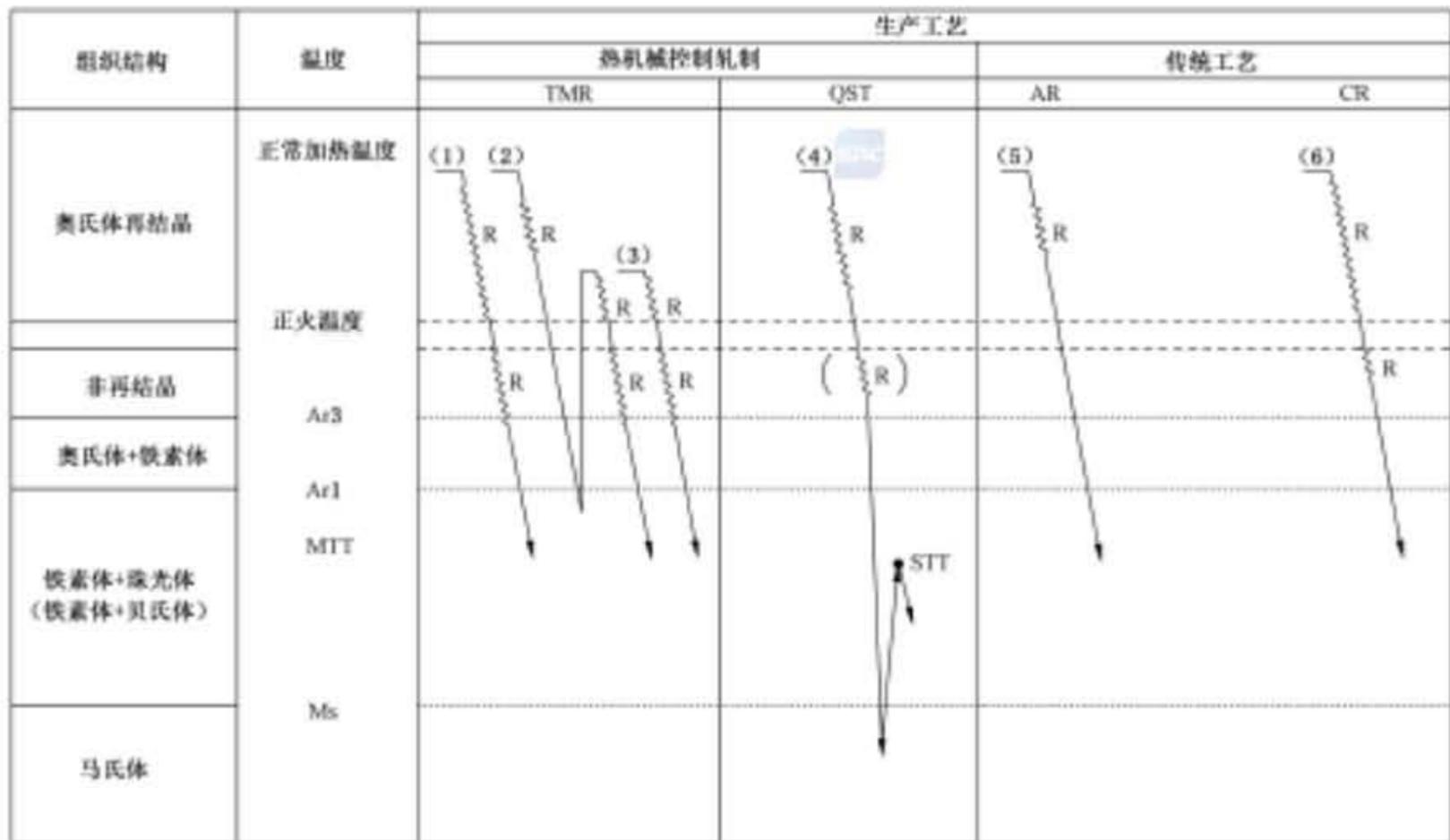
型钢的包装、标志及质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**淬火加自回火工艺(QST)**

A.1 淬火加自回火工艺(QST)是从热机械轧制(TMCP)工艺发展而来。QST(Quenching and self-tempering)是一种经过演变的 TMCP 工艺,该工艺通过控制成分和生产工艺进行在线中断淬火加自回火来生产细晶粒钢,从而获得所需的力学性能。示意图见图 A.1。

A.2 QST 细晶粒钢是通过将马氏体回火转变为珠光体和/或贝氏体,通过在 Ar3 线(冷却过程中奥氏体向铁素体转变温度)以上的分级淬火[通过控制在淬火介质(水)中的时间实现中断淬火]到最小自回火温度 600 °C,以获得所需的性能。分级淬火可以在传统的热轧(AR)或控轧(CR)或热机械轧制(TMCP)之后进行。

A.3 轧制工艺的选择通常由生产厂根据产品的化学成分、厚度和要求的性能来自行选择。



说明:

TMR —— 热机械轧制;

AR —— 热轧;

CR —— 控轧;

QST —— 淬火加自回火;

MTT —— 马氏体回火温度;

STT —— 自回火温度。

图 A.1 QST 工艺示意图

参 考 文 献

- [1] GB/T 2970 厚钢板超声检测方法
  - [2] YB/T 4427 热轧型钢表面质量一般要求
  - [3] ASTM A898/A898M 热轧结构型钢超声直射束检验方法
-