



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 41324—2022

---

## 耐火耐候结构钢

Fire-resistant weathering steels for structure

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：首钢集团有限公司、中国电力科学研究院有限公司、中冶建筑研究总院有限公司、鞍钢股份有限公司、南京钢铁股份有限公司、钢铁研究总院、山东钢铁股份有限公司莱芜分公司、中科西王特钢有限公司、宁波钢铁有限公司、新余钢铁股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、河北普阳钢铁有限公司、江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司、重庆顺泰铁塔制造有限公司。

本文件主要起草人：刘锬、田志红、王卫东、陈洁、吴朝晖、林田子、栾燕、管吉春、崔强、吕尚霖、李昭东、李茂华、王中学、杨忠民、尹志钧、赵新华、胡小强、桂斌、王心禾、帅勇、黄耀、李倩、庞洪轩、郑力宁、赵彦灵、朱永宽、和珍宝、符必川。

# 耐火耐候结构钢

## 1 范围

本文件规定了耐火耐候结构钢的尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书。

本文件适用于制造一般结构和建筑结构的具有耐火性能、耐大气腐蚀性能的热轧钢板和钢带、热轧型钢。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 223.40 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 223.79 钢铁 多元素含量的测定 X-射线荧光光谱法(常规法)
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法
- GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第 2 部分:高温试验方法
- 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 706 热轧型钢
- GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、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
- 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 41324—2022

- 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 20125 低合金钢 多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
- YB/T 4427 热轧型钢表面质量一般要求
- YB/T 4811 热轧 H 型钢超声检测方法

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**耐火耐候钢** **fire-resistant weathering steels for structure**

通过添加适量的合金元素如钼、铜、铬等,以提高耐火性能和耐大气腐蚀性能的钢。

### 4 牌号表示方法

4.1 耐火耐候结构钢采用牌号加质量等级表示。钢的牌号由代表屈服强度“屈”字汉语拼音首字母“Q”、规定的最小上屈服强度数值、代表“耐火耐候”的后缀英文字母“FRW”等三个部分组成;质量等级代号采用 B、C、D、E 代表。

示例: Q550FRWE, 其中:

- Q ——屈服强度“屈”字的汉语拼音首字母;
- 550 ——规定的最小上屈服强度数值,单位为兆帕(MPa);
- FRW ——“耐火耐候”的英文“fire resistant weathering”首字母缩写;
- E ——质量等级为 E。

4.2 当要求钢材具有厚度方向性能时,则在 4.1 规定的牌号加质量等级后加上代表厚度方向(Z 向)性能级别的符号,如 Q550FRWEZ35。

### 5 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容:

- a) 本文件编号;
- b) 产品类型(钢板、钢带或型钢);
- c) 牌号;
- d) 尺寸规格及精度;
- e) 重量;
- f) 交货状态;
- g) 产品用途(有抗震要求时需注明);
- h) 其他要求。

### 6 尺寸、外形和重量

6.1 各牌号的供货尺寸范围见表 1。经供需双方协商,可以供应表 1 之外的规格。

表 1 尺寸

| 牌号      | 质量等级    | 公称厚度<br>mm |       |        |
|---------|---------|------------|-------|--------|
|         |         | 钢板         | 钢带    | 型钢     |
| Q235FRW | B、C、D、E | ≤150.0     | ≤25.4 | ≤100.0 |
| Q355FRW |         | ≤150.0     | ≤25.4 | ≤100.0 |
| Q390FRW |         | ≤150.0     | ≤25.4 | ≤100.0 |
| Q420FRW |         | ≤150.0     | ≤25.4 | ≤100.0 |
| Q460FRW |         | ≤150.0     | ≤25.4 | ≤100.0 |
| Q500FRW |         | ≤100.0     | ≤25.4 | —      |
| Q550FRW |         | ≤100.0     | ≤25.4 | —      |
| Q620FRW |         | ≤80.0      | ≤25.4 | —      |
| Q690FRW |         | ≤80.0      | ≤25.4 | —      |

6.2 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。

6.3 热轧型钢的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 706 或 GB/T 11263 的规定。

6.4 经供需双方协商,也可采用其他的尺寸、外形、重量及允许偏差。

## 7 技术要求

### 7.1 化学成分

7.1.1 钢的牌号、质量等级及化学成分(熔炼分析)应符合表 2 的规定。

表 2 化学成分

| 牌号      | 质量等级    | 化学成分(质量分数)/% |       |       |        |                |           |           |       |           |                 |
|---------|---------|--------------|-------|-------|--------|----------------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------------|
|         |         | C            | Si    | Mn    | P      | S <sup>a</sup> | Cu        | Cr        | Ni    | Mo        | Al <sub>l</sub> |
| Q235FRW | B、C、D、E | ≤0.18        | ≤0.55 | ≤1.50 | ≤0.030 | ≤0.020         | 0.25~0.55 | 0.30~0.85 | ≤0.65 | 0.10~0.50 | ≥0.020          |
| Q355FRW |         | ≤0.18        | ≤0.55 | ≤1.60 | ≤0.030 | ≤0.020         | 0.25~0.55 | 0.30~0.85 | ≤0.65 | 0.15~0.90 | ≥0.020          |
| Q390FRW |         | ≤0.18        | ≤0.55 | ≤1.70 | ≤0.025 | ≤0.020         | 0.25~0.55 | 0.30~0.85 | ≤0.65 | 0.15~0.90 | ≥0.020          |
| Q420FRW |         | ≤0.18        | ≤0.65 | ≤2.00 | ≤0.025 | ≤0.020         | 0.25~0.85 | 0.30~1.00 | ≤0.75 | 0.15~0.90 | ≥0.020          |
| Q460FRW |         | ≤0.18        | ≤0.65 | ≤2.00 | ≤0.025 | ≤0.020         | 0.25~0.85 | 0.30~1.00 | ≤1.50 | 0.15~0.90 | ≥0.020          |
| Q500FRW |         | ≤0.18        | ≤0.65 | ≤2.00 | ≤0.025 | ≤0.020         | 0.25~0.85 | 0.30~1.00 | ≤1.50 | 0.15~0.90 | ≥0.020          |
| Q550FRW |         | ≤0.18        | ≤0.85 | ≤2.00 | ≤0.025 | 0.020          | 0.25~0.85 | 0.30~1.20 | ≤1.50 | 0.15~0.90 | ≥0.020          |
| Q620FRW |         | ≤0.18        | ≤0.85 | ≤2.00 | ≤0.025 | 0.020          | 0.25~0.85 | 0.30~1.20 | ≤1.50 | 0.15~0.90 | ≥0.020          |
| Q690FRW |         | ≤0.18        | ≤0.85 | ≤2.00 | ≤0.025 | 0.020          | 0.25~0.85 | 0.30~1.20 | ≤1.50 | 0.15~0.90 | ≥0.020          |

改善钢的性能,可添加铌、钒和钛一种或一种以上的合金元素,但铌、钒、钛三种合金元素总量不应超过 0.22%。如果钢中铌、钒或钛任一种元素的最小含量不低于 0.015%时,铝含量下限不适用。

<sup>a</sup> 当需方要求钢材保证厚度方向性能时,应符合 GB/T 5313 的规定。

7.1.2 钢的碳当量(CEV)应符合表 3 的规定。当碳含量不大于 0.12%时,宜采用表 3 中焊接裂纹敏感性指数( $P_{cm}$ )代替碳当量评价钢材的可焊性。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。

表 3 碳当量和焊接裂纹敏感性指数

| 牌号      | 质量等级    | 交货状态 <sup>a</sup> | 规定公称厚度(mm)的碳当量<br>CEV(质量分数)/% |                |        | 焊接裂纹敏感性指数<br>$P_{cm}$ (质量分数)/%<br>不大于 |
|---------|---------|-------------------|-------------------------------|----------------|--------|---------------------------------------|
|         |         |                   | 不大于<br>$\leq 16$              | $> 16 \sim 63$ | $> 63$ |                                       |
| Q235FRW | B、C、D、E | AR                | 0.54                          | 0.54           | 0.54   | —                                     |
|         |         | TMCP              | 0.44                          | 0.44           | 0.44   | 0.20                                  |
|         |         | N、NR              | 协商                            | 协商             | 协商     | 协商                                    |
| Q355FRW |         | AR                | 0.56                          | 0.56           | 0.57   | —                                     |
|         |         | TMCP              | 0.46                          | 0.46           | 0.47   | 0.20                                  |
|         |         | N、NR              | 协商                            | 协商             | 协商     | 协商                                    |
| Q390FRW |         | AR                | 0.56                          | 0.56           | 0.57   | —                                     |
|         |         | TMCP              | 0.46                          | 0.46           | 0.47   | 0.20                                  |
|         |         | N、NR              | 协商                            | 协商             | 协商     | 协商                                    |
| Q420FRW |         | AR                | 0.58                          | 0.58           | 0.58   | —                                     |
|         |         | TMCP              | 0.48                          | 0.48           | 0.48   | 0.25                                  |
|         |         | N、NR              | 协商                            | 协商             | 协商     | 协商                                    |
|         | QT      | 0.54              | 0.54                          | 0.56           | —      |                                       |
| Q460FRW | AR      | 0.58              | 0.58                          | 0.58           | —      |                                       |
|         | TMCP    | 0.48              | 0.48                          | 0.48           | 0.25   |                                       |
|         | N、NR    | 协商                | 协商                            | 协商             | 协商     |                                       |
|         | QT      | 0.56              | 0.56                          | 0.58           | —      |                                       |
| Q500FRW | AR      | 0.58              | 0.58                          | 0.58           | —      |                                       |
|         | TMCP    | 0.48              | 0.48                          | 0.48           | 0.25   |                                       |
|         | N、NR    | 协商                | 协商                            | 协商             | 协商     |                                       |
|         | QT      | 0.56              | 0.56                          | 0.58           | —      |                                       |
| Q550FRW | AR      | 0.60              | 0.60                          | 0.61           | —      |                                       |
|         | TMCP    | 0.50              | 0.50                          | 0.51           | 0.25   |                                       |
|         | N、NR    | 协商                | 协商                            | 协商             | 协商     |                                       |
|         | QT      | 0.58              | 0.58                          | 0.60           | —      |                                       |
| Q620FRW | AR      | 0.68              | 0.69                          | 0.70           | —      |                                       |
|         | TMCP    | 0.58              | 0.59                          | 0.60           | 0.32   |                                       |
|         | N、NR    | 协商                | 协商                            | 协商             | 协商     |                                       |
|         | QT      | 0.63              | 0.63                          | 0.65           | —      |                                       |

表 3 碳当量和焊接裂纹敏感性指数 (续)

| 牌号      | 质量等级    | 交货状态 <sup>a</sup> | 规定公称厚度(mm)的碳当量<br>CEV (质量分数)/%<br>不大于 |        |      | 焊接裂纹敏感性指数<br>$P_{cm}$ (质量分数) / %<br>不大于 |
|---------|---------|-------------------|---------------------------------------|--------|------|---|
|         |         |                   | ≤16                                   | >16~63 | >63  |   |
| Q690FRW | B、C、D、E | AR                | 0.68                                  | 0.69   | 0.70 | —                                       |
|         |         | TMCP              | 0.58                                  | 0.59   | 0.60 | 0.32                                    |
|         |         | N、NR              | 协商                                    | 协商     | 协商   | 协商                                      |
|         |         | QT                | 0.63                                  | 0.63   | 0.65 | —                                       |

<sup>a</sup> AR——热轧;N——正火;NR——正火轧制;TMCP——热机械轧制;QT——淬火加回火。

7.1.3 碳当量(CEV)由化学成分(熔炼分析)按公式(1)计算,焊接裂纹敏感指数( $P_{cm}$ )由化学成分(熔炼分析)按公式(2)计算:

$$CEV = w_C + \frac{w_{Mn}}{6} + \frac{w_{Cr} + w_{Mo} + w_V}{5} + \frac{w_{Ni} + w_{Cu}}{15} \dots\dots\dots (1)$$

$$P_{cm} = w_C + \frac{w_{Si}}{30} + \frac{w_{Mn} + w_{Cu} + w_{Cr}}{20} + \frac{w_{Ni}}{60} + \frac{w_{Mo}}{15} + \frac{w_V}{10} + 5w_B \dots\dots\dots (2)$$

7.1.4 钢材的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

## 7.2 冶炼方法

钢采用转炉或电炉冶炼,并应经炉外精炼。除非需方有特殊要求,冶炼方法由供方选择。

## 7.3 交货状态

钢材以热轧(AR)、正火(N)、正火轧制(NR)或热机械轧制(TMCP)状态交货,Q420FRW 及以上强度级别钢材可以调质(淬火加回火,QT)状态交货。

注:正火状态包含正火加回火状态,热机械轧制状态包含热机械轧制加回火状态。

## 7.4 力学及工艺性能

7.4.1 钢材的室温拉伸性能和弯曲性能应分别符合表 4 和表 5 的规定。弯曲试验后,试样弯曲外表面不应有目视可见的裂纹。

注:厚度规格在 0.70 mm~3.00 mm 范围内的钢板和钢带产品可用于制造冷弯薄壁型钢,其性能可参考本文件规定。

表 4 室温拉伸性能

| 牌号      | 质量等级    | 室温拉伸性能 <sup>a</sup>             |         |                    |                 |           |
|---------|---------|---------------------------------|---------|--------------------|-----------------|-----------|
|         |         | 以下公称厚度(mm)的上屈服强度 <sup>b,c</sup> |         | 抗拉强度<br>$R_m$ /MPa | 断后伸长率           |           |
|         |         | $R_{eH}$ /MPa                   |         |                    | $A_{50mm}^d$ /% | $A$ /%    |
|         |         | ≤16                             | >16     |                    | 公称厚度≤3 mm       | 公称厚度>3 mm |
| Q235FRW | B、C、D、E | ≥235                            | 235~345 | ≥370               | ≥20             | ≥22       |
| Q355FRW |         | ≥355                            | 355~465 | ≥490               | ≥16             | ≥22       |
| Q390FRW |         | ≥390                            | 390~510 | ≥510               | ≥14             | ≥20       |
| Q420FRW |         | ≥420                            | 420~550 | ≥520               | ≥12             | ≥19       |
| Q460FRW |         | ≥460                            | 460~600 | ≥570               | ≥10             | ≥18       |
| Q500FRW |         | ≥500                            | 500~640 | ≥610               | ≥8              | ≥17       |
| Q550FRW |         | ≥550                            | 550~690 | ≥670               | ≥7              | ≥16       |
| Q620FRW |         | ≥620                            | 620~770 | ≥710               | ≥6              | ≥14       |
| Q690FRW |         | ≥690                            | 690~860 | ≥790               | ≥5              | ≥14       |

<sup>a</sup> 钢板和钢带的拉伸试验取横向试样,型钢的拉伸取纵向试样。  
<sup>b</sup> 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  $R_{eH}$ 。  
<sup>c</sup> 当钢材用于偏心支撑框架中的消能梁段时,规定的屈服强度上下限值之差应不大于 100 MPa。  
<sup>d</sup> 钢板和钢带厚度不大于 2 mm 时,其断后伸长率由供需双方协商确定。

表 5 弯曲性能

| 公称厚度/mm | 180°弯曲试验 |
|---------|----------|
| ≤16     | $D = 2a$ |
| >16     | $D = 3a$ |

钢板和钢带取横向试样,型钢取纵向试样。  
 $D$  为弯曲压头直径, $a$  为试样厚度或直径,试样宽度  $b \geq 35$  mm。

7.4.2 当钢材用于制作有抗震要求的建筑结构构件时,其屈强比应符合表 6 的规定。经供需双方协商,也可采用其他的屈强比。

表 6 屈强比

| 牌号      | 质量等级    | 屈强比 <sup>a</sup><br>$R_{eH}/R_m$ |
|---------|---------|----------------------------------|
| Q235FRW | B、C、D、E | ≤0.83                            |
| Q355FRW |         | ≤0.83                            |
| Q390FRW |         | ≤0.85                            |
| Q420FRW |         | ≤0.85                            |
| Q460FRW |         | ≤0.85                            |
| Q500FRW |         | ≤0.85                            |

<sup>a</sup> 当钢材用于偏心支撑框架中的消能梁段时,屈强比不大于 0.80。



7.4.3 钢材的冲击性能应符合表 7 及以下规定。

- a) 厚度不小于 6 mm 的钢材应进行冲击试验,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(优先采用较大尺寸试样),冲击吸收能量应分别为不小于表 7 规定值的 75%或 50%。厚度小于 6 mm 的钢材不进行冲击试验。
- b) 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%。
- c) 冲击试验结果不符合 b)的规定时,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应不低于规定值,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。

表 7 冲击性能

| 质量等级 | 夏比 V 型缺口冲击试验 <sup>a</sup> |           |                                     |
|------|---------------------------|-----------|-------------------------------------|
|      | 试样方向                      | 试验温度<br>℃ | 冲击吸收能量<br>KV <sub>2</sub> /J<br>不小于 |
| B    | 纵向                        | 20        | 55                                  |
| C    | 纵向                        | 0         | 55                                  |
| D    | 纵向                        | -20       | 47                                  |
| E    | 纵向                        | -40       | 47                                  |

<sup>a</sup> 试样尺寸为 10 mm×10 mm×55 mm。

7.4.4 钢材的高温拉伸性能应符合表 8 的规定。

表 8 高温拉伸性能

| 牌号      | 质量等级    | 规定塑性延伸强度(600 ℃) <sup>a</sup><br>R <sub>p0.2</sub> /MPa<br>不小于 |
|---------|---------|---|
| Q235FRW | B、C、D、E | 157   |
| Q355FRW |         | 237   |
| Q390FRW |         | 260   |
| Q420FRW |         | 280   |
| Q460FRW |         | 307   |
| Q500FRW |         | 333   |
| Q550FRW |         | 367   |
| Q620FRW |         | 413   |
| Q690FRW |         | 460   |

<sup>a</sup> 钢板和钢带取横向试样,型钢取纵向试样。

7.4.5 经供需双方协商,并在合同中注明,钢材可做厚度方向(Z 向)性能试验,厚度方向断面收缩率应符合 GB/T 5313 的规定。

## 7.5 耐腐蚀性能

7.5.1 钢材应进行耐大气腐蚀性能评估。采用耐大气腐蚀性指数( $I$ )进行评估,且 $I$ 值不小于6.0,评估方法按附录A的规定,其中 $I$ 值由化学成分(熔炼分析)计算。

7.5.2 当需方要求时,并在合同中注明,钢材的耐腐蚀性能可采用相对腐蚀速率进行评估,相对腐蚀速率应符合表9的规定,试验方法按附录B的规定。

表9 耐腐蚀性能

| 牌号      | 质量等级    | 相对腐蚀速率/%    |           |
|---------|---------|-------------|-----------|
|         |         | 对比牌号为 Q235B | $\leq 60$ |
| Q235FRW | B、C、D、E | 对比牌号为 Q355B | $\leq 55$ |
| Q355FRW |         |             | $\leq 55$ |
| Q390FRW |         |             | $\leq 55$ |
| Q420FRW |         |             | $\leq 55$ |
| Q460FRW |         |             | $\leq 55$ |
| Q500FRW |         |             | $\leq 55$ |
| Q550FRW |         |             | $\leq 55$ |
| Q620FRW |         |             | $\leq 55$ |
| Q690FRW |         |             | $\leq 55$ |

## 7.6 超声检测

7.6.1 当有厚度方向性能要求时,钢板应按 GB/T 2970 进行超声检测,型钢应按 YB/T 4811 进行超声检测,其合格级别应在合同中注明。

7.6.2 当需方有需求时,其他钢材也可进行超声检测,检验方法和合格级别由供需双方协商,并在合同中注明。

## 7.7 表面质量

### 7.7.1 钢板

7.7.1.1 钢板表面不应有气泡、结疤、折叠、夹杂和氧化铁皮压入等影响使用的有害缺陷,钢板不应有目视可见的分层。

7.7.1.2 钢板表面允许有不影响使用的薄层氧化铁皮、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公差二分之一,并应保证钢板的允许最小厚度。

7.7.1.3 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下偏差,并应保证钢材允许的最小厚度。

7.7.1.4 经供需双方协商,并在合同中注明,钢板的表面质量也可符合 GB/T 14977 的规定。

### 7.7.2 钢带及其剪切钢板

7.7.2.1 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影响使用的有害缺陷,钢带不应有目视可见的分层。

7.7.2.2 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,但其深度

或高度不应超过钢带厚度公差二分之一,并应保证钢带的允许最小厚度。

7.7.2.3 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%。

7.7.2.4 经供需双方协商,并在合同中注明,钢带的表面质量也可符合 GB/T 14977 的规定。

### 7.7.3 型钢

7.7.3.1 热轧型钢的表面质量应符合 GB/T 706 的规定,热轧 H 型钢的表面质量应符合 GB/T 11263 的规定。

7.7.3.2 经供需双方协商,型钢的表面质量也可符合 YB/T 4427 的规定。

## 7.8 特殊要求

经供需双方协商,并在合同中注明,可对钢材提出其他特殊技术要求,如最大力总延伸率  $A_{gt}$  等。

## 8 试验方法

8.1 钢的化学成分分析方法按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125 或通用的方法进行,仲裁时应按 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 223.40、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.69、GB/T 223.79 和 GB/T 20125 的规定。

8.2 钢材其他检验项目的试验方法应符合表 10 的规定。

表 10 检验项目、取样数量、取样部位和试验方法

| 序号 | 检验项目   | 取样数量     | 取样部位                        | 试验方法                  |
|----|--------|----------|-----------------------------|-----------------------|
| 1  | 化学成分   | 1 个/炉    | GB/T 20066                  | 按 8.1 规定              |
| 2  | 室温拉伸   | 1 个/批    | 任意钢材,GB/T 2975 <sup>a</sup> | GB/T 228.1            |
| 3  | 高温拉伸   | 1 个/批    | 任意钢材,GB/T 2975 <sup>a</sup> | GB/T 228.2            |
| 4  | 弯曲     | 1 个/批    | 任意钢材,GB/T 2975              | GB/T 232              |
| 5  | 冲击     | 一组 3 个/批 | 不同钢材,GB/T 2975              | GB/T 229              |
| 6  | 耐腐蚀性能  | 协商       | —                           | 附录 A 或附录 B            |
| 7  | 厚度方向性能 | 一组 3 个/批 | 不同钢材,GB/T 5313              | GB/T 5313             |
| 8  | 超声检测   | 逐张/支     | —                           | GB/T 2970 或 YB/T 4811 |
| 9  | 表面质量   | 逐张/卷/支   | —                           | 目视                    |
| 10 | 尺寸、外形  | 逐张/卷/支   | —                           | 适宜量具                  |

<sup>a</sup> 钢板和钢带的拉伸试验取横向试样,试样取自板宽 1/4 处;型钢的拉伸取纵向试样。

## 9 检验规则

### 9.1 组批规则

9.1.1 钢材应成批提交检查和验收,每批由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一轧制制度、同一交货状

态的钢板、钢带或型钢组成。

9.1.2 一般情况下,每批重量不超过 60 t,对于不同产品类型,也可按下列规定组批:

- 轧制卷重大于 30 t 的连轧钢板和钢带可按两个轧制卷组批;
- 对容积大于 200 t 转炉冶炼的型钢,每批重量不大于 80 t;
- 厚度方向性能钢板符合 GB/T 5313 的规定。

9.1.3 高温拉伸试验组批规则由供需双方协商确定,并在合同中注明。

## 9.2 取样数量和取样部位

钢材的取样数量和取样部位应符合表 10 的规定。

## 9.3 复验和判定规则

钢材检验项目的复验和判定规则应符合 GB/T 17505 或 GB/T 2101 的规定。

## 9.4 数值修约

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

## 10 包装、标志及质量证明书

10.1 热轧钢板和钢带的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 247 的规定。

10.2 热轧型钢的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

10.3 热轧 H 型钢的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 11263 的规定。

附 录 A  
(规范性)  
耐大气腐蚀性能评估方法

A.1 本附录提供通过化学成分对低合金钢的耐大气腐蚀性进行评估的一种方法。本方法利用基于钢的化学成分的预测公式计算钢的耐腐蚀性指数。

A.2 耐大气腐蚀性指数( $I$ )按公式(A.1)进行计算:

$$I = 26.01w_{Cu} + 3.88w_{Ni} + 1.20w_{Cr} + 1.49w_{Si} + 17.28w_P - 7.29w_{Cu} \cdot w_{Ni} - 9.10w_{Ni} \cdot w_P - 33.39w_{Cu}^2 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中化学成分(熔炼分析)应在以下范围内:

- $w_{Cu}$ : 0.012% ~ 0.51%;
- $w_{Ni}$ : 0.05% ~ 1.1%;
- $w_{Cr}$ : 0.10% ~ 1.3%;
- $w_{Si}$ : 0.10% ~ 0.64%;
- $w_P$ : 0.01% ~ 0.12%。

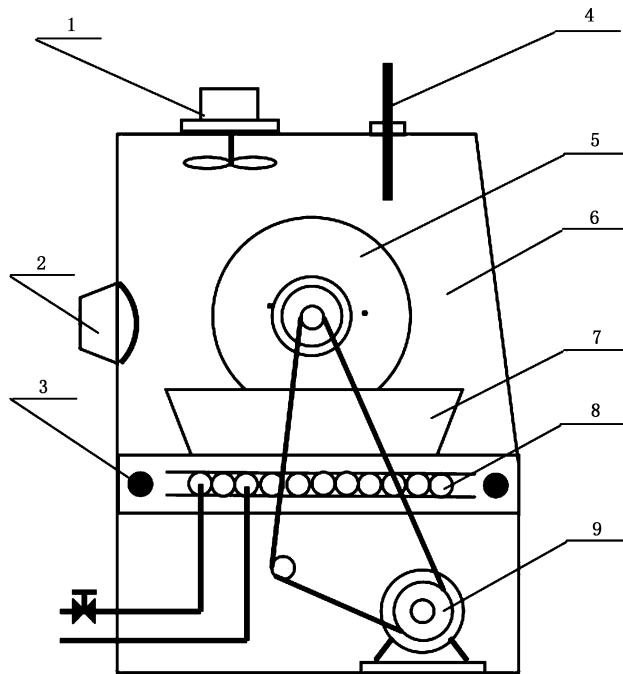
**附录 B**  
(规范性)  
**相对腐蚀速率测定方法**

**B.1 试验原理**

本附录规定的盐溶液周浸试验通过检测试样的失重率,以对比钢种为基准,计算钢材相对于对比钢种的相对腐蚀速率。

**B.2 试验装置**

试验装置示意图见图 B.1,其中试验箱的容积为  $(0.65 \pm 0.1) \text{ m}^3$ ,箱内具备加热、冷却、烘烤和空气循环系统。箱内温度应达到 B.4.1 的规定,不应有冷凝液滴直接滴落在试样上。



- 标引序号说明:
- 1——空气循环装置;
  - 2——红外烘烤灯;
  - 3——加热器;
  - 4——温度计;
  - 5——转盘与挂架;
  - 6——箱体;
  - 7——液槽;
  - 8——冷却用排管;
  - 9——电机及减速器。

图 B.1 试验装置示意图

### B.3 试验溶液

B.3.1 试验采用  $\text{NaHSO}_3$  (亚硫酸氢钠) 溶液, 初始浓度为  $(1.0 \pm 0.05) \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 。

B.3.2 溶液的配制: 室温下将  $\text{NaHSO}_3$  (化学纯) 10.4 g 溶解于适量蒸馏水中, 搅拌溶解, 加蒸馏水至总量为 10.0 L。此溶液的浓度为  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ , pH 值应在 4.4~4.8 范围内。

B.3.3 补给液: 采用  $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  的  $\text{NaHSO}_3$  溶液作为补给液, 其配制应根据 B.3.2 进行。

### B.4 试验条件

B.4.1 温度:  $(45 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

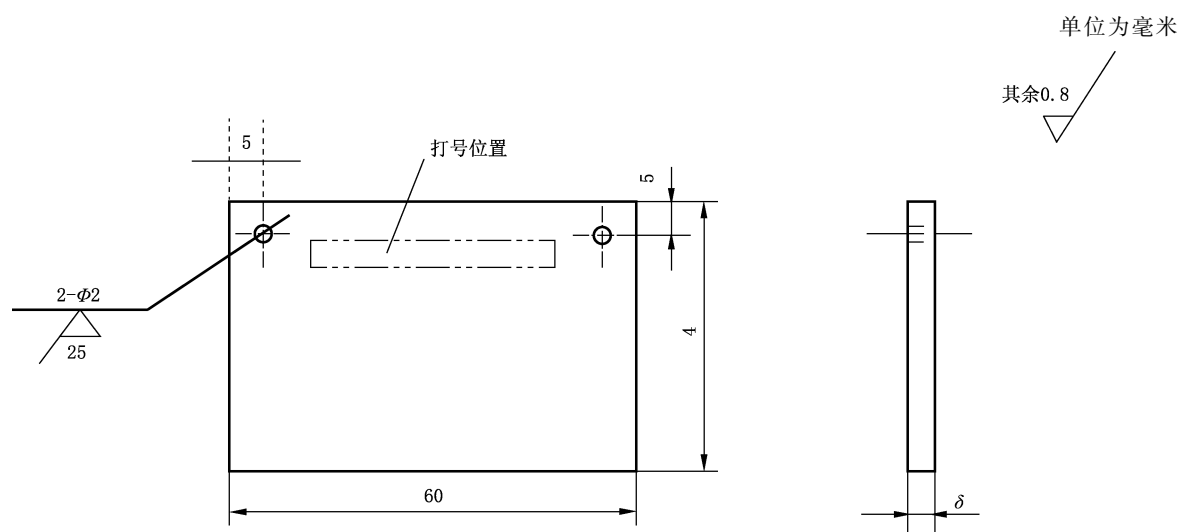
B.4.2 相对湿度:  $(70 \pm 5)\%$ 。

B.4.3 每一循环周期:  $(60 \pm 3) \text{ min}$ , 其中浸润时间  $(12 \pm 1.5) \text{ min}$ 。

B.4.4 烘烤后试样表面最高温度:  $(70 \pm 10)^\circ\text{C}$ 。

### B.5 试样

B.5.1 试样为矩形, 其尺寸和表面粗糙度应符合图 B.2 的要求。



$\delta$  为试样厚度, 在 2 mm~4 mm 范围内。

图 B.2 周浸腐蚀试验标准试样示意图

B.5.2 试样表面不准许有锈蚀及目视可见的夹杂和气孔等缺陷。

B.5.3 每组平行试样不少于 5 个。

### B.6 试验方法

B.6.1 试验前应进行试样表面的清理, 除去毛刺及孔内杂物, 再进行清洗。清洗时先使用汽油或石油醚, 再用无水乙醇, 最后用丙酮。清洗后用热风吹干。

B.6.2 测量并记录试样的原始重量 (精确到 1 mg), 外部尺寸 (精确到 0.1 mm), 以及表面粗糙度等。

B.6.3 试样悬挂应采用非编织材料, 悬挂高度应保持一致, 并记录试样位置。当使用塑料绝缘导线悬挂时, 应注意不要使金属线芯接触溶液或试样。

B.6.4 向液槽中注入新配制的试验溶液至规定刻度, 其总量为  $(30 \pm 1.5) \text{ L}$ , 关闭箱门, 开机, 在 0.5 h 内箱内温度应达到 B.4.1 的规定。

B.6.5 试验期间应尽量减少开箱门次数,每天最多不应超过两次。每次时间不应超过 2 min,开门时应关闭空气循环装置。

B.6.6 每天应加补给液(3.0±0.5)L,补给液应现用现配。

B.6.7 溶液只能用于一次连续试验,不得重复使用,不应在试验中途插入新试样。

B.6.8 试验应连续进行,不得中断,直至规定时间。意外停机不得超过 4 h,此时试样不得浸泡在溶液中,并应紧闭箱门。

B.6.9 试验达到规定周期后,停机、取下试样,用清水刷洗干净,热风吹干,置于干燥器内保存。

B.6.10 试验后的试样采用加有缓蚀剂的酸清洗表面锈蚀产物,酸洗后用清水冲净,用无水乙醇浸泡,再用丙酮浸泡,取出后立即用热风吹干,放入干燥器中保存。

B.6.11 对放入干燥器中 24 h 的试样进行称量(精确到 1 mg)。

**B.7 试验时间**

除非另有规定,试验延续时间采用 72 h。

**B.8 结果评定**

B.8.1 由称量所得数据按公式(B.1)计算腐蚀失重率(W)并记录试样表面状况。

$$W = \frac{G_0 - G_1}{2(a \times b + b \times c + a \times c)t} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

W ——失重率,单位为克每平方米小时[g/(m<sup>2</sup>·h)];

G<sub>0</sub> ——试样原始重量,单位为克(g);

G<sub>1</sub> ——试样试后重量,单位为克(g);

a ——试样长度,单位为毫米(mm);

b ——试样宽度,单位为毫米(mm);

c ——试样厚度,单位为毫米(mm);

t ——检测周期,单位为小时(h)。

B.8.2 对耐火耐候结构钢和对比钢种分别进行盐溶液周浸试验,分别得出各自失重率,以对比钢种作为基准,计算出耐火耐候结构钢的相对腐蚀速率。对比牌号 Q235B 和 Q355B 的化学成分应符合表 B.1 的规定。

**表 B.1 对比牌号及化学成分**

| 牌号    | 化学成分/%    |       |           |        |        |        |       |       |
|-------|-----------|-------|-----------|--------|--------|--------|-------|-------|
|       | C         | Si    | Mn        | P      | S      | Cu     | Cr    | Ni    |
| Q235B | 0.14~0.22 | ≤0.30 | 0.30~0.60 | ≤0.030 | ≤0.020 | ≤0.070 | ≤0.10 | ≤0.10 |
| Q355B | 0.12~0.18 | ≤0.40 | 1.30~1.60 | ≤0.030 | ≤0.020 | ≤0.070 | ≤0.10 | ≤0.10 |