

ICS 77.140.01

CCS H 40

# 团 体 标 准

T/CI XXXX—2021

## 稀土耐候钢高速公路护栏

Highway guardrail made of rare earth weathering steel

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国国际科技促进会 发布



## 目 次

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1 范围.....                      | 1 |
| 2 规范性引用文件.....                 | 1 |
| 3 术语和定义.....                   | 2 |
| 4 分类和代号.....                   | 2 |
| 5 产品规格.....                    | 3 |
| 6 加工工艺.....                    | 5 |
| 7 技术要求.....                    | 5 |
| 8 测试方法.....                    | 6 |
| 9 设计、施工及质量验收.....              | 6 |
| 10 检验规则.....                   | 6 |
| 11 标志、包装、运输和贮存.....            | 7 |
| 附录 A（规范性） 稀土耐候钢的材料要求及测试方法..... | 8 |

## 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。本文件的发布结构不承担识别专利的责任。

本文件由中国国际科技促进会提出并归口。

本文件起草单位：山东冠县江丰公路养护有限公司、北京新元共享科技发展有限公司、陕西钢铁集团有限公司、山东德昊交通设施有限公司、山东冠县汇泉交通设施有限公司、山东正亚盛世科技发展有限公司、湖州交通规划设计院、申都设计集团有限公司、北京市建设设计研究院有限公司、北京市勘察设计院、上大新材料研究院（泰州）有限公司。

本文件主要起草人：吕坚、王子龙、周孟江、刘金刚、张胜名、范建文、谢云柱、程世峰。

本文件为首次发布。

# 稀土耐候钢高速公路护栏

## 1 范围

本文件规定了稀土耐候钢高速公路护栏的术语和定义，分类和代号，产品规格，加工工艺，技术要求、测试方法，设计、施工和验收，检验规则，以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于采用稀土耐候钢制造的高速公路用护栏（以下简称“产品”）。

## 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对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 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 700 碳素结构钢
- GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- 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 4171 耐候结构钢
- 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 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 10111 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序
- GB/T 10561—2010 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 18115 稀土金属及其氧化物中稀土杂质化学分析方法
- 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 20125 低合金钢 多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
- GB/T 24520 铸铁和低合金钢 钨、铈和镁含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 31429.1 波形梁钢护栏 第1部分：两波形梁钢护栏
- GB/T 31429.2 波形梁钢护栏 第2部分：三波形梁钢护栏
- GB 50688 城市道路交通设施设计规范
- JTG B05-01-2013 公路护栏安全性能评价标准
- JTG D81 公共交通安全设施设计规范
- JTG/T D81 公共交通安全设施设计细则
- JTG F71 公共交通安全设施施工技术规范
- JTG F80/1 公共工程质量检验评定标准 第一册 土建部分

TB/T 2375 铁路用耐候钢周期浸润腐蚀试验方法

ISO 9224-2012 金属和合金的腐蚀 大气的腐蚀性 腐蚀性类别的指导值 (Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Guiding values for the corrosivity categories)

### 3 术语和定义

以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**稀土耐候钢 I 类 rare earth weathering steel I**

在 GB/T 700 中的 Q235 普碳钢或 GB/T 1591 中的 Q355 低合金高强度钢的基础上,通过添加少量的稀土元素 (rare earth elements),在金属基体表面形成致密稳定的氧化保护层,使钢的耐大气腐蚀性能大幅度提高的钢。

#### 3.2

**稀土耐候钢 II 类 rare earth weathering steel II**

在传统耐候钢基础上,通过添加少量的稀土元素 (rare earth elements),可适当减少合金元素 Cu、Cr、Ni 等的含量,在金属基体表面形成致密稳定的氧化保护层,钢的耐大气腐蚀性能仍满足要求的钢。

#### 3.3

**稀土耐候钢高速公路护栏 highway guardrail made of rare earth weathering steel**

一种利用稀土耐候钢 I 类 (3.1) 和/或稀土耐候钢 II 类 (3.2) 加工成型的高速公路用波形梁钢护栏。

### 4 分类和代号

#### 4.1 稀土耐候钢

##### 4.1.1 分类、牌号和用途

稀土耐候钢分类、牌号和用途,见表 1。

表 1 稀土耐候钢分类、牌号和用途

| 序号 | 分 类        |      | 牌 号                                                            | 用 途                                        |
|----|------------|------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1  | 稀土耐候钢 I 类  |      | Q235RE、Q355RE                                                  | ISO 9224-2012 中的 I 级和 II 级大气腐蚀环境下使用的高速公路护栏 |
| 2  | 稀土耐候钢 II 类 | 高耐候  | Q355GNHRE                                                      | 高速公路护栏                                     |
| 3  |            | 焊接耐候 | Q235NHRE、Q335NHRE、Q390NHRE、Q420NHRE、Q460NHRE、Q500NHRE、Q550NHRE |                                            |

##### 4.1.2 牌号表示方法

由“屈服强度”“高耐候”或“耐候”的汉语拼音字母“Q”“GNH”“NH”,和“稀土”元素代号“RE”,规定的最小屈服强度数值[单位为兆帕 (MPa)]及质量等级 (A、B、C、D、E) 组成。

示例 1:

Q235REA, 代表最小屈服强度为 235 MPa, 质量等级为 A 级的稀土耐候钢 I 类。

示例 2:

Q355GNHREB, 代表最小屈服强度为 355 MPa, 质量等级为 B 级的稀土耐候钢 II 类 (高耐候)。

示例 3:

Q390NHREC, 代表最小屈服强度为 390 MPa, 质量等级为 C 级的稀土耐候钢 II 类 (焊接耐候)。

## 4.2 稀土耐候钢高速公路护栏

产品代号由形式代号、防护等级代码、埋设条件代号和稀土耐候钢牌号组成, 具体是:

a) 形式代号: HG;

b) 防护等级代码:

- 1) B: 路侧二 (B) 级
- 2) A: 路侧三 (A) 级;
- 3) SB: 路侧四 (SB) 级;
- 4) SA: 路侧五 (SA) 级;
- 5) Bm: 中央分隔带二 (Nm) 级;
- 6) Am: 中央分隔带三 (Am) 级;
- 7) SBm: 中央分隔带四 (SBm) 级;
- 8) SAm: 中央分隔带五 (SAm) 级。

c) 埋设条件代号:

- 1) nE: 埋设于土中, 柱距  $n$  米;
- 2) nC: 埋设于独立设置的混凝土中, 柱距  $n$  米;
- 3) nB<sub>1</sub>: 埋设于小桥、通道、明涵结构物中, 采用预埋套筒的基础处理方式, 柱距  $n$  米;
- 4) nB<sub>2</sub>: 埋设于小桥、通道、明涵结构物中, 采用预埋螺栓的基础处理方式, 柱距  $n$  米。

d) 稀土耐候钢牌号: 见表 1。

示例:

HG-A-4E-Q355GNHRE, 代表采用牌号为 Q355GNHRE 的稀土耐候钢 II 类 (高耐候) 加工成型, 防护等级代码为路侧三 (A) 级, 埋设于土中, 柱距 4 m 的稀土耐候钢高速公路护栏。

## 5 产品规格

### 5.1 一般规定

5.1.1 产品主要由波形梁板、横梁、立柱、防阻块、端头、过渡板、T 型立柱、拼接螺栓、连接螺栓和横梁垫片等组成。

5.1.2 产品按 JTG B05-01-2013 防护等级分为二级、三级、四级、五级共四个等级。

### 5.2 规格

5.2.1 产品构造尺寸见表 2 的规定。

表2 各防护等级产品构造尺寸

| 防护等级                                  | 波形梁板、横梁<br>mm      | 立柱<br>mm                  | 防阻块<br>mm              | 梁板中心高度<br>mm | 立柱埋深<br>mm         | 立柱间距<br>(土中)<br>mm |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 二                                     | 310×85×2           | Φ114×3                    | 100×130×200×3          | 600          | 1 400 <sup>a</sup> | 4000               |
| 三                                     | 506×85×2.5         | Φ140×3                    | 140×185×400×3          | 697          | 1 400              | 4 000              |
| 四                                     | 506×85×3           | Φ140×3                    | 140×185×400×3          | 697          | 1 650              | 2 000              |
| 五                                     | 506×85×3、<br>Φ89×4 | □130×130×4.5、<br>Φ102×4.5 | (300+66)<br>×200×290×3 | 697          | 1 650              | 3 000              |
| <sup>a</sup> 实车足尺寸碰撞试验时立柱埋深为1 200 mm。 |                    |                           |                        |              |                    |                    |

## 5.3 外形尺寸及允许偏差

5.3.1 波形梁板、横梁和立柱厚度允许偏差均为 $^{+0.1}_0$  mm。

5.3.2 防阻块分为 Fa-I、Fa-II 和 Fa-III 三种型式，Fa-I 和 Fa-II 型规格尺寸、允许偏差见表 3，Fa-III 规格尺寸、厚度允许偏差见表 4。

表3 Fa-II 型防阻块规格尺寸、允许偏差

| 型号    | 防阻块规格<br>mm                    | 允许偏差/mm |    |             |    | 适用防护等级 |
|-------|--------------------------------|---------|----|-------------|----|--------|
|       |                                | 长度      | 宽度 | 连接部位高度      | 厚度 |        |
| Fa-I  | 100×130×200×3<br>(长×宽×连接部位高×厚) | ±3      | ±2 | $^{+0.1}_0$ | ±3 | 二      |
| Fa-II | 140×185×400×3<br>(长×宽×连接部位高×厚) | ±3      | ±2 | $^{+0.1}_0$ | ±3 | 三、四    |

表4 Fa-III 型防阻块规格尺寸、厚度允许偏差

| 型号     | 防阻块规格<br>mm                     | 厚度允许偏差<br>mm | 适用防护等级 |
|--------|---------------------------------|--------------|--------|
| Fa-III | (300+66)×200×290×3<br>(长×宽×高×厚) | $^{+0.1}_0$  | 五      |

5.3.3 拼接螺栓、链接螺栓、螺母、垫圈和横梁垫片尺寸见表 5，允许偏差应符合 GB/T 31429.1、GB/T 31429.2 相关规定。



表5 拼接螺栓、链接螺栓、螺母、垫圈和横梁垫片尺寸

| 品名   | 规格<br>mm           | 用途                      | 适用防护等级  |
|------|--------------------|-------------------------|---------|
| 拼接螺栓 | M16×35             | 用于波形梁板的拼接               | 二、三、四、五 |
| 连接螺栓 | M16×45             | 用于波形梁板与防阻块的连接           | 二、三、四、五 |
|      | M16×140            | 用于防阻块与 $\Phi 114$ 立柱的连接 | 二       |
|      | M16×170            | 用于防阻块与 $\Phi 140$ 立柱的连接 | 三、四     |
|      | M20×170            | 用于防阻块与方管立柱的连接           | 五       |
| 螺母   | M16                | 与拼接螺栓、连接螺栓配套使用          | —       |
|      | M20                |                         | —       |
| 垫圈   | $\Phi 35 \times 4$ |                         | —       |
| 衡量垫片 | 76×44×4            | 遮挡波形梁板的连接孔              | 二、三、四、五 |

## 6 加工工艺

- 6.1 波形梁板应采用连续辊压成型。
- 6.2 横梁、立柱和防阻块宜采用高频焊接成型。采用其他方式加工时，应有试验报告保证其强度不低于高频焊接成型工艺。
- 6.3 波形梁板和立柱上的螺栓孔应定位准确，每一个端部的所有落空应一次冲孔完成。
- 6.4 产品一般不必进行防腐处理，如酸洗、镀锌、喷砂、涂刷防腐漆（因颜色和观感要求除外）。

## 7 技术要求

### 7.1 材料要求

稀土耐候钢的材料要求见附录A。

### 7.2 外观质量

- 7.2.1.1 所有构建表面应均匀、光滑，不应有裂纹、起泡、折叠、夹杂和端面分层，可有公称厚度10%的轻微凹坑、凸起、压痕、擦伤，表面缺陷可用修磨方法清理，其整形深度不大于公称厚度的10%，切断面及安装孔不应有卷沿、飞边和毛刺。
- 7.2.1.2 波形梁板和立柱不应有明显的扭转，不应焊接加长，总弯曲度不应大于构件所规定长度的0.15%。
- 7.2.1.3 所有构建端部切口毛刺应清除，断面切口应垂直，其垂直度公差不应超过 $1^\circ$ 。
- 7.2.1.4 防阻块等构建焊接位置均应打磨匀顺，不应有气孔、夹渣等缺陷，不应在焊接处切削，配合钢管使用的防阻块焊接位置应位于无螺孔的侧面。

7.3 耐腐蚀性

7.3.1.1 产品的腐蚀速率：

- a) I 类， $\leq 2.50 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；
- b) II 类， $\leq 1.70 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

7.3.1.2 经供需双方协商，也可采用其他指标方法评价。

8 测试方法

8.1 外形尺寸及允许偏差

采用相应精度量具测量。

8.2 材料

稀土耐候钢的测试方法见附录A。

8.3 外观质量

按GB/T 31429.1、GB/T 31429.2的相关试验方法执行。

8.4 耐腐蚀性

采用TB/T 2375测定，试验时间72 h。

9 设计、施工及质量验收

产品设计、施工及质量验收应符合 JTG D81、GB 50688、JTG/T D81、JTG F71 和 JTG F80/1 相关规定。

10 检验规则

10.1 出厂检验

10.1.1 检验项目见表 6。

表6 检验项目

| 序号 | 检验项目      | 要求  | 试验方法 | 型式检验 | 出厂检验（抽检） |
|----|-----------|-----|------|------|----------|
| 1  | 外形尺寸及允许偏差 | 5.3 | 8.1  | √    | √        |
| 2  | 外观质量      | 7.2 | 8.3  | √    | √        |
| 3  | 材料性能      | 7.1 | 8.2  | √    | —        |
| 4  | 耐腐蚀性      | 7.3 | 8.4  | √    | √        |

10.1.2 出厂检验组批：采用同一批原材料和工艺生产的同种部件视为一批。抽样方法按 GB/T 10111 规定进行。

10.1.3 出厂检验如有任一项指标不符合本文件要求，则应重新抽取双倍试样，对该项指标进行复验，

复验结果仍不合格时，则判定该批次为不合格。

## 10.2 型式检验

10.2.1 检验项目见表 6。

10.2.2 型式检验的样品应在生产线终端随机抽取 3 件进行检验。

10.2.3 型式检验每年进行 1 次，有下列情况之一时，也应进行型式检验：

- a) 产品试制定型时；
- b) 正式生产过程中如原材料、半成品、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产 1 年及以上再生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家相关不嫩提出型式检验要求时。

## 11 标志、包装、运输和贮存

11.1 每片波形梁板均应在其两端分别表明生产厂名（或厂标）、生产年月等标志，其位置在距端部 400 mm 的波形梁板横断面正中处。并在波形梁中部以钢印、刻蚀或其他难以涂除的方式标明生产厂名。

11.2 波形梁板、横梁、立柱和防阻块的包装和标志应符合 GB/T 247 的规定。护栏不应散装交货，且应保证在吊装、运输、堆放过程中不应使产品变形、损坏（伤）。

11.3 拼接螺栓连接副的包装和标识应按 GB/T 1231 的规定执行。其他紧固件的包装和标识应按相关标准的规定执行。

11.4 批量生产的护栏产品应码放整齐、高度适当、便于抽检。

11.5 护栏产品在运输过程中应适当包装并固定牢靠，防止因颠簸碰撞损坏涂层或使构件变形。

11.6 护栏产品应采用吊装方式装卸，不应直接从运输工具上推下。

11.7 护栏产品应贮存于通风、干燥、无酸碱及腐蚀性气体的空间内。

# 附录 A

(规范性)

## 稀土耐候钢的材料要求及测试方法

### A.1 材料要求

#### A.1.1 钢的牌号和化学成分

A.1.1.1 钢的牌号及化学成分（熔炼分析）应符合表A.1、表A.2的规定。

表A.1 稀土耐候钢 I 类的牌号及化学成分

| 牌号                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 等级 | 化学成分（质量分数）           |         |      |      |                |                |      |      |      |       | %           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------|---------|------|------|----------------|----------------|------|------|------|-------|-------------|----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    | C <sup>a</sup>       |         | Si   | Mn   | P <sup>c</sup> | S <sup>c</sup> | Cu   | Cr   | Ni   | N     |             | RE |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    | 以下公称<br>厚度或直<br>径/mm |         | ≤    |      |                |                |      |      |      |       |             |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    | ≤<br>40 <sup>b</sup> | ><br>40 |      |      |                |                |      |      |      |       |             |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    | ≤                    |         |      |      |                |                |      |      |      |       |             |    |
| Q235RE                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | A  | 0.22                 |         | 0.35 | 1.40 | 0.045          | 0.050          | —    | —    | —    | —     | 0.010~0.045 |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | B  | 0.20                 |         |      |      | 0.045          | 0.045          |      |      |      |       |             |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | C  | 0.17                 |         |      |      | 0.040          | 0.040          |      |      |      |       |             |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | D  |                      |         |      |      | 0.035          | 0.035          |      |      |      |       |             |    |
| Q355RE                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | B  | 0.24                 |         | 0.55 | 1.60 | 0.035          | 0.035          | 0.40 | 0.30 | 0.30 | 0.012 | 0.010~0.045 |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | C  | 0.20                 | 0.22    |      |      | 0.030          | 0.030          |      |      |      | —     |             |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | D  |                      |         |      |      | 0.025          | 0.025          |      |      |      |       |             |    |
| <p><sup>a</sup> 公称厚度大于100 mm的型钢，碳含量可由供需双方协商确定。</p> <p><sup>b</sup> 公称厚度大于30 mm的钢材，碳含量不大于0.22%。</p> <p><sup>c</sup> 对于型钢和棒材，其磷和硫含量上限值可提高0.005%。</p> <p><sup>d</sup> 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，氮元素含量不作要求，固氮元素应在质量证明书中注明。</p> <p><sup>e</sup> RE表示添加以镧（La）、铈（Ce）、钇（Y）为主的一种或多种稀土元素。</p> |    |                      |         |      |      |                |                |      |      |      |       |             |    |

表A.2 稀土耐候钢II类的牌号及化学成分

%

| 牌号                                                                                         | 等级       | 化学成分（质量分数） |      |      |                |                |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|------|------|----------------|----------------|------|------|------|-----------------|------|------|----------|----------------|---------------------|-----------|-----------|
|                                                                                            |          | C          | Si   | Mn   | P <sup>a</sup> | S <sup>a</sup> | Cu   | Cr   | Ni   | Nb <sup>b</sup> | V    | Ti   | Mo       | N <sup>c</sup> | RE <sup>d</sup>     |           |           |
|                                                                                            |          | ≤          |      |      |                |                |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |
| Q355<br>GNH<br>RE                                                                          | BC<br>D  | 0.12       | 0.75 | 1.00 | 0.15           | 0.02<br>0      | 0.55 | 1.2  | 0.65 | 0.06            | 0.12 | 0.10 | —        | —              | 0.010<br>~<br>0.045 |           |           |
| Q235<br>NHR<br>E                                                                           | AB<br>CD | 0.13       | 0.40 | 0.60 | 0.03<br>0      | 0.03<br>0      |      | 0.80 |      |                 |      |      | —        | —              |                     |           |           |
| Q335<br>NHR<br>E                                                                           | BC<br>D  | 0.16       | 0.50 | 1.50 |                |                |      |      |      |                 |      |      | 0.1<br>0 | 0.01<br>5      |                     |           |           |
| Q390<br>NHR<br>E                                                                           | BC<br>D  | 0.20       | 0.55 | 1.70 | 0.03<br>5      | 0.03<br>5      |      | 1.25 |      |                 |      |      | 0.2<br>0 |                |                     | 0.01<br>5 |           |
| Q420<br>NHR<br>E                                                                           | BC       |            |      | 1.80 | 0.03<br>0      | 0.03<br>0      |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |
| Q460<br>NHR<br>E                                                                           | CD<br>E  |            |      |      |                |                |      |      |      |                 |      |      | 0.12     | 0.65           |                     | 2.00      | 0.02<br>5 |
| Q500<br>NHR<br>E                                                                           | CD<br>E  |            |      | —    | —              |                |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |
| Q550<br>NHR<br>E                                                                           | CD<br>E  | —          | —    |      |                |                |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |
| <sup>a</sup> 对于型钢和棒材，其磷和硫含量上限值可提高0.005%。                                                   |          |            |      |      |                |                |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |
| <sup>b</sup> Q390、Q420最高可到0.07%，Q460最高可到0.11%。                                             |          |            |      |      |                |                |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |
| <sup>c</sup> 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，氮元素含量不作要求，固氮元素应在质量证明书中注明。 |          |            |      |      |                |                |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |
| <sup>d</sup> RE表示添加以镧（La）、铈（Ce）、钇（Y）为主的一种或多种稀土元素。                                          |          |            |      |      |                |                |      |      |      |                 |      |      |          |                |                     |           |           |

### A.1.2 力学性能和工艺性能

#### A.1.2.1 拉伸和弯曲

A.1.2.1.1 钢材的拉伸性能和弯曲试验应符合表A.3、表A.4的规定。

A.1.2.1.2 经供需双方协商，钢材的厚度方向性能应符合GB/T 5313的规定。

A.1.2.1.3 对于公称宽度不大于600 mm的钢板及钢带，拉伸试样取横向试样；其他钢材的拉伸试验取纵向试样。

A.1.2.1.4 若供方能保证弯曲试验合格，可不做检验。

表A.3 稀土耐候钢 I 类的拉伸性能和弯曲试验

| 牌<br>号                                          | 等<br>级   | 屈服强度 $R_{eH}^a$ /MPa |                      |                      |                       |                        |                        | 拉伸强度<br>$R_m$ /MPa | 断后伸长率 $A$ /（%）   |              |                      |                       |                        |                        | 180° 弯<br>曲试验<br>弯曲压<br>头直径 $D$ |                           |
|-------------------------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|------------------|--------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                                                 |          | 公称厚度或直径/mm           |                      |                      |                       |                        |                        |                    | 公称厚度或直径/mm       |              |                      |                       |                        |                        |                                 |                           |
|                                                 |          | $\leq$<br>16         | $>$<br>16<br>~<br>40 | $>$<br>40<br>~<br>60 | $>$<br>60<br>~<br>100 | $>$<br>100<br>~<br>150 | $>$<br>150<br>~<br>200 |                    | 试<br>样<br>方<br>向 | $\leq$<br>40 | $>$<br>40<br>~<br>60 | $>$<br>60<br>~<br>100 | $>$<br>100<br>~<br>150 | $>$<br>150<br>~<br>200 | $\leq$<br>16                    | $>$<br>16<br>~<br>10<br>0 |
|                                                 |          |                      | $\geq$               |                      |                       |                        |                        |                    |                  |              | $\geq$               |                       |                        |                        |                                 |                           |
| Q235RE                                          | AB<br>CD | 235                  | 225                  | 215                  | 215                   | 195                    | 185                    | 370~<br>500        | —                | 26           | 25                   | 24                    | 22                     | 21                     | $D=2a$                          | $D=3a$                    |
| Q355RE                                          | BC<br>D  | 355                  | 345                  | 335                  | 315                   | 295                    | 285                    | 470~<br>630        | 纵<br>向           | 22           | 21                   | 20                    | 18                     | 17                     | $D=2a$                          | $D=3a$                    |
|                                                 |          |                      |                      |                      |                       |                        |                        |                    | 横<br>向           | 20           | 19                   | 18                    | 18                     | 17                     |                                 |                           |
| a 当屈服现象不明显时，可用规定塑性延伸强度 $R_{P0.2}$ 代替 $R_{eH}$ 。 |          |                      |                      |                      |                       |                        |                        |                    |                  |              |                      |                       |                        |                        |                                 |                           |

表A.4 稀土耐候钢II类的拉伸性能和弯曲试验

| 牌号                                              | 等级       | 屈服强度 $R_{eH}^a$ /MPa |                |                |     | 拉伸强度<br>度<br>$R_m$ /MPa | 断后伸长率 $A/$ （%） |     |                |                 |          | 180° 弯曲试验<br>弯曲压头直径 $D$ |               |         |  |
|-------------------------------------------------|----------|----------------------|----------------|----------------|-----|-------------------------|----------------|-----|----------------|-----------------|----------|-------------------------|---------------|---------|--|
|                                                 |          | 公称厚度或直径/mm           |                |                |     |                         | 公称厚度或直径/mm     |     |                |                 |          |                         |               |         |  |
|                                                 |          | ≤16                  | ><br>16~<br>40 | ><br>40~<br>60 | >60 |                         | 试样<br>方向       | ≤16 | ><br>16~<br>50 | ><br>50~<br>100 | ><br>100 | ≤6                      | ><br>6~<br>16 | ><br>16 |  |
|                                                 |          | ≥                    |                |                |     |                         |                | ≥   |                |                 |          |                         |               |         |  |
| Q235NH<br>RE                                    | AB<br>CD | 235                  | 225            | 215            | 215 | 400~<br>510             | —              | 25  | 25             | 24              | 23       | $D=a$                   | $D=2a$        | $D=3a$  |  |
| Q335NH<br>RE、<br>Q355GN<br>HRE                  | BC<br>D  | 355                  | 345            | 335            | 325 | 470~<br>630             | 纵向             | 22  | 25             | 24              | 23       | $D=a$                   | $D=2a$        | $D=3a$  |  |
|                                                 |          |                      |                |                |     |                         | 横向             | 20  | 21             | 20              | 18       |                         |               |         |  |
| Q390NH<br>RE                                    | BC<br>D  | 390                  | 380            | 360            | 340 | 490~<br>650             | 纵向             | 21  | 20             | 18              | 19       | $D=a$                   | $D=2a$        | $D=3a$  |  |
|                                                 |          |                      |                |                |     |                         | 横向             | 20  | 19             | 20              | 18       |                         |               |         |  |
| Q420NH<br>RE                                    | BC       | 420                  | 410            | 390            | 370 | 530~<br>680             | 纵向             | 20  | 19             | 19              | 19       | $D=a$                   | $D=2a$        | $D=3a$  |  |
| Q460NH<br>RE                                    | CD<br>E  | 460                  | 450            | 430            | 410 | 550~<br>720             | 纵向             | 18  | 17             | 17              | 17       | $D=a$                   | $D=2a$        | $D=3a$  |  |
| Q500NH<br>RE                                    | CD<br>E  | 500                  | 500            | 480            | —   | 610~<br>770             | —              | 17  | 17             | 17              | 17       | $D=a$                   | $D=2a$        | $D=3a$  |  |
| Q550NH<br>RE                                    | CD<br>E  | 550                  | 550            | 530            | —   | 670~<br>830             | —              | 16  | 16             | 16              | 16       | $D=a$                   | $D=2a$        | $D=3a$  |  |
| a 当屈服现象不明显时，可用规定塑性延伸强度 $R_{P0.2}$ 代替 $R_{eH}$ 。 |          |                      |                |                |     |                         |                |     |                |                 |          |                         |               |         |  |

<sup>a</sup> 当屈服现象不明显时，可用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 代替 $R_{eH}$ 。

#### A.1.2.2 夏比（V型缺口）冲击

A.1.2.2.1 钢材的夏比（V型缺口）冲击试验的试验温度和冲击吸收能量应符合表A.5的规定。

A.1.2.2.2 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10mm×10mm×55mm的标准试样；当钢材不足以制取标准试样时，应采用10mm×7.5mm×55mm或10mm×5mm×55mm的小尺寸试样，冲击吸收能量应分别为不小于表A.5规定值的75%或50%，应优先采用较大尺寸试样。

表A.5 夏比（V型缺口）冲击试验的温度和冲击吸收能量

| 牌号                                             | 等级 | 温度<br>℃ | 方向 | 冲击吸收能量/（kJ <sub>2</sub> /J）<br>≥ |
|------------------------------------------------|----|---------|----|----------------------------------|
| Q235RE、Q235NHRE                                | A  | —       | —  | —                                |
|                                                | B  | 20      | 纵向 | 27                               |
|                                                | C  | 0       |    |                                  |
|                                                | D  | -20     |    |                                  |
| Q335RE、<br>Q335NHRE、<br>Q355GNHRE、<br>Q390NHRE | B  | 20      | 纵向 | 34                               |
|                                                |    |         | 横向 | 27                               |
|                                                | C  | 0       | 纵向 | 34                               |
|                                                |    |         | 横向 | 27                               |
|                                                | D  | -20     | 纵向 | 34                               |
|                                                |    |         | 横向 | 27                               |
| Q420NHRE                                       | B  | 20      | 纵向 | 34                               |
|                                                |    |         | 横向 | 27                               |
|                                                | C  | 0       | 纵向 | 34                               |
|                                                |    |         | 横向 | 27                               |
| Q460NHRE、<br>Q500NHRE、<br>Q550NHRE             | C  | 0       | 纵向 | 34                               |
|                                                |    |         | 横向 | 27                               |
|                                                | D  | -20     | 纵向 | 34                               |
|                                                |    |         | 横向 | 27                               |
|                                                | E  | -40     | 纵向 | 31                               |
|                                                |    |         | 横向 | 20                               |

### A.1.3 其他要求

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可增加以下检验项目。

#### a) 晶粒度

钢材的晶粒度不应小于7级，晶粒度不均匀性应在3个相邻级别范围内。

#### b) 非金属夹杂物

钢材的非金属夹杂物应按GB/T 10561—2010的A法进行检验，其结果应符合表A.6的规定。

表A.6 非金属夹杂物

| A    |      | B    |      | C    |      | D    |      | D <sub>s</sub> |
|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 细系   | 粗系   | 细系   | 粗系   | 细系   | 粗系   | 细系   | 粗系   |                |
| ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0           |

### A.1.4 表面质量

**A.1.4.1.1** 钢材表面不应有裂纹、结疤、折叠、气泡、夹渣和分层等对使用有害的缺陷。若有上述缺陷，可清理的深度不应超过钢材厚度公差的一半。清除处应圆滑、无棱角。型钢表面缺陷不应横向铲除。



A.1.4.1.2 热轧钢材表面可存在其他不影响使用的缺陷，但应保证钢材的最小厚度。

A.1.4.1.3 钢板和钢带表面可有轻微的擦伤、氧化色、折印，以及深度、高度不大于公差一半的局部麻点、划伤和压痕。

A.1.4.1.4 钢带可带缺陷交货，但有缺陷的部分不应超过钢带总长度的6%。

#### A.1.5 表面质量

A.1.5.1.1 钢板和钢带的外形、尺寸、重量及允许偏差应符合GB/T 709的规定。

A.1.5.1.2 型钢、长材的外形、尺寸、重量及允许偏差应符合相应标准的规定。

#### A.2 测试方法

A.2.1 每批钢材的检验项目和试验方法应符合表A.7的规定。

表A.7 钢材的检验项目、试验数量、取样方法及试验方法

| 序号 | 检验项目                                | 试验数量     | 取样方法            | 试验方法                                                                                    |
|----|-------------------------------------|----------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 化学分析<br>(稀土元素除外)                    | 1个/炉     | GB/T 20066      | 按GB/T 20125或其他通用方法进行，仲裁时按通用方法执行                                                         |
| 2  | 化学分析<br>[镧(La)、铈(Ce)、钇(Y)<br>等稀土元素] | 1个/炉     | GB/T 20066      | 按GB/T 4336检验钢中稀土元素含量。其中标准样品可先采用GB/T 24520和A.2.2对钢样的稀土元素进行检验并以此作为按GB/T 4336进行稀土元素检验的标准样品 |
| 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                                | 1组(3个)/批 | GB/T 2975       | GB/T 229                                                                                |
| 6  | 晶粒度                                 | 1个/批     | GB/T 6394       | GB/T 6394                                                                               |
| 7  | 非金属夹杂物                              | 1个/批     | GB/T 10561-2010 | GB/T 10561-2010                                                                         |
| 8  | 表面质量                                | —        | —               | 目视                                                                                      |
| 9  | 外形、尺寸、重量及允许偏差                       | —        | —               | 适宜的量具                                                                                   |

A.2.2 钇(Y)元素的化学分析方法参照GB/T 24520执行，其中。

##### a) 钇(Y)标准溶液

- 1) 钇(Y)储备溶液，1 000 µg/mL：称取1.269 9 g光谱纯三氧化二钇（质量分数大于99.95%）（精确至0.000 1 g）。置于100 mL烧杯中，加入30 mL盐酸-硝酸混合酸（1+1+2），加溶溶解。冷却至室温后移入1000 mL容量瓶中，加入20 mL盐酸-硝酸混合酸（1+1+2），并用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1 000 µg钇(Y)。
- 2) 钇(Y)标准溶液，50 µg/mL：称取5.0 mL钇(Y)储备溶液于100 mL容量瓶中，加入5 mL

盐酸-硝酸混合酸（1+1+2），并用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含50 μg钇（Y）。

b) 推荐分析线

如表A.8所示。

表A. 8 推荐分析线

| 分析元素 | 分析线波长/nm | 可能的干扰元素 | BEC/（mg/L） | DL/（mg/L） |
|------|----------|---------|------------|-----------|
| 钇    | 371.030  | Fe      | 0.4        | 0.04      |

c) 绘制标准曲线的标准溶液

如表A.9所示。

表A. 9 绘制标注曲线的标准溶液

| 分析元素 | 加入标准溶液的体积/mL |      |      |      |      |      |      |       | 相应试料中分析元素的质量分数/（%） |
|------|--------------|------|------|------|------|------|------|-------|--------------------|
| 钇    | 0            | 0.10 | 0.20 | 0.40 | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 10.00 | 0~0.10             |