YS

|  |  |
| --- | --- |
| **中华人民共和国工业和信息化部**  | 发布 |

202×-××-××实施

202×-××-××发布

金属热喷涂层表面洛氏硬度试验方法

Thermal sprayed metallic coatings — Rockwell hardness test

（讨论稿）

YS/T 541－XXXX

中华人民共和国有色金属行业标准

ICS 77.160

CCS H 16

 DAITI

前 言

1. 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。

本文件代替YS/T 541-2006《金属热喷涂层表面洛氏硬度试验方法》，与YS/T 541-2006相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

1. 更改了规范性引用文件（见第2章，2006年版的第2章）；
2. 更改了符号说明； （见第3章，2006年版的第3章）；
3. 更改了表面洛氏硬度计算公式（见第3章，2006年版的第3章）；
4. 增加了表面洛氏硬度的表示方法示例（见第3章，2006年版的第3章）；
5. 增加了方法原理（见第4章）；
6. 更改了试样基体尺寸（见6.2.2，2006年版的5.2.2）
7. 更改了试样的试验面要求（见6.2.4，2006年版的5.2.4）；
8. 更改了初负荷加载时间（见7.5，2006年版的6.5）；
9. 更改了主负荷施加时间（见7.6，2006年版的6.6）；
10. 更改了总负荷的保持时间判断标准（见7.8，2006年版的6.8）；
11. 更改了硬度值记录（见7.9，2006年版的6.9）；
12. 更改了表面洛氏硬度表示方法示例，并调整至第3章（见第3章，2006年版的7.1）；
13. 更改了试验结果精度（见8.1，2006年版的7.2）。
14. 增加了试验报告的“总负荷的保持时间” （见第9章）；
15. 增加了线性内插法求修正值示例（见附录A）。

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。

1. 本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。
2. 本文件起草单位：

本文件主要起草人： 。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1989年首次发布为GB/T 8641-1988，2006年第二次修订为YS/T 541-2006；

——本次为第三次修订。

金属热喷涂层表面洛氏硬度试验方法

1 范围

本文件规定了金属热喷涂层表面洛氏硬度的测定方法。

本文件适用于金属热喷涂层的表面洛氏硬度（N 和 T 标尺）的测定。

2 规范性引用文件

1. 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。
2. GB/T 230.2 金属材料 洛氏硬度试验 第2部分：硬度计（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺）的检验与校准
3. GB/T 230.3 金属材料 洛氏硬度试验 第3部分：标准硬度块（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺）的标定

3 符号、术语和定义

本文件中使用的符号、术语和定义见表1、表2、图1、图2。

表1 用金刚石圆锥（N标尺）试验

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 符号 | 说明 | 单位 |
| *α* | 金刚石圆锥顶角（120°） | ° |
| *R* | 金刚石圆锥顶部曲率半径（0.200mm） | mm |
| *F*0 | 初负荷29.42N（3kgf） | N |
| *F*1 | 主负荷117.68、264.78、411.88N（12、27、42 kgf） | N |
| *F* | 总负荷（*F*0 + *F*1） | N |
| *h*0 | 在初负荷作用下的压入深度 | mm |
| *h*1 | 在主负荷作用下的压入深度增量 | mm |
| *h* | 卸除主负荷后，在初负荷作用下压入深度的残余增量 | mm |
| HRN | 表面洛氏硬度=100-*h*/0.001 |  |





图1 用金刚石圆锥（N标尺）试验示意图

表2 用钢球（T标尺）试验

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 符号 | 说明 | 单位 |
| *D* | 钢球直径（1.5875） | mm |
| *F*0 | 初负荷29.42 N（3kgf） | N |
| *F*1 | 主负荷117.68、264.78、411.88 N（12、27、42 kgf） | N |
| *F* | 总负荷（*F*0 + *F*1） | N |
| *h*0 | 在初负荷作用下的压入深度 | mm |
| *h*1 | 在主负荷作用下的压入深度增量 | mm |
| *h* | 卸除主负荷后，在初负荷作用下压入深度的残余增量 | mm |
| HRT | 表面洛氏硬度=100-*h*/0.001 |  |





图2 用钢球（T标尺）试验示意图

表面洛氏硬度的表示方法如下示例。

示例：

 70 HR 30N

 洛氏标尺符号

 洛氏硬度符号

 洛氏硬度值

4 方法原理

将规定尺寸和形状的试样和压头，分两级试验力压入试样表面，初负荷加载后，测量在初负荷作用下的压入深度，随后施加主负荷，在卸除主负荷后保持初负荷时测量压入深度的残余增量。

5 仪器设备

5.1 表面洛氏硬度计

应符合GB/T 230.2规定的技术要求。

5.2 硬度块

用于检查硬度计的标准表面洛氏硬度块，应符合GB/T 230.3规定的技术要求。

6 试样及其制备

6.1 试样尺寸及形状

6.1.1 喷涂层厚度，应符合表3、表4的规定。试验后，试样背面不得有明显变形。

表3 试样喷涂层厚度（N标尺）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 厚度mm（不小于） | 15N | 30N | 45N |
| 表面洛氏硬度值 | 相当于HRC值 | 表面洛氏硬度值 | 相当于HRC值 | 表面洛氏硬度值 | 相当于HRC值 |
| 0.15 | 92 | 65 |  |  |  |  |
| 0.20 | 90 | 60 |  |  |  |  |
| 0.25 | 88 | 55 |  |  |  |  |
| 0.30 | 83 | 45 | 82 | 65 | 77 | 69.5 |
| 0.36 | 76 | 32 | 78.5 | 61 | 74 | 67 |
| 0.41 | 68 | 18 | 74 | 56 | 72 | 65 |
| 0.46 |  |  | 66 | 47 | 68 | 61 |
| 0.51 |  |  | 57 | 37 | 63 | 57 |
| 0.56 |  |  | 47 | 26 | 58 | 52.5 |
| 0.61 |  |  |  |  | 51 | 47 |
| 0.66 |  |  |  |  | 37 | 35 |
| 0.71 |  |  |  |  | 20 | 20.5 |

表4 试样喷涂层厚度（T标尺）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 厚度mm（不小于） | 15T | 30T | 45T |
| 表面洛氏硬度值 | 相当于HRC值 | 表面洛氏硬度值 | 相当于HRC值 | 表面洛氏硬度值 | 相当于HRC值 |
| 0.25 | 91 | 93 |  |  |  |  |
| 0.30 | 86 | 78 |  |  |  |  |
| 0.36 | 81 | 62 | 79 | 95 |  |  |
| 0.41 | 75 | 44 | 73 | 84 | 71 | 99 |
| 0.46 | 68 | 24 | 64 | 71 | 62 | 90 |
| 0.51 |  |  | 55 | 58 | 53 | 80 |
| 0.56 |  |  | 45 | 48 | 43 | 70 |
| 0.61 |  |  | 34 | 28 | 31 | 58 |
| 0.66 |  |  |  |  | 18 | 45 |
| 0.71 |  |  |  |  | 4 | 32 |

6.1.2 其他尺寸，应满足下面要求，两压痕中心间的距离或任一压痕中心距试样边缘的距离不小于3mm，每个试样至少能够测量五个点。（这个要求就保证样品的尺寸横向和纵向得至少10mm，所以样品的尺寸最小应在1平方厘米以上）

6.2 试样制备

6.2.1 可直接采用制品或从制品上切取。

6.2.2 专制试样应符合表5的规定。

表5 专制试样要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 喷涂条件 | 基体材料 | 试样基体尺寸 | 喷涂层厚度 |
| 机加工前 | 机加工后 |
| 由试样制备者确定或有关双方商定 | 低、中碳素钢，或由试样制备者确定 | 试验表面满足至少可打5个试验点，或按相关规定双方协商，并且试样背面不得有明显变形。 | 由试样制备者确定，或有关双方商定 | 符合表3、表4规定 |

6.2.3 试样表面及其背面应为平面，且互相平行。

6.2.4 试样的试验面应光滑、洁净，且不应有氧化皮及外来污物，尤其不应有油脂。

6.2.5 试样制备试样时，应避免由于冷、热加工引起表面物态发生任何变化。

7 试验步骤

7.1 试验前，应使用与试样硬度值相近的二等标准表面洛氏硬度块对硬度计进行校验。

7.2 将试样稳固地放置在试样台上，确保在试验过程中不产生位移和变形。

7.3 试验时，必须保持负荷作用力与试样的试验面垂直。

7.4 在试验过程中，试验仪器不应受到任何冲击和震动。

7.5 初负荷的加载时间不超过2s，保持时间应为$3\_{-2}^{+1}$s。

7.6 在4s内施加完主负荷。

7.7 初负荷及主负荷应均匀平稳地施加于试样表面上，不得有跳动和冲击。

7.8 施加完主负荷后，总负荷的保持时间的长短应以压头基本停止移动或硬度值不变化为准。总负荷保持时间推荐如下：

对于加载后不随时间继续变形的试样，保持时间不少于2s；

对于加载后随时间继续变形的试样，保持时间为6～8s；

对于加载后随时间明显变形的试样，保持时间为20～25s。

7.9 平稳地卸除主负荷后，保持初负荷，记录硬度值。

7.10 试验应在10～35℃温度范围内进行。

8 试验数据处理

8.1 表面洛氏硬度值应精确到0.1个洛氏硬度单位。

8.2 对于喷焊层，每一个试样应给出连续五个点的表面洛氏硬度值。对于喷涂层，每一个可给出连续五个点的表面洛氏硬度值，同时给出其中的最低值和最高值。

8.3 应按照附录表A1和表A2对圆柱形曲面试样测得的表面洛氏硬度值进行修正，修正值均为正值。

9 试验报告

试验报告应包括下列内容：

1. 本文件编号；
2. 试样编号；
3. 试样制备方式；
4. 总负荷的保持时间；
5. 试验结果；
6. 可能影响试验结果的任何细节。

**附录A 硬度修正值**

**（规范性附录）**

表A1 圆柱形曲面试样表面洛氏硬度（N标尺）修正值

|  |  |
| --- | --- |
| 洛氏硬度读数 | 圆柱形试样直径mm |
| 3.2 | 6.4 | 10 | 13 | 19 | 25 |
| 20 | （6.0） | 3.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 25 | （5.5） | 3.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.0 |
| 30 | （5.5） | 3.0 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 1.0 |
| 35 | （5.0） | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 1.0 |
| 40 | （4.5） | 2.5 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.0 |
| 45 | （4.0） | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 50 | （3.5） | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 |
| 55 | （3.5） | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| 60 | 3.0 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| 65 | 2.5 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 70 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 75 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0 |
| 80 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 |
| 85 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 |

表A2 圆柱形曲面试样表面洛氏硬度（T标尺）修正值

|  |  |
| --- | --- |
| 洛氏硬度读数 | 圆柱形试样直径mm |
| 3.2 | 6.4 | 10 | 13 | 16 | 19 | 25 |
| 20 | （13.0） | （9.0） | （6.0） | （4.5） | （3.5） | 3.0 | 2.0 |
| 30 | （11.5） | （7.5） | （5.0） | （4.0） | （3.5） | 2.5 | 2.0 |
| 40 | （10.0） | （6.5） | （4.5） | （3.5） | 3.0 | 2.5 | 2.0 |
| 50 | （8.5） | （5.5） | （4.0） | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.5 |
| 60 | （6.5） | （4.5） | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 1.5 |
| 70 | （5.0） | （3.5） | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 1.0 |
| 80 | 3.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 |
| 90 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

注：修正值仅为近似值，精确到0.5个表面洛氏硬度值。括号内的修正值，经协商后方可使用。表A1、表A2范围的其他直径和硬度值，可用线性内插法求得修正值。

线性内插法求修正值示例：

圆柱形试样直径为10mm，表面洛氏硬度（15T标尺）读数为83，由表A2可知：*X*a=80; *Y*a=1.5; *X*b=90; *Y*b=1.0; 当*X*c=84时，

$$Y\_{c}=\frac{(X\_{b}-X\_{c})Y\_{a}+(X\_{c}-X\_{a})Y\_{b}}{(X\_{b}-X\_{a})}=\frac{\left(90-84\right)×1.5+\left(84-80\right)×1.0}{(90-80)}=1.3$$

修正值为84×1.3=109.2，修正后表面洛氏硬度为109.2HR15T。