JJF

中华人民共和国工业和信息化部
有色金属计量技术规范

JJF（有色金属）XXXX—20XX

涂层附着力测试仪校准规范

（送审稿）

Calibration Specification for

Coating Adhesion Tester

20xx-xx-xx 发布　　20xx-xx-xx 实施

中国人民共和国工业和信息化部 发布

涂层附着力测试仪校准规范

Calibration Specification for
Coating Adhesion Tester

JJF（有色金属）XXXX—
20xx

归 口 单 位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：国标（北京）检验认证有限公司

参加起草单位：广东省科学院工业分析检测中心

中国船舶集团有限公司第七二五研究所

上海有色金属工业技术监测中心有限公司

东北轻合金有限责任公司

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

李　成（国标（北京）检验认证有限公司）

牛国民（国标（北京）检验认证有限公司）

纪　红（国标（北京）检验认证有限公司）

樊志罡（国标（北京）检验认证有限公司）

参加起草人：

伍超群（广东省科学院工业分析检测中心）

曹梦圆（中国船舶集团有限公司第七二五研究所）

朱冬霞（上海有色金属工业技术监测中心有限公司）

周桂平（东北轻合金有限责任公司）

目录

引言 ..... （II）
1 范围 ..... （1）
2 引用文件 ..... （1）
3 概述 ..... （1）
4 计量特性 ..... （1）
4.1 锭子接触面直径误差 ..... （1）
4.2 示值相对误差 ..... （1）
4.3 示值重复性误差 ..... （2）
5 校准条件 ..... （2）
5.1 环境条件 ..... （2）
5.2 测量标准 ..... （2）
6 校准项目和校准方法 ..... （2）
6.1 校准项目 ..... （2）
6.2 校准方法 ..... （2）
7 校准结果表达 ..... （3）
8 复校时间间隔 ..... （4）
附录 A 校准记录参考格式 ..... （5）
附录 B 校准证书内页参考格式 ..... （6）
附录 C 涂层附着力测试仪示值误差的测量不确定度评定示例 ..... （7）

引　言

JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001 《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范的制定参考了GB/T 5210-2006《色漆和清漆拉开法附着力试验》。

本规范为首次发布。

涂层附着力测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于机械式、压缩空气式、液压式和手动式拉开法涂层附着力测试仪的校准。

2 引用文件

本规范没有引用文件。

3 概述

工作原理：仪器通过液压泵或手动液压系统对试柱施加垂直拉力，以均匀且不超过1MPa/s 的速度将涂层从基材表面拉脱。

试验过程：液压系统产生的力通过试验拉头或试柱传递至涂层与基材界面涂层附着力测试仪的测量过程是通过胶粘剂将锭子粘结到试样表面，胶粘剂固化后利用传动系统拉动锭子，使锭子与被测基体表面分离，测试仪通过测量试验过程的最大力来表征附着力，以MPa 或 kN 或 Psi 为单位显示。

涂层附着力测试仪主要由数据采集系统、拉伸装置、锭子组成。涂层附着力测试仪结构见图 1。

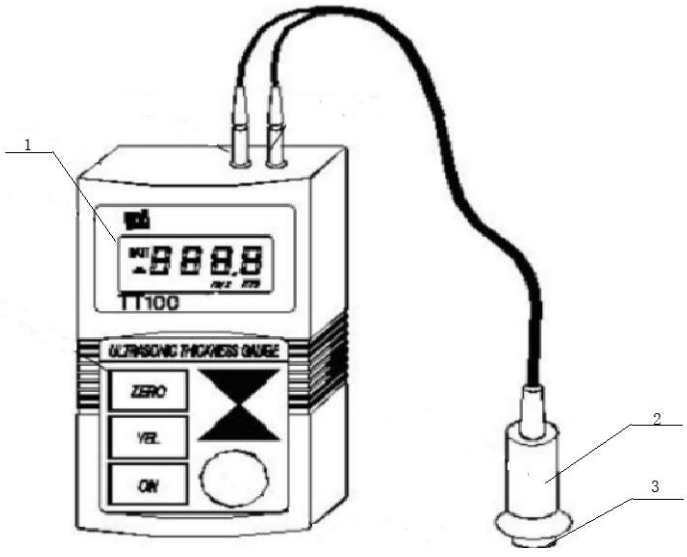

图 1 涂层附着力测试仪结构示意图

1—数据采集系统；2—拉伸装置；3—锭子

4 计量特性

4.1 锭子接触面误差：±1.0%。

4.2 示值相对误差：±2.0%。

4.3 示值重复性误差：2.0%。

5 校准条件

5.1 环境条件

试验机应在（23±5）℃，相对湿度不大于 80%的条件下校准，校准过程中温度波动不大于 2℃。

5.2 测量标准

校准用测量标准技术指标见表 1。

表 1 测量标准技术指标

设备名称	技术指标	用途
标准测力仪	优于 0.3 级或 U=0.3%（k=2）	校准示值误差及重复性
数显卡尺	分辨力优于 0.01mm	校准锭子直径

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

涂层附着力测试仪校准项目见表2。

表2 涂层附着力测试仪校准项目

序号	校准项目
1	锭子接触面误差
2	示值相对误差
3	示值重复性误差

6.2 校准方法

6.2.1 校准前的准备工作

根据被校对象选择对应标准测力仪，且标准测力仪应与被校涂层附着力测试仪恒温30分钟以上使其达到稳定温度。

6.2.2 锭子接触面

对客户试验中常用的锭子进行校准，使用数显卡尺对其直径进行测量，转换方向进行三次测量，取平均值并计算面积。

6.2.3 示值相对误差校准

将锭子与标准测力仪进行连接，将标准测力仪与锭子垂直放置。设置涂层附着力测试仪的拉拔力值，从最小使用力值开始至最大力值，最少选择三个点。通过涂层附着力测试仪控制进行加载，重复测量 3 次。因标准测力仪读数单位为 N，个别厂家附着力测试仪读数单位为 MPa，则通过公式（1）进行计算，见公式（1）

$$F = P \cdot S \tag{1}$$

式中：

P——附着力测试仪的设定压力（MPa）；

F——标准测力仪实测值，N；

S——锭子接触面的面积，mm^2。

示值相对误差校准计算

$$q = \frac{F - \overline{F}_{\mathrm{i}}}{\overline{F}_{\mathrm{i}}} \times 100\% \tag{2}$$

式中：

q——附着力测试仪的示值相对误差；

F——被校附着力测试仪设定值，N；

$\overline{F}_i$——标准测力仪的几次测量值的算术平均值，N。

6.2.4 示值重复性相对误差

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\overline{F}_i} \times 100\% \tag{3}$$

式中：

b ——试验机测力系统的示值重复性相对误差；

$F_{\max}$——校准点 i 在 3 次测量中的最大值，N；

$F_{\min}$——校准点 i 在 3 次测量中的最小值，N。

7 校准结果表达

经校准的涂层附着力测试仪出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

c）实施校准活动的地点，包括客户设施、实验室固定设施以外的地点；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）客户的名称和联络信息；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准活动的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期和证书发布日期；

h）对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

i）本次校准所用的测量标准和溯源性及有效性说明；

j）校准环境的描述；

k）校准结果及其测量不确定度的说明（给出整个测量范围校准结果测量不确定度的最大值）；

l）校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；

m）校准人和核验人签名；

n）校准结果仅对被校对象有效的声明；

o）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

校准原始记录参考格式见附录 A，校准证书内页参考格式见附录 B。

8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短取决于其使用情况，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间，建议复校时间间隔为1年。

附录A

校准原始记录参考格式

证书编号：　　接收日期：　　校准日期：　　发布日期：

委托单位：　　校准依据：

<table>
<tr><td colspan="6">被校设备信息</td></tr>
<tr><td>器具名称</td><td colspan="2"></td><td>出厂编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>型号/规格</td><td colspan="2"></td><td>设备编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>制造厂</td><td colspan="2"></td><td>环境条件</td><td colspan="2">℃　　%RH</td></tr>
<tr><td>校准地点</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="6">测量标准信息</td></tr>
<tr><td>名称</td><td>型号</td><td>证书编号</td><td>编号</td><td>准确度等级/不确定度</td><td>有效期</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">校准结果</td></tr>
<tr><td colspan="6">1 锭子接触面</td></tr>
<tr><td rowspan="2">校准点</td><td colspan="4">直径（mm）</td><td rowspan="2">面积（mm^2）</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>平均值</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">扩展不确定度：</td></tr>
<tr><td colspan="6">2 示值/N</td></tr>
<tr><td>校准点</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>平均值</td><td>示值相对误差/%</td><td>示值重复性相对误差/%</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">扩展不确定度：</td></tr>
</table>

附录 B

校准证书内页参考格式

证书编号:

<table>
<tr><td colspan="8">校准结果</td></tr>
<tr><td colspan="8">1 锭子接触面</td></tr>
<tr><td rowspan="2">校准点</td><td colspan="4">直径（mm）</td><td colspan="3" rowspan="2">面积（mm²）</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>平均值</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="8">扩展不确定度：</td></tr>
<tr><td colspan="8">2 示值/N</td></tr>
<tr><td>校准点</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>平均值</td><td colspan="2">示值
相对误差/%</td><td>示值重复性
相对误差/%</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">扩展不确定度：</td></tr>
<tr><td colspan="8">备注：</td></tr>
</table>

附录 C

涂层附着力测试仪

示值误差的测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 评定依据

本规范。

C.1.2 测量标准

标准测力仪：测量范围（0~10）kN，准确度等级 0.1 级。

C.1.3 被测对象

涂层附着力测试仪。

C.1.4 测量方法

将锭子与标准测力仪进行连接，将标准测力仪与锭子垂直放置。设置涂层附着力测试仪的拉拔力值，从最小使用力值开始至最大力值，最少选择三个点。通过涂层附着力测试仪控制进行加载，重复测量3次，计算平均值。

C.2 测量模型

涂层附着力测试仪示值误差的测量模型为见公式（C.1）。

$$\Delta F = F_i - \overline{F} \tag{C.1}$$

式中：

ΔF —被校涂层附着力测试仪的示值误差，N；

F_i —被校涂层附着力测试仪力值标称值，N；

$\overline{F}$ —标准测力仪指示的多次测量值的算术平均值，N。

该模型的灵敏系数c_1、c_2见公式（C.2）、（C.3）。

$$c_1 = \frac{\partial \Delta F}{\partial F_{\mathrm{i}}} = 1 \tag{C.2}$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta F}{\partial \overline{F}} = -1 \tag{C.3}$$

C.3 测量不确定度的来源

根据测量模型，涂层附着力测试仪示值误差的测量不确定度来源主要是：

1）测量重复性引入的标准不确定度u_1；

2）分辨力引入的标准不确定度u_2；

3）标准测力仪精度引入的标准不确定度u_3。

C.4 测量不确定评定

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度u_1

选择被校对象涂层附着力测试仪量程为70MPa，选取锭子直径为10mm，连续测量10次，得到测量列见表C.1。

表C.1 测量列

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值（N）	5351	5376	5351	5376	5376	5351	5376	5373	5373	5375

由表C.1计算得出，平均值为：

$$\overline{F}=5368\ \mathrm{N}$$

标准偏差为：

$$s（n）=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}=11.7\ \mathrm{N}$$

根据6.2.2得知，每次校准均对涂层附着力测试仪进行3次测量，取n=3，则

$$u_1=\frac{\mathrm{s}}{\sqrt{n}}=\frac{11.7}{\sqrt{3}}=6.8\mathrm{N}$$

C.4.2 分辨力引入的标准不确定度u_2

已知涂层附着力测试仪分辨力为0.1N，则其区间半宽a=0.1/2，假设为均匀分布，取$k=\sqrt{3}$，则

$$u_2=\frac{a}{k}=\frac{0.1}{2\sqrt{3}}=0.029\mathrm{N}$$

C.4.3 标准测力仪精度引入的标准不确定度u_3

输入量$u(\overline{F})$的标准不确定度主要由标准测力仪的精度引入，根据标准测力仪的检定证

书可知，该标准测力仪校准精度为0.1级，即全量程误差范围均满足±0.1%。则5kN校准点的区间半宽a=0.1%，假设为均匀分布，取$k=\sqrt{3}$，则

$$u_3=\frac{a}{k}=\frac{0.1\%}{\sqrt{3}}\times 5000N=2.9\text{N}$$

C.5 合成标准不确定度

考虑到$u\left(F_{\text{分辨力}}\right)<u(F)$，因此不考虑分辨力引入的标准不确定度，即

$$u_2=0$$

以上两个分量F和$\overline{F}$相互独立，相关系数为0，所以：

$$u_{\text{c}}=\sqrt{\text{c}_1^2{u_1}^2+\text{c}_2^2{u_3}^2}=7.4\text{N} \qquad \text{（C.4）}$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子$k=2$，扩展不确定度为：

$$U=k\cdot u_c=2\times 7.4=14.8\text{N} \qquad (k=2)$$

$$U_{\text{rel}}=\frac{14.8}{5000}\times 100\%=0.30\% \qquad (k=2)$$