

ICS 25.160.50

CCS J 33



CWA

团 体 标 准

T/CWAN 0203—2026

钎涂层耐磨性能检验检测方法

Test method for wear resistance of brazecoating layer

2026-03-26 发布

2026-04-01 实施

中国焊接协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	1
4 原理	3
5 试验设备及仪器	3
6 试样	5
7 试验条件	7
8 试验结果处理	7
9 检测报告	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。

本文件由中国焊接协会提出并归口。

本文件起草单位：中国机械总院集团郑州机械研究所有限公司、河南省科学院材料研究所、中国机械总院集团宁波智能机床研究院有限公司、浙江亚通新材料股份有限公司、哈工大郑州研究院、南昌航空大学、中信重工机械股份有限公司、西安交通大学、西北工业大学、宁波中机松兰刀具科技有限公司、中国机械总院集团哈尔滨焊接研究所有限公司、北京科技大学、北京星航机电装备有限公司、中国船舶集团有限公司第七一三研究所、华北水利水电大学、杭州奥拓机电股份有限公司、河南工程学院、天津大学、北部湾大学、聚力新材料科技（日照）有限公司、中焊科技发展（哈尔滨）有限公司、天津市特种设备监督检验技术研究院。

本文件主要起草人：张冠星、龙飞、王鑫华、张雷、刘梅军、李培艳、吴奇隆、尤明珠、郑莉芳、刘平、武汉琦、李辉、陈玉华、李宇佳、路全彬、闫博、郭鹏、靳东、王水庆、王星星、石磊、王胜威、高雅、刘晨曦、邓军林、李大磊、武鹏博、马青军、牛董山钰、黄雅馨。

钎涂层耐磨性能检验检测方法

1 范围

本文件规定了钎涂层滚动磨损、滑动磨损、磨粒磨损、冲击磨粒磨损及触土磨损的耐磨性检测方法，包括试验原理、设备、试样、试验方法、结果计算及试验报告。

本文件适用于钎涂层耐磨性能检验检测。

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 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

GB/T 5478 塑料 滚动磨损试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 12444 金属材料 磨损试验方法 试环-试块滑动磨损试验

GB/T 17754 摩擦学术语

JB/T 7705 松散磨粒磨料磨损试验方法 橡胶轮法

YB/T 6178 金属材料 磨损试验 销-盘摩擦磨损方法

T/CFA 010604 钢铁材料冲击磨料磨损试验方法

3 术语与定义

GB/T 17754界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钎涂层 brazecoating layer

一种将低熔点钎料、钎剂、保护剂、粘结剂和高熔点功能颗粒材料与母材同时加热，借助钎焊机制使功能颗粒有序固化在母材或构件表层，形成颗粒附着层。

3.2

钎涂试样 brazecoating specimen

采用规定的钎涂工艺，在选定的母材表面制备出钎涂层的试件，在该试件中制取的尺寸、形状及表面状态满足后续钎涂层性能检测等试验要求的检测试样。

3.3

磨料 abrasive

在磨损试验中，与钎涂层表面直接或间接接触并发生相对运动的硬质颗粒或介质，其硬度通常高于或接近被测钎涂层，通过微切削、犁削、挤压或冲击等机制，引起钎涂层表面磨损或失效。

3.4

砂土 sandy soil

在磨损试验中采用的天然或人工配制的颗粒状土壤介质，其固体颗粒可由砂粒、粉粒和黏粒组成，用于模拟材料在实际土壤或地表介质中的磨损工况。

3.5

滑动磨损 sliding wear

在法向载荷作用下，两个接触表面发生连续相对滑动时，由于黏着、微切削或犁削作用，使材料表面逐渐发生损耗的磨损形式。

3.6

滚动磨损 rolling wear

在载荷作用下，接触体之间以滚动为主的相对运动过程中，由表面接触应力、局部滑移或表面疲劳引起材料逐渐损耗的磨损形式。

3.7

磨粒磨损 abrasive wear

在载荷作用下，硬质磨粒或硬质粗糙峰与材料表面发生相对运动，磨粒对表面产生切削、犁削或压陷作用，导致材料逐渐损耗的磨损形式。

3.8

冲击磨料磨损 impact wear

在冲击载荷作用下，磨料对材料表面产生撞击、切削、挤压等复合作用，进而导致材料表面发生塑性变形、微切削、疲劳剥落或脆性断裂的现象。

3.9

触土磨损 soil-contact wear

在载荷作用下，由砂土中磨粒、黏土及水分等共同作用，引起切削、犁削、冲击和疲劳等复合作用，从而导致材料损耗的磨损形式。

3.10

迎土面 leading soil-contact surface

在触土磨损试验中，钎涂层试样沿相对运动方向首先与砂土介质接触并直接承受磨损作用的表面。

3.11

迎土面弦线 leading soil-contact edge chord

在触土磨损试验中,连接钎涂层迎土面与试样长度方向两侧边缘相交形成的两个角点的直线,用于表征迎土面方向,并作为确定钎涂试样安装夹角的几何基准。

4 试验原理

4.1 滑动磨损试验

采用试块-试环进行滑动磨损试验时,试块与规定转速的试环相接触,并承受一定试验力,经规定转数后,测量磨损量,用磨痕宽度计算试块的体积磨损,用称重法测定试块的质量磨损。采用销-盘进行滑动磨损试验时,销和盘垂直接触,在规定温度下,使销承受一定试验力以一定转速绕盘中心主轴线旋转,从而引起销和盘间滑动摩擦磨损。经规定转数或滑动距离后,测量并计算销和盘的体积磨损或重量损失。试验中连续测量摩擦力和试验力,计算摩擦系数。

4.2 滚动磨损试验

在规定的滚轮上施加定量的负荷并使其与钎涂试样钎涂层接触,试样经过规定次数的摩擦后,产生磨损,计算体积磨损和质量磨损。

4.3 磨粒磨损试验

将钎涂试样的钎涂层以规定的载荷紧压在匀速旋转的橡胶轮轮缘的圆柱面上。同时将粒形、粒度及其组成符合规定的磨料引入到试样/橡胶轮之间,通过橡胶轮的旋转曳带磨料与试样试验面产生相对运动造成试样磨损。经过一定的摩擦行程后,测量试样的质量磨损。

4.4 冲击磨料磨损试验

冲击磨料磨损包括上试样、下试样和磨料,将规定几何形状的磨损下试样置于上试样下方,上试样做往复自由落体运动,从而实现冲击载荷。同时下试样钎涂层与上试样钎涂层接触面相对滑动,上、下试样钎涂层接触面组合成摩擦副。将一定粒度的规定磨料可控流量地落到摩擦副磨损上下试样之间,实现冲击磨料磨损。在规定的试验时间内测定上试样和(或)下试样的质量磨损。

4.5 触土磨损试验

试验设备的工作主轴带动钎涂试验件以一定速度回转,使砂土与试验件钎涂层产生相对运动,经过一定时间的相互作用后,观察试验件的磨损部位,测量试验件的质量磨损,用于检测钎涂层的耐磨性。

5 试验设备及仪器

5.1 滑动磨损试验机

采用试块-试环进行滑动磨损试验时，应采用符合GB/T 12444要求的滑动磨损试验机。采用销-盘进行滑动磨损试验时应采用符合YB/T 6178要求的滑动磨损试验机。

5.2 滚动磨损试验机

应采用符合GB/T 5478相关要求的滚动磨损试验机。

5.3 磨粒磨损试验机

应采用符合JB/T 7705要求的磨粒磨损试验机。

5.4 冲击磨料磨损试验机

应采用符合T/CFA 010604要求的冲击磨料磨损试验机。

5.5 触土磨损试验装置

5.5.1 触土磨损试验装置可采用以下两种结构形式，其示意图分别见图1和图2：

a) 间歇式触土磨损试验装置：将钎涂试样装夹于旋转主轴，试样随主轴旋转过程中，仅在旋转至下方时与砂土接触磨损；

b) 连续式触土磨损试验装置：将钎涂试样完全埋入砂土介质中，试样随主轴旋转的全过程均与砂土接触磨损。

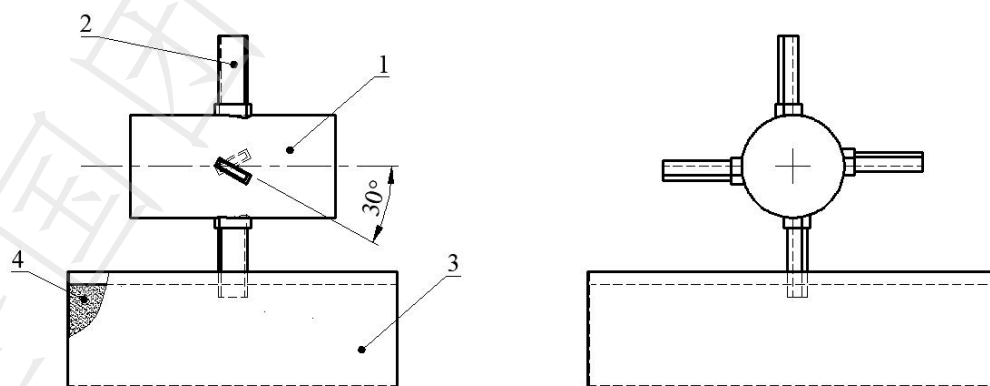
也可采用等效功能的试验装置，其技术参数应符合本条款5.5.2~5.5.5的要求。

5.5.2 试验设备应具有足够的方便钎涂试样与砂土装卸的空间。

5.5.3 试样径向圆跳动应不大于1 mm。

5.5.4 试样轴向位移应不大于1 mm。

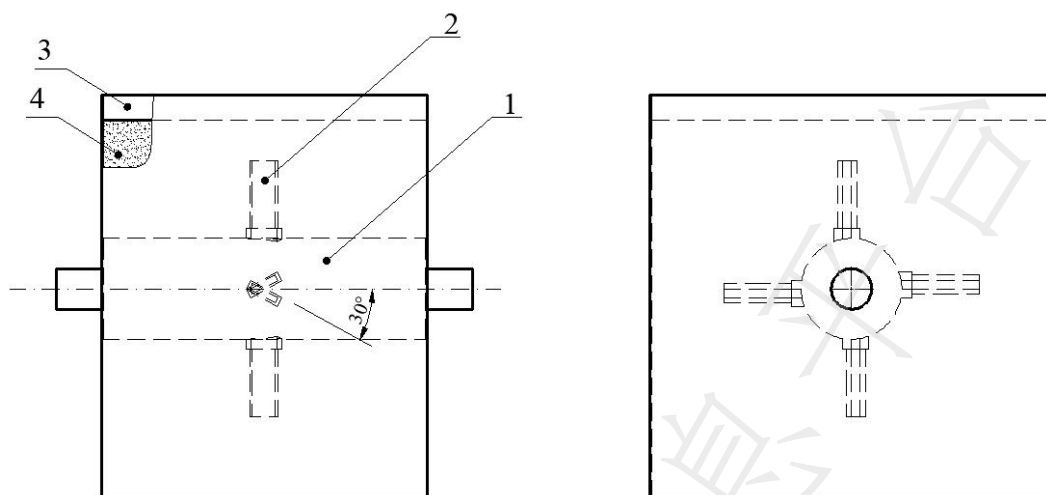
5.5.5 主轴的转速一般在5 r/min~500 r/min 范围内，准确度： $\pm 1\%$ 。



标引序号说明：

- 1——旋转主轴；
- 2——钎涂试样；
- 3——砂土箱
- 4——砂土

图1 间歇式触土磨损试验装置示意图



标引序号说明:

- 1——旋转主轴;
- 2——钎涂试样;
- 3——砂土;
- 4——砂土箱。

图2 连续式触土磨损试验装置示意图

5.6 天平和量具

5.6.1 电子天平量程应满足试验件最大质量，精度应不低于 0.01 g；

5.6.2 测量试样尺寸及磨痕宽度的量具感量应不大于 0.02 mm。

6 试样

6.1 试样一般要求

钎涂层应按照规定工艺进行制备，涂层应与施工产品保持一致，一般无外观缺欠，且涂层应均匀致密，具有足够的附着力符合实验要求。但试验目的就是研究有上述缺欠的钎涂层的情况例外。

6.2 滑动磨损试样要求

采用试块-试环进行滑动磨损试验时，钎涂试样尺寸及制备应按照GB/T 12444的规定进行，钎涂层应作为发生相对运动的面，其表面应光滑且平整，表面粗糙度Ra值应控制在0.1 μm至1.6 μm之间，以确保试验的稳定性和准确性。采用销-盘进行滑动磨损试验时，钎涂试样尺寸应符合YB/T 6178的相关规定。

6.3 滚动磨损试样要求

钎涂试样尺寸及制备应按照GB/T 5478的规定进行，钎涂层作为与磨轮接触发生相对运动的面。

6.4 磨粒磨损试样要求

钎涂试样的形状、尺寸可根据试验的需要适当变化，但应保证不影响完整显露试验所产生的磨痕和试样在夹具中安放、定位。试样表面平面度允差125 μm。试样的试验面应经过磨削(湿磨)加工至表面粗糙度Ra不大于0.8 μm。磨削方向应平行于试验时试样的摩擦方向。

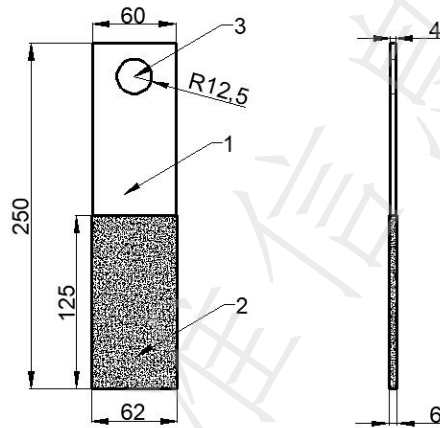
6.5 冲击磨料磨损试样要求

钎涂试样尺寸及制备应按照T/CFA 010604的规定进行，钎涂层作为与磨料接触发生相对运动的面。

6.6 触土磨损试样要求

当采用间歇式触土磨损试验装置时，本文件推荐使用如图3形式的钎涂试样；当采用连续式触土磨损试验装置时，本文件推荐使用如图4形式的钎涂试样。钎涂试样的形状与尺寸可依据试验需求合理调整，但需确保试验过程中产生磨痕的区域完全被钎涂层覆盖。

单位为mm

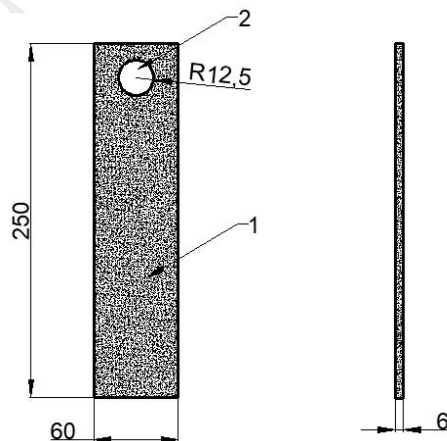


标引序号说明：

- 1——母材；
- 2——钎涂层；
- 3——安装固定孔。

图3 间歇式触土磨损试验钎涂试样尺寸

单位为mm



标引序号说明：

- 1——钎涂层；
- 2——安装固定孔。

图4 连续式触土磨损试验钎涂试样尺寸

7 试验条件

7.1 滑动磨损检测方法

采用试块-试环进行滑动磨损试验时，钎涂层滑动磨损耐磨性检测按GB/T 12444的规定执行，磨痕不得出现在钎涂试样母材区域。采用销-盘进行滑动磨损试验时，钎涂层滚动磨损耐磨性检测按YB/T 6178的规定执行，磨痕不得出现在钎涂试样母材区域。

7.2 滚动磨损检测方法

钎涂层滚动磨损耐磨性检测按GB/T 5478的规定执行，磨痕不得出现在钎涂试样母材区域。

7.3 磨粒磨损检测方法

钎涂层磨粒磨损耐磨性检测按JB/T 7705的规定执行，磨痕不得出现在钎涂试样母材区域。

7.4 冲击磨料磨损检测方法

钎涂层冲击磨料磨损耐磨性检测按T/CFA 010604的规定执行，磨痕不得出现在钎涂试样母材区域。

7.5 触土磨损检测方法

7.5.1 砂土类型、粒径等参数应与实际工况一致；

7.5.2 将钎涂样品牢固地安装在试验机主轴及夹具上，钎涂样品旋转半径推荐 30 cm；

7.5.3 采用间歇式触土磨损装置时，钎涂层最大入土深度 10 cm，采用连续式触土磨损装置时，钎涂试样最小埋深不得低于 5 cm；

7.5.4 钎涂层迎土面弦线与旋转主轴轴线方向的夹角为 30°；

7.5.5 磨痕不得出现在钎涂试样母材区域。

8 试验结果处理

8.1 滑动磨损试验结果处理

采用试块-试环进行滑动磨损试验时，钎涂层滑动磨损试验结果处理按GB/T 12444的规定执行。采用销-盘进行滑动磨损试验时，钎涂层滑动磨损试验结果处理按YB/T 6178的规定执行。

8.2 滚动磨损试验结果处理

钎涂层滚动磨损试验结果处理按GB/T 5478的规定执行。

8.3 磨粒磨损试验结果处理

钎涂层磨粒磨损试验结果处理按JB/T 7705的规定执行。

8.4 冲击磨料磨损试验结果处理

钎涂层冲击磨料磨损耐磨性检测按T/CFA 010604的规定执行。

8.5 触土磨损试验结果处理

8.5.1 触土磨损试验计算结果按 GB/T 8170 的规则修约，计算结果保留 2 位小数。

8.5.2 单次试验，单个试验件的质量损失量按式（1）计算。

$$M_j = \frac{m_i - m_j}{t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M_j ——单次试验后钎涂样品单位时间的磨损量，单位为克每小时（g/h）；

m_i ——试验前钎涂样品的重量，单位为克（g）；

m_j ——试验后钎涂样品的重量，单位为克（g）。

计算平均磨损量前，应按GB/T 4883的规定剔除异常极值，确保至少获得 4 个试验件的平均磨损损失量有效数据，以 4 个钎涂样品的质量损失量的算数平均值计算，如式（2）所示：

$$\bar{M} = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^4 M_j \dots\dots\dots (2)$$

式中：

\bar{M} ——试验件的平均磨损损失量，单位为克每小时（g/h）。

9 检测报告

试验报告中应至少包括下列内容：

- a) 磨损试验类型；
- b) 试验设备名称及型号；
- c) 试验件种类、材料、数量等；
- d) 试验参数；
- e) 试验件钎涂层磨损量。