



中华人民共和国国家标准

GB/T 12967.1—2008
代替 GB/T 12967.1—1991

铝及铝合金阳极氧化膜检测方法 第 1 部分：用喷磨试验仪测定 阳极氧化膜的平均耐磨性

Test methods for anodic oxidation coatings of aluminium and aluminium alloys—
Part 1: Measurement of mean specific abrasion resistance of
anodic oxidation coatings with an abrasive jet test apparatus

(ISO 8252:1987, Anodized aluminium and aluminium alloys—
Measurement of mean specific abrasion resistance of anodic
oxidation coatings with an abrasive jet test apparatus, MOD)

2008-06-09 发布

2008-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

GB/T 12967《铝及铝合金阳极氧化膜检测方法》分为 7 个部分：

- 第 1 部分：用喷磨试验仪测定阳极氧化膜的平均耐磨性；
- 第 2 部分：用轮式磨损试验仪测定阳极氧化膜的耐磨性和磨损系数；
- 第 3 部分：氧化膜的铜加速乙酸盐雾试验(CASS 试验)；
- 第 4 部分：着色阳极氧化膜耐紫外光性能的测定；
- 第 5 部分：用变形法评定阳极氧化膜的抗破裂性；
- 第 6 部分：目视观察法检验着色阳极氧化膜色差和外观质量；
- 第 7 部分：用落砂试验仪测定阳极氧化膜的耐磨性。

本部分为 GB/T 12967 的第 1 部分。

本部分根据 EN 12373-10:1999《铝及铝合金阳极氧化—阳极氧化膜平均耐磨性的测定—喷磨试验仪法》，修改采用 ISO 8252:1987《铝及铝合金阳极氧化—用喷磨试验仪测定阳极氧化膜的平均耐磨性》(英文版)，并根据 ISO 8252:1987 重新起草。为了方便比较，在资料性附录 D 中列出了本部分章条和对应的国际标准章条的对照一览表。

本部分在采用 ISO 8252:1987 时进行了修改。这些技术差异用垂直单线标识在它们所涉及的条款的页边空白处。主要技术差异如下：

- 将第 1 章“范围”和第 2 章“适用范围”合并为“范围”，并删除了其中关于“轮磨试验法”的阐述；
- 在 1.3 中增加“万用表”；
- 在 5.2.1 中指定磨料的粒度为 GB/T 2481.1—1998 中规定的 F100；
- 在 5.2.2 中增加“干燥时间至少为 2 h”；
- 在 5.2.2 中将“可选用筛孔公称尺寸为 180 μm 或 300 μm 的筛子”更改为“可选用筛孔公称尺寸为 300 μm 的筛子，筛下磨料重复使用。”；
- 在 6.2“试样”中增加“冷封孔的试样，应放置 24 h 以后方可试验。中温封孔的试样，放置时间可由供需双方协商决定。”；
- 在第 9 章“试验报告”中，增加了“试验日期”；
- 在 B.4.2.4 中将“可借助低压连续探头来证实。”更改为“可借助万用表来证实。”；
- 在附录 C 中增加了“C.1 范围”和“C.2 方法概要”；
- 将附录 C 中的阳极氧化温度偏差范围修改为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

本部分代替 GB/T 12967.1—1991《铝及铝合金阳极氧化 用喷磨试验仪测定阳极氧化膜的平均耐磨性》。

本部分与 GB/T 12967.1—1991 相比，主要变化如下：

- 删除了引言部分；
- 删除了第 1 章中关于“轮磨试验法”的阐述；
- 在 1.3 中增加“万用表”；
- 在第 2 章中增加了对 GB/T 2481.1 和 GB/T 8005.3 的引用；
- 根据 ISO 8252:1987，删除了第 3 章中关于“分层检验”的叙述，并将相关内容并入到第 1 章中；
- 根据 EN 12373-10:1999，调整了第 4 章的结构；
- 根据 ISO 8252:1987，对第 5 章的结构进行了重新调整；
- 在 5.2.1 中指定磨料的粒度为 GB/T 2481.1—1998 中规定的 F100；

- 在 5.2.2 中增加“干燥时间至少为 2 h”；
- 在 5.2.2 中将“可选用筛孔公称尺寸为 180 μm 或 300 μm 的筛子”更改为“可选用筛孔公称尺寸为 300 μm 的筛子,筛下磨料重复使用。”；
- 在 6.2“试样”中增加“冷封孔的试样,应放置 24 h 以后方可试验。中温封孔的试样,放置时间可由供需双方协商决定。”；
- 在 7.2“平均耐磨性”中增加“应为不少于三次测定结果的平均值”；
- 在第 9 章“试验报告”中,增加了“试验日期”；
- 根据 EN 12373-10:1999,调整了附录 C 的结构；
- 在 B.4.2.4 中将“可借助低压连续探头来证实。”更改为“可借助万用表来证实。”；
- 在附录 C 中增加了“C.1 范围”和“C.2 方法概要”；
- 将附录 C 中的阳极氧化温度偏差范围修改为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

本部分的附录 C 是规范性附录,附录 A、附录 B、附录 D 是资料性附录。

本部分由中国有色金属工业协会提出。

本部分由全国有色金属标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位:国家有色金属质量监督检验中心、广东兴发铝业有限公司、广东坚美铝型材厂有限公司、佛山市新合铝业有限公司、苏州罗普斯金铝业有限公司。

本部分参加起草单位:福建省南平铝业有限公司、华南有色金属质量监督检验中心、福建省闽发铝业股份有限公司、佛山市南海华豪铝型材有限公司、广东豪美铝业有限公司。

本部分主要起草人:纪红、陈文泗、何耀祖、戴悦星、曹贵水、颜廷柱、陈礼华、李扬、陈素妹、蓝安英、周春荣。

本部分所代替的历次版本发布情况为:

- GB/T 12967.1—1991。

铝及铝合金阳极氧化膜检测方法

第1部分:用喷磨试验仪测定 阳极氧化膜的平均耐磨性

1 范围

1.1 本部分规定了使用喷磨试验仪测定铝及铝合金阳极氧化膜的平均耐磨性并与标准试样、协议参比试样的耐磨性进行比较的试验方法。

1.2 本部分适用于膜厚不小于 5 μm 的铝及铝合金阳极氧化膜的检验,尤其适用于检验区直径约为 2 mm 的小试样和表面不平的试样。

1.3 使用设计合理的喷磨试验仪、涡流测厚仪和万用表,可以进行分层检验,反映耐磨性沿膜厚方向变化的情况(参见附录 B)。

1.4 由于不同批次的磨料会使试验结果产生一定的误差,所以本试验只是一种相对的检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2481.1—1998 固结磨具用磨料 粒度组成的检测和标记 第1部分:粗磨粒 F4~F220

GB/T 4957 非磁性基体金属上非导电覆盖层 覆盖层厚度测量 涡流法(GB/T 4957—2003, ISO 2360:1982, IDT)

GB/T 8005.3 铝及铝合金术语 第3部分:表面处理术语(GB/T 8005.3—2008, ISO 7583:1986, Anodizing of aluminium and its alloys—vocabulary trilingual edition, MOD)

3 术语、定义

GB/T 8005.3 确立的以及下列术语、定义适用于本部分。

3.1

试样 test specimen

待检验的样品。

3.2

标准试样 standard test specimen

按附录 C 所给条件制备的样品。

3.3

协议参比试样 agreed reference specimen

按供需双方所认可的条件制备的样品。

4 方法原理

在严格控制的条件下,由干燥的空气流或惰性气体将干燥的碳化硅颗粒喷射在试样一个小的检验区上,一直到裸露出金属基体为止。氧化膜的平均耐磨性可用喷磨时间或喷磨所用的碳化硅质量来表示。检验结果应和标准试样(附录 C)或协议参比试样的结果相比较。

5 装置

5.1 喷磨试验仪(参见图 A.1~图 A.3)

5.1.1 喷磨装置

5.1.1.1 喷磨装置由玻璃、黄铜、不锈钢或其他的硬质材料制成。它主要由两个管子组成,管子之间为同轴固定。外管与净化干燥的压缩空气或惰性气体发生器相通,所供气体由控制阀严格控制其流速。干燥磨料通过内管在出口端与空气混合后,直接喷射在阳极氧化膜试样的表面上。

5.1.1.2 对于喷磨试验仪的结构无严格的规定,只要在连续多次的试验中应有较好的重现性,并且测量准确。

5.1.1.3 有些喷磨试验仪的结构虽然设计合理,但是在实际应用中,运用这些设计却难以生产出一批能产生相同试验结果,不随某些因素影响而产生误差的喷磨试验仪。推荐使用附录 A 中所的设计方案。

5.1.2 试样支架

5.1.2.1 试样支架为一个倾斜式平台,试样固定在平台上。试样面通常与喷嘴的轴线成 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 角。喷嘴的轴线通常为竖直方向。

5.1.2.2 角度不同,其喷磨作用也不同。角度越大,其椭圆形的检验区越小,磨损越快,最终的检验点越明显。

5.1.3 空气或惰性气体供应

5.1.3.1 外管所需要的空气或惰性气体,通常是由空气压缩机或贮气瓶提供。送气量由仪器附近的调节阀、流量计或压力计来精确地控制。

5.1.3.2 压缩空气或惰性气体应为干燥的或低湿度的。可用将压缩空气通过一个容器使水汽凝聚的方法产生低湿度的空气,也可用将压缩空气或惰性气体通入置有硅胶的管子,来产生干燥的气体。

注:实际应用中,压缩空气或惰性气体的常用流速为 $40\text{ L/min}\sim 70\text{ L/min}$,常用压强约为 15 kPa 。在喷磨试验仪使用期间,一旦选定压缩空气或惰性气体的流速,应在整个试验期间内尽可能保持该流速恒定。

5.1.4 供料漏斗

供料漏斗用于储存磨料,并能以 $(20\text{ g/min}\sim 30\text{ g/min})\pm 1\text{ g/min}$ 的速度供料。

5.2 磨料

5.2.1 喷磨试验仪(5.1)所用的磨料,采用碳化硅颗粒。磨料的合适粒度为 GB/T 2481.1—1998 中规定的 F100。

5.2.2 磨料应无潮气,在使用之前应放在平底托盘中,于 105°C 下进行干燥,干燥时间至少为 2 h 。然后进行粗筛(可选用筛孔公称尺寸为 $300\text{ }\mu\text{m}$ 的筛子,筛下磨料重复使用。),以保证磨料中没有大的颗粒或条状物等杂质。干燥后的磨料应储存在干净的密封容器中,它可以重复使用 50 次,但每次使用之前应再次干燥和粗筛,然后使用。

5.2.3 环境湿度对试验结果无太大影响,但如果使用没有干燥过的磨料,则它将对试验结果产生较大的影响。

5.3 计时器

计时器可根据需要来选择。

6 试验步骤

6.1 标准试样

按附录 C 的条件制备的试样。

6.2 试样

根据需要和可能,切取大小适宜的待检试样,但不能损坏试样的检验表面。冷封孔的试样,应放置 24 h 以后方可试验。中温封孔的试样,放置时间可由供需双方协商决定。

6.3 仪器校正

6.3.1 选好标准试样(6.1)的待磨损面并作上标记。按 GB/T 4957 规定的方法,用涡流测厚仪精确地测量每个检验面上的阳极氧化膜厚度。

6.3.2 将标准试样(6.1)固定在试样支架(5.1.2)上,其受检面与喷嘴相对,并与喷嘴轴呈正确角度(参见 5.1.2.1)。

6.3.3 试验时,在供料漏斗(5.1.4)中加入足够量的磨料(5.2)。如果耐磨性能是按磨料(5.2)用量来测量,则应称量供料漏斗(5.1.4)中的磨料(5.2)质量,精确到 1 g。

6.3.4 把气体的流速或压强调整至选定值,并且在每次检验过程中,自始至终保持在这一选定值。

注:对于标准试样和测试试样,其压缩空气或惰性气体流速都应调整到合适的磨损速率。最佳的流速或压强可由仪器制造厂提供。但对于硬质阳极氧化膜、软膜、薄膜,其上述参数则有所不同。

6.3.5 磨料(5.2)的流动和计时应同时进行,在整个检验周期内,应保证磨料喷射自如。

6.3.6 在目测条件下检验时应密切注意标准试样(6.1),当磨损面中心出现一个小黑点,并且黑点的直径扩大至 2 mm 时,应立即停止磨料(5.2)喷射和计时器(5.3),结束试验。

6.3.7 记录试验时间,用秒表示。如果需要,还应称量供料漏斗(5.1.4)中所剩磨料(5.2)的质量,精确到 1 g。

6.3.8 从两次称量(6.3.3 与 6.3.7)中,计算出穿透氧化膜时所用的磨料(5.2)质量,用克表示。

6.3.9 从上述过程(6.3.7 与 6.3.8)中得出标准试样的耐磨性参数(S),以秒或克表示。

6.3.10 在标准试样(6.1)的其他部分至少再进行两次测量(6.3.3 至 6.3.9)。

6.4 喷射流的校正

6.4.1 概述

在试验前必须用标准试样(6.1)按 6.3 条的规定对仪器进行校正,得到试验时所需要的喷磨系数(7.1)。

6.4.2 喷射流与磨损特性随时间的变化

当进行一系列的检验时,应按 6.3 条规定的步骤,每天检验 1~2 次,以便对喷射流或磨损特性随时间的变化进行校正。

6.4.3 喷嘴更换后的校正

喷嘴更换后,应按 6.3 条规定的步骤重新试验,以便对喷射流特性的变化进行校正。

6.5 测量

按 6.3 所规定的步骤,用试样(6.2)置换标准试样(6.1)后进行试验。

6.6 协议参比试样的使用

6.6.1 在某些情况下,例如,为了达到控制质量的目的,在试验中可以使用协议参比试样进行比较。

6.6.2 当需要并经供需双方同意后,可以用协议参比试样来替代标准试样(6.1),并按 6.3 规定的步骤进行试验。

7 结果表示

7.1 喷磨系数

喷磨系数(K)按公式(1)计算:

$$K = \frac{d_s}{S_s} \times 10 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

K ——喷磨系数,单位为微米每克($\mu\text{m/g}$)或微米每秒($\mu\text{m/s}$);

d_s ——标准试样上的检验面原始膜厚,单位为微米(μm);

S_s ——标准试样的耐磨性参数,单位为克(g)或秒(s)。

注:在规定的条件下,若已得出了所用仪器的喷磨系数后,当再用这台仪器进行试验时,试验数据乘以这个系数。

7.2 以标准试样为基准的平均耐磨性

如果喷磨试验是以标准试样(6.1)为基准,那么氧化膜表面某个部位的平均耐磨性(R)按公式(2)计算,式中所采用的试样(6.2)上的数据,应为不少于三次测定结果的平均值。

$$R = \frac{K \cdot S}{d} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

R ——以标准试样为基准的平均耐磨性,无量纲值;

S ——试样(6.2)的耐磨性参数(6.3.9),单位为克(g)或秒(s);

d ——试样(6.2)上的检验面原始膜厚,单位为微米(μm)。

注:平均耐磨性这个术语的含义是指阳极氧化膜的耐磨性沿厚度方向有可能发生变化,因此所测量的值应是整个膜厚的平均性能。它是一个无量纲比值,标准试样的平均耐磨性为10。

7.3 以协议参比试样为基准的平均耐磨性

如果喷磨试验是以协议参比试样为基准,那么氧化膜表面某个部位的平均耐磨性(R_x)按公式(3)计算,式中所采用的试样(6.2)和协议参比试样上的数据,应为不少于三次测定结果的平均值。

$$R_x = (S/d) \times (d_r/S_r) \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

R_x ——以协议参比试样为基准的平均耐磨性,无量纲值;

d_r ——协议参比试样检验面上的原始膜厚,单位为微米(μm);

S_r ——协议参比试样的耐磨性参数,单位为克(g)或秒(s)。

8 试验报告

试验报告至少应包括以下内容:

- a) 试样号;
- b) 本部分编号;
- c) 所用喷磨仪的型号,试验面和喷嘴之间的夹角;
- d) 磨料粒度,所用气体的流速或压强;
- e) 试验点的数量和位置;
- f) 以标准试样为基准的平均耐磨性(R)的计算值或以协议参比试样为基准的平均耐磨性(R_x)的计算值;
- g) 有关试验现象和检验面特性的说明;
- h) 试验日期。

附录 A
(资料性附录)
喷磨试验仪的设计

A.1 喷磨试验仪 1

A.1.1 图 A.1 为一种喷磨试验仪的基本结构和设计,但它未包括附件、试样和磨料收集箱。

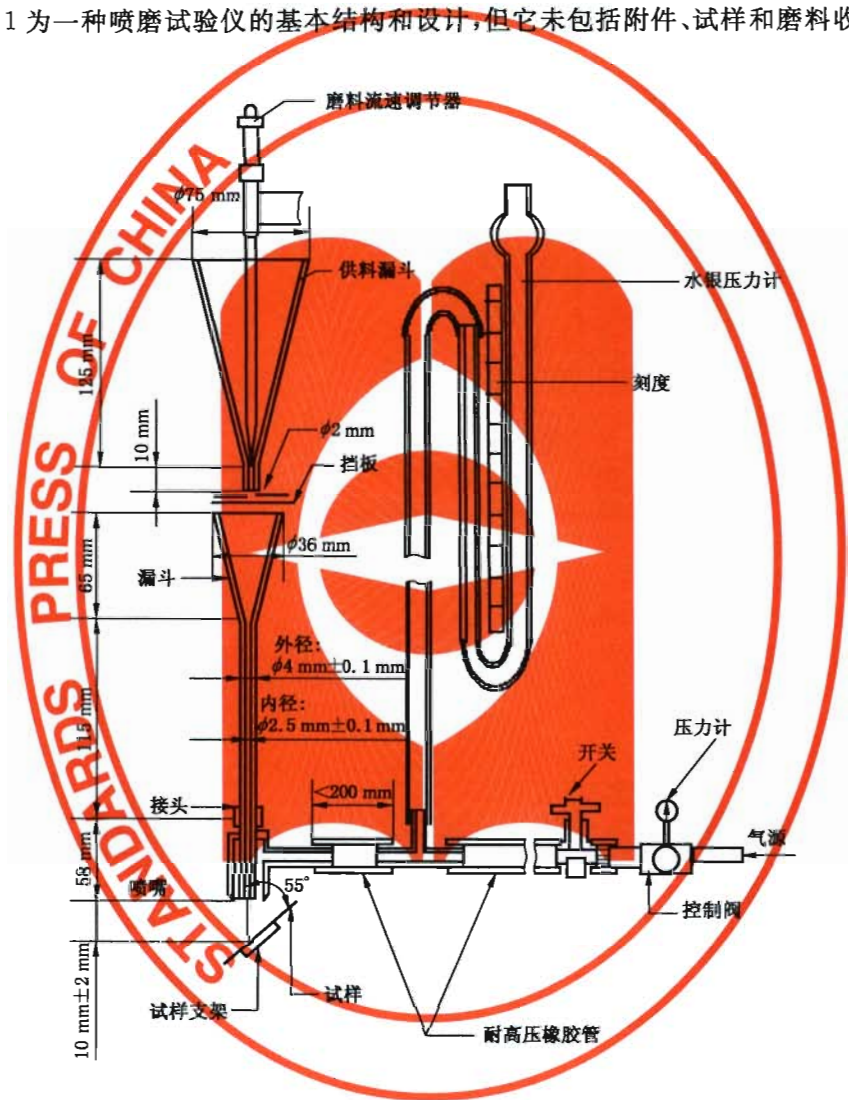


图 A.1 喷磨试验仪 1 的基本结构

A.1.2 图 A.2 为喷嘴的结构。喷嘴一般由黄铜或不锈钢制成,设计上要求喷嘴的耐磨性很强。当喷嘴与试样成 55° 角时,其磨速大,最终的喷磨点很明显。

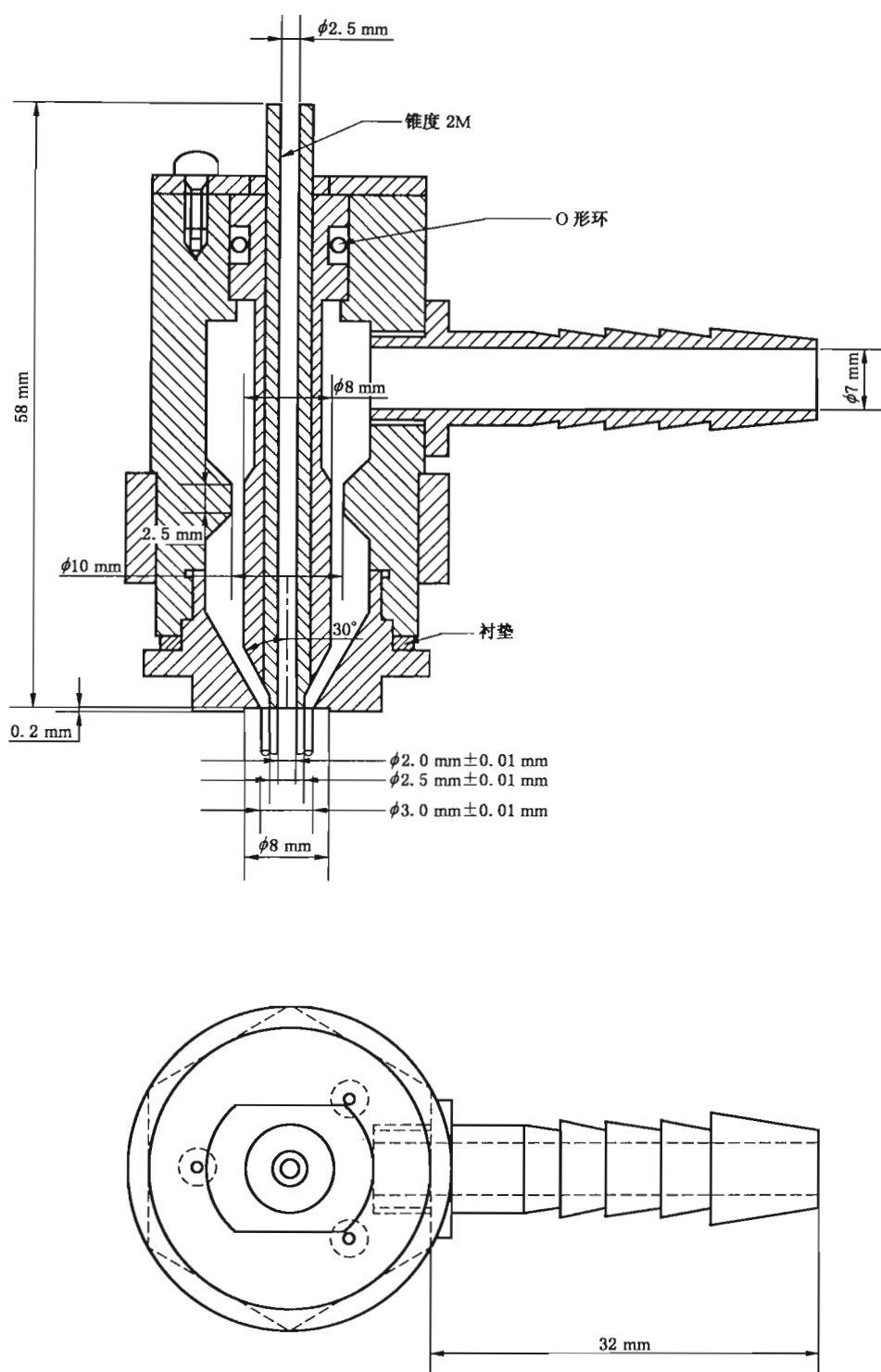


图 A.2 喷嘴的构造

A.2 噴磨試験機 2

A.2.1 图 A.3 为另一种比较令人满意的喷磨试验仪的基本结构和设计。制作材料可以任意选择。但是,建议外管(8.5 mm)应由玻璃制成。由于外管易损坏,会影响试验结果的准确性,因此,建议用可拆卸的金属环来固定,以便更换。

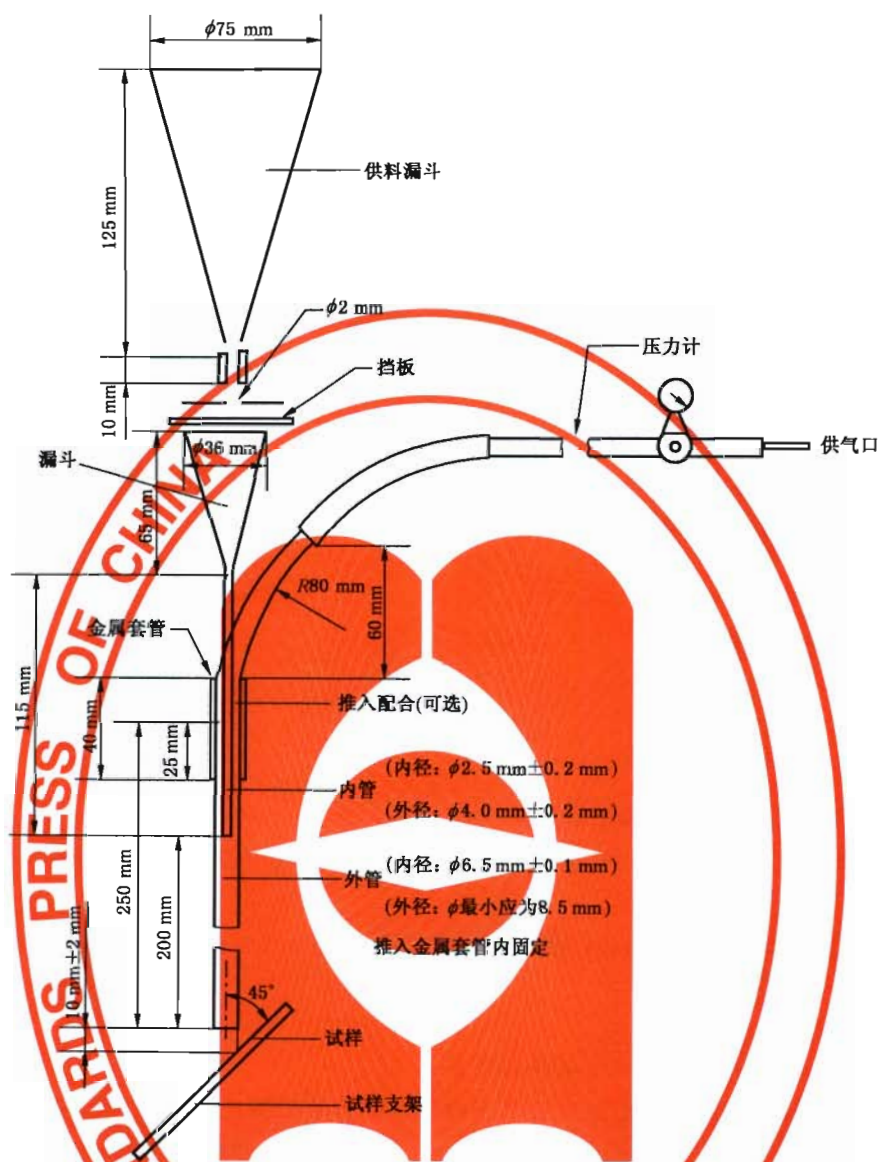


图 A.3 喷磨试验仪 2 的基本结构

A.2.2 试验期间,最终喷磨点明显。对于每一种空气流速,都应选用各自特定的玻璃管。试样与喷嘴间的夹角通常成 45°角,但在本标准中规定为 45°~55°角。

附录 B
(资料性附录)
耐磨性的分层检验法

B.1 范围

本附录规定了采用喷磨试验仪法测定铝及铝合金阳极氧化膜沿厚度方向上的各层间的耐磨性的方法。

B.2 原理

在一个试样的不同位置上进行一系列的不断增加喷磨时间的试验,最长的时间为氧化膜完全穿透为止(6.3.6)。然后计算氧化膜指定深度上的耐磨性。

B.3 仪器

采用第5章中所规定的仪器。

B.4 试验步骤

B.4.1 试样

B.4.1.1 所用试样的尺寸不小于70 mm×70 mm。

B.4.1.2 在试样表面上标出6~12个试验点的位置,试验点沿试样的长宽方向排列间距分别为10 mm和20 mm。

B.4.1.3 用涡流测厚仪,按GB/T 4957规定的方法,以直径小于1 mm的探头去精确地测量每个试验点的原始膜厚。

B.4.2 测量

B.4.2.1 将仪器(B.3)按6.3条和6.4条进行校正。

B.4.2.2 把试样(B.4.1)上的第一个试验点以正确的角度置于喷嘴之下,进行喷磨直到氧化膜刚好被磨穿为止。记下时间(T),然后把 T 除以剩下的试验点数,所得值为单位耐磨时间(t)。

B.4.2.3 以同样的步骤,以 t 的时间喷磨第二点,以 $2t$ 的时间喷磨第三点,依此类推直至各点都试验完毕。记录下各点喷磨所用的磨料(5.2)质量(m)。

B.4.2.4 所有给定的试验点都喷磨完毕后,取下试样(B.4.1),用软布擦净试验面,按GB/T 4957规定的方法,精确测量各个试验部位剩下的膜厚。确认膜厚是否为零时,可借助万用表来证实。

B.4.2.5 用标准试样(6.1)进行测试,计算喷磨系数(7.1)。

B.5 结果表示

B.5.1 对每个喷磨点计算磨掉的膜厚。

B.5.2 对每个喷磨点计算相应的磨损值($t \cdot K$ 或 $m \cdot K$)。

B.5.3 以被磨掉的膜厚为横坐标,以相应的磨损值为纵坐标绘制曲线,则曲线上各点的斜率为氧化膜该深度的耐磨特性。

注:本方法不适用于厚度小于5 μm 的氧化膜。曲线上低于该值的那一部分可以由接近的那一点处外推得到。但是外推得到的结果,往往与实验结果有一定的误差。

附 录 C
(规范性附录)
标准试样的制备

C.1 范围

本附录规定了通过阳极氧化处理来制备耐磨试验用标准试样的方法。

C.2 方法概要

将指定牌号和状态的铝板制成固定尺寸的试样,于规定的条件下,在硫酸水溶液中对试样进行阳极氧化,使试样表面生成厚度为 $20\ \mu\text{m} \pm 2\ \mu\text{m}$ 的阳极氧化膜。经过这种阳极氧化处理的试样即可作为耐磨试验用标准试样。

C.3 试样

试样选用 H14 状态的 1050A 抛光铝板或冷轧铝板,尺寸为 $140\ \text{mm} \times 70\ \text{mm}$,厚度在 $1.0\ \text{mm} \sim 1.6\ \text{mm}$ 之间。

C.4 制备过程

C.4.1 预处理

预处理只进行脱脂处理(允许采用轻微的碱浸蚀、电化学抛光或化学抛光)。

C.4.2 阳极氧化

C.4.2.1 用硫酸水溶液进行阳极氧化,溶液中游离硫酸浓度应保持在 $180\ \text{g/L} \pm 2\ \text{g/L}$,铝离子浓度应保持在 $5\ \text{g/L} \sim 10\ \text{g/L}$ 之间。

C.4.2.2 阳极氧化应在 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的温度下进行,电流密度应控制在 $1.5\ \text{A/dm}^2 \pm 0.1\ \text{A/dm}^2$,采用压缩空气进行搅拌,氧化时间为 45 min。

C.4.2.3 试样(C.3)在槽液中进行氧化时,应呈轴水平、竖直放置。阳极表面保持强烈搅拌,电流应稳定,波动不超过 5%。每次氧化的试样(C.3)不超过 20 块,电解液的体积为每个试样(C.3)不小于 10 L。

C.4.3 封孔

在每升含有 1 g 醋酸铵的去离子水中($\text{pH}5.5 \sim \text{pH}6.5$),于沸腾情况下封孔 60 min。

注:严格控制阳极氧化条件时,可以制取非常精确的试样,并且还具有较好的重现性。采用本附录 C 的规定,标准试样的相对偏差为 $\pm 10\%$ 。

附 录 D
(资料性附录)

本部分章条编号与 ISO 8252:1987 章条编号对照

表 D.1 本部分章条编号与 ISO 8252:1987 章条编号对照

本部分章条编号	对应的国际标准章条编号
—	0
1	1、2
2	3
3	5
4.1	4.3
4.2	4.1
4.3	4.2
5.1~5.3	6.1~6.3
6.1~6.6	7.1~7.6
7.1~7.3	8.1~8.3
8	9
—	A.1
A.1~A.2	A.2~A.3
B.1~B.5	B.1~B.5
C.1~C.2	—
C.3	AnnexC 的 1~5 段
C.4	AnnexC 的 6~22 段

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
铝及铝合金阳极氧化膜检测方法
第 1 部分：用喷磨试验仪测定
阳极氧化膜的平均耐磨性
GB/T 12967.1—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码：100045

网址 www.spc.net.cn

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

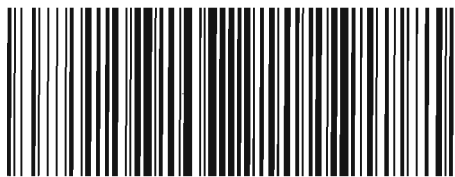
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 23 千字
2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月第一次印刷

*

书号：155066·1-32557 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话：(010)68533533



GB/T 12967.1—2008