

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 12967.1~12967.5—91

---

## 铝及铝合金阳极氧化

Anodizing of aluminium and aluminium alloys

1991-06-04 发布

1992-03-01 实施

---

国家技术监督局 发布

# 目 录

GB/T 12967.1—91	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	…… (1)
GB/T 12967.2—91	铝及铝合金阳极氧化	用轮式磨损试验仪测定阳极氧化膜的耐磨性和磨 损系数	…… (10)
GB/T 12967.3—91	铝及铝合金阳极氧化	氧化膜的铜加速醋酸盐雾试验(CASS 试验)	…… (16)
GB/T 12967.4—91	铝及铝合金阳极氧化	着色阳极氧化膜耐紫外光性能的测定	…… (20)
GB/T 12967.5—91	铝及铝合金阳极氧化	用变形法评定阳极氧化膜的抗破裂性	…… (23)

# 中华人民共和国国家标准

## 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

GB/T 12967.1-91

Anodizing of aluminium and aluminium alloys—Measurement of mean  
specific adrasion resistance of anodic oxidation coatings  
with an adrasive jet test apparatus

本标准等同采用国际标准 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》。

阳极氧化膜的耐磨性可以反映氧化膜的耐磨擦、耐磨损的潜在能力。它是阳极氧化膜的一个重要质量指标。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了一个用喷磨试验仪测定铝及铝合金阳极氧化膜的平均耐磨性和与标准试样、协议参比试样的耐磨性进行比较的试验方法。

本标准适用于膜厚不小于 5 μm 的所有氧化膜的检验,尤其适用于检验区直径为 2 mm 的小试样,表面不平的试样。

如果试样的检验面很平,建议选用轮式磨损法检验。当仪器的夹持装置能容下被检零件时,便可不必切取试样。当需要进行分层检验时,建议按轮式磨损法中的规定进行。

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 引用标准

GB 4957 非磁性金属基体上非导电覆盖层厚度测量 涡流方法

### 3 定义

应用本标准时使用下列定义。

- 3.1 标准试样 standard test specimen  
按附录 C 所给条件制备的试样。
- 3.2 协议参比试样 agreed reference specimen  
按供需双方所认可的条件制备的试样。
- 3.3 试样 test specimen  
待检验的样品。

### 4 原理

在严格控制的条件下,由干燥的空气流或惰性气体流将干燥的碳化硅颗粒喷射在试样的一个小的检验区上,一直到裸露出金属基体为止。氧化膜的耐磨性可用喷磨时间或喷磨所用的碳化硅重量来表示。检验结果应和标准试样(见附录 C)或协议参比试样的结果相比较。

国家技术监督局 1991-06-04 批准

1992-03-01 实施

当选用一种合适的喷磨仪,并配有小探头的涡流仪时,逐渐增加各个点上的喷磨时间,便可进行分层检验(见附录 B)。

## 5 装置

### 5.1 喷磨试验仪(见图 A1~A3)

5.1.1 试验仪由玻璃、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。干燥磨粉通过内管在出口端与空气混合后,直接喷射在阳极氧化试样的表面上。

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

5.1.3 某些喷磨试验仪的结构虽然设计的合理,但是在实际生产中,要想生产一批能给出同样的试验结果,不随某些因素的影响而产生误差的喷磨装置是困难的。附录 A 中所推荐的设计方案,实践证明是令人满意的。

### 5.2 试样支座

5.2.1 该支座为一个倾斜式平台,试样牢牢地固定在平台上。试样面通常与喷嘴的轴线成  $45^\circ \sim 55^\circ$  夹角。

5.2.2 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。

### 5.3 空气或惰性气体

5.3.1 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。送气量由调节阀、流量计或仪器附近的压力计来精确地控制。

5.3.2 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气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方法,产生干燥的压缩空气。

5.3.3 实际应用中,压缩空气或惰性气体的最佳流速为  $40 \sim 70 \text{ L/min}$ ,压强为  $15 \text{ kPa}$ 。在检测期间,一旦选定压缩空气或惰性气体的流速,应在整个检验期间尽可能保持该流速恒定。

### 5.4 供料漏斗

供料漏斗用于贮存磨料,并以  $20 \pm 1 \sim 30 \pm 1 \text{ g/min}$  的恒速供料。

### 5.5 磨料

5.5.1 喷磨试验仪所用的磨料,推荐采用碳化硅颗粒。磨料的粒度最好为  $106$  和  $105 \mu\text{m}$ 。

5.5.2 磨料应无潮气,在使用之前应放在平底托盘中,于  $105^\circ\text{C}$  进行干燥。然后进行粗筛(可选用筛孔公称尺寸为  $180 \sim 300 \mu\text{m}$  的筛子),以保证磨料中没有大的颗粒或条状物,因为这些物质将影响磨料的流速。干燥后的磨料可贮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。

5.5.3 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,它将对试验结果产生较大的影响。

### 5.6 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

根据附录 C 的条件制备试样。

### 6.2 试样

根据需求和可能,按照试验条款切取大小适宜的待检样品,但不能损坏试样的检验表面。



6.3 仪器校正

6.3.1 选好标准试样的磨损面并作上标记。按 GB 4957 规定的方法,用涡流仪精确地测量每个检验面上的阳极氧化膜厚( $d$ )。

6.3.2 将已选好的标准试样固定在试样支座上,其受检面与喷嘴相对,并与喷嘴呈正确角度。

6.3.3 试验时,在供料漏斗中加入足够量的碳化硅。如果耐磨性能是按磨料用量来测量,则应称量供料漏斗中的磨料质量,精确到 1 g。

6.3.4 把压缩空气或惰性气体的流速、压强调整至选定值(见 5.3.3 条)。并且在每次检验过程中,自始至终保持在这一选定值。

注:① 对于标准试样和试样其压缩空气和惰性气体流速都应调到相同的磨损速率。最佳的磨损速率、压强可由仪器制造厂提供。

② 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被检试样,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,应立即停止喷砂和计时器,结束试验。

6.3.7 记录试验时间,用秒表示。如果需要,还应称取供料漏斗中所剩磨料的质量,精确到 1 g。

6.3.8 从两次称量(6.3.3 与 6.3.7 条)中,计算出穿透氧化膜时所需用的碳化硅质量,用克表示。从上述过程中得出标准试样的耐磨性参数  $S$ ,以秒或克表示。

6.3.9 在标准试样的其他部位至少再进行两次测量(6.3.1 至 6.3.7 条)。

6.4 喷射流的校正

6.4.1 概述

由于每个喷嘴之间存有差异,以及喷嘴在使用之中受到磨损。所以在试验前必须要用标准试样按 6.3 条的规定对仪器进行校正,以便得到试验时所需要的喷磨系数(见 6.1 条)。

6.4.2 喷射流与磨损特性随时间的变化

在一系列的检测中,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

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

6.5 检测

按 6.3 条所规定的步骤,用待测试样置换标准试样后进行试验。

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 当需要时,或供需双方同意下,可以用协议参比试样来替代标准试样,并按 6.3 条规定的步骤进行校正。

7 结果表示

7.1 喷磨系数

喷磨系数的计算公式如下:

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

式中:  $K$  —— 喷磨系数,  $g/\mu m$  或  $s/\mu m$ ;  
 $ds$  —— 标准试样上的检验面原始膜厚,  $\mu m$ ;  
 $S_s$  —— 标准试样的耐磨性参数,  $s$  或  $g$ 。

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,试验数据必须乘以这个系

数。

7.2 平均耐磨特性

氧化膜表面某个部位的平均耐磨特性  $R$  是以在标准试样上所得数值作基准来表示,计算公式如下:

$$R = \frac{KS}{d} \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $S$  —— 被检试样的耐磨性(见 6.3.7 条),s 或 g;

$d$  —— 被检试样上的检测面原始膜厚(见 6.3.1 条), $\mu\text{m}$ ;

注: ① 平均耐磨特性是一个无量纲比值。标准试样的平均耐磨性为 10(见 7.1 条)。

② 平均耐磨特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。

7.3 以协议参比试样为基准的试验结果

如果喷磨试验是以协议参比试样为基准,那么相对平均耐磨特性  $R_{rel}$  则以百分数来表示,计算公式如下:

$$R_{rel} = \frac{S}{d} \times \frac{d_r}{S_r} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $S_r$  —— 协议参比试样的耐磨性,s 或 g;

$d_r$  —— 协议参比试样检验面上的原始膜厚, $\mu\text{m}$ 。

所采用的试样和协议参比试样上的数据,均应为不少于三次测量结果的平均值。

8 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a. 试样号;
- b. 本标准号;
- 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,所用气体的流速及压强;
- e. 检测点数及检验面的位置;
- f. 平均耐磨特性  $R$  的计算值,或相对平均耐磨特性  $R_{rel}$  的计算值;
- g. 试验过程中的一些现象,以及检测面上的特性。

附录 A  
 喷磨试验仪结构  
 (补充件)

A1 虽然喷磨仪的结构无严格的要求,但一定要符合第 4 章的一般原则。这里推荐两种比较合适的仪器结构(见 A2~A3)。

A2 图 A1 为喷磨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 A2 为喷嘴的结构。喷嘴一般由黄铜和不锈钢制成,设计上要求喷嘴的耐磨性很强。喷嘴与试样成 55°角时,其磨速大,最终的喷磨点很明显。

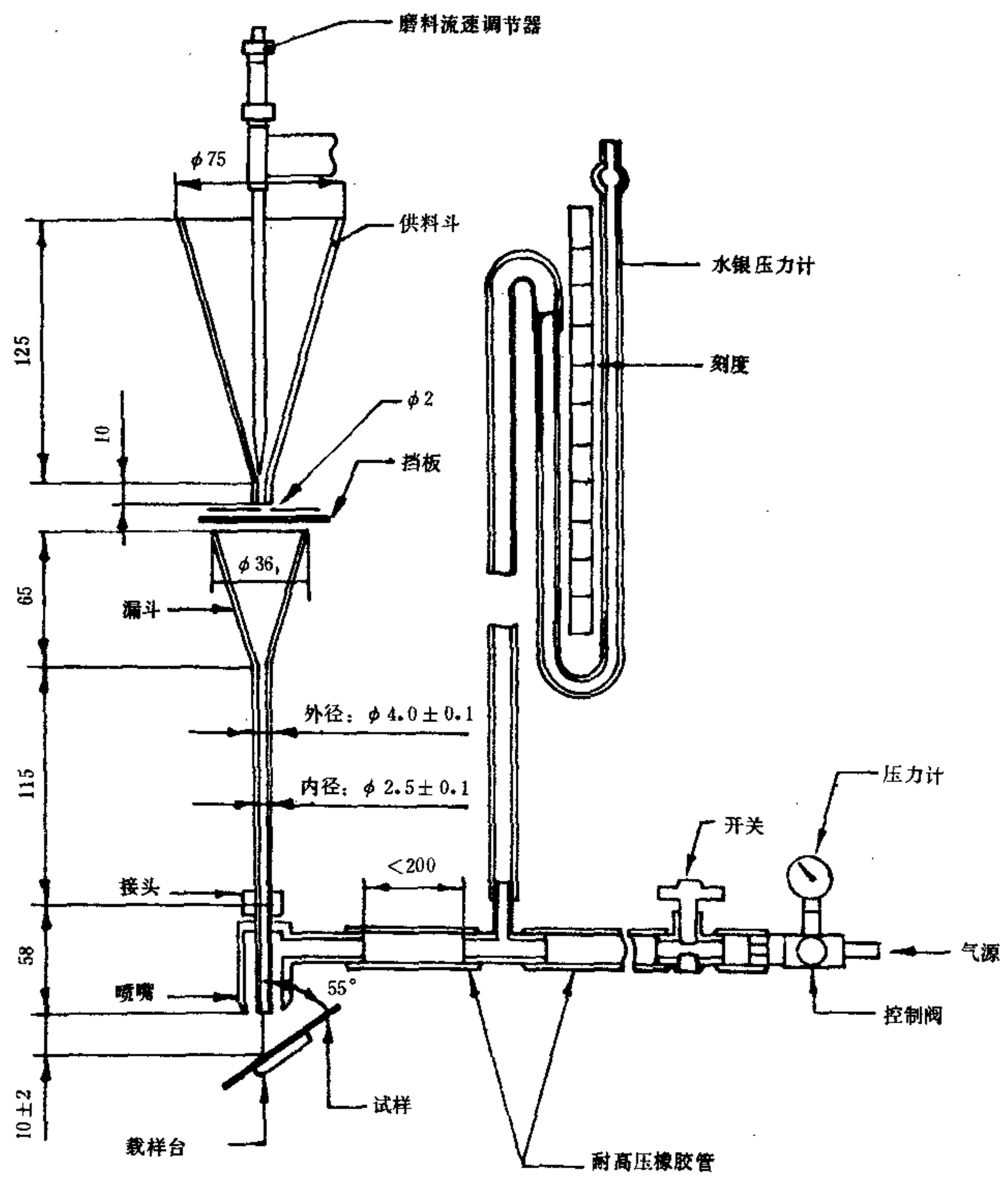


图 A1 喷磨试验仪的基本结构

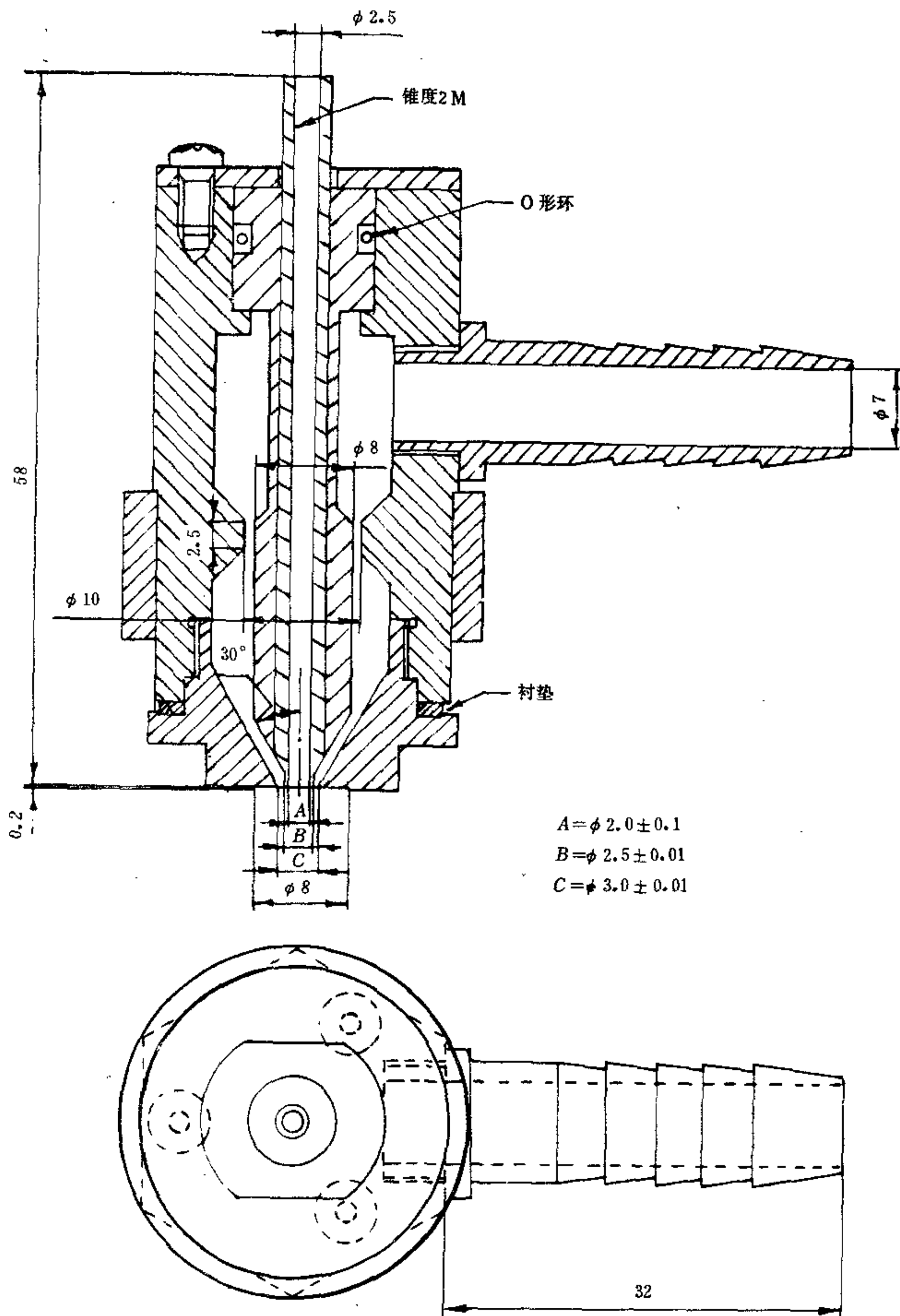


图 A2 喷嘴的构造





**附录 B**  
**耐磨性的分层检验法**  
(补充件)

本附录为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,规定了一种试验方法。

**B1 原理**

在试样的各个部位上进行一系列的不断延长时间的喷磨,最长的时间为氧化膜完全穿透为止(见 6.3.6 条)。最后计算膜厚各指定深度上的耐磨特性。

**B2 装置**

采用第 4 章中所规定的仪器。

**B3 试验步骤**

**B3.1 试样**

**B3.1.1** 所用试样的尺寸不小于 70 mm×70 mm。

**B3.1.2** 在试样表面上标出 6~12 个试验点的位置,该点沿试样的长宽方向的排列间距分别为 10 mm 和 20 mm。

**B3.1.3** 用涡流测厚仪,按 GB 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上的原始膜厚。

**B3.2 检测**

**B3.2.1** 按 6.3 条和 6.4 条的规定准备好仪器,遵照 B3.2.2~B3.2.5 所述步骤进行测量。

**B3.2.2** 把试样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,然后把这个时间除以剩下的试验点数,所得值为  $t$  min。

**B3.2.3** 以同样的步骤,以  $t$  min 的时间喷磨第二点,以  $2t$  min 的时间喷磨第三点,以此类推直至各点都试验完毕。记录下各点喷磨所用的碳化硅量。

**B3.2.4** 所有给定的试验点都喷磨完毕后,取下试样,用软布擦净试验面,按 GB 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,可借助低压连续探头来证实。

**B4 结果表示**

**B4.1 对每个喷磨点的计算**

- a. 磨掉的膜厚,  $\mu\text{m}$ ;
- b. 相应的磨损数值,用以下公式计算:  $tK$  或  $mK$

式中:  $K$  —— 喷磨系数;

$t$  —— 喷磨时间, s;

$m$  —— 所用碳化硅质量, g。

**B4.2 曲线绘制**,以被磨掉的膜厚(微米)为横坐标,以相应的磨损值为纵坐标曲线上各点的斜率为氧化膜该深度层的耐磨特性。

注:本方法不适用于厚度小于 5  $\mu\text{m}$  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。但是从这段曲线上得到的结果,往往会与实验结果有一定的误差。

**附录 C**  
**标准试样的制备**  
(参考件)

**C1** 耐磨试验用的标准试样应采用抛光铝板或光亮压延铝板来制备。

**C2** 条件

铝牌号:Al 99.5(13);

硬化状态:Y2;

标样尺寸:140 mm×70 mm;

标样厚度:1.0~1.6 mm。

**C3** 脱脂处理可采用弱硷洗、电化学抛光、化学抛光。

**C4** 氧化槽液成分

硫酸浓度:180±2 g/L;

铝离子浓度:5~10 g/L;

其余:水。

**C5** 阳极氧化条件

温度:20±0.5℃;

电流密度:1.5±0.1 A/dm<sup>2</sup>;

搅拌方式:压缩空气;

时间:45 min;

膜厚:20±2 μm。

封闭要求:在每升含有1 g 醋酸铵的去离子水中(pH 为 5.5~6.5),于沸腾情况下封孔 60 min。

**C6** 标准试样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%。每次氧化的标准试样不超过 20 块,电解液的体积为每个试样不少于 10 L。

注:① 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。

② 采用本附录 C 的规定,标准试样的固定偏差为±10%。

**附加说明:**

本标准由中国有色金属工业总公司提出。

本标准由东北轻合金加工厂负责起草。

本标准主要起草人高亢之、王子毅。