



中国铸造 114 查询网

China [www.zhuzao114.com](http://www.zhuzao114.com)

## 第五篇

### 熔模铸造技术标准

# 第一章 熔模铸造用砂

中华人民共和国国家标准

GB 12214—90

熔模铸造用硅砂、粉

Silica sand and flour for investment casting

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造用硅砂、粉的牌号、技术要求、试验方法和检验规则。  
本标准适用于熔模铸造制壳用硅砂、粉。

## 2 引用标准

GB 2684 铸造用原砂及混合料试验方法  
GB 2939 水泥颗粒级配测定方法  
GB 7143 铸造用硅砂化学分析方法  
GB 7322 耐火材料耐火度试验方法

## 3 术 语

### 3.1 熔模铸造用硅砂

熔模铸造用硅砂是以  $\text{SiO}_2$  为主要成分的耐火颗粒物,其  $\text{SiO}_2$  含量小于 96% ,粒度分布在 0.150 ~ 3.350mm 范围。

### 3.2 熔模铸造用硅粉

熔模铸造用硅粉是以 SiO<sub>2</sub> 为主要成分的耐火颗粒物 ,其 SiO<sub>2</sub> 含量不小于 96% ,粒度分布在 0.150mm 下。

3.3 重量平均粒径

重量平均粒径是以重量百分数为加权值的粒径均值。

$$D_{nl} = \sum_{i=1}^n (d_i \cdot W_i)$$

式中  $D_{nl}$ ——重量平均粒径  $\mu\text{m}$  ;

$d_i$ ——斯托克斯当量直径  $\mu\text{m}$  ;

$W_i$ ——直径为  $d_i$  的物料的重量百分数。

3.4 重量均方差

重量均方差表示料粒径相对重量平均粒径的分散程度。

$$Q_{nl} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (d_i - D_{nl})^2 \cdot W_i}$$

式中  $Q_{nl}$ ——重量均方差。

3.5 百克粉总表面积

百克粉总表面积是 100g 粉料的总表面积。

$$S = 226 \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{d_i}$$

式中  $S$ ——百克粉总表面积  $\text{m}^2$ 。

3.6 含粉量

熔模铸造用硅砂中粒径小于 0.150mm 的颗粒的百分含量。

4 分级、分组及牌号

4.1 分级

熔模铸造用硅砂、粉根据二氧化硅和有害杂质含量 ,按表 1 规定分三级。

表 1 %

分级代号	SiO <sub>2</sub> (不小于)	有害杂质含量(不大于)			外观
		K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	CaO + MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
98	98	1.0		0.1	洁白
97	97	15		0.2	个别砂粒有锈班
96	96	2.0		0.3	个别砂粒有锈班

4.2 分组

4.2.1 硅砂

熔模铸造用硅砂根据粒度组成分组 ,按表 2 规定。

表 2 mm

分组代号	主 要 粒 度 组 成 部 分		
	前筛	主筛	后筛
85	1.70	0.850	0.600
60	0.850	0.600	0.425
30	0.425	0.300	0.212
21	0.300	0.212	0.150

4.2.2 硅粉

熔模铸造用硅粉根据其粒度特性参数分组 ,按表 3 规定。

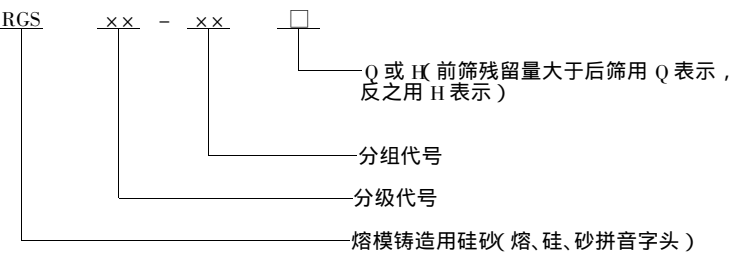
表 3

分组代号	特 性 参 数		
	重量平均粒径 $\mu\text{m}$	百克粉总表面积 $\text{m}^2$	重量均方差
28	25 ~ 30	15 ~ 25	> 17
33	30 ~ 35		

4.3 牌号表示方法

4.3.1 硅砂

熔模铸造用硅砂牌号表示方法如下：

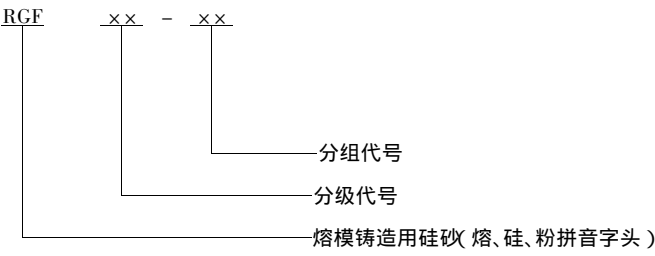


例 :RGS 97 - 85Q

RGS 98 - 30H

4.3.2 硅粉

熔模铸造用硅粉牌号表示方法如下：



例 :RGF 98 – 35  
RGF 97 – 25

5 技术要求

5.1 化学成分

熔模铸造用硅砂、粉的主要化学成分为 SiO<sub>2</sub> ,其含量应符合表 1 的规定。

5.2 耐火度

熔模铸造用硅砂、粉的耐火度应符合表 4 的规定。

表 4

分级代号	98	97	96
耐火度 ,℃	≥1700	≥1650	≥1650

5.3 含粉量

熔模铸造用硅砂的含粉量不得大于 0.2%。

5.4 含水量

熔模铸造用硅砂、粉的含水量不得大于 0.3%。

5.5 粒度

5.5.1 熔模铸造用硅砂的粒度采用试验筛进行分析 ,其主要粒度组成部分 ,三筛砂重量主次比例依次为 ( 50 ± 5 )%、( 30 ± 5 )%、( 10 ± 5 )% ,三筛砂总量不得小于 90%。

5.5.2 熔模铸造用硅粉的粒度分析按 GB 2939 执行。粉料的悬浮介质为水或甘油。

5.6 特殊技术要求

需方要求对本标准未列项目加以控制时 ,由供需双方在协议中规定。

6 试验方法

6.1 熔模铸造硅砂、粉化学成分的测定按 GB 7143 执行。

6.2 熔模铸造用硅砂、粉含水量的测定及硅砂的粒度分析按 GB 2684 执行。

6.3 硅砂含粉量的测定在粒度试验后进行 ,称其孔径 ≤0.150mm 各筛上试料总余留量 G<sub>1</sub> ,用下列公式计算含粉量。

$$X = \frac{G - G_1}{G} \times 100\%$$

式中 X——含粉量 ,% ;  
G——原试样重量 ,g。

6.4 熔模铸造用硅砂、粉耐火度的测定按 GB 7322 执行。

## 7 检验规则

- 7.1 熔模铸造用硅砂、粉各项试验取样方法按 GB 2634 执行。
- 7.2 供方提供的砂、粉应按本标准规定及供需双方商定的项目进行检验 ,并出具质量证明书。
- 7.3 需方可根据本标准及质量证明书抽查砂、粉质量 ,如有不符 ,可与供方共同复验 ,复验结果与本标准或双方协议不符 ,需方有权退货。
- 7.4 供需双方对检验结果有争议时 ,可请双方认可的有关部门仲裁。

## 8 标记、包装、运输、贮存

- 8.1 硅砂、粉采用双层袋包装 ,内层为塑料袋 ,外层为聚丙烯袋或麻袋等 ,每袋为 25kg 或 50kg。
- 8.2 包装袋的标志
- a. 熔模铸造用硅砂(粉) ;
  - b. 牌号 ;
  - c. 重量 ;
  - d. 供方全称。
- 8.3 运输贮存过程中 ,硅砂、粉应防止受潮 ,混入杂物。

### 附加说明 :

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所提出并归口。

本标准由沈阳铸造研究所负责起草。

本标准主要起草人韩宝刚、沈桂荣、马铁军、姜不居、黄景福等。

自本标准实施之日起 ,原中华人民共和国第一机械工业部发布的部标准 JB 2979—81《熔模铸造制壳材料用石英砂粉》作废。

中华人民共和国国家标准

GB 12215—90

熔模铸造用铝矾土砂、粉

Bauxite sand and flour for investment casting

1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造用铝矾土砂、粉的牌号、技术要求、试验方法和检验规则。  
本标准适用于熔模铸造制壳用铝矾土熟料和铝矾土合成料。

2 引用标准

- GB 2684 铸造用原砂及混合料试验方法
- GB 2939 水泥颗粒级配测定方法
- GB 6900.1 ~ 6900.11 粘土、高铝质耐火材料化学分析方法
- GB 7322 耐火材料耐火度试验方法

3 术 语

3.1 熔模铸造用铝矾土砂

熔模铸造用铝矾土砂是以  $Al_2O_3$  为主要成分的耐火颗粒物 ,其  $Al_2O_3$  含量不小于 65% 粒度分布在 0.150 ~ 3.350mm 范围。

3.2 熔模铸造用铝矾土粉

熔模铸造用铝矾土粉是以  $Al_2O_3$  为主要成分的耐火颗粒物 ,其  $Al_2O_3$  含量不小于 65% 粒度分布在 0.150mm 以下。

3.3 重量平均粒径

重量平均粒径是以重量百分数为加权值的粒径均值。

$$D_{nl} = \sum_{i=1}^n (d_i \cdot W_i)$$

式中  $D_{nl}$ ——重量平均粒径  $\mu m$  ;  
 $d_i$ ——斯托克斯当量直径  $\mu m$  ;

$W_i$ ——直径为  $d_i$  的物料的重量百分数。

3.4 重量均方差

重量均方差表示物料粒径相对重量平均粒径的分散程度。

$$Q_{nl} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (d_i - D_{nl})^2 \cdot W_i}$$

式中  $Q_{nl}$ ——重量均方差。

3.5 百克粉总表面积

百克粉总表面积是 100g 粉料的总表面积。

$$S = 175 \sum_{i=1}^i \frac{W_i}{d_i}$$

式中  $S$ ——百克粉总表面积  $\text{m}^2$ 。

3.6 含粉量

熔模铸造用铝矾土砂中粒度小于 0.150mm 的耐火颗粒的百分含量。

4 分类、分级、分组及牌号

4.1 分类

熔模铸造用铝矾土砂、粉根据锻烧后的主晶相分类,按表 1 规定。

表 1

类别 \ 项目	主 晶 相, %	耐 火 度, ℃
铝矾土熟料	刚玉 + 莫来石 $\geq 90$	$\geq 1770$
铝矾土合成料	莫来石 $\geq 80$	$\geq 1790$

4.2 分级

4.2.1 铝矾土熟料

铝矾土熟料根据其  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和有害杂质含量,按表 2 规定分三级。

表 2 %

分级代号	$\text{Al}_2\text{O}_3$ (不小于)	有害杂质含量(不大于)				
		$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{CaO} + \text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	灼减
85	85	1.0	4.0	0.8	0.5	0.5
80	80	1.5	5.0	0.8	0.7	0.5
70	70	2.0	5.0	1.0	0.7	0.5

4.2.2 铝矾土合成料

铝矾土合成料规定为一个级别。其化学成分按表 3 规定。



表 3

化学成分	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO + MgO	k <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	灼减
含量 %	66 ~ 70	24 ~ 28	≤ 1.5	≤ 4.0	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5

4.3 分组

4.3.1 铝矾土砂

熔模铸造用铝矾土砂根据粒度组成分组 按表 4 规定。

表 4 mm

分组代号	主要粒度组成部分		
	前 筛	主 筛	后 筛
85	1.70	0.850	0.600
60	0.850	0.600	0.425
30	0.425	0.300	0.212
21	0.300	0.212	0.150

4.3.2 铝矾土粉

熔模铸造用铝矾土粉根据粒度特性参数分组 按表 5 规定。

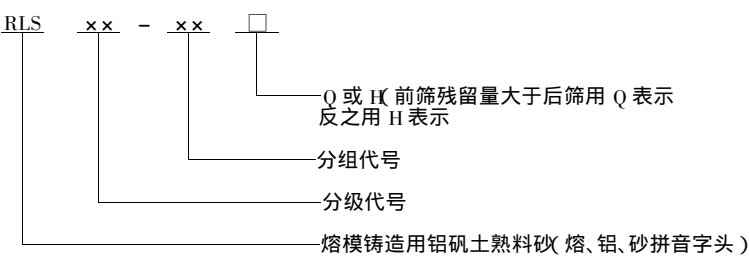
表 5

分组代号	特 性 参 数		
	重量平均粒径 μm	百克粉总表面积 m <sup>2</sup>	重量均方差
28	25 ~ 30	12 ~ 25	> 18
33	30 ~ 35		

4.4 牌号表示方法

4.4.1 铝矾土砂

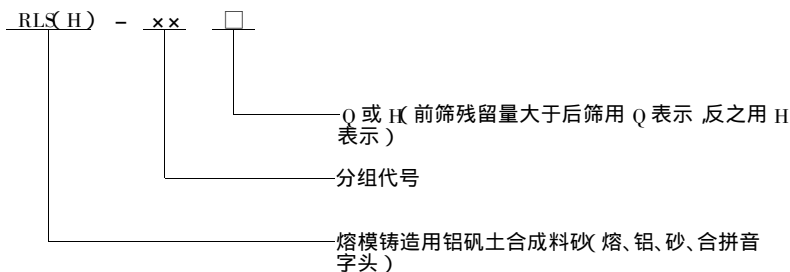
a 熔模铸造用铝矾土熟料砂牌号表示方法如下：



例 :RLS 85 – 85Q

## RLS 80 - 30H

b. 熔模铸造用铝矾土合成料砂牌号表示方法如下：



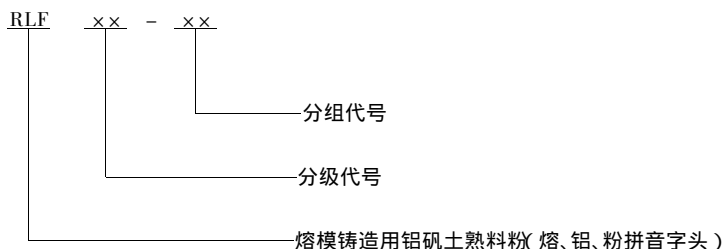
例 :RLS(H) - 85Q

RLS(H) - 30H

## 4.4.2 铝矾土粉

a. 铝矾土熟料粉

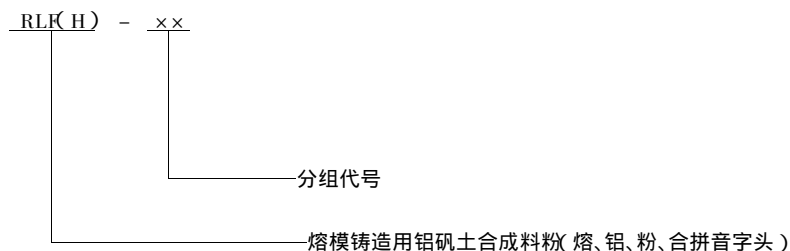
熔模铸造用铝矾土熟料粉牌号表示方法如下：



例 :RLF 85 - 28

RLF 80 - 33

b. 熔模铸造用铝矾土合成料粉牌号表示方法如下：



例 :RLF(H) - 33

RLF(H) - 28

## 5 技术要求

## 5.1 化学成分

熔模铸造用铝矾土砂、粉的主要化学成分为  $Al_2O_3$  其含量应符合表 2、表 3 的规定。

5.2 耐火度

熔模铸造用铝矾土砂、粉的耐火度应符合表 1 规定。

5.3 含粉量

熔模铸造用铝矾土砂的含粉量不得大于 0.3%。

5.4 含水量

熔模铸造用铝矾土砂、粉的含水量不得大于 0.3%。

5.5 粒度

5.5.1 熔模铸造用铝矾土砂的粒度采用试验筛进行分析 ,其主要粒度组成部分 ,三筛砂重量主次比例依次为 ( 50 ± 5 )%、( 30 ± 5 )%、( 10 ± 5 )% ,三筛砂总量不得少于 90%。

5.5.2 熔模铸造用铝矾土粉的粒度分析按 GB 2939 执行。粉料的悬浮介质为水或甘油。

5.6 特殊技术要求

需方要求对本标准未列项目加以控制时 ,由供需双方在协议中规定。

6 试验方法

6.1 熔模铸造铝矾土砂、粉化学成分的测定按 GB 6900.1 ~ 6900.11 执行。

6.2 熔模铸造用铝矾土砂、粉含水量的测定及铝矾土砂的粒度分析按 GB 2684 执行。

6.3 铝矾土砂含粉量的测定在粒度分析试验后进行 ,称其孔径 ≤ 0.150mm 各筛上试料总余留量  $G_1$  ,用下列公式计算含粉量。

$$X = \frac{G - G_1}{G} \times 100\%$$

式中  $X$ ——含粉量 ,% ;

$G$ ——原试样重量 ,g。

6.4 熔模铸造用铝矾土砂、粉耐火度的测定按 GB 7322 执行。

7 检验规则

7.1 熔模铸造用铝矾土砂、粉各项试验取样方法按 GB 2684 执行。

7.2 供方提供的砂、粉应按本标准规定及供需双方商定的项目进行检验 ,并出具质量证明书。

7.3 需方可根据本标准及质量证明书抽查砂、粉质量 ,如有不符 ,可与供方共同复验 ,复验结果与本标准或双方协议不符 ,需方有权退货。

7.4 供需双方对检验结果有争议时 ,可请双方认可的有关部门仲裁。

## 8 标记、包装、运输、贮存

**8.1** 铝矾土砂、粉采用双层袋包装 ,内层为塑料袋 ,外层为聚丙烯袋或麻袋等 ,每袋为 25kg 或 50kg。

### 8.2 包装袋的标志

- a. 熔模铸造用铝矾土砂(粉);
- b. 牌号;
- c. 重量;
- d. 供方全称。

**8.3** 运输贮存过程中 ,铝矾土砂、粉应防止受潮 ,混入杂物。

### 附加说明：

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所提出并归口。

本标准由沈阳铸造研究所负责起草。

本标准主要起草人韩宝刚、沈桂荣、黄景福、曹健、李会泉等。

自本标准实施之日起 ,原中华人民共和国第一机械工业部发布的部标准 JB 2978—81《熔模铸造制壳材料用铝矾土砂粉》作废。

## 第二章 熔模铸造模料

中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.1—93

### 熔模铸造模料 熔点测定方法(冷却曲线法)

Testing method for melting point of  
pattern materials in investment casting

#### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料熔点的测定方法。

本标准适用于用冷却曲线法测定晶质模料的熔点。本标准不适用于测定微晶或非晶质模料的熔点。

#### 2 引用标准

GB 514 石油产品试验用液体温度计 技术条件

#### 3 方法提要

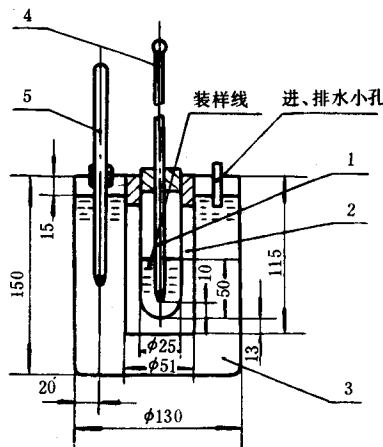
在规定的条件下冷却熔化的模料试样,当冷却曲线上第一次出现停滞期的温度,即为模料的熔点。同时,模料试样的冷却曲线可以定性地表现出模料结晶潜热的大小、相变的温度区间及冷却速度。

将装有熔化试样和熔点温度计的试管置于一空气浴中。空气浴放置在 $(25 \pm 0.1)^{\circ}\text{C}$

水浴中。在熔化试样的冷却过程中,每隔 15s 记录一次温度。当第一次出现五个连续读数之差都不超过  $0.1^{\circ}\text{C}$  的停滞期时,该五个读数的平均值即为所测试样的熔点。用所测度值数据绘制出冷却曲线。冷却曲线上停滞期的长短和温度范围,分别代表试样结晶潜热的大小和相变的温度区;冷却曲线的斜率则代表试样的冷却速度。

## 4 设备仪器

### 4.1 模料熔点测定仪(见下图)



模料熔点测定仪示意图

1—试管 2—空气浴 3—水浴 4—熔点温度计 5—水浴温度计

**4.1.1 试管** 用钙钠玻璃制作,外径 25mm,壁厚 2~3mm,长 100mm,管底为半球形。在距试管底 50mm 高处刻一环状装样线,在距试管底 10mm 高处刻一温度计定位线。

**4.1.2 空气浴** 内径 51mm、深 113mm 带底玻璃圆筒。

**4.1.3 水浴** 内径 130mm,深 150mm。

**4.1.4 熔点温度计** 应符合 GB 514 规定的 4 号熔点温度计技术要求。

**4.1.5 水浴温度计** 半浸入式,温度范围  $0 \sim 50^{\circ}\text{C}$ ,精度  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

**4.2 超级恒温水浴器** 温度控制精度为  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

**4.3 烘箱或水浴锅** 加热温度为  $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

## 5 试验步骤

**5.1** 将熔点温度计、试管、空气浴、水浴和超级恒温水浴器按前图所示安装:试管配一合适的软木塞或橡胶塞。中间开设小孔固定熔点温度计,温度计浸没段要插在软木塞或橡胶塞下面,温度计下端插至距试管底 10mm 的定位线处。空气浴垂直地置于水浴中部,

要求空气浴与水浴壁和底部均保持 38mm 厚的水层,水浴顶盖用同质玻璃与空气浴焊成一整体,焊缝不得有任何渗漏之处。在水浴顶盖同一直径上开设进、排水小孔。每个小孔应处于空气浴和水浴的中间位置。

5.2 开动超级恒温水浴器,使恒温水注满水浴并返回构成回路。整个测试过程中,水温保持在 $(25 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 。

5.3 将模料放入洁净的烧杯,在烘箱或水浴锅中加热至熔化后升高  $20^\circ\text{C}$ 。

5.4 将熔化的模料倒入预热的试管至 50mm 刻线处,插入带温度计的软木塞或橡胶塞,温度计下端至 10mm 刻线处,然后将其置于试管托架上,放入烘箱中在  $80^\circ\text{C}$  下保温 30min。

5.5 当水浴温度恒定 30 min 后,将装有试样和熔点温度计的试管从烘箱中取出,迅速地垂直装入空气浴中。

5.6 每隔 15 s 读取一次温度,估读到  $0.05^\circ\text{C}$ ,测试持续读数至  $40^\circ\text{C}$  以下,即可停止试验。

## 6 试验结果的计算

6.1 取第一次出现停滞期的五个相差不超过  $0.1^\circ\text{C}$  的连续温度读数,计算出算术平均值,并精确至  $0.1^\circ\text{C}$ 。

6.2 将所测数据在坐标纸上绘成曲线,并计算出停滞期以下曲线的斜率。对模料的结晶潜热和冷却速度进行定性分析。

## 7 精密度

用以下规定来判断熔点测定结果的可靠性。

### 7.1 重复性

同一操作者使用同一仪器测定同一试样,两个结果的差值不得大于  $0.2^\circ\text{C}$ 。

### 7.2 再现性

不同操作者在不同实验室测定同一试样,两个结果的差值不得大于  $0.4^\circ\text{C}$ 。

## 附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所负责起草。

本标准主要起草人周子成、雷运长、韩晓霞、杨艳、柳贤福。

## 中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.2—93

## 熔模铸造模料 抗弯强度测定方法

Testing method for bending strength of  
pattern materials in investment casting

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料在室温下抗弯强度的测定方法。

本标准适用于测定熔模铸造模料室温弯曲脆断时的强度。

## 2 引用标准

GB 1800 ~ 1804 公差与配合

## 3 方法提要

用模料试样在一定加载速度下静态弯曲至脆断时的载荷所求得的强度,来表示模料的室温抗弯强度。

用制备好的膏状或液态模料,压制成规定尺寸的强度试样。试样在一定温度下放置 24h 后,用弯曲性能测试仪测出其静态弯曲脆性断裂的载荷峰值,并用力学公式计算出试样的抗弯强度。

## 4 设备仪器

4.1 弯曲性能测试仪 JW-1 型弯曲性能测试仪。试试验仪上安装的试样夹具见图 1, 支点间距 30mm。

4.2 水银温度计 测温范围 0 ~ 200℃,分度为 1℃。

4.3 表面温度计 测温范围 0 ~ 100℃,分度为 1℃。

4.4 恒温水浴 温度控制精度为  $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

4.5 压注机 气动或液压活塞式压注机。



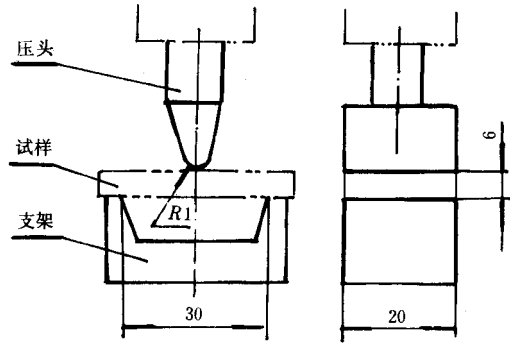


图1 试样夹具示意图

4.6 试样压型:压型型腔及模口,尺寸形状见图2。型腔内尺寸公差按 GB 1800 ~ 1804 的 IT6 级精度定。

4.7 游标卡尺:量程为 0 ~ 150mm 精度为 0.02mm。

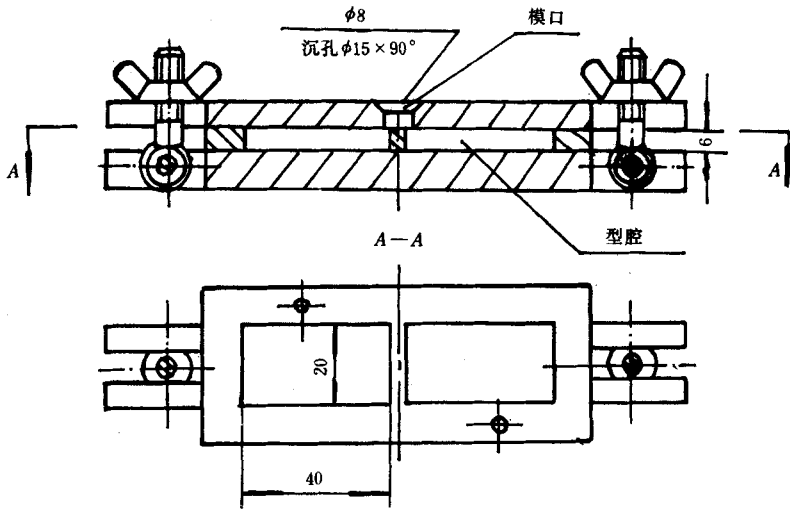


图2 试样压型示意图

## 5 试样的制备

5.1 模料压注温度选用实际生产中认为的最佳温度值。压注温度波动范围控制在  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  内。

5.2 模料压注压力选为  $(1.18 \pm 0.02) \text{MPa}$ 。选用其他压注压力时要在试验报告中注明。

5.3 压型温度为  $(28 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

5.4 保压时间为  $(100 \pm 10)$  s。

5.5 将模料装入预热至压注温度的模料筒内进行压注。每次装料只能压注一次 ,压注完毕余料厚度不得小于 20mm。

5.6 试样不应有裂纹、气孔、机械损伤、冷隔等缺陷 ,迎光透视试样 ,内部不应有孔洞。

5.7 重复压制合格试样 9 个以上。

5.8 试样在室温下存放 20h 以上 ,再放入  $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的恒温水浴中保温 4h ,取出擦干待测。若试样在  $20^{\circ}\text{C}$  下恒温存放 ,则不必再经  $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的恒温处理。存放期内试样不得弯曲变形。

## 6 试验步骤

6.1 用游标卡尺测量试样尺寸。

6.2 将试样放在试验机夹具支架上 ,不得歪斜或倾斜。压头固定在加载杆上 ,其刃口应与支架上的两个刃口相平行 ,且处于中间位置。

6.3 开动试验机加载 ,加载速率为  $1.5 \sim 2 \text{ N/s}$ 。

6.4 记录试样断裂时的载荷。

## 7 试验结果的计算

将测试结果代入下式 ,求出模料试样的抗弯强度。

$$\sigma_w = 3PL/2ah^2$$

式中  $\sigma_w$ ——抗弯强度 ,MPa ;

$P$ ——试样断裂时的载荷 ,N ;

$L$ ——两支点间距 ,mm ;

$a$ ——试样宽度 ,mm ;

$h$ ——试样厚度 ,mm。

计算出模料抗弯强度试验结果的标准偏差 ( $\sigma$ ) ,剔除  $3\sigma$  以外数据后计算出算术平均值 ,即为该模料的抗弯强度值。用于计算算术平均值的试样不得少于 9 个。

## 8 精密度

用以下规定来判断试验结果的可靠性( 95%置信度 )。

### 8.1 重复性

同一操作者在同一实验室重复测定同一种模料试样 ,两个结果之差值不应大于  $0.6 \text{ MPa}$ 。

## 8.2 再现性

不同操作者在不同实验室测定同一种模料试样 ,两个结果之差不应大于  $1.0\text{MPa}$ 。

### 附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所负责起草。

本标准主要起草人周子成、杨艳、柳贤福、王敏。

自本标准实施之日起 ,原航空部标准 HB 5350.3—86《熔模铸造模料抗弯强度测定方法》作废。

中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.3—93

## 熔模铸造模料 灰分测定方法

Testing method for ash content of  
pattern materials in investment casting

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料灰分的测定方法。

本标准适用于测定各种熔模铸造模料的灰分。

### 2 方法提要

本标准采用无灰滤纸作引火芯点燃试样,再将固体残渣灼烧至恒重,求得其灰分。

### 3 试 剂

3.1 20%(体积比)稀盐酸。

3.2 25%(体积比)硝酸。

3.3 无灰滤纸。

### 4 设备仪器

4.1 分析天平 精度 0.0001g。

4.2 干燥器。

4.3 箱式电炉 最高炉温 900 ~ 1050℃,工作温度  $(850 \pm 25)^\circ\text{C}$ 。

4.4 电炉 带调压器。

4.5 瓷坩埚 容积 35 ~ 50mL。

4.6 坩埚钳。

### 5 试验步骤

5.1 用 20%稀盐酸洗涤瓷坩埚,如不净再用 25%稀硝酸洗涤,最后用蒸馏水洗净、干燥。在  $(850 \pm 25)^\circ\text{C}$  下灼烧 30min,稍冷,置于干燥器中。冷却至室温后称重,准确至 0.0001 g。

- 5.2 重复灼烧、冷却及称重 ,直至获得二次连续称量间的差数不大于 0.0004g 为止。
- 5.3 将模料按一般工艺熔化、搅拌及过滤。冷却后分别从不少于三处取等量模料混匀。
- 5.4 称 5g 试样 ,准确到 0.0001g ,放入灼烧至恒重的坩埚中。
- 5.5 在电炉上将试样缓慢加热熔化 ,勿使模料液溢出或溅出。用无灰滤纸做灯芯 ,放入模料液中点燃 ,试样燃烧不要过快 ,应燃烧完全。
- 5.6 当坩埚中只剩下残灰 ,再将之放入已加热至( 850 ± 25 )℃的箱式电炉中灼烧 1h 左右。取出稍冷 ,再放入干燥器中冷却至室温 ,称重。然后再灼烧、冷却、称重 ,直至差数不大于 0.0004g 为止。
- 5.7 取二个平行测定结果的算术平均值作为测定结果 ,取至 0.001 %。

6 计算

灰分含量按下式计算：

$$f = \frac{a - b}{C} \times 100\%$$

式中  $f$ ——灰分含量 ,% ；  
 $a$ ——盛有残灰的坩埚重量 ,g ；  
 $b$ ——坩埚重量 ,g ；  
 $C$ ——模料试样重量 ,g。

7 允许差

平行测定二个结果的允许差 ,不应超过下列数值：

灰分 ,%	允许差 ,%
≤0.005	0.004
> 0.005 ~ 0.01	0.006
> 0.01 ~ 0.1	0.01
> 0.1 ~ 1.0	0.02

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由清华大学负责起草。

本标准主要起草人闫双景、姜不居、彭小刚。

自本标准实施之日起 ,原部标准 HB 5350.5—86《熔模铸造用蜡基模料灰分测定方法》和 JB/Z 82—65《熔模铸造模料灰分测定方法》作废。

中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.4—93

## 熔模铸造模料 线收缩率测定方法

Testing method for linear contraction  
of pattern materials in investment casting

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料线收缩率的测定方法。

本标准适用于测定熔模铸造模料从压注温度冷却至室温的线性尺寸变化率。

### 2 引用标准

GB 1800 ~ 1804 公差与配合

### 3 方法提要

将制备好的膏状或液态模料,在一定压力下注入一定温度的圆饼试样压型中。取出试样,在一定温度下放置 24h 以上,然后测量试样的直径尺寸。用压型与试样的直径尺寸差除以压型直径尺寸计算出的百分率,表示该种模料的线收缩率。

### 4 设备仪器

4.1 水银温度计 测量范围为 0 ~ 100℃,分度为 1℃。

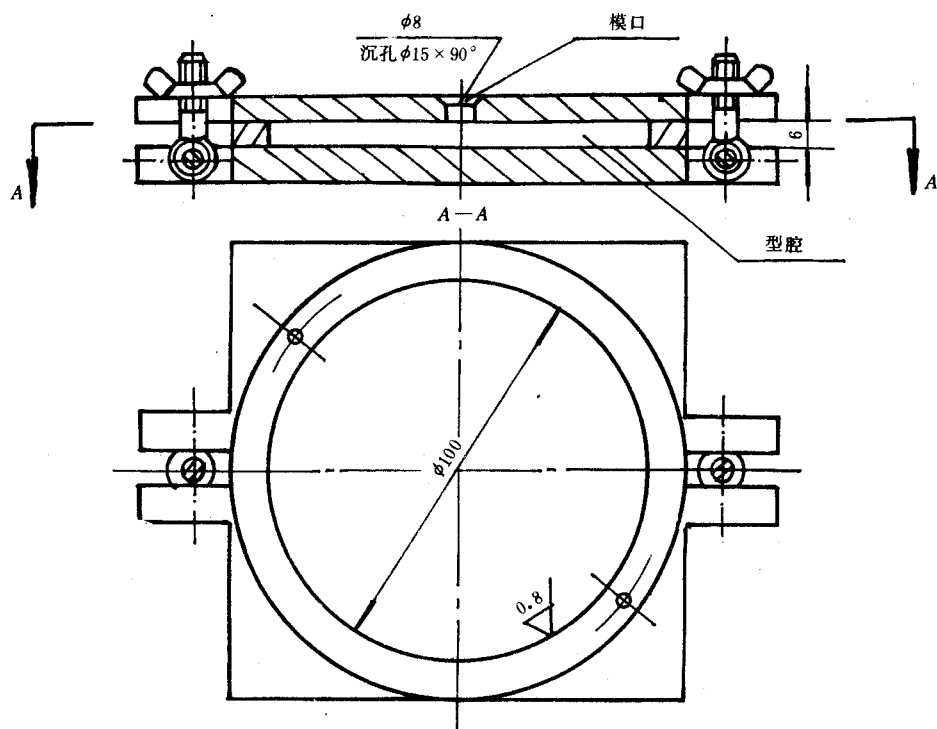
4.2 表面温度计 测量范围为 0 ~ 100℃,分度为 1℃。

4.3 恒温水浴 温度控制精度为  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

4.4 游标卡尺 量程为 0 ~ 150mm,精度为 0.02mm。

4.5 压注机 气动或液压活塞式压注机。

4.6 试样压型 试样压型型腔及模口尺寸形状见下图。型腔内尺寸公差按 GB1800 ~ 1804 的 IT6 级精度确定。



试样压型示意图

## 5 试样制备

- 5.1 模料压注温度选择实际生产认为的最佳温度,压注温度波动范围控制在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 内。
- 5.2 压注压力为 $(1.18 \pm 0.02)\text{MPa}$ 。如果采用其他压力时,需在试验报告中注明。
- 5.3 压型温度为 $(28 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.4 保压时间为 $(100 \pm 10)\text{s}$ 。
- 5.5 将模料装入预热到压注温度的模料筒中进行压注。每次装料只能压注一次。压注完毕模料筒内余料厚度不得小于 $20\text{mm}$ 。
- 5.6 仔细检查试样,其待测表面不得有任何影响测试的缺陷,如气泡、冷隔和缩陷等。除去毛刺和模口余料。
- 5.7 重复压制合格试样6个以上。
- 5.8 试样在室温下存放 $20\text{h}$ 以上,再放入 $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 恒温水浴中保温 $4\text{h}$ ,取出擦干待测。若试样在 $20^{\circ}\text{C}$ 恒温存放 $24\text{h}$ ,则不必再经 $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 的恒温处理。存放期内试样不得弯曲变形。

## 6 试验步骤

6.1 用游标卡尺测量试样直径。

6.2 同一试样测试三次,每两个测试直径的夹角应大于  $90^{\circ}\text{C}$ 。之后,取其算术平均值。

## 7 试验结果的计算

线收缩率按下式计算:

$$\delta(\%) = \frac{D - D_1}{D} \times 100$$

式中  $\delta$ ——线收缩率, %;

$D$ ——试样压型型腔直径, mm;

$D_1$ ——实测试样直径, mm。

## 8 精密度

用以下规定来判断试验结果的可靠性。

### 8.1 重复性

同一操作者在同一实验室重复测定同一种模料试样,两个平行测定结果之差不应超过 0.10%。

### 8.2 再现性

不同操作者在不同实验室测定同一种模料试样,两个结果之差不应大于 0.16%。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所负责起草。

本标准主要起草人周子成、杨艳、柳贤福、王敏。

自本标准实施之日起,原部标准 JB/Z 80—65《熔模铸造用蜡基模料线收缩率测定方法》、HB 5350.1—86《熔模铸造模料线收缩率测定方法》作废。



中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.5—93

熔模铸造模料 表面硬度测定方法

Testing method for surface hardness of  
pattern materials in investment casting

1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料表面硬度的测定方法。

本标准适用于测定熔模铸造用均质模料的表面硬度。

2 引用标准

GB 4985 石油蜡针入度测定方法

3 方法提要

在规定的温度、负荷和时间条件下标准针垂直插入试样的针入度值采表示模料的表面硬度,以  $10^{-1}$  mm 为单位。

先将模料熔化并升温至熔点以上  $20^{\circ}\text{C}$  ,倒入试样成型器 ,随后在  $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  下冷却至室温。然后 将试样放入水浴中在试验温度下保温 2h。用“ 针入度计 ”的标准针在 100g 载荷下插入试样 5s ,测取标准针插入试样的深度。

4 设备仪器

4.1 针入度计及附件 :SYP4001Z 型自动针入度测定器及其附件( 符合 GB 4985 之规定 )。

4.2 成型器 :成型器为两端开口的黄铜圆筒 ,其内径为 25mm ,高为 42mm ,壁厚为 6mm。为防止试样滑动 ,筒内壁上刻有螺旋式沟槽。

4.3 黄铜板 :黄铜板的长、宽和厚分别为 65mm、40mm 和 6.5mm ,用作成型器的承托板。黄铜板上两个大平面的表面粗糙度  $R_a$  不大于  $0.4\mu\text{m}$ 。

4.4 恒温室及恒温箱 :温度控制在  $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  内。

**4.5 水浴** 水浴的容积不少于 10L ,能保持试验温度准确到  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。试样浸在水浴中的深度不少于 100mm ,并置于距浴底不少于 50mm 的筛板调节架上。

**4.6 玻璃小水浴** 玻璃小水浴的外径为 140mm ,高为 90mm。内装平板玻璃 ,并保证其固定于水平位置上。沿水浴内壁盘旋蛇管通水恒温 ,并准确至  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

**4.7 温度计** 温度计为全浸式 ,并符合附录 A( 补充件 )要求。

## 5 试样制备

**5.1** 将黄铜板置于两个软木塞上 ,用脱模剂润湿其上表面 ,放上试样成型器。然后 ,把它们放入  $(30 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的保温箱内恒温 20min。

**5.2** 加热模料 ,待熔化后温度再升高  $20^{\circ}\text{C}$ 。熔化时充分搅拌模料液 ,并使其内含气泡逸出后才可注入恒温的成型器。如果模料收缩过大无法形成光滑试样表面时 ,可适当提高黄铜板的恒温温度 ,或降低试样浇注温度。

**5.3** 浇注试样使之成凸面 ,并在  $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  下冷却 1h ,然后刮去多余的模料 ,从板上取下成型器。再将与黄铜板接触的试样光滑面朝上 ,在试验温度精确至  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  的水浴中放置 1h。一般试验温度为  $20^{\circ}\text{C}$  ,也可测定其他选定温度的针入度 ,但报告中要予以说明。

**5.4** 将装有试样的成型器从水浴中取出 ,迅速放入玻璃小水浴中 ,使水面高出试样光滑面 20mm ,用温度计直接测量玻璃小水浴的温度。当修正值等于或超过  $0.05^{\circ}\text{C}$  时水银柱露出部分需要修正 ,修正方法见附录 A。

## 6 试验步骤

**6.1** 使滑杆与指针相接触 ,将针入度刻度盘指示值调整为零。调节可调针组使标准针靠近试样表面 ,观察针尖投影 ,用微调使针尖恰好接触试样表面。5min 后释放滑杆 ,使标准针自由降落 5s 后立即卡住滑杆。然后 ,轻轻按下指针杆使之与滑杆顶住 ,准确地由刻度盘读取针入度值。用秒表计时 ,要在试验前开动秒表 ,当秒针走至易于读算位置时释放滑杆 ,经 5s 时立即卡住滑杆。

**6.2** 每个试样需测试四点 ,每个测点距试样边缘不小于 6mm ,并且彼此间距均不得少于 8mm。不要选择试样表面有白斑或皱纹处作为测定点。每次测定前要认真检查水浴温度。用清洁的干绸布顺针尖擦拭 ,以除去前次测定所附着的渣屑。

## 7 试验结果的计算

取四次测定结果的算术平均值作为测定结果 ,即表面硬度值。计算结果精确到一个单位。

8 精密度

通过实验室测试结果的统计分析 ,得此方法的精密度如下 :

8.1 重复性

按照本方法正确地操作 ,同一操作者使用同一台仪器 ,对同一试样进行两个连续测定 ,结果间的差值超过表中所列误差者 ,视为误值剔除。

8.2 再现性

按照本方法正确地操作由不同操作者在不同实验室 ,对同一试样进行测定 ,任意两个独立结果之间的差值 ,超过下表所列误差则视为误值剔除。

试验方法精密度数据

测试范围	重复性	再现性
0 ~ 5 单位	1 单位	2 单位
> 5 ~ 30 单位	2 单位	3 单位

附 录 A  
全浸式温度计要求  
( 补充件 )

A1 全浸式温度计技术要求

温度范围	0 ~ 50℃
最小分辨温度	0.1℃
长线分度	0.5℃
刻字分度	1℃
示值误差	最大 0.1℃
膨胀室允许加热温度	105℃
全长	379 ± 5mm
棒直径	7 ~ 8mm
水银球长	25 ~ 35mm
水银球直径	6 ~ 7mm
冰点范围	- 0.5 ~ + 0.5℃

球底达冰点距离	60 ~ 70mm
球底到收缩室底的距离	最小 80mm
球底到收缩室顶的距离	最大 100mm

A2 使用全浸式温度计时,如果它的测温刻度露出恒温浴的液面,依照下式计算温度计液柱露出部分的补正数 $\triangle t$ ,才能准确地量出液体的温度。

$$\triangle t = k \cdot h(t_1 - t_2) \quad (A1)$$

式中  $k$ ——常数,水银温度计采用  $k = 0.00016$ ,酒精温度计采用  $k = 0.001$ ;

$h$ ——露出在浴面上的水银柱或酒精柱高度,用温度计的度数表示;

$t_1$ ——测定表面硬度时的规定温度,℃;

$t_2$ ——接近温度计液柱露出部分的空气温度(用另一支温度计测出),℃。

试验时取  $t_1$  减去 $\triangle t$  作为温度计上的温度读数。

### 附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所负责起草。

本标准主要起草人周子成、杨艳、雷运长、韩晓霞、王敏。

自本标准实施之日起,原部标准 JB/Z 81—65《熔模铸造蜡基模料硬度测定方法》、HB 5350.4—86《熔模铸造模料硬度测定方法》作废。

## 中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.6—93

# 熔模铸造模料 酸值测定方法

Testing method for acid number of  
pattern materials in investment casting

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料酸值的测定方法。

本标准适用于测定各种熔模铸造模料的酸值。

## 2 方法提要

本方法用中性乙醇溶解试样,然后用氢氧化钾乙醇标准溶液进行滴定。

## 3 试 剂

分析过程中除非另有规定,只允许使用分析纯试剂和蒸馏水。

3.1 95%(体积比)中性乙醇溶液。

3.2 0.05 或 0.1mol/L 氢氧化钾乙醇溶液。

3.3 0.05 或 0.1mol/L 盐酸标准溶液,用以经常标定氢氧化钾乙醇溶液。

3.4 1% 酚酞指示剂溶液:称 1g 酚酞,溶于 100mL95% 乙醇中,并在水浴中煮沸回流 5 min,趁热用 0.1mol/L 氢氧化钾乙醇溶液滴定至微粉红色。

## 4 设备仪器

4.1 锥形烧瓶:250 或 300mL。

4.2 球形回流冷凝管:长约 300mm。

4.3 滴定管:10mL,分度为 0.05mL。

4.4 水浴锅或电热板。

4.5 分析天平:精度 0.0001g。

## 5 试验步骤

**5.1 空白试验** 在一只清洁无水的锥形烧瓶中,加入 95% 中性乙醇溶液 50mL,装上回流冷凝管。在不断摇动下,将乙醇煮沸 5 min 去除溶解于其中的二氧化碳。然后加入 6 ~ 10 滴酚酞指示剂,趁热用 0.1mol/L 氢氧化钾乙醇溶液滴定,至溶液呈微红色为止。

**5.2** 用刮刀将蜡料表层去除,在不少于三处取等量模料混匀。称 1 ~ 10g 试样,准确至 0.0001g,放在 250mL 清洁干燥的锥形烧瓶中。酸度大的模料取 1g 样,酸度小的模料可多称些,最多可称 10g。

**5.3** 加入 95% 中性乙醇 20 ~ 60mL,装上回流冷凝管。把锥形烧瓶置于水浴锅上加热,以溶解模料,注意勿使蒸气逸出。

试样 1 ~ 3g 用 20mL 溶剂;

> 3 ~ 7g 用 40mL 溶剂;

> 7 ~ 10g 用 60mL 溶剂。

**5.4** 当试样溶解至清澈透明后,取出锥形烧瓶迅速加入 6 ~ 10 滴酚酞指示剂,用 0.05mol/L 或 0.1mol/L 氢氧化钾乙醇溶液滴定,至溶液呈微红色 30s 不退色为止。

在每次滴定过程中,自停止加热到滴定完所经过的时间不应超过 3min。若滴定过程中试样有凝固现象,则需重新加热溶解后再进行滴定。

**5.5** 取重复测定三个结果的算术平均值,作为模料试样的酸值。

## 6 计 算

试样的酸值  $X$  用 mgKOH/g 的数值表示,按下式计算:

$$X = \frac{56.1(c(V - V_0))}{W}$$

式中 56.1——氢氧化钾的摩尔质量 g/mol;

$c$ ——氢氧化钾乙醇溶液的浓度 mol/L;

$V$ ——模料试样消耗的氢氧化钾乙醇溶液体积数 mL;

$V_0$ ——空白试验消耗的氢氧化钾乙醇溶液体积数 mL

$W$ ——模料试样质量 g。

## 7 精密度

同一操作者重复测定同一试样两个结果之差不应超过以下数值:

酸值范围 mgKOH/g                      重复误差 mgKOH/g

≤ 10

± 0.30

> 10 ~ 20	± 0.40
> 20 ~ 40	± 0.50
> 40 ~ 60	± 1.00
> 60 ~ 80	± 1.50
> 80	± 2.50

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由清华大学负责起草。

本标准主要起草人闫双景、姜不居、丁世阳、郭建政。

自本标准实施之日起 ,原部标准 JB/Z 83—65《熔模铸造用蜡基模料酸值测定方法》作废。

中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.7—93

## 熔模铸造模料 流动性测定方法

Testing method for fluidity of pattern  
materials in investment casting

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料流动性的测定方法。

本标准适用于测定熔模铸造模料的流动性。

### 2 方法提要

模料的流动性是指模料在一定温度下流动时所表现出的切应力与剪切速率之间的关系。

将模料试样放入一定温度的毛细管流变仪样品室内保温一段时间,在一定载荷下将其从毛细管压出。在模料压出时,测出其流经毛细管的切应力和剪切速率,建立起切应力和剪切速率之间的关系。

### 3 设备仪器

**3.1 毛细管流变仪** :ML-01 型毛细管流变仪装置。该仪器的样品室和毛细管的结构和尺寸见图 1。

**3.2 试样成型器** :试样成型器见图 2。

**3.3 恒温水浴或烘箱** :加热温度范围为 0~100℃。

### 4 试样制备

**4.1** 将盛模料烧杯放入恒温水浴或烘箱内熔化,模料熔化后温度升高 20℃ 并保温 30min。

**4.2** 将熔化好的模料液注入试样成型器内,液面高度至补缩冒口上端。

**4.3** 将试样成型器外部多余的模料刮去,取出试样。在强光下透视观察,试样内部不应



有气泡或孔洞。

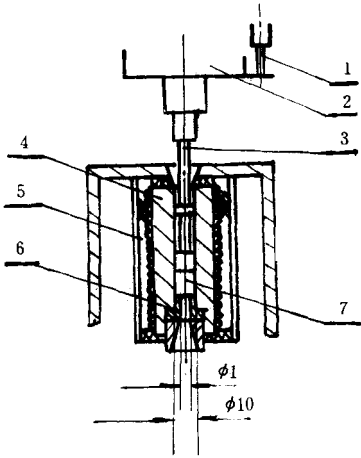


图 1 流变仪样品室和毛细管结构示意图

1—位移传感器 2—加载机构 3—柱塞 4—加热炉；  
5—保温层 6—毛细管 7—样品室

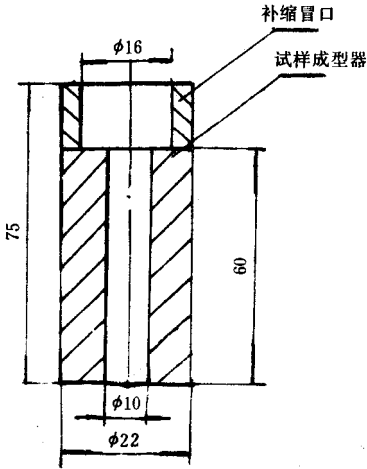


图 2 试样成型器

5 试验步骤

- 5.1 每次测试之前,先打开仪器开关,并设置预选的测试温度。当仪器温度恒定后,将试样放入样品室内保温 30min。
- 5.2 根据估计的模料压注工艺,选定加载速度。
- 5.3 开动试验仪的加载开关,使仪器柱塞下降将模料从毛细管压出,并立即记录数据。

当柱塞下降 40mm 时 ,停止测试。此时样品室内的剩余料高度不得低于 10mm。

5.4 每次测试后要将剩余料全部从样品室中取出 ,并将样品室和毛细管清理干净。然后 ,将样品室和毛细管重新安装到仪器上。

5.5 在各选定条件下按上述方法重复测试三次 ,取其算术平均值。

## 6 试验结果的计算

切应力  $\tau_w$  和剪切速率  $\dot{\gamma}_w$  分别按式 (1) (2) 计算 :

$$\tau_w = \frac{\Delta P}{4 L / R + e} \quad (1)$$

$$\dot{\gamma}_w = \frac{4Q}{\pi R^2} \left( \frac{3n+1}{4n} \right) \quad (2)$$

式中  $\tau_w$  ——管壁切应力 ,MPa ;

$\dot{\gamma}_w$  ——管壁处剪切速率 , $S^{-1}$  ;

$\Delta P$  ——毛细管两端之间的压差 ,MPa ;

$Q$  ——流量 , $mm^3/s$  ;

$L$  ——毛细管长度 ,mm ;

$R$  ——毛细管半径 ,mm ;

$n$  ——流动指数 ;

$e$  ——修正因子。

式中修正因子  $e$  和流动指数  $n$  的求法见附录 A( 补充件 )。运算中数据保留到小数点后两位 ,结果取整数。

绘出试验温度下的  $\ln \tau_w - \ln \dot{\gamma}_w$  曲线。

## 7 允许差

在同一条件下重复测试三次 ,三次测试结果的最大差值除以算术平均值不应大于 12% ,否则重做。在允许差范围内以三次测试结果的算术平均值作为该模料在此条件下的流动性数据。

附 录 A

流动指数  $n$  和修正因子  $e$  的计算方法  
(补充件)

A1 将试验测得的压力和压注速度数据代入下式进行计算：

$$Q=(\pi/4)\cdot D_p^2\cdot V \tag{A1}$$

$$P=4F/\pi D_p^2 \tag{A2}$$

$$\tau=(D_c/\pi D_p^2 L)\cdot F \tag{A3}$$

$$\dot{\gamma}=(8D_p^2/D_c^2)\cdot V \tag{A4}$$

式中  $D_c$ ——毛细管直径 ,mm ;  
 $D_p$ ——柱塞直径 ,mm ;  
 $L$ ——毛细管长度 ,mm ;  
 $V$ ——柱塞下压速度 ,mm/s ;  
 $F$ ——测量压力值 ,N ;  
 $Q$ ——流量 ,mm<sup>2</sup>/s ;  
 $P$ ——压力 ,MPa ;  
 $\tau$ ——剪应力 ,MPa ;  
 $\dot{\gamma}$ ——剪切速率 ,s<sup>-1</sup>。

运算中数据保留到小数点后两位 ,结果取整数。绘出试验温度下的  $\ln\tau - \ln\dot{\gamma}$  曲线。  
求出  $\ln\tau$  对  $\ln\dot{\gamma}$  的导数 ,即为流动指数  $n$ ：

$$n = d\ln\tau/d\ln\dot{\gamma} \tag{A5}$$

A2 采用多种  $L/D$  毛细管测出曲线图所示有关数据 ,即得到修正因子  $e$  ,见图 A1。

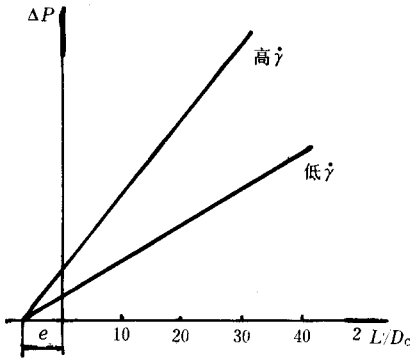


图 A1 毛细管流变仪的 Bagley 修正图

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所负责起草。

本标准主要起草人周子成、巢燕声、吕平章、柳贤福。

中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.8—93

## 熔模铸造模料 粘度测定方法

Testing method for viscosity of pattern  
materials in investment casting

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料粘度的测定方法。

本标准适用于测定熔模铸造模料处于液态某一指定温度不同剪切速率下的粘度。

### 2 方法提要

采用双筒旋转粘度计,在指定温度下通过改变粘度计转子的剪切速率测得液态模料在指定温度下粘度的变化。

### 3 设备仪器

3.1 双筒旋转粘度计 :NSX - II 型旋转粘度计 ,其技术指标为 :

剪切速率范围为  $1.23 \sim 996 \text{ s}^{-1}$  ;

仪器的重现性为  $\pm 1\%$  ;

物料温度范围为  $0 \sim 95^\circ\text{C}$ 。

3.2 超级恒温水浴 温度控制精度  $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

3.3 水银温度计 测量范围为  $0 \sim 200^\circ\text{C}$  ,分度  $1^\circ\text{C}$ 。

3.4 盛样筒 :直径不小于  $40\text{mm}$  ,筒深不小于  $50\text{mm}$ 。

3.5 恒温水浴或烘箱 加热范围为  $0 \sim 100^\circ\text{C}$  ,温度控制精度为  $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

### 4 试验步骤

4.1 按使用说明安装调试好双筒旋转粘度计和超级恒温水浴。

4.2 将超级恒温水浴中水温升至指定的测试温度下保温 ,粘度计在测试前要预热  $30\text{min}$ 。

- 4.3 根据估计的模料粘度范围,选择测量系统,并把测量转子在恒温水浴中预热 30min。
- 4.4 将盛入烧杯中的模料在恒温水浴中或烘箱内熔化,并在测试温度以上 10℃ 下保温。
- 4.5 将烧杯中液态模料注入粘度计的测试筒内,注入量应达到转子的上表面,并有少量模料流入转子上表面槽内。
- 4.6 将选择好的测量转子从恒温水浴中取出迅速用吸水纸及干净的布擦净。小心垂直地放入测试筒内,固定好,然后静止保温 20min,使筒内模料及转子均温待测。
- 4.7 开动粘度计,从低速档至高速档连续测试粘度。每档启动后等表盘指针在两个小格内摆动时即刻读数,随后扳向下档。如转子转速置于最高档,读数不足 50 格,或转速置于最低档,读数已超过 100 格,都属测量系统选择不当所致,应更换测量系统重新测量。
- 4.8 每种模料在同一温度下重复测试三次,每次重复测试应更换测试筒内的模料。

## 5 试验结果的计算

模料在某一温度、不同剪切速率下的粘度,按下式进行计算:

$$\eta = k \cdot \alpha$$

式中  $\eta$ ——模料的粘度,MPa·s;

$k$ ——仪器常数;

$\alpha$ ——粘度计表盘读数。

## 6 允许差

某温度下模料在不同剪切速率下粘度重复测试三次,三次测试的各剪切速率对应粘度值的允许差应小于 8%。否则,该粘度值重做。在允许差范围内的粘度值以三次对应值的算术平均值作为模料在该温度、该剪切速率下的粘度。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由机械电子工业部沈阳工业大学、沈阳铸造研究所负责起草。

本标准主要起草人李英民、周子成、杨艳、雷运长、王敏。

自本标准实施之日起,原部标准 HB 5350.6—86《熔模铸造模料粘度测定方法》作废。

中华人民共和国国家标准

GB/T 14235.9—93

熔模铸造模料 热稳定性测定方法

Testing method for thermal stability of  
pattern materials in investment casting

1 主题内容与适用范围

本标准规定了熔模铸造模料热稳定性测定方法。  
本标准适用于测定各种熔模铸造用模料的热稳定性。

2 方法提要

将模料试样一端固定在热稳定性测定仪支架上 ,在给定温度下保温 2 h ,测定悬臂伸出端的下垂量 ,当下垂量小于等于 2mm 时的最高温度值为热稳定性温度。

3 设备仪器

3.1 热变形量测定仪见图 1。

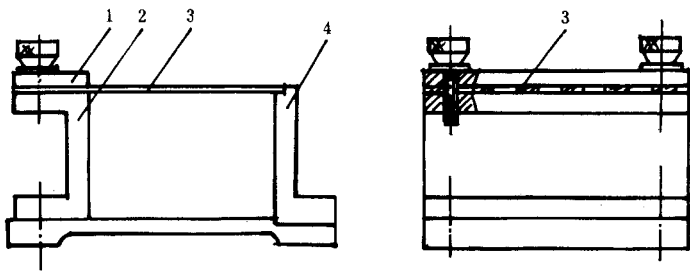


图1 热稳定性测定仪示意图

1—压板 2—支架 3—试样 4—定位块

3.2 隔水式电热恒温箱 温度精度为  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

3.3 游标高度尺或读数显微镜 游标高度尺量程 150mm 精度 0.02mm。读数显微镜量程 100mm 精度 0.01mm 物镜焦距 30mm 以上。

3.4 水银温度计 测温范围  $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$  ,分度  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

3.5 表面温度计 测温范围  $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$  ,分度  $1^{\circ}\text{C}$ 。

3.6 游标卡尺 量程  $150\text{mm}$  精度  $0.02\text{mm}$ 。

3.7 压注机 气动或液压活塞式压注机。

3.8 水浴锅。

## 4 试样制备

4.1 试样形状、尺寸见图 2。

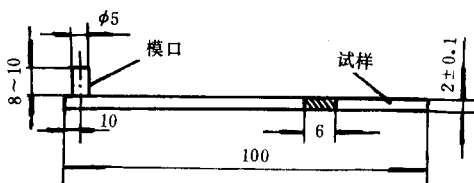


图 2 试样(带模口余料)

4.2 压注工艺参数

4.2.1 模料的压注温度采用实际生产中认为的最佳压注温度。压注温度一旦确定后,温差应控制在  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  范围内。

4.2.2 压注压力为  $(1.18 \pm 0.02)\text{MPa}$ 。

4.2.3 压型温度为  $(28 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

4.2.4 保压时间为  $(25 \pm 5)\text{s}$ 。

4.3 将模料装入预热至压注温度的模料筒中进行压注。压注完毕注蜡筒内余料厚度不得小于  $20\text{mm}$ 。

4.4 对光透视试样,内部不应有气泡,不得弯曲或翘曲。

4.5 修去多余毛刺及模口余料。

4.6 用游标卡尺逐个检查试样厚度,超过名义尺寸  $\pm 0.1\text{mm}$  者作废。

4.7 试样在室温下存放  $20\text{h}$  以上,再放入  $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的恒温水浴中保持  $0.5\text{h}$  以上,取出擦干待测。如试样在  $20^{\circ}\text{C}$  下恒温存放,则不必再经  $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的恒温处理。存放期内试样不得翘曲变形。

## 5 试验步骤

5.1 将检查合格的试样仔细安装在热变形量测定仪的支架上,试样上无毛刺的一面朝下作为测量基准面。试样相互间应留有空隙,不得粘连。用固定块保证试样悬臂长  $60\text{mm}$ ,然后将压板压紧,试样不得松动。每次试验不得少于  $12$  个试样。



5.2 小心移去固位块,使试样悬臂伸出端呈自由状,用高度尺或读数显微镜逐一测出其高度  $H_1$ 。

5.3 将装好试样的热变形量测定仪放入给定温度的恒温箱中,温度以试样所在位置的温度为准。几套测定仪同时加热时其相互间距离及其与炉门、炉壁之间的距离均应大于 50mm。

5.4 从试样入炉时开始计时,保温 2h 后取出试样,逐个测量试样悬臂伸出端高度  $H_2$ 。计算出下垂量  $\Delta H = H_1 - H_2$  及其算术平均值。

5.5 与算术平均值之差大于  $\pm 0.4\text{mm}$  的测量值应剔除。从 9 个以上的测量值取算术平均值,准确到 0.01 mm。

5.6 如果给定试验温度下,试样下垂量  $\Delta H < 2\text{mm}$ ,则将温度提高  $2^\circ\text{C}$ ,更换新试样再测,直至  $\Delta H$  为 2mm 为止,则此  $t^\circ\text{C}$  为模料热稳定性温度。若  $t + 2^\circ\text{C}$  试样  $\Delta H > 2\text{mm}$ ,则再测  $t + 1^\circ\text{C}$  时下垂量:若  $\Delta H < 2\text{mm}$ ,则  $t + 1^\circ\text{C}$  为热稳定性温度;若  $\Delta H > 2\text{mm}$ ,则  $t$  为热稳定性温度。

如果给定试验温度下,试样下垂量  $\Delta H > 2\text{mm}$ ,则将温度降低  $2^\circ\text{C}$ ,更换新试样再测,直至  $\Delta H$  为 2mm 为止,则此  $t^\circ\text{C}$  为模料热稳定性温度。若  $t - 2^\circ\text{C}$  下垂量  $\Delta H < 2\text{mm}$ ,则再测  $t - 1^\circ\text{C}$  时下垂量:若  $\Delta H > 2\text{mm}$  时,则  $t - 2^\circ\text{C}$  为热稳定性温度;若  $\Delta H < 2\text{mm}$ ,则  $t - 1^\circ\text{C}$  为热稳定性温度。

### 附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部沈阳铸造研究所归口。

本标准由清华大学负责起草。

本标准主要起草人姜不居、郭建政、马勇、闫双景。

自本标准实施之日起,原部标准 JB/Z78—65《熔模铸造蜡基模料的耐热性测定方法》、HB 5350.2—86《熔模铸造模料热变形量测定方法》作废。

## 第三章 熔模铸造型壳

JB/T 2980.1—1999

### 前 言

本标准是对 JB 2980—81《熔模铸造型壳 高温热变形试验方法》的修订。修订时，对原标准作了编辑性修改，主要技术内容没有变化。

本标准自实施之日起代替 JB 2980—81。

本标准由全国铸造标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位 沈阳铸造研究所、清华大学。

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 2980.1—1999

熔模铸造型壳高温热变形试验方法

Test method for hot deformation of  
investment casting shell

代替 JB 2980—81

1 范 围

本标准适用于测定型壳在定载荷下 ,从室温 ~ 1300℃ 的范围内 ,各不同温度下的热变形值。

2 仪器设备

测试仪器为 RKB - 型壳高温变形仪。

- 2.1 该仪器应在无强磁、电场 ,无强烈振动和清洁环境中工作。
- 2.2 该仪器高温炉的发热元件为硅碳棒 ,其最高使用温度为 1350℃。
- 2.3 对试样加载的载荷误差为 1% ~ 3%。

3 试样的制备

3.1 试样形状及尺寸见图 1。

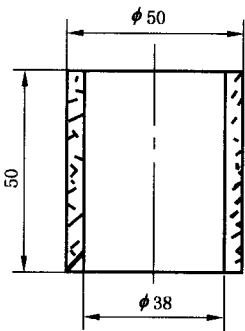


图 1

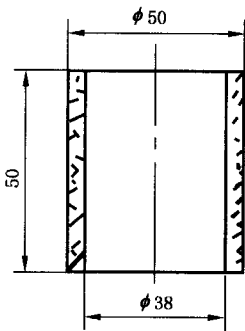


图 2

3.2 试样采用图 2 所示的两块蜡模组组装后,在蜡模内壁约涂挂六层制壳材,使壳厚略超过 6mm,然后沿蜡模内口把试样刮平,保证试样厚度为 6mm。

3.3 试样脱蜡后经 110℃、保温 2h 烘干。

## 4 试验步骤

4.1 把测量杆调至铅垂位置,调节安平螺旋机构,使水准仪的水泡处于“居中”位置(或处于水泡的分划线以内)。

4.2 进行试验时,把中心有孔的标准块放在试样座上,然后移动加载部件,使加载杆下降时正好能落入标准块的孔中,固定加载部件,然后按反时针方向松动螺旋微调机构,提起加载杆,去掉标准块,把试样横放在试样座上,使加载杆加于试样的载荷位于试样表面的中心位置。

4.3 检查各仪表性能正常后,将温度控制仪表上的加热速度“开关”拨至所需位置,开始给试样加热,随着温度的升高,试样产生变形的数将在电感位移计和双笔记录仪上显示和记录下来。

## 5 结果的计算

由于仪器整个系统和加载杆受热后也会有一定的变形量,所以加载杆的位移并不等于试样的变形量,需要减去相同条件下的“空白试验”数据。

## 6 试验记录

试验记录应包括:试样名称、试样编号、试验温度及其对应的试样热变形值、检验日期、检验人员。

JB/T 2980.2—1999

## 前 言

本标准是对 JB 2981—81《熔模铸造型壳 高温抗弯强度试验方法》的修订。修订时,对原标准作了编辑性修改,主要技术内容没有变化。

本标准自实施之日起代替 JB 2981—81。

本标准由全国铸造标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:沈阳铸造研究所、清华大学。

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 2980.2—1999

## 熔模铸造型壳高温抗弯强度试验方法

Test method for high temperature strength of  
investment casting shell

代替 JB 2981—81

### 1 范 围

本标准适用于测定型壳标准试样在室温 ~ 1200℃ 的范围内 ,加载情况下的抗弯强度及变形值。

### 2 仪器设备

测试仪器为型壳高温抗弯强度仪。

- 2.1 该仪器在无强磁、电场 ,无强烈振动和清洁环境中工作。
- 2.2 该仪器高温炉的发热元件为铁铬铝电阻丝 ,其最高使用温度为 1250℃。
- 2.3 仪器的测量精度为 1.5%。

### 3 试样的制备

- 3.1 试样形状及尺寸见图 1。
- 3.2 采用图 2 所示带有八个凹穴的蜡模 ,按生产工艺或根据检测要求制备试样。每涂挂一层均将凹穴以外的多层涂料刮掉 ,直到涂挂至凹穴填满为止 ,最后一层只挂涂料不挂砂。
- 3.3 试样脱蜡后经 110℃保温 2h 烘干。
- 3.4 试样底面及侧面应平整 ,棱角清晰 ,不得有分层之处。
- 3.5 试样厚度应为  $6\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。测量时每块试样应按试样中部最薄部位测量 3 ~ 5 次 ,取平均值。测量精度为  $\pm 0.1\text{mm}$ 。

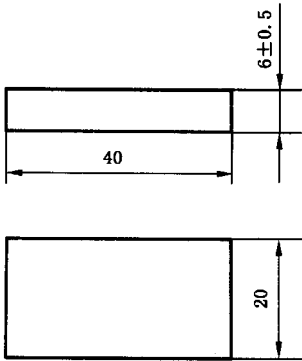


图 1

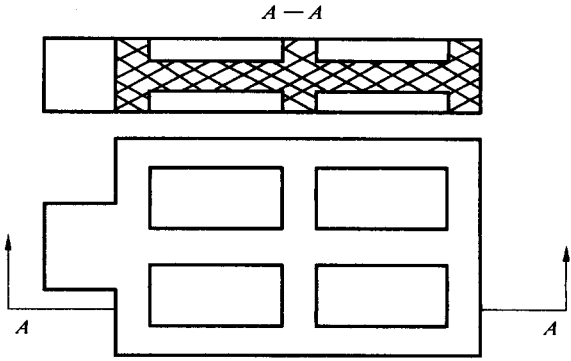


图 2

#### 4 试验步骤

- 4.1 将型壳高温抗弯强度仪上下刀口对中 ;再把测量合格的试样放入炉中的下刀口上 ,加热至试验温度 ,待保温 0.5h 后开始试验。当连续试验时 ,每一个试样都必须保证在试验温度下 ,保温 10min。
- 4.2 当测定试样的静态抗弯强度时 ,加载速度一般为 5 ~ 6mm/min。
- 4.3 试样碰到上刀口后即进入加载状态 ,继续上升下刀口 ,使压力升至试样断裂为止。由 XWC - 200 型电位差计读出变形量及所施加的载荷值  $P$ 。
- 4.4 将断裂后的试样移送到炉后的非测试区存放 ,再由炉子后门取出。

#### 5 结果的计算

- 5.1 将每个试样测得的载荷值分别代入式 ( 1 ) ,求出试样的抗弯强度值 :

$$\sigma_{\text{弯}} = \frac{3LP}{2ah^2}(\text{Pa}) \tag{1}$$

- 式中  $L$ ——抗弯曲跨距 ,mm ;  
 $P$ ——试样承受载荷 ,N ;  
 $a$ ——试样宽度 ,mm ;  
 $h$ ——试样厚度 ,mm。

- 5.2 抗弯强度值应取不少于 5 个试样的试验结果的平均值。

#### 6 试验记录

试验记录应包括 :试样名称、试样编号、试样尺寸、试验温度及其对应的载荷值  $P$ 、试样的抗弯强度值  $\sigma$ 、检验日期、检验人员。

## 第四章 熔模铸造涂料

JB/T 4007—1999

### 前 言

本标准是对 JB 4007—85《熔模铸造涂料 试验方法》的修订。修订时,对原标准作了编辑性修改,主要技术内容没有变化。

本标准自实施之日起代替 JB 4007—85。

本标准由全国铸造标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位 清华大学。

本标准起草人 姜不居、张家骏、阎双景。



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 4007—1999

熔模铸造涂料 试验方法

Test method of slurry for investment casting

代替 JB 4007—85

1 范 围

本标准适用于熔模铸造用水玻璃粘结剂和涂料、硅酸乙酯粘结剂和涂料性能测试。

2 水玻璃粘结剂

2.1 水玻璃模数

2.1.1 所用装置及材料

天平 精度 0.001 g ;

滴定管和支架 ;

100mL 烧杯 ;

100mL 容量瓶 ;

250mL 三角瓶 ;

0.5 mol 浓度盐酸标准溶液 ;

0.5 mol 浓度氢氧化钠标准溶液 ;

甲基红 - 次甲基蓝混合指示剂 ( 分别取甲基红和次甲基蓝的 0.1% 乙醇溶液 , 按 6:4 相混合 )、氟化钠。

2.1.2 试验步骤

用 100mL 烧杯准确称取 5000g 水玻璃(  $G$  ), 倒入 100mL 容量瓶中 , 并用蒸馏水洗烧杯数次 , 至烧杯无残留痕迹为止。将洗液倒入容量瓶中并摇匀 , 再用蒸馏水稀释到容量瓶刻度线。

用移液管吸取稀释后试样 20 mL , 注入 250mL 三角瓶中。

滴入甲基红 - 次甲基蓝混合指示剂 2 ~ 3 滴 , 此时溶液为亮绿色 , 再用 0.5mol 浓度盐酸标准溶液滴定到溶液变为紫红色 , 记下所用盐酸毫升数(  $V$  ) , 按式 ( 1 ) 计算氧化钠的

含量：

$$\text{NaO}\% = \frac{15.5 VM_1}{G} \% \quad (1)$$

式中  $V$ ——滴定时所消耗的盐酸量 ,mL；

$M_1$ ——盐酸摩尔浓度 ,mol/L；

$G$ ——试样重量 ,g。

在氧化钠溶液中加入 3000g 氯化钠 ,并摇匀。放置 3 ~ 5min ,此时溶液中有未溶解的氯化钠固体。再滴甲基红 - 次甲基蓝混合指示剂。用 0.5 mol 浓度盐酸标准溶液滴定至溶液由亮绿色变为紫红色后 ,再过量 5mL ,并记下盐酸用量  $A$ 。停 2 ~ 3min 后 ,再用 0.5mol 浓度氢氧化钠标准溶液回滴过量盐酸 ,使溶液呈现绿色 ,记下氢氧化钠用量  $B$ 。按式 (2) 计算  $\text{SiO}_2$  的含量：

$$\text{SiO}_2 \% = \frac{15.02(A M_1 - B M_2)}{2 G} \% \quad (2)$$

式中  $A$ 、 $B$ ——分别为盐酸和氢氧化钠的消耗量 ,mL；

$M_1$ 、 $M_2$ ——分别为盐酸和氢氧化钠的摩尔浓度 ,mol/L；

$G$ ——试样重量 ,g。

按式 (3) 计算水玻璃模数  $M$ ：

$$\begin{aligned} M &= \frac{\text{SiO}_2 \%}{\text{Na}_2\text{O} \%} \times 1.032 \\ &= \frac{15.02(A M_1 - B M_2)}{31 V M_1} \times 1.032 \end{aligned} \quad (3)$$

当盐酸的摩尔浓度  $M_1$  和氢氧化钠的摩尔浓度  $M_2$  相同时 ,可简化为式 (4)：

$$M = \frac{A - B}{V} \times 0.5 \quad (4)$$

测三次 ,取平均值。

## 2.2 比重(液体比重计法)

### 2.2.1 所用装置及材料

密度计 :量程 1.200 ~ 1.300 ,1.300 ~ 1.400 ,最小刻度值 0.001 ;温度计 :量程 0 ~ 50℃ ,最小刻度值 0.1℃；

500mL 量筒；

水浴或恒温水槽 ,精确度  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

### 2.2.2 试验步骤

将水玻璃灌入 500mL 量筒中 ,静止 30s 后量筒塞上塞子 ,垂直放入  $20^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$  水浴中 ,保持一段时间使试样均匀达到同样温度。

把密度计垂直放入水玻璃中 ,至比预期漂浮的刻度线稍低一点 ,放开密度计 ,让它下沉但不要触及量筒壁。30s 后 ,目光直视量筒中液面稍许下面一点 ,然后慢慢地抬起视线 ,看到试样表面以一个斜椭圆变成直线而与密度计刻度线重合 ,读出密度读数( 准确到 0.001 ) ,并记录之。

重复测量绝对误差在 0.003 以内。

注

- 1 密度计用后务必清洗干净。密度计上如有沉积物会影响其重量 ,从而使读数不准。
- 2 如不用水浴 ,所测比重读数应修正。可预先做出温度转换图表 ,以适应不同的试验温度。

2.3 凝结时间

2.3.1 所用装置及材料

- 天平 精度 0.05g ;
- 48%密度 1.30 硝酸 ;
- 100mL、250mL、烧杯 ;
- 100mL 量筒 ;
- 40/70 目精制石英砂 ;
- 5 mL 移液管 ;
- 秒表。

2.3.2 试验步骤

用 250mL 烧杯准确称取 20.00g 重的水玻璃 ,用 100mL、25 ~ 26℃的蒸馏水稀释 ,并搅拌均匀。

用移液管取硝酸 4mL ,放入 100mL 烧杯中 ,用 25 ~ 26℃的 50mL 蒸馏水稀释。将稀释后的硝酸溶液缓慢地加入水玻璃中 ,按秒表记时 ,同时搅拌 ,加完硝酸溶液则停止搅拌。每隔 6 ~ 7s 向溶液中撒入少许 40/70 目石英砂 ,视砂下沉情况。当砂悬浮而不下沉则表明水玻璃粘结剂已凝结 ,立即按住秒表 ,记录凝固时间。

3 水玻璃涂料

3.1 黏度( 标准流杯法 )

适用于面层涂料和背层涂料。

3.1.1 所用装置

标准流杯 体积 100 mL ,流出孔  $\phi 6 \pm 0.02$ 。具体尺寸见图 1 所示。其材料可用 H62 黄铜、1Cr18Ni9Ti 或碳钢镀铬等。

- 流杯架 ;
- 气泡水准仪 ;

取样勺；  
30 目筛网；  
刮尺；  
秒表。

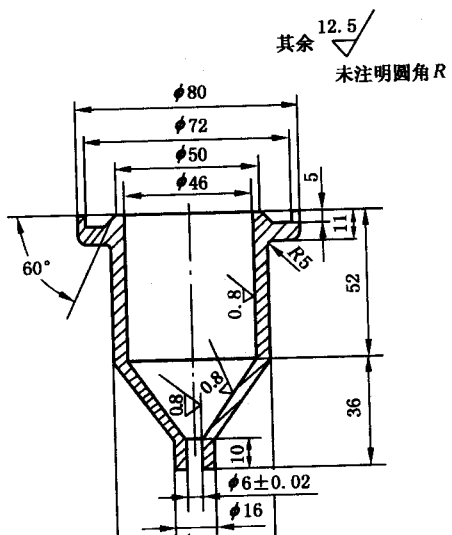


图 1 标准流杯

### 3.1.2 试验步骤

将清洁、干燥的流杯放在流杯架上,用气泡水准仪将流杯上沿调水平。用勺取出 120mL 充分搅拌的涂料试样。用手指堵住流杯出孔,将通过 30 目筛网的涂料灌入流杯,直至溢出环形通道为止。再用刮尺刮过流杯上沿。

把承接器放在流杯下面,松开手指,同时按秒表计时,当流出孔底部的流线一旦中断而成滴状时立即按秒表,并记录流出时间,同时记录涂料温度。

至少重复两次,读数误差相差不得超过 5%,取平均值。

注

- 1 除非要求结果十分严格,一般可省略过筛和刮平步骤。
- 2 流杯用完应立即用水清洗并风干。使用前要检查流杯,尤其要注意保证流出孔干净。
- 3 每周用一种已知粘度的液体检查一次流出时间。如误差超过 5%,则需修正流杯尺寸。无法修正时则应报废。

## 3.2 覆盖性(涂料厚度及均匀性)

适用于面层涂料和背层涂料。

### 3.2.1 所用装置

不锈钢涂片 40mm × 40mm × 2mm,具体尺寸见图 2；

玻璃片 :110mm×80mm×3mm ;

天平 精度 0.01 g。

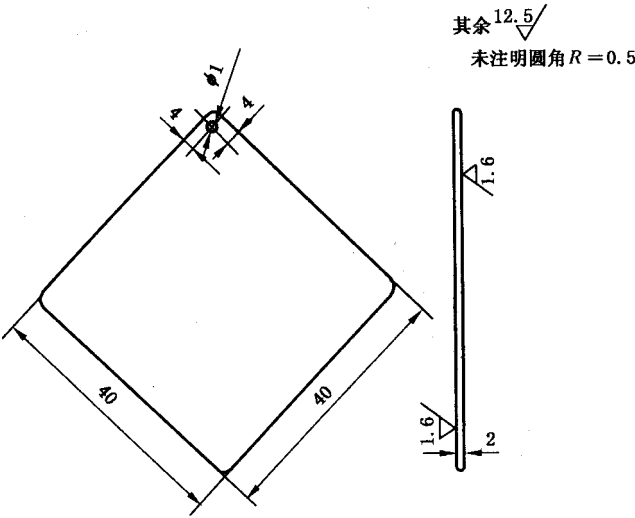


图 2 涂片

3.2.2 涂层厚度试验步骤

取一干净不锈钢涂片 ,称出重量  $A$  ,准确至 0.01 g。

手持涂片上细丝 ,放入充分搅拌的涂料中 ,使涂料刚好没过涂片。10s 后慢慢地提起涂片 ,静止 ,让多余涂料滴落。2min 后在天平上称重  $B$  (准确至 0.01 g) ,则 $(B-A)$ 为涂层重量( g )。

涂层厚度按式 (5) 计算 :

$$S = \frac{B - A}{F \rho} \tag{5}$$

式中  $S$ ——涂层厚度 cm ;

$F$ ——被覆盖总面积  $\text{cm}^2$  ;

$\rho$ ——涂料密度  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

注 :对于同种粉料可直接用涂层重量作为指标。

3.2.3 均匀性试验步骤

手持铁皮夹夹住玻璃片浸入充分搅拌的涂料中 ,10s 后提出 ,静止让多余涂料滴落。

对光观察涂料层特征。涂料层均匀、平整说明其覆盖性好 ,如有下列情况则覆盖性不好 :

- a) 涂层起伏不平的条纹 ;
- b) 涂层过多地堆积在片下段的边沿上 ;

- c) 涂料中的气泡造成的小孔；
- d) 涂料中有粗的颗粒等；
- e) 分散不够，涂料中有粉料疙瘩等；
- f) 玻璃片表面覆盖得不好，露出一些不规则的光面；
- g) 涂层开裂。

### 3.3 流动性

适用于面层涂料和背层涂料。

#### 3.3.1 所用装置

流动性测定仪，具体尺寸见图 3。材料为碳钢镀铬。

2 mL 移液管。

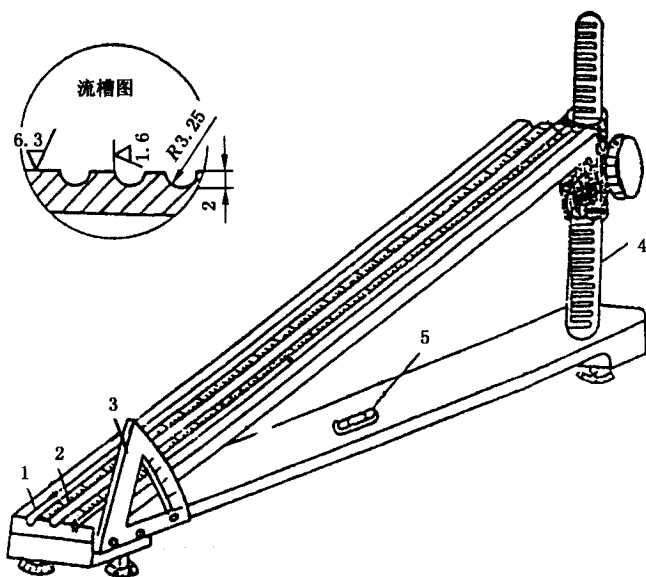


图 3 流动性测定仪

1—流槽（不锈钢）2—刻度尺 3—角度尺 4—立柱 5—水泡

#### 3.3.2 试验步骤

将清洁、干燥的流动性测定仪调正到所需角度，测面层涂料取  $20^\circ$ ，测背层涂料取  $40^\circ$ 。

用移液管吸取 0.5 mL 充分搅拌的涂料，滴在流动性测定仪各槽上端。涂料停止流动时，测定并记录涂料流动的平均长度。

注 流动性测定仪用后应立即清洗干净并风干，防止生锈。

### 3.4 氧化钠含量

适用于面层涂料和背层涂料。

3.4.1 所用装置及材料

- 100mL 量筒；
- 250mL 三角瓶；
- 25 mL 滴定管和支架；
- 0.1 mol 浓度盐酸标准溶液；
- 溴甲酚紫指示剂(0.1g 溴甲酚紫溶于 100g、20% 乙醇溶液中)；
- 天平 精度 0.01 g。

3.4.2 试验步骤

准确称取 1.55g 涂料放入 250mL 三角瓶中。加 100mL 蒸馏水 摇匀后加 2~4 滴溴甲酚紫指示剂 再用 0.1 mol 浓度盐酸标准溶液滴定 至溶液刚好由紫变黄为止。记下所用盐酸毫升数  $V$ 。

按式(6)计算氧化钠的含量：

$$\text{Na}_2\text{O}\% = 0.2 V \% \tag{6}$$

式中  $V$ ——滴定时所消耗的盐酸量 ,mL。

3.5 密度 容重法 ]

适用于面层和背层水玻璃涂料。

3.5.1 所用装置

- 150mL 三角瓶；
- 30 目筛网；
- 天平 精度 0.05 g。

3.5.2 试验步骤

称一个清洁、干燥的 150mL 三角瓶重量  $A$  ,准确至 0.05g。

从充分搅拌涂料的下部取出一份有代表性的试样过 30 目筛网 尽快倒入三角瓶中 ,直至与瓶口平齐。擦净瓶外溢出物 称装有涂料的三角瓶重  $B$ 。

按式(7)计算密度  $\rho$ ：

$$\rho = \frac{B - A}{V} \tag{7}$$

式中  $V$ ——三角瓶实际体积 ,mL ,需事先标定。

4 硅酸乙酯水解液粘结剂

4.1 固体二氧化硅含量的测定

适用于硅酸乙酯和硅酸乙酯水解液。

4.1.1 所用装置

带盖铂坩埚直径 50mm ,深 25 mm ,容量 35 mL ;

电热盘 ;

滴管 ;

茂福炉 ;

天平 精度为 0.0001 g。

#### 4.1.2 试验步骤

a )称量经过焙烧的带盖铂坩埚重量  $W$  ( 准确至 0.1mg ) ,加入 1mL 硅酸乙酯试样 ,再次称重 ,以得到试样的确切重量(  $G$  )。加 10mL 浓度 1:1 的硫酸。摇晃坩埚中试样 ,直至完全胶凝。

b )将坩埚放在铁环的泥三角上 ,同时盖上坩埚盖。用电热盘缓慢加热 ,直到所有的挥发物质发光 ,再较快升温 ,将所有的  $SO_2$  都驱除掉。

c )将坩埚放入 1000℃ 的茂福炉中 ,保温 1 h ,致使残留物变白为止<sup>1)</sup>。然后取出坩埚放在干燥器中冷却。再次称量坩埚( 带盖 )的重量  $W_1$  ( 准确至 0.1 mg ) ,残留物重为 (  $W_1 - W$  )。

按式 (8) 计算固体的总含量  $X$  :

$$X \% = \frac{W_1 - W}{G} \% \quad (8)$$

d )<sup>2)</sup>加三滴浓硫酸 ,三滴浓氢氟酸后在通风橱中小心加热蒸发 ,直到冒浓白烟为止。除去四氟化硅 ,重新称重  $W_2$  ( 准确至 0.1 mg )。失去的重量等于二氧化硅的重量 ,按式 (9) 计算二氧化硅的含量 ;

$$SiO_2 \% = \frac{W_1 - W_2}{G} \% \quad (9)$$

重复测量误差应在 0.5% 之内。

### 4.2 黏度

#### 4.2.1 所用装置

毛细管黏度计 :内径  $\phi 10\text{mm}$  ,见图 4。

恒温水槽 精确度  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  ;

温度计 :最小刻度值  $0.1^\circ\text{C}$  ;

秒表。

1 )只要有一点硅酸乙酯没反应完全 ,都会使结果产生错误。如残留物为灰色 ,说明有耐高温的碳存在 ,应重做实验 ,直到得到白色残留物为止。

2 )除要求结果十分严格以外 ,一般 d )项以后的步骤都可省去。此时可用瓷坩埚代替铂坩埚。



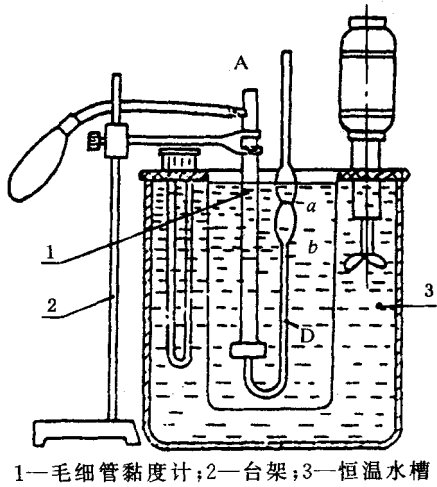


图 4 黏度测定示意图

1—毛细管黏度计 2—台架 3—恒温水槽

注

- 1 黏度计使用后必须及时用乙醇反复清洗,洗净后浸在乙醇溶液中保存。
- 2 使用一段时间后应用已知黏度的液体对黏度计进行标定,误差太大时应用 10% 氢氧化钠水溶液清洗或报废。

4.2.2 试验步骤

将夹持在台架上的毛细管黏度计垂直地浸入恒温水槽( 20℃ ± 0.1℃ ),使液面保持在黏度计上面一个扩张部分的一半处。

用移液管将待测液体从 A 处注入黏度计中,使下部的缓冲部分 D 接近充满、静置 10min 以上,使其温度与恒温水一致。

一手堵住 A 口,另一手握紧洗耳球(用力不要过猛),使待测水解液充到黏度计上部扩张部分的 1/3 高度处。然后放开 A 口和洗耳球。待液面下降至标线 a 时用秒表计时,液面继续下降至标线 b 时按住秒表,记录下降的时间。

温度 t(℃)时试液的运动黏度  $\gamma_t$  按式(10)计算:

$$\gamma_t = C\tau_t \tag{10}$$

式中 C——黏度计常数  $\text{cm}^2/\text{s}$ ;  
 $\tau_t$ ——试液的平均流动时间 s。

重复测量相对误差在 5% 以内。

4.3 密度(液体密度计法)

适用于硅酸乙酯、硅酸乙酯水解液和乙醇。

4.3.1 所用装置

密度计 量程 0.700 ~ 0.800 0.800 ~ 0.900 0.900 ~ 1.000 1.000 ~ 1.100。最小刻度值 0.001 ;

温度计 量程 0 ~ 50℃ 最小刻度值 0.1℃ ;

密度计瓶 高 300mm ,直径 50mm 的玻璃筒 ;

恒温水槽 精确度  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

#### 4.3.2 试验步骤

取得 600mL 试样 ,滤掉固体微粒 ,缓慢地注入干燥的密度计瓶中(试样的体积要足够 ,使密度计浮离瓶底至少有 2.5cm) ,再把密度计瓶垂直放入恒温水槽中 ,使试样温度达到水槽温度(  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  ) ,瓶中液面的高度不要过恒温槽中水面 2.5cm。当试样达到温度后 ,用一张干的滤纸把液面上的气泡除去 ,将密度计小心放入试样中 ,直至预期读数以下约 0.002 的位置。再轻轻地放开密度计 ,使它下沉到读数位置 ,让密度计停止自由飘动 ,且不要触及瓶壁。目视密度计及液体表面稍许下面一点 ,而后视线逐渐上移 ,观察到试样的表面以一个斜椭圆变成直线而跟密度计的刻度线重合 ,记下读数(准确到 0.001) 。重复测量绝对误差在 0.003 以内。

注

- 1 密度计用后务必用乙醇洗净并干燥。
- 2 所有试验温度不同于规定温度时 ,应预先定出温度转换图表。

#### 4.4 酸度

适用于硅酸乙酯水解液。

##### 4.4.1 所用装置及材料

50mL 量筒 ;

25 mL 移液管(带洗耳球) ;

250mL 三角瓶 ;

无水乙醇(分析纯) ;

0.1mol 浓度氢氧化钠甲醇标准溶液 ;

甲基蓝/中性红指示剂(0.1 W/V 甲醇溶液)。

##### 4.4.2 试验步骤

用移液管取 25mL 水解液于三角瓶中 ,用量筒加 50mL 甲醇 ,再加入几滴甲基蓝/中性红指示剂摇匀。用 0.1mol 浓度氢氧化钠的甲醇溶液滴定到绿色为止 ,记下所用毫升数  $V$ 。

按式 (11) 计算氯化氢的含量(重量) :

$$\text{HCl}\% = \frac{364.6 \times VM}{25\rho} \% \quad (11)$$

式中  $V$ ——氢氧化钠甲醇溶液的消耗量 ,mL ;  
 $M$ ——氢氧化钠甲醇溶液的摩尔浓度 ,mol/L ;  
 $\rho$ ——水解液密度 ,g/cm<sup>3</sup>。

#### 4.5 胶凝时间

适用于硅酸乙酯水解液。

##### 4.5.1 所用装置及材料

5mL 移液管 ;  
10mL 移液管 ;  
75mL 试管(带橡皮塞) ;  
恒温水槽 精确度  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  ;  
秒表 ;  
30% 醋酸铵水溶液。

##### 4.5.2 试验步骤

取 10mL 24h 以前水解的硅酸乙酯水解液 ,倒入 75mL 试管中。将 4mL 醋酸铵溶液移入另一支 75mL 试管 ,把两试管用塞子塞好 ,放入  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  的恒温水槽中。保持 30min 后把水解液尽快倒进醋酸铵溶液中 ,塞好塞子 ,按秒表计时。用力摇动 10s ,然后将试管放入水槽中。每隔 2s 摇一次。

当试样不再像液体那样流动时 ,立即按住秒表 ,记下胶凝时间。试管平拿后 ,胶冻表面流出长度不超过试管直径时 ,即为凝固终点。

重复试验 相对误差在 3% 以内。

#### 4.6 胶凝能力

适用于硅酸乙酯水解液。

##### 4.6.1 试验步骤

将 1~2 滴 24h 以前水解的硅酸乙酯水解液滴在一块干净的玻璃片上 ,令其自然蒸发 30~60min。

观察结果 ,仍保持粘稠的液态 ,则为水解不当的水解液 ;水解恰当的水解液则凝成一片凝胶。记录试验环境温度、湿度。

## 5 硅酸乙酯涂料

### 5.1 黏度(标准流杯法)

适用于面层和背层硅酸乙酯涂料。

#### 5.1.1 所用装置

### 5.1.2 试验步骤

同 3.1.2。

注

- 1 取样要快,低粘度的背层涂料因粉料沉淀快,流杯流出孔会局部受阻。使测得的读数偏高。
- 2 流杯用完后应立即用乙醇洗净并风干,使用前要检查流杯,尤其是注意流出孔干净。
- 3 每周用一种已知粘度的液体检查一次流出时间,如误差超过 5% 则需修正流杯尺寸,无法修正时则应报废。

## 5.2 密度

适用于面层和背层硅酸乙酯涂料。

### 5.2.1 液体密度计法

#### 5.2.1.1 所用装置

密度计 量程 1.50 ~ 250 ,最小刻度值 0.02 ;

温度计 量程 0 ~ 50℃ ,最小刻度值 0.1℃。

#### 5.2.1.2 试验步骤

把涂料充分搅拌,静止 30s 后除去涂料表面上的泡沫,再慢慢把密度计浸入涂料槽中。直到比预期漂浮的刻度线稍低一点处。松开密度计,让它下沉,30s 后读数。如密度计沉得过低,撒手后又浮起来,那就应记下大致读数。把密度计杆擦净,重新沉到恰当的位置,记下最后读数。

测量并记录涂料温度。

注

- 1 密度计用后应用乙醇洗净,并风干。
- 2 在要求严格时,可预先做出温度 - 密度关系曲线图,以得到在标准温度下的密度读数。

### 5.2.2 容重法

#### 5.2.2.1 所用装置

同 2.5.1。

#### 5.2.2.2 试验步骤

同 2.5.2。

注:用毕三角瓶应用乙醇洗净并风干。

## 5.3 酸度

### 5.3.1 pH 计法

适用于硅酸乙酯水解液和硅酸乙酯涂料。

#### 5.3.1.1 所用装置

pH 计 精确度 0.1 ;

2mL 移液管 ;

100mL 容量瓶。

5.3.1.2 试验步骤。

按 pH 计使用要求提前活化 pH 计的玻璃电极。用移液管将 1mL 乙醇移入容量瓶中 ,用该移液管将 2mL 乙酯移入容量瓶中 ,然后向容量瓶中加入蒸馏水至刻度线 ,盖好 ,摇匀。

按 pH 计使用要求调好 pH 计 ,测量其数值  $A$  ( $A-2$ )为水解液 pH 值 ,记录。

5.3.2 精密试纸法

5.3.2.1 所用装置

pH 范围 1.4 ~ 3.0 的精密试纸。

5.3.2.2 试验步骤

停止搅拌涂料后测定粘结剂时 ,可把试纸浸入其中 ,测定涂料时 ,则把试纸折成“ L ”形 ,轻轻地放在涂料表面 ,停留 1 ~ 2min ,让被测液体渗入试纸中 ,将所得颜色与标准比较。

2min 后假如试纸上仍看不出颜色变化 ,则可在试纸上滴一滴中性醇液。

注

- 1 pH 计不宜在生产现场使用。不用时应把玻璃电极保存在异丙醇中 ,玻璃电极粘附上二氧化硅所得结果会有错误 ,所以对硅酸乙酯溶液建议采用土壤电极。
- 2 用试纸测定时应在清洁的环境中进行 ,试纸不用时应存放在密封的容器中。