



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5019.2—2009  
代替 GB/T 5019—2002

## 以云母为基的绝缘材料 第2部分：试验方法

Specification for insulating materials based on mica—  
Part 2: Methods of test

(IEC 60371-2:2004, MOD)

2009-06-10 发布

2009-12-01 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 5019《以云母为基的绝缘材料》分为以下几部分：

- 第 1 部分：定义和一般要求；
- 第 2 部分：试验方法；
- 第 3 部分：换向器隔板和材料；
- 第 4 部分：云母纸；
- 第 5 部分：电热设备用云母板；
- 第 6 部分：聚酯薄膜补强 B 阶环氧树脂粘合云母带；
- 第 7 部分：真空压力浸渍(VPI)用玻璃布及薄膜补强环氧树脂粘合云母带；
- 第 8 部分：玻璃布补强 B 阶环氧树脂粘合云母带；
- 第 9 部分：单根导线包绕用环氧树脂粘合聚酯薄膜云母带；
- 第 10 部分：耐火安全电缆用云母带；
- 第 11 部分：塑型云母板。

本部分为 GB/T 5019 的第 2 部分。

本部分修改采用 IEC 60371-2:2004《以云母为基的绝缘材料 第 2 部分：试验方法》(英文版)。

本部分根据 IEC 60371-2:2004 重新起草。在附录 A 中列出了本部分章条编号与 IEC 60371-2:2004 章条编号的对照一览表。

考虑到我国国情，在采用 IEC 60371-2:2004 时，本部分做了一些修改。在附录 B 中列出了这些技术性差异及其原因的一览表以供参考。

本部分代替 GB/T 5019—2002《以云母为基的绝缘材料 试验方法》。

本部分与 GB/T 5019—2002 相比主要变化如下：增加了“加热减量”、“柔软性”、“边缘弯曲度”、“起层率”、“可塑性”、“体积电阻率”、“高温绝缘电阻”。

本部分的附录 A、附录 B 均为资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国绝缘材料标准化技术委员会(SAC/TC 51)归口。

本部分起草单位：桂林电器科学研究所。

本部分主要起草人：王先锋。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 5019—1985、GB/T 5019—2002。

## 以云母为基的绝缘材料

### 第2部分：试验方法

#### 1 范围

GB/T 5019 的本部分规定了粘合云母材料、以粘合云母材料为基的产品及云母纸的试验方法。本部分适用于有关电气设备用、由粘合云母或云母纸、带或不带补强材料粘合而成的绝缘材料，并适用于云母纸。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 5019 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

GB/T 1033.1—2008 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法(ISO 1183-1:2004, IDT)

GB/T 1408.1—2006 绝缘材料电气强度试验方法 第1部分：工频下试验(IEC 60243-1:1988, IDT)

GB/T 1409—2006 测量电气绝缘材料在工频、音频、高频(包括米波波长在内)下电容率和介质损耗因数的推荐方法(IEC 60250:1969, MOD)

GB/T 1410—2006 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法(IEC 60093:1980, IDT)

GB/T 9341—2008 塑料 弯曲性能的测定(ISO 178:2001, IDT)

GB/T 11026.1—2003 电气绝缘材料 耐热性 第1部分：老化程序和试验结果的评定(IEC 60216-1:2001, IDT)

GB/T 11026.2—2000 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第2部分：试验判断标准的选择(IEC 60216-2:1990, IDT)

GB/T 11026.3—2006 电气绝缘材料耐热性 第3部分：计算耐热性特征参数的规程(IEC 60216-3:2002, IDT)

GB/T 11026.4—1999 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第4部分：老化烘箱 单室烘箱(IEC 60216-4-1:1990, IDT)

ISO 67:1981 白云母块、片和薄片 按尺寸分级

#### 3 对试验的一般要求

除另有规定外，取下的试样应在温度 23 ℃±2 ℃和相对湿度 50%±5% 下处理 24 h。试验可在 15 ℃~35 ℃的温度下进行。有争议时，试验应在温度 23 ℃±2 ℃ 和相对湿度 50%±5% 的条件下进行。

#### 4 可固化材料的试样制备

##### 4.1 一般说明

按上述方法制备试样，该方法只适用于可固化材料。

#### 4.2 方法 1

从足够的材料上清除松散的颗粒及露出的毛边,以提供特定试验所需要的试样。

裁取并堆叠制备试样所需的材料。对于带状材料,用半叠层法,采用相邻层间相互垂直的办法使试样叠层达到所要求的厚度,如有要求,则切边以获得所要求的尺寸。

除非另有规定,加压温度为  $160\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  下,把试样叠层置于两块厚度不超过  $1.5\text{ mm}$  抛光钢板的中央。

放入与所需试样厚度相同的定位挡块。

把抛光钢板和试样叠层的组合件置入已预热的压机中央。

立即闭合压机并施加足够的压力至定位挡块。试样叠层固化至少  $30\text{ min}$ 。

取出试样,按单项材料规范给定的或按供方推荐的温度和时间进行后固化处理。

#### 4.3 方法 2

从足够的材料上清除松散的颗粒及露出的毛边,以提供特定试验所需要的试样。

对于全幅宽和片状材料,裁取并堆叠制备试样所需要的材料。

对于带状材料,有两种推荐方法供制备试样叠层:

- a) 把带材切成片,其长度等于试样叠层的长度,再把这些片平行、半搭接地叠在一起。下一层的搭接边缘应与上一层的搭接边缘错开。推荐用热的熨斗或烙铁固定这些片。
- b) 取一块其长宽与所要求的试样叠层相同、厚度为  $2\text{ mm} \sim 3\text{ mm}$  的金属板。以半搭接方式用带材绕包金属板,每层均沿着同一方向进行缠绕,直到厚度符合要求为止。建议缠绕时每层分别起头,下一层的搭接边缘应与上一层的搭接边缘错开。在金属板与带材之间要放置一张防粘衬垫材料。最终形成两个相同厚度的试样叠层。

把制备好的具有图 1 所示结构的试样叠层置入压机内。

下述压制程序(见图 2)仅作为一个例子,其他压制程序应按合同规定。

——闭合压机并施加  $0.15\text{ MPa}$  的压力。

——在  $0.15\text{ MPa}$  的压力下,加热压机至  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

——减小压力至零,短时打开压机(放气)。

——在  $0.15\text{ MPa}$  的压力下,加热压机至  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

——减小压力至零,短时打开压机(放气)。

——在  $0.15\text{ MPa}$  压力下,加热压机至  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

——减小压力至零,短时打开压机(放气)。

——在  $0.15\text{ MPa}$  压力下,加热压机至  $160\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,并保持到树脂开始胶化。该胶化时间点用一根试验棒通过目测加以控制,一旦树脂开始胶化,增大压力至  $3\text{ MPa}$ 。

——在  $3\text{ MPa}$  及  $160\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  下固化  $60\text{ min}$  或在其他规定的温度下固化。

——在该压力下冷却试样。

压制完毕之后,按单项材料规范规定的或按供方推荐的时间和温度对试样进行后固化。

## 5 厚度

### 5.1 试验仪器

根据被试材料,测量厚度的仪器有如下几种:

5.1.1 恒压测厚仪,其测量平面直径为  $6\text{ mm} \sim 8\text{ mm}$ ,分度为  $0.01\text{ mm}$ ,允许读到  $0.005\text{ mm}$ 。施加在试样上的压力为  $0.1 \times (1 \pm 0.1)\text{ MPa}$ 。当用校正量规校验时,测量的准确度应在  $0.005\text{ mm}$  之内。

5.1.2 一种符合 5.1.1 规定的仪器,但施加在试样上的压力为  $0.7 \times (1 \pm 0.1)\text{ MPa}$ 。

5.1.3 一种符合 5.1.1 规定的仪器,但施加在试样上的压力为  $7.0 \times (1 \pm 0.1)\text{ MPa}$ 。

5.1.4 一种能产生恒压为  $30 \times (1 \pm 0.1)\text{ MPa}$  并能均匀地分布于试样整个面上的试验设备。它是由一

台带有平行压板的压机和一个允许测量到 $\pm 0.02$  mm 的系统组成。

## 5.2 试样

- 5.2.1 以板状或片状的形式供货的材料,试样为一块整板或整片。
  - 5.2.2 以成卷的形式供货的材料,试样为沿卷的整幅宽切下的窄条,其面积为  $0.2\text{ m}^2$ 。
  - 5.2.3 以带状的形式供货的材料,试样为长度  $2\text{ m}$  的窄条。
  - 5.2.4 以换向器隔板的形式供货的材料。
    - 5.2.4.1 面积为  $10\text{ cm}^2$  或以下的换向器隔板,试样为五块单独的隔板。
    - 5.2.4.2 面积大于  $10\text{ cm}^2$  的换向器隔板,试样按单项材料规范规定:
      - a) 试样为一块隔板;
      - b) 试样为一叠压至规定尺寸的隔板(如果需要,可用隔离层来分开),隔板的数量由购方规定。
    - 5.2.4.3 对于切成不同于隔板形状的平板,试样为一块平板。

### 5.3 程序

厚度测量应按下述程序之一进行：

- 5.3.1 除换向器隔板以外,按薄板(含窄条)、卷、带供货的材料,在每个试样上均匀地测量十点:板材沿两条对角线;卷材和带材(不在边缘)沿着试样长边的近似中间线进行测量。测量仪器按 5.1.1 的规定,压力为 0.1 MPa。

5.3.2 换向器隔板及用于制作换向器隔板的薄板和条材,采用下述程序之一:

5.3.2.1 薄板:用 5.1.3 规定的具有 7.0 MPa 压力的仪器,按 5.3.1 规定的方法测量每个试样的厚度。

5.3.2.2 面积为  $10 \text{ cm}^2$  或以下的隔板:用 5.1.3 规定的具有 7.0 MPa 压力的仪器,在五块隔板上各测量一点。

5.3.2.3 面积大于  $10 \text{ cm}^2$  的隔板:按下述的 a)或 b)测量厚度,所用的方法按单项材料规范规定。

  - a) 对于单块供货的隔板,用 5.1.3 规定的具有 7.0 MPa 压力的仪器,均匀地在试样上测量三点。
  - b) 对于压至规定尺寸成叠包装供货的隔板,每个试样由一叠层组成,在 5.1.4 规定的条件下,用具有 30 MPa 压力的设备测量厚度。测量时要保证被试叠层中所有隔板对齐。

在每次测量之前,用一块尺寸已知并大致等于被测试样尺寸的钢块对压机形变进行测量。

在获得单个试样厚度( $d_1$ )，其中包括隔离层厚度( $d_2$ )时，应把压机形变的修正值加入测得值中或从测得值中减去修正值。

对于一叠含有 $(n-1)$ 块隔离层和 $n$ 块隔板的总厚度( $d$ )，按式(1)计算：

式中：

$d$ ——由  $n$  块隔板和  $(n-1)$  块隔离层组成的叠层厚度的数值, 单位为毫米(mm);

$n$ —隔板数;

$d_1$ ——一块隔板的厚度的数值,单位为毫米(mm);

$n-1$ ——隔离层数；

$d_2$ ——一块隔离层的厚度的数值,单位为毫米(mm)。

## 5.4 结果

对于包装好的成叠隔板,以  $nd_1$  值作为该叠层的厚度,并报告每叠层隔板的数目。对于所有其他情况,以结果的中值作为试样的厚度,并报告最大值和最小值。

6 密度

本试验按 GB/T 1033.1—2008 中的浸渍法进行。

对可固化的材料，每个试样用一块尺寸适宜并边缘修齐的试样板，该板应按第 4 章规定制备。





$m_2$  —— 干燥后试样的质量, 单位为克(g);  
 $m_3$  —— 灼烧后试样的质量, 单位为克(g);  
 $m_5$  —— 试样中有机物补强材料的质量, 单位为克(g)。

单位面积胶粘剂的质量按式(11)计算:

武中

$m'_b$ ——单位面积胶粘剂的质量,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ );  
 $m_2$ ——干燥后试样的质量,单位为克(g);  
 $m_3$ ——灼烧后试样的质量,单位为克(g);  
 $m_5$ ——试样中有机物补强材料的质量,单位为克(g);  
 $A$ ——试样面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ )。

#### 8.4.4 有机硅胶粘剂的材料(可溶性胶粘剂)

按合同规定测定有机硅胶粘剂的含量。一种可行的方法如下。

把按 8.3 干燥过的试样放入一个预先干燥并称量过的过滤坩埚中称量, 质量之差即为试样的质量 ( $m_2$ )。

把足量的二乙胺(试剂级)注入索氏( Soxhlet ) 抽提器的烧瓶内,使其量能充满虹吸管高度的 1.5 倍。以每小时六次~十次的虹吸速率完全抽提试样(对薄材料抽提时间至少 4 h, 对厚材料则要更长时间)。

让仪器冷却,再以丙酮代替二乙胺,如前述抽提 1.5 h。

取出抽提器中的过滤坩埚,把它放在表面皿上在空气中干燥 10 min,然后在  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  的烘箱中加热 30 min。

过滤坩埚在干燥器中冷却至室温后称量，减去过滤坩埚的质量得抽提后试样的质量( $m_4$ )。

胶粘剂的含量按式(2)计算:

武中。

$C_b$ ——胶粘剂的含量,以百分数表示(%);  
 $m_2$ ——干燥后试样的质量,单位为克(g);  
 $m_4$ ——抽提后试样的质量,单位为克(g)。

单位面积胶粘剂的质量按式(13)计算：

式中：

$m'_b$ ——单位面积胶粘剂的质量,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ );  
 $m_2$ ——干燥后试样的质量,单位为克(g);  
 $m_4$ ——抽提后试样的质量,单位为克(g);  
 $A$ ——试样面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ )。

#### 8.4.5 有机硅胶粘剂无补强的材料(不溶性胶粘剂)

按 8.4.1 进行。由制造厂说明有机硅漆漆基有机物的含量。

胶粘剂的含量按式(14)计算:

式中：

$C_b$ ——胶粘剂的含量,以百分数表示(%);



$A$ ——试样面积的数值,单位为平方米( $m^2$ );  
 $m'_m$ ——单位面积云母的质量的数值,单位为克每平方米( $g/m^2$ )。

对于无机物补强的材料：

式中：

$C_m$ ——云母的含量的数值,以百分数表示(%);

$m_3$ ——灼烧后试样的质量的数值,单位为克(g);

*A*—试样面积的数值,单位为平方米( $m^2$ );

$m'_m$ ——单位面积云母的质量的数值,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ );

$m'_r$ ——单位面积补强材料的质量的数值,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ );

$m'_b$ ——单位面积胶粘剂的质量的数值,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ );

$m'$ ——干燥材料单位面积的质量的数值,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ )。

## 8.7 剥片云母的尺寸

### 8.7.1 试样

薄板试样尺寸应是300 mm×300 mm。带材试样及特殊试验条件由单项材料规范规定。

### 8.7.2 试验方法

为除去胶粘剂,把试样置于一个盘或浅槽中,用 15%苛性钾(KOH)溶液煮沸直到发生解体。如果用上述方法不能除去胶粘剂,则可用任何其他合适的溶剂或把试样置于马弗炉中加热直到胶粘剂完全除去,使得能够测定剥片云母为止。另外,也可以用机械方法将剥片云母取下,但在这过程中剥片云母不应被撕裂。

解体后,用热水或未使用过溶剂把取下的剥片云母清洗几次,然后使其干燥。用 ISO 67:1981 规定的模板确定剥片云母的尺寸。

## 9 加热減量

称量按 8.3 干燥过的试样约 5 g, 置于高温炉中逐渐升温至产品标准规定的温度, 在规定的温度下加热 30 min, 取出后放在干燥器内冷却至室温后称量。

加热减量按式(22)计算：

式中：

*h*—加热减量,以百分数表示(%)。

$m_2$ —干燥后试样的质量,单位为克(g);

$m_3$ ——灼烧后试样的质量,单位为克(g)。

进行两次测定，其测定值均应在标准规定的范围之内，取其平均值作为试验结果，取两位有效数字。

## 10 拉伸强度和断裂伸长率

## 10.1 试验仪器

可使用恒速加荷试验机或恒速移动试验机。试验机最好采用动力驱动,分度到能读出单项材料规范要求值的1%。

## 10.2 试样

至少取五个试样,试样长度应能使试样在试验机两夹头间的距离为 200 mm 长。

当测试全幅宽和片状材料时,试样宽度为25 mm,沿纵向和横向各切取五个试样。如果试样中含有纺织补强物,切自同一方向的任何两个试样在长度方向上不应含有同根织线。

带状材料沿其纵向取样,并按供货宽度,最宽不超过25 mm。

### 10.3 程序

把试样固定于试验机上。按以下说明施加负荷:

恒定位移 10 mm/min 未补强云母或未浸渍云母

50 mm/min 补强云母或浸渍云母

记录断裂的力和断裂时的伸长或补强物中的一个组成部分破坏时的力和伸长。

如果试样断在试验机的夹头内或夹头处,则此结果无效,用另一试样重做试验。

当需要测定接头处的拉伸强度时,把接头置于近似两夹头中间处。

注:对某些材料,可要求采取附加措施以防止试样在试验机夹头处打滑。

### 10.4 结果

分别报告两个方向的拉伸强度和伸长率(有要求时)。拉伸强度取五个断裂负荷的中值,以N/10 mm 宽表示。伸长率取五次测量的中值,以对原始长度的百分数表示。同时报告最大值和最小值。

## 11 弯曲强度和弯曲弹性模量

### 11.1 试样

测定弯曲强度时,沿着与样品一个边缘相平行及相垂直的方向各取五个试样。每个试样的长度应不小于被测试样厚度的20倍,试样的宽度为10 mm~25 mm,厚度为4 mm±0.2 mm。

测定弯曲弹性模量时,沿着与样品一个边缘相平行及相垂直的方向各取两个试样。

对于可固化材料,试样应从一块按第4章制备的试样板上切取。

### 11.2 程序

按GB/T 9341—2008进行试验。应在23 °C和155 °C或单项材料规范规定的温度下测定该性能。

### 11.3 结果

分别报告两个方向的弯曲强度和弯曲弹性模量。弯曲强度取五次测量的中值,弯曲弹性模量取两次测量的平均值。

## 12 折叠

试样在23 °C±2 °C温度下保持1 h后,在此温度下进行试验。把任一合适尺寸的试样折叠180°,补强材料面朝内。尽可能快地用大拇指和食指进行折叠操作。

检查试样是否断裂或分层。

## 13 挺度

### 13.1 条件处理和试验环境

试样应在标准的试验室温度23 °C±2 °C下达到平衡。

### 13.2 试样

全幅宽材料:纵横向各取五个试样,长度为200 mm,宽度为15 mm。

带状材料:取五个试样,长度为200 mm,对于带宽大于10 mm的带材,宽度为带宽。当沿横向试验时,带宽即为试样的长度。

### 13.3 程序

测量试样尺寸应准确到±0.5 mm。按图4和图5所示放置试样,将试样对称地放在支承台上,试样的长边与槽平行,试样的补强面朝下。驱动压梁使其进入槽内,此时遇到来自试样的阻力,直到出现最大阻力为止。支承台相对压梁移动的速率应是能使最大力在15 s±3 s内达到。一种如台式天平的



高度  $d_0$ 。用隔热材料把叠层围起来。然后把平板加热到比单项材料规范所规定的温度( $t_{spec}$ )高出  $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。维持这温度直到热电偶(见 14.1)指示单项材料规范所规定的温度为止。然后测量叠层的总高度  $d_1$ 。

接着在约 10 min 内把叠层上的压力加大到 60 MPa，并保持 15 min。

然后测量叠层总高度  $d_2$ 。

在约 5 min 内把压力降低到 7 MPa，并再次测量叠层的总高度  $d_1$ 。

开始重复循环,但保持最大压力的时间仅 5 min。反复进行这种循环,直到  $d_1$  和  $d_2$  相继两次测量值的差稳定在 0.02 mm 内,才能认为这种循环已经稳定。把稳定后的循环值  $d_1$  和  $d_2$  记作  $D_1$  和  $D_2$ 。最后让叠层在 7 MPa 压力下冷却至室温并测量叠层总高度  $d_5$ 。

考虑到试验设备和中间钢板的变形,故将试验所使用的钢板叠层在规定温度下按上述循环稳定之后于 7 MPa 和 60 MPa 压力时测量的高度分别记作  $d_3$  和  $d_4$ , 在 7 MPa 压力和室温下测量的高度记作  $d_5$ 。

## 15.4 结果

记录构成试样的层数以及高度。

被测材料的弹性压缩按式(24)计算：

式中：

$E$ ——弹性压缩,以百分数表示(%);

$D_1$ ——在规定的温度下,压力为 7 MPa 时叠层循环稳定后的总高度,单位为毫米(mm);

$d_3$ ——在规定的温度下,压力为 7 MPa 时钢板叠层的高度,单位为毫米(mm);

$D_2$ ——在规定的温度下,压力为 60 MPa 时叠层循环稳定后的总高度,单位为毫米(mm);

$d_4$ ——在规定的温度下,压力为 60 MPa 时钢板叠层的高度,单位为毫米(mm)。

被测材料的塑性压缩按式(25)计算：

式中：

$P$ —塑性压缩的数值,以百分数表示(%);

$d_0$ ——在室温下,压力为 7 MPa 时循环前叠层的总高度,单位为毫米(mm);

$d_5$ ——在室温下,压力为 7 MPa 时循环后叠层的总高度,单位为毫米(mm);

$d_5$ ——在室温下,压力为 7 MPa 时钢板叠层的高度,单位为毫米(mm)。

注：通过作相对于规定温度  $t_{\text{spec}}$  下的  $D_1$  的厚度变化百分率与连续加压、减压循环过程中压力变化的关系曲线可获得一个典型图例(见图 6)。

## 16 树脂的流动性和凝固性

本试验温度应在合同所陈述的单项材料规范中注明。

## 16.1 试样

试样数量为两个叠层。

用模板把材料切成  $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$  的方形试片多块,使叠后总的标称厚度约  $2\text{ mm}$ 。清除试样上松散的颗粒和露出的毛边并准确地把这些方形试片对齐。

对于带材,用相邻层间相互垂直的方法平接带材以形成足够厚度的叠层,使未压缩叠层的厚度为2 mm。对某些宽度的带材,可切成50 mm×50 mm的方形试样。

16.2 程序

称量试样并准确到  $1\text{ mg}$  ( $m_1$ )。



#### 18.1.4 试验环境

试验在温度  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  和相对湿度  $50\% \pm 5\%$  的条件下进行。

#### 18.1.5 试验步骤

将试样以内径面向下送入仪器辊筒内,开动仪器匀速送出,当试样端部接触到仪器标尺时停机读数。

#### 18.1.6 结果

柔软性以五个试样测得的结果的中值表示,单位为 mm。

### 18.2 柔软云母板的柔软性

#### 18.2.1 仪器

钢轴,其直径为柔软云母板标称厚度的 100 倍。

#### 18.2.2 试样

试样宽度为 50 mm,试样长度见表 1。试样数量不少于两个。

表 1 试样长度

单位为毫米

标称厚度	试样长度	标称厚度	试样长度
0.15	100	0.30	190
0.20	130	0.40	260
0.25	160	0.50	320

#### 18.2.3 试样的预处理

同 18.1.3。

#### 18.2.4 试验环境

同 18.1.4。

#### 18.2.5 试验步骤

顺着试样的长度方向,将其重叠绕在钢轴上,再自由展开观察。试验应无分层,无剥片云母滑动、折损和脱落。允许有由于内外径差所造成的拱起部分存在。

#### 18.2.6 结果

试样有无分层,有无剥片云母滑动、折损和脱落。

### 19 边缘弯曲度

将云母带平铺于钢板尺上,量其 300 mm 以内的最大弯曲部分与弧弦之间的距离。以 mm 表示。

### 20 起层率

#### 20.1 试验仪器

刀刃长不小于 600 mm 的剪床,刀口间无缝隙,刀片稍有斜度,刀口锋利的程度应在使用位置可将厚度为 0.05 mm 的电话纸剪开,控制刀口下降速度使试样能一次切下来,落料板距刀口 50 mm~100 mm,并垫以云母板。

#### 20.2 试样

在距云母板边缘不少于 20 mm 处取样,云母板标称厚度为 0.4 mm~0.65 mm 时,剪切成 20 mm×20 mm 的试样;云母板标称厚度为 0.7 mm~1.0 mm 时,剪切成 20 mm×40 mm 的试样。剪切 50 块试样。

#### 20.3 试验步骤

对试样尺寸为 20 mm×40 mm 的,先切成 40 mm 宽的长条,再切成 20 mm×40 mm 的小块;对试样尺寸为 20 mm×20 mm 的,先切成 20 mm 宽的长条,再切成 20 mm×20 mm 的小块。检查云母板的

层间分离(指分裂为两片以上的)数量。

20.4 计算

起层率按式(28)计算：

武中

*A*—岸起层率的数值,以百分数表示(%);

*n*—试样分层的数量。

## 20.5 结果

起层率的测定值，取两位有效数字。

21 可塑性

卷之三

## 21.1 术语

2. 試樣  
稱量，直至光亮。

表 2。试样数量不少于两个。

标称厚度	钢轴直径	试样长度
0.15, 0.20, 0.25	10±0.5	70
0.30	15±0.5	100
0.40	20±0.5	140
0.50, 0.60, 0.70	60±0.5	400
0.80	80±0.5	520
1.0, 1.2	100±0.5	640

### 21.3 试验步骤

将试样的钢轴置于烘箱中加热至产品标准中所规定的温度。

先将云母带纸绕在钢轴上以利脱模，再把受热变软的试样沿其长度方向迅速地卷绕在钢轴上，并用布带扎紧（云母箔在卷绕时补强材料面在外），操作可在同温度的电热板上进行。然后在产品标准中规定的温度下保持 15 min 取出冷却至室温，去掉布带及钢轴观察，塑制的云母管应保持以钢轴直径为直径的管形，应无分层和剥片云母脱落。塑型云母板类试样塑制的云母管，表面剥片云母翘起不应超过其面积的 1/2。

## 21.4 结果

报告试验后试样的外观。

22 电气强度

本试验按 GB/T 1408.1—2006 进行。

22.1 电极

单项材料规范可按 GB/T 1408.1—2006 中图 1a)、图 1b)或图 2 选用试验电极。

## 22.2 试样

除单项材料规范另有规定外，试样厚度即为收货状态下产品的厚度。

试样面积根据产品的厚度决定,以避免电极间表面放电。

对于可固化的材料,试样应按第4章制备。试样尺寸至少为250 mm×250 mm。试样厚度应为

1 mm，并由三层以上固化而成。

试验次数为五次，可在同一试样上进行，应测量试样厚度并精确到 $\pm 0.1$  mm。

### 22.3 程序

试样按 GB/T 1408.1—2006 中第 6 章条件处理后，在空气中或在油中对其进行试验，试验用的媒质应按单项材料规范中的规定。施加电压应按 GB/T 1408.1—2006 中 10.1，击穿判断标准按 GB/T 1408.1—2006 中第 11 章。

### 22.4 报告

按 GB/T 1408.1—2006 中第 13 章。

## 23 在 48 Hz~62 Hz 频率下的介质损耗因数与温度关系的特性

### 23.1 试样

试样尺寸约 150 mm×150 mm×2 mm。对可固化材料按第 4 章规定制备。

### 23.2 试验条件

在空气中进行试验。从 30 °C 开始测定，其温度间隔为 10 °C 左右，一直测到单项材料规范规定的温度为止。

### 23.3 电极

电极按 GB/T 1409—2006 规定。一种合适的电极配置方法是：高压电极直径为 100 mm，低压电极直径为 75 mm，低压电极周围放置一个宽约 10 mm 的保护环，电极与保护环间的间隙为 1.5 mm~2.0 mm。用黄铜电极作试样电极的背衬，电极材料应符合 GB/T 1409—2006 的规定。黄铜电极边缘倒角半径大于 0.8 mm，以消除尖锐的边缘。

### 23.4 程序

按 GB/T 1409—2006 选用一种合适的试验仪器，在已测厚度的试样上施加一个最高电场强度 1.5 kV/mm，在 48 Hz~62 Hz 频率下进行试验。

在上述规定的各温度下，测定试样的介质损耗因数，并作出介质损耗因数与温度的关系曲线。

### 23.5 报告

按 GB/T 1409—2006 中第 9 章。

## 24 在 48 Hz~62 Hz 频率下的介质损耗因数与电压关系的特性

### 24.1 试样

试样尺寸约 150 mm×150 mm×2 mm。对可固化材料按第 4 章规定制备。

### 24.2 试验条件

在空气中进行试验。从 1 kV 开始施加电压，其电压间隔为 1 kV，一直测到曲线出现转折点为止，最高试验电压不超过 20 kV。

### 24.3 电极

同 23.3 的规定。

### 24.4 程序

按 GB/T 1409—2006 选用一种合适的试验仪器，在空气中于 23 °C $\pm 2$  °C 以及 48 Hz~62 Hz 频率下进行试验。在上述规定的各电压下，测定试样的介质损耗因数，并作出介质损耗因数与电压的关系曲线。

### 24.5 报告

按 GB/T 1409—2006 中第 9 章。

## 25 体积电阻率

按 GB/T 1410—2006 进行。

## 25.1 试验仪器

试验仪器应符合 GB/T 1410—2006 中第 5 章的要求。

## 25.2 电极

测量电极直径为 50 mm, 高压电极直径为 80 mm, 保护电极宽度为 10 mm, 电极和护环之间的间隙为 2.0 mm。电极应符合 GB/T 1410—2006 中第 8 章的要求。

## 25.3 试样

除非另有规定, 试样面积应为 100 mm×100 mm。

## 25.4 试验步骤

按 GB/T 1410—2006 的要求进行, 试验电压为 1 kV。

## 25.5 结果

体积电阻率以三个试样测得的结果的中值表示, 单位为 Ω·m。

## 26 高温绝缘电阻

试验方法待定。

## 27 缺陷和导电粒子的检测

试验方法待定。

## 28 渗透性

### 28.1 试验仪器

标准 Williams 型渗透仪, 其试验面直径为 60 mm±0.5 mm(见图 7)。

注: 盛试验液体的容器能加热和冷却, 宜恒温控制。

计时器: 例如秒表, 计时准确到 0.1 s。

试验液体: 体积分数为 60% 蓖麻油(二次精馏)和 40% 甲苯的混合液。25 °C 时密度为 0.917 g/cm<sup>3</sup>, 黏度为 26 mPa·s。

注: 由于甲苯易挥发, 试验液体每 10 天应补充一次甲苯。另外, 由于蓖麻油的老化会降低测量的准确性, 建议不要使用存放四个月以上的混合液。

### 28.2 试样

试样尺寸为 75 mm×75 mm。每组试样为三个, 共制备两组。

### 28.3 试验方法

按单项材料规范规定的方法测量试样厚度。在云母纸的同一面上(试验范围以外地方)对全部试样随机地从 1~6 进行编号。

把 2、4 和 6 试样的编号面朝外(即不与试液接触)进行试验。把 1、3 和 5 试样的编号面与试液接触进行试验。

把试液注入渗透仪, 使试液水平面距顶部 5 mm。用夹环把试样固定在液体上方, 保持试液的温度为 25 °C±0.5 °C(恒温控制)。

当渗透仪从水平位置转入倾斜位置时开始计时。

当试液完全浸透圆形试面时停止计时。

注: 由试验而引起的试液损失, 在下次试验之前应予以补充。

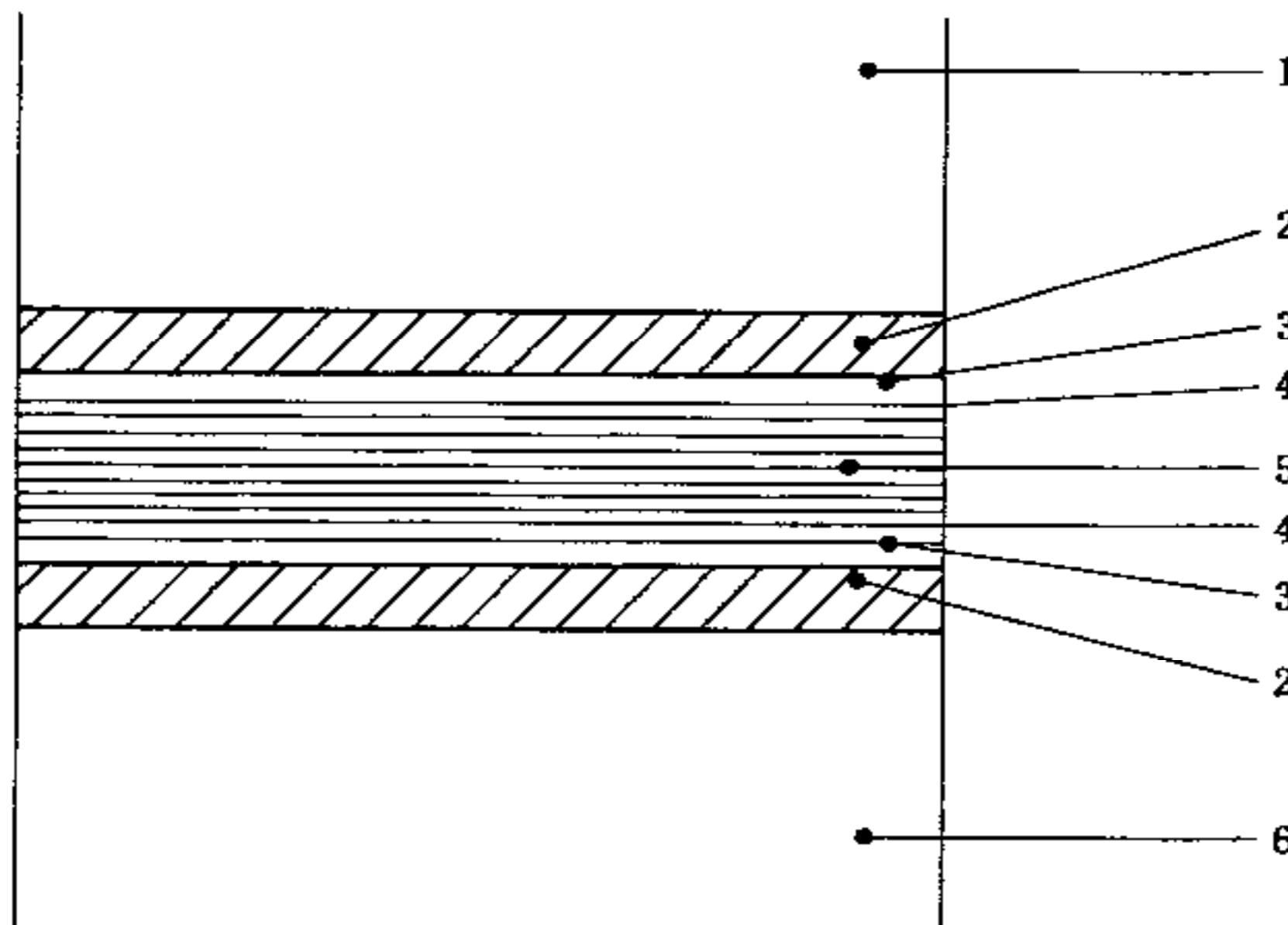
### 28.4 结果

报告每一组试样测量时间的中值、最大值及最小值, 单位为秒, 并注明试样厚度。

## 29 耐热性

本试验按 GB/T 11026.1—2003、GB/T 11026.2—2000、GB/T 11026.3—2006、GB/T 11026.4—1999 进行。

具体材料选取的特性及终点判断在单项材料规范中规定。



1——上加热板；

2——衬垫(衬垫应具有厚度 1 mm~2 mm。10 层牛皮纸或其他材料；例如，聚芳酰胺纤维纸、聚芳酰胺纤维布或玻璃布)；

3——抛光钢板(铬钢板, 2 mm 厚)；

4——防粘材料(例如, 三醋酸薄膜)；

5——叠层；

6——下加热板。

图 1 制备试验用试样板的叠层组成

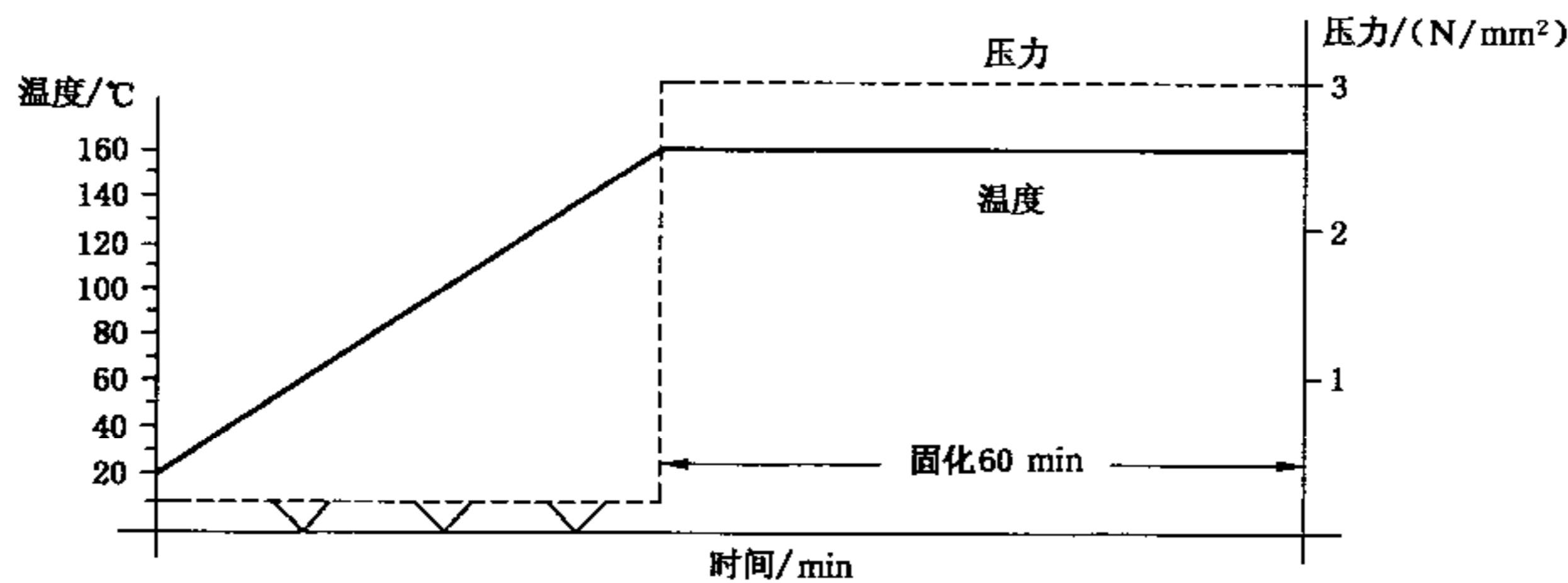
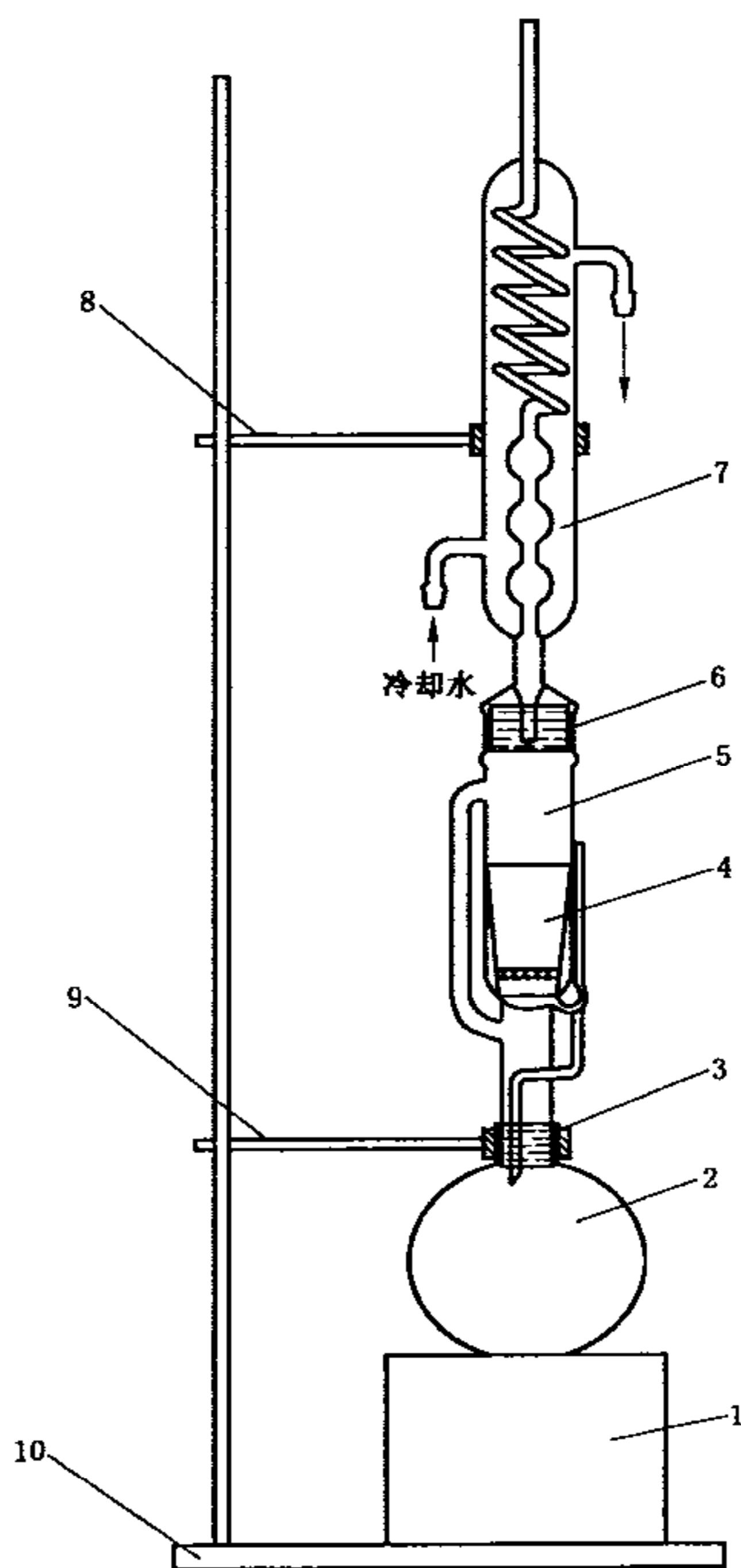
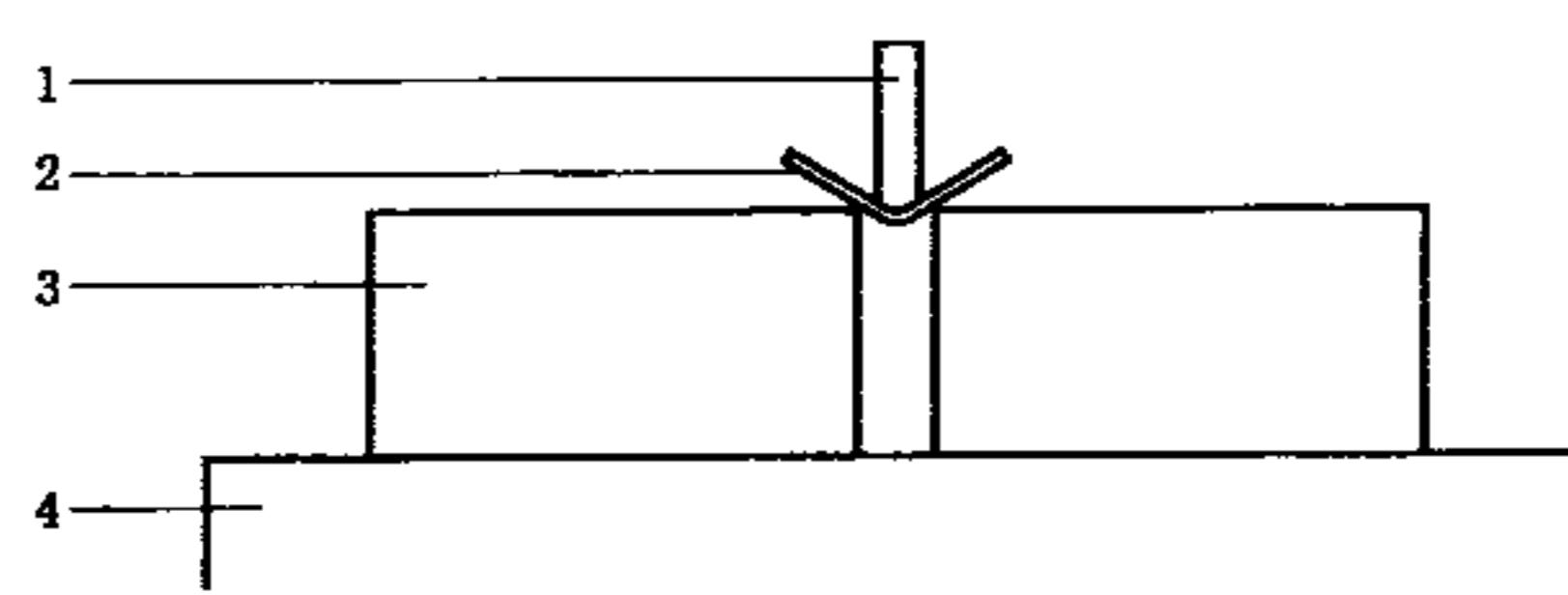


图 2 加压过程条件



- 1—加热器；
- 2—烧瓶；
- 3、6—磨口；
- 4—过滤坩埚；
- 5—回流抽提器；
- 7—冷凝器；
- 8、9—万能夹；
- 10—铁架台。

图 3 抽提试验装置示意图



- 1—压梁；
- 2—试样；
- 3—支承台；
- 4—测力装置。

图 4 测量挺度的设备

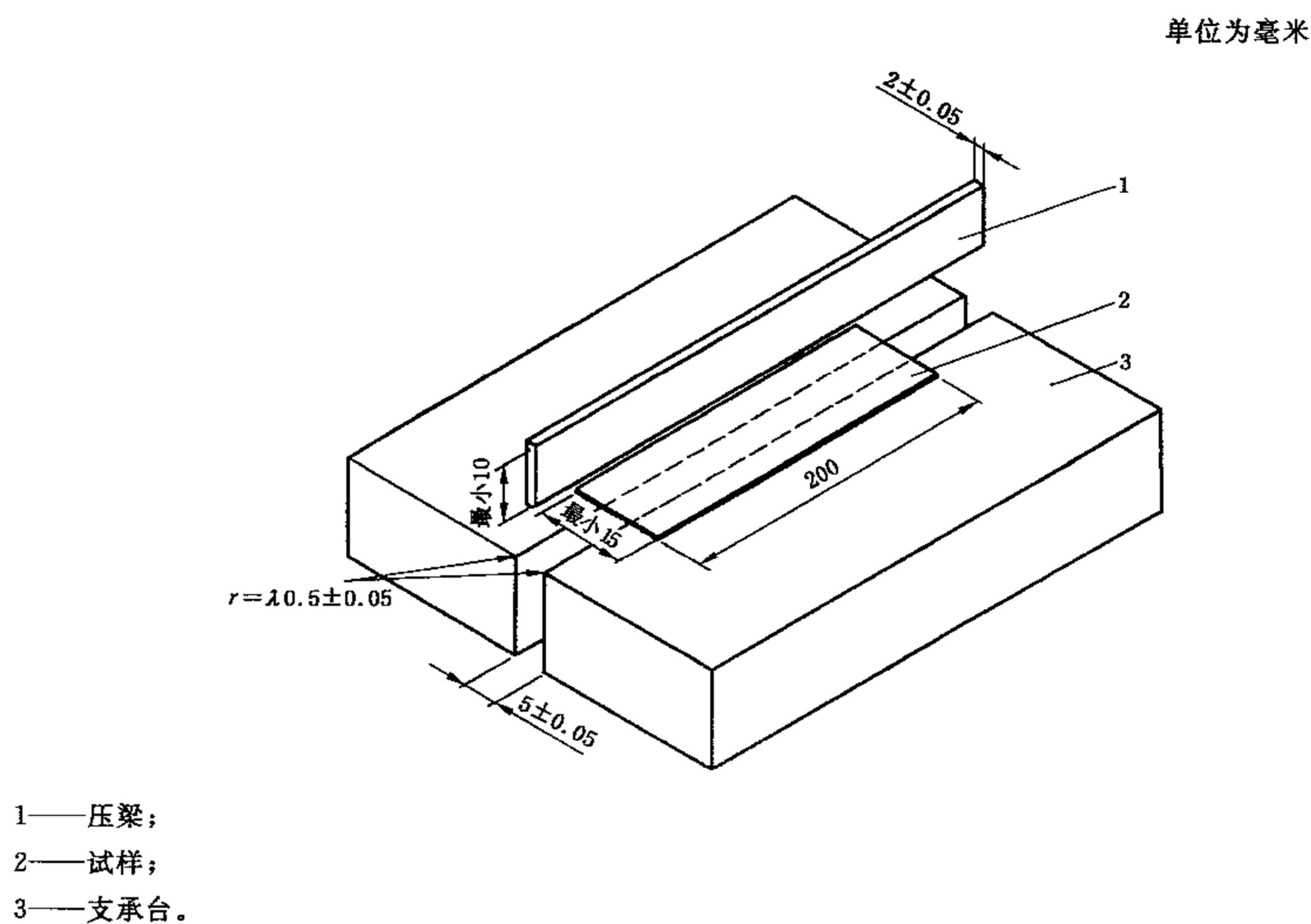
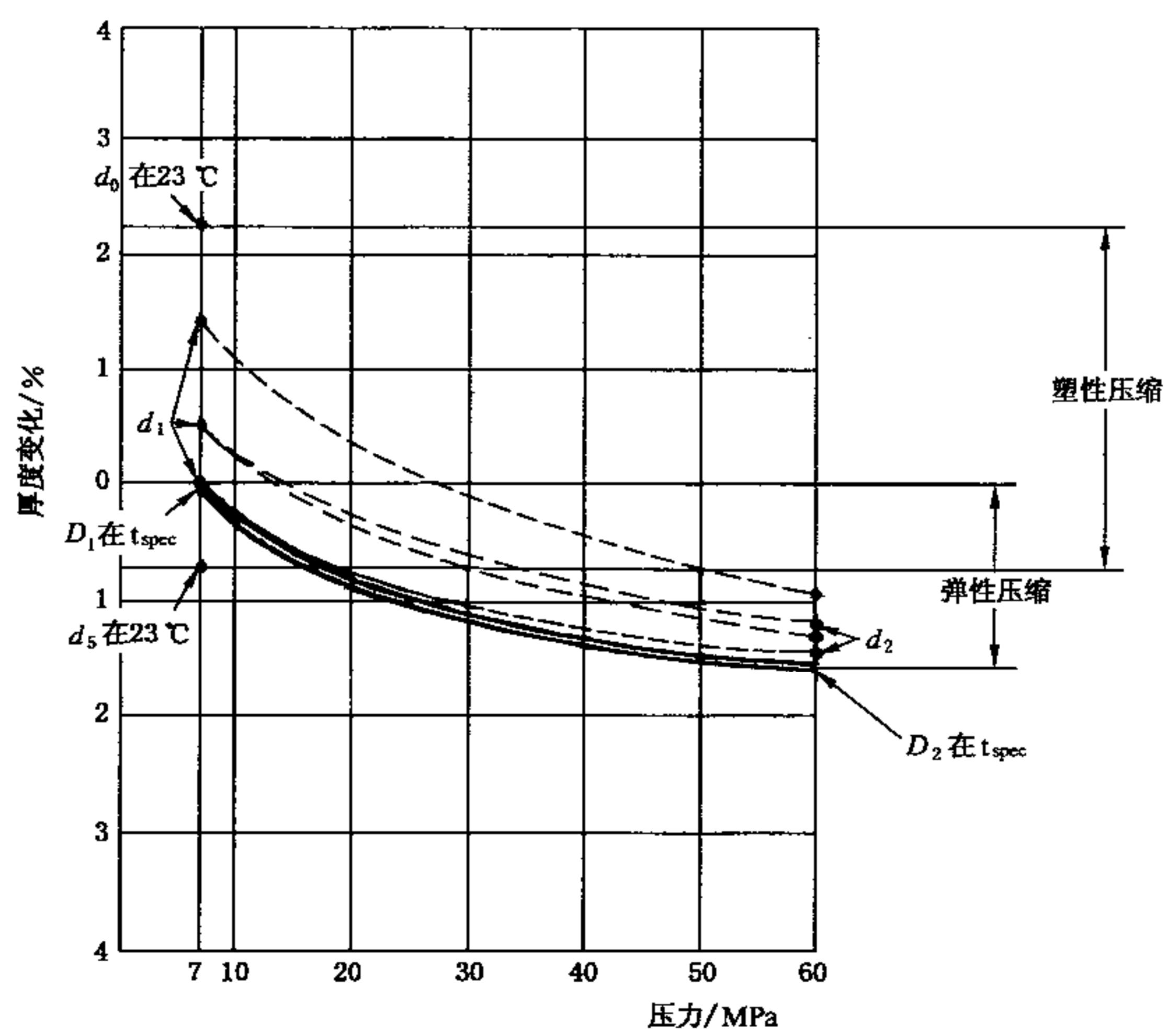


图 5 测量挺度的设备



单位为毫米

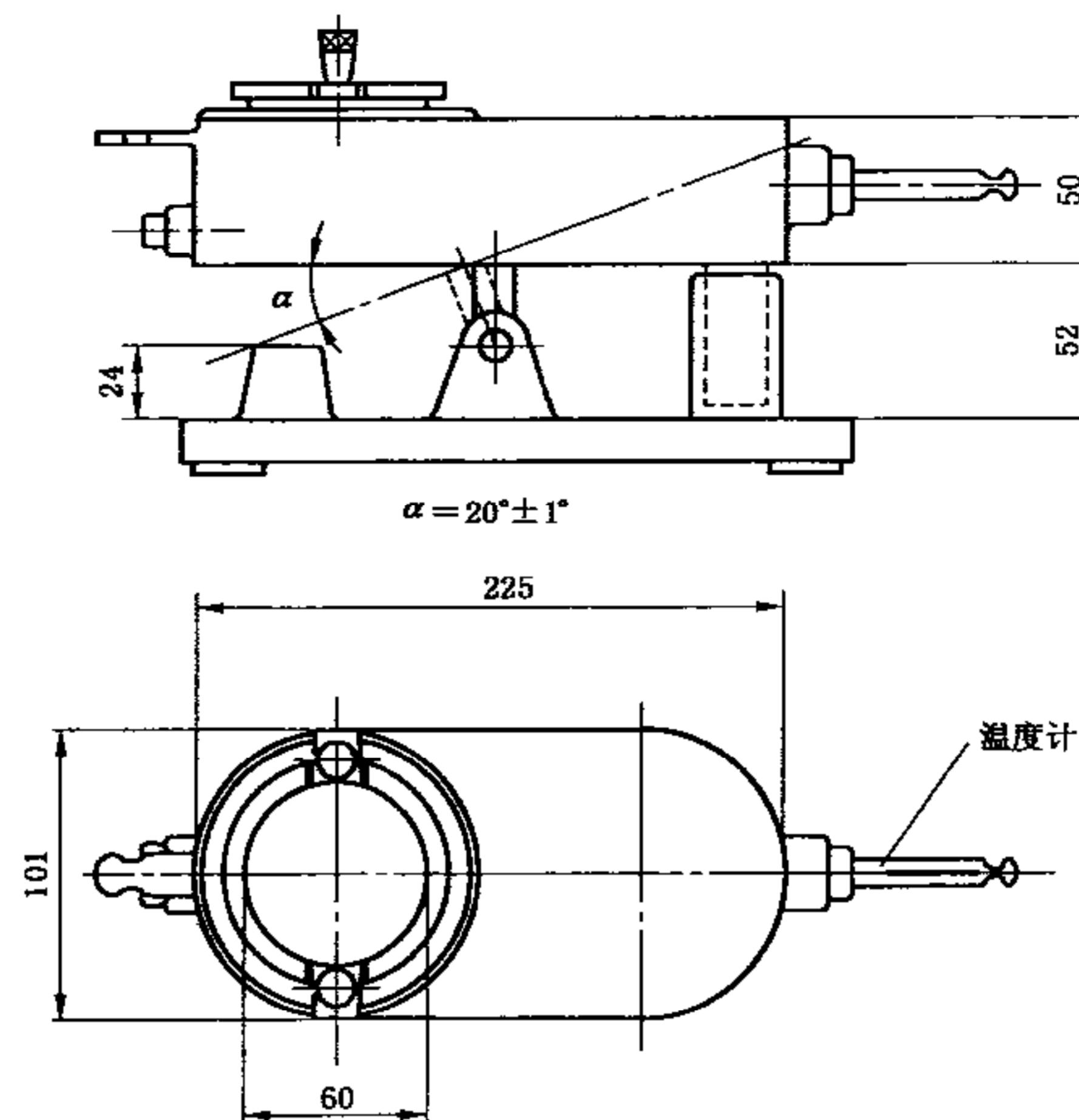
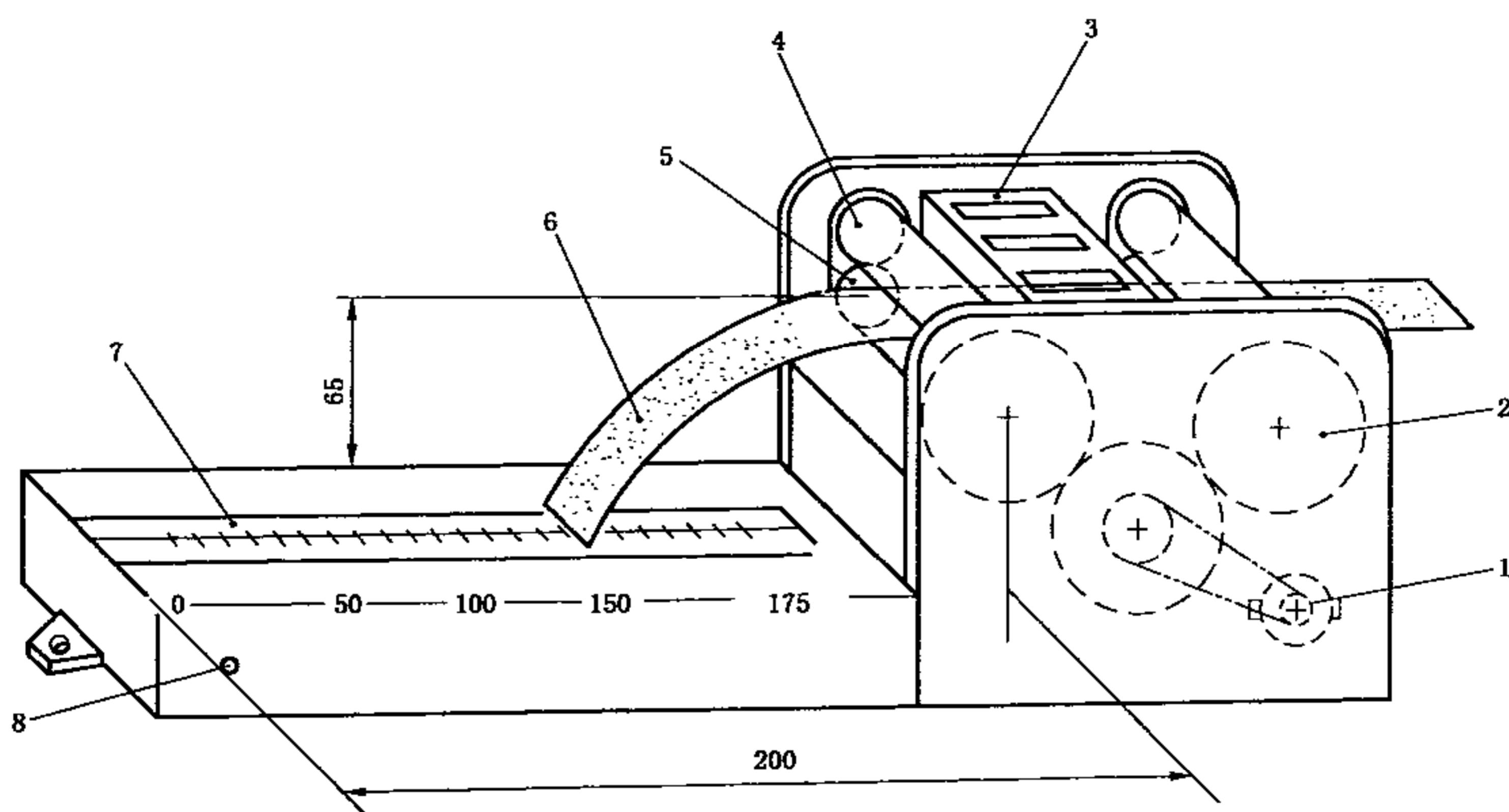


图 7 标准 Williams 型渗透仪

单位为毫米



- 1—电机；
- 2—齿轮；
- 3—挡板；
- 4—上辊；
- 5—下辊；
- 6—试样；
- 7—刻度尺；
- 8—开关。

图 8 柔软性试验仪示意图

**附录 A**  
**(资料性附录)**

**本部分章条编号与 IEC 60371-2:2004 章条编号对照**

表 A.1 给出了本部分章条编号与 IEC 60371-2:2004 章条编号对照一览表。

**表 A.1 本部分章条编号与 IEC 60371-2:2004 章条编号对照**

本部分章条编号	对应的国际标准章条编号
1	1
2	2
3	—
4	3
4.1~4.3	3.1~3.3
5.1	4.1
5.2.1~5.2.3	4.2.1~4.2.3
5.2.4	—
5.2.4.1~5.2.4.3	4.2.4~4.2.6
5.3~5.4	4.3~4.4
6	5
7	6
8.1~8.3	7.1~7.3
8.4.1~8.4.3	7.4.1~7.4.3
8.4.4	7.4.4.1、7.4.4.2
8.4.5	—
8.5~8.7	7.5~7.7
9	—
10.1~10.4	8.1~8.4
11.1~11.2	9.1~9.2
11.3	—
12	10
13.1~13.4	11.1~11.4
14.1~14.4	12.1~12.4
15.1~15.4	13.1~13.4
16	14
16.1~16.3	14.1~14.3
17	15
18~21	—
22.1~22.4	16.1~16.4

表 A.1 (续)

本部分章条编号	对应的国际标准章条编号
23.1~23.5	17.1~17.5
24.1~24.5	18.1~18.5
25~26	—
27	19
28.1~28.4	20.1~20.4
29	22

**附录 B**  
**(资料性附录)**

**本部分与 IEC 60371-2:2004 技术性差异及其原因**

表 B.1 给出了本部分与 IEC 60371-2:2004 的技术性差异及其原因的一览表。

**表 B.1 本部分与 IEC 60371-2:2004 技术性差异及其原因**

本标准的章条编号	技术性差异	原 因
2	增加规范性引用文件 GB/T 1033.1—2008、GB/T 1410—2006	标准中规范性引用了这些文件, GB/T 1.1 要求列出规范性引用的文件
3	增加了第 3 章。将国际标准第 3.2 条最后 1 段移至本标准的第 3 章	该段内容属“对试验的一般要求”
5.2.4	增加了条标题	使材料分类一目了然
5.2.4.1~5.2.4.3	此 3 条由第三层次的条变为第四层次的条	使条文清晰
6	增加了 GB/T 1033.1—2008	增加可操作性
8	增加了对公式含义进行解释	强调与 GB/T 1.1 的一致性
8.4.2	增加了索氏( Soxhlet) 抽提器的示意图	使初学者易于识别
8.4.4	将条标题由“有机硅胶粘剂含量”修改为“有机硅胶粘剂(可溶性胶粘剂)”。并将文字表达公式修改为以字母符号表达的公式。同时增加了单位面积胶粘剂的质量计算公式	使上下文的结构一致
8.4.5	增加了 8.4.5	考虑到实际应用中需要, 故增加了此项试验方法
8.7.2	增加了用“15%苛性钾(KOH)溶液煮沸直到发生解体”以除去胶粘剂	使此项试验方法的范围更宽, 实际应用中增加可操作性
9	增加了第 9 章	考虑到实际应用中需要, 故增加了此项试验方法(与 1985 年版第 4 章一致)
11.3	增加了 11.3	增加可操作性
13.2	试样长度由 50 mm ~ 200 mm 修改为 200 mm	设备的测量精度不太高, 故增加试样长度来减小测量误差, 与上一段一致
15.2、16.1、17	增加了试样数量	增加可操作性
15.4、16.3	增加了对公式含义进行解释	强调与 GB/T 1.1 的一致性
18~21	增加了第 18 章~21 章	考虑到实际应用中需要, 故增加了此项试验方法(与 1985 年版第 12 章~15 章一致)
25、26	增加了第 25 章、26 章	考虑到实际应用中需要, 故增加了此项试验方法(与 1985 年版第 19 章、20 章一致)

中华人民共和国

国家标准

以云母为基的绝缘材料

第2部分：试验方法

GB/T 5019.2—2009

\*

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](http://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 1.75 字数 45 千字

2009年9月第一版 2009年9月第一次印刷

\*

书号：155066·1-38721

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 5019.2-2009