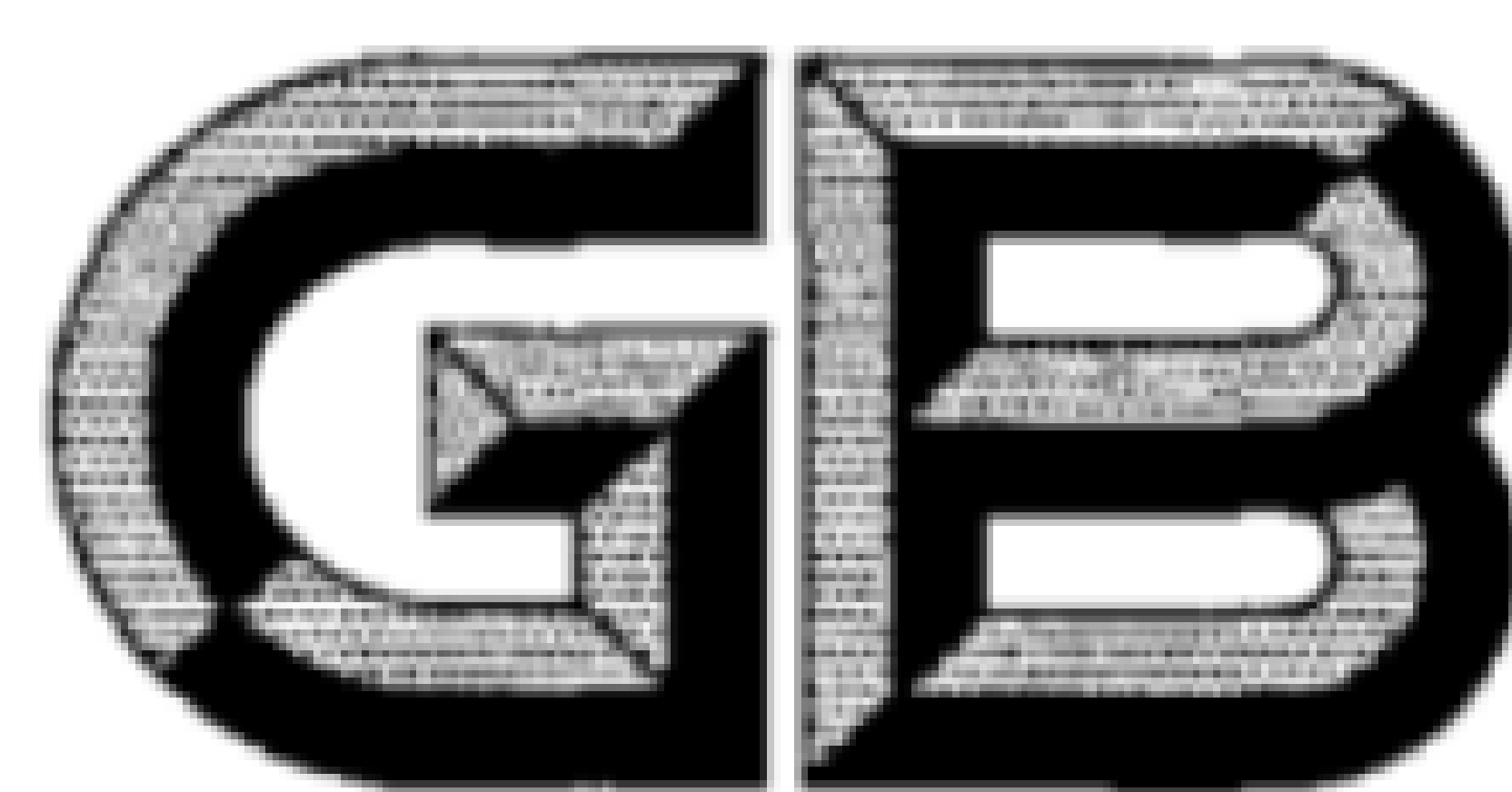




中华人民共和国国家标准

GB/T 22471.2—2008

电气绝缘用树脂浸渍玻璃纤维网状 无纬绑扎带 第2部分：试验方法

Resin impregnated glass banding tape for electrical insulation—
Part 2: Test methods

2008-10-29 发布

2009-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 22471《电气绝缘用树脂浸渍玻璃纤维网状无纬绑扎带》共分三个部分。

——第1部分：一般要求；

——第2部分：试验方法；

——第3部分：单项材料规范。

本部分为 GB/T 22471 的第2部分。

本部分参考 ISOLA 公司、AGE 公司、JIS C2412 相关标准制定。

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。

本部分主要起草单位：上海耀华复合材料有限公司、桂林电器科学研究所。

本部分起草人：唐福映、徐志伟、李学敏。

本部分为首次制定。

电气绝缘用树脂浸渍玻璃纤维网状 无纬绑扎带 第2部分:试验方法

1 范围

GB/T 22471 的本部分规定了电气绝缘用树脂浸渍玻璃纤维网状无纬绑扎带(以下简称网状无纬带)的试验方法。

本部分适用于半固化(B 阶段)的网状无纬带的性能试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 22471 的本部分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 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 60243-1:1998, IDT)

GB/T 1411—2002 干固体绝缘材料 耐高电压、小电流电弧放电的试验(IEC 61621:1997, IDT)

GB/T 4207—2003 固体绝缘材料在潮湿条件下相比电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法(IEC 60112:1979, 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价(IEC 60216-1:2001, IDT)

3 对试验的一般要求

除非另有规定,试样应在温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $(50 \pm 5)\%$ 的条件下处理 24 h,并于该条件下试验。

对于高温试验,应在规定的温度下处理 45 min 后再进行试验。

4 宽度

用分度值为 0.5 mm 钢直尺,沿网状无纬带的长度方向每间隔大约 300 mm 测量一点,共测五点宽度,以中值作为试验结果。

5 厚度

用分度值为 0.01 mm 螺旋千分尺沿网状无纬带长度方向每间隔大约 300 mm 测量一点,共测十点厚度,以中值作为试验结果,取二位有效数字。为防止树脂粘附螺旋千分尺的测帽,可在千分尺的测帽上衬垫聚酯薄膜,计算时应减去薄膜厚度。

6 挥发物含量

6.1 试验器具

- 干燥箱:最高试验温度不低于 250°C 、控温精度 $\pm 2^\circ\text{C}$;
- 分析天平:精度为 0.001 g;

- c) 瓷坩埚:容量不小于 30 mL;
- d) 干燥器。

6.2 试样

试样长约 300 mm,数量 3 个。

6.3 试验

6.3.1 坩埚质量的测量

将瓷坩埚放在高温炉中,在(625±20)℃下灼烧 20 min,取出放入干燥器中,冷却至室温后称量,精确到 0.001 g。重复上述程序,直到相邻两次测得的质量变化不大于 0.001 g 为止。将其置于干燥器中备用,使用前再称量,精确至 0.001 g。

6.3.2 干燥前后试样质量的测定

将试样卷成松散的小卷,放入已称量的瓷坩埚,立即称量,计算干燥前的试样质量 m_1 ,精确到 0.001 g。而后放入干燥箱中,在产品规范规定的温度下干燥 1 h,取出放入干燥器中,冷却至室温后称量,计算干燥后的试样质量 m_2 ,精确到 0.001 g。

6.4 计算

挥发物含量按式(1)计算:

$$S_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- S_1 ——挥发物含量,单位为百分率(%);
- m_1 ——干燥前试样质量,单位为克(g);
- m_2 ——干燥后试样质量,单位为克(g)。

6.5 试验结果

以 3 个试样测得结果的中值作为试验结果。

7 树脂含量

7.1 灼烧后残余物质量

除非另有规定,将按 6.3.2 干燥过的试样,放入(625±20)℃的高温炉中灼烧 1 h,取出坩埚放入干燥器中冷却至室温再称量并计算出灼烧后残余物的质量 m_3 ,精确至 0.001 g。

7.2 计算

树脂含量按下式计算:

$$S_2 = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- S_2 ——树脂含量,单位为百分率(%);
- m_2 ——干燥后试样质量,单位为克(g);
- m_3 ——灼烧后残余物质量,单位为克(g)。

7.3 结果

同 6.5。

8 可溶性树脂含量

8.1 试验器材

- a) 干燥箱:同 6.1;
- b) 分析天平:同 6.1;

- c) 溶剂:接产品标准规定或供需双方商定;
- d) 烧杯:1 000 mL;
- e) 搪瓷盘;
- f) 干燥器;
- g) 滤纸;
- h) 聚酯薄膜,标称厚度不小于 40 μm 。

8.2 试样

同 6.2,取样处应与挥发物含量和树脂含量试样的取样处尽量接近。

8.3 试验

将试样卷成疏松(不致散开)的小卷,放在已称量的聚酯薄膜上,称量。计算浸溶剂前的试样质量 m_4 ,精确到 0.001 g。

在 6 个烧杯中各盛装 500 mL 溶剂。每个试样分别浸泡两次,其中第一遍静浸 30 min,到时取出将试样放入第二个烧杯中再静浸 15 min。取出放在衬有滤纸的搪瓷盘中,再放入干燥箱中干燥,干燥温度按产品规范规定,干燥时间为 1 h。到时取出试样,放入干燥器中冷却至室温后称量,浸溶后的试样质量 m_5 。

8.4 计算

可溶性树脂含量按下式计算:

$$S_3 = \frac{m_4 - m_5 - m_4 \cdot S_1}{m_4 \cdot S_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

S_3 ——可溶性树脂含量,单位为百分率(%);

S_1 ——同式(1);

S_2 ——同式(2);

m_4 ——为浸溶前的试样质量,单位为克(g);

m_5 ——为浸溶后的试样质量,单位为克(g)。

8.5 试验结果

同 6.5。

9 可固化性

9.1 试验器材

- a) 干燥箱:同 6.1;
- b) 压模,由上下两块 120 mm×80 mm×20 mm 的平钢板组成。每块钢板上、下面的表面粗糙度参数 Ra 值为 0.8 μm ,且边缘倒角(曲率半径约 2 mm);
- c) 聚四氟乙烯薄膜。

9.2 试样

试样长约 100 mm,数量一个。

9.3 试验程序

9.3.1 将压模和重物放入干燥箱中,预热到产品标准规定的温度。

9.3.2 将上、下表面覆盖聚四氟乙烯薄膜的试样平整地放入上、下压模间。必要时压上重物,使试样承受压强约 0.02 MPa。在产品标准规定的试验温度下加热 2 h 后取出附有薄膜的试样,放平。冷却至室温后揭去薄膜,取出试样。此时,压模和重物仍在干燥箱中预热。

9.3.3 将试样切成约等长的两段,叠合在一起(端头错开约 3 mm)。重复 9.3.2,使叠合试样承受压强约为 0.4 MPa。到时取出试样,对叠合的试样进行层间剥离,观察是否容易剥离和不粘连。

9.4 试验结果

以叠合的试样容易剥离和不粘连者为合格。

10 固化前拉伸强度和断裂伸长率

10.1 试验设备、器材

- a) 试验机,具有合适的载荷量程,载荷示值的相对误差不超过±1%;
- b) 钢直尺,分度值 0.5 mm,长度不小于 300 mm。

10.2 试样

试样宽度为网状无纬带的原宽且不大于 30 mm。数量不少于五个。

10.3 试验

按图 1 调节试验机夹具的拉伸轴间距到 200 mm,安装试样,使试样的纵轴线与上、下拉杆的纵轴线重合。

单位为毫米

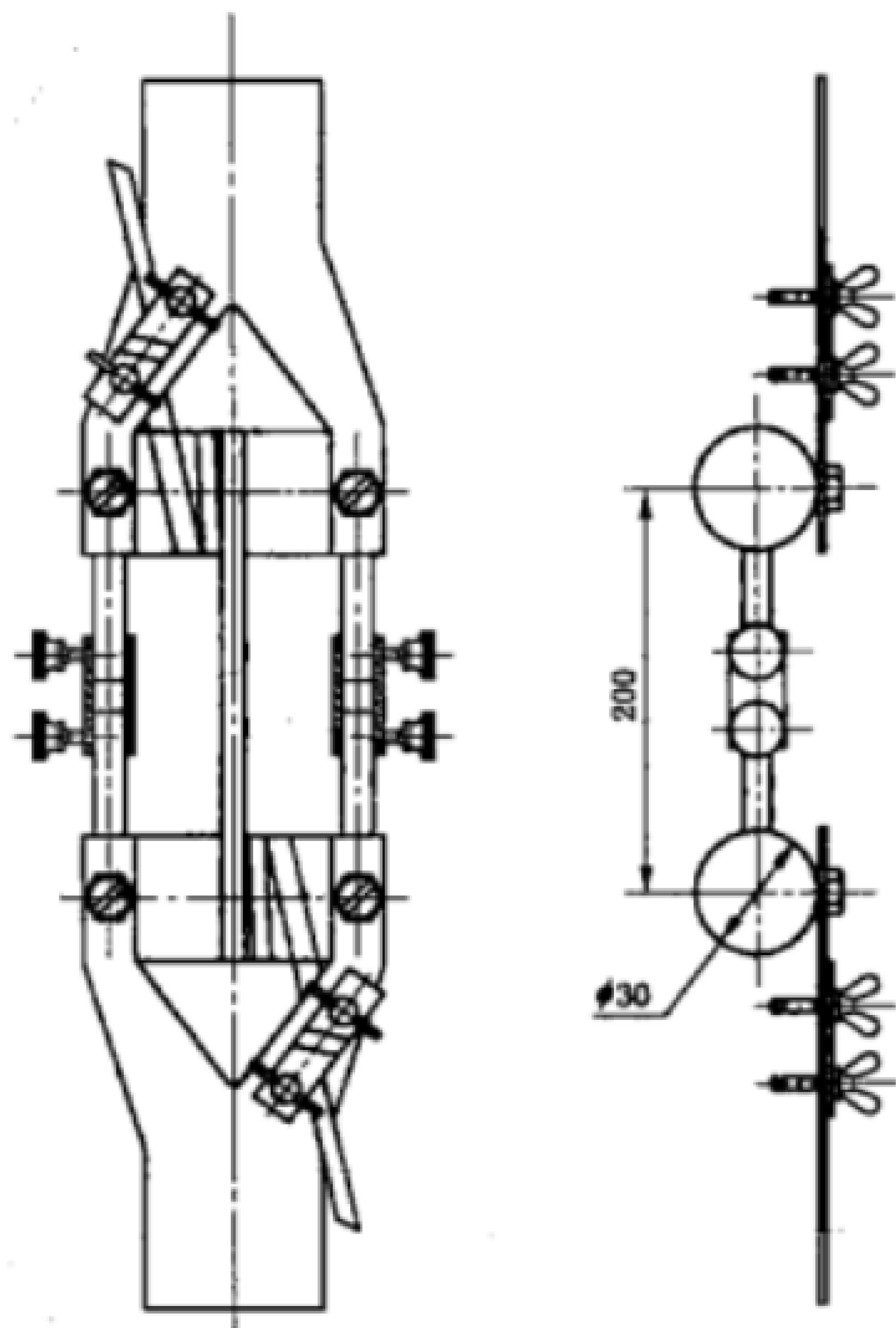


图 1 固化前拉伸强度和断裂伸长率试验示意图

以 10 mm/min 的试验速度,均匀、连续地对试样施加载荷,直到试样破坏。记录破坏载荷和上下拉伸轴间距的增量。

10.4 试验结果

固化前绑扎拉力按每 10 mm 宽试样的破坏载荷计算,单位为 N/10 mm 宽。断裂伸长率按上下拉伸轴间距的相对增量计算,以百分数表示。

以 5 个试样测得结果的中值作为试验结果。

11 电气强度

11.1 试样制备

首先将带厚为 0.3 mm 的网状无纬带样品剪成长约 100 mm,然后以半叠合形式在铺有聚四氟乙烯薄膜的下模板上叠合成面积为 100 mm×100 mm 试样,共叠合 7 层。在叠合好的试样上面覆盖聚四氟乙烯薄膜后,盖上上模板用夹具夹持上下模板,施加 0.05 MPa 的压力,并按产品标准规定的固化条件固化,试样数量五个。

11.2 试验

按 GB/T 1408.1—2006 规定在常态变压器油中进行试验,其中电极为 $\phi 25\text{ mm}/\phi 75\text{ mm}$ 或 $\phi 25\text{ mm}/\phi 25\text{ mm}$, 升压速度为 500 V/s 。

11.3 结果

以 5 个试样测得结果的中值作为电气强度。

12 耐电弧性

12.1 试样制备

同 11.1, 试样数量 5 个。

12.2 试验

按 GB/T 1411—2002 规定进行。

13 耐电痕化指数(PTI)

13.1 试样

试样制备同 11.1, 试样数量 3 个。

13.2 试验

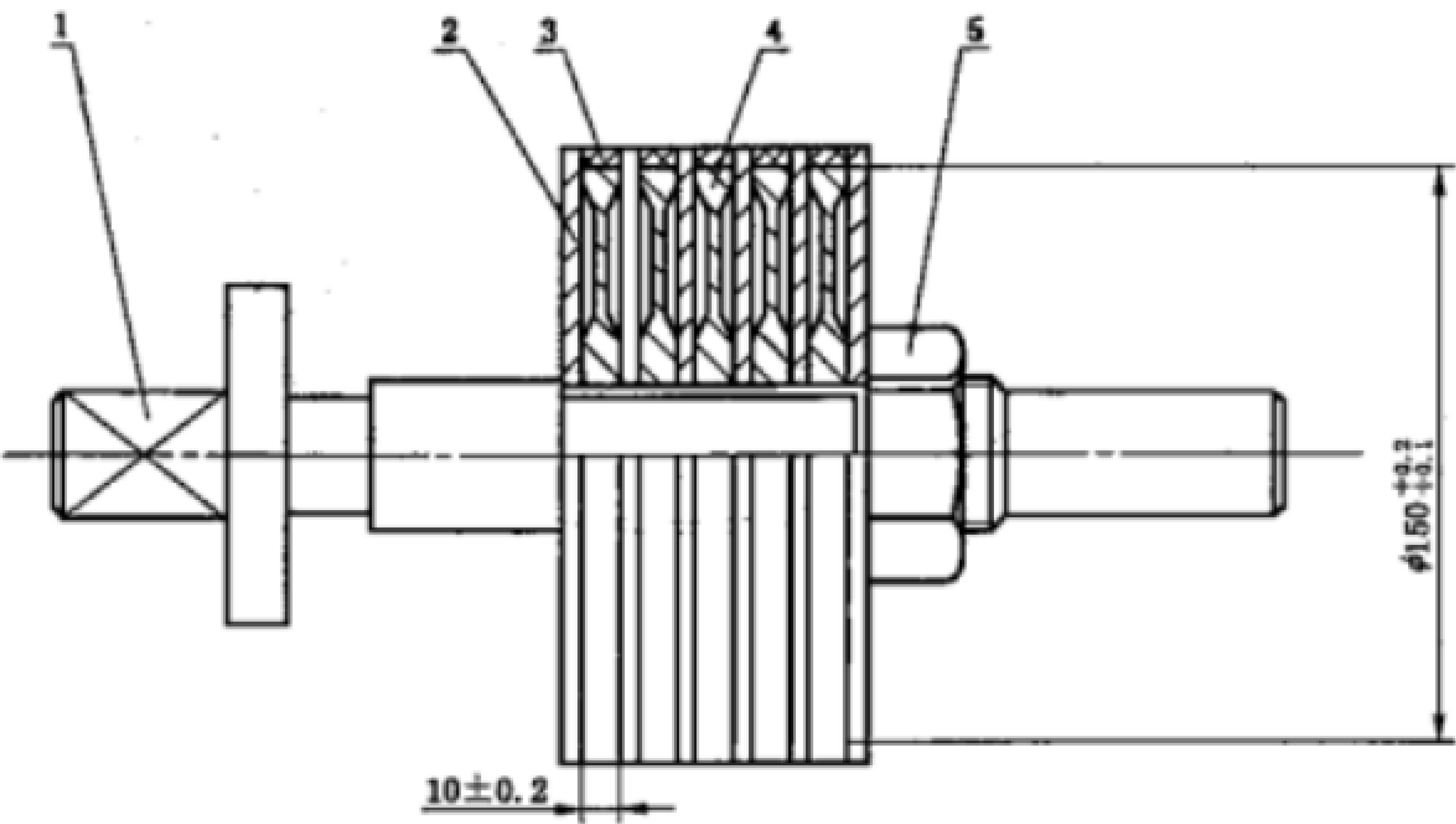
按 GB/T 4207—2003 规定进行, 其中污染液采用 A 液。

14 常态下环形试样拉伸强度和断裂伸长率

14.1 试验设备、器材

- a) 试验机: 具有合适量程, 载荷示值相对误差不超过 $\pm 1\%$; 且附有循环鼓风加热炉, 其控温精度为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 百分表或其他合适的变形计: 示值精度为 $\pm 1\%$;
- c) 游标卡尺: 分度为 0.02 mm ;
- d) 绑扎机: 能施加最大绑扎拉力为 $5\,000\text{ N}$, 且可调节绑扎拉力;
- e) 模具: 脱模法和不脱模法制样模具各 5 付, 分别见图 2 和图 3;

单位为毫米



- 1——芯轴;
- 2——隔板;
- 3——试样;
- 4——芯盘;
- 5——螺母。

图 2 脱模法制样模具

单位为毫米

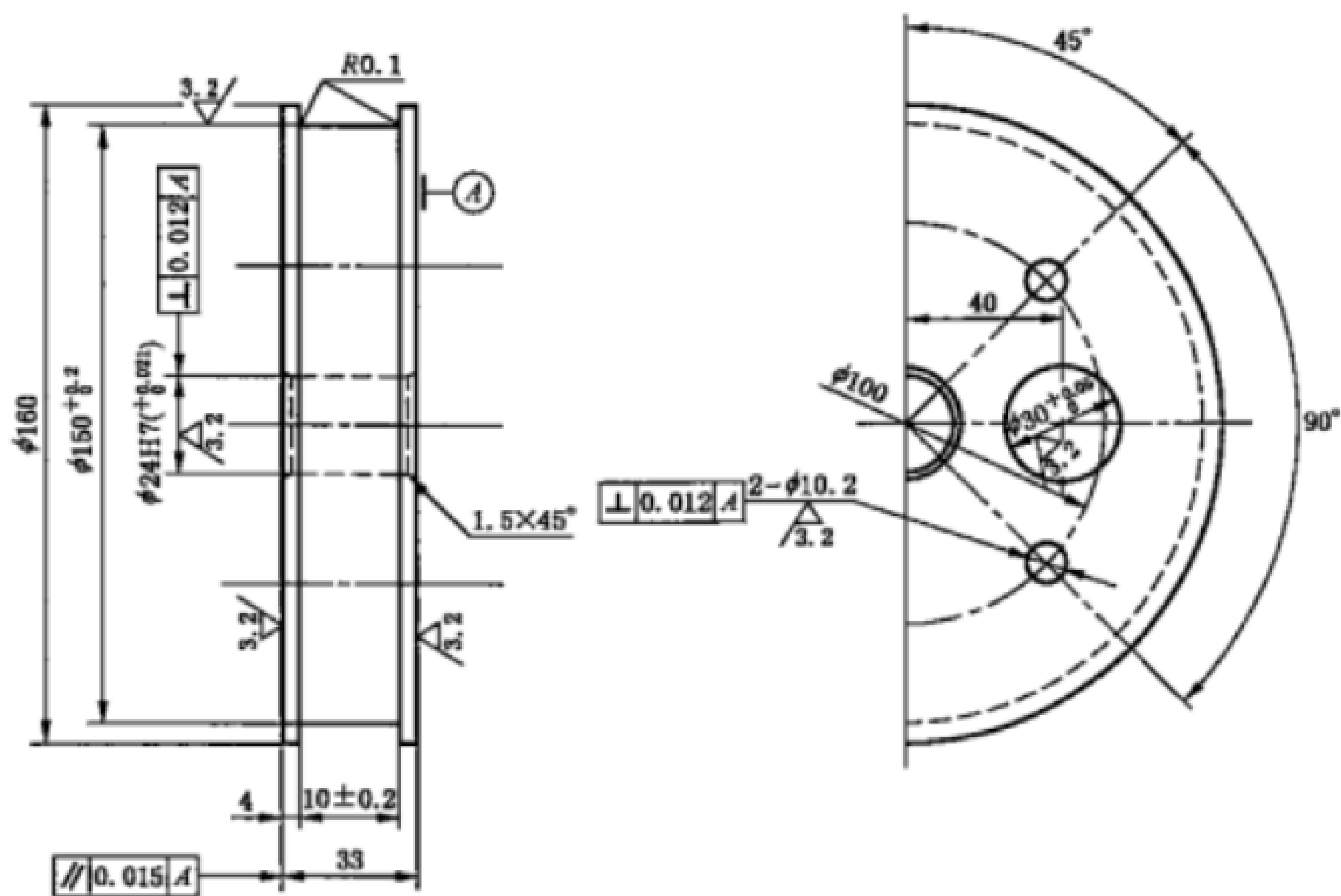
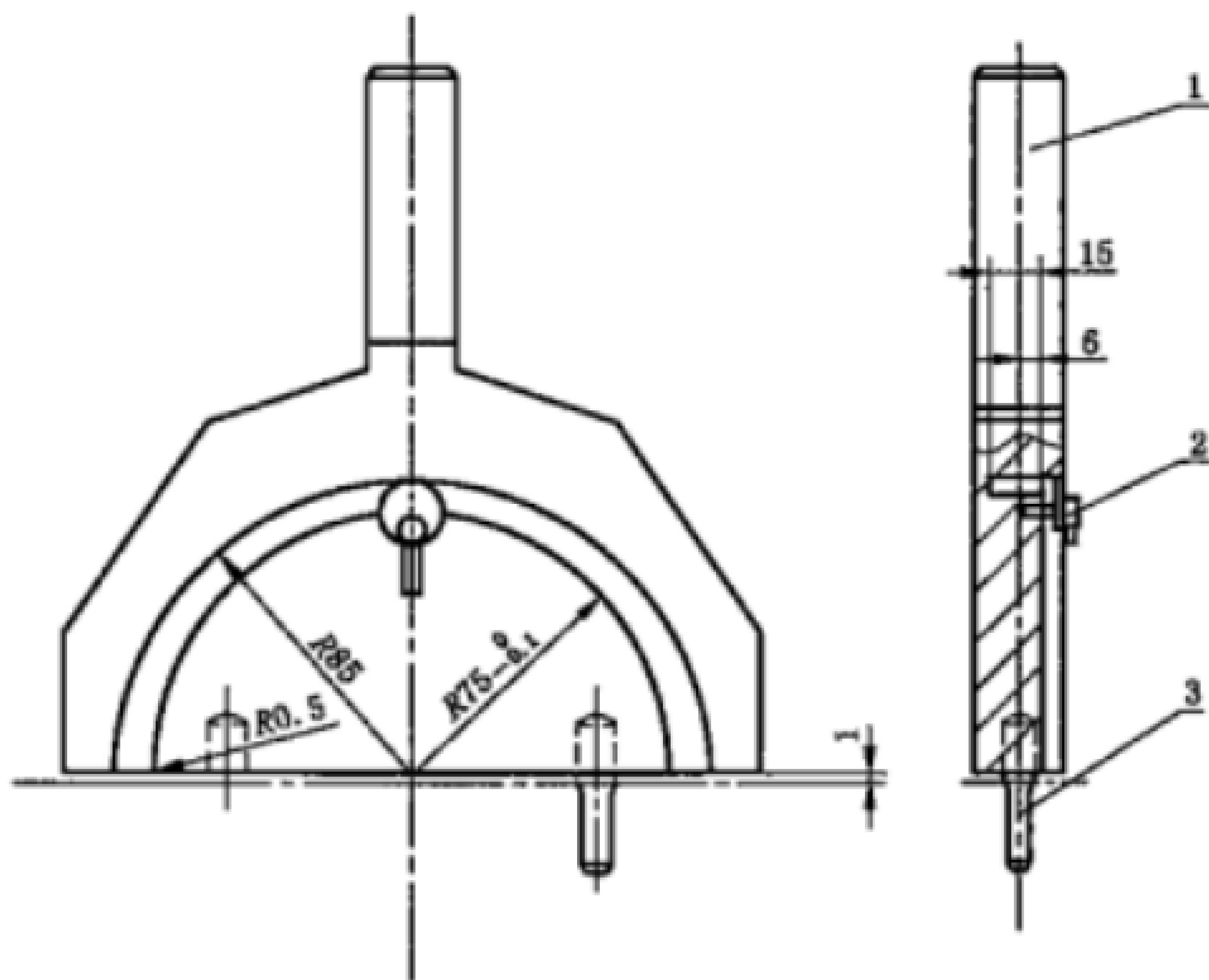


图 3 不脱模法试验模具

f) 脱模法拉伸试验夹具:见图 4。

单位为毫米



- 1——夹具本体;
- 2——档环凸轮;
- 3——定位销。

图 4 脱模法拉伸试验夹具

14.2 试样

14.2.1 脱模法环形试样的制备

将制备环形试样用的模具(如图 2 所示)均匀地涂上脱模剂,热绑时应将模具加热到 80 ℃~

100 ℃,按产品标准规定的绑扎拉力将 10 mm 宽的网状无纬带平整地缠绕在模具上,其中最外层网状无纬带应锁紧固定。缠绕厚度应使固化后的试样厚度为 (3.0 ± 0.2) mm,试样数量 5 个。

将缠有网状无纬带的模具放入烘箱中进行固化,固化条件按产品规范规定,固化后取出模具,冷却到室温后脱模,用砂纸擦掉试样上的树脂毛边及表面淤积的树脂。

14.2.2 不脱模法环形试样的制备

热绑时将模具(见图 3)加热到 80 ℃~100 ℃并按产品规范规定的绑扎拉力将厚度为 0.3 mm、10 mm 宽的网状无纬带平整地缠绕在模具上,完整地缠绕 12 层,对于 0.20 mm 厚的无纬带,共完整缠绕 15 层。最外层无纬绑扎带应锁紧固定,试样数量 5 个。

将缠有网状无纬带的模具放入烘箱中进行固化,其固化条件按产品规范规定,固化后取出模具,冷却至室温。

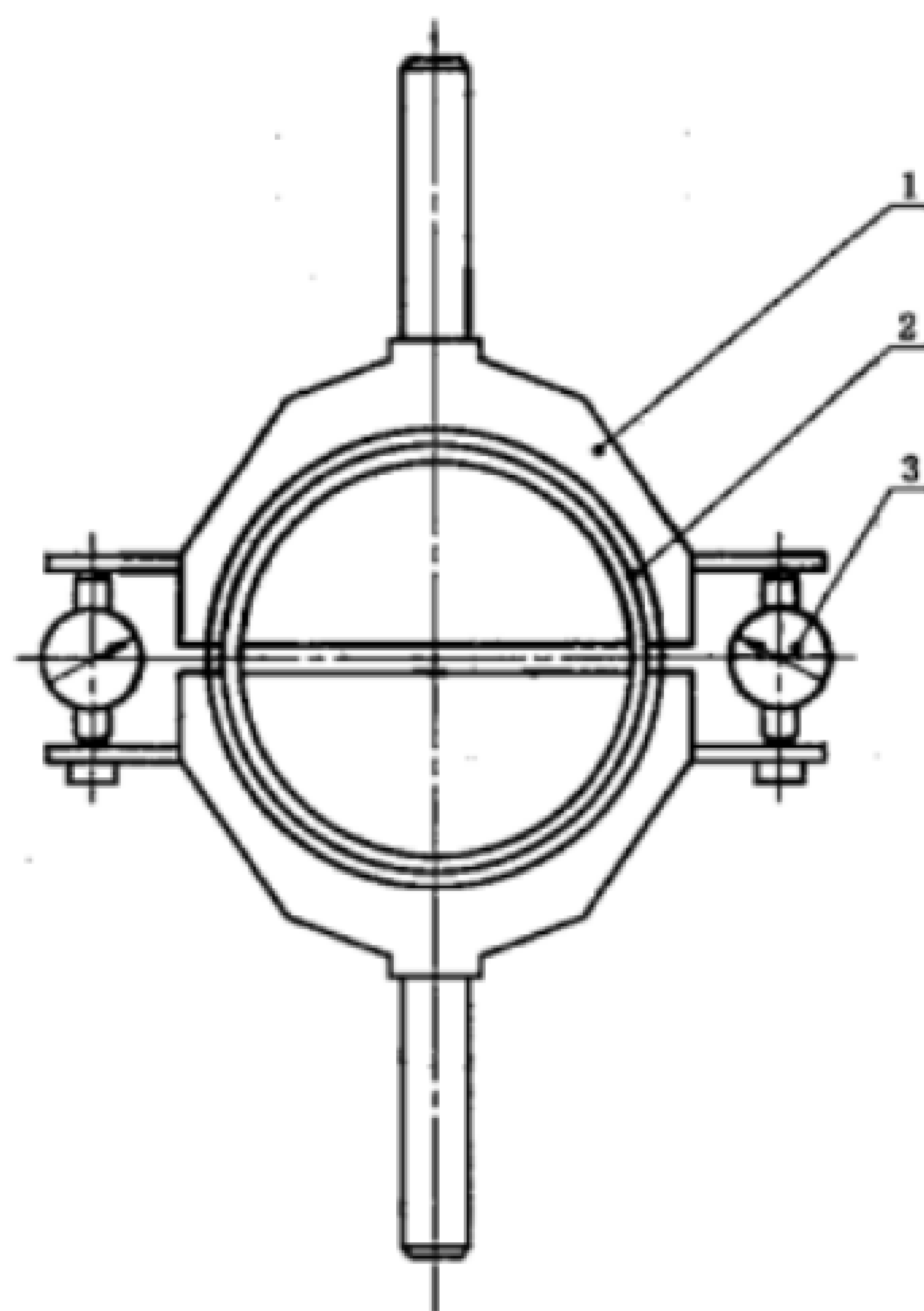
14.2.3 尺寸测量

对于脱模法用游标卡尺。沿环形试样圆周,均匀分布地测量 5 点的宽度和厚度,分别以 5 点测量值的算术平均值作为试样的宽度和厚度,精确至 0.02 mm。从两相互垂直方向测量试样的内径,以两个测量值的算术平均值作为试样的内径,以试样的内径和厚度之和为试样的中径,精确至 0.1 mm。

14.3 试验

14.3.1 脱模法

润滑拉伸夹具上与试样接触的部位,将试样装在夹具上,紧固挡盖或挡环凸轮。将变形计安装在夹具两侧(如图 4 和图 5 所示),调整其零点。



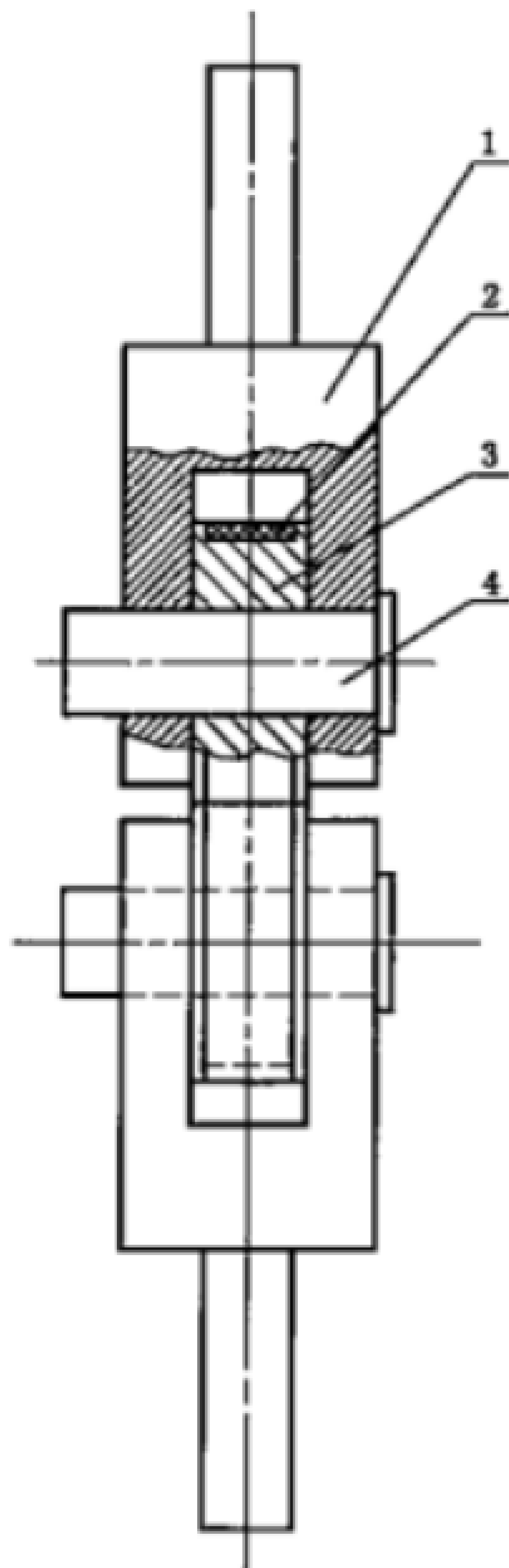
- 1——拉伸试验夹具;
- 2——试样;
- 3——变形计。

图 5 脱模法拉伸试验示意图

以 5 mm/min 的试验速度,均匀、连续地施加负荷,直到试样破坏。记录破坏载荷及在夹具两侧的变形增量。若试样发生分层破坏或未完全破坏,则该次测试无效。

14.3.2 不脱模法

将缠有无纬绑扎带的模具安装在试验机的上、下拉杆上,然后按 14.3.1 进行试验(见图 6)。



- 1——夹具；
- 2——试样；
- 3——模具；
- 4——销钉。

图 6 不脱模法试验示意图

14.4 计算

a) 脱模法按下式计算：

$$\sigma_1 = \frac{F}{2b \cdot h} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

- σ_1 ——脱模法拉伸强度，单位为兆帕(MPa)；
- F ——破坏负荷，单位为牛顿(N)；
- b ——试样宽度，单位为毫米(mm)；
- h ——试样厚度，单位为毫米(mm)。

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2}{\pi D} \dots\dots\dots(5)$$

式中：

- ϵ_1 ——脱模法断裂伸长率，单位为百分率(%)；
- ΔL_1 、 ΔL_2 ——分别为破坏时夹具两侧的变形增量，单位为毫米(mm)；
- D ——试样的中径。

b) 不脱模法的按下式计算：

$$\sigma_2 = \frac{F}{2b \cdot h_1 \cdot n}$$

.....(6)

式中：

- σ_2 ——不脱模法拉伸强度,单位为兆帕(MPa)；
- F ——破坏负荷,单位为牛顿(N)；
- b ——试样宽度,单位为毫米(mm)；
- h_1 ——单层网状无纬带固化后的厚度,单位为毫米(mm)；
- n ——绑扎层数。

$$\epsilon_2 = \frac{\Delta L_3 + \Delta L_4}{\pi(D_1 + n \cdot h_1)}$$

.....(7)

式中：

- ϵ_2 ——不脱模法断裂伸长率,单位为百分率(%)；
- $\Delta L_3、\Delta L_4$ ——分别为破坏时夹具两侧的变形增量,单位为毫米(mm)；
- D_1 ——模具直径,单位为毫米(mm)；
- $h_1、n$ ——同式(6)。

14.5 分别以 5 个试样测得结果的中值作为试验结果,并注明试验方法(脱模法或不脱模法)。

15 热态下环形试样拉伸强度

按第 14 章制备并安装试样,按产品规范规定的温度预热 45 min,并在该温度下按第 14 章规定进行试验及计算。

16 浸油处理后环形试样拉伸强度

按第 14 章制备试样,其中对于脱模法应将试样安装在图 7 所示的试验架上(以防止试样发生扭曲变形),浸入(105±2)℃的变压器油中 24 h,到时取出冷却至室温,然后按第 14 章规定进行试验及计算。

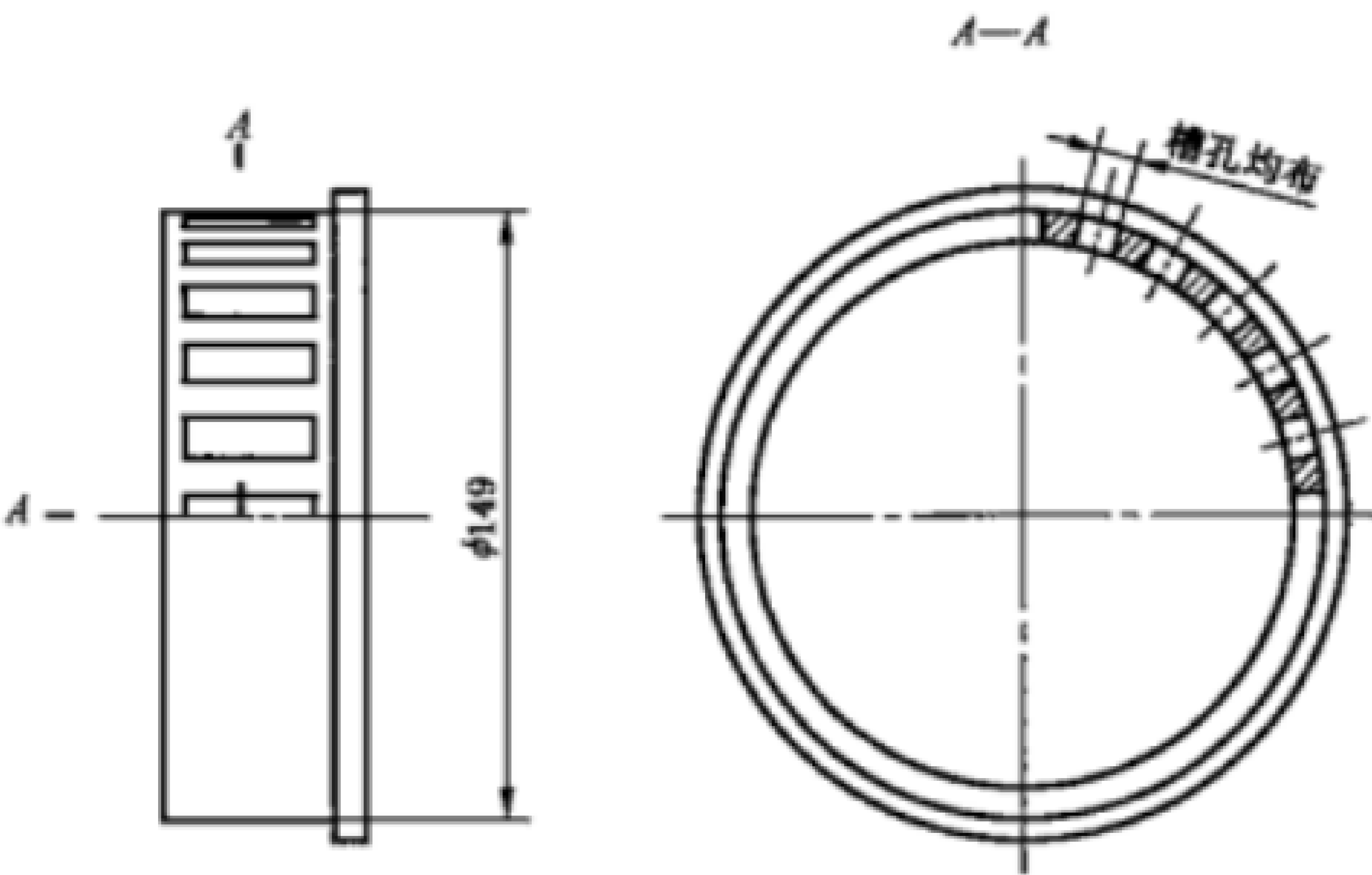


图 7 试样架

17 常态下环形试样拉伸弹性模量

17.1 试验设备、器材

同 14.1。

17.2 试样

同 13.2。

17.3 试验

按 14.3 安装试样和测量变形的仪器,如图 5 所示。

按测读变形方便,选取试验速度。施加初载荷(约为破坏载荷的 5%),检查测量变形用仪器的零点,然后采用连续或逐级加载荷至破坏负荷的 50%时为止。记录载荷及对应的拉伸夹具或模具两侧的变形量。绘制载荷—变形曲线。

17.4 计算

a) 脱模法拉伸弹性模量按下式计算:

$$E_1 = \frac{\pi D \Delta F}{2b \cdot h (\Delta L_5 + \Delta L_6)} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- E_1 ——脱模法拉伸弹性模量,单位为兆帕(MPa);
- ΔF ——为载荷—变形曲线上初始阶段,直线段的载荷增量,单位为牛顿(N);
- $\Delta L_5, \Delta L_6$ ——分别为对应 ΔF 的模具两侧的变形增量,单位为毫米(mm);
- b ——试样宽度,单位为毫米(mm);
- h ——试样厚度,单位为毫米(mm);
- D ——试样中径,单位为毫米(mm)。

b) 不脱模法的拉伸弹性模量按下式计算:

$$E_2 = \frac{\pi (D_1 + n \cdot h_1) \Delta F}{2b \cdot h_1 \cdot n (\Delta L_7 + \Delta L_8)} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- E_2 ——不脱模法拉伸弹性模量,单位为兆帕(MPa);
- $\Delta F, \Delta L_7, \Delta L_8$ ——同式(8);
- D_1, n, h_1 ——同式(7)。

17.5 结果

分别以 5 个试样测得结果的中值作为试验结果,取三位有效数字,并报告试验方法(脱模或不脱模法)。

18 温度指数

按 GB/T 11026.1—2003 规定进行,其中试样为脱模法环形试样,评定性能为拉伸强度,失效标准为常态下拉伸强度的 50%。

值得注意的是试样老化期间应固定在金属制成的试样架上(见图 7),以防止试样扭曲变形,同时为便于取出试样,试样架的外径为 147 mm~149 mm。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电气绝缘用树脂浸渍玻璃纤维网状
无纬绑扎带 第2部分:试验方法
GB/T 22471.2—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 21 千字
2009年3月第一版 2009年3月第一次印刷

*

书号:155066·1-35572 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 22471.2—2008