

ICS 93.040

P 28

备案号:



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 927—2014

## 桥梁双曲面球型减隔震支座

Double spherical seismic isolation bearing for bridges

2014-06-27 发布

2014-11-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和符号 .....	1
4 分类、型号、结构形式和规格 .....	2
5 技术要求 .....	5
6 试验方法 .....	10
7 检验规则 .....	11
8 标志、包装、运输和储存 .....	12
附录 A(规范性附录) 支座竖向承载力试验方法 .....	13
附录 B(规范性附录) 支座水平滞回性能试验方法 .....	15
附录 C(规范性附录) 支座限位板水平承载力试验方法 .....	17
附录 D(规范性附录) 支座自复位性能试验方法 .....	19
附录 E(规范性附录) 非金属滑板约束下极限抗压强度试验方法 .....	20
附录 F(规范性附录) 非金属滑板初始静摩擦系数及线磨耗率试验方法 .....	22

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国公路学会桥梁和结构工程分会提出并归口。

本标准主编单位：洛阳双瑞特种装备有限公司、同济大学、中交公路规划设计院有限公司。

本标准主要起草人：冯刚宪、李建中、宋建平、彭天波、李恒跃、冯芑、顾海龙、王勇、刘晓娣、曾宇。

## 引 言

本文件的发布机构提请注意,声明符合本文件时,可能涉及 4.3 支座结构形式与 ZL 200420010939.8《双曲面球型减隔震支座》、ZL 200920224219.4《具有球面不锈钢滑板的球型支座》和 ZL 200920258542.3《一种具有分片镶嵌聚四氟乙烯滑板的球型支座》等相关专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构保证,他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下,就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得:

专利持有人姓名:洛阳双瑞特种装备有限公司

地址:河南省洛阳市高新开发区滨河路 32 号

邮编:471000

请注意除上述专利外,本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

# 桥梁双曲面球型减隔震支座

## 1 范围

本标准规定了桥梁双曲面球型减隔震支座的分类、型号、结构形式和规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存等。

本标准适用于竖向承载力为 1 000kN ~ 100 000kN 的桥梁双曲面球型减隔震支座。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 699	优质碳素结构钢
GB/T 700	碳素结构钢
GB/T 1033.1	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
GB/T 1040.1	塑料 拉伸性能的测定 第1部分:总则
GB/T 1040.3	塑料 拉伸性能的测定 第3部分:薄膜和薄片的试验条件
GB/T 1184	形状和位置公差 未注公差值
GB/T 1591	低合金高强度结构钢
GB/T 1804	一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
GB/T 3077	合金结构钢
GB/T 3280	不锈钢冷轧钢板和钢带
GB/T 3398.1	塑料 硬度测定 第1部分:球压痕法
GB/T 4171	耐候结构钢
GB/T 7233.1	铸钢件 超声检测 第1部分:一般用途铸钢件
GB/T 11352	一般工程用铸造碳钢件
HG/T 2502	5201 硅脂
JT/T 722	公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件

## 3 术语、定义和符号

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**双曲面球型减隔震支座** **double spherical seismic isolation bearing**

一种具有两个曲面摩擦副,并设置有水平限位板,具备减隔震功能的球型支座。

#### 3.1.2

**滞回曲线** **hysteretic curve**

给定竖向荷载作用下,往复水平荷载与位移形成的闭合曲线族。

### 3.1.3

**屈后刚度** **stiffness after yielding**

支座滞回曲线(荷载—位移)中直线的斜率。

### 3.1.4

**等效阻尼比** **equivalent damping ratio**

一个荷载循环所吸收的能量与弹性变形能的 $2\pi$ 倍之比。

### 3.1.5

**综合位移** **comprehensive displacement**

支座正常位移和地震位移的组合位移。

## 3.2 符号

下列符号适用于本文件。

$D$ ——限位板破坏后支座水平位移,单位为毫米(mm);

$D_1$ ——最大位移,单位为毫米(mm);

$D_2$ ——最小位移,单位为毫米(mm);

$d$ ——非金属滑板整板直径或分片镶嵌板分布外轮廓直径,单位为毫米(mm);

$E_D$ ——滞回曲线包络面积,单位为千牛毫米( $\text{kN} \cdot \text{mm}$ );

$e$ ——综合位移,单位为毫米(mm);

$e_1$ ——正常位移,单位为毫米(mm);

$e_2$ ——地震位移,单位为毫米(mm);

$F$ ——支座设计竖向承载力,单位为千牛(kN);

$K_h$ ——屈后刚度,单位为千牛每毫米( $\text{kN}/\text{mm}$ );

$K_{\text{eff}}$ ——等效屈后刚度,单位为千牛每毫米( $\text{kN}/\text{mm}$ );

$Q_1$ ——最大剪力,单位为千牛(kN);

$Q_2$ ——最小剪力,单位为千牛(kN);

$Q_{d1}$ ——滞回曲线正向与剪力轴交叉值,单位为千牛(kN);

$Q_{d2}$ ——滞回曲线负向与剪力轴交叉值,单位为千牛(kN);

$R_{\text{eq}}$ ——支座等效曲面半径,单位为毫米(mm);

$S_i$ ——第*i*个有效试样应力水平,单位为兆帕(MPa);

$\bar{S}$ ——试验求得的极限抗压强度,单位为兆帕(MPa);

$t_0$ ——非金属滑板厚度,单位为毫米(mm);

$\beta_{\text{eq}}$ ——等效阻尼比;

$\mu$ ——支座滑动摩擦系数。

## 4 分类、型号、结构形式和规格

### 4.1 分类

4.1.1 双曲面球型减隔震支座具有承受竖向荷载及各向转动的功能,并具有水平向减隔震功能。按其正常使用工作状况的水平位移分为:

a) 多向活动双曲面球型减隔震支座:具有多向水平位移性能,代号DX;

b) 纵向活动双曲面球型减隔震支座:具有纵桥向水平位移性能,同时约束横桥向水平位移,代号ZX;

c) 横向活动双曲面球型减隔震支座:具有横桥向水平位移性能,同时约束纵桥向水平位移,代号HX;

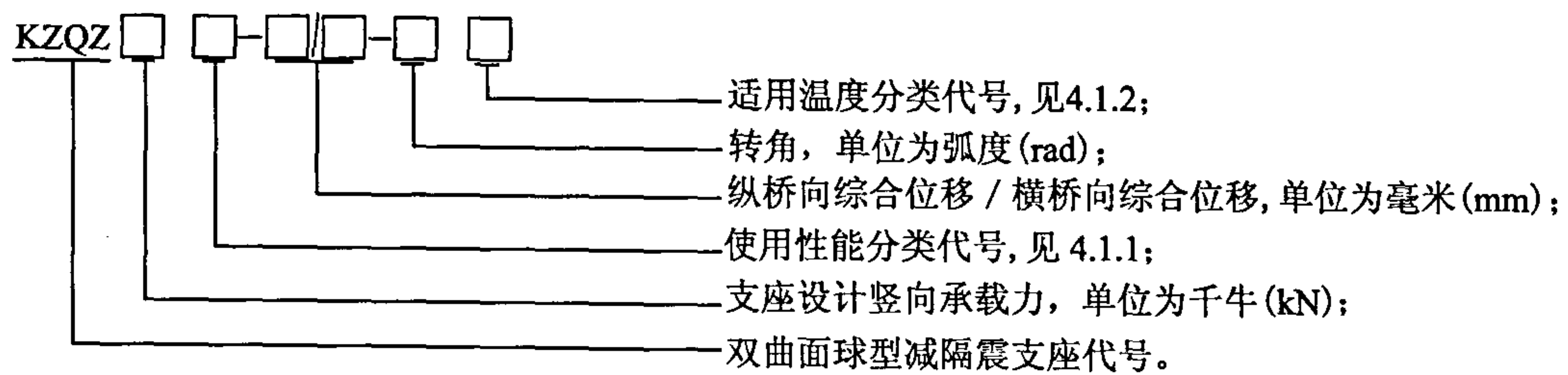
d) 固定双曲面球型减隔震支座:无水平位移,代号 GD。

4.1.2 按适用温度范围分为:

- a) 常温型支座,适用于  $-25^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ ,代号 C;
- b) 耐寒型支座,适用于  $-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ ,代号 F。

4.2 型号

支座型号表示方法为:

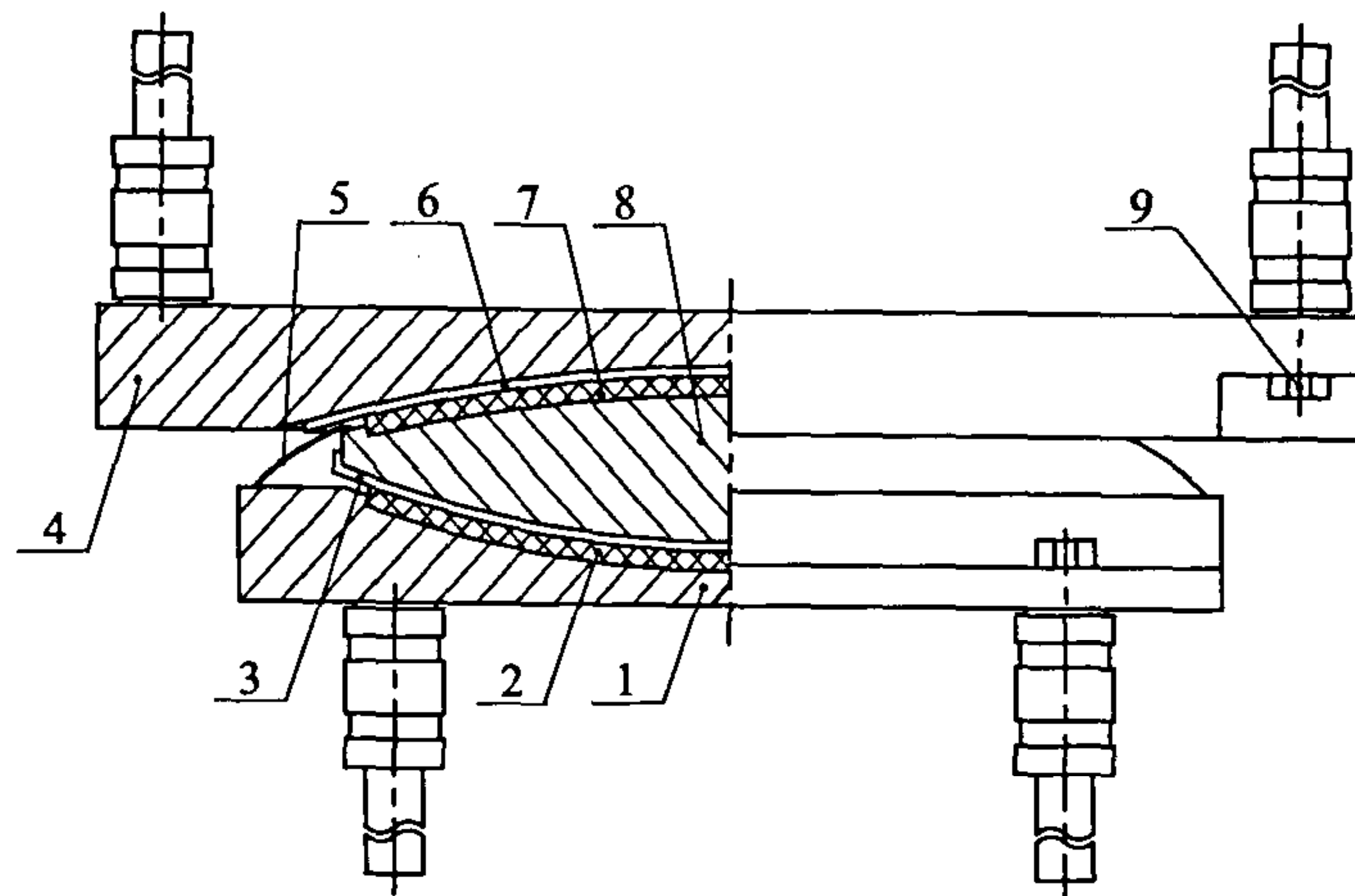


示例:

支座设计竖向承载力为 5 000kN 的纵向活动常温型双曲面球型减隔震支座,纵桥向综合位移为  $\pm 150\text{mm}$ 、横桥向综合位移为  $\pm 100\text{mm}$ 、转角 0.02rad,其型号表示为 KZQZ5000ZX—150/100—0.02C。

4.3 结构形式

4.3.1 多向活动双曲面球型减隔震支座由上座板、不锈钢上滑板、非金属上滑板、中座板、不锈钢下滑板、非金属下滑板、下座板、密封防尘装置和锚栓等组成,支座结构示意图见图 1。

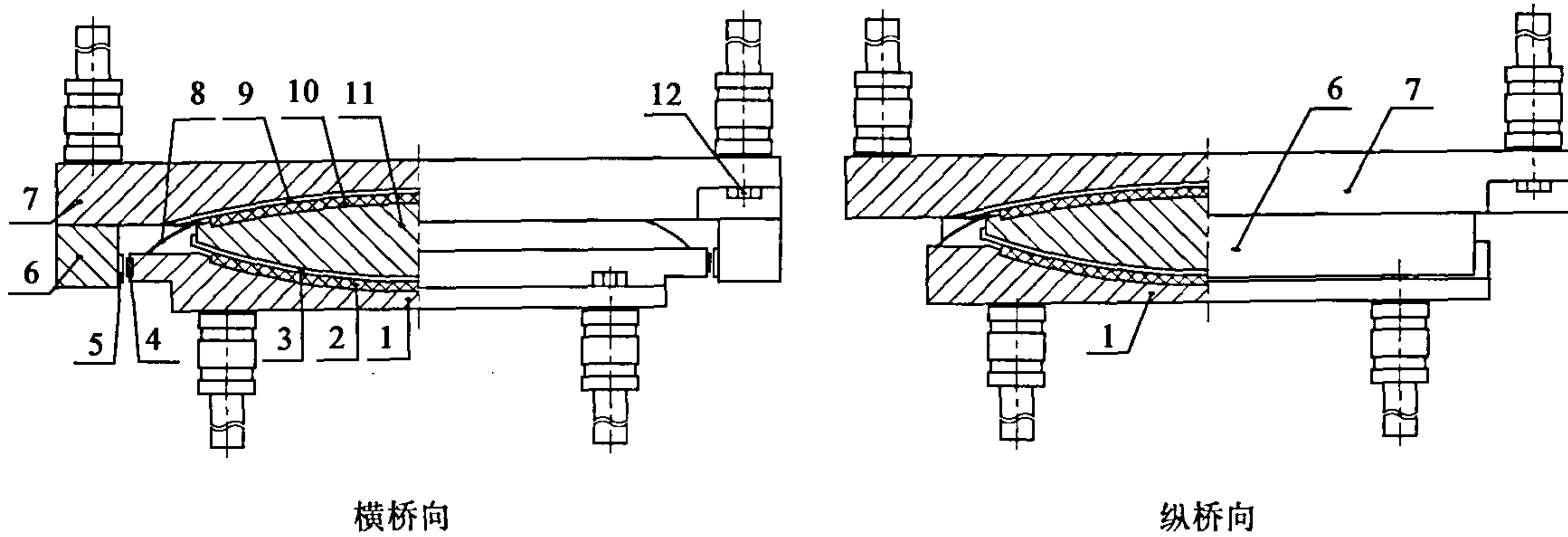


说明:

- |            |            |
|------------|------------|
| 1——下座板;    | 6——不锈钢上滑板; |
| 2——非金属下滑板; | 7——非金属上滑板; |
| 3——不锈钢下滑板; | 8——中座板;    |
| 4——上座板;    | 9——锚栓。     |
| 5——密封防尘装置; |            |

图 1 多向活动双曲面球型减隔震支座结构示意图

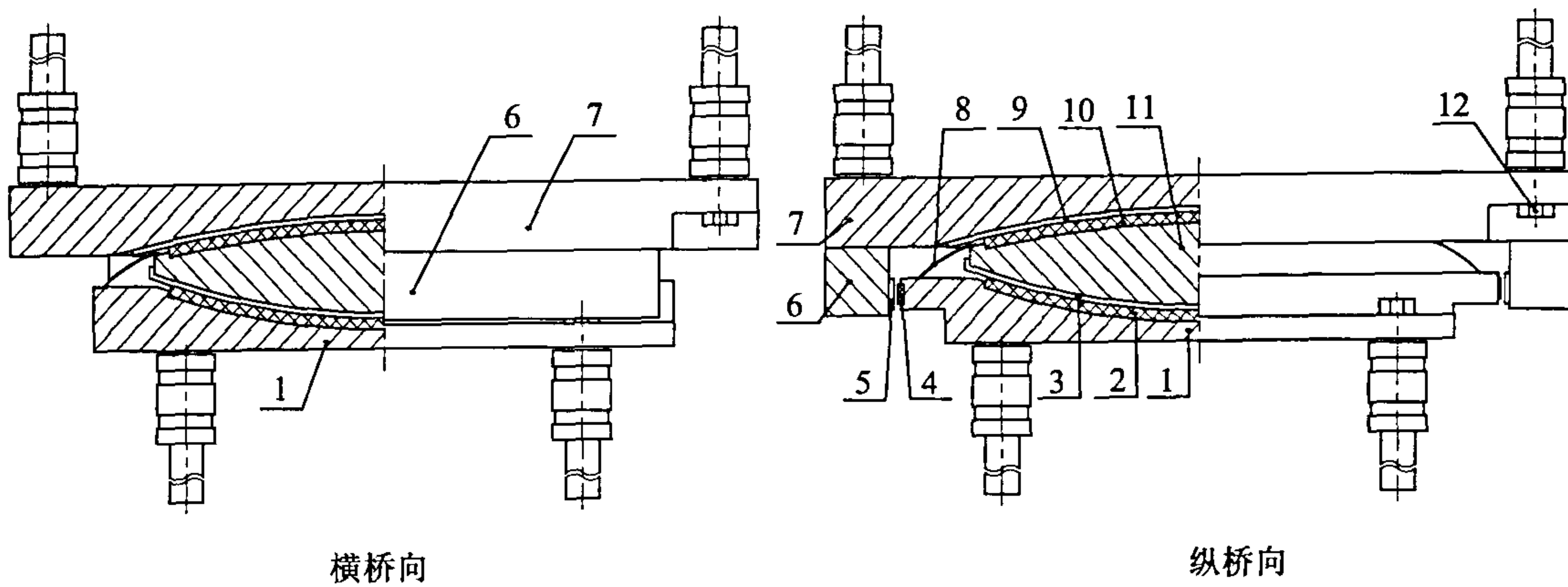
4.3.2 纵向、横向活动双曲面球型减隔震支座由上座板、不锈钢上滑板、非金属上滑板、中座板、不锈钢下滑板、非金属下滑板、下座板、限位板、不锈钢导向滑板、非金属导向滑板、密封防尘装置和锚栓等组成,支座结构示意图见图2和图3。



说明:

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1——下座板;     | 7——上座板;     |
| 2——非金属下滑板;  | 8——密封防尘装置;  |
| 3——不锈钢下滑板;  | 9——不锈钢上滑板;  |
| 4——非金属导向滑板; | 10——非金属上滑板; |
| 5——不锈钢导向滑板; | 11——中座板;    |
| 6——限位板;     | 12——锚栓。     |

图2 纵向活动双曲面球型减隔震支座结构示意图



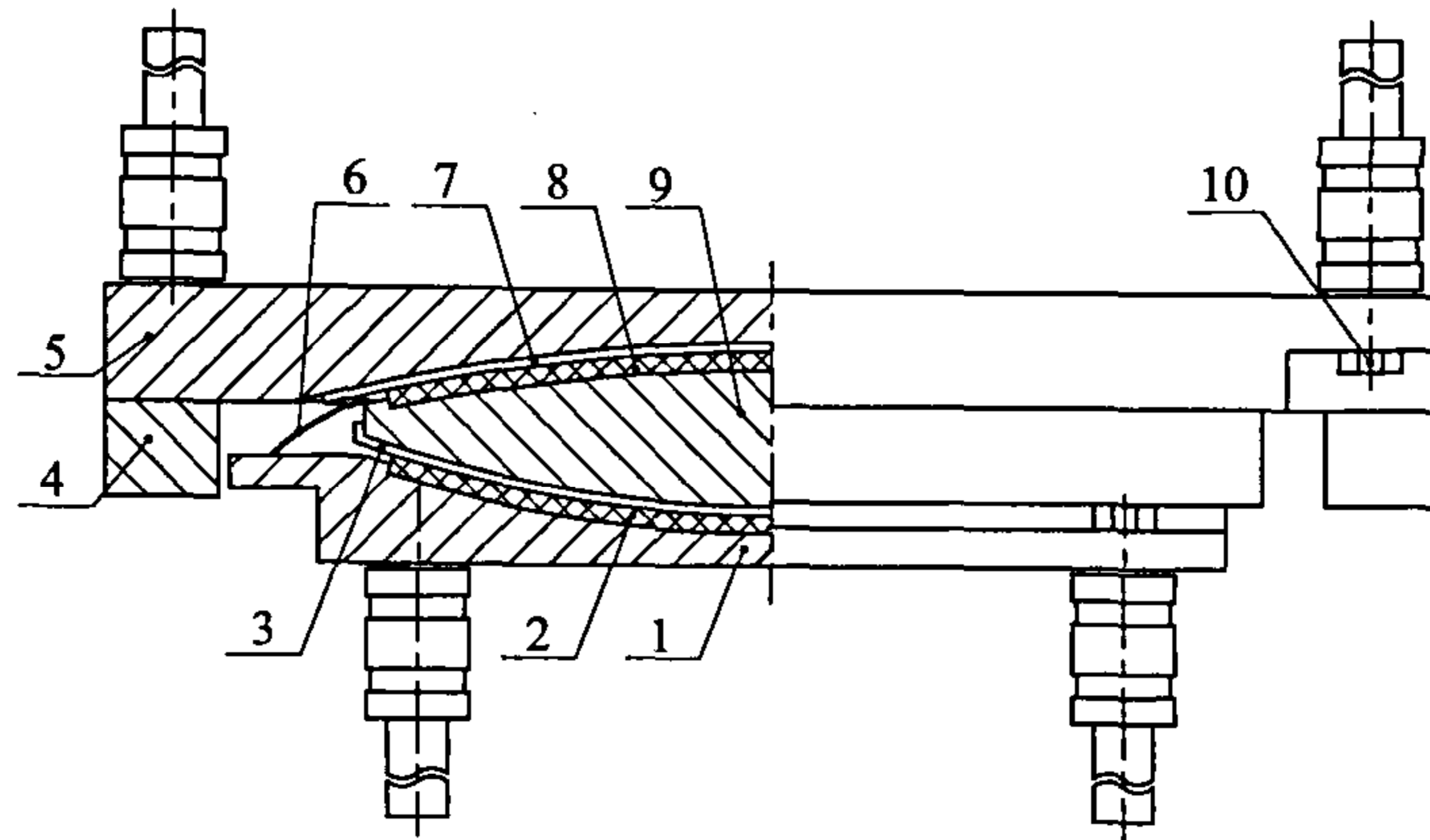
说明:

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1——下座板;     | 7——上座板;     |
| 2——非金属下滑板;  | 8——密封防尘装置;  |
| 3——不锈钢下滑板;  | 9——不锈钢上滑板;  |
| 4——非金属导向滑板; | 10——非金属上滑板; |
| 5——不锈钢导向滑板; | 11——中座板;    |
| 6——限位板;     | 12——锚栓。     |

图3 横向活动双曲面球型减隔震支座结构示意图

4.3.3 固定双曲面球型减隔震支座由上座板、不锈钢上滑板、非金属上滑板、中座板、不锈钢下滑板、非金属下滑板、下座板、限位板、密封防尘装置和锚栓等组成,支座结构示意图见图4。





说明:

- |            |            |
|------------|------------|
| 1——下座板;    | 6——密封防尘装置; |
| 2——非金属下滑板; | 7——不锈钢上滑板; |
| 3——不锈钢下滑板; | 8——非金属上滑板; |
| 4——限位板;    | 9——中座板;    |
| 5——上座板;    | 10——锚栓。    |

图4 固定双曲面球型减隔震支座结构示意图

#### 4.4 规格

4.4.1 支座设计竖向承载力分为 37 级:1 000,1 500,2 000,2 500,3 000,3 500,4 000,4 500,5 000,5 500,6 000,7 000,8 000,9 000,10 000,12 500,15 000,17 500,20 000,22 500,25 000,27 500,30 000,35 000,40 000,45 000,50 000,55 000,60 000,65 000,70 000,75 000,80 000,85 000,90 000,95 000,100 000kN。

4.4.2 支座限位方向设计水平承载力分为五级,分别为设计竖向承载力的 10%,15%,20%,25%,30%。

4.4.3 支座位移分为 10 级:±50,±100,±150,±200,±250,±300,±350,±400,±450,±500mm。

注:多向活动支座各向、纵向活动支座纵桥向和横向活动支座横桥向的综合位移( $e$ )取正常使用位移( $e_1$ )或正常使用位移 0.5 倍与设防地震作用产生位移( $e_2$ )之和两者中较大者。固定支座各向、纵向活动支座横桥向和横向活动支座纵桥向位移量取设防地震作用产生位移( $e_2$ )。

4.4.4 支座转角分为五级:0.02,0.03,0.04,0.05,0.06rad。

### 5 技术要求

#### 5.1 外观

5.1.1 支座外露表面应平整、美观、焊缝均匀,涂装表面应光滑,不应有脱落、流痕、褶皱等现象。

5.1.2 支座组装后上座板与下座板应平行,平行度不应大于下座板长边的 0.2%。单向活动支座上、下导向板应保持平行,最大交叉角不应大于 0.08°。

5.1.3 成品支座组装后高度(无荷载状态下)偏差应符合表 1 的要求。

表1 组装高度偏差

支座设计竖向承载力 $F$ (kN)	组装高度偏差 (mm)
$1\ 000 \leq F < 10\ 000$	$\pm 2$
$10\ 000 \leq F < 27\ 500$	$\pm 3$
$27\ 500 \leq F \leq 100\ 000$	$\pm 4$

## 5.2 支座性能

5.2.1 支座应具有自复位功能。

5.2.2 设计竖向承载力作用下,支座竖向压缩变形不应大于支座总高度的1%或2mm两者中较大者。

5.2.3 设计竖向荷载力作用下,支座设计滑动摩擦系数取  $0.02 \leq \mu \leq 0.05$ ,其检测值与设计值偏差应在 $\pm 15\%$ 以内。

5.2.4 支座滞回曲线线形应近似平行四边形,支座水平滞回性能试验中第四、五次位移循环测得滑动摩擦系数和屈后刚度相差不应超过10%。实测支座屈后刚度与设计值偏差应在 $\pm 15\%$ 以内。支座屈后刚度  $K_h$  按式(1)计算。

$$K_h = \frac{F}{R_{eq}} \quad (1)$$

5.2.5 实测支座等效阻尼比与设计值偏差应在 $\pm 15\%$ 以内。支座等效阻尼比  $\beta_{eq}$  按式(2)计算。

$$\beta_{eq} = \frac{2}{\pi [D/(\mu R_{eq}) + 1]} \quad (2)$$

5.2.6 支座应在限位方向设置限位板,限位板应满足以下要求:

- 限位板应通过试验检测水平承载力,检测值不应低于设计值且偏差不应超过设计值的25%;
- 正常使用和多遇地震作用下不失效;
- 限位板失效后不影响地震作用下支座滑动功能和自复位功能;
- 限位板失效后应可更换。

5.2.7 支座应可更换。

## 5.3 材料

### 5.3.1 钢件

5.3.1.1 支座上座板、中座板、下座板和限位板等采用钢板时,应符合 GB/T 700 或 GB/T 1591 的规定。

5.3.1.2 支座上座板、中座板、下座板和限位板等采用铸钢件时,其化学成分、热处理后的机械性能应符合 GB/T 11352 中 ZG270-500 的规定。

5.3.1.3 支座用于低温环境时,其上座板、中座板、下座板和限位板等用钢应符合钢材夏比(V型)冲击试验温度和冲击吸收能量的要求。

5.3.1.4 支座用于腐蚀环境时,其上座板、中座板、下座板和限位板等应采用耐候钢,耐候钢板应符合 GB/T 4171 的规定。

5.3.1.5 支座其他部件采用优质碳素结构钢、碳素结构钢、合金结构钢和低合金高强度结构钢时,其性能应符合 GB/T 699、GB/T 700、GB/T 3077 和 GB/T 1591 的规定。

### 5.3.2 不锈钢板

5.3.2.1 支座采用 06Cr17Ni12Mo2、06Cr19Ni13Mo3 和 06Cr18Ni11Ti 不锈钢冷轧钢板,地处严重腐蚀环境宜采用 022Cr17Ni12Mo2 和 022Cr19Ni13Mo3 不锈钢冷轧钢板。不锈钢板化学成分及力学性能应符合 GB/T 3280 的规定。不锈钢板表面应符合 No.4 级加工要求,表面粗糙度  $R_a$  不应大于  $0.8\mu\text{m}$ 。

5.3.2.2 不锈钢板表面应平整、光洁,不应有分层、裂纹、结疤、褶皱等影响使用性能的损伤。

5.3.2.3 不锈钢板厚度应符合表 2 的要求,厚度偏差应符合 GB/T 3280 的规定。

表 2 不锈钢板厚度

支座设计竖向承载力 $F$ (kN)	不锈钢板厚度 (mm)
$1\ 000 \leq F < 10\ 000$	1.5
$10\ 000 \leq F < 50\ 000$	2
$50\ 000 \leq F \leq 100\ 000$	3

### 5.3.3 非金属滑板

5.3.3.1 支座用非金属滑板为填充聚四氟乙烯板、填充聚四氟乙烯复合夹层板和改性超高分子量聚乙烯板三种。

5.3.3.2 填充聚四氟乙烯板、填充聚四氟乙烯复合夹层板应采用新鲜聚四氟乙烯料,不应采用再生料、回头料。滑板制作应采用模压板,不应采用车削板。填充聚四氟乙烯板和填充聚四氟乙烯复合夹层板模压成型压力不应小于 30MPa。

5.3.3.3 填充聚四氟乙烯板、填充聚四氟乙烯复合夹层板、改性超高分子量聚乙烯板物理机械性能应符合表 3 的要求。

5.3.3.4 非金属滑板表面应有储硅脂坑,且应采用热压成型,不应采用机加工方法成型。

5.3.3.5 非金属滑板颜色应均匀一致,表面光滑,不应有裂纹、鼓泡、分层、气孔、夹带任何杂质和影响使用性能的机械损伤等缺陷。

表 3 非金属滑板物理机械性能

序号	项 目	单位	填充聚四氟 乙烯板	填充聚四氟乙 烯 复合夹层板	改性超高分子量 聚 乙烯板
1	密度	$\text{g}/\text{cm}^3$	$2.14 \leq \rho \leq 2.30$	$2.14 \leq \rho \leq 2.30$	$0.93 \leq \rho \leq 0.98$
2	球压痕硬度 H132/60	MPa	$\geq 25$	$\geq 25$	26.4 ~ 39.6
3	约束下极限抗压强度	MPa	$\geq 200$	$\geq 200$	—
4	拉伸强度	MPa	—	—	$\geq 30$
5	断裂标称应变	%	—	—	$\geq 250$
6	初始静摩擦系数(对不锈钢板)	—	$\leq 0.015$	$\leq 0.012$	$\leq 0.008$
7	线磨耗率(在 5201-2 硅脂润滑条件下)	$\mu\text{m}/\text{km}$	$\leq 15$	$\leq 15$	$\leq 5$

注:球压痕硬度中 H132/60 为荷载 132N,持荷 60s。

### 5.3.4 硅脂润滑剂

5.3.4.1 支座采用 5201-2 硅脂润滑剂,其技术性能应符合 HG/T 2502 中一等品的规定。

5.3.4.2 硅脂应为乳白色或浅灰色半透明脂状物,不应带有任何机械杂质。

### 5.3.5 粘接剂

非金属滑板与基层钢板粘接,粘接剂应为不可溶且具有热固性,质量应稳定。当采用整板镶嵌时,非金属滑板与基层钢板的粘接剥离强度不应小于 5kN/m。

### 5.3.6 密封件

支座应设置可靠的密封装置,采用耐久性好、抗老化性强的材料,密封件应符合设计要求。

## 5.4 工艺性能

### 5.4.1 支座摩擦副

#### 5.4.1.1 摩擦副构成

支座上座板、中座板和下座板之间的摩擦副均采用贴覆不锈钢板和镶嵌非金属滑板。

#### 5.4.1.2 不锈钢板

不锈钢板与基层钢板采用焊接连接。不锈钢板焊接后应与基层钢板密贴,贴覆后的不锈钢板表面不应有褶皱、脱空等缺陷,面轮廓度公差  $\Delta Z$  应符合表 4 的要求。

表 4 不锈钢滑板曲面面轮廓度公差

单位为毫米

直径 $d$	面轮廓度公差 $\Delta Z$
$d \leq 670$	$\leq 0.2$
$d > 670$	$\leq 0.000 3d$

#### 5.4.1.3 非金属滑板

5.4.1.3.1 支座非金属滑板可采用整板镶嵌或分片镶嵌两种形式,其厚度不应小于 7mm。嵌入钢件的深度不应小于厚度 1/2,外露高度不小于 3mm,其厚度偏差与镶嵌间隙应符合表 5 的要求。

表 5 非金属滑板尺寸偏差

单位为毫米

直径 $d$	厚度偏差	外露厚度偏差	组装间隙偏差
$d \leq 600$	+0.4 0	+0.3 0	$\leq 0.5$
$600 < d \leq 1 200$	+0.7 0	+0.5 0	$\leq 0.8$
$d > 1 200$	+1.0 0	+0.7 0	$\leq 1.1$

5.4.1.3.2 非金属滑板表面储硅脂坑排列和尺寸应符合图 5 的要求。当采用分片镶嵌板时,储硅脂坑的容积率应与整体板相当。

单位为毫米

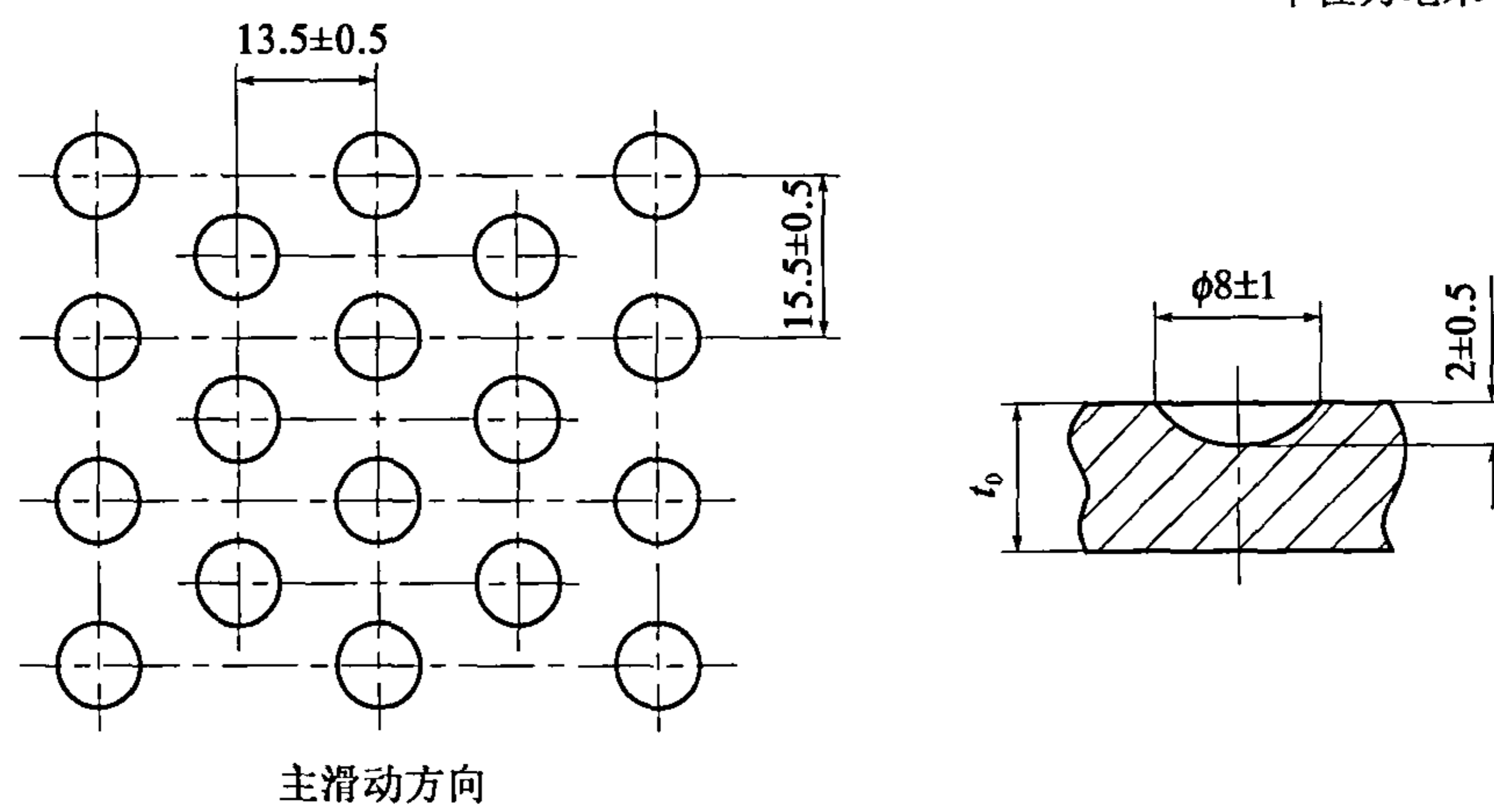


图5 非金属滑板表面储硅脂坑的平面布置与尺寸

5.4.1.3.3 非金属滑板曲面的面轮廓度公差  $\Delta Z$  应符合表4的要求。

#### 5.4.2 钢件

##### 5.4.2.1 焊接件

不锈钢板与基层钢板应采用惰性气体保护焊,焊缝应光滑、平整、连续,不应出现裂纹、夹渣、未熔合和未填满弧坑,焊接过程中不应烧伤母材。

##### 5.4.2.2 机加工件

支座钢件机加工尺寸及公差配合应符合设计图要求,未注线性尺寸和角度尺寸公差应符合 GB/T 1804中 m 级的规定,未注形状和位置公差应符合 GB/T 1184 中 L 级的规定。

##### 5.4.2.3 铸钢件

5.4.2.3.1 支座铸钢件应逐个进行超声波检测,其探测方法和质量评级方法应符合 GB/T 7233.1 的规定,铸钢件质量要求不低于2级,不应有裂纹及蜂窝状孔洞。

5.4.2.3.2 铸钢件加工后表面缺陷小于表6的规定时,应对缺陷进行修补。超过表6的规定,允许进行电焊修补一次,但对有蜂窝状孔洞的部件不允许修补使用。

表6 铸钢件加工表面缺陷

单位为毫米

缺陷部位	气孔、缩孔、砂眼、渣孔				
	缺陷直径	缺陷深度	缺陷个数	缺陷总面积	缺陷间距
下座板外圆柱 以内的底面及上 座板、中座板	$\leq 2$	不大于所在部 位厚度的10%	在 $100 \times 100$ 内不多于1个	不大于所在部 位面积的1.5%	$\geq 80$
下座板外圆柱 以外的底面及下 座板上表面	$\leq 3$				

5.4.2.3.3 铸钢件焊补前,应将缺陷处清铲至呈现良好金属为止,并将距坡口边沿30mm范围内及坡口表面清理干净,焊补后应修磨至符合铸件表面质量要求,不应有未焊透、裂纹、夹渣、气孔等缺陷。焊补后的铸件应进行退火或回火处理。

## 5.5 支座组装

5.5.1 组装前,待装的零部件应按 5.1、5.3 和 5.4 的规定对其主要性能逐件进行检测,合格后打上合格标记,外协件应有合格证书,方可进行组装。

5.5.2 组装前,应清洁所有零部件。支座滑动、转动面应用丙酮或酒精将不锈钢板表面清洗擦净,不锈钢板表面不应有碰伤、锈蚀、划痕。

5.5.3 组装时,支座座板在镶嵌非金属滑板前,应将凹槽清洁干净,并均匀涂抹一薄层粘接剂,非金属滑板嵌入凹槽后应粘接牢固。嵌装非金属滑板时,应检查滑板表面储硅脂坑的排列方向,并在储硅脂坑内注满 5201-2 硅脂润滑剂。

5.5.4 组装后,支座非金属滑板与座板凹槽间不应有空气夹层。

## 5.6 支座防护

5.6.1 支座钢件表面应根据不同环境条件按 JT/T 722 的规定采用相应涂装防护体系进行防护。

5.6.2 支座锚栓应根据使用环境条件,采用镀锌、镀铬涂层等方法进行防护。

5.6.3 支座应设置可靠、有效的密封防尘装置。密封防尘装置应便于安装、更换及日常维修保养。

## 6 试验方法

### 6.1 支座尺寸与外观

6.1.1 支座尺寸采用直尺、卡尺、卷尺等量具进行测量,量具精度应满足测量要求。

6.1.2 支座钢件和非金属件的尺寸和形位公差采用量具进行测量。

6.1.3 支座组装尺寸采用量具进行测量,外观质量采用目测法进行检查。

6.1.4 支座防护采用量具进行尺寸测量,采用目测法进行外观质量检查。

### 6.2 成品支座

#### 6.2.1 样件

支座承载力试验宜采用成品支座进行。当受试验设备能力限制时,可选用有代表性的小型支座进行试验。

#### 6.2.2 支座性能

6.2.2.1 支座竖向承载力试验按附录 A 进行。

6.2.2.2 支座水平滞回性能试验按附录 B 进行。

6.2.2.3 支座限位板水平承载能力试验按附录 C 进行。

6.2.2.4 支座自复位性能试验按附录 D 进行。

### 6.3 支座用材料

6.3.1 钢件和非金属滑板的外观质量检查采用目测法进行。

6.3.2 钢件性能试验方法按 GB/T 699、GB/T 700、GB/T 3077 和 GB/T 1591 进行。

6.3.3 铸钢件性能试验方法按 GB/T 11352 进行。

6.3.4 不锈钢板性能试验方法按 GB/T 3280 进行。

6.3.5 非金属滑板性能试验按以下要求进行:

a) 非金属滑板密度试验方法按 GB/T 1033.1 进行;

- b) 非金属滑板球压痕硬度 H132/60 试验方法按 GB/T 3398.1 进行;
- c) 非金属滑板约束状态下极限抗压强度试验方法按附录 E 进行;
- d) 非金属滑板拉伸强度和断裂标称应变试验方法按 GB/T 1040.1 和 GB/T 1040.3 进行;
- e) 非金属滑板与不锈钢板间初始静摩擦系数及线磨耗率试验方法按附录 F 进行。

6.3.6 5201-2 硅脂润滑剂的物理性能试验方法按 HG/T 2502 进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

支座检验分原材料进厂检验、型式检验和出厂检验。

#### 7.1.1 原材料进厂检验

支座加工用原材料及外加工件进厂时,应进行验收检验。

#### 7.1.2 型式检验

有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺有改变,影响产品质量及性能时;
- c) 正常生产时,每两年定期进行一次;
- d) 国家质量监督机构或用户提出要求时。

#### 7.1.3 出厂检验

支座出厂时,生产厂对每批成品支座交货前进行检验。

### 7.2 检验项目

7.2.1 支座用原材料及零部件进厂检验应符合表 7 的要求,并附每批进料材质证明。

表 7 原材料及零部件进厂检验

检验项目	技术要求	试验方法	检验周期
非金属滑板	5.3.3.3	6.1.2、6.3.1、6.3.5	每批(不大于1000kg); 其中初始静摩擦系数和线磨耗率每年至少一次
	5.3.3.5		每件
	5.4.1.3		每批(不大于1000kg)
不锈钢板	5.3.2	6.1.2、6.3.1、6.3.4	每批
钢板	5.3.1	6.3.2	每批
铸钢件	5.3.1	6.3.3	每炉
	5.4.2.3		每件
硅脂	5.3.4	6.3.6	每批(不大于1000kg)

7.2.2 支座型式检验和出厂检验应符合表8的要求。

表8 支座型式检验和出厂检验

检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
各零部件	5.4.1.2、5.4.1.3、5.4.2.2	6.1.2	+	+
非金属滑板	5.4.1.3	6.1.2	+	+
不锈钢板	5.4.1.2	6.1.2、6.3.1	+	+
支座组装	5.1	6.1.3	+	+
支座防护	5.6	6.1.4	+	+
支座原材料及零部件检验	表7	表7	+	-
成品支座检验	5.2.2	6.2.2.1	+	-
	5.2.3、5.2.4、5.2.5	6.2.2.2	+	-
	5.2.6	6.2.2.3	+	-
	5.2.1	6.2.2.4	+	-

注：“+”表示进行该项检验，“-”表示不进行该项检验。

### 7.3 判定

7.3.1 在原材料进厂检验中不合格原材料及零部件不应使用。

7.3.2 型式检验项目全部合格,则该次检验为合格。当检验项目中有不合格项,应取双倍试样进行复检,复检后仍有不合格项,则该次检验为不合格。

7.3.3 出厂检验时,检验项目全部合格,则该批产品为合格。当检验项目中有不合格项时,应从该批产品中再随机抽取双倍试样对不合格项目进行复检,复检后仍有不合格项,则该批产品为不合格。

## 8 标志、包装、运输和储存

### 8.1 标志

8.1.1 每个出厂支座应有明显标志,其内容应包括:产品名称、规格型号、主要技术指标(竖向承载力、位移量、转角)、生产厂名、出厂编号和生产日期。

8.1.2 支座上表面应喷涂支座型号和纵桥向方向箭头。

8.1.3 支座包装外应注明:产品名称、规格型号、生产厂名。

### 8.2 包装

每个支座均应进行包装,并应附有产品合格证、使用说明书及装箱单,上述文件应用塑料袋装并封口,以防受潮。支座使用说明书应包括支座简图、支座安装注意事项、支座相接部位混凝土等级要求以及支座安装养护更换要求。

### 8.3 运输和储存

8.3.1 支座在运输、储存过程应避免阳光直射、雨雪浸淋,并保持清洁。不应与酸、碱、油类、有机溶剂等影响支座质量的物质相接触,并距离热源1m以上。

8.3.2 支座在运输、储存过程中不应随意拆卸,运输装卸时应轻起轻落,储存时应保持干燥。



附录 A  
(规范性附录)  
支座竖向承载力试验方法

### A.1 试验环境

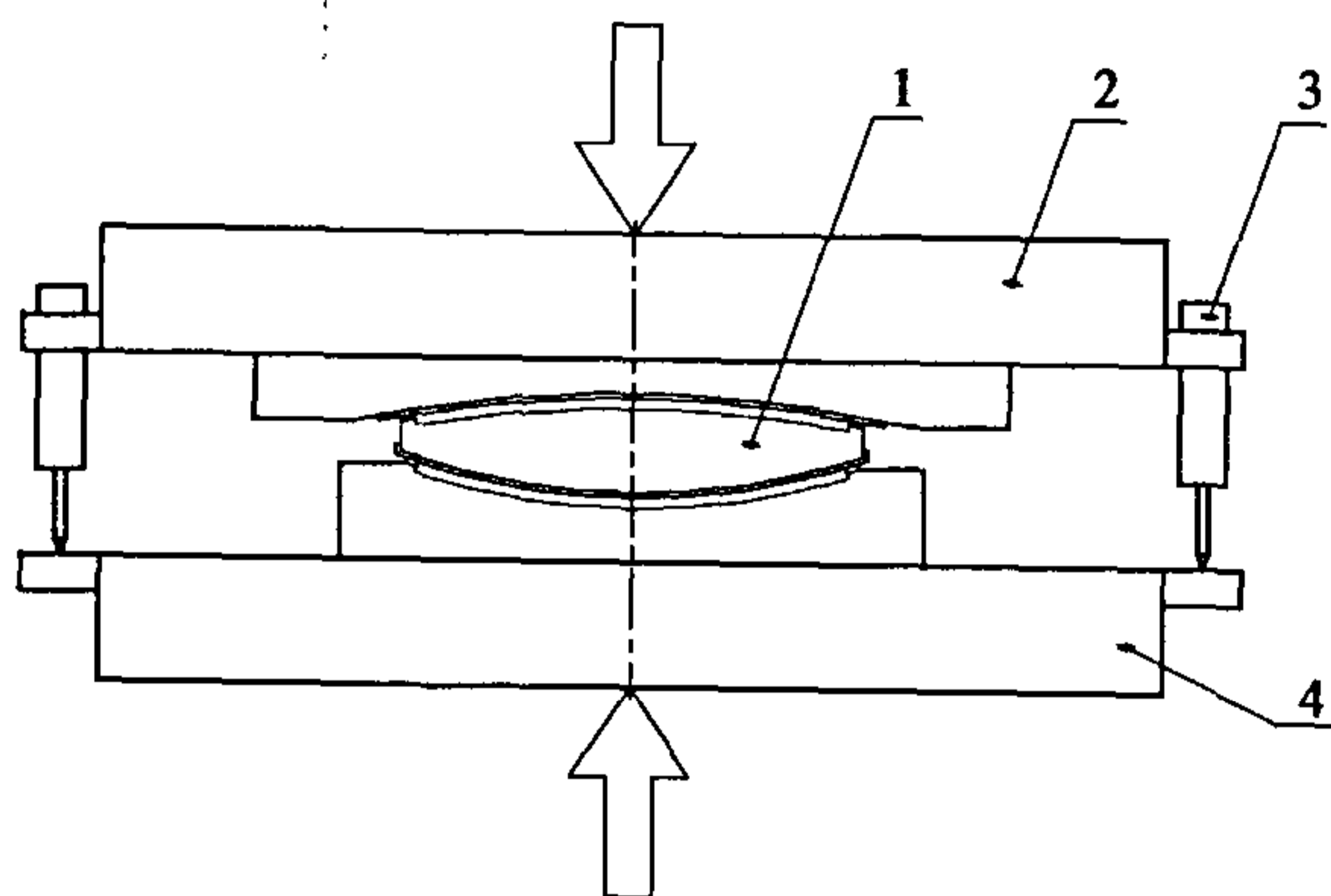
试验室标准温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，湿度不大于 85%。

### A.2 试样

支座试样应符合 6.2.1 要求。

### A.3 试验方法

按图 A.1 放置支座后,按下列步骤进行支座竖向承载力试验:



说明:

- 1——支座；                    3——位移传感器；  
2——试验机上压板；        4——试验机下压板。

图 A.1 支座竖向承载力试验示意

- a) 将支座置于试验机压板上,支座中心与压板中心位置对准,偏差小于 1% 支座下座板边长。支座安装好后,在试验支座上、下座板间对称放置四只位移传感器,测试支座竖向压缩变形;
- b) 加载至设计竖向承载力的 1% (不小于 50kN),核对位移传感器,确认无误后进行预压;
- c) 预压——将支座竖向承载力以连续均匀速度加至设计竖向承载力,然后卸载至设计竖向承载力的 1% (不小于 50kN),反复三次;
- d) 正式加载——将试验荷载由 0 至检验荷载(取支座设计竖向承载力的 1.5 倍)均分为 10 级,试验时以设计竖向承载力的 1% (不小于 50kN) 作为初始压力,然后逐级加载。每级荷载稳压 2min 后记录位移传感器数据,直至检验荷载,稳压 3min 后卸载至初始压力。加载过程连续进行三次;
- e) 竖向压缩变形取四只位移传感器读数的算术平均值,绘制竖向荷载—竖向压缩变形曲线。

### A.4 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 试验环境描述:试验标准温度和湿度;
- b) 支座概况描述:支座型号、设计竖向承载力、转角和位移,并附简图;

- c) 试验机性能及配置描述；
- d) 试验过程中出现异常现象描述；
- e) 完整试验记录,计算支座在设计竖向承载力下竖向压缩变形值及与支座总高度的百分比,评定试验结果；
- f) 试验照片。

附 录 B  
(规范性附录)  
支座水平滞回性能试验方法

### B.1 试验环境

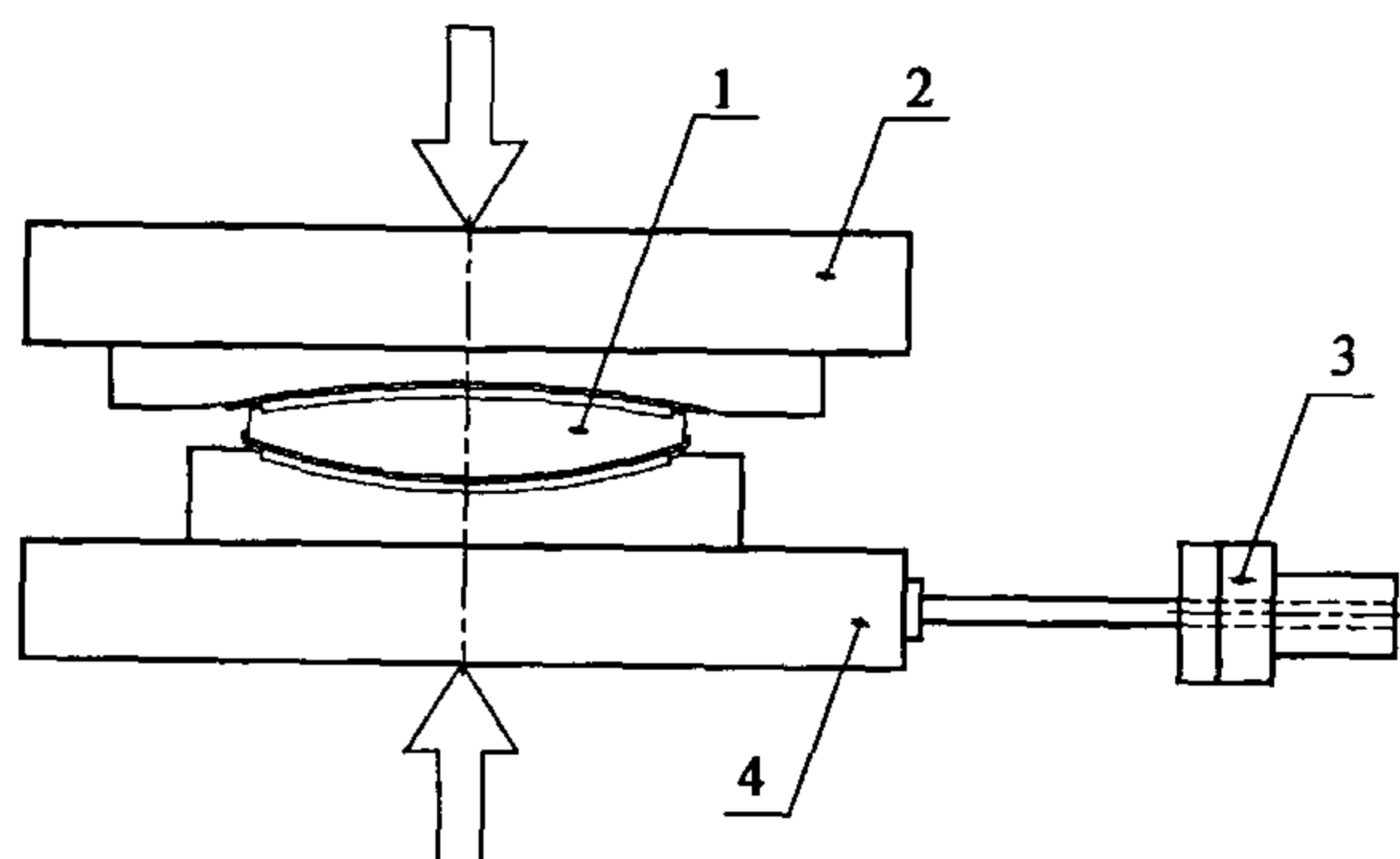
试验室标准温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，湿度不大于 85%。

### B.2 试样

支座试样应符合 6.2.1 要求。

### B.3 试验方法

按图 B.1 放置试样后,按下列步骤进行支座水平滞回性能试验:



说明:

- 1——支座;                      3——水平加载装置;  
2——试验机上压板;        4——试验机下压板。

图 B.1 支座水平滞回性能试验示意

- a) 将支座按单剪组合置于试验机压板上,支座中心与压板中心位置对准,偏差小于1%支座下座板边长;
- b) 预压——将支座竖向承载力以连续均匀的速度加至设计竖向承载力,预压 1h,在整个水平滞回性能试验过程中保持不变;
- c) 正式加载——用水平位移加载装置连续匀速施加水平位移,由专用力传感器记录水平力大小,支座水平位移量达到设计位移值后,反向施加水平位移直至位移 0mm,再反向施加水平位移直至设计位移值,再重新回至 0mm,由此计算出支座滑动摩擦系数。试验过程连续进行五次;
- d) 以实测第五次滞回曲线计算支座水平滞回性能,支座水平滞回曲线形状见图 B.2;
- e) 按式(B.1)计算滑动摩擦系数;

$$\mu = \frac{Q_{d1} - Q_{d2}}{2W} \quad (\text{B.1})$$

- f) 按式(B.2)计算屈后刚度;

$$K_h = \frac{1}{2} \left( \frac{Q_1 - Q_{d1}}{D_1} + \frac{Q_2 - Q_{d2}}{D_2} \right) \quad (\text{B.2})$$

- g) 按式(B.3)、式(B.4)计算等效阻尼比:

$$\beta_{\text{eq}} = \frac{2E_D}{\pi K_{\text{eff}} (D_1 - D_2)^2} \quad (\text{B.3})$$

$$K_{\text{eff}} = \frac{Q_1 - Q_2}{D_1 - D_2} \quad (\text{B.4})$$

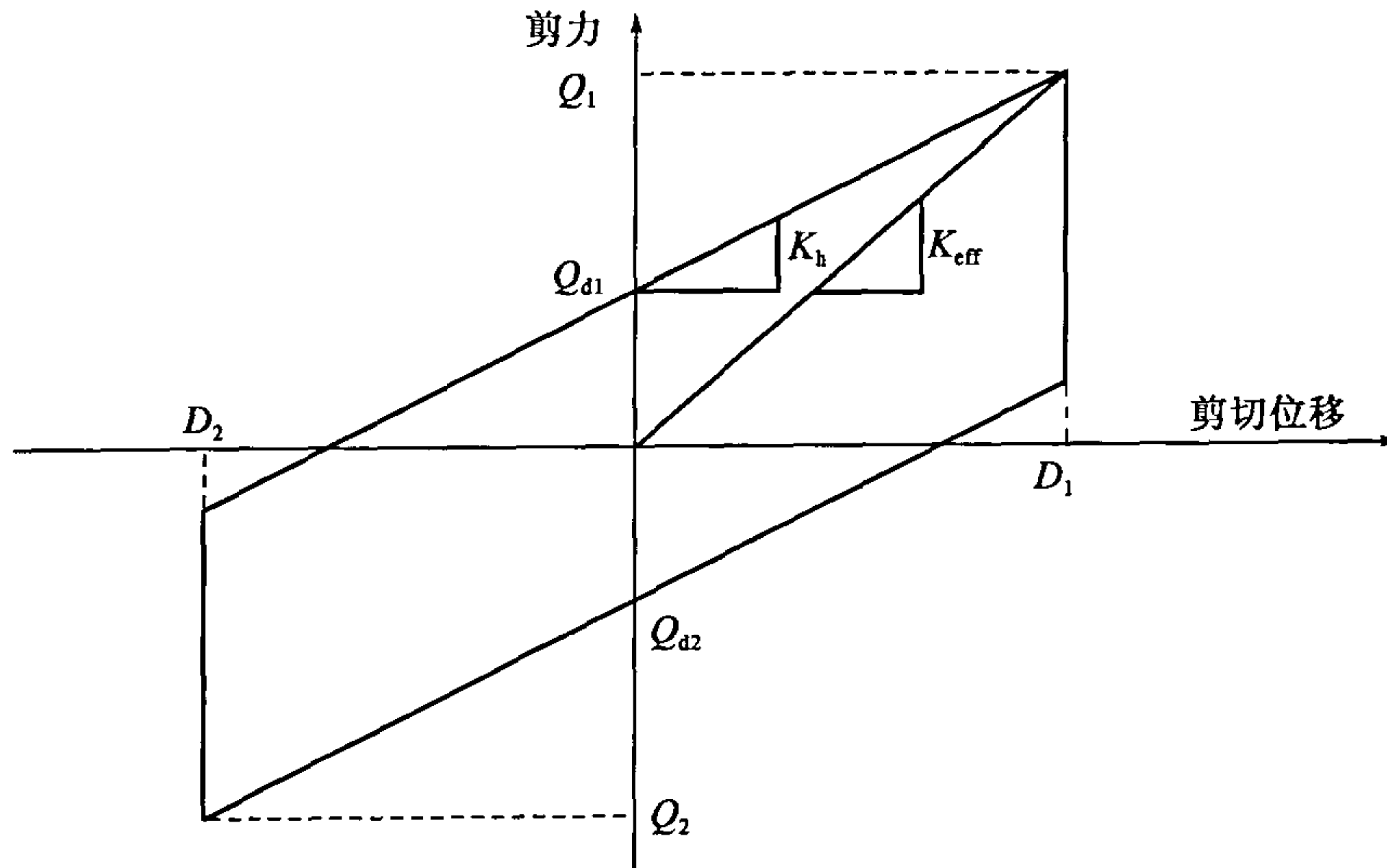


图 B.2 支座水平滞回曲线

#### B.4 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 试验环境描述：试验标准温度和湿度；
- b) 支座概况描述：支座型号、设计竖向承载力、转角和位移，并附简图；
- c) 试验机性能、配置及加载速度描述；
- d) 试验过程中出现异常现象描述；
- e) 完整试验记录，并计算滑动摩擦系数、屈后刚度和等效阻尼比，评定试验结果；
- f) 试验照片。

附 录 C  
(规范性附录)  
支座限位板水平承载力试验方法

### C.1 试验环境

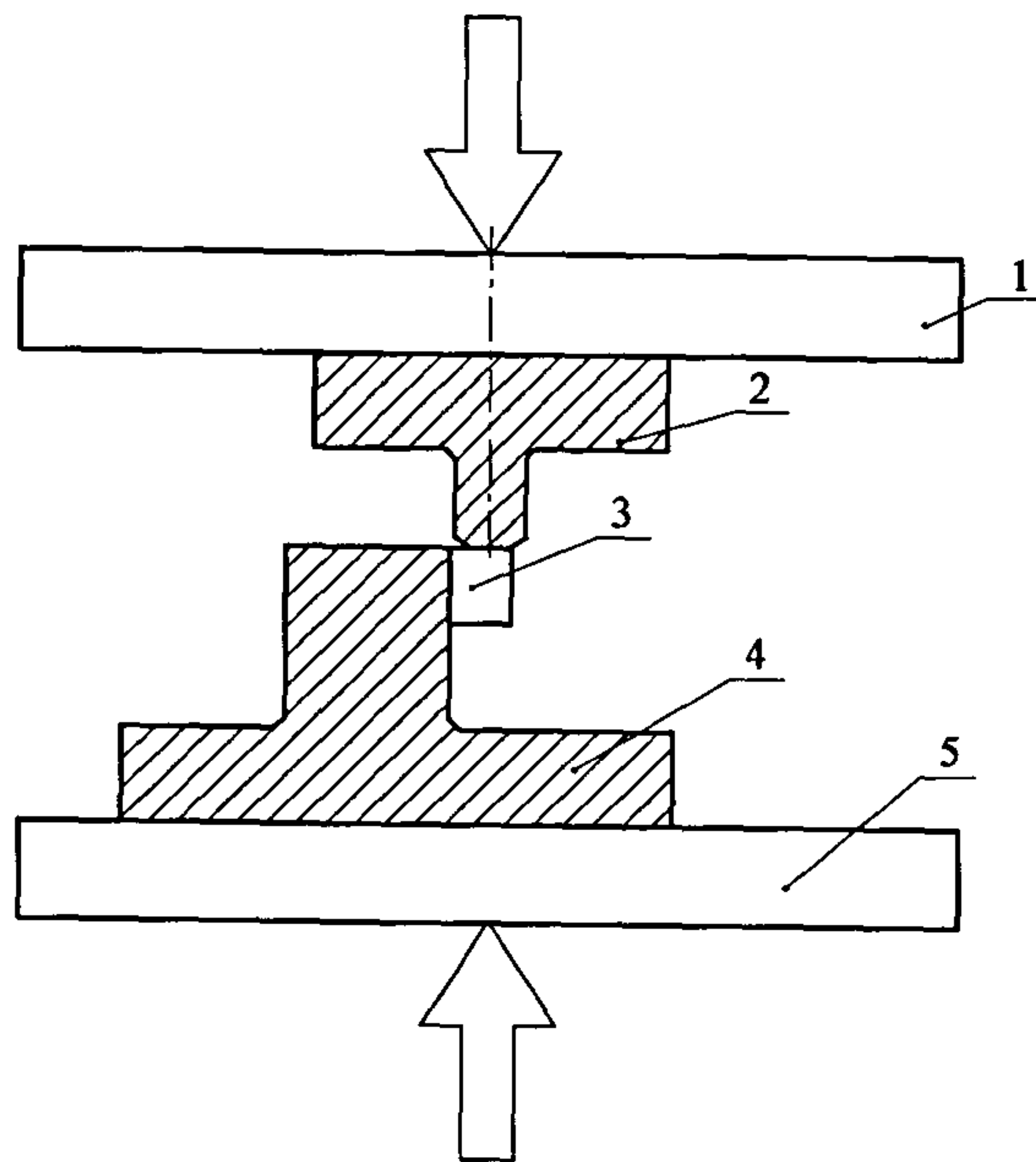
试验室标准温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ,湿度不大于 85%。

### C.2 试样

限位板试样宜与被检成品支座限位板结构设计一致。当受试验设备能力限制时,可选用有代表性的小型限位板试样进行试验。

### C.3 试验方法

按图 C.1 放置试样后,按下列步骤进行限位板水平承载力试验:



说明:

- |            |           |            |
|------------|-----------|------------|
| 1——试验机上压板; | 3——限位板试样; | 5——试验机下压板。 |
| 2——上承载板;   | 4——下承载板;  |            |

图 C.1 支座限位板水平承载力试验示意

- a) 按照成品支座限位板水平受力状态,将上承载板与限位板试样位置对准,偏差不大于 1mm;
- b) 加载至设计水平承载力的 1%,核对加载竖向力—竖向位移,确认无误后进行正式加载;
- c) 正式加载——将竖向承载力以连续均匀速度加载,直至限位板发生完全断裂失去承载作用,停止试验;
- d) 绘制竖向力—竖向位移曲线图,并将整个曲线中最大竖向力作为限位板水平承载力。

### C.4 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 试验环境描述:试验标准温度和湿度;
- b) 支座概况描述:支座型号、设计竖向承载力、水平承载力、转角和位移,并附简图;
- c) 实验过程中出现异常现象描述;
- d) 完整试验记录,并记录限位板水平承载力,评定试验结果;
- e) 试验照片。

附 录 D  
(规范性附录)  
支座自复位性能试验方法

#### D.1 试验环境

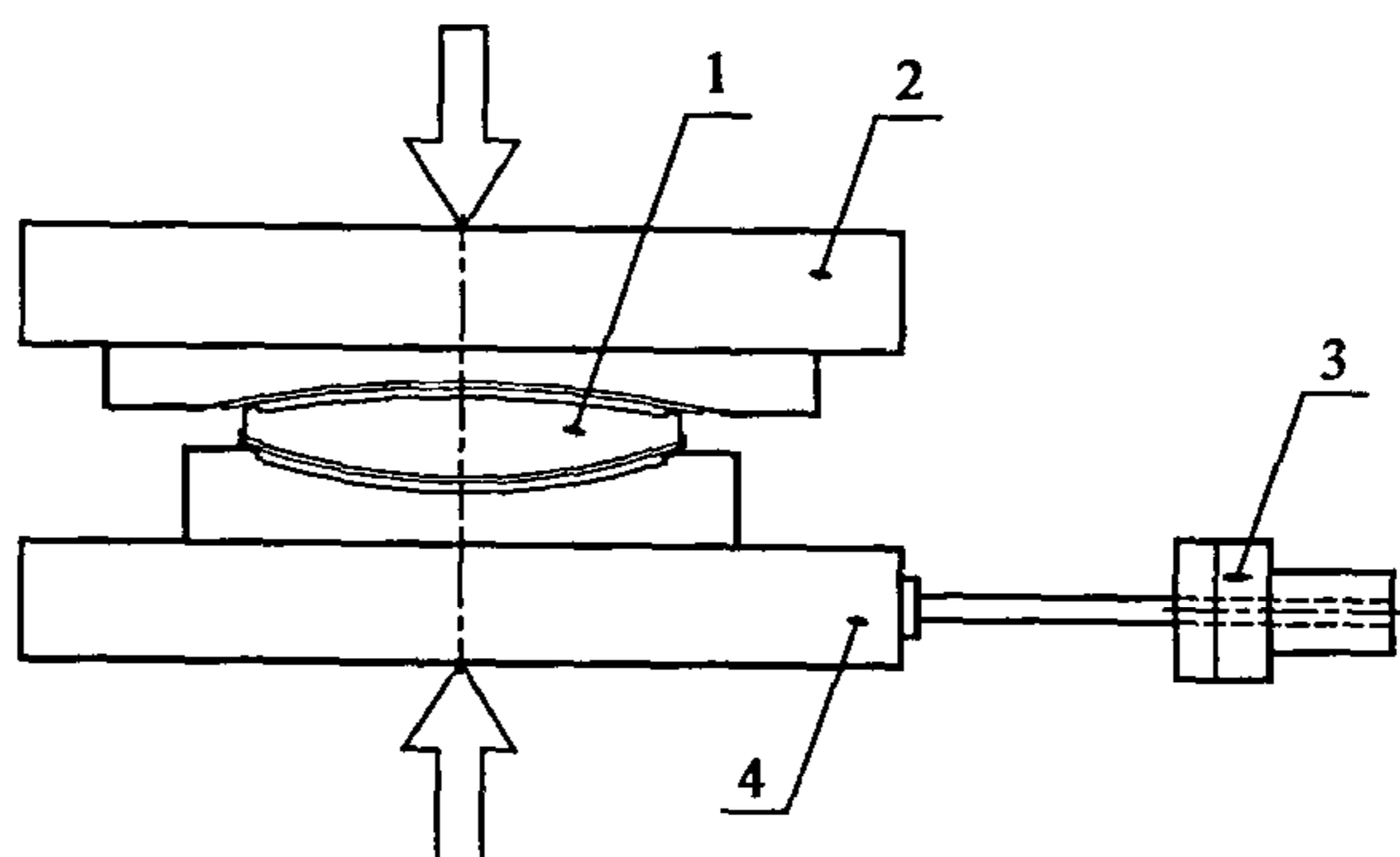
试验室标准温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , 湿度不大于 85%。

#### D.2 试样

支座试样应符合 6.2.1 要求。

#### D.3 试验方法

按图 D.1 放置支座后, 按下列步骤进行支座自复位性能试验:



说明:

1——支座; 2——试验机上压板; 3——水平加载装置; 4——试验机下压板。

图 D.1 支座自复位性能试验示意

- a) 将支座按单剪组合置于试验机压板上, 支座中心与压板中心位置对准, 偏差小于 1% 支座下座板边长;
- b) 预压——将支座竖向承载力以连续均匀的速度加至设计竖向承载力, 预压 1h, 在整个自复位性能试验过程中保持不变;
- c) 正式加载——用水平位移加载装置连续匀速施加水平位移, 由专用力传感器记录水平力大小, 支座水平位移量达到设计位移值即停止。解除水平向约束后, 使支座在竖向载荷作用下自由运动, 观察支座运动情况, 并记录支座停止时的残余位移。试验过程连续进行五次, 以五次平均值作为残余位移;
- d) 解除水平向约束后, 观察支座的运动情况。

#### D.4 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 试验环境描述: 试验标准温度和湿度;
- b) 支座概况描述: 支座型号、设计竖向承载力、转角和位移, 并附简图;
- c) 试验机性能和配置描述;
- d) 试验过程中出现异常现象描述;
- e) 完整试验记录, 并评定试验结果;
- f) 试验照片。

附录 E

(规范性附录)

非金属滑板约束下极限抗压强度试验方法

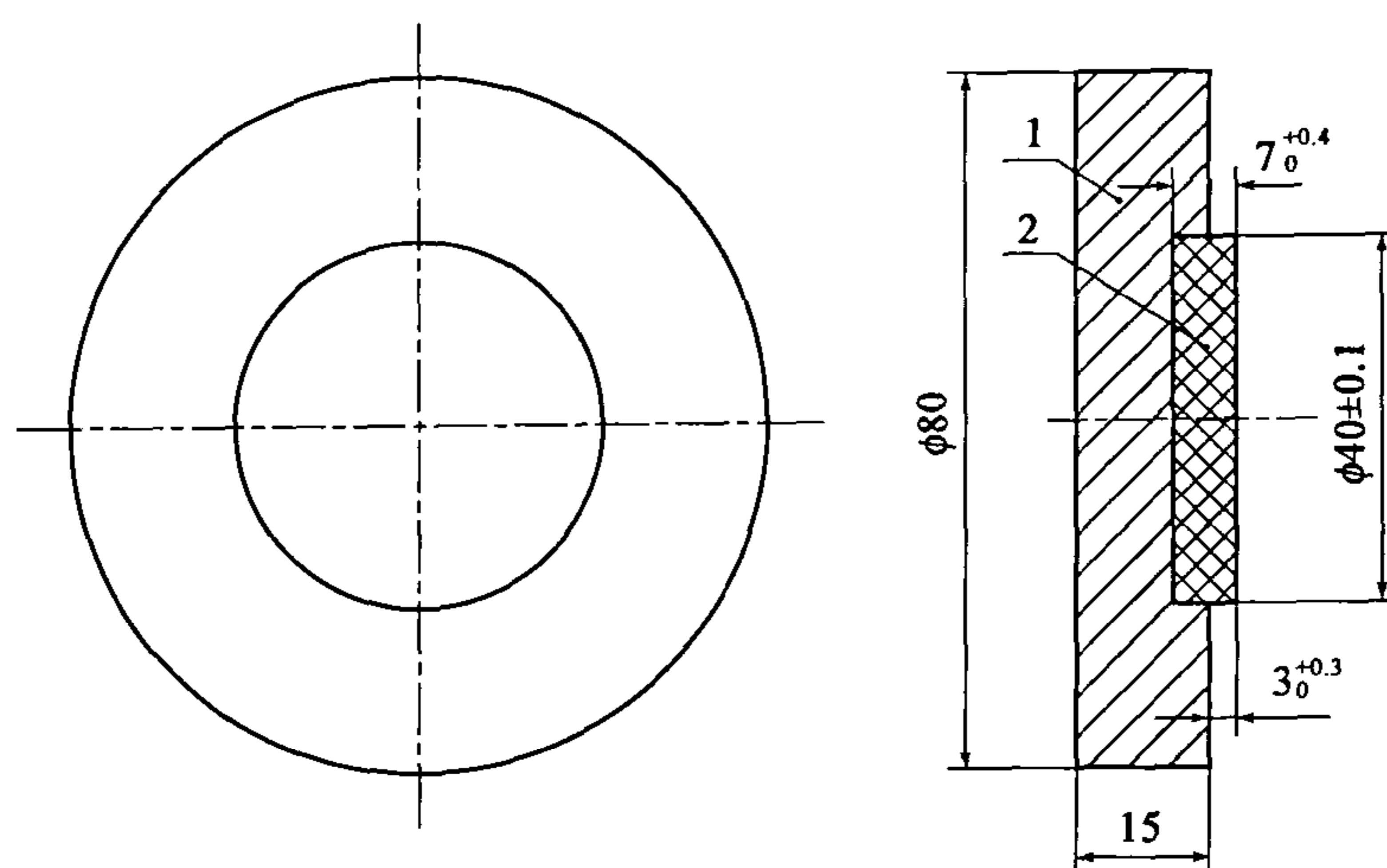
E.1 试验环境

试验室标准温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，湿度不大于 85%。

E.2 试样

E.2.1 非金属滑板约束下极限抗压强度试样(包括约束件)形状及尺寸见图 E.1, 试样数量不少于 20 个。

单位为毫米



说明:

1——约束件; 2——非金属滑板。

图 E.1 非金属滑板约束下极限抗压强度试验试样示意

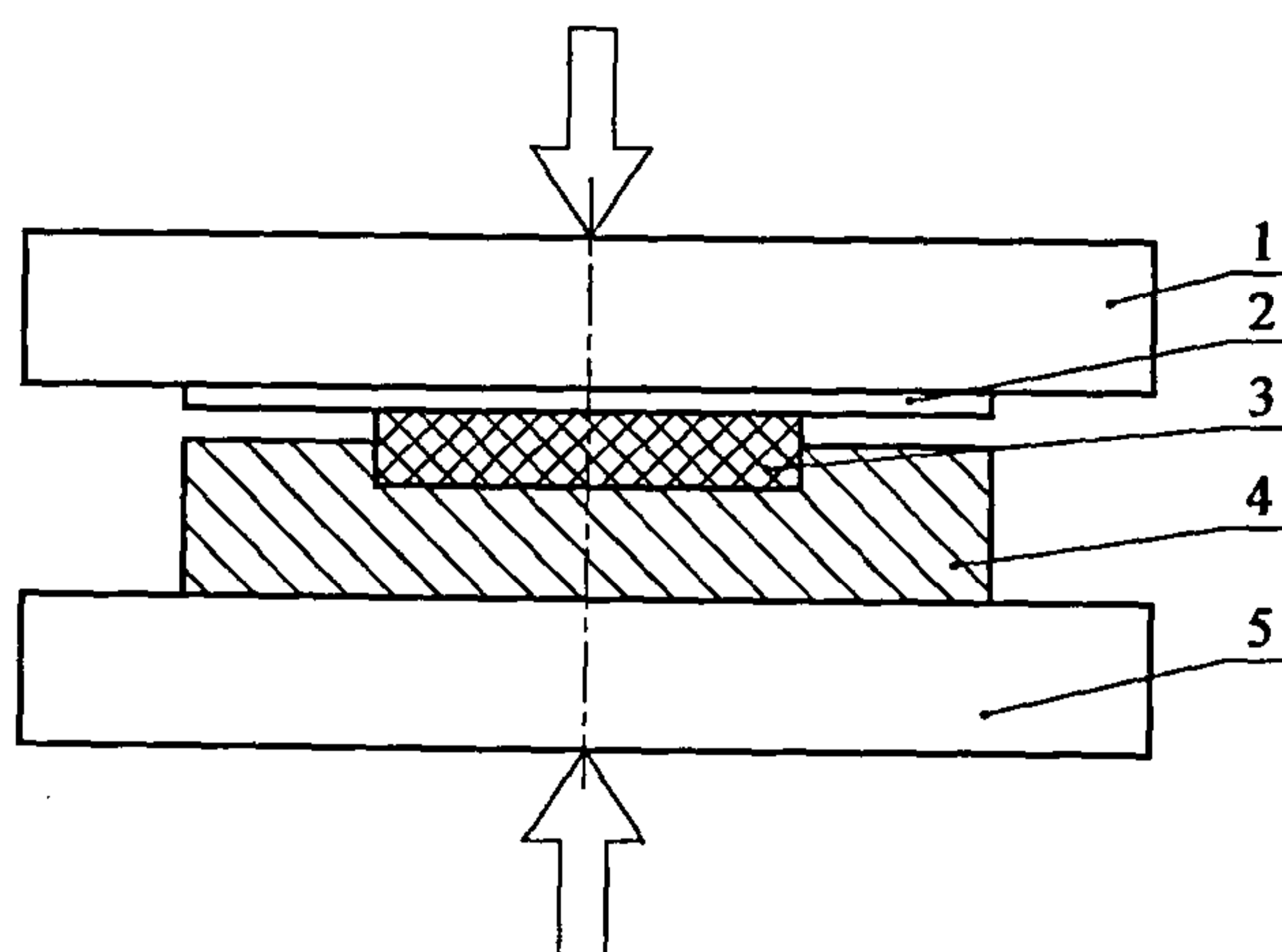
E.2.2 试验前将试样在标准温度下放置 24h。

E.3 试验方法

试验步骤如下:

- 将试样放置到压机加载平台上, 对中放置, 见图 E.2;
- 随机选取第一个试样, 镶嵌于约束坑内, 以  $5\text{kN/s}$  的加载速度加载, 加载到预选的第一级荷载, 稳压 1min 卸载, 卸载后观察试样是否出现破坏, 当滑板表面出现裂纹视为破坏;
- 随机选取第二个试样, 镶嵌于约束坑内, 若前一试样破坏, 则选择低一级荷载进行试验; 若前一试样未出现破坏, 则选择高一级荷载进行试验。每级荷载级差宜取  $6.3\text{kN}$  (应力级差为  $5\text{MPa}$ ), 荷载级数不宜大于四级;
- 按照步骤 c) 依次进行试验。当首次出现试样结果为破坏, 而后一个试样结果为未破坏时, 则该破坏试样即为初始有效试样。当有效试样达到 10 个后, 停止试验;
- 以 10 个有效试样的荷载平均值作为非金属滑板约束下的极限抗压强度。





说明:

1——试验机上压板;  
2——不锈钢滑板;

3——非金属滑板;  
4——约束件;

5——试验机下压板。

图 E.2 非金属滑板约束下极限抗压强度试验示意

#### E.4 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 试验环境描述:试验标准温度和湿度;
- b) 试样概况描述:试样材质、数量、表面状态等;
- c) 试验设备名称及性能简述;
- d) 描述试验过程概况,重点记录试验过程中出现的异常现象;
- e) 计算非金属滑板约束下极限抗压强度,并评定试验结果;
- f) 试验照片。

附录 F

(规范性附录)

非金属滑板初始静摩擦系数及线磨耗率试验方法

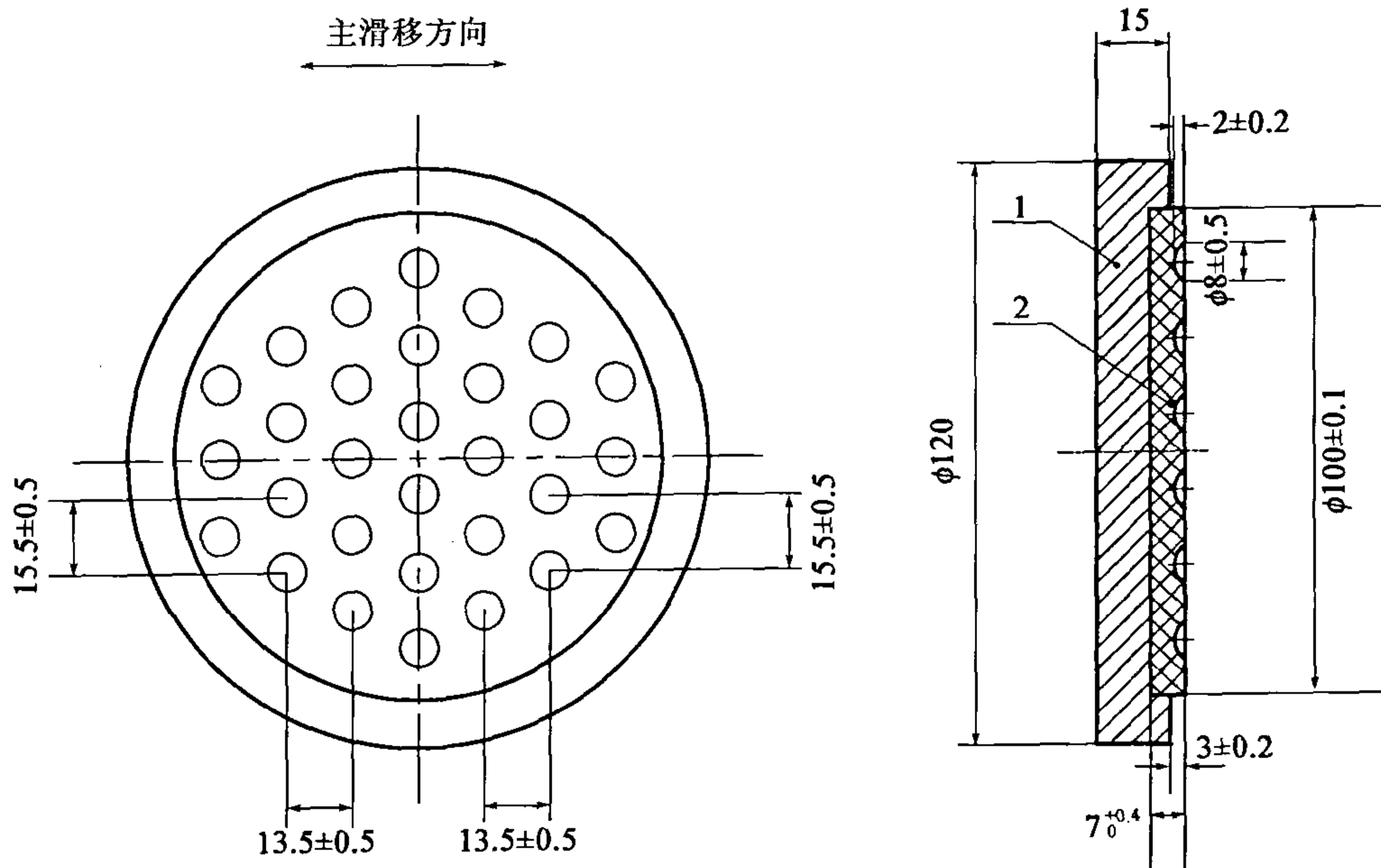
F.1 试验环境

试验室标准温度见表 F.1 和表 F.2,湿度不大于 85%。

F.2 试样

F.2.1 非金属滑板初始静摩擦系数和线磨耗率试验用试样形状及尺寸见图 F.1。对磨件采用不锈钢板,其材质性能应符合 5.3.2 的要求,外观质量应符合 5.3.2、5.4.1.2 的要求。不锈钢板焊接在厚约 15mm 的基层钢板上,焊缝应光滑、平整、焊缝低于不锈钢板表面。

单位为毫米



说明:

1——约束件; 2——非金属滑板。

图 F.1 非金属滑板初始静摩擦系数及线磨耗率试验用试样

F.2.2 试验开始前试样应在标准温度下放置 24h。

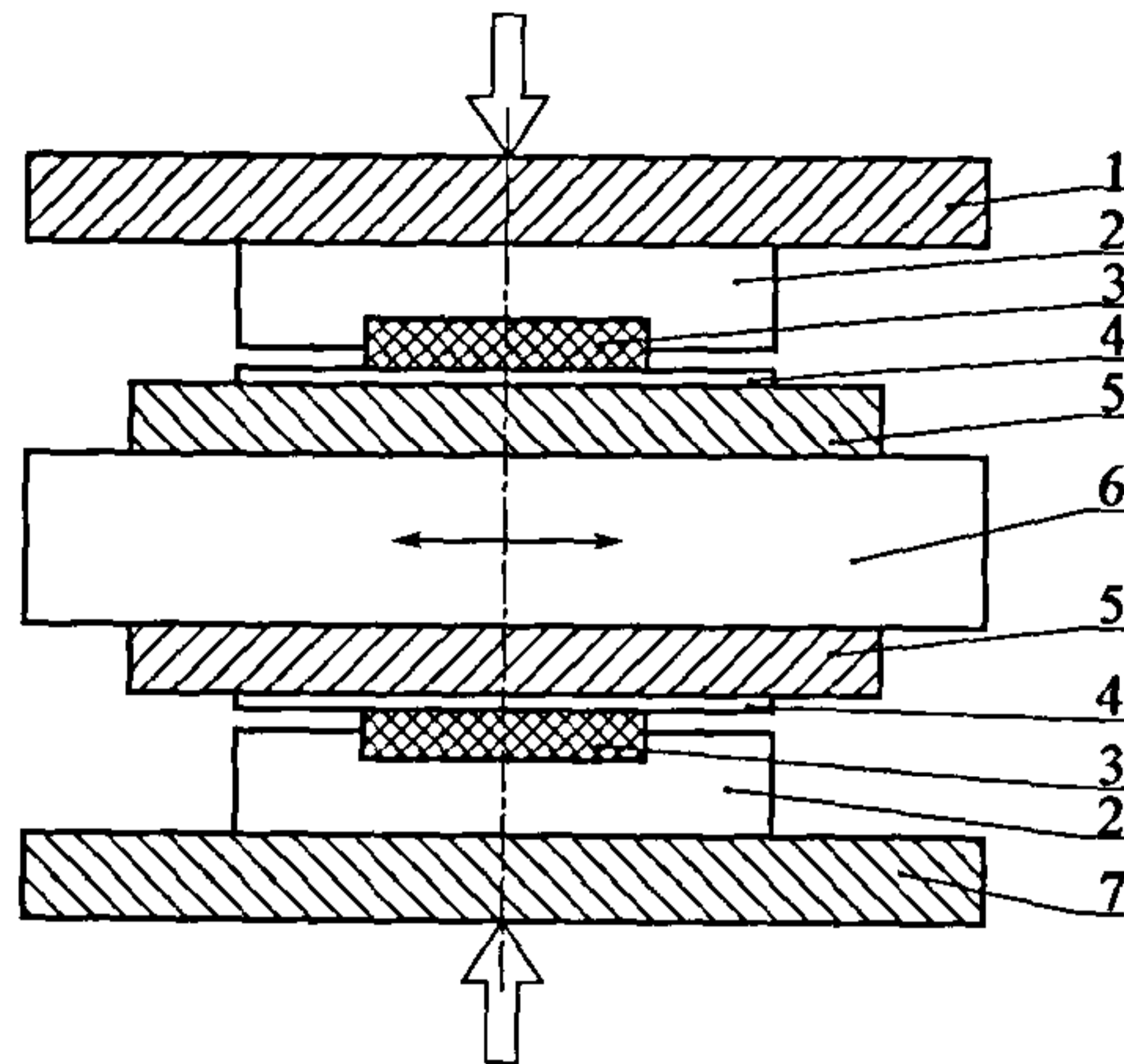
F.3 试验方法

F.3.1 初始静摩擦系数

F.3.1.1 试样发生初次滑动时的摩擦系数为初始静摩擦系数。

F.3.1.2 试验步骤如下:

a) 摩擦试验采用双剪试验方法,试验装置见图 F.2;



说明:

- 1——试验机上压板;
- 2——约束件;
- 3——非金属滑板;
- 4——不锈钢滑板;
- 5——不锈钢基板;
- 6——水平加载装置;
- 7——试验机下压板。

图 F.2 非金属滑板初始静摩擦系数试验示意

b) 试验时将试样表面的储硅脂坑内涂满 5201-2 硅脂。摩擦试验的试验条件见表 F.1;

表 F.1 非金属滑板初始静摩擦系数试验条件

试验条件	要求	试验条件	要求
试样压应力(MPa)	45	滑动距离(mm)	10
试验温度(℃)	23 ± 2	滑动速度(mm/s)	0.4
预压时间(h)	1		

c) 试样数量为三组,由三组初始静摩擦系数的平均值为该批非金属滑板的初始静摩擦系数。

### F.3.2 线磨耗率

线磨耗率试验采用双剪试验方法,试验装置与初始静摩擦系数试验相同,试验条件见表 F.2。线磨耗率由试验前后试件质量(测量精度 0.001g)差计算确定。

表 F.2 非金属滑板线磨耗率试验条件

试验条件	填充聚四氟乙烯板、填充聚四氟乙烯复合夹层板	改性超高分子量聚乙烯板
试样压应力(MPa)	45	45
试验温度(℃)	23 ± 2	21 ± 1
相对滑动平均速度(正弦波)(mm/s)	8	15
相对往复滑动距离(mm)	± 10	± 10
累计滑动距离(km)	1	15(进厂检验) 50(型式检验)

#### F.4 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 试验环境描述：试验标准温度和湿度；
  - b) 试样概况描述：试样材质、数量、表面状态等；
  - c) 试验装置简图及所用设备名称及性能简述；
  - d) 描述试验过程概况，重点记录试验过程中出现的异常现象；
  - e) 计算初始静摩擦系数和线磨耗率，并评定试验结果；
  - f) 试验照片。
-

中华人民共和国  
交通运输行业标准  
桥梁双曲面球型减隔震支座  
JT/T 927—2014

\*

人民交通出版社股份有限公司出版发行  
(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号)  
各地新华书店经销  
北京市密东印刷有限公司印刷

\*

开本:880×1230 1/16 印张:1.75 字数:50千  
2014年10月 第1版  
2014年10月 第1次印刷

\*

统一书号:15114·2019

版权专有 侵权必究  
举报电话:010-85285150