



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 37358—2019

## 建筑摩擦摆隔震支座

Friction pendulum isolation bearings for buildings

2019-03-25 发布

2020-02-01 实施

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类、规格、标记 .....	3
5 一般要求 .....	4
6 要求 .....	6
7 试验方法 .....	9
8 检验规则 .....	10
9 标志、包装、运输和贮存 .....	12
附录 A (资料性附录) 支座隔震性能技术参数 .....	13
附录 B (规范性附录) 摩擦材料线磨耗试验方法 .....	16
附录 C (规范性附录) 摩擦材料蠕变压缩变形试验方法 .....	18
附录 D (规范性附录) 竖向承载力试验方法 .....	20
附录 E (规范性附录) 成品支座水平性能试验方法 .....	22

## 前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部提出并归口。

本标准负责起草单位：中国建筑标准设计研究院有限公司。

本标准参加起草单位：广州大学、华中科技大学、石油和化学工业橡塑与化学品质量监督检验中心（北京）、北京工业大学、北京建筑大学、南京工业大学、中国地震局工程力学研究所、华北理工大学、武汉海润工程设备有限公司、衡橡科技股份有限公司、山东龙祥新材料科技有限公司、河北宝力工程装备股份有限公司、深州市工程塑料有限公司、成都市新筑路桥机械股份有限公司、丰泽智能装备股份有限公司。

本标准主要起草人：邓烜、郁银泉、蒋航军、谭平、熊世树、赵春波、彭凌云、曾德民、王曙光、王涛、宋晓胜、雷远德、王宽、梁旭、田建德、韩庆国、王希慧、吴增辉、黄菲、徐瑞祥。



# 建筑摩擦摆隔震支座

## 1 范围

本标准规定了建筑摩擦摆隔震支座的术语和定义,分类、规格、标记,一般要求,要求,试验方法,检验规则,标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于建筑及构筑物结构中所用的摩擦摆隔震支座。

## 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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 819.2 十字槽沉头螺钉 第2部分:8.8级、不锈钢及有色金属螺钉
- 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 1040.3 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 1682 硫化橡胶 低温脆性的测定 单试样法
- GB/T 1804 一般公差 未标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 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
- GB/T 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定(10IRHD~100IRHD)
- GB/T 7233.1 铸钢件 超声检测 第1部分:一般用途铸钢件
- GB/T 7760 硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材粘合强度的测定 90°剥离法
- GB/T 7762 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂 静态拉伸试验
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件
- GB/T 11379 金属覆盖层 工程用铬电镀层
- GB/T 20688.1 隔震支座 第1部分:隔震橡胶支座试验方法
- JB/T 5943 工程机械焊接件通用技术条件
- TB/T 1527 铁路钢桥保护涂装及涂料供货技术条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**摩擦摆隔震支座 friction pendulum isolation bearings**

一种通过球面摆动延长结构振动周期和滑动界面摩擦消耗地震能量实现隔震功能的支座,简称支座或 FPS。

3.2

**等效曲率半径 equivalent curvature radius**

理论单摆的曲率的倒数,即上下滑动面的曲面球心距。

3.3

**静摩擦系数 static friction coefficient**

摩擦摆支座滑动面静摩擦力与竖向压力的比值。

3.4

**动摩擦系数 dynamic friction coefficient**

摩擦摆支座滑动面动摩擦力与竖向压力的比值。

3.5

**等效刚度 equivalent stiffness**

支座荷载-位移滞回曲线中极值点的割线斜率,即位移最大点的荷载与位移的比值。

3.6

**等效阻尼比 equivalent damping ratio**

支座荷载位移曲线一个循环所吸收的能量与弹性变形能的  $2\pi$  倍之比。

3.7

**屈后刚度 post-yield stiffness**

支座荷载-位移滞回曲线中直线的斜率,即支座滞回曲线屈服后荷载增量与位移增量的比值。

3.8

**摆动周期 oscillation period**

根据支座等效曲率半径计算的支座摆动固有周期。

3.9

**等效周期 equivalent period**

地震作用下,根据支座等效刚度计算的支座摆动固有周期。

3.10

**基准竖向承载力 basic vertical bearing capacity**

支座正常使用状态承受的准永久竖向荷载值。

3.11

**极限竖向承载力 ultimate vertical bearing capacity**

支座正常工作所能承受的最大竖向荷载值。

3.12

**极限位移 ultimate displacement**

支座所能提供的最大水平位移。

3.13

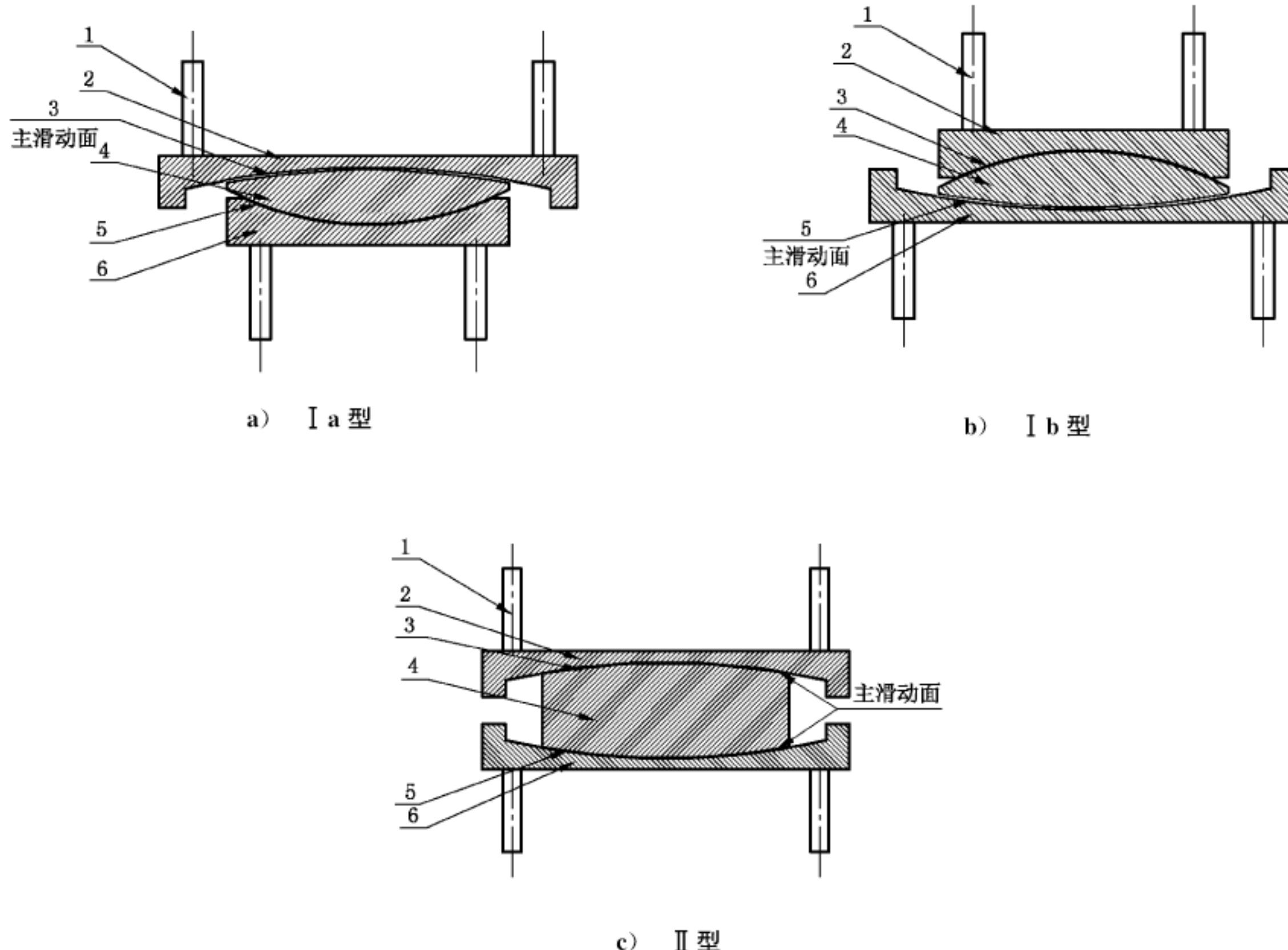
**滑动摩擦面 sliding surface**

具有提供摩擦滑移功能的界面,由摩擦材料和金属摩擦面两部分组成。

## 4 分类、规格、标记

### 4.1 分类

按照滑动摩擦面结构形式,可将摩擦摆隔震支座分为两类,Ⅰ型为单主滑动摩擦面型[如图1a)、图1b)所示];Ⅱ型为双主滑动摩擦面型[如图1c)所示]。



说明:

- 1——上下锚固装置;
- 2——上座板;
- 3——上滑动摩擦面;
- 4——球冠体;
- 5——下滑动摩擦面;
- 6——下座板。

图 1 支座类型

### 4.2 规格

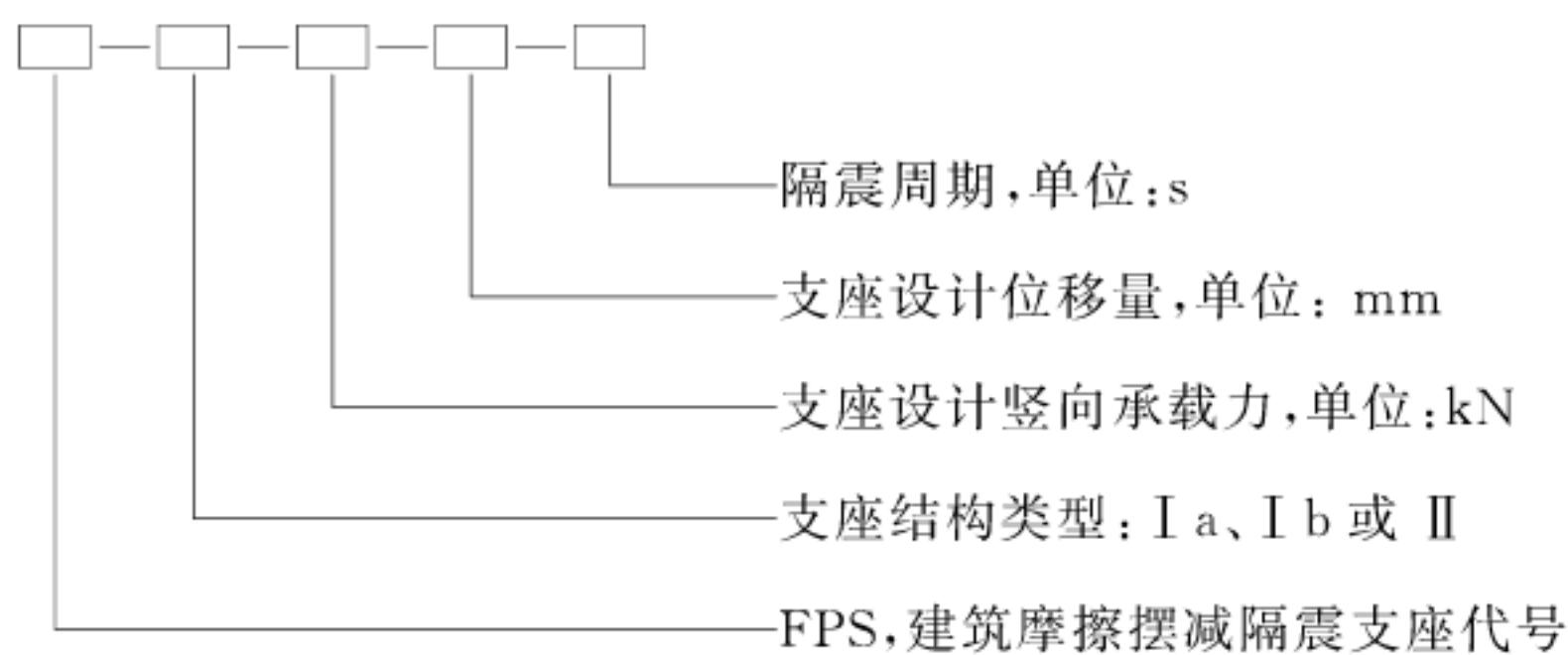
4.2.1 支座基准竖向承载力分为20级(kN):1 000、1 500、2 000、2 500、3 000、3 500、4 000、4 500、5 000、6 000、7 000、8 000、9 000、10 000、12 500、15 000、17 500、20 000、25 000、30 000。

4.2.2 支座极限位移量分为9级(mm):±200、±250、±300、±350、±400、±450、±500、±550、±600。

4.2.3 支座摆动周期分为8级(s):2、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6。

### 4.3 标记

#### 4.3.1 支座标记



#### 4.3.2 示例

支座类型为 I a 类, 基准竖向承载力为 5 000 kN, 极限位移为 400 mm, 摆动周期为 4 s 的摩擦摆隔震支座, 其型号表示为: FPS- I a-5000-400-4。

## 5 一般要求

### 5.1 支座用材料

#### 5.1.1 摩擦材料

摩擦材料宜采用聚四氟乙烯、改性聚四氟乙烯及改性超高分子量聚乙烯。聚四氟乙烯摩擦材料应采用新鲜纯料, 改性聚四氟乙烯摩擦材料应采用新鲜纯料加新型高分子改性增强剂, 聚四氟乙烯新鲜纯料平均粒径不应大于  $50 \mu\text{m}$ 。超高分子量聚乙烯摩擦材料采用聚乙烯原材料加添加剂, 聚乙烯原料分子量不宜小于 900 万。原材料混合应均匀, 不应采用再生料和回头料。

#### 5.1.2 支座用钢材

5.1.2.1 支座上座板、下座板、球冠体等若采用钢板时, 其化学成分、力学性能指标应符合 GB/T 699、GB/T 700 及 GB/T 1591 的有关规定; 若采用铸钢件时, 其化学成分、力学性能和冲击韧性  $A_{kv}$  值应符合 GB/T 11352 有关规定。支座上座板、下座板、球冠等采用铸钢件时, 应逐件进行超声波探伤, 且铸钢件质量等级不低于Ⅱ级, 探伤方法及质量评级方法应符合 GB/T 7233.1 的有关规定。

5.1.2.2 支座用于低于  $-25^{\circ}\text{C}$  的环境时, 其上下支座底板及球冠体应采用低温钢铸件、锻件或板材, 材料的化学成分、力学性能和低温冲击韧性  $A_{kv}$  值应满足 GB/T 11352 的有关规定。

5.1.2.3 支座焊接部位的技术要求应符合设计规定, 当无具体规定时, 焊接部位的技术要求应符合 JB/T 5943 的规定, 除不锈钢板焊缝外, 焊缝质量不低于二级要求。

5.1.2.4 支座用不锈钢板宜采用 06Cr19Ni10、06Cr17Ni12Mo2、06Cr19Ni13Mo3, 处于严重腐蚀环境的支座宜采用 022Cr17Ni14Mo2 或 022Cr19Ni13Mo3 不锈钢板。其化学成分及力学性能应符合 GB/T 3280 的有关规定。

5.1.2.5 上下锚固装置材料的化学成分和力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700 及 GB/T 3077 的有关规定。

#### 5.1.3 防尘橡胶材料

支座防尘围板可采用三元乙丙橡胶。

## 5.2 滑动摩擦面的构造及处理

### 5.2.1 摩擦材料

摩擦材料可采用黏结加沉头螺钉或沉头螺钉进行固定,可采用整体板或分片镶嵌板。当采用分片镶嵌时,摩擦材料可分为一个圆盘和圆环,圆盘的直径不应小于1 000 mm,圆环的宽度不应小于50 mm,圆环可被分为相等的段,基板的独立环的宽度不应大于10 mm。摩擦材料镶嵌布置见图2。

单位为毫米

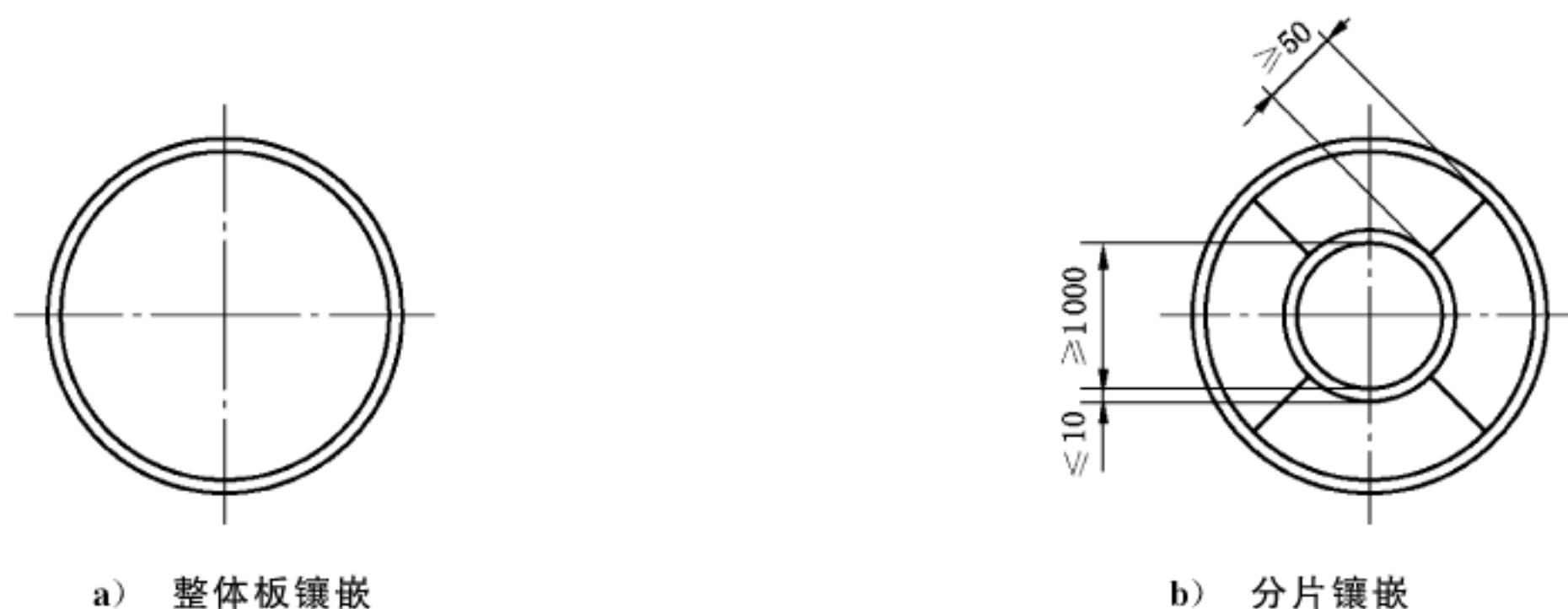


图2 摩擦材料镶嵌布置

沉头螺钉的化学成分及力学性能应符合GB/T 819.2的有关规定,机械性能等级应为CU2或CU3,螺钉尺寸不应小于M4。

### 5.2.2 金属摩擦面处理

金属摩擦面可采用电镀硬铬、包覆不锈钢板等方式处理。采用电镀硬铬时,其表面不应有表面孔隙、收缩裂纹和疤痕,镀铬层的厚度不应小于 $100 \mu\text{m}$ ,且镀铬层应满足GB/T 11379的要求。采用包覆不锈钢板,包覆后的不锈钢板表面不应有褶皱,且应与基底钢板密贴,不应有脱空现象。对于处于严重腐蚀环境的支座,宜采用包覆不锈钢板的处理方式。

### 5.2.3 不锈钢板

不锈钢板长度不大于1 200 mm时,板厚可采用不小于2.5 mm;不锈钢板长度大于1 200 mm且不大于1 500 mm时,板厚可采用不小于3.0 mm;不锈钢板长度大于1 500 mm时,板厚宜采用4 mm。

## 5.3 支座的防腐与防尘

5.3.1 支座钢件表面应根据不同的环境条件按TB/T 1527采用相适应的涂装防护体系进行防护。

5.3.2 支座的防尘装置应按设计图纸的要求制造和安装,应可靠、有效,且便于安装、更换及日常维修养护。

## 5.4 支座组装

5.4.1 凡待装的零件,应有质量检验部门的合格标记,外协件、外购件应有合格证书。

5.4.2 凡已喷漆的零、部件,在油漆未干前,不得进行装配;各零部件外露表面应平整、美观、焊缝均匀;喷漆表面应光滑,不得有漏漆、流痕、褶皱等现象。

5.4.3 零、部件装配前,应将铁屑、毛刺、油污、泥沙等杂物清除干净;各配合表面不应有灰尘和杂质,各滑动表面均应用丙酮或无水酒精擦干净,不应有锈蚀、碰伤和影响使用性能的划痕。

5.4.4 在球冠体及下座板内嵌放摩擦材料前,应将球冠体的凹槽用丙酮或酒精擦净后,均匀涂抹一薄层环氧树脂或厌氧胶,在保持一定压力下将滑板进行粘贴。

5.4.5 支座外露表面应平整、焊缝均匀,漆膜表面应光滑,不应有掉漆、流痕、褶皱等现象。

## 5.5 支座的特殊设计

当有特殊要求时,支座结构形式、摩擦材料及性能参数可根据需要进行设计。

## 6 要求

### 6.1 支座用材料

#### 6.1.1 摩擦材料

6.1.1.1 摩擦材料的物理机械性能应满足表 1 的要求。

表 1 聚四氟乙烯、改性聚四氟乙烯和改性超高分子量聚乙烯摩擦材料物理机械性能要求

序号	项目	聚四氟乙烯 摩擦材料	改性聚四氟乙 烯摩擦材料	改性超高分子量聚 乙烯摩擦材料
1	密度 $\rho$ /(g/cm <sup>3</sup> )	$2.14 < \rho \leq 2.20$	$2.0 < \rho \leq 2.10$	$0.93 < \rho \leq 0.98$
2	拉伸强度/MPa	$\geq 30$	$\geq 21$	$\geq 30$
3	断裂伸长率/%	$\geq 300$	$\geq 300$	$\geq 250$
4	球压痕硬度(H132/60)(H/MPa)	$23 \leq H \leq 33$	$26.4 \leq H \leq 39.6$	$26.4 \leq H \leq 39.6$
5	在无润滑条件下与不锈钢板或镀硬铬钢板 摩擦时的线磨耗/ $\mu\text{m}$	$\leq 200.0$		
6	蠕变压缩变形	$\leq 0.0005h_0$		
注: $h_0$ 为试件初始外露高度。				

6.1.1.2 摩擦材料的厚度不宜小于 7 mm 且不大于 8 mm,厚度极限偏差应满足表 2 规定。

表 2 摩擦材料厚度极限偏差

单位为毫米

摩擦材料直径 $\phi$	$\phi \leq 600$	$600 < \phi \leq 1200$	$\phi > 1200$
厚度极限偏差	$+0.4$ $0$	$+0.6$ $0$	$+0.8$ $0$

6.1.1.3 摩擦材料表面应光滑,整体颜色应均匀一致,不应有裂纹、气泡、分层,不应有影响使用的机械损伤、板面刀痕等缺陷,不应夹带任何杂质。

#### 6.1.2 不锈钢

不锈钢表面应平整、光洁,不应有分层、鼓泡、褶皱和影响使用性能的机械损伤。

#### 6.1.3 黏结剂

黏结剂的质量应稳定,黏结摩擦材料与钢材的剥离强度不应小于 5 kN/m。

### 6.1.4 防尘橡胶材料

防尘围板采用三元乙丙橡胶时,其性能要求见表 3。

表 3 防尘橡胶板物理机械性能

项目		防尘橡胶板(三元乙丙橡胶)	
硬度 IRHD		50±5	
拉伸强度/MPa		≥12.0	
拉断伸长率/%		≥350	
脆性温度/℃		≤-40	
耐臭氧老化		无龟裂	
热空气老化	拉伸强度变化率/%		±25
	拉断伸长率变化率/%		±35

### 6.2 外观质量

6.2.1 不锈钢板与基层钢板的连接方式应使二者密贴,表面不应有褶皱。

6.2.2 支座机加工钢件与钢件配合面及摩擦表面不应有降低表面质量的印记。

6.2.3 支座铸钢件加工后的表面缺陷应符合表 4 的规定,并对缺陷进行修补。铸钢件经机械加工后的表面缺陷超过表 5 规定,但不超过表 4 规定,且不影响铸钢件使用寿命和使用性能时,可进行一次电焊修补,对有蜂窝状空洞的部件不得修补使用。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 30 mm 范围内及坡口表面清理干净。焊后应修磨至符合铸件表面质量要求,且不应有未焊透、裂纹、夹渣、气孔等缺陷。焊补后的部件应进行退火或回火处理。

表 4 铸钢件缺陷修补

缺陷部位	气孔、缩孔、砂眼、渣孔		
	缺陷总面积	缺陷深度	缺陷个数
上下座板摩擦接触面及球冠体	不大于所在部位面积的 2%	不大于所在部位板厚 1/3	≤2
摩擦接触面以外部位			≤3

表 5 铸钢件加工的表面缺陷

缺陷部位	气孔、缩孔、砂眼、渣孔					裂纹
	缺陷大小 mm	缺陷深度	缺陷个数	缺陷总面积	缺陷间距 mm	
上下座板摩擦接触面及球冠体	≤φ2	不大于所在部位厚度的 1/10	在 100 mm×100 mm 内不多于 1 个	不大于所在部位面积的 1.5%	≥80	无
摩擦接触面以外部位	≤φ3					

### 6.3 尺寸与偏差

#### 6.3.1 摩擦材料

摩擦材料嵌入深度不应小于其板厚的 1/2,外露厚度不应小于 3 mm,外露厚度极限偏差及装配间

隙应满足表 6 规定。固定用沉头螺钉顶面应低于滑板表面不小于 3 mm;当采用黏结加沉头螺钉固定时,聚四氟乙烯或改性聚四氟乙烯摩擦材料背面需经表面活化处理后,应镶嵌并黏结在基层钢板中。

表 6 摩擦材料的外露尺寸极限偏差及装配间隙

单位为毫米

摩擦材料直径 $\phi$	$\phi \leq 600$	$600 < \phi \leq 1200$	$\phi > 1200$
外露厚度极限偏差	$+0.3$ 0	$+0.5$ 0	$+0.7$ 0
与衬板凹槽的容许装配间隙	$\leq 0.6$	$\leq 0.9$	$\leq 1.2$

### 6.3.2 金属摩擦面

镀铬或安装后不锈钢板滑动表面平面度公差和球面轮廓度公差不应超过滑板直径的 0.03% 和 0.2 mm 中的较大者。

### 6.3.3 机加工件

机加工件的尺寸公差应满足设计要求,未注线性和角度尺寸的公差应符合 GB/T 1804 的 m 级规定,未注形状和位置公差应符合 GB/T 1184 中 L 级的规定。

### 6.3.4 整体尺寸

支座组装后上下座板的平行度不应大于边长的 2%,组装后支座整体高度极限偏差应在±3 mm 以内。

## 6.4 支座性能

摩擦摆隔震支座力学性能应符合表 7 的规定。

表 7 摩擦摆隔震支座力学性能

序号	性能	试验项目	要求
1	压缩性能	竖向压缩变形	在基准竖向承载力作用下,竖向压缩变形不大于支座总高度的 1% 或 2 mm 两者中较大者
2		竖向承载力	在竖向压力为 2 倍基准竖向承载力时支座不应出现破坏,无脱落、破裂、断裂等
3	剪切性能	静摩擦系数	静摩擦系数不应大于动摩擦系数的上限的 1.5 倍
4		动摩擦系数	试验位移取极限位移的 1/3;当设计摩擦系数大于 0.03 时,检测值与设计值的偏差单个试件应在±25% 以内,一批试件平均偏差应在±20% 以内;当设计摩擦系数不大于 0.03 时,检测值与设计值的偏差单个试件应在±0.0075 以内,一批试件平均偏差应在±0.006 以内
5		屈服后刚度	
6	剪切性能相关性	反复加载次数相关性	取第 3 次,第 20 次摩擦系数进行对比,变化率不应大于 20%
7		温度相关性	基准温度为 23 ℃,在 -25 ℃ ~ -40 ℃ 范围内摩擦系数变化率不应大于 45%
8	水平极限变形能力	极限剪切变形	在基准竖向承载力作用下,反复加载一圈至极限位移的 0.85 倍时,支座不应出现破坏

注: 屈服后刚度参见附录 A 中的相关公式进行计算。

## 7 试验方法

### 7.1 支座用材料

#### 7.1.1 摩擦材料

7.1.1.1 摩擦材料的物理机械性能测定应按表 8 规定的试验方法进行。

表 8 摩擦材料物理机械性能试验方法

序号	项目	试验方法
1	密度 $\rho$ /(g/cm <sup>3</sup> )	按 GB/T 1033.1 的规定进行
2	拉伸强度/MPa	按 GB/T 1040.3 的规定进行,采用 5 型试样、
3	断裂伸长率/%	厚度 2 mm±0.2 mm,试验拉伸速度为 50 mm/min
4	球压痕硬度(H132/60)(H/MPa)	按 GB/T 3398.1 的规定进行
5	在无润滑条件下与不锈钢板或镀硬铬钢板 摩擦时的线磨耗/ $\mu\text{m}$	按附录 B 的相关规定进行
6	蠕变压缩变形	按附录 C 的相关规定进行

7.1.1.2 摩擦材料的基准厚度和厚度极限偏差测定应采用直尺、卡尺、卷尺等量具进行测量,量具精度应满足测量要求。

7.1.1.3 摩擦材料的外观质量采用目测法进行检查。

#### 7.1.2 不锈钢

摩擦材料的外观质量采用目测法进行检查。

#### 7.1.3 黏结剂

黏结摩擦材料与钢材的剥离强度的测定应按 GB/T 7760 的规定进行。

#### 7.1.4 防尘橡胶板材料

防尘橡胶板用三元乙丙橡胶材料的物理机械性能测定应按表 9 规定的试验方法进行。

表 9 防尘橡胶板物理机械性能

项目	试验方法
硬度 IRHD	按 GB/T 6031 中规定的方法测定
拉伸强度/MPa	按 GB/T 528 规定的方法测定,采用 1 型哑铃状试样
拉断伸长率/%	
脆性温度/℃	按 GB/T 1682 规定的方法测定
耐臭氧老化	按 GB/T 7762 规定的方法测定,其中试验条件为 40 ℃×96 h,20% 的伸长率,臭氧浓度为 $100 \times 10^{-8}$
热空气老化	按 GB/T 3512 规定的方法进行,试验条件为 100 ℃×70 h。老化后拉伸性能测试同拉伸强度测试方法

## 7.2 外观质量

7.2.1 摩擦材料、金属摩擦面及机加工件外观质量采用目测法进行检查。

7.2.2 铸钢件的表面缺陷采用量具进行测量，并采用目测法进行检查。

## 7.3 尺寸与偏差

7.3.1 摩擦材料、金属摩擦面及机加工件的尺寸采用直尺、卡尺、卷尺等量具进行测量，量具精度应满足测量要求。

7.3.2 金属摩擦面及机加工件的尺寸和形位公差采用卡尺、刀口尺、塞尺等量具进行测量。

## 7.4 支座性能

### 7.4.1 试样

成品支座的竖向压缩性能、剪切性能试验宜采用足尺支座进行，受检验设备能力所限，可选用有代表性的缩尺支座进行试验，缩尺支座的竖向设计承载力不宜小于3 000 kN，且缩尺比例不宜小于1/2。

### 7.4.2 试验方法

成品支座的力学性能试验方法应按表10规定的试验方法进行。

表 10 摩擦摆隔震支座力学性能试验方法

序号	性能	试验项目	试验方法
1	压缩性能	竖向压缩变形	按附录D的规定进行
2		竖向承载力	
3	剪切性能	静摩擦系数	按附录E的规定进行，其中动摩擦系数下限按加载速度为4 mm/s确定，上限按150 mm/s确定。试验标准温度为23 ℃，否则应对试验结果进行温度修正
4		动摩擦系数	
5		屈服后刚度	
6	剪切性能相关性	反复加载次数相关性	按附录E的规定进行
7		温度相关性	
8	水平极限变形能力	极限剪切变形	按附录E的规定进行

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类

8.1.1 每批支座产品出厂前应进行出厂检验。

8.1.2 厂家提供工程应用的建筑摩擦摆隔震支座新产品(新种类、新规格、新型号)进行认证鉴定时，或已有支座产品的规格、型号、结构、材料、工艺方法有较大改变时，应进行型式检验，并提供型式检验报告。

## 8.2 检验项目

### 8.2.1 出厂检验

支座用材料应按表 11 规定的检验项目进行出厂检验，并附有每批进料材质证明。成品支座应按表 12 规定的检验项目进行出厂检验。

### 8.2.2 型式检验

按表 11 和表 12 的规定进行。

表 11 支座用材料的试验项目

序号	材料	试验项目	出厂检验	型式检验	检验周期	要求	试验方法
1	摩擦材料	物理机械性能、厚度、外观	√	√	每批原料不大于 200 kg/次	6.1.1	7.1.1
2	不锈钢板	外观	√	√	每批钢板	6.1.2	7.1.2
3	黏结剂	滑板与钢板黏结剥离强度	√	√	每批	6.1.3	7.1.3
4	防尘板橡胶	物理机械性能	√	√	每批	6.1.4	7.1.4

注 1：“√”——进行试验；“×”——不进行试验。  
注 2：检验周期针对的是出厂检验。

表 12 整体支座的试验项目

序号	性能	试验项目	出厂检验	型式检验	要求	试验方法	试件
1	外观质量	—	√	√	6.2	7.2	足尺
2	尺寸偏差	摩擦材料	√	√	6.3.1	7.3	足尺
3		金属摩擦面	√	√	6.3.2	7.3	足尺
4		机加工件	√	√	6.3.3	7.3	足尺
5		整体支座	√	√	6.3.4	7.3	足尺
6		竖向压缩变形	√	√	6.4 表 7 的 1 项	7.4.2 表 10 的 1 项	足尺或缩尺
7		竖向承载力	×	√	6.4 表 7 的 2 项	7.4.2 表 10 的 2 项	
8		剪切性能试验	√	√	6.4 表 7 的 3~5 项	7.4.2 表 10 的 3~5 项	
9		剪切性能相关性试验	△	√	6.4 表 7 的 6、7 项	7.4.2 表 10 的 6、7 项	
10		水平极限变形试验	△	√	6.4 的 8 项	7.4.2 的 8 项	

注：“√”——进行试验；“×”——不进行试验；“△”——可选择进行试验。

## 8.3 检验结果的判定

8.3.1 出厂检验时，原材料检验项目应全部合格后方可出厂。整体支座检验可采用随机抽样的方式确定检测试件。若任一件抽样试件的一项性能不合格时，该次抽样检验不合格。不合格产品不得出厂。

对于一般建筑，每种产品抽样数量不应少于总数的 20%；若有不合格试件时，应重新抽取总数的 30%，若仍有不合格试件时，则应 100% 检测。

对重要建筑,每种产品抽样数量不应少于总数的 50%;若有不合格试件时,应 100% 检测。

对于特别重要的建筑,产品抽样数量应为总数的 100%。

8.3.2 型式检验应由有相应资质的质量监督检测机构进行。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时;
- b) 正常生产后,如结构、工艺、材料有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产时,每五年定期进行一次;
- d) 产品停产超过 1 年,再恢复生产时。

## 9 标志、包装、运输和贮存

9.1 每批出厂支座,应附有随行文件,应包含出厂检验报告和型式检验报告。

9.2 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(结构形式、基准竖向承载力、极限位移、摆动周期),产品生产执行标准及厂名、编号、日期。

9.3 每个支座的包装应牢固可靠。包装外应注明产品名称、规格、体积和质量。包装内应附有产品合格证、质量检验单。

9.4 支座运输、贮存中,应避免暴晒、雨淋、雪浸,并应保持清洁。不应与碱、酸、油类、有机溶剂等影响支座质量的物质相接触,并距离热源 1 m 以上。

9.5 支座在运输、贮存过程中不应拆卸。

附录 A  
(资料性附录)  
支座隔震性能技术参数

### A.1 荷载-位移滞回曲线

根据摩擦摆隔震支座的作用原理, 支座的力学特性按图 A.1 所示荷载-位移滞回曲线模型模拟。

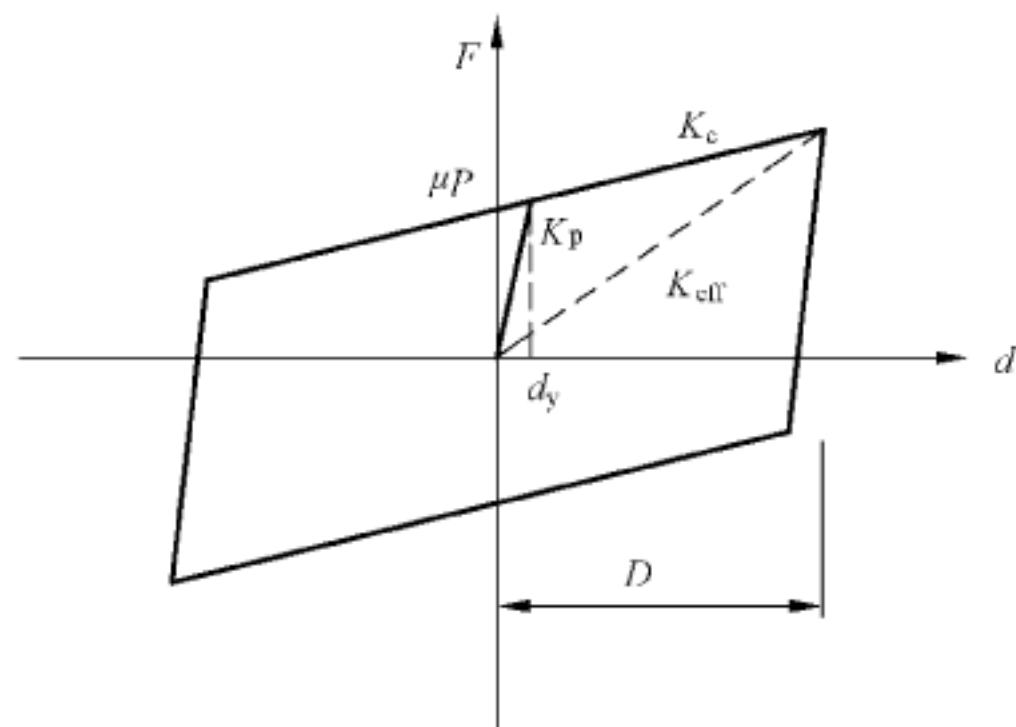


图 A.1 荷载-位移滞回曲线

### A.2 等效曲率半径

支座等效曲率半径按式(A.1)计算, 支座的各项参数指标见图 A.2。

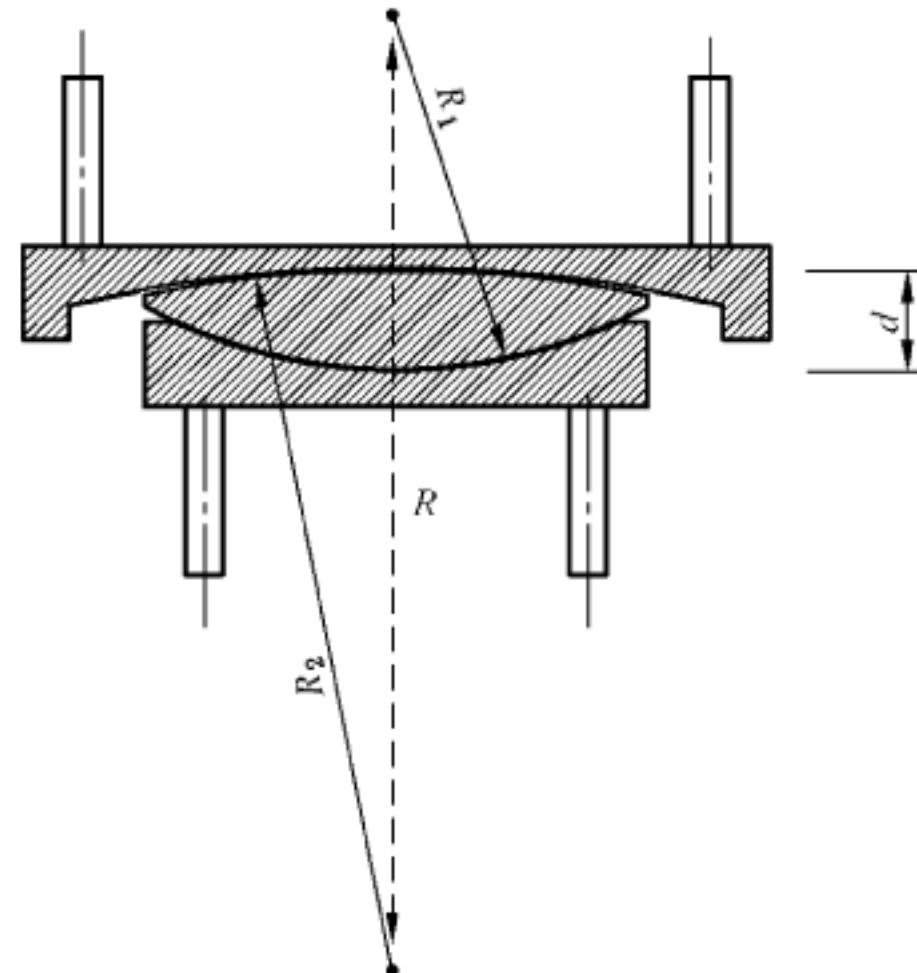


图 A.2 支座等效曲率半径计算简图

$$R = R_1 + R_2 - d \quad \dots \dots \dots \quad (\text{A.1})$$

式中:

$R_1$ ——支座等效曲率半径, 单位为毫米(mm);

$R_1$ ——支座下滑动摩擦面曲率半径,单位为毫米(mm);

$R_2$ ——支座上滑动摩擦面曲率半径,单位为毫米(mm);

*d* ——支座球冠体中间高度,单位为毫米(mm)。

### A.3 初始刚度

支座初始刚度按式(A.2)计算：

式中：

$K_p$  ——支座初始刚度, 单位为千牛每毫米(kN/mm);

$\mu$  ——动摩擦系数；

$P$  ——支座所受竖向荷载,单位为千牛(kN);

$d_y$  ——屈服位移, 单位为毫米(mm), 取 2.5 mm。

#### A.4 等效刚度

支座等效刚度按式(A.3)计算：

式中：

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

$R$  ——等效曲率半径, 单位为毫米(mm);

D —— 支座水平位移, 单位为毫米(mm)。

### A.5 等效周期

支座等效周期按式(A.4)计算：

$$T_e = 2\pi \sqrt{\frac{P}{K_{\text{eff}} g}} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{A.4})$$

式中：

$T_e$  ——支座等效周期, 单位为秒(s);

$g$  ——重力加速度。

## A.6 阻尼比

支座阻尼比按式(A.5)计算,其计算示意图见图 A.3。

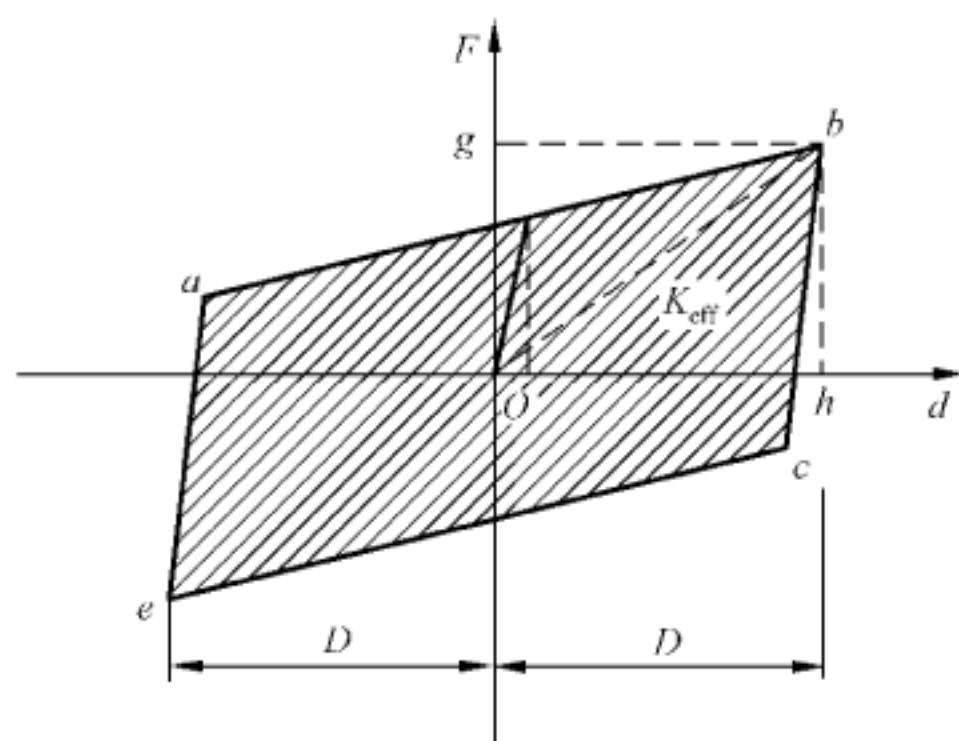


图 A.3 阻尼比计算示意图

$$\zeta_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{S_{(abce)}}{S_{(Ogbb)}} = \frac{4\mu PD}{2\pi K_{\text{eff}} D^2} \quad (\text{A.5})$$

式中：

$\zeta_e$  ——等效阻尼比；

$S_{(abce)}$  ——滞回曲线所包围的面积，即总耗能；

$S_{(Ogbb)}$  ——支座弹性变形能。

#### A.7 摆动周期

支座摆动周期按式(A.6)计算：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} \quad (\text{A.6})$$

式中：

$T$  ——摆动周期，单位为秒(s)。

#### A.8 屈后刚度

支座屈后刚度按式(A.7)计算：

$$K_c = \frac{P}{R} \quad (\text{A.7})$$

式中：

$K_c$  ——屈后刚度，单位为千牛每毫米(kN/mm)。

#### A.9 回复力

支座回复力按式(A.8)计算：

$$F = \frac{P}{R}D + \mu P \operatorname{sng}(D) \quad (\text{A.8})$$

式中：

$F$  ——回复力，单位为千牛(kN)。

附录 B  
(规范性附录)  
摩擦材料线磨耗试验方法

### B.1 试样

摩擦材料试样的形状、尺寸和嵌固工装如图 B.1 所示, 试验开始前试件应在试验温度下放置 24 h 以上。当磨件采用不锈钢板, 其材质性能应满足 6.1.2 的规定, 外观质量应符合 6.2.1 的规定。不锈钢板四周焊接在厚约 15 mm 的基层钢板上, 焊缝应光滑、平整。

线磨耗的试样数量为一组, 每组两块, 试验前应用无水酒精将不锈钢和试件擦拭干净。

单位为毫米

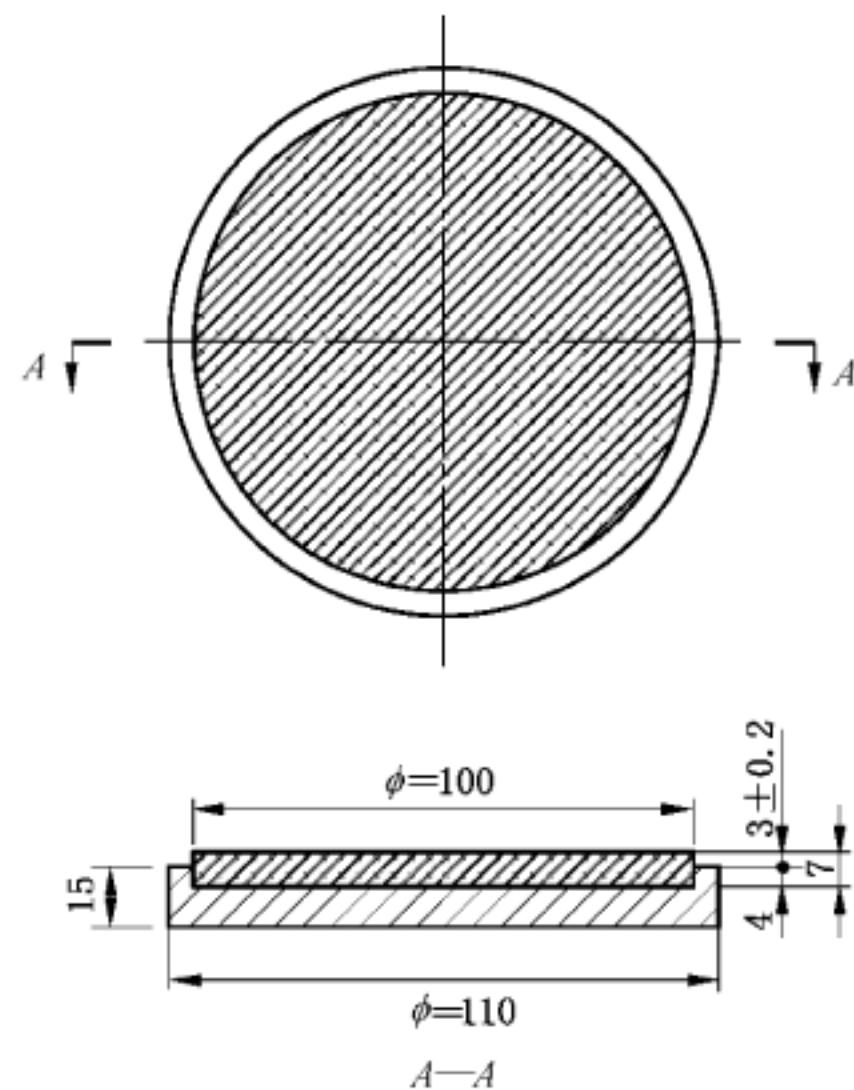


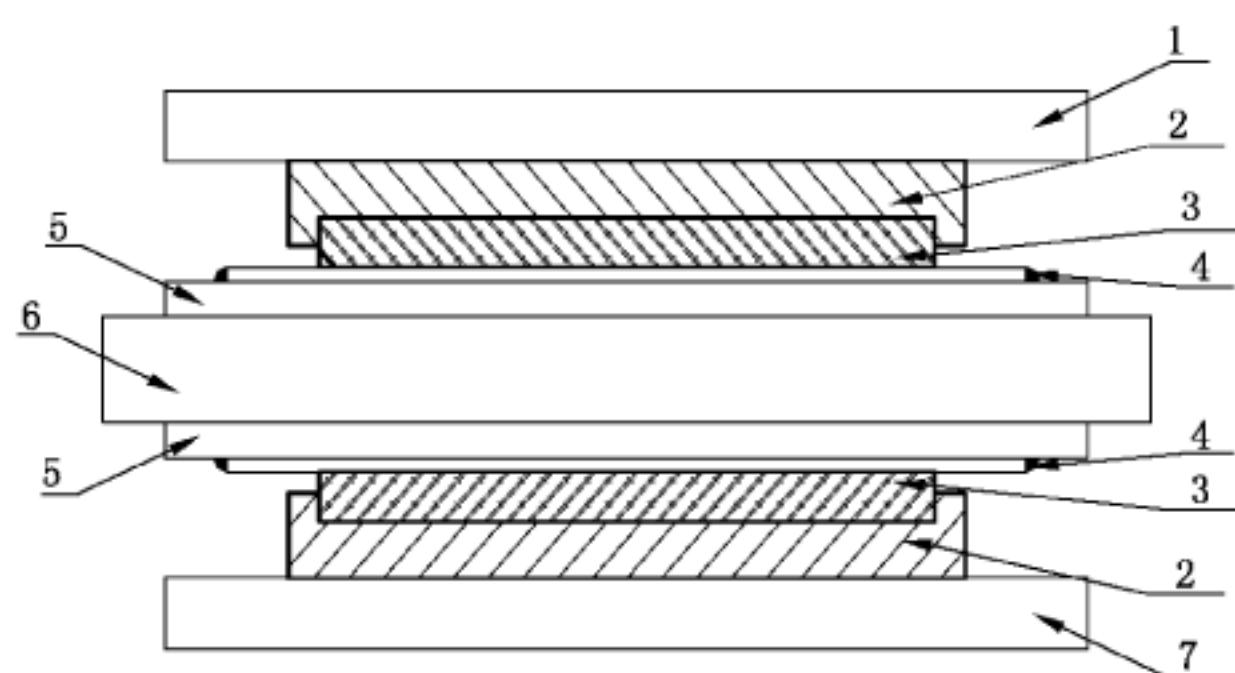
图 B.1 摩擦材料线磨耗试验用试件

### B.2 试验方法

线磨耗试验采用双剪试验方法, 试件安装后应在试验压应力条件下预压 1 h, 试验装置如图 B.2 所示, 试验条件如表 B.1 所示。线磨耗由试验前后试件质量差计算确定, 测量精度为 0.001 g。

表 B.1 摩擦材料线磨耗试验条件

试验条件	聚四氟乙烯 摩擦材料	改性聚四氟乙烯 摩擦材料	超高分子量聚乙烯 摩擦材料
试验压应力/MPa	30	45	45
试验温度/℃	23±2		
滑动峰值速度(正弦波)/(mm/s)	150		
相对往复滑动距离/mm	±50		
累计滑动距离/m	6		



说明：

- 1——试验机上承压板；
- 2——嵌放摩擦材料钢板；
- 3——摩擦材料；
- 4——不锈钢板；
- 5——焊接不锈钢板用的基层钢板；
- 6——水平力加载装置；
- 7——试验机下承压板。

图 B.2 摩擦材料线磨耗试验装置

### B.3 摩擦材料线磨耗的确定

摩擦材料线磨耗的计算及确定方法如下：

- 摩擦材料线磨耗按式(B.1)计算，试件摩擦材料的线磨耗值计算应精确至  $0.1 \mu\text{m}$ 。

$$\varphi = \frac{m_0 - m}{\rho \cdot A} \times 10^4 \quad \dots \dots \dots \quad (\text{B.1})$$

式中：

- $\varphi$  ——摩擦材料的线磨耗，单位为微米( $\mu\text{m}$ )；
- $m_0$  ——摩擦材料滑动前质量，单位为克(g)；
- $m$  ——摩擦材料滑动后质量，单位为克(g)；
- $\rho$  ——摩擦材料的密度，单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；
- $A$  ——摩擦材料的表面积，单位为平方厘米( $\text{cm}^2$ )。

- 线磨耗的确定应为一组试验中的两块摩擦材料线磨耗结果取平均作为线磨耗的实测值。

附录 C  
(规范性附录)  
摩擦材料蠕变压缩变形试验方法

### C.1 试件

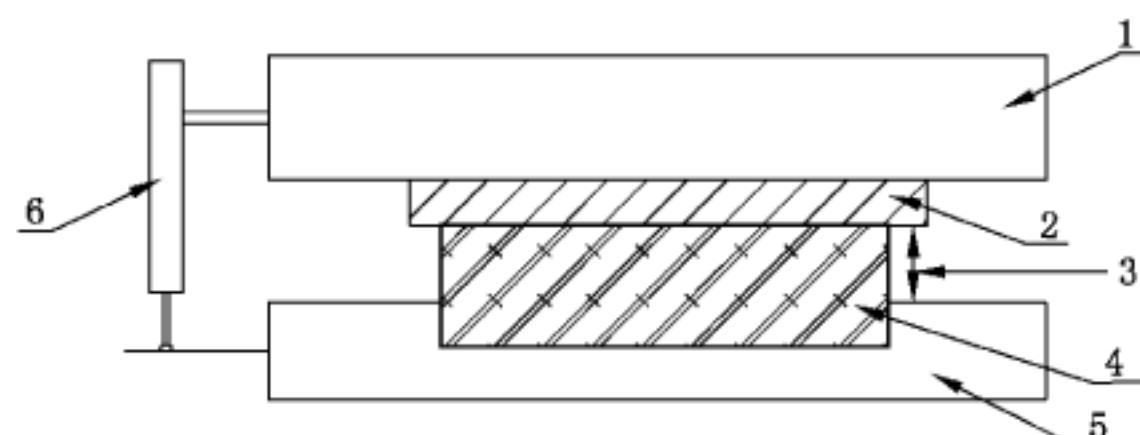
摩擦材料试件应为板直径 155 mm, 厚 7 mm, 板外露高度 3 mm。对磨件采用不锈钢板时, 不锈钢板应符合 6.1.2 和 6.2.1 的相关要求。

### C.2 试验条件

试验条件见表 C.1, 试验装置见图 C.1。

表 C.1 摩擦材料荷载压缩变形试验条件

序号	试验条件	单位	聚四氟乙烯 摩擦材料	改性聚四氟乙烯 摩擦材料	超高分子量聚乙烯 摩擦材料
1	试件压应力	MPa	60	90	180
2	试验温度	℃		35±2	
3	持荷时间	h		48	
4	试件数量	个		3	



说明:

- 1——上支撑块并加热;
- 2——不锈钢板;
- 3——试件外露高度  $h_0$ ;
- 4——试件;
- 5——下支撑块并加热;
- 6——四只位移传感器, 精度 0.001 mm。

图 C.1 摩擦材料蠕变压缩变形试验装置

### C.3 试验过程

试验应按下列要求和操作程序进行:

- 试验开始前, 在常温 23 ℃±2 ℃条件下, 用千分尺测量试件外露高度  $h$ , 以对称测量四点的平

均值作为试件初始外露高度  $h_0$ 。

- b) 试验过程中应保持荷载和温度稳定,连续测量并记录滑块外露高度  $h$  的变化。试验要求外露高度  $h$  在 48 h 之内趋于稳定。
  - c) 试验时,在试验温度条件下,加压至各类摩擦材料相应试验应力 60 MPa、90 MPa、180 MPa,每隔 1 h 用四只千分表测量试件外露高度变化值,直至 48 h。由 3 h~48 h 摩擦材料外露高度  $h$  变化值,按式(C.1)计算每小时试件外露高度变化的平均值  $\Delta h$ 。

式中：

$h_3$  ——第3小时滑块外露高度,单位为毫米(mm);

$h_{48}$ ——第 48 小时滑块外露高度, 单位为毫米(mm)。

## C.4 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 时间- $\Delta h$  关系曲线；
  - b) 时间-温度关系曲线；
  - c) 外露高度  $h$  的变化值  $\Delta h$  的判定；
  - d) 试验现场照片。

**附录 D**  
**(规范性附录)**  
**竖向承载力试验方法**

#### D.1 试验条件

试验室的标准温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

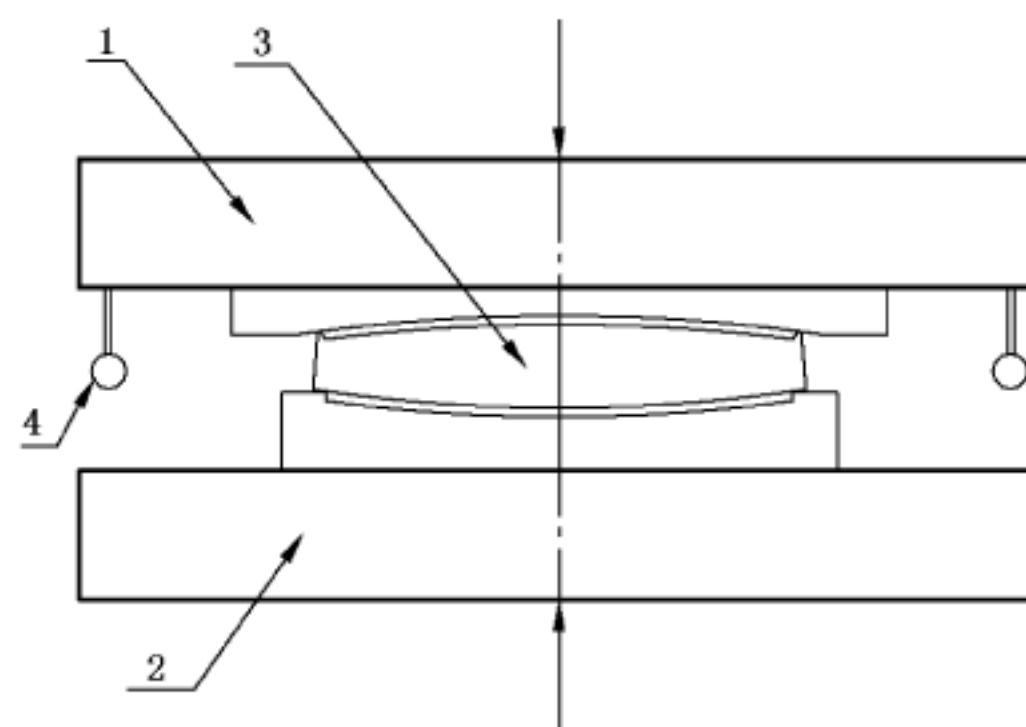
#### D.2 试样停放

试验前将试样直接暴露在标准温度下, 停放 24 h。

#### D.3 试验方法

按图 D.1 放置试样后, 按下列步骤进行支座竖向承载力试验:

- 将试样置于试验机的承载板上, 试样中心与承载板中心位置对准, 偏差小于 1% 支座直径。检验荷载为支座基准竖向承载力的 2.0 倍。加载至基准竖向承载力的 5% 后, 核对承载板四边的位移传感器, 确认无误后进行预压。
- 预压。将支座基准竖向承载力以连续均匀的速度加满, 反复 3 次。
- 正式加载。将检验荷载由零至试验最大荷载均匀分为 10 级。试验时以基准竖向承载力的 5% 作为初始荷载, 然后逐级加载。每级荷载稳压 2 min 后记录位移传感器数据, 直至检验荷载, 稳压 3 min 后卸载。加载过程连续进行 3 次。
- 竖向压缩变形分别取 4 个位移传感器读数的算术平均值, 绘制荷载-竖向压缩变形曲线。变形曲线应呈线性关系。
- 试验竖向压缩变形应满足 6.4 的要求。



说明:

- 1——上承载板;
- 2——下承载板;
- 3——试样;
- 4——位移传感器。

图 D.1 竖向承载力试验装置示意图

#### D.4 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 试验概况描述：包括支座型号、基准竖向承载力、位移，并附简图；
- b) 试验机性能及配置描述；
- c) 试验过程中出现异常现象描述；
- d) 试验记录完整，并计算支座在试验荷载作用下，竖向压缩变形值与支座总高度的百分比，评定试验结果；
- e) 试验现场照片。

## 附录 E

(规范性附录)

## 成品支座水平性能试验方法

## E.1 试样

成品支座的竖向压缩性能、剪切性能试验宜采用足尺支座进行,受检验设备能力所限,可选用有代表性的缩尺支座进行试验,缩尺支座的竖向设计承载力不宜小于3 000 kN,且缩尺比例不宜小于1/2。

## E.2 试验方法

成品支座水平性能试验应在单剪试验机上进行,试验装置见图 E.1,试验方法应符合下列要求:

- a) 试验时将支座置于试验机的下承载板上, 支座中心与承载板中心位置对准, 精度小于 1% 支座底板边长。
  - b) 竖向连续均匀加载至试验荷载, 在整个试验过程中保持不变。
  - c) 水平位移按式(E.1)和式(E.2)的正弦波进行加载:

式中：

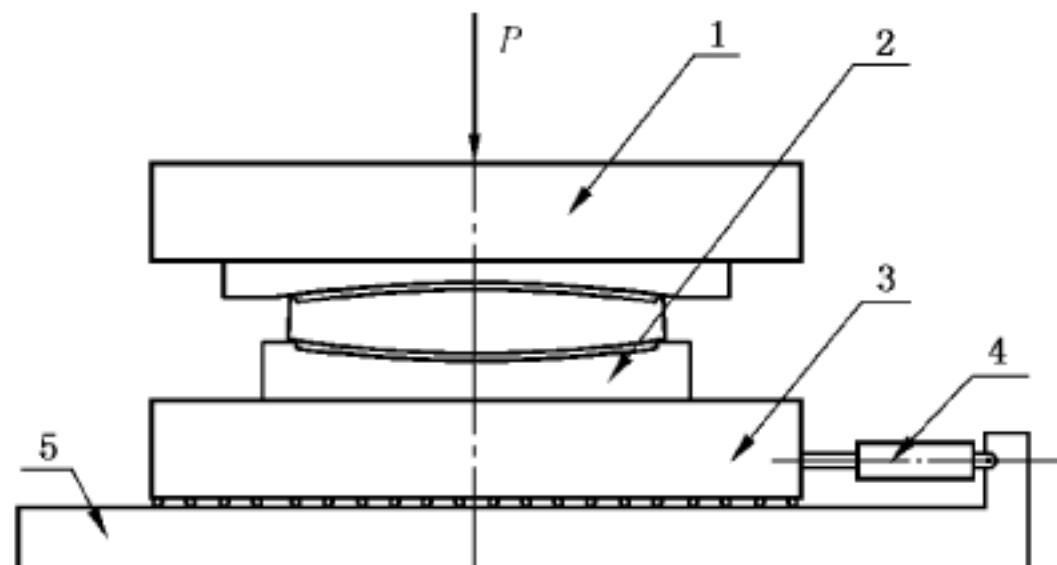
$f_0$ ——加载频率;

$v_0$  ——加载峰值速度；

$d_x$ ——加载幅值；

$t$  ——时间。

- d) 测定水平力的大小,记录荷载位移曲线。
  - e) 按照加载幅值确定试验工况,除特殊说明外,每个工况做四个周期循环试验,取第三圈试验结果。



### 说明.

1——上承载板：

2——试样：

3——下承载板；

4——水平力加载装置；

5——框架

图 E.1 成品支座隔震性能试验装置示意图

### E.3 试验加载履历

试验加载履历应符合下列要求：

- a) 静摩擦系数的测定。试验竖向荷载加载至基准竖向承载力后,预压 30 min,然后以  $v \leq 0.1 \text{ mm/s}$  的速度施加 1 min 的水平位移,然后反向加载,取两个方向峰值的绝对值平均作为静摩擦力。
- b) 动摩擦系数的测定。试验荷载取基准竖向承载力,加载幅值  $d_x$  取极限位移的 1/3; 测定动摩擦系数下限值时,加载峰值速度取 4 mm/s; 测定动摩擦系数上限值时,加载峰值速度取 150 mm/s。
- c) 反复加载次数相关性。试验荷载取基准竖向承载力,加载幅值  $d_x$  取极限位移的 1/3,加载速度取 150 mm/s,做 20 个周期循环试验。
- d) 温度相关性。试验荷载按基准竖向承载力,加载幅值  $d_x$  取极限位移的 1/3,加载速度取 150 mm/s。环境温度变化范围为  $-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ , $10^{\circ}\text{C}$  为一档,根据需要可增加试验温度工况。
- e) 水平极限变形试验。试验荷载取基准竖向承载力,加载幅值  $d_x$  取极限位移的 0.85 倍。

### E.4 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 试验概况。试验设备、试验温度、试验支座规格、试验荷载等。
  - b) 试验过程描述。试验中如有异常情况发生,应详细描述异常情况发生的过程。
  - c) 记录荷载位移曲线,计算等效刚度和阻尼比,得出试验结果。
  - d) 试验现场照片。
-

中华人民共和国

国家标准

**建筑摩擦摆隔震支座**

GB/T 37358—2019

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2019年3月第一版

\*

书号:155066·1-62331

版权专有 侵权必究



GB/T 37358-2019