

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

备案号：

T/

中国技术市场协会团体标准

T/TMAC XXX—2017

同球向双球面减隔震支座

(草案)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国技术市场协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 规格、分类、型号、产品结构	2
5 要求	5
6 试验方法	11
7 检验规则	12
8 标志、包装、运输和储存	14
附录 A（规范性附录） 成品支座竖向承载力试验方法	16
附录 B（规范性附录） 成品支座摩擦系数试验方法	17
附录 C（规范性附录） 成品支座转动力矩试验方法	18
附录 D（规范性附录） 成品支座初始剪断力及水平滞回性能试验方法	20
附录 E（规范性附录） 耗能器疲劳性能试验	22

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国技术市场协会提出并归口。

本标准起草单位：河北宝力工程装备股份有限公司、衡水中铁建工程橡胶有限责任公司、丰泽工程橡胶科技开发有限公司、衡橡科技股份有限公司、衡水中交信德工程橡塑有限公司、衡水通途工程橡塑制品有限公司、河北省工程橡胶工程技术研究中心、。

本标准主要起草人：王希慧、桂鉴臣、吴聪利、赵九平、霍树维、马书锋、可家康、赵杰、黄奕斌。

同球向双球面减隔震支座

1 范围

本标准规定了同球向双球面减隔震支座（以下简称支座）的术语和定义，规格、分类、型号、产品结构，要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输和储存。

本标准适用于竖向设计承载力为1500kN~45000kN、地震动峰值加速度 A_g 为0.2g~0.4g地区的铁路桥梁用减隔震支座，其他桥梁及结构工程可参照使用。

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 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 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 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 11352 一般工程用铸造碳钢件
- HG/T 2502 5201 硅脂
- JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件
- JT/T 901 桥梁支座用高分子材料滑板
- TB/T 1527 铁路钢桥保护涂装及涂料供货技术条件
- TB/T 3274 铁路混凝土梁配件多元合金共渗防腐技术条件
- TB/T 3320 铁路桥梁球型支座

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 同球向双球面减隔震支座

一种自带耗能器，具有隔震荷载和支座地震位移双重控制功能的减隔震支座。

3.2 高吸能耐磨滑板

将高流动性好的高分子改性剂加入到聚四氟乙烯树脂中形成分散相，这种分散相由于热迁移，在基体的缝隙中形成微纤结构。从而获得具有低磨损、压缩变形稳定、摩擦系数随速度的提高而增加的滑板材料。

4 规格、分类、型号、产品结构

4.1 规格

4.1.1 支座竖向设计承载力分为 25 级：1500kN、2000kN、2500kN、3000kN、3500kN、4000kN、4500kN、5000kN、5500kN、6000kN、7000kN、8000kN、9000kN、10000kN、12500kN、15000kN、17500kN、20000kN、22500kN、25000kN、27500kN、30000kN、35000kN、40000kN 和 45000kN。

4.1.2 固定支座水平各向、纵向活动支座横桥向、横向活动支座顺桥向的设计水平荷载为 $0.2P$ ， P 为支座的竖向设计承载力。

4.1.3 支座设计初始剪断力分为两级： $0.1P$ 和 $0.15P$ ， P 为支座的竖向设计承载力。

4.1.4 简支 T 型梁用多向和纵向活动支座顺桥向正常位移为 $\pm 40\text{mm}$ ，箱梁用多向和纵向活动支座顺桥向正常位移为 $\pm 50\text{mm}$ 、 $\pm 100\text{mm}$ ；多向和横向活动支座横桥向正常位移分为二级： $\pm 10\text{mm}$ 和 $\pm 20\text{mm}$ 。

4.1.5 支座减隔震位移分为五级： $\pm 60\text{mm}$ 、 $\pm 70\text{mm}$ 、 $\pm 100\text{mm}$ 、 $\pm 120\text{mm}$ 和 $\pm 150\text{mm}$ 。

4.1.6 支座竖向设计转角不应小于 0.03rad 。

4.1.7 当有特殊要求时，支座竖向设计承载力、水平荷载、初始剪断力、正常位移、减隔震位移、转角可按实际工程需要进行特殊设计。

4.2 分类

4.2.1 按适用梁型分为：

- a) 适用于简支 T 型梁，代号：T；
- b) 适用于箱梁，代号：X。

4.2.2 按使用性能分为：

- a) 固定支座，承受竖向荷载和各向水平荷载，具有竖向转动及减隔震性能，代号：GD；
- b) 纵向活动支座，承受竖向荷载和横桥向水平荷载，具有竖向转动、顺桥向位移及减隔震性能，代号：ZX；
- c) 横向活动支座，承受竖向荷载和顺桥向水平荷载，具有竖向转动、横桥向位移及减隔震性能，代号：HX；
- d) 多向活动支座，承受竖向荷载，具有竖向转动、水平多向位移及减隔震性能，代号：DX。

4.2.3 按适用纵向坡度分为：

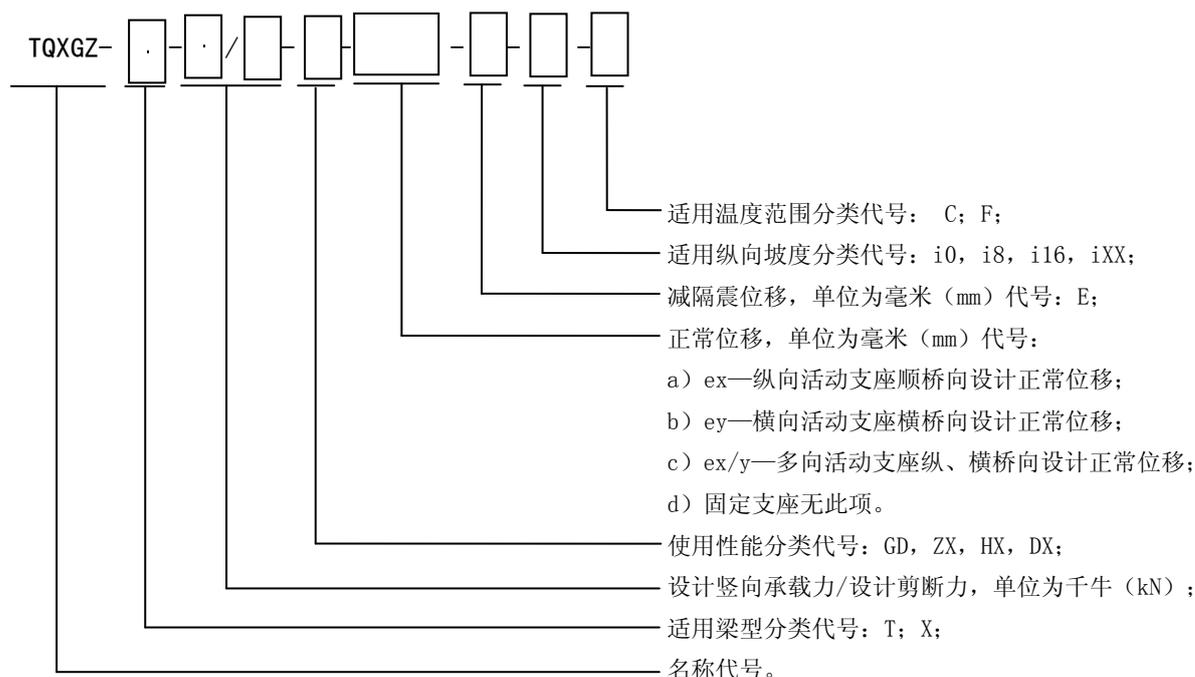
- a) 支座顶面不设坡度，适用于线路坡度 $0 \leq i \leq 4\%$ ，代号：i0；
- b) 支座顶面预设 8% 坡度，适用于线路坡度 $4\% < i \leq 12\%$ ，代号：i8；
- c) 支座顶面预设 16% 坡度，适用于线路坡度 $12\% < i \leq 20\%$ ，代号：i16；
- d) 支座顶面按 i 的实际值预设坡度，适用于线路坡度 $20\% < i \leq 30\%$ ，代号：iXX。

4.2.4 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。

4.3 型号

支座型号表示方法如下：



示例1： TQXGZ-T-1500/150-GD-E±60-i0-C，表示简支 T 型梁用、设计竖向承载力 1500kN、设计初始剪断力 150kN、减隔震位移量±60mm、支座顶面未设坡度、常温型固定支座。

示例2： TQXGZ-X-2000/300-ZX-e±50-E±70-i8-F，表示箱型梁用、设计竖向承载力 2000kN、设计初始剪断力 300kN、顺桥向正常位移量±50mm、减隔震位移量±70mm、支座顶面纵向坡度 8%、耐寒型纵向活动支座。

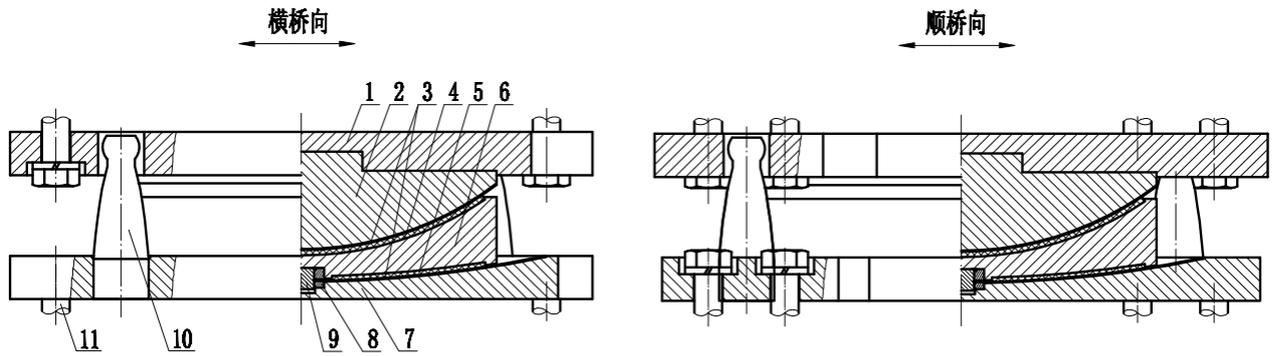
示例3： TQXGZ-X-2500/250-DX-e±50/±10-E±100-i27-C，表示箱型梁用、设计竖向承载力 2500kN、设计初始剪断力 250kN、顺桥向正常位移量±50mm、横桥向正常位移量±10mm、减隔震位移量±100mm、支座顶面纵向坡度 27%、常温型多向活动支座。

4.4 产品结构

4.4.1 固定支座由上支座板、上摆、球面不锈钢板、球面改性聚四氟乙烯板、高吸能耐磨滑板、中间摆、下摆座、挡圈、剪力销、耗能器、锚栓（螺栓、套筒及螺杆）等零部件组成，结构示意见图 1。

4.4.2 纵向活动支座和横向活动支座均由上支座板、导向滑板、平面不锈钢板、平面改性聚四氟乙烯板、上摆、球面不锈钢板、球面改性聚四氟乙烯板、中间摆、高吸能耐磨滑板、下摆座、挡圈、剪力销、耗能器、锚栓（螺栓、套筒及螺杆）等零部件组成，结构示意见图 2、图 3。

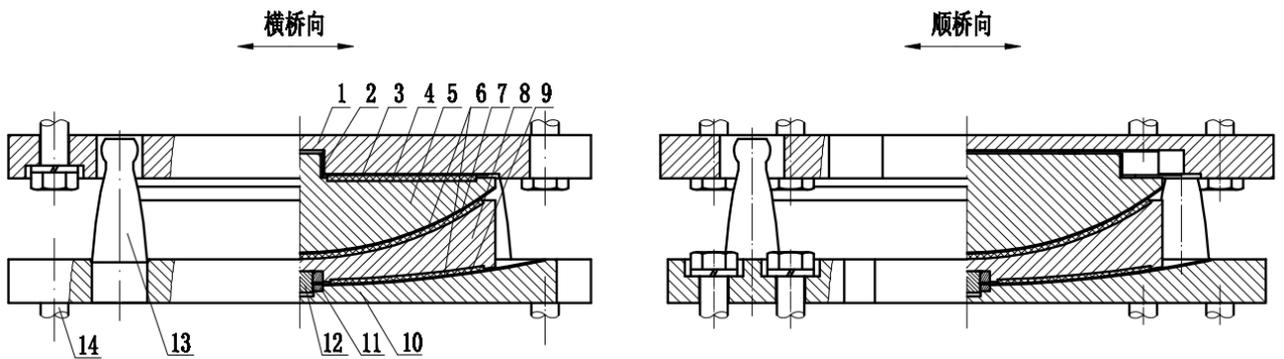
4.4.3 多向活动支座由上支座板、平面不锈钢板、平面改性聚四氟乙烯板、上摆、球面不锈钢板、球面改性聚四氟乙烯板、中间摆、高吸能耐磨滑板、下摆座、挡圈、剪力销、耗能器、锚栓（螺栓、套筒及螺杆）等零部件组成，结构示意见图 4。



说明:

- | | | | |
|-----------|---------------|--------|---------|
| 1—上支座板; | 4—球面改性聚四氟乙烯板; | 7—下摆座; | 10—耗能器; |
| 2—上摆; | 5—高吸能耐磨滑板; | 8—挡圈; | 11—锚栓。 |
| 3—球面不锈钢板; | 6—中间摆; | 9—剪力销; | |

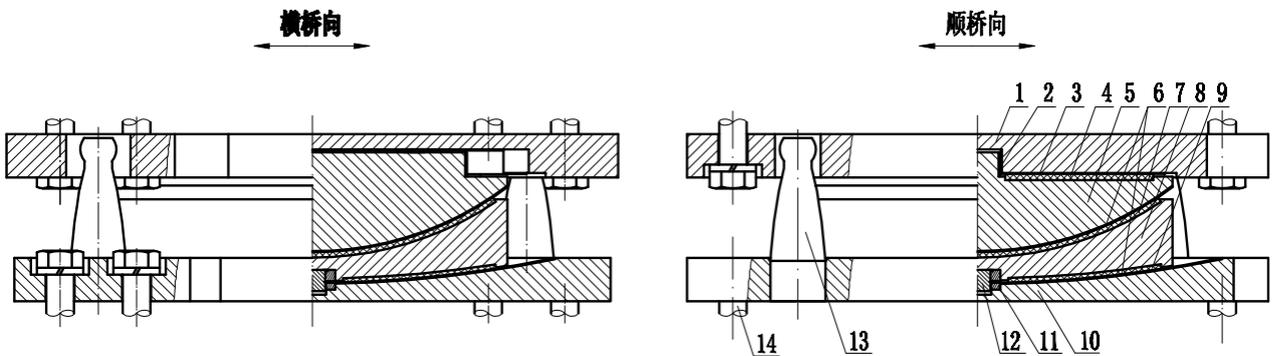
图1 固定支座 (GD) 结构示意



说明:

- | | | | |
|---------------|---------------|------------|---------|
| 1—上支座板; | 5—上摆; | 9—高吸能耐磨滑板; | 13—耗能器; |
| 2—导向滑板; | 6—球面不锈钢板; | 10—下摆座; | 14—锚栓。 |
| 3—平面不锈钢板; | 7—球面改性聚四氟乙烯板; | 11—挡圈; | |
| 4—平面改性聚四氟乙烯板; | 8—中间摆; | 12—剪力销; | |

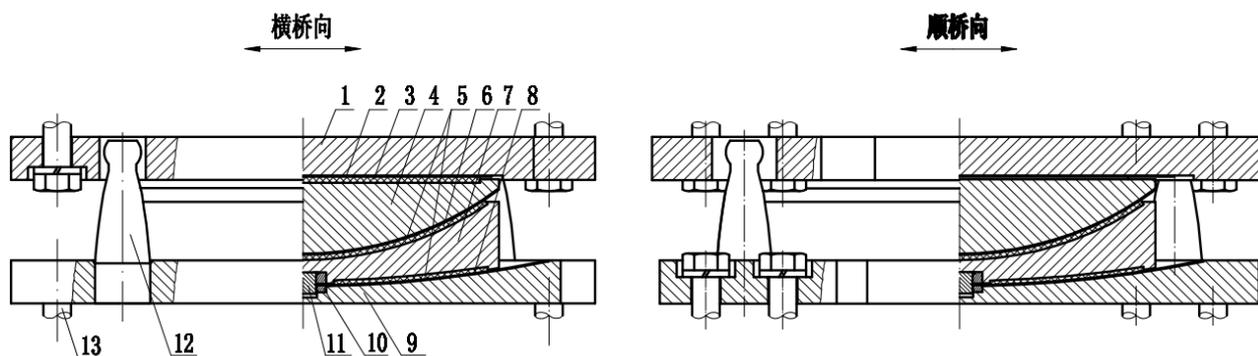
图2 纵向活动支座 (ZX) 结构示意



说明:

- | | | | |
|---------------|---------------|------------|---------|
| 1—上支座板; | 5—上摆; | 9—高吸能耐磨滑板; | 13—耗能器; |
| 2—导向滑板; | 6—球面不锈钢板; | 10—下摆座; | 14—锚栓。 |
| 3—平面不锈钢板; | 7—球面改性聚四氟乙烯板; | 11—挡圈; | |
| 4—平面改性聚四氟乙烯板; | 8—中间摆; | 12—剪力销; | |

图3 横向活动支座 (HX) 结构示意图



说明:

- | | | | |
|---------------|---------------|---------|--------|
| 1—上支座板; | 5—球面不锈钢板; | 9—下摆座; | 13—锚栓。 |
| 2—平面不锈钢板; | 6—球面改性聚四氟乙烯板; | 10—挡圈; | |
| 3—平面改性聚四氟乙烯板; | 7—中间摆; | 11—剪力销; | |
| 4—上摆; | 8—高吸能耐磨滑板; | 12—耗能器; | |

图4 多向活动支座 (DX) 结构示意图

5 要求

5.1 支座用材的物理、化学性能

5.1.1 改性聚四氟乙烯板

改性聚四氟乙烯板应符合 JT/T 901 的规定。

5.1.2 高吸能耐磨滑板

5.1.2.1 高吸能耐磨滑板物理机械性能应符合表 1 的要求。

表1 高吸能耐磨滑板物理机械性能

项目	单位指标
密度 ρ (g/cm^3)	2.0~2.1
拉伸强度 (MPa)	≥ 21
断裂伸长率 (%)	≥ 300
球压痕硬度 (H132/60) H (MPa)	$26.4 \leq H \leq 39.6$
压缩变形量 (mm)	$\leq 0.0005h_0$

表 1 (续)

项目				单位指标
无硅脂润滑条件下与不锈钢板滑动摩擦系数	静摩擦系数 μ_s	相对滑动速度 (mm/s)	15	≥ 0.06
		试验温度 (°C)	21 ± 1	
	动摩擦系数 μ_{dyn}	相对滑动速度 (mm/s)	200	≥ 0.055
		试验温度 (°C)	21 ± 1	
无硅脂润滑条件下与不锈钢板摩擦时的线磨耗率 ($\mu m/km$)	压应力 (MPa)		45	≤ 100
	试验温度 (°C)		21 ± 1	
	相对滑动速度 (mm/s)		15	
	往复滑动距离 (mm)		± 10	
	累计滑动距离 (km)		≥ 10	
注1: h_0 为试件初始外露高度。				
注2: 动摩擦系数应在45MPa压应力下, 以200mm/s相对滑动速度, ± 100 mm相对位移下, 往复加载20次测定。				

5.1.3 硅脂

支座用改性聚四氟乙烯板采用 5201-2 硅脂润滑, 硅脂的物理性能不应低于 HG/T 2502 中一等品的有关规定。

5.1.4 粘接剂

改性聚四氟乙烯板、高吸能耐磨滑板与钢板粘结, 应采用不可溶和热固性的粘结剂, 剥离粘合强度不应小于 5kN/m。

5.1.5 钢件

5.1.5.1 支座用耗能器材料采用 LY160 低屈服强度热轧钢板或锻件, 其化学成分应符合表 2 的要求, 力学性能应符合表 3 的要求。

表2 LY160 钢板的化学成分

单位为重量百分比

项目	指标
C	≤ 0.02
Si	≤ 0.50
Mn	≤ 1.0
P	≤ 0.025
S	≤ 0.010
Ti	≤ 0.06
Als	≥ 0.015
Pcm	≤ 0.18
注1: 在保证性能的前提下, 允许适量添加 Cu、Ni、Cr、Mo、Nb、V 等合金元素。	
注2: $P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Cr/20 + Ni/60 + Mo/15 + V/10 + 5B$ 。	

表3 LY160 钢板的力学性能

项目	指标
屈服强度 (MPa)	160±25
拉伸强度 (MPa)	270±50
伸长率 (%)	≥38
180° 弯曲试验, 弯心直径	d=3a
0°C冲击功KV2 (J)	≥27
屈强比	≤0.8
注1: 冲击试样取纵向试样。 注2: 拉伸和冷弯试样取横向试样。 注3: ≥12mm 钢板拉伸试验试样采用φ 10mm 圆试样。	

5.1.5.2 支座用钢板的化学成分和力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700、GB/T 1591 及 GB/T 4171 的规定。

5.1.5.3 支座用铸钢件的化学成分、热处理后的机械性能 (含冲击功 A_{KV}) 应符合 GB/T 11352 的有关规定。铸钢件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。

5.1.5.4 支座用于低温环境时, 其主体钢部件 (上支座板、上摆、中间摆、下摆座) 应采用低温钢铸件、锻件或板材, 材料的化学成分和力学性能 (含低温冲击功 A_{kv}) 应满足设计要求。

5.1.5.5 支座用挡圈、剪力销、锚栓材料的化学成分和力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700 和 GB/T 3077 的有关规定。

5.1.6 不锈钢板

不锈钢板采用 06Cr17Ni12Mo2、06Cr19Ni13Mo3 或 06Cr18Ni11Ti 牌号镜面精轧不锈钢冷轧钢板, 处于严重腐蚀环境的支座应采用 022Cr17Ni12Mo2 或 022Cr19Ni13Mo3 牌号镜面精轧不锈钢冷轧钢板。其化学成分及力学性能应符合 GB/T 3280 的有关规定。

5.1.7 导向滑板

导向滑板采用 SF-1B 三层复合板。三层复合板应由高密度铜合金板基层、青铜粉中间层、20%铅和 80%聚四氟乙烯 (体积比) 组成的面层烧结而成。三层复合板的层间结合牢度应满足: 试样按规定方法反复折弯 5 次, 不应有脱层、剥离, 表层的改性聚四氟乙烯不断裂; 压缩永久变形应满足: 试样在 280MPa 压应力下的压缩永久变形量不大于 0.03mm; 初始静摩擦系数应满足: 试样在 65MPa 压应力的初始静摩擦系数不大于 0.2。

5.2 尺寸与偏差

5.2.1 改性聚四氟乙烯板

改性聚四氟乙烯板尺寸与偏差应符合 TB/T 3320 的规定。

5.2.2 高吸能耐磨滑板

高吸能耐磨滑板基准厚度为5~6mm, 嵌入深度不应小于基准厚度1/2或3mm, 外露高度不应小于2mm, 尺寸及装配间隙偏差应符合表4的要求。

表4 高吸能耐磨滑板尺寸及装配间隙偏差 单位为毫米

高吸能耐磨滑板直径 (d)	直径偏差	厚度偏差	外露厚度偏差	装配间隙偏差
d≤600	+1.2 0	+0.4 0	+0.3 0	+0.5 0
600<d≤1200	+1.8 0	+0.5 0	+0.5 0	+0.8 0
d>1200	+2.5 0	+0.7 0	+0.7 0	+1.1 0

5.2.3 机加工件

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

5.2.4 不锈钢板

不锈钢板表面应符合 GB/T 3280 中 8[#]表面加工要求, 表面粗糙度 R_a 不应大于 $0.8\mu\text{m}$ 。不锈钢板与基层钢板采用氩弧周边连续焊接, 焊接后应与基层钢板密贴。不锈钢板厚度及焊接后的平面度最大偏差应符合表 5 的要求。焊缝应光滑、平整、连续、焊接要求应符合 JB/T 5943 的有关规定。

表5 不锈钢板厚度与尺寸偏差 单位为毫米

厚度及偏差	焊接后平面度
2 ± 0.10	$\leq 0.0003d$ 或 0.2
注: d为改性聚四氟乙烯板的直径。	

5.2.5 导向滑板

SF-1B三层复合板中高密度铜合金板基层的厚度为 $2.05^{+0.15}_{-0.15}$ mm, 青铜粉中间层的厚度为 $0.25^{+0.15}_0$ mm, 改性聚四氟乙烯面层的厚度为 $0.10^{+0.02}_0$ mm。SF-1B三层复合板总厚度为 $2.4^{+0.1}_0$ mm。

5.3 外观质量

5.3.1 改性聚四氟乙烯板

改性聚四氟乙烯板外观应符合 JT/T 901 的规定。

5.3.2 高吸能耐磨滑板

高吸能耐磨滑板外观应符合表 6 的要求。

表6 高吸能耐磨滑板外观要求

项目	要 求
色泽	黑灰色
板面	表面光滑, 不应有裂纹、气泡、分层、影响使用的机械损伤和板面刀痕等缺陷
杂质	不应出现金属杂质, 每 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ 板面上出现非金属杂质不多于两个, 总面积不大于 1mm^2

5.3.3 硅脂

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。

5.3.4 铸钢件

5.3.4.1 铸钢件加工后的表面缺陷应符合表 7 的要求，并对缺陷进行修补。铸钢件经机加工后表面缺陷超过表 7 要求，但不超过表 8 要求，既不影响铸钢件使用寿命和使用性能时，允许进行一次点焊修补，对有蜂窝状孔洞的部件不得修补使用。

表7 铸钢件加工后的表面缺陷

缺陷部位	气孔、缩孔、砂眼、渣孔					裂纹
	缺陷大小	缺陷深度	缺陷个数	缺陷总面积	缺陷间距 mm	
下摆座圆柱以内的底面及上 支座板、上摆、中间摆	$\leq \phi 2$	不大于所在部 位厚度的 10%	在 100mm×100mm 内不多于 1 个	不大于所在部 位面积的 1.5%	≥ 80	无
下摆座圆柱以外的底面及下 摆座上表面	$\leq \phi 3$					

表8 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
下摆座圆柱以内的底面及上支座板	不大于所在部位 面积的 2%	不大于所在部位 厚度的 1/3	≤ 2
下摆座圆柱以外的底面及下支座板上表面			≤ 3

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

5.3.5 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，关键焊缝不低于 I 级质量要求，普通焊缝不低于 II 级质量要求。

5.3.6 机加工件

钢件与钢件配合面的粗糙度 Ra 不应大于 $6.3 \mu\text{m}$ 。加工后的配合面及摩擦表面不应有降低表面质量的印记。

5.3.7 不锈钢板

不锈钢板表面应平整、光洁，不应有分层、鼓泡、褶皱和影响使用性能的机械损伤。不锈钢板与基层钢板采用氩弧焊周边连续焊接，焊接后不锈钢板应与基层钢板密贴，表面不应有褶皱。

5.3.8 导向滑板

SF-1B 三层复合板表面应无脱层、起泡、剥落、机械夹杂等缺陷。

5.4 支座性能要求

5.4.1 竖向变形

在竖向设计承载力的作用下，总高度不大于 200mm 的支座，竖向压缩变形不应大于 2.5mm；总高度大于 200mm 的支座，竖向压缩变形不应大于支座总高度的 1.5%，且不应大于 5mm。

5.4.2 摩擦系数

5.4.2.1 在硅脂润滑条件下，活动支座摩擦系数应满足下列要求：

- a) $-25^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ ： $\mu \leq 0.03$ ；
- b) $-45^{\circ}\text{C}\sim-25^{\circ}\text{C}$ ： $\mu \leq 0.05$ 。

5.4.2.2 减隔震工作状态下，减隔震曲面摩擦副的摩擦系数应满足设计要求。

5.4.3 支座正常工作状态下的设计转动力矩为：

$$M_0 = P \cdot \mu \cdot R$$

式中：

M_0 —支座的设计转动力矩；单位为千牛·毫米（ $\text{kN}\cdot\text{mm}$ ）；

P —支座竖向设计承载力，单位为千牛（ kN ）；

μ —上摆球面不锈钢板与球面改性聚四氟乙烯板的设计摩擦系数；

R —上摆球面不锈钢板的球面半径，单位为毫米（ mm ）。

5.4.4 支座在减震运动过程中，在最大设计地震位移内的最大抗力为支座设计初始剪断力的 75%~90%。

5.4.5 支座设计初始剪断力误差为 $\pm 10\%$ 。

5.4.6 实测支座等效刚度与设计值偏差为 $\pm 10\%$ 。

5.5 支座防腐与防尘

5.5.1 支座的钢件外露表面应按 TB/T 1527 中第 6 套涂装防护体系进行防腐涂装，沿海地区采用 TB/T 1527 中第 7 套涂装防护体系进行防腐涂装，涂料性能和涂装要求应满足 TB/T 1527 的相关规定。支座钢件应在抛丸之后 4h 之内进行防腐涂装处理。

5.5.2 支座用锚固套筒采用多元合金共渗（经钝化处理）的方法进行防腐处理；挡圈、剪力销、锚固螺栓应采用多元合金共渗加镀铬涂层（含封闭层）的方法进行防腐处理，防腐层的技术要求应满足 TB/T 3274 的相关规定。

5.5.3 支座应设置可靠、便于拆装的防尘装置。

5.6 组装

5.6.1 待装的零部件应有质量检验部门的合格标记。

5.6.2 支座滑动面应用丙酮或酒精擦净，不应夹有灰尘和杂质。

5.6.3 在粘贴改性聚四氟乙烯板和高吸能板前，凹槽擦净后均匀涂抹粘结剂。改性聚四氟乙烯板的储硅脂槽应排列正确，并在槽内涂满硅脂，中间不应夹有气泡。

- 5.6.4 支座组装时各部件应位置正确，并预压 50kN 荷载，然后用临时连接装置将支座连接成整体。
- 5.6.5 支座组装后上下支座板的平行度不应大于长边的 2%。
- 5.6.6 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、皱褶等现象。
- 5.6.7 支座组装后的整体高度极限偏差应符合表 9 的规定。

表9 组装高度极限偏差

竖向设计承载力P (kN)	组装高度极限偏差 (mm)
$P \leq 10000$	± 2
$10000 < P \leq 27500$	± 3
$27500 < P \leq 45000$	± 4

- 5.6.8 纵向活动支座及横向活动支座组装后上支座板与上摆侧面单边间隙为 0.3~0.7mm。

6 试验方法

6.1 材料

- 6.1.1 改性聚四氟乙烯板、高吸能耐磨滑板物理机械性能的测定应按 JT/T 901 的规定进行。
- 6.1.2 剥离粘合强度的测定应按 GB/T 7760 的规定进行。
- 6.1.3 5201-2 硅脂的物理性能测定应按 HG/T 2502 的规定进行。
- 6.1.4 SF-1B 三层复合板层间结合牢度、压缩永久变形和初始静摩擦系数的测定应按 TB/T 3320 的规定进行。

6.2 成品支座

6.2.1 一般要求

成品支座应进行竖向承载力、摩擦系数、转动力矩、初始剪断力及水平滞回性能和耗能器疲劳性能试验。

6.2.2 试样

成品支座的竖向变形、摩擦系数、转动力矩、初始剪断力及水平滞回性能试验一般应采用实体支座进行。当受试验设备能力限制时，竖向变形、摩擦系数、转动力矩、初始剪断力试验可选用有代表性的小型支座进行试验，小型支座的设计竖向承载力不宜小于2000kN。疲劳性能试验应选用单根耗能器进行滞回性能试验。成品支座试验应在经国家计量认证的试验检测机构进行，条件许可时也可在支座生产厂进行。

6.2.3 试验方法

- 6.2.3.1 成品支座竖向承载力试验应按附录 A 进行。
- 6.2.3.2 成品支座摩擦系数试验应按附录 B 进行。

6.2.3.3 成品支座转动扭矩试验应按附录 C 进行。

6.2.3.4 成品支座初始剪断力及水平滞回性能试验应按附录 D 进行。

6.2.3.5 耗能器疲劳性能试验应按附录 E 进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 支座的检验分原材料进厂检验、出厂检验和型式检验三类。

7.1.2 原材料进厂检验为支座加工用的原材料及外加工件进厂时进行的验收检验。

7.1.3 出厂检验为支座生产厂在每批产品交货前进行的检验。

7.1.4 型式检验应由具有相应资质的质量检测机构进行。有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型生产时；
- b) 结构、材料、工艺等有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产每两年时；
- d) 产品停产两年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.2 检验内容

7.2.1 原材料进厂应首先检查产品合格证，检验项目、检验内容、技术要求、检验频次应符合表 10 的规定。

表10 原材料进厂检验

检验项目	检验内容	技术要求	检验频次
改性聚四氟乙烯板	物理机械性能、储硅脂槽尺寸	5.1.1 5.2.1	每批原料（不大于 500kg）一次
	外形尺寸、外观质量	设计图 5.2.1 5.3.1	每件
高吸能耐磨滑板	物理机械性能	5.1.2	每批原料（不大于 500kg）一次
	外形尺寸、外观质量	设计图 5.2.2 5.3.2	每件
硅脂	物理性能、外观质量	5.1.3 5.3.3	每批（不大于 200kg）
粘接剂	剥离粘合强度	5.1.4	每批
钢板	力学性能、化学成分	5.1.5.2	每批
铸钢件	机械性能、化学成分	5.1.5.3	每炉
	内在质量（超声波探伤）， 外观质量	5.1.5.3 5.3.4	每件

表10 (续)

检验项目	检验内容	技术要求	检验频次
锚固螺栓	化学成分、力学性能	5.1.5.5	每批
	外形尺寸、涂层厚度	设计图 5.5.2	每批(不大于100件)
不锈钢板	力学性能、化学成分	5.1.6	每批
	外形尺寸、外观质量	设计图 5.2.4 5.3.7	每件
SF-IB 三层复合板	层间结合牢度, 压缩永久变形、 初始静摩擦系数	5.1.7	每批
	外形尺寸、外观质量	设计图 5.2.5 5.3.8	每件

7.2.2 出厂检验检验项目、检验内容、技术要求、检验频次应符合表11的规定。

表11 出厂检验

检验项目	检验内容	技术要求	检验频次	
部件	不锈钢板	平面度、球面轮廓度、焊接质量、与基层钢板的密贴程度	设计图 5.2.4 5.3.7	每件
	上支座板、 上摆、 中间摆、 下摆座、 耗能器	外形尺寸、外观质量	设计图 5.2.3 5.3.4 5.3.5 5.3.6	
	防腐涂装	涂装质量和涂层厚度	设计图 5.5.1	
	改性聚四氟乙烯板、	是否储存有硅脂, 储硅槽排列方向	5.6.3	每件
		与基层钢件凹槽组装间隙, 凸出衬板的外露尺寸	5.2.1	
	高吸能耐磨滑板	与基层钢件凹槽组装间隙, 凸出衬板的外露尺寸	5.2.2	
	支座组装	支座安装尺寸、外形尺寸、标识及外观质量	设计图 5.6.1 5.6.6	
组装后支座的高度偏差		5.6.7		
平行度、组装间隙		5.6.5 5.6.8		

表 11 (续)

检验项目		检验内容	技术要求	检验频次
成品	解剖检验	改性聚四氟乙烯板、高吸能板	7.2.3	1%
	支座力学性能检验	支座竖向承载力试验	5.4.1	1%
		初始剪断力	5.4.5	
		活动支座摩擦系数试验	5.4.2	0.2%
		支座转动力矩试验	5.4.3	
注：部件出厂检验可实际测量或通过验证中间过程检验记录。				

7.2.3 型式检验检验项目、检验内容、技术要求应符合表 12 的规定。

表 12 型式检验

检验项目	检验内容	技术要求
支座原材料进厂检验各项	7.2.1	表 10
支座出厂检验各项	7.2.2	表 11
成品支座力学性能	支座水平滞回性能试验	5.4.4
注：成品支座改性聚四氟乙烯板、高吸能板的解剖试验应在厂家成品库或运至现场的产品中任取一块改性聚四氟乙烯板、高吸能耐磨滑板，测定其密度、拉伸强度、断裂伸长率、球压痕硬度及压缩变形量，检验结果应满足 5.1.1、5.1.2 的要求。		

7.3 检验结果的判定

7.3.1 原材料进厂检验项目全部合格后方可使用，不合格部件不应使用。

7.3.2 出厂检验中成品检验的试样应为原材料进厂检验和出厂部件检验合格者。检验项目全部合格，则该批次产品为合格。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，则该批次产品为不合格。

7.3.3 型式检验采用随机抽样检验的方式进行，抽样对象为原材料进厂检验和出厂部件检验合格者，且在本评定周期内生产的产品。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。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

每个支座应有永久性标牌，其内容应包括：产品名称、规格型号、主要技术指标、出厂编号和生产日期。在支座本体明显位置标明支座的规格型号、坡度方向和位移方向，支座上下支座板四周侧面应有永久性的中线标识。

8.2 包装

每个支座均应包装牢固。包装时应注明项目名称、产品名称、规格型号、出厂日期、外形尺寸和质量，并附有产品合格证、使用说明书及装箱单。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，以及支座安装养护细则。

8.3 运输和储存

支座在储存、运输中，应避免阳光直接照射、雨雪浸淋，并保持清洁。不应与酸、碱、油类及有机溶剂等影响支座质量的物质相接触，不应任意拆卸，并距离热源 1m 以上。

附 录 A
(规范性附录)
成品支座竖向承载力试验方法

A.1 试样

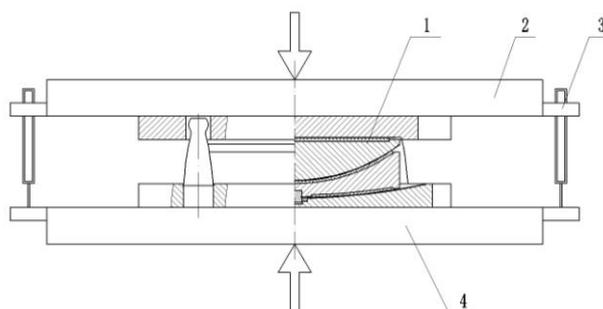
成品支座竖向承载力试验应采用原材料进厂检验和部件出厂检验合格的实体支座进行,试样数量为1件。试验前试样应在 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境下停放24h以上。

A.2 试验方法

成品支座竖向承载力试验测定竖向荷载作用下支座的竖向压缩变形,并绘制荷载—竖向压缩变形曲线。试验在专用试验机上进行,试验机应满足平稳、连续加载,试验荷载宜在最大示值的20%~80%。检验荷载为支座竖向设计承载力的1.5倍。试验装置见图A.1。

试验应按下列步骤进行:

- a) 对中安装好试样后,在试验支座上、下支座板间对称放置4只百分表,测试支座竖向压缩变形;
- b) 加载实验前,应对支座进行预压,预压荷载为支座竖向设计承载力,预压次数为3次;
- c) 正式加载时,试验荷载由零至检验荷载均分10级,试验时以支座竖向承载力的1%或50kN(两者中的较大者)作为初始压力,然后逐级加载,每级荷载稳压2min后读取百分表数值,直至检验荷载,稳压3min后卸载至初始压力,一个加载过程完毕。以上加载过程应连续进行3次。



说明:

- 1—试样;
- 2—上承载板;
- 3—百分表;
- 4—下承载板。

图A.1 成品支座竖向承载力试验装置示意

取4个百分表读数的算术平均值作为竖向压缩变形的实测值。试样竖向压缩变形为3次实测值的平均值。在竖向设计承载力下支座竖向压缩变形应满足5.4.1的要求。

A.3 试验报告

试验结束后应提交试验报告,试验报告应列出试样的竖向压缩变形量,并评定试验结果。

附 录 B
(规范性附录)
成品支座摩擦系数试验方法

B.1 试样

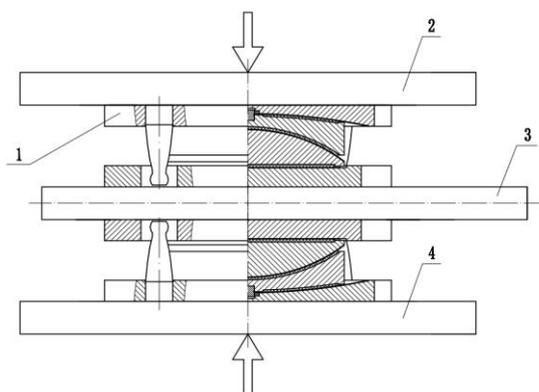
成品支座摩擦系数试验应采用原材料进厂检验和部件出厂检验合格的实体支座进行。试验前试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境下停放24h以上。

B.2 试样数量

试样选用2件规格型号相同的单向（纵向或横向）或多向活动支座。

B.3 试验方法

支座摩擦系数试验应在专用的摩擦试验装置上进行，试验装置见图B.1。试验时先对支座施加竖向设计荷载，然后用水平荷载加载装置施加水平荷载，由专用的压力传感器记录水平荷载大小，支座一旦发生滑动即停止施加水平荷载。反复上述水平荷载加载过程，直至支座第五次水平滑动。计算第二次至第五次滑动的摩擦系数，并取四次摩擦系数的平均值作为摩擦系数的实测值。支座实测摩擦系数应满足5.4.2的要求。



说明：

1—试样；

2—试验机上承压板；

3—水平荷载加载装置；

4—试验机下承压板。

图B.1 成品支座摩擦系数试验装置示意

B.4 试验报告

试验结束后应提交试验报告，试验报告应列出试样的摩擦系数，并评定试验结果。

附 录 C
(规范性附录)
成品支座转动动力矩试验方法

C.1 试样

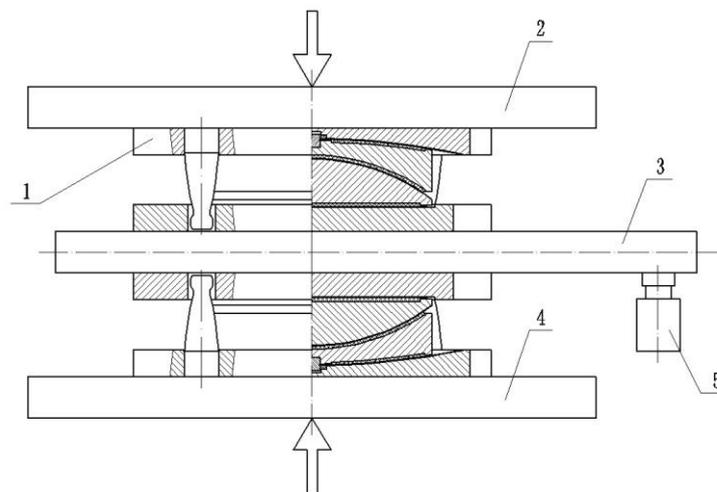
成品支座转动动力矩试验应采用原材料进厂检验和部件出厂检验合格的实体支座进行。试验前试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境下停放24h以上。

C.2 试样数量

采用图D.1所示方法进行试验时，试样选用2件规格型号相同的支座；采用图D.2所示方法进行试验时，试样选用1件支座。

C.3 试验方法

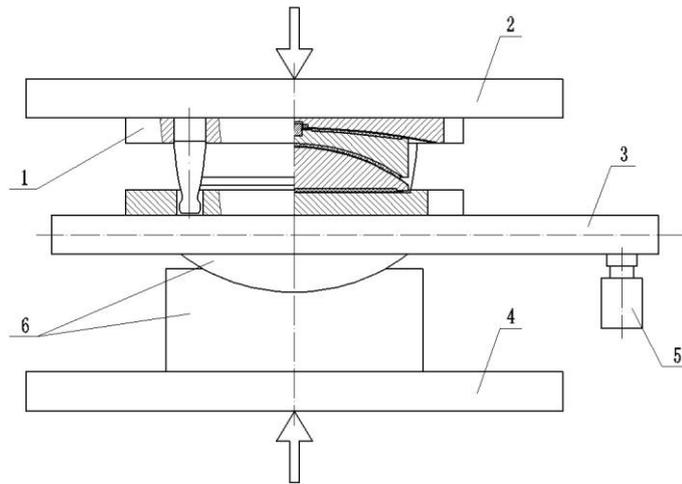
成品支座转动动力矩试验应在专用的试验装置上进行，试验装置见图C.1或图C.2（二者任选其一）。试验时先将试验支座按图C.1或图C.2所示置于加载台座上，施加荷载至竖向设计荷载，并保持荷载。顶起加载横梁，使支座产生转动后千斤顶卸载，记录支座发生转动瞬间千斤顶最大荷载，计算支座转动动力矩。支座实测转动动力矩不应小于5.4.3的设计转动动力矩。



说明：

- 1—试样；
- 2—试验机上承压板；
- 3—加载横梁；
- 4—试验机下承压板；
- 5—加载千斤顶。

图C.1 成品支座转动动力矩试验装置一



说明：

- 1—试样；
- 2—试验机上承压板；
- 3—加载横梁；
- 4—试验机下承压板；
- 5—加载千斤顶；
- 6—工装。

图C.2 成品支座转动力矩试验装置二

C.4 试验报告

试验结束后应提交试验报告，试验报告应计算转动力矩，并评定试验结果。

附录 D

(规范性附录)

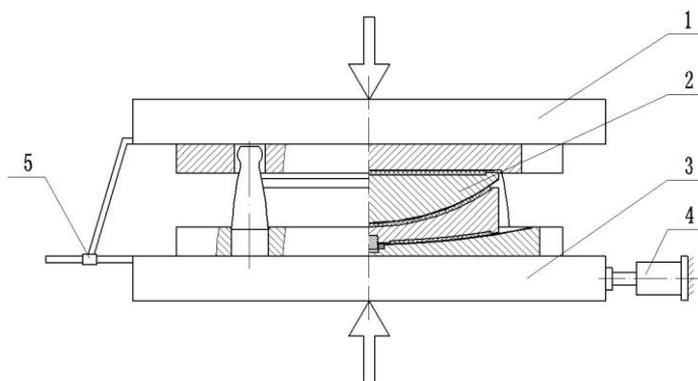
成品支座初始剪断力及水平滞回性能试验方法

D.1 试样

成品支座初始剪断力及水平滞回性能试验应采用原材料进厂检验和部件出厂检验合格的实体支座进行，试样数量为1件。试验前试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境下停放24h以上，并提前拆除支座限位装置。

D.2 试验方法

成品支座初始剪断力及水平滞回性能试验测定竖向荷载作用下支座的初始剪断力及剪力销剪断后的水平滞回性能，并绘制水平荷载—位移曲线。试验在专用试验机上进行，试验机应满足平稳、连续加载，竖向检验荷载为竖向设计承载力，检验位移为设计减隔震位移。试验装置见图D.1。



说明：

- 1—上承压板；
- 2—试样；
- 3—下承压板；
- 4—水平加载装置；
- 5—水平位移传感器。

图D.1 成品支座初始剪断力及水平滞回性能试验装置示意

D.2.1 初始剪断力试验按下列步骤进行：

- a) 拆下试样的耗能器，对中安装好，上下支座板分别与试验机上、下承压板连接紧固。在上、下承压板之间设置水平位移传感器。
- b) 试验时先对支座施加竖向荷载至检验荷载，然后加载水平荷载直至剪力销剪断，记录水平荷载数值即为初始剪断力。

D.2.2 水平滞回性能试验按下列步骤进行：

- a) 将做完初始剪断力的试样拆开，取出剪断后的剪力销后重新组装试样，并将耗能器安装回试样中，对中安装好，上下支座板分别与试验机上、下承压板连接紧固。在上、下承压板之间设置水平位移传感器
- b) 试验时先对支座施加竖向荷载至检验荷载，然后按照正弦波使试样的上下座板发生位移，加载频率 0.5Hz（试验工作人员可根据情况适当调整），初始速度根据试验机而定，位移最大值为试样的设计减隔震位移，记录水平荷载-位移曲线，进行三个往复循环后回归初始安装状态。

D.3 试验报告

试验结束后应提交试验报告，试验报告应列出试样初始剪断力及分析水平荷载-位移曲线，并评定试验结果。

附 录 E
(规范性附录)
耗能器疲劳性能试验

E.1 试样

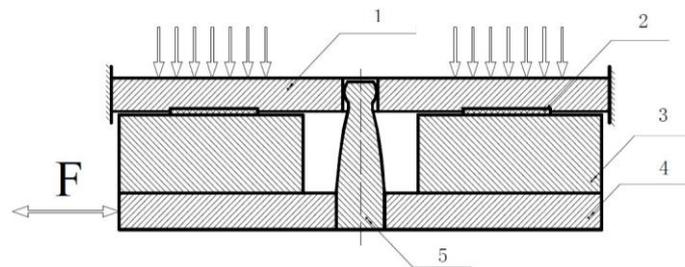
耗能器疲劳性能试验应采用检验合格的成品进行，试样数量为1件。

E.2 试验方法

耗能器疲劳性能试验测试竖向荷载作用下耗能器悬臂端的最大水平位移及相应的抗力，并实现以最大水平位移为幅值的多次往复屈服变形，并绘制单根耗能器一滞回特性曲线。试验在专用试验机上进行，试验机应满足平稳、连续加载，试验装置见图E.1。

试验应按下列步骤进行：

- a) 对中安装好试样后，固定上承压板，下承压板在往复水平荷载的作用下座往复水平运动。测试运动过程中、下承压板之间的相对位移以及相应的水平荷载；
- b) 施加并在试验过程中保持小量的垂直压力50kN；
- c) 施加水平位移，位移幅值为减隔震位移，速度波形为正弦波，加载频率 0.5Hz（试验工作人员可根据情况适当调整），一个加载过程完毕。以上加载过程应连续进行 15 次。



说明：

- 1—上承压板；
- 2—改性聚四氟乙烯板；
- 3—支承板；
- 4—下承压板；
- 5—试样。

图E.1 耗能器滞回性能试验装置示意

单根耗能器减隔震位移应满足 4.1.5 的要求，耗能器不断裂，并记录单根耗能器一滞回特性曲线。

E.3 试验报告

试验结束后应提交试验报告，试验报告应列出单根耗能器一滞回特性曲线，并评定试验结果。