

中国工程建设标准化协会标准

公路桥梁长寿命大吨位球型支座

Long-life Spherical Bearings for Highway Bridges

T/CECS XXX-XXXX

主编单位：浙江宁波杭甬复线三期高速公路有限公司
批准单位：中国工程建设标准化协会
施行日期：20XX年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

北京

目次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	2
4 产品分类、型号、规格及结构型式	3
5 技术要求	7
6 试验方法	15
7 检验规则	16
8 标志、包装、运输和贮存	18
9 安装和养护	18
附录 A (规范性) 低磨耗超高性能聚四氟乙烯滑板压缩变形试验方法	20
附录 B (规范性) 低磨耗超高性能聚四氟乙烯滑板蠕变变形试验方法	22
附录 C (规范性) 竖向压缩性能试验方法	24
附录 D (规范性) 水平承载力试验方法	26
附录 E (规范性) 转动性能试验方法	28

前言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准在 GB/T 17955-2009《桥梁球型支座》标准的基础上，通过提升滑板材料的耐磨性、改进滑板嵌固结构方式、支座结构和不锈钢全包覆防腐工艺四大创新措施，以达到“超百年寿命”的目标。

本标准由……提出。

本标准由……归口。

本标准主编单位：………

本标准参编单位：………。

本标准主要起草人：。

1 范围

本标准规定了公路桥梁长寿命大吨位球型支座的术语、定义、分类、结构形式与型号，技术要求，检验方法，检验规则，标志、包装、运输、贮存等要求。

本标准适用于竖向设计承载力为20000kN~100000kN的公路桥梁长寿命大吨位球型支座。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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（ISO 527-1：1993，IDT）

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 1632.3 塑料 使用毛细管黏度计测定聚合物稀溶液黏度 第三部分：聚乙烯和聚苯烯

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 2040 铜及铜合金板材

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 4956 磁性基体上飞磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法

GB/T 7233.1 铸钢件 超声检测 第1部分：一般用途铸钢件

GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

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 12332 金属覆盖层 工程用镍电镀层

GB/T 17955 桥梁球型支座

GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术规范

GB/T 50661 钢结构焊接规范

HG 2349-92 聚酰胺 1010 树脂
HG/T 2502 5201 硅脂
JB/T 5936 工程机械 机械加工件通用技术条件
JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件
JB/T 6402 大型低合金钢铸件 技术条件
JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
JT/T 873-2013 公路桥梁多级水平力球型支座
JT/T 901 桥梁支座用高分子材料滑板
TB/T 3274 铁路混凝土梁配件多元合金共渗防腐技术条件

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语、定义适用于本文件。

3.1.1 公路桥梁大吨位长寿命球型支座 **large-tonnage long-life spherical bearing for highway bridges**

设计承载力为 20000kN~100000kN 采用约束环嵌固方式的低磨耗滑板和不锈钢全覆盖防腐工艺为主要特点，具有与桥梁同寿命的公路桥梁球型支座。。

3.1.2 低磨耗超高性能聚四氟乙烯滑板 **low-wear ultra-high performance PTFE sliding plates**

用聚四氟乙烯纤维、超高分子量聚乙烯树脂填加有机或无机材料进行改性制成的，在承压应力 45MPa、无硅脂润滑、累积磨耗距离不小于 15km 条件下，线磨耗率不大于 6μm/km，且能承受相对滑动速度为 200mm/s 的快速剪切作用的高分子滑板材料。

3.1.3 滑板约束环 **sliding plate restraint ring**

镶嵌于球冠衬板顶面凹槽，用以约束平面滑板侧向变形的封闭圆环。

3.1.4 凹柱体 **concave cylinder**

由具有凹圆柱面与平面组成的柱体。

3.1.5 凸柱体 **convex cylinder**

由具有凸圆柱面与平面组成的柱体。

3.1.6 滑转结构 **sliding and rotating structure**

由凹柱体与凸柱体组成的具有滑动、转动和承受水平荷载功能的结构。

3.1.7 SF-I 铜基三层复合滑板 **copper based three-layer composite sliding plates**

由高密度铜合金板基层、青铜粉中间层、80 %聚四氟乙烯和 20%铅(体积比)组成的面层烧结而成

的复合材料滑板。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

- d — 低磨耗超高性能聚四氟乙烯板直径, 单位为毫米 (mm) ;
 h_1 — 低磨耗超高性能聚四氟乙烯板高出滑板约束环顶面的高度, 单位为毫米 (mm) ;
 h_2 — 滑板约束环高出球冠衬板顶面的高度, 单位为毫米 (mm) ;
 L — 不锈钢板对角线长度或直径, 单位为毫米 (mm) ;
 P — 支座设计竖向承载力, 单位为千牛 (kN) ;
 S — 滑板试样厚度, 单位为毫米 (mm) ;
 S_0 — 滑板初始外露高度, 单位为毫米 (mm) ;
UHPF-L— 低磨耗超高性能聚四氟乙烯板;
 Δh_{48} — 滑板从达到最大试验荷载时起, 第3小时至48小时, 每小时压缩变形的平均值;
 η — 线磨耗率, 单位为微米/千米 ($\mu\text{m}/\text{km}$) ;
 μ_s — 镜面不锈钢板与低磨耗超高性能聚四氟乙烯板之间的初始静摩擦系数。

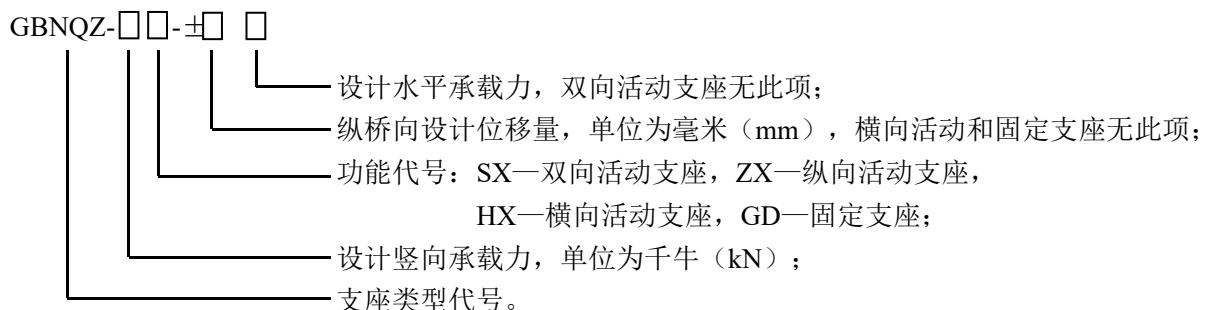
4 产品分类、型号、规格及结构型式

4.1 产品分类

公路桥梁长寿命大吨位球型支座具有承受额定竖向荷载并能各向转动的功能, 按其水平向位移特性分为:

- 双向活动支座: 具有多向位移性能, 不承担水平向荷载的作用, 代号 SX;
- 纵向活动支座: 具有纵桥向位移性能, 承受横桥向水平荷载的作用, 代号 ZX;
- 横向活动支座: 具有横桥向位移性能, 承受纵桥向水平荷载的作用, 代号 HX;
- 固定支座: 承受各向水平荷载, 各向无水平位移, 代号 GD。

4.2 型号



示例1:

GBNQZ-50000SX-±100: 表示设计竖向承载力为50000kN, 设计纵桥向位移量±100mm的长寿命双向活动球型支座。

示例2:

GBNQZ-50000ZX-±100-0.1P: 表示设计竖向承载力为50000kN, 设计纵桥向位移量±100mm, 设计横桥向水平承载力为设计竖向承载力的10%的长寿命纵向活动球型支座。

示例3:

GBNQZ-50000HX-0.15P: 表示设计竖向承载力为50000kN, 设计纵桥向水平承载力为设计竖向承载力的15%的长寿命横向活动球型支座。

示例4:

GBNQZ-50000GD-0.2P: 表示设计竖向承载力为50000kN, 设计各向水平承载力为设计竖向承载力的20%的长寿命固定球型支座。

4.3 规格

4.3.1 支座设计竖向承载力分为19级: 20000kN、22500kN、25000kN、27500kN、30000kN、32500kN、35000kN、37500kN、40000kN、45000kN、50000kN、55000kN、60000kN、65000kN、70000kN、75000kN、80000kN、90000kN和100000kN。

4.3.2 固定支座水平各向、纵向活动支座横桥向、横向活动支座纵桥向的设计水平承载力在一般情况下, 按与设计竖向承载力的比值分为0.1P、0.15P、0.2P三级。当桥梁或支座有特殊要求时, 可按相关要求进行设计。

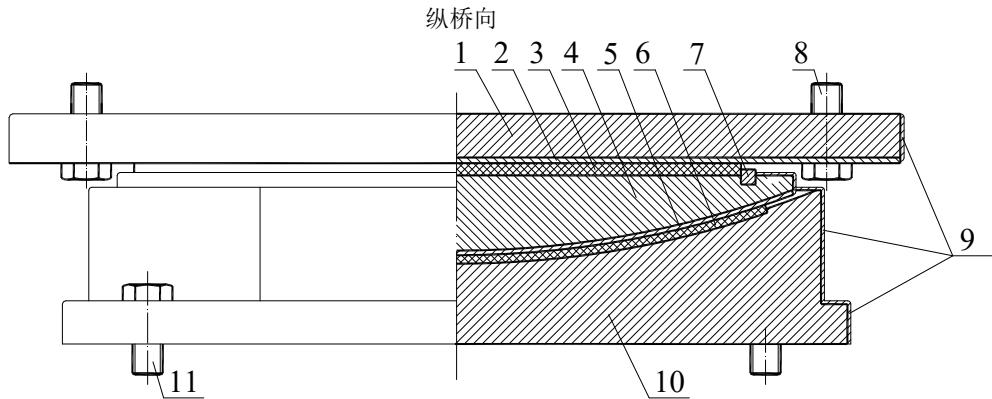
4.3.3 双向和纵向活动支座纵桥向设计位移分为5级: ±100mm、±150mm、±200mm、±250mm和±300mm。

4.3.4 双向和横向活动支座横桥向设计位移为: ±50mm。

4.3.5 当有特殊要求时, 设计位移可根据实际需要进行调整。

4.4 结构型式

4.4.1 双向活动支座由上支座板、平面不锈钢板、UHPF-L平面滑板、球冠衬板、球面不锈钢板、UHPF-L球面滑板、滑板约束环、梁底螺栓、包覆不锈钢板、下支座板和地脚螺栓组成, 结构示意图见图1。

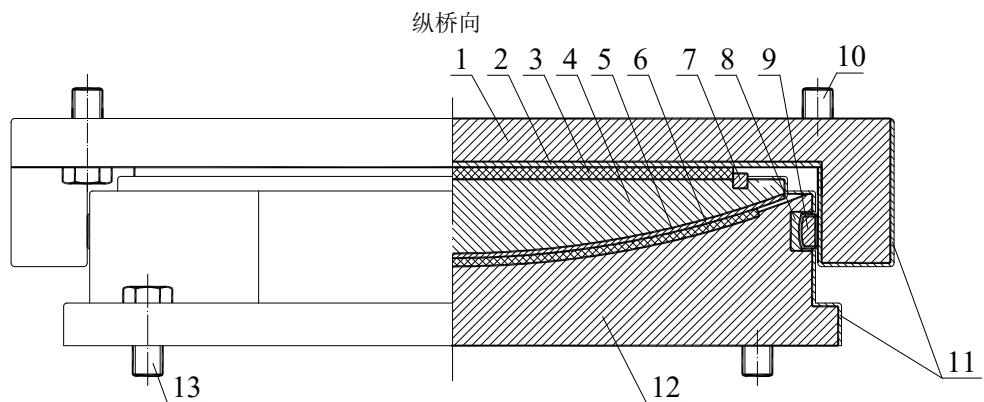


标引序号说明：

- | | | |
|--------------|--------------|---------|
| 1—上支座板 | 6—UHPF-L球面滑板 | 11—地脚螺栓 |
| 2—平面不锈钢板 | 7—滑板约束环 | |
| 3—UHPF-L平面滑板 | 8—梁底螺栓 | |
| 4—球冠衬板 | 9—包覆不锈钢板 | |
| 5—球面不锈钢板 | 10—下支座板 | |

图 1 双向活动支座结构示意图

4.4.2 纵向活动支座由上支座板、平面不锈钢板、UHPF-L 平面滑板、球冠衬板、球面不锈钢板、UHPF-L 球面滑板、滑板约束环、凹柱体、凸柱体、梁底螺栓、包覆不锈钢板、下支座板和地脚螺栓组成，结构示意图见图 2。

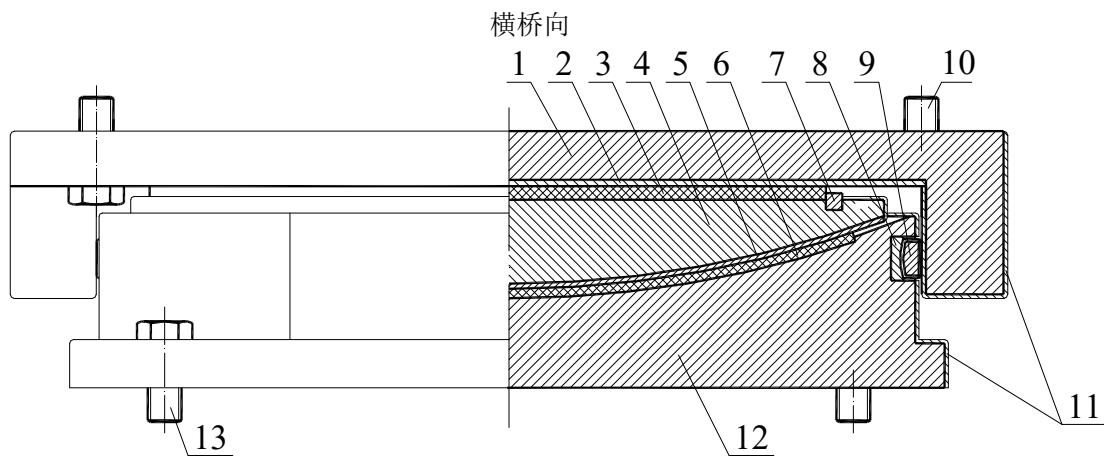


标引序号说明：

- | | | |
|--------------|--------------|-----------|
| 1—上支座板 | 6—UHPF-L球面滑板 | 11—包覆不锈钢板 |
| 2—平面不锈钢板 | 7—滑板约束环 | 12—下支座板 |
| 3—UHPF-L平面滑板 | 8—凹柱体 | 13—地脚螺栓 |
| 4—球冠衬板 | 9—凸柱体 | |
| 5—球面不锈钢板 | 10—梁底螺栓 | |

图 2 纵向活动支座结构示意图

4.4.3 横向活动支座由上支座板、平面不锈钢板、UHPF-L 平面滑板、球冠衬板、球面不锈钢板、UHPF-L 球面滑板、滑板约束环、凹柱体、凸柱体、梁底螺栓、包覆不锈钢板、下支座板和地脚螺栓组成，结构示意图见图 3。

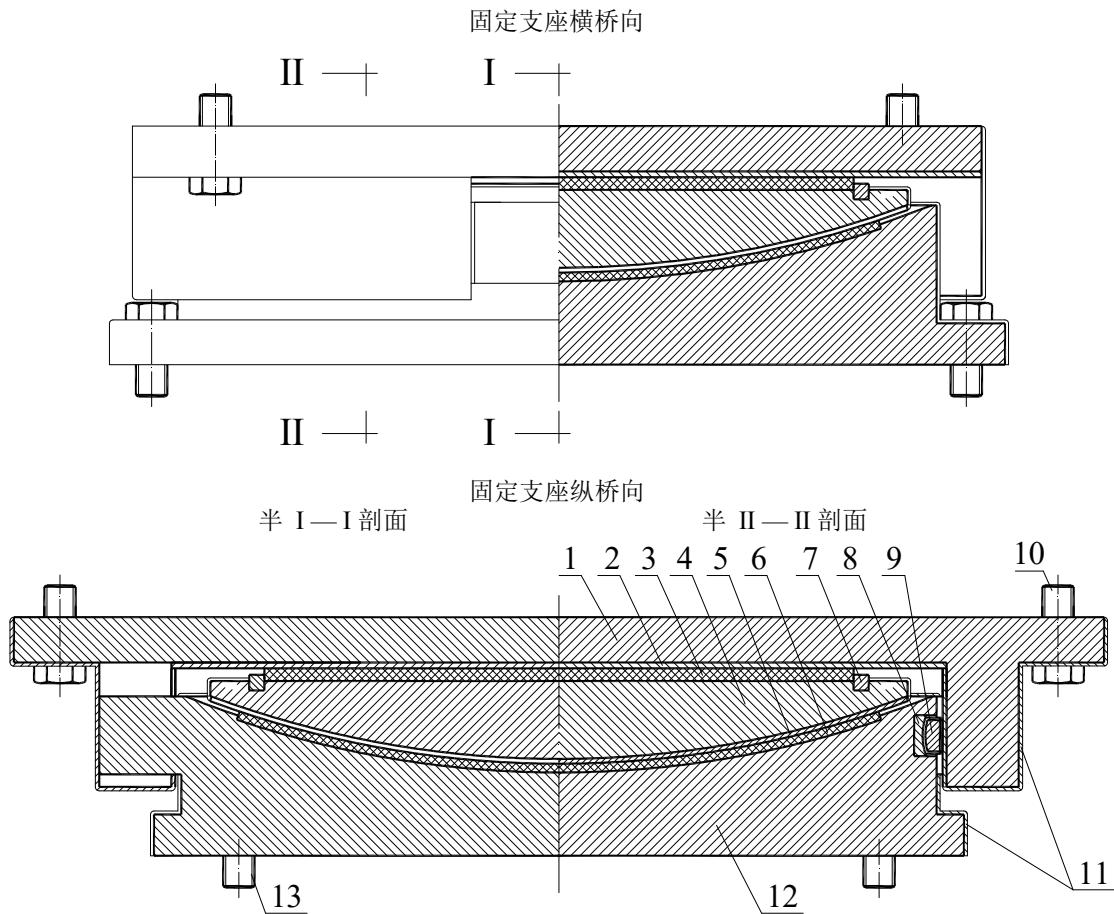


标引序号说明：

- | | | |
|--------------|--------------|-----------|
| 1—上支座板 | 6—UHPF-L球面滑板 | 11—包覆不锈钢板 |
| 2—平面不锈钢板 | 7—滑板约束环 | 12—下支座板 |
| 3—UHPF-L平面滑板 | 8—凹柱体 | 13—地脚螺栓 |
| 4—球冠衬板 | 9—凸柱体 | |
| 5—球面不锈钢板 | 10—梁底螺栓 | |

图 3 横向活动支座结构示意图

4.4.4 固定支座由上支座板、平面不锈钢板、UHPF-L 平面滑板、球冠衬板、球面不锈钢板、UHPF-L 球面滑板、滑板约束环、凹柱体、凸柱体、梁底螺栓、包覆不锈钢板、下支座板和地脚螺栓组成，结构示意图见图 4。



标引序号说明：

- | | | |
|--------------|--------------|-----------|
| 1—上支座板 | 6—UHPF-L球面滑板 | 11—包覆不锈钢板 |
| 2—平面不锈钢板 | 7—滑板约束环 | 12—下支座板 |
| 3—UHPF-L平面滑板 | 8—凹柱体 | 13—地脚螺栓 |
| 4—球冠衬板 | 9—凸柱体 | |
| 5—球面不锈钢板 | 10—梁底螺栓 | |

图 4 固定支座结构示意图

5 技术要求

5.1 支座性能

5.1.1 使用年限

在正常设计、生产、安装、运营和养护条件下，支座设计使用年限不应低于 100 年。

5.1.2 竖向压缩变形

在设计竖向承载力作用下，总高度不大于 200mm 的支座，竖向压缩变形不应大于 3mm；总高度大于 200mm 的支座，竖向压缩变形不应大于支座高度的 1.5%，且不应大于 5mm。

5.1.3 转角

支座设计竖向转角不小于0.02rad。

5.1.4 支座发生转动后，支座上、下支座板与滑转结构之间单边应呈面接触形式。

5.1.5 适用温度范围

支座适用的温度范围为-40°C~60°C。

5.1.6 活动支座摩擦系数

5.1.6.1 在硅脂润滑条件下，活动支座初始静摩擦系数 μ_s 应满足下列要求：

a) -25°C~+60°C: $\mu_s \leq 0.03$

b) -40°C~-25°C: $\mu_s \leq 0.05$

5.1.6.2 在无硅脂润滑条件下，活动支座初始静摩擦系数 μ_s 应满足下列要求：

a) -25°C~+60°C: $\mu_s \leq 0.05$

b) -40°C~-25°C: $\mu_s \leq 0.07$

5.1.7 除上支座板顶面和下支座板底面外，支座各部件外露表面应包覆不锈钢板。

5.2 支座用材料

5.2.1 低磨耗超高性能聚四氟乙烯板

5.2.1.1 支座用低磨耗超高性能聚四氟乙烯板物理机械性能应符合表1的规定。

表1 低磨耗超高性能聚四氟乙烯板的物理机械性能

项目		技术指标	试验方法
密度	g/cm ³	$0.95 < \rho \leq 1.05$	GB/T 1033.1
拉伸强度	MPa	≥ 21	GB/T 1040.3
断裂拉伸应变	%	≥ 150	GB/T 1040.3
拉伸弹性模量	Mpa	$600 \leq E_t \leq 900$	GB/T 1040.1
球压痕硬度 (H132/60 ^a)	Mpa	$26.4 \leq H \leq 39.6$	GB/T 3398.1

^a 球压痕硬度中 H132/60 为荷载 132N、持荷 60s。

5.2.1.2 低磨耗超高性能聚四氟乙烯板在有硅脂润滑和无硅脂润滑状态下与不锈钢板摩擦时的摩擦和磨耗性能应符合表2的规定。

表 2 低磨耗超高性能聚四氟乙烯板的摩擦系数、线磨耗率与荷载压缩变形性能

项目					技术指标		
初始静摩擦系数 μ_s	试验条件	平均压应力			Mpa 45		
		相对滑动速度			mm/s 15		
		有硅脂	试验温度	23±2 °C	≤0.005		
				-40±2 °C	≤0.025		
		无硅脂	试验温度	23±2 °C	≤0.05		
				-40±2 °C	≤0.07		
线磨耗率	平均压应力			Mpa	45		
	试验温度			°C	23±2		
	相对滑动速度			mm/s	15		
	往复滑动距离			mm	±10		
	累计滑动距离			km	15		
	线磨耗率(无硅脂)			μm/km	≤6		
荷载压缩变形	平均压应力			Mpa	45		
	温度条件			°C	35±2		
	持荷时间			h	48		
	压缩变形			mm	≤0.075S		
	蠕变变形 Δh_{48}			mm	≤0.0005S ₀		

5.2.2 滑板约束环

滑板约束环应采用封闭圆环, 材料采用聚酰胺 1010 树脂, 结构型式和尺寸应符合设计图要求, 物理机械性能应符合表 3 的规定。

表 3 聚酰胺 1010 树脂的物理机械性能

项目	技术指标		试验方法
密度	g/cm ³	1.04 < ρ ≤ 1.06	HG 2349-92
拉伸强度	MPa	52~55	
断裂拉伸应变	%	≥150	
拉伸弹性模量	MPa	≥1600	
球压痕硬度 (H132/60 ^a)	MPa	26.4 ≤ H ≤ 39.6	
^a 球压痕硬度中 H132/60 为荷载 132N、持荷 60s。			

5.2.3 硅脂

滑板采用5201-2优质硅脂润滑, 不应有机械杂质。5201-2硅脂的理化性能指标不应低于HG/T 2502中一等品的有关规定。

5.2.4 不锈钢板

5.2.4.1 支座用不锈钢板应采用 022Cr17Ni12Mo2 或 022Cr19Ni13Mo3 牌号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。

5.2.5 钢件

5.2.5.1 支座部件若采用钢板时,钢板的化学成分和力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700 及 GB/T 1591 的有关规定。

5.2.5.2 支座部件若采用铸钢件时, 铸钢件的强度不宜低于 ZG270-500, 有特殊要求时可采用低合金铸钢件。铸钢件的化学成分、热处理后的机械性能应符合 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。

5.2.5.3 支座用于低温环境时, 其主要部件(上下支座板及钢衬板等)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应满足相关标准或设计要求。

5.2.5.4 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。

5.2.6 SF-I 三层复合板

SF-I 三层复合板在 280Mpa 压应力下的压缩永久变形量不大于 0.03mm; 按规定方法反复弯折 5 次不应有脱层、剥离, 表层的改性聚四氟乙烯不断裂。

5.3 尺寸与偏差

5.3.1 滑板

5.3.1.1 滑板宜采用整体板, 但当滑板尺寸较大, 现有生产设备无法整体制造时, 可采用分片镶嵌, 但应尽可能减少镶嵌板的数量。滑板厚度 8 mm, 外露高度 3 mm。厚度、外露高度极限偏差和装配间隙应符合表 4 的规定。滑板背面需经表面活化处理后, 与基层钢板粘结并镶嵌在滑板约束环中。当滑板尺寸较大时, 可用沉头四氟螺钉定位方式固定, 螺钉顶面应低于滑板表面不小于 2 mm。

表 4 滑板的尺寸最小允许偏差及装配间隙

滑板直径 d (或对角线长度) (mm)	厚度极限偏差 (mm)	外露高度 (h_1) 极限偏差 (mm)	与限位环的容许装配间隙 (mm)
$700 < d \leq 1200$	$+0.5$ 0	$+0.5$ 0	≤ 0.8
$d > 1200$	$+0.6$ 0	$+0.7$ 0	≤ 1.0

5.3.1.2 滑板的滑动面上应设有储硅脂槽, 储硅脂槽的平面布置和尺寸见图 5。

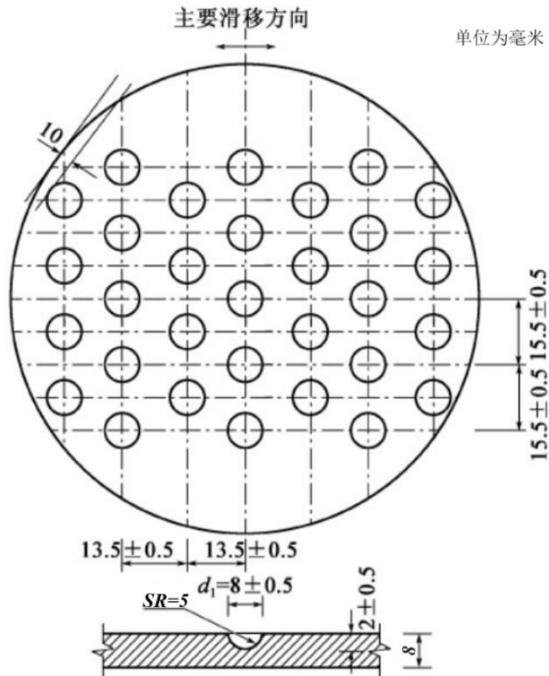


图 5 储硅脂槽的尺寸及平面布置图

5.3.2 滑板约束环

滑板约束环应采用封闭圆环，不应有断开接口。滑板约束环镶嵌在基层钢板的圆形凹槽中，并与圆形凹槽粘接。滑板约束环的厚度为 8 mm~12 mm，宽度为厚度的 1.5 倍，外露高度不小于 3 mm（根据百年所需累积磨耗距离确定）。厚度、外露高度极限偏差和装配间隙应符合表 5 的规定。

表 5 滑板约束环的尺寸最小允许偏差及装配间隙

滑板约束环内径 d (mm)	厚度极限偏差 (mm)	外露高度 (h_2) 极限偏差 (mm)	与衬板凹槽的容许装配间隙 (mm)
$700 < d \leq 1200$	$+0.5$ 0	$+0.5$ 0	≤ 0.8
$d > 1200$	$+0.6$ 0	$+0.7$ 0	≤ 1.0

5.3.3 不锈钢板

5.3.3.1 支座滑动面和转动面用不锈钢板长度或直径不大于 1500mm 时，板厚可采用 1.5mm；不锈钢板长度或直径大于 1500mm 时，板厚不宜小于 2mm。不锈钢板表面应符合 GB/T 3280—2007 的 8# 表面加工要求，表面粗糙度 R_a 不应大于 $0.8\mu\text{m}$ 。焊接后不锈钢板表面的平面度公差、柱面度和球面轮廓度公差应不超过滑板直径（或对角线长度）的 0.03% 和 0.2mm 中的较大者。

5.3.3.2 支座包覆不锈钢板厚度不应小于 0.8mm。不锈钢板表面应符合 GB/T 3280—2007 的 8# 表面加工要求。

5.3.4 球冠衬板

球冠衬板凸球面采用包覆不锈钢板，不锈钢板应满足 5.3.3.1 的要求，包覆后的不锈钢板表面不应有折皱，且应与基底钢衬板密贴，不应有脱空现象，并应确保球面轮廓度的公差。

5.3.5 机加工件

支座机加工件的尺寸公差应满足设计图纸的要求。未注线性和角度尺寸的公差应符合 GB/T 1804—2000 的 m 级规定，未注形状和位置公差应符合 GB/T 1184—1996 中 K 级的规定。

5.3.6 SF-I 三层复合板

SF-I 三层复合板各层的厚度及偏差应符合 JT/T 901 的规定。

5.4 外观质量

5.4.1 滑板

滑板在自然光下用目视法检查，板材表面应光滑、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。

5.4.2 滑板约束环

滑板约束环表面应光滑，无毛刺。

5.4.3 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。

5.4.4 不锈钢板

5.4.4.1 与滑板接触的不锈钢板接触面应为镜面，表面应平整、光洁，不应有鼓泡、褶皱和影响使用性能的机械损伤。

5.4.4.2 包覆不锈钢板表面应平整、光洁，不应有鼓泡、褶皱和影响使用性能的机械损伤。

5.4.5 SF-I 三层复合板

三层复合板表面应无脱层、起泡、剥落、机械夹杂等缺陷。

5.4.6 钢件

5.4.6.1 支座部件采用钢板加工时，加工配合面的粗糙度 Ra 不应大于 $6.3\mu\text{m}$ ，并符合设计图纸要求。加工后的配合面及摩擦表面不应有降低表面质量的印记。

5.4.6.2 铸钢件

a) 铸钢件加工后允许存在表 6 规定的表面缺陷, 铸钢件经机加工后表面缺陷超过表 6 规定, 但不超过表 7 规定, 且不影响铸钢件使用寿命和使用性能时, 允许进行一次电焊修补。对有蜂窝状孔洞的部件不得修补使用。

表 6 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 mm	缺陷深度	缺陷个数	缺陷总面积	缺陷间距 mm	
下支座板外圆柱以内的底面及上支座板、衬板	缺陷直径≤2	不大于所在部位厚度的 10%	在 200mm×200mm 内不多于 1 个	不大于所在部位面积的 1.5%	≥80	不允许
下支座板外圆柱以外的底面及下支座板上表面	缺陷直径≤3					

表 7 铸钢件缺陷修补后的表面要求

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
下支座板外圆柱以内的底面及上支座板	不大于所在部位面积的 2%	不大于所在部位板厚 1/3	≤2
下支座板外圆柱以外的底面及下支座板上表面			≤3

b) 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, 且不得有未焊透、裂缝、夹渣、气孔等缺陷。补焊后的部件应进行退火或回火处理。

5.4.7 滑转结构凹柱体和凸柱体可采用镀铬或镀镍处理, 镀层厚度不小于 $50\mu\text{m}$, 镀铬层应满足GB/T 11379的要求, 镀镍层应满足GB/T 12332的要求。凹柱体圆柱面镀层表面粗糙度Ra值应小于 $1.6\mu\text{m}$ 。电镀后的凸柱体外包SF-I三层复合板, 包覆后的SF-I三层复合板表面不应有褶皱、且应与凸柱体密贴, 并确保包覆后的尺寸公差符合设计要求。

5.5 焊接

5.5.1 支座部件采用焊接件时, 焊接部位的技术要求应符合设计图纸的相关规定, 当无具体规定时, 焊接部位的技术要求应符合GB 50661的相关规定。

5.5.2 滑动面和转动面不锈钢板与基层钢板采用氩弧焊焊接, 焊缝应光滑、平整、连续。

5.5.3 包覆不锈钢板与基层钢板或包覆不锈钢板之间可采用激光填丝焊接, 焊缝应光滑、平整、连续, 包覆不锈钢板和焊缝应将基材钢板全覆盖, 不应有缺口, 焊缝应进行抛光处理。

5.5.4 滑转结构凸柱体包覆 SF-I三层复合板之间采用填丝焊接, 焊缝应光滑、平整、连续。

5.6 支座防腐与防尘

5.6.1 上支座板上表面和下支座板下表面可采用 JT/T 722 中配套编号为 S04 的涂装体系。

5.6.2 滑转结构凹柱体和凸柱体采用镀铬或镀镍处理, 镀层质量应符合 5.4.7 的要求。

5.6.3 支座上支座板滑动面和球冠衬板转动面采用包覆不锈钢。

5.6.4 支座其余部位采用涂装和包覆不锈钢进行防护。涂装可采用一层环氧富锌底漆和一层丙烯酸聚氨酯面漆，涂层总厚度不应小于 $140\mu\text{m}$ 。包覆不锈钢的材质、外观和焊接应分别符合 5.2.4、5.4.4 和 5.5.3 的要求。

5.6.5 支座用锚固套筒及螺栓应采用多元合金共渗（经钝化处理）的方法进行防腐处理，防腐层的技术要求应符合 TB/T 3274 的相关规定。支座螺栓应设不锈钢保护罩，保护罩材质应符合 5.2.4 的要求，安装应牢固。

5.6.6 支座应设置可靠的便于拆装的防尘构造。

5.7 支座组装

5.7.1 零部件组装前，应按 5.2、5.3、5.4 和 5.5 的规定逐件进行检测，合格后打上合格标记。外协件应有合格证书，合格零部件方可进行组装。

5.7.2 支座组装前应清洁所有零部件。支座滑动面和转动面应用丙酮或酒精擦净，接触面不应有碰伤、锈蚀、划痕。

5.7.3 球冠衬板与滑板粘接面擦净后均匀涂抹粘接剂，滑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。滑板在粘贴前分别按下列情况处理：

- 滑板与支座钢部件粘合面应经萘钠活化处理，处理后滑板应避光保存，20天内完成粘接；
- SF-I三层复合板与基层钢板采用厌氧胶粘结，并用M5沉头螺钉连接。

5.7.4 支座组装后上支座板与下支座板应平行，平行度应不大于底盆直径的 2‰。上、下支座板中心线应重合。

5.7.5 支座组装后组装间隙应符合表 8 规定。

表 8 组装间隙

竖向设计承载力/kN	滑转结构凸柱体与上支座板之间的净间隙/mm	其他
$20000 < P \leq 50000$	0.3~1.0	满足设计要求
$50000 < P \leq 100000$	0.3~1.2	

5.7.6 支座组装后高度的偏差应符合表 9 的要求。

表 9 组装高度极限偏差

竖向设计承载力/kN	组装高度极限偏差/mm
$20000 < P \leq 50000$	±3
$50000 < P \leq 100000$	±4

5.7.7 支座组装应小心进行, 避免支座部件包覆不锈钢板划伤或碰伤。组装后支座外观应平整、洁净、无损伤。

5.7.8 支座组装后应用可靠的临时连接进行固定, 临时连接在运输、贮存和安装过程不应任意拆卸。

6 试验方法

6.1 材料

6.1.1 低磨耗超高性能聚四氟乙烯板

- a) 物理机械性能试验应按表 1 规定的方法进行。
- b) 摩擦系数测定方法应按 JT/T 901—2013 的规定进行, 技术指标应符合表 2 的要求。
- c) 线磨耗率测定方法应按 JT/T 901—2013 的规定进行, 技术指标应符合表 2 的要求。
- d) 压缩变形测定方法应按附录 A 的规定进行, 技术指标应符合表 2 的要求。
- e) 蠕变变形测定方法应按附录 B 的规定进行, 技术指标应符合表 2 的要求。

6.1.2 聚酰胺 1010 树脂

物理机械性能试验应按表3规定的方法进行。

6.1.3 硅脂

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-I 三层复合板

SF-I 三层复合板层间结合牢度、永久压缩变形和初始静摩擦系数的测定应按 JT/T 901 的规定进行。

6.2 镀层厚度

镀铬或镀镍镀层厚度应按 GB/T 4956 规定的方法进行测量。

6.3 外形尺寸

6.3.1 支座外形尺寸应用钢直尺或游标卡尺测量。

6.3.2 装配间隙应采用塞规或塞尺测量。

6.3.3 测量次数应不少于 4 次, 结果取实测值的平均值。

6.4 外观质量

支座外观质量应用目测或量具的方法进行。

6.5 成品支座

6.5.1 试验场地

整体支座的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。

6.5.2 试验项目

成品支座应进行竖向承载力、水平承载力和转动性能试验。

6.5.3 试样

成品支座竖向承载力、水平承载力和转动性能试验宜采用实体支座。当受试验设备能力限制时，经业主同意可选用有代表性的小型支座进行试验。

6.5.4 试验方法

- a) 成品支座竖向压缩性能试验应按附录 C 的规定进行。
- b) 成品支座水平承载力试验应按附录 D 的规定进行。
- c) 成品支座转动性能试验应按附录 E 的规定进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

支座检验分为进厂原材料检验、出厂检验和型式检验三类。

7.1.1 进厂原材料检验

进厂原材料检验为支座加工用原材料及外协加工件进厂时所进行的验收检验。

7.1.2 出厂检验

出厂检验为生产厂在每批产品交货前应进行的检验。

7.1.3 型式检验

型式检验应由具有相应资质的质量检测机构进行。在有下列情况之一时，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) 正常生产时，定期每两年进行一次；
- 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；
- f) 国家质量监督机构或用户提出进行型式检验要求时。

7.2 检验项目及要求

7.2.1 支座用原材料的进厂检验应符合表 10 的要求，并附有每批进料材质证明。

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
低磨耗超高性能聚四氟乙烯板	物理机械性能、尺寸、外观	5.2.1.1、5.3.1、5.4.1	每批 (不大于 500kg)
	初始静摩擦系数、线磨耗率 ^a	5.2.1.2	
滑板约束环	物理机械性能	5.2.2	每批
	尺寸、外观	5.3.2、5.4.2	每个
硅脂	物理性能、外观质量	5.2.3、5.4.3	每批 (不大于 1000kg)
不锈钢板	化学成分、力学性能、外观质量	5.2.4、5.4.4	每批
钢板	化学成分、力学性能	5.2.5.1、5.4.6.1	每批
铸钢件	化学成分、力学性能	5.2.5.2、5.4.5.2	每炉
	超声波探伤、外观质量		每件
锚栓	化学成分、力学性能、防腐	5.2.5.5、5.6.5	每批 (不大于 500 件)
SF-I 三层复合板	层间结合牢度、压缩永久变形 外观质量、外形尺寸	5.2.6、5.3.6、5.4.5、设计图	每批 (不大于 100kg)

^a 线磨耗率测试距离: 15km。

7.2.2 产品出厂检验应符合表 11 的规定。

表 11 产品出厂检验

检验项目	检验内容		技术要求	检验频次
支座部件	滑板	外露高度、与限位环之间的组装间隙、是否 储有硅脂、储有硅脂坑排列方向	设计图 5.3.1	每件
	限位环	外露高度、与基层钢件凹槽之间的组装间隙	设计图 5.3.2	
	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	5.3.3 5.5.2、5.5.3	
	球冠衬板	尺寸、外观质量	设计图、5.3.4	
	上支座板、下支座板	尺寸、外观质量、涂装质量	设计图、5.3.5、 5.6.1、5.6.3、 5.6.4	
	凹柱体、凸柱体	尺寸、镀层质量	设计图 5.6.2	
支座组装	支座安装尺寸、外形尺寸、标识及外观质量、 组装后支座的高度偏差、平行度、组装间隙	设计图 5.7	每个支座	
防尘	按设计图	按设计图		

7.2.3 支座型式检验应符合表 12 的规定。

表 12 支座型式检验

检验项目	检验内容	技术要求
支座原材料	表 10	表 10
所有出厂检验项目	表 11	表 11
整体支座	竖向压缩变形	5.1.2
	水平承载力	5.1.3
	转动性能	5.1.4、5.1.5

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方可使用, 不合格部件不应使用。

7.3.2 出厂检验时, 若有一项不合格, 则应从该批产品中随机取双倍的支座对不合格的项目进行复检, 若仍有不合格, 则判定该批次产品不合格。

7.3.3 整体支座试验的结果若有两个支座各有一项不合格, 或有一个支座两项不合格时, 应取双倍试样对不合格项目进行复检, 若仍有一个支座一项不合格, 则判定该批产品不合格。若有一个支座三项不合格, 则判定该批产品不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 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(支座型号、竖向设计承载力、位移量、转角)、生产厂名、出厂编号和生产日期。在支座本体明显位置标明支座的纵、横向位移方向。支座上、下支座板四周侧面应有中线标识。

8.2 每个支座应有牢固包装。包装上应注明产品名称、规格型号、出厂日期, 并附有产品合格证、使用说明书及装箱单。

8.3 支座在储存、运输中, 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。

8.4 支座在运输、贮存和安装过程中, 不应任意拆卸。

9 安装和养护

9.1 安装准备

9.1.1 支座安装处应设置支承垫石。支承垫石的长度和宽度均应大于支座底板平面尺寸不小于400mm, 支承垫石顶面应平整, 任意两点高差不应大于3mm。垫石内应布置钢筋网, 垫石混凝土强度等级不低于C40。

9.1.2 支承垫石应预留地脚螺栓孔并设置支座临时支点。预留地脚螺栓孔的直径和深度应大于地脚螺栓直径及其埋入支承垫石的深度约60mm左右。支座安装支点应不少于4个, 平面位置应尽量使支座放置后变形最小, 垫石顶面标高与支座底面标高相同, 安装应牢固。

9.1.3 在支承垫石上安装灌浆模板。灌浆模板顶面应高出支座底面5~10mm, 与支座底板之间应留有50mm~100mm的水平间隙以便于灌浆。注意灌浆模板安装应可靠, 不应漏浆。

9.1.4 支座安装前方可开箱, 并检查装箱清单和支座连接状况是否正常, 但不得任意松动上、下支座连接板及连接螺栓。

9.2 支座安装

9.2.1 在支座安装位置划出中心线, 支座纵桥向中心线应与梁的纵桥向中心线重合或平行。

9.2.2 将地脚螺栓穿入支座底板螺栓孔并拧紧固定, 吊装支座并注意使支座处于水平状态。注意支座吊装时应小心、缓慢进行, 避免磕碰造成包覆不锈钢板的损坏。

9.2.3 将支座落于支承垫石顶面支座安装支点上并对中，检查支座的安装方向、顶面标高和水平度符合要求后，用专用支座灌浆料灌满地脚螺栓孔和支座底面与支承垫石顶面直之间的间隙，灌浆材料应不低于 GB/T 50448 中 II 类标准，待灌注的浆体达到一定强度后方可拆除灌浆模板。

9.2.4 拆除支座临时链接。根据上部结构不同的施工方式，临时链接拆除时间如下：

- a) 满堂支架施工：在拆除满堂支架之前进行。
- b) 悬臂施工：支座顶梁端施工完成之后，支座顶梁端临时支承拆除之前。

9.2.5 安装防尘设施。

9.3 支座养护

支座使用期间，应作为重点养护对象，并按有关养护规范定期进行日常检查与养护。

附录 A

(规范性)

低磨耗超高性能聚四氟乙烯滑板压缩变形试验方法

A. 1 试样

A. 1. 1 滑板试样：直径 155 mm，厚 8 mm，滑板镶嵌深度为 5 mm。

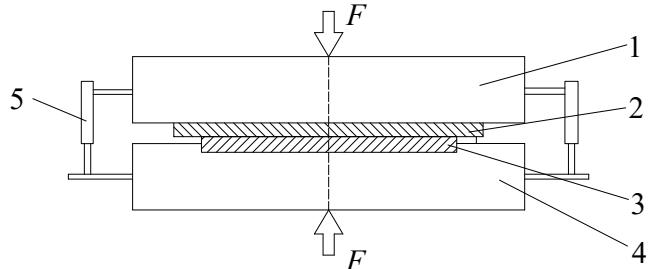
A. 1. 2 滑板表面设储脂坑，不涂硅脂。

A. 2 试验条件

试验条件见表 A.1，试验装置见图 A.1。

表 A. 1 荷载压缩变形试验条件

试验条件	单位	UHPF-L
试样最大压应力	MPa	45
试验温度	°C	23±5
试样数量	个	1



标引序号说明：

1——上承压板；

2——不锈钢板；

3——试样；

4——下承压板；

5——位移传感器或千分表。

图 A. 1 滑板荷载压缩变形试验装置

A.3 试验方法

滑板荷载压缩变形试验方法应按以下要求和操作程序进行：

- a) 按图 A.1 安装试样和位移传感器（精确到 0.001 mm），位移传感器沿试样的直径方向对称安装 4 只；
- b) 在标准温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中，对试样施加最大试验荷载的 1 %作为初始荷载后，用量具测量试样对称四点的外露高度，并以四点的平均值作为试样初始外露高度 S_0 ，将位移传感

- 器清零；
- c) 正式加载时，试验荷载由零至最大试验荷载均分 10 级（最大试验荷载为试样最大压应力乘以试样面积）。试验时以最大试验荷载的 1 % 作为初始压力，然后逐级加载，每级荷载稳压 2min 后读取位移传感器的数值，直至最大试验荷载，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；
 - d) 取 4 个位移传感器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。
 - e) 加载过程中若出现测试指标异常，应立即暂停试验，在查明原因并详细记录该异常情况后，方可决定后续操作。

A.4 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 试验概况描述：包括试件尺寸和试验条件，并附简图；
- b) 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试样总厚度的百分比，绘制荷载-竖向压缩变形曲线，评定试验结果；
- c) 附试验照片。

附录 B

(规范性)

低磨耗超高性能聚四氟乙烯滑板蠕变变形试验方法

B. 1 试样

B. 1. 1 滑板试样：直径 155 mm，厚 8 mm，滑板镶嵌深度为 5 mm。

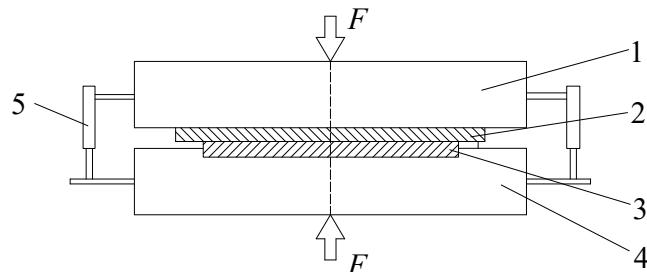
B. 1. 2 滑板表面设储脂坑，不涂硅脂。

B. 2 试验条件

试验条件见表 B.1，试验装置见图 B.1。

表 B. 1 蠕变变形试验条件

试验条件	单位	UHPF-L
试样应力	MPa	120 ± 2
试验温度	°C	35 ± 2
持荷时间	h	48
试样数量	个	1



标引序号说明：

1——上承压板（可加热）；

2——不锈钢板；

3——试样；

4——下承压板（可加热）；

5——位移传感器或千分表。

图 B. 1 滑板蠕变变形试验装置

B. 3 试验方法

滑板荷载压缩变形试验方法应按以下要求和操作程序进行：

a) 按图 B.1 安装试样和位移传感器（精确到 0.001 mm），位移传感器沿试样的直径方向对称

安装 4 只；

b) 在标准温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中，对试样施加 5kN（以试验机示值为准，不要求荷载精度）

作为初始荷载，使上承压板与试样密贴。用量具测量试样对称四点的外露高度，并以四点的平均值作为试样初始外露高度 S_0 （精确到 0.01mm），将位移传感器清零；

- c) 将上下承压板加热至 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，保持该温度 1 h 后对试样缓慢施加荷载，直至试样的压应力达到相应试验压应力；
 - d) 开始试验，每隔 1 小时 用四只精度为 0.001 mm 的位移传感器测量滑板外露高度，直至 48 小时 。按式 (B.1) 计算每小时滑板外露高度变化的平均值 Δh_t 。

式中：

Δh_t ——试验开始后 3 小时~ t 小时内, 每小时滑板外露高度变化的平均值, 单位为毫米 (mm);

S_3 ——第 3 小时滑板外露高度, 单位为毫米 (mm);

S_t ——第 t 小时滑板外露高度, 单位为毫米 (mm)。

- e) 加载过程中若出现测试指标异常，应立即暂停试验，在查明原因并详细记录该异常情况后，方可决定后续操作。

B. 4 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 试验概况描述: 包括试验尺寸和试验条件, 并附简图;
 - b) 试验记录完整, 并计算 Δh_{48} , 绘制 Δh_t -时间关曲系线, 评定试验结果;
 - c) 附试验照片。

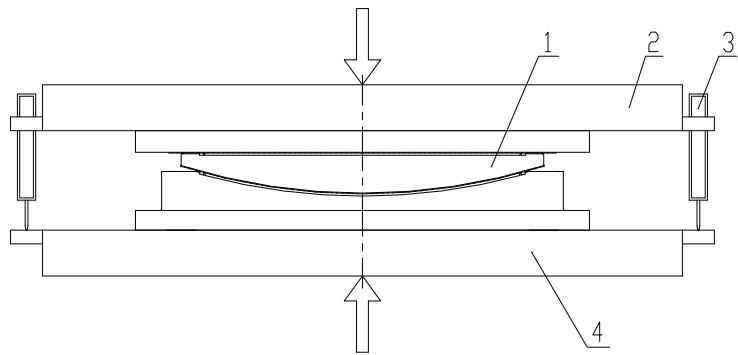
附录 C

(规范性)

竖向压缩性能试验方法

C. 1 试样

成品支座竖向压缩变形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 $23^{\circ}\text{C}\pm5^{\circ}\text{C}$ 环境下停放24h以上。



标引序号说明：

- 1—试样；
- 2—上承压板；
- 3—位移传感器；
- 4—下承压板

图 C. 1 成品支座竖向压缩试验装置示意图

C. 2 试验方法

成品支座竖向压缩变形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，试验荷载宜在试验机最大示值的20%~80%。最大试验荷载为支座竖向设计承载力。试验装置见图C.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；
- b) 加载试验前，应对支座进行预压，预压荷载为支座设计竖向承载力，预压次数为3次；
- c) 正式加载时，试验荷载由零至最大试验荷载均分10级，试验时以支座竖向设计承载力的5%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，直至最大试验荷载，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；

- d) 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。
- e) 加载过程中若出现测试指标异常，应立即暂停试验，在查明原因并详细记录该异常情况后，方可决定后续操作。

C. 3 试验报告

试验报告应包含一下内容：

- a) 试验概况描述：包括支座型号和简图；
- 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，绘制荷载-竖向压缩变形曲线，评定试验结果；
- e) 附试验照片。

附录 D (规范性)

水平承载力试验方法

D. 1 试样

成品支座水平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。

D. 2 试验方法

按图D.1放置试样后, 按下列步骤进行支座水平承载力试验。

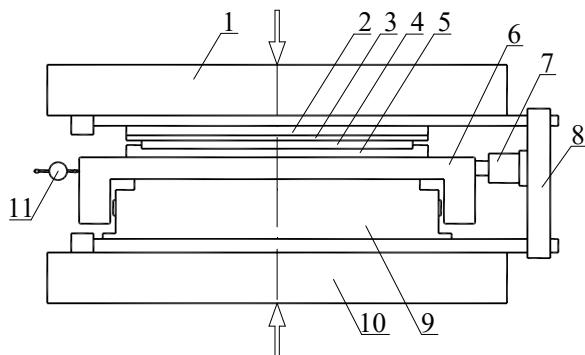


图 D. 1 (a)

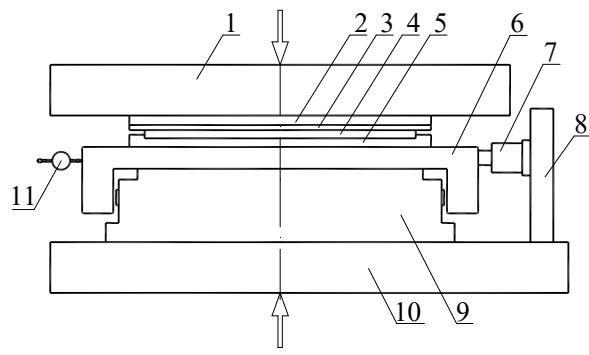


图 D. 1 (b)

标引序号说明:

- | | | |
|--------------|-------------|------------|
| 1——上承压板; | 5——下隔离板; | 9——试样下支座板; |
| 2——上隔离板; | 6——试样上支座板; | 10——下承压板; |
| 3——镜面不锈钢板; | 7——水平力施加装置; | 11——百分表。 |
| 4——改性聚四氟乙烯板; | 8——反力架; | |

图 D. 1 成品支座水平承载力试验装置示意图

- 将试样置于试验机的承压板上, 测量支座外型尺寸。安装好反力架及水平力施加装置。根据试验条件, 反力架可采用图 D.1(a)所示的自平衡式反力架, 或采用图 D.1(b)所示的挡墙式反力架。安装好试验设备, 水平加载至支座设计水平承载力的 0.5%, 核对水平方向百分表及水平千斤顶数据, 确认无误后, 进行预推。
- 预推: 施加竖向荷载至支座设计竖向承载力的 50%后, 缓慢施加水平荷载至支座设计水平承载力的 20%, 然后水平荷载卸载。预推反复进行 3 次。
- 正式加载, 最大水平试验荷载为支座设计水平承载力的 1.2 倍。将水平荷载由零至最大水平试

验荷载均匀分为 10 级。试验时先施加竖向荷载至支座设计竖向承载力的 50%，再施加支座设计水平承载力的 0.5%作为初始推力，然后逐级加载。每级荷载稳定 2 min 后，记录百分表数据。待施加的水平荷载达到支座设计水平承载力的 90%后，再将竖向荷载加至支座设计竖向承载力，然后将水平荷载加至最大水平试验荷载，稳定 3 min 后卸载。加载过程连续进行 3 次。

- d) 水平荷载作用下的变形取 2 个百分表的平均值，绘制荷载-水平变形曲线。变形曲线应呈线性关系。
- e) 加载过程中若出现测试指标异常，应立即暂停试验，在查明原因并详细记录该异常情况后，方可决定后续操作。
- f) 拆除装置，检查支座变形是否恢复，检查支座外型尺寸是否发生变化，尺寸发生变化的产品为不合格。

D. 3 试验报告

试验报告应包含一下内容：

- a) 试验概况描述：包括支座型号和简图；
- b) 试验机性能和水平力加载装置描述；
- c) 试验过程中出现异常现象描述；
- d) 试验记录完整，评定试验结果；
- e) 附试验照片。

附录 E

(规范性)

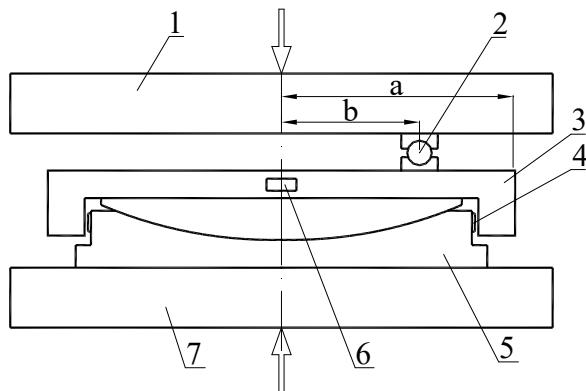
转动性能试验方法

E. 1 试样

成品支座转动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 $23^{\circ}\text{C}\pm5^{\circ}\text{C}$ 环境下停放24h以上。

E. 2 试验方法

按图E.1放置试样后, 按下列步骤进行支座转动性能试验。



标引序号说明:

- | | |
|-------------|------------------------|
| 1——上承压板; | 5——试样下支座板; |
| 2——转轴; | 6——倾角传感器 (精度: 0.01 度); |
| 3——试样上支座板; | 7——下承压板。 |
| 4——滑转结构凸柱体; | |

图 E. 1 成品支座转动试验装置示意图

- a) 对中安装好试样后, 在与试样中线距离为 b 处安放转轴, b 约为试样上支座板边缘至中线距离 a 的 $1/2\sim2/3$ 。在试样上支座板两端安放 2 只倾角传感器, 测试试样上支座板的转角。
- b) 正式试验。试验转角为支座设计转角的 1.2 倍。试验转角分 5 级逐级缓慢施加, 每级停留 2min, 观察每级转动过程, 荷载施加和上支座板的转动是否平稳进行、向下转动一侧的滑转结构凸柱体与上支座板之间是否保持面接触、支座是否发生异响。将转轴安放在上支座板对称的另一边, 重复以上转动过程。

E.3 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 试验概况描述：包括支座型号和简图；
- b) 试验过程中出现异常现象描述；
- c) 评定试验结果：包括试验转角大小、荷载施加过程和上支座板的转动是否平稳进行、滑转结构凸柱体与上支座板之间是否保持面接触、支座是否发生异响等。
- d) 附试验照片。