

中华人民共和国交通行业标准

JT / T 4—2004

代替 JT / T 4—1993, JT3132. 3—90

公路桥梁板式橡胶支座

2004-03-17 发布

2004-06-1 实施

中华人民共和国交通部 发布

公路桥梁板式橡胶支座

1 范围

本标准规定了公路桥梁板式橡胶支座产品的分类、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、储存、运输、安装和养护的要求。

本标准适用于公路桥梁所用矩形、圆形板式橡胶支座。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准，然而，鼓励根据本标准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标准。

GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定(eqv IS037: 1994)

GB/T 912 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板及钢带

GB/T 1682 硫化橡胶低温脆性的测定——单试样法(eqv IS0812: 1991)

GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板

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(eqv IS0188: 1998)

GB/T 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定(10~100IRHD)(idt IS048: 1994)

GB/T 7759 硫化橡胶或热塑性橡胶在常温、高温和低温下压缩永久变形的测定(eqv ISO 815: 1991)

GB/T 7760 硫化橡胶与金属粘合的测定——单板法(eqv IS0813: 1986)

GB/T 7762 硫化橡胶耐臭氧老化试验——静态拉伸试验法(neq IS01431 / 1: 1989)

GJB 3026 聚四氟乙烯大型板材规范

HG/T 2198 硫化橡胶物理试验方法的一般要求

HG/T 2502 5201 硅脂

JT 391 公路桥梁盆式橡胶支座

JJG 175 非金属拉力、压力和万能试验机检定规程

JTG 1362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范

3 产品分类及代号

3.1 产品分类

3.1.1 按结构型式分为：

a) 普通板式橡胶支座区分为矩形板式橡胶支座(代号 GJZ)、圆形板式橡胶支座(代号 GYZ)；

b) 四氟滑板式橡胶支座区分为矩形四氟滑板橡胶支座(代号 GJZF4)、圆形四氟滑板橡胶支座(代号 GYZF4)。

3.1.2 按支座材料和适用温度分为

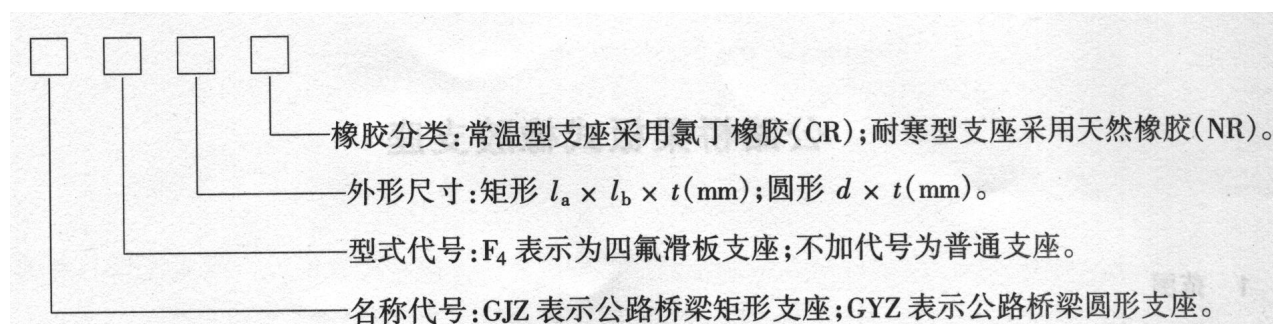
a) 常温型橡胶支座，应采用氯丁橡胶(CR)生产，适用温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。不得使用天然橡胶代

替氯丁橡胶，也不允许在氯丁橡胶中掺入天然橡胶；

b) 耐寒型橡胶支座，应采用天然橡胶(NR)生产，适用的温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

3.2 产品代号

表示方法：



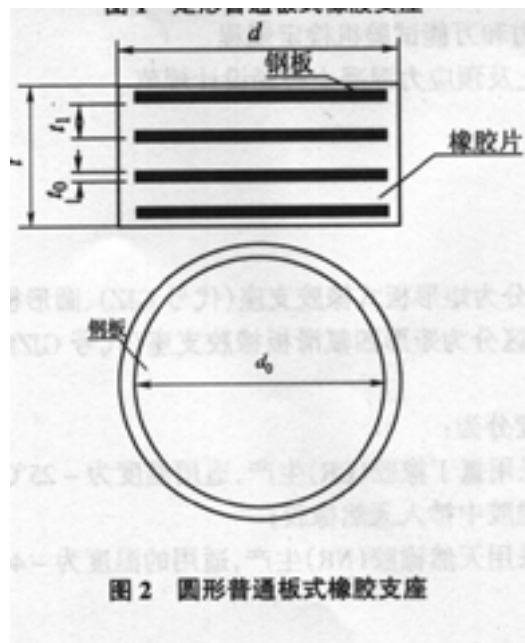
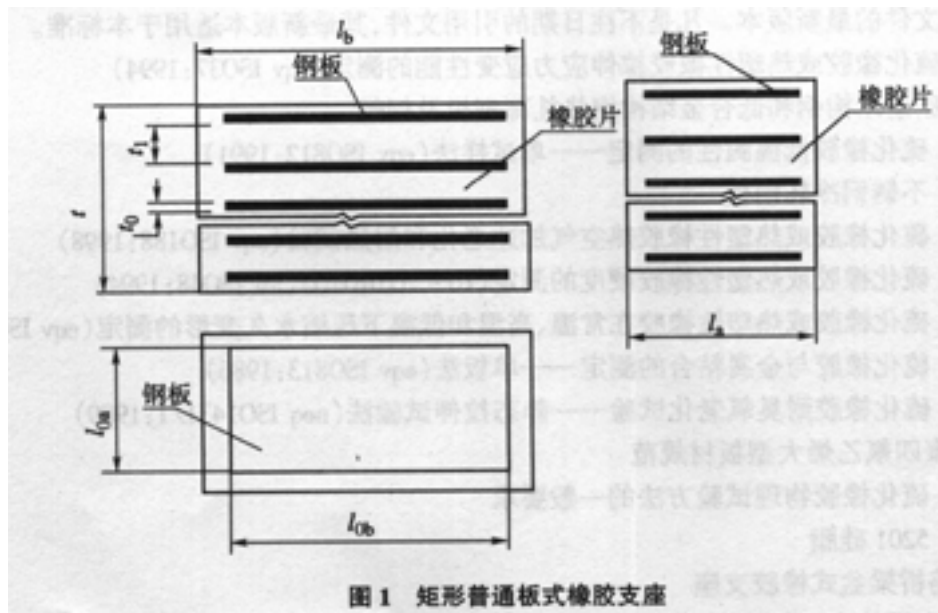
示例 1: 公路桥梁矩形普通氯丁橡胶支座, 短边尺寸为 300mm, 长边尺寸为 400mm, 厚度为 47mm, 表示为: GJZ300×400×47(CR)。

示例 2: 公路桥梁圆形四氟滑板天然橡胶支座, 直径为 300 mm, 厚度为 54 mm, 表示为: GYZF4300×54(NR)。

3.3 支座结构

3.3.1 普通板式橡胶支座

普通板式橡胶支座应至少由两层以上加劲钢板，且钢板全部包在橡胶弹性材料内形成的支座，其结构分别见图 1 和图 2。



3.3.2 四氟滑板橡胶支座

四氟滑板橡胶支座是在普通板式橡胶支座顶面粘结一块一定厚度的聚四氟乙烯板材形成的支座分别见图 3 和图 4。

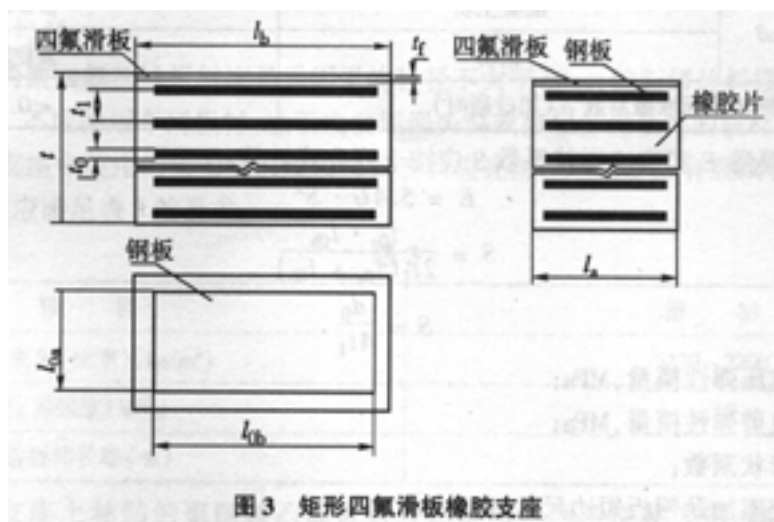


图3 矩形四氟滑板橡胶支座

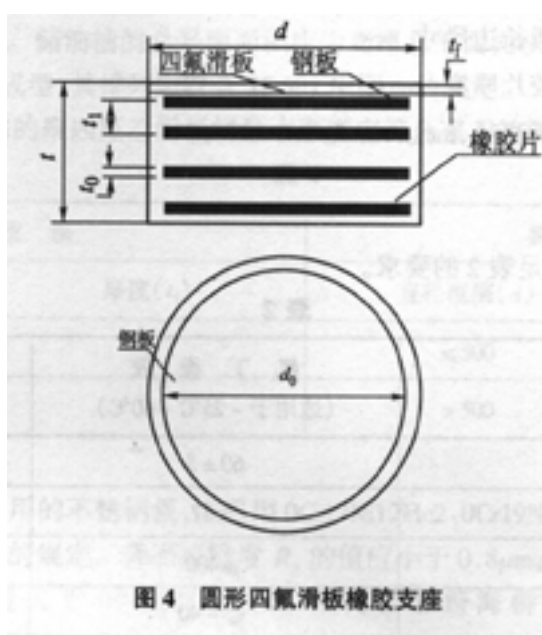


图4 圆形四氟滑板橡胶支座

4、技术要求

4.1 设计要求

支座的设计参数、设计要求及验算方法应按 JTG D62 有规定执行。

4.2 力学性能要求

支座力学性能要求见表 1。

表 1

项目	指标
极限抗压强度 R_0 (MP_A)	≥ 70
实测抗压弹性模量 E_1 (MP_A)	$E \pm G \times 20\%$
实测抗剪弹性模量 G_1 (MP_A)	$G \pm G \times 15\%$

实测老化后抗剪弹性模量 G_2 (MPa)	$G+G \times 15\%$
-------------------------	-------------------

表 1(续)

项 目		指 标
实测转角正切值 $\tan \theta$	混凝土桥	$\geq 1 / 300$
	钢 桥	$\geq 1 / 500$
实测四氟板与不锈钢板表面摩擦系数 μ_f (加硅脂时)		≤ 0.03

支座抗压弹性模量 E 和支座形状系数 S 应按下列公式计算:

$$E=5.4G \cdot S^2 \quad (1)$$

$$\text{矩形支座} \quad S=l_{0a} \cdot l_{0b} / 2t_1 (l_{0a} + l_{0b}) \quad (2)$$

$$\text{圆形支座} \quad S=d_0 / 4t_1 \quad (3)$$

式中: E ——支座抗压弹性模量, MPa;

G ——支座抗剪弹性模量, MPa;

S ——支座形状系数;

l_{0a} ——矩形支座加劲钢板短边尺寸, mm;

l_{0b} ——矩形支座加劲钢板长边尺寸, mm;

d_0 ——支座中间单层橡胶片厚度, mm;

$4t_1$ ——圆形支座加劲钢板直径, mm。

4.3 材料要求

4.3.1 橡胶

橡胶的物理机械性能应满足表 2 的要求。

表 2

技术指标	氯丁橡胶 (适用于-25°C~60°C)	天然橡胶 (适用于-40°C — 60°C)
硬度 (IRHD)	60±5	60±5
拉伸强度 (MPa)	≥ 17	≥ 18
扯断伸长率 (%)	≥ 400	≥ 450
脆性温度 (°C)	≤ -40	≤ -50
恒定压缩永久变形 (70°C×24h) (%)	≤ 15	≤ 30
耐臭氧老化 (试验条件, 20%伸长, 40°C×96h)	100pphm	25pphm

		无龟裂	无龟裂
热空气老化试验(与未老化前数值相比发生的最大变化)	试验条件(°C×h)	100×70	70×168
	拉伸强度(%)	-15	-15
	扯断伸长(%)	-40	-20
	硬度变化(IRHD)	0, +10	-5, +10
橡胶与钢板粘结剥离强度(kN/m)		>10	>10
四氟板与橡胶剥离强度(kN/m)		>7	>7
注:不得使用任何再生胶或粉碎的硫化橡胶,其最小含胶量不得低于重量的55%			

4.3.2 加劲钢板

a) 加劲钢板的强度不应低于 Q235C 钢板强度,其质量应满足 GB/T 912 的有关要求。加劲钢板的厚度不应小于 2mm,与支座边缘的最小间距不应小于 5mm,上下保护胶层的厚度不应小于 2.5mm。不应使用拼接钢板。不允许在同一支座中使用不同厚度的钢板。

b) 钢板加工时,应除锈、去油污,钢板周边应仔细加工,去除毛刺。

4.3.3 聚四氟乙烯板材

a) 支座使用的聚四氟乙烯板材应是采用平均粒径不大于 50 μ m 的新鲜纯料模压板材,模压成型压力不应小于 30MPa。不应使用车削板材,也不应使用回头料或参加任何填料的板材。

b) 四氟滑板支座中使用的聚四氟乙烯板材的表面应光滑、不整,不应有裂纹、气泡、分层和机械损伤,其物理机械性能应满足表 3 的要求。

表 3

项 目	指 标
相对密度(比重)(kg/m ³)	2130~2200
拉伸强度(MPa)	1 \geq 30
断裂伸长率(%)	\geq 300

c) 四氟滑板支座上粘贴的聚四氟乙烯板材表面应压制润滑油储油槽,储油槽直径为 8 mm \pm 0.5 mm,深度为 $t_f/2\pm 0.1$ mm。储油槽的总平面面积应为支座总平面面积的 20%~30%。储油槽应采用热压成型,不能用机械方法成型,其排列应符合 JT391 中图 5 的规定。

d) 四氟滑板支座粘贴的聚四氟乙烯板材最小厚度应符合表 4 的规定。

表面 4

矩形支座		圆形支座	
长边范围 (l_b)	厚度 (t_r)	直径范围 (d)	厚度 (t_r)
≤ 500	2	≥ 500	2
> 500	3	> 500	3

4.3.4 不锈钢板

a) 四氟滑板支座中使用的不锈钢板，应采用 0Cr17Ni12Mo₂、0Cr19Ni13Mo₃ 或 1Cr18Ni9T 不锈钢，其技术条件应符合 GB/T 3280 的规定。表面粗糙度 Ra 的值应小于 0.8 μ m，表面硬度应为 HV150~HV200，表面平面度最大偏差不应大于 0.0003 l_b 或 d 。沿海桥和跨海桥支座应采用 0Cr17Ni12Mo₂ 或 0Cr19Ni13Mo₃ 不锈钢板。

b) 四氟滑板支座中使用的不锈钢板的厚度应符合表 5 的规定。

表 5

矩形支座		圆形支座	
长边范围 (l_b)	厚度 (t_r)	直径范围 (d)	厚度 (t_b)
≤ 500	2	≤ 500	2
> 500	2.5	> 500	2.5

4.3.5 硅脂油

硅脂油宜采用 5201-2 硅脂润滑油。硅脂油应经过检验，在 -40℃ 时不应干涸，不应有害于滑移面材料，并应具有良好的抗臭氧、防腐蚀和防水性能，不应含有机杂质。硅脂油的技术条件应符合 HG/T 2502 的有关规定。

4.3.6 粘结剂

粘结剂应是不可溶的和热固性的，其质量应稳定，粘结橡胶与钢板、四氟板与橡胶的剥离强度应满足表 2 的要求。

4.4 尺寸偏差

4.4.1 平面尺寸偏差应符合表 6 的规定。

表 6

单位：mm

矩形支座		圆形支座	
长边范围 (l_b)	偏差	直径范围 (d)	偏差
$l_b \leq 300$	+2, 0	$d \leq 300$	+2, 0
$300 < l_b \leq 500$	+4, 0	$300 < d \leq 500$	+4, 0
$l_b > 500$	+5, 0	$d > 500$	+5, 0

4.4.2 厚度尺寸偏差应符合表 7 的规定。

表 7

单位：mm

矩形支座		圆形支座	
厚度范围 (t)	偏差	厚度范围 (t)	偏差
$t \leq 49$	+1, 0	$t \leq 49$	+1, 0
$49 < t \leq 100$	+2, 0	$-49 < t \leq 100$	+2, 0
$100 < t \leq 150$	+3, 0	$100 < t \leq 150$	+3, 0
$t > 150$	+4, 0	$t > 150$	+4, 0

4.5 外观质量

每块支座外观质量不允许有表 8 规定的两项以上缺陷同时存在。

表 8

名 称	成品质量标准
气泡、杂质	气泡、杂质总面积不得超过支座平面面积的 0.1%，且每一处气泡、杂质面积不能大于 50mm ² ，最大深度不超过 2mm
凹凸不平	当支座平面面积小于 0.15 m ² 时，不多于两处；大于 0.15 m ² 时，不多于四处，且每处凹凸高度不超过 0.5mm，面积不超过 6mm ²
四侧面裂纹、钢板外露	不允许
掉块、崩裂、机械损伤	不允许
钢板与橡胶粘结处开裂或剥离	不允许
支座表面平整度	1、橡胶支座：表面不平整度不大于平面最大长度的 0.4%； 2、四氟滑板支座：表面不平整度不大于四氟滑板平面最大长度的 0.2%
四氟滑板表面划痕、碰伤、敲击	不允许
四氟滑板与橡胶支座粘贴错位	不得超过橡胶支座短边或直径尺寸的 0.5%

4.6 内在质量

支座解剖后应满足表 9 的要求。

表 9

名 称	解剖检验标准
锯开后胶层厚度	胶层厚度应均匀, t_1 为 5mm 或 8mm 时, 其偏差为 ± 0.4 mm; t_1 为 11mm 时, 其偏差不得大于 ± 0.7 mm; t_1 为 15 mm 时, 其偏差不得大于 ± 1.0 mm
钢板与橡胶粘结	钢板与橡胶粘结应牢固, 且无离层现象, 其平面尺寸偏差为 ± 1 mm; 上下保护层偏差为 (+0.5, 0) mm
剥离胶层(应按 HG/T 2198 规定制成试样)	剥离胶层后, 测定的橡胶性能与表 2 的规定相比, 拉伸强度的下降不应大于 15%, 扯断伸长率的下降不应大于 20%

4.7 四氟滑板支座组装

4.7.1 凡工厂配套提供的四氟滑板支座, 应进行整体组装。

4.7.2 凡待组装的零部件, 应有工厂质检部门的合格标记。

4.7.3 组装时, 四氟滑板支座表面和不锈钢板表面应用丙酮或酒精擦洗干净后, 注满 5201-2 硅脂润滑油。

4.7.4 支座外露表面应平整、美观, 组装的四氟滑板支座的公差应满足设计图纸要求, 并用螺栓或短钢筋临时固定, 钢件表面部分, 应进行有效防护, 同时应标明支座中心位置。

4.7.5 四氟滑板支座应设置防尘罩, 构造要便于装拆。

5 试验方法

5.1 橡胶试验

5.1.1 硬度试验应按 GB/T 6031 的规定进行。

5.1.2 拉伸强度、扯断伸长率测定应按 HG/T 2198、GB/T 528 的规定进行。

5.1.3 脆性温度试验应按 GB/T 168 2' 的规定进行。

5.1.4 恒定压缩永久变形测定应按 GB/T 7759 的规定进行(试样采用 a 型)。

5.1.5 热空气老化试验方法应按 GB/T 3512 的规定进行。

5.1.6 耐臭氧老化试验应按 GB/T 7762 的规定进行。

5.1.7 橡胶与钢板或四氟板粘结的剥离强度的测定应按 GB/T 7760 的规定进行。

5.2 硅脂油性能试验

硅脂油性能试验应按 HG/T 2502 的规定进行。

5.3 聚四氟乙烯板材试验

聚四氟乙烯板材的相对密度、拉伸强度和断裂伸长率测定应按 GJB 3026 的规定进行。

5.4 外形尺寸

支座外形尺寸应用钢直尺量测，厚度应用游标卡尺或量规量测。对矩形支座，除应在四边上量测长短边尺寸外，还应量测平面与侧面对角线尺寸，厚度应在四边中点及对角线中心处量测；对圆形支座，其直径、厚度应至少量测四次，测点应垂直交叉，并量测圆心处厚度。外形尺寸和厚度取其实测值的平均值。

5.5 外观质量

支座外观质量，用目测方法或量具逐块进行检查，若两项缺陷均为不允许项目则不能进行修补外，其余不合格产品可进行一次修补，修补后仍不合格者不得出厂。

5.6 力学性能

支座成品力学性能试验应按照附录 A 的规定进行。

5.7 内在质量

支座解剖检验，应抽取一块橡胶层数大于三层的支座，将其沿垂直方向锯开，进行规定项目检验。

6 检验规则

6.1 检验分类

板式橡胶支座检验分为进厂原材料检验、出厂检验和型式检验。

6.1.1 进厂原材料检验

板式橡胶支座加工用原材料及外加工件进厂时，应进行的验收检验。

6.1.2 出厂检验

支座出厂检验为每批产品交货前应进行的检验。出厂检验应由工厂质检部门进行，确认合格后方可出厂，出厂时应附有产品质量合格证明文件，并附有支座的规格、胶种、单层橡胶和钢板厚度、钢板的平面尺寸、钢板层数、橡胶总厚度，以便使用单位验收和抽检。

6.1.3 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) 正常生产后，胶料配方、工艺、材料有较大改变，可能影响产品性能时；

- c) 产品停产一年以上，恢复生产时；
- d) 重要桥梁工程或用量较大的桥梁工程用户提出要求时；
- e) 国家质量监督机构要求或颁发产品生产许可证时。

6.2 检验项目及要求

6.2.1 支座用原材料的进厂检验应满足表 10 的要求，并附有每批进料材质证明。

表 10

项 目	检验内容	检验周期	要求
橡胶	物理机械性能	脆性温度、热空气老化每季度一次；耐臭氧老化每年一次；其余每批胶料	4.3.1
钢板	机械性能、外观	每批钢板	4.3.2
聚四氟乙烯板	物理机械性能、储油槽尺寸和厚度	每批原料(不大于 200 kg)一次	4.3.3
不锈钢板	机械性能、厚度、光洁度	每批钢板	4.3.4
硅脂油	物理性能	每批原料(不大于 50 kg)一次	4.3.5
粘结剂	与钢板、橡胶、四氟板粘结剥离强度	每批	4.3.6

6.2.2 支座出厂检验应满足表 11 的要求。

表 11

项 目	检验内容	检验周期	要求
外型尺寸	平面尺寸、厚度偏差	抽检 25%	4.4
外观质量	外观缺陷	每块支座	4.5
内在质量	内部缺陷、偏差	每 200 块取一块	4.6
力学性能	抗压、抗剪弹性模量，极限抗压强度，抗剪粘结性与抗剪老化交叉检验	每批产品一种	4.2

6.2.3 支座型式检验应满足表 12 的要求。

表 12

序号	型式检验分类	力学性能检验项目								原材料检验项目	出厂检验项目
		抗压弹性模量	抗剪弹性模量	抗剪粘结性	抗剪老化	四氟板与不锈钢板摩擦系数	容许转角	极限抗强度	抽检支规格		

1	新产品试制定型 鉴定	△	△	△	△	△	△	△	五种， 三种规 定规格	全检	全检
2	胶料配方、工艺改变	△	△	△	△				三种	全检	全检
3	停产一年恢复 生产	△	△	△	△				三种 规定规 格	全检	全检
4	重要和用量较大工程 及用户提出要求时	△	△	板式橡 胶支座 作此项 试验				四氟滑 板支座 作此项 试验	三种，用 量 100 块 以下时 可抽一 种	用户要 求时	用户要 求时
5	国家质检部门要求或 颁发产品许可证	△	△	△	△	△	△	对规 定规格 型号 I	三种 规定规 格	全检	全检
每种规格支座抽检数量 (各项检验通用)		三块	三对	三对	三对	三对	三对	三块			
要求		满足 4.2								表 10	表 11
注：表甲△表不厦作项目；至白表示可不作项目。规定规格支座及试验方法见附录 A											

6.3 判定规则

6.3.1 进厂原材料检验应全部项目合格后方可使用，不合格材料不允许用于支座生产。

6.3.2 支座出厂检验时，若有一项不合格，则应从该批产品中随机再取双倍支座，对不合格项目进行复检，若仍有一项不合格，则判定该批产品不合格。

6.3.3 支座力学性能试验时，随机抽取三块(或三对)支座，若有两块(或两对)不能满足要求，则认为该批产品不合格。若有一块(或一对)支座不能满足要求时，则应从该批产品中随机再抽取双倍支座对不合格项目进行复检，若仍有一项不合格，则判定该批产品不合格。

6.3.4 型式检验时，应全部项目满足要求为合格。若使用单位抽检支座成品力学性能有两项各有一块(一对)支座不合格；颁发产品许可证时，抽检支座有三项各有一块(一对)支座不合格，则可按照 6.3.3 的规定进行复检，若仍有一项不合格，则判定该批产品为不合格。

7 标志、包装、储存、运输

7.1 标志

生产厂的商标应在模具内侧面刻出，以使每块支座留有永久性标记。

7.2 包装

支座应根据分类、规格分别包装。包装应牢固可靠，包装外面应注明产品名称、规格、制造日期。包装内应附有产品合格证。

7.3 储存

7.3.1 储存支座的库房应干燥通风，支座应堆放整齐，保持清洁，严禁与酸、碱、油类、有机溶剂等相接触，并应距热源 1m 以上且不能与地面直接接触。

7.3.2 支座储存期不宜超过一年。如储存期较长，则在使用时应进行有关检验，其力学性能应符合本标准的有关规定和要求。

7.4 运输

支座在运输中，应避免阳光直接曝晒、雨淋、雪浸，并应保持清洁，不应与影响橡胶质量的物质相接触。

8 安装和养护

8.1 支座选用

8.1.1 选用板式橡胶支座时，支座的最大承载力应与桥梁支点反力相吻合，其容许偏差范围宜为 $\pm 10\%$ 。

8.1.2 对于弯、坡、斜、宽桥梁，宜选用圆形板式橡胶支座。公路桥梁工程不宜使用带球冠的橡胶支座或坡形的橡胶支座。

8.1.3 当桥梁纵坡坡度不大于 1% 时，板式橡胶支座可直接设置于墩台上，但应考虑纵坡影响所需要的厚度。当纵坡坡度大于 1% 时，应采用预埋钢板、混凝土垫块或其他措施将梁底调平，保证支座平置。板式橡胶支座应按 JTG D62 的有关规定验算并在验算满足规定要求后方可使用。

8.1.4 四氟滑板橡胶支座应水平安装。支座的四氟滑板不得设置在支座底面，与四氟滑板接触的不锈钢板也不能设置在桥梁墩、台垫石上。

8.2 安装准备

8.2.1 板式橡胶支座安装处宜设置支承垫石，支承垫石平面尺寸大小应按局部承压计算确定，垫石长度、宽度应比支座相应的尺寸增加 50mm 左右，其高度应为 100mm 以上，且应考虑便于支座的更换。

8.2.2 支座垫石内应布置钢筋网，钢筋直径为 8mm 时，间距宜为 50mm×50mm，桥梁墩、台内应有竖向钢筋延伸至支座垫石内，支座垫石的混凝土强度等级不应低于 C30。

8.2.3 支座垫石表面应平整、清洁、干爽、无浮沙。支座垫石顶面标高要求准确无误。在平坡情况下，同一片梁两端支承垫石及同一桥墩、台上支承垫石应处于同一设计标高平面内，其相对高差不应超过±1.5mm，同一支承垫石高差应小于 0.5mm。

8.3 支座安装

8.3.1 支座进场后，应检查支座上是否有制造商的商标或永久性标记。安装时，应按照设计图纸要求，在支承垫石和支座上均标出支座位置中心线，以保证支座准确就位。

8.3.2 支座安装时，应防止支座出现偏压或产生过大的初始剪切变形。安装完成后，必须保证支座与上、下部结构紧密接触，不得出现脱空现象。对未形成整体的梁板结构，应避免重型车辆通过。

8.3.3 桥梁墩台的设计应考虑支座养护、更换的需要。任何情况下，不允许两个或两个以上的支座沿梁纵向中心线在同一支承点并排安装；在同一根梁(板)上，横向不宜设置多于两个支座；不同规格的支座不应并排安装。

8.3.4 支座安装后，应全面检查是否有支座漏放，支座安装方向、支座型式是否有错，临时固定设施是否拆除，四氟滑板支座是否注入硅脂油(严禁使用润滑油代替硅脂油)等现象，一经发现，应及时调整和处理，确保支座安装后的正常工作，并记录支座安装后出现的各项偏差及异常情况。

8.4 支座养护

8.4.1 板式橡胶支座应定期进行养护和维修检查，一旦发现问题，应及时进行修补或更换。

8.4.2 板式橡胶支座及四氟滑板橡胶支座应检查如下内容：

- a) 支座是否出现滑移及脱空现象；
- b) 支座的剪切位移是否过大(剪切角应不大于 35。)；
- c) 支座是否产生过大的压缩变形；
- d) 支座橡胶保护层是否出现开裂、变硬等老化现象，并记录裂缝位置、开裂宽度及长度；
- e) 支座各层加劲钢板之间的橡胶板外凸是否均匀和正常；

f)对四氟滑板橡胶支座，应检查支座上面一层聚四氟乙烯滑板是否完好，有无剥离现象，支座是否滑出了支座顶面的不锈钢板。

8.4.3 支座各部应保持完整、清洁。及时清除支座周围的垃圾杂物，冬季清除积雪和冰块，保证支座正常工作。同时应经常清扫污水，排除墩、台帽积水，要防止橡胶支座接触油脂，对梁底及墩、台帽上的残存机油等应进行清洗。防止因橡胶老化、变质而失去作用。

8.4.4 梁支点承压不均匀，支座出现脱空或过大压缩变形时应进行调整。

8.4.5 板式橡胶支座发生过大剪切变形、老化、开裂等时应及时更换。

8.4.6 对四氟滑板橡胶支座，若四氟滑板与不锈钢板接触面间发现进入泥沙或硅脂油干涸时，要及时清扫。并注入新的硅脂油。

附录 A

(规范性附录)

公路桥梁板式橡胶支座力学性能试验方法

A.1 范围

本附录规定了板式橡胶支座抗压弹性模量、抗剪弹性模量、抗剪粘结性能、抗剪老化、摩擦系数、转角、极限抗压强度的试验方法和判定规则。它适用于检测公路桥梁用板式橡胶支座的力学性能。

A.2 试验条件和试样

A.2.1 试验条件

试验室的标准温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，且不能有腐蚀性气体及影响检测的震动源。

A.2.2 试样

试样应满足以下要求：

a) 试样尺寸应取用实样。只有受试验机吨位限制时，可由抽检单位或用户与检测单位协商用特制试样代替实样。认证机构颁发许可证时抽取试样应满足表 A.1 要求；

表 A.1

单位：mm

型 号	l_a	l_b	d	T_1	胶片层数
I	200	300	250	8	3
II	400	450	400	11	5
III	600	700	600	15	7

注：无上述规格时，应抽取接近上述规格尺寸的支座作为试样

b) 试样的技术性能应符合本标准的有关规定；

c) 试样的长边、短边、直径、中间层橡胶片厚度、总厚度等，均以该种试样所属规格系列中的公称值为准；

d) 摩擦系数试验使用的试样：

不锈钢板试样，应满足 4.3.4a) 的要求，试样为矩形，且每一边应超出支座试样相应边长 100mm，厚度不应小于 2mm，并应焊接在一块基层钢板上。四氟滑板支

座，其平面尺寸和厚度不作统一规定。

A. 2.3 试样数量

每次检验抽取试样的规格和数量应符合表 12 的规定，各种试验试样通用。

A. 2.4 试样抽取

试验用的试样应在仓库内随机抽取，其储存条件应满足 7.3 的要求。凡与油及其他化学药品接触过的支座不得用作试样使用。

A. 2.5 试样停放

试验前应将试样直接暴露在标准温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 下，停放 24h，以使试样内外温度一致。

A. 3 检测仪器及对检测单位和人员的要求

A. 3.1 试验机宜具备下列功能：微机控制，能自动、平稳连续加载、卸载，且无冲击和颤动现象，自动持荷（试验机满负荷保持时间不少于 4h，且试验荷载的示值变动不应大于 0.5%），自动采集数据，自动绘制应力—应变图，自动储存试验原始记录及曲线图和自动打印结果的功能。试验用承载板应具有足够的刚度，其厚度应大于其平面最大尺寸的 $1/2$ ，且不能用分层垫板代替。平面尺寸必须大于被测试试样的平面尺寸，在最大荷载下不应发生挠曲。

A. 3.2 进行剪切试验时，其剪切试验机构的水平油缸、负荷传感器的轴线应和中间钢拉板的对称轴相重合，确保被测试样水平轴向受力。

A. 3.3 试验机的级别为 I 级，示值相对误差最大允许值为 $\pm 1.0\%$ ，试验机正压力使用可在最大力值的 $0.4\% \sim 90\%$ 范围内。水平力的使用可在最大力值的 $1\% \sim 90\%$ 范围内，其示值的准确度和相关的技术要求应满足 JJG 175 的规定。

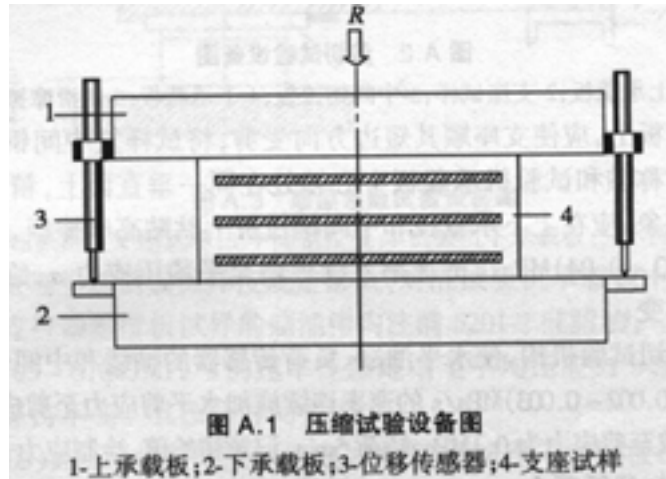
A. 3.4 测量支座试样变形量的仪表量程应满足测量支座试样变形量的需要，测量转角变形量的分度值为 0.001mm ，测量竖向压缩变形量和水平位移变形量的分度值为 0.01mm ，其示值误差和相关技术要求应按相关的检验规程进行检定。

A. 3.5 检测单位应通过省级及其以上计量行政主管部门的计量认证，应具备行政主管部门颁发的专项检测资质证书。检测人员应经过技术培训和考核，并持有相应检测方法的上岗证书。

A. 4 试验方法

A. 4.1 抗压弹性模量试验

A. 4. 1. 1 抗压弹性模量应按下列步骤进行试验（见图 A. 1）：



a) 将试样置于试验机的承载板上，上下承载板与支座接触面不得有油渍；对准中心，精度应小于 1% 的试件短边尺寸或直径。缓缓加载至压应力为 1.0MPa 且稳压后，核对承载板四角对称安置的四只位移传感器，确认无误后，开始预压；

b) 预压。将压应力以 (0.03~0.04)MPa / s 速率连续地增至平均压应力 $\sigma = 10\text{MPa}$ ，持荷 2min，然后以连续均匀的速度将压应力卸至 1.0MPa，持荷 5min，记录初始值，绘制应力—应变图，预压三次；

c) 正式加载。每一加载循环自 1.0MPa 开始，将压应力以 (0.03~0.04)MPa 速率均匀加载至 4MPa，持荷 2min 后，采集支座变形值，然后以同样速率每 2MPa 为一级逐级加载，每级持荷 2min 后，采集支座变形数据直至平均压应力 σ 为止，绘制的应力—应变图应呈线性关系。然后以连续均匀的速度卸载至压应力为 1.0MPa。10min 后进行下一加载循环。加载过程应连续进行三次；

d) 以承载板四角所测得的变化值的平均值，作为各级荷载下试样的累计竖向压缩变 Δc_i ，按试样橡胶层的总厚度 t_e 求出在各级试验荷载作用下，试样的累计压缩应变 $\varepsilon_i = \Delta c_i / t_e$ 。

A. 4. 1. 2 试样实测抗压弹性模量应按下列公式计算：

$$E_1 = (\sigma_{10} - \sigma_4) / (\varepsilon_{10} - \varepsilon_4) \quad (\text{A. 1})$$

式中： E_1 ——试样实测的抗压弹性模量计算值，精确至 1MPa；

σ_4 、 ε_4 ——第 4MPa 级试验荷载下的压应力和累积压缩应变值；

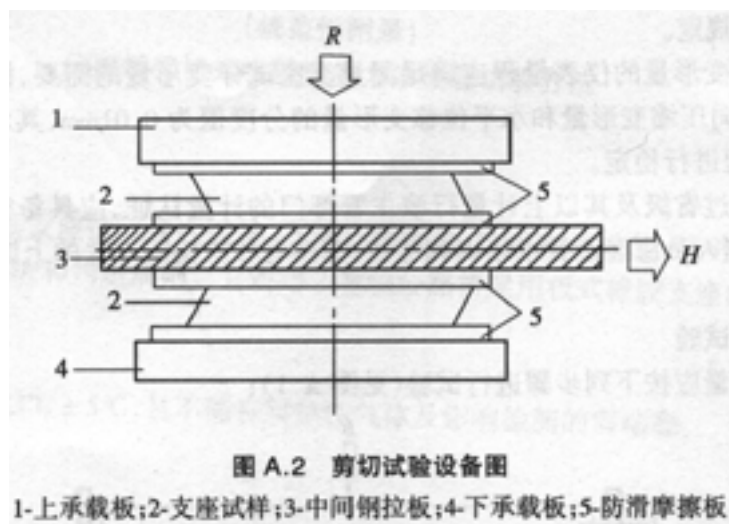
σ_{10} 、 ε_{10} ——第 10MPa 级试验荷载下的压应力和累积压缩应变值。

A. 4. 1. 3 结果

每一块试样的抗压弹性模量 E_1 为三次加载过程所得的三个实测结果的算术平均值。但单项结果和算术平均值之间的偏差不应大于算术平均值的 3%，否则应对该试样重新复核试验一次，如果仍超过 3%，应由试验机生产厂专业人员对试验机进行检修和检定，合格后再重新进行试验。

A. 4. 2 抗剪弹性模量试验

A. 4. 2. 1 抗剪弹性模量应按下列步骤进行试验（见图 A. 2）



a) 在试验机的承载板上，应使支座顺其短边方向受剪，将试样及中间钢拉板按双剪组合配置好，使试样和中间钢拉板的对称轴和试验机承载板中心轴处在同一垂直面上，精度应小于 1% 的试件短边尺寸。为防止出现打滑现象，应在上下承载板和中间钢拉板上粘贴高摩擦板，以确保试验的准确性；

b) 将压应力以 $(0.03 \sim 0.04) \text{ Mpa/s}$ 的速率连续地增至平均压应力 σ_1 ，绘制应力—时间图，并在整个抗剪试验过程中保持不变；

c) 调整试验机的剪切试验机构，使水平油缸、负荷传感器的轴线和中间钢拉板的对称轴重合；

d) 预加水平力。以 $(0.002 \sim 0.003) \text{ Mpa/s}$ 的速率连续施加水平剪应力至剪应力 $\tau_1 = 1.0 \text{ MPa}$ ，持荷 5min，然后以连续均匀的速度卸载至剪应力为 0.1MPa，持荷 5min，记录初始值，绘制应力—应变图。预载三次；

e) 正式加载。每一加载循环自 $\tau_1 = 0.1 \text{ MPa}$ 开始，每级剪应力增加 0.1MPa，持荷 10min，采集支座变形数据，至 $\tau_1 = 1.0 \text{ MPa}$ 为止，绘制的应力—应变图应呈线性关系。然后以连续均匀的速度卸载至剪应力为 0.1MPa。10min 后进行下一循环试验。加载过程应连续进行三次；

f)将各级水平荷载下位移传感器所测得的试样累计水平剪切变形 Δ_s ，按试样橡胶层的总厚度 t_e 求出在各级试验荷载作用下，试样的累积剪切应变 $\gamma_i = \Delta_s / t_e$ 。

A. 4. 2. 2 试样的实测抗剪弹性模量应按下列公式计算：

$$G_1 = (\tau_{1.0} - \tau_{0.3}) / (\gamma_{1.0} - \gamma_{0.3}) \quad (\text{A. 2})$$

式中： G_1 —试样的实测抗剪弹性模量计算值，精确至1%，MPa；

$\tau_{1.0}$ 、 $\gamma_{1.0}$ —第1.0MPa级试验荷载下的剪应力和累计剪切应变值，MPa；

$\tau_{0.3}$ 、 $\gamma_{0.3}$ —第0.3MPa级试验荷载下的剪应力和累计剪切应变值，MPa。

A. 4. 2. 3 结果

每对检验支座所组成试样的综合抗剪弹性模量 G_1 ，为该对试件三次加载所得到的三个结果的算术平均值。但各单项结果与算术平均值之间的偏差应不大于算术平均值的3%，否则应对该试样重新复核试验一次，如果仍超过3%，应请试验机生产厂专业人员对试验栅挂行检修和检定，合格后再重新进行试验。

A. 4. 3 抗剪粘结性能试验

整体支座抗剪粘结性能试验方法与抗剪弹性模量试验方法相同，将压应力以(0.03~0.04)Mpa/s速率连续地增至平均压应力 σ ，绘制应力—时间图，并在整个试验过程中保持不变。然后以(0.002~0.003)Mpa/s的速率连续施加水平力，当剪应力达到2MPa，持荷5min后，水平力以连续均匀的速度连续卸载，在加、卸载过程中绘制应力—应变图。试验中随时观察试件受力状态及变化情况，水平力卸载后试样是否完好无损。

A. 4. 4 抗剪老化试验

将试样置于老化箱内，在 $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 温度下经72h后取出，将试样在标准温度 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 下，停放48h，再在标准试验室温度下进行剪切试验，试验与标准抗剪弹性模量试验方法步骤相同。老化后抗剪弹性模量 G_2 的计算方法与标准抗剪弹性模量计算方法相同。

A. 4. 5 摩擦系数试验

A. 4. 5. 1 摩擦系数应按下列步骤进行试验(见图A. 3)：

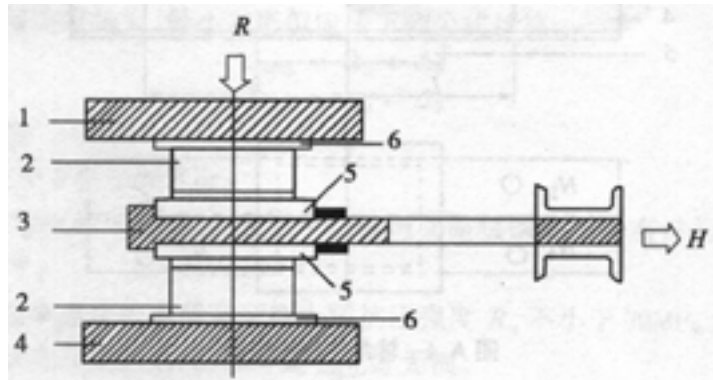


图 A.3 摩擦系数试验设备图

1-试验机上承载板；2-四氟滑板支座试样；3-中间钢板；4-试验机下承载板；5-不锈钢板试样；6-防滑摩擦板

a) 将四氟滑板支座与不锈钢板试样按规定摆放，对准试验机承载板中心位置，精度应小于 1% 的试件短边尺寸。试验时应将四氟滑板试样的储油槽内注满 5201-2 硅脂油；

b) 将压应力以 $(0.03 \sim 0.04) \text{MPa} / \text{s}$ 的速率连续地增至平均压应力 σ ，绘制应力一时间图，并在整个摩擦系数试验过程中保持不变。其预压时间为 1h；

c) 以 $(0.002 \sim 0.003) \text{Mpa} / \text{s}$ 的速率连续地施加水平力，直至不锈钢板与四氟滑板试样接触面间发生滑动为止，记录此时的水平剪应力作为初始值。试验过程应连续进行三次。

A.4.5.2 摩擦系数应按下列公式计算：

$$\mu_f = \tau / \sigma \quad (\text{A.3})$$

$$\tau = H / A_0 \quad (\text{A.4})$$

$$\sigma = R / A_0 \quad (\text{A.5})$$

式中： μ_f —四氟滑板与不锈钢板表面的摩擦系数，精确至 0.01；

τ —接触面发生滑动时的平均剪应力，MPa；

σ —支座的平均压应力，MPa；

H—支座承受的最大水平力，kN；

R—支座最大承压力，kN；

A_0 —支座有效承压面积， mm^2 。

A.4.5.3 结果

每对试样的摩擦系数为三次试验结果的算术平均值。

A. 4. 6 转角试验

A. 4. 6. 1 试验原理

施加压应力至平均压应力 σ ，则试样产生垂直压缩变形；用千斤顶对中间工字梁施加一个向上的力 P ，工字梁产生转动，上下试样边缘产生压缩及回弹两个相反变形。由转动产生的支座边缘的变形必须小于由垂直荷载和强制转动共同影响下产生的压缩变形(见图 A. 4 和图 A. 5)。

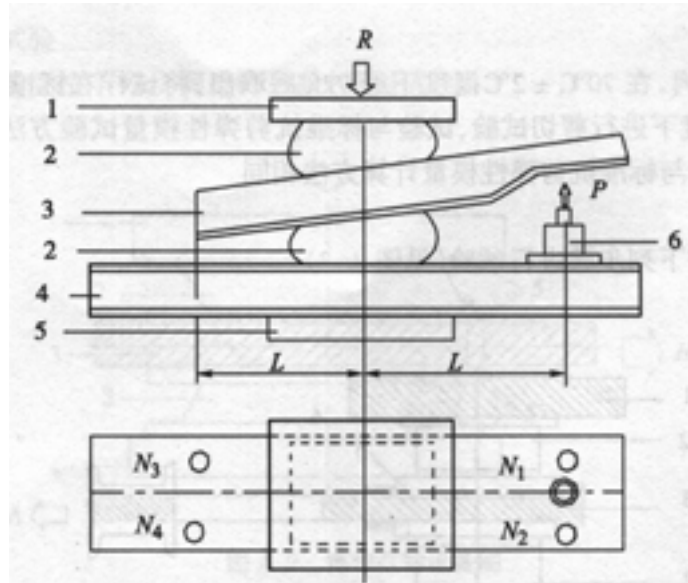


图 A.4 转角试验设备图

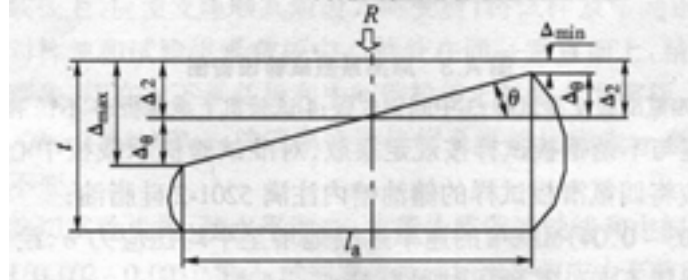


图 A. 5 转角计算图

1-试验机上承载板；2-试样；3-中间工字梁(假想梁体)；4-承载梁(板)；5-试验机下承载板；6-千斤顶

A. 4. 6. 2 试验步骤

转角试验应按下列步骤进行：

a) 将试样按图 A. 4 规定摆放，对准中心位置，精度应小于 1%的试件短边尺寸。在距试样中心 L 处，安装使梁产生转动用的千斤顶和测力计，并在承载梁(或板)四角对称安置四只高精度位移传感器(精度 0.001mm)；

b) 预压。将压应力以 $(0.03—0.04)\text{Mpa/s}$ 的速率连续地增至平均压应力 σ ，绘

制应力—时间图，维持 5min，然后以连续均匀的速度卸载至压应力为 1.0MPa，如此反复三遍。检查传感器是否灵敏准确；

c) 加载。将压应力按照抗压弹性模量试验要求增至 σ ，采集支座变形数据，绘制应力—应变图，并在整个试验过程中维持不变。用千斤顶对中间工字梁施加一个向上的力 P，使其达到预期转角的正切值（偏差不大于 5%），停 5min 后，记录千斤顶力 P 及传感器的数值。

A. 4. 6. 3 计算

a) 实测转角的正切值应按下列公式计算：

$$\tan \theta = (\Delta_1^2 + \Delta_3^4) / 2L \quad (\text{A. 6})$$

式中： $\tan \theta$ ——试样实测转角的正切值；

Δ_1^2 ——传感器 IV1、IV2 处的变形平均值，mm；

Δ_3^4 ——传感器 IV3、IV4 处的变形平均值，mm；

L——转动力臂。

b) 各种转角下，由于垂直承压力和转动共同影响产生的压缩变形值应按下列式计算：

$$\Delta_2 = \Delta_c - \Delta_1 \quad (\text{A. 7})$$

$$\Delta_1 = (\Delta_1^2 - \Delta_3^4) / 2 \quad (\text{A. 8})$$

式中： Δ_c ——支座最大承压力 R 时试样累积压缩变形值，mm；

Δ_1 ——转动试验时，试样中心平均回弹变形值，mm；

Δ_2 ——垂直承压力和转动共同影响下试样中心处产生的压缩变形值，mm。

c) 各种转角下

，试样边缘换算变形值按下式计算：

$$\Delta_0 = \tan \theta \cdot l_a / 2 \quad (\text{A. 9})$$

式中： Δ_0 ——实测转角产生的变形值，mm；

l_a ——矩形支座试样的短边尺寸，mm；圆形支座采用直径 d，mm。

d) 各种转角下，支座边缘最大、最小变形值应按下列公式计算：

$$\Delta_{\max} = \Delta_2 + \Delta_0 \quad (\text{A. 10})$$

$$\Delta_{\min} = \Delta_2 - \Delta_0 \quad (\text{A. 11})$$

A. 4. 7 极限抗压强度试验

极限抗压强度试验应按下列步骤进行：

a) 将试样放置在试验机的承载板上，上下承载板与支座接面不得有油污，对准中心位置，精度应小于 1%的试件短边尺寸；

b) 以 0.1s 的速率连续地加载至试样极限抗压强度 R_u 不小于 70MPa 为止，绘制应力—时间图，并随时观察试样受力状态及变化情况，试样是否完好无损。

A. 5 试验记录

A. 5. 1 抗压弹性模量试验记录见表 A. 2。

表 A.2 抗压弹性模量试验记录表

试样		试样编号												
		规格尺寸 $l_a \times l_b \times t (d \times t)$ (mm)												
		橡胶层总厚度 t_c (mm)												
实测次数	传感器编号	压应力 (MPa)								实测 E_1 值 (MPa)	E_1 三次平均值 (MPa)	E_1 与平均值偏差 (%)	标准容许值 E (MPa)	与标准偏差值 (%)
		0.01	1.0	4.0	6.0	8.0	10.0							
1	N_1													
	N_2													
	N_3													
	N_4													
	Δ_c													
	ϵ_1													
2	N_1													
	N_2													
	N_3													
	N_4													
	Δ_c													
	ϵ_1													
3	N_1													
	N_2													
	N_3													
	N_4													
	Δ_c													
	ϵ_1													
算术平均值 Δ_c (mm)														

试验者：
 校对者：
 试验单位：

计算者：
 审核者：
 试验日期：

委托单位：
 生产厂家：
 检验单位：

试验温度：
 备注：

A. 5. 2 抗剪弹性模量、抗剪粘结性能、抗剪老化试验记录见表 A. 3。

表 A. 3 抗剪弹性模量、抗剪粘结性能、抗剪老化试验记录表

试 样		试样编号											
		规格尺寸 $l_a \times l_b \times t (d \times t)$ (mm)											
		橡胶层总厚度 t_e (mm)											
		试样工作状态											
实测次数	传感器编号	剪应力 (MPa)							实测 G_1 值 (MPa)	G_1 平均值 (MPa)	G_1 与平均值偏差 (%)	标准容许值 $G=1$ (MPa)	与标准偏差值 (%)
		0.0001	0.1	0.2	...	1.0	2.0	τ_{max}					
1	N_1												
	N_2												
	Δ_c												
	Y_i												
2	N_1												
	N_2												
	Δ_c												
	Y_i												
3	N_1												
	N_2												
	Δ_c												
	Y_i												

试验者:

计算者:

委托单位:

试验温度:

校对者:

审核者:

生产厂家:

备注:

试验单位:

试验日期:

检验单位:

A. 5. 3 极限抗压强度试验记录见表 A. 4。

表 A. 4 极限抗压强度试验记录表

试样编号	规格尺寸 $l_a \times l_b$ (mm)	形状系数 S	中间层橡胶片厚度 t_1 (mm)	单层钢板厚度 t_0 (mm)	平均压应力 σ (MPa)	极限抗压强度 $R_u \geq 70$ (MPa)	试样工作状态

试验者: 计算者: 委托单位: 试验温度:
 校对者: 审核者: 生产单位: 备注:
 试验单位: 试验日期: 检验单位:

A. 5. 4 摩擦系数试验记录见表 A. 5。

表 A. 5 摩擦系数试验记录表

接触面	试件编号	测定次数	压应力 σ (MPa)	剪应力 τ (MPa)	摩擦系数 μ_f	
四氟板与不锈钢板(加硅脂油)	1	初始值				
		稳定值	1			
			2			
			3			
			平均值			
	2	初始值				
		稳定值	1			
			2			
			3			
			平均值			
	3	初始值				
		稳定值	1			
			2			
			3			
			平均值			

试验者: 计算者: 委托单位: 试验温度:
 校对者: 审核者: 生产厂家: 备注:
 试验单位 试验者: 检验单位:

A. 5.5 转角试验记录见表 A. 6。

表 A. 6 转角试验记录表

试 样		试样编号						
		规格尺寸 $l_a \times l_b \times t (d \times t)$ (mm)						
		承载力 R (kN)						
预期转角 $\tan \theta$		1/600	1/500	1/400	1/300	1/200	1/100	0
千斤顶加载 P (KN)								
转动 力臂 工时 压缩 变形 值测 定	传感器编号	N1						
		N2						
	N1、N2 平均值 Δ_1^2 (mm)							
	传感器编号	N3						
		N4						
	N3、N4 平均值 Δ_3^4 (mm)							
Δ_c (mm)								
实测转角 $\tan \theta$								
$\Delta_1 = (\Delta_1^2 - \Delta_3^4) / 2$ (mm)								
$\Delta_2 = \Delta_c - \Delta_1$ (mm)								
$\Delta_\theta = \tan \theta \cdot l_a / 2$ (mm)								
$\Delta_{max} = \Delta_2 + \Delta_\theta$ (mm)								
$\Delta_{min} = \Delta_2 - \Delta_\theta$ (mm)								
$\Delta_{min} \geq 0$ 不脱空 $\Delta_{min} < 0$ 脱空								

试验者:

计算者:

委托单位:

试验温度:

校对者:

审核者:

生产厂家:

备注:

试验单位:

试验日期:

检验单位:

A. 6 试验结果

A. 6.1 试样的抗压弹性模量 E1 与标准的 E 值的偏差在 $\pm 20\%$ 范围之内时, 应认为满足要求。

A. 6.2 试样的抗剪弹性模量 G1 与规定 G 值的偏差在 $\pm 15\%$ 范围之内时, 应认为满足要求。

A. 6.3 在两倍剪应力作用下, 橡胶层未被剪坏, 中间层钢板未断裂错位, 卸载后,

支座变形恢复正常，应认为试样抗剪粘结性能满足要求。

A. 6. 4 试样老化后的抗剪弹性模量 G_2 与规定 G 值的偏差在+15%范围之内时，应认为满足要求。

A. 6. 5 在不小于 70MPa 压应力时，橡胶层未被挤坏，中间层钢板未断裂，四氟滑板与橡胶未发生剥离，应认为试样的极限抗压强度满足要求。

A. 6. 6 四氟滑板试样与不锈钢板试样的摩擦系数满足表 1 时，应认为满足要求。

A. 6. 7 试样的转角正切值，混凝土、钢筋混凝土桥梁在 1 / 300、钢桥在 1 / 500 时，试样边缘最小变形值大于或等于零时，应认为试样转角满足要求。

A. 7 仲裁

A. 7. 1 两个试验室的测试结果不同有争议时，则应以试验室温度为 $23\% \pm 5cI=$ 的试验结果为准。两台压力试验机测试结果不同有争议时，应以试验设备满足 A. 3. 1~A. 3. 4 要求的试验机的试验结果为准。两台试验机的功能相同时，可请国家批准的第三方质量监督机构仲裁。

A. 7. 2 质量监督机构或用户提出检测时，若委托检测单位试验设备达不到 A. 3. 1~A. 3. 4 要求时，而生产厂具备该检测设备，并经国家认可的计量单位检定合格的，则检测机构可派有相应检测方法上岗证书的检测人员到该生产厂监督检测。

A. 7. 3 检测单位应将检测结果连同检测原始数据一同提供被检测单位，以便发生争议时，作为判定的依据。检测单位与生产厂应将检测结果存档，便于追踪。