

中国工程建设标准化协会标准

T/CECS XX—202X

公路桥梁高承载力隔震支座

High capacity seismic isolation bearings for highway bridges

(征求意见稿)

2020—XX—XX 发布

2020—XX—XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 符号和缩写.....	3
5 支座分类.....	3
6 技术要求.....	5
7 试验方法.....	9
8 检验规则.....	12
9 支座产品标志和标签.....	15
10 运输、储存、安装和养护.....	15
附录 A：高承载力隔震支座技术参数	18
附录 B：高承载力隔震支座材料性能试验方法	20
附录 C：高承载力隔震支座疲劳性能试验方法	23
附录 D：高承载力隔震支座大变形复位能力试验方法	25

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国工程建设标准化协会提出。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

本标准为首次发布。

征求意见稿

公路桥梁高承载力隔震支座

1 范围

本标准规定了公路桥梁用高承载力隔震支座的产品分类、结构形式、规格型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志与标签、运输和存储及安装养护等内容。

本标准适用于环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 110^{\circ}\text{C}$ 、抗震设防烈度为9级及以下地震烈度的条件下，公路桥梁结构用压应力可达30MPa的高承载力隔震支座。适用于新建与改扩建公路工程中应用高承载力隔震支座的生产和使用。其它市政道路、专用公路、铁路、水利或建筑工程中应用高承载力隔震支座可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 20688.1-2007 橡胶支座 第1部分：隔震橡胶支座试验方法

GB/T 20688.2 橡胶支座 第2部分：桥梁隔震橡胶支座

GB/T 20688.5 橡胶支座 第5部分：建筑隔震弹性滑板支座

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 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定(10~100 IRHD)

GB/T 7759.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第1部分 在常温及高温条件下

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 15256 硫化橡胶或热塑性橡胶 低温脆性的测定(多试样法)

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 700 碳素结构钢

GB/T 1591 低合金结构高强度结构钢

JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件

JC/T 2041-2020 聚氨酯灌浆材料

HG/T 2198 硫化橡胶物理试验方法的一般要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 高承载力隔震支座 (high-capacity bearing)

由支座本体、外连接钢板及套筒螺栓组件组成的设计压应力可达 30MPa 的隔震支座。

3.2 高承载力隔震支座本体 (high-capacity bearing body)

由内部高分子材料和内部钢板叠合整体硫化而成的支座主体。

3.3 压-剪试验装置 compressive-shear testing machine

用于测试支座性能的装置，具有在恒定压力下施加剪切荷载的能力。

3.4 设计压应力 design compressive stress

设计采用的作用于支座上的压应力。

3.5 有效承压面积 effective loaded area

高承载力隔震支座部承受竖向荷载的面积，等于内部钢板的平面面积。

3.6 第一形状系数 1st shape factor

支座本体中每层橡胶层的有效承压面积与其侧面自由面积之比值。

3.7 第二形状系数 2nd shape factor

对于圆形高承载力隔震支座部，为内部橡胶层直径与内部橡胶总厚度之比。

对于方形高承载力隔震支座部，为内部橡胶层有效宽度与内部橡胶总厚度之比。

3.8 最大压应力 maximum compressive stress

地震时作用高承载力隔震支座上的最大压应力。

3.9 剪切性能 shear properties

高承载力隔震支座的初始刚度 K_1 、水平等效刚度 K_h 、水平等效阻尼比 h_{eq} 。

3.10 极限性能 ultimate properties

在压-剪荷载作用下支座产生破坏、屈曲或滚翻等失效状态下的性能。

3.11 等效阻尼比 equivalent damping ratio

支座产生水平剪切应变时，一个荷载循环所吸收的能量与弹性变形能之比。

4 符号和缩写

本标准采用的主要符号如下：

A ——有效面积，支座内部橡胶的平面面积，单位为平方毫米(mm^2)；

a ——矩形支座本体长边长度，单位为毫米(mm)；

b ——矩形支座本体短边长度，单位为毫米(mm)；

d ——圆形支座本体直径，单位为毫米(mm)；

a_1 ——矩形支座加劲钢板长边长度，单位为毫米(mm)；

b_1 ——矩形支座加劲钢板短边长度，单位为毫米(mm)；

d_1 ——圆形支座加劲钢板直径，单位为毫米(mm)；

B ——外连接钢板受弯部分的有效宽度，单位为毫米(mm)；

h ——支座本体高度，单位为毫米(mm)；

H ——支座组装后总高度，单位为毫米(mm)；

F_{sv} ——高承载力隔震支座抗压强度(MPa)；

F_v ——试件破坏荷载(N)；

G ——高分子材料100%剪应变剪切弹性模量，单位为兆帕(MPa)；

h_{eq} ——等效阻尼比；

K_v ——支座竖向刚度值，单位为千牛每毫米(kN/mm)；

K_h ——支座水平等效刚度值，单位为千牛每毫米(kN/mm)；

S_1 ——第一形状系数；

S_2 ——第二形状系数；

T_r ——支座高分子材料层总厚度，单位为毫米(mm)；

t_1 ——加劲钢板厚度，单位为毫米(mm)；

t_r ——单层内部高分子材料层的厚度，单位为毫米(mm)。

5 支座分类

5.1 产品分类

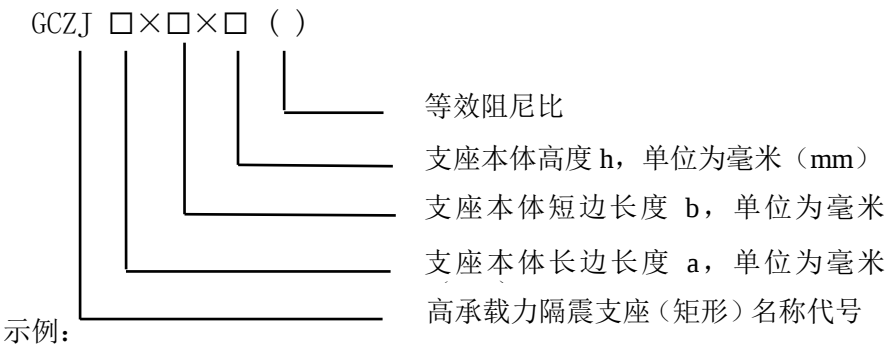
按照高承载力隔震支座外部的形状，分为矩形高承载力隔震支座和圆形高承载力隔震支座两类。

a) 矩形高承载力隔震支座——支座本体平面为矩形的高承载力隔震支座；

b) 圆形高承载力隔震支座——支座本体平面为圆形的高承载力隔震支座。

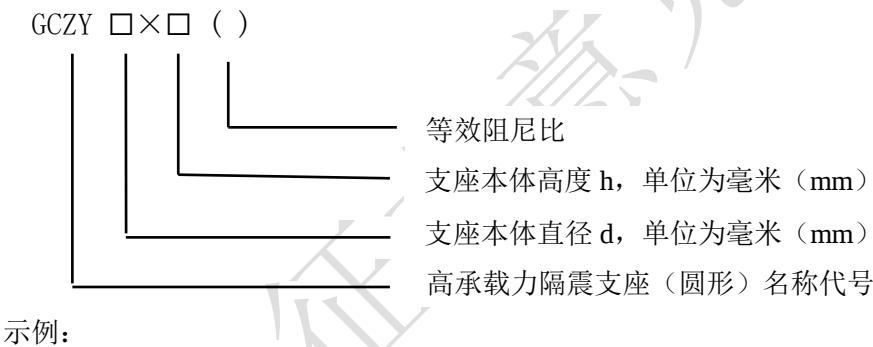
5.2 型号

矩形高承载力隔震支座型号表示方法如下：



矩形高承载力隔震支座本体长度500mm, 本体宽度300mm, 本体高度130mm, 等效阻尼比15%型号表示为 GCZJ 500×300×130(15)。

圆形高承载力隔震支座型号表示方法如下：



圆形高承载力隔震支座本体直径 500mm，本体高度 130mm, 等效阻尼比 15%型号表示为：GCZY 500×130(15)。

5.2 结构形式

高承载力隔震支座由由预埋钢板、剪力卡榫、封层钢板、支座本体（叠层高分子材料和加劲钢板）和锚固组件等组成，支座结构示意见图 5.1。

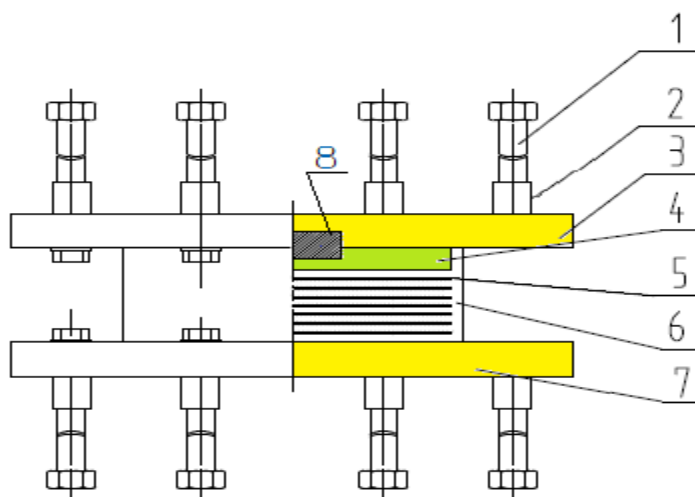


图 5.1 高承载力隔震支座结构示意图

1-螺栓；2-套筒；3-上支座钢板；4-上连接钢板；5-加劲钢板；6-高分子材料；7-下支座钢板；8-卡榫

*注：根据工程需要，可以配合其他产品做为滑动端产品搭配使用，也可设计本结构产品做滑动型产品，滑板和滑移面各项技术要求，参照《橡胶支座 第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB/T 20688.5各项规定执行，但是滑移面应当设计在上图的4和5钢板之间，并在四周设计防尘罩。滑移面材料技术要求均按 GB/T 20688.5标准的规定执行。

6 技术要求

6.1 一般要求

6.1.1 确定高承载力隔震支座性能的标准温度为23℃，应考虑支座的实际使用环境确定其工作温度的范围。

6.1.2 高承载力隔震支座计算承载力时，应按支座本体平面有效面积（钢板面积）计算；计算水平剪应力时，应按支座本体平面毛面积（公称面积）计算。

6.2 外观和尺寸要求

6.2.1 外观质量应符合表6.1的要求。

高承载力隔震支座部表面应光滑平整，外观质量应符合表 3 的规定。

表6.1 外观质量要求

序号	项目	质量指标
1	缺料	缺料面积不超过 100mm ² ，不得多于 2 处，且内部嵌件不许外露
2	气泡	单个表面气泡面积不超过 50mm ²
3	凹凸不平	凹凸不超过 2mm，面积不超过 50mm ² ，不得多于 3 处
4	肉眼可见杂质	不允许

5	钢板与高分子材料粘结处开裂或剥离	不允许
6	侧面裂纹、加劲钢板外露	不允许
7	掉块、崩裂、机械损伤	不允许

6.2.2 尺寸偏差应符合表6.2的要求。

表6.2 高承载力隔震支座尺寸偏差要求（单位：毫米）

项目		范围（mm）	尺寸允许偏差
支座本体产品	直径 D_R 或边长 S_r	≤ 500	$0 \sim +5\text{mm}$
		$500 < D_R \text{ 或 } S_r \leq 1500$	$0 \sim +1\%$
		> 1500	$0 \sim +15\text{mm}$
	高度		$\pm 1.5\%h$ 与 $\pm 4.0\text{mm}$ 两者中的较小值
	平面度		短边或直径长度的 $1/400$
组装产品	高度		$\pm 2\%h$ 与 ± 6.0 两者中的较小值
	平面度		不大于支座平面对角线长度或直径的 0.4%

6.2.3 连接板允许偏差

6.2.3.1 连接板平面尺寸允许偏差

1) 外连接板平面尺寸的偏差应符合表 6.3 的规定。

表6.3 外连接板直径和边长偏差要求(单位:mm)

厚度	(A、B 或 D) <1000	$1000 \leq (A、B \text{ 或 } D) < 3150$
$20 < t \leq 30$	± 2.0	± 2.5
$30 < t \leq 50$	± 2.5	± 3.0
$50 < t \leq 100$	± 3.5	± 4.0

6.2.3.2 连接板厚度允许偏差

表 6.4 连接板厚度的允许偏差(单位:mm)

厚度	(A、B 或 D) <1600	$1600 \leq (A、B \text{ 或 } D) < 2000$
$20 < t \leq 30$	± 0.7	± 0.8
$30 < t \leq 50$	± 0.8	± 0.95

厚度	(A、B 或 D) <1600	1600 ≤ (A、B 或 D) <2000
50 < t ≤ 100	±0.9	±1.1

6.2.3.3 连接板螺栓孔位置允许偏差

表 6.5 螺栓孔位置允许偏差(单位:mm)

标称尺寸	允许偏差
400 < (A、B 或 D) ≤ 1000	±0.8
1000 < (A、B 或 D) ≤ 2000	±1.2
(A、B 或 D) > 2000	±2.0

6.3 材料

6.2.1 高分子材料

6.2.1.1 高分子材料的物理性能应满足表6.6的规定

表 6.6 高分子材料物理性能

序号	性能	试验项目		要求
59				
1	拉伸性能	拉伸强度	剪切模量 G=2.5MPa	≥32MPa
			剪切模量 G=3.5MPa	≥40 MPa
		100%定伸强度	剪切模量 G=2.5MPa	5±5 % MPa
			剪切模量 G=3.5MPa	7±5 % MPa
		拉断伸长率		≥450%
2	热空气 老化性能 (70℃x336h)	拉伸强度变化率		±10 %
		拉断伸长率变化率		±10 %
		100% 拉应变时的弹性模量变化率		±10 %
3	耐水性 (80℃x48h)	拉伸强度变化率		±25 %
		拉断伸长率变化率		±10 %
		100% 拉应变时的弹性模量变化率		±10 %
4	硬度	硬度		作为参考控制,不做具体规定,可作为质量控制指标之一,但不应作为主要的设计指标
5	黏合性能	橡胶与金属黏合强度 (90° 剥离试验)		≥25kN/m
6	压缩性能	压缩永久变形(70℃x24h)		≤50%
7	剪切性能	剪切模量 (两个等级)		2.5MPa 3.5MPa
		等效阻尼比		15±15 %
		剪切模量和等效阻尼比的温度相关性		≤20%
8	脆性性能	脆性温度(单试样法)		-30℃无脆性开裂

9	抗臭氧性能	外观变化（臭氧浓度 1×10^{-6} , 20%伸长, ($40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)x96h) (保护层和内部材料不同时只测保护层材料)	不应出现龟裂
10	温度性能变化	剪切模量变化率	40℃降低值小于-30% 0℃增加值不大于 50% -10℃增加值不大于 100%

6.2.1.2 同一支座（内部）单层高分子材料厚度应均匀一致。单层高分子材料的厚度偏差符合（0，+1.0）mm的要求。

6.2.1.3 支座本体内部叠层钢板的高分子材料保护层厚度不应小于10mm，且保护层厚度偏差符合（0，+0.5）mm的要求。

6.2.2 钢材

6.2.2.1 上、下连接钢板采用符合GB/T 700中不低于Q235性能的钢板，且厚度不小于25mm。

6.2.2.2 封板采用符合GB/T 1591中不低于Q355B性能的钢板。

6.2.2.3 加劲钢板不应拼接，且厚度应均匀一致。

6.2.2.4 支座外露的螺栓、套筒、外连接钢板、预埋钢板防腐应符合JT/T 722的规定。

6.2.3 进厂原材料应附有原材料进厂材质证明书，经检验全部项目合格后方可使用，不合格材料不允许用于生产。

6.4 支座性能要求

6.4.1 高承载力隔震支座力学性能及相应的试验方法应符合表6.7的规定。

表 6.7 高承载力隔震支座力学性能

序号	性能	试验项目	要求
1	压缩性能	竖向压缩刚度	$K_v \pm 30\%$ K_v
		压缩变形量	设计荷载下，小于高分子材料总厚度 3.5%
2	剪切性能	水平等效刚度	$K_h \pm 15\%$ K_h
		屈服力	$Q_d \pm 20\%$ Q_d
		初始刚度	$K_1 \pm 30\%$ K_1
		屈后刚度	$K_2 \pm 20\%$ K_2
		等效阻尼比	$h_{eq} \pm 15\%$ h_{eq}
3	剪切性能相关性	压应力相关性	基准压应力 σ_0 取设计压应力
4		加载速度相关性	基准加载速度宜取 0.4m/s
5		反复加载次数相关性	基准反复加载次数为第 11 次。
6		温度相关性	基准温度为 23° C
7	压缩性能相关性	压应力相关性	竖向压缩刚度具有规律性，支座竖向保持稳定性
8	极限性能	水平极限性能	在设计压应力下，水平位移达到设计最大位移之前，力值单调递增；不应出现破坏、屈曲和滚翻；弹性高承载力隔震支座其他组成部分不应出现破坏情况；
9		竖向极限抗压性能	产品设计载荷的 7 倍

序号	性能	试验项目	要求
10	耐久性能	老化性能	水平等效刚度和阻尼性能的允许变化率为 $\pm 20\%$
11		徐变性能	60 年徐变量不应超过 10%
12		疲劳性能	水平等效刚度允许变化率为 $\pm 15\%$ ； 试件外观无裂缝。

6.4.2 力学相关稳定性能要求

6.4.2.1 支座在不同压应力下水平等效刚度和等效阻尼比的实测值变化率应在 $\pm 20\%$ 以内；

6.4.2.2 温度相关稳定性：在 $-10^{\circ}\text{C}\sim +40^{\circ}\text{C}$ 范围内，支座水平等效刚度和等效阻尼比实测值变化率应在 $\pm 20\%$ 以内；

6.4.2.3 频率相关稳定性：在不同频率（模拟地震波）下，支座水平等效刚度和等效阻尼比实测值变化率应在 $\pm 30\%$ 以内；

6.4.2.4 水平疲劳相关稳定性：支座在承受恒定竖向荷载和水平反复循环荷载作用下，应具有良好的疲劳能力；每 500 次循环加载后实测值的水平等效刚度和等效阻尼比变化率应在 $\pm 20\%$ 内；

6.4.2.5 剪切性能相关稳定性：支座 175% T_e 剪应变与 100%剪应变的水平性能相比，要求支座水平等效刚度变化率应在 $\pm 35\%$ 以内，等效阻尼比变化率应在 $\pm 20\%$ 以内。

7 试验方法

7.1 外观质量和尺寸

7.1.1 支座外观质量用目测方法逐件逐项进行检查。

7.1.2 支座外形尺寸采用钢直尺量测，厚度采用游标卡尺或量规量测。量测具体要求如下：

a) 对矩形支座，除在四边测量长短边尺寸外，还应测量平面与侧面对角线尺寸；厚度应在四边中点及对角线四角测量；

b) 对圆形支座，其直径、厚度至少应测量 4 次，测点应垂直交叉；

c) 外形尺寸和厚度取实测平均值。

7.2 高分子材料物理性能

7.1.1 拉伸性能

拉伸强度、拉断伸长率、100%拉应变时的弹性模量的测定应按GB/T 528的规定进行，采用I型试样。

7.1.2 老化性能

拉伸强度变化率、拉断伸长率变化率、100% 拉应变时的弹性模量变化率的测定应按GB/T 20688.1-2007的第5.4节的规定进行。

7.1.3 硬度

硬度的测量应按GB/T 6031的规定进行。

7.1.4 黏合性能

橡胶与金属黏合强度的测定按GB/T 7760的规定进行。

7.1.5 压缩性能

压缩永久变形的测定按GB/T 7759的规定进行，采用A型试样。

7.1.6 剪切性能

剪切模量、等效阻尼比、剪切模量和等效阻尼比的温度相关性的测定应按照GB/T 20688.1-2007中5.8的规定进行；破坏剪应变的测定应按GB/T 20688.1-2007中第5.9节的规定进行。

7.1.7 脆性温度

脆性温度的测定按GB/T 15256的规定进行。

7.1.8 抗臭氧性能

抗臭氧性能的测定按GB/T 7762的规定进行。试验条件为：臭氧浓度 3×10^{-6} ，伸长率20%，40℃×96h。

7.1.9 低温结晶性能

低温结晶性能按GB/T20688.1-2007中5.12的规定进行。

7.3 支座性能

7.2.1 压缩性能

7.2.1.1 竖向压缩刚度的测定应按GB/T20688.1-2007中6.3.1规定的方法进行，加载方法采用

6.3.1.3中的方法2加载3次，竖向压缩刚度 K_v 应按第3次加载循环测试值计算。

7.2.1.2 试验标准温度为23℃，否则应对试验结果进行温度修正。

7.2.2 剪切性能

7.2.2.1 屈服力 Q_d 、初始刚度 K_1 、屈后刚度 K_2 、等效刚度 K_h 、等效阻尼比 h_{eq} 的测定应按GB/T20688.1-2007附录E的规定执行。

7.2.2.2 若加载频率和设计频率不同，宜对试验结果进行修正。基准频率为设计频率或0.3Hz。

7.2.2.3 试验标准温度为23℃，否则应对试验结果进行温度修正。

7.2.3 剪切性能相关性

7.2.3.1 压应力相关性

压应力相关性的测定应按GB/T 20688.1-2007中6.4.2的规定进行，压应力建议取值为 $0.5\sigma_0$ ， $1.0\sigma_0$ ， $1.5\sigma_0$ ， $2.0\sigma_0$ ，必要时可增加压应力取值。

7.2.3.2 加载速度相关性

加载速度相关性的测定应按GB/T20688.1-2007的6.4.3的规定进行，可采用单剪试验装置，基准加载速度取值为 0.4m/s 。

7.2.3.3 反复加载次数相关性

反复加载次数相关性的测定应按GB/T20688.1-2007的6.4.4的规定进行，可采用单剪试验装置，反复加载次数为50次。

7.2.3.4 温度相关性

温度相关性的测定应按GB/T20688.1-2007的6.4.5的规定进行，可采用单剪试验装置，温度取值点推荐选择： -10°C 、 0°C 、 23°C 、 40°C ，必要时可增加温度取值。

7.2.4 压缩性能相关性

压应力相关性的测定应按GB/T20688.1-2007的6.4.7的规定进行。

7.2.5 极限性能

7.2.5.1 竖向极限抗压性能试验

压缩性能试验装置符合GB/T20688.1-2007的6.3.1.1的规定。

a. 加载

- 清理支座表面与上下承压板面。
- 支座中心应与试验机下压板中心对准，偏差不大于产品直径或宽度的2%。
- 试验过程中应连续均匀地加荷，加载速率建议为 $(0.5\sim 0.8)\text{MPa/s}$ 。
- 当支座力-位移关系曲线发生突变时，应停止加载，记录此时破坏荷载。

b. 竖向极限抗压强度计算

高承载力隔震支座抗压强度应按下式计算：

$$F_{sv} = \frac{F_v}{A} \dots\dots\dots \text{(式 7.1)}$$

式中：

F_{sv} ——高承载力隔震支座抗压强度(MPa)，支座强度计算应精确至 0.1MPa ；

F_v ——试件破坏荷载(N)；

A ——试件承压面积(mm^2)，取值依据产品加劲钢板的面积。

7.2.5.2 水平极限性能试验

a. 通则

应在恒定压力下施加水平位移测定支座的水平极限性能。试验过程中，恒定压力允许偏差为 $\pm 10\%$ ，剪切位移允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

应采用单剪试验方法。设备摩擦力对剪力的修正见GB/T 20688.1-2007附录E，设备摩擦力应小于剪力的3%。

惯性力对剪力的修正见GB/T 20688.1-2007的附录D。

b. 加载

试验可采用单边1次加载。

应测定高承载力隔震支座在设计压力下的极限剪切位移能力。

极限剪切位移状态指高承载力隔震支座出现破坏、屈曲或滚翻。

当单边剪切位移达到指定极限剪切位移时，若没有明显的破坏迹象，则可停止试验，并根据最大剪力和剪切位移确定高承载力隔震支座的极限剪切性能。

7.2.6 耐久性能

7.2.6.1 老化性能

老化性能的测定按GB/T 20688.1-2007中6.7.1的规定进行。

7.2.6.2 徐变性能

徐变性能的测定按GB/T 20688.1-2007中6.7.2的规定进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

8.1.1 原材料检验

原材料检验为支座加工用原材料及外协、外购件的验收检验。高分子材料物理性能试验项目如下表8.1所示；钢材物理性能试验项目参照GB/T 700执行；除高分子材料外的其他材料防腐性能参照JT/T 722执行。

表 8.1 高分子材料物理性能试验项目

序号	性能	试验项目	型式检验	出厂检验	生产检验周期
1	硬度	硬度	△	△	每批
2	拉伸性能	拉伸强度	√	√	每批
		拉断伸长率	√	√	
		100% 拉应变时的弹性模量	√	△	
3	老化性能	拉伸强度变化率	√	△	每季度
		拉断伸长率变化率	√	△	
		100% 拉应变时的弹性模量变化率	√	△	
4	耐水性能	拉伸强度变化率	√	△	每半年
		拉断伸长率变化率	√	△	
		100% 拉应变时的弹性模量变化率	√	△	
5	黏合性能	高分子材料与金属黏合强度	√	√	每批
6	压缩性能	压缩永久变形	√	√	
7	剪切性能	剪切模量	√	√	每半年
		等效阻尼比	√	×	
		剪切模量和等效阻尼比的温度相关性	△	×	
		破坏剪应变	△	×	
8	脆性性能	脆性温度	△	×	
9	抗臭氧性能	外观变化	△	×	
10	低温结晶性能	硬度变化率	√ ^h	×	
缩尺试件的尺寸要求在支座规格短边或直径 500mm—750mm 范围选型。 注：√—为检验；×—为不检验；△—为可选择检验					

8.1.2 出厂检验

8.1.2.1 高承载力隔震支座力学性能应按表 8.2 规定的检验项目做出厂检验。

表 8.2 高承载力隔震支座力学性能试验项目

序号	性能	试验项目	型式检验	出厂检验	试件
1	压缩性能	竖向压缩刚度 压缩位移	√	√	足尺
2	剪切性能	屈服力 Q_d 初始刚度 K_i	√	×	足尺
		等效水平刚度 K_h 等效阻尼比 h_{eq}	√	√	足尺
3	剪切性能相关性	压应力相关性	√	×	足尺或缩尺模型 B
4		加载速度相关性	√ (m)	×	足尺或缩尺模型 A, 标准试件
5		反复加载次数相关性	√	×	足尺或缩尺模型 B
6		温度相关性	√ (m)	×	足尺或缩尺模型 A, 标准试件

7	压缩性能相关性	压应力相关性	√	×	足尺或缩尺模型 B
8	极限性能	水平极限性能 竖向极限抗压性能	√	×	足尺或缩尺模型 B
9	耐久性能	老化性能	√ (m)	×	足尺或缩尺模型 A，标准试件
10		徐变性能	√	×	足尺或缩尺模型 A
1. √：应进行试验； √ (m)：对支座试件或剪切型橡胶试件进行试验； ×：不进行试验； 2. 缩尺模型 A 的尺寸要求：对于圆形支座，直径≥150mm，对于矩形支座，边长≥100mm。 高分子材料层厚度≥1.5mm，钢板厚度≥0.5mm 3. 缩尺模型 B 的尺寸要求：对于圆形支座，直径≥400mm，对于矩形支座，边长≥400mm。 高分子材料层厚度≥1.5mm，钢板厚度≥0.5mm					

8.1.2.2 支座出厂时, 出厂检验采用随机抽样检验方式进行, 经检测部门检验确认合格后, 方可出厂。出厂时应附有产品质量合格证明文件。

8.1.3 型式检验

通常在下列情况之一时, 应进行型式检验:

- a) 新产品投产时, 应进行试制定型鉴定;
- b) 正常生产后, 当原材料、结构、工艺等有改变, 对产品质量有影响时;
- c) 正常生产时, 每5年检验一次;
- d) 产品停产一年以上, 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) 国家质量监督机构提出进行该项试验的要求。

8.2 判断规则

8.2.1 原材料检验

支座原材料检验按表8.3的要求进行。

表 8.3 支座原材料检验

检验项目	技术要求	试验方法	检验周期
改性高分子材料物理机械性能	6.2	7.2	热空气老化试验每季度一次, 脆性温度试验每半年进行一次, 耐臭氧老化试验及恒定压缩永久变形每年进行一次外, 其他性能每批进行检验
钢材机械性能	6.3	7.3	批

8.2.2 出厂检验

8.2.2.1 高承载力隔震支座产品在安装前应对工程中所用的各种类型和规格的原型部件进行出厂检测, 出厂检验可采用随机抽样的方式确定检测试件。若有一件抽样试件的一项性能不合格, 则该次抽样检验不合格。不合格产品不得出厂。

8.2.2.2 对一般工程,产品抽样数量应不少于总数的 20%;若有不合格试件,应重新抽取总数的 50%,若仍有不合格试件,则应 100%检测。

8.2.2.3 对重要工程,产品抽样数量应不少于总数的 50%;若有不合格试件,则应 100%检测。

8.2.2.4 对特别重要的工程,产品抽样数量应为总数的 100%。

8.2.2.5 一般情况下,每项工程抽样总数不少于 20 件,每种规格的产品抽样数量不少于 4 件。

8.2.3 型式检验

满足下列全部条件的,可采用以前相应的型式检验结果:

- a) 高承载力隔震支座用相同的材料配方和工艺方法制作;
- b) 高承载力隔震支座相应尺寸的大于新规格的;
- c) 高承载力隔震支座第一形状系数相差 ± 1 以内;
- d) 高承载力隔震支座第二形状系数 S_2 小于 7,且大于等于以前的 S_2 ;

9 支座产品标志和标签

9.1 内容

高承载力隔震支座产品的标志和标签应提供以下信息:

- (1) 支座的类型;
- (2) 支座的安装方向;
- (3) 产品序列号或生产号码;
- (4) 支座产品的尺寸;
- (5) 支座的重量;
- (6) 制造厂的名字和企业的商标。

9.2 要求

- 1) 标志和标签应显示在支座钢板的侧表面或内部不影响安装和使用的位置;
- 2) 标志和标签应采用铝标牌,文字应当雕刻或打钢印方式制作;
- 3) 标志和标签应方便辨认,字母的高度和宽度应大于 5mm。
- 4) 内容应当包括:制造厂家名称和商标、产品代号、产品序号或代码、生产日期,可以做一行,或两行表示。

10 运输、储存、安装和养护

10.1 运输

10.1.1 支座运输中，应避免阳光直接暴晒、雨雪浸淋，并应保持清洁，不应与尖锐物或影响高分子材料性能的物质相接触。

10.1.2 叠层运输时，应固定于一定位置的支承部件，还要承受操作时的振动载荷。

10.2 储存

10.2.1 存储支座产品的库房应干燥通风，室温保持在 $-15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 范围内，产品应堆放整齐，保持清洁，严禁与酸、碱、油类、有机溶剂等接触，并距离热源1m以上，且不应与地面直接接触。

10.2.2 叠层储存时，摆放平整，并且不宜过高，以免产品滑落损坏。

10.2.3 支座的储存期不宜超过一年。

10.3 安装

10.3.1 支座安装时，应尽量选择在年平均气温时进行。同时，必须按照设计图纸标明的支座中心位置正确就位，并保证支座与上、下部结构之间紧密接触，不得出现空隙。

10.3.2 支座安装应水平，当必须倾斜安装时，最大纵坡不宜超过2%，且在设计时，应考虑因倾斜安装所需增加的剪切变形影响，当纵坡大于2%时，应采用支座垫块使支座平置。

10.3.3 任何情况下不允许两个或两个以上支座沿梁中心线在同一支承点并排安装，在同一根梁上，横向不得设置多于两个支座也不应将不同规格的支座并排安装，且施工时应确保每个支座均匀受力。

10.3.4 支座安装后，若发现下述情况，应及时调整：

- a. 个别支座脱空，出现不均匀受力；
- b. 支座发生较大的初始剪切变形；
- c. 支座压偏严重，局部受压，侧面凸出异常，而局部脱空。

10.4 养护

- a. 应制订和执行对隔震支座进行检查和维护的计划。
- b. 应定期观察隔震支座的变形及外观。
- c. 应经常检查是否存在可能限制上部结构位移的障碍物。
- d. 隔震层部件的改装、更换或加固，应在有经验的工程技术人员指导下进行。

本标准用词说明

1、为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样作不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2、条文中指定按其他有关标准执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

附录 A：高承载力隔震支座技术参数

(资料性附录)
高承载力隔震支座技术参数

A.1 形状系数

支座第一形状系数和第二形状系数按式 (A.1) 和 (A.2) 计算：

$$S_1 = \frac{D_0}{4t_r} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$S_2 = \frac{D_0}{T_r} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

S_1 : 一次形状系数；

S_2 : 二次形状系数；

D_0 : 加劲钢板直径；

t_r : 单层高分子材料的厚度；

T_r : 高分子材料总厚度；

注：为了保证产品竖向承载力，钢板定位孔应当充满高分子材料，因此不考虑钢板孔洞对产品性能的影响。

A.2 竖向压缩刚度

支座竖向压缩刚度按式 (A.3) 计算：

$$K_v = G \cdot A / T_r \cdot S_1 \cdot \alpha \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

K_v : 材料剪切模量；

G : 材料剪切模量；

A : 加劲钢板面积；

T_r : 高分子材料总厚度；

S_1 : 一次形状系数；

α : 相关系数，根据材料试验确定的修正系数进行修正。

A.2 (100%) 水平刚度设计标准

$$K_h = G \cdot A / T_r \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- K_h : 产品设计水平刚度；
- G : 材料剪切模量；
- A : 加劲钢板平面面积；
- S_1 : 一次形状系数；
- T_r : 高分子材料总厚度。

A. 3 竖向承载力设计标准

$P=10 \cdot G \cdot A \dots\dots\dots (A.5)$

式中：

- P : 设计竖向承载力；
- G : 材料剪切模量；
- A : 支座加劲钢板平面面积。

A. 4 水平设计位移设计标准

$e=T_r \dots\dots\dots (A.6)$

式中：

- e : 基本位移量；
- T_r : 高分子材料总厚度。

A. 5 胶层参数控制要求

本项目通过控制一次形状系数取值来控制胶层厚度：

- a) 一次形状系数允许取值为 5 到 12.5 之间；
- b) 一次形状系数在 5 到 8 之间的产品，设计面压不大于 25MPa；
- c) 一次形状系数在 8 到 12.5 之间的，设计面压不得大于 30MPa；
- d) 钢板厚度设计参照 GB/T 20688.2 有关规定执行。
- e) 二次形状系数不小于 4。

附录 B：高承载力隔震支座材料性能试验方法

（资料性附录）

高承载力隔震支座材料性能试验方法

B.1 压缩性能

B.1.1 竖向刚度

在常温试验温度条件下，对试件循环施加竖向荷载4次。加载方法：对试件施加竖向压应力到30MPa，持荷1min，然后卸载至10MPa，持荷1min，测量第四次加载30MPa和卸载至10MPa时试件的压缩量，按公式B.1计算竖向刚度。

$$K_v' = (F_{30} - F_{10}) / (\delta_{30} - \delta_{10}) \quad (\text{公式B.1})$$

B.1.2 压缩变形量

在常温试验温度条件下，对试件循环加竖向荷载4次。加载方法：对试件施加竖向荷载至设计压应力，持荷1min，然后将压应力卸至0.5MPa，持荷1min，测量第四次加载至设计压应力和卸载至0.5MPa时试件的压缩量。

B.2 剪切性能

B.2.1 剪应变为±100%Te时水平等效刚度及等效阻尼比性能

在常温试验温度条件下，对试件施加竖向压应力30.0MPa，并在试验过程中保持恒定，然后以频率0.05Hz，在水平方向施加循环水平荷载11次，使支座产生±100%Te水平位移。水平等效刚度按公式B.2计算，等效阻尼比按公式B.4计算。

水平等效刚度按式（2）计算

$$K_h' = \frac{1}{10} \sum_{j=2}^{11} K_{Bj} \quad (\text{公式B.2})$$

$$K_{Bj} = (F(u_{Bsj}) - F(-u_{Bsj})) / (2u_{Bsj}) \quad (\text{公式B.3})$$

等效阻尼比按式（4）计算

$$h_{eq}' = \frac{1}{10} \sum_{j=2}^{11} h_{Bj} \quad (\text{公式B.4})$$

$$h_{sj} = \Delta W_j / (2\pi W_j) \quad (\text{公式B. 5})$$

B. 2. 2 最大水平位移

在常温试验温度条件下，对试件施加竖向压应力30.0MPa, 然后施加水平力，使支座水平剪切变形小于300%Te，支座外观应无异常。支座完成试验后不应在工程中使用。

B. 3 力学相关稳定性

B. 3. 1 剪切性能相关稳定性

在常温试验温度条件下，对试件施加竖向压应力30.0MPa, 并在试验过程中保持恒定，然后分别进行50%Te、100%Te、175%Te水平剪切变形试验，各种水平剪切变形试验分别进行11次循环加载，取第2次至第11次滞回曲线，按公式B. 2和式公式B. 4计算水平等效刚度、等效阻尼比。

B. 3. 2 压应力相关稳定性

每种压应力测试前，试件应在常温下放置满8h。

在常温下，以0.05Hz频率，±100%Te振幅的正弦波，分别为15.0MPa、20.0MPa、25.0MPa、30.0MPa、35.0MPa压应力下对试件进行加载，每种压应力下分别进行11次循环加载，取第2次至第11次滞回曲线，按公式B. 2和式公式B. 4计算水平等效刚度、等效阻尼比。

B. 3. 3 温度相关稳定性

温度相关稳定性试验温度分别为-25℃、-10℃、0℃、23℃、40℃。试件放入温度控制箱前，应在常温下放置满8h。

试验温度下，试件在温度控制箱中满24h后，转移至试验装置并完成试验总用时不超过30min。

对试件施加竖向压应力30.0MPa, 并在试验过程中保持恒定，然后以0.05Hz频率、±100%Te振幅的正弦波，对试件进行加载，各种温度下分别进行11次循环加载，取第2次至第11次滞回曲线，按公式B. 2和式公式B. 4计算水平等效刚度、等效阻尼比。

B. 3. 4 频率相关稳定性

在各种频率试验前，试件应在常温下放置满8h。

在常温试验温度条件下，对试件施加竖向压应力30.0MPa, 并在试验过程中保持恒定，然后以±100%Te振幅的正弦波，分别以0.001Hz、0.01Hz、0.05Hz、0.1Hz、0.5Hz、1Hz的频率进行试验，各种频率分别进行11次循环加载，取第2次至第11次滞回曲线，按公式B. 2和式公式B. 4计算水平等效刚度、等效阻尼比。

B.3.5 水平疲劳相关稳定性

在常温试验温度条件下，对试件施加竖向压应力30.0MPa,并在试验过程中保持恒定，然后以180s周期、 $\pm 70\%T_e$ 振幅的正弦波，对试件进行3000次循环施加水平荷载；取第2次至第11次滞回曲线，按公式B.2和式公式B.4计算水平等效刚度、等效阻尼比作基值。

每完成500次循环加载后，试件应在常温下放置满8h，再进行下一个500次循环加载。

每完成500次循环加载，按公式B.2和式公式B.4对试件进行试验并计算试件水平等效刚度、等效阻尼比，并与基值进行比较。

B.4 极限性能

B.4.1 竖向极限抗压性能试验

竖向连续加载到达设计值的7倍，停留5分钟，不出新产品破坏，卸载后，产品外观正常。实验方法按GB/T 20688.1执行。

B.4.2 水平极限性能试验

水平极限性实验方法能按GB/T 20688.1执行。

B.5 耐久性能

B.5.1 老化性能

在老化试验前，试件应在按规定的温度和时间完成老化处理，老化条件应相当于在 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ 环境温度下分别使用30、60、90年，老化试验温度可为 80°C 或以下。

在常温试验温度条件下，对试件施加竖向压应力30.0MPa,并在试验过程中保持恒定，然后以0.05Hz频率、 $\pm 100\%T_e$ 振幅的正弦波，对试件进行加载，各种老化试件分别进行11次循环加载，取第2次至第11次滞回曲线，按公式B.2和式公式B.4计算水平等效刚度、等效阻尼比，并与基值进行比较。

B.5.2 徐变性能

在常温试验温度条件下，对试件施加竖向压应力30.0MPa,并在试验过程中保持恒定，在试件零侧向位移的情况下，测量其压缩位移，推算出支座使用多年后的徐变量。将压力达到指定值1min后的压缩位移取为零点。压缩位移的测点应对称布置，且不少于2个。压缩位移值应为各测点测量值的平均值。测量时间应不少于1000h，按 10^0h 到 10^1h 、 10^1h 到 10^2h 、 10^2h 到 10^3h 分成3个时间段，每时间段内的测量值应不少于10个。各徐变压缩位移值应为各时间段测量值的平均值。

附录 C：高承载力隔震支座疲劳性能试验方法

（资料性附录）

高承载力隔震支座疲劳性能试验方法

C.1 试样

试验宜采用实体支座，如受试验设备能力限制时，可选用竖向设计承载力不小于 2000kN 的支座。

C.2 试样数量

试样选用两件规格型号相同的固定支座。

C.3 试验方法

C.3.1 成品支座竖向承载的 200 万次疲劳性能试验测定支座的竖向压缩变形，试验在专用试验机上进行，试验机应满足平稳、连续加载，疲劳荷载上限力为支座竖向设计承载力，下限力与上限力比值取 0.6。

C.3.2 试验按下列步骤进行：

- a) 对中安装好试样后，在每件试验支座上、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) 加载试验前，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，试验荷载由零至上限力，然后卸载至下限力，加载频率为 2.2Hz。以上加载过程应连续进行 200 万次。

C.3.3 取 4 只百分表读数的算术平均值作为竖向压缩变形的实测值，加载 20 万次记录一次，试验完成后分别绘制两件支座的加载次数-竖向压缩变形曲线。

C.4 试验结果

疲劳试验后，拆开支座观察，承压板、封板和叠层高分子材料各部件应无明显破坏现象。

C.5 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 试验装置及试验概况：试验设备、试验荷载；试验支座规格，试验支座高度；
- b) 描述试验结果及试验过程，记录试验过程中的异常情况；
- c) 绘制加载次数-竖向压缩变形曲线；
- d) 提供支座在 200 万次竖向荷载加载作用后竖向压缩变形结果，并对试验结果做出评定；

e) 试验照片。

征求意见稿

附录 D：高承载力隔震支座大变形复位能力试验方法

（资料性附录）

高承载力隔震支座大变形复位能力试验方法

为了控制和验证高承载力隔震支座大变形恢复能力，保证和加强工程安全和工程质量，特制定本试验方法。

本标准所指的大变形，是指产品设计允许使用范围内，本产品最大变形水平刚度试验结束后，产品变形恢复的试验。

本产品允许设计使用最大范围为 200%水平变形能力，产品极限最大变形能力为不小于 250%。

试验步骤：

- 1.做产品 200%水平刚度试验，做 11 次水平剪切双线循环，将产品取下。
- 2.试验循环结束一个小时后，沿试验剪切方向，测残余变形，不得大于 10%的高分子材料总厚度。
- 3.待试验后 24 小时候后，同样按剪切试验方向测量，残余变形不得大于总高分子材料层厚度的 5%。
- 4.待试验后 48 小时，产品残余变形不得大于总高分子材料厚度的 3%。

产品试验后不得出现局部异常凹陷或突出，不得出现破损、脱胶、开裂等可见缺陷。