

云南省工程建设地方标准

建筑工程叠层橡胶隔震支座性能
要求和检验标准

Standard for Performance Requirement and Test of Laminated
Rubber Seismic Isolation Bearing for Buildings

DBJ 53/T—47—2020

主编单位：震安科技股份有限公司

昆明理工大学

批准部门：云南省住房和城乡建设厅

施行日期：2021 年 1 月 1 日

云南出版集团公司

云南科技出版社

2020 昆 明

云南省工程建设地方标准

建筑工程叠层橡胶隔震支座性能要求和检验标准

Standard for Performance Requirement and Test of Laminated
Rubber Seismic Isolation Bearing for Buildings

DBJ 53/T—47—2020

*

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼, 邮编: 650034)

云南灵彩印务包装有限公司印制 全国新华书店经销

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 2.5 字数: 62 千字

2020 年 9 月第 1 版 2020 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1~3000 册 定价: 18.00 元

统一书号: 175587 · 051

版权所有 翻印必究

云南省住房和城乡建设厅文件

云建科〔2020〕90号

云南省住房和城乡建设厅关于发布 建筑工程叠层橡胶隔震支座性能要求和检验 标准的通知

各州、市住房和城乡建设局，滇中新区规划建设管理部，有关单位：

《建筑工程叠层橡胶隔震支座性能要求和检验标准》已经省住房和城乡建设厅审查通过，现批准为云南省工程建设地方标准，编号为 DBJ 53/T—47—2020，自 2021 年 1 月 1 日起实施。原《建筑工程叠层橡胶隔震支座性能要求和检验规范》（DBJ 53/T—47—2012）同时废止。

本标准由省住房城乡建设厅负责管理，震安科技股份有限公司负责解释。

云南省住房和城乡建设厅

2020 年 7 月 2 日

前 言

本标准是根据云南省住房和城乡建设厅《2017 年工程建设地方标准编制计划》要求，由震安科技股份有限公司、昆明理工大学会同有关单位，在《建筑工程叠层橡胶支座性能要求和检验规范》（DBJ53/T—47—2012）的基础上修订而成。自 DBJ 53/T—47—2012 颁布实施以来，建筑工程叠层橡胶支座应用日趋广泛，实际工程应用的支座直径越来越大，近年来支座产品生产工艺技术水平、检验能力、力学性能等得到不断提升，并且行业标准《建筑隔震橡胶支座》（JG/T 118—2018）已于 2018 年 12 月 1 日实施，其中部分技术指标已高于 DBJ 53/T—47—2012，因此结合行业标准和近年来相关应用成果总结提炼，对本标准进行了修订。本次修订，总结了近年来省内外建筑工程叠层橡胶支座的技术成果和工程实践经验，开展专题研究和广泛深入调研分析，借鉴现行有关规范、标准和相关技术资料，在广泛征求意见的基础上，修订了本标准。

本标准共有 7 章、5 个附录。本标准主要内容有：总则，术语，支座分类，材料，设计规定，力学性能试验项目和要求，检验规则。

本标准由云南省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。在执行本标准的过程中，请各单位结合工程实践，注意总结经验，收集资料，并将有关的意见和建议反馈给主编单位，以供再次修订时参考。

本标准主编单位：震安科技股份有限公司

昆明理工大学

本标准参编单位：云南省设计院集团有限公司

云南省地震工程研究院

昆明恒基建设工程施工图审查中心

云南省建筑工程设计院

云南省建设投资控股集团有限公司

昆明有色冶金设计研究院股份公司

云南省工程质量监督管理站

东南大学

中建三局集团有限公司

云南恒锐建设技术咨询有限公司

云南煤化工应用技术研究院

本标准主要起草人：安晓文 潘 文 管庆松 白 羽

李 昆 王宏伟 刘 建 钟 阳

张 建 郑 文 许卫强 唐 均

宋廷苏 马 军 王剑非 王广宇

王贤彬 孙柏锋 温文露 苏仕琪

张远喜 李翰翀 徐赵东 贺世伟

李佳伟 宋进平 杨智勇 王文清

段 振 姚大游

本标准主要审查人：叶燎原 关世敏 方泰生 毛先进

何 喜 余稚明 许卫宏 吴爱武

赖正聪 陆湘昆 和嘉吉

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	支座分类	(4)
4	材 料	(7)
4.1	橡 胶	(7)
4.2	钢 板	(8)
4.3	金属铅	(9)
4.4	其他材料	(9)
5	设计规定	(10)
5.1	一般要求	(10)
5.2	支座设计压应力和设计剪应变	(11)
5.3	支座形状系数	(12)
5.4	支座压缩性能	(12)
5.5	水平等效刚度、剪应变和等效阻尼比	(13)
5.6	支座极限性能	(14)
5.7	支座内部钢板设计	(16)
5.8	支座法兰板设计	(16)
6	力学性能试验项目和要求	(17)
6.1	一般要求	(17)
6.2	一般力学性能试验项目和要求	(17)
6.3	剪切性能相关性	(23)

6.4	压缩性能相关性	(25)
6.5	其他相关性能	(26)
6.6	耐久性能	(27)
7	检验规则	(31)
7.1	一般要求	(31)
7.2	型式检验	(31)
7.3	出厂检验	(32)
7.4	见证检验	(32)
7.5	进场验收	(33)
7.6	支座外观质量和尺寸偏差检查	(33)
7.7	支座产品标识	(37)
附录 A	橡胶材料物理性能试验项目和方法	(39)
附录 B	支座的典型尺寸	(41)
附录 C	建议的标准化产品规格及参数	(43)
附录 D	考虑惯性力对剪力的修正	(51)
附录 E	考虑摩擦力对剪力的修正	(53)
	本标准用词说明	(56)
	引用标准名录	(57)
	条文说明	(59)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Classification	(4)
4	Materials	(7)
4.1	Rubber	(7)
4.2	Steel Plate	(8)
4.3	Lead	(9)
4.4	Other Materials	(9)
5	Design requirements	(10)
5.1	General Requirements	(10)
5.2	Design Compressive Stress and Design Shear Strains	(11)
5.3	Shape Factor of Isolation Bearing	(12)
5.4	Compression Properties of Isolation Bearing	(12)
5.5	Horizontal Equivalent Stiffness、Shear Strains and Equivalent Damping Ratio	(13)
5.6	Ultimate Properties of Isolation Bearing	(14)
5.7	Steel Plates Design	(16)
5.8	Design of Flanges of Isolation Bearing	(16)
6	Mechanical Properties Testing Items and Requirements	(17)
6.1	General Requirements	(17)

6.2	General Mechanical Properties Testing Items and Requirements	(17)
6.3	Correlation of Shear Properties	(23)
6.4	Correlation of Compression Properties	(25)
6.5	Other Correlation	(26)
6.6	Requirements of Durability	(27)
7	Testing Requirements	(31)
7.1	General Requirements	(31)
7.2	Type Testing	(31)
7.3	Delivery Testing	(32)
7.4	Evidential Testing	(32)
7.5	Site Acceptance	(33)
7.6	Manufacturing Tolerances	(33)
7.7	Product Identification of Isolation Bearing	(37)
Appendix A	Physical Properties Requirements of Rubber Materials	(39)
Appendix B	Typical Dimensions of Isolation Bearing	(41)
Appendix C	Recommended Standardized Product Specifications and Parameters	(43)
Appendix D	Consider the Modification of Shear Force by Inertial Force	(51)
Appendix E	Consider the Correction of Friction Force to Shear Force	(53)
	Explanation of Wording in This Specification	(56)
	List of Quoted Standards	(57)
	Explanation of Provisions	(59)

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家和云南省有关建筑工程、防震减灾的相关法律法规，规范建筑工程叠层橡胶隔震支座的生产和检验，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于云南省范围内建筑工程隔震支座的设计、生产和检验。

1.0.3 建筑工程隔震支座的设计、生产和检验，除应符合本标准要求外，尚应符合现行国家标准和云南省有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 叠层橡胶隔震支座 laminated rubber isolation bearing

由多层橡胶和多层钢板或其他材料交替叠置结合而成的橡胶隔震支座，本标准简称隔震支座。

2.0.2 天然橡胶支座 (LNR) linear natural rubber bearing

用天然橡胶制成的叠层橡胶隔震支座。

2.0.3 铅芯橡胶支座 (LRB) lead rubber bearing

内部含有竖向铅芯的叠层橡胶隔震支座。

2.0.4 高阻尼橡胶支座 (HDR) high damping rubber bearing

用复合橡胶制成的具有较高阻尼性能的叠层橡胶隔震支座。

2.0.5 隔震装置 seismic isolation device

隔震支座及连接件等成套设备。

2.0.6 第一形状系数 1st shape factor

支座中每层橡胶层的有效承压面积与其自由侧面面积之比。

2.0.7 第二形状系数 2nd shape factor

对于圆形支座，为内部橡胶层直径与内部橡胶总厚度之比。

对于矩形或方形支座，为内部橡胶层有效宽度与内部橡胶总厚度之比。

2.0.8 屈曲 buckling

在压-剪荷载作用下支座失去稳定性时的状态。

2.0.9 压缩性能 compressive properties of rubber isolation bearing

各类型支座的竖向压缩时的性能和变形等总称。

2.0.10 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。

2.0.11 橡胶保护层 cover rubber

包裹在内部橡胶和内部钢板外侧面的橡胶层。

2.0.12 有效承压面积 effective loaded area

支座承受竖向荷载的面积，等于内部橡胶的平面面积。

2.0.13 极限性能 ultimate properties

在压-剪荷载作用下隔震橡胶支座产生破坏、屈曲或滚翻时的性能。

2.0.14 极限性能曲线（UPD） ultimate properties diagram

支座达到极限性能时的剪力与剪切位移的关系曲线。

2.0.15 型式检验 type testing

制造厂为了取得特定规格和型号的隔震支座的生产资格，委托具有相应资质的第三方检测机构进行的产品性能及相关性的检验。

2.0.16 出厂检验 delivery testing

由制造厂质检部门自检或独立的第三方检测机构检验。

2.0.17 见证检验 evidential testing

施工单位在工程监理单位或建设单位的见证下，从项目产品中随机抽取试样，送至具备相应资质的检测机构进行检验的活动。

2.0.18 进场验收 site acceptance

对进入施工现场的隔震支座及其连接件，按相关标准的要求进行检验，并对其质量、规格及型号等是否符合要求做出确认的活动。

3 支座分类

3.0.1 支座按形状分为圆形支座和矩形支座，见 3.0.1 所示。

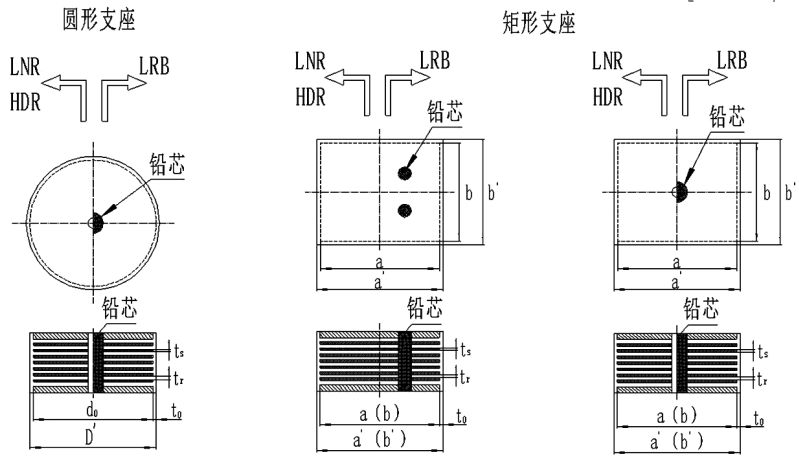
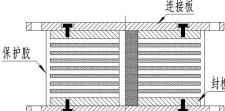
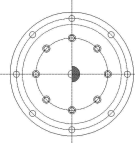
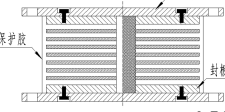
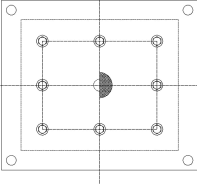
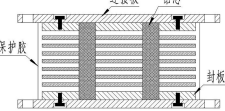
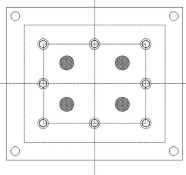


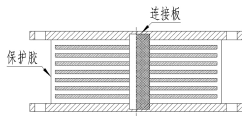
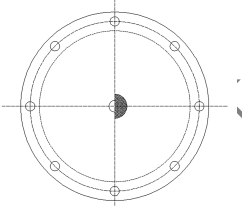
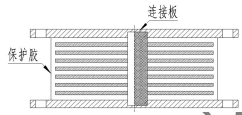
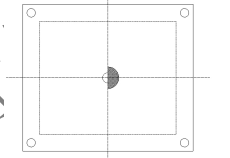
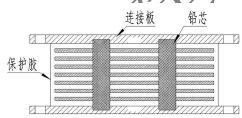
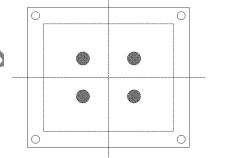
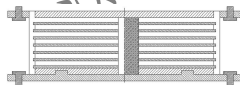
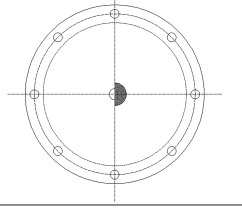
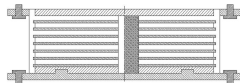
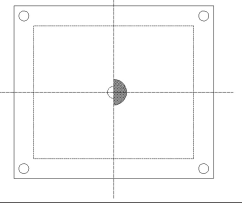
图 3.0.1 支座示意图

3.0.2 支座按构造分为 I、II、III 三种类型，见表 3.0.2。

表 3.0.2 支座按构造分类

构造类型			剖面构造图	平面构造图
I 型	连接板和封板用螺栓连接。封板与内部橡胶黏合。	圆形支座		
		矩形支座 单孔		
		四孔		

续表 3.0.2

构造类型			剖面构造图	平面构造图	
Ⅱ型	连接板与内部橡胶黏合。	圆形支座			
		矩形支座	单孔		
			四孔		
Ⅲ型	支座与连接板用凹槽或暗销连接	圆形支座			
		矩形支座			

3.0.3 支座按材料可分为天然橡胶支座、铅芯橡胶支座、高阻尼橡胶支座三类。

4 材 料

4.1 橡 胶

4.1.1 支座所用橡胶可选用天然橡胶或合成橡胶。天然橡胶优先选用一级烟片胶或全乳胶，也可选用一级标准胶，并应符合 GB/T 8089 的规定。不应使用再生胶。合成橡胶的选用也应符合现行相关标准的规定。

4.1.2 橡胶物理性能试验项目和要求应满足表 4.1.2 的规定，试验方法见附录 A。

表 4.1.2 隔震橡胶支座内部橡胶材料的物理机械性能指标

项目	天然橡胶支座和铅芯橡胶 支座内部橡胶材料的 硬度（邵尔 A 度）			高阻尼橡胶 支座
	35~44	45~54	55~65	
拉伸强度（MPa）	≥13	≥15	≥18	≥10
扯断伸长率（%）	≥600	≥550	≥500	≥550
25%定伸应力（MPa）	≥0.25	≥0.30	≥0.35	—
300%定伸应力（MPa）	≥2.5	≥3.0	≥3.5	—
压缩永久变形（%）70℃×24h	≤35			≤60
橡胶与金属黏合强度 90°剥离法 （kN/m）	≥6	≥8	≥10	≥8

续表 4.1.2

项目		天然橡胶支座和铅芯橡胶 支座内部橡胶材料的 硬度（邵尔 A 度）			高阻尼橡胶 支座
		35~44	45~54	55~65	
热空气老化性能 70℃×168h	拉伸强度变化 率（%）	±25			±15
	扯断伸长率变化 率（%）	-40			-25
	硬度变化 （邵尔 A 度）	-5~+10			-5~+8
臭氧老化（限外包层） 50×10^{-8} （体积分数），40℃×96h，20%定伸		目视无龟裂			目视无龟裂
脆性温度（℃）		≤-40			≤-40

4.1.3 天然橡胶的物理机械性能试验应符合 GB/T 2941、HG/T 2198 的规定。高阻尼橡胶的物理机械性能试验应符合 GB/T 2941、HG/T 2198 的规定。

4.2 钢 板

4.2.1 支座内部钢板应采用 Q235 或不低于 Q235 性能的钢材，且应符合 GB/T 3274 的规定；封板和连接板宜采用 Q355，且应符合 GB/T 3274 的规定。

4.2.2 钢板的强度设计值不应低于表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 钢板强度设计值 (N/mm^2)

牌号	钢板厚度 (mm) (括号内为 Q355B 钢板厚度)				
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 100$ ($40 < t \leq 63$)	($63 < t \leq 80$)	($63 < t \leq 80$)
Q235B	215	205	200		
Q355B	305	295	290	280	270

4.3 金属铅

4.3.1 铅芯应采用纯度不小于 99.99% 的铅锭加工而成，铅锭应符合 GB/T 469 的规定。

4.4 其他材料

4.4.1 其他材料性能符合我国现行相关标准的规定。

5 设计规定

5.1 一般要求

5.1.1 确定支座性能的标准温度为 23℃，确定支座工作温度的范围应考虑支座的实际使用环境。检验样品的温度应与标准温度 23℃ 相符。

5.1.2 支座典型尺寸见附录 B。如有必要，也可采用其它尺寸。支座的形状系数、压缩性能和剪切性能、极限性能、钢板、法兰板等，应分别符合本标准的规定。

5.1.3 建筑隔震橡胶支座第一形状系数 S_1 不应小于 20，第二形状系数 S_2 不应小于 3 且不宜小于 5。当 S_2 小于 5 时应降低支座压应力限值： S_2 小于 5 且不小于 4 时降低 20%，当 S_2 小于 4 且不小于 3 时降低 40%。

5.1.4 隔震橡胶支座的极限剪切变形不应小于橡胶总厚度的 450%。

5.1.5 当隔震层有防火要求时，隔震橡胶支座应采取防火措施，耐火等级按《建筑防火设计规范》GB 50016 上部结构承重墙和柱的要求采用。检测方法应符合《建筑构件耐火试验方法 第 7 部分：柱的特殊要求》(GB/T 9978.7)。防火措施应不妨碍隔震橡胶支座的变形。

5.1.6 隔震橡胶支座受火前后的竖向压缩性能和水平剪切性能的变化率不大于 $\pm 15\%$ 。

5.2 支座设计压应力和设计剪应变

5.2.1 支座的设计压应力和设计剪应变应按下列公式计算：

$$\sigma_0 = \frac{P_0}{A} \quad (5.2.1-1)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{\max}}{A_e} \quad (5.2.1-2)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{P_{\min}}{A} \quad (5.2.1-3)$$

$$\gamma_0 = \frac{X_0}{T_r} \quad (5.2.1-4)$$

$$\gamma_{\max} = \frac{X_{\max}}{T_r} \quad (5.2.1-5)$$

式中： σ_0 ——设计压应力 (N/mm^2)；

$\sigma_{\max}$ ——最大设计压应力 (N/mm^2)；

$\sigma_{\min}$ ——最小设计压应力 (N/mm^2)；

P_0 ——设计压力 (N)；

$P_{\max}$ ——最大设计压力 (N)；

$P_{\min}$ ——最小设计压力 (N)；

A ——有效面积；支座内部橡胶的平面面积 (mm^2)；

A_e ——支座顶面和底面之间的有效重叠面积 (mm^2)；

γ_0 ——设计剪应变；

$\gamma_{\max}$ ——最大剪应变；

X_0 ——设计剪切位移 (mm)；

$X_{\max}$ ——最大设计剪切位移 (mm)；

T_r ——内部橡胶总厚度 (mm)。

5.3 支座形状系数

5.3.1 支座的第一形状系数 S_1 应按下列公式计算。

1 无开孔支座

圆形支座:
$$S_1 = \frac{d_0}{4t_r} \quad (5.3.1-1)$$

方形支座:
$$S_1 = \frac{a}{4t_r} \quad (5.3.1-2)$$

式中: d_0 ——内部钢板的外部直径 (mm);

t_r ——单层内部橡胶的厚度 (mm);

a ——方形支座内部橡胶的边长 (mm)。

2 开孔支座

圆形支座:
$$S_1 = \frac{d_0 - d_i}{4t_r} \quad (5.3.1-3)$$

方形支座:
$$S_1 = \frac{4a^2 - \pi d_i^2}{4t_r(4a + \pi d_i)} \quad (5.3.1-4)$$

式中: d_i ——内部钢板的开孔直径 (mm)。

若孔洞灌满橡胶或铅, 则按无开孔支座考虑。

5.3.2 支座的第二形状系数 S_2 应按下列公式计算。

圆形支座:
$$S_2 = \frac{d_0}{T_r} \quad (5.3.2-1)$$

方形支座:
$$S_2 = \frac{a}{T_r} \quad (5.3.2-2)$$

5.4 支座压缩性能

5.4.1 支座竖向压缩刚度 K_v 可按下列公式计算:

$$K_v = \frac{E_c A}{T_r} \quad (5.4.1)$$

式中: E_c ——修正压缩弹性模量 (MPa), 见 GB 20688.3 附录 C。

5.4.2 支座压缩位移 Y 和压应变 ε_c 可按下列式计算：

$$Y = \frac{P}{K_v} \quad (5.4.2-1)$$

$$\varepsilon_c = \frac{Y}{T_r} \quad (5.4.2-2)$$

式中： P ——压力（N）。

5.5 水平等效刚度、剪应变和等效阻尼比

5.5.1 对天然橡胶支座水平等效刚度 K_h 可按下列式计算：

$$K_h = G \frac{A}{T_r} \quad (5.5.1-1)$$

式中： G ——橡胶材料的剪切模量（N/mm²）。 G 应在恒定压应力和不同剪应变作用下，由试验确定。试件应采用足尺或缩尺模型支座。

1 若考虑剪应变对橡胶剪切模量的影响， G 可按 GB 20688.3 附录 D 计算；

2 若试验时的压应力 σ 与设计压应力 σ_0 相差较大，则橡胶剪切模量 G 还应考虑压应力的影响，

$$G = G_1 \left[1 - \left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} \right)^2 \right] \quad (5.5.1-2)$$

式中： σ ——支座压应力（N/mm²）；

G_1 ——在实际压应力 σ 下，测得的剪切模量；

σ_{cr} ——支座临界应力（N/mm²），由式（5.6.1-2）计算。

对于铅芯橡胶支座，水平等效刚度 K_h 可按下列式计算：

$$K_h = \frac{K_d X + Q_d}{X} \quad (5.5.1-3)$$

式中： K_d ——铅芯橡胶支座的屈服后刚度（N/mm）；

Q_d ——屈服力（N）；

X ——剪切位移（mm）。

5.5.2 支座剪应变 γ 可按下式计算：

$$\gamma = \frac{X}{T_r} \quad (5.5.2)$$

5.5.3 支座等效阻尼比 h_{eq} 可按下式计算：

$$h_{eq} = \frac{1}{2\pi} \frac{W_d}{K_h X^2} \quad (5.5.3)$$

式中： W_d ——为剪力—剪切位移滞回曲线的包络面积，即每加载循环所消耗的能量（N·mm），由试验确定。

5.5.4 高阻尼橡胶支座的剪切性能

1 高阻尼橡胶支座水平等效刚度 K_h 可按下式计算：

$$K_h = G_{eq}(\gamma) \frac{A}{T_r} \quad (5.5.4-1)$$

式中： $G_{eq}(\gamma)$ ——剪应变为 γ 时的等效剪切模量，单位为兆帕（MPa），根据试验确定。

2 高阻尼橡胶支座剪应变 γ 可按下式计算：

$$\gamma = \frac{X}{T_r} \quad (5.5.4-2)$$

3 高阻尼橡胶支座等效阻尼比 $h_{eq}(\gamma)$ 可按下式计算：

$$h_{eq}(\gamma) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{W_d}{2K_h (T_r \gamma)^2} \quad (5.5.4-3)$$

式中： W_d ——剪力—剪切位移滞回曲线包络面积，单位为牛顿·毫米（N·mm），由试验确定。

5.6 支座极限性能

5.6.1 支座无剪应变时的稳定性验算应满足下列要求：

$$\sigma_0 \leq \frac{1}{\rho_c} \sigma_{cr} \quad (5.6.1-1)$$

式中： σ_0 ——支座考虑受压稳定的设计压应力（N/mm²）；

ρ_c ——安全系数，按设计要求确定；

σ_{cr} ——剪应变为零时，支座失稳的临界应力，按下式计算
并不应小于 90N/mm^2 ；

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi}{4} \xi S_2 \sqrt{E_b G} \quad (5.6.1-2)$$

G ——对应于 100% 剪应变时的橡胶剪切模量 (N/mm^2)，
对铅芯橡胶支座， G 不考虑铅芯的影响；

ξ ——临界应力计算系数，圆形支座： $\xi = 1$ ，方形支座：

$$\xi = \frac{2}{\sqrt{3}};$$

E_b ——受弯时，橡胶表观弹性模量 (N/mm^2)，可按下式
计算；

$$\frac{1}{E_b} = \frac{1}{E_0 \left(1 + \frac{2}{3} k S_2^2 \right)} + \frac{1}{E_\infty} \quad (5.6.1-3)$$

k ——修正系数，参见 GB 20688.3 附录 C；

E_0 ——橡胶的弹性模量 (N/mm^2)；

E_∞ ——橡胶的体积弹性模量 (N/mm^2)。

5.6.2 支座拉伸性能应满足下式要求：

$$F_u \leq P_{Ty} \frac{1}{\rho_T} \quad (5.6.2)$$

式中： F_u ——支座承受的提离拉力 (N)；

P_{Ty} ——支座的屈服拉力 (N，见图 5.6.2)，可按 GB/T
20688.1—2007 第 6.6 节中的方法确定。其拉力——
拉伸位移的关系曲线所对应的恒定剪切位移为支座
最大剪切位移 ρ_T (mm)；

ρ_T ——安全系数，按设计要求确定。

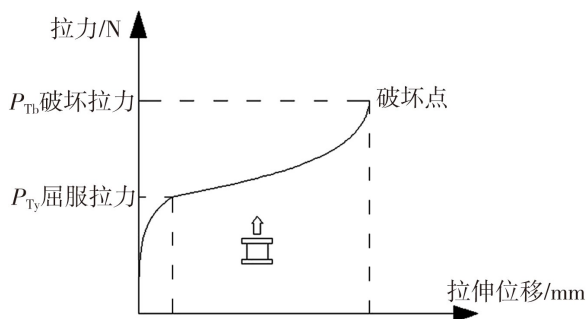


图 5.6.2 支座的拉伸性能关系曲线

5.6.3 大剪应变时支座稳定性验算应符合 GB 20688.3 附录 E 和附录 F 的规定。

5.6.4 III型支座的滚翻性能验算应符合 GB 20688.3 第 7.4.3 条的规定。

5.7 支座内部钢板设计

5.7.1 支座内部钢板的设计应满足下列要求：

$$\sigma_s = 2\lambda \frac{P_f}{A_e t_s} \leq f_t \quad (5.7.1)$$

式中： σ_s ——内部钢板拉应力（N/mm²）；

f_t ——钢材的抗拉强度设计值（N/mm²）；

A_e ——支座的顶面和底面之间的有效重叠面积（mm²）；

t_s ——单层内部钢板的厚度（mm）；

λ ——钢板应力修正系数。无开孔时， $\lambda = 1.0$ ；有开孔时（ $A_p/A = 0.03 \sim 0.1$ ）， $\lambda = 1.5$ ；

A_p ——开孔面积。

5.8 支座法兰板设计

5.8.1 支座连接螺栓和法兰板设计见 GB 20688.3 附录 G。

6 力学性能试验项目和要求

6.1 一般要求

6.1.1 支座力学性能试验项目包括压缩性能、剪切性能、拉伸性能、极限剪切性能、剪切性能相关性、压缩性能相关性和耐久性能。

6.1.2 支座力学性能试验各项目的试验方法和条件、试件尺寸、试验结果合格判据按本章规定；支座型式检验、出厂检验、见证检验、进场验收所需进行的试验项目和数量按第7章规定。

6.2 一般力学性能试验项目和要求

6.2.1 支座一般力学性能试验项目和要求如表 6.2.1 所示。

表 6.2.1 支座一般力学性能试验项目和要求

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂检验	型式检验	见证检验	试件	合格判据或需测试的项目
压缩性能	竖向压缩刚度 K_v	1 加载方法采用 GB/T 20688.1 的 6.3.1.3 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；	✓	✓	✓	足尺 支座	单一支座竖向压缩刚度 K_v 允许偏差为 $\pm 30\%$ ，平均值为 $\pm 20\%$
	竖向压缩变形	2 试验标准温度为 23°C ，否则应对试验结果进行温度修正；		✓	✓	足尺 支座	位移—荷载曲线无异常
	设计压应力下侧向变形	3 在设计竖向压应力下，采用直角尺和塞尺测量支座侧面的最大鼓出位置的鼓出量和最大凹入位置的凹入量		✓			
	竖向极限压应力	1 向支座施加轴向压力，缓慢或分级加载，直至破坏。同时绘出竖向荷载和竖向位移曲线，根据曲线的变形趋势确定破坏时的荷载和压应力。	×	✓	△	足尺或 缩尺 模型 A	直径或边长不大于 600mm 支座，侧向不均匀变形不大于 3mm；直径或边长不大于 1000mm 支座，侧向不均匀变形不大于 4mm；直径或边长大于 1000mm 支座，侧向不均匀变形不大于 5mm 当 $3 \leq S_2 \leq 4$ 时，应不小于 60MPa； 当 $4 \leq S_2 \leq 5$ 时，应不小于 75MPa； 当 $S_2 > 5$ 时，应不小于 90MPa

续表 6.2.1

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂检验	型式检验	见证检验	试件	合格判据或需测试的项目
压缩性能	水平位移 为支座内 部橡胶直 径55%状 态时的极 限压应力	1 向支座施加设计轴压应力，然后施加水平荷载，将支座推剪到水平位移0.55D； 2 缓慢或分级施加竖向荷载，记录竖向荷载和水平刚度，在循环加载各一次； 3 支座外观发生明显异常或水平刚度趋于0时，视为破坏。	×	✓	Δ	足尺或缩尺模型B	当 $3 \leq S_2 \leq 4$ 时，应不小于 20MPa； 当 $4 \leq S_2 \leq 5$ 时，应不小于 25MPa； 当 $S_2 > 5$ 时，应不小于 30MPa
剪切性能	水平等效 刚度、水 平等效阻 尼比或水 平等效刚 度、屈服 后刚度、 屈服力	1 加载方法采用 GB/T 20688.1 的 6.3.2.2 条的 3 次加载循环法，加载 3 次，剪切性能应按第 3 次加载循环测试值计算。剪应变 $\gamma = 100\%$ 或 γ_0； 2 若加载频率和设计频率不同，应对试验结果进行修正。基准频率为设计频率或不低于 0.02Hz； 3 试验标准温度为 23℃，否则应对试验结果进行温度修正； 4 可采用单、双剪试验装置，试验方法见 GB/T 20688.1 的 6.3.2 条。	✓	✓	✓	足尺支座	1 天然橡胶支座和铅芯橡胶支座，单个试件实测值允许偏差为 $\pm 15\%$，平均值允许偏差为 $\pm 10\%$； 2 高阻尼橡胶支座，水平等效刚度 K_h、屈服后刚度 K_d、屈服力 Q_d 单个试件实测值允许偏差为 $\pm 15\%$，平均值允许偏差为 $\pm 10\%$，等效阻尼比 h_{eq} 单个试件实测值允许偏差为 $\pm 20\%$，平均值允许偏差为 $\pm 15\%$ 3 测试项目 天然橡胶支座：水平等效刚度 K_h 高阻尼橡胶支座：水平等效刚度 K_h、等效阻尼比 h_{eq} 铅芯橡胶支座：水平等效刚度 K_h、等效阻尼比 h_{eq}；或者，水平等效刚度 K_h、屈服后刚度 K_d、屈服力 Q_d

续表 6.2.1

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂检验	型式检验	见证检验	试件	合格判据或需测试的项目
注：1. 侧向均匀变形指隔震支座在竖向压力作用下，支座的侧面均匀对称向外鼓出，剖面呈灯笼状或葫芦串状。除均匀变形以外的其他变形均是不均匀变形；2. 测量侧向不均匀变形时的竖向压应力，当 S_2 不小于 5 时，型式检验取 15MPa，出厂检验取设计压应力，当 S_2 小于 5 不小于 4 时竖向压应力降低 20%，当 S_2 小于 4 不小于 3 时竖向压应力降低 40%；3. $\sqrt{\quad}$—要进行试验；Δ—可选择进行试验或被设计要求试验；$\times$—不进行试验；4. 缩尺模型 A：直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$；缩尺模型 B：直径或边长尺寸 $\leq 1000\text{mm}$。							

续表 6.2.1

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂检验	型式检验	见证检验	试件	合格判据或需测试的项目
拉伸性能	竖向拉伸刚度	1 试验方法见 JC/T 1118—2018 中 7.4.5 条; 2 可采用单、双剪试验装置, 试验方法见 GB/T 20688.1 的 6.6 条。	Δ	√	Δ	足尺或缩尺模型 B	实测值允许偏差为±30%, 平均值允许偏差±20%
	竖向极限拉应力		×	√	Δ		剪应变变为 0 时极限拉应力不应小于 4.0MPa
极限剪切性能	水平极限能力	可采用单、双剪试验装置, 试验方法见 GB/T 20688.1 的 6.5 条	×	√	√	足尺支座	1 支座在最大和最小竖向荷载作用下, 剪切位移达到设计最大值之前, 不应出现破坏、屈曲或滚翻; 2 基座压应力下, 极限剪切变形不应小于橡胶总厚度的 450%; 3 测试极限剪切性能时采用的竖向应力: I 型、II 型支座: $\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ (可受拉); III 型支座: $\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ (不可受拉)
注: 1. 测量水平极限变形能力的竖向压应力, 当 S_2 不小于 5 时, 型式检验取 15MPa, 出厂检验取设计压应力, 当 S_2 小于 5 不小于 4 时竖向压应力降低 20%, 当 S_2 小于 4 不小于 3 时竖向压应力降低 40%; 2. “—”表示不进行试验; Δ—可选; ×—要求进行试验或按设计要求试验; ×—不进行试验; 3. 缩尺模型 A: 直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$; 缩尺模型 B: 直径或边长尺寸 $\geq 1000\text{mm}$							

6.3 剪切性能相关性

6.3.1 支座剪切性能相关性试验项目和要求如表 6.3.1 所示。

表 6.3.1 支座剪切性能相关性试验项目和要求

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂 检验	型式 检验	试件	合格判据或需测试的项目
剪切性能相关性	剪应变相关性	1 剪应变取值范围为 50% 至 γ_{max}，间隔增量可为 50%，最后两个剪应变增量至少为 50%，必要时可增加剪应变值 10% 和 20%； 2 可采用单、双剪试验装置，试验方法见 GB/T 20688.1 的 6.4.1 条。		✓	足尺支座 或缩尺模型 A	基准剪应变为设计剪应变
	压应力相关性	1 被测试支座分别在轴向压应力 5MPa、10MPa、15MPa 作用下，剪切变形 100% 时的水平等效刚度、等效阻尼比；并计算与轴压应力 10MPa 时的相应比值； 2 可采用单、双剪试验装置，试验方法见 GB/T 20688.1 的 6.4.2 条。	×	✓	足尺支座 或缩尺模型 A	基准压应力为设计压应力 或 10MPa

续表 6.3.1

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂 检验	型式 检验	试件	合格判据或需测试的项目
剪切性能相关性	加载频率相关性	1 试验方法见 JC/T 118—2018 中 7.6 条； 2 可采用单、双剪试验装置。	×	√	足尺支座 或缩尺模 型 A	测定被试支座在设计压应力作用下，剪切频率分别为 0.02Hz、0.05Hz、0.1Hz、0.2Hz 时的水平等效刚度、等效阻尼比，并计算与 0.2Hz 时的相应比值。
	反复加载次数相关性	1 反复加载次数为 50 次； 2 可采用单、双剪试验装置，试验方法见 GB/T 20688.1 的 6.4.4 条。	×	√	足尺支座 或缩尺模 型 A	基准反复加载次数为第 3 次
	温度相关性	1 温度取值范围为 -20℃ ~ 40℃，必要时可增加温度取值； 2 试验方法见 JC/T 118—2018 中 7.6 条； 3 支座在设定温度下放置温控箱内不低于 24 小时，取出后在 30 分钟内完成试验。	×	√	足尺支座 或缩尺模 型 A	基准温度为 23℃

续表 6.3.1

性能	试验项目	试验方法和条件	出厂 检验	型式 检验	试件	合格判据或需测试的项目
剪切性能相关性	大变形相关性	测定被试支座在设计压应力作用下，剪切变形 $\gamma=100\%$ 时的水平等效刚度、等效阻尼比，再做剪切变形 $\gamma=250\%$ 试验 8 次后，重新测定被试支座在设计轴向压应力作用下，剪切变形 $\gamma=100\%$ 时的水平等效刚度、等效阻尼比，并计算相应比值。	×	√	足尺支座 或缩尺模型 A	测试水平等效刚度变化率、等效阻尼比变化率
注：缩尺模型 A：直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$						

6.4 压缩性能相关性

6.4.1 支座压缩性能相关性试验项目和要求如表 6.4.1 所示。

表 6.4.1 支座压缩性能相关性试验项目和要求

项目	试验项目	试验方法和条件	出厂 检验	型式 检验	试件	合格判据或需测试的项目
压缩性能相关性	剪应变相关性	1 剪应变取值见 GB/T 20688.1 的 6.4.6 条; 2 应符合 GB/T 20688.1 的 6.4.6 的规定。	×	√	足尺支座 或缩尺模 型 A	基准剪应变为 0
	压应力相关性	1 压应力取值范围为 $\sigma_0 \pm 0.3\sigma_0$, $\sigma_0 \pm 0.5\sigma_0$, $\sigma_0 \pm 1.0\sigma_0$; 2 应符合 GB/T 20688.1 中 6.4.7 条的规定。	×	√	足尺支座 或缩尺模 型 A	基准压应力为 $\sigma_0 \pm 0.3\sigma_0$
注: 缩尺模型 A 直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$						

6.5 其他相关性能

6.5.1 天然橡胶支座和铅芯橡胶支座相关性能要求应符合表 6.5.1 的规定。

表 6.5.1 天然橡胶支座和铅芯橡胶支座相关性能要求

项目	性能要求	
竖向压应力相关性	水平等效刚度，屈服力变化率（LRB）	±15%
	等效阻尼比变化率（LRB）	
大变形相关性	水平等效刚度，屈服力变化率（LRB）	±20%
	等效阻尼比变化率（LRB）	
加载频率相关性	水平等效刚度，屈服力变化率（LRB）	±10%
	等效阻尼比变化率（LRB）	
温度相关性	水平等效刚度，屈服力变化率（LRB）	±25%
	等效阻尼比变化率（LRB）	

6.5.2 高阻尼橡胶支座相关性能要求应符合表 6.5.2 的规定。

表 6.5.2 高阻尼橡胶支座相关性能要求

项目	性能要求	
竖向压应力相关性	水平等效刚度变化率	±25%
	等效阻尼比变化率	
大变形相关性	水平等效刚度变化率	±25%
	等效阻尼比变化率	
加载频率相关性	水平等效刚度变化率	±25%
	等效阻尼比变化率	
温度相关性	水平等效刚度变化率	±25%
	等效阻尼比变化率	

6.6 耐久性能

6.6.1 老化性能不应低于 60 年。

1 耐老化 60 年试验方法：先测定被试支座的竖向刚度、水平刚度、等效阻尼比；再将支座置于 80℃ 的恒温箱内 962h 或 100℃ 的恒温箱内 185h（相当于 20℃×60 年的等效温度和等效时间）后取出，冷却至自然室温，再重新测定支座的竖向刚度、水平刚度、等效阻尼比；

2 比较该支座老化前后的刚度和等效阻尼比，并与未老化同型（批）的支座进行水平极限变形能力的比较。

6.6.2 徐变性能

1 徐变量的加速老化测量方式：

1) 隔震支座徐变性能检测方式需与支座耐老化性能相一致，不低于 60 年；

2) 徐变 60 年试验方法：被试支座在设计压应力作用下，置于 80℃ 的恒温箱内 962h 或 100℃ 的恒温箱内 185h（相当于 20℃×60 年的等效温度和等效时间）后，取出测其徐变量。

2 徐变量的推算测量方式

1) 试验温度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，测量时间不少于 1000h，按照 0h 到 10h，10h 到 100h、100h 到 1000h 分为 3 个时间段，每时间段的测量值应不少于 10 个；

2) 施加的压应力应为设计压应力 σ_0 ，加载时间应不小于 1min，将压力达到指定值 1min 后的压缩取为零点，压缩位移的测点应均匀布置且不少于 2 个，压缩位移值应为各测点测量值的平均值；

3) 当试验温度不是 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 时，竖向压缩位移值应按照下式换算为相当于 23℃ 时的值。

$$\Delta H_{23} = \Delta H_T + nt_r(T - 23)\alpha$$

式中： ΔH_{23} ——23℃ 时竖向压缩位移的变化值；

ΔH_T ——温度 T 时竖向压缩位移的变化值；

T ——试件的表面温度 (°C)；

α ——线性热膨胀系数 (T 到 23°C)。

每时间段的徐变应变按下列公式计算：

$$\varepsilon_{ct} = \frac{\Delta H_{23}}{nt_r} \times 100$$

式中： ε_{ct} ——23°C 时的徐变应变 (%)。

徐变应变与时间的关系见图 6.6.2-1。

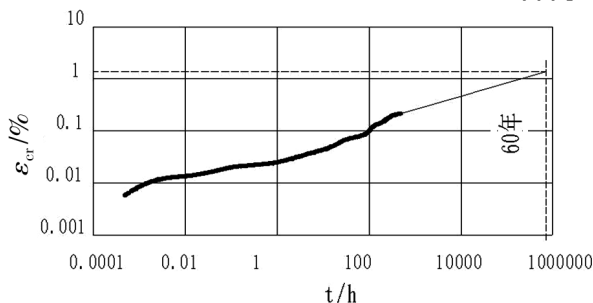


图 6.6.2-1 徐变性能曲线

从 100h 到 1000h 的测量数据，可采用最小二乘法绘制时间与徐变应变的对数图，确定下式中的系数 a 和 b 。

$$\lg \varepsilon_{cr} = \lg a + b \lg t$$

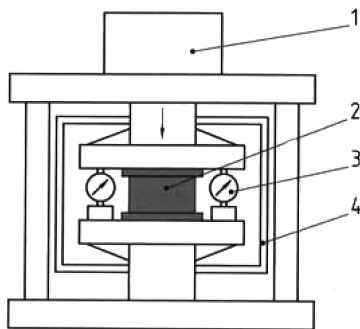
式中： t ——时间。

t 时刻的徐变量可由下式求得：

$$\varepsilon_{cr} = a \cdot t^b$$

4) 试件应在无水平位移的情况下按照指定的时间和温度施加恒定压力，测量其压缩位移，推算出支座使用多年后的徐变量。

3 徐变性能试验装置如图，施加的压力允许偏差 $\pm 5\%$ 。试验过程中，压力允许偏差为 $\pm 2\%$ 。位移测量仪器的精度为 0.01mm。



1—加载装置；2—试件；3—位移计；4—恒温箱

图 6. 6. 2-2 徐变性能试验装置示意图

6. 6. 3 疲劳性能

1 先测被试支座的竖向刚度、水平等效刚度、等效阻尼比；被试支座在产品的设计压应力作用下，按剪应变 $r=100\%$ ，加载频率不低于 0.02Hz 施加水平荷载 50 次，同时记录每次水平加载力与水平位移的滞回曲线，并仔细观察试验过程中试件应无龟裂、钢板与橡胶是否撕裂或出现其他异常现象。再测被试支座的竖向刚度、水平等效刚度和等效阻尼比，其值满足性能要求且 20 组滞回曲线与其平均曲线偏差在 $\pm 15\%$ 内时，再按剪应变 250% ，加载频率 0.15Hz 施加水平荷载 3 次，若滞回曲线无明显异常，则判断疲劳试验合格；

2 剪切位移和竖向压力的允许偏差为 $\pm 5\%$ ；

3 加载波形可为正弦波或三角波。

6. 6. 4 支座耐久性能试验项目和要求如表 6. 6. 4 所示。

表 6.6.4 支座耐久性能试验项目和要求

项目	试验项目	试验方法和条件	出厂检验	型式检验	试件	合格判据或需测试的项目
耐久性	老化性能	竖向刚度	×	√	足尺支座或缩尺模型 A、标准试件或剪切型橡胶试件	竖向压缩刚度 K_h 、水平等效刚度 K_h 和等效阻尼比 h_{eq} (LRB、HDR) 的变化率为 $\pm 20\%$ 。水平极限变形能力不小于 360%剪应变，支座外观目视无龟裂
		水平等效刚度	×	√		
		等效阻尼比	×	√		
		水平极限变形能力	×	√		
	徐变性能	徐变量	×	√	足尺支座或缩尺模型 A	60 年徐变量天然橡胶支座和铅芯橡胶支座不应大于橡胶层总厚度的 5%，高阻尼橡胶支座不应大于橡胶层总厚度的 10%
	疲劳性能	竖向刚度	×	√	足尺支座或缩尺模型 A	竖向压缩刚度 K_h 、水平等效刚度 K_h 和等效阻尼比 h_{eq} (LRB、HDR) 的变化率为 $\pm 15\%$ ，支座外观目视无龟裂
		水平等效刚度	×	√		
		等效阻尼比	×	√		
		外观	×	√		

注：1. √—要进行试验；Δ—不选择进行试验；×—不进行试验；2. 缩尺模型 A 直径或边长尺寸 $\geq 500\text{mm}$ ；缩尺模型 B 直径或边长尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ ；缩尺模型 C 直径或边长尺寸 $\geq 300\text{mm}$

7 检验规则

7.1 一般要求

7.1.1 应用于建筑工程的隔震支座必须进行型式检验、出厂检验、见证检验和进场验收。

7.1.2 制造厂提供建筑工程应用的隔震支座新产品（包括新种类、新规格、新型号）进行认证鉴定时，或已有支座产品的结构、材料、工艺方法等有较大改变时，应进行型式检验，并提供型式检验报告。型式检验应由具有专门资质的检测机构进行，应满足本标准 7.2 节的要求。型式检验合格，并取得型式检验报告后方可进入生产。

7.1.3 隔震支座出厂检验应由制造厂的质检部门自检或独立的第三方检测机构检验，方可出厂。

7.1.4 隔震支座产品的标识应符合本标准 7.7 节的规定。

7.2 型式检验

7.2.1 型式检验包括支座外观质量和尺寸偏差检查、橡胶材料物理性能检测和支座力学性能试验。

7.2.2 隔震支座外观质量和尺寸偏差检查应符合本标准 7.6 节的规定。

7.2.3 橡胶材料物理性能检测应符合本标准附录 B 的规定。

7.2.4 隔震支座力学性能试验应符合本标准 6.2 节的规定。

7.2.5 满足下列全部条件的，可采用以前相应的型式检验结果。

- 1 支座用相同的材料配方和工艺方法制作；
- 2 相应的外部 and 内部尺寸相差 10% 以内；
- 3 第二形状系数相差 ± 0.4 以内；

4 第二形状系数 S_2 小于 5, 以前的极限性能和压应力相关性试验试件的 S_2 不大于本次试验试件的 S_2 ;

5 以前的试验条件更严格。

7.2.6 隔震支座产品有下列情况之一时, 应进行型式检验:

1 新产品的试制、定型、鉴定;

2 当原料、结构、工艺等有较大改变, 有可能对产品质量影响较大时;

3 正常生产时, 每 4 年检验一次;

4 停产 1 年以上恢复生产时。

7.3 出厂检验

7.3.1 隔震支座的出厂检验包括支座外观质量和尺寸偏差检查、支座力学性能试验。当设计有其他要求时, 尚应进行相应的检测。

7.3.2 隔震支座均应 100% 进行出厂检验, 出厂检验由制造厂质检部门或独立的第三方检测机构检验, 检验合格方准出厂。

7.3.3 支座外观质量和尺寸偏差检查应符合本标准 7.6 节的规定。

7.3.4 支座力学性能试验应进行的项目符合本标准 6.2 节的规定。

7.4 见证检验

7.4.1 见证检验应在监理单位见证下从项目的产品中随机抽取, 并做永久标识。检测机构应对抽样样品先进行竖向压缩性能和剪切性能检验, 合格后进行水平极限性能检测, 即设计应力下水平极限剪应变不小于 450%, 且支座表面变形应均匀无突变, 被检测产品检测后不得再应用于工程项目。

7.4.2 当建筑设计对支座有抗拉要求时, 则应进行拉伸性能的试验。

7.4.3 同一生产厂家、同一类型、同一规格的产品, 取总数量

的 2%且不少于 3 个进行支座的竖向性能和剪切性能试验，其中检查总数量的每 3 个支座中，取一个进行水平极限性能试验。

7.5 进场验收

7.5.1 隔震支座进场验收包括出厂合格证明文件检查、出厂检验报告检查、外观尺寸检查、见证检验。当设计有其他要求时，尚应进行相应的检测。

7.5.2 支座外观质量和尺寸偏差检查对每一支座均应进行，应符合本标准 7.6 节的规定。

7.5.3 支座在运输、贮存过程中如遭遇可能影响支座性能的事件时，应再次进行出厂检验。检测项目和抽样数量可由相关各方协商确定。

7.6 支座外观质量和尺寸偏差检查

7.6.1 支座表面应光滑平整，外观质量应符合表 7.6.1 的要求。

表 7.6.1 支座外观质量要求

缺陷名称	质量指标
气 泡	单个表面气泡面积不超过 50mm ²
杂 质	杂质面积不超过 30mm ²
缺 胶	缺胶面积不超过 150mm ² ，不得多于 2 处，且内部嵌件不得外露
凹凸不平	凹凸不超过 2mm，面积不超过 50mm ² ，不得多于 3 处
胶钢黏结不牢（上、下端面）	裂纹长度不超过 30mm，深度不超过 3mm，不得多于 3 处
裂纹（表面）	不允许
钢板外露（侧面）	不允许

7.6.2 支座尺寸偏差的测量方法应符合 GB/T 20688.1 第 7 章的规定。

7.6.3 平面尺寸的偏差应符合表 7.6.3 的规定。

表 7.6.3 支座产品尺寸的允许偏差

项目		尺寸允许偏差
内部	每层橡胶层厚度/%	产品设计值的±10
	橡胶层总厚度/%	产品设计值的±5
	夹层薄钢板厚度/mm	按 GB/T 3247 执行
	封钢板厚度/mm	±0.5
	钢板直径或边长/mm	±1.0
外部	总高度	设计值的±1.5%与 6mm 两者间的较小值
	外直径或边长 D' 、 a' 和 b'	设计值的±1%，且不大于±5.0mm
	中孔直径 d_i /mm	±1.5
	橡胶包覆层厚度/mm	±1.5
	侧面垂直度	支座总高度的 1/100

7.6.4 支座产品平整度的允许偏差为：直径或短边边长不大于 1200mm 时，取直径或测量长度的 1/400 和 3mm 的较小值；直径或短边边长 1500mm 时，取直径或测量长度的 1/300；直径或短边边长介于 1200mm 和 1500mm 之间，可插值。

$$\Psi = \left| \frac{\delta_v}{D_f} \right| \quad (7.6.4)$$

式中：Ψ——平整度；

δ_v ——在通过支座中心的直线的两端点所测的支座高度之差（mm），如图 7.6.4 所示；

D_f ——连接板直径或短边边长长度（mm），如图 7.6.4 所示。

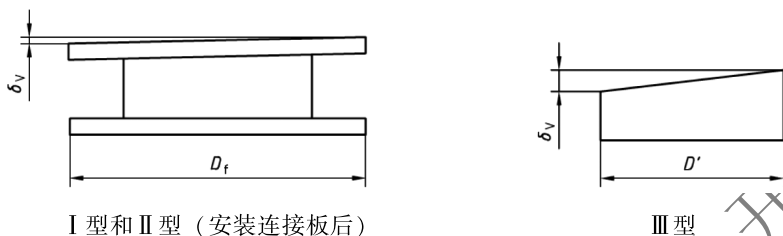


图 7.6.4 平整度的测量

7.6.5 支座产品的水平偏移 (δ_H) 不应超过 3mm。

7.6.6 连接板平面尺寸的偏差应符合表 7.6.6 的规定。

表 7.6.6 连接板直径和边长允许偏差 (mm)

连接板厚度 t_f	D_f (或 L_f) < 1000	$1000 \leq D_f$ (或 L_f) ≤ 3150	$3150 \leq D_f$ (或 L_f) ≤ 6000
$6 < t_f \leq 27$	± 2.0	± 2.5	± 3.0
$27 < t_f \leq 50$	± 2.5	± 3.0	± 3.5
$50 < t_f \leq 100$	± 3.5	± 4.0	± 4.5

7.6.7 连接板厚度的允许偏差应符合表 7.6.7 的规定。

表 7.6.7 支座连接板厚度允许偏差 (mm)

连接板厚度 t_f	允许偏差	
	D_f (或 L_f) < 1600	$1600 \leq D_f$ (或 L_f) < 2000
$16.0 < t_f \leq 25.0$	± 0.65	± 0.75
$25.0 < t_f \leq 40.0$	± 0.70	± 0.80
$40.0 < t_f \leq 63.0$	± 0.80	± 0.95
$63.0 < t_f \leq 100.0$	± 0.90	± 1.10

7.6.8 连接板螺栓孔位置（包括封板螺纹孔位置）的允许偏差应符合表 7.6.8 的规定。

表 7.6.8 连接板螺栓孔位置允许偏差（mm）

D_f (或 L_f)	允许偏差
$400 < D_f$ (或 L_f) ≤ 1000	± 0.8
$1000 < D_f$ (或 L_f) ≤ 2000	± 1.2
D_f (或 L_f) > 2000	± 2.0

7.6.9 设计压应力下，支座的侧向不均匀变形应符合表 7.6.9 的规定。

表 7.6.9 支座产品侧向不均匀变形允许值（mm）

D' 、 a' 和 b'	侧向不均匀允许值 mm
D' 、 a' 和 $b' \leq 600$	≤ 3
$600 < D'$ 、 a' 和 $b' \leq 1000$	≤ 4
D' 、 a' 和 $b' > 1000$	≤ 5

7.6.10 设计压应力下，采用直角尺和塞尺测量支座最大凸出、凹进位置的凸出、凹进量，取最大值。侧向均匀变形指隔震支座在设计压应力下，支座的侧面均匀向外鼓出，剖面呈灯笼状，见图 7.6.10-1。侧向不均匀变形指隔震支座在设计压应力下，支座的侧面不均匀向外鼓出，剖面呈 C 型或 S 型或局部异常鼓出，见图 7.6.10-2。

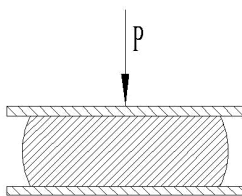


图 7.6.10-1 侧向均匀变形示意图

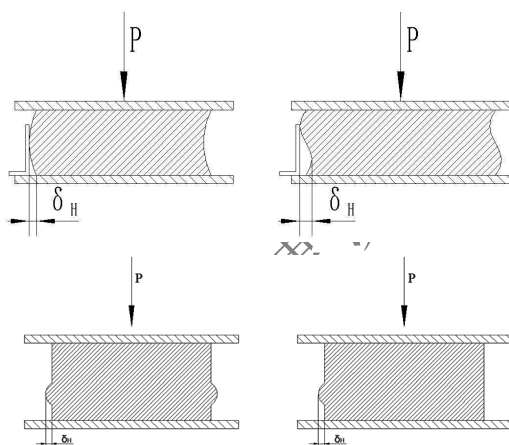


图 7.6.10-2 侧向不均匀变形示意图

7.7 支座产品标识

7.7.1 支座产品保护胶上应有永久标识，永久标识应直接硫化在支座保护胶上，永久标识应包含以下信息：

- 1 制造厂名字、企业商标；
- 2 支座类型：天然橡胶支座（LNR），高阻尼橡胶支座（HDR），铅芯橡胶支座（LRB），产品执行标准；
- 3 产品序列号或生产编号，其编码规则应当顺序编号，不能重号。
- 4 支座产品尺寸。标注方法为：圆形支座可标注为“D-直

径尺寸”；矩形支座可标注为“长边×短边尺寸”；方形支座可标注为“S 边长尺寸”。尺寸单位为 mm。

示例：

直径为 800mm 的圆形支座可表示为 D-800；

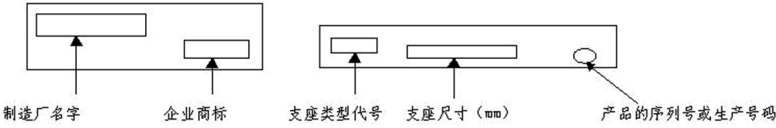
边长为 800mm×600mm 的矩形支座可表示为 800×600；

边长为 800mm 的方形支座可表示为 S800 或 800×800。

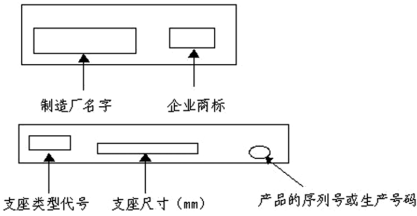
7.7.2 支座产品的标识和标签应显示在支座的侧表面，具有良好的防水、耐磨损性和耐久性，易于辨认，字符高度和宽度应大于 50mm。

示例：

1 表示成一行的形式：



2 表示成两行的形式：



附录 A 橡胶材料物理性能试验项目和方法

A.0.1 给出了橡胶材料物理性能试验项目、试验方法、出厂检验和型式检验所需检验项目。

表 A.0.1 橡胶材料物理性能试验项目和方法

性能	试验项目	试验方法	出厂检验		型式检验	
			内部 橡胶	橡胶 保护层	内部 橡胶	橡胶 保护层
拉伸性能	拉伸强度	GB/T 20688.1 的 5.3	√	√	√	√
	扯断伸长率		√	√	√	√
	100%拉应变时的弹性模量		×	×	√	√
老化性能	拉伸强度变化率	GB/T 20688.1 的 5.4	Δ	Δ	√	√
	扯断伸长率变化率		Δ	Δ	√	√
	100%拉应变时的弹性模量变化率		×	×	√	√
硬度	硬度	GB/T 20688.1 的 5.5	Δ	Δ	√	√
黏合性能	橡胶与金属黏合强度试件破坏类型	GB/T 20688.1 的 5.6	Δ	×	√	√
压缩性能	压缩永久变形	GB/T 20688.1 的 5.7	√	×	√	×

续表 A.0.1

性能	试验项目	试验方法	出厂检验		型式检验	
			内部橡胶	橡胶保护层	内部橡胶	橡胶保护层
剪切性能	剪切模量	GB/T 20688.1 的 5.8	Δ	×	√	×
	等效阻尼比		Δ	×	√	×
	剪切模量和等效阻尼比的温度相关性		×	×	Δ	×
	破坏剪应变	GB/T 20688.1 的 5.9	×	×	Δ	×
脆性性能	脆性温度	GB/T 20688.1 的 5.10	×	×	Δ	√ *
抗臭氧性能	外观变化	GB/T 20688.1 的 5.11	×	Δ	×	√
注：√：要进行试验；×：不进行试验；Δ：可选择进行试验；√*：使用环境温度低于 0℃时，应进行试验						

附录 B 支座的典型尺寸

表 B.0.1 给出了支座典型尺寸。如有必要，也可采用其他尺寸。

表 B.0.1 支座的典型尺寸

尺寸 直径 d_0 或 $a \times a$ (mm)	厚度 (mm)		第二形状系数 S_2 最小值	开孔直径 d_i (mm)
	单层内部 橡胶厚度 t_r	单层内部 钢板厚度 t_s		
400	$2.0 \leq t_r \leq 5.0$	≥ 2.0	≥ 3.0	天然橡胶支座和 高阻尼橡胶支座： $\leq \frac{d_0}{6}$ 或 $\leq \frac{a}{6}$ 铅芯橡胶支座： $\leq \frac{d_0}{4}$ 或 $\leq \frac{a}{4}$
450	$2.0 \leq t_r \leq 5.5$			
500	$2.5 \leq t_r \leq 6.0$			
550	$2.5 \leq t_r \leq 7.0$			
600	$3.0 \leq t_r \leq 7.5$			
650	$3.0 \leq t_r \leq 8.0$			
700	$3.5 \leq t_r \leq 9.0$			
750	$3.5 \leq t_r \leq 9.5$	≥ 2.5	≥ 3.0	
800	$4.0 \leq t_r \leq 10.0$		≥ 3.0	
850	$4.0 \leq t_r \leq 10.5$		≥ 3.5	
900	$4.5 \leq t_r \leq 11.0$		≥ 3.5	
950	$4.5 \leq t_r \leq 11.0$		≥ 3.5	

续表

尺寸 直径 d_0 或 $a \times a$ (mm)	厚度 (mm)		第二形状系数 S_2	开孔直径 d_i (mm)	
	单层内部 橡胶厚度 t_r	单层内部 钢板厚度 t_s	最小值		
1000	$4.5 \leq t_r \leq 11.0$	≥ 3.0	≥ 3.5	然橡胶支座和 高阻尼橡胶支座： $\leq \frac{d_0}{5}$ 或 $\leq \frac{a}{5}$ 铅芯橡胶支座： $\leq \frac{d_0}{4}$ 或 $\leq \frac{a}{4}$	
1050	$5.0 \leq t_r \leq 11.0$		≥ 3.5		
1100	$5.5 \leq t_r \leq 11.0$		≥ 3.5		
1150	$5.5 \leq t_r \leq 12.0$		≥ 3.5		
1200	$6.0 \leq t_r \leq 12.0$		≥ 4.0		
1250	$6.0 \leq t_r \leq 13.0$		≥ 4.0		
1300	$6.5 \leq t_r \leq 13.0$	≥ 4.0	≥ 4.0		
1350	$6.5 \leq t_r \leq 14.0$				
1400	$7.0 \leq t_r \leq 14.0$				
1450	$7.0 \leq t_r \leq 15.0$				
1500	$7.0 \leq t_r \leq 15.0$				

附录 C 建议的标准化产品规格及参数

表 C.1 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5.45$, $G=0.392\text{MPa}$)

类别	LNR 1500	LNR 1400	LNR 1300	LNR 1200	LNR 1100	LNR 1000	LNR 900	LNR 800	LNR 700	LNR 600	LNR 500	LNR 400	LNR 300
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 $K_v/\text{kN/mm}$	8000	6700	5400	4300	4100	3900	3300	2700	2300	1900	1600	1200	900
水平等效刚度 $K_h 100\% / \text{kN/mm}$	2.50	2.34	2.17	2.01	1.83	1.67	1.51	1.33	1.17	0.98	0.81	0.66	0.49
橡胶层总厚度 $/\text{mm}$	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73	56

表 C.2 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5.45$, $G=0.49\text{MPa}$)

类别	LNR 1500	LNR 1400	LNR 1300	LNR 1200	LNR 1100	LNR 1000	LNR 900	LNR 800	LNR 700	LNR 600	LNR 500	LNR 400	LNR 300
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 $K_v/\text{kN/mm}$	8300	6900	5700	4700	4200	4000	3400	2800	2450	2000	1700	1300	1000
水平等效刚度 $K_h 100\% / \text{kN/mm}$	3.13	2.92	2.75	2.51	2.29	2.09	1.88	1.66	1.46	1.22	1.02	0.82	0.61
橡胶层总厚度 $/\text{mm}$	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73	56

表 C.3 铅芯橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5.45$, $G=0.392\text{MPa}$)

类别	LRB 1500	LRB 1400	LRB 1300	LRB 1200	LRB 1100	LRB 1000	LRB 900	LRB 800	LRB 700	LRB 600	LRB 500	LRB 400	LRB 300
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 $K_v/\text{kN/mm}$	8300	7000	5700	4600	4400	4200	3500	2900	2600	2200	1800	1400	1100
水平等效刚度 K_h (100%) / kN/mm	3.95	3.90	3.55	3.09	2.91	2.77	2.37	2.05	1.87	1.58	1.27	1.04	0.76
等效阻尼比 h_{eq} (100%) /%	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 $K_l/\text{kN/mm}$	31.59	29.51	27.17	25.48	23.27	21.71	19.63	17.29	15.21	13.13	10.92	8.84	6.50
屈服后刚度 $K_d/\text{kN/mm}$	2.43	2.27	2.09	1.96	1.79	1.67	1.51	1.33	1.17	1.01	0.84	0.68	0.50
屈服力 Q_d/kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63	40	27	16
橡胶层总 厚度 / mm	276	257	239	220	203	184	165	148	129	110	92	73	56

表 C.4 铅芯橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2 = 5.45$, $G = 0.49\text{MPa}$)

类别	LRB 1500	LRB 1400	LRB 1300	LRB 1200	LRB 1100	LRB 1000	LRB 900	LRB 800	LRB 700	LRB 600	LRB 500	LRB 400	LRB 300
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 $K_v/\text{kN/mm}$	8600	7200	6000	5000	4500	4300	3600	3000	2750	2300	1900	1500	1200
水平等效刚度 K_h (100%) $/\text{kN/mm}$	4.56	4.47	4.09	3.58	3.36	3.19	2.75	2.39	2.16	1.83	1.48	1.21	0.89
等效阻尼比 h_{eq} (100%) $\%$	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 $K_1/\text{kN/mm}$	39.52	36.79	34.19	31.85	29.12	27.04	24.57	21.71	18.98	16.38	13.65	10.66	7.93
屈服后刚度 $K_d/\text{kN/mm}$	3.04	2.83	2.63	2.45	2.24	2.08	1.89	1.67	1.46	1.26	1.05	0.82	0.61
屈服力 Q_d/kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63	40	27	16
橡胶层总 厚度 $/\text{mm}$	276	257	239	220	202	184	165	148	129	110	92	73	56

表 C.5 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5$, $G=0.392\text{MPa}$)

类别	LNR 1500	LNR 1400	LNR 1300	LNR 1200	LNR 1100	LNR 1000	LNR 900	LNR 800	LNR 700	LNR 600	LNR 500	LNR 400	LNR 300
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 $K_v/\text{kN/mm}$	8300	6900	5700	4700	4400	4200	3700	3100	2500	2100	1700	1400	1000
水平等效刚度 $K_h(100\%)/\text{kN/mm}$	2.30	2.15	1.99	1.84	1.68	1.51	1.35	1.21	1.05	0.88	0.73	0.58	0.44
橡胶层总 厚度 $/\text{mm}$	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 C.6 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5$, $G=0.49\text{MPa}$)

类别	LNR 1500	LNR 1400	LNR 1300	LNR 1200	LNR 1100	LNR 1000	LNR 900	LNR 800	LNR 700	LNR 600	LNR 500	LNR 400	LNR 300
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 $K_v/\text{kN/mm}$	8600	7200	6000	5000	4500	4300	3800	3000	2600	2200	1750	1450	1050
水平等效刚度 K_h (100%) $/\text{kN/mm}$	2.88	2.68	2.49	2.30	2.10	1.88	1.69	1.51	1.31	1.10	0.92	0.73	0.55
橡胶层总 厚度 $/\text{mm}$	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 C.7 铅芯橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2 = 5$, $G = 0.392\text{MPa}$)

类别	LRB 1500	LRB 1400	LRB 1300	LRB 1200	LRB 1100	LRB 1000	LRB 900	LRB 800	LRB 700	LRB 600	LRB 500	LRB 400	LRB 300
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 $K_v/\text{kN/mm}$	8600	7200	6000	5000	4600	4400	3900	3400	2800	2400	2000	1700	1300
水平等效刚度 K_h (100%) / kN/mm	3.64	3.58	3.28	2.84	2.67	2.46	2.08	1.83	1.66	1.40	1.12	0.90	0.70
等效阻尼比 h_{eq} (100%) / %	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 $K_1/\text{kN/mm}$	29.12	27.04	25.09	23.4	21.32	18.98	17.16	15.34	13.26	11.44	9.49	7.54	5.72
屈服后刚度 $K_d/\text{kN/mm}$	2.24	2.08	1.93	1.80	1.64	1.46	1.32	1.18	1.02	0.88	0.73	0.58	0.44
屈服力 Q_d/kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63	40	27	16
橡胶层总 厚度 / mm	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 C.8 铅芯橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5$, $G=0.49\text{MPa}$)

类别	LRB 1500	LRB 1400	LRB 1300	LRB 1200	LRB 1100	LRB 1000	LRB 900	LRB 800	LRB 700	LRB 600	LRB 500	LRB 400	LRB 300
有效直径 D/mm	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300
竖向刚度 $K_v/\text{kN/mm}$	8900	7500	6300	5300	4800	4600	4100	3600	2900	2500	2050	1750	1350
水平等效刚度 K_h (100%) / kN/mm	4.20	4.10	3.76	3.29	3.08	2.82	2.41	2.12	1.91	1.62	1.31	1.05	0.81
等效阻尼比 h_{eq} (100%) / %	23	24	24	23	23	23	22	23	24	23	22	22	21
屈服前刚度 $K_1/\text{kN/mm}$	36.40	33.80	31.46	29.12	26.65	23.66	21.45	19.11	16.64	14.30	11.96	9.49	7.15
屈服后刚度 $K_d/\text{kN/mm}$	2.80	2.60	2.42	2.24	2.05	1.82	1.65	1.47	1.28	1.10	0.92	0.73	0.55
屈服力 Q_d/kN	420	420	350	250	227	203	141	106	90	63	40	27	16
橡胶层总 厚度 / mm	300	280	260	240	220	204	184	163	143	122	102	82	61

表 C.9 高阻尼橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5.45$, $G=0.45\text{MPa}$)

支座规格	橡胶层总厚度/mm	100%						250%				竖向刚度 K_v /kN/mm
		屈服力 Q_d /kN	屈服前刚度 K_1 /kN/mm	屈服后刚度 K_d /kN/mm	水平等效刚度 K_h /kN/mm	等效阻尼比 h_{eq}	屈服力 Q_d /kN	屈服前刚度 K_1 /kN/mm	屈服后刚度 K_d /kN/mm	水平等效刚度 K_h /kN/mm	等效阻尼比 h_{eq}	
HDR400	75	23	4.49	0.75	1.05	0.18	23	4.49	0.75	0.87	0.10	2500
HDR500	92	36	5.61	0.93	1.32	0.18	36	5.61	0.93	1.09	0.10	2900
HDR600	113	53	6.79	1.13	1.60	0.18	53	6.79	1.13	1.32	0.10	3400
HDR700	130	73	7.97	1.33	1.89	0.18	73	7.97	1.33	1.55	0.10	4000
HDR800	150	95	9.08	1.51	2.15	0.18	95	9.08	1.51	1.77	0.10	4500
HDR900	169	120	10.26	1.71	2.43	0.18	120	10.26	1.71	2.00	0.10	5100
HDR1000	189	149	11.34	1.89	2.69	0.18	149	11.34	1.89	2.21	0.10	5700
HDR1100	192	177	12.52	2.09	2.95	0.18	177	12.52	2.09	2.43	0.10	6300
HDR1200	221	190	13.81	2.3	3.17	0.18	190	13.81	2.3	2.65	0.10	6900
HDR1300	225	230	14.87	2.48	3.44	0.18	230	14.87	2.48	2.86	0.10	7500
HDR1400	257	330	17.25	2.88	4.25	0.18	330	17.25	2.88	3.43	0.10	8100
HDR1500	257	330	19.81	3.3	4.68	0.18	330	19.81	3.3	3.85	0.10	8700

表 C.10 高阻尼橡胶支座力学性能及规格尺寸表 ($S_2=5.45$, $G=0.55\text{MPa}$)

支座规格	橡胶层总厚度/mm	100%						250%				竖向刚度 K_v /kN/mm
		屈服力 Q_d /kN	屈服前刚度 K_1 /kN/mm	屈服后刚度 K_d /kN/mm	水平等效刚度 K_h /kN/mm	等效阻尼比 h_{eq}	屈服力 Q_d /kN	屈服前刚度 K_1 /kN/mm	屈服后刚度 K_d /kN/mm	水平等效刚度 K_h /kN/mm	等效阻尼比 h_{eq}	
HDR400	75	23	5.48	0.91	1.22	0.18	23	5.48	0.91	1.04	0.10	2600
HDR500	92	36	6.86	1.14	1.53	0.18	36	6.86	1.14	1.3	0.10	3000
HDR600	113	53	8.3	1.38	1.86	0.18	53	8.3	1.38	1.57	0.10	3500
HDR700	130	73	9.74	1.62	2.18	0.18	73	9.74	1.62	1.85	0.10	4100
HDR800	150	95	11.1	1.85	2.49	0.18	95	11.1	1.85	2.1	0.10	4600
HDR900	169	120	12.54	2.09	2.81	0.18	120	12.54	2.09	2.38	0.10	5200
HDR1000	189	149	13.86	2.31	3.11	0.18	149	13.86	2.31	2.63	0.10	5800
HDR1100	192	177	15.3	2.55	3.42	0.18	177	15.3	2.55	2.9	0.10	6400
HDR1200	221	190	16.88	2.81	3.68	0.18	190	16.88	2.81	3.16	0.10	7000
HDR1300	225	230	18.17	3.03	3.99	0.18	230	18.17	3.03	3.41	0.10	7600
HDR1400	257	330	21.09	3.51	4.89	0.18	330	21.09	3.51	4.06	0.10	8200
HDR1500	257	330	24.22	4.04	5.41	0.18	330	24.22	4.04	4.59	0.10	8800

附录 D 考虑惯性力对剪力的修正

D.1 通 则

高速加载测试隔震支座性能时将会产生惯性力。惯性力由运动体（不包括试件）质量和加速度产生。水平力传感器所记录的力为惯性力和实际剪力之和（见图 D.1）。

本附录规定的方法适用于测量运动体的惯性力，并对剪力进行修正。

D.2 惯性力的测量方法

D.2.1 直接方法

在不放置试件的条件下，操作压剪装置。此时由水平力传感器记录的剪力即为惯性力（见图 D.1）。

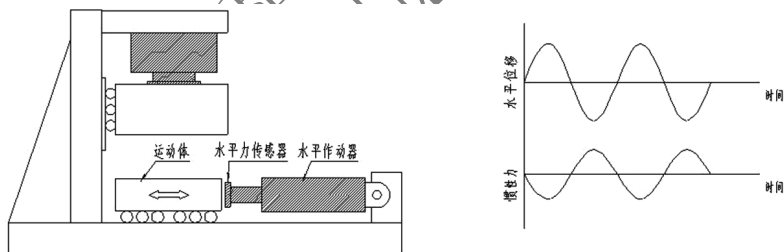


图 D.1 测定惯性力的直接方法

D.2.2 间接方法

在不放置试件的条件下，在运动体上放置加速传感器，操作压剪装置。此时加速度传感器显示的加速度和运动体质量的乘积即为惯性力（见图 D.2）。

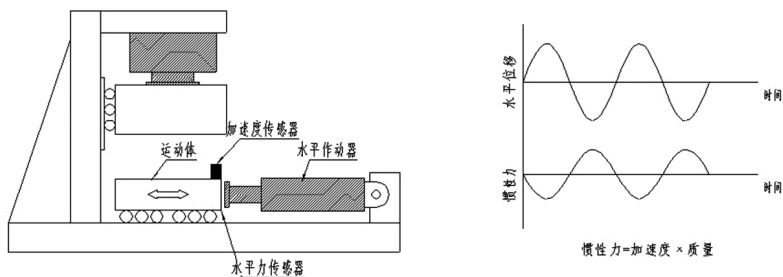


图 D.2 测定惯性力的间接方法

D.3 计算方法

考虑惯性力对剪力的修正按下式计算：

$$Q = Q_a - Q_i$$

式中：\$Q\$——实际剪力（N）；

\$Q_a\$——记录剪力（N）（含惯性力）；

\$Q_i\$——惯性力（N）。

若惯性力小于记录的剪力（含惯性力）的 1%，则无须修正。

附录 E 考虑摩擦力对剪力的修正

E.1 通 则

测定隔震橡胶支座性能时，由于运动体带有滑动或滚动装置，将会产生摩擦力。水平力传感器所记录力为摩擦力和实际剪力之和（见图 E.1）。

本附录规定的方法适用于测量滑动或滚动装置的摩擦力，并对剪力进行修正。

E.2 测试装置

在压剪实验装置中设置附加作动器和摩擦力传感器（见图 E.1）。

标准试件上下滑动或滚动装置的摩擦性能应相同。

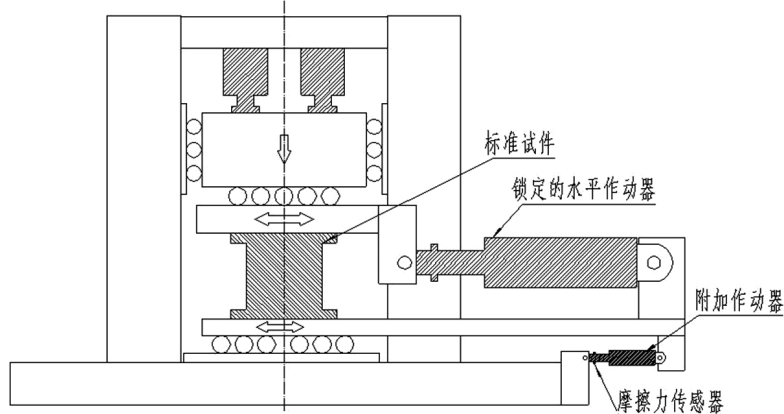


图 E.1 测定摩擦力的实验装置示意图

E.3 摩擦力的测试方法

用某种标准试件（如缩尺模型支座）代替橡胶支座进行试验，测定步骤如下：

- 1) 锁定压剪装置的水平作动器；
- 2) 对试件施加指定的竖向压力；
- 3) 驱动附加作动器。

摩擦力传感器记录的力则为 2 倍的滑动或滚动摩擦力。

应对试件施加不同的竖向压力。对于每种压力，绘出水平位移与摩擦力之间的关系曲线，见图（见图 E. 2）。并绘出不同压力与摩擦系数之间的关系曲线，见图 E. 3。

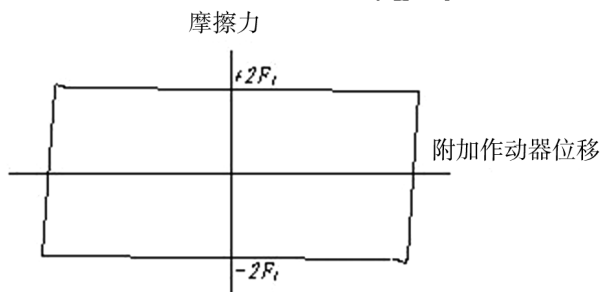


图 E. 2 水平位移与摩擦力关系

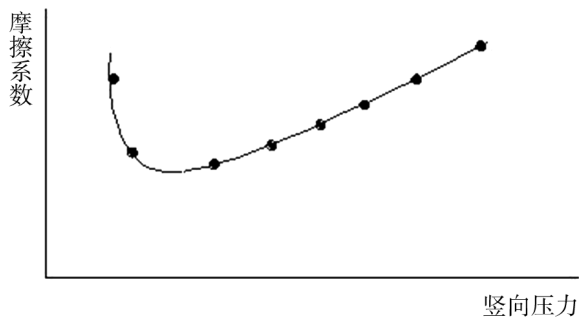


图 E. 3 竖向压力与摩擦系数关系

E.4 计算方法

考虑摩擦力对剪力的修正按下式计算：

$$Q = Q_a - F_r$$

式中： Q ——实际剪力（N）；

Q_a ——记录剪力（N）（含摩擦力）；

F_r ——摩擦力（N）。

若摩擦力小于记录剪力（含摩擦力）的 1%，则无须修正。

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

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

引用标准名录

- 1 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 2 《钢结构设计规范》 GB 50017
- 3 《橡胶支座 第1部分：隔震橡胶支座试验方法》 GB/T 20688.1
- 4 《橡胶支座 第3部分：建筑隔震橡胶支座》 GB 20688.3
- 5 《建筑隔震工程施工及验收规范》 JGJ 360
- 6 《建筑隔震橡胶支座》 JG/T 118
- 7 《建筑防火设计规范》 GB 50016
- 8 《建筑构件耐火试验方法 第7部分：柱的特殊要求》 GB/T 9978.7
- 9 《天然生胶烟胶片、白灼胶片和浅色灼胶片》 GB/T 8089
- 10 《天然生胶 技术分级橡胶（TSR）规格导则》 GB/T 8081
- 11 《铅锭》 GB/T 469
- 12 《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》 GB/T 528
- 13 《硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 第1部分 邵氏硬度计法（邵尔硬度）》 GB/T 531.1
- 14 《硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 第2部分 便携式橡胶国际硬度计法》 GB/T 531.2
- 15 《碳素结构钢和低合金结构钢 热轧薄钢板和钢带》 GB 912
- 16 《碳素结构钢冷轧薄钢板及钢带》 GB/T 11253
- 17 《橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序》 GB/T 2941
- 18 《硫化橡胶或热塑性橡胶热空气加速老化和耐热试验》 GB/T 3512
- 19 《硫化橡胶或热塑性橡胶 常温、高温和低温下的压缩永久变

形测定》GB/T 7759

20 《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 7760

21 《硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂 静态拉伸实验》GB/T 7762

22 《硫化橡胶物理实验方法的一般要求》HG/T 2198

云南省住房和城乡建设厅信息公开
浏览专用