中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

××××-××-××实施

××××-××-××发布

建筑隔震橡胶支座

Rubber isolation bearings for buildings

（征求意见稿）

JG ××××—××××

代替 JG 118-2000

JG

中华人民共和国建筑工业行业标准

目 次

[**前 言** II](#_Toc469067094)

[1 范围 1](#_Toc469067095)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc469067096)

[3 术语和定义、符号 1](#_Toc469067097)

[4 分类与标记 3](#_Toc469067098)

[5 一般要求 4](#_Toc469067099)

[6 要求 5](#_Toc469067100)

[7 试验方法 9](#_Toc469067101)

[8 检验规则 12](#_Toc469067102)

[9 标志、包装、运输及贮存 15](#_Toc469067103)

[附录A （规范性附录） 25%定伸应力实验方法 16](#_Toc469067104)

[附录B （规范性附录） 支座计算模型 17](#_Toc469067105)

[附录C （资料性附录） 建议的标准化产品规格及参数 19](#_Toc469067106)

1. **前 言**

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准是对JG 118-2000《建筑隔震橡胶支座》的修订，本标准与JG 118-2000相比主要技术变化如下：

——更新了橡胶硬度试验方法和碳素结构钢标准的名称，增加了可引用的标准（见第2章）；

——修改补充了相关术语和定义，增加了本标准中引用的符号（见第3章）；

——修改了产品分类、标记（见第4章）；

——增加了形状系数和支座典型尺寸的要求（见5.1、5.2）；

——增加了对支座封板的要求（见5.3）；

——修改了天然橡胶拉伸强度、扯断伸长率性能指标，增加了脆性性能要求（见6.1.1中表3）

——增加了高阻尼橡胶支座的物理机械性能指标（见6.1.2中表4）；

——增加了尺寸允许偏差的水平偏移允许偏差的要求，修改了上下表面平整度要求（见6.3中表6）；

——修改了竖向压缩刚度和水平向性能要求，增加了轴向拉伸刚度性能要求，增加了侧向不均匀变

形性能要求,修改了压缩变形性能要求（见6.4中表7）；

——修改了当水平位移为支座内部橡胶直径0.55倍状态时的竖向极限压应力性能要求，增加了高

阻尼橡胶支座水平性能要求，修改了水平极限变形能力要求（见6.4中表7）；

——删除了耐火性能要求（见原4.4.3）；

——修改了徐变性能要求（见6.5中表8）；

——修改了天然橡胶支座和铅芯橡胶支座相关性能要求（见6.6.1中表9）；

——增加了高阻尼橡胶支座相关性能要求（见6.6.2中表10）；

——增加了脆性性能要求（见7.1.1中表11）；

——增加了侧向不均匀变形测量方法（见7.4.4）；

——修改了水平等效刚度试验方法中的加载频率，增加了型式检验、出厂检验和工程检验的试验要

求（见7.4.5）；

——补充了水平变形能力试验中竖向压应力的取值方法（见7.4.9）；

——增加了竖向拉伸刚度、竖向极限拉应力试验方法（见7.4.10）；

——修改了老化性能试验方法，补充了徐变性能试验方法（见7.5中表12）；

——删除了耐火性能试验方法（见原5.4.3）；

——补充了和修改了检验分类、检验项目和检验规则（见8.1）；

——增加了隔震支座的计算模型（见附录B）；

——增加了隔震支座产品力学性能参数和规格尺寸建议值（见附录C）。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑结构标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国建筑科学研究院。

本标准主要起草人：

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——JG 118-2000。

建筑隔震橡胶支座

* 1. 范围

本标准规定了建筑隔震橡胶支座产品的术语和定义、符号、分类与标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于工业与民用建筑所用的建筑隔震橡胶支座。对构筑物、设备等隔震减震所需的隔震橡胶支座也可参照使用。

* 1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 469 铅锭

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 531.1 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 912 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 2941 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序

GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带

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 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 7759.2 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第2部分：在低温条件下

GB/T 7760 硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材黏合强度的测定 900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 20688.1 橡胶支座 第1部分：隔震橡胶支座试验方法

HG/T 2198 硫化橡胶物理实验方法的一般要求

JGJ 360-2015 建筑隔震工程施工及验收规范

* 1. 术语和定义、符号

下列术语和定义、符号适用于本文件。

* + 1. 术语和定义

3.1.1

建筑隔震橡胶支座 **rubber isolation bearings for buildings**

由多层橡胶和多层钢板或其他材料交替叠置结合而成的隔震装置。

3.1.2

使用寿命 **design working life**

建筑隔震橡胶支座在正常使用和维护情况下所具有的不丧失有效使用功能的期限。

3.1.3

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

内部橡胶采用天然橡胶制成的支座。

3.1.4

铅芯橡胶支座（LRB） **lead rubber bearing**

内部含有竖向铅芯的支座。

3.1.5

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支座。

3.1.6

内部橡胶 **inner rubber**

支座内部多层钢板之间的橡胶层。

3.1.7

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。

3.1.8

第一形状系数 **1st shape factor**

支座中单层橡胶层的有效承压面积与其自由侧面表面积之比。

3.1.9

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。

3.1.10

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。

3.1.11

有效尺寸 **effective size**

有效尺寸包括有效直径和有效宽度及长度，不包括保护层。

3.1.12

设计压应力 **design compressive stress**

设计采用的作用于支座上的压应力。

3.1.13

最大压应力 **maximum compressive stress**

地震时作用于隔震橡胶支座上的最大压应力。

3.1.14

名义压应力 **nominal compressive stress**

制造厂提供的隔震橡胶支座允许承受的压应力。

3.1.15

压缩性能 **compressive properties**

隔震橡胶支座的压缩刚度（*K*v）、压缩变形。

3.1.16

剪切性能 **shear properties**

隔震橡胶支座的水平等效刚度、等效阻尼比、屈服后刚度和屈服力。

3.1.17

拉伸性能 **tensile properties**

隔震橡胶支座的轴向拉伸刚度、轴向拉伸变形、受拉承载力和拉剪性能。

3.1.18

拉剪性能 **tension-shear properties**

隔震橡胶支座的拉剪水平等效刚度、等效阻尼比、屈服后刚度和屈服力。

3.1.19

极限性能 **ultimate properties**

在压-剪荷载作用下隔震橡胶支座产生破坏、屈曲或翻滚时的性能。

* + 1. 符号

*A*——有效面积,支座内部橡胶的平面面积；

*a*——正方形支座内部橡胶的边长，或矩形支座内部橡胶的长边长度；

*a‘*——矩形支座包括保护层厚度的长边长度；

*b*——矩形支座内部橡胶的短边长度；

*b‘*——矩形支座包括保护层厚度的短边长度；

*D‘*——圆形支座包括保护层厚度的直径；

——内部钢板的外径；

*G*——橡胶的剪切模量；

——建筑隔震橡胶支座等效水平刚度；

——建筑隔震橡胶支座屈服前水平刚度；

——建筑隔震橡胶支座竖向刚度；

——建筑隔震橡胶支座屈服后水平刚度；

——平均压应力为1.3时的竖向荷载；

——平均压应力为0.7时的竖向荷载；

——与相应的水平剪力；

——与相应的水平剪力；

——屈服力；

——与相应的水平剪力；

——与相应的水平剪力；

——第一形状系数；

——第二形状系数；

——单层内部橡胶的厚度；

——正方向屈服位移；

——负方向屈服位移；

——最大水平正位移；

——最大水平负位移；

*W*——滞回曲线所围面积；

*γ*——剪应变；

——竖向荷载为P1时的竖向位移；

——竖向荷载为P2时的竖向位移；

——建筑隔震橡胶支座等效阻尼比。

——产品的设计轴压应力；

* 1. 分类与标记
     1. 分类

建筑隔震橡胶支座可分为天然橡胶支座、铅芯橡胶支座和高阻尼橡胶支座。常用的截面形状分为圆形或矩形,见图1。



图 1 隔震橡胶支座平面示意图

* + 1. 标记

4.2.1 标记方法

支座产品的标记应由支座类型、支座形状和尺寸、内部橡胶剪切弹性模量及本标准代号四部分组成。



4.2.2 示例

1. 天然橡胶隔震支座、有效直径500mm、橡胶剪切模量为G4类，表示为：LNR500G4JGxxxx-20xx。
2. 铅芯橡胶隔震支座、有效直径400mm、橡胶剪切模量为G6类，表示为：LRB400G6JGxxxx-20xx。
3. 高阻尼橡胶隔震支座、有效直径600mm、橡胶剪切模量为G5类，表示为：HDR400G5JGxxxx-20xx。
4. 天然橡胶隔震支座、矩形支座尺寸500mm×600mm、橡胶剪切模量为G4类，表示为：LNR500×600G4 JGxxxx-20xx。
   1. 一般要求
      1. 结构

不同的使用要求的建筑隔震橡胶支座可有不同的叠层结构、尺寸、制造工艺和配方设计。建筑隔震橡胶支座应满足所需要的竖向承载力、竖向和水平刚度、水平变形能力、阻尼比等性能要求，并应具有不少于60年的使用寿命。建筑隔震橡胶支座的结构设计尚应符合国家现行相关标准的规定。

* + 1. 形状系数

建筑隔震橡胶支座第一形状系数和第二形状系数应符合表1要求，当S2小于5.0时应降低支座压应力限值：S2小于5不小于4时降低20%，当S2小于4不小于3时降低40%。

表1 隔震橡胶支座的形状系数

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 要求 |
| 第一形状系数 S1 ≥ | 15 |
| 第二形状系数 S2 ≥ | 5 |

* + 1. 支座典型尺寸

天然橡胶支座和铅芯橡胶支座典型尺寸要求见表2。采用其它尺寸时应满足设计及使用要求。

表2 支座典型尺寸

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 尺寸 d0或a/mm | 厚度 | | 开孔直径di/mm |
| 单层内部橡胶厚度 tr/mm | 单层内部钢板厚度 ts/mm |
| 400 | 2.0≤tr≤5.0 | ≥2.0 | 天然橡胶支座和高阻尼橡胶支座：    ≤ 或≤  铅芯橡胶支座：  ≤ 或≤ |
| 450 | 2.0≤tr≤5.5 |
| 500 | 2.5≤tr≤6.0 |
| 550 | 2.5≤tr≤7.0 |
| 600 | 3.0≤tr≤7.5 |
| 650 | 3.0≤tr≤8.0 |
| 700 | 3.5≤tr≤9.0 |
| 750 | 3.5≤tr≤9.5 | ≥2.5 |
| 800 | 4.0≤tr≤10.0 |
| 850 | 4.0≤tr≤10.5 |
| 900 | 4.0≤tr≤11.0 |
| 950 | 4.5≤tr≤11.0 |
| 1000 | 4.5≤tr≤11.0 | ≥3.0 | 天然橡胶支座和高阻尼橡胶支座：  ≤ 或≤  铅芯橡胶支座：   |  | | --- | | ≤ 或≤ | | |
| 1050 | 5.0≤tr≤11.0 |
| 1100 | 5.5≤tr≤11.0 |
| 1150 | 5.5≤tr≤12.0 |
| 1200 | 6.0≤tr≤12.0 |
| 1250 | 6.0≤tr≤13.0 |
| 1300 | 6.5≤tr≤13.0 | ≥4.0 |
| 1350 | 6.5≤tr≤14.0 |
| 1400 | 7.0≤tr≤14.0 |
| 1450 | 7.0≤tr≤15.0 |
| 1500 | 7.0≤tr≤15.0 |

* + 1. 钢板

内部钢板应采用Q235-A或不低于Q235-A性能的钢板，且应符合GB 912中的规定；封板宜采用Q345，且应符合GB/T 3274中的规定。

* + 1. 金属铅

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

* 1. 要求
     1. 原材料
        1. 天然橡胶的物理机械性能

天然橡胶的物理机械性能应符合表3的要求。

表3天然橡胶的物理机械性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 硬度（邵尔A度） | | |
| 35～44 | 45～54 | 55～65 |
| 拉伸强度≥/ MPa | | 13 | 15 | 20 |
| 扯断伸长率≥/% | | 600 | 550 | 500 |
| 25%定伸应力≥/ MPa | | 0.25 | 0.3 | 0.35 |
| 300%定伸应力≥/ MPa | | 2.5 | 3.0 | 3.5 |
| 压缩永久变形（A型或B型）≤/% | | 35 | | |
| 70℃×24h | |
| 橡胶与金属粘合强度90º剥离法≥/kN/m | | 6 | 8 | 10 |
| 热空气老化性能 70℃×168h | 拉伸强度变化率≤/% | 25 | | |
| 扯断伸长率变化率≤/% | -50%\*老化前扯断伸长率最大值 | | |
| 硬度变化/邵尔A度 | -5～+10 | | |
| 臭氧老化（限外包层） | | 目视无龟裂 | | |
| 50x10-8（体积分数），40℃×96h，20%拉伸 | |
| 脆性温度< | | -40º | | |

* + - 1. 高阻尼橡胶的物理机械性能

高阻尼橡胶的物理机械性能应符合表4的要求。

表4高阻尼橡胶的物理机械性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 指标 |
| 拉伸强度≥/ MPa | | 10 |
| 扯断伸长率≥/% | | 550 |
| 压缩永久变形（A型或B型）≤/% | | 60 |
| 70℃×24h | |
| 橡胶与金属粘合强度90º剥离法≥/kN/m | | 8 |
| 热空气老化性能 70℃×168h | 拉伸强度变化率≤/% | 15 |
| 扯断伸长率变化率 ≤%/ | 25 |
| 硬度变化/邵尔A度 | -5～+8 |
| 臭氧老化（限外包层） | | 目视无龟裂 |
| 50x10-8（体积分数），40℃×96h，20%拉伸 | |

* + 1. 外观质量要求

建筑隔震橡胶支座表面保护胶应光滑平整，外观质量应符合表5的规定。

表5 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50mm² |
| 杂质 | 杂质面积不超过30mm² |
| 缺胶 | 缺胶面积不超过150mm²，不得多于2处,且内部嵌件不许外露 |
| 凹凸不平 | 凹凸不超过2mm，面积不超过50mm²，不得多于3处 |
| 胶钢粘结不牢(上、下端面） | 裂紋长度不超过30mm，深度不超过3mm，不得多于3处 |
| 裂紋〔侧面） | 不允许 |
| 钢板外露(侧面） | 不允许 |

* + 1. 尺寸允许偏差

建筑隔震橡胶支座尺寸允许偏差应符合表6的规定。

表6 尺寸允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 尺寸允许偏差 |
| 内部 | 毎层橡胶层厚度 | 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 | 按GB912标准 |
| 封钢板厚度 | ±0.5mm |
| 钢板直径或边长 | ±1.0mm |
| 外部 | 总高度 | 设计值的±1.5%与6mm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 | ±1.5mm |
| 橡胶包覆层厚度 | ±1.5mm |
| 支座平整度 | 直径或对角线长度的1/300和3mm的较小值 |
| 侧表面垂直度 | 支座总高度的1/100 |
| 水平偏移允许偏差 | 5mm |

* + 1. 支座竖向和水平力学性能要求

支座竖向和水平向力学性能要求见表7。

表7 支座竖向和水平力学性能要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 性能要求 |
| 1 | 竖向性能 | 竖向压缩刚度 | 实测值应在产品设计值士30 %以内；平均值应在产品设计值±20%以内 |
|
| 压缩变形性能 | 荷载-位移曲线应无异常 |
| 竖向极限压应力 | 不应小于90MPa |
| 当水平位移为支座内部橡胶直径0.55倍状态时的极限压应力 | 不应小于20MPa,当3≤S2≤4;  不应小于25MPa,当4<S2≤5;  不应小于30MPa,当5<S2; |
| 竖向极限拉应力 | 不应小于1.5 MPa |
| 竖向拉伸刚度 | 实测值应在产品设计值士30 %以内；平均值应在产品设计值±20%以内 |
| 侧向不均匀变形 | 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5mm；直径或边长不大于1500mm 支座，侧向不均匀变形不大于7mm； |
| 2 | 天然橡胶支座水平性能 | 水平等效刚度 | 水平滞回曲线在正、负向应具有对称性,正、负向最大变形和剪力的差异不应大于15%；平均值应在产品设计值±10%以内 |
| 3 | 铅芯橡胶支座水平性能 | 水平等效刚度 | 水平滞回曲线在正、负向应具有对称性,正、负向最大变形和剪力的差异不应大于15%；实测值应在产品设计值士15 %以内；平均值应在产品设计值±10%以内 |
| 屈服后水平刚度 |
| 等效阻尼比 | 实测值应在产品设计值±15%以内，平均值应在产品设计值±10%以内 |
| 屈服力 | 实测值应在产品设计值±15%以内，平均值应在产品设计值±10%以内 |
| 4 | 高阻尼橡胶支座水平性能 | 水平等效刚度 | 水平滞回曲线在正、负向应具有对称性,正、负向最大变形和剪力的差异不应大于15%；实测值应在产品设计值的士15 %以内；平均值应在产品设计值±10%以内 |
| 等效阻尼比 | 实测值应在产品设计值的±20%以内 |
| 5 | 水平极限性能 | 水平极限变形能力 | 极限剪切变形不应小于橡胶总厚度的400%与0.55D的较大值 |

* + 1. 耐久性性能要求

耐久性包括老化性能、徐变性能、疲劳性能，应符合表8的规定。

表8 耐久性性能要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 性能要求 |
| 1 | 老化性能 | 竖向刚度允许变化率 | ±20% |
| 水平刚度允许变化率 |
| 等效阻尼比允许变化率 |
| 水平极限变形能力允许变化率 |
| 支座外观 | 目视无龟裂 |
| 2 | 徐变性能 | 徐变量 | 不应大于橡胶层总厚度的10% |
| 3 | 疲劳性能 | 竖向刚度 | 允许变化率：±20% |
| 水平刚度 |
| 等效阻尼比 |
| 支座外观 | 目视无龟裂 |

* + 1. 相关性性能要求
       1. 天然橡胶支座和铅芯橡胶支座相关性要求应符合表9的规定。

表9 天然橡胶支座和铅芯橡胶支座相关性性能要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 性能要求 |
| 1 | 竖向应力相关性 | 水平刚度，屈服力（LRB支座）允许变化率 | ±25% |
| 等效阻尼比允许变化率 |
| 2 | 大变形相关性 | 水平刚度，屈服力（LRB支座）允许变化率 | ±25% |
| 等效阻尼比允许变化率 |
| 3 | 加载频率相关性 | 水平刚度，屈服力（LRB支座）允许变化率 | ±25% |
| 等效阻尼比允许变化率 |
| 4 | 温度相关性 | 水平刚度，屈服力（LRB支座）允许变化率 | ±25% |
| 等效阻尼比允许变化率 |

* + - 1. 高阻尼橡胶支座相关性要求应符合表10的规定。

表10 高阻尼支座相关性性能要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 性能要求 |
| 1 | 竖向应力相关性 | 水平刚度允许变化率 | ±25% |
| 等效阻尼比允许变化率 |
| 2 | 大变形相关性 | 水平刚度允许变化率 | ±25% |
| 等效阻尼比允许变化率 |
| 3 | 加载频率相关性 | 水平刚度允许变化率 | ±25% |
| 等效阻尼比允许变化率 |
| 4 | 温度相关性 | 水平刚度允许变化率 | 00C~400C：±25%；  -100C~00C：±50%; |
| 等效阻尼比允许变化率 |

* 1. 试验方法
     1. 原材料
        1. 天然橡胶的材料物理性能试验方法见表11。天然橡胶的橡胶物理机械性能试验应符合GB/T2941、HG/T2198的规定。

表11 橡胶材料物理性能试验方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 性能 | 项目 | 试验方法 |
| 硬度 | 硬度 | GB/T 531.1 |
| 拉伸性能 | 拉伸强度 | GB/T 528 |
| 扯断伸长率 | GB/T 528 |
| 25%定伸应力 | 附录A |
| 300%定伸应力 | GB/T 528 |
| 压缩性能 | 压缩永久变形 | GB/T 7759.1，GB/T 7759.2 |
| 粘合性能 | 黏合强度 | GB/T 7760 |
| 热空气老化性能 | 拉伸强度变化率 | GB/T 3512 |
| 扯断伸长率变化率 |
| 硬度变化率 |
| 抗臭氧性能 | 臭氧老化 | GB/T 7762 |
| 静态拉伸试验 |
| 脆性性能 | 脆性温度 | GB/T 15256 |

* + - 1. 高阻尼橡胶的材料物理性能试验方法见表11。高阻尼橡胶的橡胶物理机械性能试验应符合GB/T2941、HG/T2198的规定。
    1. 外观质量

产品外观质量可用目视及直尺测量评定。

* + 1. 外观尺寸

产品的外观尺寸一般可用钢直尺或具有相应精度的量具进行测量，厚度尺寸可用游标卡尺或具有相应精度的量具测量，取最外侧不同方向上4点的实测平均值。支座平整度可用倾角仪或具有相应精度的量具测量。侧表面垂直度可用直角尺或具有相应精度的量具测量。

* + 1. 支座竖向和水平力学性能试验
       1. 竖向压缩刚度

取与轴压应力（1±30%）相应的竖向荷载，3次往复加载，绘出竖向荷载与竖向位移关系曲线。取第3次往复加载结果，按式(1)计算竖向刚度：

式中：

——产品的设计轴压应力（MPa）；

*K*v——建筑隔震橡胶支座竖向刚度（kN/m）；

——平均压应力为1.3时的竖向荷载（kN）；

——平均压应力为0.7时的竖向荷载（kN）；

——竖向荷载为P1时的竖向位移（m）；

——竖向荷载为P2时的竖向位移（m）。

* + - 1. 竖向极限压应力

对被试支座仅施加轴向压力，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。对大直径支座可由按比例缩小尺寸的试件代替。

* + - 1. 水平位移为支座内部橡胶直径0.55倍状态时的极限压应力

对被试支座施加设计轴压应力，然后施加水平荷载，使被试支座处于水平位移为支座内部橡胶直径0.55倍的剪切变形状态，再继续缓慢或分级竖向加载，记录竖向荷载和水平刚度,往复循环加载各一次。当支座外观发生明显异常或水平刚度趋于0时，视为破坏。

* + - 1. 竖向拉伸刚度、竖向极限拉应力

被试支座在剪应变γ=0%剪切位移下，低速施加拉力直到试件发生破坏，绘出拉力和拉伸位移关系曲线。按以下方法求出屈服拉力和拉伸刚度：

1. 通过原点和曲线上与剪切模量G对应的拉力作一条直线（G为设计压应力、设计剪应变作用下的剪切模量）；
2. 将上述直线水平偏移1%的内部橡胶厚度；
3. 偏移线和试验曲线相交点对应的力即为屈服拉力；
4. 10%拉应变对应的割线刚度即为拉伸刚度；
5. 破坏点对应的试件拉应力即为竖向极限拉应力。
   * + 1. 侧向不均匀变形

在一定竖向压应力下，采用直角尺和塞尺测量支座侧面最大鼓出位置的鼓出量。侧向均匀变形指隔震支座在设计压应力下，支座的侧面均匀对称向外鼓出，剖面呈灯笼状或葫芦串状。

测量侧向不均匀变形时的竖向压应力，型式检验取15MPa，出厂检验和工程检验取设计压应力，当橡胶支座S2小于5时可降低竖向应应力，当S2小于5不小于4时降低20%，当S2小于4不小于3时降低40%。

* + - 1. 水平等效刚度

对被试支座在产品的设计压应力作用下，进行剪应变γ=100%,不低于f=0.02Hz；支座直径小于600mm，应做γ=250%,不低于f=0.1Hz的动力加载试验，水平加载波形为正弦波，大直径试件的加载频率可适当降低。以对应于正剪应变γ和负剪应变-γ的水平位移作为最大水平正位移和负位移，连续作出3条滞回曲线。用第3条滞回曲线，按下式计算支座的水平刚度：

式中：

——建筑隔震橡胶支座水平刚度（kN/m）；

——最大水平正位移（mm）；

——最大水平负位移（mm）；

——与相应的水平剪力（kN）；

——与相应的水平剪力（kN）。

型式检验时，需分别进行剪应变为100%和250%时的水平等效刚度检验。出厂检验和工程检验可仅做剪应变为100%时的水平等效刚度检验。

* + - 1. 屈服后水平刚度

对于有芯型支座和高阻尼支座，屈服后水平刚度应根据γ=100%，f=0.02Hz试验的第3条滞回曲线按下式确定：

式中：

——建筑隔震橡胶支座屈服后水平刚度（kN/m;

——正方向屈服位移（mm）;

——负方向屈服位移（mm）;

——与相应的水平剪力（kN）;

——与相应的水平剪力（kN）。

* + - 1. 屈服力

对于有芯型支座和高阻尼支座，屈服后水平刚度应根据γ=100%，f=0.02Hz试验的第3条滞回曲线按下式确定：

式中：

——屈服力（kN）;

——与相应的水平剪力（kN）;

——与相应的水平剪力（kN）。

* + - 1. 等效阻尼比

被试支座的等效阻尼比按下式计算：

式中：

——建筑隔震橡胶支座等效阻尼比;

*W* ——滞回曲线所围面积（kN·m）。

* + - 1. 水平极限变形能力

被试支座在一定竖向压应力作用下，水平向缓慢或分级加载，绘出水平荷载和水平位移曲线，同时观察支座四周表现，当支座外观出现明显异常或试验曲线异常时（如内层橡胶与内层钢板明显撕开，并且试验曲线上力和位移没有同时上升），视为破坏。

测量水平极限变形能力的竖向压应力，型式检验取15MPa，出厂检验和工程检验取设计压应力，当橡胶支座S2小于5时可降低竖向应应力，当S2小于5不小于4时降低20%，当S2小于4不小于3时降低40%。

* + 1. 耐久性性能试验

产品的耐久性性能应按表12的规定进行。

表12耐久性性能试验方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 试验方法 |
| 1 | 老化性能 | 竖向刚度 | 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℃962h或100℃的恒温箱内185h (或相当于20℃X60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、等效阻尼比及水平极限变形能力。比较该支座老化前后的刚度和阻尼性能，并与未老化同型〔批）的支座进行水平极限变形能力变形能力的比较 |
| 水平刚度 |
| 等效阻尼比 |
| 水平极限变形能力 |
| 2 | 徐变性能 | 徐变量 | 方法一：使被试支座在产品的设计压应力作用下，置于80℃962h或100℃的恒温箱内185h（或相当于20℃X60年的等效温度和等效时间）后，取出测其徐变量；  方法二：按GB/T 20688.1，6.7.2中规定的试验方法 |
| 3 | 疲劳性能 | 竖向刚度 | 先测被试支座的竖向刚度、水平刚度、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γ=50%；频率f=0.2Hz施加水平荷载150次，并仔细观察试验过程中试件应无龟裂或出现其他异常现象。再测被试支座的竖向刚度、水平刚度、等效阻尼比。对于桥梁、设备用或其他有特殊要求的支座，还应进行其要求的疲劳试验 |
| 水平刚度 |
| 等效阻尼比 |
| 外观情况 |

* + 1. 相关性试验

建筑隔震橡胶支座的相关性试验应符合表13的规定。

表13 相关性试验方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 试验方法 |
| 1 | 竖向应力相关性能 | 水平刚度 | 按表7中的要求，测定被试支座分别在轴向压应力5、10、15MPa作用下，剪切变形γ=100%时的水平刚度、屈服力（LRB支座）、等效阻尼比，并计算与轴压力10MPa时的相应比值 |
| 等效阻尼比 |
| 2 | 大变形 相关性能 | 水平刚度 | 先按表7中的要求，测定被试支座在设计压应力作用下，剪切变形γ = 100%时的水平刚度、屈服力（LRB支座）、等效阻尼比，再做剪切变形γ=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γ=100%时的水平刚度、屈服力（LRB支座）、等效阻尼比，并计算相应比值 |
| 等效阻尼比 |
| 3 | 加载频率相关性能 | 水平刚度 | 按表7中的要求，测定被试支座在设计压应力作用下，剪切变形γ= 100^时，加载频率/分别为0.02,0.05,0.1,0.2时的水平刚度、屈服力（LRB支座）、等效阻尼比，并计算与f = 0.2Hz时的相应比值 |
| 等效阻尼比 |
| 4 | 温度相关性能\* | 水平刚度 | 按表7中的要求，测定被试支座在设计压应力作用下，剪切变形γ=100%，温度T分别为﹣20℃，﹣10℃，0℃，20℃，40℃时的水平刚度、屈服力（LRB支座）、等效阻尼比，并计算与T=23℃时的相应比值 |
| 等效阻尼比 |
| \* 对用于高寒地区的建筑隔震橡胶支座，可根据需要补充进行低温试验 | | | |

* 1. 检验规则
     1. 检验分类

检验分为出厂检验、型式检验和工程检验。

* + - 1. 出厂检验

出厂检验应由制造厂质检部门或独立的第三方检测机构检验合格，方准出厂，出厂自检应经过CMA计量认证。

* + - 1. 型式检验

制造厂提供工程应用的隔震橡胶支座产品有下列情况之一时，应由独立的第三方检测机构进行型式检验，并提供型式检验报告：

a）新产品的试制、定型、鉴定；

b）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；

c）正常生产时，每四年检验一次，经过产品认证的，可每六年检验一次；

d）停产一年以上恢复生产时；

e）规范标准相关要求改变时。

* + - 1. 工程检验

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抽样检测，检测由独立的第三方检测机构执行。

* + 1. 检验项目
       1. 橡胶材料物理机械性能

橡胶材料物理机械性能检验项目见表14。

表14 橡胶材料物理机械性能检验项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 性能 | 项目 | 出厂检验 | 型式检验 |
| 硬度 | 硬度 | △ | √ |
| 拉伸性能 | 拉伸强度 | √ | √ |
| 扯断伸长率 | √ | √ |
| 25%定伸应力 | △ | √ |
| 300%定伸应力 | △ | √ |
| 压缩性能 | 压缩永久变形 | △ | √ |
| 粘合性能 | 黏合强度 | △ | √ |
| 热空气老化性能 | 拉伸强度变化率 | △ | √ |
| 扯断伸长率变化率 | △ | √ |
| 硬度变化率 | △ | √ |
| 抗臭氧性能 | 臭氧老化 | × | √ |
| 静态拉伸试验 | × | √ |
| 脆性性能 | 脆性温度 | × | △ |
| 注：√—要进行试验；×—不进行试验；△—可选择进行试验； | | | |

* + - 1. 外观质量

支座的外观质量检验按表5要求，按7.2规定进行。

* + - 1. 尺寸偏差

支座的尺寸允许误差按表6要求，按7.3规定进行。

* + - 1. 支座竖向和水平力学性能

支座力学竖向和性能检验项目见表15。

表15 支座竖向和水平力学性能检验项目

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 性 能 | 检验项目 | 出厂检验 | 型式检验 | 工程检验 | 试 件 | 试验  方法 | 合格标准 |
| 压缩性能 | 竖向压缩刚度/kN/m | √ | √ | √ | 足尺 | 7.4.1 | 第6.4条 |
| 压缩变形性能 | √ | √ | × | 7.4.1 |
| 竖向极限压应力/MPa | × | △ | × | 足尺或缩尺模型A | 7.4.2 |
| 水平位移为支座内部橡胶直径0.55倍状态时的极限压应力/ MPa | × | √ | × | 足尺或缩尺模型B | 7.4.3 |
| 侧向不均匀变形/mm | √ | √ | √ | 7.4.5 |
| 拉伸性能 | 竖向拉伸刚度/kN/m | △ | √ | △ | 足尺或缩尺模型B | 7.4.4 |
| 竖向极限拉应力/MPa | × | △ | × | 7.4.4 |
| 水平剪切性能 | 水平等效刚度/kN/m | √ | √ | √ | 足尺 | 7.4.6 |
| 等效阻尼比 | √ | √ | √ | 7.4.9 |
| 屈服后水平刚度（铅芯支座）/ kN/m | √ | √ | √ | 7.4.7 |
| 屈服力（铅芯支座）/kN | √ | √ | √ | 7.4.7 |
| 极限剪切性能 | 水平极限变形能力 | × | √ | √ | 足尺或缩尺模型B | 7.4.10 |
| 注：√—要进行试验；×—不进行试验；△—可选择进行试验； | | | | | | | |
| 缩尺模型A：直径或长边尺寸≥500mm； | | | | | | | |
| 缩尺模型B：直径或长边尺寸≥1000mm； | | | | | | | |
| 缩尺模型C：直径或长边尺寸≥300mm； | | | | | | | |

* + - 1. 耐久性性能

支座耐久性检验项目见表16。

表16 支座耐久性检验项目

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 性 能 | 试验项目 | 出厂检验 | 型式检验 | 工程检验 | 试 件 | 试验方法 | 合格标准 |
| 老化性能 | 竖向刚度 | × | √ | × | 足尺或缩尺模型A，标准试件，剪切型橡胶试件 | 7.5 | 第6.5条 |
| 水平刚度 | × | √ | × |
| 等效阻尼比 | × | √ | × |
| 水平极限变形能力 | × | √ | × |
| 徐变性能 | 徐变量 | × | √ | × | 足尺或缩尺模型C |
| 疲劳性能 | 竖向刚度 | × | △ | × | 足尺或缩尺模型A |
| 水平刚度 | × | △ | × |
| 等效阻尼比 | × | △ | × |
| 外观情况 | × | △ | × |
| 注：√—要进行试验；×—不进行试验；△—可选择进行试验； | | | | | | | |
| 缩尺模型A：直径或长边尺寸≥500mm； | | | | | | | |
| 缩尺模型B：直径或长边尺寸≥1000mm； | | | | | | | |
| 缩尺模型C：直径或长边尺寸≥300mm； | | | | | | | |

* + - 1. 相关性性能

支座相关性检验项目见表17。

表17 支座相关性检验项目

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 性 能 | 试验项目 | 出厂检验 | 型式检验 | 工程检验 | 试 件 | 试验方法 | 合格标准 |
| 竖向应力相关性 | 水平刚度 | × | √ | × | 足尺或缩尺模型A | 7.6 | 第6.6条 |
| 等效阻尼比 | × | √ | × |
| 大变形相关性 | 水平刚度 | × | √ | × |
| 等效阻尼比 | × | √ | × |
| 加载频率相关性 | 水平刚度 | × | √ | × |
| 等效阻尼比 | × | √ | × |
| 温度相关性 | 水平刚度 | × | √ | × | 足尺或缩尺模型A |
| 等效阻尼比 | × | √ | × |
| 注：√—要进行试验；×—不进行试验；△—可选择进行试验； | | | | | | | |
| 缩尺模型A：直径或长边尺寸≥500mm； | | | | | | | |
| 缩尺模型B：直径或长边尺寸≥1000mm； | | | | | | | |
| 缩尺模型C：直径或长边尺寸≥300mm； | | | | | | | |

* + 1. 判定规则
       1. 出厂检验

出厂检验数量为100%,出厂时应剔除不合格产品,不合格产品不得出厂。

* + - 1. 型式检验

应全部符合本标准要求，否则为不合格。

满足下列全部条件的，可采用以前相应的型式检验结果：

a）支座用相同的材料配方和工艺方法制作；

b）相应的外部和内部尺寸相差10%以内；

c）第二形状系数S2相差±0.4以内；

d） 第二形状系数S2小于5，以前的极限性能和压应力相关性试验试件的S2不大于本次试验试件的S2；

e）以前的试验条件更严格。

* + - 1. 工程检验

工程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。

产品抽样数量如下（不包括水平极限变形能力检验）：

a）对一般建筑，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30%，若仍有不合格试件，则应100%检测。

b）对重要建筑，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。

c）对特别重要的建筑，产品抽样数量应为总数的100%.

d）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。

e）出厂检验由第三方检验完成时，可不进行工程检验。

水平极限变形能力检验的抽样数量如下：

1. 同一生产厂家、同一类型、同一规格的产品，取总数量的0.67%且不少于1件。
2. 在水平极限能力检验之前完成其他检验项目的支座可计入产品抽样数量中。
   1. 标志、包装、运输及贮存
      1. 标志

产品应有明显的编号标志、检验合格印鉴，并附性能检验报告。

* + 1. 包装

每件产品应采用可靠包装或按用户要求包装，便于运输和搬运安全。

* + 1. 运输

运输过程中应避免雨淋，严禁与酸碱、油类、有机溶剂等接触，并不得磕碰。

* + 1. 贮存

产品应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体，并远离热源的场所。

附录A  
（规范性附录）  
25%定伸应力实验方法

A,1 试验试样

每个试样取样片5条为一组，尺寸：100mmX5mmX2mm，每条试片条中间标距为40mm。

A.2 试验机

材料拉伸试验机，拉伸速度50mm/min。

A.3 试验操作

A.3.1 试片条先测量厚度、宽度和订好标距，垂直夹持。

A.3.2 拉伸试片条使标距伸长137.5%(即由40mm伸长至55mm)，即停止松回，再重复一次，共预拉二次。

A.3.3 第三次拉伸至标距125%(即由40 mm伸长至50mm)，即停止并计时30s后读取力值。

A.4 试验计量

按下式计算，将读取力值除以该试片截面积，即为25%定伸应力。每组试片条按中值法取值。

式中：

——25%定伸应力，MPa；

*F* ——拉伸力值，N；

*W* ——试片条宽度，mm；

*b* ——试片条厚度，mm。

A.5 其他

按GB/T 528的相关规定进行。

附录B  
（规范性附录）  
支座计算模型

B.1 范围

本附录建议的隔震支座计算模型包括：天然橡胶支座(LNR)、铅芯橡胶支座(LRB)、高阻尼橡胶支座(HDR)计算模型。

B.2 通则

隔震橡胶支座计算模型可用于隔震结构的动力时程分析。

计算模型中的竖向受压刚度、竖向受拉刚度、屈服力、屈服后水平刚度和水平等效刚度等力学性能参数应通过支座的力学性能试验来确定。

水平向计算模型宜考虑两个剪切变形方向的耦合。

B.3 天然橡胶支座的力学模型

B.3.1 竖向受压力学模型

竖向受压力学模型采用线弹性模型，线弹性刚度取支座的竖向受压刚度。

B.3.2 竖向受拉力学模型

竖向受压力学模型采用线弹性模型，线弹性刚度取支座的竖向受拉刚度。

B.3.3 水平向力学模型

水平向力学模型采用线弹性模型见图B.1，线弹性刚度取支座的水平等效刚度。



a）竖向计算模型 b）水平向计算模型

图B.1 天然橡胶支座计算模型

B.4 铅芯橡胶支座的力学模型

B.4.1 竖向受压力学模型

竖向受压力学模型采用线弹性模型，线弹性刚度取支座的竖向受压刚度。

B.4.2 竖向受拉力学模型

竖向受压力学模型采用线弹性模型，线弹性刚度取支座弹性受拉阶段的受拉刚度。

B.4.3 水平向力学模型

水平向力学模型采用双线性模型见图B.2，恢复力曲线的大小和形状由屈服力，屈服前水平刚度和屈服后水平刚度确定。



a）竖向计算模型 b）水平向计算模型

图B.2 铅芯橡胶支座水平向计算模型

B.5 高阻尼橡胶支座的力学模型

B.5.1 竖向受压力学模型

竖向受压力学模型采用线弹性模型，线弹性刚度取支座的竖向受压刚度。

B.5.2 竖向受拉力学模型

竖向受压力学模型采用线弹性模型，线弹性刚度取支座弹性受拉阶段的受拉刚度。

B.5.3 水平向力学模型

水平向力学模型采用修正双线性模型见图B.3，恢复力曲线的大小和形状由屈服力，屈服前水平刚度和屈服后水平刚度确定。屈服力，屈服前水平刚度和屈服后水平刚度随支座剪应变进行修正。



a）竖向计算模型 b）水平向计算模型

图B.3 高阻尼橡胶支座水平向计算模型

附录C  
（资料性附录）  
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（系列一 G=0.392MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 单位 | LNR1200 | LNR1100 | LNR1000 | LNR900 | LNR800 | LNR700 | LNR600 | LNR500 | LNR400 | LNR300 |
| 有效直径 | mm | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 |
| 竖向刚度(Kv) | kN/mm | 4600 | 4400 | 3900 | 3300 | 2700 | 2300 | 1900 | 1600 | 1200 | 900 |
| 等效水平刚度(Kh)100% | kN/mm | 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 | mm | 240 | 220 | 204 | 184 | 163 | 143 | 122 | 102 | 82 | 61 |

表C.2 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表（系列二 G=0.392MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 单位 | LNR1200 | LNR1100 | LNR1000 | LNR900 | LNR800 | LNR700 | LNR600 | LNR500 | LNR400 | LNR300 |
| 有效直径 | mm | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 |
| 竖向刚度(Kv) | kN/mm | 4300 | 4100 | 3900 | 3300 | 2700 | 2300 | 1900 | 1600 | 1200 | 900 |
| 等效水平刚度(Kh)100% | kN/mm | 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 | mm | 220 | 202 | 184 | 165 | 148 | 129 | 110 | 92 | 73 | 56 |

表C.3 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表（系列一 G=0.49MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 单位 | LNR1200 | LNR1100 | LNR1000 | LNR900 | LNR800 | LNR700 | LNR600 | LNR500 | LNR400 | LNR300 |
| 有效直径 | mm | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 |
| 竖向刚度(Kv) | kN/mm | 4800 | 4500 | 4000 | 3400 | 2800 | 2450 | 2000 | 1700 | 1300 | 1000 |
| 等效水平刚度(Kh)100% | kN/mm | 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 | mm | 240 | 220 | 204 | 184 | 163 | 143 | 122 | 102 | 82 | 61 |

表C.4 天然橡胶支座力学性能及规格尺寸表（系列二 G=0.49MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 单位 | LNR1200 | LNR1100 | LNR1000 | LNR900 | LNR800 | LNR700 | LNR600 | LNR500 | LNR400 | LNR300 |
| 有效直径 | mm | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 |
| 竖向刚度(Kv) | kN/mm | 4400 | 4200 | 4000 | 3400 | 2800 | 2450 | 2000 | 1700 | 1300 | 1000 |
| 等效水平刚度(Kh)100% | kN/mm | 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 | mm | 220 | 202 | 184 | 165 | 148 | 129 | 110 | 92 | 73 | 56 |

注1： 表中所列设计承载力根据丙类建筑在重力荷载代表值下的竖向压应力限值12MPa计算所得，甲类建筑和丙类建筑应分别按10MPa和15MPa进行换算。

表C.5 铅芯橡胶支座力学性能及规格尺寸表（系列一 G=0.392MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类 别 | 单位 | LRB1200 | LRB1100 | LRB1000 | LRB900 | LRB800 | LRB700 | LRB600 | LRB500 | | LRB400 | | LRB300 | |
| 有效直径 | mm | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | | 400 | | 300 | |
| 竖向刚度 | kN/mm | 4800 | 4600 | 4200 | 3500 | 2900 | 2600 | 2200 | 1800 | | 1400 | | 1100 | |
| 等效水平刚度(100%) | kN/mm | 2.84 | 2.67 | 2.46 | 2.08 | 1.83 | 1.66 | 1.40 | 1.12(100%) | 0.89(250%) | 0.90(100%) | 0.71(250%) | 0.70(100%) | 0.54(250%) |
| 等效阻尼比(100%) | % | 32 | 32 | 24 | 23 | 23 | 24 | 23 | 22（100%） | | 22（100%） | | 21（100%） | |
| 屈服前刚度 | kN/mm | 23.34 | 21.35 | 18.97 | 17.12 | 15.29 | 13.30 | 11.48 | 9.55 | | 7.54 | | 5.72 | |
| 屈服后刚度 | kN/mm | 1.80 | 1.64 | 1.46 | 1.32 | 1.18 | 1.02 | 0.88 | 0.73 | | 0.58 | | 0.44 | |
| 屈服力 | kN | 250 | 227 | 203 | 141 | 106 | 90 | 63 | 40 | | 27 | | 16 | |
| 橡胶层总厚度 | mm | 240 | 220 | 204 | 184 | 163 | 143 | 122 | 102 | | 82 | | 61 | |

表C.6 铅芯橡胶支座力学性能及规格尺寸表（系列二 G=0.392MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类 别 | 单位 | LRB1200 | LRB1100 | LRB1000 | LRB900 | LRB800 | LRB700 | LRB600 | LRB500 | | LRB400 | | LRB300 | |
| 有效直径 | mm | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | | 400 | | 300 | |
| 竖向刚度 | kN/mm | 4600 | 4400 | 4200 | 3500 | 2900 | 2600 | 2200 | 1800 | | 1400 | | 1100 | |
| 等效水平刚度(100%) | kN/mm | 3.09 | 2.91 | 2.77 | 2.37 | 2.05 | 1.87 | 1.58 | 1.27(100%) | 1.01(250%) | 1.04(100%) | 0.82(250%) | 0.76(100%) | 0.61(250%) |
| 等效阻尼比(100%) | % | 32 | 32 | 24 | 23 | 23 | 24 | 23 | 22（100%） | | 22（100%） | | 21（100%） | |
| 屈服前刚度 | kN/mm | 25.46 | 23.25 | 21.67 | 19.67 | 17.35 | 15.19 | 13.11 | 10.91 | | 8.79 | | 6.44 | |
| 屈服后刚度 | kN/mm | 1.96 | 1.79 | 1.67 | 1.51 | 1.33 | 1.17 | 1.01 | 0.84 | | 0.68 | | 0.50 | |
| 屈服力 | kN | 250 | 227 | 203 | 141 | 106 | 90 | 63 | 40 | | 27 | | 16 | |
| 橡胶层总厚度 | mm | 220 | 202 | 184 | 165 | 148 | 129 | 110 | 92 | | 73 | | 56 | |

表C.7 铅芯橡胶支座力学性能及规格尺寸表（系列一 G=0.49MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类 别 | 单位 | LRB1200 | LRB1100 | LRB1000 | LRB900 | LRB800 | LRB700 | LRB600 | LRB500 | | LRB400 | | LRB300 | |
| 有效直径 | mm | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | | 400 | | 300 | |
| 竖向刚度 | kN/mm | 5200 | 4800 | 4300 | 3600 | 3000 | 2750 | 2300 | 1900 | | 1500 | | 1200 | |
| 等效水平刚度(100%) | kN/mm | 3.29 | 3.08 | 2.82 | 2.41 | 2.12 | 1.91 | 1.62 | 1.31(100%) | 1.08(250%) | 1.05(100%) | 0.86(250%) | 0.81(100%) | 0.65(250%) |
| 等效阻尼比(100%) | % | 32 | 32 | 24 | 23 | 23 | 24 | 23 | 22（100%） | | 22（100%） | | 21（100%） | |
| 屈服前刚度 | kN/mm | 29.17 | 26.68 | 23.72 | 21.40 | 19.12 | 16.63 | 14.35 | 11.96 | | 9.49 | | 7.15 | |
| 屈服后刚度 | kN/mm | 2.24 | 2.05 | 1.82 | 1.65 | 1.47 | 1.28 | 1.10 | 0.92 | | 0.73 | | 0.55 | |
| 屈服力 | kN | 250 | 227 | 203 | 141 | 106 | 90 | 63 | 40 | | 27 | | 16 | |
| 橡胶层总厚度 | mm | 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（系列二 G=0.49MPa）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类 别 | 单位 | LRB1200 | LRB1100 | LRB1000 | LRB900 | LRB800 | LRB700 | LRB600 | LRB500 | | LRB400 | | LRB300 | |
| 有效直径 | mm | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | | 400 | | 300 | |
| 竖向刚度 | kN/mm | 4700 | 4500 | 4300 | 3600 | 3000 | 2750 | 2300 | 1900 | | 1500 | | 1200 | |
| 等效水平刚度(100%) | kN/mm | 3.58 | 3.36 | 3.19 | 2.75 | 2.39 | 2.16 | 1.83 | 1.48(100%) | 1.22(250%) | 1.21(100%) | 0.99(250%) | 0.89(100%) | 0.72(250%) |
| 等效阻尼比(100%) | % | 32 | 32 | 24 | 23 | 23 | 24 | 23 | 22（100%） | | 22（100%） | | 21（100%） | |
| 屈服前刚度 | kN/mm | 31.82 | 29.06 | 27.08 | 24.58 | 21.68 | 18.99 | 16.39 | 13.64 | | 10.66 | | 7.93 | |
| 屈服后刚度 | kN/mm | 2.45 | 2.24 | 2.08 | 1.89 | 1.67 | 1.46 | 1.26 | 1.05 | | 0.82 | | 0.61 | |
| 屈服力 | kN | 250 | 227 | 203 | 141 | 106 | 90 | 63 | 40 | | 27 | | 16 | |
| 橡胶层总厚度 | mm | 220 | 202 | 184 | 165 | 148 | 129 | 110 | 92 | | 73 | | 56 | |

注1： 表中所列设计承载力根据丙类建筑在重力荷载代表值下的竖向压应力限值12MPa计算所得，甲类建筑和丙类建筑应分别按10MPa和15MPa进行换算。