



中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 209—2012
代替 JG/T 209—2007

建筑消能阻尼器

Dampers for vibration energy dissipation of buildings

2012-05-03 发布

2012-09-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 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	1
4 分类和标记	4
5 一般要求	6
6 要求	6
7 试验方法	12
8 检验规则	18
9 标志、包装、运输和贮存	19

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JG/T 209—2007《建筑消能阻尼器》。

本标准是对 JG/T 209—2007《建筑消能阻尼器》的修订,与 JG/T 209—2007 相比主要技术变化如下:

- 增加了“金属屈服型阻尼器、屈曲约束耗能支撑的术语和定义”的规定(见 3.3、3.4);
- 增加了“金属屈服型阻尼器、屈曲约束耗能支撑的分类和标记”的规定(见 4.3、4.4);
- 增加了“金属屈服型阻尼器、屈曲约束耗能支撑的技术要求”的规定(见 6.3、6.4);
- 增加了“金属屈服型阻尼器、屈曲约束耗能支撑的试验方法”的规定(见 7.3、7.4);
- 增加了“不锈钢”的规范引用文件规定(见 2);
- 增加了“黏弹性阻尼器耐火性”的规定(见 6.1.3.4);
- 增加了“黏滞阻尼器耐火性”的规定(见 6.2.3.4);
- 修改了“黏弹性阻尼器”的定义(见 3.2,2007 年版的 3.1.1);
- 修改了“黏滞阻尼器设计容许位移、黏滞阻尼器极限位移”的定义(见 3.3.4 和 3.3.5,2007 年版的 3.2.5 和 3.2.6);
- 修改了“黏弹性阻尼器标记、黏滞阻尼器标记”的规定(见 4.1.2 和 4.2.2,2007 年版的 4.1.2 和 4.2.2);
- 修改了“黏弹性阻尼器外观”的规定(见 6.1.1,2007 年版的 5.1.1);
- 修改了“黏弹性阻尼器主要材料质量要求”的规定(见 6.1.2,2007 年版的 5.1.2);
- 修改了“黏弹性阻尼器尺寸偏差”的规定(见 6.1.1.3,2007 年版的 5.1.3);
- 修改了“黏弹性阻尼器耐久性”的规定(见 6.1.3.2,2007 年版的 5.1.4.2);
- 修改了“黏弹性阻尼器其他相关性能”的规定(见 6.1.3.3,2007 年版的 5.1.4.3);
- 修改了“黏滞阻尼器钢材”的规定(见 6.2.2.2,2007 年版的 5.2.2.2);
- 修改了“黏滞阻尼器尺寸偏差”的规定(见 6.2.1.2,2007 年版的 5.2.3);
- 修改了“黏滞阻尼器性能”的规定(见 6.2.3,2007 年版的 5.2.4);
- 修改了“黏弹性阻尼器产品力学性能试验”的规定(见 6.1.3,2007 年版的 6.1.4);
- 修改了“黏滞阻尼器产品力学性能试验”的规定(见 6.2.3,2007 年版的 6.2.4);
- 修改了“出厂检验”的规定(见 8.2.1,2007 年版的 7.2)。

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制品与构配件产品标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:东南大学。

本标准参加起草单位:华中科技大学、北京工业大学、中国建筑科学研究院、同济大学、清华大学、大连理工大学、武汉理工大学、哈尔滨工业大学、云南大学、华南理工大学、广州大学、南京工业大学、中国电子工程设计院、北京市建筑设计研究院、中国地震局工程力学研究所、南京液压机械制造厂有限公司、常州兰陵橡胶厂、上海材料研究所、南京丹普科技工程有限公司、青岛科而泰环境控制技术有限公司、上海隆诚实业有限公司、无锡市弘谷振控技术有限公司、上海英谷桥梁科技有限公司、无锡圣丰建筑新材料有限公司。

本标准主要起草人:李爱群、黄镇、张志强、程文灏、苏经宇、李黎、曾德民、苏毅、高向宇、马东辉、尹学军、左江、左晓宝、叶正强、叶列平、叶继红、叶燎原、吕西林、刘伟庆、刘康安、苏幼坡、李惠、李宏男、

JG/T 209—2012

吴波、柯长华、娄宇、施卫星、徐赵东、徐斌、储良成、黄国元、瞿伟廉、李国强、滕军、缪升、周云、程绍革、李振宝、戴君武、陈清祥、王鲁钧、韩凯翔、王惠强。

本标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 209—2007；

——GB/T 209—2012。

建筑消能阻尼器

1 范围

本标准规定了建筑消能阻尼器的术语和定义、分类和标记、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用建筑消能阻尼器。构筑物、桥梁、设备等所需的消能阻尼器也可参照使用。

2 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 191 包装储运图示标志
- GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法
- 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 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 1220 不锈钢棒
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3452 液压气动用 O 形橡胶密封圈
- 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 4162 锻轧钢棒超声检测方法
- GB/T 5777 无缝钢管超声波探伤检验方法
- GB/T 7314 金属材料 室温压缩试验方法
- GB/T 8162 结构用无缝钢管
- GB/T 10708 往复运动橡胶密封圈结构尺寸系列
- GB/T 11211 硫化橡胶或热塑性橡胶 与金属粘合强度的测定 二板法
- GB/T 14976 液体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 15242.1 液压缸活塞和活塞杆动密封装置用同轴密封件尺寸系列和公差
- GB/T 15242.2 液压缸活塞和活塞杆动密封装置用支承环尺寸系列和公差

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建筑消能阻尼器 damper for vibration energy dissipation of building

安装在建筑物中,用于吸收与耗散由风、地震、移动荷载和动力设备等引起的结构振动能量的装置。

3.2

黏弹性阻尼器 visco-elastic damper

由黏弹性材料和约束层组成的速度相关型阻尼器,其代号为 VED。

3.2.1

黏弹性阻尼器设计使用年限 design working life of visco-elastic damper

黏弹性阻尼器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。

3.2.2

环境温度 ambient temperature

建筑物减振设计时采用的结构和阻尼器所处环境的温度。

3.2.3

工作频率 working frequency

阻尼器参与结构振动的主要频率。

3.2.4

表观剪应变设计值 design value of pseudo-shear strain

在环境温度和在工作频率条件下,减振设计时采用的黏弹性材料切向位移与黏弹性材料层厚度之比的最大设计限值,用百分率表示。

3.2.5

剪应力设计值 design value of shear stress

在环境温度和在工作频率条件下,减振设计时采用的阻尼力设计值与黏弹性材料层剪切面积的比值。

3.2.6

阻尼力设计值 design value of damping force

在环境温度和在工作频率条件下,减振设计时采用的最大恢复力设计限值。

3.2.7

损耗因子设计值 design value of loss factor

在环境温度和在工作频率条件下,减振设计时采用的在阻尼器的同一个力-位移滞回曲线中,对应于零位移的恢复力与对应于最大位移的恢复力的比值。

3.2.8

表观剪切模量设计值 design value of pseudo-shear modulus

在环境温度和在工作频率条件下,减振设计时采用阻尼器的剪应力设计值与表观剪应变设计值的比值。

3.3

黏滞阻尼器 viscous fluid damper

以黏滞材料为阻尼介质的速度相关型阻尼器,一般由缸体、活塞、阻尼通道、阻尼材料、导杆和密封材料等部分组成,其代号为 VFD。

3.3.1

黏滞阻尼器设计使用年限 design working life of viscous fluid damper

黏滞阻尼器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。

3.3.2

阻尼器长度 length of damper

活塞处于平衡位置时阻尼器总长。

3.3.3

平衡位置 balance location

平衡位置指活塞位于油缸长度中央的位置。

3.3.4

设计容许位移 design allowable displacement

阻尼器根据设计目标,在罕遇地震作用或风荷载设计值作用条件下,导杆由平衡位置伸出或缩短的位移值,在该值范围内可以保证阻尼器正常工作。

3.3.5

极限位移 ultimate displacement

阻尼器(或导杆)由平衡位置可伸出或可缩短的位移极限值,阻尼器在该值范围内应保证正常工作。

3.3.6

最大阻尼力 maximal damping force

活塞在阻尼器正常工作范围内运动时阻尼器产生的最大输出力。

3.3.7

阻尼系数 damping coefficient

在工作频率范围内,阻尼器活塞在单位速度运动时所产生的阻尼力。

3.3.8

阻尼指数 damping exponent

在工作频率范围内,描述阻尼力与速度间的非线性关系的幂指数参数。

3.4

金属屈服型阻尼器 metal yield damper

利用金属的塑性变形来耗能的位移相关型阻尼器。制作金属屈服型阻尼器的材料主要为钢材、铅或合金,其代号为 MYD。

3.4.1

金属屈服型阻尼器设计使用年限 design working life of MYD

金属屈服型阻尼器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。

3.4.2

金属屈服型阻尼器弹性刚度 K_1 elastic stiffness of MYD

金属屈服型阻尼器屈服前的刚度。

3.4.3

金属屈服型阻尼器第 2 刚度 K_2 second stiffness of MYD

金属屈服型阻尼器屈服后的刚度。

3.4.4

金属屈服型阻尼器屈服位移 D_y yield displacement of MYD

金属屈服型阻尼器屈服时对应的沿受力方向相对变形值,阻尼器变形小于此值,阻尼器处于弹性工作状态,达到或超过该值后将产生塑性变形。

3.4.5

金属屈服型阻尼器极限位移 D_u ultimate displacement of MYD

金属屈服型阻尼器正常工作的位移限值,可取为阻尼器承载力下降至最大承载力的 85% 时的位移值。

3.4.6

金属屈服型阻尼器屈服承载力 F_y yield force of MYD

金属屈服型阻尼器屈服时所承受的力。

3.4.7

金属屈服型阻尼器最大承载力 F_{max} maximal damping force of MYD

金属屈服型阻尼器能承受的最大外力。

3.5

屈曲约束耗能支撑 buckling-restrained brace

一般由核心单元、约束单元和位于二者间的无粘结材料及填充材料组成的具有设定初始刚度的位移相关型阻尼器。通过核心单元不屈曲塑性变形消耗结构的振动能量,其代号为 BRB。

3.5.1

屈曲约束耗能支撑设计使用年限 design working life of bucking-restrained brace

屈曲约束耗能支撑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。

3.5.2

屈曲约束耗能支撑弹性刚度 K_1 elastic stiffness of BRB

屈曲约束耗能支撑核心单元屈服前的刚度。

3.5.3

屈曲约束耗能支撑第 2 刚度 K_2 second stiffness of BRB

屈曲约束耗能支撑核心单元屈服后的刚度。

3.5.4

屈曲约束耗能支撑屈服位移 D_y yield displacement of BRB

屈曲约束耗能支撑在外界激励作用下,核心单元屈服时伸长或缩短的位移值,耗能支撑变形小于该值前处于弹性工作状态,超过该值后将产生塑性变形。

3.5.5

屈曲约束耗能支撑极限位移 D_u ultimate displacement of BRB

屈曲约束正常工作的位移限值,可取为支撑承载力下降至最大承载力的 85% 时的位移值。

3.5.6

屈曲约束耗能支撑屈服承载力 F_y yield damping force of BRB

屈曲约束耗能支撑核心单元屈服时的轴向拉力。

3.5.7

屈曲约束耗能支撑最大承载力 F_{max} maximal damping force of BRB

屈曲约束耗能支撑设计时采用的轴向压力的最大限值。

4 分类和标记

4.1 黏弹性阻尼器

4.1.1 分类

4.1.1.1 板式黏弹性阻尼器

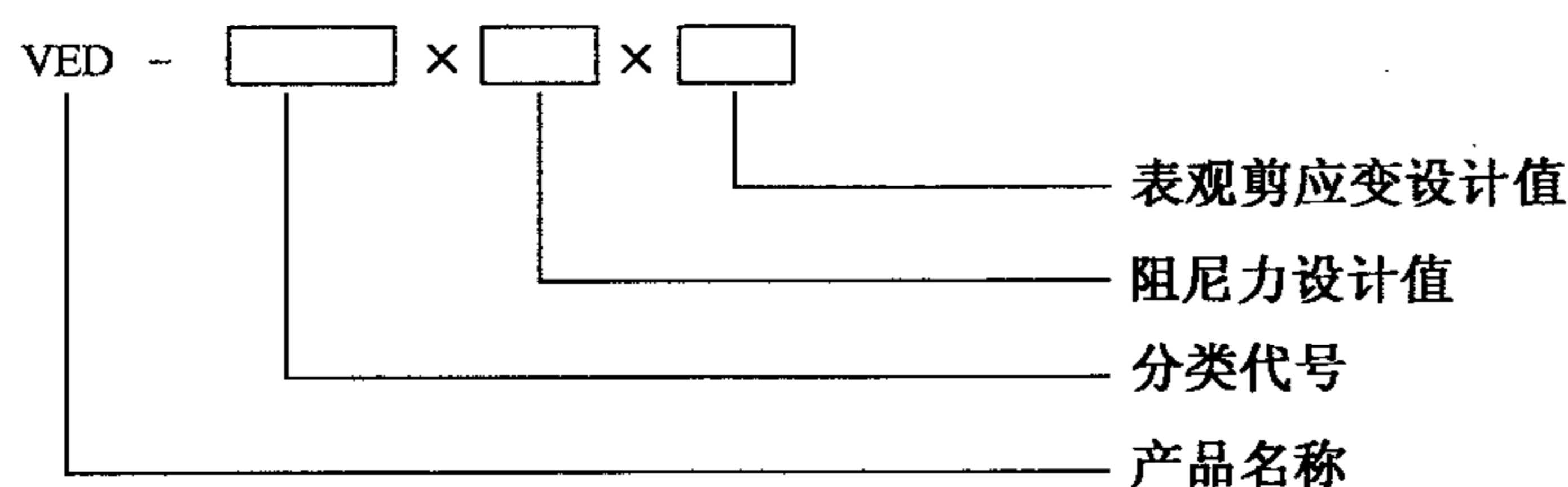
板式黏弹性阻尼器由黏弹性材料和约束板组成,约束板和黏弹性材料层均为板状,其代号为 P。

4.1.1.2 筒式黏弹性阻尼器

筒式黏弹性阻尼器由黏弹性材料和内、外约束筒组成,黏弹性材料层为筒状,其代号为 T。

4.1.2 标记

黏弹性阻尼器标记由产品名称 VED、分类代号、阻尼力设计值(kN)、表观剪应变设计值(%)组成。



示例 1:

板式黏弹性阻尼器阻尼力设计值 300 kN, 表观剪应变设计值 250%, 标记为: VED-P×300×250。

示例 2:

筒式黏弹性阻尼器阻尼力设计值 200 kN, 表观剪应变设计值 150%, 标记为: VED-T×200×150。

4.2 黏滞阻尼器

4.2.1 分类

4.2.1.1 线性黏滞阻尼器

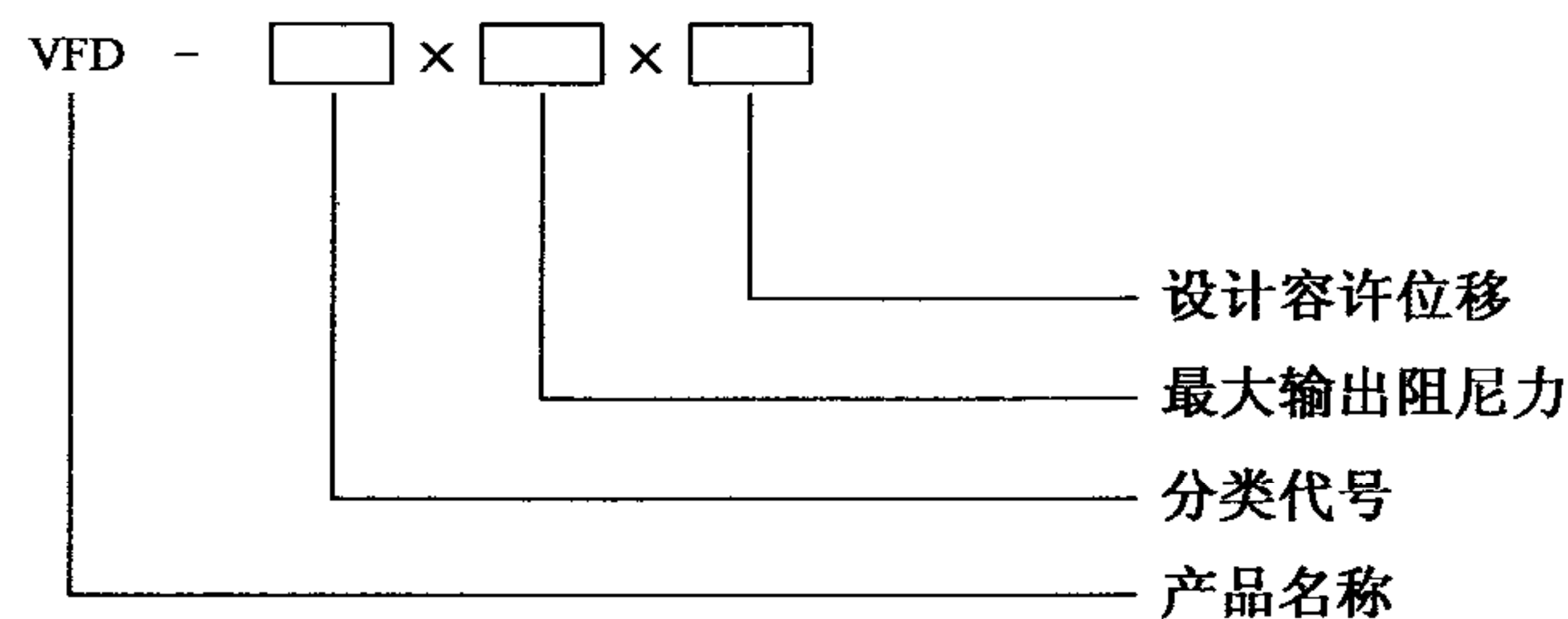
线性黏滞阻尼器为阻尼指数等于 1 的黏滞阻尼器, 其代号为 L。

4.2.1.2 非线性黏滞阻尼器

非线性黏滞阻尼器为阻尼指数小于 1 的黏滞阻尼器, 其代号为 NL。

4.2.2 标记

黏滞阻尼器常用截面形状为圆形, 其标记由产品名称 VFD、分类代号、最大输出阻尼力(kN)、设计容许位移(mm)组成。



示例 1:

线性黏滞阻尼器最大输出阻尼力 400 kN, 设计容许位移 50 mm, 标记为: VFD-L×400×50。

示例 2:

非线性黏滞阻尼器最大输出阻尼力 600 kN, 设计容许位移 60 mm, 标记为: VFD-NL×600×60。

4.3 金属屈服型阻尼器

4.3.1 分类

金属屈服型阻尼器根据核心部件采用的材料分为钢屈服阻尼器、铅屈服阻尼器及合金屈服阻尼器等类型。

4.3.1.1 钢屈服阻尼器

钢屈服阻尼器由钢板材或型材等加工而成, 其代号为 S。

4.3.1.2 铅屈服阻尼器

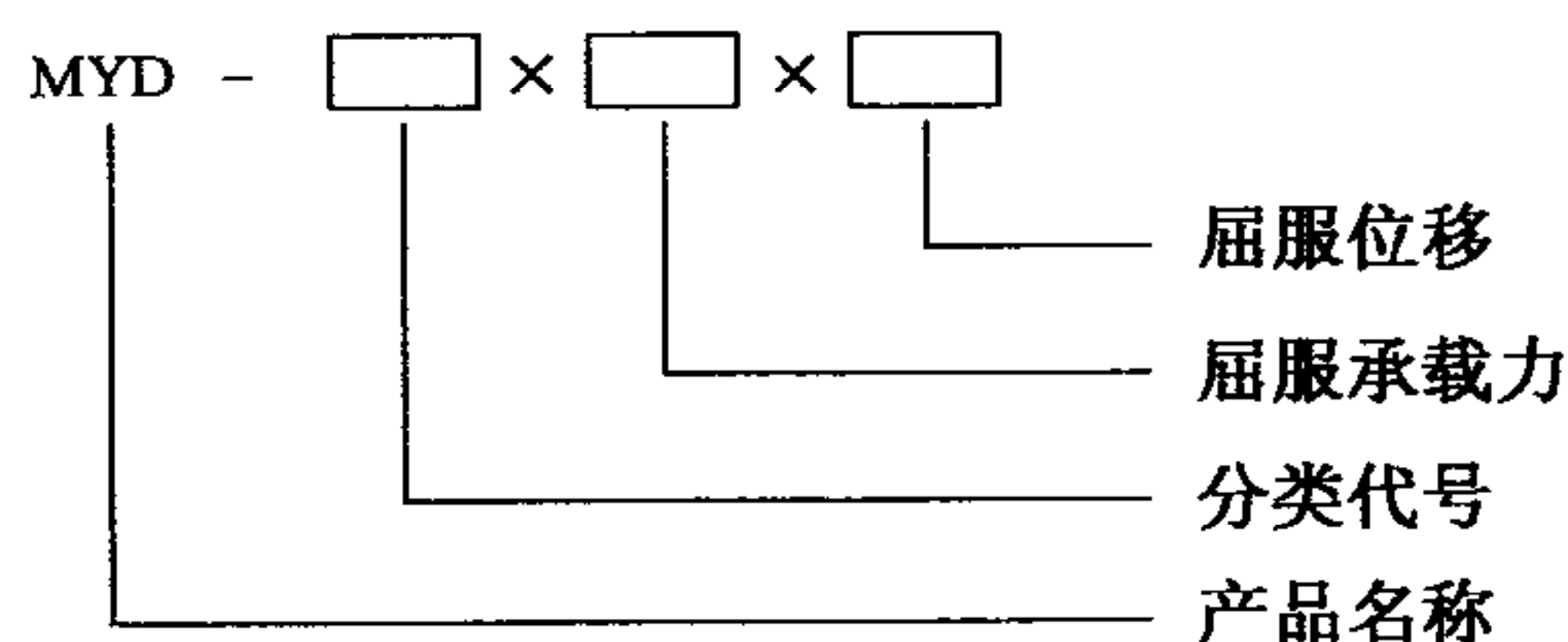
铅屈服阻尼器由铅板材和型材等加工而成, 其代号为 L。

4.3.1.3 合金屈服阻尼器

合金屈服阻尼器由合金板材和型材等加工而成, 其代号为 A。

4.3.2 标记

金属屈服型阻尼器标记由产品名称 MYD、分类代号、屈服承载力(kN)、屈服位移(mm)组成。



示例 1:

钢屈服型阻尼器,屈服承载力 200 kN,屈服位移 1.2 mm,标记为:MYD-S×200×1.2。

示例 2:

铅屈服型阻尼器,屈服承载力 300 kN,屈服位移 1.5 mm,标记为:MYD-L×300×1.5。

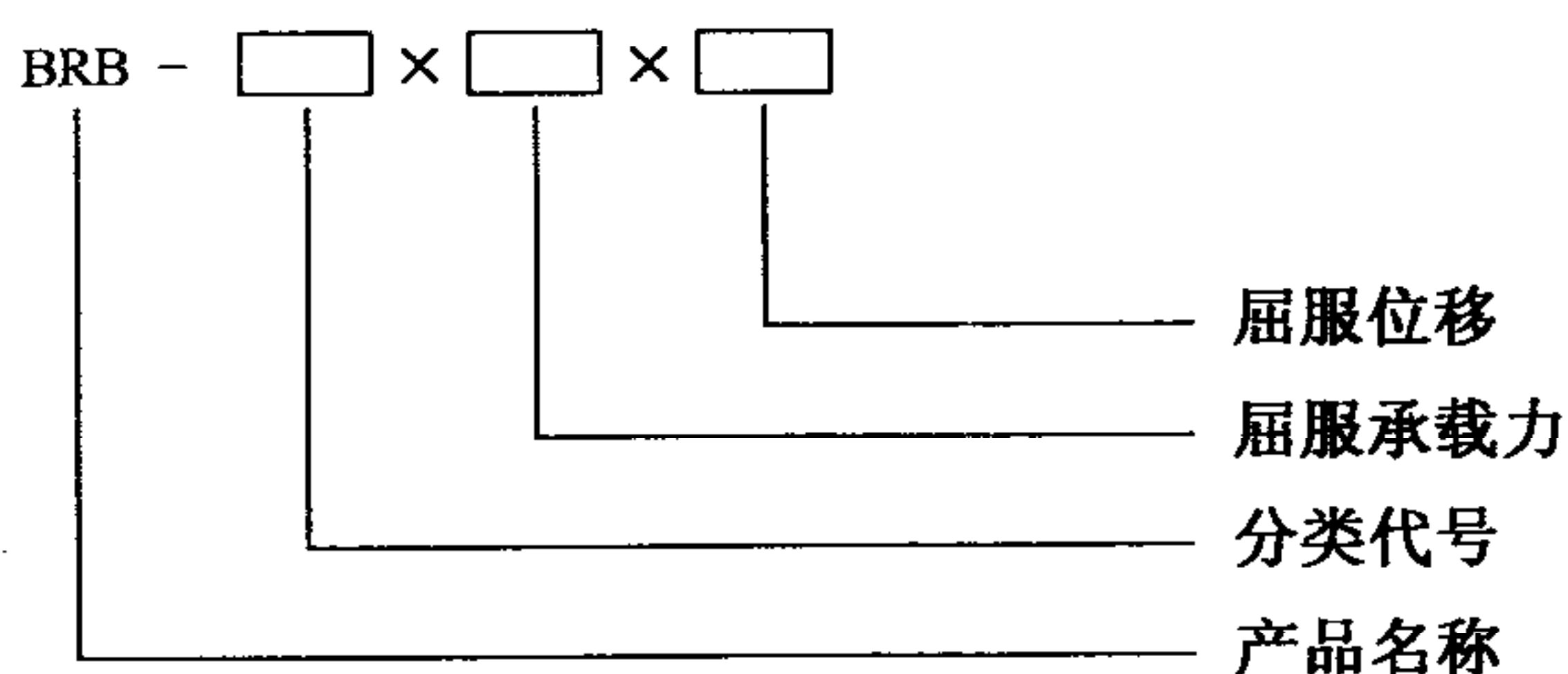
4.4 屈曲约束耗能支撑

4.4.1 分类

常用屈曲约束耗能支撑根据约束方式分为钢套筒与砂浆(或混凝土)组合提供约束型,其代号为 C;全钢结构约束型,其代号为 S。

4.4.2 标记

屈曲约束耗能支撑标记由产品名称 BRB、分类代号、屈服承载力(kN)、屈服位移(mm)组成。



示例 1:

由钢套筒与砂浆组合提供约束,屈服承载力 2 500 kN,屈服位移 1.5 mm 的屈曲约束耗能支撑,标记为:BRB-C×2 500×1.5。

示例 2:

由全钢结构约束提供约束,屈服承载力 1 500 kN,屈服位移 1.0 mm 的屈曲约束耗能支撑,标记为:BRB-S×1 500×1.0。

5 一般要求

- 5.1 黏弹性阻尼器的设计使用年限应为 50 年。
- 5.2 黏滞阻尼器的设计使用年限应为 30 年。
- 5.3 金属屈服型阻尼器的设计使用年限应为 50 年。
- 5.4 屈曲约束耗能支撑的设计使用年限应为 50 年

6 要求

6.1 黏弹性阻尼器

6.1.1 外观

- 6.1.1.1 钢板平整、无锈蚀、无毛刺,标记清晰。钢板坡口焊接,焊缝一级、平整。

6.1.1.2 黏弹性阻尼材料表面密实、相对平整。

6.1.1.3 黏弹性阻尼器各部件尺寸偏差应符合表 1 的规定。

表 1 黏弹性阻尼器各部件尺寸允许偏差

单位为毫米

检验项目	允许偏差
黏弹性阻尼器长度	不超过产品设计值±3
黏弹性阻尼器截面有效尺寸	不超过产品设计值±2

6.1.2 材料

6.1.2.1 橡胶类的黏弹性材料

橡胶类黏弹性材料质量指标应符合表 2 的规定。

表 2 橡胶类黏弹性材料质量指标

项 目		指 标
拉伸强度/MPa		≥15
扯断伸长率/%		≥380
扯断永久变形/%		≤22
热空气老化 70℃ 72 h	拉伸强度变化率/%	≥-20 或 ≤20
	扯断伸长变化率/%	≥-20 或 ≤20
0℃~40℃工作频率材料损耗因子 β		≥0.5
钢板与阻尼材料之间的黏合强度/MPa		≥4.3

6.1.2.2 钢材

钢材性能指标应符合 GB/T 700 中碳素结构钢 Q235 或低合金钢的要求。

6.1.3 性能

6.1.3.1 力学性能

黏弹性阻尼器的力学性能应符合表 3 的规定。

表 3 黏弹性阻尼器力学性能要求

项 目	性能指标
表观剪应变极限值	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
最大阻尼力	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
表观剪切模量	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
损耗因子	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
滞回曲线	实测滞回曲线应光滑,无异常,在同一测试条件下,任一循环中滞回曲线包络面积实测值偏差应在产品设计值的±15%以内,实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内

6.1.3.2 耐久性

黏弹性阻尼器的耐久性包括老化性能、疲劳性能、耐腐蚀性能,应符合表 4 的规定。

表 4 黏弹性阻尼器耐久性要求

项 目		性能指标
老化性能	变形	变化率不应大于±15%
	最大阻尼力、表观剪切模量、损耗因子	变化率不应大于±15%
	外观	目测无变化
疲劳性能	变形	变化率不应大于±15%
	最大阻尼力、表观剪切模量、损耗因子	变化率不应大于±15%
	外观	目测无变化
耐腐蚀性能	外观	目测无锈蚀

6.1.3.3 其他相关性能

最大阻尼力的变形相关性能、加载频率相关性能和温度相关性能的变化曲线具有规律性。

6.1.3.4 耐火性

火灾时应具有阻燃性;火灾后应对阻尼器进行力学性能检测,其指标下降超过 15%时应进行更换。

6.2 黏滞阻尼器

6.2.1 外观

6.2.1.1 黏滞阻尼器产品外观应表面平整,无机械损伤,无锈蚀,无渗漏,标记清晰。

6.2.1.2 黏滞阻尼器各部件尺寸偏差应符合表 5 规定。

表 5 黏滞阻尼器各部件尺寸偏差

单位为毫米

检验项目	允许偏差
黏滞阻尼器长度	不超过产品设计值±3
黏滞阻尼器截面有效尺寸	不超过产品设计值±2

6.2.2 材料

6.2.2.1 黏滞阻尼材料

黏滞阻尼材料要求黏温关系稳定,闪点高,不易燃烧,不易挥发,无毒,抗老化性能强。

6.2.2.2 钢材

用于制作黏滞阻尼器的钢材应根据设计需要进行选择,缸体和活塞杆一般宜采用优质碳素结构钢、合金结构钢或不锈钢。优质碳素结构钢应符合 GB/T 699 的规定;合金结构钢应符合 GB/T 3077 的规定;结构用无缝钢管应符合 GB/T 8162 的规定;不锈钢棒应符合 GB/T 1220 的规定,不锈钢管应符合 GB/T 14976 的规定。

6.2.2.3 密封材料

黏滞阻尼器密封材料应选择高强度、耐磨、耐老化的密封材料。

6.2.3 性能

6.2.3.1 力学性能

黏滞阻尼器的力学性能应符合表 6 的规定。

表 6 黏滞阻尼器力学性能要求

项 目	性能指标
极限位移	实测值不应小于黏滞阻尼器设计容许位移的 150%，当最大位移大于或等于 100 mm 时实测值不应小于黏滞阻尼器设计容许位移的 120%
最大阻尼力	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
阻尼系数	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
阻尼指数	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
滞回曲线	实测滞回曲线应光滑，无异常，在同一测试条件下，任一循环中滞回曲线包络面积实测值偏差应在产品设计值的±15%以内，实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内

6.2.3.2 耐久性

黏滞阻尼器的耐久性应符合表 7 的规定，且要求阻尼器在试验后无渗漏，无裂纹。

表 7 黏滞阻尼器耐久性要求

项 目	性能指标	
疲劳性能	最大阻尼力	变化率不大于±15%
	阻尼系数	变化率不大于±15%
	阻尼指数	变化率不大于±15%
	滞回曲线	光滑，无异常，包络面积变化率不大于±15%
密封性能	无渗漏，且阻尼力的衰减值不大于 5%	

6.2.3.3 其他相关性能

最大阻尼力的加载频率相关性能和温度相关性能的变化曲线应有规律性。

6.2.3.4 耐火性

火灾时应具有阻燃性；火灾后应对阻尼器进行力学性能检测，其指标下降超过 15%时应进行更换。

6.3 金属屈服型阻尼器

6.3.1 外观

6.3.1.1 金属屈服型阻尼器应表面平整,无机械损伤,无锈蚀,无毛刺,标记清晰。阻尼器连接部位宜采用螺栓连接或焊接,焊缝为一级、平整。

6.3.1.2 阻尼器应采用机械加工,不宜采用气焊等切割方式。

6.3.1.3 金属屈服型阻尼器各部件尺寸偏差应符合表 8 的规定。

表 8 金属屈服型阻尼器各部件尺寸偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差
金属屈服型阻尼器各部位有效尺寸	不超过产品设计值±2

6.3.2 材料

钢屈服型阻尼器耗能段宜采用低屈服点钢制作,其材料基本力学性能应符合表 9 的规定,金属屈服型阻尼器采用其他钢材,性能指标应符合 GB/T 700 或 GB/T 3077 的规定。

表 9 低屈服点钢基本力学性能要求

屈服承载力或屈服点下限/MPa	屈服点范围/MPa	抗拉强度/MPa	屈强比/%	伸长率/%
100	100±20	200~300	≤60	≥50
160	160±20	250~350	≤80	≥45
225	225±20	300~400	≤80	≥40

6.3.3 性能

6.3.3.1 力学性能

金属屈服型阻尼器力学性能应符合表 10 的规定。

表 10 金属屈服型阻尼器力学性能要求

项 目	性能指标
屈服承载力	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
最大承载力	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
屈服位移	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
极限位移	实测值不应小于产品设计值的 120%
弹性刚度	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内

表 10 (续)

项 目	性能指标
第 2 刚度	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
滞回曲线	实测滞回曲线应光滑,无异常,在同一测试条件下,任一循环中滞回曲线包络面积实测值偏差应在产品设计值的±15%以内,实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内

6.3.3.2 耐久性

金属屈服型阻尼器的耐久性包括疲劳性能和耐腐蚀性能。其耐久性能应符合表 11 的规定。

表 11 金属屈服型阻尼器耐久性能要求

项 目	性能指标
疲劳循环次数 N_f	≥30 次
耐腐蚀性能	目测无锈蚀

6.3.3.3 耐火性

火灾时应具有阻燃性;火灾后应对阻尼器进行力学性能检测,其指标下降超过 15%时应进行更换。

6.4 屈曲约束耗能支撑

6.4.1 外观

6.4.1.1 屈曲约束耗能支撑应表面平整,无机械损伤,无锈蚀,无毛刺,标记清晰。

6.4.1.2 有焊接连接部位,焊缝等级应为一级。

6.4.1.3 屈曲约束耗能支撑各部件尺寸偏差应符合表 12 的规定。

表 12 屈曲约束耗能支撑各部件尺寸偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差
支撑长度	不超过产品设计值±3
支撑横截面有效尺寸	不超过产品设计值±2
支撑侧弯矢量	$L/1\ 000$,且≤10
支撑扭曲	$h(d)/250$,且≤5

注: L ——支撑长度; h ——支撑高度; d ——支撑外径。

6.4.2 材料

用于制作屈曲约束耗能支撑的钢材应根据设计需要进行选择,核心单元宜采用低屈服点钢材,材料性能应符合表 9 的规定。核心单元采用其他钢材时,质量指标应符合国家标准 GB/T 700 或 GB/T 3077 的规定,且伸长率应大于 25%,屈强比应小于 80%,常温下冲击功韧性应大于 27 J。

约束单元一般采用炭素结构钢或合金结构钢,钢材性能指标应符合 GB/T 700 或 GB/T 3077 的规定。

6.4.3 性能

6.4.3.1 力学性能

屈曲约束耗能支撑力学性能应符合表 13 的规定。

表 13 屈曲约束耗能支撑力学性能要求

项 目	性能指标
屈服承载力	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
最大承载力	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
屈服位移	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
极限位移	实测值不应小于产品设计值的 120%
弹性刚度	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
第 2 刚度	实测值偏差应在产品设计值的±15%以内;实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内
滞回曲线	实测滞回曲线应光滑,无异常,在同一测试条件下,任一循环中滞回曲线包络面积实测值偏差应在产品设计值的±15%以内,实测值偏差的平均值应在产品设计值的±10%以内

6.4.3.2 耐久性

屈曲约束耗能支撑的耐久性包括疲劳性能和耐腐蚀性能。其耐久性能应符合表 14 的规定。

表 14 屈曲约束耗能支撑耐久性能要求

项 目	性能指标
疲劳循环次数 N_f	≥30 次
耐腐蚀性能	目测无锈蚀

6.4.3.3 耐火性

火灾时应具有阻燃性;火灾后应对阻尼器进行力学性能检测,其指标下降超过 15%时应进行更换。

7 试验方法

7.1 黏弹性阻尼器

7.1.1 外观

产品外观质量应用目测及常规量具测量评定。

7.1.2 材料

7.1.2.1 拉伸强度

应按 GB/T 528 的规定进行。

7.1.2.2 扯断伸长率

应按 GB/T 528 的规定进行。

7.1.2.3 扯断永久变形

应按 GB/T 528 的规定进行。

7.1.2.4 热空气老化

应按 GB/T 3512 的规定执行。

7.1.2.5 材料损耗因子 β

用动态黏弹性自动测量仪检测,测量温度范围 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,测量频率阻尼器的工作频率,升温速度 $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

7.1.2.6 钢板与阻尼材料之间黏合强度

应按 GB/T 11211 的规定执行。

7.1.2.7 钢材

应按 GB/T 700 的规定进行。

7.1.3 性能

黏弹性阻尼器的力学性能试验在伺服加载试验机上进行。

7.1.3.1 力学性能

黏弹性阻尼器在标准环境温度($23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)条件下,力学性能试验应按表 15 的规定进行。

表 15 黏弹性阻尼器力学性能试验方法

项 目	试验方法
最大阻尼力 表观剪切模量 损耗因子	a) 控制位移 $u=u_0\sin(\omega t)$;工作频率取 f_1 。在同一加载条件下,作 5 次具有稳定滞回曲线的循环,每次均绘制阻尼力-位移滞回曲线; b) 取第 3 次循环时滞回曲线的最大阻尼力值作为最大阻尼力的实测值; c) 取第 3 次循环时滞回曲线长轴的斜率作为表观剪切模量值的实测值; d) 取第 3 次循环时滞回曲线的最大位移对应的恢复力与零位移对应的恢复力的比值,作为损耗因子的实测值
表观剪应变极限值	a) 工作频率取 f_1 ;控制位移 $u=u_1\sin(\omega t)$; b) u_1 依次按 $1.1u_0$ 、 $1.2u_0$ 、 $1.3u_0$ 、 $1.4u_0$ 、 $1.5u_0$ 。 做试验的前题条件是黏弹性材料与约束钢板或约束钢管间不出现剥离现象,如有剥离现象,则认为阻尼器已破坏,试验停止,并取这时的 u_1 值作为确定表观剪应变极限值的依据
注: $\omega=2\pi f_1$, ω 为圆频率, f_1 为结构基频, u_0 为阻尼器设计位移。	

7.1.3.2 耐久性

黏弹性阻尼器的耐久性能应按表 16 的规定进行。

表 16 黏弹性阻尼器耐久性试验方法

项 目	试验方法
老化性能	把试件放入鼓风电热恒温干燥箱中,保持温度 80 ℃,经 192 h 后取出,按表 15 做力学性能试验
疲劳性能	采用正弦激励法,对阻尼器施加频率为 f_1 的正弦力,当主要用于地震时,输入位移 $u = u_0 \sin(\omega t)$,连续加载 30 个循环;当主要用于风振时,输入位移 $u = 0.1u_0 \sin(\omega t)$,每次连续加载不应少于 2 000 次,累计加载 10 000 个循环
注: $\omega = 2\pi f_1$, ω 为圆频率, f_1 为结构基频, u_0 为阻尼器设计位移。	

7.1.3.3 其他相关性能

黏弹性阻尼器的其他相关性能试验应按表 17 的规定进行。

表 17 黏弹性阻尼器其他相关性能的试验方法

项 目	试验方法
变形相关性能	最大阻尼力 在加载频率 f_1 下,测定输入位移 $u = u_1 \sin(\omega t)$ ($u_1 = 1.0u_0, 1.2u_0$ 和 $1.5u_0$ 且在极限位移内)时的最大阻尼力,并计算与 $1.0u_0$ 下的相应值的比值
加载频率相关性能	最大阻尼力 测定产品在输入位移 $u = u_0 \sin(\omega t)$,频率 f 为 0.5 Hz、1.0 Hz、1.5 Hz、2.0 Hz 时(且在极限速度内)的最大阻尼力,并计算与 1.0 Hz 下的相应值的比值
温度相关性能	最大阻尼力 测定产品在输入位移 $u = u_0 \sin(\omega t)$,频率为 f_1 ,试验温度为 $-20\text{ }^\circ\text{C} \sim 40\text{ }^\circ\text{C}$,每隔 10 ℃记录其最大阻尼力的实测值
注: $\omega = 2\pi f_1$, ω 为圆频率, f_1 为结构基频, u_0 为阻尼器设计位移。	

7.1.3.4 耐火性

黏弹性阻尼器遭受火灾后应按要求进行检测。

7.2 黏滞阻尼器

7.2.1 外观

产品外观质量应用目测及常规量具测量评定。

7.2.2 材料

7.2.2.1 黏滞阻尼材料

7.2.2.1.1 取约 50 mL 样品倒入清洁、干燥、无色透明的 100 mL 烧杯中,置于室内自然光下目测观察。

7.2.2.1.2 每批材料的黏度、黏温系数、闪点、抗老化性能应有材料商提供质量检验报告单。

7.2.2.2 钢材

钢材的性能应符合 GB/T 228 和 GB/T 7314 的规定;锻轧钢棒超声波检验方法应符合 GB/T 4162 的规定;无缝钢管超声波探伤检验方法应符合 GB/T 5777 的规定。

7.2.2.3 密封材料

密封材料的性能应符合 GB/T 3452、GB/T 10708、GB/T 15242.1 和 GB/T 15242.2 的规定。

7.2.3 性能

黏滞阻尼器的力学性能试验在伺服加载试验机上进行,试验模拟使用环境。

7.2.3.1 力学性能

黏滞阻尼器的力学性能应按表 18 的规定进行。

表 18 黏滞阻尼器力学性能试验方法

项 目	试验方法
极限位移	采用静力加载试验,控制试验机的加载系统使阻尼器匀速缓慢运动,记录其伸缩运动的极限位移值
最大阻尼力	采用正弦激励法,用按照正弦波规律变化的输入位移 $u = u_0 \sin(\omega t)$,对阻尼器施加频率为 f_1 、位移幅值为 u_0 的正弦力,连续进行 5 个循环,记录第 3 个循环所对应的最大阻尼力作为实测值
阻尼系数 阻尼指数 滞回曲线	a) 采用正弦激励法,用按照正弦波规律变化的输入位移 $u = u_0 \sin(\omega t)$ 来控制试验机的加载系统; b) 对阻尼器分别施加频率为 f_1 ,输入位移幅值为 $0.1u_0$ 、 $0.2u_0$ 、 $0.5u_0$ 、 $0.7u_0$ 、 $1.0u_0$ 、 $1.2u_0$,连续进行 5 个循环,每次均绘制阻尼力-位移滞回曲线,并计算各工况下第 3 个循环所对应的阻尼系数、阻尼指数作为实测值
注: $\omega = 2\pi f_1$, ω 为圆频率, f_1 为结构基频, u_0 为阻尼器设计位移。	

7.2.3.2 耐久性

黏滞阻尼器的耐久性能应按表 19 的规定进行。

表 19 黏滞阻尼器耐久性能试验方法

项 目	试验方法
疲劳性能	先测定产品的设计容许位移 u_0 和最大阻尼力,然后在同样环境下采用正弦激励法,对阻尼器施加频率为 f_1 的正弦力,当以地震控制为主时,输入位移 $u = u_0 \sin(\omega t)$,连续加载 30 个循环,位移大于 100 mm 时加载 5 个循环;当以风振控制为主时,输入位移 $u = 0.1u_0 \sin(\omega t)$,连续加载 60 000 个循环,每 20 000 次可暂停休整
密封性能	以 1.5 倍的最大阻尼力作为控制力持续加载 3 min,记录结果
注: $\omega = 2\pi f_1$, ω 为圆频率, f_1 为结构基频, u_0 为阻尼器设计位移。	

7.2.3.3 其他相关性能

黏滞阻尼器其他相关性能试验应按表 20 的规定进行。

表 20 黏滞阻尼器其他相关性能的试验方法

项 目	试验方法
最大阻尼力加载频率相关性能	采用正弦激励法,测定产品在常温,加载频率 f 分别为 $0.4f_1$ 、 $0.7f_1$ 、 $1.0f_1$ 、 $1.3f_1$ 、 $1.6f_1$,对应输入位移幅值 $u = f_1 u_0 / f$ 下的最大阻尼力,并与 f_1 下相应值的比值
最大阻尼力温度相关性能	测定产品在输入位移 $u = u_0 \sin(\omega t)$,频率为 f_1 ,试验温度 $-20\text{ }^\circ\text{C} \sim 40\text{ }^\circ\text{C}$,每隔 $10\text{ }^\circ\text{C}$ 记录其最大阻尼力的实测值
注: $\omega = 2\pi f_1$, ω 为圆频率, f_1 为结构基频, u_0 为阻尼器设计位移。	

7.2.3.4 耐火性

黏滞阻尼器遭受火灾后应按要求进行检测。

7.3 金属屈服型阻尼器

7.3.1 外观

产品外观质量应用目测及常规量具测量评定。

7.3.2 材料

钢材的性能应符合 GB/T 228 和 GB/T 7314 的规定。

7.3.3 性能

7.3.3.1 力学性能

产品力学性能试验在伺服加载试验机上进行,试验模拟使用环境,金属屈服型阻尼器力学性能应按表 21 的规定进行。

表 21 金属屈服型阻尼器力学性能试验方法

项 目	试验方法
屈服承载力	试验采用力-位移混合控制加载制度。试件屈服前,采用力控制并分级加载,接近屈服荷载前宜减小级差加载,每级荷载反复一次;试件屈服后采用位移控制,每级位移加载幅值取屈服位移的倍数为级差进行,每级加载可反复三次 金属屈服型阻尼器的基本特性应通过滞回曲线的试验结果确定
最大承载力	
屈服位移	
极限位移	
弹性刚度	
第 2 刚度	
滞回曲线	

7.3.3.2 耐久性

金属屈服型阻尼器耐久性应按表 22 的规定进行。

表 22 金属屈服型阻尼器耐久性试验方法

项 目	试验方法
疲劳循环次数	采用固定位移循环荷载试验,位移采用对应结构抗震或抗风状态下,金属屈服型阻尼器所在位置相应的设计位移。试验中所采用的极限状态包括: 1) 发生断裂破坏; 2) 最大承载力下降; 3) 能量吸收量减少; 4) 丧失稳定的滞回曲线形状。将最大承载力下降了 15% 的次数确定为疲劳循环次数 N_f 。
耐腐蚀性能	实施常规防锈处理

7.3.3.3 耐火性

金属屈服型阻尼器遭受火灾后应按要求进行检测。

7.4 屈曲约束耗能支撑

7.4.1 外观

产品外观质量应用目测及常规量具测量评定。

7.4.2 材料

钢材的性能试验应符合 GB/T 228 和 GB/T 7314 的规定。

7.4.3 性能

7.4.3.1 力学性能

产品力学性能试验在加载试验机上进行,试验模拟使用环境,屈曲约束耗能支撑力学性能应按表 23 的规定进行。

表 23 屈曲约束耗能支撑力学性能试验方法

项 目	试验方法
屈服承载力	试验采用力-位移混合控制加载制度。试件屈服前,采用力控制并分级加载,接近屈服荷载前宜减小级差加载,每级荷载反复一次;试件屈服后采用位移控制,每级位移加载幅值取屈服位移的倍数为级差进行,每级加载可反复三次 屈曲约束耗能支撑的基本特性应通过滞回曲线的试验结果确定
最大承载力	
屈服位移	
极限位移	
弹性刚度	
第 2 刚度	
滞回曲线	

7.4.3.2 耐久性

屈曲约束耗能支撑耐久性能应按表 24 的规定进行。

表 24 屈曲约束耗能支撑耐久性试验方法

项 目	试验方法
疲劳循环次数	采用固定位移循环荷载试验,位移采用屈曲约束支撑所在位置相应的设计位移。试验中所采用的极限状态包括: 1) 发生断裂破坏; 2) 最大承载力下降; 3) 能量吸收量减少; 4) 丧失稳定的滞回曲线形状。将最大承载力下降了 15% 的次数确定为疲劳循环次数 N_f
耐腐蚀性能	实施常规防锈处理

7.4.3.3 耐火性

屈曲约束耗能支撑遭受火灾后应按要求进行检测。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 检验项目

8.2.1 出厂检验

检验项目如下:

- a) 建筑消能产品的外观质量检验应分别根据 6.1.1、6.2.1、6.3.1、6.4.1 的要求,并分别按 7.1.1、7.2.1、7.3.1、7.4.1 的规定进行,要求每件必做;
- b) 黏滞阻尼器产品的性能应根据 6.2.3 的要求,按 7.2.3 的规定进行检验。抽样检验数量为同一工程同一类型同一规格数量,标准设防类取 20%,重点设防类取 50%,特殊设防类取 100%,但不应少于 2 个,检验合格率应为 100%。被检测产品各项检验指标实测值在设计值的 $\pm 10\%$ 以内,判为合格且可用于主体结构;
- c) 黏弹性阻尼器产品、金属屈服型阻尼器产品和屈曲约束耗能支撑产品的性能应分别根据 6.1.3、6.3.3 和 6.4.3 的要求,并分别按 7.1.3、7.3.3 和 7.4.3 的规定进行检验。抽检数量为同一工程同一类型同一规格数量的 3%,当同一类型同一规格的阻尼器产品数量较少时,可以在同一类型阻尼器中抽检总数量的 3%,但不应少于 2 个,检验合格率应为 100%,被抽检产品检测后不得用于主体结构;
- d) 表 25 为各类消能阻尼器出厂检验项目内容。

表 25 消能阻尼器出厂检验项目

阻尼器类型	指 标
黏弹性阻尼器	表观剪应变极限值、最大阻尼力、表观剪切模量、损耗因子、滞回曲线
黏滞阻尼器	极限位移、最大阻尼力、阻尼系数、阻尼指数、滞回曲线
金属屈服型阻尼器	屈服承载力、最大承载力、屈服位移、极限位移、弹性刚度、第 2 刚度、滞回曲线
屈曲约束耗能支撑	屈服承载力、最大承载力、屈服位移、极限位移、弹性刚度、第 2 刚度、滞回曲线

8.2.2 型式检验

8.2.2.1 型式检验项目应为本标准第 6 章的所有项目。

8.2.2.2 有下列情况之一时应进行型式检验：

- 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，每五年检验一次；
- d) 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型式检验要求时。

8.2.2.3 抽样

型式检验试件数目不应少于 3 件。

8.3 判定规则

8.3.1 出厂检验

按 8.2.1 中的 a) 进行检查时，如有一条不符合标准要求，则该件产品应判为不合格产品；按 8.2.1 中 b)、c) 进行抽检时，如有一件抽样的一项性能不符合标准要求，对同批产品按原抽样数加倍抽样，并重新进行所有项目的检测，如仍有一项不合格时，则判为该批产品不合格。

8.3.2 型式检验

应由具有检测资质的第三方进行检验。对于原材料和产品，检验结果应全部符合本标准要求，否则为不合格。型式检验时， f_1 取 1 Hz。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

在阻尼器的明显部位应有清晰永久的标志并包含下列内容：

- a) 产品名称、型号；
- b) 基本参数；
- c) 商标；
- d) 出厂编号；
- e) 出厂日期；

- f) 制造厂名；
- g) 执行标准号。

同时应有检验合格印鉴,并附性能检验报告。

9.2 包装

每件产品应采用可靠包装或按合同要求包装,便于运输和搬运安全。

包装箱外部明显位置应有标志,有关标志的图式符号应符合 GB/T 191 的规定。

包装发货的每箱产品中应具备下列文件:

- a) 产品使用说明书;
- b) 产品合格证;
- c) 装箱单。

9.3 运输

运输过程中应注意防雨、防潮和防晒,严禁与有腐蚀性的化学品混运接触,并不应磕碰、超高码放。

9.4 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。

中华人民共和国建筑工业
行业标准
建筑消能阻尼器
JG/T 209—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

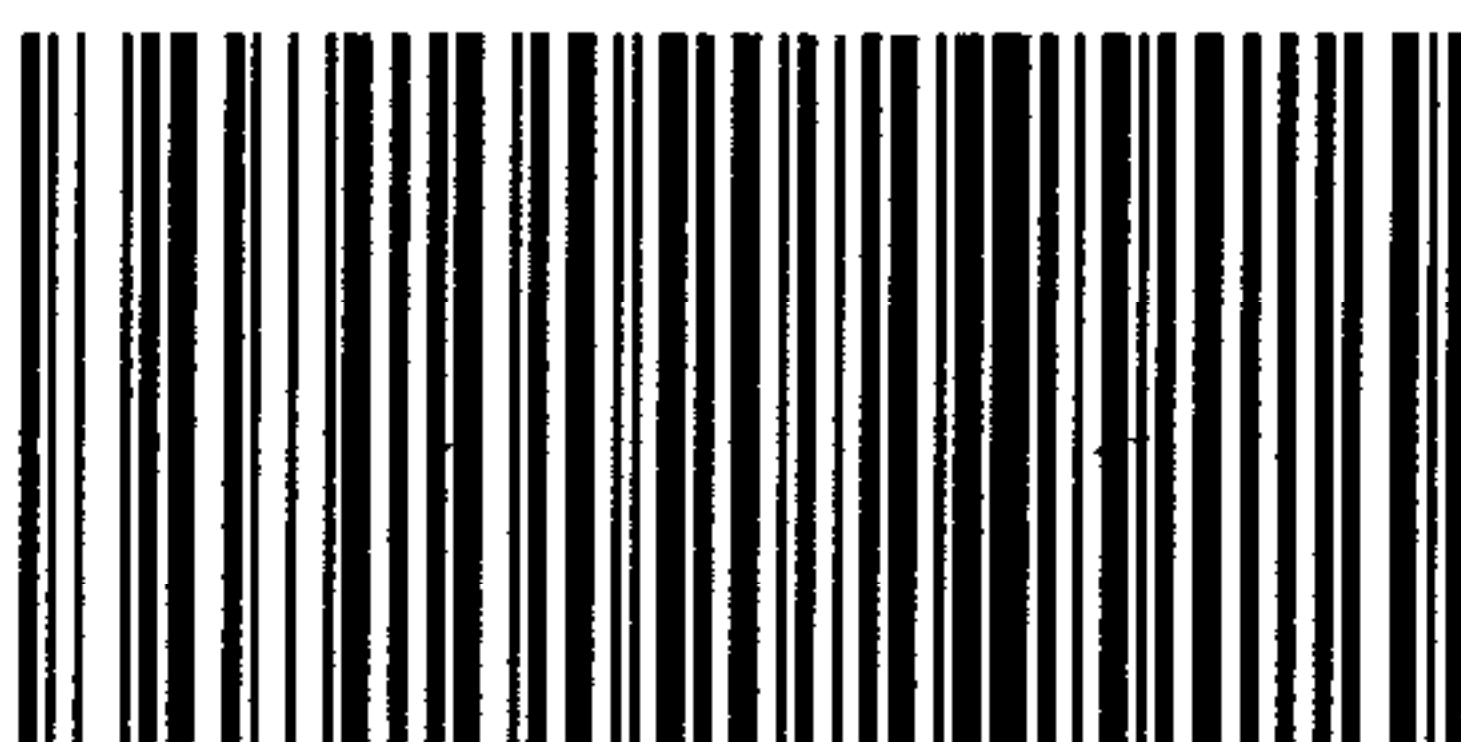
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 43 千字
2012年11月第一版 2012年11月第一次印刷

*

书号: 155066·2-24172

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



JG/T 209-2012