

ICS 93.040

P 28

备案号: **



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T XXXX—20XX

永磁调节式磁流变阻尼装置

Permanent-magnet adjustable magnetorheological damping device

(征求意见稿)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 前言..... | II |
| 引言..... | III |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 2 |
| 4 结构形式、规格和型号..... | 3 |
| 5 技术要求..... | 6 |
| 6 试验方法..... | 8 |
| 7 检测规则..... | 10 |
| 8 标志、包装、运输与贮存..... | 11 |
| 附录 A（规范性附录）设计阻尼力试验..... | 13 |
| 附录 B（规范性附录）耐疲劳性能试验..... | 15 |
| 附录 C（规范性附录）温度相关性能试验..... | 16 |
| 附录 D（资料性附录）安装说明..... | 17 |
| 附录 E（资料性附录）永磁调节式磁流变阻尼器装置典型规格系列表..... | 17 |

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会（SAC/TC 223）提出并归口。

本标准起草单位：柳州东方工程橡胶制品有限公司、湖南大学、柳州欧维姆机械股份有限公司、湖南科技大学、陕西省公路勘察设计院、长春市市政工程设计研究院。

本标准主要起草人：刘志东、华旭刚、陈政清、李世军、资道明、禹见达、陈长海、熊高波、李建国。

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到《永磁调节装配式磁流变阻尼器》（专利号 ZL 200510031108.8）相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构保证，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：陈政清

地址：湖南省长沙市河西岳麓山湖南大学土木工程学院

请注意除了上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

永磁调节式磁流变阻尼装置

1 范围

本标准规定了永磁调节式磁流变阻尼装置的结构形式、规格和型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于桥梁拉索用永磁调节式磁流变阻尼装置。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 702 热轧圆钢和方钢尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1800.1 产品几何规范（GPS） 极限与配合 第1部分：公差、偏差和配合的基础
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 2270 不锈钢无缝钢管
- GB/T 3217 永磁（硬磁）材料 磁性试验方法
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带
- GB/T 3452 液压气动用O型橡胶密封圈
- 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 标准无缝钢管
- GB/T 11379 金属覆盖层 工业用铬电镀层
- GB/T 12332 金属覆盖层 工业用镍电镀层
- GB/T 13560 烧结钕铁硼永磁材料
- 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
- JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
- JB/T 12512 磁流变液

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

3.1

永磁调节式磁流变阻尼装置 permanent magnet adjustable magnetorheological damping device

永磁调节磁流变阻尼器及连接构件的总成。以永磁调节磁流变阻尼器为耗能阻尼元件，通过连接构件将振动动力从拉索传递到桥面，减小拉索的受力，抑制拉索的振动。

3.2

永磁调节式磁流变阻尼器 permanent magnet adjustable magnetorheological damper

利用磁流变液提供阻尼力，由永磁磁铁起调节作用，用于吸收、耗散外部输入能量的阻尼器。

3.3

磁流变液 magnetorheological fluid

由亚纳米级铁粉和非导磁性液体混合而成的悬浮体。

3.4

钕铁硼磁铁 neodymium magnet

由金属钕、纯铁、硼铁合金以及其他添加剂组成的永磁磁铁。

3.5

设计工作频率 design working frequency

阻尼器在正常工作状态下每秒往复运动的次数

3.6

设计阻尼力 design damping force

阻尼器在设计工作频率和振幅的简谐运动下产生的最大输出力。

3.7

阻尼器长度 length of damper

活塞处于阻尼器工作缸内居中位置时，两端销轴孔的中心距。

3.8

设计行程 design displacement

阻尼器的活塞杆在工作缸内居中位置可伸出或缩短的正常工作位移值。

3.9

极限行程 ultimate displacement

阻尼器的活塞杆在工作缸内居中位置可伸出或缩短的最大位移值。

3.10

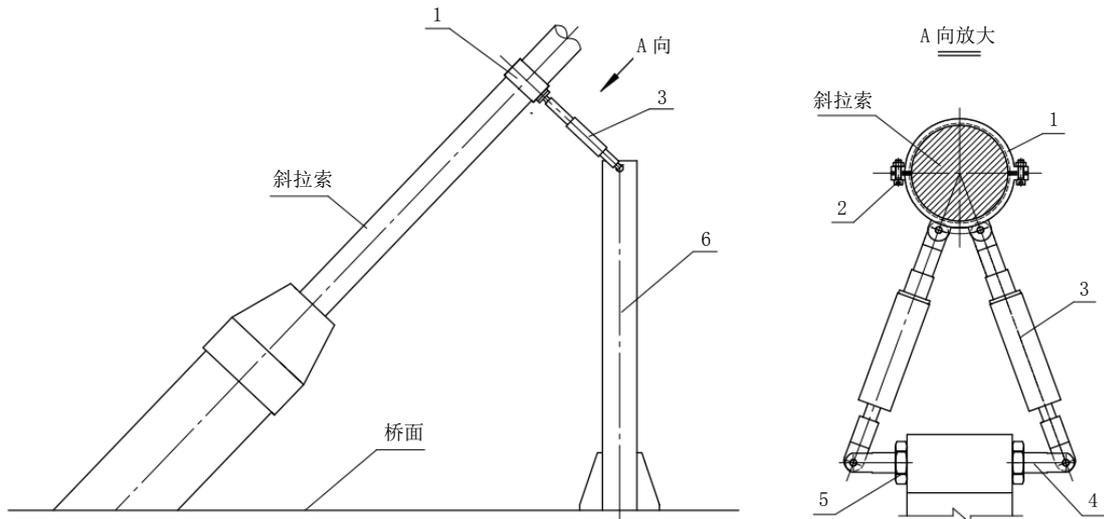
连接构件 Connecting member

将阻尼器与拉索和桥面连接成整体的构件。

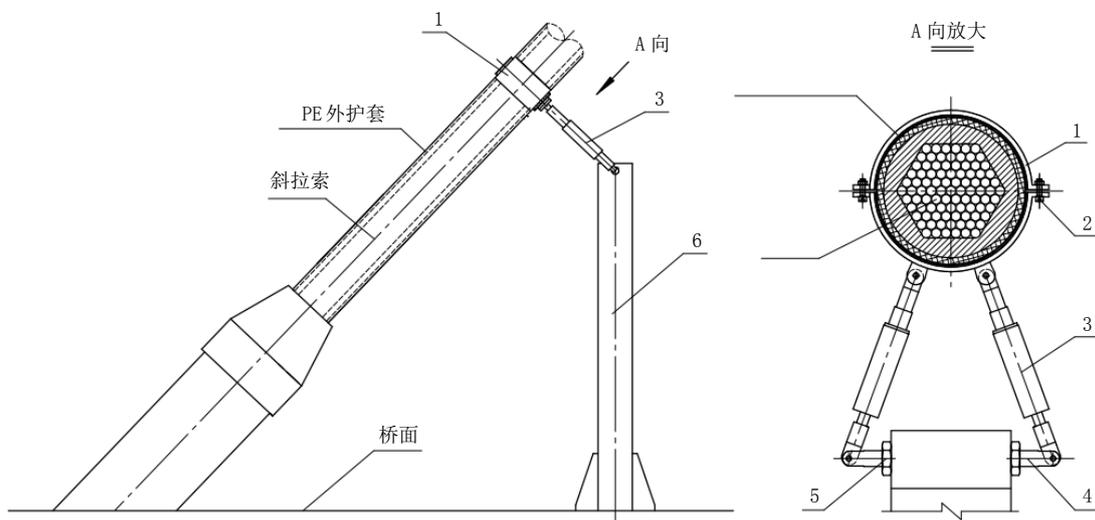
4 结构形式、规格和型号

4.1 结构形式

4.1.1 永磁调节式磁流变阻尼装置由永磁调节式磁流变阻尼器（以下简称磁流变阻尼器）和连接构件组成。连接构件包括：扣环、连接螺栓、连杆、锁紧螺母和支撑柱等。永磁调节式磁流变阻尼装置示意图1。



a) 平行钢丝索



b) 钢绞线索

说明:

1—扣环;

4—连杆;

2—连接螺栓;

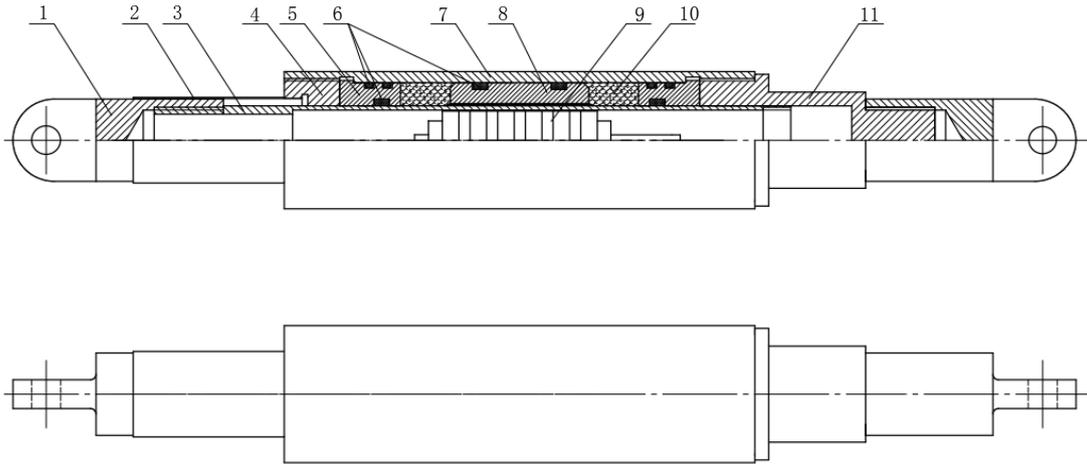
5—锁紧螺母;

3—磁流变阻尼器;

6—支撑柱。

图1 永磁调节式磁流变阻尼装置结构示意图

4.1.2 磁流变阻尼器由连接耳环、工作缸、附缸、活塞、磁流变液、活塞杆及密封件等组成。磁流变阻尼器结构示意图见图2。



说明:

- | | | |
|---------|--------|----------|
| 1—连接耳环; | 5—密封盖; | 9—永磁磁铁; |
| 2—保护罩; | 6—密封件; | 10—磁流变液; |
| 3—活塞杆; | 7—工作缸; | 11—附缸。 |
| 4—端盖; | 8—活塞; | |

图2 磁流变阻尼器结构示意图

4.2 规格

4.2.1 磁流变阻尼器按设计阻尼力分7级: 900N, 1200N, 1500N, 2000N, 2500N, 3000N, 4000N。

4.2.2 磁流变阻尼器设计行程±15mm, 极限行程±18mm。

4.3 型号

永磁调节式磁流变阻尼装置型号表示方法见图3。



图3 永磁调节式磁流变阻尼装置型号表示方法

示例: PAMR1500×2000×250, 表示磁流变阻尼器设计阻尼力1500N, 支撑柱安装高度2000mm, 扣环内径φ250mm。

5 技术要求

5.1 总体要求

5.1.1 适用环境温度-40°C到+60°C。

5.1.2 在正常维护与使用情况下，设计使用年限一般为20年。

5.1.3 安装永磁调节式磁流变阻尼装置后，拉索振幅限制值为拉索长度1/1700之内，拉索振动模态对数衰减率不应小于3%。

5.2 外观及尺寸

5.2.1 外观

5.2.1.1 磁流变阻尼器

磁流变阻尼器外观应表面平整，无机械损伤，无锈蚀，无渗漏，标识清晰。

5.2.1.2 连接构件

连接构件应无锈蚀，无毛刺、裂痕等缺陷，外表面防腐涂层均匀，无漏涂、挂流等缺陷。

5.2.2 尺寸

5.2.2.1 磁流变阻尼器长度允许误差在±3mm之内。

5.2.2.2 连接构件的尺寸公差不应低于GB/T 1804中的c级的规定。

5.3 材料

5.3.1 钢材

5.3.1.1 缸体、活塞、连接耳环、端盖、密封盖采用不低于45号优质碳素结构钢，其化学成分、力学性能符合GB/T 699的规定。钢材应使用锻钢或轧钢，不应采用铸钢。

5.3.1.2 活塞杆采用不低于1Cr18Ni9Ti不锈钢管，其化学成分、力学性能符合GB/T 2270的规定。

5.3.1.3 连杆采用不低于45优质碳素结构钢，其化学成分、力学性能符合GB/T 699的规定。支撑柱及扣环，采用不低于Q235B碳素结构钢，其化学成分、力学性能符合GB/T 700的规定。

5.3.2 磁流变液

磁流变液采用型号为MRF-J25T，其基本性能符合JB/T 12512的规定。

5.3.3 永磁磁铁

永磁磁铁采用牌号为NdFeB315/135或NdFeB330/135，符合GB/T 13560的规定。

5.3.4 密封件

密封件采用高强度、耐磨、耐老化的密封材料，不应有划伤、划痕及挤压变形等受损现象，符合GB/T 3452和GB/T 15242.1的规定。

5.4 力学性能

5.4.1 磁流变液

磁流变液力学性能应符合表1的要求。

表1 磁流变液力学性能要求

| 项目 | 性能指标 |
|-------------------|-----------------|
| 剪切应力 (B=0.5T) kPa | 实测值 ≥ 40 。 |
| 抗沉淀性 (6个月) % | 实测值 < 20 。 |
| 抗团聚性 (6个月) | 松软易分散。 |

5.4.2 永磁磁铁

永磁磁铁力学性能应符合表2的要求。

表2 永磁磁铁力学性能要求

| 项目 | 性能指标 |
|------------------------|-----------------------------------|
| 剩磁 (B_r) | 实测值不小于1.29 (T)。 |
| 磁极化强度矫顽力 (H_{cJ}) | 实测值不小于1350 (kA/m)。 |
| 磁感应强度矫顽力 (H_{cB}) | 实测值不小于912 (kA/m)。 |
| 最大磁能积 ($(HB)_{max}$) | 实测值范围302~350 (kJ/m^3)。 |

5.4.3 磁流变阻尼器

磁流变阻尼器力学性能应符合表3的要求。

表3 磁流变阻尼器力学性能要求

| 项目 | 性能指标 |
|------|-----------------------------|
| 阻尼力 | 实测值偏差应在产品设计值 $\pm 20\%$ 以内。 |
| 极限位移 | 实测值不应小于设计位移120%。 |

表3 (续) 磁流变阻尼器力学性能要求

| 项目 | 性能指标 |
|--------|---|
| 滞回曲线 | 实测滞回曲线应光滑, 无异常。 |
| 耐疲劳性能 | 产品的耐疲劳循环试验不应小于200万次, 在疲劳耐久性试验后无渗漏, 无损伤。 |
| 温度相关性能 | 在-40°C、0°C和60°C时实际阻尼力值相对于23°C时的实际阻尼力的偏差不超过±20%。 |

5.5 工艺性能

5.5.1 热处理

零件进行热处理时宜采用退火, 退火后优质碳素结构钢的硬度应符合GB/T 699的规定。

5.5.2 机加工

5.5.2.1 工作缸缸体内表面和活塞杆表面尺寸公差不应低于GB/T 1800.1中IT8级的规定; 未注尺寸公差值不应低于GB/T 1804中c级的规定。

5.5.2.2 缸体内表面圆柱度和活塞杆表面圆柱度公差等级不应低于GB/T 1184中6级的规定; 未注公差值不应低于GB/T 1184中L级的规定。

5.5.2.3 缸体内表面、活塞杆表面粗糙度不应低于 $R_a0.8$ 的要求; 安装密封件的沟槽表面粗糙度不应低于 $R_a1.6$ 的要求。

5.5.2.4 活塞杆、缸体、活塞、端盖的配合面和摩擦面不应有凹坑、划痕等缺陷。相互配合面均应洁净, 应将铁屑、毛刺、油污和泥砂等杂质清除干净。

5.5.3 防腐

5.5.3.1 活塞杆表面镀铬、镀镍或铬镍共镀, 镀层总厚度不应小于 $40\ \mu\text{m}$ 。硬铬层应符合GB/T 11379的规定, 镍层应符合GB/T 12332的规定。

5.5.3.2 连接耳环、工作缸外表面及附缸外表面应进行电镀锌处理, 锌层厚度不应小于 $20\ \mu\text{m}$ 。装配完成后, 外露表面除活塞杆外均应喷涂一道防腐面漆, 漆膜厚度不应低于 $80\ \mu\text{m}$ 。

5.5.3.3 连接构件防腐涂层应符合JT/T 722中涂层配套体系编号为“S05”的规定。

6 试验方法

6.1 外观及尺寸

磁流变阻尼器成品外形尺寸用直尺、游标卡尺等常规量具检测, 外观质量采用目测或借助放大镜检测。

6.2 材料

6.2.1 钢材

钢材性能试验应按GB/T 228和GB/T 7314的规定进行。

6.2.2 磁流变液

磁流变液性能试验按JB/T 12512的规定进行。

6.2.3 永磁磁铁

永磁磁铁性能试验按GB/T 3217的规定进行。

6.2.4 密封件

产品的外观质量不应有缺陷，密封件性能检测按GB/T 3452、GB/T 15242.1的规定进行。

6.3 工艺性能

6.3.1 热处理

零件热处理后的硬度试验按GB/T 231.1的规定进行。

6.3.2 机加工

6.3.2.1 金属部件尺寸公差用直尺、游标卡尺、千分尺等常规量具检测，形位公差用专用仪器和设备检测。

6.3.2.2 金属部件粗糙度用粗糙度检测仪器检测。

6.3.3 防腐

6.3.3.1 金属镀层厚度用金属镀层测厚仪检测，镀层表面质量采用目视法检测。

6.3.3.2 油漆涂层的检测方法按JT/T 722的规定进行。

6.4 力学性能

磁流变阻尼器力学性能试验方法见表4。

表4 磁流变阻尼器力学性能试验方法

| 项目 | 试验方法 |
|-------|---|
| 设计阻尼力 | 设计阻尼力试验按附录A的要求进行 |
| 极限位移 | 采用静力加载系统，即控制试验机的加载系统使永磁调节式磁流变阻尼器匀速缓慢运动，记录其运动的最大行程值。 |

表4 （续）磁流变阻尼器力学性能试验方法

| 项目 | 试验方法 |
|--------|-------------------|
| 滞回曲线 | 滞回曲线试验按附录A的要求进行 |
| 耐疲劳性能 | 耐疲劳性能试验按附录B的要求进行 |
| 温度相关性能 | 温度相关性能试验按附录C的要求进行 |

7 检测规则

7.1 检验分类

7.1.1 检验分为型式检验和出厂检验，检验项目见表 5。

表 5 永磁调节式磁流变阻尼装置型式检验和出厂检验项目

| 检验项目 | | 技术要求 | 检验方法 | 型式检验 | 出厂检验 |
|-----------------------|--------|-------|-------|------|------|
| 外观 | | 5.2.1 | 6.1 | + | + |
| 尺寸与偏差 | | 5.2.2 | 6.1 | + | + |
| 材料 | 钢材 | 5.3.1 | 6.2.1 | + | + |
| | 磁流变液 | 5.4.1 | 6.2.2 | + | - |
| | 永磁磁铁 | 5.4.2 | 6.2.3 | + | - |
| 性能要求 | 设计阻尼力 | 5.4.3 | 6.4.4 | + | + |
| | 极限位移 | | | + | + |
| | 滞回曲线 | | | + | + |
| | 耐疲劳性能 | | | + | - |
| | 温度相关性能 | | | + | - |
| 防腐 | | 5.5.3 | 6.3.3 | + | - |
| 注：“+”为检验项目，“-”为非检验项目。 | | | | | |

7.1.2 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 正常生产后，当原料、结构、工艺等有变化，对产品质量有重大影响时；
- b) 正常生产时，每五年检验一次；
- c) 停产一年以上，恢复生产时；
- d) 国家质量监督机构提出型式检验要求时；
- e) 因特殊需要应进行型式检验时。

7.2 组批与抽样

7.2.1 组批

永磁调节式磁流变阻尼装置组批可由一个生产批组成。

7.2.2 抽样

型式检验从该批正常生产中随机抽取 1~2 个样品数；出厂检验从每批成品中随机抽取 20%且不少于 3 个样品数。

7.3 判定原则

7.3.1 原材料检验项目应全部合格后方可使用，不合格的原材料不应用于永磁调节式磁流变阻尼装置的生产。

7.3.2 型式检验时，试验整体项目的性能指标应全部满足要求为合格。若检验项目中有一项不合格，则从该批产品中再随机抽取双倍试样进行复检，若仍有一项不合格，则判定该批产品不合格。

7.3.3 出厂检验时，若有一项指标不合格，则从该批产品中再随机抽取双倍试样进行复检，若仍有一项不合格，则判定该批产品不合格。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

在永磁调节式磁流变阻尼装置应有明显标志，其内容包括：产品商标、产品名称、产品型号、出厂编号、出厂日期、执行标准号和基本参数。

8.2 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。包装箱外部明显位置上应有有关字样和标志，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。

8.3 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，并不得磕碰、超高码放。

8.4 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。

附录 A
(规范性附录)
设计阻尼力试验

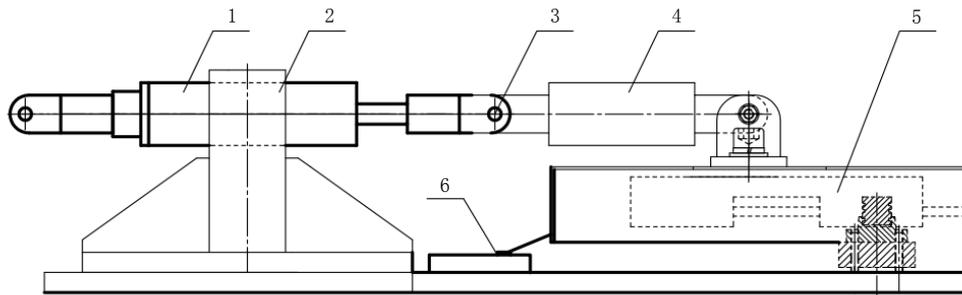
A.1 试样

永磁调节式磁流变阻尼器设计阻尼力试验应采用本体进行。

A.2 试验方法

试验按以下步骤进行：

- a) 力学性能试验应在 $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 的环境下进行；
- b) 图A.1给出磁流变阻尼器测试设备及其连接方式示意，根据试验设备的不同连接方式也不同；



说明：

- | | |
|-----------|-----------|
| 1—磁流变阻尼器； | 4—力传感器； |
| 2—夹具； | 5—加载传动系统； |
| 3—接头； | 6—位移传感器 |

图A.1 试验设备及连接方式示意

- c) 在图A.1所示的试验设备上对试样进行加载试验，具体方法：加载频率1HZ，采用正弦激励法输入位移按 (A.1) 式计算取值，连续进行180个循环，记录最后3个循环所对应的最大阻尼力平均值作为实测值。

$$u = u_0 \sin(\omega t) \quad (\text{A.1})$$

式中： ω —圆频率， $\omega = 2\pi f$

u_0 —取5mm

A.3 试验过程及数据

试验过程及数据应满足以下要求：

- a) 试验过程应运行平稳、无卡滞；
- b) 阻尼力时程曲线和位移时程曲线数据应全程连续记录；
- c) 阻尼力一位移滞回曲线应光滑，无异常。

A.4 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 环境温度、试验设备、试样规格、试验输入参数；
- b) 描述试验过程及试验结果，记录全程阻尼力时程曲线和位移时程曲线、阻尼力一位移滞回曲线数据，以及试验过程中的异常情况。

附录 B
(规范性附录)
疲劳耐久性试验

B.1 试样

磁流变阻尼器疲劳耐久性试验应采用本体进行。

B.2 试验方法

试验按以下步骤进行：

- a) 在图A.1所示的试验设备上对试样加载，使其进行200万次完整的位移循环运动；
- b) 加载位移 $\pm 5\text{mm}$ ，频率1HZ；
- c) 每完成10000次完整的位移循环运动，暂停试验，暂停时间2h。

B.3 试验过程

试验过程及数据应满足以下要求：

- a) 试验过程应运行平稳、无卡滞；
- b) 阻尼器应无渗漏、无损伤。

B.4 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 环境温度、试验设备、试样规格、试验输入参数；
- b) 描述试验过程及试验结果。

附录 C
(规范性附录)
温度相关性能试验

C.1 试样

磁流变阻尼器温度相关性能试验应采用本体进行。

C.2 试验方法

试验按以下步骤进行：

- a) 温度相关性能应分别在 -40°C ， 0°C ， 23°C ， 60°C 的温度下进行；
- b) 试样应在所需试验环境下放置24h以上，试样取出后应采取保温措施并在15min内完成试验；
- c) 在图A.1所示的试验设备上对试样加载，使其连续进行180次完整位移循环运动；
- d) 加载位移 $\pm 5\text{mm}$ ，频率1HZ；

C.3 试验过程及数据

试验过程及数据应该满足以下要求：

- a) 试验过程应运行平稳、无卡滞；
- b) 实测阻尼力值取最后3次循环所对应的最大阻尼力平均值；
- c) 阻尼力—位移滞回曲线应光滑，无异常。

C.4 试验报告

试验报告应包含以下内容：

- a) 环境温度、试验设备、试样规格、试验输入参数；
- b) 描述试验过程及试验结果，记录全程阻尼力时程曲线和位移时程曲线、阻尼力—位移滞回曲线数据，以及试验过程中的异常情况。

附录 D

(资料性附录)

安装说明

- D.1、预埋钢板的预埋：根据安装设计尺寸，在桥面预先预埋钢板。
- D.2、将阻尼器的支撑柱放置到预埋钢板上，并将支撑柱的方向摆放正确。
- D.3、将连接杆穿过支撑柱，并用螺母锁紧连接杆。
- D.4、对于平行钢丝拉索，将扣环直接装配到拉索上；对于钢绞线拉索，在装配扣环前，将护套管与拉索索体间的间隙先使用填充材料填充密实，再将扣环装配到拉索上。
- D.5、安装阻尼器，将阻尼器装配到扣环与连接杆之间，使用螺钉螺母连接牢固。
- D.6、调整支撑柱，保证阻尼器面与斜拉索处于垂直，将扣环连接牢固。
- D.7、将支撑柱与预埋钢板焊接牢固。

附录 E

(资料性附录)

E.1 永磁调节式磁流变阻尼装置典型规格系列表见表 E.1。

表 E.1 永磁调节式磁流变阻尼装置典型规格系列表

| 型号 | 设计阻尼力 (N) | 支撑柱高度 (mm) | 扣环内径 ΦE (mm) | 磁流变阻尼器 中心距长度 (mm) | 磁流变阻尼器 最大外径 (mm) |
|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| PAMR900×1400×E | 900 | 1400 | E | 370 | 50 |
| PAMR900×1600×E | 900 | 1600 | E | 370 | 50 |
| PAMR900×1800×E | 900 | 1800 | E | 370 | 50 |
| PAMR900×2000×E | 900 | 2000 | E | 370 | 50 |
| PAMR900×2200×E | 900 | 2200 | E | 370 | 50 |
| PAMR900×2400×E | 900 | 2400 | E | 370 | 50 |
| PAMR900×2600×E | 900 | 2600 | E | 370 | 50 |
| PAMR1200×1400×E | 1200 | 1400 | E | 370 | 50 |
| PAMR1200×1600×E | 1200 | 1600 | E | 370 | 50 |
| PAMR1200×1800×E | 1200 | 1800 | E | 370 | 50 |
| PAMR1200×2000×E | 1200 | 2000 | E | 370 | 50 |
| PAMR1200×2200×E | 1200 | 2200 | E | 370 | 50 |
| PAMR1200×2400×E | 1200 | 2400 | E | 370 | 50 |
| PAMR1200×2600×E | 1200 | 2600 | E | 370 | 50 |
| PAMR1500×1400×E | 1500 | 1400 | E | 370 | 50 |
| PAMR1500×1600×E | 1500 | 1600 | E | 370 | 50 |
| PAMR1500×1800×E | 1500 | 1800 | E | 370 | 50 |
| PAMR1500×2000×E | 1500 | 2000 | E | 370 | 50 |
| PAMR1500×2200×E | 1500 | 2200 | E | 370 | 50 |
| PAMR1500×2400×E | 1500 | 2400 | E | 370 | 50 |
| PAMR1500×2600×E | 1500 | 2600 | E | 370 | 50 |
| PAMR2000×1400×E | 2000 | 1400 | E | 370 | 50 |
| PAMR2000×1600×E | 2000 | 1600 | E | 370 | 50 |
| PAMR2000×1800×E | 2000 | 1800 | E | 370 | 50 |
| PAMR2000×2000×E | 2000 | 2000 | E | 370 | 50 |
| PAMR2000×2200×E | 2000 | 2200 | E | 370 | 50 |
| PAMR2000×2400×E | 2000 | 2400 | E | 370 | 50 |
| PAMR2000×2600×E | 2000 | 2600 | E | 370 | 50 |
| PAMR2500×1400×E | 2500 | 1400 | E | 370 | 50 |
| PAMR2500×1600×E | 2500 | 1600 | E | 370 | 50 |
| PAMR2500×1800×E | 2500 | 1800 | E | 370 | 50 |
| PAMR2500×2000×E | 2500 | 2000 | E | 370 | 50 |

表 E.1 (续) 永磁调节式磁流变阻尼装置典型规格系列表

| 永磁调节式磁流变阻尼器装置型号 | 设计阻尼力 (N) | 支撑柱高度 (mm) | 扣环内径 ΦE (mm) | 磁流变阻尼器中心距长度 (mm) | 磁流变阻尼器最大外径 (mm) |
|-----------------|-----------|------------|--------------------|------------------|-----------------|
| PAMR2500×2200×E | 2500 | 2200 | E | 370 | 50 |
| PAMR2500×2400×E | 2500 | 2400 | E | 370 | 50 |
| PAMR2500×2600×E | 2500 | 2600 | E | 370 | 50 |
| PAMR3000×1400×E | 3000 | 1400 | E | 370 | 50 |
| PAMR3000×1600×E | 3000 | 1600 | E | 370 | 50 |
| PAMR3000×1800×E | 3000 | 1800 | E | 370 | 50 |
| PAMR3000×2000×E | 3000 | 2000 | E | 370 | 50 |
| PAMR3000×2200×E | 3000 | 2200 | E | 370 | 50 |
| PAMR3000×2400×E | 3000 | 2400 | E | 370 | 50 |
| PAMR3000×2600×E | 3000 | 2600 | E | 370 | 50 |
| PAMR4000×1400×E | 4000 | 1400 | E | 370 | 50 |
| PAMR4000×1600×E | 4000 | 1600 | E | 370 | 50 |
| PAMR4000×1800×E | 4000 | 1800 | E | 370 | 50 |
| PAMR4000×2000×E | 4000 | 2000 | E | 370 | 50 |
| PAMR4000×2200×E | 4000 | 2200 | E | 370 | 50 |
| PAMR4000×2400×E | 4000 | 2400 | E | 370 | 50 |
| PAMR4000×2600×E | 4000 | 2600 | E | 370 | 50 |

说明：扣环内径 ΦE 根据拉索外径设计。