

中国交通运输协会团体标准

# 桥梁用电涡流阻尼器

Eddy current damper for bridges

(征求意见稿)

编制说明

中国铁路设计集团有限公司

湖南大学

中交公路长大桥建设国家工程研究中心有限公司

中铁第一勘察设计院集团有限公司

湖南省潇振工程科技有限公司

2024-07



## 目录

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人.....	1
二、制订标准的必要性和意义.....	1
三、主要工作过程.....	1
四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系.....	1
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述.....	2
六、重大意见分歧的处理依据及结果.....	5
七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况.....	5
八、作为推荐性标准建议及其理由.....	5
九、贯彻标准的措施建议.....	6
十、其他应说明的事项.....	6



## 一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“2023 年度第四批、第五批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2023〕58 号）要求，由中国铁路设计集团有限公司联合多家单位作为起草单位，负责本规程的编制工作。

主要起草人：苏伟、陈政清、马广、陈谨林、徐源庆、吴延伟、牛华伟、乔雷涛。

## 二、制订标准的必要性和意义

本标准的制订，是为了规范桥梁用电涡流阻尼器的生产和检验，从而保证工程的总体质量、抗震效果和减振缓冲效率。本规范适用于大跨度铁路桥、公路桥和人行景观桥等结构的减振、抗震和缓冲领域，通过对塔（墩）梁间电涡流阻尼器、斜拉索外置式电涡流阻尼器和调谐质量电涡流阻尼器三大类产品的生产和检验进行规范和约束，保证电涡流阻尼器的合理应用、产品质量与性能验收。有助于推动国产电涡流阻尼技术的应用推广，降低国内大量桥梁用阻尼器的维护和更换成本。

## 三、主要工作过程

本标准通过收集既有工程应用经验以及相关研究成果、现场测试结果及使用单位反馈信息，确定标准编制方向。经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。针对反馈意见，提出处理办法，进行补充、修改，形成送审稿。经中国交通运输协会同意，进行专家审查。根据专家审查会形成的专家意见进行修改，形成报批稿，上报审批。

## 四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准制订的基本原则是以现有研究工作和工程应用经验为基础，参照国家规范、标准，主要参考《桥梁用粘滞流体阻尼器》JT/T 926-2014，同时也参考了《铁路桥梁

黏滞阻尼器和速度锁定器》 TB/T 3561-2020、《斜拉索外置式粘滞阻尼器》 JT/T 1038-2016 的规范条目，针对电涡流阻尼器的生产和检验进行规范和约束。

本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

1. 《桥梁用粘滞流体阻尼器》 JT/T 926-2014
2. 《斜拉索外置式粘滞阻尼器》 JT/T 1038-2016
3. 《铁路桥梁黏滞阻尼器和速度锁定器》 TB/T 3561-2020
4. 《永磁调节式磁流变阻尼器》（在编）
5. 《桥梁减隔震装置通用技术条件》 JT/T 1062-2016
6. 《建筑消能阻尼器》 JG/T 209-2012
7. 《建筑消能减震技术规程》 JGJ 297-2013
8. 《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010
9. 《公路桥梁抗震设计规范》 JTG/T 2231-01-2020
10. 《公路桥梁抗风设计规范》 JTG/T 3360-01-2018
11. 《铁路工程抗震设计规范》 GB 50111-2006
12. 《铁路桥梁抗风设计规范》 Q/CR9162-2023
13. 《城市桥梁抗震设计规范》 CJJ 166-2011
14. 《叠层橡胶支座隔震技术规程》 CECS 126-2001
15. 德国 VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE 《Dynamic damper and dynamic vibration absorber 》 VDI3833

电涡流阻尼器作为减振、抗震、缓冲领域一项解决国外“卡脖子”问题的革命性技术，已在全国范围内多项工程项目中得到了良好的运用。但是，我国目前还没有相应的标准或规范来指导电涡流阻尼器的生产和检验，影响了电涡流阻尼器的合理应用、质量保证与验收，制约了电涡流阻尼器的推广与应用，这是本项目需要重点解决的问题。

## 五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

### 1 范围

本文件规定了桥梁用电涡流阻尼器的分类、规格与型号，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输、储存等。

本文件适用于桥梁用塔（墩）梁间电涡流阻尼器、斜拉索外置式电涡流阻尼器和调

谐质量电涡流阻尼器的生产和检验。

## 2 规范性引用文件

规范性引用文件的条款通过在本标准中引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

## 3 术语和定义

对电涡流阻尼器的技术参数、组成部分等表述进行定义和解释。

## 4 分类、规格和型号

### 4.1 分类

电涡流阻尼器根据应用方式可分为塔（墩）梁间电涡流阻尼器、斜拉索外置式电涡流阻尼器和调谐质量电涡流阻尼器。其中，塔（墩）梁间电涡流阻尼器通过连接件安装在桥塔（墩）与主梁之间，适用于主梁的纵向、横向和竖向振动控制，斜拉索外置式电涡流阻尼器安装在桥面与斜拉索之间，垂直于拉索振动方向，适用于拉索振动控制，调谐质量电涡流阻尼器适用于桥梁人致振动、涡振等窄频带振动控制。

### 4.2 规格

4.2.3 调谐质量电涡流阻尼器的规格应根据结构的振动频率、现场安装空间和安装方式等实际因素进行设计。

4.2.4 大吨位轴向电涡流阻尼器设计最大阻尼力超出 2000kN 时，单个滚珠丝杠式轴向电涡流阻尼器的阻尼力难以达到，宜选用齿轮齿条式轴向电涡流阻尼器，亦可通过并联多个滚珠丝杠式轴向电涡流阻尼器实现。

## 5 技术要求

### 5.1 通用性要求

5.1.1 电涡流阻尼模型在宏观上符合Wouterse等提出非线性模型，经陈政清团队改进发展，成功将电涡流阻尼技术应用到了桥梁工程领域，建立了电涡流阻尼力的完整力学模型，并进行了大量的试验验证：Wouterse模型在土木工程尤其是桥梁工程领域具有足够的工程精度，可在理论研究、ANSYS仿真中使用，为了更便于工程计算，在进一步研究的基础上，将电涡流阻尼模型简化为双折线形式，可推广在MIDAS、SAP2000等有限元软件中直接使用。

### 5.1.3 原材料与元器件

5.1.3.2 烧结钕铁硼磁性强、退磁率低、性质稳定，是一种理想的永磁体材料。

5.1.3.3 除常见的铜、铝、铝合金外还有铜铝合金等性质优良的新型材料，可用于制造电涡流阻尼器。

5.1.4 电涡流阻尼器工作环境要达到整齐、清洁、坚固、润滑、防腐、安全等的要求，为消除外部偶发因素对阻尼器的正常运行造成干扰，要求对电涡流阻尼器开展日常巡检、定期检查和专项检查。

## 5.2 塔（墩）梁间电涡流阻尼器

### 5.2.3 力学性能

利用滚珠丝杠或齿轮齿条将主梁轴向运动转换为阻尼器内部转子的旋转，并利用阻尼单元耗能，最大阻尼力和阻尼系数是阻尼器工作的关键参数；受主梁伸缩缝空间限制，阻尼器最大位移应与设计值相符；启动摩擦力与阻尼器启动直接相关，应在结构振动响应较小时即可发挥作用，不应过大；滞回曲线直接反映阻尼器的耗能性能，应与设计值相符；速度相关性、频率稳定性、温度稳定性和耐久性直接关系减振器在运营状态下的性能表现，应满足相应规定要求。

## 5.3 斜拉索外置式电涡流阻尼器

### 5.3.3 力学性能

斜拉索外置式电涡流阻尼器，采用滚珠丝杠式结构，工作原理与大吨位轴向电涡流阻尼器类似，不同之处在于吨位、体积和安装方式，斜拉索外置式电涡流阻尼器一般采用夹有一定角度的两个阻尼器与斜拉索相连，并通过支架与桥梁连接，主要抵抗斜拉索在风或风雨激励下的振动。

## 5.4 调谐质量电涡流阻尼器

### 5.4.3 力学性能

利用调谐质量吸收结构振动能量，再通过阻尼单元加以耗散，其运动质量、频率以及阻尼比是减振器工作的关键参数；受结构可用安装空间的限制，减振器最大位移应与设计行程相符；启动摩擦力与减振器启动直接相关，应在结构振动响应较小时即可发挥作用，不应过大；温度稳定性和耐久性直接关系减振器在运营状态下的性能表现，应满足相应规定要求。

## 6 试验方法

### 6.7 力学性能

电涡流阻尼器的力学性能需要进行专项的试验监测，其项目包括了最大位移测试、

速度相关性测试、频率稳定性测试、慢速测试、疲劳测试、温度稳定性测试、自由振动测试等，各类测试均需要按照附录E中相应的标准开展试验，其性能指标应满足要求。

## 7 检验规则

### 7.2 检验项目

#### 7.2.1 原材料检验

组成电涡流阻尼器的原材料包括钢材、滚珠丝杠副、齿轮和齿条、永磁体以及导体材料等，各组成部分分别需要满足相应的技术要求，并能够在一定的试验条件下予以检验。

## 六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

## 七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

## 八、作为推荐性标准建议及其理由

阻尼器是一种普遍使用的工业产品，随着工程结构跨度和高度的不断提升，我国对工程结构的振动控制标准不断完善，大型悬索桥、斜拉桥、人行桥的建设需求推动了阻尼器的普遍使用。在中国，早期一般使用国外产品，国外产品虽然技术先进，但是价格昂贵，维修与更换困难且费用很高。相比于传统液压型粘滞阻尼器，电涡流阻尼器具有使用寿命长、无漏液失效风险、无需后期维护、无机械摩擦、抗温变与磨损能力强、阻尼简易可调等优点，掌握该项技术，可打破阻尼器高端市场的进口垄断，解决又一项“卡脖子”难题，有望引导工程结构阻尼器领域产生变革。但是，我国目前还没有相应的标准来指导电涡流阻尼器的设计、制造、安装及维护，影响了电涡流阻尼器的合理应用，质量保证与验收，制约了电涡流阻尼器的推广与应用。

## 九、贯彻标准的措施建议

精心组织安排，开展宣贯培训。建议由交通运输协会统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的交通建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确桥梁用电涡流阻尼器的设计技术指标、材料性能要求、加工工艺、检测方法、质量验收、养护管理等方面的具体要求，指导电涡流阻尼器的生产和检验，有效推动贯标工作的开展及落实。

## 十、其他应说明的事项

暂无。