

《航天器结构用金属橡胶减震器技术规范》

征求意见稿 团体标准编制说明

一、任务来源

随着我国航天事业的快速发展和空间任务的日益多样化，航天器在发射、变轨、在轨运行等阶段承受着复杂的振动与冲击载荷，对结构系统的振动控制提出了严苛要求。金属橡胶减振器以金属丝为基本单元，通过缠绕、编织、铺设等工艺与模压成型、热处理定型形成三维网状弹性结构，具有无高分子橡胶、无粘接剂、耐高低温、耐空间辐照、真空环境适应性强、阻尼性能可调等突出优势，已广泛应用于火箭分离、有效载荷安装、发动机悬置、精密仪器隔振缓冲等航天器结构振动控制环节。作为航天器结构的关键减振部件，其刚度特性、阻尼特性、疲劳寿命、真空出气性能及环境适应性直接决定航天器的飞行可靠性与在轨寿命。

当前，国内减振器领域已建立 GB/T 1220《不锈钢棒》、GB/T 2423.10、GB/T 2423.56 等材料与环境试验基础标准，但上述标准主要面向通用机械与电子产品的振动试验方法，未针对航天器结构用金属橡胶减振器的材料选型、结构设计、刚度与阻尼指标、真空出气限值、抗辐射性能、性能解耦调节等特殊要求作出系统规定。实际设计制造中，不同企业往往依据内部规范或型号协议执行，技术要求不统一，导致产

品质量一致性差，制约金属橡胶减振器及下游航天装备的批量化、标准化发展。

近年来，随着商业航天的蓬勃发展和卫星互联网、深空探测等重大工程的加快推进，航天器发射频次与结构复杂度持续提升，对减振部件的轻量化、长寿命、高可靠提出更高要求。金属橡胶减振器凭借耐空间环境、性能可设计性强、无老化失效等优势，成为航天器结构振动控制的主流选择之一。然而，由于缺乏统一的技术规范，金属橡胶减振器的金属丝材选型、编织工艺、预压量设计、静动刚度表征、滞回阻尼测试等关键指标在不同企业之间差异较大，容易造成批次性能波动，影响航天器整机可靠性。

《国家标准化发展纲要》明确提出，要推动标准化与科技创新互动发展，加强核心零部件、先进工艺等领域标准攻关，增强产业链供应链稳定性和市场竞争力。《“十四五”民用航天发展规划》《中国航天白皮书》等文件强调提升航天装备自主可控能力和高质量发展水平。制定航天器结构用金属橡胶减振器技术规范，有利于统一设计、制造、检验和验收尺度，引导企业提升生产一致性与质量可靠性，降低供应链协调成本，促进国产高性能金属橡胶减振器在星箭分离、载荷隔振等航天领域的安全可靠应用，为航天装备高质量发展提供标准化支撑。

本标准的制定填补了国内该领域专项标准的空白，对推动金属橡胶减振器产业链协同、促进航天器结构振动控制技术升级、保障航天任务可靠性具有重要的现实意义。本标准的发布实施，有助于为航天器结构用金属橡胶减振器的材料选用、结构设计、制造工艺、检测评价提供统一依据，推动形成规范有序的市场环境，更好满足卫星互联网、深空探测、商业航天等新兴领域对高可靠性振动控制关键部件的迫切需求。

从区域布局看，随着新时代西部大开发战略的深入实施和产业梯度转移的加快推进，西部地区航空航天产业规模持续壮大，正在形成集研发设计、精密制造、试验测试于一体的产业体系。《关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》明确提出，要支持西部地区发展特色优势产业，提升产业链供应链现代化水平。制定本标准，有利于发挥西部地区航空航天产业基础优势，推动金属橡胶减振器设计、制造、检测的规范化，促进东西部产业链协同联动，为西部地区航空航天产业高质量发展注入标准化动能。

综上所述，《航天器结构用金属橡胶减震器技术规范》团体标准的编制是推动我国金属橡胶减振器产业向标准化、精细化、高质量发展的重要基础性工作，对于完善行业标准体系、引导企业技术创新、保障航天装备可靠性具有重要意义。

义。根据《团体标准管理规定》、《中国西部开发促进会团体标准管理办法》有关规定，特立项本标准。本标准项目计划编号为 2026-491-CWDPA。

二、起草单位

本标准由福州大学提出，由中国西部开发促进会归口。本标准由福州大学、辽宁同泽减震器有限公司、江苏工邦振控科技有限公司、中北大学、保定市安立静减振技术有限公司、无锡市宏源弹性器材有限公司、石家庄百谐金属橡胶制造有限公司、苏州宁远精密机械制造有限公司、弗莱瑞博（北京）科技有限公司共同起草。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的航天器结构用金属橡胶减振器行业现状，按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

1、项目调研阶段

2026年6月，标准起草工作组围绕航天器结构用金属橡胶减振器领域开展全面技术调研与专业咨询，广泛收集金属

橡胶减振器技术发展趋势，以生产企业、检测机构实践及现有国家、行业标准为核心参考依据，完成前期调研与资料梳理工作，为标准编制奠定坚实技术基础。

2、项目立项阶段

2026年7月15日，中国西部开发促进会正式立项《航天器结构用金属橡胶减震器技术规范》团体标准（项目计划编号2026-491-CWDPA），明确标准立项获批，正式启动该团体标准的规范化编制流程。

3、标准起草阶段

立项后，成立标准编制工作起草小组，全面统筹标准编制组织工作，同步开展标准起草单位的筹备与征集，经严格征集、评审与筛选，确定标准起草工作组核心成员单位。工作组基于前期调研成果，于2026年8月完成《航天器结构用金属橡胶减震器技术规范》团体标准草案稿编写；并于8月20日召开标准启动会，针对草案稿内容研讨优化，完善标准框架与核心条款。

4、意见征集阶段

2026年9月，中国西部开发促进会发布通知，面向行业公开征集《航天器结构用金属橡胶减震器技术规范》团体标准修改意见，广泛吸纳各方专业建议，对标准内容进行全面优化完善。

后续，标准起草工作组将结合意见征集阶段收集的反馈

建议，对标准草案稿进行修订完善，并按流程进行送审及报批等工作。

五、标准主要内容

1、范围

本文件规定了航天器结构用金属橡胶减振器的术语和定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则，以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于火箭分离、有效载荷安装、发动机悬置、精密仪器隔离振动、缓冲冲击的金属橡胶减振器的设计及使用规范。

2、规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.56 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fh：宽带随机振动和导则

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

3、术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

金属橡胶减振器 metal-rubber vibration isolator

以金属丝为基本单元，通过缠绕、编织、铺设等工艺与模压成型、热处理定型形成三维网状弹性结构，利用金属丝间摩擦、滑移与弹性变形耗散振动能量的无高分子橡胶、无粘接剂减振装置。

3.2

初始刚度 initial stiffness

减振器在单位变形下所产生的恢复力，单位为N/mm或kN/mm。

3.3

非线性刚度特性 stiffness nonlinearity

金属橡胶结构在大变形下表现出的刚度随载荷变化的特性，应分别以静刚度（静态加载下测得）与动刚度（动态激励下测得）予以明确表征。

3.4

滞回阻尼 damping hysteresis

金属橡胶结构在随载荷变化的能量耗散的特性。

3.5

预压量 pre-compression

为保证减振器在工作状态下保持稳定接触与性能一致，安装时施加的初始压缩量。

3.6

真空出气率 outgassing rate in vacuum

在模拟空间真空环境下，材料释放挥发性物质的速率，以总质量损失（TML）和可凝挥发物（CVCM）表征。

3.7

抗辐射性能 radiation resistance

在空间电离辐射环境下保持结构完整性与力学性能的能力。

3.8

配合过盈量 interference fit

金属橡胶外径与壳体内径（或金属橡胶内径与输出轴外径）之间的尺寸差值，用于表征装配后的预压紧程度。

3.9

名义等值尺寸基准 nominal equivalent size reference

金属橡胶外径与壳体内径（或金属橡胶内径与输出轴外径）在无过盈配合状态下的理论等值尺寸，作为性能调节的起始基准点。

3.10

性能解耦调节 performance decoupling adjustment

通过独立改变同一金属橡胶的不同几何特征参数（如外径与内径、预压量），分别实现对减振器轴向阻尼特性与径向刚度特性进行定量调控的方法。

4、技术要求

本部分解释了技术要求。

5、试验方法

本部分解释了试验方法。

6、检验规则

本部分解释了检验规则。

7、标志、包装、运输与贮存

本部分解释了标志、包装、运输与贮存。

六、标准水平分析

6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国内外无相同类型的标准，故没有相应的国内外标准可采用。

6.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

6.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十一、废止现有有关标准的建议

无。

《航天器结构用金属橡胶减震器技术规范》

团体标准起草组

2026年9月