

附件 1

中国中小企业协会团体标准制定修订项目建议书

项目名称 (中文)	零刚度隔振系统技术规范		项目名称 (英文)	Technical specification for zero stiffness vibration isolation system	
制定或修订	☒ 制定	☐ 修订	被修订标准号		
起草单位	上海路博减振科技股份有限公司		计划起止时间	2024.09—2025.02	
参编单位					
负责人姓名	王群	电话	13003157507	邮箱	694433904@qq.com
项目意义	编写目的、意义 超精密生产与量测业、空天探测、运载与装备等精密设备的性能受到来自地板或空间环境的超低频复杂振动的影响，传统减隔振方法无法满足近零频率的隔振要求，将导致生产质量下降、残次率高、成本上升等问题，极大地影响了生产效率和新质生产力的发展。基于此，本项目提出的零刚度隔振系统，是基于零刚度振动控制技术、自适应姿态电控技术、正负刚度匹配机制与基于波阳设计的结构匹配方法，同时基于新材料的机械隔振方法和电控技术深度融合，实现对超低频复杂振动的隔振，使隔振效率提升 10 至 20 倍。 零刚度隔振器采用准零刚度技术，具有非线性特征，使隔振器在设计荷载范围内具有极低的动态刚度，且无明确的系统自振频率。竖向隔振性能：竖向传递函数最大值可调节至小于 0.20，从 0.05Hz 起就有很好的隔振效果，隔振效率在 2Hz 时达到 90%。在 5Hz 时达到 95% 以上。水平隔振性能：水平传递函数最大值可调节至小于 0.25，隔振效率在 2Hz 时达到 85%，在 5Hz 时达到 90% 以上。零刚度隔振器采用了被动控制技术，其隔振性能与主动控制相当。零刚度隔振系统在实际应用中具有以下优势：（1）系统固有频率低，隔振频带宽；（2）系统静承载能力大，抗结构变形能力强；（3）能够根据实际工况需求灵活调整系统刚度，以适应最佳工作环境，得到最佳振动控制效果；（4）适用于被隔振物质量可变或质量可移动场景；（5）基于监测与电控方式实现隔振器的自适应调节功能，提升用户使用体验。				

本项目旨在借助标准化手段，针对项目所属细分行业的特点，制定相应的标准，填补本行业标准空白，从而规范市场，促进产业标准化应用水平升级，引领行业高质量发展。规范零刚度隔振系统的技术指标，是创新发展理念的要求，是制造业产品升级换代的需求，也符合“科技研发，标准引领”的发展理念。为保证零刚度隔振系统的产品质量有必要制定《零刚度隔振系统技术规范》团体标准。

必要性（体现紧迫性和重要性）

被动隔振系统根据特性的不同可以分为线性隔振和非线性隔振。对于线性隔振而言，只有当载荷频率大于其固有频率的 1.414 倍时，隔振系统才能发挥作用。根据我国《电子工业防微振工程技术规范》中对精密设备及仪器的容许振动标准可知，高精度制造或研究设备例如纳米研发装置等对振动的评价频段低至 1Hz；其对应的线性被动隔振系统隔振频率需要达到 0.707Hz，这将导致隔振系统刚度减小，进而影响其承载能力。

为解决隔振设计中隔振频率与承载能力的矛盾，隔振系统需要有高静刚度、低动刚度的动力学特征；而零刚度隔振器是典型的具有高静刚度、低动刚度的非线性低频隔振系统。

制定《零刚度隔振系统技术规范》团体标准不仅有助于统一技术要求，确零刚度隔振系统的可靠性，还能推动行业的健康发展，实现资源的优化配置。

可行性（技术上可行，经济上合理）

为实现自振频率小于等于 1.0Hz 的隔振平台，采用零刚度隔振器作为平台支腿的实施方案。零刚度隔振平台是一种利用零刚度技术实现低频隔振的被动消振平台。平台中，零刚度支腿是一类具有弹性支承功能的低通滤波装置，具有较好的高频振动隔离效应；与传统钢弹簧隔振器、空气弹簧隔振器相比，零刚度隔振器具有更低的水平和竖向隔振刚度，可以实现更优异的隔振效果。

零刚度隔振器采用了被动控制技术，使用过程中不需要供电，也不需要压缩空气（无气泵），其隔振性能与主动控制相当，大大优于空气弹簧隔振器。

零刚度隔振系统在理论上和实验上都显示出了良好的隔振性能，其技术可行性得到了验证。通过优化设计和参数调整，可以进一步提高其在低频隔振领域的应用效果。

应用前景

零刚度隔振系统因其独特的隔振性能，在多个领域展现出了巨大的市场潜力。这种系统通过利用非线性力学原理，实现了在低频范围内的高效隔振，这对于需要高精度和稳定性的设备尤为重要。随着技术的进步和应用领域的拓展，零刚度隔振系统正逐渐成为隔振技术市场的一个亮点。

其应用领域广泛，包括（1）精密仪器：如光学仪器、测量设备和医疗设

	备，这些领域对隔振性能有着极高的要求；（2）工业制造：在高精度加工和检测设备中，零刚度隔振系统可以提高生产效率和产品质量。（3）军事和航空航天：这些领域对设备的稳定性和精确度有着严格的要求，零刚度隔振系统提供了有效的解决方案。 随着工业自动化和精密制造的发展，对高性能隔振系统的需求不断增长。零刚度隔振系统凭借其在低频隔振方面的卓越性能，以及对多种应用场景的适应性，在市场上具有广阔的应用前景。 效益分析（社会/经济/生态效益方面） 零刚度隔振系统作为一种高效的隔振技术，不仅在技术层面展现出其独特的优势，而且在社会效益、经济效益和生态效益方面也具有显著的正面影响。这种系统的应用可以提高设备的性能和精度，减少维护成本，同时也有助于环境保护和可持续发展。 社会效益：在医疗、科研和精密制造等领域，零刚度隔振系统确保了设备的安全稳定运行，从而保障了公共安全；该系统的应用推动了相关领域的技术进步，如精密测量、航空航天等，对社会科技发展具有积极的推动作用。 经济效益：在精密制造和检测等领域，该系统确保了设备的高精度运行，提高了生产效率和产品质量；零刚度隔振系统减少了因振动引起的设备损坏和维护需求，从而降低了企业的运营成本。 生态效益：该系统通过减少设备损坏和维护，提高了资源的利用效率，减少了资源浪费。通过有效隔振，减少了因振动引起的结构损伤和噪声污染，有利于环境保护。零刚度隔振系统支持了设备的节能运行，符合绿色制造和可持续发展的理念。 零刚度隔振系统在社会效益、经济效益和生态效益方面都展现出了积极的影响。它不仅提升了设备的性能和人们的生活质量，还为企业带来了经济效益，同时对环境保护和资源的可持续利用也做出了贡献。
国内外情况 简要说明	技术情况 全面性：该标准在制定过程中，充分考虑了市场需求和行业发展趋势，并结合实际应用场景和行业特点，对零刚度隔振系统进行了详细的规定。标准涵盖了零刚度隔振系统的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等各个方面，具有全面性。 先进性：标准参考了国内外相关标准和最新研究成果，并结合实际应用经验进行规范。 实用性：标准注重实际应用效果，通过大量实际使用和验证，确保内容的合理性和可行性。 灵活性：标准在制定过程中充分考虑了不同应用场景和具体行业特点，可

	以根据实际情况进行适当的调整和修改，具有灵活性。 综上所述，《零刚度隔振系统技术规范》是一个全面、先进、实用、灵活的技术规范。 项目与国内外先进标准的采用程度 《零刚度隔振系统技术规范》与国内外先进标准的采用程度密切相关。但目前，国内外对于零刚度隔振系统技术规范的标准尚未完全统一，也未检索到类似度高的标准文本，因此，采用程度较低。 与国内相关标准间的关系 目前，国内在零刚度隔振系统技术规范标准相关方面，暂无相关标准发布，本标准将充分具备适用性与全面性，对现阶段成果进行整合。 是否涉及知识产权问题 否。
主要技术内容、 技术要素、参数 说明 及适用范围	主要技术内容 本文件规定了零刚度隔振系统的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。 本文件适用于零刚度隔振系统的生产和检验。 技术要素 1、技术要求：规定了零刚度隔振系统的外观质量、隔振性能等关键技术指标。 2、试验方法：针对不同的技术要求，规定相应的实验方法，以验证技术指标的可行性。 3、检验规则：对零刚度隔振系统的出厂检验和型式检验进行规范。 4、标志、包装、运输和贮存：规定了零刚度隔振系统的标志、包装、运输和贮存应符合的条件。
项目进度计划	立项阶段 2024 年 9 月填报《中国中小企业协会团体标准制定修订项目建议书》，准备标准草案初稿，申请标准立项，等待审批。 起草阶段 2024 年 10 月由上海路博减振科技股份有限公司牵头组织，调研国内市场，初步确定标准框架。按确定的标准框架起草标准内容，内部研讨完善后，形成征求意见稿。 征求意见阶段

	2024 年 11 月提交征求意见材料，公开向社会征求意见，修改征求意见稿，形成标准草案送审稿、修改后的编制说明及征求意见汇总处理表。 标准审定阶段 2024 年 12 月提交标准草案送审材料，召集专家进行审定，召开审查会议，根据各位专家提出的意见对标准草案送审稿进一步修改和完善，最终形成标准草案报批稿及相关报批材料。 标准报批阶段 2025 年 01 月提交标准报批材料，等待标准审批和发布。		
涉及专利的名称、专利号以及授权说明（如不涉及填“无”）	无。		
申请单位意见	 (签字、盖公章) 09 月 05 日	协会意见	 (签字、盖公章) 月 日