

---

# 研究实现微机电系统悬臂梁频率与变形性能解耦

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40299.html>

**本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！**

## 研究实现微机电系统悬臂梁频率与变形性能解耦

。微机电系统悬臂梁具有结构简单、驱动方式多样、易于集成等优势，广泛应用于微扫描镜、微夹持器、微谐振器和微开关等器件中。然而，传统悬臂梁结构受制于高谐振频率与大静态变形之间的性能权衡。通常，提高静态变形能力需要降低结构刚度，因而会牺牲器件的动态响应速度。如何打破这一制约，成为亟待解决的难题。

近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所科研团队提出一种基于分段栅格刻蚀的压电微机电系统悬臂梁频率—角度解耦设计方法。该方法从力学分布调控角度出发，沿悬臂梁长度方向对刚度和质量进行空间重新分布，通过在悬臂梁自由端局部引入栅格刻蚀结构，在增强静态变形能力的同时保持较高的谐振频率。

研究团队根据悬臂梁动力学响应与静态弯曲机理，建立了频率—变形权衡理论模型，发现谐振频率主要受根部刚度和自由端质量影响，而端部倾角则与梁结构整体柔顺性密切相关。基于该理论，团队在自由端局部引入栅格刻蚀结构，形成柔顺变形区域。实验表明，与传统整体减薄结构相比，自由端局部刻蚀可增强自由端倾角和位移的同时，避免器件谐振频率明显下降，从而实现静态变形能力与动态响应性能的解耦优化。

团队基于上述理论基础进一步设计并对比了均匀悬臂梁、全局栅格刻蚀悬臂梁、根部局部刻蚀悬臂梁以及自由端局部刻蚀悬臂梁等多种结构。仿真结果表明，全局刻蚀或整体减薄虽然能够提升端部倾角，但会明显降低谐振频率，仍然无法摆脱传统性能权衡。相比之下，在自由端引入栅格结构能够在显著提升端部倾角的同时，保持谐振频率不降低。进一步的参数优化表明，当栅格刻蚀位于自由端区域并选取合适的刻蚀深度与占空比时，可获得最佳的频率—角度综合性能。

为实现该结构，团队开发了基于空腔SOI的单压电层双释放工艺。该工艺首先在器件层中预制局部栅格腔体结构，再通过晶圆键合和后续微纳加工步骤形成压电微机电系统悬臂梁。实验测试表明，优化后的自由端栅格刻蚀悬臂梁在保持谐振频率略高于基准结构的同时，实现了端部倾角提升103%、端部位移提升54%。为进一步验证该结构的应用潜力，团队将该结构应用于双轴压电微机电系统微镜中。实验结果表明，引入栅格刻蚀结构后，慢轴光学扫描角提升257%，频率—角度乘积提升64%，最终实现了25°的二维扫描视场角。

该研究为高性能微机电系统悬臂梁、准静态扫描微镜以及精密光束控制器件的设计提供了新的结构优化思路。

相关研究成果发表在《微系统与纳米工程》（Microsystems Nanoengineering）上。

---

[论文链接](#)

(a) 分段悬臂梁示意图；(b) 三种对比分析的悬臂梁模型

(a) 悬臂梁性能对比；(b) 悬臂梁动态响应测试

(a) 微镜实物图；(b) 二维扫描演示图

---

研究团队单位：上海微系统与信息技术研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发