
大连理工大学机械工程学院—主动-被动混合热控与数实融合算法 MDPI Aerospace

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42453.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！

大连理工大学机械工程学院—主动-被动混合热控与数实融合算法 MDPI Aerospace。论文标题：An Active – Passive Hybrid Thermal Control Method Combined with a Digital – Physical Integration Algorithm for Cryogenic Wind Tunnel Testing

论文链接：<https://www.mdpi.com/2226-4310/13/7/576>

期刊名：Aerospace

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/aerospace>

高雷诺数低温风洞能够通过低温高速流场逼近先进飞行器的真实飞行环境，是研究超声速和高超声速飞行器气动特性的关键设施。然而，模型在气动载荷作用下容易产生明显振动；用于主动抑振的压电执行器一旦暴露在极低温和不均匀冷却环境中，其压电系数、介电性能与控制精度都会下降。尤其在模型攻角实时变化时，不同位置的执行器受冷程度并不一致，仅靠保温材料难以支撑持续数小时的试验，而少量测温点又无法直接反映器件内部的完整温度场。针对这一难题，大连理工大学研究团队在Aerospace期刊发表研究，提出一种面向低温风洞压电主动抑振系统的主动-被动混合热控方法，并通过数值仿真、实验测量与机器学习的融合，实现温度场实时重构和多热源协同调节。

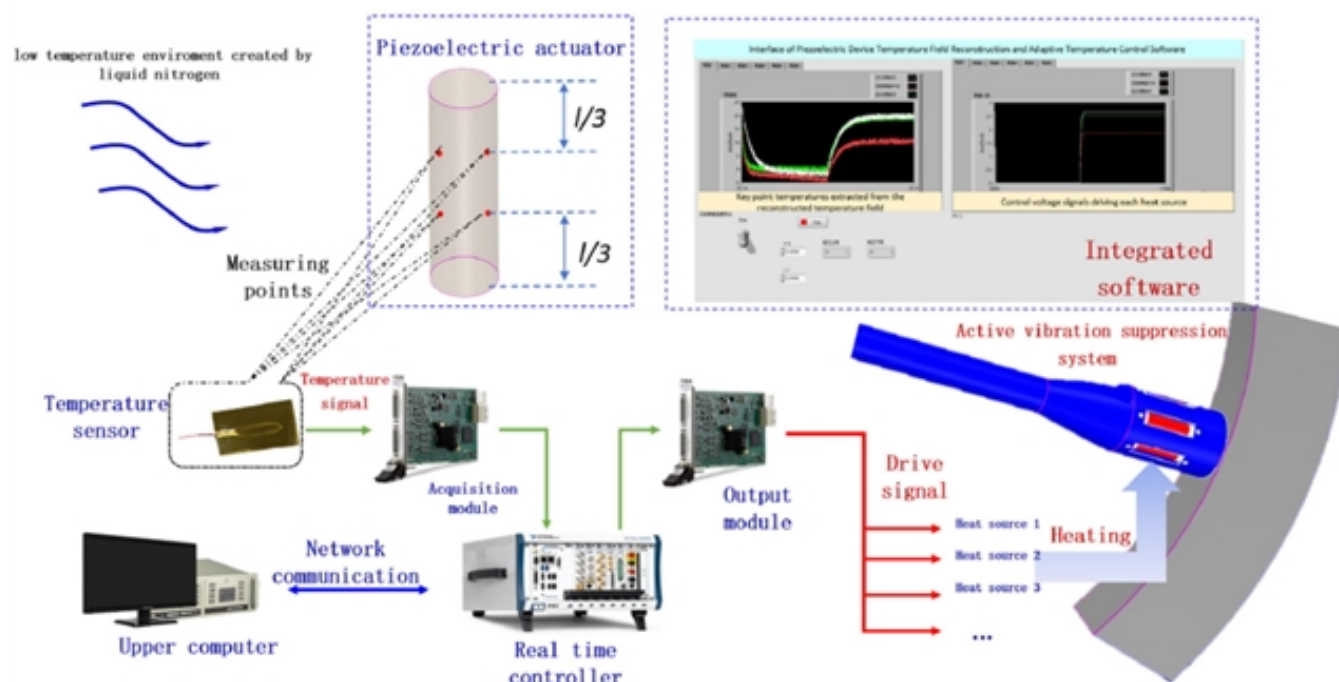


Figure 12. Experimental setup.

图2 小型低温风洞中的温度测量、控制硬件及压电主动抑振试验系统。

关键结论

实验表明，混合热控能够同时改善保温能力、温度稳定性和空间均匀性。仅采用被动保温结构时，关键测点的平均降温速率由空白组的138.2 K/min降至2.4 K/min，约降低98%；最大降温速率也由255.7 K/min降至5.7 K/min。主动热控开启并稳定后，温度相对设定值的平均偏差仅0.9 K，最大偏差为1.2 K。与仅采用被动保温的阶段相比，周向、轴向和径向温度均匀性指标分别提升约94.23%、59.62%和76.92%；与空白组相比，三个方向的均匀性指标均改善80%以上。这些结果说明，数实融合的温度场重构使控制系统不再局限于少量传感器附近，而多热源协同分配则能够在复杂低温和变攻角工况下兼顾整体保温与局部温差。该方法为低温风洞压电主动抑振系统的长时间稳定运行提供了新的技术路径。研究同时指出，系统仍存在短暂热响应滞后和温度超调，后续需进一步优化动态控制策略。

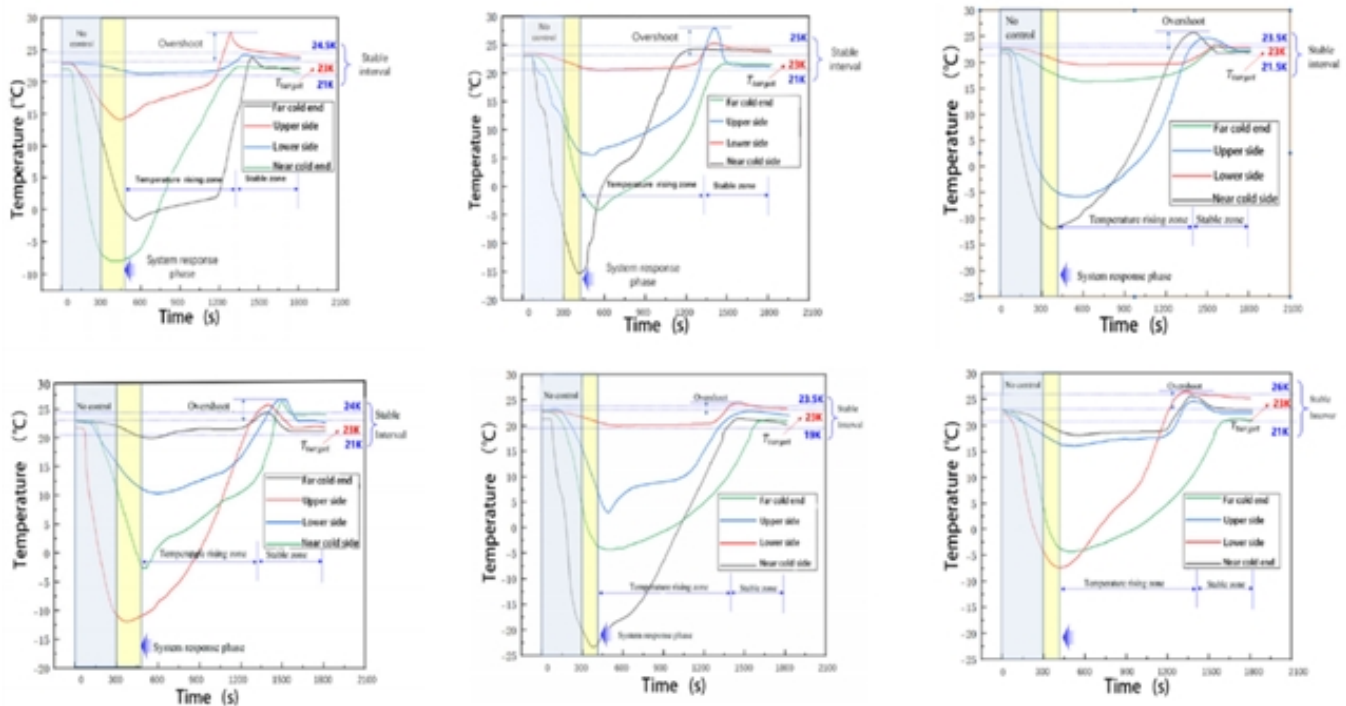


图3 主动热控开启后六个压电执行器关键测点的温度变化过程。

Aerospace期刊介绍

主编：Konstantinos Kontis, University of Glasgow, Scotland, UK

Aerospace期刊致力于发表航空航天科学、工程和技术相关的创新研究，涵盖飞行器设计、推进系统、飞行控制、先进材料、空间科学、航空电子、无人机系统（UAS）、城市空中交通（UAM）、可持续航空、航空安全以及前沿技术等。鼓励跨学科研究，推动航空航天科技发展，欢迎实验、仿真与理论研究的原创成果及综述。

2025 Impact Factor：2.5

2025 CiteScore：4.8

Time to First Decision：18.5 Days

Acceptance to Publication：2.7 Days

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

来源：Aerospace

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](https://www.iikx.com)转发