

基于降阶模型的翼型颤振 主动抑制研究

汇报人：

2024-01-12



目录

- 引言
- 翼型颤振基本理论
- 降阶模型在翼型颤振中应用
- 主动抑制策略设计与实现
- 仿真实验与结果分析
- 总结与展望



01

引言



研究背景与意义



航空工程需求

随着航空工程技术的不断发展，对飞行器的安全性和稳定性要求越来越高。翼型颤振作为一种常见的气动弹性现象，严重影响飞行器的飞行品质和安全性。因此，开展翼型颤振主动抑制研究具有重要的工程实际意义。

颤振现象的危害

颤振现象会导致飞行器结构的疲劳损伤和失效，甚至引发飞行事故。在航空史上，因颤振导致的飞行事故屡见不鲜，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。因此，对颤振现象进行深入研究并寻求有效的抑制方法，对于保障飞行安全具有重要意义。

主动抑制技术的优势

传统的颤振抑制方法主要依赖于结构设计和材料优化等被动手段。然而，这些方法在面对复杂多变的气动环境和飞行状态时，往往难以达到理想的抑制效果。相比之下，主动抑制技术通过实时感知和响应气动环境的变化，能够实现对颤振现象的精确控制和有效抑制，具有更高的灵活性和适应性。



国内外研究现状及发展趋势



国外研究现状：国外在翼型颤振主动抑制方面开展了大量研究，取得了显著成果。例如，美国NASA、欧洲空客等公司和研究机构在颤振主动抑制技术方面积累了丰富的经验和技術储备。他们通过采用先进的控制算法、高性能的作动器和传感器等手段，成功实现了对多种翼型颤振现象的主动抑制。

国内研究现状：国内在翼型颤振主动抑制方面的研究起步较晚，但近年来发展迅速。国内高校和科研机构如北京航空航天大学、南京航空航天大学等在该领域取得了重要突破。他们通过自主研发先进的控制算法和实验设备，成功实现了对多种典型翼型的颤振主动抑制，为我国航空工程领域的发展做出了重要贡献。

发展趋势：随着科技的不断进步和航空工程需求的不断提高，翼型颤振主动抑制技术将朝着更高性能、更高可靠性和更低成本的方向发展。未来，该技术将更加注重多学科交叉融合、智能化和自主化等方面的研究与应用。同时，随着新材料、新工艺和新技术的不断涌现，翼型颤振主动抑制技术将迎来更加广阔的发展空间和更多的创新机遇。



研究内容、目的和方法



研究目的

本研究旨在揭示翼型颤振的机理和影响因素，提出基于降阶模型的主动抑制策略，为航空工程领域提供有效的颤振抑制方法和技术支持。同时，通过本研究可以推动相关学科领域的发展和创新，提高我国在航空工程领域的国际竞争力。

研究方法

本研究将采用理论建模、数值模拟和实验研究相结合的方法开展研究工作。首先通过理论建模建立精确的翼型颤振数学模型；然后利用数值模拟方法对模型进行求解和分析；最后通过实验验证理论模型和主动抑制策略的有效性。同时，本研究还将采用多学科交叉融合的方法，综合运用控制理论、气动弹性力学、计算机科学等相关学科的知识和技术手段开展研究工作。

The background is a traditional Chinese ink wash painting style landscape. It features a large, vibrant red sun in the center, with a white crane flying across the sky to its left. Several smaller birds are scattered throughout the sky. The landscape consists of layered, misty mountains in shades of green and blue, with a body of water in the foreground. The overall color palette is soft and atmospheric.

02

翼型颤振基本理论



翼型颤振定义及分类

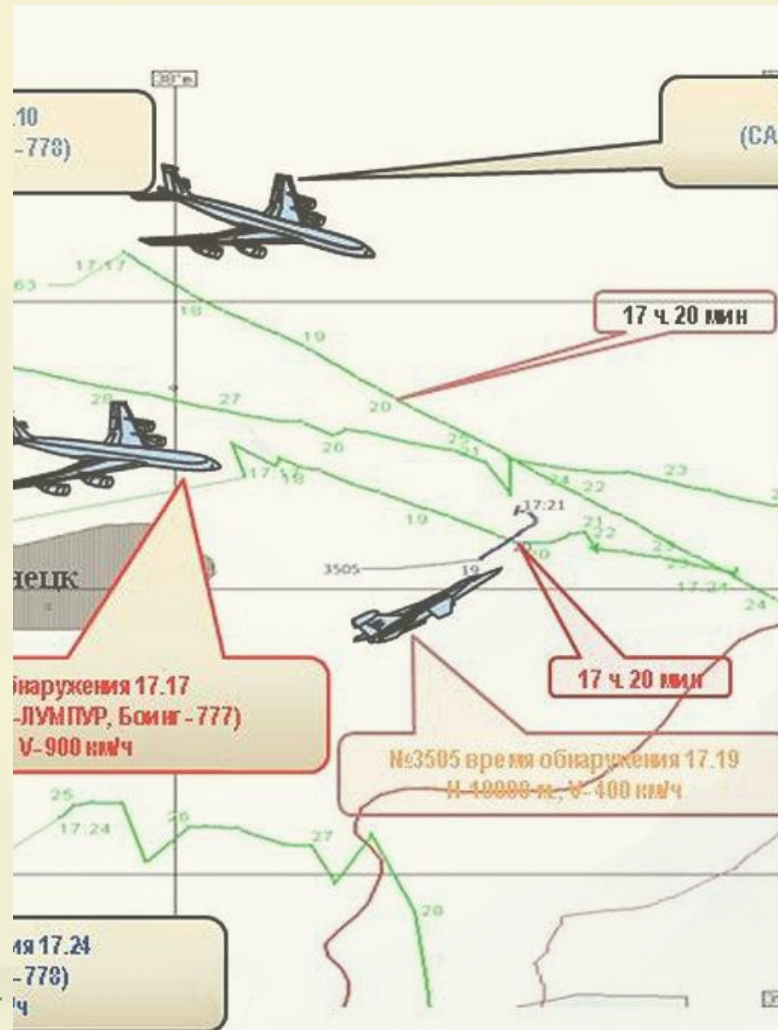


颤振定义

颤振是一种自激振动，当流体（如空气）流过弹性结构（如飞机机翼）时，由于流固耦合作用，结构会发生振动，而这种振动又会反过来影响流场，形成正反馈机制，导致振动幅度不断增大。

颤振分类

根据振动形态和频率范围，颤振可分为弯扭耦合颤振、单独弯曲颤振和单独扭转颤振等。





颤振产生机理及影响因素



产生机理

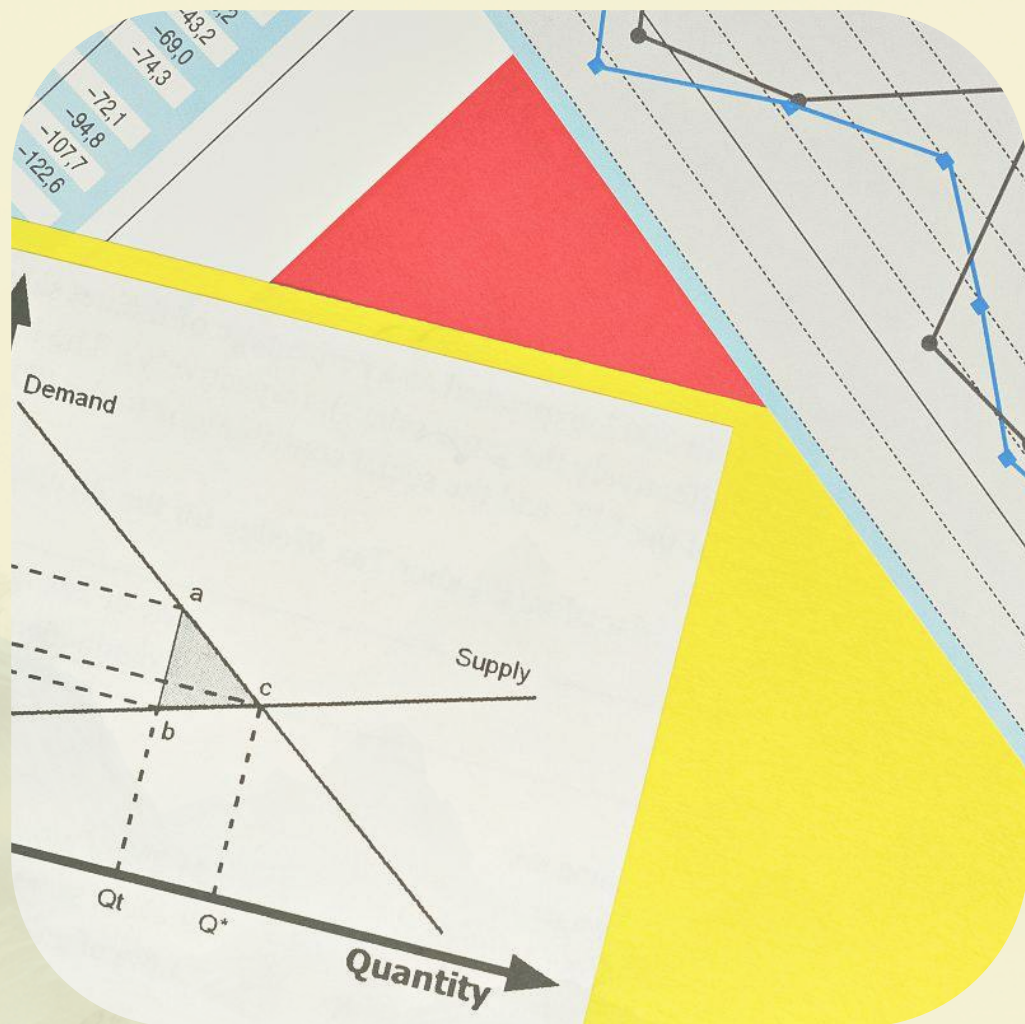
颤振的产生是由于流固耦合作用下的正反馈机制。当流体流过弹性结构时，结构会发生变形，这种变形会改变流场，产生气动力。气动力又会反过来作用于结构，使其发生进一步变形。如此循环往复，形成正反馈，导致振动幅度不断增大。

影响因素

影响颤振的因素包括结构刚度、阻尼、质量分布、气动外形、来流速度、攻角等。其中，结构刚度和阻尼是决定颤振稳定性的关键因素。



颤振数学模型建立与求解



数学模型建立

为了研究颤振现象，需要建立描述流固耦合作用的数学模型。该模型通常包括结构动力学方程和流体力学方程两部分。结构动力学方程描述结构的振动特性，而流体力学方程描述流体对结构的作用力。

模型求解

对于建立的数学模型，可以采用数值方法进行求解。常用的数值方法包括有限元法、有限差分法、谱方法等。这些方法可以求解出结构在不同条件下的振动响应和稳定性特性，为颤振主动抑制提供理论支持。



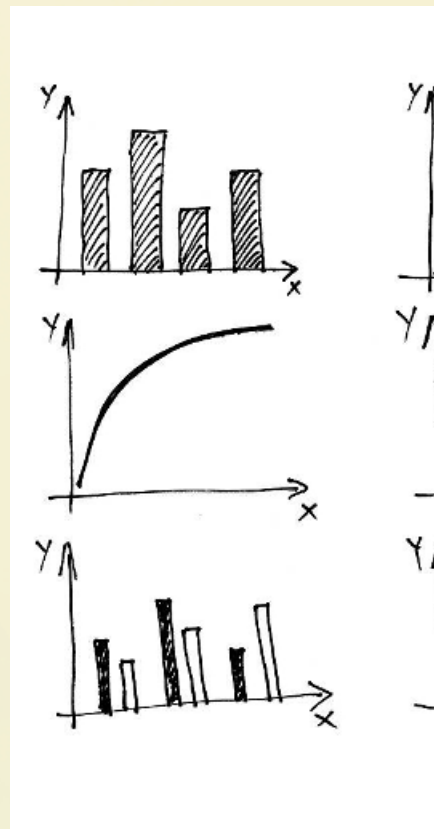
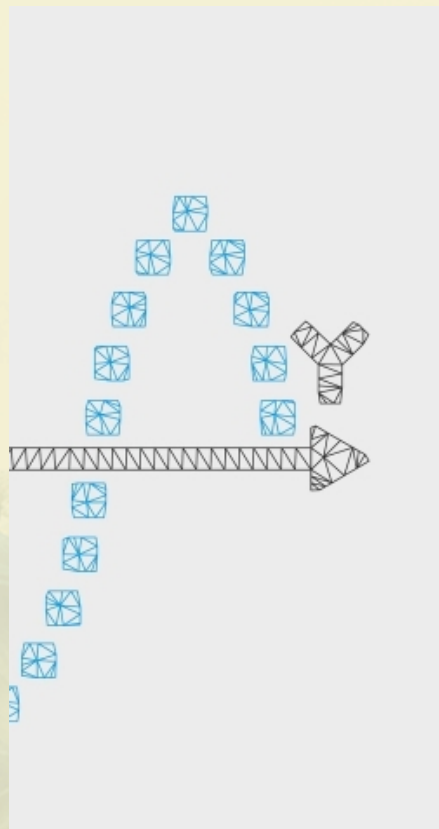
03

降阶模型在翼型颤振中应用





降阶模型基本原理与方法



原理

降阶模型通过减少系统自由度或采用等效方法，将复杂的高阶系统简化为低阶模型，以便于分析和控制。



方法

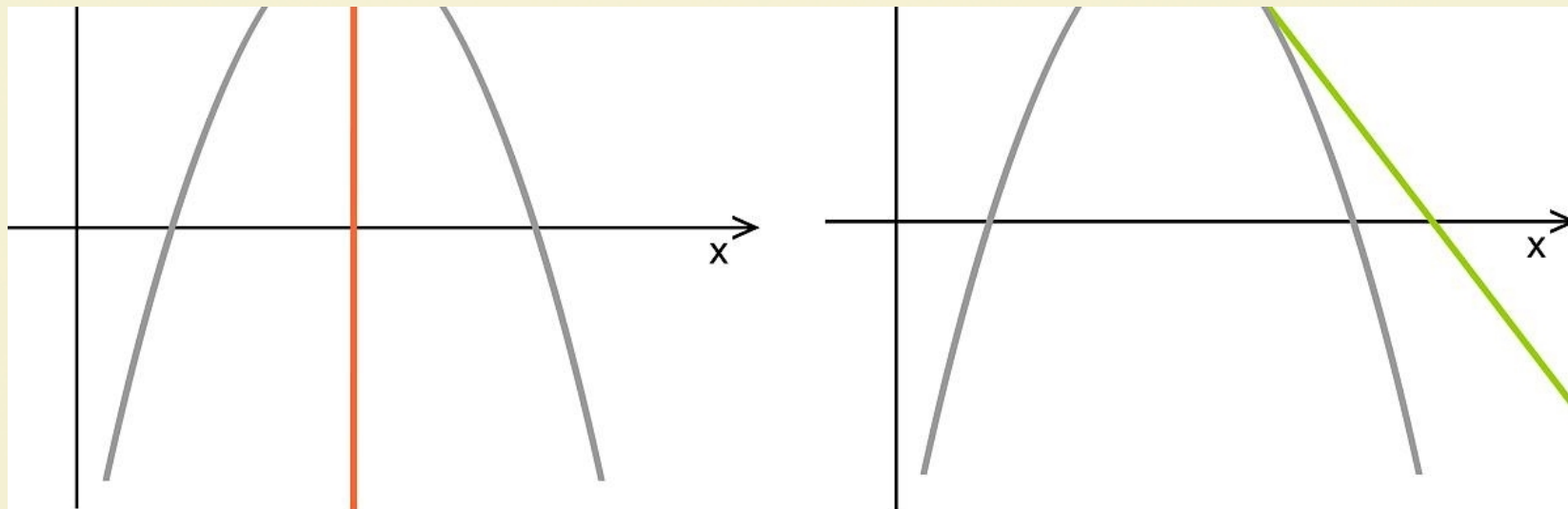
常用的降阶方法包括模态截断、平衡截断、Krylov子空间方法等，可根据具体问题选择合适的降阶方法。

基于降阶模型颤振分析方法



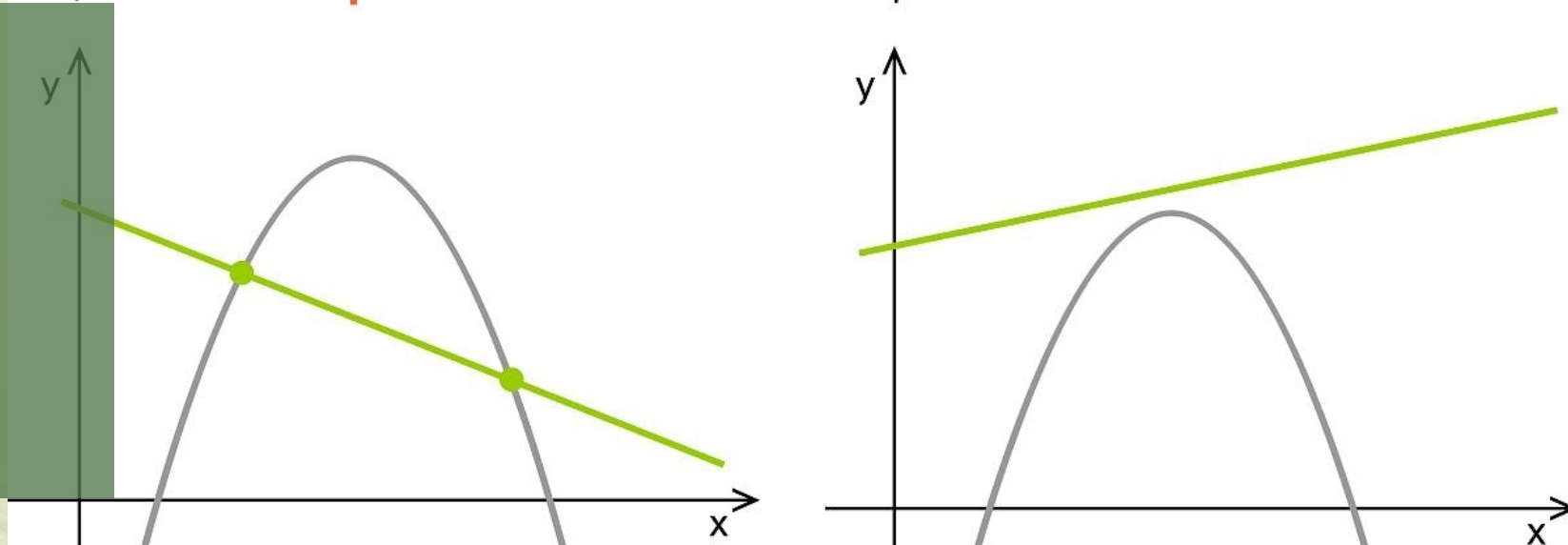
颤振模态分析

利用降阶模型进行颤振模态分析，识别出主导颤振的模态，为后续颤振抑制提供基础。



稳定性分析

通过降阶模型分析翼型的稳定性，确定颤振发生的临界条件，为颤振主动抑制提供依据。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/348077007143006075>