

南京航空学院

学术论著摘要汇编

(一九九一年度)

NANJING AERONAUTICAL INSTITUTE  
A COLLECTION OF SCIENTIFIC  
PAPERS AND WORKS ABSTRACTS

南京航空学院科研处

南京航空学院  
学术论著摘要汇编  
(一九九一年度)

NANJING AERONAUTICAL INSTITUTE  
A COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS AND WORKS ABSTRACTS

南京航空学院科研处编

1992. 6.

## 2 米直径旋翼模型试验装置的测量系统简介

梅卫群

本文介绍了南航 2 米直径旋翼模型试验装置测量系统的三个测量分系统, 系统配置、信号传输方法、使用功能、测量精度, 以及测量技术。

(《1991 年第七届全国直升机年会学术会议论文集》第六)

## 一 系

### 2 米直径旋翼模型试验装置天平测量 及旋翼应变测量方法研究

陈伟平

在高速旋转的旋翼上分布应变片并将信号经特殊的装置传输到测量仪器。这种动态信号的测量尤其是在信号比较小的情况时, 如何测得其真实的信号, 减少误差, 消除干扰, 提高信噪比是测量的关键技术。本文就南航 2 米直径旋翼模型试验装置天平、测重及旋翼应变测量进行了研究。着重介绍了测量点的选择, 信号的传输, 信号的测量误差, 测量误差的方法, 该研究在实际应用中得到了较好的结果。

(《1991 年第七届全国直升机年会论文集》第六)

## 直升机旋翼旋转噪声的估算

徐国华 高正

本文以 Farassat 的亚音速噪声公式 1A 为基础, 给出了旋翼旋转噪声的估算方法。在任意观察位置和任意直线飞行条件下, 并不考虑桨叶弹性的条件下, 建立了旋翼旋转噪声延迟时间方程和声压计算公式中所需参数的表达式, 并以南航 2 米直径旋翼模型为基准, 以 4 吨比的 UH-1 旋翼模型为算例, 计算了各种条件下的旋翼旋转噪声, 并讨论了桨叶叶尖马赫数、桨盘载荷和桨叶翼型对噪声影响。

(《南京航空航天大学学报》1992 年第 23 卷第 2 期)

## 美国的直升机噪声预估系统

徐国华

本文系统地介绍了美国新近发展的直升机噪声预估系统。该系统是美国国防部 ROTONET 系统的适用范围和特点, 主要参数, 以及该系统在噪声计算和试验的对比结果, 以说明该系统的特点。最后对目前直升机噪声预估方面所达到的技术水平, 最后对目前直升机噪声预估系统进行了介绍。

(《1991 年全国直升机年会论文集》第六)

# 目 录

|            |         |
|------------|---------|
| 一 系 .....  | ( 1 )   |
| 二 系 .....  | ( 31 )  |
| 三 系 .....  | ( 65 )  |
| 四 系 .....  | ( 97 )  |
| 五 系 .....  | ( 119 ) |
| 六 系 .....  | ( 149 ) |
| 七 系 .....  | ( 173 ) |
| 八 系 .....  | ( 183 ) |
| 九 系 .....  | ( 197 ) |
| 十 系 .....  | ( 205 ) |
| 十一系 .....  | ( 221 ) |
| 十二系 .....  | ( 231 ) |
| 十四系 .....  | ( 237 ) |
| 无人机所 ..... | ( 245 ) |
| 科研处 .....  | ( 253 ) |
| 信息部 .....  | ( 261 ) |
| 图书馆 .....  | ( 269 ) |
| 高教所 .....  | ( 273 ) |
| 体 育 .....  | ( 279 ) |
| 医 院 .....  | ( 281 ) |
| 工 厂 .....  | ( 289 ) |
| 其 他 .....  | ( 293 ) |

## 2 米直径旋翼模型试验装置的测量系统简介

梅 卫 胜

本文介绍了南航 2 米直径旋翼模型试验装置测量系统的六个测量分系统, 包括设备设计配置、信号传输方法、使用功能、测量精度, 以及测量技术。

(《1991 年第七届全国直升机年会学术会议论文集》录入)

## 2 米直径旋翼模型试验装置天平测量 及旋翼应变测量方法研究

许 伟 平

在高速旋转的旋翼上分布应变片并将信号经特殊的装置传输到测量仪器上。这种动态信号的测量尤其是当信号比较小的情况时, 如何测得其真实的信号, 减小误差、排除干扰、提高信噪比是测量的关键技术。本文就南航 2 米直径旋翼模型试验装置的天平测量及旋翼应变测量进行了研究, 着重介绍了测量点的选择, 信号的传输, 信号的标定及减小测量误差的方法, 该研究在实际应用中得到了较好的结果。

(《1991 年第七届全国直升机年会论文集》录入)

## 直升机旋翼旋转噪声的估算

徐国华 高 正

本文以 Farassat 的亚音速时域公式 1A 为基础, 给出了旋翼旋转噪声估算方法, 适用于任意观察位置和各种直线飞行状态。在不考虑桨叶弹性的条件下, 导出了用于数值计算的延迟时间方程和声压计算公式中各被积函数的表达式。并以国内 Z-8 直升机旋翼和国外 1/4 缩比的 UH-1 旋翼模型为算例, 对悬停条件下的旋翼旋转噪声进行了计算。在此基础上, 讨论了桨叶叶尖马赫数、桨盘载荷和桨叶翼型对噪声影响。

(《南京航空学院学报》1991 年第 23 卷第 2 期)

## 美国的直升机噪声预估系统评介

徐国华 高 正

本文系统地介绍了美国新近发展的直升机噪声预估系统——ROTONET, 指出了各阶段的 ROTONET 系统的适用范围和特点, 着重分析了 MD-500E 和 SA-365N-1 直升机的飞越噪声计算和试验的对比结果, 以说明该系统的有效性, 并表明美国在直升机系统噪声预估方面所达到的技术水平。最后对目前正进行的第四阶段 ROTONET 系统的研究及今后发展的方向作了介绍。

(《1991 年全国直升机年会论文集》录入)

## 直升机动力学手册

张明珍 (主编张曾昌, 副主编程金送)

《直升机动力学手册》第十章为旋翼动力相似模型设计与试验。该章从旋翼动力相似模型理论开始, 阐述了相似准则数、缩尺因子、设计要点、模型的检验。并介绍了模型试验装置。最后以旋翼模型动不稳定性风洞试验为示例, 说明了如何做旋翼模型的动不稳定性风洞试验。内容比较丰富, 可供旋翼动力相似模型设计和试验工作者参考。

(航空工业出版社出版, 1991年4月, 本作者完成第十章, 字数7.5万)

## 无铰旋翼阵风响应及参数影响

萧秋庭

本文基于计及有关动力学参数推导的桨叶弯曲——扭转耦合及刚体变距的运动方程, 使方程在稳态平衡位置作小扰动线性化, 得到扰动运动方程。然后, 运用整体 Galerkin 法, 得到前飞时具有周期系数广义坐标的模式响应方程, 继而运用广义坐标的 Fourier 展式作不旋转坐标变换, 使得到的常系数方程作频率响应及参数影响分析。本文提供一种分析无铰旋翼阵风响应及参数影响的方法。

(《1991年第七届全国直升机年会论文集》录入)

## 直升机对风切变的响应

张翼 许心钰

本文研究了直升机对风切变的动态响应。文中采用两种不同的风切变模型, 按规范要求, 利用对数模型分析了直升机对风切变的动态响应, 利用线性模型分析计算了风切变参数对直升机动稳定性特征根的影响。所用桨叶具有水平铰外伸量, 桨叶根部有弹性约束, 且仅考虑桨叶的刚性挥舞运动。诱导速度在桨盘处的分布则采用王氏固定涡系涡流理论所导出的诱导速度非均布公式。本文以直九机为算例, 对直升机动力学方程不作线性化处理。

(《南京航空学院学报》, 1991年第23卷第4期)

## 滑翔飞行

戚成海

中国早在王莽时代已有人进行滑翔飞行的尝试, 新中国成立以来开展过多种形式的滑翔运动。

南航在学生中很早就开展了滑翔训练, 本文介绍了作者亲自参加滑翔飞行时所使用的

“解放九型”国产滑翔机的性能、参数、地面机务分工、牵引起飞的方式、空中飞行图与操纵等，并对滑翔飞行进行了安全可靠分析。

(在1991年辽宁省航空宇航学会江苏省航空航天学会首届科普工作研讨会上交流)

## 旋翼载荷分析《RASAP—1》系统的几个特点

刘守慎 李南慧

本文介绍由南京航空学院直升机技术研究所研制的第一代旋翼气动载荷——动应力分析程序系统《RASAP—I》。在简短概述该系统之后，着重介绍其空气动力模型、结构模型、分析方法等方面的一些独特之处，特别阐述选择和/或发展这些模型与方法的出发点与背景。最后，举出了两个应用该分析系统的例子。

(《1991年第七届全国直升机年会论文集》录入)

## 旋翼载荷相关转换初步研究第一部方法

刘守慎 李南慧 陈维芹

本部分介绍了旋翼载荷相关转换的基本思想；该方法的基本流程；理论分析与主要公式。说明了旋翼载荷转换是基于旋翼载荷识别与旋翼动力响应分析、载荷计算，即综合旋翼载荷分析的“正问题”与“逆问题”的一种理论与实验紧密结合的、预估未知旋翼载荷的工程方法。

(《1991年第七届全国直升机年会论文集》录入)

## 旋翼尖削桨尖展长变化对悬停性能的影响

李南慧

本文在简介国内外直升机旋翼桨尖形状研究情况的基础上，着重叙述近期在南京航空学院直升机技术研究所旋翼台上进行的七种不同展长尖削桨尖旋翼悬停性能试验研究，给出了试验结果及其分析。试验及分析结果表明，桨尖展长变化确实对旋翼的悬停效率有影响。

(《1991年江苏省航空航天学会飞行器专业组会议论文集》录入)

## 直升机动力学手册

徐桂祺

本章包括：旋翼动力学概述；旋翼动力学设计；旋翼动力特性分析；旋翼响应分析；旋翼气动弹性稳定性分析等章节。第一、二节主要讨论旋翼动力学设计的基本概念以及旋翼桨叶各动力学参数对气动弹性响应和稳定性的影响关系并初步介绍了它们的确定方法。第

三、四、五节主要介绍旋翼桨叶动力特性、气动弹性响应和稳定性的分析计算方法,还讨论了各动力学问题的分析模型建立过程以及应注意的问题。本手册可供直升机动力学设计作参考。

(航空工业出版社出版,1991年11月,本作者完成第三章,字数15万)

## 旋翼参数对气动弹性稳定性的影响 (2)

徐桂祺

本文首先讨论桨叶各自由度之间的耦合关系对旋翼气动弹性稳定性的影响,然后讨论旋翼有关结构参数——挥舞、摆振、扭转刚度(频率),预锥角、下垂角、预掠角和桨叶弦向重心和张力的中心偏置等对桨叶耦合关系的影响。本文对过去的旋翼参数对气动弹性稳定性的影响的研究作了一些评论,提出了考虑旋翼桨叶气动弹性稳定性的确定旋翼参数的方法,本文结论可供先进旋翼确定结构参数参考。

(《1991年第七届全国直升机年会论文集》录入)

## 动力入流对旋翼操纵导数影响的理论及实验研究

张晓谷 包劲松

动力入流是一种应用于旋翼动力学及飞行力学的非定常气动模型。本文把动力入流pitt模型引入了旋翼操纵导数的计算,并在旋翼模型试验台上进行旋翼操纵导数实验。通过理论值(计入和不计入动力入流)与实验值的对比分析,验证了动力入流模型,初步理清了不同条件下动力入流的影响程度。本文还用了一个简化模型分析了动力入流对不同型式旋翼的影响程度。即使是铰接式旋翼,不计入动力入流也会带来较大的误差。

(《1991年第七届全国直升机年会论文集》录入)

## 强五D前机身夹层结构分析与优化设计研究

丁运亮 刘毅

《强五D前机身夹层结构分析与优化设计研究》系本院同南昌飞机制造公司第一设计所签订的技术协作合同。该课题重点解决复合材料夹层结构的有限元分析及在应力、位移和尺寸约束下的优化设计问题。选用二次等参夹层板壳单元进行结构分析,单元面板厚度及芯层高度作为优化设计变量。对复合材料面板,则每一辅层层数将作为设计变量。优化方法中采用了多种先进的近似技术,如设计变量连接、约束区域化方法、对非主动约束的暂时删除技术及采用混合近似技术联合对偶规划求解等。所形成的程序软件系统,最后具体对“复合材料夹层结构前机身模拟试验件”进行了有限元分析,对“强五D复合材料夹层结构前机身”进行了优化设计,并获得满意的结果,受到使用单位的好评。

(《1991年江苏航空航天学会飞行器专业委员会第二届学术会议论文集》录入)

## An Improved Multilevel Optimization Approach

Yunliang Ding (丁运亮) B. J. D. Esping (瑞典皇家理工学院)

An improved multilevel optimization approach is proposed. It is also used in the multilevel optimization of frames with beams including buckling constraints. Two types of the improved multilevel approach are treated at the component level. Hybrid approximation technique is adapted at two levels, however the method of moving asymptotes is used at the component level. A new relationship between system variables ( $A_i$ ) and component variables ( $t_j$ ) is derived. Four numerical examples show that the improved multilevel approach has generalized applicability and availability.

(《Computers & Structures》, 1991 年第 38 卷第 5—6 期)

## 考虑破坏时复合材料结构的分析

顾宏斌 乔新 樊发芬 孙坚石

本文考虑复合材料结构发生局部破坏时的分析问题。这是一个非线性问题。本文引入带步长限制的变步长增量载荷方案作为解决这一问题的工程途径。用有限元法作为结构分析的基本手段。经试验结果对比,初步表明该方案是可行的。

(《计算结构力学及其应用》, 1991 年第 8 卷第 2 期)

## 一种实用的非金属翼面结构 RCS 工程计算方法

余雄庆 金银军 杨景佐

本文应用物理光学法、分块积分技术和多层介质结构的反射系数概念,对非金属翼面结构的 RCS 进行了理论分析,并编制了相应的通用计算程序。在验证了考题基础上,对南航 AD-100 全玻璃钢蜂窝夹层结构副翼的 RCS 进行了计算。在 IBM4341 计算机上运算一次只需 CPU 时间 25 秒。由于计算模型中所需的节点和板块数据与用有限元法分析飞机结构强度所用的节点和板块数据一致,因此本文提供了一种实用的有效的非金属翼面结构 RCS 的计算方法,并为隐身飞机翼面结构强度和 RCS 一体化分析准备了基础。

(《1991 年江苏省航空航天学会飞行器专业委员会第二届综合学术会议论文集》录入)

## FFDS——一个水上飞机浮筒外形设计微机系统

宋晓群

FFDS 是一个设计水上飞机浮筒外形的微机系统,它以库模型作为外形曲面生成的基础。用有理 B 样条作曲面的拟合和交互设计,并设计了用德坂术法进行外形光顺处理的功能。

能。力图为设计者提供一高效高质量地进行浮筒外形设计的工具。本文介绍了 FFDS 的设计思想、运行逻辑、主要数学模型、结构组成及硬件软件环境。

(《1991 年江苏省航空学会飞行器专业委员会第二届综合学术讨论会论文集》录入)

## DESIGN AND EXPERIMENT STUDY ON A NEW SPECIMEN OF INITIAL FATIGUE QUALITY WITH FASTENER HOLES

Wei Zhiyi (魏志毅)

It is proved in this paper by the theoretical analysis and electrical measurement test that the Initial Fatigue Quality for each fastener hole on the multi-pin joints is in the mutual independence during the life test. When small cracks appear on the hole edges, the distribution of load for each hole does not basically change. In this way, the traditional dog-bone specimens can be replaced by the specimens with multi-pin joints. The results for different holes can be obtained in one test, which has increased the efficiency by over ten times.

This paper also presents a method for determining different ratios of transmitting load through changing such variables as the number of holes, the stiffnesses of the pin elements and plate thicknesses, which shows the efficiency of the specimens with multi-pin joints.

(在 1991 年中苏首届结构强度会议上交流)

## 改进的应力严重系数法

魏志毅

本文提出通过对 S-N 曲线、工艺参数  $\alpha$  和  $\beta$  的可靠性处理,以及对紧固孔寿命超出量的定义,把概率和经济寿命的概念引入应力严重系数法中,使它满足耐久性的要求。这种引入新内容的应力严重系数法就称为改进的应力严重系数法。

(《1991 年江苏省航空航天学会飞行器专业委员会第二届综合学术讨论会论文集》录入)

## On the Notched Strength of Composite Laminates

姚卫星

A brief review on the recent and commonly used fracture models for predicting the notched strength of composite laminates is presented, and then these models are classified based on the macromechanics and a brief comparison among these models is also given. On the basis of these analysis, a new fracture model for predicting the notched strength of

composite laminates, the model of stress field intensity, is presented, in which it is supposed that the notched strength depends on the stress field intensity near the notch, but not only the peak stress at the notch root, and which can contain the existent fracture models such as LEFM models, point stress models, and average stress models. A general method for predicting the notched strength of composite laminates is provided based on the stress field intensity model, and so this paper perhaps supplied some useful viewpoints for comprehensions of notched strength.

(《Composites Science and Technology》, 1991 年第 42 卷第 6 期)

## Three Stage Model for Predicting Total Fatigue Life

姚卫星

This paper presents a definition of small cracks from the point of view for predicting fatigue life of structures. At the upper bound of a small crack, which is also the separating point of large cracks and small cracks, the small crack has the same fatigue behaviours as large cracks; at the lower bound, which is also the initiation point, a specimen which contains this small crack has the same fatigue strength as the corresponding smooth specimen. This definition is reasonable logically and philosophically. On the basis of this definition, this paper gives a model to predict fatigue life—three stage model for predicting total fatigue life. The total fatigue life is composed of initiation life, small crack propagation life and large crack propagation life. The separating points among the three stages are the upper bound and lower bound of the small crack. A general method to determine the separating points is given, and, as an example, the separating points are determined for the specimen of LY12-CZ aluminium with a hole. Two other examples in this paper show that the prediction of total life employing this model agrees well with experimental results.

(《1991 年 Proceedings of the First sino—soviet Symposium on Aircraft Structure Strength 会议论文集》录入)

## T300/QY8911 单向拉——拉疲劳性能研究

姚卫星

本文对 T300/QY8911 纤维复合材料的纵向和横向拉——拉( $R=0$ )疲劳性能进行了实验研究, 初步测定了两条 S-N 曲线。 $[0]_{16}$ 试件的疲劳破坏有散丝和劈裂两种基本形式,  $[90]_{20}$ 试件的疲劳破坏是由基体中的固有缺陷引起的。在  $10^6$  循环时,  $[0]_{16}$ 试件的疲劳极限约为  $0.65\sigma_b$ ,  $[90]_{20}$ 试件的疲劳极限约为  $0.6\sigma_b$ 。

(《1991 年第五届全国疲劳学术会议论文集》录入)

## A Modified Rainflow Counting Method

Nie Hong (聂宏)

The rainflow counting method is commonly recognized to be a good cyclic counting method in fatigue life prediction and for testing engineering components and structures. However, it has some shortcomings, which are pointed out in this paper in connection with the analysis of the stress-strain response. A modified rainflow counting method is presented. Case studies show that all the cycles really existing in the stress-strain response that cannot be counted by the rainflow counting method can be counted by the modified rainflow counting method. So it can be said that the modified rainflow counting method is a more reasonable cycling counting method than the traditional rainflow counting method.

(《Int. J. Fatigue》, 1991年第6期)

## Dynamic Behavior Analysis for Landing-gear with Different Types of Dual-chamber Shock-struts

Nie Hong (聂宏) Qiao Xin (乔新)

In this paper three types of dual-chamber shock-struts are considered in dynamic analyses of landing-gear behavior during impact and taxi. Their dynamic characteristics are compared with each other according to calculation results, and some conclusions are presented. It is very helpful for selecting a suitable type of dual-chamber shock-strut in landing-gear design.

(《Chinese Journal of Aeronautics》, 1991年第4卷第2期)

## 局部应力应变法弯扭复合疲劳强度准则

聂宏 乔新 樊尉勋

关于弯扭复合疲劳强度问题的研究,以往都是建立在名义应力法的基础上<sup>[1~3]</sup>而局部应力应变法是一种比名义应力法更好的疲劳寿命计算方法,尤其是对于解决中、低周疲劳寿命问题。因此,本文把局部应力应变法引入弯扭复合疲劳寿命计算中,建立一个基于局部应力应变法的弯扭复合疲劳损伤准则。

初步试验验证表明,本文提出的弯扭复合疲劳损伤分析方法是行之有效的。由于本文提出的损伤准则避免了试验拟合弯曲疲劳强度减缩系数,可以节省大量的试验费用。因而具有一定的理论意义和工程实用价值。

(《航空学报》, 1991年第12卷第1期)

# THE MODAL FEATURES OF THE VIBRATION SYSTEMS OF THE WEAKLY- VISCOELASTIC MATERIAL STRUCTURES

陈国平 朱德懋

This paper discusses the modal features of weakly-viscoelastic material structures both for single-modulus and multi-modulus materials. It is the eigenvalues of these structures that are the roots of a series of rational fraction polynomial equations. A theorem about the roots of these equations is proved in the paper. Based on it, some important conclusions about the modal features of the weakly-viscoelastic material structures are given according to their dynamic behaviors.

(《Chinese Journal of Aeronautics》, 1991 年第 4 卷第 4 期)

## 应用锤击法的一些基本技巧

王 波

锤击法应用于测量频响是近 10 年迅速发展起来的。由于它需要的设备简单,操作方便,特别是不需要激振器和功放,只需一只带有力传感器的敲击锤,试验时除加速度传感器对试件有附加质量外,力锤对试件没有任何附加质量、附加刚度和附加阻尼。锤击法是快速测量频响函数的一种有效方法。本文根据作者近几年来应用锤击法测量频响的结果、数据和经验,说明了锤击法使用中所遇到的一些问题,总结了应用锤击法的一些基本技巧。

(《振动、测试与诊断》, 1991 年第 11 卷第 2 期)

## 阻尼振动系统复特征解的摄动分析

孙久厚 朱德懋

本文讨论了对比例阻尼振动系统作小修改时,其固有频率、阻尼比和固有振型的摄动分析方法。在初始的固有模态坐标变换的基础上给出了它们的完整摄动解。算例表明,这种方法计算简单,精度较高,因此是行之有效的摄动方法。

(在 1991 年航空航天工业部第七届结构动力学学术会议上交流)

## 结构动态建模误差识别的两种误差因子法及物理参数修正

张令弥 骆 剑

本文提出了两种建模误差识别方法。一种方法基于刚度矩阵和质量矩阵正交性条件,用最佳子空间法求解;另一种方法基于运动平衡方程和质量矩阵正交性条件,用奇异值分解

技术求解,这两种方法都以子结构误差系数作为误差识别因子。在建模误差基础上,选择具有显著建模误差的子结构的物理参数,用灵敏度分析方法进行修正。本文还研究了测试振型扩充方法对计算结果的影响。最后,台阶梁仿真算例和“H”梁应用实例证实了本文提出方法的可行性和有效性。

(《1991年全国第六届模态分析与试验学术交流会议论文集》录入)

## 试验模态分析技术在球磨机故障诊断中的应用

张令弥 曾庆华 沈泉林

试验模态分析是识别机械结构系统固有特性的一种常用的有效的现代技术。马钢第一炼钢厂的球磨机,由于齿轮装置系统振动较大,使其与混凝土基础之间的地脚螺栓发生断裂,严重影响生产,为了对故障确诊,在现场进行了模态试验。本文首先介绍了试验模态分析技术的一般情况,然后详细阐述了现场试验的实施过程,最后对结果进行了讨论,通过试验,故障已完全确诊,并据此提出了改造建议。

(《1991年第三届全国机械设备故障诊断学术会议论文集》录入)

## 试验模态分析中的几何信息处理

曾庆华 张令弥 张春宁 沈泉林

现代的试验模态分析软件一般由三大部分组成:1)前处理、即试验结构的几何造型;2)频响测量与曲线拟合;3)后处理,即振型动画显示。前处理、振型计算和后处理总的来说都是几何信息处理。因此,几何信息处理在试验模态分析中占有相当重要的地位。本文研究了试验模态分析软件研制及应用中的几何信息处理问题。研究的内容不仅对软件研制人员有参考价值,而且对一般的模态试验人员也有实用意义。

(《1991年全国第六届模态分析与试验学术交流会议论文集(上)》录入)

## 基于拟合频率响应函数的结构动力修改

曾庆华 张令弥

本文提出了一种基于频率响应函数拟合模型的结构动力修改的分析方法。用有理分式正交多项式对测试频响作总体拟合,通过拟合频响作结构修改计算,这样既可较充分地计及分析频带外模态的效果,又能较好地抑制测试误差的影响。对悬臂梁加另一根悬臂梁变成两端固支梁的大修改情况作了计算机模拟计算,对H型梁的端部加一根梁的复杂修改问题作了全过程的分析。从结果来看,本文提出的方法精度较高,适用于大修改、复杂修改情况。

(《振动工程学报》,1991年第4卷第3期)

## 具有实时数字滤波的多通道数据采集系统

张春宁

本文介绍一种适用于微机的多通道数据采集系统。该系统具有 8 个采集通道,采用数字滤波技术,具有实时细化功能。本文提出了一种新颖的数字滤波实现方案,即采用单片 TMS32020/C25 构成高速信号处理板,与特殊设计的 8 通道 AD 板配合,同时实现 8 通道的实时数字滤波,并同时完成过载检测和触发功能。结合我们自行研制的系统,着重讨论了数字滤波的工作原理及实现。

(《1991 年第三届全国机械设备故障诊断学术会议论文集》录入)

## 多通道动态信号分析系统

张令弥 张春宁

根据国外近年来多通道动态信号分析系统的发展和自行研制的经验,本文对多通道测试前端的结构、数字滤波技术以及动态信号分析软件的功能和结构进行了详细讨论,同时介绍了我们研制成功的 8/16 通道动态信号分析系统 CATAS 的组成、性能及应用。

(《1991 年第三届全国机械设备故障诊断学术会议论文集》录入)

## A COMPARISON OF MODE SHAPE PRE-PROCESSING METHODS FOR DYNAMIC FE-MODEL UPDATING

Zhang Lingmi (张令弥) Zeng Qinghua (曾庆华)

There are two important problems encountered in dynamic finite element (FE) model updating based on measured modal parameters. One is the large difference in the number of degrees of freedom (DOF) between analytical and experimental models, the other is the inference from random errors in the measured mode shapes. Several mode shape pre-processing methods used for DOF expansion and mode shape smoothing, including dynamic expansion method, modal coordinate method, newly developed weighted curvefitting method and two combinations, are compared for FE-model updating. Comparisons are made by means of two case studies: a stepped beam with global and local design parameters, and a beam structure with lumped masses which simulates the dynamic behavior of a spacecraft structure.

(《International Forum of Aeroelastisily and Strucutral Dynamics, Aachen, Germany, June, 1991. 会议论文集》录入)

# Updating of Selected Structural Parameters Based on Localization of Modelling Error

*Zhang Lingmi (张令弥) Luo Jian (骆剑)*

This paper presents a method for localization of modelling error of finite element (FE) model. Using error coefficients of macro-elements as error indicators, the method is based on the equilibrium equation of motion and the orthogonality condition of the eigenvectors with respect to the mass matrix and is solved by Singular Value Decomposition (SVD) technique. Based on the localization of modelling errors, the structural parameters of macro-elements with dominant modelling errors are selected to be updated by sensitivity analysis, thus the computational effort for correction of structural parameters can be dramatically reduced. The dynamic condensation/expansion method and the global optimization fitting method are used to handle the incomplete test modal data, and the influence of random error of test data is also discussed. A computer simulation for a step-beam structure and the application to a practical structure of H-frame are presented to demonstrate the feasibility of the method.

(《JOURNAL OF NANJING AERONAUTICAL INSTITUTE》, 1991 年第 8 卷第 1 期)

## BEAM MODIFICATIONS BASED ON FRF MODELLING

*Zeng Qinghua Zhang Lingmi*

This paper presents a procedure for analyzing the effects of beam-type structural modifications, severe and complicated modifications. The procedure is based on frequency response functions (FRFs) modelling, called FRFMod. Two examples of beam-type modification are conducted. The results show that the accuracy of FRFMod is very promising for beam modifications.

(《Proc. of ASIA Vibration Conf. 91 会议论文集》录入)

## LOCALIZATION OF MODELLING ERROR AND UPDATING OF STRUCTURAL PARAMETERS ON SENSITIVITY ANALYSIS

*Zhang Lingmi (张令弥) Luo Jian (骆剑)*

This paper presents a method for localization of modelling error of finite element (FE) model. Using error coefficients of macro-elements as error indicators, the method is based on the equilibrium equation of motion and the orthogonality condition of the eigen-

vectors with respect to the mass matrix and is solved by Singular Value Decomposition (SVD) technique. Based on the localization of modelling error are selected to be updated by sensitivity analysis, thus the computational effort for correction of structural parameters can be dramatically reduced.

The dynamic condensation/expansion method and the global optimization fitting method are combined to handle the incomplete test modal data, and the influence of random error of test data is also discussed. A computer simulation for a step-beam structure and the application to an experimental structure of H-frame are presented to demonstrate the feasibility and reliability of the method.

(《Proc. of the 9th IMAC. April 15-18, 1991 会议论文集》录入)

## A PROCEDURE OF STRUCTURAL DYNAMICS MODIFICATION USING FREQUENCY RESPONSE FUNCTION MODELS

*Zeng Qinghua Zhang Lingmi*

Direct Structural Modification using frequency response function (SMURF) has been shown to have advantages for practical applications in the past years. Especially, the advantage that the effects of modes outside of the analysis bandwidth are included with the SMURF is very important for cases of severe and complicated modification. However, several problems, e. g., inconsistent FRF matrix, testing errors, etc., will be experienced using SMURF approach. In this paper, an improved SMURF procedure, called FRFMod, is proposed. In the FRFMod, a global curve fitting of measured FRFs is performed. The obtained FRF model and the closed forms of the FRFs of the modifying elements, e. g. a beam, are used directly to generate a modified set of FRFs. Two methods to obtain the point FRF matrix used in the FRFMod are presented. Two examples are examined. The first demonstrates the modification of cantilevered beam to a fixed-fixed beam, a very severe modification. The second demonstrates the modification of a beam added to a H-Frame. The results indicate that the accuracy of FRFMod is satisfactory, and it can be applied to the cases of severe and complicated modification.

(《1991 年 Proc. of the 8th Intl. Modal Analysis Cont. 会议论文集》录入)

## 非线性吸振系统的若干问题

陈振藩

针对非线性吸振系统的原理、构造、设计与应用中的以下六个问题作简要的综述与详论：一、优越性问题；二、实现问题；三、非线性振动现象的影响问题；四、非线性吸振系统响应分析方法选用问题；五、优化目标问题；六、库仑摩擦影响问题。

(在 1991 年振动与噪声控制学术会议上交流)