

蔡晋生

流体力学、飞行器气动布局设计专家

■ 蔡晋生 Cai Jincheng

长江学者特聘教授

Changjiang Chair Scholar

西北工业大学教授、博士生导师

Professor and Doctor Advisor of Northwestern Polytechnical University

☞: 请您简要介绍一下计算流体力学(Computational Fluid Dynamics, CFD)以及飞行器气动布局设计技术在航空航天领域的应用情况。

蔡晋生: 计算流体力学是采用离散化的数值方法,通过计算机进行数值计算来模拟和分析流体运动规律的学科,它在航空航天领域得到了广泛的应用,同时对航空航天工业的发展起到了非常重要的作用。过去飞行器设计主要是以试验为主,而现在的发展趋势是以数值模拟为主,采用先进的CFD技术大大减少了昂贵的地面和飞行试验,还可能得到试验无法得到的数据,不仅大幅度地降低了飞行器的设计周期和成本,还提高了设计质量,使得飞行器的气动性能得到明显的改进。

长期以来,美国利用其处于世界先进水平的计算机软硬件技术优势,大力开展CFD技术的研究。美国航空航天局(NASA)使用有上万个处理器的超级计算机系统,通过大规模的流场并行计算实现飞行器部件以及飞行器整体气动外形的优化设计。我国在计算流体力学的应用方面也有很大进步,如我国大型客机的总体气动设计正在进行大量的CFD数值模拟,以提供不同的气动布局设计,然后由风洞试验来验证并选择最佳的设计方案。

通常飞行器的气动布局是指其不同的气动承力面的安排形式。飞行器气动布局设计通过分析研究各承力面的气动特性及其相互干扰,合理安排各承力面之间的相互位置以及相对尺寸和形状,使飞行器具有良好气动特性。当今,随着新型流动控制技术的不断发展,飞行器在气动布局方面有很多的创新,各种各样的新概念气动布局得到应用。美国的X系列验证机在其航空工业的发展中起到了非常重要的作用,很多现役型号都来自于验证机,很多前沿技术的

开发也都是首先在验证机上进行的。

☞: 请您介绍一下您目前的主要研究课题及其进展情况。

蔡晋生: 我目前开展的研究课题主要包括以下几个方面:(1)飞行器气动力预测和优化设计。(2)新概念飞行器气动布局研究。(3)新型流动控制技术及其流动控制机理研究。建成了等离子体流动控制实验室,主要研究等离子体流动的激发机理及其流动控制技术。目前我们的研究团队已经实现了旋成锥体大迎角非对称脱体涡的等离子体流动控制,下一步将应用等离子体流动控制技术实现机翼的增升减阻。(4)微小飞行器气动布局及气动特性研究。建成了小型飞行器气动特性测试平台,设计出一种称为“轮翼飞机”的小型直升飞机,并获得国家发明专利。正在进行气动特性测试。同时也在开展微型仿生扑翼飞行器的研究。

☞: 您曾参加了我国载人航天工程的攻关项目某运载火箭故障模拟仿真系统的研制,开发的实时仿真软件应用于“神六”工程,请谈谈该软件在“神六”工程中的具体作用。

蔡晋生: 是的,在某运载火箭故障模拟仿真系统的研制中,我本人主要负责了实时视景仿真模块的开发和研制。在“神六”工程中应用该仿真软件系统,可以保障火箭在故障发生时的应急处理。

☞: 据了解,自1999至2008年,您一直在国外做访问学者和研究员,在这10年的异国学习研究中,你

最大的收获是什么?

蔡晋生: 在国外的10年学习和研究工作中,我最大的收获就是在流动机理的基础研究方面得到了提高。提出了一种新的旋涡运动稳定性判据,能够用来判断纯理论方法无法完成的复杂涡流动的稳定性;说明了大迎角脱体涡非对称产生的机理,澄

蔡晋生教授: 西北工业大学流体力学学科“长江学者”特聘教授。美国航空宇航学会会员,主要从事计算流体力学以及飞行器气动布局设计。

参加了载人航天工程的攻关项目某运载火箭故障模拟仿真系统的研制,应用于“神六”工程。参加了美国NASA关于火焰在微重力下传播规律的研究,开发了美国唯一的液体燃烧表面上三维火焰传播的数值模拟程序。从事旋涡稳定性的数值与理论分析,提出了新的旋涡稳定性判据,发展了涡旋稳定性控制的理论分析方法,用于高机动飞行器气动布局优化设计。从事动边界三维复杂流场的快速计算方法研究,提出了新颖的多层网格嵌套策略和快速可靠的隐式切割技术以及相应多重网格计算方法。从事小型及微型飞行器气动设计,发明了新型高效的升力和推力系统。在国际一流的流体力学以及航空航天相关专业学报上发表论文10余篇。



清一些有争议的关于脱体涡稳定性问题;发展

了脱体涡稳定性控制的理论分析方法,应用于超机动飞行器气动布局设计。近年来,在国家的大力支持下,我国在飞行器设计方面取得了很大的进步;然而,与发达国家相比,还有很大发展空间。在先进气动布局设计方面,应该敢于创新,同时要加强对流动控制机理方面的基础研究,实施类似美国X系列验证机的持续系列研究计划,发展有自主知识产权的新概念飞行器。

(采访 岩石 责编 淡蓝)