



美·国·国·家·工·程·院
工 程 前 沿

NAE SYMPOSIUM
ON FRONTIERS OF ENGINEERING

中国工程院 编译
国家自然科学基金委员会



科学出版社
www.sciencep.com

美国·国家·工程·院
工程前沿

NAE SYMPOSIUM
ON FRONTIERS OF ENGINEERING

中国工程院 编译
国家自然科学基金委员会

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书汇集了美国国家工程院第七届和第八届“工程前沿学术研讨会”发表的报告与讲话。内容分飞行技术的前沿、民用系统、无线通信、技术与人体、21 世纪的化学与分子工程、人员行为技术、核能的未来、量子信息技术的挑战等科技领域最新研究的进展情况。

本书对我国科学研究、工程技术人员及高等院校相关专业的师生了解有关学科的前沿动态有重要参考价值。

◎本书经美国国家工程院经中国工程院转授权科学出版社出版发行。

图书在版编目(CIP)数据

美国国家工程院工程前沿/中国工程院, 国家自然科学基金委员会编译.— 北京: 科学出版社, 2005

ISBN 7-03-015428-2

I. 美… II. ①中…②国… III. 工程技术-学术会议-文集
IV. TB-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 038580 号

责任编辑: 彭 斌 侯俊琳 邱 翥/责任校对: 陈丽珠

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 福瑞来书装·小朱

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社编务公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 10 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005 年 10 月第一次印刷 印张: 17 1/4

印数: 1—2 500 字数: 333 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

编译委员会名单

主 任：金国藩

副主任：柳百成

委 员：祖广安 沈 廉 董庆九 钱左生 刘 静

主 译：沈 廉

秘 书：冀 星

译者序

作为生产力的一个要素，工程技术把科学原理转变为改造世界的动力，是科学发现和产业发展联系的桥梁，是产业革命、经济发展与社会进步的强大杠杆。这种观念日益被人们深入地认识，正发挥越来越大的作用。

从 1994 年成立以来，中国工程院十分重视加强与各国工程院和其他相关的工程组织之间的交流与合作，以达到推动工程技术发展、为 21 世纪在我国全面实现现代化、进入发达国家之列的宏伟目标做贡献。无疑地，美国是当今世界上科学技术最先进的发达国家，在许多学科领域都居世界领先的地位，有许多成就与经验值得我们学习与借鉴。美国国家工程院(NAE)成立至今已有 40 多年历史，拥有 2000 多位院士和 200 多位外籍院士，其中不乏世界著名的科技巨擘。同样地，它也是举办各类学术活动最多的工程院组织，每年由它主办的活动多达百余项。“工程前沿研讨会”就是其中的一项重点活动，从 1995 年起，每年秋季举办，没有间断地持续至今。此项活动在美国国内取得了很好的效果，在国际上也产生了一定的影响，近年来，已经发展到分别与德国和日本每年合作举行一次形式接近的双边工程前沿研讨会。

从创办开始，“工程前沿研讨会”就具有如下特色：①基于科技的突破口常常出现在不同学科的交接面上的特点，研讨会致力于推动已做出成就的青年科学家和工程师接触其他领域的最新成就，从中得到启发，达到跨领域的学科交融与合作；②与会者都是来自科研生产第一线的年龄在 30~45 岁的学科领头人(包括教授、工程师与研究员)；③每届会议由项目组织委员会选定 4 个学科领域，每个领域又选出 3~4 个专题，每个专题请一位学者作为发言人，整个会议包括 15~16 个报告，会议总共限定 100 人参加，其余的代表参加讨论；④每一届会议都特邀一位有突出成就的资深望重工程专家(一般都是 NAE 院士)到会，在会议的宴会上，就有关工程文化、哲学、伦理及经济管理等热门话题发表讲演，传授自己的成功经验，增进两代人之间的沟通，这对于青年一代科技人员及工程师的未来事业发展具有重要的意义。

历届研讨会的报告与讲演文稿,经过收集整理,以《工程前沿》作为总书名由美国国家学术出版社(NAP)在第二年春季出版,至今已经出了10卷。

为了促进中国工程院与美国国家工程院之间的交流与合作,把美国国内最新的工程技术发展动态介绍给广大的中国工程科技工作者,也为了为我国工程技术学科建设与研究重点学科发展方向增加一份具有很高的参考价值的资料,六年前,中国工程院在国家自然科学基金会的支持下,决定共同把《工程前沿》这套系列丛书翻译整理出版。在已经出版的1995/1996、1997/1998和1999/2000合订本的基础上,本次出版的是近期的2001/2002合订本。参加本书的翻译与审校工作的人员主要是国家自然科学基金会和中国工程院以及清华大学的专业相近的科技专家。在此,对于他们对本书做出的贡献表示感谢。从本书开始,在每一篇译文后部列出了该文译、校者的姓名。还要感谢科学出版社的大力支持,对于参加本书工作的编辑人员所付出的辛劳表示由衷的感谢。最后,特别的感谢要给予美国国家工程院和令人尊敬的Wm. A. Wulf院长,正是由于他把本书中文版的版权赠给了中国工程院,才使得这套很有价值的丛书能够顺利地在中国出版。

由于本书科技内容新颖,涉及的许多概念和术语在国内是第一次出现和运用,翻译中也有时感到把握不准,因此,可以肯定本书在学术或语言上还存在不同的译法甚至误译。译者诚恳地欢迎读者指正,来信可寄北京市复兴路3号中国工程院研究室出版处(邮编:100038)转交。

编译委员会

2005年2月

目 录

译者序

美国国家工程院第七届工程前沿研讨会

组委会	3
前言	5
飞行技术的前沿：从大型到微型的极端空气动力学	9
主动的流动控制：下一代强有力的喷气推进气动力学	11
<i>Jeffrey W. Hamstra 和 Daniel N. Miller</i>	
微小型间谍飞机：下一代飞行机器人	17
<i>Stephen J. Morris</i>	
走向微型机械飞行器	28
<i>Ronald S. Fearing</i>	
民用系统	39
民用基础设施系统的动态规划和控制	41
<i>Feniosky Peña-Mora</i>	
不大可能并非不可能——不确定性情况下的决策	48
<i>Linda K. Nozick</i>	
民用基础设施系统的相互依存关系	55
<i>Miriam Heller</i>	
无线通信	65
未来无线系统设计面临的挑战	67
<i>Andrea Goldsmith</i>	
下一代无线移动因特网技术	72
<i>Rajiv Laroia</i>	
新兴的无线网络服务体系结构	77
<i>S. Muthukrishnan</i>	
无线综合网络传感器(WINS): Web 网接入现实世界	88

<i>Gregory J. Pottie</i>	
技术与人体	95
仿真技术在生命科学中的应用	97
<i>Thomas Paterson</i>	
瘫痪神经系统的重建工程	101
<i>P. Hunter Peckham</i>	
活细胞与微系统工程相融合	109
<i>Mehmet Toner</i>	
晚宴讲演	115
新时代的技术创新	117
<i>N. M. Donofrio</i>	
附录	123
作者简介	125

美国国家工程院第八届工程前沿研讨会

组委会	133
前言	135
21 世纪的化学与分子工程	139
基于普通燃料的燃料电池	141
<i>John M. Vohs</i>	
纳米结构中大分子的尺寸依赖性	148
<i>Juan J. de Pablo 和 Paul F. Nealey</i>	
计算流体动力学在过程工业中的作用	158
<i>David Lee Davidson</i>	
人员行为技术	167
人员因素	169
<i>Kim J. Vicente</i>	
地面交通中人为因素的作用	177
<i>Thomas A. Dingus</i>	
人因工程用于新型软件用户界面设计的建议	181
<i>Mary Czerwinski</i>	

人机交互前沿：直接脑界面	185
<i>Melody M. Moore</i>	
核能的未来	191
先进的核反应堆	193
<i>John F. Kotek</i>	
审核并构筑新的核工业基础设施	199
<i>Peter S. Hastings</i>	
核裂变电站——可持续的能源	210
<i>Marvin L. Adams</i>	
核技术领域的延伸	220
<i>James P. Blanchard</i>	
量子信息技术的挑战	231
量子密码	233
<i>Steven J. van Enk</i>	
离子阱量子计算	237
<i>Dietrich Leibfried</i>	
使用固体器件实现可扩展的量子计算	243
<i>Bruce Kane</i>	
晚宴讲演	249
数字通信的科学、技术及商业运作	251
<i>Andrew J. Viterbi</i>	
附录	259
作者简介	261

**美国国家工程院
第七届工程前沿研讨会**

组 委 会

主席：

Michael L. Corradini: 威斯康星大学麦迪逊分校工程物理系主任、核工程和工程物理学教授

成员：

David J. Beebe: 威斯康星大学麦迪逊分校生物医学工程系副教授

Sue McNeil: 依利诺伊大学芝加哥分校城市交通中心主任

Priscilla P. Nelson: 国家科学基金会工程学部土木与机械工程分部主任

Donald R. Nilson: 洛克希德·马丁航空公司工程技术与战略规划主任

John D. Norton: Medtronic 公司顾问科学家

Sharon L. Nunes: IBM 公司联合技术集团生命科学发展主任

Albert P. Pisano: 加利福尼亚大学伯克利分校电子研究实验室机械系统 FUNUC 主任

Venugopal V. Veeravalli: 依利诺伊大学 Urbana-Champaign 分校电气与计算机工程系副教授

Minerva M. Yeung: Intel 公司微处理器研究实验室媒体技术研究首席工程师、经理

工作人员：

Janet R. Hunziker: 项目官员

Mary W. L. Kutruff: 行政助理

Lance R. Telander: 高级项目助理

前 言

本篇是在美国国家工程院(NAE)第七届工程前沿年会上所发表论文的概要。在这次会议上,近 100 位年轻的工程学科的领头人聚会在一起,分享彼此在工程前沿上所开展的研究与技术工作。本届会议原定于 2001 年 9 月 13~15 日召开,但由于“9·11”事件,被临时取消并延期到 2002 年 3 月 1~3 日举行。大约有 85 位代表在新会期中出席了仍在加利福尼亚州欧文市贝克曼中心召开的此次研讨会。本篇收集的论文都是大会报告人准备用来发表的、略为扩展的概要。本篇及本系列前面各卷的内容,都体现了这个独特会议的指导思想,并高度概括了当今工程领域的某些令人鼓舞的发展。

工程前沿的目的

工程实践正在发生变化,工程师必须能够适应技术快速变革和全球化的环境,并在此环境中迅速成长。此外,工程的发展使更多的学科相互交融,工程前沿常常出现在各门工程学科的交叉点上,或者出现在传统上称为科学与工程界面上。因此,研究人员与实际工作者必须了解与掌握自己领域之外的这些交叉领域的发展与挑战。

在工程前沿会议的 3 天会期里,这个国家近 100 名最优秀的、年龄在 30~45 岁的工程师能够从他们的与会同伴那里了解到有关工程前沿的发展。深入并广泛观察工程领域的发展,这经常会产生出学科交叉应用的“亮点”。此外,会议把大学及研究机构、产业界与政府的工程师聚集在一起,使得他们有机会相互学习并建立个人的关系。通常在各自领域的学术会议上,多数人本来是没有会面机会的。我们希望建立的这种关系网将引导他们走向进一步的合作,促进新的技术转移和从一个工程领域向另一个工程领域的探讨。

每次会议的参会人数控制在 100 人以内,这样做的目的是使得这些经过提名竞争与严格挑选的参会者有较多的交流机会。每次会议的讲演

题目都由与参会者相同年龄段的工程师们组成的组织委员会选定。除了个别例外，一般每年都选出不同的题目，邀请不同的个人参加会议。

在工程前沿会议上，每一个讲演者面临的唯一挑战是：把他从事的领域中最令人激动的事情介绍给那些技术上富有经验但又不是同一专业领域的听众。为了实现这个目的，会议要求讲演者提供一份对自己领域的简单评述，其中包括：对本领域前沿的定义；对正在进行的实验、样机和设计研究的描述；对新工具、新方法的描述；对进展中研究的局限性和争论的认识；对最令人激动的成就的简要描述；在过去几年里面面临的最困难的挑战，以及对此项工作的理论、商业、社会意义和长远意义的概要说明。

第七届研讨会的内容

会议上提供的论文覆盖了 4 个极为广阔的领域：飞行技术的前沿、民用系统、无线通信，以及技术与人体。在“飞行技术的前沿”的专题会中，报告人分别讨论了下一代的喷气推进技术、微(小)型无人驾驶的飞行器(Mini-UAV)及人造的飞行昆虫的研究与发展。报告从熟悉的飞机技术谈起，逐步介绍了自治飞行器及微型机械飞行器等前沿概念及其研究进展，并指出这些进展将改变我们的旅行方式、国防及促进电子信息的收集与分享。第二个专题会是“民用系统”，内容集中提供通信与信息服务的系统、自来水与电力的供应、废弃产品的清除，以及从家庭生活到工作和各种其他活动的系统。在这些讨论中的共同话题是运行、维护及替代民用系统所需要的内在的学科交叉过程。报告人提到了工程师在开发和决策支持系统、基于计算机的监督控制、机器人及用新传感器与新材料来消除对已有民用系统的压力和满足新的需求时的作用。在第三个专题会“无线通信”中，报告人描述了用来提供多媒体服务的、价格便宜、普遍存在及集成的个人通信网络的关键课题和当代技术的发展；另一个题目是“无线通信与物理世界之间的相互作用”。每个报告人的报告中都涉及主题的某个方面：指导开发新技术的无线通信技术的基础理论框架；能实现普遍的无线移动接入的可靠通信基础设施；使新出现的无线应用得以实施的服务体系，以及把客观世界与通信网络连接起来的无线传感系统。在最后的专题会“技术与人体”中，报告人介绍了科

学与技术对我们的健康与幸福的重要性。专题以人体建模和仿真的概述及其如何改善人们对遗传疾病的认识作为开端；第二个发言介绍了使瘫痪病人能够行动的电子装置的研究；最后一个发言介绍了包括微制造技术和细胞相互作用在内的组织工程的最新进展。

美国国家工程院(NAE)诚挚地感谢对第七届工程前沿研讨会提供了支持的如下机构与组织：国防高级研究项目局(DARPA)、国防部 DDR&E 研究部、国家航空与航天局、微软公司、联合技术公司以及 Cummins 公司。NAE 也要感谢以 Michael Corradini 为主席的组织委员会各位成员为本届会议做的计划与组织工作。

