

FRONTIERS OF ENGINEERING

工程前沿

——美国国家工程院“工程前沿学术研讨会”1997年及1998年会议文集

中 国 工 程 院
国家自然科学基金委员会 编译



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

工 程 前 沿

——美国国家工程院“工程前沿学术研讨会”

1997 年及 1998 年会议文集

中 国 工 程 院
国家自然科学基金委员会 编译

清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书汇集了美国国家工程院举办的 1997 年、1998 年“工程前沿学术研讨会”会上发表的报告与讲话,内容反映了在生物力学、制造过程的传感器和控制、设计与制造的决策工具、智能交通运输系统、先进材料、机器人学、制造业中的仿真技术等最新研究进展情况,对我国科学研究、工程技术人员及高校教师、研究生、高年级学生有重要参考价值。

◎本书由美国国家工程院经中国工程院转授权我社出版发行。版权所有,翻印必究。

图书在版编目(CIP)数据

工程前沿:美国国家工程院“工程前沿学术研讨会”/美国国家工程院主编;金国藩译. —北京:清华大学出版社,2002

ISBN 7-302-05074-0

I. 工… II. ①美… ②金… III. ①生物工程-学术会议-美国-1997、1998-文集 ②信息技术-学术会议-美国-1997、1998-文集 ③机械制造-学术会议-美国-1997、1998-文集 ④材料科学-学术会议-美国-1997、1998-文集 IV. N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 011124 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 印张: 16.75 字数: 245 千字

版 次: 2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05074-0/Z·130

印 数: 0001~2000

定 价: 27.00 元

译者序

作为第一生产力的一个重要因素,工程科技是把科学原理转变成改造世界的能动力量,是建立在科学发现与产业发展之间的桥梁,是产业革命、经济发展和社会进步的强大杠杆。这一观念已经被越来越多的人所认识,发挥着重要的作用。

新中国成立、尤其是改革开放 20 年以来,规模宏大的工程建设高潮在我国不断兴起。作为 20 世纪最后十年我国科技界的一件大事,中国工程院于 1994 年正式成立。她以促进我国工程科技事业的发展,进而推动经济发展与社会进步,造福于全体人民作为其建院的宗旨。成立以来,中国工程院与中国科学院两院院士紧密联合起来,发挥集体智慧,积极参与国家宏观的发展研究、决策咨询、学术交流与人才培养,为经济建设和工程科技事业的发展做出了应有的贡献,受到国家与人民的赞誉,在科技界、产业界、教育界树立了良好的形象。中国工程院的诞生,也是在战后工程科技蓬勃发展的条件下、世界各国纷纷建立工程技术学术团体的影响与推动下的产物。工程院成立后,立即以更积极的姿态投身到各国工程科技大家庭的活动中,加强交流、促进发展、广交朋友、增进友谊。并于 1998 年正式参加了国际工程科技组织——国际工程与技术科学理事会,成为其一名活跃的成员。

不言而喻,美国的工程科技是当今世界最先进、最发达的,在众多领域中都处于“执牛耳”的地位。为了促进我国工程科技的发展,必须大量吸收与引进包括美国在内的各国先进的科学技术。同时,美国国家工程院(NAE)成立至今已经 40 余年,她有 2 000 多名院士和 200 多名外籍院士,其中不乏世界上最著名、最具影响力的工程科技巨匠。她也是在美国国内与国际间开展学术活动最多的学术组织之一,每年由她主办或参办的各类学术会议、研究咨询项目多达近百项。在开展咨询、组织学术活动及促进产业发展上,取得不少的经验与成果,值得我们参考与借鉴。中国工程院成立以来,十分注重与美国国家工程院的交流与合作,先后多次组团访问,尤其是 2000 年,宋健院长当选为美国国家工程院的外籍院士,并访问 NAE,参加 NAE 的年会,签署了两院合作备忘录,揭开了两院关系

II 译者序

新的一页,为今后加强合作与交流打下了坚实的基础。

“工程前沿学术研讨会”及会议文集是 NAE 组织的许多研究咨询与学术活动的一个重点项目。受美国国家科学院的“科学前沿”的启发,从 1995 年起,每年秋季在加州举办一届“工程前沿学术研讨会”,在会上发表的报告与讲话,经整理后,以“工程前沿”作为书名,于第二年春季由美国国家学术出版社(NAP)整理出版。至今已经举办了 7 届,先后共有 6 卷“工程前沿”出版。“工程前沿”的几个特点是:设立专门的组织委员会,每年从众多工程科技专题中选出 4 个在工程科技发展中取得重要突破的、重要的、而且多数是多学科交叉的专题作为本届会议的议题;会议的规模不大,总共 80~100 人参会,其中只有 16~17 人做主要发言,其余与会者参加讨论,经过严格挑选的讲演人年龄都在 30~45 岁之间、在各自学科领域崭露头角的第一线学科带头人;每届会议的招待会上都请一位曾经做出卓越贡献的德高望重的工程科学家(大多数是 NAE 的院士),就科技文化、道德、哲学、科技与经济的互动等带有普遍意义与影响深远的热门话题,在正餐会上对全体与会者做报告。通过这项活动增进了两代人之间的交流,有利于青年科学家开始他(她)们新的征途。会议也十分注意发挥女性工程科学家的作用,每年都有 2~4 名女科学家做讲演,她们做出的突出成就给全体与会者留下深刻的印象。

中国工程院从 2000 年开始在过去组织的各种报告会的基础上,开始了以“工程科技论坛”命名的系列报告会。一年来已经先后组织了 7 场,共有 40 多名院士与青年工程科学家在会上做学术报告,报告后开展了热烈讨论。这项活动在国内科技界、产业界产生了良好的影响。今后,中国工程院将把这项活动继续下去,不断提高它的质量和水准,逐渐形成自己的特色与品牌。

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,把美国最新的工程科技的发展动向和取得的成果介绍给中国广大的读者;也为工程科技领域学科建设与发展方向研究,提供一个有益的参考,国家自然科学基金委员会决定和中国工程院一起从 1995 年以来的每一卷工程前沿翻译整理出版。本次出版的是从 1995 年到 1998 年 4 卷文集,1999 年与 2000 年两卷正在编译中。为了做好这项工作,中国工程院成立了由金国藩院士为主译的编译委员会。参加翻译与校审工作的有来自中国工程院、国家自然科学基金委员会、原国防科工委、清华大学、北京航空航天大学、西北冶金研究院等全国十余个单位,几十位专家与青年科技工作

者。他们为本书的出版做出了重要的贡献,在此表示谢意,但由于人数较多,恕不一一列名。此外本书的出版也得到清华大学出版社的赞成和支持。编译委员会对于他们的劳动表示万分的感谢。本书的出版得到了美国国家工程院院长 Wm. A Wulf 博士的热忱协助,赞许将本书译成中文,并十分友好地把中译文出版权赠送给中国工程院。美国国家工程院的各位朋友,尤其是主管本项目的官员 J. R. Hunziker 女士,她给本书的翻译出版提供了许多帮助,在此一并表示感谢。

由于本书的内容新颖、术语较多、文字紧凑、难度较大,加上时间有些仓促,因此在翻译中仍有不少错误及不妥之处,恳请读者批评指正,以供我们在以后各卷的翻译中加以改进。

编译委员会
2001.9

编译委员会名单

主 译: 金国藩

副主译: 沈 廉

委 员: 祖广安、钱左生、董庆九

秘 书: 冀 星

目 录

工程前沿(1997 年)

第三届工程前沿研讨会(1997)组织委员会	3
前言	5
生物力学	7
概论	
Janie M. Fouke	9
细胞和细胞基质间相互作用的生物力学	
Farshid Guilak	12
力学因素对骨发育和骨适应的影响	
Marjolein C. H. Van der Meulen	18
骨移植的设计和技术	
Avram Allan Edidin	22
制造过程的传感器和控制	27
喷射的控制结构	
Angela L. Moran	29
光纤传感器的设计与应用	
Kent A. Murphy	34
化工生产的过程控制:一个工业上取得成功的事例	
Babatunde A. Ogunnaike	37
安全性与可靠性课题	45
空中交通管制建模	
Kathryn T. Heimerman	47
四级谐振爆炸物探测系统	
Timothy Rayner	56
无损检测在产品生命周期管理中的作用	
Harry E. Martz	61
概率风险分析面临的挑战	
Vicki M. Bier	78

设计与制造的决策工具	83
产品开发中的偏差风险管理	
<i>Anna C. Thornton</i>	85
制造能力的多指标评估	
<i>Angela Locascio</i>	91
智能交通运输系统	96
用于交通运输管理的智能信息	
<i>Christopher M. Poe</i>	97
全自动的高速公路系统	
<i>Akash R. Deshpande</i>	102
正餐讲演	109
同心协力,共创未来	
<i>Philip M. Condit</i>	111
附录	115
《1997 年工程前沿》作者简介	117

工程前沿(1998 年)

第四届工程前沿研讨会(1998)组织委员会	125
前言	127
生物医学中的生物材料与光学成像	131
组织工程中的分子整合和宏观范围	
<i>Linda G. Griffith</i>	133
人工蛋白:架设天然和人工合成大分子物质间的桥梁	
<i>David A. Tirrell</i>	138
利用相干光学断层扫描技术进行生物医学成像	
<i>James G. Fujimoto</i>	142
共聚焦反射显微镜:诊断皮肤癌不用活检	
<i>Milind Rajadhyaksha</i>	154
先进材料	165
材料设计和加工的计算材料科学的发展趋势	
<i>Sharon C. Glotzer</i>	167

VI 目录

制造高级集成电路用的新聚合材料结构的设计、合成、开发与集成	
Omakaram Nalamasu	176
新型薄板钢的发展	
John G. Speer	182
制造业中的仿真技术	191
下一代军用飞机发动机设计中仿真技术的作用	
Mark N. Glauser	193
仿真技术在成型铝件表面粗糙度研究中的作用	
Armand J. Beaudoin	197
机械性能评估方法和先进服务技术	
Jay Lee	204
机器人学	213
机器人学的发展简史	
Kenneth Y. Goldberg	215
机器人学的算法:运动设计展望	
Lydia E. Kavradi	218
仿生式移动机器人的力学、控制和应用	
Joel W. Burdick	223
火星漫游车自治导航的机器人感知	
Larry H. Matthies	228
协作机器人	
Michael A. Peshkin	235
正餐讲演	241
技术创新与美国的领导地位	
William J. Perry	243
附录	253
《1998 年工程前沿》作者简介	255

工程前沿

(1997 年)

第三届工程前沿研讨会(1997)组织委员会

主席: Robert H. Wagoner, 俄亥俄州立大学材料科学与工程系教授

成员:

Charlotte Chen-Tsai, 北美 Alcoa Closure 国际系统公司技术经理

Susan Corwin, 英特尔公司计算增强体系实验室主任

Connie L. Gutowski, 福特汽车公司 Windstar 底盘部门经理

Daniel E. Hastings, 美国空军首席科学家

H. Gene Hawkins JR., 得克萨斯 A&M 大学得克萨斯交通研究所研究
工程师

Paul Nielan, 国立 Sandia 实验室固体与材料力学部经理

Richard S. Parnas, 国家标准技术研究所高分子复合材料研究组组长

Elsa Reichmanis, 朗讯技术公司高分子与有机材料研究部部长

Sheri Sheppard, 斯坦福大学机械工程设计部副教授

Deborah L. Thurston, 伊利诺伊大学厄巴纳-尚佩恩分校一般力学系副
教授

Shawn M. Walsh, 美国陆军研究实验室材料工程师

工作人员:

Janet R. Hunziker, 项目官员

Mary W. L. Kuttruff, 项目助理

前 言

本书为美国国家工程院系列研讨会——工程前沿研讨会系列出版物的第三卷。第三届全国工程院工程前沿研讨会于1997年9月18日—20日在加利福尼亚州阿尔文市的贝克中心召开。101位来自工业界、学术界以及联邦实验室的工程学科带头人参加了此次盛会,聆听了发言并探讨了诸多工程学领域的开创性的研究和科技工作。会议要求与会发言者准备详细的摘要,这些摘要就是收入本书的论文。

工程前沿的目标

1994年,国家工程院理事会开创了工程前沿,第一届研讨会于1995年9月召开。工程科学不断变化的性质要求研究人员及从业人员同样通晓其他领域的发展和机遇,这是发起本次活动的主要动因。可以预料,为优秀的年轻工程师提供机会,聆听同行关于前沿的见解,将会有利于跨领域的合作及新技术、新方法的交流,并对建立下一代工程学科带头人之间的沟通大有裨益。

研讨会与会学者分别代表工业界、学术界和政府部门的各个工程领域。经过竞争激烈的提名和淘汰过程,他们才能有幸参加此次大会。为了最大限度地为与会学者提供合作与交流的机会,与会学者的数量相对较少,仅100人。每届年会的议题及发言者的选择工作是由组织委员会进行的。组织委员会由同样为30岁至45岁的同龄工程师作为目标邀请组成。

第三届研讨会的内容

研讨会的发言以下列五个领域的前沿研究和科技工作为主题:生物力学、制造过程的传感器和控制、安全和可靠性问题、设计与生产的决策工具以及智能交通系统。讨论则集中于以下题目:移植设计与技术、光学纤维传感器的设计与应用、四极谐振爆炸侦破系统、生产过程的多因素评

价以及自动化高速公路系统(参看目录)。会议要求与会学者的发言稍做改变以适应技术背景复杂但非该领域专家的听众,并就以下问题进行阐述:本领域的前沿是什么?已完成或正在进行的实验、样机及设计研究有哪些?采用了哪些新的工具和方法论?目前进展的局限是什么?该项研究工作的理论、商业、社会 and 远期价值是什么?

在过去几年里,与会学者来自各不相同的工程背景,使会场成了提问-回答的生动舞台,并在正式会议期间及会后展开讨论。1997 年的研讨会还包括一段综合性的会期,将集中讨论一些会议期间以及在贝克激光研究所调研活动中产生的有关政策的更为广泛的议题。

波音公司总裁和首席执行官 Philip M. Condit 在研讨会首晚的晚宴上做了发言,发言稿被收录于此书内。他集中阐述了当今时代的快速发展步伐,并强调指出与会学者应开阔视野向别人学习,包括向那些来自不同的工业领域或学科领域的学者学习。

对于过去的几届研讨会,从与会学者的反馈有力地肯定了工程前沿研讨会的价值。与会学者发现与来自其他部门和学科的工程师进行交流是一次拓展性的经历,至少,使他们了解其他领域学者及其见解,这在其他研讨会上是不会有。再者,许多学者指出研讨会上的发言和讨论对他们研究工作的某些方面大有益处。也有学者评价说,研讨会正在为达到此项活动所确定的目标奠定基础。

国家科学基金会、美国国防部、美国能源部、国家标准和工艺研究院为第三届工程前沿研讨年会提供了赞助。在此,国家工程院向以上赞助单位表示衷心的感谢,并向参与计划、组织本次活动的研讨会组织委员会的全体人员致谢。

生 物 力 学

