

工程前沿



美国国家工程院
“工程前沿学术研讨会”
2005 年会议文集

中 国 工 程 院 编 译
国家自然科学基金委员会



高等教育出版社

78-53

5612

:2005

工程前沿

美国国家工程院
“工程前沿学术研讨会”
2005 年会议文集

中 国 工 程 院
国家自然科学基金委员会 编译

高等教育出版社

© 本书由美国国家工程院经中国工程院授权高等教育出版社出版发行。

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”
2005 年会议文集/中国工程院, 国家自然科学基金委员
会编译. —北京: 高等教育出版社, 2007. 3
ISBN 978-7-04-020888-7

I. 工… II. ①中…②国… III. 科学技术—学术会议—
文集 IV. N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 027896 号

策划编辑 刘 英 责任编辑 刘 英 封面设计 刘晓翔
版式设计 刘晓翔 责任印制 张泽业

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中国农业出版社印刷厂

网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×960 1/16
印 张 14.25
字 数 250 000

版 次 2007 年 3 月第 1 版
印 次 2007 年 3 月第 2 次印刷
定 价 35.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20888-00

郑重声明 高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》, 其为人将承担相应的民事责任和行政责任, 构成犯罪的, 将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序, 保护读者的合法权益, 避免读者误用盗版书造成不良后果, 我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为, 希望及时举报, 本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010) 58581897/58581896/58581879

传 真: (010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址: 北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮编: 100011

购书请拨打电话: (010) 64014089 64054601 64054588

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2 000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”就是其中的一项重要活动，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）一般每届会议会特邀一位有突出成就的资深工程专家（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。

为了促进中国工程院与美国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参考价值的资料，中国工程院在国家自然科学基金委员会的支持下，决定共同把《工程前沿》这套系列丛书翻译整理出版。本次出版的是2005年研讨会的报告与讲演文稿。

为了丰富本书的内容，我们又选编了美国国家工程院组织编写的研究报告《工程研究与美国的未来》的部分内容，该研究报告是根据一个由来自企业和大学的15位专家组成的课题组的意见和判断撰写而成的。美国国家工程院开展这项研究是为了分析和说明当前美国工程科研工作的状况，以期提高人们对工程科研在保持美国技术领先地位中重要作用的认识。期望该研究报告能对我国的工程科研人员有所启示和借鉴作用。

参加本书翻译与审校工作的人员主要是国家自然科学基金委员会和中国工程院以及清华大学相近专业的科技专家，在每一篇译文后列出了该文译、校者的姓名。在此，他们对本书做出的贡献表示感谢。还要感谢高等教育出版社的大力支持，对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，特别要感谢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，来信可寄北京市西城区冰窑口胡同 2 号院中国工程院出版处（邮编：100088）转交。

编译委员会

2007 年 1 月

美国《工程前沿》

编委会

主 任：金国藩

副主任：柳百成 朱道本

委 员：沈廉 董尔丹 董庆九 丁养兵 刘静 朱蔚彤

目 录

工程前沿 美国国家工程院“工程前沿学术研讨会”2005 年会议文集

- 003 美国国家工程院第十一届工程前沿研讨会(2005 年)组织委员会名单
004 前言

标识和验证技术

- 009 导言
Stephen S. Intille, Visvanathan Ramesh
010 人脸识别面临的挑战
Peter N. Belhumeur
022 生物特征评估设计和人脸识别系统的挑战性问题
P. Jonathon Phillips
029 大规模行为识别系统
Matthai Philipose

发展中的社区工程

- 041 导言
Garrick E. Louis, Amy Smith
042 实用技术项目实施中的一些挑战——赞比亚 DISACARE 轮椅中心实例
Kurt L. Kornbluth, Philip Osafo-Kwaako
049 CDC 安全供水系统项目的工程投入
Daniele S. Lantagne
056 通过绿色工程原则实现可持续发展
Julie Beth Zimmerman
061 造福地球的科学与工程研究
Daniel M. Kammen, Arne Jacobson

复杂系统工程

- 073 导言
Luis A. Nunes Amaral, Kelvin H. Lee
- 076 复杂网络: 泛在性、重要性和内涵
Alessandro Vespignani
- 082 合成生物学展望
Jay Keasling
- 088 人类语言的种群动力学: 一个复杂系统
Natalia L. Komarova
- 097 基于 Agent 建模的决策工具
Zoltán Toroczkai, Stephen Eubank

未来的能源

- 109 导言
Allan J. Connolly, John M. Vohs
- 111 未来的能源
John K. Reinker
- 116 用于低成本太阳能电池的有机半导体
Michael D. McGehee, Chiatzun Goh
- 126 美国能源部对氢制备和存储的研究进展
Sunita Satyapal
- 136 燃料电池: 现状与未来挑战
Stuart B. Adler

正餐讲演

- 147 新世界的工程
Shirley Ann Jackson

附录

- 159 作者简介

工程研究与美国的未来:迎接全球经济的挑战

167	美国工程科研机构能力分析课题组成员名单
169	前言
171	致谢
173	概要
181	工程研究:创新的动力
204	参考书目评注
209	课题组成员简介

**工程前沿 美国国家工程院
“工程前沿学术研讨会”
2005 年会议文集**

美国国家工程院
第十一届工程前沿
研讨会(2005 年)
组织委员会名单

主席:

Pablo G. Debenedetti

普林斯顿大学化学工程系 1950 级讲座教授,系主任

成员:

Luis A. Nunes Amaral

西北大学化学与生物工程系副教授

Allan J. Connolly

GE 能源公司动力生成系统工程总经理

Stephen S. Intille

House_n 财团技术总监,麻省理工学院建筑系

Kelvin H. Lee

康奈尔大学化学与生物分子学工程学院副教授

Garrick E. Louis

弗吉尼亚大学系统与信息工程系副教授

Visvanathan Ramesh

西门子集团研究公司实时视觉和建模部部长

Amy Smith

麻省理工学院 Edgerton 中心讲师

John M. Vohs

宾州大学化学与生物分子工程系 C. V. Patterson 讲座教授,系主任

工作人员:

Janet R. Hunziker

高级项目官员

Virginia R. Bacon

高级项目助理

前言

■从 1995 年开始,美国国家工程院 (NAE) 启动了工程前沿项目,每年把大约 100 名国家工程界年轻的领导人集中到一起来研讨不同工程领域的最前沿的研究与技术工作。在 2005 年 9 月 22~24 日,美国国家工程院在纽约州 Niskayuna 市 GE 公司的全球研究中心举办了第十一届美国工程前沿研讨会。会上要求每个发言者对他的研究成果准备一份较详细的概要,会后被整理成为本书。本书的内容和它的已成系列的以前各卷,都是为了表达与传递这个独特会议激动人心的情景,并强调今天工程研究前沿的发展。

工程前沿项目的目的

工程实践在不断地变化与发展,工程师们不仅必须能够在快速发展的技术环境中成长,而且也必须善于在多学科交叉的团队里工作。前沿研究正在各个工程专业之间交叉开展,因此,成功的研究人员与实践者必须了解自身以外的其他领域的发展和挑战。

在历时三天的美国工程前沿研讨会上,这个国家 100 名最优秀最聪明的年龄在 30~45 岁间的工程师有机会从他们的同伴那里了解到很多工程领域正在进行的开创性工作。希望通过这种在不同工程领域交流最新发展的信息将会导致产生出可以应用于某个特殊领域的思想与认识。此外,研讨会也为来自不同学术机构、产业、政府及各种不同工程专业的工程师提供了彼此接触的机会,并可能从那些在自己学术范围内一

般是不可能见面的人那里学习。这种联系网将引出进一步的协作,也推进了新技术与方法的转移。会议希望对于许多工程领域最新发展的信息交流将会引发将它们应用在具体领域上的新视点。

每届会议的与会者人数被限定在 100 人,这是为了使在与会者之间能有更多的机会接触与交流。每届会议议题与发言人的选定由一个组织委员会确定,该委员会的成员也同样是 30~45 岁的工程师。每年的会议都选出不同的题目(但也有极少例外)和不同的参加者。

在工程前沿研讨会上的发言者必须把他们面临的挑战讲述给那些在技术上成熟但却不是同行专家的听众们,并与他们交流在工作中最激动人心的一些内容。要求每一位发言者提供对于他(她)的领域的简要综述,定义本领域的若干前沿,描述实验、样机以及设计研究,还有新的工具、方法及存在的限制和矛盾,以及总结概括他(她)的工作的长远意义。

2005 年的研讨会

2005 年度研讨会的 4 个总的专题包括:标识和验证技术、发展中的社区工程、复杂系统工程以及未来的能源(参见目录)。

标识和验证技术专题是建立在新颖且价格便宜的传感器大量涌现以及快速计算机及智能化算法的基础上的,而这些算法改善了监控能力,使得它能够辨识并跟踪目标物和人员。在本专题中有两篇都是谈及脸部的识别系统——一篇是概述并强调存在的各种困难,另一篇给出了各种挑战问题和在自动脸部识别中的独立评估问题。第三篇集中于 RFID 和行动识别上的进展,以及在改善老年人生活质量方面的应用前景。

第二专题,发展中的社区工程,提出了工程用来脱贫和推进可持续性的各种挑战和机会。这组文章包括:一篇描述赞比亚 DISACARE 轮椅项目——一种技术如何能够被采用来解决地区条件的实例;一篇是关于在疾病

控制和预防中心的安全饮水系统项目中的工程进步的影响；一篇通过绿色工程对可持续发展的讨论；一篇有关发展中国家的太阳能电力的市场说明了产生可持续科学——一种指导性的科学原理的价值。

各类新陈代谢路线和生态系统做了什么？互联网，以及 HIV 感染传播具有普遍性吗？复杂系统的工程化专题将来回答这些提问。文章提供了那些使我们能够更加系统地来解决由复杂系统所引出的各种挑战的理论与实验工具的概述。发言者描述了网络理论——一种最能看得见的、并可以被用来描述、分析和掌握复杂系统的知识体成分的崛起；生物学系统的工程化；基于代理的建模，它可以被用来研究各种各样的系统：蚁群的群居、金融系统中交易人的行为、郊区成长的交通模式以及流行病传播。还有一篇附加的有关语言改革的数学模式文章，它被列入最初的计划中，但是并没有到会发言，也被收入在本卷中。

最后一个专题为未来的能源，包括：基于有机物的太阳能电池，由美国能源部负责的氢的生产和存储研究，以及燃料电池的未来。

每一年，将请一位杰出的工程师在会议第一天的晚宴上发表讲演。今年的讲演者是 Shirley Ann Jackson 博士，伦塞勒工学院的校长，她发表了一篇名为“新世界的工程”的令人激动的讲话。她联系起了在培养与鼓励未来的工程师和科学家创新能力的重要性上，我们所面临的诸多关键课题。她讲话的全文收入本书。

NAE 对给予“2005 年美国工程前沿研讨会”支持的如下机构及个人表示深深的感谢，包括：GE 公司，美国空军科学研究办公室，国防高级研究计划署，美国国防 DDR&E 研究部，美国国土安全部，国家科学基金会，微软公司，Cummins 公司，以及 John A. Armstrong 博士和其他个人捐赠人。NAE 也要对以 Pablo Debenedetti 教授为主席的本届会议组织委员会的每一位成员（名单见卷首）为策划和组织这次会议做出的贡献表示深深的谢意。

标识和验证技术