

# 工程前沿

——美国国家工程院“工程前沿学术研讨会”1995年及1996年会议文集

中国工程院

国家自然科学基金会

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”

1995 年及 1996 年会议文集

中 国 工 程 院  
国家自然科学基金会 编译

清 华 大 学 出 版 社

# (京)新登字 158 号

## 内 容 简 介

本书汇集了美国工程院对 20 世纪 90 年代末世界生物技术、工业制品设计与制造、城市环境工程、信息技术、微机电系统等工程前沿学科最新进展的报告。对我国工程研究与技术人员具有重要参考价值。

©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”1995 年及 1996 年会议文集/美国国家工程院主编;金国藩译. 北京:清华大学出版社,2001

ISBN 7-302-05019-8

I. 工... II. ①美... ②金... III. ①生物工程-学术会议-美国-1995、1996-文集 ②信息技术-学术会议-美国-1995、1996-文集 ③机械制造-学术会议-美国-1995、1996-文集 ④材料科学-学术会议-美国-1995、1996-文集 IV. N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 079815 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: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 印张: 13.5 字数: 220 千字

版 次: 2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05019-8/Z·129

印 数: 0001~2300

定 价: 22.00 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组织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

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”为名,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、科技与经济相互影响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任主译的编译委员会。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 博士的鼎力协助,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

# 目 录

## 工程前沿(1995 年)

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 首届工程前沿研讨会(1995)组织委员会.....            | 3  |
| 前言.....                              | 5  |
| 生物技术进展.....                          | 9  |
| 新医药分子生物处理的进展                         |    |
| 定向进化:创造未来的生物催化剂                      |    |
| <i>Frances H. Arnold</i> .....       | 11 |
| 大规模的细胞培养工程                           |    |
| <i>John G. Aunins</i> .....          | 15 |
| 医用材料和光学的进展                           |    |
| 构建释放生物制剂的自装配系统                       |    |
| <i>Alan S. Rudolph</i> .....         | 19 |
| 病变组织的光谱诊断                            |    |
| <i>Rebecca Richards-Kortum</i> ..... | 23 |
| 工业制品的设计与制造 .....                     | 27 |
| 从纳米到大尺寸的材料、产品和加工的设计                  |    |
| 设计过程新的设计工具                           |    |
| <i>David C. Gossard</i> .....        | 29 |
| 通过纳米工艺制备的设计材料                        |    |
| <i>Jackie Y. Ying</i> .....          | 31 |
| 铸造过程的智能设计                            |    |
| <i>Jamal Righi</i> .....             | 36 |
| 大规模系统集成                              |    |
| <i>Patrick M. Shanahan</i> .....     | 39 |
| 城市环境工程 .....                         | 43 |
| 危险、有毒、放射性废物的新处理方法                    |    |
| 危险废物的生物处理                            |    |
| <i>Joseph B. Hughes</i> .....        | 45 |
| 有害废弃物的新型化学处理                         |    |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <i>Christopher J. Nagel</i> ..... | 48 |
| <b>城市空气质量和汽车</b>                  |    |
| 机动车排放与空气质量                        |    |
| <i>David L. Hofeldt</i> .....     | 55 |
| 混合型电动车                            |    |
| <i>David Brigham</i> .....        | 59 |
| <b>信息技术</b> .....                 | 63 |
| <b>互联网</b>                        |    |
| 分布式计算                             |    |
| <i>David A. Patterson</i> .....   | 65 |
| 因特网的通信与信息                         |    |
| <i>Anita Borg</i> .....           | 68 |
| <b>超宽频通信</b>                      |    |
| 下一代用户接入网络                         |    |
| <i>T. E. Darcie</i> .....         | 72 |
| 半导体激光器和光通信                        |    |
| <i>Kam Y. Lau</i> .....           | 76 |
| <b>晚餐讲演</b> .....                 | 79 |
| 被忽略的工程师的职责                        |    |
| <i>William J. Spencer</i> .....   | 81 |
| <b>附录</b> .....                   | 87 |
| 《1995 年工程前沿》作者简介 .....            | 89 |

## 工程前沿(1996 年)

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>第二届工程前沿研讨会(1996)组织委员会</b> ..... | 95  |
| <b>前言</b> .....                    | 97  |
| <b>设计研究</b> .....                  | 101 |
| 变革时代的车辆设计                          |     |
| <i>Connie L. Gutowski</i> .....    | 103 |
| 基于性能的抗震设计程序的发展                     |     |
| <i>Sharon L. Wood</i> .....        | 108 |
| 设计过程中的信息                           |     |
| <i>Alice M. Agogino</i> .....      | 112 |



## VI 目录

---

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 产品模块化:生命周期设计的关键              |     |
| Kosuke Ishii .....           | 116 |
| 设计与显示的可视化.....               | 121 |
| 可视化飞行器气动设计                   |     |
| Steve Bryson .....           | 123 |
| 飞行器设计和制造中的虚拟现实与增强现实          |     |
| David W. Mizell .....        | 126 |
| 应用于高性能计算和通信的虚拟现实的前沿          |     |
| Maxine D. Brown .....        | 129 |
| 三维物体形状和外观的数字化技术              |     |
| Marc Levoy .....             | 134 |
| 微机电系统.....                   | 143 |
| 微机电系统(MEMS)                  |     |
| Kaigham J. Gabriel .....     | 145 |
| 制造技术和大规模生产的挑战                |     |
| Karen W. Markus .....        | 152 |
| MEMS 的大规模市场应用                |     |
| Eric Peeters .....           | 157 |
| MEMS 设计的前沿                   |     |
| Kristofer S. J. Pister ..... | 163 |
| 材料及加工过程的创新.....              | 167 |
| 多孔材料:结构、性质和应用                |     |
| Lorna J. Gibson .....        | 169 |
| 硅卫星                          |     |
| Siegfried W. Janson .....    | 177 |
| 新型铁电体复合陶瓷材料                  |     |
| Louise C. Sengupta .....     | 180 |
| 由网状置换反应得到的相互连续的复合材料          |     |
| Glenn S. Daehn .....         | 185 |
| 正餐讲演.....                    | 189 |
| 组织机构文化和个人事业发展                |     |
| John A. Armstrong .....      | 191 |
| 附录.....                      | 201 |
| 《1996 年工程前沿》作者简介 .....       | 203 |

# 工程前沿

(1995 年)



## 首届工程前沿研讨会(1995)组织委员会

**主席:** Robert A. Brown, 麻省理工学院工程学院院长

**成员:**

Shira L. Broschat, 华盛顿州立大学电子工程与计算机科学系副教授

Constance J. Chang-Hasnain, 加州大学伯克利分校电子工程与计算机科学系教授

Charotte Chen-Tsai, 国际 Alcoa Closure Syatem 公司北美区技术经理

Dale W. Compton, 普度大学工业工程学院教授

Stephen W. Draw, Merck & Co. 公司疫苗技术与工程部副总裁

Jeffrey A. Hubbell, 加州理工学院化学与化工分部教授

William J. Kaiser, 加州大学洛杉矶分校电子工程系教授

Joseph R. Laia, Jr., Los Alamos 国家实验室能源技术项目办公室副主任

Ponisseril Somasundaran, 哥伦比亚大学化工、材料科学与矿业工程系主任、教授

Stewart W. Taylor, 贝克特国家公司高级工程科学家

John C. Wall, Cummins 发动机公司 R&D 副总裁

**工作人员:**

Janet R. Hunziker, 项目官员

Wen-Chia M. Lee, 项目助理

020221

# 前 言

1995年9月21日—23日,来自工业界、学术界和政府实验室的90多位优秀的年轻工程师参加了第一届美国国家工程院工程前沿研讨会。此次大会由美国国家工程院组织并主持,与会学者就以下四个领域的前沿研究和开创性的技术工作作了发言并进行了讨论:生物技术领域的进展;商品的设计与制造;城市环境工程以及信息技术。为了宣扬研讨会的宗旨、介绍本次会议的内容、突出美国优秀年轻工程师开创性的研究和技术工作,本书收录了研讨会论文的摘要。

## 此次活动的起源和目标

此次活动由美国国家工程院理事会首先发起,效仿1994年召开的美国国家科学院研讨会系列——科学前沿研讨会,组织了工程前沿研讨会系列。众所周知,工程学领域正随着方方面面跨专业的发展以难以置信的速度在进步,这是举办这次活动的根本动因。因此,召集不同领域的年轻优秀工程学科带头人(年龄在30岁至45岁之间),让他们思考本专业以外领域前沿的发展与问题,将会有利于跨领域的合作及新技术、新方法的交流。

材料工程领域的跨学科活动就是很好的例子。它在航天、汽车、生物材料、化学、电子、能源、金属和通信等许多工业中起着非常重要的作用。一些由于对材料研究的进步而引发的跨领域的应用体现了跨传统工程学界限的合作的价值:

一种称为自旋玻璃磁性材料的确定及其相互作用的方式,导出了神经网络的概念并被计算机科学家应用于分布式数据存储的研究中;

光学材料的进步被应用到信息技术、能源技术(由非晶硅制成的太阳能电池)以及化学过程技术等相关领域(激光);

压电聚合物正被应用在超灵敏度声纳、高温防火编制品、非粘性表面、可回收感压性能高的附着物以及药品胶囊制剂(国家研究委员会,

486060

1989,83 页)。

虽然在工程领域一直存在跨学科之间的合作,但是当今时代新兴技术的特点,以及在日趋激烈的竞争环境中学科交叉的工艺和新产品创造所带来的挑战,迫切要求工程师互相了解彼此的学科领域,并加强跨领域之间的合作。

### 第一届工程前沿研讨会的内容

1995 年 9 月召开的研讨会主要讨论了以下问题:光谱法在病变组织诊断中的应用;波音 777 大规模系统集成;危险废弃物的生物处理;因特网上的交流与信息(参看目录)。所有发言被要求稍做修改以适应于那些技术交叉、而非单一领域专家的听众。虽然,与会学者的工程知识领域各不相同,但每当一个问题提出后,与会者都积极参与讨论,进行了生动活泼的交流。

与会学者在研讨会召开的当晚上就聆听了 William J. Spencer 所做的讲演,并为之激动。Spencer 先生是 SEMATECH 的总裁和首席执行官。他为年轻的工程师提出了许多关键性的问题,尤其指出工程师应该向公众宣传工程技术给人类带来的种种益处。与会的其他资深工程师也针对各讨论议题提出了一些有价值的见解。

除了正式会议外,会议为与会人员提供了充裕的会下交流的机会。用餐、休息以及晚间活动都为与会学者提供了交流的场所。这是本次大会最具特色之处。

与会学者对于本次工程学前沿研讨会给予了高度评价。一些与会学者认为,此次大会的价值体现在:一方面使得来自不同的工程领域和部门、尚处在事业开始腾飞阶段的工程师们聚集在一起;另一方面,此次大会集中讨论了目前工程师共同关心的问题。许多与会学者非常感谢大会提供了一个与其他部门的工程师进行交流的机会,例如,来自校园的工程学教师与来自工业领域的工程师进行交流等。很多与会学者表示:由于与会学者高质量的发言及表现的卓越才能,使得他们受到鼓舞,并对自己所从事的事业更加感到骄傲。

美国国家科学基金会、国防部、国家标准和工艺研究院、工程基金会以及国家工程院基金为第一届工程学前沿研讨年会提供了支持和赞助。

在此,美国国家工程院向以上支持与赞助单位表示衷心的感谢,并向参与策划、组织本次活动的研讨会组织委员会的全体人员致谢。

## 参 考 文 献

Materials Science and Engineering for the 1990s. Washington D. C. : National Academy Press, 1989.



