

# 2020 年工程人才报告 暨 2020 年工程教育报告

THE ENGINEER OF 2020:

VISIONS OF ENGINEERING IN THE NEW CENTURY

EDUCATING THE ENGINEER OF 2020:

ADAPTING ENGINEERING EDUCATION TO THE NEW  
CENTURY

美国国家工程院 著  
蔡先金 杜 斌 等译

中国海洋大学出版社

CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

美国科学院出版社

The National Academies Press

THE ENGINEER OF 2020: VISIONS OF  
ENGINEERING IN THE NEW CENTURY

EDUCATING THE ENGINEER OF 2020: ADAPTING  
ENGINEERING EDUCATION TO THE NEW CENTURY

2020 年工程人才报告  
暨 2020 年工程教育报告

美国国家工程院 著

蔡先金 杜 斌 等译

中国海洋大学出版社  
China Ocean University Press  
美国科学院出版社  
The National Academies Press

# **THE ENGINEER OF 2020**

## **VISIONS OF ENGINEERING IN THE NEW CENTURY**

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING  
*OF THE NATIONAL ACADEMIES*

THE NATIONAL ACADEMIES PRESS  
Washington, DC  
**[www.nap.edu](http://www.nap.edu)**

# **EDUCATING THE ENGINEER OF 2020**

---

**ADAPTING ENGINEERING EDUCATION TO THE NEW CENTURY**

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING  
*OF THE NATIONAL ACADEMIES*

THE NATIONAL ACADEMIES PRESS  
Washington, DC  
**[www.nap.edu](http://www.nap.edu)**

### 图书在版编目(CIP)数据

2020年工程人才报告暨2020年工程教育报告/美国国家工程院著;蔡先金等译. —青岛:中国海洋大学出版社, 2008.12

书名原文: The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century

Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century

ISBN 978-7-81125-259-0

I. 2… II. ①美…②蔡… III. ①工程技术—人才—培养—研究报告—世界—2020②工科(教育)—研究报告—世界—2020 IV. TB G648.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第214034号

出版发行 中国海洋大学出版社  
社 址 青岛市香港东路23号 邮政编码 266071  
网 址 <http://www.ouc-press.com>  
电子信箱 [cbsebs@ouc.edu.cn](mailto:cbsebs@ouc.edu.cn)  
订购电话 0532-82032573(传真)  
责任编辑 纪丽真 电 话 0532-85902342  
印 制 日照报业印刷有限公司  
版 次 2008年12月第1版  
印 次 2008年12月第1次印刷  
成品尺寸 170 mm×230 mm 1/16  
印 张 14.25  
字 数 230千字  
定 价 30.00元

**THE NATIONAL ACADEMIES PRESS 500 Fifth Street, N.W. Washington, DC 20001**

NOTICE: This publication has been reviewed according to procedures approved by a National Academy of Engineering report review process. Publication of signed work signifies that it is judged a competent and useful contribution worthy of public consideration, but it does not imply endorsement of conclusions or recommendations by the National Academy of Engineering. The interpretations and conclusion in such publications are those of the authors and do not purport to represent the views of the council, officers, or staff of the National Academy of Engineering.

Funding for the activity that led to this publication was provided by the National Science Foundation, NEC Foundation of America, SBC Foundation, and Honeywell International, and the National Academy of Engineering Fund.

International Standard Book Number 0-309-09162-4 (Book)

International Standard Book Number 0-309-53065-2 (PDF)

Copies of this report are available from the National Academies Press, 500 Fifth Street, N.W., Lockbox 285, Washington, D.C. 20055; (800) 624-6242 or (202) 334-3313 (in the Washington metropolitan area); online at <http://www.nap.edu>.

Copyright 2004 by the National Academy of Sciences. All rights reserved.

**THE NATIONAL ACADEMIES PRESS 500 Fifth Street, N.W. Washington, DC 20001**

NOTICE: To arrive at the findings and recommendations of this report, the National Academy of Engineering has used a process that involves careful selection of a balanced and knowledgeable committee, assembly of relevant information, and peer review of the resultant report. Over time, this process has proven to produce authoritative and balanced results.

This material is based upon work supported by the National Science Foundation under Grant No. 0242173, with contributions from the Hewlett Packard Company, the General Electric Foundation, and the National Academy of Engineering Fund. Any opinions, findings and conclusions, or recommendations expressed in this material are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the sponsoring organizations.

**Library of Congress Cataloging-in-Publication Data**

Educating the engineer of 2020 : adapting engineering education to the new century / National Academy of Engineering of the National Academies.

p. cm.

ISBN 0-309-09649-9 (pbk.) — ISBN 0-309-55006-8 (pdf) 1. Engineering—Study and teaching (Higher)—United States. I. National Academy of Engineering.

T73.E37 2005

620'.00711—dc22

2005023673

Additional copies of this report are available from the National Academies Press, 500 Fifth Street, N.W., Lockbox 285, Washington, DC 20055; (800) 624-6242 or (202) 334-3313 (in the Washington metropolitan area); Internet, <http://www.nap.edu>.

Copyright 2005 by the National Academy of Sciences. All rights reserved.

Printed in the United States of America

## 目次

## 上部 2020 年工程人才报告——新世纪的工程愿景

国家学术机构·····	(2)
鸣谢·····	(3)
“2020 年工程师项目”委员会·····	(4)
工程教育委员会·····	(5)
审查委员会·····	(6)
前言·····	(7)
行动纲领·····	(9)
1 工程实践的技术背景·····	(13)
2 工程实践的社会、全球及专业背景·····	(31)
3 2020 年工程师的志向·····	(46)
4 2020 年工程师的特质·····	(50)
结束语·····	(54)
附录·····	(55)
1. 设想·····	(55)
2. 在社会背景下的生物技术革命·····	(60)
3. 自然界干扰技术周期·····	(63)
4. 全球冲突还是全球化?·····	(67)

## 下部 2020 年工程教育报告——适应新世纪的工程教育

国家学术机构·····	(70)
鸣谢·····	(71)



“2020 年工程师项目”第二阶段工作委员会 .....	(72)
工程教育委员会 .....	(73)
审查委员会 .....	(74)
前言 .....	(75)
行动纲领 .....	(77)
1 再审第一阶段 .....	(81)
2 作为序曲的往昔 .....	(86)
3 迈向 2020: 导引策略 .....	(88)
4 通向未来的指向标 .....	(103)
5 建议 .....	(118)
附录一 .....	(123)
1. 合作教育简论: 历史、理念和现况 .....	(123)
2. 支持工程教育的信息技术: 绿田联盟的启示 .....	(130)
3. 工程教育联盟项目 .....	(142)
4. 从无到有: 富兰克林—欧林工程学院课程体系的创建 .....	(153)
5. 简论历史上工程教育改革的模式 .....	(165)
6. 为职业计划做准备: 美国的工程教育 .....	(182)
7. 工程学学位、项目以及认证体系的国际认可 .....	(185)
附录二 .....	(193)
1. 紧紧抓住想象力: 工程教育工作者的改革迫在眉睫 .....	(193)
2. 全球性的工程师 .....	(197)
3. 经济学的重要性 .....	(201)
4. 2020 年及其以后的工程师教育 .....	(205)
附录三 .....	(214)
国家工程院“2020 年工程师规划”国家级教育峰会 .....	(214)
译者后记 .....	(219)

上部

2020 年工程人才报告

——新世纪的工程愿景

## 国家学术机构

——为国家在科学、工程以及医疗方面提供咨询

**国家科学院**是一个私营、非营利、自我滚动发展、致力于科学与工程研究的由杰出学者组成的团体,它致力于科学与技术的拓展性研究以及科技用于普遍福祉的开发。鉴于 1863 年国会通过的相关章程的权威性,国家科学院具有为联邦政府在科学与技术事务方面提供咨询的义务。布鲁斯 M·埃尔伯茨(Bruce M. Alberts)博士是国家科学院的院长。

**国家工程院**建立于 1964 年,遵循国家科学院的章程,是一个由杰出工程师组成的与国家科学院平行的机构。在行政事务和会员发展上,它具有自主权,与国家科学院一样承担着为联邦政府提供咨询的责任。国家工程院还可以承担旨在满足国家需要的工程项目,专注教育和研究,表彰具有杰出成就的工程师。Wm·A·沃尔夫(Wm. A. Wulf)博士是国家工程院院长。

**医学研究院**是由国家科学院于 1970 年成立的,目的是为了给公共卫生相关的政策事务审查领域提供适合专业且又杰出的会员服务。该研究院执行国家科学院的会议章程中规定的相关责任,即为联邦政府提供咨询,并根据自己的意见去甄别医疗保健、研究和教育相关的各种观点。哈佛 V·菲纳博格(Harvey V. Fineberg)博士是医学研究院院长。

**国家研究委员会**是由国家科学院于 1916 年组建,目的是为了更广泛地协调科学与技术类社团,以便弘扬科学院遵循的有关拓展知识和为联邦政府提供咨询的宗旨。按照科学院制定的总方针行事,委员会在为政府、公共领域以及科学和工程类社团提供服务方面已经成为国家科学院和国家工程学院两者的原则性运作机构。该委员会接受国家科学院、国家工程学院和医学研究院的联合行政管理。拉尔夫 J·希瑟隆(Ralph J. Cicerone)博士与 Wm·A·沃尔夫博士分别担任国家研究委员会主席与副主席。

[www.national-academies.org](http://www.national-academies.org)

## 鸣 谢

### 关于霍尼韦尔国际公司

霍尼韦尔(Honeywell)是一家多元化的高科技制造企业,在下述领域居于领先地位:航空产品和服务,建筑、家居与工业方面的控制技术,汽车产品,发电系统,特种化学品,纤维,塑料和先进材料。公司一直致力于提供优质的产品、集成系统解决方案,以及向世界各地的用户提供服务。霍尼韦尔产品触及大多数人的日常生活。该公司的慈善捐赠由霍尼韦尔国际基金会负责监管。目前该基金会正聚焦于三个战略领域:家庭安全与保障、住房与居住以及科学与数学教育。

### 关于美国 NEC 基金会

美国 NEC 基金会成立于 1991 年,由 NEC 及其美国子公司赠资 1000 万美元组成。赠资所产生的收入捐赠给美国的非营利组织,用于确保个人的技能随着技术的升级而提升,并从个人和社会层面的创新去服务于国家。自 2003 年 3 月 1 日起,该基金会专门为残疾人提供技术服务。

### 关于美国国家科学基金会

美国国家科学基金会(NSF)由国会成立于 1950 年,是唯一的致力于支持教育以及所有科学和工程学科领域进行技术和基础研究的联邦机构。该基金会的使命是确保美国在科学发现和新技术的发展方面保持领先地位。为了增强国家的创新能力、支持财富的创造力和改善生活质量,美国国家科学基金会致力于促进美国工程的进步。

### 关于西南贝尔基金会

西南贝尔(SBC)基金会致力于支持那些有利于提升 K-16 教育统一体的重要地位的项目和组织,自 1984 年成立以来,该基金会已贡献超过 2.03 亿美元在全美国范围内用来资助教育事业。西南贝尔基金会支持的项目旨在增加获得信息技术的机会,扩大技术培训和专业技能开发,并集成新技术以促进教育和经济的发展。该基金会是一个独立的实体,并接受来自于 SBC 通信公司以及 ABC 旗下的所有公司的捐资。

## “2020年工程师项目”委员会

G·韦恩·克拉夫(国家工程院)主席,佐治亚理工学院  
爱丽丝 M·阿高吉诺(国家工程院),加州大学伯克利分校  
小乔治·坎贝尔,库珀促进科学与艺术联盟  
詹姆斯·查韦斯,桑迪亚国家实验室  
大卫·O·克雷格,瑞来能源公司(Reliant Energy)  
小琼斯·B·克鲁斯,(国家工程院),俄亥俄州立大学  
佩吉·搁斯曼,全国公共广播电台  
丹尼尔·E·黑斯廷斯,麻省理工学院  
迈克尔·J·海勒,加州大学圣迭戈分校  
德伯勒·G·约翰逊,弗吉尼亚大学  
阿兰·C·凯(国家工程院),惠普公司  
塔里克·M·哈利勒,迈阿密大学  
罗伯特·W·拉克(国家工程院),泰科第亚技术公司(Telcordia Technologies, Inc)  
约翰·M·穆尔维,普林斯顿大学  
沙龙·L·努内斯,国际商用机器公司  
亨利·彼特罗斯基(国家工程院),杜克大学  
苏·V·罗瑟,佐治亚理工学院  
欧内斯特·T·斯默敦(国家工程院),亚利桑那大学

### 项目联络人

史蒂芬·W·迪瑞克特(国家工程院),美国密歇根大学

### 国家工程院项目办公室成员

帕特里夏·F·迈迪,研究主任  
乔丹·J·巴鲁克,研究员  
马修·卡亚,项目助理(截至2003年3月)  
蓝斯·戴维斯,项目办公室执行干事和代理主任  
伊丽莎白·霍伦贝克,实习生  
弥敦·卡尔,项目助理  
杰米·奥斯忒罗哈,实习生  
艾里克卡·里德,实习生  
普洛克特·里德,项目办公室副主任

## 工程教育委员会

史蒂芬·W·迪瑞克特(国家工程院),主席,密歇根大学  
艾丽斯·M·阿格季诺(国家工程院),加州大学伯克利分校  
安加·伯斯(国家工程院),华盛顿州立大学  
安东尼·布莱特,哈维穆德学院  
巴里·C·巴克兰(国家工程院),莫克研究实验室  
G·韦恩·克拉夫(国家工程院),佐治亚理工学院  
迈克尔·克拉迪尼(国家工程院),威斯康辛大学麦迪逊分校  
杰尼弗·辛克莱尔·柯蒂斯,普渡大学  
罗德尼·卡斯特,伊利诺伊州立大学  
詹姆斯·W·戴利(国家工程院),马里兰大学学院公园  
露丝·A·大卫(国家工程院),安色公司  
安·Q·盖茨,德克萨斯大学埃尔帕索分校  
兰迪·黑里彻斯,微软公司  
罗莎琳·霍布森,弗吉尼亚联邦大学  
巴里·V·约翰逊(国家工程院),维拉诺瓦大学  
拉里·V·麦金太尔(国家工程院),莱斯大学

### 当然成员

布鲁斯·艾尔伯茨(国家科学院),国家科学院院长  
哈维·菲内伯格(国际移民组织)医学研究院院长  
乔治·M·C·费雪(国家工程院),国家工程院主席  
希拉·E·威德诺尔(国家工程院),国家工程院副院长  
Wm·A·沃尔夫(国家工程院),国家工程学院院长

## 审查委员会

按照国家科学院同意的程序,本报告交由来自不同背景的技术专家予以独立审查。该独立审查的目的是为了提供公正而客观的评价,以便有助于权威委员会和国家工程院制定出尽可能完善的公共报告,同时确保该报告在完成该项计划中能够从客观、务实和负责的角度达到既定的标准。为了保护整个缜密而诚实的过程,审查评价的内容和草稿处于保密状态。

约翰·A·阿里克,顾问

大卫·P·比林顿,普林斯顿大学

詹姆斯·J·杜德斯坦德特,美国密歇根大学

舍拉·E·科恩斯,欧林学院

宾杜·N·拉哈尼,亚洲开发银行

爱德华·D·拉佐乌斯卡,华盛顿大学

阿尼斯·N·米奥里斯,波士顿科学博物馆

切里·A·默里,朗讯科技

罗伯特·M·内里木,佐治亚理工学院

舍里·谢帕德,斯坦福大学

### 审评监测报告人

小C·丹·缪特,马里兰大学学院公园

## 前 言

“2020 年工程人才报告”全力展望未来,并凭借已有的知识试图去预测未来工程师扮演的角色。既然我们对于这件事情的本身感兴趣,那么我们的工作也就是旨在为今后美国工程教育的定位提供一个可以运作的架构,这样我们就可以把事情做在前面,而不是等时间流逝之后才试图做出延迟的反应。这项研究并不是唯一的,有些其他团体也正在做一些类似的努力,甚至最近已经完成了类似的研究。国家工程院(NAE)的工作与它们不同,它考虑到对于工程学所有不同分支尊重的问题,并可能从最广泛的视野对于这些分支予以审视。其基本关注点是放在这个国家未来的本科工程教育,但是它那种对于工程实践的全方位的了解以及在全球的背景下考虑工程教育的做法受到人们的赞赏。

该项目是由国家工程院的工程教育委员会启动与负责的,项目分为两部分:第一部分是关于 2020 年工程与工程师工作愿景的探讨,这一阶段的研究工作最终形成了这个报告;第二部分将会对于工程教育予以审视,并探究作为未来工程师的必备条件。这个报告将为第二阶段的讨论提供架构。

2001 年 12 月,国家工程院院长成立了该项目指导委员会,以便指导该项工作。次年该委员会举行了 4 次会议,并于 2002 年秋季在马萨诸塞州伍兹霍尔举行了一个为期 3 天的旨在研讨未来工程学的“研讨会”(workshop),与会的 35 名成员分别代表了各种不同的学科、年龄组和观点,菲尔·康迪特(Phil Condit)、布兰·弗伦(Bran Ferren)、雪莉·安·杰克逊(Shirley Ann Jackson)作了主旨发言。

会议开始的时候,与会者一致认为,预测未来是不可能的。所以,与会者采用基于设想的战略规划的方式(scenario-based strategic planning),目的是为了广泛地思考那些可能影响未来的有关事件和问题。彼得·施瓦茨(Peter Schwartz),一位知名作家和战略规划顾问,担任会议主持人和协调人。在“研讨会”期间,审议了四种设想,其中每一项都被认为可以捕捉到对于未来可能展开的方式产生显著影响的趋势。所有的设想都承认在技术上即将突破的领域,如纳米技术、生物技术、材料、计算机和物流,不论其他条件如何,都将是引起变革的因素。当然,到 2020 年的时候,这些设想有可能



完全反映出来,也有可能部分反映出来,更有可能一点也没有表现出来。但是,通过这一研讨过程大家的目的已基本达到,这将有助于我们扩大对于未来的可能性的觉察,也有助于在这些方面思考工程学的未来。这些设想都审视了转型期的变革,这种变革来自于一些科技前沿问题给人们带来的生活方式的转变,而这些科技前沿问题包括生物技术的重大突破、重大自然灾害、在宗教原教旨主义不断驱动下的世界分裂。

研讨会结束后,指导委员会成员受命承担起起草书面报告的任务。最后一次委员会会议是于 2002 年 12 月举行的,主要是审查写作组的工作。最终起草的报告应考虑到那些在研讨会上的主旨演讲、讨论、设想以及指导委员会对于那些可能显著影响工程学未来进程的新技术而达成的共识。继最后一次会议之后,指导委员会的一个小组承担起报告出版的编辑任务。

值得注意的是,本报告为 2020 年工程师提出了具有前景的展望,并且为那些具有抱负的工程师描绘出了到 2020 年时所要匹配的特质。在工程行业愿意面对未来的一切可能性并为此做好准备的前提下,最后两章表达出了一种大胆而乐观的情绪。

摆在我们前面的挑战是既要考虑大学的工科学生应该学习什么内容才能为未来做好准备,又要考虑如何才能实施与现在有所不同的教学。这方面的想法,将通过来年的一个新的研讨会进行研讨,并通过指导委员会的持续工作来完成。