

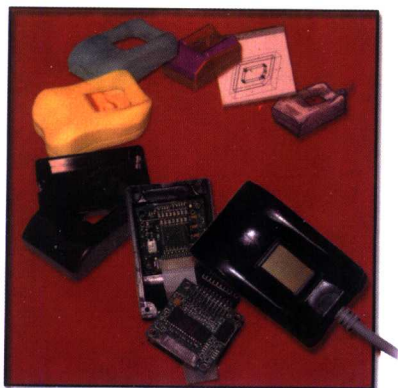
国外大学优秀教材——工业工程系列（翻译版）

21 世纪制造

[美] Paul Kenneth Wright 著

冯常学 钟骏杰 范世东 王贤烽 译

21ST CENTURY
MANUFACTURING



PAUL KENNETH WRIGHT



国外大学优秀教材——工业工程系列（翻译版）

21 世纪制造

[美] Paul Kenneth Wright 著

冯常学 钟骏杰 范世东 王贤烽 译

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

进入 21 世纪,电子商务、产品设计和制造正向全球化发展,并越来越依靠网络进行集成。本书围绕新产品开发的主题展开:市场分析,商务计划,产品设计,原型制造,详细设计,外协加工及最后投放市场。本书的重点是制造技术,不仅介绍了传统的金属类产品的制造,还包括了原型制造、塑料产品制造、半导体制造、计算机制造及生物技术。同时,本书还介绍了技术管理方面的内容,强调了市场策略及从商业的角度看待制造。

本书内容广泛而实用,写作风格活泼、新颖,并附有复习资料及案例分析,很适合用做工业工程、机械企业及企业管理专业的高等院校教材。

Simplified Chinese edition copyright © 2004 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English language title: 21st Century Manufacturing, by Paul Kenneth Wright, Copyright © 2001

EISBN: 0-13-095601-5

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice-Hall, Inc.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macao).

本书中文简体翻译版由培生教育出版集团授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2002-2457

本书封面贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

21 世纪制造/(美)莱特(Wright, P. K.)著;冯常学等译. —北京:清华大学出版社, 2004

(国外大学优秀教材 翻译版. 工业工程系列)

书名原文: 21st Century Manufacturing

ISBN 7-302-08374-6

I. 2… II. ①莱… ②冯… III. 机械制造工艺—高等学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 026097 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 宋成斌

文稿编辑: 曾 洁

封面设计: 傅瑞学

版式设计: 肖 米

印 刷 者: 北京四季青印刷厂

装 订 者: 北京国马印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印张: 29.5 字数: 605 千字

版 次: 2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-08374-6/TB·72

印 数: 1~5000

定 价: 39.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

原作者中文版序

很荣幸能为本书中文版作序。我们因能被如下一些制造主题所激励而感到幸运：工程设计、快速成形、自动化以及它们在机械装置、电子及生物技术中的应用。想必我们都稍稍感觉到了我们正在改变全球商务的进程。

我从 1995 年开始编写这本书，用做现在美国加州大学伯克利分校称为“高科技产品设计与快速制造”这一课程的教材。该课程中的许多学生都在为自己能在硅谷和其他地区工作做准备。作为教师，我当时感觉到有责任“重新定义”制造的范畴，以融会机械制造、半导体制造、计算机装配及生物技术。

也许更为重要的是，我当时想“特别强调产品开发、良好设计实践和制造工艺之间的决定性的关系”。在欧洲工业革命期间（大约始于 1780 年），“产品在一个地方设计”而“产品的手工制造与装配”则在欧洲（后来在美国）原材料丰富及劳动力便宜的其他一些地方完成是很普遍的。从此，这种设计与制造在地理上的分工就一直占主导地位。

然而，在我亲身经历的美国和英格兰，我似乎感觉到这种设计与制造之间的决定性联系已于 20 世纪 70 年代至 90 年代初期之间或多或少地失去了。结果，有些产品设计得非常优秀却制造得很差（当我在英格兰成长期间，有名的美洲虎牌汽车就具有以上这一名声！）；或者，有些产品设计得较差，但制造却相当有效（在我读大学期间教室里的那些木制椅子则是这类中的一个例子！）。因此，我希望如图 2.1 所示的本书之核心哲学能保证我们对设计与制造集成的这一目标。在 21 世纪，Internet 给我们提供了更多的机会来最大限度地利用世界各国的技术、各自竞争优势和自然、经济资源。与此同时，基于 Internet 的设计与制造也给设计者自身在分享设计意图与制造知识库交流方面带来了挑战。正是从这个意义上讲，我一直都很重视制造的实际动手经验。在设计与制造阶段，我一直试图唤醒自己对我祖父所具有的精湛手工技艺（见第 7 章开始部分）的注意。我知道在中国文化里，道教是很重视制造的这些手工技艺的。我不敢冒昧地对中国文化作任何一些仔细的描述。因此，请允许用我自己的英格兰文化中我所喜欢的诗人 D. H. 劳伦斯（Lawrence）的一段诗来作总结：“人们用觉醒的双手制造的物品啊，人们用温和的生命换

来的物品啊,将在岁月的流逝中经过许多双手的接触仍然保持觉醒,并继续不断地发热发光许许多多年。”作为制造界的人们,让我们不管“基于 Internet 的高速制造”是多么精彩而去制造具有以上这些特征的物品吧。

然而,对那些为 21 世纪制造的魅力所迷惑的人来说,我们的的确确处在一个非常精彩的时期。为此,我热忱地感谢 Bradley 大学的冯教授在发起和翻译此书过程中所作出的各种努力,并希望此书的翻译将激励更多的学生和技术人员来涉身产品的设计与制造。

保罗·赖特

于(加利福尼亚州)伯克利

2001 年 8 月 24 日

中文版序 1

制造工业是重要的基础工业,是国民经济发展的先导部门。历史的实践已一再证明:先进的制造工业在国民经济发展中起着何等重要的作用。过去是这样,现在是这样,将来也还是这样。

当然,由于现代科学技术的迅猛发展,特别是由于微电子技术、计算机技术、网络技术,或者说,信息技术的迅猛发展,制造工业已发生了而且还在继续发生极为深刻的变化:制造技术与信息技术的紧密结合,特别是与计算机技术的紧密结合,使现代制造技术所拥有的技术较以往远为高,远为新,远为广,远为复杂而先进。这一深刻的变化是一股强大的潮流与一个严峻的挑战,而且这一股潮流与这一个挑战是不应抗拒的,也是不可抗拒的。“顺之者昌,逆之者亡”,这是无法改变的现实。

这一深刻的变化反映在:制造理论、制造技术、制造工程、制造工业的面貌与内容发生了根本性的变化。过去,理论上主要以力学作为基础,实践上主要以经验作为基础;现在,作为基础的理论远不限于力学,还有系统论、控制论、信息论、传感理论、信号处理理论、微电子学、计算机学、生物学、管理学等,作为实践的基础远不限于经验,而且还涉及各有关的学科,同时,本身也在形成自己的学科体系——制造理论、工艺理论。制造产品的性质也在发生重大的变化,新的制造产品在不同程度上都同信息技术相结合,取代、延伸、加强与扩大人脑的部分作用。制造产品的种类与品种正日新月异,老的正在脱胎换骨,新的不断问世,几乎“无所不包”、“无孔不入”,大有令人瞠目结舌之势。与此相适应,制造技术正在彻底改造,广泛采用各种高新技术,特别是微电子技术、光电子技术、计算机技术、网络技术(即信息技术),甚至生物技术,从数控化走向柔性化、集成化、智能化,因而成为现代科技前沿热点之一。与此相适应,企业的管理也在发生根本性的变化,从以产品为主的管理发展到以面向市场、面向商务的信息为主的管理。

这一深刻的变化带来了制造业的勃勃生机,引起了对制造的更深层次的认识和理解。正如本书所展现的,制造不仅仅只是一门技术,也不仅仅只是一门科学,制造还是一种艺术,是一种文化。21世纪制造的发展和变化将是令人炫目的,令人无法想象的,并且它将

强有力地支持现代科学技术的发展,深刻地影响人类社会的进步。

我深信,冯常学教授这一译著必将有助于中外学者的相互交流与紧密合作,有助于我国制造事业的发展与进步。我热烈祝贺此译著的出版,向原著作者 Paul Wright 教授和译者冯常学教授等致以敬意。谨为之序。

中国科学院院士 杨叔子
华中科技大学教授

2001 年 8 月 1 日

中文版序 2

社会在飞速发展,科技在突飞猛进,制造科学与技术正在发生日新月异的变化。

制造是人类历史发展和文明进步的动力。制造业一方面创造价值,成为社会财富的主要创造者和国民经济的主要来源;另一方面,如果从国民经济各个部门包括国防和科学技术进步和商务的角度来看制造,人们可以得出如下结论:制造活动远不只是金属切削和晶片蚀刻,制造将越来越变为整个广义的社会“企业”的一部分。

21 世纪的今天,以电子技术、信息和计算机技术、自动化技术、人工智能技术、新材料与生物技术等为核心的新一代工程技术的迅猛发展,给人们描绘了一幅未来信息社会的壮丽图景。这些新技术在制造领域的广泛渗透、应用与衍生,正在使制造业的面貌发生翻天覆地的变化。微电子技术、控制技术、信息与计算机技术、传感技术、生物技术跟机械科学和技术的交叉、融合和迅速发展,逐步形成了制造科学与技术的许多新成果、新观念与新理论。

21 世纪,随着网络技术、虚拟现实和电子商务的发展,制造业正向人们展现出愈来愈诱人的前景和广阔的发展空间。本书英文版作者保罗·赖特着眼于今天的技术及将来的制造业,以一种全新的视角来审视制造;以一种崭新的观念来介绍制造;以一种系统和科学的观点推出制造的新理念。作者从描述制造的一般原理入手,详细介绍了机电产品开发周期中所需的各种主要制造技术(如产品分析、计算机辅助设计与制造、快速成形等),以及面向 21 世纪的一些重要制造业(如半导体制造、计算机制造、金属与塑料产品制造等)。此外,作者还分别用两章就生物工程技术以及制造中的技术管理,为读者介绍制造的崭新领域与观念。我深信,任何一个读者,详细阅读和学习本书后,必然对制造这一概念有一种豁然开朗和回味无穷之感;对 21 世纪制造科学与诱人前景,一定会油然而生一

种为之奋斗,为之刻苦学习和钻研的精神。

冯常学教授多年从事制造的教学和科研,在美国学习和工作仍情系制造,不忘伟大中华人民共和国制造科学技术的兴旺与发展,我们真诚地感谢冯博士的辛勤劳动、科学态度和奉献精神。

武汉理工大学校长 周祖德

2001 年 8 月

中文版序 3

非常荣幸能为冯常学教授等为祖国的读者翻译的这本书作序。

制造是创造人类物质财富的重要手段,制造业是我国的支柱产业。21 世纪制造业的发展趋势是全球化和网络化。现代制造科学技术是振兴我国制造业的基础。21 世纪初制造科学技术发展的总趋势是交叉、综合化;数字、智能化;微型、精密化;清洁、高效化和柔性、集成化。一方面,它将在与信息科学、材料科学、管理科学、生命科学等学科的交叉中得到发展;另一方面,它将在解决制造工程实际的关键科学问题中而不断得到完善。因此,与此相联系的面向信息产业的光电子器件的微纳米精密制造、微型机电系统的设计与制造、基于网络驱动的产品设计及数字制造、智能机械系统、仿生机械及机器人中的机械学问题、现代制造系统的理论及技术、精密高效低成本加工和成形技术等就成为现代制造科学研究的主要领域。

本书正是新世纪向读者展示在制造领域颇具新见解的一本新著。在这本著作中,除了传统的制造内容外,给人耳目一新的还有计算机制造、生物技术制造、网络驱动的制造(e-manufacturing)和快速原型制造(RPM)等。计算机制造中的科学技术问题在中国是一个薄弱点,随着制造全球化和我国信息产业的迅速发展,我国计算机制造技术将有很快的发展,这本书将为我国此领域的研究提供重要参考。快速原型制造是近 10 年来制造科技最有代表性的新发展,这种制造不仅一改传统去除式加工成形为堆积式加工成形,更重要的是它将计算机与电子、激光与材料、化学与物理、设计与制造等学科相融合,成为一种多学科融合的制造技术,RPM 是现代制造科学的一个亮点。网络驱动的制造所涵盖的领域更宽,包括电子商务、虚拟设计、网络协同设计与制造等,它将我们带入未来虚拟网络的梦幻般的时代。

美国在制造科学技术领域有许多先进之处,值得我们学习,保罗·赖特的《21 世纪制造》一书就是其中之一。我相信,此书的出版将使读者获益匪浅;它将激发学生读者对制造的更大兴趣和理想;它将激励制造领域的学者,为促进现代制造科学的发展作出更多的贡献。

中国国家自然科学基金委员会材料与工程学部机械工程学科主任 雷源忠

2001 年 9 月于北京

译者的话

正值世纪交替之际,世界各国都争先出版能代表 21 世纪的各种文献,以对刚刚过去的 20 世纪作出总结,并对刚刚到来的 21 世纪进行憧憬。一个国家要在经济上赶上和超过世界先进水平,制造业不可不先行。因此,刚一得到由美国 Prentice Hall 出版社出版的《21 世纪制造》一书,冯常学教授就看中了该书的新颖性和对中国工科教育与制造业发展的实用性。经两个月的阅览与思考,他毅然决定将该书引荐给自己祖国的同行。

决定翻译此书的第一条主要原因是,该书采用了与其他常见教科书不同的风格。例如:它强调了用全局的观点,特别是从商业的角度来看待制造;它强调将制造放到从市场研究,到设计构思与设计美学,到原型制造与批量生产,最后到营销策略的制定这一大环境中去进行分析和思考;它还以作者及其在加州大学伯克利分校的同事们开发的 CyberCut 等网站为例子强调了 Internet 与万维网对制造的影响。出于以上考虑,该书每章开头讲述一种制造技术在企业总体中的地位,末尾再从技术管理的角度对本章所介绍的技术进行分析与综合。第二个主要原因是,它增加了生物技术(第 9 章),初创高科技公司要注意的问题(第 2 章),制造史(第 1 章),制造未来展望(第 10 章),计算机制造(第 6 章)以及半导体制造(第 5 章)这几章。特别是第 1 章和第 10 章的内容,必将对中国的工科教育与制造业的发展起到启发作用。第三个主要原因在于,冯常学教授对原作者保罗·赖特(Paul Kenneth Wright)教授的工作早有敬意。早在他刚到美国留学的 1991 年,经杨叔子教授介绍,他就拜读了当时还任教于卡内基梅隆大学的赖特教授与人合著的《机器智能》一书,并选择了著名的智能制造专家安德鲁·库萨克(Andrew Kusiak)教授为自己的导师攻读了博士学位。有趣的是,库萨克教授 1990 年由 Prentice Hall 出版社出版的《智能制造系统》一书的中文版也由清华大学出版社于 1993 年出版。库萨克教授是《智能制造学报》的发起主编,他从 1987 年起一直担任该学报主编至今。第四个主要原因是,钟骏杰副教授当时正有意到冯常学教授任教的 Bradley 大学做访问学者,而且王贤烽博士当时已经在 Bradley 大学从事博士后研究,这对一些名词术语的翻译及中文输入都将会有所帮助。另外,为方便同国内的联系和在保证质量的前提下满足进度要求,我们

还特邀了我们多年的同事范世东博士参与本书的翻译工作。

以上四个原因的前两个说明了该书的重要性与新颖性,而后两个则增加了该翻译项目的可行性。于是,为避免本书中文译本的重复及保证整个翻译工作的顺利进行,冯博士直接跟原书作者和 Prentice Hall 出版社,以及国内一些出版社进行了联系。

据赖特教授本人介绍,他出生于伦敦,取得英国伯明翰大学机械工程博士学位,并在剑桥大学从事过博士后工作(1978 年)。先后任教于新西兰的奥克兰大学(1975—1978),美国的卡内基梅隆大学(1979—1987),纽约大学(1987—1991),以及加州大学伯克利分校(1991 至今)。他的博士和博士后工作主要集中于金属切削分析。在卡内基梅隆大学任教期间主要从事机器人与人工智能方面的研究。20 世纪 90 年代迁至位于硅谷附近的加州大学伯克利分校后开始从事开放式结构机床控制器与基于 Internet 的制造等方面的研究至今。他现在是该校机械工程系的 A. Martin Berlin 教授、高科技管理项目主任及工学院副院长。他先后参与他在伯明翰大学的博士生导师 E. M. Trent 所著《金属切削》一书第 4 版的修改,与 D. A. Bourne 合著《制造智能》(1988),以及编著 2001 年出版的本书英文版。在本书翻译过程中,该书英文版荣获了美国制造工程师学会(SME)2001 年度的最佳著作奖。

本书翻译分工如下:原作者中文版序,英文版原序,英文版致谢,目录,第 1 章,第 4 章,第 10 章由冯常学教授完成;第 3 章,第 5 章以及附录由钟骏杰副教授完成;第 6 章,第 8 章以及第 9 章由范世东博士完成;第 2 章由王贤烽博士完成。另外,姚玉南讲师翻译了第 7 章,并于范世东博士出差期间协助做了许多联系工作。各章初稿于 2001 年 7 月底翻译完毕后由冯常学教授花了 1 个月统一审阅与校订。冯常学教授完成的部分还由钟骏杰副教授进行了交叉阅校。此外,清华大学出版社曾洁等人对书稿整体做了审校。由此可见,该书的完成是一个合作项目。尽管如此,冯常学教授愿意承担各种遗漏与错误的责任。

本书翻译过程中,为统一名词术语和所采用的主要参考文献列于书末以供读者对照。为便于读者理解,特别是有关美国文化、产品名及厂家名,本书翻译中还添加了一些注解,希望对读者能有所帮助。对一些人名的翻译,我们主要参考辛华编《英语姓名译名手册》及高玉华等编的《英语姓名词典》,在该参考文献中找不到的情况下则以《新英汉词典》或《金山词霸》为准。我们在人名第一次出现时给出中文译名,并将相应英文名附于括弧内,以后再遇到该人名时,则只给出其中文名。但对于常见人名及地名,则直接给出其中文名,例如马克思、旧金山等。

本书译者由衷感谢华中科技大学的杨叔子院士,武汉理工大学的周祖德校长以及中国国家自然科学基金委员会机械工程学科的雷源忠主任在万忙之中抽出时间为中文版作序。我们还感谢原书作者美国加州大学伯克利分校机械工程系的 P. K. 赖特教授为本书中文版作序,并感谢他及时地帮助我们解决了翻译中遇到的一些疑难问题。特别感谢冯

常学教授所在的 Bradley 大学工学院工业与制造工程系及武汉理工大学余家头校区在该书翻译期间为译者们所提供的一切方便。Prentice Hall 出版社的原书英文版责任编辑 Laura Curless 女士和国际部的 Lucy Petermark 女士也及时提供了许多帮助,在此一并表示感谢。另外,武汉理工大学余家头校区的安江涛、罗清兵、赵俊刚、杨勇虎和李华等给范世东博士提供了不同的帮助。最后,我们必须感谢我们的太太和孩子们在本书翻译期间给了我们理解、帮助和支持。

由于本书所涉及的知识面较广,新的名词术语又较多,原作者所采用的对话式写作风格,且翻译人员较多而时间极其仓促,因此,尽管我们作出了最大的努力,书中遗误仍在所难免,望广大读者见谅并不吝指正,以便本书重印时给予改正。来信请用电子信箱: cfeng@bradley. edu 或 songchb@tup. tsinghua. edu. cn。另外,有兴趣与赖特教授和冯教授直接进行交流的读者请分别访问他们的主页 <http://kingkong. me. berkeley. edu/people/pwright. html> 和 <http://hilltop. bradley. edu/~cfeng/>。与该书有关的教学材料存放在 http://kingkong. me. berkeley. edu/html/Me221/index_me_221. html。

冯常学、钟骏杰、王贤烽

范世东

于美国伊利诺伊州皮奥里 Bradley 大学 于武汉理工大学余家头校区

2001 年 8 月

英文版原序

本书着眼于今天的技术及将来的制造业。它详细介绍了产品设计过程和快速成形技术,并概述了与当今家用电子及机电产品相关的制造技术。由于生物技术带给制造业潜在的广阔的就业前景,本书增加了这一章。本书在介绍众多制造技术的同时,对技术管理作了相应讨论。

21 世纪的制造将是什么样

可以预见到我们可能会对电子商务、产品设计及自动化制造持相同的乐观态度。

可以相当肯定地是,21 世纪的 Internet 及万维网(WWW)的能力将得到巨大的增强。基于虚拟现实和触摸式界面,未来的顾客可能会“走进”电脑去体验一件运动衫的质地手感,然后决定邮购。可以非常肯定地说,键盘将会消失。因此,客户可借助于声音触发式会话系统跟虚拟销售人员进行洽谈,以确定产品的批量(批量很可能少至一件)、大小、颜色和价格,并要求对这种完全定制设计的产品进行连夜加工和迅速送货。另一方面,服装设计师也许已经将漂亮服装的电脑图形直接发送至自动裁剪厂,这些图形悄悄地静候用户选择。一旦被选中,复杂精密的裁剪机和工业机器人将自动开启,并顺利地为一位 21 世纪的顾客定制制作好服装。事实上,今天所说的大规模定制(mass customization)生产正适合于描述以上情形。

21 世纪开始,电子商务、产品设计和制造正朝全球化的制造企业发展,并越来越多地依靠万维网进行集成。可靠的电子支持系统和及时的用户配送机制意味着设计服务与制造厂家可以分别开设在不同的国家。难道只是不同国家?可能还会是不同星球呢。可以预见,到 22 世纪,人类会在遥远的外星球上探索任何未知的矿产。这些矿产将会当场进行部分加工,然后制造成最终用户产品,并提供给太阳系或甚至太阳系以外的人们取用。下面这个火星制造公司的网址可能现在就要抢先注册:〈Mars-manufacturing.com〉。

以上这些描述其实是一种很务实的远见。这正如 20 多年前电视片里描述底特律汽车生产线上的焊接机器人一样现实。Internet 和万维网今天指数般地发展似乎会进一步

扩展我们个人所能想像的范围。例如,我们可以想象电脑在线购物和定制产品设计及服务。我们的自然想像力将会超出好莱坞式的设计室与自动制造系统。这些设计室与自动制造系统可能会遍布于整个太阳系并由所谓的“太空企业”内的控制室所遥控。

21 世纪制造的经济范畴

基于以上对于未来的构想,哪些内容将包括在大学一级的制造课程里面呢?将来的学生应该了解什么呢?有什么值得兴奋和激动的呢?

要回答以上问题,必须先提及一些经济范畴的话题。在刚刚过去的 10 年里,一些新约束施加给了各个制造厂商。对基本的制造工艺的熟悉与高效利用仍然会非常重要,但仅此是不够的。同样地,进一步引用新的自动化与机器人技术以降低工厂一级的劳动成本仍然很重要,但也还不够。

今天的制造商们所感到的压力大多来自全球化的竞争。另一方面,消费者也进一步意识到了商品选择的重要性。以下引用的一段来源于英国的《经济学家》杂志,它强调了用户选择的影响力:

“假设 10 年前一位顾客走进了一家录像带租卖店去寻找 Betamax 格式的录像带。虽然每人都会同意索尼的 Betamax 是比较好的标准,但是,VHS 格式的录像带具有巨大的销售能力,用户正是看中了它的这一点。因为用户需要的是可从商店的三面墙放置的 VHS 格式录像带中选择,而不是一面墙放置的 Betamax 格式录像带那么少的选择。”

由此我们可以得出另一个结论。一家制造商要想在 21 世纪成功,光在技术上过硬是不够的。它还必须对市场变化非常敏感,必须给顾客提供最革新的产品、最好的价格以及最佳的全方位服务。

我为什么编著这本书

像所有 20 世纪 70 年代的著名工学院一样,我就读的英格兰伯明翰大学当时对每种制造过程的机理的研究进行得相当深透。我的毕业论文发表了我对一些新的温度测量方法的发现,这些方法可用来测量刀具切削边缘的温度,并以此来推断宇航合金加工过程中的刀具磨损模式。后来在剑桥大学做博士后时,我和我的同事们制作了用透明的蓝宝石刀具进行金属切削的电视片,由此来研究刀具与被切削金属之间的摩擦。事实上,我认为这些工作非常有趣。于是,在没有取得任何新进展的前提下,我作为教授的前些年就是讲授这些话题。后来,特别是 1990 年左右,当我搬迁到美国伯克利及硅谷后,我认识到这些单独的制造过程学习(无论是金属制造工艺还是半导体制造工艺)似乎已经不再足以给那些即将去英特尔、惠普、IBM 及最近的一些基于 Internet(.com)的新兴公司工作的学生提供足够的准备。今天,尽管这样学生毕业后还会继续从事下一代的半导体、电脑、磁盘驱动器及各种外设和消费产品的制造,但他们的日常工作会涉及对这些机电产品的产品

设计、原型制造及批量制造,而不仅是对某一种工艺的机理进行深究和完善。

由此,我们需要培养这些即将进入产品开发乃至制造管理的学生对制造业的更全局的观念。该书的编著正是基于以上考虑而开始的。于是,本书的第1,2章综述了制造史、它的现状和对集成化的需求,并总结了一些基本原则。这两章所讲述的材料也可以在其他一些专门介绍制造工艺一般知识的优秀文献中找到(见第1章末的文献清单)。

进入第3章以后,本书开始采用了与其他课本不同的处理方法。通常,其他制造方面的课本先对材料的特性进行概述。接下来,如果以机械类专业为对象,则概述一些力学基础;如果以电类专业为对象,则概述电子基础。然后,再对各种制造工艺过程逐个地进行详细讨论。最后,再提及一些制造系统方面的话题,以将前面介绍的各种工艺过程联系起来。然而,以上这种处理方法对今天的学生来讲似乎具有一种缺陷。实践证明,今天的学生最开始可能会从制造技术方面的工作做起,用不了几年则往往会从事技术管理工作。

对于这些将来的技术管理人员而言,“制造”一词远远不只是指基本的制造工艺过程,而且会泛指市场分析、产品设计、生产规划、制造(包括外协加工)、运输与销售、售后服务,最后,具有足够的灵活性以便能为6个月以后的新产品重组整个工厂。当然,有人也可能说这些本来就一直如此。但是时至今日,市场变化的步伐如此之快,产品先进入市场是如此关键,以至于赋予了我们教师更大的使命感,它迫使我们来给学生提供准备,以便他们将来好面对这种竞争环境。

因此,本书采用新的处理方法,从第3章起开始引导学生逐步经历整个产品的开发周期。其目标是要把每个具体的制造工艺过程放到以上描述的制造这个大环境的适当位置中去。

谁会受益于本书

本书作者始终记住本书的读者会包括工程和管理专业的学生。这些学生感兴趣的是对制造工艺过程及其对公司的经营和国际经济的战略影响的概括性简介。本课程已经在美国加州大学的伯克利分校讲授了好几年,但视学生对象不同,如三年级、四年级本科生或第一年研究生,讲授要点略有变化。学生对象不同也影响本课程对附录中的CAD/CAM课程设计课题的选择。在刚刚过去的几年里,本课程已被列为技术管理专业的必修课。

即使学生缺乏深入的应力分析、电子学或生物化学方面的背景知识,本书分析方面的材料并不难处理。具体处理如下:

- (1) 试图走出具体领域的范畴去讨论制造中的一些战略的问题(如从概念到上市时间)。
- (2) 很多大学还会有几门后续研究生课程来讨论各相关领域的具体工程问题。
- (3) 每章结尾提供了参考文献清单以满足想成为某学科专家的读者。