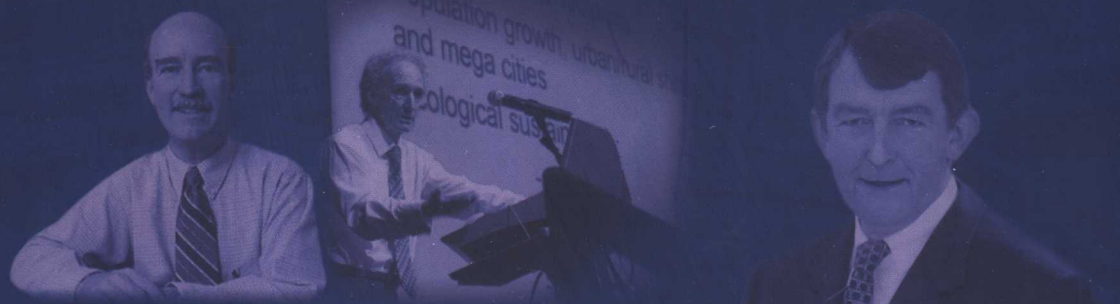
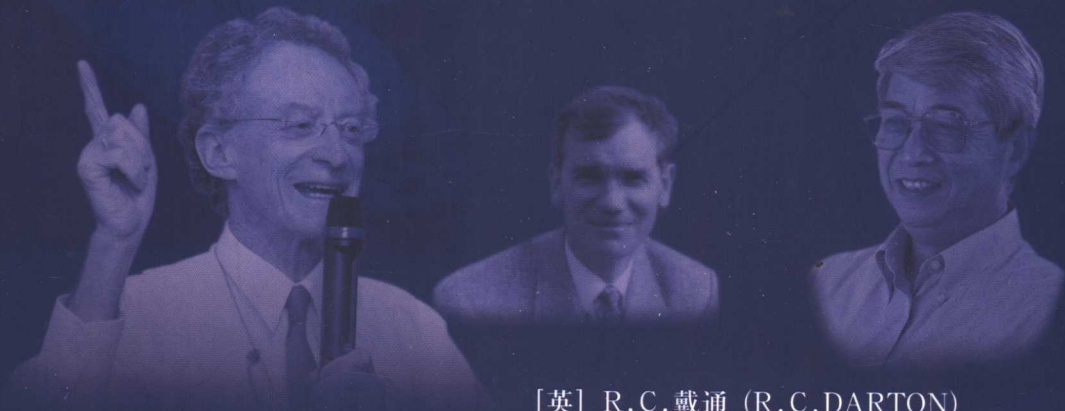




国际大师看 化学工程

CHEMICAL ENGINEERING:
VISIONS OF THE WORLD



[英] R.C.戴通 (R.C.DARTON)

[澳] R.G.H.濮润思 (R.G.H.PRINCE) 编

[澳] D.G.伍德 (D.G.WOOD)

陈国华 译



化学工业出版社



国际大师看 化学工程

CHEMICAL ENGINEERING:
VISIONS OF THE WORLD



[英] R.C.戴通 (R.C.DARTON)

[澳] R.G.H.濮润思 (R.G.H.PRINCE) 编

[澳] D.G.伍德 (D.G.WOOD)

陈国华 译



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

国际大师看化学工程/[英] 戴通 (Darton, R. C.) 等编;
陈国华译. —北京: 化学工业出版社, 2006. 3
ISBN 7-5025-8356-4

I. 国… II. ①戴…②陈… III. 化学工程-研究 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 016583 号

CHEMICAL ENGINEERING: VISIONS OF THE WORLD/by R. C. Darton,
R. G. H. Prince, D. G. Wood
ISBN 0444513094

Copyright © 2003 by Elsevier Science B. V. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by Elsevier.

本书中文简体字版由 Elsevier 出版公司授权化学工业出版社独家出版发行。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2004-6722

国际大师看化学工程

[英] R. C. 戴通 [澳] R. G. H. 濮润思 [澳] D. G. 伍德 编
陈国华 译

责任编辑: 廖叶华

责任校对: 于志岩

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 11 字数 166 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8356-4

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

译者序

过去几年，各行各业都以不同形式展望其在 21 世纪的远景。化学工程经历了百年考验，如今又迎来了新的挑战。化学工程专业为人类的生活改善做出了显著的贡献。如何让这门学科永葆青春，是包括中国在内的全球话题。

本书主要包括境外一些化工大师们的观点。读者可以从作者简介中了解他们的背景。我在 Elsevier 出版社的原书基础上，增加了美国麻省理工大学化工系主任 Armstrong 教授最近撰写的论文。同时，有些章节在本书出版前亦有所补充。

纵观本书各个章节，我们不难得出这样的结论，亦即，化学工程的历史是极其辉煌的，化学工程的现实是富有挑战的，化学工程的未来是非常美好的。

为了实现其美好远景，需要青年才俊、有志之士、化工专家、学者、企业、政府部门以及全社会的通力协作。

我以野人献曝的心情，抱着“他山之石，可以攻玉”的想法，将此书呈示给同行、朋友。这里的一些观点虽然现在看来，不免有点老生常谈，但旨酒杂陈，亦不无可以回味之处。希望各章的点点滴滴，对有志于了解国际化工前沿的人士、决心在化工领域有所作为的学者及企业以及专注化学工程教学与科研的师生有所裨益。

本书的编译获得了许多朋友的帮助。我首先要感谢的是香港科技大学的林垂宙教授。我对本书翻译的想法始于第六

届全球化工大会。当时对各位大师的演讲印象深刻。当拿到林教授写的第六章的抽印本时，我更坚定了翻译本书的决心。林教授不但积极鼓励我促成此事，而且他在繁忙的工作之余，非常关心译文的进展并多次就文字的信达雅与我展开讨论。更难能可贵的是他牺牲假期时间，两次详细地阅读并修改翻译初稿。如果您觉得本书具有可读性，这应归功于林教授的指导和斧正。

感谢香港科技大学化工系给予我的学术休假机会。我正是利用到美国参观、学习的业余时间，完成了本书的初稿。在美丽而神圣的斯坦福校园，坐在青草上、绿树下与大师们“对话”，仔细切磋他们的珠玑之言，着实是一种别样的享受。置身于麻省理工学院这化学工程的摇篮，我尤为感到认真翻译此书的责任。这里我要感谢葛丽森（Gleason）教授邀请我在她的实验室工作。也正是由于这一机会，我接触到阿姆斯壮（Armstrong）教授，并得到他尚待发表的稿件。感谢《化学工程教育》期刊编辑，安德森（Anderson）教授，允许我使用阿姆斯壮（Armstrong）教授即将付印的论文。

香港科技大学张秀丽博士将我的手稿数字化并对译文进行校对，我这里一并感谢。

陈国华

2006 年 2 月

前 言

第六届世界化工大会于 2001 年 9 月 23 至 27 日于澳大利亚墨尔本市召开。在组委们的倡导下，大会特别设立了“未来展望”论坛。这些“未来展望”既为大会其他诸多报告提供一定的导向，同时亦成为大会讨论的主要素材。其宗旨是想对目前“眼花缭乱的进展及潜在发展”（Lord May, 见第一章）的万花筒，给出一个略为清晰的构图。

根据最初的设计，每一专题的主讲者（即这里每一章的作者）都预先给定了一个特定的题目去考虑。这些题目基本包罗了全球化工活动的范围及其时间、地点，同时邀请国际知名人士演讲，亦希望能减少不必要的重复。因此，这些“未来展望”互相衔接而为一整体。一些具有普遍意义的主题是显而易见的。这些主题也确实在大会上得到了广泛的讨论。剖析可持续发展的角色，以及讨论公司和工程师可能对此作出的贡献，是所有“未来展望”演讲的一个特点。化工工业及其营运模式的变化、化工产品制造向低工资地区的迁移、或是以科技的应用提高效率或创造新功能、应付飞速发展的社会需求、大学课程设置的影响等题目，着实令这些观察家们颇费周章。这些题目的讨论亦得到与会代表们的积极参与。您可以从本书中读到对这些题目有趣的论述。

作为编者，我们非常感谢本书作者们。他们通过该书与我们分享其对未来广阔的观察。虽然这本书所记录的是作者

们特定时间（公历 2001 年 9 月）的一些观点，但是作为不同角度对化工发展的展望，其影响是深远的。

R. C. 戴通

R. G. H. 濮润思

D. G. 伍德

作者名单

J. B 艾格纽 (J. B. Agnew) 教授, 澳大利亚 Adelaide 大学工学院前院长、化工学院前院长, 澳大利亚技术科学与工程院院士

R. C. 阿姆斯壮 (R. C. Armstrong) 教授, 美国麻省理工学院化工系系主任

R. 巴特海姆 (R. Batterham) 博士, 澳大利亚国家总技术师、总科学家, 澳大利亚科学院院士, 澳大利亚技术科学与工程院院士, 英国化工学会主席

R. 克里夫特 (R. Clift) 教授, 英国皇家工程院院士, 英国皇家艺术院院士, Surrey 大学环境策略中心主任

R. C. 戴通 (R. C. Darton) 教授, 英国皇家工程院院士, 牛津大学工程科学系系主任

U. -H. 菲勒特 (U. -H. Felcht) 教授, 德国德固赛 (Degussa) 公司董事会主席

K. W. A. 盖伊 (K. W. A. Guy) 教授, 英国皇家工程院院士, Spiritus 咨询集团资深合伙人及董事, 英国应用催化研究所总经理, 英国巴斯大学, 帝国理工学院客座教授

G. 勒弗饶毅 (G. Lefroy) 博士, 新加坡电力有限公司非行政独立董事, 壳牌化学品公司前行政副总裁

林垂宙 (O. C. C. Lin) 教授, 瑞典皇家工程院院士, 台湾工研院前院长, 香港科技大学前副校长, 中华南沙科技企业公司总裁

R. Lord 梅宜 (R. Lord May) 爵士, 英国皇家学会会员、会长, 牛津大学帝国理工学院动物系教授, 英国国家科技总顾问

J. D. 濮肯思 (J. D. Perkins) 教授, 英国皇家工程院院士, 英国帝国科技医学院, 工学部前部长, 英国曼彻斯特大学副校长兼工学院院长

R. G. H. 濮润思 (R. G. H. Prince) 教授, 澳大利亚科学院院士, 澳大利亚技术科学与工程院院士, 悉尼大学化工系荣誉退休教授

M. 司帝文 (M. Stevens) 先生, 澳大利亚 Fluor Australia Pty 有限公司总裁

D. G. 伍德 (D. G. Wood) 教授, 澳大利亚墨尔本大学工学院前院长, 化工系前系主任, 第 6 届全球化工大会组委会主席

目 录

第一章	开篇词：化学工程和未来世界	R. Lord. 梅宜	1
第二章	化学工程——第一个 100 年	J. D. 濮肯思	15
第三章	加工工业的未来面貌	U. -H. 菲勒特	53
第四章	化学工程师和社区	R. 巴特海姆	83
第五章	化学工程的实践：“进步、代价及困惑”		
		M. 司帝文	112
第六章	塑造化学工程在 21 世纪的远景	林垂宙	129
第七章	总评述	J. B. 艾格纽, R. 克里夫特, R. C. 戴通, K. W. A. 盖伊, G. 勒弗饶毅	142
第八章	未来化学工程课程表之展望	R. C. 阿姆斯壮	152

第一章

开篇词：化学工程和未来世界

R. Lord 梅宜

牛津大学动物学系，英国

21 世纪化学工程的面貌如何？它在社会中应该扮演什么样的角色？为了回答这两个问题，我首先要回顾一下早期化工的形态及传统。我将追溯到我的大学时代——20 世纪 50 年代，当时我在澳大利亚悉尼大学化工系攻读学士学位。然后我将对生命科学以及生物技术给人类带来哪些新的利益及提出什么新的问题，提出一些个人的见解。我必须开宗明义地讲，在比目前大部分从业（包括生物医疗）人员可以想像的更广阔的定义下，化学工程将是输送新利益的骨干学科，当然它也将与出现的新问题息息相关。具体地讲，我将讨论下面几个课题：课程设置的影响及吸引优秀的新生；学术与工业界伙伴关系的趋势；知识产权问题；专利评审宗旨。最后我将以科技与社会互动的一些设想作为结束语。

1

一、学科定义的变化趋势

在本书的稍后章节，濮肯思（John Perkins）就化学工程的第一个百年的历史作了一个优秀的总结，菲勒特（Utz-Hellmuth Felcht）对化工近代史也有讨论。

请允许我毫不谦虚地说，今天之所以有众多不同的企业

专攻科研，这是因为来自 19 世纪中叶化学工程的重大影响。发生在德国的合成染料及化学品的生产就是一例。在类似的历史叙述中，有一个显而易见的但往往被忽略的今昔之别，那就是早期化工并没有领域狭窄的专业分野。更重要的是，化工从业人员亦不认为他们是专家。这一区别远远超出化学工程本身。18、19 世纪工业革命的创造者们，无论是 Wedgwood, Pasteur, Faraday, 或 Armstrong 个人，以及像 Erasmus Darwin 的 Lichfield “Lunatics”（狂狷人社）的科研小组，甚至整个皇家学院所有院士们都对基础研究、工程应用以及随之而来的商业开发具有浓厚的兴趣。今日在英国以及其他地方广泛讨论的科学工程之间的鸿沟问题，在这些前人看来简直不可思议。对这一观点的一个有力证据就是，于维多利亚鼎盛时代，在伦敦 Holborn 区大桥之上树立起来的代表性塑像。四座雕像象征繁荣的基础：商业、科学、农业及艺术。每一个行业有一个雕像做代表。那么在维多利亚时代的人们看来，什么是科学的正统代表呢？瓦特的火车车速控制仪。今天很多人可能将该仪器更多地划归到工程领域，甚至更细一些或者社会地位更低一点——只是蒸汽机或者其他动力机械的调节装置而已！

当然，人们很容易地辩驳说今日知识的爆炸性膨胀，必然导致不断细致的专业化。这点不无道理。但是如果这是发展的必然，那么将来会有更多的割裂开的一级、二级或者更多级学科的产生，以及随之而来的系、科目及其专业团体。课程设置将是非常棘手的事。科学、工程、技术与社会各阶层的对话将会是更加头痛的问题。然而这种对话还必须不断地增加。

有些观点认为社会的推动与知识的膨胀在专业化的进程中起到了旗鼓相当的作用。Gore Vidal 就学术界的“松鼠学者”给予如下无情的描写：他们只是单地将精力集中在自家的一亩三分地上，而对大自然的广阔天地毫无兴趣。松鼠

只见树洞不见树木，更不用提森林了。Clive James 设想，“标新立异”可能是人文学科同行间心照不宣的用以保住饭碗的学术工具。当然，我们可以轻易地说这是一种“诽谤”。这一“诽谤”的根源是他很难计算十以上的加减法。同时，我们还可以说：请注意他毕竟指的是人文界。然而，我想指出的是作为部分社会构成的“专业化”这一名词值得人们给予更多的思考。我们真的需要它吗?!

二、21 世纪的化学工程

无论我们在哪一学科的框架下看，今天影响我们日常生活的各种物质，迄今为止仍然带有典型工业革命的色彩。我们日常使用的大部分材料仍然是从地下开采出来，经过一系列的加工处理，这些处理的驱动力仍是由矿物燃料作为能源。而与这一大胆概括不符的材料“塑料”，则源于石油化工。我们的食品依然是工业革命的模式，在发达国家加工含有 1 卡路里的食品，需要 10 卡的矿物燃料。植物育种（杂交或培植）和遗传学可能给我们带来绿色革命——在仅有 10% 土地增加量的基础上，使全球的食品产量翻了一番。但这取决于化学工程的实践，诸如化肥、杀虫剂、灭菌剂、除草剂，以及其他一些机械化设备的发展。

自 Watson 和 Crick 两人破解了 DNA 双螺旋秘密的近半个世纪以来，我们看到了这个领域惊人的且仍然在加速着的发展。随着第一张人类基因谱图的发表，以及对植、动物基因谱图的测定，我们已经进入到一个时代，即：在非常接近分子水平的层面上去了解生物是如何自组装的。它具有新一轮革命的征兆——生物技术革命。最终，我们将能够改变生物物质的分子运行机理，用来制造与自然和谐的新产品。而不是现今像工业革命那样以消耗矿物燃料为动力的、不可持续的发展模式。工业革命是用物理科学来理解外部物理世界

是如何运作的。然而我们不要忘记，生命科学的发展是在物理科学发展的基础上而产生的具有极大功能的仪器，若忘记这一点将会付出极大的代价。

在这些交互作用的影响下，我们自然马上有以下两种观察。其一，这场科技革命将以更持续的方式为我们带来健康及其他益处。这无疑是令人鼓舞的。然而，其二，大部分新的益处本身将带来道德、人身及环境安全等烦恼。而这些新的问题亦不易获得解决方案。

谈到生物技术的应用，大部分人想到的是所谓的“转基因食品”。其实，约1万年前农业初始时代就已经开始对谷物和动物基因进行转变了。但近来的发展是我们可以更准确地只引入我们所期望的新基因。这与通常植物杂交不同。植物杂交即使运用近代非常先进的形式，也不过是将植物约10%的基因以未知的方式重新排序。近来的另一发展是我们可以将原本不相干的生物基因引入另一种生物体内，这样将有可能通过设计，使谷物具有耐旱耐盐、抗特定昆虫或病毒、甚至有朝一日自固氮。当植物实现了自固氮，化肥的使用量必然减少，从而降低由化肥生产带来的对环境的负面影响。这方面的发展虽然在自然过程中也偶有发生，但对通常的植物杂交来说是非常困难的。

反过来讲，有些人担心这样必将引入更加高效的农业，实现历代农民的美梦——没有任何东西与我们的谷物争雄——无草（在不适当的地方生产的植物）、无虫（具有不适当胃口的昆虫）。如果处理不好，这将导致一个更“寂静的春天”，这是一个非常严肃的环保问题。有两件事是明确的。首先，实现这些潜在的农业生物技术革命刚好是化工领域的课题。第二，在明天的世界里我们不可能把所有的课题都交由科学来解决，社会的、道德的、政治的问题需要更完全和更开放的讨论。

基因学（Genomics）在医药上的更广阔的应用，如生

产新药（抗病毒、抗细菌以及特殊化学药物）和新疫苗，也包含化学工程的核心技术。

另外一些类似的转变讨论得比较少一些。今天的高温、高压、耗能、污染技术将为更加绿色、环保的生产方式让路。比如目前对油污的清理，在将来很可能靠合理“构造的”细菌或其他生物体来完成。我相信在更广阔的工业范围内，其他的清理和修复过程将逐渐演化成基因化工的一个分支。

也许可以更大胆地展望，将来的很多日常用品将按“目的设计”的基因蓝图而以自组装的方式生长出来，而不是在乌烟瘴气的工厂里打造出来。毋庸置疑，像转基因食品一样，以后的工厂可能更加恐怖，因为它产生的废毒气可是看不见、摸不着的。在这一点上利害关系都将是化学工程要解决的问题。

简而言之，我相信不断胜利的生物技术革命在化学工程实践中带来的影响，将超越最理想主义者心驰神往的梦境。高谈阔论后，我现在讲一些较现实的、较近的具体影响。

三、化学工程教学及实践过程中的一些“影响”

(1) 课程设置

如本文开篇所强调的那样，我很不喜欢如今时髦的所谓造就新学科、新职业团体等说法。然而，如果以上的分析可以接受的话，化学工程领域应该是已经很广阔了，而且注定更宽广。这对课程设置者来说，显然是非常棘手的。

我个人亦没有简易的答案。40多年前，我在悉尼读大学时，化工专业第二年的课程融合了化学、数学及工程科目，被公认为是所有学科中最难的。今天，我相信化学工程

的课表一定包括一个基础的、亦即曾经被简单称作“生物化学”的课程，包括从分子生物学和基因学直到物理、有机及无机化学，对有机小生物的初步了解（生态及环境科学；生物医药；植物学）同样也是应该有的。对进化过程的理解可能纠正过去很多错误。注意，在一个活生生的世界里，所有的目标在受到外界“射击”时，都在不断地移动。这里无一例外，人们能做的只是如何延长所设计的杀虫剂的有效时间，如定点和少量使用。同时，在所有这些之上，还需要化学工程师所拥有的作为工程师的所有基本技能。当然化工的本科倾向于四年之内完成。

如果有一个答案的话，我认为应瞄准更广更严谨地讲述基本概念及原理、辅之以精心挑选的几个应用实例深入讨论。不是对“一物”的“全知全解”，也不是对“万物”的“一知半解”，而是介于二者之间。讲起来比较容易，但在具体实施过程中所遇到的问题将是多种多样的。这些问题从教师、科研工作者开始。今日有太多的教师期望讲授他们自己的专业，而且是精益求精，对其他东西则置之不理。有太多的专业团体，或者说尤其是工业上的分支，认为从西奈山上掉下来的摩西第 11 “戒”是：他们的学科必定是主课。

有太多的雇主要求毕业生能对某一特定的课题立即接手且立竿见影，或者管理一个特定的工业过程（或者是操作某一特定机器）。以为所有合理的信息就在他们的指尖，从来不担心三年过后所有的东西将面目全非。解决办法是大家要共同认识到，总体上看工程学位，尤其是面临诸多挑战的化工学位，必然是一个博而精的、为一个变化中的职业而做的准备。这一准备，对其中重要内容来讲，也许只有 10 年甚至更短的职业寿命。当然，对一些具体实例的详细认识一定是教育的一部分，它们给抽象的原理一些具体的演示；但是，这些深入的例题将没有时间留给另外一些也许是你更钟

情的领域。这看似糟糕但亦无能为力了。另一方式是专业进一步细化，其结果是减少学生掌握新机会的能力。我是不赞同这一方式的。

(2) 吸收好学生

工程学位生员降低是全球的问题。问题表现之一是，工程学位招生相对所有招生比例在降低。在某些地方，工程生员是绝对下降，尤其是对资优学生而言。比如在英国，1975年所有24岁的年轻人中的3%拥有科学或技术学位。这个数目是所有拥有大学文凭的43%。到了1996年，科学与技术的学位增加了8%，但大学文凭是1975年的5倍。这就是说，在1996年那一批24岁人中，理工学位降至所有学位的25%。将理与工分开后麻烦更大、更令人烦恼。在1994/1995年和1998/1999年之间，英国大学的第一学位总体增加了11%，但理科增加的只有5.9%，工科减少了0.3%。

鉴于市场对良好职业工程师的需求，我们所有人都要进一步努力。然而，如何评价现状，在某种意义上，看你如何利用统计数据。此外，详细的差别因国而异，甚至因不同的工程分支而不同。

讲了以上一席话，我想部分问题是由于各类媒体或更重要的是学校给年轻人这样的一个印象，即：科学尤其是生命科学，是蒸蒸日上的领域，而工程有一点无足轻重。事实上，我们大家都同意，化学工程就站在阳光灿烂的生命科学的最前沿。所以解决问题的有力措施就是，通过学校、媒体将这样的信息运用各种不同手段传到年轻人的耳中：自生命科学或一般科学，直到化学工程或一般工程，纯科学和应用科学是密不可分的；强烈爱好与工作满足感是一脉相承的。那些一味强调科学和工程之间存在巨大差异的人，不会帮助、只会妨碍我们将资优生录取到化工专业来。事实上，如