



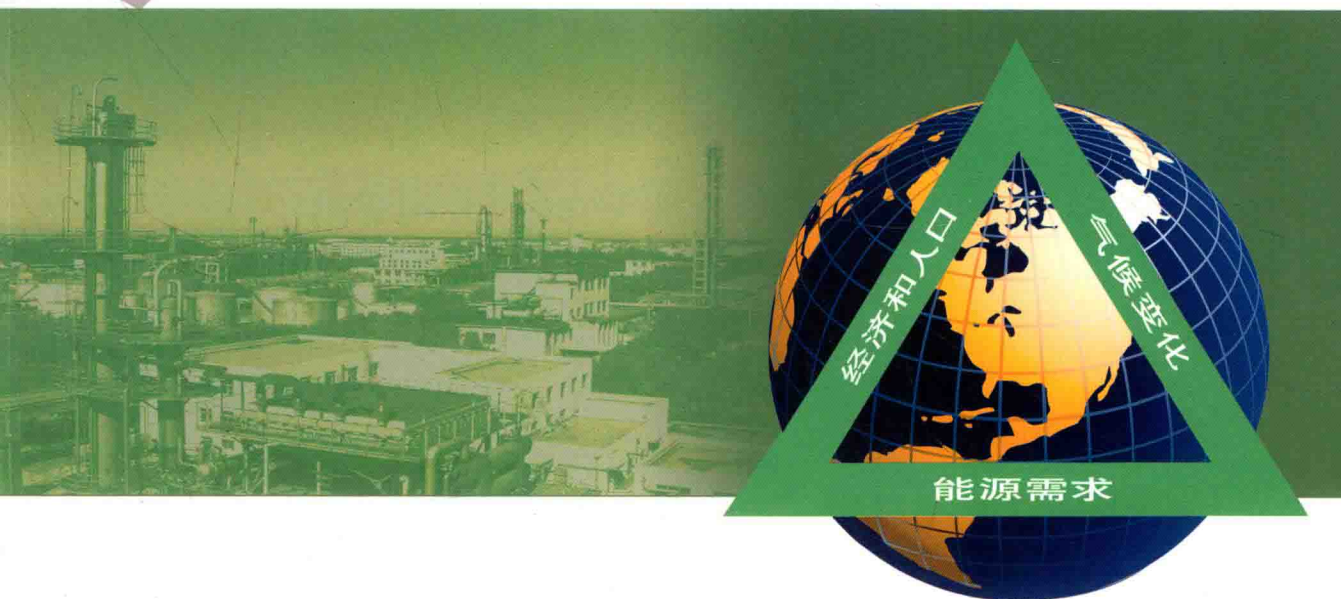
国外炼油化工新技术丛书

化学工业的未来

——2050年世界化学工业发展趋势展望

[瑞士] Rafael Cayuela Valencia 著

张志华 等译



The Future of
the Chemical Industry by 2050

工业出版社

国外炼油化工新技术丛书

化学工业的未来

——2050 年世界化学工业发展趋势展望

[瑞士] Rafael Cayuela Valencia 著

张志华 等译

石油工业出版社

内 容 提 要

本书首先对化学工业进行了系统的介绍,包括发展历史、参与者、产品以及在一些关键领域的现状。然后通过清晰的脉络、翔实的数据评估未来几十年的世界大趋势将会如何影响化学工业,提出了一个简单的分析框架。最后通过每一个大趋势对化学工业潜在影响的分析,预测了2050年化学工业的概况。

本书适合化学工业的政策制定者、管理者,能源产业的研究者以及高校相关专业的师生参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

化学工业的未来:2050年世界化学工业发展趋势展望/(瑞士)巴伦西亚(Rafael Cayuela Valencia)著;张志华译. —北京:石油工业出版社,2015.9

(国外炼油化工新技术丛书)

书名原文:The Future of the Chemical Industry by 2050

ISBN 978-7-5183-0496-7

I. 化…

II. ①巴…②张…

III. 化学工业—工业发展—趋势—研究—世界—2050

IV. F416.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第261680号

© 2013 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Petroleum Industry Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons Limited.

本书经 John Wiley & Sons Limited 授权石油工业出版社有限公司翻译出版。版权所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2014-3864

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.com

编辑部:(010) 64523546

图书营销中心:(010) 64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:16.5

字数:422千字

定价:120.00元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

**《化学工业的未来
——2050 年世界化学工业发展趋势展望》
编 译 组**

组 长：张志华

副组长：王斯晗 于春梅

成 员：翟绪丽 余颖龙 张雅琳 王延飞 付凯妹

胡 胜 孙卫国 孙发民 张文成 郭金涛

译者前言

人类在前行，科技在进步，世界在发展，我们每天都能感受到各种变化。但是，在这些积极面背后，我们的世界也面临着巨大的挑战。能源危机和气候变化可能是其中最热点的问题，我们已经探讨了几十年，并且会继续关注，而且作为化学工业从业者，我们一直致力于找到解决问题的方案。

接下来的几十年，世界将处于浩大且根本性的变革中。我们的社会、经济、政治制度，以及我们工作、交流、生活的方式都可能会发生变化。到 2050 年，我们的世界会是什么样子的？我们的化学工业会是什么样子的？世界变化太快了，要精确预测将近 40 年的时间几乎是不可能的，没有人可以肯定确切地回答。本书则在一系列假设和大趋势的基础上，提供一个关于 2050 年的化学工业以及我们的世界是什么样子的构想和概况。这只是一个起点，通过不同的趋势和模型提供一个方向性的看法，而不是最终的看法。

本书共有五章，第一章列举了在未来几十年影响我们的世界和化学工业的几个最普遍的大趋势，包括社会、经济、政治、能源和气候变化；第二章基于之前的大趋势，推测 2050 的世界将是什么样子；第三章介绍了化学工业，包括它的历史、参与者、产品以及在一些关键领域的现状，提供一个关于化学工业的综合性的摘要；第四章回顾了预测的大趋势对化学工业的潜在影响，提出一个简单的分析框架；第五章通过每一个大趋势对化学工业潜在影响的分析，设想 2050 年化学工业的概况。

在张志华、王斯晗、于春梅三位专家的大力支持和帮助下，本书的翻译工作圆满完成。其中，第一章由翟绪丽翻译，第二章由余颖龙翻译，第三章由张雅琳翻译，第四章由王延飞翻译，第五章由付凯妹翻译。全书由张志华负责统稿和审核工作。胡胜、孙卫国、孙发民、张文成、郭金涛等在本书翻译过程中提供了很多帮助，在此一并表示感谢。

限于译者的理论水平和实践经验，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

译者

2015 年 7 月

原书前言

本书通过清晰的脉络、翔实的数据评估未来几十年的大趋势将会如何影响我们的世界和化学工业，向读者展示了 2050 年我们的世界和化学工业的概况。

20 世纪，世界经历了人类历史上规模最大、时间最长的财富创造期，人们的生活水平屡创新高。在接下来的几十年，这个趋势不仅会延续，而且会加速，世界将会经历另外一个空前的经济和社会财富创造期。世界人口将超过 90 亿，预计世界各国国内生产总值 (GDP) 总和将达到现在的 4 倍，2050 年的世界将成为人类历史上最富有的社会。

接下来的几十年，世界将处于浩大且根本性的变革中。社会、经济、政治制度，以及工作、交流、生活的方式都可能会发生变化。新的经济超级大国，如巴西、俄罗斯、印度和中国都将名副其实，其中中国和印度将成为世界上最大的两个经济体。新的工业及经济将会出现，而其他一些将退出历史舞台。人类进步和财富创造的潜在发展，将使数以百万计的人们永远脱离贫困，仅这一点就已经非常卓著和令人振奋。世界人均 GDP 在 2050 年将达到 3 万美元，是现在（以 2009 年为基准）的 3 倍。世界的人均寿命将由 2010 年的 67 岁增长到 2050 年的 75 岁。人类生活的各个领域的潜在进步都将是巨大的。变化是巨大的，变化的速度之快和需求之大都是毋庸置疑的。但是，这些积极的进步背后，也伴随着警告。

在这个过程中，我们的世界也将面临巨大的挑战。能源短缺和气候变化可能是最明显和最激进的问题，但并不是仅有这些。所有工业带动的全球强劲需求，人们生活、沟通和组成社会方式的巨大变化，无论从国家层面还是从国际层面，都将带来巨大挑战。平均寿命和医学的进步将达到前所未有的水平，这有可能将我们生活的方方面面提升至前所未有的甚至之前想都不曾想到的水平。

在一个拥有 90 多亿人口和人类历史上迄今为止最富有、最先进的世界上，如果一切照常，我们的能源需求将是巨大的，而且会大到不可能，即使可能，也会是不可持续的。世界人均二氧化碳排放量将由 2010 年的 12000g/d 增长到 2050 年的 28000g/d。但是，为了避免气候变化，我们需要学着过每天每人仅排放 4000g 二氧化碳的生活，相当于每天只能开车 30km（以一辆车行驶 1km 排放 130g 二氧化碳为基准）。如果一切照常，世界能源需求将由 2010 年的 1200×10^4 t 油当量增长至 2050 年的 3500×10^4 t 油当量，原油需求也将由 2010 年的 0.87×10^8 bbl/d 增长至 2050 年的 2.47×10^8 bbl/d。

人们在 20 世纪所经历的快速增长，无论是经济、能源需求、人口以及其他方面，都在暗示未来几十年类似或者更高水平的增长很可能无法实现或者是不可持续的。世界需要面

对能源消耗和排放大幅度降低，将 CO₂ 排放量降低到目前印度人均水平。

化学工业作为人类进步的主要推动者和其他很多工业的基础，将再一次担负起责任。在一个 GDP 总和高于 280 万亿美元（以 2009 年为基准）的世界，化学工业不仅有到 2050 年增长 4 倍的潜力，更重要的是，将有再次释放所有潜力的机会。在未来几十年，我们将看到中国如何巩固世界最大化工产品制造者的地位，印度的化学工业如何以前所未有的速度增长，金砖国家的制药工业如何实现 1595% 的爆炸式增长。金砖国家对于制药工业的平均资本需求将由 2010 年的 30 美元增加到 2050 年的 444 美元。

化学工业并不是第一次遇到这种挑战，几个世纪以来，它已经通过化学品和药品推动人类进步和革新。化学工业推动了第一次和第二次工业革命，以及最近的一次——20 世纪经济快速增长的奇迹和人类历史上最长的财富创造的时期。化学工业自产生之日就不断地提高着人们的生活水平和质量。如果没有化学工业我们现在的生活水平是不可能实现的。

将要出现的关于气候变化和巨大经济增长的挑战，不仅会直接影响化学工业本身，而且会迫使化学工业向更好的技术和革新的方向发展。化学工业将很快被人们赋予责任，迫使其实现从制造和加工模式到创新模式的再一次转型。

本书将提供一个逻辑性和综合性的框架，帮助理解和评估将要到来的大趋势对化学工业的潜在影响。本书并不是要对很复杂的问题提出决定性的方法和答案，只是提供一个关于化学工业发展大趋势的正确的理解面、基本面和关注面。换句话说，本书并不是结束，而是开始。作为一个起始点以及所映射的领域，旨在激发围绕化学工业、其他工业以及社会的讨论。

我相信，我们的世界将会平稳地进入另外一个空前的财富创造和人类进步的时期。这个挑战无论对于我们的社会还是化学工业都将是巨大的，但回报也会是同样巨大和令人满意的。到 2050 年，我们不仅会拥有人类历史上最富有、最先进的社会，同时也承担着留给子孙后代一个可以持续发展社会的巨大责任。这个时候没有答案或办法，有时候甚至没有问题，但是我们期待变化尽早到来。

这个赌注非常高，我们的社会以及我们的生活方式将取决于此。挑战和回报都是巨大的，责任也是巨大的，时间很紧迫。这将是人类在经历了最好的生活和化学工业之后的灾难。我坚信化学工业作为人类进步和创新的催化剂，将是解决方法的核心所在。没有其他道路可走，这就是事实。

现在的世界严重受到可能是人类历史上继大萧条之后的第二次最大规模的经济衰退的影响，我希望这本书能给大家提供一个新的视角，将注意力由短期转移到长期，将关注点转向更明亮、更有创造力的领域和工业。未来几十年，我们的世界具有巨大的潜力，拥有人类历史上最富有的社会，使数亿人脱离贫困。但是，如果随之而来的担忧没有被适时提出，我们这一代人将由为在上一次经济危机中失去的东西而遗憾转变为庆幸我们现在拥有可能以后都不会再有的东西。

世界正处于这一令人兴奋的挑战的边缘，人类进步和经济增长的潜力是巨大的，但是，赌注就是我们生活和工作的方式，不仅是现在，也包括未来。

我们将很快关注未来，可能就在世界经济回归正轨之时。那时世界将面对巨大潜力和挑战。金融危机将很快过去，可持续发展的社会和经济一片向好的景象将很快到来。在这一过程中，化学工业将再一次发挥作用。我相信化学工业会跟以往一样，再一次站在问题解决的最前沿。这一次我只是希望大家牢记这一点。

越来越发达的化学工业会使世界变得更加美好，与此同时也会充满挑战，让我们尽情享受这一旅程吧！

Rafael Cayuela Valencia

谢谢我的父亲，拉斐尔·凯韦拉·梅纳格斯，谢谢他的爱和支持，以及带给我希望和光明。

致 谢

谢谢我的父母，拉斐尔和玛利亚·卡门，他们教会我坚韧、求知、诚实、关心他人。

没有那么多无论是私人的还是专业上的合作和支持，这本书不可能完成，这些年帮助过我的人们成就了今天的我。这本书是我这些年来学习有关化学工业以及其与我们社会、经济和世界的关系的成果。本书的目的并不是提供最终答案和结论的终点，而是一个起点，旨在学习、反映、讨论，最终行动起来。

从专业上角度上，我要感谢陶氏化学公司，给了我从世界上最好的化学公司之一学习的机会，并且同该领域最有造诣的人一起工作。在那儿有我很多回忆和朋友。陶氏大家庭、优良的传统、努力奋斗的热情使我受益终生。《化工新闻和市场情报》(ICIS)在刚进入化学工业领域的年轻人之中做了一项调查，这使得我的朋友兼同事米尔·雅各布森和我有机会表达我们对化学工业以及陶氏化学公司的工作热情。陶氏化学公司的全球足迹和工作环境，它的员工，对提高员工、股东和社会的价值的承诺，是我们一直以来都很欣赏的。在那次访问的数十年之后，我们依然致力于这令人着迷的化学工业，饱含激情，维护其在社会上的合适角色。

与化学工业领域的权威的企业家们一起工作和学习不仅是莫大的荣幸，更是令人兴奋的体验。我希望能用较大的篇幅介绍这些陶氏化学公司的主管、导师和朋友们，他们在我的化学工业的职业道路上的不同阶段给予了许多指导。佩德罗·苏瑞兹先生、胡里奥·赫南多先生、玛蒂娜·比安基尼小姐、伊莎贝尔·德里耶桑小姐、吉多·德威特先生、路易斯·基斯蒙多先生、雷内·德恩·布瑞克先生、弗兰克·摩根先生、阿方索·埃斯库德罗先生、马库斯·韦迪先生、尼克拉斯·梅因普先生、克里斯·伊斯当先生、卡罗尔·达德利小姐、托斯坦·凯瑞弗先生、罗密欧·凯瑞伯格先生、胡安·卢西亚诺先生、塞尔索·冈卡尔维斯先生、莎拉·欧普曼小姐、肯·范德·温德先生、克雷格·阿诺德先生、拉尔夫·尹默特先生、法兰斯·郝德思先生、彼得·柯思坦先生、马可·李维先生，他们只是那些曾经帮助指导过我的人中的一部分。他们教会了我很多东西，与他们一起工作是很难忘的经历。我钦佩他们每个人的奉献精神、领导才能和超越自我的追求。谢谢所有人的支持和教导，谢谢这令人难以置信的旅程。

尤其要感谢弗兰克·摩根先生和胡安·卢西亚诺先生，两位卓越的陶氏化学公司领导，给我这令人着迷的挑战。作为一个科班出身的经济学家，创作关于化学工业的书是我

接受到的最大的挑战。鉴于对化学工业莫大的敬意和赞赏，描绘它的未来曾带给我很多个不眠夜和白日梦。请将这本书视为对化学工业的一点小贡献，尽管它一直都被误解和低估。

这本书可能并没有你一直在寻找的答案，但我希望它能够给你一些你想听到的问题。从这个角度上来讲，我也想感谢诺思伍德大学的校长，蒂姆·纳什先生，和来自陶氏 / 诺斯伍德 MBA 项目的比尔·巴斯比先生，他们对教育的热情促使我发挥出自己最大的潜力。蒂姆那天才般的头脑是灵感的源泉，是一个可以追随的人，一个真正的朋友。

在陶氏化学公司之外，山姆·瓦瑟格先生无疑是这个项目的催化剂，他是指引我、支持我超越自己的梦想家。山姆一直默默无闻，却经常发出我所遇到的最强有力的声音和思想，感谢他的远见和信任。

从个人角度来说，我想要谢谢我的父母，玛利亚·卡门和拉斐尔，谢谢他们给予我的爱和力量，以及对生活谦逊乐观的态度。任何语言或行动都不足以表达我对他们的感谢。还要谢谢我的兄弟伊利亚·凯韦拉，谢谢他的爱和无条件的支持，以及对生活充满热情的态度。还要谢谢我的大家庭，包括我的朋友卡米洛·贝尔、弗朗西斯科·赞基、大卫·卡里翁、弗吉尼亚·卡鲁娃、亚历山大·佩雷斯、卡洛斯·塞拉诺、大卫·瓦尔韦德、艾琳·莫利纳、胡安·卡洛斯·赫雷拉、马特奥·罗索、米拉利·阿比盖尔·埃斯卡兰特、伯纳黛特·昂特柯锲、劳伦斯·康拉德、莫雷诺·沃尔皮、罗密欧·沃尔皮、弗拉维奥·沃尔皮、西尔维亚·诺萨特和拉斐尔·诺萨特，谢谢你们的时间、耐心、鼓舞和关爱。你们懂的，你们应该出现在这儿。

Rafael Cayuela Valencia

简 介

本书的目的是在一系列假设和大趋势的基础上，提供一个关于 2050 年的化学工业以及我们的世界是什么样子的构想和概况。

因为做这样一个推测非常复杂和困难，我们将提供一个非常简单和粗略的分析框架，目的是让每一位读者都能理解我们的假设，最后可以根据自己的假设、期望和现实复制分析。

对于 2050 年的化学工业，本书并不是提供一个具体唯一的看法，而是基于一系列特定的假设和大趋势，提供一个问题 and 解决方案的框架。在趋势和环境可能变化，但是框架不变的前提下，最终目的是使读者对化学工业运行的原理、基础、原则产生更深刻的理解。

对于一组选出的大趋势和一系列不同的假设，我们会提出化学工业不同的模型和选择。一些案例会提供一个或多个模型，但是也有一些案例仅提供一系列问题或者一些开放性的模型。

所以，本书并不是要提供一个关于化学工业的最终的看法，只是一个方向性的看法。本书只是一个起点，提供不同的趋势和模型。基本模型可以引起人们的注意，进而在工业界和社会上适时地激发讨论。我们所生活的世界变化太快，要精确预测 40 年的变化几乎是不可能的。但是，我们相信将要使用的分析框架对于今后的几十年依然是适用的，依然可以指导我们的学习。

第一章列举了在未来几十年影响我们的世界和化学工业的几个最普遍的大趋势。我们将回顾几个不同领域的发展趋势，如社会、经济、政治、能源和气候变化。在每一个大趋势里面，我们又将回顾很多小趋势，剖析各小趋势之间的关系以及与其他大趋势的联系。

第二章基于之前的大趋势，推测 2050 的世界将是什么样子。本章将提出两个模型。第一个是“不可持续模型”，我们将看到如果人们不采取任何措施，大趋势将没有变化，到 2050 年我们的世界将是什么样子。这个场景将展示世界财富的惊人增长和人们生活水平的快速提高。世界 GDP 将达到现在的 4 倍，使数百万人脱离贫困。不幸的是，我们不久将会看到这个模型从能源和排放的角度来说是不可持续的。在第二个“可持续模型”中，我们将展示一个可以持续发展的世界，一个可以保留前一个模型所有积极面，同时又可以设法避免气候变化和潜在的能源不足的世界。在两个模型里我们都将回顾对化学工业有重大影响的几个社会基础支柱。从这一意义上来说，选择了三个基础支柱。社会支柱包括人口和经济状况；能源支柱将建立能源需求预测，包括石油和天然气；可持续发展支柱涉及气候变化的不同衡量方法。

第三章我们将介绍化学工业，包括它的历史、参与者、产品以及在一些关键领域的现状。目的是提供一个关于化学工业的综合性的摘要，包括它的结构和主要特征，因为并不是所有的读者都熟悉这一行业。甚至对于一些业内人士，本章的一些特定方面可能也是有意义的、富有启发性的，比如有关它的历史、产品、参与者，甚至它的总规模和特点。作为一个化学工业的资深人士，我仍然发现对于化学工业知之甚少，比如它的历史、奇迹、根源，以及对社会所有可能的积极影响。写这一章给我带来了巨大的快乐感和充实感，因为我不断在学习我们所从事的行业的复杂性和令人着迷的历史。我向所有从事化学工业或者对此感兴趣的人们推荐这一章。

在第四章中，我们将回顾一下预测的大趋势对化学工业的潜在影响，目的是提出一个简单的分析框架，一个我们在本章和本书更深入分析所使用的框架。

利用这个框架，我们将首先评估将要到来的大趋势对化学工业的影响，最后对未来的化学品公司的影响。我们将回顾一些主要影响和关键协定及效应，但是很显然，不可能回顾所有的相互影响。

如果介绍和使用的分析框架对化学工业领域内的不同公司也适用，那么读者就可以应用这一框架了，将模型调整至适合他们自己的公司、想法和假设。最后，我们的预测是基于几个之前选择的大趋势，在这一前提下，我们相信将模型提供给读者，每一位读者都可以判断假定和推测，进而做出自己的选择。

第五章在设定的不可持续的和可持续的两个不同的模型里，通过每一个大趋势对化学工业潜在影响的分析，我们将描绘一个 2050 年化学工业未来的概况。在每一个模型里，我们都将对化学工业进行定性和定量的描述，包括主要的企业、潜在的增长领域以及关注的领域。对于“不可持续模型”，我们将回顾化学工业所要发展的规模，其能源需求、排放、主要增长领域以及主要参与者。有时也会出现改良的不可持续的模型，我们将在尽量保持不变的基础上做一些小的改动。

对于“可持续模型”，当化学工业以减少温室气体排放等可持续的方式运行时，我们将提出它所面临的挑战和机遇。但是，在这一模型下，答案和方案更趋向于模糊和开放。这确实是在未来几十年会引发大量研究和创新的领域。

在第五章我们也会提供几个关于未来化学工业的结论和建议。考虑到化学工业所涵盖的广泛领域——从石油化工到聚合物、工业用气、粮食、化肥、制药等，本章的目的是提供通用和广泛的建议，突出主要变化以及所增长和关注的领域。本章和前面一些章节一样，我们并不旨在得到具体的答案和解决办法，更多的是通用的表现和指导原则。这些指导原则可以应用于不同的公司和化学工业的不同部门。

最后，在结论部分我们将总结化学工业在走向 2050 年过程中的重大机遇和焦点。化学工业在未来几十年将稳步经历巨大变化，从巨大增长到需求、技术、所在地、原料甚至运行方式以及股东之间的相互作用的变化。尽管在这些领域化学工业将经历巨大的改变和挑战，它仍然有能力创新和成就将要经历巨大变革的其他工业领域和更高的生活水平。创新

将是未来最受关注的领域，因为化学工业将处于拯救我们远离危险边缘的世界的前沿位置。

化学工业不仅可以减轻变化所带来的消极影响——如新挑战的相关成本或潜在关注，事实上未来充满挑战的几十年将给化学工业释放全部潜力提供巨大的机会，创造前所未有的财富，并将自身转变为新世纪的化学工业。化学工业处于第二次改革的边缘，从制造模式到革新和增长模式的改革。我们期望化学工业更多的关注革新和创造，而不是成本、运行效率或者其他方面。换句话说，更多的关注分子，而不是分母。

在结束简介之前，我们需要承认，尽管最近世界经济的发展使得世界步入了增长的轨道，但是自 2008 年 11 月雷曼兄弟的破产，美国金融危机以及最近欧洲主权国家的债务危机已经在全球范围内引发好几年的经济放缓了，这可能是继 1929 年大萧条之后时间最长，程度最深的经济衰退。

此时在大西洋两岸仍有很多未解决的问题和担忧。世界范围内高水平的负债率和失业率，尤其是美国和欧洲，而且由于希腊、葡萄牙、爱尔兰，特别是意大利和西班牙的不作为，我们的世界仍旧在经济上“生病了”，仍然在消化过去几十年中过度获取的东西。世界范围内惨淡的经济数据，对中国粗放型经济以及美国和欧洲高负债率的担忧，使得我们无法看到未来乐观的前景。折中一点来说，前景是光明的，但是短期现实是现在的经济衰退可能会窃取五到十年经济增长的成果。

经济放缓已经将人们的关注点从中期转向了近期，从一些将要到来的具有挑战性的趋势，比如气候变化和能源效率，转到最近的金融和经济问题。但是，这种转变是暂时的，一旦金融危机得到解决，一些世界性的关键议题将很快成为全球讨论的热点。

因为本书着眼于长期，我们将不涉及现在的发展，尽管它有巨大的、潜在的短期影响力，如图 1 所示。现在的经济放缓可能还会推迟一些将要到来的大趋势，但是我们预测它不会改变这些大趋势的结构和长期的相关性。

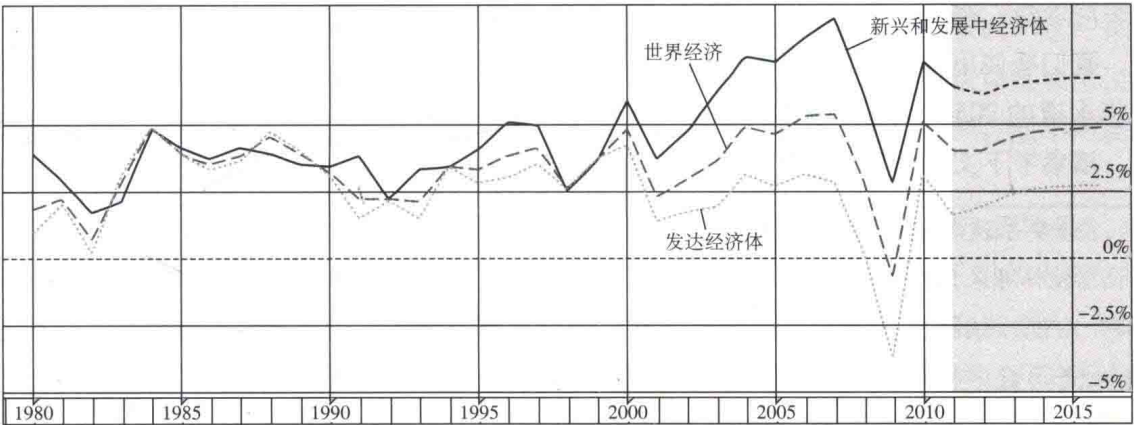


图 1 实际 GDP 增长

数据来源：世界经济展望（2011 年 9 月），国际货币基金组织（IMF），2010

我们的世界在未来几十年将稳步进入一个前所未有的增长期，增长到人类历史上最多且最富有的人口状况。但是，这种增长是有代价的，巨大的挑战和机遇在前面。能源资源紧缺和气候变化将挑战我们的创新能力，而且会将我们最乐观的预测置于险境。

现在的经济放缓短期内会产生严重的影响，同时也会引起中期的结构变化，但是，我们仍然相信从长期来看，跟之前一样，将要到来的大趋势仍会到来。

方法论

对于 2050 年我们的世界和化学工业的未来这样一个复杂的、主观的、宽泛的话题，本书的目的是提供一个最现实的、真实的、符合逻辑的预测，一个任何人都能够复制、追踪、理解的预测。我们的一些预测和计算从本质上来说是非常基础的，所以它们可以很容易被验证，显现出逻辑性，进而容易被读者接受。

尽管有时会呈现难以让人信服的场景，我们将一直尽力提供充分的证据和相关的环境。一些预测从表面看可能会违背我们现在对世界的理解和看法，我们也注意到并且预料到了这一点。但是，它们并没有违背我们的常识和逻辑。事实上，我们期望所有的场景和预测都能被很好地解释，都可以被之前和现在的例子所验证。

这一方法的最终目的是做出一系列保守和现实的预测，这些预测是真实的、符合逻辑的、可用的。尽管如此，没有某个预测是百分百正确的，更多的是方向性的。所以，这些预测的目的是突出一些化学工业最大可能的趋势，有时提出的问题多于答案，但是无疑可以使化学工业朝正确的方向发展，并可以激发围绕这一复杂的话题进行客观的讨论。

基于这一目的，本书大部分预测都将基于以下三个主要推测：最新的世界银行和联合国对 2050 年以及之后的一些社会指向性的数据和预测，如人口、人口统计数据、城市化率和平均寿命；普华永道（PWC）对于 2050 年的世界经济的预测。

我们将使用普华永道的 GDP 预测，然后根据世界银行的人口预测，计算出人均 GDP。普华永道的 2050 年 GDP 数据以 2009 年美元为基准。为了更好地理解普华永道的经济预测，请参考下文方框内关于它们长期经济增长模型的介绍。

普华永道的长期经济增长模型

本书用来预测长期经济增长的模型已经在我们早期“2050 年的世界”系列报告中详细介绍过。该模型是一个学术研究文献中的标准模型，其中经济增长是由需要带入到总量生产函数中的四个主要因素所驱动的：

- (1) 技术进步，包括新兴经济体的追赶效应，它们随制度的发展和稳定而变化；
- (2) 人口变迁，尤其是劳动力的增长速度；
- (3) 对工厂、机器、建筑以及其他有形资产的投资，这有利于经济中资本存量的长期增长；

(4) 教育水平的趋势，这对于劳动力的质量以及创造更多新技术的能力是非常关键的。

模型中使用的假设涵盖了众多研究领域，包括一些机构比如国际货币基金组织和世界银行的研究，以及一些顶级经济学家的研究。这些假设都会带来一定的不确定性，我们相信本书中所使用的基准的经济增长场景是可信的。

汇率预测：购买力平价汇率扣除物价因素被认为在一段时间之内是固定的，市场汇率长期来看会不断向它靠拢（因为相对于发达经济体，新兴经济体具有更快的生产率的增长）。

约翰·霍克斯沃思先生是普华永道的首席英国经济学家，他授权我们使用 2050 年的最新的 GDP 预测数据，并提醒我们这些预测只是方向性的，并不是已经完成的预言。

这三个预测将是我们对 2050 进行长期预测的基础。

在继续之前，我们需要提醒读者的是，某些情况下，对于一些特定的数据点或者某一年的数据，我们不得不采用不同的数据来源。这有可能产生一些逻辑混淆或冲突，当读者碰到相同年份或相同项目的两个不同数据时，这是由来源决定的。但是，不幸的是，有时候某些数据或者相同来源无法获得，我们必须使用不同的数据来源。

我们鼓励读者更多的关注趋势，而不是这些细节，毕竟我们是对 2050 年进行预测。

当对 2050 年进行不同预测时，本书会以世界银行和普华永道的数据为基础，由所选取项目的现在数值推测未来，有时会引入调整和修正，尤其是在“可持续模型”下对能源需求和排放做预测时。

例如，就对 2050 年化学工业的预测而言，我们会提出理由，如果 2011 年化学工业占世界 GDP 某一比例，到 2050 年这一比例可能是相似的。除此之外，为了证明这个预言的有效性和正确性，我们会查阅以前的这个数据，这样就会感觉现在的比例是有效的。第二次验证完成之后，与我们尽量保持保守和真实的原则及愿望一致，这个推测就被认为是有效的。当考虑到新兴经济体的出现、新技术的出现、气候变化以及其他因素时，这一推测会被进一步修正，所有的修正和假定都附有解释和说明。我们希望这种办法对读者来说是直观易懂的，这也有助于达到我们的目的，使读者对大趋势产生认识和认同，而不是基于复杂的分析对复杂的未来得到具体的数据。

此外，当研究 2050 年世界和化学工业的未来时，我们将世界划分为三个主要区域：发达经济体（ADV）、金砖经济体（BRIC，包括巴西、俄罗斯、印度和中国）和其他经济体（REST）。在发达集团中包括四个最大的经济体：美国、欧盟 27 国、日本和加拿大。本书余下内容中的欧洲即指欧盟 27 国。其他经济体指除发达经济体和金砖经济体之外的所有其他国家，很显然这一处理过度简单化，今后信息的更新需要对其他集团做更深入的调查。但是，这一分类将有利于我们的分析，尤其考虑到发达经济体和金砖经济体共占 2010 年世界 GDP 的 70% 和化学工业的 75%。

其他集团是由很多不同类型国家组成的很大集团，包括瑞士、挪威、冰岛、阿根廷、

莫桑比克、摩洛哥、肯尼亚和坦桑尼亚，此处仅列举少数几个。而且，一些其他经济体中的成员国，例如墨西哥、印度尼西亚、土耳其、越南和南非在接下来的 100 年里也将迎来巨大增长。在今后的更新中我们将开始研究其中的一些国家，开始将其他集团分解为几部分，毕竟一些国家在新世纪里会有巨大增长的潜力。

关于数据和来源，本书取自大量的专家、机构、咨询公司和分析报告。考虑到所介绍的大趋势的范围之广以及化学工业的复杂性，要列出所有的来源几乎是不可能的，但是，一些非常重要的会在下面列举出。

对于各种能源数据和分析，我们广泛使用了英国石油公司（BP）《2011 年世界能源统计年鉴》中的数据，以及美国能源信息署（EIA）和国际能源署（IEA）的数据和分析。在这些基础上，再以普华永道和世界银行的预测为基础，我们做了多个关于石油、天然气、CO₂ 排放以及其他能源的绝对值和人均值的预测。

国际能源署是世界能源问题的权威研究机构，我们也使用了它的一些最新的关于 2030 年、2050 年的能源需求和 CO₂ 排放的预测与模型。我们尤其关注与“可持续模型”相关的模型。

与化学工业相关的数据，我们取自不同的国际化学协会，包括美国化学协会（ACC）、欧洲化学工业协会（CEFIC）、化学协会国际理事会（ICCA）和欧洲制药工业协会联合会（EFPIA）。我们也使用一些通用咨询公司与化学工业相关的数据，例如麦肯锡、德勤、Touch，以及一些化学工业相关的专业咨询公司的数据，例如美国化学品市场协会（CMAI）、普拉茨、化工新闻和市场情报及德维特。另外，我们也咨询了很多其他公司和国际组织，例如石油输出国组织（OPEC），国际货币基金组织、经济合作与发展组织（OECD）、欧盟委员会、欧盟统计局、世界经济论坛等。对于化学品公司的数据我们也取自不同的来源，包括公司年报和公司网站，以及专业杂志和很多行业领导者。

所以，我们将化学工业相关的一系列模型和预测，以及每一个主要特征视为一个整体。在前面的章节中，我们将评估将要到来的大趋势会如何影响世界和化学工业；在后面的章节中，我们将开始提供具体和真实的模型，展示 2050 年的世界和化学工业的场景。

在有些情况下，我们会提供两个选择，一个来自于权威的专家或者组织，另一个基于我们自己的计算，所用的方法论前面已经介绍过。在另外一些情况下，将只提供一个模型，不是来自于众所周知的专家或组织，就是来自于我们自己的研究。也有一些情况没有预测。对于一些话题，模型是开放式的，在信息更新和评估之后，留给读者一个关于未来的问题。

正如前面所提到的，对于 2050 年我们的世界和化学工业是什么样子的，本书的目的是展现一个具有逻辑性和保守的视角，提供足够的数据和原理以得到正确的看法和见解。我们大部分预测都将使用过去几十年和几百年的结果进行验证，在这些领域中以 20 世纪相似时期的情况评估我们的行为。

总之，很多预测可能会是错误的，但至少我们对本书提供的正确原理和论据有信心。同时这些预测是保守的且有据可查。所以，请允许我祝愿您有一个愉快的阅读体验，通过更好的化学工业进入一个更好的世界。

目 录

1	2050 年全球大趋势	1
1.1	社会大趋势	5
1.1.1	人口增长	5
1.1.2	人口统计资料	6
1.1.3	城市化	12
1.2	经济大趋势	16
1.3	政治大趋势	26
1.3.1	趋势——新的国际秩序	27
1.3.2	趋势——政府作用持续增强	37
1.4	能源趋势	43
1.4.1	近期的能源转变	44
1.4.2	近期能源结构转变的重要教训	49
1.4.3	能源生命周期	49
1.4.4	能源成功的条件	50
1.4.5	危机是具有价值的信息来源	50
1.4.6	转变发生在生命周期中	50
1.4.7	黄金法则——经济决定能源转变	50
1.4.8	转变总会发生，问题是何时出现石油峰值	51
1.4.9	石油峰值——金·哈伯特先生的预测	53
1.4.10	OPEC——2030 年能源预测	54
1.4.11	近期发展	59
1.5	气候变化	75
1.6	不确定因素	97
1.6.1	政治	97
1.6.2	社会	97
1.6.3	技术	98
1.6.4	交通运输	98
1.7	加速因子——信息技术及“奇点”	98
2	2050 年的世界	104
2.1	“一个更大、更富有、更健康的和可持续发展的世界”	104
2.2	2010 年世界的状态	107
2.3	2050 年的世界	108