

这是比尔·盖茨最期待的作品，没有之一。



国家繁荣为什么离不开制造业

The Rise and Retreat of American
Manufacturing

[美] 瓦科拉夫·斯米尔 (Vaclav Smil) ◎著
李凤海 刘寅龙◎译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国家繁荣为什么离不开制造业

[美] 瓦科拉夫·斯米尔 (Vaclav Smil) ◎著

李凤海 刘寅龙 ◎译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

在《美国制造：国家繁荣为什么离不开制造业》中，“全球百位思想家”之一瓦科拉夫·斯米尔介绍了美国制造业在19世纪末的迅速崛起，在两次世界大战之间的巩固和现代化，在1945年后创造消费型社会过程中发挥的决定性作用以及它在最近遭遇的危机。美国制造业的历史就是一部创造国家的故事，《美国制造》阐述了制造业如何成为美国夺取全球经济、战略和社会主导权的基本力量。美国能够实现制造业的复兴吗？《美国制造》针对当前解决美国制造业危机的各项对策进行了评价。

Smil Vaclav

Made in the USA: the rise and retreat of American manufacturing

© 2013 Massachusetts Institute of Technology

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form by any electronic or mechanical means (including photocopying, recording, or information storage and retrieval) without permission in writing from the publisher.

北京市版权局著作权合同登记图字：01-2014-0343号。

图书在版编目 (CIP) 数据

美国制造：国家繁荣为什么离不开制造业 / (美) 斯米尔 (Smil, V.) 著；李凤海，刘寅龙译. —北京：机械工业出版社，2014. 10

书名原文：Made in the USA: the rise and retreat of American manufacturing

ISBN 978-7-111-48090-7

I. ①美… II. ①斯… ②李… ③刘… III. ①制造业—研究—美国 IV. ①F471. 264

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 222503 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：李新姐

责任编辑：丁思檬

责任校对：舒莹

责任印制：乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2014 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

170mm × 242mm · 16.25 印张 · 1 插页 · 229 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-48090-7

定价：49.90 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

长期的历史经验告诉我，在阅读主题复杂的书籍时，很多人会怀着太多先入为主的预期，因而，一旦发现书中的内容与他们的某些预期不相符，他们就会觉得大失所望。因此，我很担心，对于这本创作于21世纪第二个10年之初，讲述美国制造业兴衰史的专著，是否也会遭受这样的命运。就像我们经常说的那样，那些分不清马铃薯片和芯片、倡导不加约束的全球化而且还在兴高采烈地将美国制造业的沦陷视为实现纯服务型经济必经之路的经济学家（以及政策制定者）们，肯定不会接受本书的观点：制造业的重要性是毋庸置疑的。同样，那些对全球化的每一个方面都嗤之以鼻且不遗余力提倡保护主义的经济学家（以及政策制定者）们，也不会赞同我的另一个主张：大力推进美国工业品的出口。

可以说，这本书既不是一个出自推行某种观点或是主张某个特定政策的经济学家之手的经济学分析，也不是试图验证某个特殊范式的历史学家所讲述的美国工业技术兴衰史。相反，在创作本书时，我的目标很简单：讲述一个故事，而且是一个资料翔实、依据充分的故事。这个故事恢弘壮丽、色彩缤纷，而且对我来说，它充满了无尽的魅力。尽管美国在全球大舞台上的角色行至当下有诸多原因，但大多数人最先想到的往往不是制造业。本书将阐述制造业何以成为推动美国经济、战略和社会生活的基础原动力，以及这种推动作用是如何形成的。它系统地回顾了美国制造业在19世纪最后几十年的迅速崛起，第二次世界大战前几十年的大规模重组整合与现代化步伐，1945年之后在将整个世界改造为大众消费型社会进程中所扮演的角色，1974年之后面对的巨大挑战以及近期遭遇的颠覆性衰退。

这个故事的结局到底会怎样呢？不，其实这个故事还没有结束，所以结果还不得而知——即便是近期内会发展到何等地步，也不是我们所能预料的。正因为如此，我的本意既不是为制造业增长创造最佳环境条件而提出一般性政策建议，也不想坚定不移地推行某种改革措施，以阻止制造业的衰退。华盛顿绝不缺少愿意做这些事情的特殊利益集团和智库，而且它们中的相当一部分人在这方面确有独到之处。我个人坚信，如果一个发达的现代经济体要想真正地实现繁荣富强，那么就必须有一个强大、多样和富于创新性的制造行业，它的目标是不仅能在资源约束下提供高质量产品的制造业，而且是能提供更多就业机会的制造业。因此，我想做的就是探讨关切美国制造业未来的那些人所发出的某些改革呼声，并详细阐述他们的某些基本主张。

归根结底，本书讲述了美国制造业以往取得的成就及其近期遭遇的衰落，按照我的一贯风格，我在本书中也不会作出什么预测。因此，我自然无从回答，美国制造业是否会像日渐稀少的拥护者所希冀的那样东山再起，或者是否会在就业容量以及总产值等方面在美国经济中不断趋于边缘化（对此，很多主张“生产马铃薯片和生产芯片没有区别”的经济学家会坦然面对，这应该在他们的意料之中）。总之，我的观点就是，美国制造业实现真正复兴的机会是有的，但是整个行业继续衰败的可能性依旧存在。

Introduction ▶ 前言

1899年，兰塞姆·奥茨创建了自己的汽车制造公司，开始组装“奥兹莫尔比”（Oldsmobiles），实际上，这只是一辆将发动机安装在座位下面的轻便马车。2年之后，他推出了公司的第一款“Curved Dash”汽车，这也是美国第一款以系列方式生产的轿车。又过了2年，凯迪拉克汽车公司开始正式销售汽车。1903年，大卫·别克创建了汽车制造公司。1908年，奥兹莫尔比、别克、凯迪拉克以及其他20家整车生产及零部件企业被收归到由别克总经理威廉·杜兰特创建的通用汽车（GM）旗下。此后，公司一路成长、不断创新，到1929年，通用汽车的年销售额已超过福特。在熬过了“大萧条”之后，通用汽车在第二次世界大战期间飞速发展，当时，它不仅是美国最大的军用卡车制造商，也是最大的航空发动机、飞机、坦克及其他军火武器的生产商。

1953年，艾森豪威尔总统任命通用汽车总裁查尔斯·威尔逊为国防部部长。任职听证会上，在被问及担任政府领导人是否有可能带来利益冲突时，威尔逊回答，他认为不可能出现任何问题，“因为多年以来，我始终认为，有利于美国的事情肯定也有利于通用汽车，反之亦然”。这句至理名言般的回答似乎掷地有声，但“反之亦然”这个说法却显然令人回味“对通用汽车有利的东西，也肯定有利于美国”。

到1962年，通用在美国汽车市场上占据的市场份额已经达到了50.7%，这也是通用的巅峰时代。此时的通用汽车已成为世界最大的汽车制造商，而且前途注定会更加光明。但这一切都发生在石油输出国组织（OPEC）成立之前，在本田和丰田的汽车打入美国汽车销售市场之前。

1996年，通用汽车的总部迁入熠熠生辉的底特律文艺复兴中心，但是，由于车型设计拙劣导致产品故障频发，使得通用汽车的轿车及轻型卡车市场份额此时还不足33%。10年之后，通用汽车已成为一家几乎没有任何转机的失败者，在2009年6月1日宣布破产时，其轻型汽车的市场份额仅为19.6%，轿车的市场份额更是只有16%。破产不仅让曾经招摇过市的“悍马”越野车就此寿终正寝，也让历史悠久的“庞蒂亚克”（1926年投产）和以挑战日本品牌、打造“与众不同汽车制造商”为初衷的“土星”系列从此退出历史舞台。即便是通用汽车的股价在2010年11月再次反弹之后，政府依旧持有该公司34%的股份。从世界上最大的汽车制造商，沦落到破产并接受政府救助，如此跌宕起伏的抛物线式轨迹从一个层面折射出美国制造业的兴衰起伏——但这其中自有特殊之处。与通用汽车不同的是，数千家美国电子、纺织品、鞋业、家具、汽车零配件及钢铁制造企业还没有达到大而不倒的地步，它们的退出仅仅用了20年的时间。

但这样的结果绝非命中注定，而且通用汽车的故事也用跌宕起伏的情节再次诠释了起死回生：借助于2011年的局部经济复苏，通用汽车在美国本土的销售量超过250万辆，全球销量则超过900万辆，这让它们重新夺回全球汽车制造业的霸主地位（与此同时，丰田则因质量和发货问题而退居第四，落后于雷诺—日产及大众）。福特也在没有政府出手相救的情况下走出了经济泥潭：2008年，它在美国的市场份额仅为14.2%，而它在1961年顶峰时期的市场份额则是29.2%。到了2011年，福特强势反弹，汽车销量达到210万辆，市场份额提升至16.8%。

但这绝非意味着美国已再现昔日汽车业霸主的辉煌。去工业化已成为美国的大趋势，而底特律也只是曾经的全球汽车制造业中心：从令人炫目的通用汽车大厦向西南望去，看到的完全是另一番场景，到处是废弃的房屋和停车场，杂草丛生，肆意野蛮生长的树木茂密成林，让无人居住的房屋反倒成了陪衬。这一点也不奇怪：甚至在2000年时，汽车业还为美国提供了130万个就业岗位，但是到了2009年7月，这个数字几乎被拦腰斩半，减少至62.4万个。实际上，整个制造业提供的就业数量也显示出与此

相同的趋势。

第二次世界大战后，美国制造业的就业人数持续上升，并在1979年夏季达到了历史最高点，接近1 950万人。到1980年，也就是在经济衰退期的中途，制造业的全部就业人数依旧可以达到1 870万人。到1990年年底，这个数字下降了近7%，为1 740万人；2000年底，尽管颓势已不可逆转，但制造业的总就业量仍然高达1 720万人；然而，到了10年之后，这个数字就只有1 150万人了（BLS，2012）。当然，很多经济学家都曾预言，所有失去制造业职位的人都将容量无限的服务业所吸纳。但是在21世纪的第一个10年里，美国却并未看到就业数量的任何净增长。相反，总体就业量却出现了减少：2001年1月，美国的非农就业人数为13 250万人，而在2010年11月，这个数字却是12 980万人，在美国人口数实现9.7%净增长的这段时间里，就业人数却出现了2%的下降。

上一次出现类似趋势的时间还是20世纪30年代的“大萧条”。和当时一样，本次制造业就业数量的减少（从2000年底到2010年12月，制造业的就业数量合计减少560万个）造成了总就业量的减少。与此同时，从2001年底到2010年，除了数万亿美元的预算赤字之外（仅2010年即达到14万亿美元），美国的贸易赤字总额（大部分源自制造商的进口）更是接近了4.4万亿美元，这也让美国成为世界历史上最大的债务国。这些现实促使我们不得不以批判的眼光看待美国制造业走过的道路，重新认识它的发展、成就、失败乃至前景。

在此，我们将站在历史的长河中去回顾美国商品制造业走过的历程，了解它如何崛起并成为全球制造业霸主，回味它在技术上曾经取得的辉煌成就，认识它在20世纪70年代后的转型和衰退，剖析其生存乃至扩张的可能性，并最终揭示它所带来的经济、政治及社会意义。我之所以要创作这本书，就是想追忆美国制造业所书写的伟大历史——这也是一部创造美国历史的鸿篇巨制，而且我更坚信，如果没有制造业的支撑和驾驭，美国或许根本就没有机会摆脱当前的经济困境，也无力应对来自其他更具国家竞争力的大国挑战，更无从谈及为下一代创造一个充满活力和创新精神的

社会。

研究制造业，就是要探讨人类创造现代文明社会并使之拥有各种复杂机能的一切标志性活动。毫无疑问，这本身就是一个精彩纷呈、令人陶醉的宏伟篇章。但是，在一个后工业时代早已逝去的世界里，在一个价值创造几乎完全依赖服务业而远离制造业的经济中，在一个被消费思维所湮没的社会里，在一个以声音、图像及语言交换构筑的非实体化的新型宇宙中，这样的老生常谈显然已不被接受。尽管所有这些归根到底还要依赖各种各样的制造业已是不争的事实，但这样的说法在今天已经不被接受，更难提被采纳。但更令人不可理喻的是，在很多人的心目中，将原材料输入转化为形形色色产成品的这种看得见、摸得着的制造体系，俨然已成为工业历史的残迹，与现代虚拟现实相比，它们就如同远古的遗物。

其实，古语中便有制造活动的说法：制造的含义就是用手工（manus）制作（faciō）物品，不过，在眼下这个物欲横流的经济大潮中，这个定义似乎已经不再恰当，真正手工制作的東西真的是越来越少。随着机械化、自动化和电算化不断取代人类的职能，甚至是某些不久前还被视为人类维持自身生存的基本技能，也正在被越来越多的机器所取代，而且越来越多的消费品也已成为机器的产物。

更进一步看，发达国家从事的制造性活动也变得越来越少。亚当·斯密在1776年时就曾建议道：“如果有一个国家能以低于我们的成本提供某种商品，那么最好的选择就是向他们购买这种商品。”

但不知道亚当·斯密先生会不会接受这样一个事实：美国既不生产一只叉子或者一只餐盘，也不生产一台电视机或是一台个人计算机，而是全部从国外进口这些商品，当然，还有成千上万种的其他产品，从而将数百个薪酬优惠的就业机会拱手让给其他国家。不可能，因为他曾重点强调过，“从国外购买的这些商品应采用我们生产的一部分零件，这就会有利于我们的就业”（Smith, 1776）。但贸易统计数据却清晰地告诉我们：美国的任何一种比较优势均抵不过进口廉价商品的价值总额，自1976年以来，这种情况给美国带来了巨额贸易逆差。斯密认为，“两个地域之间在

不受胁迫、不受限制的情况下开展自然、定期的贸易，通常对贸易双方都是有利的”。但他是否会想到国际贸易带来的大规模失业和长期性巨额逆差呢？

实际上，今天的一切大规模商品生产均与国际贸易有关，而且任何国际贸易都会给社会、政治和环境带来不同程度的影响，这种影响不仅作用于本地，而且会辐射全球。当前，人们对虚拟商务给予了巨大的关注，导致制造业开始淡出公众视线，但不可否认的是，制造业依旧是技术信息的第一大源泉，而且它的进步改造了现代经济的各个方面。美国在创造、普及和改进工业品方面的地位是其他任何国家都无法撼动的，这些成就很难让我们不去追忆它昔日的辉煌。尽管从总的绝对值角度看，美国制造业依旧保持持续增长，但隐藏在表面之下的种种疲软、失败和退步，也给我们提供了一个及时发现并冷静面对各种问题和挑战的机会。

序 // III

前言 // V

第一章 重中之重的制造业 // 1

工业化社会 // 3

制造业与服务型经济 // 10

第二章 上升期： 1865 ~ 1940 年 // 21

创造现代社会，1865 ~ 1899 年 // 24

美国钢铁业 // 29

爱迪生的电力照明系统 // 34

信息时代的制造业 // 39

不断巩固的几十年：1900 ~ 1940 年 // 45

工业和家庭的电气化 // 49

当代工业生产的两大问题：质量与效率 // 54

“大萧条”时期的制造业 // 61

第三章 统治期：1941 ~ 1973 年 // 67

第二次世界大战和随之而来的梦魇：1941 ~ 1947 年 // 69

战时动员 // 73

老式武器与新型武器 // 79

计算机时代的开启 // 86

1/4 世纪的霸主：1948 ~ 1973 年 // 90
第一个大众消费社会 // 93
自动化、计算机和微型芯片 // 98
美国制造业的优势和面临的问题 // 103

第四章 衰落期：1974 年至今 // 111

渐露疲态：1974 ~ 1990 年 // 115
制造业的能源问题 // 117
危机四伏的汽车制造业 // 122
电子制造业的荣辱兴衰 // 127
困境重重，1991 ~ 2012 年 // 133
衰退与灭亡 // 138
高科技霸主的神话 // 143
“中国制造”与“沃尔玛帝国” // 148

第五章 回望历史，展望未来 // 153

成功与挑战 // 155
美国制造业的成就 // 158
失败与教训 // 164
全球互联网竞争：永远不存在平等的竞技场 // 170
回应的时刻是否已经到来？ // 176
寻求变革 // 179
商品出口 // 186
触及极限 // 195

第六章 成功还有机会 // 203

尾 声 2013 年 3 月：好消息尚未到来 // 217
参考文献 // 219

第一章

重中之重的制造业

现代经济应该具有非物质性，以及制造业在后工业时代无足轻重的说法，纯属是对基本现实的误读。

与制造业繁荣休戚相关的不仅仅是一个国家的财富，甚至还有这个国家的独立。每一个为实现其伟大目标的国家，都应拥有满足本国需求的所有基本市场要素。

——亚历山大·汉密尔顿（Alexander Hamilton），《制造业报告》（*Report on Manufactures*），1791

不计其数并且还在与日俱增的工业品极大地丰富了人类的生活，也让人们感到压力重重，实际上，这还是发生在不久之前的事情。在工业前社会，绝大多数人拥有的财富还仅仅能满足其最低生活标准，而且只有屈指可数的最富有者才会拥有单件生产或是小批量制造的高质量手工品。即便是当时大批量生产的产品，譬如砖、陶器或是最简单的纯金属物件，也会因为价格不菲而只能为极少数人所购买。而对于最贫穷的农民家庭来说，他们拥有的制造品就只限于几个饭锅和几件可怜巴巴的厨房用具，大多数家庭只有一张单人床，在以谷物为主食的社会里，每家还需要几个盛装粮食的容器，实际上，在今天的亚洲和非洲，依旧有很多人生活在这种状态下。

即便是在西方国家步入工业社会最初的几十年里，城市新移民的全部

财富也不过只有一件做工粗糙的火炉和几件简单的家具而已，且大多人也只有一件可换洗的衣服。对于物质文明的描绘和剖析，恐怕没有比《物质世界：一个全球家庭的写真》（*Material World: A Global Family Portrait*）一书更深刻、更贴切、也更有说服力的了。在这本书里，作为所在社会的典型代表，来自 30 个国家的家庭将全部财产陈列在他们的住所前，在这些家庭中，有些空空如也，有些财力充盈（Menzel, 1994）。一组名为“成长”（Barber and Benson, 2010）的系列摄影作品曾赢得皮克泰国际摄影大赛（Prix Pictet）的第三名，它从令人震撼的视角记述了贫富差距的力量。但是，最能体现现代大众消费社会的例证还是来自于皮尤研究中心（Pew Research Center），该中心对美国人认为不可或缺的事物进行了民意调查。在这份必需品的名单中，1996~2006 年增长比例最大的依次是微波炉（2006 年，68% 的被调查者认为在生活中离不开微波炉，10 年间增长了 36%）、家用计算机、洗碗机、干衣机和家用空调（Taylor, Funk, and Clark, 2006）。不过，随之而来的经济衰退让一切都经历了倒“U”型逆转：到 2009 年，上述商品的必要性程度均大大低于 2006 年（全部出现了两位数的下降）（Morin and Taylor, 2009）。即便如此，仍有 2/3 的被调查者认为，没有干衣机的生活是无法忍受的，而 88% 的人则认为，他们的生活离不开汽车。

在以大生产商品作为社会基本特征这个问题上，美国历史为我们提供了一个无与伦比的绝佳范例；欧洲国家和日本的日渐富裕正在成为一件让美国人感到越来越压抑的事情。美国私人及政府囤积工业品的历史已有 150 年。在政府层面，我们想到的不应只限于联邦政府拥有的车辆、建筑物或是水坝，还应包括从间谍卫星、战斗机到航空母舰、核潜艇以及洲际弹道导弹在内的各种军事武器。

在最初阶段，个人的实物性消费全部是为了改善生活标准（从电冰箱到电话，从电梯到疫苗，无一例外），不过，时至今日，人类的采购行为（精确地说是负债增加行为）却尽显奢侈浪费，但却品位全无，定制性法式豪宅、开悍马或民用型装甲车无疑就是这种趋势的极端体现。

而在中国和印度等快速增长的经济体中，近期的炫耀性消费更是呈现

井喷式增加。尽管这种消费模式还只局限于大都市的精英阶层，但这种消费强度却让少数在总体上依旧处于极度贫困的国家成为高档奢侈品的主流市场。至于成功的现代生活到底应如何定义，似乎已经毋庸置疑，那就是拥有尽可能多的工业品：尽管这些高档奢侈品对绝大部分人来说只是可望而不可即的，但这并不妨碍他们抱有奢望。因此，工业品的重要性似乎是显而易见的。但我们还是会经常听到人们说，后工业社会已经让工业沦为配角，因为强大的软件力量正在不断造就一个让链接、信息和知识超越于单纯物质的电子世界。客气地说，这种想法或许可以被称为误导；如果毫不客气地讲，这完全是胡说八道。还有些人或许仍旧承认人类的物质需要，但却声称，后工业社会根本就没有必要制造任何东西，而且可以进口他们所需要的一切工业产品。

几十年以来，全球化的倡导者始终在大声疾呼外包和国际贸易的好处，但这种安排本身就有其弊端（Bhagwati and Blinder, 2009; Fletcher, 2011）。将某些制造业转移到海外的合理性绝不缺少例证，同样，证明对外贸易的可取性、有益性的示例更是比比皆是，但是，即便是最强大的经济体，如果抛开意识形态而无止境地追逐自由贸易，过度依赖进口或是不加选择地对整个工业实行外包，必将导致该经济体不断虚化和弱化。所谓制造业已不再重要，我们无需担心制造业的衰落，现代经济的繁荣源于服务，以及出口高附加值服务有助于确保进口工业品所需资金等种种言论，完全是无稽之谈。本章将阐述制造业在当代发达国家中的典型地位。

| 工业化社会

在当代发达国家的家庭里，很多财产是他们在生活中获得基本尊严的必要前提。床、盘子、刀具、杯子、鞋、肥皂和毛巾都属于这类物品。在寒冷的天气里，我们会倍加珍惜隔热墙、保温好的门窗、坚固耐用的家具或火炉；天黑之后，功能齐全的厨房和整洁光明的灯具则成为我们最希望得到的东西。对那些通勤上下班的人来说，可靠的汽车（或自行车）、火

车和地铁以及四通八达的公路是最基本的必需品。而构成物质消费的其他物品则属于可有可无的非必需品，如果认真对照一下这些非必需品，我们会发现，其中的绝大部分都可以在当代北美家庭中觅得身影。

不过，大多数家庭拥有的大部分财产则是居于两者之间，它们既非必需品，亦不代表任何富裕和奢华，但却会让人们的日常生活更加舒适快乐。这类物品的范围更广，从小型家用电器到书籍，从花园用具到运动设施，从家具到复制音乐的小设备，形形色色，花样繁多。在传统社会中，尽管大多数人的主要时间花费在所处乡村或城市的狭小区域内，但大规模流动已日渐成为现代社会最突出的特征之一，商业事务或休假往往都需要进行长途旅行，而这这就要求以同样的规模大力发展交通运输基础设施以及原动机和各种运输工具的制造。

而这些物质需求则要涉及各种行业的制造业，它们要从世界各地获取原材料，在全球范围内雇用数以亿计的工人，而且这样的工作永无止境，因为新产品总是层出不穷，不断取代陈旧或过时的老产品。考虑到有能力购买这些产品的消费者不计其数（目前全球能进行高端消费的人数约为 15 亿人，达到中等消费水平的人数约为 20 亿人），为此，制造业只能放弃它本身拉丁词根所代表的内容，即“手工制作”。在今天的市场上，只有极少的一部分物品由手工制作，高水平的机器化和自动化以及电动工具无处不在，让机器成为标准，也让人类可以凭借可接受的成本实现大规模生产，因此，“手工制作”这个概念早已经成为陈年往事。

显而易见，这种情况同样适用于现代社会消耗的食品。在传统的生存型社会中，农民种植农作物主要是为了满足家庭自身的消费，但是在现代社会中，农业生产的消费对象往往是在地域遥远的市场，与此同时，随着肉类及乳品摄入量在比例上的提高，大部分农作物实际上仅用于家畜饲养，而非直接用于人类消费。这样的安排就需要大规模地生产人造化肥、杀虫剂以及除草剂等物品，以维持农作物的高产；为实现及时高效的耕种、栽培及收割，需要大批量地生产拖拉机、插秧机和联合收割机；为了将农产品从产地运送到距离遥远的市场，需要大量的卡车和货轮。由于这些农机农具的存在，地球才得以养活 70 亿人口，为近 20 亿人提供充裕的

食品供给，并将全球营养不良者的数量减少到不足 10 亿人（Smil，2001，2011）。

其他生存必需品还包括家庭、工业所需要的能源供给，与能源供给相关的钻探设备、油泵、油气压缩机、油井套筒、输油管线、油罐和炼油厂，以及为提取、加工和输送石油天然气提供必要条件的煤矿、选煤厂、卡车、火车和大型货轮等。最终利用这些能源的工具则包括为大型发电涡轮机提供增压蒸汽的锅炉、炼炉和原动机：以汽油为燃料的汽车发动机是目前使用最普遍的能源转换方式，为货轮提供动力的大型柴油发动机是最有效的动力转换方式，而商用飞机发动机则是最可靠的动力系统（Smil，2010）。当然，发挥这种最终用途的最大一个类别还是机器设备、工器具以及将电能转换为热能、动能和电磁能的光电设施。

或许还可以看看我们生活中的两个端点，出生和死亡时出现在我们身边的种种事物：床单、手套、听诊器、注射器、药品，以及绘制每个衰老者心跳直至我们走到人生尽头的心率监视器。在一个多数人脱离“制作东西”这个人类基本活动的社会里，虽然是老生常谈，但我们还是有必要重申：现代社会的福利体现为我们对形形色色有形产品的依赖，也就是说，通过熔化、精化提炼、化学反应、分离以及合成等手段，首先将原材料首先转化为各种中间品，这些中间产品五花八门，从金属到塑料，从木材到面粉，几乎面面俱到，在此基础上，通过进一步加工，形成最终产品并通过装配获得可交换的物品。

上述定义只是采用了接近于官方对生产性活动的定义，而没有使用一个还不算理想的术语：制造业。美国统计局将制造业定义为这样一个行业门类：“通过一系列的机械、物理或化学过程，将材料、物质或零部件转换为新产品的生产部门。对于工业品零部件的组装，除应归属于‘第 23 节，建筑业’以外的活动也被视为制造业。”（USBC，2010）这个官方定义将制造业描绘为：

以动力驱动机器及材料加工设备为主要手段的工厂、设施、加工厂等制造型生产机构，这就涉及制造性活动具有机器和人类两个要素兼具的特征。此外，个人或家庭作坊以手工方式将材料或物质转化为新产品的活