

A Story of Steam, Industry,
and Invention



文库

青木昌彦 主编
吴敬琏

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World
The Most Powerful Idea in the World

世界上最强大的思想

蒸汽机、产业革命和创新的故事

【美】威廉·罗森 (WILLIAM ROSEN) 著
王兵 译

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World
The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World
The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World
The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

The Most Powerful Idea in the World

18世纪的英国

为什么会成为发明家成长的沃土？

发明巨匠们如何改变一个国家，
进而改变整个世界？

《洛杉矶时报》《纽约时报》撰文推荐
比尔·盖茨推荐必读图书之一



中信出版集团 · CHINA CITIC PRESS

The Most Powerful Idea in the World
A Story of Steam, Industry, and Invention

世界上最强大的思想

蒸汽机、产业革命和创新的故事

[美] 威廉·罗森 (WILLIAM ROSEN)◎著
王兵◎译

图书在版编目 (CIP) 数据

世界上最强大的思想：蒸汽机、产业革命和创新的
故事 / (美) 罗森著；王兵译. —北京：中信出版社，
2016.6

书名原文：The Most Powerful Idea in the World:
A Story of Steam, Industry, and Invention
ISBN 978-7-5086-6161-2

I. ①世… II. ①罗… ②王… III. ①产业革命—研
究—世界—近代 IV. ①F419

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 086162 号

Copyright © 2010 by William Rosen

All rights reserved including the rights of
reproduction in whole or in part in any form.

Simplified Chinese translation copyright © 2016 by China CITIC Press

ALL RIGHTS RESERVED

本书仅限中国大陆地区发行销售

世界上最强大的思想：蒸汽机、产业革命和创新的故事

著 者：[美] 威廉·罗森

译 者：王 兵

策划推广：中信出版社 (China CITIC Press)

出版发行：中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

(CITIC Publishing Group)

承 印 者：中国电影出版社印刷厂

开 本：787mm × 1092mm 1/16

版 次：2016 年 6 月第 1 版

京权图字：01-2014-2315

书 号：ISBN 978-7-5086-6161-2

定 价：58.00 元

印 张：21.5 字 数：309 千字

印 次：2016 年 6 月第 1 次印刷

广告经营许可证：京朝工商广字第 8087 号

版权所有·侵权必究

凡购本社图书，如有缺页、倒页、脱页，由销售部门负责退换。

服务热线：400-600-8099

投稿邮箱：author@citicpub.com

总 序

作为 CIDEG 文库的主编，我们首先要说明编纂这套丛书的来龙去脉。CIDEG 是清华大学产业发展与环境治理研究中心（Center for Industrial Development and Environmental Governance）的英文简称，成立于 2005 年 9 月的 CIDEG，得到了日本丰田汽车公司提供的资金支持。

在清华大学公共管理学院发起设立这样一个公共政策研究中心，是基于一种思考：由于全球化和技术进步，世界变得越来越复杂，很多问题，比如能源、环境、公共卫生等，不光局限在科学领域，还需要其他学科的研究者参与进来，比如经济学、政治学、法学以及工程研究等，进行跨学科的研究。我们需要不同科学学者相互对话的论坛。而且，参加者不应仅仅来自学术圈和学校，也应有政府和企业界。我们希望把 CIDEG 办成类似斯坦福大学非常著名的公共经济政策研究中心（Stanford Institute of Economic Policy Research, SIEPR）那样，对能源、环境问题进行经济和政策上的分析。我们认为，大学应该关注基础研究，大学的使命是创造知识，在深层知识的产生上发挥作用。而产业部门的任务是把技术成果商业化，大学和产业之间的连接非常重要。但与此同时，我们不应忘记政府的角色，特别是对于一个发展中的转轨国家，政府职能的定位和边界至关重要。CIDEG 的目标是致力于“制度变革与协调发展”、“资源与能源约束下的可持续发展”和“产业组织监管及政策”为重点的研究活动，为的是提高中国公共政

策与治理研究及教育水平，促进学术界、产业界、非政府组织及政府部门之间的沟通、学习和协调。

2005 年 9 月 28 日 CIDEG 召开了“中国的可持续发展：产业与环境”的首届国际学术研讨会，会议的主题正是中国当今的产业和环境状况。

中国的改革开放已经有 28 年历程，它所取得的成就令世人瞩目，它为全世界的经济增长贡献了力量，特别是当其他一些欠发达国家经济发展停滞不前的时候。不过，中国今后是否可持续增长，却是世界上许多人所关注的问题，因为在中国取得巨大成绩的同时，还面临着诸多挑战：资源约束和环境制约，腐败对经济发展造成的危害，糟糕的金融服务体系，远远不足的自主创新能力，以及为构建一个和谐社会所必须面对的来自教育、环境、社会保障和医疗卫生等方面的冲突。这些挑战和冲突正是 CIDEG 将开展的重点研究课题。

中国刚刚发布的“十一五经济和社会发展规划纲要”提出了对发展模式的调整，号召用科学发展观统领全局，坚持以人为本转变发展观念、创新增长模式、提高增长质量，把经济社会发展切实转入全面协调可持续发展的轨道。这也为 CIDEG 的研究工作的开展提供了一个更有利的前景。

而中国对环境治理方面的研究显然刚刚开始，中国近年能源消耗的速度远高于实际经济增长速度，这种增长是不可能长时间持续的。最近《京都议定书》开始生效，哪些公共政策措施可以控制二氧化碳和其他污染气体的排放？建立一个排放权的市场是否对控制尾气排放有效？如何资助新环境技术的进步？这些问题不仅需要技术知识，也需要经济学素养。而建立一个环境监管体系，就不仅涉及法律问题和技术问题，更需要对广泛社会问题的考量。环境污染背后的实质是社会成本 and 价值的重新分配问题，因而要从社会系统的角度考虑环境监管。并且从发展的角度来看，中国环境污染的源头在发生改变，监管体系也就应该随之改变。

还有公共卫生问题，比如 SARS、疟疾、艾滋病等，这是全球化的另一面。人口流动性的增加加快了疾病传播，如何控制这些病的流行，不仅需要医生的合作，而且涉及许多移民的工作、生活和环境等问题。我们会面对许多类似的公共政策问题，解决方法要看历史因素和经济发展水平，因此，就要进行国际比较研究。

中国是独特的。但是，由于中国也曾经是一个中央计划经济国家，有些研究需要与过去同是计划经济的中欧和独联体国家相比较。与此同时，日本、韩国、中国大陆和中国台湾有一些共同的特征，在开始阶段农村人口都占很大比重，传统社会规则是农业社群中的人际关系生发出来的。这些社会关系不可能一夜之间改变，这种发展形式和西方经济的发展很不一样，也与俄罗斯等国不太一样。所以，在面对这些既有共同点又有独特性的问题时，比较研究会很有意思。虽然受制于不同的制度框架，但问题是共同的，比如社会保障、养老金问题、环境问题等。关于社会保障制度的设计，我们可以从新加坡、瑞典和其他国家学到许多经验。在经济高速增长带来的与环境的社会冲突方面，我们可以从日本 20 世纪 60 年代后期的环境立法、产业发展协调中学到许多教训和经验。所以，对产业发展和环境治理的研究应该是全球化的。

比较经济制度分析是一种概念工具，有助于理解不同经济制度如何演化。不同制度可能会融合，可能会继续保持差异。产业发展和环境治理政策不一定是普世适用的，在某些国家可能容易实施，其他国家也许不行，但不同国家之间的交流非常重要。充分利用国际上已有的研究成果，收集和整理这些成果以做进一步的交流，是十分可取的途径。

正是在这一意义上，比较、借鉴和学习也成为 CIDEG 学术活动中的一项重要内容。根据 CIDEG 理事长陈清泰的倡议，我们决定翻译并出版这套“CIDEG 文库”，介绍不同国家是怎样从农业国家发展为现代国家的；在经济高速发展阶

段，是如何处理与环境的矛盾的。这套丛书的内容选择非常宽泛，从学术的到非学术的都在其内，目的就是给中国的读者——学生、学者、官员和企业家以及所有对此有兴趣的人提供更多的信息与知识。CIDEG 理事和学术委员为文库提供了第一批书目，并成立了编委会，今后我们还会陆续选择适当的图书编入文库。为此，我们感谢提供出版书目的 CIDEG 理事和学术委员，以及入选书籍的作者、译者和编辑们。

青木昌彦

吴敬琏

2006 年 4 月 10 日

目 录

总 序 / III

序 幕 “火箭号” 蒸汽机车 /001

第一章 探索“气压”之路 /013

亚历山大里亚城的机械玩具何以未能激发出制造灵感；意大利的水银柱实验如何取得了成功；德国 16 匹马分别拉拽两个铜半球呈现出壮观景象；真空起着至关重要的作用。

第二章 伟大的发明人共同体 /030

活塞的众多用途；在一所没有学生的学院成立了世界上第一个科学学会；军械库内鼓舞人心的价值观念；非国教信奉者；不完备的机器设计；排气阀的发明。

第三章 首位真正的发明家 /055

有关一副扑克牌的所有权的审判；南太平洋中一个充满乌托邦空想的岛屿；《反垄断法》与《政府二论》；从人们发现某物到人们拥有某物的理念转变。

第四章 威力巨大的热能量 /081

肥沃土壤的发现；欧洲采伐森林产生的影响；水力的局限；一个苏格兰人做的冰块实验的重要性；在英国寻找最有价值的珠宝。

第五章 手掌中的科学世界 /104

海风给铁质望远镜带来难以预料的后果；“立方平方定律”的巨大影响力；锻工们的联合组织；洞察力的本质；金融泡沫的长期效应。

第六章 万事皆备于我心 /130

《女士日记》里令人惊讶的内容；自然选择引起的发明；弗林效应；神经细胞雪崩效应；发明与创新之间的重要差别；在格拉斯哥绿园散步的记忆。

第七章 样样精通的人 /150

欧洲修道院里的千差万别的情形；酿酒技术对冶铁业的技术贡献；晶体结构的几何学原理；旧熔炉的技术更新。

第八章 变化永无止境的领域 /173

银行倒闭风波引起不可预知的后果；私人推动的国会法案；康沃尔矿区的风习；从往复运动到旋转运动的艰难转化；世界上最大的磨面机。

第九章 异常出色的技术 /203

悬赏开锁；铁具制造中木头的利用，木器制造中铁制工具的使用；细小失误的重大影响；各种形状和尺寸的滑轮；以“大法官”之名而著称的仪器。

第十章 英国棉纺织业的威力 /225

丝织技术的秘密；两个都叫凯伊的人；一个名为珍妮的孩童；毁坏纺织机器运动；加尔各答与兰开夏郡之间的棉花贸易大战；织袜工的激烈的愤恨情绪。

第十一章 国家之财富 /260

马尔萨斯陷阱及逃脱策略；溢出效应与索洛余量；人口增长与技术创新之间的不稳定关系；中国皇帝、荷兰银行家和法国革命者的局限。

第十二章 蒸汽机车的诞生 /283

康沃尔的伟人；到坎伯恩山的一次旅行；力、重量与压力之间的三角关系；乔治·华盛顿的磨粉机与斯库尔基尔河的疏浚工程；从康沃尔到秘鲁的长途旅行；历史上最重要的蒸汽机车竞赛。

尾声 利益之驱动 /319

致谢 /332

“火箭号”蒸汽机车

在伦敦南肯辛顿区（South Kensington）附近的科学博物馆底层，有一条被称作“现代世界的形成”的走廊，在其中心位置的一个低矮平台上展示着世界最有名的机车。

或者说那是遗留下来供展示的“火箭号”机车，车身被煤烟熏得发黑。它于1829年由乔治·斯蒂芬森和罗伯特·斯蒂芬森这对父子工程师设计、建造，它与开创了蒸汽机车时代的那种机器大不相同。它的回水管遗失了。附着在两个驱动轮上的活塞也不再保持初始的角度。两个世纪之前令它如太阳一般闪耀光芒的黄漆现在已经无法辨识。虽然如此，机车上6英尺^①长的锅炉、联动装置、凸轮乃至机车行驶的轨道等相关技术基本上还和1829年的状态一样。实际上，它们和那些使用了一个多世纪的铁路技术并无二致。

“火箭号”机车的重要性不止于此。它实际上还标志着某些意义重大的事情

^① 英尺：英语国家中，古代和现代各种以人脚长度为依据的长度计量单位。1英尺 $\approx$ 0.3048米。——译者注

的开端——两个世纪的公共交通运输。同时，它也标志着一个高潮的到来。站在“火箭号”机车面前，一个博物馆的参观者，带着些许的想象，就能发现由蒸汽机车而来的无数线索，可以追溯到现代世界最初的起点。其中第一条线索可以倒退到第一批冶金工人，他们想出了办法，可以铸造驱动“火箭号”机车车轮的铁制气缸。第二条线索导向人们发现的燃料，这样的燃料可以使铁制锅炉内的水产生蒸汽。第三条是最短的线索，但也可能是影响最深远的，它导引我们回到一项重大发现：沸腾的水能够被以某种方式转变为运动力量。第四条线索实际上就是运输线：制造“火箭号”机车就是为了从曼彻斯特向利物浦运输棉质产品，它是工业化第一阶段的标志性工业制造品。

从“火箭号”机车而来的大多数线索都是非常直接的，但有一个（也是最有意思的一个）却并不那么顺畅：那是个谜团。“火箭号”机车令人迷惑不解的地方是，为什么人们制造它来从曼彻斯特向利物浦运输货物，而不是从巴黎到图卢兹，或者从孟买到贝拿勒斯（Benares），或者从北京到杭州。就此而言，自从世界上第一台汽轮机的工作模型在公元1世纪的亚历山大港被制造出以来，就存在一个疑问：为什么“火箭号”机车是在19世纪初期而不是之后才开始它的定期往返行程呢？

更直接地说，为什么被称作历史断面的工业革命——有时也称作“第一次”工业革命——发生在当时那样的时间和地点呢？^①

那条特别线索的重要性似乎是不言而喻的。大约就在那个时期，“火箭号”机车被制造出来，世界正在经历的不仅是一场深刻的产业变革——《牛津英文词典》中称为“因使用机器而带来了产业的快速发展”——而且是从农业向工业

^① 在1884年以前，“工业革命”一词并没有真正引起人们的注意。那一年，经济史学家阿诺德·汤因比（Arnold Toynbee）在成立于1878年的牛津大学贝利奥尔学院所做的一系列讲座，在其去世后被整理出版，书名为《18世纪英国的工业革命演讲集》（*Lectures on the Industrial Revolution of the 18th Century in England, Popular Addresses, Notes, and Other Fragments*）。事后看来，这一命名确实存在某种随意性。最常使用的教科书把工业革命的起止时间定为1760~1820年，这是因为汤因比关于工业革命的演讲的对象是乔治三世（George III），而乔治三世的在位时间正是1760~1820年。

（或工业经济）的重大转变。把这两者结合在一起，不仅是革命性的，而且是独一无二的。

“革命性”和“独一无二”这两个夺人眼球的词已被过度使用。在某种意义上讲，人类历史中的每一个世纪都是独一无二的。每一年，世界某个地方都会发生一些看似具有革命性的事件。但是风流韵事、流行病、艺术活动以及战争都是完全不同的事件，它们的影响几乎总是遵循着一类或另一类人们熟悉的模式。不管上述事件在个人、家庭乃至国家的生活中具有多么大的变革作用，在过去的一万年里，仅有两次事件实实在在地改变了整个人类。

第一次发生在大约公元前 10000 年，当时的全球人口低于 500 万，标志事件是当时的人类发现了他们可以种植自己所需的食物。这是一个毋庸置疑的世界性转变。一旦人类被拴在了生长食物的土地上，定居的社会就发展起来了，而在这样的社会中，等级制度随之出现。等级体系中最弱的成员依赖于最强者的友善，而最强者学着去操控世界上持续时间最长的收保护费的组织。定居点变为城镇，城镇发展成王国，王国又变为帝国。

然而，经过各种量化指标的测量，包括寿命、热量消耗或儿童死亡率，实际上整个人类的生活经验，在农业革命（有时称作“新石器时代”）扩散至全球之后的 1000 年里，并没有多大改变。阿兹特克（Aztec）的农民、巴比伦的牧羊人、雅典的石匠，以及加洛林王朝（Carolingian）的商人，说着不同的语言，穿着相异的衣服，祈祷的神明也大不一样，但是他们都吃同样数量的食物，有着同样年数的寿命，不会到远离家乡的地方去，同样都埋葬过自己夭折的孩子。因为他们只是生了很多孩子——世界人口从公元前 5000 年到公元 1600 年间，由 500 万增长到 5 亿，翻了 100 倍——并没有做其他任何影响久远的事。根据 1990 年美元的不变价值计算，对人类生产力（必然是个概数）做出的最佳估算认为，7000 年间每年的人均国内生产总值在 400 ~ 550 美元间波动。公元前 800 年的全世界人均国内生产总值为 543 美元，几乎与 1600 年的数据完全一样。莎士比亚时代的普通人并不比生活在荷马时代的人过得更好。

17 世纪的普通人的生活与 7 世纪的人们一样贫困，而第一个解释这一现象的人是英国人口学家托马斯·马尔萨斯。他在《人口论》（*Essay on the Principle of Population*）中论证，纵贯整个人类历史，人口的增长速度总是快于食物的供给速度。为了找到数学表达式的可靠支持（这在社会科学史上是个常用的修辞），他认为，除非未受到战争、饥荒、流行疾病或少量无人关注的新闻的影响，否则人口总是会呈几何级数增长，而增长的人口所需的资源，主要是食物，总是以算术级数增长^①。“马尔萨斯陷阱”这个学术术语已经通用了好几个世纪，它明确指出，虽然人类在饲养、制衣、运输或（更为频繁）相互征伐方面，时常发现或发明一些更有效率的方法，结果是人口的快速增长消耗了生产盈余，让每个人完全回到了以前的生活状态（水平）。更常见的情形是，人口显示暴增，然后在食物耗尽后暴跌。路易斯·卡罗尔（Lewis Carroll）的“红色皇后”理论（Red Queen）可能在一只火柴盒背后写下了整个人类历史：“嘿！听着，你能跑多快就跑多快，这样你才能停在原地。如果你想去其他地方，你至少要以两倍的速度奔跑。”

这就是“火箭号”机车诞生的历史时刻如此独一无二的原因。这台被煤烟熏黑的蒸汽机车恰恰处在一个历史拐点上。这条描绘了人类生产能力的直线，千年以来平直得如同堪萨斯州的州界线，而如今像曲棍球球杆的发力端一样，转了个弯。“火箭号”机车诞生的时刻就是人类最终学会如何以两倍的速度快速奔跑的时刻。

人类现在依然奔跑在路上。如果考察一下自 1800 年以来每 20 年人类社会各项指标的增量，把每一项能够量化的人类福利指标都绘制在图表上——这些指标不仅包含年人均国内生产总值，它在 2000 年已攀升到 6000 美元，而且包括婴儿死亡率（其实包括了任何年龄段的死亡率），卡路里消耗量，传染病的流行，成

^① “几何”（geometric）和“算术”（arithmetic）是马尔萨斯的用词，对应于现代的用词是，“指数”（exponential）和“线性”（linear）。

年人的平均身高，终身残疾者的百分比，贫困人口占比，人均居住空间，初、中、高等教育入学率，文盲比率，以及人均闲暇时间——那么，这张图表显示的每项测算数字，在一个时期的末尾总要好过这一时期的开端。出现这种现象的地区并不局限于欧洲和北美，类似的改善在世界各地都出现了。一个在 1800 年出生的法国婴儿预期活到 30 岁，比 2000 年一个刚果共和国出生的婴儿少 25 年。19 世纪法国的新生婴儿面临着特别严重的危险，比如饥饿、传染病、暴力侵害等。即使他或她活到成年，也不太可能学会阅读。

换一种方式想想。在 17 世纪的英国、法国或中国，一个熟练的劳动者，比如纺织工或铁匠，在自己的专业上一周花费的时间和生产的布匹或钉子，与奥古斯都时代其先祖的产出大致一样。他每天获得的收入、购买的食物数量和种类也都与其祖先时代相差无几。他的妻子像她的先人一样，负责准备食物；她可能会从村里的面包师那里购买面包，但她几乎亲自做了一切事情。她甚至为其家人做衣服，并且会考虑到气候和时尚方面的特殊情况。不过这样的衣服与 10 个世纪之前的任一家庭所做的衣服没有多大区别，都是手工纺织的毛料，如果当地能出产亚麻，那就再加一点亚麻线。劳动者和他的妻子可能会生 8~10 个孩子，按照通常的概率会有 3 个能活到成年。如果他要旅行，他只能选择徒步，或者假如他格外有钱，那也可以乘坐两轮马车或四轮马车，前者一小时跑 3 英里^①，后者一小时跑 7 英里。还是与他的先人一样，这就意味着他的活动范围不会超过离他出生地 5~6 英里的地方。

于是，历史上第一次出现了大变革，而且是最基础层面的变革。公元 4 世纪，一个君士坦丁堡的熟练织工可能需要工作三个小时才能赚到足够的钱来购买一磅^②的面包。到 1800 年，一个诺丁汉的织工至少要花费两个小时。而到了 1900 年了，一个织工不到 15 分钟就能赚到购买一块面包的钱。到 2000 年，只

① 英里：一种使用于英国和其前殖民地及英联邦国家非正式标准的单位制。1 英里 $\approx$ 1.609344 千米。——译者注

② 磅：英美制质量单位。1 磅 $\approx$ 0.4536 千克。——译者注

需要5分钟。生活在21世纪的发达国家的中产阶级家庭所享受的奢华生活，是两个世纪之前一个国王都无法负担的。这种说法算是老生常谈了，但却是事实。

这并不意味着变革会突然发生。一小部分学者直言不讳地表达了自己的意见，质疑有关这一现象的革命因素甚至产业因素的真实性。最近的研究已证明，1760~1820年间的生产率和国民所得的增长远低于人们曾预期的速度。其中一部分原因是，工业化之前欧洲人的收入比人们预先相信的收入高很多。而事实上，欧洲至少从9世纪起就有了城市中心区、马路以及沿着马路到市中心的巨量贸易往来。

另外，历时一个世纪变革进程并没有减弱它的革命意义。很明显，的确发生了些什么。

并不是每个人都认为位于科学博物馆走廊里的东西是精巧的、奇特的。按照流行的说法，有超过两百种试图解释工业革命的不同理论。它们包括这样的想法：首先由社会学的先驱人物马克斯·韦伯将它普及，即相较于中国的儒家思想或法国和南欧的天主教教义，北欧的新教伦理与创新观念更加融洽。或者说，同时代的中国无法获得原材料，特别是煤炭，因而阻碍了一场亚洲工业革命的发生。对于那些有着某种心态的人来说，还存在一种理论，即英国没有内部关税，拥有土地的农民也不多，这就使它在短时间内就跃入了工业化国家行列。工业化是来自海外殖民地的税收的结果吗？或是底层社会的人工成本比较高的缘故，或者是上层社会的家庭规模比较大，阶级冲突，抑或是缺少阶级冲突？

即使所有这些理论解释减少到最小数量，在某种程度上也仍是正确的。解开谜团的方法有许多，其中不少将会在本书后续章节涉及。其实，这些理论解释中唯一的不足之处就在于，它们倾向于对最明显的解释轻描淡写。该理论认为，工业革命首先是一场关于发明的革命。它不仅仅是大大小小的新发明在数量上的急速增加，而且是发明过程本身的根本变革。

发明对每一代人都很重要。一些籍籍无名的苏美尔人（Sumerians）曾经用

一根木棍穿过一段中空的树干中心，做成最初的车轮，从他们的邻居面前驶过。用很长时间想出一个仅仅解释发明是什么的有用理论，这多少有点让人疑惑。当代的认知科学家已经提出了好几个有关发明的不同策略和分类法，而其中最具有影响力的一个理论已有 80 年历史，他由经济史学家艾博特·佩森·厄舍（Abbott Payson Usher）所创。

1929 年，46 岁的厄舍出版了《机械发明史》（*A History of Mechanical Inventions*），这部著作虽然晦涩、陈旧，对今天的参考价值不大，但它用了大量篇幅记录了人类致力于通过发明机器，持续不断地改善生活的各种途径，从早期中东地区农夫使用的犁，到船舶、蒸汽机，以及 19 世纪中期的铁路（有意思的是，厄舍写《机械发明史》的时间并不在电力时代）。正如《物种起源》（*Origin of Species*）中的理论得到了自然界数以千计的实例支持那样，《机械发明史》中也包含了不少令人印象深刻的实例，从史前役畜磨损的马具、埃及的水车和手推石磨，到古老的横梁压力装置、中世纪的谷物磨粉机、滴漏，当然还有蒸汽机。但该书不只是对人类发明的精巧装置做了编年记录，它也呈现了关于发明的最具说服力的历史理论。厄舍的贡献超过了其他任何人，他给了我们一个工具包，用以分析和描述人们如何构想、设计和建造“火箭号”机车（及它的零部件）。

在厄舍之前，很多科技史学家还没有与普通历史学家先于他们而涉足的两条相同路径偏离太远。第一条路径是，号称“英雄人物”的史学理论，该理论认为，通过一些主要人物的行为就可以理解众多历史事件。这个理论在本书语境中，就是“伟大的发明人”理论。第二条路径是，将前述同样的历史事件视为历史不变法则的结果。对于科学技术史而言，这通常就意味着要将很多事情解释为某种由自然选择引起的发明的演化过程。厄舍讨厌这两条路径。无论从哲学观念还是个人性格看，他都是非常民主的人。他完全相信，发明的能力广泛地分布在每一个普通人身上，发明的冲动到处都存在。

如果发明现象和呼吸一样自然存在，那么人们可以预见，发明活动将会像呼

吸一样，无论出现在 2 世纪的埃及抑或 18 世纪的英国，表现都差不了太多。而厄舍的确就是这么认为的。对他而言，每一项发明都必然遵循着以下四个顺序：

1. 意识到了存在未得到满足的需求；
2. 认识到满足这种需求的现有尝试中，有自相矛盾的地方，或缺少某种东西，厄舍称为“不完全模式”；
3. 对这种模式有了一种突然的洞察力；
4. “关键性的修正”过程，在此过程中洞见经受考验、改进乃至完善。

厄舍对发明创新领域的指引作用是不可估量的。在接下来的篇章里，将会多次涉及他对发明过程的逐步描述。但正因为他提出的发明顺序，可以应用在从新石器时代的挖掘棒（印第安人使用的掘土工具）到机械织布机的所有发明物上，所以它不能解释为什么——一排学童在介绍艾什顿（T. S. Ashton）为工业革命撰写的简短而又不可或缺的历史时的难忘情景——“大约在 1760 年，一批小工具发明席卷了整个英国。”如果阿基米德、达·芬奇和瓦特构想出这些“小物件”的过程根本一模一样，那为什么直到 18 世纪中叶这一过程才从涓涓细流汇聚成滚滚巨浪呢？

单纯将工业革命视为一批小工具发明的集合，并不能把蒸汽动力的位置——“火箭号”机车的动力源——推到这批小工具发明的“波峰”。毕竟，欧洲工业化的头几十年的动力主要是水力和风力，而不是蒸汽。一直到了 1800 年，英国的水车产生的动力仍然是蒸汽机的三倍之多。本书不是以“火箭号”机车，而是以“现代世界的形成”走廊中的另一个展品作为开端，是令人信服的。这个展品就是理查德·阿克莱特的棉纺织机，它因动力源是水而被称为“水力纺纱机”^①。尽管如此，蒸汽机仍然是工业革命时代的标志性装置，但这并不是因为它代表了一种不依赖于人畜体力的动力形式，水车和风车早就已经摆脱

① 要了解更多阿克莱特的资料——事实上有非常多——参见第十章。