

[美] 内森·罗森伯格 著

探索黑箱

—— 技术、经济学和历史

EXPLORING THE BLACK BOX

TECHNOLOGY, ECONOMICS, AND HISTORY



商務印書館

探 索 黑 箱

——技术、经济学和历史

〔美〕内森·罗森伯格 著

王文勇 吕 睿 译

图书在版编目(CIP)数据

探索黑箱:技术、经济学和历史/(美)罗森伯格著;
王文勇,吕睿译.—北京:商务印书馆,2004
ISBN 7-100-04194-5

I. 探… II. ①罗…②王…③吕 III. ①技术革新-技术史-研究-世界②技术经济-经济史-研究-世界 IV. F062.4-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 061373 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

探 索 黑 箱

——技术、经济学和历史

[美]内森·罗森伯格 著

王文勇 吕睿 译

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码100710)

商 务 印 书 馆 发 行

北 京 民 族 印 刷 厂 印 刷

ISBN 7-100-04194-5/F·501

2004年12月第1版

开本 850×1168 1/32

2004年12月北京第1次印刷

印张 10 7/8

印数 5 000 册

定价:19.00 元

Nathan Rosenberg

EXPLORING THE BLACK BOX

Technology, economics, and history

© Cambridge University Press, 1994

本书根据剑桥大学出版社 1994 年版译出

目 录

前言	1
第一部分 不确定的将来	9
第一章 技术变化的路径依赖	10
第二章 查尔斯·巴比奇:开辟前沿的经济学家	27
第三章 约瑟夫·熊彼特:激进的经济学家	55
第四章 技术创新和长周期	76
第二部分 技术大背景	103
第五章 经济试验	104
第六章 为什么发生在美国?	130
第七章 美国能学会更好的模仿吗?	145
第八章 科学政策研究的关键问题	167
第三部分 技术变化的行业研究	193
第九章 有效利用能源的技术:回顾历史与展望未来	194
第十章 化学加工工业的创新	229
第十一章 电信:复杂、不确定和依赖路径	245

第十二章	理解森林产品工业中新技术的应用	282
第十三章	科学仪器和大学科研	306
索引	323

前 言

1

本书重点研究信息(无论新旧)参与技术创新的过程。该过程并不一目了然,否则本书多章将属多余。其实本书要旨是更好理解技术创新过程的多样性及其潜在意义。技术变化如此复杂,它形式众多、方向各异,我们需要从不同角度观察不同的产业和研究不同历史的阶段。

本书始终关注促成技术进步的必要信息在何种程度上、以何种方式从既有理论知识体系中演绎出来。有别于其他从经济学角度研究技术变革的方法,本书重于信息获取的本质特征。这涉及区分产生新理论新概念和公司在逐利环境中进行昂贵的产品设计试验。虽然理论可以提供产品设计及其市场可行性信息,如化学知识对新分子合成非常有用,但许多重要细节并非来自任何科学理论。相反,许多新产品的产生是由于兼顾了产品性能的改进、成本增加、特定市场的消费者品味和辅助技术的物理特征等诸多因素的结果。这些细节和特点会反馈回科学研究并极大影响其方向。

因此为了充分分析技术变化的前因后果,我们必须直接考察信息之间的相互依存。通过透彻研究事件的先后顺序和特定行业的制度结构,人们可以洞悉技术知识的增长过程,即那些不可能只

- 2 从理论框架中推导出来的知识。本书第一章将用更多笔墨讨论这一主题,尤其是技术变化的路径依赖性质。19世纪杰出的大学者查尔斯·巴比奇对这一主题有深刻的理解。巴比奇本人是本书第二章的主题。巴比奇曾警告“由于缺乏事实信息而造成的错误比由于推理不严谨造成的错误更严重,影响更持久”。我希望读者会发现本书通篇对巴比奇警告的尊重。事实上,本书深切关注对技术变化进行历史分析至关重要的必要性,和由于缺乏清楚令人信服的科学或经济理论指导的结果。这种关注直接影响后续章节的展开,并包括以下三方面:确定产品和工艺设计、技术创新结果的不可预测性、经济理论对特定假设和区别的分析和批评。

确定产品和工艺设计

我们首要面对的问题是为何技术变化难于分析。按照定义,技术进步是昂贵的实验和对经验数据进行组织加工的结果。虽然科学理论有时指导实验过程,但精确设计实验并将实验结果绘制为新产品和新工艺的活动却无法从理论中演绎出来。明显的例子就是多年来美国研发开支的三分之二都花在开发上。开发是工程师的领域即产品设计,是公司了解材料和物质的物理性质进行信息获取的过程,用以指导新产品或工艺设计的活动。科学至多对决定设计的具体特征给予有限的帮助。

- 因而,在考察化学工程师和专业工程公司把实验室里的好奇心转化成大规模连续工艺运营所扮演的角色时(第10章),我们需
- 3 要关注工艺放大的成本,工程原理在降低不确定性上发挥的作用

和经济学家们讨论技术创新时对工程活动的低估。科学对产品设计的贡献有限,部分原因是科学本身的局限性,部分是因为产品设计和科学原理关联甚微这一事实。成功的产品设计必然反映一些重要的经济和制度因素,诸如投入的相对缺乏(而决定投入的价格)、是否存在相应辅助技术、过去创新及其采纳发生的历史次序、公司和消费者的偏好。在考察特定产业或技术体系中技术创新的决定因素时,本书各章试图区分各种力量扮演的不同角色。其前提是对技术创新的严肃分析,即使是在所谓的“高科技”产业里,也必须承认技术进步是一群因素作用的结果,而科学只是其中的一个引导因素。

预测创新的结果

我们也许轻松地地下过这样一个结论:不管开发新产品的困难和不确定性有多大,预测其用途是容易的。但历史却没能证明这个结论。相反,看起来刚引进一件发明时便能理解它的潜在意义并不容易。因此,在检查信息与技术不同的结合方式中,本书中的几个章节将着重讨论如何识别新技术的潜在应用性。

电信科技的发展轨迹(第11章)展示了这一丰富多彩的历史,突出了人们对新技术的理解和它们的最终实际用途之间存在的巨大偏差。回顾激光、电话、无线电、计算机、晶体管和其他对电信系统产生重大影响的主要发明史,人们不禁惊讶这些技术的最终实际应用多难以预测。曾有报道,由于光波在通讯中没有用处因而不符合贝尔实验室的利益,贝尔实验室的专利律师起初并不愿申

请激光专利。

- 4 同样的事情在很多场合里发生过。西方联合公司拒绝购买贝尔的电话专利,虽然它只卖 10 万美元。马可尼相信只有无法进行有线通信时,无线电才可以作为点对点通信的主要工具。计算机只能用于一些专业研究项目的高见则揭示了对大量技术创新用途不可预测的普遍性。当然不是所有的创新都有不可预测的特点。然而,对那些在发明初期便受到错误判断的创新却有一些共同的特征。这些特征将在下面几章中分别论述,它们制约了我们对新技术的潜在应用能力的预测。

新技术常在较原始条件下创造出来。许多细节在发明中有待完善,因此广泛的改进过程便成了扩大技术实际应用的过程。当初驱动第一台电子数字计算机运行需要 18,000 个真空管,难怪这使人们对计算机未来需求估计保守。

与上一点紧密相关,创新所产生的影响不仅与发明的改进有关,而且与辅助发明的改进也有关。激光技术在电信业运用是因光纤的进步及人们对其技术诱人商业价值的认识。事实上,仅有激光技术或仅有光纤都不能改变今天的电话传播,但两者相结合的潜能产生了巨大影响。并且,一系列相关的辅助发明和技术改进使激光技术有了其他意想不到的应用,包括高难度外科手术、化学研究、工业材料切割造型、声音的高质量复制和计算机打印。

重大技术创新常常会构建起全新的系统。但对全新系统进行概念化又很困难。人们对新技术常常作有限的思考,认为它们不过是现有系统的辅助。铁路、发电网和电话网都是很复杂的系统,但当初人们都认为它们是既存系统的辅助,而不会取代旧系统。

最后,新技术所产生的最终影响不单是技术可行性或改进技术性 5
能这么简单,它还界定了人们尚无法清楚表达的需求。它所需的
不仅是工程知识或高质量的专业分析,而是想像力!索尼的随身
听就是一个绝好的例子。部件设计当然需要工程专业技能,但是
给人影响最深的是想像力的飞跃,想像力为其找到了合适的市场
位置。

经济理论的可用性

而历史分析支持这种观点:即技术变革常发生在信息匮乏或
不确定的环境中。决策者的信息匮乏大大制约了他们评估技术进
步的能力。但是,研究技术变革的新古典主义经济学模型却假设
了一个丰富的信息环境,并假设只有一两种已知的方式制约公司
获得信息。一个公司的自然过程是,刚开始,它只拥有贫乏或非常
有限的信息,随着经验和投资获得了信息。与此相反,许多技术创
新的经济模式却假设公司在一开始便掌握所有的技术选择,从而
可以得出确定的产品功能。并且,这些模式都假设公司还掌握了
可以从研发经费中推导出这些技术的经济价值的全部信息。运用
这些假设,也就非常容易得出科学、技术和产品界面的线性模式,
或用新古典生长模式推导出比较统计数据。从这一角度来说,这
本书的一个目的就是要说服读者,简单的线性分析不能圆满地解
释技术变化和经济增长之间丰富而又相互影响的界面。

例如,传统分析犀利地区分了要素替代和技术变化。然而某
种程度上,公司并不能了解运用要素组合而进行的生产过程的全

部细节,如那种在技术上与目前讨论相去甚远的生产过程。要素替代与技术知识的成长不易区分。至少,现在所谓的研发实际上只是捕获关于技术要素替代的信息而不是技术进步的信息。而研发是指用于技术进步的**实际资源**。同样重要的是,承认公司鲜有动力去认识那些在目前生产过程中用不上的技术选择。原因很简单:获取新信息很昂贵。相关投入的价格变化会引发探寻和实验过程的变化,从而产生详尽的技术信息,对经济的长期增长具有历史意义,却与研究初衷的经济领域相去甚远。美国在能源和森林产品(第9章和第12章将分别论述)方面的经验,美国公司的日本对手在扩大模仿能力的需要(第7章)和集中计划的一些基本问题(第5章)都体现了生产者和创新者通过经验、实验和投资来获取信息。但是新古典主义的研究方法却假设人们掌握了生产可能性的全部信息,混淆了这些问题,错误描述了技术变化和要素替代的性质。

同样,正如第8章所讨论的,技术变化的决定因素具有深刻的不可确定性。为了替代可疑的技术创新线性模式,引导研究和政策向富有成效的新方向发展,探讨科学、技术与体制之间的界面变得迫切。过去的研究过分偏重于新增科学知识对技术进步的作用。这种强调来源于一个不现实的假设:所有的公司和个人都熟知全部已有的科学知识。相反,历史记录显示,重要技术变化常来自对旧科学的重新发现,或对科学无法解释的实践关系的发现。当我们认定不管个人或公司,获取科学知识,哪怕是旧知识都非常昂贵这一假设,我们就容易解释这种更复杂的相互依赖性。

这一问题本身复杂,对人类生存条件重要,同时具有吸引力和

挑战性。如本书能让人们更多意识到这一问题的诸多方面,至少依我个人来看,已实现了它的初衷。

第一部分 不确定的 将来

9 第一章 技术变化的路径依赖*

1.

经济学家再也不必为介绍技术变革这一主题而感到抱歉了。与40年前比,目前已经发生很大变化,这本身就值得庆祝。经济学当时在这个主题上并无太多研究,仍因循守旧地将技术变革处理成(或贬低为)纯粹的外在因素,认为技术变革具有经济后果,却不具有可见的经济前因。虽然同情马克思和熊彼特的读者认识到技术变革是刺激经济长期增长的一个主要重大动力,但这种意识并未触动西方经济学的主流学术传统。今天技术变革对经济的重要性已被广泛认可。不会有太多经济学家不同意技术知识的增长对经济活动的发展至关重要。并且一种观点已被广泛接受:即在先进工业经济体中,技术知识的增长越来越依赖于科学,虽然这种

* 我曾和斯坦利·恩格曼,维廉·派克和司哥特·斯德恩对本章中的一些问题进行过非常有价值的讨论。我要特别感谢保罗·大卫,在我思考路径依赖现象时,对我耐心而不懈的鼓励。这一章引用过以前的两篇论文“科学在多大程度上是外生的?”,内森·罗森伯格,《在黑箱中》,第7章(剑桥大学出版社,剑桥,1982年)和内森·罗森伯格,“美国工业对科学的商业化”,载金·克拉克,罗伯特·海斯和克里斯托夫·劳伦斯编辑的《不安的联盟》(哈佛商学院出版社,波士顿(麻省),1985)。

依赖方式从未厘清过。^①

于是我们可以顺理成章提出以下两个问题：技术知识以何种方式随着时间而增长？什么因素以什么方式促成了它的增长？ 10

着手这些问题，我认为要理解任何时期技术知识的主要特点，都必须先系统理解孕育这一技术更早的历史时期。这里，我意在显示路径依赖的程度^②，在这种意义上，人们不可能仅从某一特定的初始条件便预测技术知识增长的方向或路径。只有理解一系列事件发生的次序这一背景，才能理解技术知识未来的成长方向。

进一步说，虽然我认为经济因素有力地决定了技术知识的增长，但是我不认为有任何经济的模式可以充分解释技术知识的内容。在这方面，经济理论显然是对历史价值无量的补充，但它没有、也不可能替代历史。经济力量可以深刻影响科研中的决定，但它无法事先决定科研发现的性质和形式。科研发现及其经济后果被笼罩在不确定之中，只反映科研发现的物理世界的某些特征，而

① 这种不清晰特征的一个有趣的指标是，许多年来国家科学基金会两年一期的《科学指标》是关于技术量化信息的惟一有价值的来源。在 1987 年开始，该期刊才终于在其刊名中承认对技术同样的关注。从此，期刊改名为《科学和工程指标》。

② 对与历史有关的路径依赖现象最严谨的论述是保罗·戴维。参考“路径依赖：将过去放入经济学的将来”（未发表），斯坦福大学 1988。戴维也在其他地方说过：“有时我们除了知道它就是这个样子，不可能发现周围世界的逻辑或非逻辑。经济变化的路径依赖顺序意味着对最终结果最重要的影响也许是在时间上很久远的事件，包括由于随机因素而非系统性力量引起的事件。像这样的随机过程不会自动汇集到结构的固定点分布，这叫做非各态经历。在这种条件下，“历史偶然事件”既不能被忽视，又不能完全隔离于经济分析的目的；这个动态过程本身具备主要的历史特征”。保罗·戴维“了解 QWERTY 的经济学：历史的必要性”，威廉姆斯·派克尔，《经济历史和现代经济学家》（巴塞尔·布莱克威尔出版社，牛津 1986，第 30 页）。参见布赖恩·亚瑟，“竞争的技术，增长的回报和历史小事件的锁定”，《经济学报》99（1989），第 116 ~ 131 页。