

圣塔菲研究所元老、复杂性科学奠基人
著名经济学家、首屈一指的技术思想家
布莱恩·阿瑟最新力作

技术的本质

技术是什么，它是如何进化的

[美] 布莱恩·阿瑟 (W. Brian Arthur) ◎ 著

曹东溟 王健 ◎ 译



The Nature of Technology
What It Is and How It Evolves



浙江人民出版社
ZHEJIANG PEOPLE'S PUBLISHING HOUSE

本书仅提供部分阅读，如需完整版，请联系QQ: 461573687

提供各种书籍pdf下载，如有需要，请联系 QQ: 461573687

PDF制作说明：

本人可以提供各种PDF电子书资料，计算机类，文学，艺术，设计，医学，理学，经济，金融，等等。质量都很清晰，而且每本100%都带书签和目录，方便读者阅读观看，只要您提供给我书的相关信息，一般我都能找到，如果您有需求，请联系我 QQ: 461573687, 或者 QQ: 2404062482。

本人已经帮助了上万人找到了他们需要的PDF，其实网上有很多PDF,大家如果在网上不到的话，可以联系我QQ。因PDF电子书都有版权，请不要随意传播，最近pdf也越来越难做了，希望大家尊重下个人劳动，谢谢！

备用QQ:2404062482

汪丁丁

北京大学教授

关于技术与科学的关系，布莱恩·阿瑟的观点奇特而又深刻：技术不是科学的副产品，或许恰好相反，科学是技术的副产品。多年来，布莱恩·阿瑟跨越许多学科追踪研究的唯一重要课题，就是“路径依赖性”。布莱恩·阿瑟敏锐地观察到：技术的本质，与制度的本质类似，有强烈的路径依赖性。

段永朝

财讯传媒集团首席战略官

在布莱恩·阿瑟的眼里，技术是“活生生”的，它有自己的“进化”方向，也有自己的“行事”逻辑，甚至技术自身“正在变为生物”。技术并非割裂人与自然的利刃，而是亲近自然、厚爱生命的新物种。让我们透过阿瑟的睿智之眼，领略技术的本质吧！

陈劲

清华大学教授，技术创新研究中心主任

《技术的本质》一书清晰地阐明了技术的定义，睿智地提出了技术自循环的进化律，因此，技术将对人类产生更大的影响，其自身也将获得极大的发展。我非常赞同作者的观点，并希望技术给人类带来更多的福祉和良善。

包国光

东北大学哲学系教授

布莱恩·阿瑟在《技术的本质》中提出了递归性、组合进化、现象等新概念，对科学、技术、经济三者之间的关系提出了全新见解。对于技术哲学和技术创新的发展，这本书具有重要的启发作用。

凯文·凯利

《连线》创始主编

布莱恩·阿瑟关于技术本质的独到见解，会启迪所有人，不论是技术的批评者、支持者，还是那些困惑不解的人。

埃里克·施密特

谷歌公司董事长

我们的Java，就是根据布莱恩·阿瑟的思想开发的。



上架指导：技术思想/技术创新

ISBN 978-7-213-05998-8



9 787213 059988 >

定价：62.90元

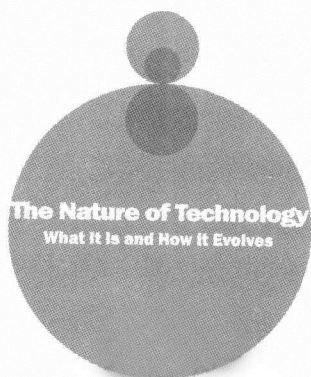


更多个性服务，尽在湛庐微信平台
请扫二维码或查找cheerspublishing

技术的本质

技术是什么，它是如何进化的

[美] 布莱恩·阿瑟 (W.Brian Arthur) ◎著
曹东溟 王健◎译



图书在版编目 (CIP) 数据

技术的本质: 技术是什么, 它是如何进化的 / (美) 阿瑟著; 曹东溟, 王健译. —杭州: 浙江人民出版社, 2014.4

ISBN 978-7-213-05998-8

浙江省版权局
著作权合同登记章
图字: 11-2013-315 号

I. ①技… II. ①阿… ②曹… ③王… III. ①技术学—研究 IV. ①NO

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 031976 号

上架指导: 技术思想 / 技术创新

版权所有, 侵权必究

本书法律顾问 北京诚英律师事务所 吴京菁律师
北京市证信律师事务所 李云翔律师

技术的本质: 技术是什么, 它是如何进化的

作者: [美] 布莱恩·阿瑟 著

译者: 曹东溟 王健 译

出版发行: 浙江人民出版社 (杭州体育场路347号 邮编 310006)

市场部电话: (0571) 85061682 85176516

集团网址: 浙江出版联合集团 <http://www.zjcb.com>

责任编辑: 王方玲

责任校对: 张谷平

印刷: 蕺城市京瑞印刷有限公司

开本: 720mm × 965 mm 1/16

印张: 18.25

字数: 20.7万

插页: 3

版次: 2014年4月第1版

印次: 2014年4月第1次印刷

书号: ISBN 978-7-213-05998-8

定价: 62.90 元

阅读, 请与市场部联系调换。

INSTITUTE OF TECHNOLOGY

赞 誉

“技术”这一词汇，或可列为高度流行的日常用语之一。但遗憾的是，不少人将其理解为“工具”或者“技艺”。换个生活化的说法，在很多人眼里，技术是“死”的，但在阿瑟的眼里，技术是“活生生”的，它有自己的“进化”方向，也有自己的“行事”逻辑，甚至技术自身“正在变为生物”。技术并非割裂人与自然的利刃，而是亲近自然、厚爱生命的新物种。让我们透过阿瑟的睿智之眼，领略技术的本质吧！

段永朝

财讯传媒集团首席战略官

技术是实现人类目的的重要手段，技术的进化对于技术创新政策与管理具有重大的影响。《技术的本质》一书清晰地阐明了技术的定义，睿智地提出了技术自循环的进化律，因此，技术将对人类产生更大的影响，其自身也将获得极大的发展。在技术的进化过程中，技术将如何保持简约并减少“暴力”的产生，这是人类对技术及其进化必须把握的准则。我非常赞同作者的观点，并希望技术给人类带来更多的福祉和良善。

陈劲

清华大学教授，技术创新研究中心主任

布莱恩·阿瑟关于技术本质的独到见解会启迪所有人，不论是技术的批评者、支持者，还是那些困惑不解的人。

凯文·凯利

《连线》创始主编，畅销书《失控》、《科技想要什么》作者

我们的 Java，就是根据布莱恩·阿瑟的思想开发的。

埃里克·施密特

谷歌公司董事长

布莱恩·阿瑟对技术如何发展及其进化过程的分析使我不禁联想到欧几里得几何学，它清晰、简练，而且看起来不证自明，历经多年终于被一位大师表述出来。《技术的本质》是一部开创性的、激动人心的著作，它极大地丰富了已有的商业、工程以及社会科学的内涵。

理查德·罗德斯

《原子弹秘史》作者，普利策奖得主

《技术的本质》是自熊彼特以来关于技术与经济的最重要的一本书。阿瑟通过明晰、易懂的行文，引人入胜的例子，描述着在从石器到 iPod 的进化过程中，技术怎样“创造着它自己”。这是一部值得被广泛阅读的，具有深入、持久的重要性的著作。读完本书，你将会以全新的方式思考技术。

埃里克·拜因霍克

《财富的起源》作者

每天，在硅谷游弋的成千上万美元都基于布莱恩·阿瑟的观点。

约翰·史立·布朗

帕洛阿尔托研究中心（PARC）前主席



推荐序一

路径依赖性：人口、经济、技术

汪丁丁

北京大学教授

学者的头脑，哈耶克把它分为两种，模糊型的和清晰型的。稍后，他补充了一个脚注，称在写《头脑的两种类型》这篇随笔时，他未听说过伯林对学者的划分——只知道一件大事的刺猬和知道许多小事的狐狸。哈耶克自认是一只刺猬。阿瑟也是一只刺猬，多年来，他跨越许多学科追踪研究的唯一重要的课题，可称为“路径依赖性”。

阿瑟是1946年出生的，现在他被称为经济学家，而且在37岁时就成为斯坦福大学最年轻的经济学教授。这些都是事实，但不是全部事实。我清楚地记得在阿瑟1994年出版的《收益递增与经济中的路径依赖性》一书开篇读到这样一则往事：阿瑟在加州理工学院做研究时，发现了经济生活中存在强烈的收益递增性并写文章论述他的发现（我读研究生时也读他的这些文章）。那时他在斯坦福大学粮食研究所任职，可能还担任生物系主任，他与斯坦福大学经济系的两位核心人物共进午餐（听上去是“求职午餐”），在他讲述了自己的“收益递增经济学”之后，

一位经济学教授委婉地告诉他世界上没有收益递增这回事，另一位教授更坦率，这位教授可能是当时的系主任，他告诉阿瑟先生，即便有收益递增这回事，我们也不能承认它。这则故事，赫然写在阿瑟著作的开篇。于是这部作品立即入选我的个人藏书——今天，我更乐意收藏电子版。

阿瑟 1999 年接受“领导力对话”采访时也回忆了这段“痛苦如地狱”的经历，他的描述是：在斯坦福大学的前十年，他发表了许多论文并担任了系主任，然后，他用十年时间试图发表一篇收益递增论文，却因此而离开了斯坦福大学。鼓舞他坚持探索的，是斯坦福大学校园最受爱戴的诺贝尔经济学奖得主阿罗。阿瑟说，阿罗帮助他获得了 1987 年古根海姆奖学金，并引荐他去圣塔菲研究所任职。又据阿瑟 1999 年回忆，因新古典增长理论而获得诺贝尔经济学奖的 MIT 经济学家索罗特意提醒圣塔菲研究所的主持人柯文，说他正在犯一个最严重的错误，因为阿瑟是无名之辈。

阿罗始终为阿瑟的收益递增经济学大肆鼓吹，同样深受阿瑟这一思想影响的，是因新制度经济学研究而获得 1993 年诺贝尔经济学奖的经济史学家诺思。我在香港大学教书时，于港大书店翻阅诺思 1990 年出版的《制度、制度变迁与经济绩效》一书时，印象最深的就是他运用阿瑟的收益递增观念于制度变迁的研究。我认为制度在各国，尤其是在中国这样从未中断悠久历史的国家，路径依赖的性质极其强烈。从那时起，阿瑟成为我关注的西方学术核心人物之一。阿瑟的往事永远提醒我，任何主流，包括经济学主流，都不可避免地压迫和排斥人类的独立精神和自由思想。为写这篇中译本序言，我检索了网上关于阿瑟的报道和文章，我发现，那些令人不快的往事完全消失了。这些往事未必是被斯坦福大学别有用心地花钱“遮蔽”了，很可能是因为网络社会的记忆原本就很短暂。

现在，我可以谈正题了。路径依赖性（path dependency），在制度经济学获得诺贝尔奖的那段时期，大约是1985—1995年这十年，对我们这些热衷于中国经济和政治体制改革的学者而言，真是一个最诱人的观念。例如，张五常在诺思得奖时对香港记者大呼“走宝”（即自家的宝贝被人家拿走了）。因为，据说，诺思当年曾在华盛顿西雅图校区听张五常的新制度经济学课程，这相当于师从五常呀。好事的记者于是去问诺思怎样评论张五常的“走宝”慨叹。诺思哈哈大笑，他的评论是，五常言之有理，可是他并未坚持这项研究。读者懂得啦？五常教授20世纪70年代赴香港大学筹建经济系，1982年在芝加哥大学核心期刊《法与经济学》杂志发表了《企业的契约实质》（我评价为他毕生的登峰造极之作），此后，他的注意力转向中国社会制度变迁，再也无暇他顾。

路径依赖性，阿瑟的论述，诺思的论述，以及多年前我的论述，可概括为这样一项平凡的陈述：人的行为依赖于他们过去的全部行为。注意，是“依赖”而不是“由此被决定”，也不是“完全不依赖”。阿瑟早年研究人口学问题，20世纪70年代至20世纪80年代他发表的论文主要是人口学的。不过，他自幼最喜欢数学和工程学，在爱尔兰的少年时代，他偶然选择了电子工程专业，那时他不过17岁——“年轻得有些荒唐”。后来，可能是他在加州理工学院（我认为很可能是北美唯一一所最优秀的理论学院）时期，专注于收益递增现象的研究。直到20世纪90年代主持圣塔菲研究所的“复杂性”课题组，自此以后，他主要研究经济生活中的收益递增现象。

技术，阿瑟指出，不是科学的副产品，而是或许恰好相反，科学是技术的副产品。古希腊人很早就懂得这一原理。亚里士多德说过，理论家的工作在于冥想，他们的模型是恒星系统，具有“永恒”这一基本性质。

技艺是实践者的工作，是一种关于偶然性的艺术，探求永恒原理的哲学家，不愿为也。两千年之后，技术仍是卑贱的实践者的工作（例如米开朗基罗的工作），却引发了近代科学。

阿瑟继续考证，技术总是由一些基本的功能模块组合而成的。最初的石器，打磨为两类，锋利的和有孔的，与手柄组合而成复合工具，例如“飞去来器”，例如“耜”与“耒”，例如“眼镜”。凡技术发明者，首重适用性和便利性，发明专利所谓“实用新型”。这两大性质要求使用新技术的人群将以往行为与新技术相合。如果你从微软视窗系统转入苹果系统，你会有很多这样的体会，多年之后，你试着适应微软系统，又有很多这样的体会。我们的身体（包括脑内的神经网络）可以记住我们的行为，并因记忆而有了行为的积累效应——贝克尔称为“人力资本”。在夏威夷的东西方中心人口研究所求学时，我听一位人口统计学家告诉我，观察人们早餐时吃的是哪一国的食物，可准确判断这些人来自哪一族群。她说，早餐习惯是最难以改变的，因为胃口或口味是“永恒的”。

诺思有几篇论文阐述制度的收益递增效应。他指出，规模越大的政府总是追求更大规模，权力越大的人倾向于追求更大权力，成功的制度有复制自身的冲动，直到社会被锁死于早已僵化但曾经成功的制度陷阱之内。他还找到了不少消亡的人类社会，作为“锁死”效应的例证。诺思的警告格外触动我们这些中国学者，因为历史太悠久而且太难以割舍，所以我们不能放弃传统，但我们必须改造传统，否则中国就可能消亡。

于是，技术的本质，与制度的本质类似，因有强烈的路径依赖性而常将人类“锁入”既有的技术路径或制度路径。锁入，于是可能锁死。当社会被制度路径锁死时，社会消亡。当企业被技术路径锁死时，企业淘汰。现在，读者可以翻阅阿瑟的这部作品了。



推荐序二

打开“技术黑箱”的一个新尝试

包国光

东北大学哲学系教授

美国学者布莱恩·阿瑟的著作《技术的本质》是一次打开“技术黑箱”的尝试性的创新探索，对我国的技术哲学和技术创新研究将具有一定的参考借鉴意义。

布莱恩·阿瑟是研究经济的学者，他在研究报酬收益理论时，发现不能回避技术。他给自己提出相互关联的两个问题：技术是什么，以及它是如何进化的。从西方哲学角度来看，这相当于在追问“技术的本质”和“技术的实存”。《技术的本质》这部书就是对上述两个重要的“技术哲学问题”的分析解答，作者试图建立一个“关于技术的理论”。

布莱恩发现，当代人对技术很熟悉，而对技术整体又很生疏，“我们对单个技术（individual technology）的历史以及它们是如何生成的都知道得很详细；我们可以对设计过程进行分析；我们在经济因素如何影响技术设计、采购过程以及技术是怎样在经济中扩散等方面的研究都非

常精彩；我们对社会如何型塑（shapes）技术以及技术如何型塑社会进行了细致的分析；我们深思技术的意义，追问技术到底是否决定人类的历史。但是关于‘技术’到底是什么，我们并没有达成共识。这里还没有一个关于技术是如何形成的完整理论，没有关于‘创新’由什么构成的深刻理解，没有关于技术进化的理论。这里缺失的是某个一般性法则（principles），它可以赋予主体一个逻辑框架，一个有助于填补这鸿沟的框架”。针对这样一种情况，布莱恩从几乎完全空白的状态开始他的研究，并主要基于三个基本原理（假设）逐级地构建了他的关于技术的理论：（1）技术（所有的技术）都是某种组合，这意味着任何具体技术都是由当下的部件、集成件或系统组件构建或组合而成的；（2）技术的每个组件自身也是缩微的技术；（3）所有的技术都会利用或开发某种（通常是几种）效应（effect）或现象（phenomenon）。

布莱恩对技术本质的探讨是从分析技术的构成结构开始的。技术有其自身的结构。结构首先是指技术是由零部件构成的。技术的最基本结构包含一个用来执行基本功能的主集成和一套支持这一集成的次集成。技术包含的集成块是技术，集成块所包含的次一级的集成块也是技术，次一级集成块包含的再次一级的集成块还是技术。这样的模式不停地重复，直到最基础水平的基本零件为止。换句话说，技术有一个递归性结构。技术包含着技术，直到最基础的水平。这种组合结构一直分解下去，将到达一类不再属于技术的“现象”或“效应”那里。这些现象具有恒定性和可重复性，独立于人类的技术和科学而存在，在人类的技术活动和科学研究活动中显现并被捕捉。布莱恩举例解释了人们对现象的利用：炼制石油是基于气化原油中的物质会在不同的温度下凝结这样一种自然现象；一个下落的锤子则依赖于动量的传输现象；汽车则依赖汽油或柴

油燃烧后产生能量这种自然现象。布莱恩这里所说的“现象”，显然不是胡塞尔意义上的“现象”，也不是马克思、黑格尔和康德意义上的“现象”。布莱恩的“现象”是自然现象或“自然效应”，所有技术都建立在对这种自然现象的利用之上。“自然现象是技术赖以产生的必不可少的资源。所有的技术，无论是多么简单或者多么复杂的技术，实际上都是应用了一种或几种现象之后乔装打扮出来的。”

关于技术的进化和创新，布莱恩提出了技术是“自创生”(autopoietic)的观点。所有技术的产生或使其成为可能，都源自以前的技术。技术是从已有的技术中产生的，是通过组合已有技术而来的。在这个意义上，技术集合(the collective of technology)的新元素的产生或成为可能，正是源于已有的技术集合，结果就是技术创生于技术自身。这样一来，所有技术产生于已有技术，也就是说，已有技术的组合使新技术成为可能。但同时，布莱恩也强调了：“说技术创造了自身并不意味着技术是有意识的，或能以某种阴险的方式利用人类为它们自身的目的服务。技术集合通过人类发明家这个中介实现自身建构，像珊瑚礁通过微小生物自己建构自己一样。假如我们把人类活动总括为一类，并把它看成是给定的，我们就可以从这个意义上说，技术体是自我创生的，它从自身生产出新技术。”从这里可以看出，布莱恩持有“技术自主论”立场。

纵观全书，作者提出了不少新概念和新见解，如递归性组合、现象、域、链接、自创生、珊瑚礁结构等新概念，以及“技术由技术构成”、“技术是对现象的编程”、“技术发明是需求和现象的链接”、“技术进化的自创生”、“技术与科学的同源性”、“经济随技术而进化”等观点，对我国技术哲学和技术创新的研究具有重要的启发作用。

布莱恩对“技术是什么,它是如何进化的”之回答,以及书中的“现象”的优先论、“技术自主论”、“域”本身的转换论等观点,虽然并非无懈可击,但也因得到理论和事实的论证支持而部分成立,这需要我国技术哲学和技术创新研究者进一步深入探讨。

本书的译者从事技术哲学和技术创新的研究与教学工作多年,熟悉技术哲学和技术创新领域的范式和研究状况。她们对原著中探讨的问题与思想有深刻的理解,基本把握了原著的分析思路和思想精髓。对原著中的一些新概念术语也给予了妥帖的转译,使读者能够基本准确地领会原作者的思想用意。



前 言

技术的追问

人在十几二十岁的时候，常会碰到一些没办法解答的问题，它们可能就此盘踞于心，很久都无法释怀。我是 17 岁开始接受电子工程本科教育的，我很快就意识到，其实我并没有真正理解我所学的东西的本质，即什么是技术真正的本质？尽管那时我可以得到很高的分数，但我认为那只是因为我的数学还不错。教授们解释道：技术是科学的应用；技术是经济中关于机制和方法的研究；技术是工业过程中的社会知识；技术是工程实践。但是所有这些答案似乎都不能令人十分满意，没有哪个答案触及“技术的本性”（technology-ness）这个层次。因而对我来说，它始终是一个未解之谜。

后来，到了研究生阶段，我转而开始着迷于经济是怎样发展并建构起来的这个问题。对我来说，很明显，经济很大程度上是从技术中产生的。毕竟，在某种意义上，经济不过是通过智慧地组织技术来满足我们的需求，故而它也会随技术的进化而进化。但如果真是这样的话，技术

是如何产生的呢？它们是从哪里来的呢？经济又是如何引发技术的？准确来讲，技术到底是什么呢？这样一来，我就又回到了老问题上。

其后的很多年，我都没有再过多地思考这个问题。直到 20 世纪 80 年代，当我开始研究收益递增理论时，我的注意力才被重新拉回到技术上。技术，是新的技术产品和生产工艺（例如，早期的汽车）通过被应用和被采用而获得改善，之后再获得进一步的应用和采用，进而创造出正反馈或者收益递增的效用。收益递增向经济学提出了一个问题：假如有两种收益递增的产品（也可以指两项技术）相互竞争的话，领先的那个就有可能进一步领先，并因此主导市场。但是最终赢家却无法确定，这其中会有多种可能性。那么赢家是如何被选择的呢？在我的理论进路中，是允许这种随机事件发生的，它会被内在的、连续的正反馈所放大，可以随时间随机地选择结果。如果我们将其看成某种程度的随机过程，我们就可以分析收益递增的情况。这样一来，思路顿开。

为了寻找合适的例子，我从 1981 年开始关注具体技术及其产生和发展的过程。这些考察对我的理论建构都很有帮助，但实际上吸引我的并不是那些直接与收益递增相关的技术，而是在技术呈现之初，那些看起来模模糊糊的状态。我意识到，新技术并不是无中生有地被“发明”出来的，我看到的技术的例子都是从先前已有的技术中被创造（被建构、被聚集、被集成）而来的。换句话说，技术是由其他的技术构成的，技术产生于其他技术的组合（Combinations）¹。这个观察结果看起来太简单了，以至于一开始会让人觉得并不特别重要，但是我很快意识到，如果新技术是从已有技术中建构出来的，而且是集合性的，那就意味着技术自己创造了自己！后来，我接触到了弗朗西斯科·瓦雷拉（Francisco

1 本书中以“1”标注的注释内容详见书后的注释，以“①”标注的注释内容详见每页的页下注。

Varela) 和温贝托·马图拉纳 (Humberto Maturana) 的自创生系统理论 (self-producing systems)。我知道, 如果我直接采用“技术是自我创生的 (autopoietic), 或者自我创造 (self-creating) 的”这样的阐述, 其实可以令读者印象更加深刻。但是在 20 世纪 80 年代, 我根本不知道瓦雷拉和马图拉纳。当时我能做的只是盯着这个自创生的客体世界, 惊讶于这种自创生的结果。

我逐渐意识到, “组合”可能是弄清楚发明和技术进化的现实机制的关键所在。在此之前, 这种想法还没有被技术思想家认真思考过。我在 20 世纪 90 年代对一些机制有了一些想法, 并在 1994 年发表过关于结构深化的文章。与此同时, 我也对其他理论有了一些模糊的理解。

20 世纪 90 年代, 我曾研究了一些其他问题, 主要是关于经济复杂性和认知的问题。直到 2000 年, 我才又开始回过头系统地思考技术以及技术是如何产生的问题。我慢慢悟出, 除了“组合”之外, 还有其他原理也在起作用。技术是由部件和零件 (集成件和次级集成件) 构成的, 而集成件自身也是技术。所以技术有一个递归性 (recursive) 的结构。而且我认识到, 每个技术都是建立在某个现象 (phenomenon), 以及从该现象挖掘出来的某种或几种效应 (effects) 之上的。因此, 技术是通过捕捉现象并对之加以应用来获得发展的。同时, 我也认识到, 经济并不太像我接受的教育所暗示的那样, 是技术的集装箱, 经济是从技术之中产生出来的。经济是从满足我们需要的生产性的方法、法规和组织性安排当中产生出来的, 因此经济产生于捕获及组合现象的过程中。

为了深入思考, 我一头钻进了斯坦福图书馆。一开始, 我需要阅读的资料似乎非常多。但是随着阅读与思考的深入, 我又觉得可读的材料

实在太少了。这很奇怪，因为关于技术的资料应该和经济、法律法规之类的资料同样庞大、复杂和有趣。我看到图书馆中有大量关于具体技术的文章、丰富的教科书，特别是关于那些流行的技术，如计算技术和生物技术的读物。但是关于技术或技术创新的本质，以及其后续进化的相关文献却很少。这些资料里有工程师和法国哲学家关于技术的沉思，有关于技术的采用与扩散的研究，有关于社会如何影响技术以及技术如何影响社会的理论，还有关于技术是如何被设计、如何发展的观察，但是当我想要追问得更深一些，想讨论技术背后的原理，以及建构技术并决定其方式与过程的通用逻辑的时候，却没能发现更进一步的论述。因此我假定，这可能意味着我们还没有一个关于技术的完整理论。

在这本书中，我将讨论所有我能找到的关于技术思考的文献，它们将涵盖来自哲学家、工程师、社会学家和历史学家的相关论述。所有这些讨论都很有帮助，其中最有用的是历史学家们对一个个具体技术形成的细节以及细致的案例研究。² 开始，我搞不懂为什么所有的历史学家在技术和创新的方法和本质方面都有那么多的话要说，后来我明白了，可能由于世界的呈现更多来自技术而不是来自于战争和条约，而历史学家当然关注世界是如何形成的，因此就会对技术是怎样形成的更感兴趣。

本书讨论的议题是，技术是什么，它是如何进化的。这主要是在我的两场学术报告的基础上完成的：一个是 1988 年在圣塔菲研究所“斯塔尼斯拉夫·马尔钦·乌拉姆（Stanislaw Marcin Ulam）纪念演讲”上关于“数字化与经济”的一个讲座；另一个是 2000 年在爱尔兰的戈尔韦国立大学的“凯恩斯论坛”上关于“高科技与经济”的那场报告。本书内容大部分基于上述两个报告，但主要来自“凯恩斯论坛”的报告。

在撰写本书时，我不得不作一些决定。其中之一是，我决定用平实

的语言来写这本书（或者我希望它是直白的）。作为一个理论家，由于职业和个性的原因，我必须承认这么做会有些顾虑。为大众写作一本关于严肃理论的书在 100 多年前是很普通的事，但是今天这么做的话，人们很可能会认为你不够严谨。这可能是因为，一般来讲，在我们最熟悉的领域（对我而言，包括经济和工程），我们往往会通过专业的理论和晦涩的专业术语来显示论证的力量（这也是我曾经经常做的事情）。

但是，要写一本“既严谨又能满足大众阅读需求”的书的想法最终还是胜出了。主要理由是：首先，单纯的诚实性需要。由于研究对象在此之前没有被详细地思考过，所以还不需要晦涩的专业术语的介入；其次，我认为技术太重要了，因此不能为专家所独有，而是需要普罗大众的共同参与；最后，很重要的是，我要激起公众广泛关注这样一个异常美丽的主题的兴趣，关注我所坚信的那个技术背后必定拥有的某种自然逻辑。

最早，我发现“用词”本身是个问题。技术中的许多词汇都被滥用了，比如，“技术”（technology）这个词本身，以及“创新”（innovation）、“技艺”（technique）。它们的内涵往往既相互重叠，又相互矛盾。仅“技术”一项就至少有半打的主要定义，而且相互之间多有含义上的冲突。另外几个词常常太过感性。比如，“发明”常常会使人不禁在头脑中浮现出一个孤独的发明家独自与“或然性”作战的情景。这种情景会使人误会新技术是来自天才们紧蹙的眉间，而不是衍生于此前的技术。我开始意识到，许多技术思考的困难可能恰恰源自用词。随着研究的深入，我发现自己做的是有点类似于数学家的工作：首先需要准确界定术语，然后由此逻辑地导出结果和属性。结果将如读者所见，我需要不断地（而且必要地）关注词汇以及它们在技术中的应用，必要时还要引进几个新

的术语。我希望能尽量避免这种情况，但是为了讨论需要，还是额外引入了几个术语。

另外，尽管我一直坚持认为在很窄的案例范围内进行论述可能会更方便，我还是要从更大的范围内选定案例。一位出版人曾经建议我就用铅笔做例子，但是我认为既然对技术而言，存在着一个既适用于计算机辅助计算，也适用于啤酒酿造，既适用于发电站，也适用于铅笔、掌上游戏机和 DNA 测序技术的通用逻辑，那么，案例就应该覆盖所有类型的技术。当然，为了使我的论述更加明晰且省去太多不必要的解释，我会选择读者较为熟悉的技术。

最后，我还要对这本书不想做的事说上两句。首先，它不是对未来社会和环境所作的技术承诺或者威胁，这些论题都很重要，但并不是我在这里要讨论的内容；它不是关于具体技术，不是关于即将出炉的某个新技术，也不是关于某个工程过程的机械论的概述，那些都已经被广泛谈论过了；同时，它也不是关于人类创造技术的讨论。尽管在技术创造过程中的每一步都有人的参与，但是我的注意力将会集中在驱动这个过程的逻辑上，而不是放在卷入其中的人身上，我一开始就决定只讨论直接相关的主题。还有另外几个有价值的主题我只是一笔带过，比如：发明社会学、技术的采用和扩散、成本推动和需求拉动理论、制度角色和学术团体作用，还有技术史。所有这些理论都很重要，但是在这本书里都没有着重提及。

尽管本书一定会涉及关于技术的相关文献，但本书并未对其进行回顾。我常常想起刘易斯（Lewis）和克拉克（Clark）的探险^①：他们每

① 指由杰斐逊总统发起的美国国内首次横越大陆，西抵太平洋沿岸的往返考察活动。该活动由刘易斯上尉和克拉克少尉担任领队。——编者注

次都从最熟悉的地方开始探险之旅，迅速到达一个新的地方，偶尔会回到以前曾被别人占领过的地方。我的这次探险也不例外。我们会遇到一些从前的旅人。在这个领域，海德格尔和熊彼特的足迹到处都是。此外，还有许多学者对该领域进行了研究，本书或对他们的研究成果有所疏漏，在此向这些探险者一并致歉。

最后一个免责声明是，读者不要因为我写了一本关于技术的书，就认为我对技术情有独钟。脑瘤科医生可能会写关于癌症的书，但是那并不意味着他们希望它发生在某个具体的人身上。我对技术以及技术后果都持怀疑的态度。但我也必须承认，我对科学抱有激情并着迷于技术的魔力，而且我也得承认我热爱飞行器，也热爱老式无线电。

湛庐，与思想有关……

如何阅读商业图书

商业图书与其他类型的图书，由于阅读目的和方式的不同，因此有其特定的阅读原则和阅读方法，先从一本书开始尝试，再熟练应用。

阅读原则1 二八原则

对商业图书来说，80%的精华价值可能仅占20%的页码。要根据自己的阅读能力，进行阅读时间的分配。

阅读原则2 集中优势精力原则

在一个特定的时间段内，集中突破20%的精华内容。也可以在一个时间段内，集中攻克一个主题的阅读。

阅读原则3 递进原则

高效率的阅读并不一定要按照页码顺序展开，可以挑选自己感兴趣的部分阅读，再从兴趣点扩展到其他部分。阅读商业图书切忌贪多，从一个小主题开始，先培养自己的阅读能力，了解文字风格、观点阐述以及案例描述的方法，目的在于对方法的掌握，这才是最重要的。

阅读原则4 好为人师原则

在朋友圈中主导、控制话题，引导话题向自己设计的方向去发展，可以让读书收获更加扎实、实用、有效。

阅读方法与阅读习惯的养成

(1) 回想。阅读商业图书常常不会一口气读完，第二次拿起书时，至少用15分钟回想上次阅读的内容，不要翻看，实在想不起来再翻看。严格训练自己，一定要回想，坚持50次，会逐渐养成习惯。

(2) 做笔记。不要试图让笔记具有很强的逻辑性和系统性，不需要有深刻的见解和思想，只要是文字，就是对大脑的锻炼。在空白处多写多画，随笔、符号、涂色、书签、便签、折页，甚至拆书都可以。

(3) 读后感和PPT。坚持写读后感可以大幅度提高阅读能力，做PPT可以提高逻辑分析能力。从写读后感开始，写上5篇以后，再尝试做PPT。连续做上5个PPT，再重复写三次读后感。如此坚持，阅读能力将会大幅度提高。

(4) 思想的超越。要养成上述阅读习惯，通常需要6个月的严格训练，至少完成4本书的阅读。你会慢慢发现，自己的思想开始跳脱出来，开始有了超越作者的感觉。比拟作者、超越作者、试图凌驾于作者之上思考问题，是阅读能力提高的必然结果。

好的方法其实很简单，难就难在执行。需要毅力、执著、长期的坚持，从而养成习惯。用心学习，就会得到心的改变、思想的改变。阅读，与思想有关。

[特别感谢：营销及销售行为专家 孙路弘 智慧支持！]

老 我们出版的所有图书，封底和前勒口都有“湛庐文化”的标志



并归于两个品牌



老 找“小红帽”

为了便于读者在浩如烟海的书架陈列中清楚地找到湛庐，我们在每本图书的封面左上角，以及书脊上部 47mm 处，以红色作为标记——称之为“小红帽”。同时，封面左上角标记“湛庐文化 Slogan”，书脊上标记“湛庐文化 Logo”，且下方标注图书所属品牌。

湛庐文化主力打造两个品牌：**财富汇**，致力于为商界人士提供国内外优秀的经济管理类图书；**心视界**，旨在通过心理学大师、心灵导师的专业指导为读者提供改善生活和心境的通路。



老 阅读的最大成本

读者在选购图书的时候，往往把成本支出的焦点放在书价上，其实不然。

时间才是读者付出的最大阅读成本。

阅读的时间成本=选择花费的时间+阅读花费的时间+误读浪费的时间

湛庐希望成为一个“与思想有关”的组织，成为中国与世界思想交汇的聚集地。通过我们的工作和努力，潜移默化地改变中国人、商业组织的思维方式，与世界先进的理念接轨，帮助国内的企业和经理人，融入世界，这是我们的使命和价值。

我们知道，这项工作就像跑马拉松，是极其漫长和艰苦的。但是我们有决心和毅力去不断推动，在朝着我们目标前进的道路上，所有人都是同行者和推动者。希望更多的专家、学者、读者一起来加入我们的队伍，在当下改变未来。

湛庐文化2008-2012年获奖书目

《正能量》

《新智囊》2012年经管类十大图书，京东2012好书榜年度新书。

35年职业经理人养成心得，写给有追求的职场人。

聆听总裁的职场故事，发掘自己与生俱来的正能量。

《牛奶可乐经济学》

国家图书馆“第四届文津奖”十本获奖图书之一，唯一获奖的商业类图书。

搜狐、《第一财经日报》2008年十本最佳商业图书。

用经济学的眼光看待生活和工作，体验作为“经济学家”的美妙之处。

《清单革命》

《中国图书商报》商业类十大好书。

全球思想家正在读的20本书之一。

一场应对复杂世界的观念变革，一部捍卫安全与正确的实践宣言。

《大而不倒》

《金融时报》·高盛2010年度最佳商业图书入选作品。

美国《外交政策》杂志评选的全球思想家正在阅读的20本书之一。

蓝狮子·新浪2010年度十大最佳商业图书，《智囊悦读》2010年度十大最具价值经管图书。

一部金融界的《2012》，一部丹·布朗式的鸿篇巨制。

《金融之王》

《金融时报》·高盛2010年度最佳商业图书。

蓝狮子2011年度十大最佳商业图书，《第一财经日报》2011年度十大金融投资书籍。

一部优美的人物传记，一部独特视角的经济金融史。

《快乐竞争力》

蓝狮子2012年度十大最佳商业图书。

赢得优势的7个积极心理学法则，全美10大幸福企业“幸福感”培训专用书。

《大客户销售》

蓝狮子·新营销2012最佳营销商业图书。

著名营销及销售行为专家孙路弘最新作品，一本提升大客户销售能力的实战秘笈。

《自营销》

百道网2013年度潜力新书。

全球最具创意广告公司CP+B掌门人的洞见之作，让好产品和好营销同唱一首歌。

《认知盈余》

2011年度和讯华文财经图书大奖。

看“互联网革命最伟大的思考者”克莱·舍基如何开启无组织的时间力量。

看自由时间如何成就“有闲”世界，如何引领“有闲”经济与“有闲”商业的未来。

《爆发》

百道网2013年度潜力新书。

大数据时代预见未来的新思维，颠覆《黑天鹅》的惊世之作，揭开人类行为背后隐藏的模式。

《微力无边》

2011年度和讯华文财经图书大奖“最佳装帧设计奖”。

中国最早的社会化媒体营销研究者杜子建首部作品，一部微博前传，半部营销后传。

《神话的力量》

《心理月刊》2011年度最佳图书奖。

在诸神与英雄的世界中发现自我，当代神话学大师约瑟夫·坎贝尔毕生精髓之作。

《真实的幸福》

《职场》2010年度最具阅读价值的10本职场书籍。

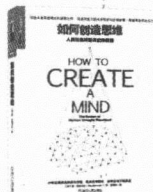
积极心理学之父马丁·塞利格曼扛鼎之作。

哈佛最吸引人、最受欢迎的幸福课。



《如何创造思维》

- ◎ 洞悉未来思维模式的颠覆之作。
- ◎ 奇点大学校长、谷歌公司工程总监、21 世纪最具洞察力的未来学家和思想家雷·库兹韦尔最新力作。
- ◎ 财讯传媒集团首席战略官段永朝、中山大学教授李森、中国当代最知名的科幻作家刘慈欣联袂推荐。



扫码直达本书购买链接



《大数据时代：生活、工作与思维的大变革》

- ◎ 国外大数据系统研究的先河之作。
- ◎ “大数据时代的预言家”，开启生活、工作与思维的大变革。

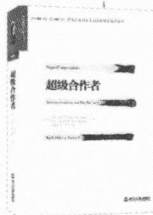


扫码直达本书购买链接



《超级合作者》

- ◎ 新时代的达尔文，马丁·诺瓦克创立第 3 进化原则。
- ◎ 洞悉人类社会与行为的里程碑式著作。



扫码直达本书购买链接



《企鹅与怪兽》

- ◎ 哈佛大学教授、著名互联网思想家、哈佛大学伯克曼互联网与社会研究中心主任、TED 演讲人尤查·本科勒最新力作。
- ◎ 继《人人时代》、《认知盈余》后最值得关注的作品。
- ◎ 合作、共享与创新的颠覆之作。



扫码直达本书购买链接



THE NATURE OF TECHNOLOGY

目 录

赞 誉 I

推荐序一 路径依赖性：人口、经济、
技术 III

汪丁丁
北京大学教授

推荐序二 打开“技术黑箱”的一个新
尝试 VII

包国光

前 言 技术的追问 XI

第1章 问题 001

技术给我们带来了舒适的生活和无尽的财富，也成就了经济的繁荣。一句话，我们的世界因技术而改变。但是，技术的本质究竟是什么呢？它从何而来，又是如何进化的呢？

缺失了本质的技术

技术的进化

组合进化

本书的主题

第2章 组合与结构

023

新技术都是在现有技术的基础上发展起来的，现有技术又来源于先前的技术。将技术进行功能性分组，可以大大简化设计过程，这是技术“模块化”的首要原因。技术的“组合”和“递归”特征，将彻底改变我们对技术本质的认识。

技术结构的形成
为什么要模块化
递归性及其作用

第3章 现象

045

无论是简单还是复杂的技术，都是在应用一种或几种现象之后乔装打扮出来的。技术就是那些被捕获并使用的现象，是对现象有目的的编程。我们一直以为技术是科学的应用，但实际上却是技术引领着科学的发展。

技术的本质
有目的的系统
捕捉现象
技术与科学

第4章 域

073

为了共享现象族群和共同目标，或者为了分享同一个理论，个体技术就会聚集成群。这种集群就形成了“域”。工程设计是从选择某个域开始的，这个自动和下意识的选择过程叫作“域定”。设计工作就像是用某种语言所进行的写作或表达。

域定
设计就如同语言表达
参与的世界

第 5 章 工程和对应的解决方案 093

几乎所有的设计都是某个已知技术的新版本，只有在必要的情况下，才需要一项全新的设计。工程师在寻找解决方案的过程中，把适宜的构件选择出来，让它们组合在一起工作。设计就是选择，组合只不过是工程的副产品。工程的解决方案，又成为发展新技术的新构件。

标准工程

解决问题的工程

组合与解决方案

未来的技术构件

第 6 章 技术的起源 117

新技术可以是根据某个目的或需要发现一个可以实现的原理，也可以从某一新现象出发，找到如何使用这种现象的办法。原理可以借用，也可以是先前概念的组合，或者由理论而来。只有将概念转化为现实，一项新技术才真正诞生。科学和数学中的原创，与技术没什么两样，因为它们同属“目的性系统”。

什么样的技术才算新技术

找到一个基本原理

概念的物化

基于现象的发明

什么是发明的核心

因果性金字塔

科学与数学中的发明

发明与新的构件

第 7 章 结构深化 145

技术一旦走上发展之路，各种各样的版本就会随之出现。通过“内部替换”，开发人员可以用更好的部件（子技术）更换某一形成阻

碍的部件。开发人员还可以通过寻找更好的部件或材料，或者加入新组件进行结构深化。旧设计和旧原理一经锁定，就会产生新用途。

内部替换

结构深化

锁定与适应性延伸

第 8 章 | 颠覆性改变与重新域定 161

域并不是若干单体技术的简单相加，它们是连贯的整体，对经济的影响也更大。任何新域，都产生于一个已存在的域——母域，而且参与者开始很少能意识到会发生“颠覆性改变”。但随着理解的深化和实践的固化，新域会慢慢忘记它的母域而横空出世，甚至会极大地提升国家竞争力。

域是如何进化的

经济的重新域定

经济中的时间

创新与国家竞争力

第 9 章 | 进化机制 185

组合是新技术的潜在来源。组合的威力，在于它的指数级增长。如果新技术会带来更多的新技术，那么一旦元素数目超过一定阈值，可能的组合数就会爆炸性增长。此外，机会利基也在呼唤着新技术。技术就如同生命体一样，它的进化与生物进化也没什么本质差异。

组合

机会利基

核心机制

关于进化的一个思想实验

技术进化与生物进化的比较

第 10 章 技术进化所引发的经济进化 211

众多的技术集合在一起，创造了一种我们称之为“经济”的东西。经济从它的技术中浮现，不断从它的技术中创造自己，并且决定哪种新技术将会进入其中。每一个以新技术形式体现的解决方案，都会带来新的问题，这些问题又迫切需要进一步得到解决。经济是技术的一种表达，并随这些技术的进化而进化。

经济就是技术的一种表达

结构性变化

解决方案带来的新问题

第 11 章 我们的立场是什么 225

随着基因组研究和纳米技术的发展，生物正在变成技术。与此同时，从技术进化的角度看，技术也正在变为生物。两者已经开始相互接近并纠缠在一起了。我们需要和自然融为一体。如果技术将我们与自然分离，它带给我们的就是死亡。如果技术加强了我们和自然的联系，那就是它对生命和人性的厚爱。

技术具有生物属性，反之亦然

繁衍性经济

纯秩序与混质活力

我们应该怎样看待技术

注 释 243

译者后记 257

THE NATURE OF TECHNOLOGY

第1章 问 题

技术给我们带来了舒适的生活和无尽的财富，也成就了经济的繁荣。一句话，我们的世界因技术而改变。但是，技术的本质究竟是什么呢？它从何而来，又是如何进化的呢？

关于技术，我百感交集。使用技术时，我总是觉得理所当然；我享受技术带给我的便利，但偶尔也会因技术而产生出某种挫败感；我潜意识里对技术怀有疑问，时常暗暗追问它到底对我们的生活做了什么；我更常常沉醉于技术的奇迹——这个由人类创造的奇迹。最近，匹兹堡大学的研究者们开发出了一种技术：在猴子的大脑中植入微小的电极，然后让猴子通过这些电极来控制一只机械臂。结果是，猴子不需要任何诸如抽搐、眨眼或者其他微小的动作，而仅仅通过思维（thought）就可以指挥动作的发生。

这里的技术实际上并非特别复杂，它的构成不外乎是电子科学和机器人领域中的标准元器件，包括用来探查猴子大脑信号的一些电路，用来将信号转译成机械运动的一些处理器和机械驱动器，再加上用来将触觉反馈到猴子大脑的一部分电路。¹这个实验的真正价值在于理解“打算”（intend）这个动作的神经回路，通过正确的“电路搭接”，就可以让猴子运用这样的回路去移动机械臂了。这种技术对残障人士具有显而易见的好处，但更令人感到神奇的是，当我们把一些电路和机械联动装置（说

到底，就是一些硅晶片、导线、金属丝以及小齿轮等）连起来之后，思维，仅仅是思维就可以引起机械运动！

还有许多事令我感到不可思议。把合金片和矿物燃料放到一起，我们就可以以接近声音传递的速度飞上天空；把原子核自旋产生出来的信号加以组织，就可以显现出我们大脑中的神经回路图像；我们甚至可以对生物对象（例如，酶）进行操作，剪断其 DNA 中微小的分子片段，再将它们粘进细菌细胞之中。所有这些，在两三百年前是无法想象的，现在我们则拥有了这些力量。我们是如何获得这些力量的？对于我来说，这是个奇迹。

尽管我们有必要停下来并深入思考技术，但大多数人并没有这么做。技术慢慢地变成了我们生活的背景。对我来说，另一个奇迹是，正是这个背景在创造着我们的世界。我们赖以栖息的家园实际上是由技术创造的。假如某天早上醒来后，你发现由于某种神奇的魔法，过去 600 年来的技术统统消失了：你的抽水马桶、炉灶、电脑、汽车统统不见了，随之消失的还有钢筋水泥的建筑、大规模生产方式、公共卫生系统、蒸汽机、现代农业、股份公司，以及印刷机，你就会发现，我们的现代世界也随之消失了。如果这奇怪的事情真的发生了，我们的思想、文化可能还在，我们的子孙、配偶也在。当然我们将仍然拥有技术，我们会有水磨、铸工工场、牛车，还会有粗亚麻布、带帽斗篷，以及复杂的教堂建筑技术。只不过，我们也将再次经历中世纪。

是技术将我们与中世纪分离的，的确，是技术将我们与我们拥有了 5 万年甚至更久的那种生活方式分开了。技术无可比拟地创造了我们的世界，它创造了我们的财富，我们的经济，还有我们的存在方式。

那么，技术，这个如此重要的东西究竟是什么呢？在本质上，在最深切的本质上，技术是什么？它从何而来？它又是如何进化的呢？

这些都是我要在本书中追问的。

THE NATURE
OF TECHNOLOGY
技术思想前沿

技术的循环：技术总是进行这样的循环，为解决老问题去采用新技术，新技术又引起新问题，新问题的解决又要诉诸更新的技术。

或许我们只需要简单地接受技术，而不必卷进技术背后那些深层问题之中。但是我认为，实际上我是强烈地认为，理解技术是什么以及它是如何形成的，非常重要。这不仅因为技术创造了我们大部分的世界，而且还因为，无论我们是否注意到，在我们这个历史阶段，技术已经令人类感到压迫，感到困扰了。当然，技术的确给我们带来了繁荣。在仅仅两三百年的时间里，技术的发展使一些在以前可能会死亡的孩子现在却得以存活，技术使人类的寿命延长了，使我们比先辈们过得更舒适了，但同时，技术也给我们带来了深切的不安！

技术总是进行着这样一种循环，为解决老问题去采用新技术，新技术又引发新问题，新问题的解决又要诉诸更新的技术。我们的不安就来自于对这种循环会无休止地进行下去的恐惧。此外，这种不安隐藏在更深层的潜意识当中。我们寄希望于技术，我们期待技术能使我们生活得更好，能解决我们的问题，能使我们摆脱困境，能为我们和子孙后代提供想要的未来。然而，作为人类，我们实际上不应该和技术如此紧密地结合，而是应该和其他什么东西融合得更为紧密，那就是自然。在最深的层次上，人的存在应该和自然，和我们最初的环境，以及最初使我们

成为人的那些条件相融合。我们熟悉自然，依赖自然，缘于自然是我们300万年的家。我们在骨子里信赖自然！当我们邂逅技术，比如干细胞再生治疗，我们会心怀希望，但我们也立即会问：这样做是否自然？这样一来，我们会被两种巨大的、难以察觉的力量所左右：一个是我们人类寄托在技术上的深切的希望；另一个是我们对自然的最深切的信赖。这两种力量的斗争就如同漫长岁月中大陆板块之间那些无情的碰撞一样。

当然，这种碰撞由来已久，只是在我们这个时代却更加鲜明、激烈了。技术不动声色地创造着我们这个时代的议题和巨变。我们从一个机器加强天性的时代（提高行动速度、节省体力、织补衣服）到达了一个用机器摹写（resemble）天性的时代（基因工程、人工智能、医疗器械身体植入）。随着我们学习、应用这些技术，我们渐渐从应用自然，发展到直接去干预自然。所以这个世纪上演的，将是技术的发展以及我们如何与之相处的故事。迄今为止，还没有人下结论说，技术的本质和作用方式是简单的，也没有理由认为在本质和作用方式上，技术比经济或者法律简单。但是我们必须注意，技术正在决定我们的未来以及我们会为之焦虑的事情。

这不是一本评价技术好坏的书，市面上有许多书是专门讨论这类问题的。这本书试图去理解这个为我们的世界贡献良多，同时又引起了我们深切而又难以察觉的不安的东西，本质上到底是什么。

这又把我们带回了同样的问题，什么是技术？它的最深的本质是什么？它的特性和原理是什么？它从哪里来的？它是如何形成的？它又是如何发展的？以及，它是如何进化的？

缺失了本质的技术

也许应该先这样问：关于技术，我们真正知道些什么？读者可能期望从这里就可以直接得到答案，但那是不可能的。实际上，这几乎是个悖论：我们对技术了解很多，同时又知之甚少。关于一个个具体的技术，我们知道得非常多，但是在总体上，我们对技术的了解又很少。我们，或者至少一些人（例如，设计者）应该知道许多使用技术的具体方法、实践程序以及机械装置的特性。我们知道生产计算机的每个步骤，计算机的每个部分，以及每个部分的每个部分。我们确切地知道计算机是如何运行的，甚至知道里面电子的运行轨迹。我们还知道处理器是如何与计算机中其他的元器件相匹配的，以及它是如何与生物芯片和中断控制器接口的。我们确切地知道所有这些事情，确切地知道每项技术中存在着什么——因为是我们将它们所有的细节安置到位的。技术实际上是人类经验中最完整的已知部分之一。然而关于它的实质——它的存在的最深的本质，我们却知之甚少。

这种知其然不知其所以然的事情并不少见。大约两个世纪前，在法国动物学家居维叶的时代，生物学（当时被称为自然史）是一个关于个体物种和比较解剖学，以及它们之间关系的庞大知识体。居维叶在 1798 年就已经说过：“今天，比较解剖学到达了完美的顶点，以至于单看一根骨头，就有可能确定其在生物分类中的‘纲’，有时甚至能确定它的‘属’”。²居维叶并没夸张，自然科学家确实拥有详尽的知识，并且他们洞悉动物家族之间的关系。但是他们缺少一个整合所有知识的法则。他们不太清楚动物是如何而来的；他们没有一个所谓“进化机制”（如果真的存在的话）可以拿来运用；他们也不太清楚动物自身是否可以改变，或者说，他们不知道这种改变是如何发生的。所有这些都要等到那个法

则被发现之后才能明了。

面对技术，我们也处于同样的境地。我们对单个技术（individual technology）的历史以及它们是如何生成的都知道得很详细；我们可以对设计过程进行分析；我们在经济因素如何影响技术设计、采购过程以及技术是怎样在经济中扩散等方面的研究都非常精彩；我们对社会如何型塑（shapes）技术以及技术如何型塑社会进行了细致的分析；我们深思技术的意义，追问技术到底是否决定人类的历史。但是关于“技术”到底是什么，我们并没有达成共识。这里还没有一个关于技术如何形成的完整理论，没有关于创新由什么构成的深刻理解，没有关于技术进化的理论。这里缺失的是某个一般性法则（principles），它可以赋予主体一个逻辑框架，一个有助于填补这鸿沟的框架。

换句话说，我们缺失的是一个关于技术的理论——一门关于技术的“学”。

THE NATURE
OF TECHNOLOGY

技术思想前沿

关于技术的理论之所以缺失，是因为：

- 技术一直处于科学的阴影之中。
- 那些认真思考技术的人大多数都是社会学家和哲学家。

我无法明确地说明这是为什么。但是我非常怀疑，技术“学”缺失的一个重要的原因是，技术一直处于它太出名的“姐姐”——科学的阴影之中，这导致我们给予技术的尊重较少，因此对它的研究也较少。我还怀疑这是因为我们认定技术是我们这个世界许多不和谐事件发生的根源，因此我们下意识地对技术怀有某种知性的厌恶，进而认为技术是不

值得进行深入研究的。另一方面，还可能因为我们依稀觉得是我们创造了技术，所以我们应该已经很了解它了。

还有另一个可能的原因。那些最认真地思考技术的人大多数都是社会学家和哲学家。可以理解的是，他们往往从技术的外部将技术当做独立的客体来看待。如蒸汽机、铁路、贝塞麦炼钢法、发电机，每种技术都被经济史学家内森·罗森伯格（Nathan Rosenberg）用他的术语“黑箱”加以概括了。技术被“黑箱”藏了起来，其内部无法显现。如果我们希望知道的只是技术如何进入经济生活，以及是如何展开的，那么这种从技术外部看技术的方式是足够的。但是如果我们感兴趣的是那些根本性的问题，这样做就不够了。就像如果要了解动物王国不同物种的“黑箱”的集合：狐猴、猕猴、斑马、鸭嘴兽等，如果不厘清它们之间的关系，没有内部解剖学的比较，其实是很难看清它们是如何相互联系，如何起源以及如何进化的。看待技术也是如此。如果我们想知道技术是如何相互联系，如何起源以及如何进化的，我们需要打开它们，去看看它们内部的“解剖学”关系。

公平地说，社会学家知道技术是由内部组件（components）构成的。在许多情况下，他们也知道内部组件是如何组合在一起使技术得以产生的。而且部分历史学家曾经“打开”过许多技术，详细探究了这些技术的起源及其随时间的变迁历程。但是这些“内部思考”大多只是关注某项具体的技术，如半导体、雷达、互联网，而不是一般意义上的技术。如果工程师能够一直担当技术的主要思考者的话，事情可能就不一样了，因为他们是自然而然的“内部思考者”。但有一次，当我问著名的技术专家沃尔特·文森蒂（Walter Vincenti），为什么绝少工程师试图奠定他们领域的理论基础的时候，他的回答是：“工程师只喜欢那些他们能解决的问题。”

技术的进化

我想解决的当然是关于技术的比较深层次的问题之一，即技术是如何进化的？或者我应该问：技术是否会进化？因为还没有毫无争议的观点认为，技术的确是进化的。“进化”这个词有两个一般性的含义³：一个是某事物渐进的变化，就像芭蕾或者英国情歌的“演变”，我称这种进化为狭义的进化，或者更像“发展”（development）；另一个含义是指，某类事物的所有对象衍生于其以往对象的集合的过程，并且这一过程是依据类似“血统”这种纽带相关联（related）的。这是进化的完整含义，也正是我所谓的进化（evolution）。

对我来说，技术如何进化是技术的核心问题。我为什么这样认为呢？因为如果没有进化，没有一种常见意义上的关联性，技术看起来就好像是自己独自产生出来，自己单独发展的。任何技术都一定来自于一些无法解释的心理过程，诸如所谓的“创意”或“黑箱之外的思考”，经过这些过程，技术才能实现并发展。新技术通过进化（如果我们能发现它是如何工作的），以某种精确的方式从以前的技术中“诞生”出来，并且要通过某种可理解的适应过程得到发展，当然在这个过程中，“精神助产士”的帮助是相当重要的。换句话说，如果我们能够理解进化，我们就能理解那个最神秘的过程：创新。

“进化”的完整含义：某类事物的所有对象衍生于其以往对象的集合的过程，并且这一过程是依据类似“血统”这种纽带相关联的。

技术的进化观点根本不新鲜。达尔文的《物种起源》发表仅仅4年之后，塞缪尔·巴特勒（Samuel Butler）就提出了“机械王国”理论，希望能够解释“机械中的那个相当于动植物王国中自然选择的部分”。他的论文，《机械中的达尔文》，充满了时代热情：

没有什么比看到两个蒸汽机之间发生可以繁衍的联姻
让我们这个花痴的物种更期待的了，而这现在居然成真了。
如今机器被用来生产机器了，同时它又变成了以后同类机
器的父母。当然，机器间的联姻与调情、求爱和婚配看起
来还非常遥远。

这当然是一种夸张。然而，如果认真来看这篇文章的话，我就不可避免地会认为，巴特勒当时是在努力将技术塞进某个类似达尔文生物进化论的理论框架，尽管那样可能并不适合。

历史记录清晰地表明，现代某些技术确实是其先前技术的后代。巴特勒之后大约70年，社会学家吉尔菲兰（S. Colum Gilfillan）对船的谱系（从独木舟到帆船，再到当时的蒸汽船）进行了追踪。⁴ 吉尔菲兰是美国历史和社会学学派的成员，对19世纪二三十年代的技术和创新非常感兴趣，而且谙熟关于船的知识。他曾经是芝加哥科学与工业博物馆轮船展厅的负责人。1935年，他从历史细节中追查、研究船壳板、壳板板肋、紧固连结件、龙骨、斜挂大三角帆，以及横帆是如何发明出来的（仅仅描述斜桁帆的起源他就用了4页纸）；从最原始的漂流物到帆船，所有这些是怎样慢慢地演变的；以及帆船又是怎样进一步被发明，变成现代的蒸汽船的。但是，这还不是进化意义的全部，而是某种狭义的理解，是发展：一种形式上的血统（the descent of form）。吉尔菲兰的例子表明：

对于某些技术，比如船，我们是可以追查出一个详细的谱系的。

但是，为了得到完整的进化理论，我们还需要更多的东西。我们需要找到证明所有技术，而不只是某些技术，产生于之前技术的论据，以及这种繁衍发生的明确的机制（mechanism）。已有的提供论据的尝试既少又不成功。大多数的努力，像巴特勒所提供的，都是建设性的意见，而不是理论。而且大都直接将其论证建立在达尔文理论之上。其核心思想是这样的：一项给定的技术，例如铁路机车，在某一特定时间内会有许多变种。这是因为它要达到的目的不同，操作的环境不同（你也可以说，它要适应的“生境”^①不同），还有不同的设计者提供的设计理念也不同。在这些变种当中，某些变化表现得较好并被选择做进一步的应用和发展，它们向未来的设计传递着小的差异。这样我们就可以跟着达尔文说，“通过自然选择，这些小差异得到稳定的积累，当个体获益时，就增加了对结构的重要修改”。技术就是这样进化的。

以上论述听起来很有道理，但是很快它就遇到了困难。某些技术，例如激光、喷气机、雷达、计算机快速计算程序以及铁路机车等，在自身刚刚出现时，或至少在即将出现的时候，它们并不是之前技术的样子，这点和新物种的情况并不一样。喷气机不是内燃机或任何其他先前技术的变种，它也不是在其“前任”技术基础上稳步积累形成的。所以解释这种“新颖性”（novelty），即一种突发的、根本的新颖性，成了技术进化论者最主要的障碍。⁵根本性的新技术的出现，即相当于生物的新物种的出现，还不能被解释和说明。

有一条可能是最极端的出路，就是更刻苦地学习达尔文理论，然后

① 生态学中环境的概念，亦称栖息地，指生物生活的空间和其全部生态因子的总和。——编者注

声称，如果不同的设计者能够引发不同的技术“变异”，那么其中一些变异和它们背后的理念也许是根本性的。因此可以说，技术的进化可以是根本性的和突破性的，用时也可以是渐进式的。这听上去似乎很有道理，但是如果你仔细观察在实践中如何实现根本性创新，就会发现这种说法根本站不住脚。雷达产生于半导体。你可以对 20 世纪 30 年代的半导体线圈进行任何你喜欢的改变，但是你永远不可能得到雷达。甚至你可以对半导体的理念进行你喜欢的任何改变，你依然得不到雷达。制造雷达需要一个和半导体不同的运作原理。

我不想对技术中的变异和选择置之不理。技术当然会存在于多个版本当中，出色的表现者也当然会被选择，所以后来的形式的确会按照先前这种形式繁衍下去。但是当我们面对主要问题，如根本性的新技术是如何产生的，这相当于达尔文理论中的生物新物种是如何产生的问题，我们就遇到了阻碍，达尔文原理就不好用了。

组合进化

有一种理解技术进化的途径，但是若要理解它，我们需要转换思维。我们真正要寻找的，不应该是达尔文原理如何对产生技术的根本新颖性起作用，而是“遗传”是如何作用于技术的。如果完整意义上的进化存在于技术中，那么所有的技术，包括新技术，一定是脱胎于之前存在的技术。也就是说，它们一定连接于、繁殖于某种之前的技术。换句话说，进化需要遗传机制——某种连接现在与过去的细致联系。从外部看（即视技术为黑箱的办法），是不可能看到这种机制的，就像我们很难说清激光是怎样脱胎于先前存在的技术一样。

如果我们从技术内部看技术会怎样呢？我们能看到任何能够告诉我们技术中的新颖性是如何作用的东西吗？我们能看到任何能产生一种适合技术的进化论的东西吗？

如果你打开一架喷气机（专业名词叫作汽油涡轮增压动力飞机），你会发现里面的零部件，压缩机、涡轮增压机、点火系统。如果你打开在它出现之前的其他产品，你会发现同样的组件。20 世纪早期的发电系统里面是涡轮和燃烧系统，同时期工业鼓风机单元内部是压缩机。技术继承之前技术的某个部分，所以把那些技术放在一起（组合起来），一定会有大量的关于技术是怎样呈现的说明。这就使得根本性创新的中断性特征突然间不那么明显了。技术在某种程度上一定是来自此前已有技术的新的组合。

到目前为止，已经有了某种我们可以用来解释新颖性的依稀迹象。但是技术是如何被恰当地组建才是我讨论的核心。无论如何，新技术一定是产生于已有技术的组合。

事实上，这个想法，就如进化论本身一样，也根本不新鲜。⁶ 它已经被不同的人讨论了不下 100 年。奥地利经济学家熊彼特就是其中之一。1910 年，熊彼特 27 岁，他不仅直接关注组合和技术，而且关注经济中的组合。他说：“生产意味着在我们的能力范围内组合材料和动力……生产别的东西，用不同的方法生产同样的东西意味着以不同的方式组合材料和动力。”经济中的变化产生于“生产方式的新组合”。用现代语言来讲，我们可以说它源于“技术的新组合”。

熊彼特之所以这么认为，是因为他一直在追问一个看似简单的问题：经济是如何发展的？我们也可以这样问：它是怎样进行结构性变化的？

外部因素当然可以改变经济：如果发现了一种原材料的新来源，或者开始和一个新的外国伙伴进行贸易，或者开辟了新的领域，就能改变经济的结构。但是熊彼特问的是：经济能否在没有外界因素的情况下，完全从内部变革它自身，如果能，是怎样改变的？当代流行的学说，均衡经济学认为，那不可能发生。没有外界的扰动，经济将进入一个静止或曰均衡的状态，浮动于均衡状态周围，并停留在那里。⁷但是，熊彼特认识到：有一股能量的源泉发端于经济内部，这种能量会打破任何经济内部的平衡。这种能量的来源是一种组合。经济连续地破旧立新，因此经济也不断地从内部打断它自身的连续性。

熊彼特的著作直到1934年才被翻译成英文，而那时已经有其他一些学者在早些时候得出了相同的结论：组合驱动创新——或者至少驱动技术创新。另外一位美国学派的成员，历史学家阿尔伯特·裴森·亚瑟（Abbott Payson Usher），在1929年时曾谈到，创新是从“以前存在的要素建设性地融入新综合体”中产生的。⁸吉尔菲兰自己将其更简洁地描述为：一项发明是“此前技艺（art）的新组合”。在这种观念被抛出后，它偶尔被提起，但没有被援引，部分是因为没有人解释过这种组合是怎样带来新的发明的，熊彼特、亚瑟、吉尔菲兰都没有，其他人也没有。这样说很简单：喷气机是弗兰克·惠特尔（Frank Whittle）和汉斯·冯·奥海因（Hans von Ohain）等发明者的想法的综合，但是解释起这种在惠特尔或者冯·奥海因的头脑中的组合的理念是如何发生的，就不那么简单了。

组合至少为技术新颖性的诞生提供了一个思路。但是这仅仅能解释具体新技术是如何与先前的技术相连的，而没有给出那种所有技术都是建立在其前技术之上的感觉。因此，我们需要加上第二层论述。如果新

技术真是以前技术的组合，那么现存技术的储备一定在某种程度上提供了组合的成分。这样一来，以前技术的聚集就带来了进一步的聚集。

这种想法也有其自身的历史。一位与熊彼特年代相近的美国人威廉·菲尔丁·奥格本（William Fielding Ogburn），于1922年就提出过这种想法。⁹奥格本是一位社会学家，也是美国学派的成员。他当时着迷于是什么引起了社会的变迁（或者用他的话说，物质文明的变迁）这一问题。和熊彼特一样，他观察到，由以前技术组合产生的发明就是所谓的变迁的根源：似乎物质文化的装置越庞大，发明的数量越多。需要发明的东西越多，发明的数量就越多。这可以解释为什么更“原始”的社会没能发明出现代性的技术，他们没有占有必须的材料和如何与它们打交道的知识。有轨电车不可能从上一个冰河时期的物质文化中产生出来。蒸汽动力和机械技术时代使大量的发明成为可能。这里的洞见是了不起的。但是遗憾的是，它止步于此。奥格本没有用它来建构任何技术和技术进化的理论，而这对于他来说可能是易如反掌的。

组合进化：之前的技术形式被作为现在原创技术的组分，当代的新技术成为建构更新的技术的可能的组分。反过来，其中的部分技术将继续变成那些尚未实现的新技术的可能的构件。慢慢地，最初很简单的技术发展出越来越多的技术形式，而很复杂的技术往往用很简单的技术作为其组分。所有技术的集合自力更生地从无到有，从简单到复杂地成长起来了。我们可以说技术从自身创生了自身。这种机制便是组合进化。

如果我们将上述两部分放在一起,即新技术产生于已有技术的组合,以及(因之而来的)现存技术会带来未来技术,我们是否能够得到技术进化的机制呢?我的回答是肯定的。该进化机制可以简述如下:之前的技术形式会被作为现在原创技术的组分。当代的新技术将成为建构更新的技术的可能的组分(构件)。反过来,其中的部分技术将继续变成那些尚未实现的新技术的可能的构件。以这种方式,慢慢地,最初很简单的技术发展出越来越多的技术形式,而很复杂的技术往往用很简单的技术作为其组分。所有技术的集合自力更生地从无到有,从简单到复杂地成长起来了。我们可以说技术从自身创生了自身。

我将这种机制称为依靠组合而形成的进化,或简称为组合进化(combinatorial evolution)。

当然,仅仅如我以上所述还不完全。组合不可能是技术进化背后唯一的机制。如果它是的话,现代技术,比如雷达或者核磁共振成像(即医院用的MRI)应该可以从弓钻和制陶技术,或者任何我们认为存在于技术发端之时的技术直接创生而来。这样我们就要面对一个问题,即确定这个发端的时间。如果弓钻和制陶技术本身也是由更早的技术组合而来的,那么这些元初的技术(ur-technology)是从何而来的呢?由此我们将陷入无穷的回溯之中。一定有超出组合之外的某些东西在继续创造新的技术。

我认为,这些超出组合之外的某些东西,就是持续地捕获新的自然现象以及带有特定目的地驾驭这些现象。在雷达和MRI的例子中,驾驭现象反映在对电磁波和核磁共振的掌握之上,其目的是探测飞机和人体诊断的图像。技术的建构不仅来自已有技术的组合,还来自于对自然

现象的捕捉和征服。在技术时代发端之初，我们只是直接地识别并利用自然现象：火的灼热、片状黑曜石的尖利、运动中的石头的冲力……我们所有的收获都来自于对这些现象的掌握以及对它们的组合。

像这样简单地进行描述比较容易，但是进一步准确、详细地描述则需要更多的工作。我将不得不加以说明，“新技术是之前技术的组合”到底是什么意思。技术不是随机地对现存技术进行组合而成的。所以我需要提供详细的原理，来解释组合是怎样工作的。或者说，我们要解释涡轮喷气发动机是如何作为现存技术的组合而产生的。再退一步，这表明，我们需要研究技术是怎样被逻辑地结构起来的，因为组合，无论它是如何发生的，肯定都要依据那种结构而发生。我们必须关注人类，特别是人类思维在这一组合过程中的巨大作用。新技术先是精神的建构，之后才是物质的建构。这一精神过程需要仔细探究。我们必须关注技术到底是如何变成了现实：人类的需求是怎样召唤了新技术的创造。我们必须弄清楚技术产生进一步的技术，即新技术从已有技术集合中产生，到底是什么意思。为了回到问题的根本，我们必须清晰地定义我们所认为的“技术”。

本书的主题

本书主要论述的是：技术是什么，以及它是如何进化的。我们试图建立一个关于技术的理论，也即可以用来解释技术行为的“一组连贯的一般命题”。¹⁰ 本书尤其想创建的是关于技术的进化理论。

我计划从完全空白的状态开始，将技术的所有相关项都不视为理所当然的。我将基于三个基本原理逐步建构这一理论。首先是我已经谈到

的：技术（所有的技术）都是某种组合。这意味着任何具体技术都是由当下的部件、集成件或系统组件建构或组合而成的。其次，技术的每个组件自身也是缩微的技术。这听起来很奇怪，我将会对这种说法进行修改。但是目前仅考虑使用组件的含义，因为它在总体技术中有着特殊的作用。而实际上组件也是技术。第三条基本原理是，所有的技术都会利用或开发某种（通常是几种）效应（effect）或现象（phenomenon）。

我会在以后的篇幅展开讲这几项原理。而这里只是强调一种从内部而来的技术观。如果技术是组合而来的，那么它们就有了一个内秉性质：技术组件的集成或组合是为了满足它们的目的。这种内在性存在于原本也是技术的一部分或子系统当中。我们已经开始看到新技术产生于旧技术的组合中，当然是通过捕获现象得到的；我们将可以看到技术发展是通过变革技术内部，通过实现更好的替换来提高它们的表现；我们还能看到不同的技术内部集成了之前技术的共性。从这个视角开始观察技术，会发现它类似于某种“遗传学”。当然这与DNA或细胞无关，也没有那样美丽的秩序，但是它依然呈现了一种丰富的内在联系的世系。

所有这些听起来很有机——非常有机，而这确实正是我们想得出的观点：机械性与生物性的相似之处。可以肯定的是，技术不是生物有机体；几乎可以肯定地说，不论是排序算法还是原子钟，这些技术是机械的，因为它们都是组件按照可预见的方式互相作用。但是一旦我们将技术以不断组合成新组合的方式展现出来，我们就不太能将其看作仅仅是一种准确的齿轮机械，而是一套与另一套复杂的工作程序组合而成的更新的技术。我们看到一个由技术的集合体从现存技术中组合出新的要素的世界——一个新的技术，技术有机地从内部建造了自己。而这将是本书的主题之一。

这里有个视角的变化，要从将技术看作是有固定目的的独立客体转换到将技术看作是可以无限构成新组合的客体。这种视角的转换不仅仅是抽象的，它实际上是技术角色目前正在经历的一个大转换的真实反映。那种标志着制造业经济的旧有的、工业的过程技术，如平炉炼钢过程、提炼原油的裂解过程，确实在很大程度上被固定了。它们只在一个固定的地点生产一种东西，它们加工某种特定的原材料、产出特定的工业品，并且大部分是在分开的、独立的工厂中进行的。但是现在这些相对独立的过程技术已经开始让位给不同的技术形式。这些技术可以很容易地被组合，形成技术模块，因此可以被一再地使用。全球定位技术可以直接提供方位，但是它不能独立工作。它被当作一个要素，去和其他的要素组合共同为飞机和轮船导航、辅助土地勘探、规划农业作业。它就像一种化学中高度活性的成分（例如，氢氧根离子），自己虽然只参与一点，但却主导着不同的组合。这种说法也适用于数字革命的其他元素：算法、交换机、路由器、中继站、网络服务等。同样地，我们还可以如此这般地描述组成现代基因工程或者纳米技术的元素，它们可以在无限的组合中匹配在一起，可以因为不同的目的被装配、再装配，它们也可以使积木似的集成块的进一步组合成为可能。

现代技术不仅是稍具独立的生产方式的集合，而且已经进化成创造经济结构与功能的开放性的语言。慢慢地，我们从生产固定的物理产品的技术转变成为了新的目的可以进行无限地组合和装配的技术。

技术，曾经的生产手段，正在进化成一种“化学”。

在试图总结出一种技术理论的过程中，我们面临的第一个挑战是去看看我们是否能够从一般意义上谈论技术，这是我们不可逾越的一个前

提。我们可以随机选 3 种技术：水利发电、塑料铸模工艺和养蜂，它们似乎无任何相似之处，但是我们将会在下一章看到，在这些技术结合成一体方式上，实际上存在着同样的逻辑。我们会看到这种组合是如何发生的、技术是如何形成的、接下来技术是如何发展的，以及技术将如何进化。

但是首先我们必须解决一个更根本的问题，技术到底是什么呢？

本书仅提供部分阅读，如需完整版，请联系QQ: 461573687

提供各种书籍pdf下载，如有需要，请联系 QQ: 461573687

PDF制作说明：

本人可以提供各种PDF电子书资料，计算机类，文学，艺术，设计，医学，理学，经济，金融，等等。质量都很清晰，而且每本100%都带书签和目录，方便读者阅读观看，只要您提供给我书的相关信息，一般我都能找到，如果您有需求，请联系我 QQ: 461573687, 或者 QQ: 2404062482。

本人已经帮助了上万人找到了他们需要的PDF，其实网上有很多PDF,大家如果在网上不到的话，可以联系我QQ。因PDF电子书都有版权，请不要随意传播，最近pdf也越来越难做了，希望大家尊重下个人劳动，谢谢！

备用QQ:2404062482