

李平

著

# 颠覆性创新的 机理性研究

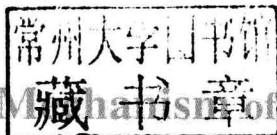
Study on Mechanism of  
Disruptive Innovation

 经济管理出版社  
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

文化名家暨“四个一批”人才资助项目  
中国社会科学院学科建设“登峰战略”计划资助

# 颠覆性创新的 机理性研究

李平/著



Study on Mechanisms of  
Disruptive Innovation



经济管理出版社  
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

颠覆性创新的机理性研究/李平著. —北京: 经济管理出版社, 2017.12  
ISBN 978-7-5096-5775-1

I. ①颠… II. ①李… III. ①企业管理—技术革新—研究—世界 IV. ①F279.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 323908 号

组稿编辑: 杨国强

责任编辑: 杨国强 张瑞军

责任印制: 黄章平

责任校对: 张晓燕

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: [www.E-mp.com.cn](http://www.E-mp.com.cn)

电 话: (010) 51915602

印 刷: 三河市延风印装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 720mm × 1000mm/16

印 张: 11.75

字 数: 138 千字

版 次: 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5096-5775-1

定 价: 48.00 元

·版权所有 翻印必究·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

# 序 言

回顾人类经济社会发展历史，经济学理论和经济发展史学研究均表明，技术创新而非要素投入的增加，是经济增长的源泉。在所有技术创新活动中，颠覆性创新可以说是创造力国度中“皇冠上的明珠”，它不仅是引领新科技发展的关键力量，而且一旦出现并得到广泛应用，往往对整个社会产生革命性影响。

美国学者克里斯坦森（Clayton Christensen）提出的“颠覆性创新”（Disruptive Innovation），便是这样一个具有特定内涵的概念。具体而言，“颠覆性创新”指的是这样一种创新活动：它通过创造一个新的市场和价值网络，打破现有的市场和价值网络，取代现有市场中的领先企业和产品。与颠覆性创新相对应的概念是渐进性创新，后者指通过改良和完善现有技术以提升主流市场产品性能的创新活动，这一活动不会破坏现有市场和价值网络，而是不断强化现有的市场规则和竞争态势。传统意义上，在技术创新和产业进程的进程中，颠覆性创新和渐进性创新交替进行，并且通常以渐进性创新作为常态，以颠覆性创新作为偶然事件。但在技术变革速度加快的时代，新的技术突破以及产业化应用的周期都在不断缩短，以大数据、生物、脑科学、新能源、量子通信、智能制造等为代表的产业领域不断出现新

的突破，彼此间交叉融合的趋势不断加强。在这一背景下，颠覆性创新逐渐成为新科技革命的典型特征。颠覆性创新出现的频率不断提高，对社会发展的革命性影响力逐渐为各方所重视，成为各国企业和政府关注的焦点。

自改革开放以来，我国保持了年均9%的高速经济增长，技术进步在经济增长中的贡献率不断提高，部分领域已经从“跟跑”走向“并跑”，少数领域甚至实现了“领跑”。同时，随着教育和科研投入的不断增加，科技人力资源的总量、质量不断提高，结构不断改善，技术创新活动正处于从量变到质变、从单点突破走向“全面开花”的关键时期，正是颠覆性创新“能作为”“应作为”“大作为”的重要机遇期。

在实施创新驱动发展战略的大背景下，促进颠覆性创新技术发展具有特别重要的意义。2008年全球金融危机爆发之后，世界各国都在调整自身的发展战略，以应对变化的国际竞争格局。各主要发达国家战略调整的核心是加大对科技创新的投入力度，抢占科技创新的制高点，尤其是通过推动颠覆性创新技术来构建新的竞争优势。以习近平同志为核心的党中央审时度势，制定了我国建设世界科技强国“三步走”的总体目标，为我国科技事业的发展指明了方向。习近平总书记在中共十九大报告中指出，创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑，要瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破，在实施国家重大科技项目的过程中，要突出关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新。能否有效推动颠覆性创新技术的发展，事关我国能否顺利实现“三步走”的战略目标，事关我国

经济的转型升级能否顺利推进，事关“中国奇迹”能否再续。

推动颠覆性技术创新的发展，既是一个重要的理论研究课题，同时也是一个实践难题。在颠覆性创新日益成为科技进步、产业发展的重要引导力量的时代背景下，李平的《颠覆性创新的机理性研究》一书可谓生逢其时。本书不仅对颠覆性创新的规律进行了研究，而且对人工智能、特斯拉、SpaceX、纳米技术等不同时代、不同类型的颠覆性创新案例进行了深入分析，同时提出了促进颠覆性创新的政策建议。其中，既有作者对新时代我国科技创新产业发展经验的反思性总结，也包含了在大量客观规律和实践经验基础上做出的前瞻性判断。这使得本书不仅能够为政府部门推动颠覆性创新提供重要的借鉴，而且对于从事颠覆性创新研究的学者来说也是非常重要的参考资料。



2018年3月

# 目 录

<b>第一章 颠覆性技术创新的规律性研究</b> .....	001
第一节 颠覆性技术创新的内涵和特征 .....	001
第二节 颠覆性技术的形成机制和路径 .....	010
第三节 颠覆性技术创新的创新生态 .....	022
<b>第二章 人工智能：科技推动型颠覆性创新</b> .....	029
第一节 人工智能概述 .....	030
第二节 人工智能的技术图谱 .....	036
第三节 人工智能颠覆性创新因素分析 .....	039
第四节 案例启示 .....	045
<b>第三章 特斯拉：基于新市场的颠覆性创新</b> .....	049
第一节 电动汽车发展历程 .....	049
第二节 电动汽车技术研发现状与趋势 .....	052
第三节 特斯拉的架构型创新和核心技术专利 .....	059
第四节 特斯拉的商业模式创新 .....	063
第五节 案例启示 .....	066

<b>第四章</b>	<b>SpaceX：基于低成本的颠覆性创新</b>	069
第一节	现代火箭的发展历程	070
第二节	SpaceX 的技术颠覆性	076
第三节	SpaceX 的创新模式	083
第四节	案例启示	087
<b>第五章</b>	<b>纳米技术：政府启动型颠覆性创新</b>	091
第一节	纳米技术发展历程	091
第二节	主要国家和地区纳米技术研究现状与趋势	094
第三节	纳米技术的颠覆性创新特征	106
第四节	案例启示	110
<b>第六章</b>	<b>颠覆性创新预见研究</b>	113
第一节	技术预见方法综述	113
第二节	国外主要技术预见活动	127
第三节	颠覆性创新的预见方法	143
<b>第七章</b>	<b>促进颠覆性技术发展的政策建议</b>	159
第一节	以功能性政策促进颠覆性技术发展	159
第二节	国家创新体系建设	163
第三节	国家创新政策的优化和协同	171
第四节	强化基础科学研究	176
第五节	构建更为有效的颠覆性技术预测机制	179



## 第一章

# 颠覆性技术创新的规律性研究

颠覆性技术创新是后发国家和后发企业实现技术赶超及产业赶超的主要机制。每次技术革命都形成了与颠覆性技术创新相适应、相匹配的技术经济范式，而每次技术经济范式的变革都伴随着后发国家的赶超和一批新的世界一流企业的涌现。因此，在新一轮科技革命和产业革命的背景下研究颠覆性技术创新的机理和规律，对于深化我国创新驱动发展和后发赶超问题研究具有重要的意义。

## 第一节 颠覆性技术创新的内涵和特征

### 一、颠覆性技术创新的理论内涵

在关于颠覆性技术创新理论的早期研究中，学者们关注的重点是颠覆性创新的概念界定以及与其他创新类型的辨析。与颠覆性创新相关的概念有破坏式创新、突破式创新、爆破式创

新、不连续性创新、激进式创新、革命性创新、创造性创新、关键性创新。从政府（政策）的角度看，中文“颠覆性技术创新”对应的英文概念是“Breakthrough Innovation”（突破式创新）或“Revolutionary Innovation”（革命性创新）。

克里斯坦森（1997）<sup>①</sup>提出的“Disruptive Innovation”（颠覆性创新）是一个具有特定管理学内涵的学术概念，颠覆性创新是通过创造一个新的市场和价值网络而打破现有的市场及价值网络，并取代现有市场中的领先企业和产品。克里斯坦森还认为，并不是所有的创新都能叫作颠覆性创新，即使突破性技术革命也并不能算作颠覆性创新。例如，19世纪晚期出现的第一台汽车并不是一种颠覆性创新，因为这些早期的汽车可以说是价格高昂的奢侈品，它并没有破坏马车的市场。直到1908年福特T型车的首次出现冲击了传统的交通运输市场，这种价格低廉并且可以大规模生产的汽车是对过去价格高昂汽车市场的一次颠覆性创新，它改变了交通工具市场的格局。又如Uber和Tesla，尽管它们确实在很大程度上改变了传统的打车和汽车市场，但这并不能算作颠覆性创新。Tesla制造了大量的新型车，但它既没有解决现有车辆遇到的问题，也没有比这些车价格更低，因此并不能算作颠覆性创新。颠覆性创新往往出现在行业外的企业，而并不是出现在行业内的领导企业。由于既有的领导企业通常将管理的焦点放到与现有竞争者的竞争中，使得行业内领导企业很难从自身持续创新的工作中转移资源而投入到颠覆性创新中，因此在位领导企业常常成为颠覆性创新的发起

---

<sup>①</sup> Christensen C. M. *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail* [M]. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1997.

者。相对于渐进式创新、革命性创新，颠覆性创新比传统开发创新的方法需要更长的商业化周期，承担更高的风险。但是，颠覆性创新产品一旦被投放到市场中，将会对现有市场产生深入的渗透率和快速深远的影响。例如，无人驾驶的智能汽车，尽管在外观上与传统汽车没有太大区别，只是改变了驱动方式和安装了网络和传感器，但无人驾驶的智能汽车通过数字化驱动、智能分析提高了交通出行效率，大大降低了交通事故率，改变了原有的商业模式和市场竞争格局，因此，无人驾驶的智能汽车是典型的颠覆性技术创新。可见，克里斯坦森不是从技术本身的突破性程度，而是从技术创新对既有市场的颠覆程度来界定颠覆性技术创新的。

判断一项创新是否是颠覆性创新的基本标准有两个：其一，创新是否基于低端市场或者新市场；其二，在产品质量达到同行标准之前，颠覆性创新企业并不关注主流顾客。例如，被公认为是一家颠覆性创新企业的 Google，其核心的搜索算法并没有实现颠覆性创新，而是 AdWords 广告服务具有颠覆性。一般的广告商在雅虎网站创建横幅广告至少要花费上千美元，但通过 Google 提供的自助服务式广告产品则能以低至 1 美元的价格发布简单的文字广告。AdWords 简短的文字广告产品相比于雅虎网站的横幅广告产品显得非常简陋，但低廉的价格帮助 Google 吸引了更多新的客户来发布简短的文字广告，这就是颠覆性创新中非常典型的新市场进入创新。又如，小米手机，从小米 1 到小米 4，小米手机价格低廉，但硬件性能却丝毫不比同配置、高价位手机差。小米的价格几乎接近成本价，打破了以前手机行业利润过大的潜规则，小米的成功靠的是从低端市场进入的颠

覆性创新战略。

突破性技术往往创造出了新的技术轨道和经济范式，对现有技术轨道造成了颠覆式的冲击（Foster, 1986; Kirchoff et al., 1991; Hill & Rothaermel, 2003）<sup>①②③</sup>。Bower（1995）<sup>④</sup>在研究中指出，在突破性技术形成之初，由于技术不成熟，往往不能带来立竿见影的收益，对于企业的决策制定者并没有足够的吸引力，成熟的企业更愿意将资源投入到已有的技术轨道中进行渐进式创新，保持对现有市场的控制以争取更多的利润，而不是投入到新技术的研究与开发之中，最终导致成熟企业被初创企业代替，错失在行业内的领先地位。Tushman 和 Anderson（1986）<sup>⑤</sup>认为，虽然从整体上看，创新是一个连续的、渐进的过程，但技术积累到一定程度之后，总会产生一些突破性的新技术，形成新旧技术的交替。而那些在技术轨道更替期没有及时跟上变化的企业，会直接导致失败。Herrmann 等（2007）<sup>⑥</sup>指出，突破性技术不仅能够更好地满足现有市场中用户的需求，还能进一步发掘潜在市场，满足用户更高层次的需求。相对于持续性创新，突破性技术创新是一种更高级的创新，在发掘潜在需求创

① Foster W. Paradigms and Promises: New Approaches to Educational Administration [M]. Prometheus Books, 1986.

② Kirchoff C., Habben I., Ivell R., Krull N. A Major Human Epididymis-Specific cDNA Encodes a Protein with Sequence Homology to Extracellular Proteinase Inhibitors I [J]. Biology of Reproduction, 1991, 45 (2): 350-357.

③ Hill C. W. L., Rothaermel F. T. The Performance of Incumbent Firms in the Face of Radical Technological Innovation [J]. Academy of Management Review, 2003, 28 (2): 257-274.

④ Bower J. L. Disruptive Technologies: Catching the Wave [J]. Harvard Business Review, 1995, 73 (1): 43-53.

⑤ Tushman M. L., Anderson P. Technological Discontinuities and Organizational Environments [J]. Administrative Science Quarterly, 1986, 31 (3): 439-465.

⑥ Herrmann E., Call J., Hare B., Tomasello M. Humans Have Evolved Specialized Skills of Social Cognition: The Cultural Intelligence Hypothesis [J]. Science, 2007, 317 (5843): 1360-1366.

造新市场的同时，还带来整个产业的变革和广泛的社会影响 (Kaplan & Tripsas, 2008; Golder et al., 2009)<sup>①②</sup>。无论是熊彼特的“创造性破坏”还是克里斯坦森的“颠覆性创新”，“颠覆”一词都具有明确的竞争情境：从技术的角度看，是新技术路线对既有技术路线的替代，是“主导设计”的更迭；从创新的角度看，是后发企业对在位企业市场主导地位的替代。而政府或政府层面的“颠覆性技术创新”并不一定强调竞争情境，而更强调技术的突破性本身。

## 二、颠覆性技术创新的技术经济特征

从技术特征角度，颠覆性技术创新的经济学特征主要包括四个方面：

第一，突破了技术发展中的瓶颈。Nathan Rosenberg 在他的著作 *The Direction of Technological Change* 中定义了一种他称之为“强制序列”的技术反馈类型。在这个定义中，他认为在某行业特定时期，企业的创新活动会专注于解决少数明显的且易识别的技术难题，即所谓的“技术瓶颈”。当这些“瓶颈”被解决之后，那么它会衍生出新的技术难题，而这个新的技术难题成为了新的瓶颈，并且只有解决这些新问题才能够得到所有创新活动带来的收益。例如，Nathan Rosenberg 在书中引用的 18 世纪英国工业发展的例子就十分形象。在 18 世纪初，英国社会的精英

---

① Kaplan S., Tripsas M. Thinking about Technology: Applying a Cognitive Lens to Technical Change [J]. *Research Policy*, 2008, 37 (5): 790-805.

② Golder P. N., S. R., M. D. Innovations' Origins: When, By Whom, and How Are Radical Innovations Developed? [J]. *Marketing Science*, 2009, 1 (28): 166-179.

们十分明确地了解到他们面对着一一些棘手的问题，包括在海洋中确定位置（经度）、从深层煤矿中抽离地下水、解决天花传播、将生铁锻造为熟铁，而这些问题都在 18 世纪中期得以解决，在这些技术发展解决了老问题的同时，又带来了新的需求和问题，进入了下一个瓶颈期。

第二，拥有主导性设计。Utterback 和 Abernath (1975)<sup>①</sup> 认为，主导性设计是技术管理研究的一个概念，即寻找那些成为事实标准的技术功能。一个主导性设计需要获得相当高的市场忠诚度，也需要市场中的竞争者和创新者遵循以获得市场优势。例如，微软的 Windows 系统成为个人电脑操作系统的主导性设计，在微软开发个人电脑操作系统之前，业界并没有统一并占据多数市场份额的产品，而在 Windows 系统出现之后迅速占据了绝大多数市场，并很快成为“主导设计”，个人 PC 生产商（除苹果外）均需要具备 Windows 操作系统才能够将产品推向市场并获得消费者的认可，而微软也在最短的时间内确立了其在行业中的“主导设计者”位置。

第三，开发新的技术轨道。Dosi (1982, 1988)<sup>②③</sup> 将技术轨道定义为：被一种范式定义的、沿着经济与技术曲线移动的技术进步。技术轨道与技术演进的 S 曲线（U-A 模型）在某些方面有着相似之处，两者都能够追踪技术性能的演进特征。一个

---

① Utterback J. M., Abernathy W. J. A Dynamic Model of Process and Product Innovation[J]. Omega, 1975, 3 (6): 639-656.

② Dosi G. Technological Paradigms and Technological Trajectories : A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change [J]. Research Policy, 1982, 11 (3): 147-162.

③ Dosi G. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation [J]. Journal of Economic Literature, 1988, 26 (3): 1120-1171.

众所周知的技术轨道应用实例是在微电子中一块芯片上集成电路管数量的指数型增长、计算速度以及单位信息的成本，每一个技术轨道的开始都标志着一次突破式技术创新，而轨道路径上的创新代表着一系列的渐进式创新。

第四，技术突破存在高风险。突破性创新往往具有更大的技术风险。渐进式创新是延续企业已有的技术轨道，在原有技术轨道上进行增量的逐步创新。而突破性技术产生于完全不同以往的新技术轨道，对于这一类创新，原有的技术标准已经不能应用于新技术的创新，而新的标准在突破性技术产生之时还没有确立，此时的突破性创新具有非常大的不确定性。一旦突破性技术设定了完善的标准体系，新的突破性技术创新也会逐渐变成渐进式创新。

从经济学特征角度，颠覆性技术创新的经济学特征主要包括四个方面：

第一，多技术领域。Schoenmakers 和 Duysters (2010)<sup>①</sup> 认为，颠覆性技术创新通常需要多主体知识领域的集成或协调。当今的科学研究发展很难只依赖单一学科，技术的发展依赖于多学科或者多产业的交叉研究，从而互相借鉴技术逻辑和开发思路，形成创新性和开拓性的颠覆性技术。纯粹单一知识基础的技术创新往往呈“海螺壳”式发展，很难出现颠覆性的新颖思想。很多颠覆性理论都是由“外行人”提出来的，因为他们没有学科桎梏。例如，魏格纳是德国气象学家，他通过观察世界地图提出了“大陆漂移”学说，最后发展成“板块构造”理论，导

<sup>①</sup> Schoenmakers W., Duysters G. The Technological Origins of Radical Inventions [J]. Research Policy, 2010, 39 (8): 1051-1059.

致地球科学史上一场划时代的革命。一个学术观点的产生肯定要依托本学科的知识积累，但如果其他学科得到共鸣，就会形成“规律性”的飞跃。在实践中，颠覆性技术创新的发展也常常依赖多个学科的知识。例如，日本高铁的发展很大程度上依赖于不同主体和学科之间的协调。通过对高速铁路轨道设计理论与技术体系、高速铁路常用跨度桥梁建造成套技术体系和大跨度桥梁建造技术、高速铁路隧道结构与空气动力学、高速铁路路基建造成套技术、混凝土结构耐久性设计与新型工程材料开发等多个技术领域的综合应用，高铁领域才取得颠覆性的创新成果。

第二，常常依赖于科学或通用技术的突破。科学研究作为所有创新的源泉和根本动力，只有当科学技术本身有了重大的突破和改进后，才能为之后的科学研究技术化和技术商业化奠定良好的基础，并且科学研究的“突破性”越显著，留给技术化和商业化的时间窗口越长，越有利。最典型的例子是工业革命，人类社会历史发展史上的若干次工业革命的标志性技术均带有这样的特征。第一次工业革命是以瓦特改良蒸汽机为标志，实验科学的长期孕育和社会生产的直接推动带来了蒸汽机的发明与改良，揭开了工业革命的序幕，并在技术上完成了由手工业向机器大工业的过渡。第二次工业革命由于电的发明带来了人类大型重工业的诞生，而这一发明从1866年开始持续供给了100多年，仍是我们当今工业和商业最重要的基础之一，由此我们看出一些具有“里程碑”式的科学发现能够给后续的技术发展和商业发展提供强大的支持，并在相当长的时间内影响并指导商业的发展方向。



第三，长期累积性。颠覆性技术的演进过程遵循“量变到质变”的过程，若干微小的技术改进长期的累积和交叉，为技术的“颠覆”提供了高度相关的素材，颠覆性技术的产生是集成各种微小技术改进的优点和优势之后，在某一时间点显示出“颠覆”的现象，即出现了质变点。因此，颠覆性创新是一个漫长的累积过程，并不能一蹴而就。例如，当美国宇航员阿姆斯特朗接触到月球表面时，这一“颠覆”技术足以让我们叹为观止，但在这之前阿波罗计划已经悄然进行了10年，而背后则有大量的政府资金扶持和美国公司的深度合作。在工程高峰时期，参加工程的有2万家企业、200多所大学和80多个科研机构，总人数超过30万人，正是多种基础研究和技术的集成使得阿波罗计划得以最终成功，首次将人类送往另一星球。

第四，市场的高风险性和投资的战略性。颠覆性创新要求战略性投入，尤其是金融资本。正如前三点所述，颠覆性技术时间长、多交叉的特点导致了其对于技术开发的投入是长期的、持续性的。对于颠覆性创新，战略性投资非常重要。突破性创新的产品在上市之初并不能占领主流市场，在市场中的表现也比渐进式创新的产品差。主流用户还是更习惯于使用以往的产品，突破性创新的产品往往只被少数激进的用户所接受。例如，电动汽车与传统汽车，在电动汽车上市之初，市场中的主流用户还是习惯使用传统燃烧汽油、柴油的汽车，而电动车技术作为一项突破性技术，只有少数的激进用户成为动车环保技术的早期使用者。突破性技术要承受更大的市场风险。渐进式技术创新是对现有成熟的产品进行技术的改进以获取更多的利润，面对的是成熟的市场和用户。而突破性技术创新面对的是潜在