颠覆性技术研究（一）
——理论起源、概念界定与五维分析框架

李昌奎
1 香港社会科学中心　2 香港产教融合研究所

摘要 本文旨在剖析 21 世纪“颠覆性技术”在国家竞争体系中的多维内涵与战略价值。通过突破传统以市场为中心的理论局限，融合地缘政治与前沿科技演进，本文构建了包含“市场颠覆、赋能范围、战略安全、产业主权、社会伦理”的五维分析框架，以此作为系统性评估关键技术的统一标尺。结合生成式人工智能与低轨卫星通信等当代复杂技术案例的五维解构，该框架有效拓展了颠覆性技术定义的战略深度。本研究不仅为洞察全球技术变革动力提供了更为宏大的分析视角，也为国家层面进行新兴颠覆性技术的识别与战略布局构建了坚实的理论基石。

关键词 颠覆性技术；国家战略；五维分析模型；技术治理；大国竞争；创新经济学
DOI https://doi.org/10.6914/tpss.080101 **文章编号** 2664–1127.2026.0801.1–19

在新一轮科技革命与大国战略竞争相互交织的背景下，“颠覆性技术”已成为国际科技政策、产业布局和国家安全研究中的高频概念。从人工智能、量子计算、合成生物学到低轨卫星互联网、先进半导体与新型能源技术，越来越多前沿技术不再只是单一产业的创新变量，而是正在重塑国家竞争力、产业链主导权、社会治理方式乃至国际秩序结构的重要力量。也正因为如此，如何准确理解“颠覆性技术”的内涵、边界与判准，已经不再是一个单纯的术语辨析问题，而是关系到国家战略判断、科技资源配置与未来发展方向识别的基础性理论问题。

然而，现有关于“颠覆性技术”的讨论，仍在相当程度上延续了以克里斯坦森“颠覆性创新”理论为代表的市场竞争分析框架。这一理论对于解释企业如何通过低端切入或新市场开辟实现市场替代，具有重要启发意义，但当研究对象转向 21 世纪国家层面的关键技术竞争时，单纯的市场逻辑显然已不足以解释那些由国家战略需求、基础科学突破、军事安全目标或跨领域技术融合所驱动的技术变革。基于此，本文试图从理论源流出发，重新审视“颠覆性技术”概念的演进逻辑，并在吸收经典理论合理内核的基础上，构建一个更适用于国家战略分析的五维框架，以为后续“主要发达国家颠覆性技术发展、项目布局及新兴方向研究”系列报告提供统一的分析起点和评价标尺。

© **The Author(s) 2026.** CC BY-NC-ND 4.0. **Article History:** Received: 10 December 2025; Accepted: 25 December 2025; Published: 15 January 2026.
社会科学理论与实践 (Shèhuì kēxué lǐlùn yǔ shíjiàn) *Theory and Practice of Social Science*, ISSN 2664–1127 (Print), ISSN 2664–1720 (Online), ISSN 2664–1747 (CD-ROM). Published by Creative Publishing Co., Limited 开元出版有限公司 (CPCL®). 国家新闻出版署备案, 中国图书进出口上海有限公司进口. Email: cpcl@cpcl.hk, https://ssci.cc, https://cpcl.hk.

一、颠覆性创新理论的缘起与演进

“颠覆性技术”（Disruptive Technology）这一术语最初由哈佛大学教授克里斯坦森（Clayton M. Christensen）在 1997 年提出，其在《创新者的窘境》中定义颠覆性创新为“将原本昂贵复杂的产品或服务，转化为人人可用的低成本方案，从而开辟出全新市场空间”[8][8]。他强调，颠覆性并非仅仅指技术性能上的飞跃，而是指以“低端切入、主流替代”的方式实现对原有市场结构的重塑。在克里斯坦森提出原始理论后，国际上多个权威机构对“颠覆性技术”进行了再定义和拓展。OECD（经济合作与发展组织）指出，颠覆性技术是“通过替代既有技术或催生全新产业，从根本上改变商业、产业或市场运行方式的创新”（OECD, 2016）。DARPA（美国国防高级研究计划局）则从国家安全与能力变革角度出发，认为颠覆性技术是“根本性重塑能力版图、使现有系统或做法趋于过时的技术”。世界经济论坛（World Economic Forum）指出，颠覆性技术“显著改变传统行为方式，重构生态系统，并往往带来不可预期的社会影响”。英国皇家工程院也提出，颠覆性技术是“通过根本性地改变问题解决方式，对产业与社会带来重大影响”的力量。综上可见，从国际主流机构与研究学者的角度看，“颠覆性技术”不仅代表技术本身的飞跃，更意味着对既有制度、市场和社会秩序的挑战与重构。其基本特征包括：替代性与取代性、生态系统重组能力、产业规则重构能力，以及对国家竞争力与战略安全的深远影响。

本部分旨在追溯“颠覆性技术”概念的学术源流，重点阐述克莱顿·克里斯坦森（Clayton Christensen）教授的“颠覆性创新”理论，并对其核心观点、经典案例进行回顾。同时，本章也将对该理论的时代局限性及后续学术界的批判与修正进行初步探讨，为后续章节中构建更适用于国家战略分析的扩展性定义奠定基础。

（一）熊彼特创造性毁灭的思想先声

“颠覆性创新”并非无源之水，其思想滥觞可以追溯到 20 世纪上半叶奥地利经济学家约瑟夫·熊彼特（Joseph Schumpeter）提出的“创造性毁灭”（Creative Destruction）理论。熊彼特在其 1942 年出版的《资本主义、社会主义与民主》一书中指出，资本主义的本质特征在于一个“从内部不停地革新经济结构，即不断地摧毁旧的结构，不断地创造新的结构”的“产业突变”过程。这种“创造性毁灭”是资本主义发展的内在动力，它通过新商品、新技术、新供给来源或新型组织（如大型企业）的出现，不断打破现有市场均衡，淘汰落后产能和过时模式，从而推动经济发展。

熊彼特将企业家视为这一过程的关键驱动者，他们通过创新（引入新的生产函数）来打破旧的循环，获得超额利润，进而引发模仿者的跟进，直至新的均衡达成。这一理论深刻揭示了市场经济中创新与淘汰并存的动态本质。克里斯坦森公开承认其理论深受熊彼特影响。可以说，熊彼特的“创造性毁灭”为理解创新如何引发市场结构性变革提供了宏观的经济学视角，而克里斯坦森的“颠覆性创新”理论则进一步聚焦于这一过程在微观层面，特别是企业竞争层面是如何具体发生的，并试图为企业管理者提供应对和利用这种变革的策略性指导。从“毁灭”到“颠覆”的语词演变，或许也反映了理论关注点从宏观经济现象向更具操作性的企业战略的转移，使得这一概念更易于被商业界所接受和应用。然而，这种语词上的“柔化”也可能在一定程度上淡化了熊彼特理论中对变革所伴随的社会经济阵痛的强调，这一点将在后续章节关于颠覆性技术社会伦理维度的讨论中进一步展开。

熊彼特的理论为我们理解技术变革的宏大背景提供了框架，但其并未详细阐述“创造性毁灭”的具体机制和路径。克里斯坦森的工作则在熊彼特的基础上，深入探究了特定类型的创新——即他所定义的“颠覆性创新”——是如何具体地、系统性地瓦解现有市场领导者地位的。这一从宏观经济现象到微观企业行为的聚焦，是理解克里斯坦森理论贡献的关键。

（二）克里斯坦森创新者窘境的经典理论

哈佛商学院教授克莱顿·克里斯坦森在其里程碑式的著作《创新者的窘境》（The Innovator’s Dilemma,

1997 年首次出版，理论雏形可见于 1995 年与约瑟夫·鲍尔合著的文章）中，系统阐述了“颠覆性创新”理论[1]。该理论的核心旨在解释一个看似矛盾的现象：为何那些管理良好、关注客户需求、并持续改进产品的主流市场领导者，反而常常在面对某些特定类型的新技术和市场变化时遭遇失败[1]。

1. 颠覆性创新与维持性创新的核心思想

克里斯坦森理论的基石在于对改变产业轨迹的创新路径进行了二元划分。他指出，绝大多数企业在成熟市场中致力于维持性创新（Sustaining Innovation），即在现有的技术轨道上不断为其主流客户（特别是追求高性能的高端客户）提供性能更好、功能更全的产品[1]。这类创新原本是企业维持竞争优势并攫取超额利润的常规手段，例如智能手机计算速度与影像系统的逐代升级[1]。

然而，与这种延续性演进截然不同的是颠覆性创新（Disruptive Innovation）的力量。真正的颠覆者通常不会在一开始就在核心性能指标上与巨头展开硬碰硬的竞争，而是敏锐地捕捉到了市场边缘的机会。它们往往凭借相对简易、廉价或者极为便利的创新方案，悄然切入那些被主流目光所忽略的低端市场（low-end market）或完全空白的新兴市场（new market）[1]。在早期阶段，这些边缘市场由于利润稀薄且规模有限，根本无法吸引起成熟企业的战略关注。但正是这种初期的隐蔽性，赋予了颠覆者生长的绝佳空间。一旦新势力立足生根，它们便会借助技术的快速迭代一路高歌猛进，逐步向上侵蚀主流市场，最终可能全面替代行业原有的领导者[1]。

更为深刻的是，克里斯坦森一针见血地指出，致使这些成熟巨头陷入“窘境”的深层原因，绝非管理层的昏聩或是技术能力的匮乏。恰恰相反，悲剧的根源往往在于它们过度理性地“做对了所有事情”——始终紧盯最有利可图的优质客户，并严格遵循既定的资源配置流程与价值网络[1]。正是这种追求短期利润最大化和固守既有客户需求的理性决策机制，迫使它们主动放弃了早期性能较差但潜力巨大的颠覆性技术。这种机制上的“理性陷阱”，无意中为颠覆者的逆袭让出了战略空间，也为企业长期的结构性衰落埋下了不可挽回的伏笔。

2. 低端颠覆与新市场颠覆的演进路径

克里斯坦森在其理论中将颠覆性创新的演进路径进一步细化为两类非对称竞争策略[1]。第一种策略被称为低端颠覆（Low-End Disruption），其核心靶向是在现有市场中被“过度服务”（overserved）的客户群体。这类客户往往并不渴望主流产品所堆砌的全套高端性能，却不得不为此承担高昂的溢价。颠覆者精准捕捉到了这一痛点，转而提供性能“足够好”（good enough）但价格更为低廉、功能更为精简的替代方案。由于这些细微市场的利润空间极为微薄，主流企业往往乐于将其战略性放弃，转而集中资源向更高利润的上游市场攀升，从而在不经意间将低端市场拱手让出。通过这种非正面进攻，廉价航空公司以剔除冗余服务的极低票价成功争夺了对价格高度敏感的客群，完成了经典的低端颠覆[1]；而 3D 打印房屋技术以极低成本为灾区或极度贫困地区提供基础住房，同样展现了这种由下而上的进击法则[1]。

另一种更为通透的策略是新市场颠覆（New-Market Disruption）。它不再受困于既有的存量博弈，而是将目光投向了“未被服务”（unserved）的全新人群或“非消费者”（non-consumers）。因既有产品通常极端昂贵、操作极其复杂或难以获取，这部分人群长期被排斥在主流消费门槛之外。颠覆力量通过提供前所未有的易用、便携或经济型方案，成功唤醒了冰封的庞大需求，硬生生地创造出了一个全然未知的新兴市场。早期的个人电脑便是一个完美的例证。最初的 PC 根本无力与大型计算机进行算力竞争，但它以平民化的价格和相对简易的操作，让原本对大型机望洋兴叹的个人和小微企业首次享受到计算红利，从而开辟了个人计算时代的汪洋大海[1]。

综上所述，无论是向下兼容的降维打击，还是向外开拓的增量挖掘，这两条核心路径的战略内核高度一致——它们都巧妙地锚定了现有商业生态中的“真空地带”与“未被唤醒的需求”。通过一种极富心智的迂回战术，颠覆者主动规避了与行业巨头在正面兵力上的消耗战，转而在其视线盲点和战略盲区建立起不可逆转的非对称竞争优势。

3. 商业模式的核心作用与颠覆的过程性

克里斯坦森在其后续著作《创新者的解答》（The Innovator's Solution,[2003]，与迈克尔·雷纳合著）中，进一步将“颠覆性技术”的概念扩展为更具包容性的“颠覆性创新”，强调了技术与创新性商业模式的结合才是颠覆的核心驱动力[1]。他指出，大多数技术本身并非内在地具有颠覆性或维持性，真正决定其市场影响的是其所依托的商业模式[1]。一个革命性的技术若无合适的商业模式推广，可能无法实现颠覆；反之，一个相对简单的技术，若能与新颖的商业模式结合，则可能产生巨大的颠覆效应。这意味着企业在应对颠覆时，不能仅仅关注研发（R&D），更要关注商业模式的创新与适应。

此外，颠覆性创新是一个“过程”，而非单一的产品或服务，其成功与否需要时间来验证[1]。例如，Netflix 最初的 DVD 邮寄服务并未立即对 Blockbuster 构成致命威胁，其颠覆性是在其商业模式演进到流媒体服务，并积累了大量用户和内容后才得以充分显现[1]。这强调了颠覆性威胁往往在初期不显眼，容易被忽视，要求企业具备长期视角和持续迭代的能力。

（三）典型颠覆谱系的实证考察

为了更直观地验证上述两种颠覆路径的演进机制，我们有必要跨越不同产业周期，对几组具有深远影响的技术替代进程进行审视。

在经典的消费电子层面，影像巨头柯达的衰落为新市场颠覆提供了一个冷酷的注脚。早期的数码相机在成像素质与存储空间上根本无法与传统胶片体系相提并论，甚至被主流厂商贬低为粗糙的“电子玩具”。然而，它所主打的即时预览与零冲洗成本等前所未有的便携功能，瞬间俘获了对画质要求不高的大众用户[1]。随着半导体与感光元件的指数级迭代，数码系统最终在画质上实现了对胶片的全面反超并将其彻底埋葬。与之相似，曾经高不可攀的大型与小型计算机长期依赖专业的机构算力市场；而早期的个人电脑（PC）通过极度妥协的算力换取了极为亲民的价格，从而将计算能力下放到了此前毫无触机机会的个人消费者与小微企业手中。随着应用生态的繁荣，最终微型机体系实现了由底向上的阶层跨越，瓦解了曾被视作不可撼动的大型机帝国[1]。

在服务与传统制造领域，低端颠覆的威力同样惊人。百视达（Blockbuster）曾通过庞大的实体店网络与高昂的滞纳金体系垄断了影碟租赁业务。Netflix 的破局之刃却仅仅是针对那些“不急于追看首发新片却极度厌恶滞纳金”的长尾用户推出了不受时间限制的 DVD 邮寄。当宽带基础设施成熟后，这套无需门店负担的轻巧订阅制被顺势升级为在线流媒体生态，最终导致了臃肿的百视达黯然破产[1]。在看似壁垒森严的冶金行业，传统高炉钢厂为了逐利，乐于将利润单薄的低端螺纹钢市场施舍给工艺简陋的电弧炉微型钢厂。可是，后者正是利用这片被遗弃的真空地带持续积累资本与参数，步步为营地打入了大型钢厂赖以生存的高精尖钢板领域，完成了产业核心区的换防[1]。

更为重要的是，进入 21 世纪后，这种颠覆逻辑已经开始向国家级核心产业和硬科技领域蔓延并发生变异。长期以来，全球航天发射市场被联合发射联盟（ULA）等少数军工巨头垄断，单次任务造价极其昂贵且火箭完全不可回收。SpaceX 以“低成本重复使用”的全新范式切入传统巨头不屑一顾的小微卫星代工市场。在其助推器成功实施垂直回收后，不仅将发射报价大幅砍至传统方案的三分之一，更借由显著的成本优势迅速通吃了商业通信到国防涉密载荷的顶级市场。其衍生的星链（Starlink）网络更是进一步证明了颠覆力量跨界重构全球基础设施的恐怖潜力。同样地，以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能[10] 对传统知识生产与软件服务体系的碾压，则深刻昭示了基础算法突破与工程规模化叠加所释放的根本颠覆性。传统的自然语言处理系统长期困于规则驱动和小样本学习的瓶颈，在通用智能方面的表现极为有限。而基于 Transformer 架构的大规模预训练语言模型，仅以短短数年时间便实现了从实验室原型到全球数亿用户的指数级扩散，彻底重写了人机交互的范式边界。其只需调整提示词（Prompt）便可跨领域生成专业级文本、代码和多模态内容的平台化特征，标志着在知识密集型服务领域发生了一次系统性的降维打击。

从胶片被感光芯片驱逐，到马斯克的猎鹰火箭改写太空秩序，以上技术变迁的谱系清晰地表明：颠覆

往往并非初见于正面战场的刺刀见红，而是一场利用旧系统价值盲区从边缘发起的暗度陈仓。但不可回避的是，SpaceX 的崛起带有强烈的国家安全采购与政商融合色彩，而生成式人工智能的井喷背后更是美国国防部、国家科学基金会等国家力量在基础研究阶段长达数十年的巨额资源拉动。从克里斯坦森经典的“企业利润率逃离”模型，到今天动辄牵动国家大战略和国运天平的硬科技洗牌，我们必须承认，基于单纯市场主体理性决策架构演化而来的经典颠覆性理论，正逐渐逼近其对现代复杂创新的解释边界。这种理论在面对带有鲜明国家意志和基础科学属性的革命时展现出的局限性，恰好构成了本文后续亟需构建具有国家战略维度的“五维分析框架”的关键现实逻辑。

（四）理论的时代局限性与学界的主要批评和修正

尽管克里斯坦森的颠覆性创新理论影响深远，但自提出以来，也面临着学术界和实践领域的多方面审视、批评与修正。这些讨论对于我们更全面地理解该理论的适用边界，并为其在国家战略层面的应用进行必要的调整至关重要。

1. 方法论与定义层面的核心隐患

克里斯坦森理论在构建其底层逻辑体系时，不可避免地带有早期管理学研究的时代烙印，首当其冲的便是其在方法论维度的脆弱性。

批评者尖锐地指出，该理论在很大程度上高度依赖于对已发生商业案例的回顾性解构[1]。这种“向后看”的研究范式极易掉入“事后聪明”（hindsight bias）的陷阱。换言之，该理论在解释那些木已成舟的行业颠覆时显得无懈可击，但在前瞻性地预测“谁将是下一个颠覆者”时却往往准星全无。这正是为什么许多试图按图索骥的管理者频频踏空的原因。同时，在案例库的构建上，该理论也面临“因变量抽样偏差”的严峻指控——它习惯于截取那些最终大获全胜的颠覆样本，却选择性地过滤掉了大量曾采取相同战术却最终夭折的商业模式[1]。这种幸存者偏差可能导致其对“成功颠覆”的归因变得片面且危险。

此外，随着“颠覆”一词在商业界的病毒式传播，其核心定义的边界正在经历严重的泛化甚至被滥用。各种并不具备底层重构能力的微小技术改良，或是仅仅单纯赢得市场份额的常规商业竞争，都被不由分说地贴上了“颠覆性”的标签[1]。并且，由于诸如“低端市场”、“足够好”这些核心变量往往缺乏严格一致的客观量化标尺，这使得该理论像是一个能够装下任何创新现象的大筐，极大地削弱了其作为严谨学术概念的解释力和科学预测力[1]。

2. 商业沙文主义与解释力的边界

经典颠覆性创新理论真正的局限，深埋于其初创时期的语境——它是一套脱胎于纯粹自由市场竞争体系下的微观商业逻辑。其内驱力被死死锚定在市场价格信号与企业追逐超额利润的理性决策中。然而，当我们将分析的镜头从企业博弈拉升至国家间战略竞争，特别是触及到那些被国家意志驱动的纯硬核科技时，这种因“商业中心主义”带来的局限便暴露无遗。

事实上，许多足以改写人类历史进程或国家命运的重大颠覆性技术，其降生阶段与“低端下沉市场”或“眼前利润”毫无瓜葛。无论是奠定今日美国霸权的互联网主干工程早期在 ARPA 资助下意图维持核打击下通信韧性的军用测试网[1]，还是 GPS 全球定位系统的落地，它们的孵化从始至终都不是为了迎合囊中羞涩的边缘消费者，而是国家安全意志的前瞻性显化。面对高超音速武器、高端光刻机制造矩阵或是先进合成生物学等以战略自主、核心脱钩和绝对代差优势为首要目标的深海技术领域，国家自身才是最大的风险投资人与终极产品采购方[8]。这里的决策逻辑远超商业财报和投资回报率（ROI）的考量，使得克里斯坦森模型中“主流巨头因逐利而本能放弃低端阵地”的市场推演，在事关国运的战略语境下彻底失去了着陆点。

同样遭遇解释失效的，还有那些源于人类基础科学无人区探索的革命性突破。例如，基因编辑技术 CRISPR-Cas9 的石破天惊[3]，在技术降生的初期根本找不到任何具体的对标商业竞品，更遑论寻找什么低端需求切入点。基础科学的突破往往是强行“供给创造需求”的过程，其颠覆能量在于重绘整张科学认

知版图和产业图谱。如果学者依然过分拘泥于“技术参数-市场切入”这一低维度的二元分析，往往会遮蔽掉社会制度、大国地缘博弈、巨额财政乃至国家科技举国体制等宏观生态要素在技术萌芽中所发挥的绝对决定性作用[3]。更何况，苹果 iPhone 在发布之初便以压倒性的革命体验和高昂售价完成了高端颠覆的壮举，这早已经在现实商战中对经典理论的低端逆袭法则构成了强有力的反驳[1]。

3. 从“商业微观”向“国家战略”视角的理论重构的必然性

面对理论适用边界的日益紧缩，学术界与克里斯坦森本人近年来也在不断尝试打补丁。例如，借用“待完成的工作”（Jobs to Be Done）理论来重塑更底层的客户需求洞察，或试图将颠覆理论融入创新生态系统理论之中。

然而，微小的修补显然无法回应今天这个大国竞争时代的宏大命题。对于本报告的理论构建而言，我们必须清醒地认识到：克里斯坦森的论断虽然极为深刻地掀开了认识“技术替代机制”的一角，但其与生俱来的“商业市场中心主义”，使其在面对 21 世纪具有高度政治属性、主权导向与系统性杀伤力的战略性前沿技术时，显得极度单薄且捉襟见肘。因此，仅仅停留在微观维度的缝缝补补是无济于事的。我们需要在充分继承其关于“非对称替代”与“非连续性跃迁”这一核心思想底座的基础上，果断剥离其纯商业维度的狭隘视角，将分析框架强力升维。这正是本研究后续章节致力于构建一个包含外部地缘环境、国家安全与伦理反噬等宏大变量的“五维理论分析框架”的核心破题之举。唯有完成这一视角的跨栏，方能真正服务于面向“国家战略演进”这一更为厚重的时代研究命题。表 1 总结了克里斯坦森理论的核心内容及其面临的主要挑战，为本文后续构建更全面的颠覆性技术分析框架奠定了基础。

二、拓展视野：21 世纪国家战略背景下的“颠覆性”

克里斯坦森的颠覆性创新理论为理解商业竞争中的变革演进提供了深刻洞见。然而，在 21 世纪地缘政治博弈加剧、全球价值链重构以及科技变革日新月异的宏大背景下，尤其是在研判大国科技发展战略与核心领域竞争时，仅凭商业市场逻辑已难以全面量度“颠覆性”的实际战略当量。将该概念的内涵从微观的企业竞争视域引申至更为广阔的国家发展全局，已成为理论深化的必然要求。本章旨在多维论述理论拓展的深层逻辑，并初步勾勒出在国家战略语境中“颠覆性”技术所涵括的全新维度与评价边界。

（一）超越市场框架：国家战略分析的特殊需求

克里斯坦森经典理论的解释底座高度依赖于企业行为、市场动态和客户选择，其核心量度指标深嵌于利润动机、资源分配轨道及价值网络等微观要素之中[1]。毫无疑问，该框架在解析新兴竞争者如何利用技术代差颠覆传统行业巨头时具有极高的解释力。然而，一旦将研究视域跃升至大国间硬核科技博弈的宏观场域，便会发现众多驱动核心技术演进并产生系统性颠覆效应的内生动力，已远超传统商业收益的核算范畴。为因应国家安全与发展大局的需求，理论视角必须突破单一的市场阈值。

首先，国家意志是诸多尖端科技萌芽与爆发的根本驱动力与核心塑造者。纵观工业和信息革命历程，一系列具有划时代意义的基石性技术，其早期孵化均非源自自发的市场需求反馈，而是深刻打上了国家战略意图的烙印。举例而言，互联网的早期雏形（ARPANET）、全球定位系统（GPS）、核能工程以及前沿航天探索技术，均在创立初始便获得了长期的政府战略投资与资源倾斜，其首要目标往往聚焦于巩固国防安全底座、彰显国家综合实力或应对重大公共危机[1]。在上述应用场景下，技术转化的核心“订购方”实质上是国家机器，而预期“回报”则是不可估量的战略安全红利与地缘政治影响力。立足于国家宏伟目标的科技创新发展路径，本质上截然不同于经典理论所刻画的从低端或空白市场切入的商业替代模式。

其次，国家层面研判科技“颠覆性”的评价尺标具有高度的复杂性与多元交织特征。微观商业语境下的技术更迭主要依托市场份额的转移、企业利润空间的压缩抑或商业生态网络的重塑来加以衡量。反观国

表 1: 克里斯坦森颠覆性创新理论：核心概念、演进与主要批判

核心要素	概念阐释	经典案例举例	主要批判/局限性
理论起源与核心思想	公司可能因“做对所有事情”而失败；颠覆性技术以更简单、更便宜或更便捷的方式服务于低端市场或新市场,最终取代现有市场领导者[1]。	数码相机 vs. 柯达；个人电脑 vs. 大型机；Netflix vs. 百视达[1]。	主要聚焦商业竞争和市场替代，对国家力量驱动、以国家安全为目标或源于基础科学突破的颠覆性技术解释力不足[3]。
维持性创新	在现有轨道上把产品做得更好，满足主流客户需求[1]。	智能手机性能逐代提升。	属于企业常规发展路径,非颠覆性。
颠覆性创新	从低端市场或新市场切入，初期性能可能较差,但具备价格、便捷性等优势，通过技术迭代向上攀升[1]。	小型钢铁厂；晶体管收音机[1]。	定义有时模糊，易被滥用；对高端颠覆解释不足[1]。
低端颠覆	针对被“过度服务”的客户，提供“足够好”但更便宜的产品[1]。	廉价航空公司。	利润空间有限，主流企业易放弃。
新市场颠覆	针对“未被服务”的客户或“非消费者”，创造全新市场[1]。	个人电脑早期市场。	市场规模初期不确定。
商业模式的重要性	技术本身并非内在地具有颠覆性,关键在于技术与创新性商业模式的结合[1]。	Netflix 从 DVD 邮寄到流媒体转型[1]。	理论对商业模式创新的具体路径和成功要素的系统性指导仍有发展空间。
方法论局限	过度依赖历史案例研究,可能存在事后偏见和抽样偏差[1]。	对理论的预测能力构成挑战。	难以准确预测未来的颠覆性技术，对需要前瞻性战略指导的国家层面分析存在不足。
适用范围局限	主要适用于商业竞争分析，解释市场领导者为何失败[1]。	iPhone、Uber 等案例[12] 的适用性存在争议[1]。	难以完全解释由国家力量驱动（如国防、航天）、以国家安全为首要目标、或源于基础科学突破（如基因编辑）的颠覆性技术，这些技术的发展逻辑和影响机制与纯商业颠覆不同[3]。

家全局视角，某项关键技术的“颠覆性”往往集中爆发于其对国防安全底线、军事战略平衡、核心产业韧性、国家经济主权、社会治理机制甚至人类科学基础范式所引发的深层震荡[8]。该评价体系不可避免地横跨政治安全、社会解构及文化演承等复合场域，彻底超越了简单的投入产出比核算。在特殊情况下，即便某项前沿技术在短期内难以实现商业闭环并深陷财务亏损困境，倘若该技术成果能够显著筑牢国防安全屏障并彻底打破外部“卡脖子”[14] 的技术封锁，主权国家依然会进行不计代价的战略性注注资。

再次，引发和承受科技颠覆效应的主客体结构已发生根本性迁移。在传统商业更迭周期中，发动攻击的主体多为携带轻量思维的新兴科创公司，而受波及的客体则是在任的市场垄断巨头。而在国家战略棋盘之上，策动颠覆性创新的主体已升格为拥有主权力量的主导国、享有举国体制支撑的核心科研阵列，抑或是极具突破性穿透力的先锋科学思想；与此同时，遭受技术颠覆冲击的客体则随之演变为既定的全球政治经济秩序、国家引以为傲的支柱产业集群、维系社会运转的传统治理架构，乃至人类探索宏观世界与微观生命本源的基本认知坐标。

有鉴于此，为精准识别并科学评估具备国家战略决定权的先导性创新技术，理论界亟须跨越原有偏重微观盈亏规律的学术桎梏，构建起能够系统包容国家安全战略意图、多维价值评估标尺及广泛社会衍生效应的综合性分析架构。相关探索绝非全面否定经典管理学理论的历史贡献，而旨在以更加宏观的逻辑底色

实现学术积淀的迭代与升华，进而契合 21 世纪大国科技治理的全新研究靶向。

（二）21 世纪多维博弈图景中的新维度：深层架构的多重冲击

步入全球化深度交汇、国际权力版图重塑与新一轮科技革命交相激荡的 21 世纪，前沿生产力对民族国家核心竞争力的重构能力已攀升至史无前例的历史高位。科技“颠覆性”概念的阐释边界必须随之向战略深水区无限延展，以准确勾画出技术变量对国家核心运行机制的剧烈冲击脉络。

一是国家安全范式颠覆。作为最高权力的护城河，战略安全维度始终是大国在研判技术变局时最不可妥协的核心焦点。特定技术的破局与军事化应用，往往具备瞬间抽空传统防御体系、彻底改变作战样式并重置战略威慑基干的能力。譬如，蜂群无人机系统的实战化高密度部署已系统性重塑了现代战场的侦察与杀伤链条；高超音速飞行器的问世极有可能使现有的全球反导网络陷入瘫痪并打破现有核威慑平衡；人工智能驱动的辅助决策终端和高自主武器矩阵的列装，充分预示着智能化战争形态的奇点已经临近；体系化的网络攻防武器更是深度开辟了足以决定战争胜负的非对称数字战场[8]。上述系列技术的震慑力彻底脱离了商业回报率的考量维度，其内核在于直接决定一国在残酷的地缘斗争中能否确保主权存续和战略主动优势。

二是产业底层建筑颠覆。破局性技术的降维打击同样深刻体现于重塑一国的工业底座、再造全球供应链拓扑网络并更替其在全球经贸分工中的层级地位。比如，以先进制程光刻机为代表的半导体制造体系奠定了全球数字经济的发展命脉，是否具备全链条的自主可控能力已直接等同于掌握了国家未来信息产业的生杀大权[4]。同样，合成生物学工程的大规模突破有望从根本上颠覆传统石化、医药合成与现代农业的生产逻辑，从而催生出呈现爆发式增长的生物制造集群。新型清洁能源技术（如固态电池、氢能源工程系统）的前瞻性突破，更与国家能源独立及绿色转型战略紧密挂钩。上述关键核心技术的宏大战略价值，主要映射于它们对国民经济命脉、高端产业主导权以及持续创新潜能的根本性洗牌能力。

三是社会治理架构颠覆。技术洪流同样以极大的穿透力重构着公民社会的阶层结构、就业版图、公共资源的供给方式乃至政府的执政逻辑。生成式人工智能及其行业级大模型的广泛渗透，在极大地跃升智慧城市运转、医疗普惠及教育资源匹配效率的同时，也引致了劳动市场结构性坍塌、算法系统性歧视与群体行为数据泄露等极为严峻的治理危机[5]。超级社交媒体矩阵的崛起全面去中心化了信息传播垄断权与社会共识的凝聚机制，促使传统的行政动员体系与社会风险干预模式面临巨大压力。主权数字货币及分布式账本技术的迭代，又不可避免地瓦解了传统的金融监管壁垒，对既有货币发行主权形成挑战。诸多创新所内蕴的颠覆势能，充分彰显于其对社会组织法则及国家法治权力的深刻挑战与倒逼重塑。

四是科学基础范式颠覆。具有里程碑意义的基础技术往往能够为人类探索未知世界提供全新的观测仪器、演绎方法及理论建构，从而撬动崭新的学科版图，更迭人类对内外部世界运行规律的认知坐标。例如，CRISPR/Cas9 等底层基因组编辑技术的横空出世，以指数级速度推进了生命科学的进化历程，并为攻克困扰人类已久的复杂遗传病理带来了曙光。借助多模态深度学习算法（如 AlphaFold 大模型）在蛋白质三维构象还原预测上的代际跨越，传统的新药靶点发现与大分子生物学研究范式正在经历一场摧枯拉朽的革命。量子计算架构一旦在容错运算领域实现工程突破，必将全面瓦解基于冯·诺依曼架构的经典算力天花板，在尖端材料模拟、极端气候预测和加密体系破解维度的应用将无可估量。相较于具体的产业更替，底层技术的深层颠覆价值更多地汇聚于其对人类整体知识生产模式及文明认知边界的暴力扩容。

上述宏观维度的集中涌现，有力印证了国家战略顶层设计在解构与评估“颠覆性科技”时，决不能局限于狭隘的商业资本增量逻辑，而更应将其锚定于国家主权安全、宏观经济循环、社会存续韧性及底层科学跃迁的广袤视野内严加审视。特定科学突破在商业化初期或许稍显疲软迟滞，然而一旦其在上述任意一环或多环爆发出连锁效应，必将释放出足以扭转整个国家长远命运的时代级势能。

（三）当代科技激荡的独有表征：演进竞速、全球波及与跨域融合

相较于 20 世纪 90 年代管理学界初探颠覆性规律的时代背景，步入第四次工业革命深水区的科技变

革，日益暴露出极端鲜明且异常紧迫的动态特质。一系列全新的特征变量的加入，无疑从实存层面有力反证了理论框架迭代升级的迫切性。

一是极化演进的迭代速度。高度成熟的跨国算力基建、无边界的开源协作者社区以及深度互锁的高知科研和产业链带，正促使顶尖技术的裂变与下沉周期呈现出指数级缩短的最主要特征[8]。以大参数量生成式模型（如 ChatGPT 架构）为鉴，从封闭实验舱到斩获数亿规模的全球月活受众，乃至引爆全球立法争议的前后跨度，已由过去动辄数年数十年的蛰伏期急剧压缩为短短的几十天。无与伦比的技术渗透率与狂飙突进的迭代节拍，对各国政府决策链路和商业财团的敏捷反馈提出了极限考验，既有滞后的政策周期同科研审阅机制均出现了严重的不适与脱节现象。

二是全域共振的波及广度。任意一项展露颠覆苗头的前沿科技分支，自突破理论束缚的那一刻起，便天然携带着影响全人类命运的高维张力。其引发的巨震不仅会在瞬息间掀起抢占全球产能、虹吸顶尖智慧的大战，更会迅速演变为产业规则抢注和数字鸿约争夺的地缘风暴[8]。核心技术的溢出效应不再被高筑于发达国家腹地的隔离网所阻挡，而是裹挟着产业链大迁徙的洪流辐射至世界各个角落，直接在全图景范围内重置强国实力排位。在无远弗届的影响力扩散之下，全球没有任何一个经济体能够偏安一隅，大国科技战略必须具备环视全球的宏大眼界以尽早锁定关键技术的布局锚点。

三是底层跨域的深度融合。在当代的科技爆发序列里，最具解构性的人类创造往往鲜少依托单一维度的路径突破，而是极大地借力于跨学科技术的链式反应、高频叠加与底层机制的血脉交融[8]。具体而言，人工智能引擎与生物技术的合体（如 AI 驱动的蛋白晶体结构设计）正在加速推演定制化靶向医疗和可降解活性材料的革命；智能算法叠加量子级矩阵运算潜能，将极具想象力地在广谱药物筛选排畸以及极端湍流数值模拟系统之上赋予其指数级的算力支撑；边缘计算架构、广域多模态大数据、空天地一体化 6G 通信以及通用人工计算簇的紧密握手，毫无疑义地奠定了超高度互联硅基社会的砖石。交战前沿的复杂汇流，令技术裂变的进化线路极度错综迷离且衍生灾害难以预测，更为陈旧的高校学科分类壁垒及传统的工业行规设置带去了致命的解构震荡。有别于上世纪相对割裂且各自为战的技术背景，高度融合化的科技业态直接倒逼理论架构必须预留足够的弹性与灰度空间，用以精准收录多维跨域技术狂潮所致的系统型重铸效应。

综合上述极为显著的关键性特征可知，21 世纪颠覆性科技演进的独属图景已然成熟：大变局的孵化进程尤显激烈激进，其重锤下坠的威力辐射疆域空前辽阔，且内核动力交织成无比庞杂的多元化网络系统。时代潮汐为“何以必须抛弃旧制、搭建全方位多维度的战略分析理论体系”这一核心学术命题，提供了无懈可击的研究合法性支撑。固守传统管理学体系和唯商业利益论框架，绝无可能敏锐捕杀和精准核算那些呼啸而来、关乎国家兴衰荣辱的核心战略颠覆之门。

三、衡量颠覆性潜能的五维分析框架

基于前两章对颠覆性创新理论的经典回顾、批判性反思以及对 21 世纪国家战略背景下“颠覆性”内涵扩展的论述，本章旨在提出一个用于本研究系列的多维度分析框架。前文的分析已充分揭示，克里斯坦森式的单一市场替代逻辑在面对 21 世纪国家层面的技术竞争时存在系统性解释缺陷，而熊彼特所开创的“创造性毁灭”宏大叙事虽然提供了深刻的经济学直觉，却未能转化为可操作的分析工具。因此，弥合理论认知与战略研判之间的鸿沟，构建一个既能继承经典理论合理内核、又能回应时代命题的全新分析架构，便成为本研究不可回避的核心任务。

本章提出的“五维模型”正是这一理论努力的核心产出。该模型将作为后续全部技术报告的统一分析工具，系统性地评估各项关键技术在不同国家语境下的“颠覆性潜力画像”。它力求超越任何单一视角的局限，从市场颠覆、赋能范围、战略安全、产业主权和社会伦理五个相互关联且彼此制约的维度出发，综

合衡量一项技术的颠覆性程度及其对国家竞争力的潜在影响。这五个维度并非平面并列的简单清单，而是构成了一个具有内在层级与张力的有机体系——市场颠覆维度继承了克里斯坦森的经典遗产，赋能范围维度引入了通用目的技术理论的宏观视野，战略安全与产业主权维度则将分析坐标从企业竞争强力升维至国家博弈的战略高空，而社会伦理维度则扮演着整个框架不可或缺的价值锚定与风险约束角色，确保技术评估始终不偏离以人为本的最终价值取向。

（一）建立整体分析框架的必要性

在深入探讨颠覆性技术的起源、演变及其在当代国家战略中的多重意涵之后，一个核心问题浮出水面：我们如何系统、一致且全面地衡量一项技术是否具有“颠覆性”，尤其是在国家竞争的宏大背景下？克里斯坦森的理论为市场层面的颠覆提供了宝贵的分析工具，但其局限性也已在前文详述。国家安全、产业基础、社会治理乃至科学范式的变革，以及 21 世纪技术发展的速度、广度和融合特性，都要求我们构建一个更为包容和立体的“度量衡”。

后续的 14 篇技术分析报告将分别聚焦于不同的关键技术领域。若无统一的分析框架和评价标准，各报告的分析口径可能不一，导致研究结论缺乏可比性，甚至可能出现对“颠覆性”的理解偏差。这不仅会削弱整个研究系列的严谨性和学术价值，更难以形成对主要发达国家颠覆性技术发展态势的整体性、战略性洞察。

因此，本章提出的“五维模型”旨在扮演这一“理论基石”和“分析罗盘”的角色。它不仅整合了克里斯坦森理论的合理内核，更将其置于国家战略的大背景下，融入了对技术多重影响的考量。通过这一框架，我们期望为后续研究提供四个维度的支撑。一是提供统一的分析语言，确保系列报告在探讨不同技术时，对“颠覆性”的理解和衡量标准保持一致；二是提供全面的评估视角，避免单一维度的片面性，力求捕捉技术的多元影响；三是提供结构化的分析路径，为每项技术的“颠覆性画像”提供清晰的分析维度和关键考量点；四是提供动态的适应能力，框架本身具有一定的开放性，能够适应不同技术领域的特性和未来新型颠覆模式。

本框架的构建，旨在确保整个研究项目“立得住、说得清、辩得明”，为洞察未来全球技术变革的深层结构和真正动力提供坚实的理论支撑。

（二）界定颠覆性边界的概念辨析图谱

在详细阐述五维分析模型之前，有必要首先厘清“颠覆性技术”与其他相关但又有所区别的创新概念之间的关系。“颠覆性”一词常被宽泛使用，甚至与任何重大的技术进步或市场成功相混淆。为了确保分析的精准性，本研究将采用图 1 所示的概念关系图谱，以明确各核心概念的定位与内涵。

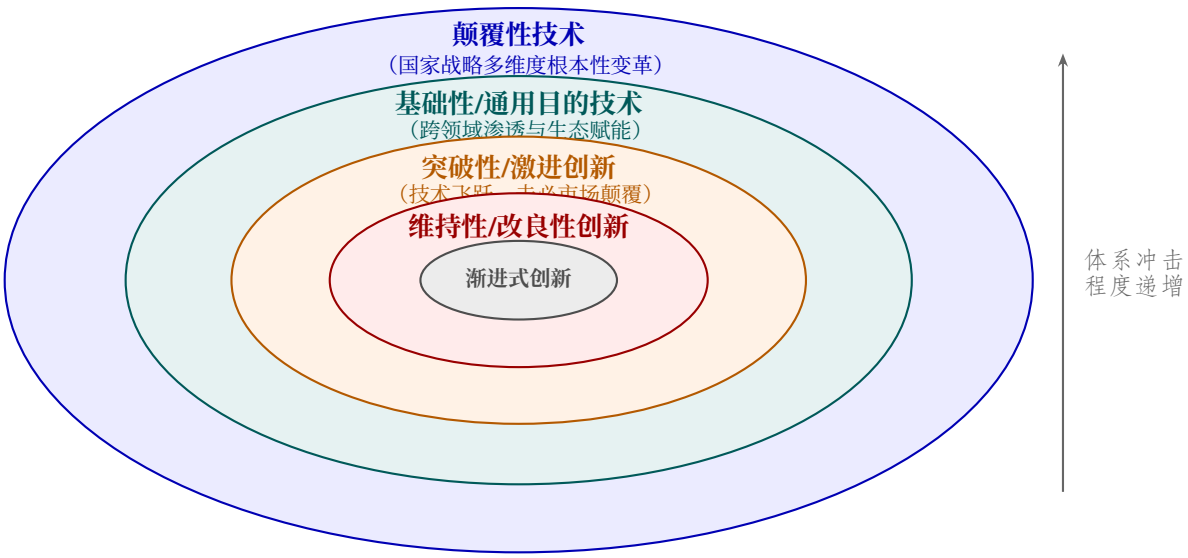
一是改良性或维持性创新。该概念位于创新活动的核心区域，代表在现有技术轨道和市场框架内，通过持续改进产品性能、增加功能、提升服务质量，以更好地满足主流市场现有客户需求的创新活动[1]。其目标是精益求精，而非首创。

二是渐进式创新。其与维持性创新高度重叠，通常指小幅度、持续性的改进和优化，是维持性创新的主要表现形式[6]。它强调整体稳健步伐，风险较低，是企业保持竞争力的常态。

三是突破性或激进创新。其指在技术上取得显著飞跃，可能催生全新的产品类别或性能水平，但其本身并不一定导致市场颠覆或价值网络的重构[6]。这类创新通常能够为后续的颠覆性创新奠定技术基础。

四是基础性技术或通用目的技术。这类技术具有广泛的适用性，能够渗透到经济的多个领域，并作为后续大量应用创新和产业变革的基础平台[6]。基础性技术本身可能并非直接的颠覆核心，但它们是孕育颠覆性创新的深厚土壤和关键赋能者。

五是颠覆性技术。作为本研究系列所关注的核心，其特征在于能够引发一个或多个国家战略层面维度的根本性变革。它可能起始于低端市场切入并重塑价值网络，更可能通过成为新的技术平台、改变国家安全格局、影响全球分工或对社会伦理规范构成根本性挑战，从而产生深远的国家级影响。



注：各层级之间存在递进式包含关系，内层创新可能在特定条件下演化为外层创新

图 1: 概念辨析图谱——不同类型创新的定位与递进关系

通过此图谱，我们可以清晰地看到，“颠覆性技术”在本研究的语境下，是一个比克里斯坦森经典定义更宽泛，且更侧重于国家战略影响的概念。它可能与突破性技术、基础性技术有所交集，但其独特性在于其引发变革的“维度”和“深度”。这张图谱将作为整个研究系列的“词汇表”，确保后续报告在概念使用上的一致性和准确性。

（三）系统评估颠覆性潜力的五维验证标尺

基于上述考量，本研究提出一个包含五个核心维度的分析模型，用于系统评估一项技术的“颠覆性潜力”。这五个维度并非完全独立，而是相互关联、相互影响的。对一项技术的全面评估需要综合考量其在各个维度上的表现及其相互作用。

1. 市场颠覆维度

就核心定义而言，此维度主要承袭克里斯坦森颠覆性创新理论的核心思想，关注技术是否正在或有潜力通过服务被主流市场忽视的低端客户或开创新市场（非消费者市场），并凭借更简单、更便宜、更便捷或不同的价值主张，逐步向上游主流市场渗透，最终取代现有市场领导者，重塑市场格局和价值网络[1, 8]。

其关键评估问题主要在于考察该技术是否瞄准了现有市场领导者不屑于服务或服务不足的客户群体？它是否提供了与主流产品相比在价格、易用性、便捷性或其他非传统性能属性上具有明显优势的“足够好”的解决方案？它是否依赖于一种与现有企业不同的、可持续的低成本或创新性商业模式？它是否有潜力通过持续改进，最终满足主流客户的需求，并对现有市场结构和领导者地位构成威胁？它是否正在创造全新的市场需求，将“非消费者”转化为消费者？

该维度的理论基础主要源于克莱顿·克里斯坦森的《创新者的窘境》与《创新者的解答》。

在意义阐释方面，即使在国家战略层面，技术的市场颠覆潜力依然是一个重要考量。它关系到新兴产业的培育、传统产业的转型升级、以及国家在全球商业竞争中的地位。一项能够在全球市场引发颠覆的技术，往往也能为本国带来巨大的经济利益和产业发展机遇。即便某些技术最初由国家驱动，其最终能否广泛应用并产生深远影响，也往往离不开市场机制的验证和放大。

2. 赋能范围维度

就核心定义而言，此维度评估技术作为一种“通用目的技术”（GPT）或基础性平台的潜力，即其是否能够为其他众多领域的技术创新、应用开发和产业变革提供基础支撑和赋能作用[3]。平台型技术的颠覆

性在于其“溢出效应”和“生态构建能力”。

其关键评估问题主要在于考察该技术是否具有广泛的适用性，能够渗透到多个不同的行业或应用领域？它是否能够显著降低其他领域创新的门槛或成本？它是否能够催生一批新的互补性技术、产品、服务或商业模式？它是否有潜力形成一个围绕其构建的、具有网络效应的创新生态系统？掌握该技术是否意味着掌握了未来一系列相关技术和产业发展的主导权？

该维度的理论基础主要源于通用目的技术理论（Bresnahan & Trajtenberg, 1995; Helpman, 1998），以及平台经济学。

在意义阐释方面，平台型技术的战略价值极高，因为它们往往是驱动经济长期增长和产业结构变迁的核心引擎。一个国家如果在关键的平台技术上取得领先，就能在未来的全球技术和产业竞争中占据制高点，吸引和集聚创新资源，并主导相关产业链和价值链的构建。例如，互联网、操作系统、云计算、人工智能（作为平台时）等都展现出强大的赋能范围。

3. 战略安全维度

就核心定义而言，此维度评估技术对国家安全、军事能力、国防范式、国际力量对比以及地缘政治格局可能产生的直接或间接的根本性影响[2]。

其关键评估问题主要在于考察该技术是否能够显著提升本国的军事威慑力、作战效能或情报搜集能力？它是否可能改变未来战争的形态、规则或门槛（如降低战争成本、实现非对称优势）？它是否对现有国际安全秩序、军控条约或战略稳定构成挑战？它是否涉及关键基础设施（如能源、通信、金融）的安全与韧性？它是否可能成为国家间地缘政治博弈、联盟构建或冲突对抗的新焦点或工具？

该维度的理论基础主要源于国际关系理论（现实主义、地缘政治学说）、国家安全研究、以及军事革命理论。

在意义阐释方面，在大国竞争日益激烈的时代，技术的战略安全属性是国家最为关切的核心利益之一。一项能够在军事或安全领域带来颠覆性优势的技术，即使其商业价值有限，国家也会不遗余力地投入研发和部署。例如，核武器、高超音速导弹、先进网络攻防技术、太空军事化技术等。同时，对这类技术的评估也需要关注其可能引发军备竞赛或加剧地区不稳定的风险。

4. 产业主权维度

就核心定义而言，此维度评估掌握某项技术对于一个国家在全球产业链、供应链中的地位，以及其未来在该领域自主发展、制定标准和规则、避免受制于人的能力的战略重要性[3]。它关乎国家在关键技术领域的“命门”是否掌握在自己手中。

其关键评估问题主要在于考察该技术是否处于全球产业链的关键环节或制高点？本国在该技术领域是否存在严重的对外依赖，尤其是在核心部件、关键材料、核心算法或制造装备方面？掌握该技术是否能够提升本国在全球价值链中的分配能力和话语权？该技术是否涉及关键行业标准或技术规范的制定权？发展该技术是否有助于打破外部的技术封锁或“卡脖子”困境，保障国家经济安全和长远发展？

该维度的理论基础主要源于国际政治经济学、产业组织理论、国家创新体系理论、以及技术依赖理论。

在意义阐释方面，产业主权是国家经济独立和持续发展的基石。在一些被视为“国之重器”的关键核心技术领域，如先进半导体、高端工业软件、关键新材料、生物医药核心技术等，能否实现自主可控，直接关系到一个国家在全球科技竞争和产业分工中的主动权和未来发展空间。对产业主权维度的评估，需要深入分析技术所处的全球价值链位置、本国的技术能力和产业基础，以及潜在的供应链风险。

5. 社会伦理维度

就核心定义而言，此维度评估技术的广泛应用是否会对现有的社会结构、就业模式、生活方式、法律规范、伦理准则、价值观念以及人类福祉构成根本性的、深远的挑战或重塑[9]。它关注技术发展的人文关怀和潜在的社会成本。

其关键评估问题主要在于考察该技术的应用是否可能大规模替代现有劳动力，引发结构性失业或加剧收入不平等？它是否对个人隐私、数据安全、信息茧房、社会信任等构成威胁？它是否挑战了既有的法律框架（如知识产权、责任认定、监管机制）？它是否引发了新的伦理困境（如基因编辑的伦理边界、人工智能的自主决策伦理、自主武器的战争伦理）？它是否可能改变基本的人际交往方式、家庭结构、教育模式或文化传承？它是否可能加剧数字鸿沟，或对特定弱势群体造成不成比例的负面影响？它是否对人类的自我认知、生命意义或与自然的关系提出新的哲学拷问？

该维度的理论基础主要源于科技社会学（STS）、技术伦理学、法哲学、以及风险社会理论。

在意义阐释方面，颠覆性技术的发展并非仅仅是技术和经济问题，其深远的社会伦理影响是国家在制定科技发展战略时必须高度重视的。任何一项强大的技术都具有两面性。在追求技术进步的同时，必须预见并审慎评估其可能带来的社会阵痛、伦理风险和治理挑战，并积极探索相应的应对策略和规制框架。这一维度强调，对颠覆性技术的评估不能忽视其“以人为本”的最终价值取向，应将促进人类福祉和可持续发展作为技术应用的根本目标。它也是对其他四个维度进行“价值判断”和“风险约束”的关键维度。例如，一项在战略安全维度上极具颠覆性的自主武器技术，必须在社会伦理维度上受到严格审视和约束。

表 3: 颠覆性技术五维分析框架

维度名称	核心定义	关键评估问题（示例）	理论支撑
1. 市场颠覆维度	技术是否创造新市场或颠覆现有市场价值网络?（克里斯坦森维度）	是否针对被忽视客户？是否有新价值主张（低价、便捷）？是否依赖创新商业模式？是否有潜力向上游侵蚀?	颠覆性创新理论
2. 赋能范围维度	技术是否作为“通用目的技术”或平台，为众多领域创新提供基础?（平台维度）	是否具广泛适用性？是否降低其他创新门槛？是否催生互补创新？是否形成创新生态?	通用目的技术理论、平台经济学
3. 战略安全维度	技术是否直接影响国家安全、军事能力和国际力量对比?（地缘政治维度）	是否改变军事平衡/作战方式？是否影响战略稳定/军控？是否关乎关键基础设施安全？是否成为地缘博弈焦点?	国际关系理论、国家安全研究、军事革命理论
4. 产业主权维度	掌握该技术是否关系到一个国家在全球产业链中的地位和未来自主发展权?（主权维度）	是否处产业链关键环节？是否存在对外依赖？是否提升价值链话语权？是否涉标准制定权？是否有助打破“卡脖子”?	国际政治经济学、产业组织理论、国家创新体系理论
5. 社会伦理维度	该技术的应用是否对现有的社会规范、法律伦理和人类生活方式构成根本性挑战?（人的维度）	是否大规模替代劳动力？是否威胁隐私/数据安全？是否挑战现有法律/伦理框架（如 AI 伦理、基因编辑伦理）？是否改变人际交往/文化传承？是否加剧不平等/数字鸿沟?	科技社会学（STS）、技术伦理学、法哲学、风险社会理论

上述五个维度之间的结构关系，可以更为直观地通过图 2 所示的五维分析模型予以呈现。在该模型中，五个维度围绕“颠覆性技术”这一核心概念呈放射状分布，彼此之间以双向关联线相连，表征各维度并非孤立运作，而是在技术演化过程中持续发生交互耦合与动态博弈。市场颠覆维度居于模型最上方，标志着其作为经典理论遗产的起始锚点地位；赋能范围维度与战略安全维度分列两翼，分别代表技术向民用生态

和军事安全领域的双向辐射路径；产业主权维度和社会伦理维度则构成模型的底部支撑，前者关注国家在全球产业分工中的自主命脉，后者则为整个技术评估体系施加不可或缺的价值约束与人文关怀。五个维度在空间上构成的闭合五边形，隐喻着对任何一项颠覆性技术的全面研判均不应偏废任何单一维度，唯有将其置于五维坐标的交叉审视之下，方能获得真正具有战略纵深的认知。

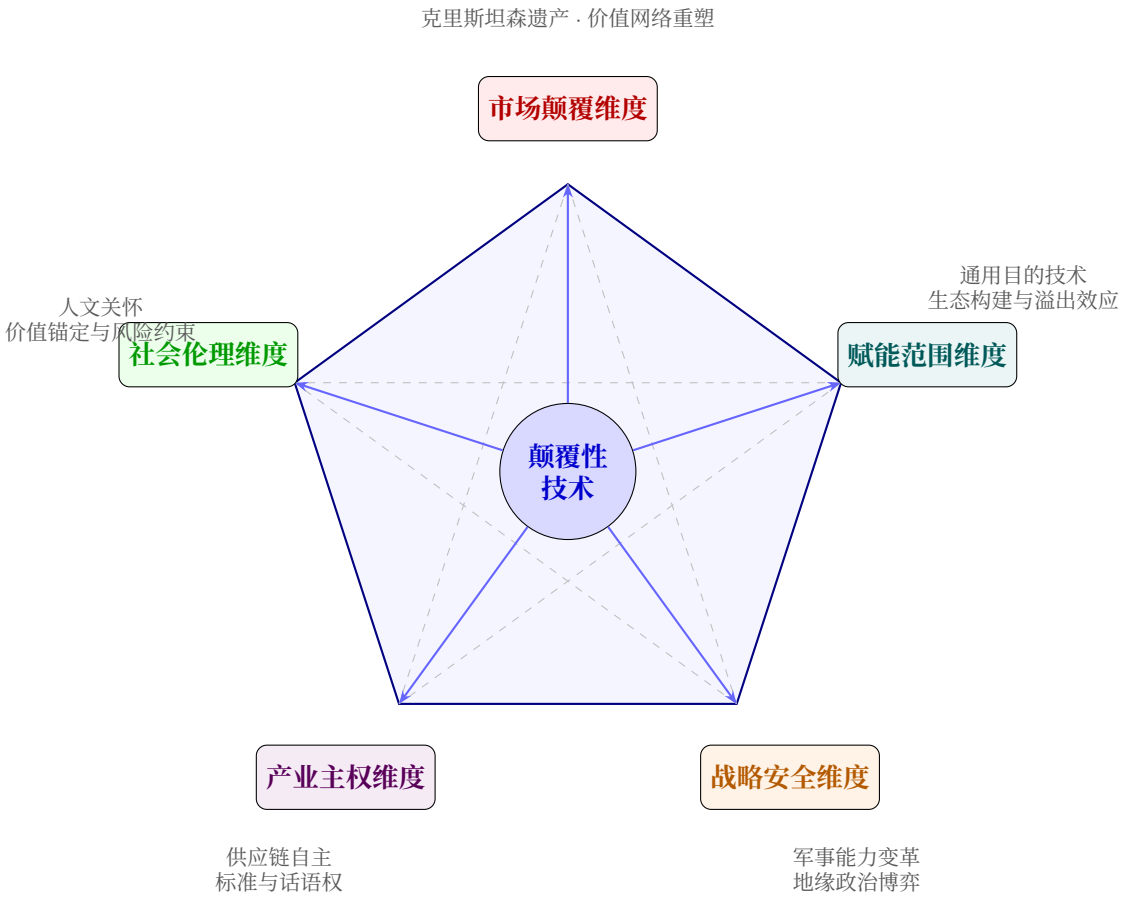


图 2: 颠覆性技术五维分析模型结构

需要特别强调的是，上述五个维度之间的关系并非简单的平行并列，而是蕴含着多重交叉耦合与动态张力。市场颠覆维度所揭示的商业竞争逻辑，往往与赋能范围维度所描述的技术平台效应相互强化——一项通用目的技术越是广泛赋能，其在特定垂直市场引发颠覆的概率便越大，而市场成功反过来又加速了平台生态的扩张。战略安全维度与产业主权维度之间同样存在深刻的共振关系，一个国家若在关键技术领域丧失产业自主权，其战略安全必将面临被动局面，而军事需求又常常成为推动产业链自主可控的最强驱动力。社会伦理维度则如同整个模型的“调节阀”与“制动器”，它的存在确保了技术评估不会沦为脱离人文关怀的纯工具理性计算。

正是基于上述维度间的复杂互动逻辑，本模型为后续各技术报告提供了一个结构化且具有内在张力的分析思路。每篇报告在分析具体技术时，都应尝试从这五个维度出发，评估其在不同国家的“颠覆性潜力画像”，并深入分析各维度之间的相互作用、潜在冲突与协同效应。通过这种系统性的评估，旨在超越片面视角的局限，更全面深刻地揭示各项技术的战略意义和潜在影响，最终为国家层面的科技战略研判提供兼具理论深度与实践价值的分析工具。

（四）当代颠覆先锋案例的初步应用解构

为了更具体地展示五维分析框架的实际应用价值，本节将选取两个当前备受关注的、具有多维度颠覆

性特征的当代技术案例——SpaceX 的“星链（Starlink）”计划和 mRNA 疫苗技术——进行初步的框架套用分析。需要强调的是，此处的分析是示意性的，旨在说明框架如何引导思考，而非对这两个案例进行详尽无遗的研究。后续的专题报告将对特定技术进行更为深入和细致的五维评估。

1. SpaceX 星链计划的应用解构

SpaceX 公司推出的“星链”是一个基于近地轨道（LEO）小卫星星座的全球卫星互联网服务项目。它不仅在商业模式和技术实现上对传统卫星通信和地面宽带服务构成了挑战，更在全球地缘政治、国家战略自主乃至社会生活等多个层面展现出深刻的颠覆性影响[7]。

在市场颠覆维度上，星链以其相对低廉的终端设备成本和月费，以及在全球（特别是偏远和欠发达地区）提供高速、低延迟互联网接入的承诺，直接挑战了传统高成本、高延迟的地球同步轨道（GEO）卫星互联网服务商，并对地面光纤和移动网络服务商在特定市场（如农村、海事、航空）构成了竞争压力[7]。它通过服务那些被传统运营商“服务不足”或“未服务”的客户群体，开辟了新的市场空间，并试图通过规模效应和技术迭代（如星舰的低成本发射能力）进一步降低成本，向上侵蚀更主流的市场。其商业模式依赖于庞大的卫星网络和垂直整合（自主研发、制造、发射、运营卫星和地面设备）51。

在赋能范围维度上，星链作为一种全球性的宽带基础设施，具有成为新一代信息平台和赋能众多应用的潜力。它不仅能为个人和企业提供基础互联网接入，还能支持物联网（IoT）、远程医疗、在线教育、智慧农业、自动驾驶车辆（尤其是在网络覆盖不足区域）等多种新兴应用的部署和扩展[7]。其“直连手机”等技术规划，更预示着其可能成为未来移动通信的重要组成部分，构建一个覆盖全球的通信生态。

在战略安全维度上，星链在俄乌冲突中的应用，充分展示了其在现代战争和危机应对中的战略价值[7]。它为乌克兰提供了关键的、有韧性的战场通信能力，抵抗了针对传统通信基础设施的网络攻击和物理破坏。这凸显了低轨卫星星座在军事通信、情报监视侦察（ISR）、以及保障国家关键基础设施韧性方面的巨大潜力。然而，这也引发了关于私营公司掌握战略性军事基础设施的控制权、以及此类系统可能成为攻击目标的担忧[7]。

在产业主权维度上，星链的崛起，使得美国在低轨卫星互联网领域占据了绝对领先地位，对其他国家在该领域的产业发展和战略自主构成了挑战[7]。对于许多国家而言，过度依赖单一外国私营公司提供的全球性关键信息基础设施，可能带来数据主权、网络监管、以及在紧急情况下服务可用性等方面的风险。这促使其他国家和地区（如欧盟、中国）加速发展自己的低轨卫星星座计划，以维护自身的产业主权和战略主动性。

在社会伦理维度上，星链在弥合数字鸿沟、为偏远地区提供互联网接入方面具有积极意义，有助于促进信息普惠和教育公平[7]。然而，其大规模部署也引发了一系列伦理和社会关切。一是太空碎片与轨道拥堵问题，数以万计的卫星发射加剧了近地轨道的拥挤和碰撞风险，对未来的太空活动和安全构成威胁[7]；二是光污染对天文观测的影响，星链卫星反射太阳光，对地面天文观测造成干扰，引发科学界的担忧[7]；三是信息控制与审查风险，单一公司控制全球性互联网接入，可能带来信息审查、内容过滤甚至通信中断的风险，特别是在特定地缘政治背景下[7]；四是数字主权与依赖问题，如前所述，对星链的依赖可能削弱国家对本国数字基础设施的控制力；五是成本与可及性困境，尽管相对传统卫星服务更优，但星链的终端和月费对许多发展中国家的贫困人口而言仍可能难以负担，数字鸿沟问题依然存在[7]。

通过五维框架的初步分析可见，星链的颠覆性是多层次、多方面的，远非单一的市场或技术视角所能概括。

2. 生成式人工智能的应用解构

以 ChatGPT 为代表的大规模语言模型（Large Language Model, LLM）及其背后的生成式人工智能技术，自 2022 年末向公众开放以来，以史无前例的速度席卷全球，深刻搅动了从知识生产、产业竞争到国家安全和社会治理的几乎所有领域，堪称 21 世纪迄今最具多维度颠覆性特征的技术现象之一。

在市场颠覆维度上，生成式人工智能展现出极为典型的新市场颠覆特征。传统的专业内容创作、软件编程辅助、法律文书起草、客户服务应答等领域长期依赖高成本的专业人力资源，大量中小企业和个人用户因价格门槛而被排斥在专业服务之外。大语言模型以近乎零边际成本的方式将上述能力下沉至普通用户，使得“非消费者”瞬间转化为活跃的内容生产者与服务消费者，从而硬生生地开辟出了一个规模空前的新兴市场空间。与此同时，以 OpenAI、Anthropic、Google DeepMind 为代表的新兴势力对传统软件巨头构成了剧烈冲击，微软借助与 OpenAI 的深度绑定重塑了搜索引擎与办公软件的竞争版图，而谷歌则被迫以“紧急状态”加速推出 Gemini 系列模型以应对生存性威胁。整个信息技术产业的价值网络正在经历一场深层重构。

在赋能范围维度上，生成式人工智能堪称当代最具代表性的通用目的技术。其核心能力——自然语言理解与生成、代码编写、多模态推理、知识整合——使其几乎可以渗透到人类社会的一切知识密集型领域。在医疗健康领域，大模型辅助临床诊断、药物分子设计和医学文献综述的效率已获得初步验证；在科学研究领域，AI 驱动的假说生成与实验设计正在加速材料科学、蛋白质结构预测等前沿方向的突破；在教育领域，个性化智能辅导系统有望从根本上改变传统的规模化教学模式；在金融、法律、传媒、制造业等行业，基于大模型的智能代理（AI Agent）正迅速渗透到流程自动化与决策支持的各个环节。如此广泛的赋能范围意味着，掌握大模型核心技术的国家和企业，实质上掌握了未来数十年跨产业创新的底层基础设施。

在战略安全维度上，生成式人工智能正在深刻改写信息战、情报分析与军事决策的基本范式。大语言模型在自动生成虚假信息、深度伪造内容、精准化舆论操控方面的能力，使得认知域作战的门槛和成本大幅降低，对各国的信息安全和社会稳定构成了前所未有的挑战。与此同时，AI 辅助的情报分析、战场态势感知、指挥决策加速等军事应用正受到各主要军事大国的高度重视。美国国防部已将大型语言模型纳入其“联合全域指挥控制[13]”体系的技术路线图，而中国、欧盟和北约也在加紧制定各自的军事 AI 战略。更为深远的是，围绕先进 AI 芯片[11]（如 NVIDIA H100/B200 系列）的出口管制与技术封锁，已成为中美科技博弈最为敏感的地缘政治焦点之一，充分表明生成式 AI 的战略安全维度已远远超越了纯粹的军事技术范畴。

在产业主权维度上，生成式人工智能的竞赛已演变为一场关乎国家核心竞争力的产业自主攻坚战。训练和运行大规模语言模型所依赖的全栈技术体系——从先进制程的 AI 芯片[11] 设计与制造、高带宽存储器（HBM）、大规模算力集群的系统架构，到高质量训练数据的采集与治理、前沿算法框架的自主研发——每一个环节都构成了潜在的“卡脖子”风险点。当前，全球 AI 芯片[11] 的设计高度集中于美国企业（NVIDIA、AMD、Google TPU），先进制程制造则几乎被台积电独家垄断，这使得任何非美国阵营的国家在发展自主大模型时都面临严峻的供应链脆弱性。中国在高端 AI 芯片[11] 领域遭受的系统性出口管制，正是这一产业主权困境的集中体现。各国纷纷加大对本土 AI 芯片[11]、国产大模型和算力基础设施的投入，力图在这一决定未来产业版图的关键赛道上确保战略自主。

在社会伦理维度上，生成式人工智能所引发的挑战几乎涵盖了技术伦理学的全部核心议题。一是大规模结构性失业风险，麦肯锡全球研究院等机构的研究表明，生成式 AI 可能在未来十年内自动化全球约三分之一的现有工作任务，白领知识工作者将首当其冲，由此引发的收入分配极化和社会稳定压力不容低估；二是知识产权与创作归属的根本性危机，大模型在训练过程中大量使用受版权保护的文本、图像和代码数据，由此引发的著作权侵权诉讼已在全球多个司法管辖区密集爆发，现行知识产权法律体系面临根本性重构的压力；三是深度伪造与信息操控对社会信任的系统性侵蚀，AI 生成的高保真虚假文本、图片和视频正在瓦解公众对信息真实性的基本判断能力，对民主选举、司法取证和新闻公信力构成严峻威胁；四是算法偏见与公平性困境，大模型在训练数据中继承并可能放大的种族、性别和文化偏见，使得其输出结果存在系统性歧视风险，对弱势群体可能造成不成比例的伤害；五是 AI 治理的全球碎片化，各国在 AI 监管立场上的显著分歧——欧盟倾向于严格立法（如《人工智能法案》）、美国侧重行业自律、中国强调算法

备案与内容安全——正在加剧全球 AI 治理的碎片化格局，对建立统一的国际规则体系构成挑战。

通过对星链和生成式人工智能的初步五维解构，可以看出该分析框架有助于系统性地揭示一项复杂技术在国家战略层面可能产生的多维度、深层次影响，为后续更细致的技术评估奠定基础。上述案例也清晰地表明，伦理和社会影响并非孤立的附加项，而是内嵌于颠覆性技术发展的各个维度之中，对其整体评估至关重要。

四、研究结论与导航未来的分析罗盘

本文以“主要发达国家颠覆性技术发展、项目布局及新兴方向研究”系列课题为宏观坐标，致力于为这一涉及多技术领域、跨国比较且关乎国家核心竞争力的宏大研究工程奠定坚实的理论基石。通过对“颠覆性技术”概念的历史溯源、理论辨析和战略扩展，本文构建了一个清晰、多维度且适用于国家战略分析的定义框架与评估工具。这一理论努力的意义，不仅在于对一个被广泛使用却常被模糊界定的学术概念进行必要的知识清理，更在于为后续全部系列研究提供一套统一、严谨且可操作的“分析罗盘”，使整个课题群在统一的理论话语体系下有序展开。

（一）核心理论贡献的回顾与凝练

本文的理论建构遵循了一条从“继承”到“批判”再到“超越”的清晰逻辑脉络。在继承层面，本文首先回顾了约瑟夫·熊彼特的“创造性毁灭”宏观经济学遗产[9] 以及克莱顿·克里斯坦森教授的“颠覆性创新”微观管理学框架，充分肯定了前者在揭示资本主义内生动力方面的深刻洞见，以及后者在阐释低端市场切入与新市场开辟机制方面的开创性贡献。在批判层面，本文系统性地剖析了克里斯坦森理论在方法论维度上的回溯性偏差、在定义边界上的泛化危险，以及其与生俱来的“商业沙文主义”局限——即当分析对象从企业竞争跃迁至国家层面的战略技术博弈时，纯粹的市场替代逻辑便丧失了解释力的着陆点。在超越层面，本文整合了国际关系理论、通用目的技术理论、产业组织理论以及科技社会学等多学科视角，构建了一个包含市场颠覆、赋能范围、战略安全、产业主权和社会伦理五个核心维度的分析模型。

该模型的理论突破集中体现在三个方面。其一，它实现了分析坐标的战略升维，将“颠覆性”的评价标尺从单一的商业市场竞争拓展至国家安全、产业自主和人文价值等多个战略层面，使之真正能够回应 21 世纪大国科技竞争的时代命题。其二，它建立了维度间的交互耦合逻辑，五个维度并非平面并列的独立清单，而是通过市场与赋能的正向强化、安全与主权的共振联动、伦理对其余四维的价值约束等多重关系，形成了一个具有内在张力与动态平衡的有机体系。其三，它通过绘制“概念辨析图谱”，将颠覆性技术与渐进式创新、维持性创新、突破性创新和基础性技术等相邻概念进行了严格的边界划定，有效遏制了“颠覆”一词在学术话语和政策话语中的泛化与滥用，提升了整个研究系列在概念使用上的精准度与一致性。

（二）五维模型的应用路径与操作指引

本文提出的五维分析模型，其价值最终必须在实际的技术评估中得到检验与彰显。后续 14 篇专题技术报告——涵盖人工智能、量子计算、先进半导体、合成生物学、新型能源技术、先进材料、低轨卫星互联网等关键领域——将以该模型为核心分析工具，对各项技术在主要发达国家的发展现状、项目布局、新兴方向及其潜在的“颠覆性画像”进行系统性的多维评估。

在具体操作层面，每篇报告应围绕五个维度展开结构化的追问。在市场颠覆维度上，需要识别该技术的切入路径与价值主张，判断其对现有产业格局的冲击机制与商业化前景。在赋能范围维度上，需要评估该技术作为通用目的平台的跨领域渗透潜力，分析其催生互补创新和构建产业生态的能力。在战略安全维度上，需要研判该技术对军事力量对比、关键基础设施韧性和地缘政治格局的直接影响，识别其可能引发的“改变游戏规则”效应以及伴生的军备竞赛与战略不稳定风险。在产业主权维度上，需要深入分析该技术所处的全球价值链位置，评估本国在核心部件、关键材料、基础工艺和标准制定等环节的自主可控程度，

识别潜在的供应链脆弱性与“卡脖子”风险。在社会伦理维度上，需要前瞻性地审视该技术的大规模应用可能引发的就业替代、隐私侵蚀、法律规制真空、伦理困境和社会公平等深层挑战，为政策制定者提供兼具技术理性与人文关怀的治理建议。

通过在统一框架下对各项技术实施标准化的多维评估，系列报告将得以在横向上系统比较不同技术领域的颠覆性特征图谱，在纵向上深入剖析主要发达国家在识别、培育、管控和利用颠覆性技术方面的战略取向与制度安排差异。这种兼具比较视野与战略深度的研究范式，有望为我国在新一轮科技革命与大国竞争交汇的关键历史窗口期，制定更为精准、前瞻且具有全局统筹力的科技发展战略和产业政策，提供高质量的智力支撑与决策参考。

（三）理论局限性的清醒认知与未来研究展望

在充分肯定本文理论贡献的同时，必须对其固有的局限性保持清醒的学术自觉。五维模型作为一个概念性分析框架，其各维度之间的权重分配与交互作用机制尚未得到精确的量化建模，对于不同技术领域和不同国家制度环境下各维度相对重要性的差异，仍有待在后续实证研究中加以检验和校准。此外，技术演化本身具有高度的非线性和不确定性，任何静态的分析框架都可能在面对突发性技术跃迁或地缘政治剧变时显现出适应性不足的问题。因此，本模型在应用过程中应保持必要的开放性和动态调适能力，根据技术前沿的最新进展和国际形势的深刻变化，适时对维度内涵、评估指标和交互逻辑进行迭代更新。

在未来研究方向上，至少有三个值得深入拓展的学术空间。一是开发五维模型的量化评估工具，通过构建指标体系、引入专家评分和模糊综合评判等方法，将定性分析框架转化为可操作的定量评估矩阵，增强模型的实证应用价值。二是深化维度间交互耦合机制的理论建模，特别是探索市场颠覆与赋能范围之间的正向反馈回路、战略安全与产业主权之间的共振效应，以及社会伦理维度对其余四维的约束边界条件，构建更为精密的理论模型。三是在完成全部 14 篇技术评估报告后，开展跨技术领域的元分析与综合比较研究，归纳提炼出关于颠覆性技术演化规律、国家战略响应模式和全球技术治理架构的一般性理论命题，为构建“颠覆性技术的国家战略学”这一新兴交叉学科提供初步的知识基础。

归根结底，定义变革的引擎，不仅是为了理解过去和现在，更是为了更好地把握未来的战略主动权。我们期望，这个经过深思熟虑的“颠覆性技术”定义及其五维分析框架，能够成为学术界、政策界和产业界共同探索未来科技版图、精准识别国家发展机遇、有效防范战略性技术风险的有力罗盘。在新一轮科技革命与大国竞争的时代洪流中，唯有以深刻的理论自觉驾驭纷繁复杂的技术变量，方能在充满不确定性的未来航程中锚定正确的方向，为国家的长远发展和人类的共同福祉提供坚实的知识根基。

参考文献

[1] King A A, Baatartogtokh B. How Useful Is the Theory of Disruptive Innovation? [J]. MIT Sloan Management Review, 2015, 57(1): 77-90.

[2] Pescetto J M S. The Geopolitics of Disruptive Technologies [J]. Strategic Studies Quarterly, 2021, 15(4).

[3] Bresnahan T F, Trajtenberg M. General Purpose Technologies 'Engines of Growth'? [J]. Journal of Econometrics, 1995, 65(1): 83-108.

[4] BMBF. Focus on Critical Technologies - The Race for Leadership in Industry and Technology Policy [R]. Berlin: Federal Ministry of Education and Research, Germany, 2024.

[5] 薛澜, 赵静. 科技创新领域的敏捷治理：挑战与应对 [J]. 中国行政管理, 2019(11): 6-12.

[6] Christensen C M, Raynor M E, McDonald R. What is Disruptive Innovation? [J]. Harvard Business Review, 2015, 93(12): 44-53.

[7] Hopkins M, Tarrant M. Starlink's Rise as a Geopolitical Disruptor [J]. E-International Relations, 2025.

[8] Christensen C M. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail [M].

Boston: Harvard Business School Press, 1997.
[9] Schumpeter J A. Capitalism, Socialism, and Democracy [M]. New York: Harper & Brothers, 1942.
[10] Bommasani R, Hudson D A, Adeli E, et al. On the Opportunities and Risks of Foundation Models [R]. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI), 2021.
[11] Miller C. Chip War: The Fight for the World's Most Critical Technology [M]. New York: Simon and Schuster, 2022.
[12] Parker G G, Van Alstyne M W, Choudary S P. Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You [M]. New York: WW Norton & Company, 2016.
[13] Scharre P. Four Battlegrounds: Power in the Age of Artificial Intelligence [M]. New York: WW Norton & Company, 2023.
[14] 陈劲, 阳镇. 新时代科技强国建设与科技自立自强 [J]. 中国软科学, 2021(1): 1-9.

引用本文 李昌奎. 颠覆性技术研究（一）——理论起源、概念界定与五维分析框架 [J]. 社会科学理论与实践, 2026, 8(1):1–19. https://doi.org/10.6914/tpss.080101.
Cite This Article Changkui LI.(2026). Research on Disruptive Technologies (Part I): Theoretical Origins, Conceptual Definition, and the Five-Dimensional Analytical Framework. *Theory and Practice of Social Science*(*Shèhuì kēxué lǐlùn yǔ shíjiàn*), 8(1):1-19. https://doi.org/10.6914/tpss.080101

Research on Disruptive Technologies (Part I): Theoretical Origins, Conceptual Definition, and the Five-Dimensional Analytical Framework

Changkui LI[1,2]
1. Hong Kong Center of Social Sciences 2. Hong Kong Integration Research Institute

Abstract This paper systematically examines the multidimensional connotations and strategic value of "disruptive technologies" within the 21st-century national competition landscape. Transcending the limitations of traditional market-centric theories by integrating geopolitical and frontier technological trends, this study constructs a Five-Dimensional Analytical Framework comprising market disruption, enabling scope, strategic security, industrial sovereignty, and socio-ethical impact. By executing deconstructive analyses of contemporary complex technological cases such as generative artificial intelligence and low-earth orbit satellite communications, this framework effectively expands the strategic depth of the disruptive technology definition. Ultimately, this research not only provides a newly unified analytical compass for globally evaluating key general-purpose technologies but also lays a theoretical foundation for emerging technology identification and strategic deployment at the national level.

keywords disruptive technology; national strategy; five-dimensional model; technology governance; great power competition; innovation economics

〔责任编辑：黄欣　Email: cpcl@cpcl.hk〕