量子科技发展与国际关系变革

余南平　戢仕铭*

摘　要　若不存在对量子力学的认识与解释，那么 20 世纪以来核武器与信息革命对国际秩序的重构便无从谈起。当下，量子科技在计算、通信、测量领域的整体跃迁已然呈现出颠覆性技术加速创新的态势，其间还伴随着大国、大型科技企业与学术机构加速进行的“量子竞赛”。量子科技发展与量子科技产业带来的非对称优势，将以颠覆性技术的形式变革社会生产方式，进而影响全球战略力量平衡与安全格局。而在一个已然被全球相互关联、深度不确定性、战争与和平叠加所标注的世界当中，正确认知量子科技对国际秩序的影响，需要摆脱经典物理学导引下的线性因果论世界观，重新建立以纠缠与相干为范式特征的国际政治科学解释框架。同时，还要突破西方传统国际关系理论的经典解释框架，以量子思维重塑对世界秩序变革所必需的认知工具、伦理框架、安全策略等，推动政界与学界基于量子思维构建对国际秩序与安全的新理解，促成国际治理的有效变革及国际秩序的稳定与平衡。

关键词　量子科技　量子思维　颠覆性技术　国际秩序　新兴领域国家安全

当下，以新一代人工智能、量子科技、[①]可控核聚变为代表的颠覆性技术，正在以科技革命的方式从底层技术端重构全球生产范式，在形成生产力新内涵和拓展技术新边界的同时，也加速推动国际秩序、国际权力、全球安全的结构性变革。[②] 回顾人类科技革命历史进程和国际关系演进变化，一个清晰的脉络是，科技革命本身正以技术、产业、制度，包括由此形成的生态，塑造大国权力兴衰和变革国际秩序，并以范式转换来改变人类知识结构和社会认知体系。因此，如何认识量子科技本身的发展脉络和当下量子科学前沿技

* 余南平，华东师范大学政治与国际关系学院教授；戢仕铭，华东师范大学政治与国际关系学院博士后。通信作者及地址：戢仕铭，上海市普陀区中山北路 3663 号；邮编：200062；E-mail：jsmbetter@163.com.本文受上海市未来与前沿学科建设项目（新兴领域国家基金）的资助。

① 本文所称量子科技，主要是指以量子科学基础理论为支撑，并在量子计算、量子通信、量子测量等领域形成应用突破的技术体系。其中，量子科学偏重基础理论，量子技术偏重具体应用，量子思维则主要指由量子理论所启发的认识方式和分析框架。作出这一界定，是为了避免相关概念在后文论述中交叉混用，也有助于进一步说明本文所讨论的问题并非单纯的技术发展问题，而是包含量子科技发展如何被纳入国际关系研究视野，并对国际秩序、国际权力和全球安全产生影响的问题。

② 张翌然，余南平. 可控核聚变与全球地缘政治重塑[J]. 世界经济与政治论坛，2025(5)：1-24.

中国知网　https://www.cnki.net

术发展的影响，对于传统国际关系学科研究的范式改进而言将产生新的价值。同时，这也有助于对当下人工智能、量子科技等颠覆性技术的叠加和并发产生新理解，从而准确把握国际秩序的现状与未来图景。

一、量子科技与国际关系研究

科技革命在如今已经成为描述人类时代进步的代名词。但事实上，科技革命在本质上是两种平行知识层级结构嵌套的动态互动过程。从结构拆分看，它既包括了科学的事实和解释的嵌套，也包括了技术功能及其形式的嵌套。这种嵌套的动态互动，在一定意义上可以被视为一种量子纠缠现象，它既存在于当下的科技革命现实之中，也映射着生产力与生产关系互动推动历史进步的解释逻辑。

正如诺贝尔奖得主李政道所言，“如果没有狭义相对论和量子力学的诞生，就不会有后来原子结构、分子物理、核能、激光、半导体、超导体、超计算机等一切科技文化的发展”。[①] 历史叙事已经证明，科技革命无一例外地引发了科学范式变革，改变了人类物理世界的状态与社会现实，并重新配置了全球权力。[②] 如果以革命性标识物——原子弹、半导体、计算机等技术发明来衡量量子科技的地位，那么它不仅是现代物理学中最成功的理论，同时也是技术史上最具颠覆性和产业价值的理论。[③] 相关统计显示，20世纪以来，西方发达经济体创造的国民生产总值中已有30%是来自量子科技带来的创新。[④] 如今，第三次量子科技变革正在大步走来。对此，有学者已经提出“量子科技即将改变我们的生活”的论断。[⑤]

科技改变了生活，也会带来国际权力与国际秩序的变革，颠覆性技术变革诱发国际秩序变迁已经是无须证明的历史事实。就国际秩序变革中的国家而言，谁先进入量子创新的下一个阶段，谁就将在国际秩序中引入新的和不稳定的非对称性。[⑥] 对此，国际关系学界也已经从自身的学科范式展开了相关研究。

---

① 邓琮琮. 科学成就出于青年[EB/OL]. (2001-10-08)[2026-08-03]. http://zqb.cyol.com/content/2001-10/08/content_308480.htm.

② 余南平. 通用人工智能时代的国际权力重塑[J]. 中国社会科学，2025(4)：41-59.

③ Mohrhoff Ulrich. What Quantum Mechanics Is Trying to Tell Us[J]. American Journal of Physics，2000，68(8)：728-745.

④ Burdzik Rafał. Quantum Physics and Artificial Intelligence：Current Challenges and Opportunities in Technical Diagnostics and Condition Monitoring[EB/OL]. (2024-06)[2026-08-02]. https://www.ingentaconnect.com/content/bindt/iccmam/2024/00002024/00000001/art00027;jsessionid=gb0466nqg9253.x-ic-live-01.

⑤ Hoofnagle C. Jay，Garfinkel Simson. Law and Policy for the Quantum Age[M]. Cambridge：Cambridge University Press，2022：21-25.

⑥ Krelina Michal. Quantum Technology for Military Applications[J]. EPJ Quantum Technology，2021，8(1)：24.

中国知网 https://www.cnki.net

其一是“量子化国际关系”研究。这一方向主要将量子思维视为一种新的认识论和方法论资源，尝试由此反思经典物理世界观对国际关系研究的长期影响。其中，最具代表性的学者是亚历山大·温特（Alexander Wendt）。他将量子科技与国家安全、国际关系等社会科学研究相结合，提出了“量子化国际关系”研究的新路径。[①] 温特认为，量子科技理论在社会科学中的应用将扭转人们基于经典物理理论形成的认识，为社会科学提供了一种具有解放性的批判理论。而社会科学研究界限和解释基础得以确认，其本质是基于物理与社会的相关性讨论。[②] 同样，曹文山等学者观察到学界正在尝试把量子思维纳入学科研究，包括思维方式在内的改变引起国际关系研究的“量子转向”。[③] 这类研究的重要贡献在于突破了经典物理世界观对国际关系研究的长期影响，打开了以不确定性、纠缠性来理解国际政治的新视角。然而，相关讨论更多停留在认识论和方法论层面，缺少对量子科技如何塑造国际秩序的现实运行过程的深入研究。

其二是量子理论与国际关系理论的融合。在前一类强调方法论转向的研究基础上，这一研究方向将量子理论中的相关概念引入国际关系内部，以重释国际关系研究中的本体论和理论解释问题。例如，潘成鑫将量子全息理论引入国际关系研究，并认为其对国际关系理论和实践具有重要意义。[④] 秦亚青则以西方国际关系三大经典理论批判为例，从不确定的世界本原状态出发，预判国际关系研究范式革命将真正到来。[⑤] 另外，陈纳慧也观察到国际关系研究中的“关系转向”，认为量子科技理论的新颖视角和文化中性将更为深入有力地推进关系本体的发展。[⑥] 上述研究将量子理论与国际关系理论中的整体性、关系性和不确定性问题联系起来，推动了对传统理论框架的再思考。但其论述重点仍主要集中在理论解释层面，对量子科技如何改变国际秩序的现实结构和运行机制缺乏进一步说明。

其三是量子科技发展对国际关系重要安全问题的影响研究。这一方向更直接地把量子科技置于国家安全、国际安全和军事竞争等现实议题之中，关注量子科技发展对既有安全格局的影响。特别是量子科技三大应用方向，即计算、通信、测量的发展，正在对

---

① 这一研究路径强调不确定性、复杂纠缠等基本特征在国际关系中的体现，以及量子思维对国际关系理论的潜在影响。参见：Alexander Wendt. Quantum Mind and Social Science: Unifying Physical and Social Ontology[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2015: 5-11.

② Alexander Wendt. Quantum Mind and Social Science: Unifying Physical and Social Ontology[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2015: 171-175.

③ 曹文山，刘永涛. 量子思维与国际关系研究：一个基本观察[J]. 理论月刊，2023(8)：15-28.

④ 潘成鑫. 量子全息理论的本体论新解：以国际关系为例[J]. 哲学探索，2021(1)：66-88.

⑤ 秦亚青. 知识观重建与国际关系理论的发展进路——以三大理论批判为例的分析[J]. 中国社会科学，2022(9)：143-161.

⑥ 陈纳慧. 国际关系学的“关系转向”：本体论的演进与方法论意义[J]. 国际政治研究，2022(1)：37-61.

中国知网　https://www.cnki.net

国家及国际安全产生重要影响。例如，黄钊龙等试图探究量子科技如何影响国家及国际安全的既有格局。[①] 李相汝等则以美国战略与国际问题研究中心的《赢得下一场战争的七项关键技术》为蓝本，从量子科技的军事应用前景出发，认为量子科技将产生颠覆性创新与重大冲击，并重塑战争形态和作战样式。[②] 这类研究将对量子科技的讨论从抽象理论推进到具体安全议题之中，揭示了量子科技对信息安全、军事能力和战略威慑的潜在影响，但对于量子科技如何通过安全结构变化进一步影响国际秩序，仍待继续深入研究。

其四是量子科技在国际权力竞争中的角色研究。这一研究方向聚焦于各国在量子科技领域的战略布局与竞争态势，关注量子科技如何影响国家间能力差距和权力关系。唐新华认为，以量子科技为代表的众多新兴技术的发展，使得国际战略正在全面进入“技术政治时代”，大国围绕技术权力战略的竞争已经超越传统地缘政治体系。[③] 高奇琦等认为，量子科技对全球政治秩序已产生重大影响并出现新的安全困境问题 。[④] 孙海泳认为，鉴于量子科技对美国国家安全、科技优势和经济竞争力具有重要影响，美国政府已将相关技术及产业列为提升本国竞争力、开展对华竞争的重点领域之一。[⑤] 上述研究揭示了量子科技的战略属性，说明量子科技已经成为国家竞争能力和国际权力的重要变量。然而，若只聚焦于国家战略布局和大国竞争态势，就会忽视量子科技在更宏观层面的延展及其作用路径。

诚然，围绕国际关系学科中的量子科技议题，学界已展开多维度的理论探索。相关研究路径既包括引入量子思维以批判和反思西方传统国际关系理论，也包括将量子科技视作国家颠覆性战略力量的现实主义审视。然而，现有研究多囿于功能主义与现象描摹。量子现象究竟遵循何种隐喻逻辑向宏观国际政治现实传导？量子科技缘何能够更精准地透视国际权力结构变化的本质？其发展演进又如何对国际秩序建构产生反直觉的结构性张力？基于此，本文认为，量子科技对当今世界而言，绝非仅仅意味着一种赋权性的硬技术来源。从深层逻辑出发，量子科技正日益成为解构既有地缘政治格局、形塑国际新秩序的内生动力与核心催化剂。

① 黄钊龙，韩召颖. 量子信息技术发展与国家安全[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版)，2024(2)：51-60.

② 李相汝，金路特，马建光. 科技创新成为大国博弈焦点——以量子技术为例[J]. 军事文摘，2024(13)：7-10.

③ 唐新华. 技术政治时代的权力与战略[J]. 国际政治科学，2021(2)：59-89.

④ 高奇琦，陈志豪. 从安全困境到全球治理：量子科技的国际政治博弈[J]. 国际展望，2021(4)：49-72.

⑤ 孙海泳. 美国量子技术竞争战略布局与实施路径[J]. 国际展望，2026(2)：72-92.

中国知网 https://www.cnki.net

二、量子科技对经典世界观的挑战

量子科技的反直觉和反数学形式主义，在科学界内外一直都有着被强烈抵制的历史。[①] 抵制的力量不仅源于量子科学内在的深奥和复杂，也来自诸多经典学科的挑战。其中，有坚持量子现象无法从亚原子层面扩展到宏观物理层面的物理学家，[②]也有轻视量子科技并将其仅视为一种隐喻的社会科学研究者，[③]同时还包括了认为引入量子科技的努力不过是又一次“科学嫉妒”的哲学家们。[④] 但从国际关系研究角度看，这些争论恰恰说明，量子科技带来的挑战不只是技术层面的，也是世界观和认识论层面的。它要求人们重新理解因果、结构、主体关系和不确定性等基础问题。

（一）国际关系研究中的经典世界观

虽然西方国际关系理论也在依据国际政治经济格局和科技变化进行自我调适，但从底层认知逻辑来看，特别是以西方社会科学对物理世界本身的认知演进来看，1687 年牛顿在《自然哲学的数学原理》第三卷中所提出的“展示世界体系的框架”已经成为重要标识和逻辑起点。[⑤] 自牛顿后，西方学者们已经受到自然科学进步的影响，并持续运用“体系”和“结构”等概念对国际关系互动形态进行解释。而国际关系理论作为社会科学体系化的一个组成部分，自然不能脱离社会科学研究的“范式”。

从政治学视角来看，戴维·伊斯顿（David Easton）等的行为主义政治分析形式，将自然科学的假设检验与数据量化方法引入政治分析，从而确立了政治学的标准研究范式。政治学分析中的“理性选择”模型化影响延续至今，并在今天开始向 AI 时代的“计算政治学”方向演进。从社会学视角来看，塔尔科特·帕森斯（Talcott Parsons）、罗伯特·默顿（Robert Merton）等的结构功能主义，奠定了社会学自身发展的学科基石，同时其影响还扩展至经济学、管理学等其他学科。回到以超越“国内系统”为目标的国际关系学科理论构建来看，以汉斯·摩根索（Hans Morgenthau）为代表的现实主义理论很显然受到系统

① Roger Penrose. Gravitational Collapse and Space-Time Singularities[J]. Physical Review Letters, 1965, 14(3): 57; Richard Feynman. Quantum Electrodynamics[M]. Boulder: Westview Press, 1998; Freeman J. Dyson. Statistical Theory of the Energy Levels of Complex Systems[J]. Journal of Mathematical Physics, 1962, 3(1): 140-156.

② Michel Paty. Are Quantum Systems Physical Objects with Physical Properties? [J]. European Journal of Physics, 1999, 20(6): 373.

③ Alexander Wendt. Quantum Mind and Social Science: Unifying Physical and Social Ontology[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2015: 178-216.

④ Rainer Friedrich. Theorese and Science Envy in the Humanities: A New Take on the Two Cultures Divide [J]. Arion: A Journal of Humanities and the Classics, 2003, 11(1): 33-50.

⑤ Isaac Newton. The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy[M]. Berkeley: University of California Press, 1999: 793.

中国知网　https://www.cnki.net

论、控制论的影响。[①] 肯尼斯·华尔兹(Kenneth Waltz)对“国际体系结构”进行了系统性阐释和权威定义,这实际上是任何系统所要求的元要素和元组成的国际关系“术语表达”。[②] 同样,罗伯特·基欧汉(Robert Keohane)等的新自由主义理论“相互依赖”观,看似是对西方世界工业化进程中以自身分工细化推动全球化的现实观察,但其在底层逻辑上还是那套西方政治理论,只是融入了量子科技推动信息革命后的“现代系统化”改造。另外,温特等的建构主义的“身份政治”与“共有知识”得以广泛传播,也受益于互联网时代的红利。[③]

20世纪90年代,斯蒂芬·J.德尔·罗索(Stephen J. Del Rosso)曾指出,“无论以后怎样被量子物理学所驳斥和超越,经典的牛顿世界观都提供了一个简单而令人欣慰的避难所。尽管不够充分,但它让我们得以逃离当代事务的混乱和不确定性”。[④] 而今天,随着全球政治经济与技术体系高度关联,风险呈现非线性扩散态势,国际秩序已进入深度不确定状态,传统依赖稳定主体和线性因果关系的经典世界观愈发难以解释这些复杂变化。

(二)量子科技的科学性再发现与认识论启发

首先,量子科技的科学性是一个不断更新认识和再诠释的过程。物理学家在讨论量子物理学的“反现实主义的胜利”时曾经认为,量子理论并不描述物理现实,它只是提供一个计算宏观事件概率的算法,且这些宏观事件是被我们所做的实验干预后的结果。所以量子科学本身也需要进行不断的认识更新和再诠释。对此,奥本海默的学生,理论物理学家戴维·玻姆(David Bohm)曾在1952年率先完成了自洽的理论解释构建。[⑤] 这表明,量子理论并不只是一个物理学内部的解释问题,它也会影响人们对于现实观察、概率和因果关系的基本理解。

其次,量子科技的发展促使人们重新思考微观物理与生命、认知和行为之间的关系。研究表明,量子效应也可能出现在光合作用、鸟类迁徙等生命过程中,并为理解人类认知

① [美]汉斯·摩根索.国家间政治——寻求权力与和平的斗争[M].徐昕,译.北京:北京大学出版社,2005:193-218.

② [美]肯尼思·华尔兹.国际政治理论[M].信强,译.上海:上海人民出版社,2017:88-101.

③ 就西方国际关系三大理论构建的出发点和解释逻辑来看,其本质上都是从各种角度阐明系统稳定运行所需要的适应力、自组织和层次性。这些理论构建得出的延伸逻辑是,系统在国际层面进一步放大为“国际体系”时就需要特定力量的塑造、管理与维护,而“霸权稳定”则是最合理的解释。可见,西方国际关系理论构建的目的都是为了诠释战后美国霸权的合理性,并以理论服务于“美国霸权治下”的系统稳定性。

④ Stephen J. Del Rosso. The Insecure State: Reflections on the State and Security in a Changing World[J]. Daedalus,1995,124(2):175-207.

⑤ [美]李·斯莫林.量子力学的真相:爱因斯坦尚未完成的科学革命[M].王乔琦,译.成都:四川科学出版社,2021:68.

中国知网 https://www.cnki.net

与决策提供新的理论工具。[①] 更进一步看，希格斯玻色子的发现也推动了人们对物质世界生成机制的重新理解。2012 年，欧洲大型强子对撞机（LHC）的 ATLAS 和 CMS 实验组宣布发现了一种新粒子，其性质与理论预言的希格斯玻色子相符。2023 年，欧洲核子研究中心实验团队又找到希格斯玻色子衰变为 Z 玻色子和光子的首个证据。这一发现不仅验证了彼得·希格斯（Peter Higgs）1964 年提出的理论预言，也说明微观粒子与场之间的关系构成了理解物质世界的重要入口。[②] 从这个意义上说，量子科学并不只是提供新的物理知识，也推动人们以关系性和生成性的方式重新理解世界。

最后，量子科技也已经进入技术治理和安全实践领域。2025 年，《上海城市空间治理领域人工智能应用暨量子城市空间智能建设工作实施方案（2026—2027 年）》发布，提出以“量子城市”技术赋能城市规划、城市更新和空间治理。[③] 同时，中国量子通信“京沪干线”以及覆盖多地的量子通信网络，也已在金融、政务等领域提供信息安全保障。这表明，量子科技已经不只是理论认识问题，而是开始作为技术性物质力量进入社会治理和安全体系，并由此推动人们重新理解技术、社会组织和政治秩序之间的关系。

（三）国际秩序变迁与认识论转换

首先，国际政治中的突发事件和连锁反应，正在挑战经典世界观所依赖的线性因果认识。当一种过时的古典世界观与量子世界现实产生碰撞时，全球各类奇异怪相便会不断以难以预料的方式显现，并超出国际关系理论家和战略家的既有预判。从冷战期间柏林墙毫无征兆的倒塌，到霸权时代的美国双子塔轰然坍塌；从 2008 年全球金融危机突然爆发，到俄乌冲突反复延宕，再到中东地缘军事冲突在“战与和”的灰色地带游走；从全球经济一体化浪潮，到当下大国战略竞争暗流涌动。20 世纪末至 21 世纪的国际社会已经呈现出越来越明显的复杂性、不确定性和联动性。上述现象通过全球网络媒体的催化放大而嵌入全球政治经济社会生活，同时也如 DNA 链中的编码一样，单个事件的扰动既可以催生积极变化，也能引发负面变异，还可能产生不可预料的“纠缠式”连锁反应。[④] 而在几乎所有的情形中，唯一缺乏的就是一种能够帮助预测或增强积极影响，并防范或减轻

---

① Jerome R. Busemeyer, Peter D. Bruza. Quantum Models of Cognition and Decision[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012: 29-37.

② 有关“希格斯场”的详细论述，参见：[美]肖恩·卡罗尔. 寻找希格斯粒子[M]. 王文浩，译. 长沙：湖南科学技术出版社，2018：172-220.

③ 上海市人民政府. 关于印发《上海城市空间治理领域人工智能应用暨量子城市空间智能建设工作实施方案（2026—2027 年）》的通知[EB/OL]. (2025-07-10)[2026-07-20]. https://www.shanghai.gov.cn/gwk/search/content/f7e64fe836214862a36a4554208ffe73.

④ 在生物学中，作为量子粒子的质子可以从一条链“隧穿”到另一条链中，从而改变 DNA 分子的化学组成并引发突破，这被称为“隧穿 DNA”。具体参见：[英]布莱恩·克莱格. 量子物理学的世界[M]. 戚竞，王洁素，译. 北京：电子工业出版社，2020：236-237.

中国知网　https://www.cnki.net

负面影响的启发式工具。

其次，自由主义国际秩序想象的退潮，说明经典理论关于制度稳定和价值共识的判断正在受到现实冲击。按照时任美国总统比尔·克林顿(Bill Clinton)的说法，所谓“自由主义主张”与美国战略政策实现了一致。① 在全球化大背景下，约瑟夫·奈(Joseph Nye)等自由主义学者合力构建出一种由美国主导的国际体系愿景，而后现代主义色彩的建构主义则以“价值观”“身份”“认同”等词语，着力刻画与打造了西方政治经济思潮的共识。但美国所主导的“自由主义国际秩序”，包括其在政治上所宣扬的“历史终结”，都已经被国际政治现实证明是短暂的。“9·11”事件后，美国陷入了阿富汗和伊拉克的战争泥潭，世界也并非呈现出自由主义理论家构想的所谓的“民主与和平”。虽然现实主义似乎比自由主义更准确地预见到美国针对恐怖袭击发动战争的后果，但以国家为中心的世界观依然限制了其对恐怖主义非对称影响的理解。② 而当下正在展开的大国博弈，则进一步推动了国际政治与经济秩序构建中的认知改变。

最后，全球经济基础和行为主体结构的变化，进一步挑战了经典国际关系理论关于统一系统和中心秩序的想象。冷战结束的意义并不仅在于上层建筑层面集团政治对抗的消除，其更实质的变化是世界市场边界的“意识形态壁垒”被打破，带来了世界新经济基础的重建。③ 在全球价值链推动世界新经济基础形成的过程中，西方国际关系理论所假设的“系统”存在的基础出现了“制度”被解构的问题。④ 诸多新兴经济体作为“异构系统”快速成长，包括中国这样的所谓“巨型异构系统”的出现，使得“系统对系统”产生了纠缠式撞击，冲击了原有“系统”的稳定。由此，西方学者所观察到的世界“失序”，在一定程度上也是对全球经济基础变化的一种认知偏差和选择性忽视。而从马克思关于经济基础与上层建筑互动关系的认识出发，全球经济基础变化已然成为客观现实。当旧有国际秩序塑造者的“权力帝国”既无力持续进行更多“系统做功”，同时也缺乏对外进行友好协商的正确认知，并缺少推动上层建筑重构的“系统性减熵”能力时，所谓“失序”也就可能成为一种常态。

应该认识到，经济全球化使国家与非国家行为体之间的互动关系发生变化，其行为结果也对国际秩序变化产生了现实影响。对此，西方现实主义难以从唯物主义权力观出

① Andrew J. Bacevich, American Empire: The Realities and Consequences of U.S. Diplomacy[M]. Cambridge: Harvard University Press, 2002: 71.

② Constantine J. Petallides. Cyber Terrorism and IR Theory: Realism, Liberalism, and Constructivism in the New Security Threat[J]. Inquiries Journal, 2012, 4(3): 62.

③ 余南平. 全球价值链对国际权力的形塑与影响[J]. 中国社会科学, 2022(12): 120-137.

④ 从逻辑角度看，西方国际关系理论学者将国内等级与制度化之系统扩大到国际层面，并视为“国际体系”构建之“应然”，其逻辑起点本身就已经忽略了民族国家间的“异构性”，隐含着可将差异化的民族国家通过西方社会主导的国际制度进行“归化”之“实然”。而这个隐含假设在外交术语上经常以“遵守国际制度和融入国际社会”代之。

中国知网 https://www.cnki.net

发，充分理解全球多元行为体的塑造力量。西方现实主义也无法解释当下非国家行为体，特别是跨国科技巨头事实上拥有的凌驾于单一国家与传统市场逻辑之上的现实权力。[①] 同时，在新自由主义全球化动力衰退、地缘政治回归的国际秩序大变革中，自由主义理论更无法理解主权国家为何会基于“安全”诉求，忍受全面经济制裁的代价，并放弃既有的经济相互联系和依赖。

由此可见，当代国际政治现实对经典世界观认识方式所形成的挑战，既体现为事件层面的非线性扩散，也体现为主体层面的多元纠缠和制度层面的稳定性下降。在百年未有之大变局背景下，颠覆性技术加速演进，地缘政治稳定性遭受严重冲击，经济波动性持续存在，国际秩序深受技术变革、重大战争冲突和地缘分裂的困扰。传统国际秩序的“锚定者”美国也正面临关键节点的“霸权流失”，使得国际秩序走向进一步的“失序”与“混沌”。而这也使人们看到，国际政治并不总是由稳定主体、线性因果关系和固定结构组成的，而是在多元主体、技术网络、权力关系和安全感知的持续互动中生成与变动。当下国际秩序的“失序”既是一种“混沌”状态，亦是一种新物质力量驱动新变革的过程，亟需通过量子科技所启发的理论思维工具进行再认识。

三、量子科技对国际秩序的意义

量子物理学是一个庞大的学科体系。劳里·M. 布朗（Laurie M. Brown）等编撰的《20 世纪物理学》中专门开辟章节介绍和讨论了量子物理的前世今生。[②] 著名理论物理学家、全球知名科普作家布莱恩·克莱格（Brian Clegg）以科普形式撰写的《量子物理学的世界》一书中所涉的量子概念就有 300 多条。[③] 对于复杂的量子世界而言，如此之多的概念并不可能完全对应于国际秩序的变化解释。由此，国际关系研究中“隐喻”本身的至关重要性就必须得到重视。[④] 本文认为，量子理论的关键概念在加深和拓展对国际秩序变化解释的同时，更能够从构建关系框架、运行规则和权力结构变化等方面提供理解国际秩序的新方法。

（一）叠加、纠缠与秩序关系框架

叠加与纠缠是量子物理的关键概念。事实上，当下国际关系行为主体结构互动的最

① 余南平，栾心蔚. 论人工智能监管：国家—市场关系视角下的人工智能技术权力[J]. 世界经济与政治，2025(6)：31-59.

② Laurie M. Brown, Abraham Pais, Brian Pippard. Twentieth Century Physics[M]. New York: American Institute of Physics Press, 1995: 145-173.

③ 参见：[英]布莱恩·克莱格. 量子物理学的世界[M]. 戚竞，王洁素，译. 北京：电子工业出版社，2020.

④ [美]迈克尔·马克斯. 国际关系理论中的隐喻[M]. 石毅，译. 上海：上海人民出版社，2024：4.

中国知网　https://www.cnki.net

显著特点就是叠加和纠缠并存。[①] 量子特性所揭示的主客体区分问题，不仅是物理学中的重要问题，也给当代知识体系中“观察者”与“被观察对象”之间的关系提供了启发。这也恰好对应了量子世界中经常谈论的所谓“波函数坍缩”时刻，即量子失去其波函数并作为粒子出现。[②] 对此，温特将这一认识引入社会科学，并认为“我们对自己的认识——我们的身份或自我意识，在任何特定时刻都不具有确定的属性，而只有当我们对世界采取行动时才会变得确定”。[③] 从这个意义上讲，传统西方国际关系理论所强调的国际无政府状态，并不只是一个纯粹客观、预先给定的事实，它也包含理论研究者和国际政治行动者对国际现实的观察、命名和建构过程，而这涉及国际秩序构建中的关系框架理解问题。

按照量子物理学的第一公设，如果量子系统中的粒子可以处于两种状态，那么它也可以处于第三种状态，即一种状态叠加在另一种状态上。[④] 在量子叠加世界观的启发下，国际关系可以被理解为一种多行为体复杂叠加、相互纠缠的状态，其框架与传统系统论的认知思维存在明显差异。国家与其他行为体之间的相互影响和制约变得更加紧密，形成了一个错综复杂的拓扑网络。这种复杂性既体现在国家之间、国家与非国家行为体之间的多边互动上，还体现在通过第三方或多种因素间接产生的相互影响上。因此，一个国家的外交政策除了可能受到本国政治经济因素的影响，也可能受到其他不直接相关的国家或多个国际行为体的政策、行动和反应的影响。例如，中美经贸博弈不仅是中美双边问题，也涉及众多第三方国家以及全球经贸体系的整体运行。同样，跨国科技巨头在全球范围内的经贸活动，既体现自身商业利益，又嵌套着复杂的国家利益与地缘政治意涵。正所谓“量子幽灵般的联系发生在遥远之处”，国际行为体之间也可能形成一种类似纠缠的关系状态，并在相互影响中构成复杂的动态系统。在这个系统中，任何一个局部变化都可能引发链式反应(chain reaction)，进而推动国际秩序关系框架发生调整。

此外，还应该注意到，以量子世界观作为启发，国际秩序关系框架构建中还面临着信息不完全和不对称的问题。由于量子态的叠加和纠缠特性，国际各方行为体从逻辑和科学角

---

① 理解这一特性，先要清晰认识量子态的随机性和概率性。量子研究是物理学的微观层面，其构成与宏观物质层面截然不同。虽然物质的宏观层面在我们看来是预先给定的和固定的“事物”，在作为研究对象与我们相遇之前就已存在。但在微观量子层面，量子现象可以是粒子和波。粒子和波的叠加这点尤为重要，因为对量子现象的观测必然受到每次测量的影响。这意味着当我们不试图测量它们时，它们以波的形式出现，而当我们试图测量它们时，它们就会以粒子的形式出现。参见：Peter D. D. Schwindt, Paul G. Kwiat, Berthold-Georg Englert. Quantitative Wave-Particle Duality and Nonerasing Quantum Erasure[J]. Physical Review A, 1999, 60(6): 4285.

② Luc Bergé. Wave Collapse in Physics: Principles and Applications to Light and Plasma Waves[J]. Physics Reports, 1998, 303(5-6): 259-370.

③ Alexander Wendt. Quantum Mind and Social Science: Unifying Physical and Social Ontology[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2015: 181-182.

④ Slawomir Bugajski, Pekka J. Lahti. Fundamental Principles of Quantum Theory[J]. International Journal of Theoretical Physics, 1980, 19: 499-514.

中国知网 https://www.cnki.net

度都无法完全掌握所有相关的信息和数据。这种信息不完全和不对称，在很大程度上会导致误解、误判和冲突的发生。因此，借助量子思维的隐喻来理解国际关系，要求主要行为体更加谨慎地处理彼此之间的关系，加强沟通和协调，避免将复杂互动简单归结为经典物理世界所信奉的单一因果联系，并据此采取过激或鲁莽的行动。就此而言，中美两个大国可以被理解为具有强大“场效应”的结构性行为体。不仅中美自身具有巨大能量，他们也会通过各自的制度、技术、市场和安全影响力作用于其他国家和国际体系。[①] 由此，中美之间的相互关系，特别是双边关系中的“战略稳定”，对于世界秩序的整体运行具有极其重要的影响。

（二）随机性、概率与秩序规则

在经典物理学中，人们通常依赖于确定性的因果关系来解释和预测事件。然而，在量子世界中，确定性的因果关系被打破。量子态的随机性和概率性意味着，即使人们掌握了相关信息和数据，也无法准确预测某个量子事件的发生和发展。而这种特性在国际规则塑造中同样适用，随机性和概率性使得国际事件的发生和发展变得难以捉摸。在量子世界观下，一个国家的外交政策或军事行动可能受到多种量子态的叠加和纠缠影响，这些量子态可能包含了国内政治、经济形势与国际局势，也涵盖了文化冲突和不可预测的偶发事件等复杂因素。这些因素之间的作用和制约关系本身又十分复杂微妙和相互纠缠，使得世界各国在制定外交政策和战略规划时都面临巨大的挑战。因此，即使政策制定者试图收集和分析完整的信息来预测某个国际事件的发展，也可能因为量子态的随机性和概率性而无法得到准确的结果。

例如，全球化过程中，西方社会已经产生大量的“失败者”和“失意者”，进而引发逆全球化思潮及相应的政治与社会行动。[②] 这种思潮放大到西方政治投票行为中，便在美国选出“特朗普风格”的总统——特朗普以其个人独特的方式塑造“美国优先”则完全是随机性和概率性的结果。特朗普执政带来的全球经贸关系、地缘政治、盟友关系等重大调整，并不完全在众多国际政治战略研究者的预期之中。由此可见，国际规则变化并不总是由结构性因素直接决定的，政治人物的行为特征、国内社会情绪、选举制度安排和国际环境变化，都可能在特定时刻形成叠加效应，并推动既有规则发生突变。

更重要的是，特朗普上台后，受 AI 科技革命，特别是 AI 大模型涌现的影响，美国逐

① 在量子物理解释中，粒子可以分为两种类型，构成物质的粒子称为费米子，传递力的粒子称为希格斯玻色子，希格斯玻色子可以叠加且具有传递力，它们可以结合起来形成宏观的力场。如果没有希格斯玻色子，所有的费米子也基本上是无质量的，更不会有原子、化学与生命。以隐喻而言，希格斯玻色子带动并影响费米子，通过传递相互作用而形成力场，对应着大国作为希格斯玻色子可以更大程度上作用与影响作为费米子的小国。关于希格斯玻色子、费米子与力场的详细论述，参见：[美]肖恩·卡罗尔. 寻找希格斯粒子[M]. 王文浩，译. 长沙：湖南科学技术出版社，2018：31-41.

② 余南平. 当下反全球化思潮的辨析与展望[J]. 欧洲研究，2017(4)：136-154.

中国知网　https://www.cnki.net

步加大对所谓“战略竞争对手”中国的技术出口及高技术产品出口管制。其间,美国不断运用各类管制工具。这些管制工具的选择,既有“制度工具箱”成型后扩大适用的路径依赖,也有在具体产业事件和政治议程推动下形成的偶发性。以美国新的立法动向来看,2026年6月3日,美国国会众议院正式提出《保护美国免受敌对机器人主导地位法案》(Guarding the U.S. against Adversarial Robotics Dominance Act of 2026)。该法案是在美国英伟达公司与中国宇树科技达成协议后不久,由美国跨党派议员紧急提交的。英伟达与宇树科技签署合作协议本身并不具有绝对必然性,但这一商业合作结果迅速受到美国立法层面的回应,并进一步推动了全球具身智能开发规则和全球AI治理规则的调整,这充分体现了“所谓的规则皆由人创设并由人改动”的随机性与概率性。

由此,以量子思维审视国际秩序的运行规则,其本质是“变”,特别是在新技术革命与大国博弈加剧的背景下。而“变”本身就充满了随机性与概率性,是多主体叠加与纠缠互动的选择性结果。在这个过程中,任何已经约定的协议、制度,包括国际契约与国际法本身,都可能被不同程度地遵守,也可能被规则制定的主导者带头破坏,进而加剧国际秩序的“无序”。因此,“无序”是国际秩序构建中多主体博弈及互动变化的结果,也是国际关系术语层面的一种状态描述和隐喻。从量子世界观审视,国际秩序的“无序”是永恒的客观状态,而这恰是传统系统论思维“稳定态”不能解释的。

(三)去中心化与秩序权力

在量子世界观中,去中心化和去中介化的特点与经典世界观有所不同。量子纠缠特性使得物理世界中的相互作用无须通过中间介质或中心化的控制,就能够在两个或多个粒子之间直接发生。[①] 同时,多个量子系统之间可能会存在和产生直接的、非局域的关联,这种关联并不依赖于传统意义上的中心控制或中介传递。这就意味着,在量子系统中,各个部分或粒子在某种程度上具有相对平等的地位和作用。[②] 量子世界不存在一个绝对的主导者,这与经典物理世界中通常存在明确的中心,或者通过主导因素来决定系统行为和演化存在很大的差异。

回到国际秩序的权力构建层面,去中心化可以理解为国际秩序构建中主要行为体在权力、资源和影响力等方面具有离散性和均衡化趋势。[③] 但这并不简单等同于所有国家实现了权力平等,也不意味着霸权和主导权完全消失。更准确地说,去中心化意味着国际权力不再完全由单一中心决定,而是在多个行为体、多个议题和多个层次之间不断流

① Mark Van Raamsdonk. Building Up Space-Time with Quantum Entanglement[J]. International Journal of Modern Physics D,2010,19(14):2429-2435.

② George M. Zaslavsky. Stochasticity in Quantum Systems[J]. Physics Reports,1981,80(3):157-250.

③ 陈菲,蒲文杰.全球人工智能治理的去中心化——基于“主体—模式—结构”的分析框架[J].世界经济与政治论坛,2025(3):15-44.

中国知网 https://www.cnki.net

动和重组。如果将国际权力结构看作是一个复杂的多维空间，不同的国家、组织力量就像是这个空间中的不同向量或元素。每个向量的大小、方向和相互关系决定了整个权力空间的状态和变化。借用希尔伯特空间的数学描述，可以进一步说明这种多维权力结构。希尔伯特空间是一个具有内积、完备和可度量特征的线性空间。在这一空间中，每个元素都可以表示一个特定实体或概念，而向量之间的运算则可以用来描述这些实体或概念之间的关系或变化。[①] 以此作为隐喻，国际权力也可以被理解为一种由多维力量共同构成的向量结构和动态关系空间。在这一空间中，没有任何单一行为体能够不受限制地完全主导整体结构。相反，多个行为体之间的共同存在、相互影响和相互制约，会不断塑造相对分散的权力格局。这一视角提示我们，西方国际关系权力理论中的“霸权”并非不可变化的固定结构，其稳定性会受到国际组织、跨国企业、技术平台和“全球南方”集体行动等多维力量的持续影响。

此外，希尔伯特空间这种完备性的隐喻，也可以进一步理解去中心化国际秩序中的相互依存关系。完备性意味着空间中的元素并非孤立存在，而是可以在特定条件下通过一组向量关系加以表示。由此来看，在去中心化的国际秩序权力构建中，任何一个国家或国际组织的影响力和地位都不是孤立生成的，而是在与其他多个国家、国际组织和非国家行为体的互动关系中共同体现的。这种相互依存和共同塑造的关系进一步强化了去中心化的特征。当更多的“全球南方”国家能够采取共同行动，推动变革既有的不合理、不公平的国际关系，并参与新型国际秩序构建时，理想中的国际关系才得以构建。

（四）量子“隧穿”与秩序变迁

量子“隧穿”效应是量子科技中的一个重要现象，它描述的是微观粒子在能量不足的情况下，仍然有一定概率穿透看似不可逾越的能量壁垒。[②] 量子“隧穿”效应也揭示了微观世界中的不确定性和概率性。在国际秩序形成中，量子“隧穿”效应表明，国际秩序变迁并不总是通过线性积累和常规路径实现的。在某些条件下，国家、国际组织或其他行为体即便面对看似难以跨越的制度、权力和技术壁垒，也可能通过新的发展模式、技术突破、政治动员或合作机制，找到新的突破点，进而推动其国际地位、权力关系和秩序结构发生变化。

从国家生存与发展对国际秩序形成的影响角度来看，一些发展中国家在强大的国际经济或政治压力的“势垒”面前，仍可能通过创新发展模式、采用独特的外交策略或者抓住新兴技术机遇，实现跨越式发展，成功“隧穿”传统强国设置的障碍。近些年，中国在科创产业上的发展，特别是在新能源汽车、光伏等领域，已经在相当程度上突破了西方发达

① Valter Moretti, Marco Oppio. Quantum Theory in Real Hilbert Space: How the Complex Hilbert Space Structure Emerges from Poincaré Symmetry[J]. Reviews in Mathematical Physics, 2017, 29(6): 21.

② Milena Grifoni, Peter Hänggi. Driven Quantum Tunneling[J]. Physics Reports, 1998, 304(5-6): 229-354.

中国知网　https://www.cnki.net

国家长期形成的产业“势垒”。同样典型的例子是，在2026年的美以对伊朗的军事打击中，伊朗采用弹道导弹和低成本无人机混合战术抵御了全球头号军事强国的先进战斗力，实现了不可思议的国家军事力量“隧穿”。这类现象并不意味着既有权力结构会立即被颠覆，却说明国际秩序变迁中始终存在非线性突破的可能。

从政治思潮变迁对国际秩序变化的影响角度来看，量子“隧穿”也可以用来解释边缘政治思潮突破主流政治壁垒的过程。以人工智能为代表的新兴数字技术可以使信息传播更加逼真、精准和高频，也可以加剧“信息茧房”效应，使人们更容易接触到与自身观点相符的政治信息。在这种情况下，某些原本处于边缘位置的政治力量或新兴政治团体在面对主流政治格局的强大阻力时，也可能借助特定议题、媒介传播和社会情绪获得意想不到的政治影响力，从而在国际秩序权力构建中占据一席之地。例如，欧洲保守右翼通过渲染特定议题，获得了相当数量选民的支持，并逐渐成为欧洲政治中不可忽视的力量。而在美国，部分媒体与智库不断将中国科技创新建构为对美“国家安全威胁”，推动美国政府持续出台更严格的出口管制措施。同时，美国科技右翼的“技术加速主义”思潮，也借助跨国科技巨头的产业影响力与政治连接，影响着全球产业生态、技术规则和治理博弈。

从国际合作对国际秩序形成与变化的影响角度来看，量子“隧穿”反映了粒子能量状态的变化，它隐喻国家间关系同样不是一成不变的，而是处于动态变化之中的。当世界各国在某些重大全球性问题上存在深刻分歧和利益冲突，并由此形成了合作“势垒”时，特殊的外交努力、沟通对话或共同外部压力，仍可能促使相关各方达成原本看似难以实现的合作安排。历史上，世界反法西斯同盟的形成，以及冷战后主要大国围绕反恐议题形成的阶段性合作，都说明国家间关系可能在共同威胁和外部压力作用下突破原有对立结构。回到当下，在特朗普政府发动全球“对等关税战”的背景下，中国始终保持战略定力，坚守底线并通过沟通对话解决问题，努力促成“中美建设性战略稳定关系”的实现。由此可见，两个关系紧张或意识形态相左的国家，即便通过传统外交途径难以解决核心争端，也可能在突发事件、新的共同威胁或重大外部压力出现时，迅速调整立场并达成阶段性合作安排，突破原本看似无法跨越的障碍。这正体现了量子“隧穿”隐喻对于理解国际合作和秩序变迁的启发意义。

四、量子科技对国际权力的影响

国际秩序的构建绕不开国际权力，国际政治研究的核心命题也始终围绕权力展开。从均势理论、霸权稳定论到软实力理论，国际政治学界不断拓展对权力本质与形态的认识。近年来，人工智能技术发展也为国际权力注入了新的变量。[①] 在此基础上，量子科技

① 余南平.通用人工智能时代的国际权力重塑[J].中国社会科学，2025(4)：41-59.

中国知网 https://www.cnki.net

视角则进一步揭示出国际权力重构的复杂性与革命性。[①] 量子科技不仅是一种物理理论与技术工具，也是一种新的世界观和认识论框架。它对于国际权力研究的意义，不在于简单替代既有权力理论，而在于进一步强调，权力的来源、表现形式和制度化方式正在发生深层变化。

首先，从权力的来源变化角度看，对于国际权力的认识在国际关系研究中讨论最多，分歧也最大。其中，关系性权力、联系性权力、结构性权力等概念的使用，使得国际关系学界对权力的解释呈现出极大的丰富性。以结构性权力为例，其来源于对安全、生产、金融和知识的控制，每种权力只有依靠同其他三种权力的关系互动才能发生作用。值得注意的是，苏珊·斯特兰奇(Susan Strange)认为，“四面透明棱锥体”模型中的四种基本结构性权力并无固定的效力优先级，但在特定的历史阶段中，它们会在相互影响、相互制约的过程中出现重心转移。[②] 而量子科技作为一种颠覆性物质技术力量，在改变生产和知识权力结构的同时也塑造了安全与金融权力结构，从而成为国际权力结构变化的重要来源。

从量子科技作为产业引擎带来的生产范式变化看：在制造业领域，量子计算指数级加速能力使大规模复杂系统模拟成为可能，并开始在多领域重塑工作流程，进而形成新的生产范式。在生物制药领域，量子计算模拟复杂系统能力，可将新药研发周期从十年缩短至数月，产生了库恩范式理论中的科学革命。进一步看，人工智能、半导体、先进材料、可控核聚变等战略性新兴产业与未来产业的发展，也都与量子科技所支撑的基础理论、材料能力、算力体系和精密测量能力密切相关。由此，量子科技在创造新兴产业集群、构建新的知识体系和技术生态的同时，也正在改变国家生产权力和知识权力的形成基础。与此同时，量子科技还会进一步影响金融权力与安全权力的构建。例如，加密货币作为新型金融权力，正日益受到量子科技进步的冲击。算法解密能力的提升可能从根本上瓦解其安全基础。量子计算可优化导弹轨迹，使其规避现有防御系统，从而形成“量子单方面威慑”。量子科技与人工智能的融合，则能大幅提升致命自主武器系统在目标选择与交战决策方面的效能。更为重要的是，量子科技进步正显著强化国家的国防情报能力与网络安全水平。在防御层面，它能为抵御针对军民两用基础设施的网络攻击提供显著的安全优势；在攻击层面，一旦大规模实用量子计算取得突破，也可能对现有加密体系和网络安全结构造成重大冲击。因此，量子科技可以被理解为一种典型的物质性权力来源，并进一步成为结构性权力构建的重要基础。

---

① Werner Heisenberg. The Physical Principles of the Quantum Theory[M]. New York: Dover Publications, 2013:13-46.

② [英]苏珊·斯特兰奇. 国家与市场[M]. 杨宇光，等，译. 上海：上海人民出版社，2006:22-27.

中国知网　https://www.cnki.net

其次，从国际权力的表现形式来看，西方传统国际关系理论建立在牛顿力学确定性基础上，强调世界具有可预测性、明确的因果关系及线性关联。量子科学观则认为，世界本质上是不确定的、非线性的和概率性的。[①] 这种本体论差异直接挑战了西方传统国际关系理论的核心假设。在量子科技视角下，国际权力将呈现出几种基本特征：一是国际权力具有“叠加态”属性，即权力主体可以同时处于多种权力状态中，如合作与竞争、强权与弱势、进攻与防御等，这些状态并非相互排斥，而是可以共存并相互转换的。叠加态的特征使得国际权力关系不再遵循“非此即彼”的二元对立逻辑，而是呈现出更为复杂的动态平衡。二是国际权力具有“量子纠缠”特性，即不同权力主体之间存在深层次的关联，即使相隔遥远，权力主体行为也会产生即时性相互影响。量子纠缠特性使得国际权力互动不再局限于传统地理边界，而是呈现出跨区域和非局域性特征，这将使得传统区域国别问题研究和认识变得更为复杂。[②] 三是国际权力变化具有“不确定性”本质，即权力的产生、分布和转移过程还受到量子随机性作用的影响，无法通过传统方法进行精确预测和控制。这要求学者重新审视历史发展中的偶然性以及国际互动中的意外性。

由此，在量子科技视角下，国际权力不再是简单的A对B施加影响力的单向过程，而是体现出一种纠缠式的相互吸引和动态互动状态。例如，在美日同盟关系中，并非美国单方面对日本施加强制性影响力，而是由于美国的国际权力（包括技术、经济和军事等优势）形成了量子般的“希格斯场”，促使日本采用包括挑衅美国战略对手等方式来“主动贴近”美国。[③] 因此，国家战略选择的“主动贴近”反映了量子权力关系的非线性本质，国家间互动不再只是清晰的线性因果链条，而是在安全依赖、技术联系、经济结构和战略预期等多重因素作用下形成的复合型权力关系，这将进一步重塑人们对国际权力行使方式的理解。

最后，从国际权力的制度化来看，量子科技正在推动技术权力更深地嵌入国际规则、制度安排和治理结构。西方国际关系理论的现实主义和新自由制度主义都关注制度性权力，国际制度性权力的生成逻辑也已得到学界的高度重视。但是，既有研究主要还是通过传统权力理论与制度理论的综合来展开分析的。[④] 而从量子科技视角来看，颠覆性

① 量子理论不仅在微观物理层面否定了牛顿力学的大部分内容，也在宏观层面挑战了经典的空间与时间概念。参见：Der Derian James, Alexander Wendt. Quantum International Relations: A Human Science for World Politics[M]. Oxford: Oxford University Press, 2022: 3-24.

② 当下，国内区域国别问题研究偏重对研究对象的历史、社会、语言文化等领域的在地研究，但同时还应该认识到的是，由于“希格斯场”作用的存在，许多国家的外交与互动行为呈现出跨区域性和全球联动性特点。

③ 这种现象类似于量子纠缠中的非局域关联：日本的行为并非被动响应，而是通过感知美国的权力叠加态（同时具备盟友保护与所谓“潜在威胁”的双重属性），自发调整自身位置以实现其认为有利的战略转换。

④ 张发林. 国际制度性权力：现实制度主义与国际秩序变迁[M]. 上海：上海人民出版社，2024：9-21.

中国知网 https://www.cnki.net

技术在驱动权力本身的技术化转型时，[①]也进一步改变了技术权力向制度性权力转化的方式，在重塑多边主义与强化结构不平等方面彰显本体论张力。在量子思维中，全球治理中的国际制度性权力将表现出“非决定性权威”特征。霸权稳定论假设，霸权国通过可预测的强制与诱导维持国际秩序，而量子思维则提示我们，国际权力的制度化并不完全是单一中心自上而下安排的结果，而是在多个参与者持续互动、战略测量和行为反馈中不断生成的过程。若将国际权力行使视为类似“波函数坍缩”的隐喻过程，那么治理结果并不是预先给定的，而是依赖于参与者在特定情境中的判断、选择与互动。由此，本体论层面的变化也会动摇西方功能主义与制度主义对于国际组织理性运行和制度稳定性的部分假设。从积极的角度看，联合国多边机制可以被理解为一种可能走向“量子多边主义”的治理形态，并重新探索全球治理中多主体共同参与和多重现实路径并存的可能。在这一意义上，量子博弈模型以及 Shor 算法、Grover 算法等量子算法所体现的并行性、搜索能力和路径优化思维，有助于超越纳什均衡的静态理性想象，为未来集体决策机制提供某种启发，以更好容纳不同主体、不同议题和不同路径之间“随机坍缩”所隐含的意外性与非线性。

由此，若将国际秩序构建简化为“国际权力互动”的制度化过程，那么更应该将国际权力本身视为典型的“量子纠缠互动”。权力分布不再只是清晰的“中心—外围”结构，而是呈现出一定的非局域性、模糊性和不确定性；权力变化也不再完全依循线性累积路径，而可能出现类似量子“隧穿”的突破性变化。在量子科技视角下，经典理论中的“中心—外围”二分法国际权力观将被进一步淡化和改变，真正的多边主义国际秩序构建也因此获得新的理论想象空间。但同时也必须看到，弱势国家行为体固然可能通过类似概率“隧穿”的方式实现国际影响力的跃迁式放大，而既有霸权国也可能通过量子科技强化和固化自身权力优势，进一步放大结构不平等。少数发达国家如果凭借量子科技能力优化资源配置、风险预测、基础设施和标准制定，就可能进一步强化其在国际体系中的议程设置能力和制度性权力。弱势国家则可能因技术能力不足而陷入新的“量子依附陷阱”。进而，非国家行为体，如跨国科技巨头凭借技术权力可成为准主权实体，其对量子科技基础设施的把控将进一步颠覆国家中心主义范式，使国际权力制度化从单一国家权威转向混合权威模式，带来权力多主体化和新兴领域国家安全问题。[②]

① 余南平，栾心蔚. 论人工智能监管：国家—市场关系视角下的人工智能技术权力[J]. 世界经济与政治，2025(6)：31-59.

② 余南平，栾心蔚. 论人工智能监管：国家—市场关系视角下的人工智能技术权力[J]. 世界经济与政治，2025(6)：31-59.

中国知网　https://www.cnki.net

五、量子科技对全球安全的重构

量子科技作为一种颠覆性技术力量，在释放变革生产方式的物质力量的同时，也正在重塑国际权力结构、权力互动方式以及国家安全逻辑。由此，这一技术必然深刻嵌入全球战略竞争与安全博弈，并带来新兴领域的国家安全问题。就大国间战略竞争和安全博弈看，从量子计算超高速处理能力到量子通信的高安全加密能力，再到量子传感的无缝探测能力，量子科技像一张无形的网缠绕着国家间的权力博弈，催生出全新的地缘政治景观。在量子科技时代，大国不再仅凭借核武器或传统规模经济角逐国际权力，而是可以通过颠覆性技术的优势来定义未来的规则。①

首先，量子科技战略竞争正在推动大国安全布局从“技术领先”转向“安全重构”。量子科技已不再仅仅是实验室里的前沿探索，而是被视为构建未来产业空间、国家安全能力和战略竞争优势的核心引擎。作为全球科技霸权的维护者，美国正通过一系列严密的战略部署，将量子科技从“科学幻想”推向经济竞争力和国家安全的“新高地”。近年来，美国持续强化量子科技战略布局，②通过庞大的联邦财政支持加速量子科技的基础研发。③ 除资金保障外，美国行政部门也采取了更为具体的行动。④ 欧盟则通过“量子旗舰计划”试图扮演平衡者角色，其积极投资量子网络，以避免在中美量子科技竞争中被边缘化。⑤ 面对日益激烈的全球地缘战略竞争与博弈，美国与欧洲的量子科技发展战略重心

---

① 在量子视角下，国际权力博弈的创新之处在于“量子元博弈”。谁的量子基础设施完善，谁的算法更优，谁就掌握主导权和叙事权。

② 2018年的《国家量子倡议法案》(National Quantum Initiative Act)推动了美国量子战略从基础研究到商业化的转型。参见：National Quantum Initiative Act[EB/OL].(2018-12-21)[2025-11-21]. https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/6227.

③ 美国2025财年补充报告显示，联邦量子信息科学(QIS)研发预算请求高达9.98亿美元，实际支出从2019年的4.56亿美元增长至2024年的10.06亿美元。参见：National Science & Technology. National Quantum Initiative Supplement to the President's Fy 2025 Budget[R/OL].(2024-12-01)[2026-01-03]. https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2024/12/NQI-Annual-Report-FY2025.pdf#:~:text=About%20this%20Document.%20This%20document%20is%20a,the%20National%20Quantum%20Initiative%20Act.%20Copyright%20Information.

④ 如美国能源部采取了极具针对性的量子科技体系建设策略。美国能源部2025年11月宣布，投入6.25亿美元续签资金，用于5个国家量子信息科学研究中心(NQISRCs)的建设，支持量子硬件、算法和应用开发，覆盖超导、离子阱和中性原子等技术。参见：The U.S. Department of Energy. Energy Department Announces $625 Million to Advance the Next Phase of National Quantum Information Science Research Centers[EB/OL].(2025-11-04)[2026-03-09]. https://www.energy.gov/articles/energy-department-announces-625-million-advance-next-phase-national-quantum-information

⑤ 欧盟内部的战略取向正如量子叠加态一般呈现不确定性。如法国侧重军事应用，德国偏向商业化，这种分歧可能使欧盟量子战略在关键时刻“坍缩”为失效状态。参见：Ryszard Romaniuk. European Quantum Strategy—Global and Local Consequences[J]. International Journal of Electronics and Telecommunications, 2023, 69(1): 199-206.

中国知网 https://www.cnki.net

也开始从单纯的“技术领先”扩展至“防御性安全优先”。这一变化深刻反映出量子科技正在成为国家安全体系中的“基础性变量”，其正逐步改变国家安全能力的生成方式与运行机制。

美国国会提交的《2025 年量子准备与创新法案》(Quantum Readiness and Innovation Act of 2025)标志着美国量子战略思维的重大转变。2026 年 5 月，美国商务部与美国 9 家量子科技企业签署了总额达 20 亿美元的投资意向书，要求其中 7 家受资助量子科技企业向政府让渡少数非控制性股权，[①]并同步推动 GlobalFoundries 与 IBM 各自牵头建立独立的量子晶圆代工厂。[②] 随后，法国总统马克龙也宣布，追加 10 亿欧元注入“国家量子战略”计划，并呼吁欧盟构建不受域外法律约束的自主量子生态。上述两份公告虽横跨大西洋，却在本质上共享一致的战略叙述。[③]

2026 年 6 月 22 日，特朗普签署第 14409 与 14411 号总统令，分别从后量子密码强制迁移、量子科技全链条布局维度出台国家级管控与发展政策，旨在确保美国在量子科技领域的全球领导地位。[④] 而在欧洲，法国宣布的 10 亿欧元新增资金则有相当一部分是通过法国武装部队的“比邻星”(Proqcima)项目落地的，法国向 Pasqal、Alice&Bob 等 5 家本土企业定向采购量子科技设备。这一安排的本质，是将安全防御订单作为“第一客户”，以军事和安全需求牵引本土量子产业能力成长。同样，中国政府已明确将量子科技列为六大未来产业之首，并将其视为新质生产力构建的重要组成部分。[⑤] 全球主要国家围绕量子科技展开的政策布局，表明量子科技正在从基础研究和产业培育议题转变为国家安全体系重构的重要支点。它一方面通过重塑国家创新体系和未来产业构建新的经济基础，另一方面也可能催生国家战略科技“关键新威慑力量”的形成，进而推动国家安全观、国际权力关系和国际秩序结构发生连锁变化。

---

① 美国政府在量子科技领域反传统的“股权换产能，政府下场当股东”的“新美国模式”，凸显了量子科技正在从国家科研事项转变为大国战略竞争的核心制高点。

② U. S. Department of Commerce. Department of Commerce Announces Letters of Intent with 9 Companies for $2 Billion to Accelerate U. S. Leadership in Quantum Computing[EB/OL]. (2026-05-21)[2026-06-08]. https://www.nist.gov/news-events/news/2026/05/department-commerce-announces-letters-intent-9-companies-2-billion.

③ France 24. France Announces Billion-Euro Boost for Quantum Computing[EB/OL]. (2026-05-22)[2026-06-08]. https://www.france24.com/en/live-news/20260522-france-announces-billion-euro-boost-for-quantum-computing.

④ 参见：The White House. Executive Order 14409—Securing the Nation against Advanced Cryptographic Attacks[EB/OL]. (2026-06-22)[2026-06-28]. https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2026/06/securing-the nation-against-advanced-cryptographic-attacks；The White House. Executive Order 14411—Ushering in the Next Frontier of Quantum Innovation[EB/OL]. (2026-06-22)[2026-06-28]. https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2026/06/ushering-in-the-next-frontier-of-quantum-innovation/.

⑤ 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议[EB/OL]. (2025-10-28)[2026-06-08]. https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_12386/202511/content_7047415.html.

中国知网　https://www.cnki.net

其次，量子科技作为未来产业，正在重塑国家战略与安全能力的生成基础。与核武器主要通过战略威慑塑造国家安全能力不同，量子科技与人工智能一样呈现出高度军民两用性，既能够推动未来产业发展，也能够放大国家战略与安全能力。未来国家战略能力的形成，越来越离不开作为国家经济基础的产业发展。相关研究分析已经显示，“十五五”期间，中国量子科技预计将催生万亿级市场规模，推动传统产业向量子科技主导的未来产业转变。① 而至2030年，全球量子科技市场规模预计将突破2200亿美元，其中中国占比将超过40%。② 面对如此巨大的量子科技未来产业空间，美国科技巨头也正在政府的推动下加大投入，并以差异化的技术路径形成“技术赛马”机制，竞相争取新的突破。此外，为了弥补企业研发周期长的短板，美国高校还与国防机构紧密合作，形成独特的“产学研”闭环。麻省理工学院和哈佛大学依托各自的量子工程中心和超冷原子实验室，深入研究纠错算法与多体物理问题，并积极孵化初创公司。美国国防部高级研究计划局还设立了“量子基准测试计划”(QBI)，选定11家公司进行概念验证，目标是在2033年前实现实用容错量子计算机的发展。③

中国则致力于工程化层面的持续突破。例如，第三代自主超导量子计算机的研制，标志着中国量子科技的发展从量子比特操控向实用计算力的跨越。中国量子通信网络通过量子密钥分发与纠缠网络部署，构建安全信息传输的产业空间，并推动金融、政务与国防领域的信息安全能力提升与关键基础设施体系重构。同时，中国量子精密测量也扩展至传感与成像技术，形成高精度检测的产业集群。由此，量子科技不是一个孤立的科研领域，而是可以作为“量子价值链”产业集群加以培育。它在构建新的经济基础的同时，也将战略能力、安全能力和产业能力更加紧密地结合起来，并由此带来因量子科技“隧穿”而产生的新兴领域国家安全问题。

作为未来产业形成的战略能力，量子科技之所以会进一步转化为国家安全能力，关键在于其高度的军民两用属性，这种特殊属性决定了其发展不可避免地会嵌入国家安全逻辑。回溯历史，量子科技发展本身就是“和平愿景与战争需求交织”的产物。量子科技的武器化是其作为通用技术的必然逻辑：从技术演进的历史来看，具有重大战略价值的

① 戢仕铭.未来产业的全球竞争格局：特征、范式与新增长空间重构[J].社会科学，2026(6)：36-51.

② MarketsandMarkets. Quantum Computing Market Size, Share & Trends[R/OL].(2025-09)[2026-07-08]. https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/quantum-computing-market-144888301.html.

③ Darpa. QBI: Quantum Benchmarking Initiative[EB/OL].(2026-03-09)[2026-05-18]. https://www.darpa.mil/research/programs/quantum-benchmarking-initiative.

中国知网 https://www.cnki.net

新型通用技术，最终皆不可避免地走向军事化应用。[①] 当下，量子科技同样也正在系统性地重构国家战略与安全能力。在军事维度上，美国国防部高级研究计划局“量子基准测试计划”已经提出了量子科技军事应用的时间节点。量子雷达技术可提升对隐身目标的超远距离探测能力，量子导航系统则可能提供不依赖 GPS 的高精度定位能力，从而形成“量子增强”的战场感知优势。而在经济维度上，量子优化算法可能重构全球供应链网络和金融市场定价机制，形成“控制标准即控制未来”的战略竞争格局。

量子科技推动安全重构的更深层机制在于，它在改变国家单项军事技术或产业技术能力的同时，使国家战略与安全能力日益依赖未来产业体系与关键技术基础。在这一过程中，国家安全能力不再仅由传统军事力量或信息能力决定，而是与量子科技所支撑的产业能力、基础设施能力和技术转化能力深度耦合，并由此催生出新的安全风险形态。

最后，量子科技带来的安全结构重构也进一步放大了国际安全治理难题。历史与现实均表明，任何颠覆性技术发展都会带来国际安全治理问题，并涉及国际秩序的构建。如核武器发展带来了国家间《不扩散核武器条约》，也带来了因核武器发展而引发的地缘紧张局势和战争冲突。同样，人工智能的快速发展也带来了权力不平等加剧等问题。[②] 与此类似，量子科技发展的国际安全治理难题集中体现在两个层面：一方面，由于技术高门槛的现实存在与技术工具化的潜在预期，量子科技目前主要由全球少数大国和少数领先企业在相互隔离的状态下推进，并未在技术与产业发展的早期阶段产生广泛意义上的国际科技交流与合作。例如，谷歌、IBM 等领先公司虽然会在国际学术期刊或公开平台上宣布相关量子科技研发成果，但通常并不会完全公开核心技术细节。另一方面，从理论上看，量子科技作为一种创新动力，可以拆解旧生产函数，并构建新范式和增长模型，[③]这有助于量子科技广泛应用于天气预报、新药研发、金融信息传递、导航定位和工业生产等领域。但在现实中，量子科技又很容易被优先嵌入军事、安全和战略竞争场景，并由此放大其作为“战略级安全技术”的风险。

从国际安全治理的角度看，量子科技的发展并不只是带来合作机遇，而是在开放合作与安全防范之间形成新的张力。这将集中引发技术扩散路径上的不确定性，以及各国对量子科技战略属性认知的差异。不同国家基于自身安全需求与发展阶段，对量子科技的定位存在明显分歧：有的将其视为推动经济增长与科技进步的关键基础设施，强调开

① 量子科技早期的历史一直被“和平愿景与战争需求割裂”。20 世纪 40 年代，曼哈顿计划将量子理论转化为核武器，这标志着量子基础科学向军事应用的首次系统性转化。冷战时期，量子测量理论与不确定性原理被转化为国家战略防御系统的核心算法基础。当代的量子科技延续了军民两用属性，进而构成了“量子霸权”战略威慑力量的基础。

② 余南平. 通用人工智能时代的国际权力重塑[J]. 中国社会科学，2025(4)：41-59.

③ 王瑞，范德成. 技术进步视角下 C-D 生产函数的量子扩展模型构建[J]. 统计与决策，2017(7)：9-14.

中国知网　https://www.cnki.net

放合作与技术共享;有的则更倾向于将其界定为具有颠覆性潜力的战略安全技术,从而强化技术管控与安全防范。这种认知差异直接影响着各国在量子科技领域的政策选择,导致国际合作中不确定性与制度协调难度上升,并可能出现新的"极式"结构。美国可通过"量子霸权"继续维持单极优势,中国也可通过"量子纠缠"秩序构建推动多极化发展,进而形成未来国际秩序重构的"量子版本"。这就要求政界与学界以量子思维构建对国际秩序与安全的新理解,整合纠缠与不确定性,推动国际治理的有效变革,以保障国际秩序的稳定与平衡。

六、结语

2019年,谷歌的"量子霸权"实验演示标志着量子科技计算时代的开启。虽然当下量子科技本身的发展似乎尚未迎来属于自身的"ChatGPT式"高光时刻,但如同人工智能发展的技术逻辑一样,量子科技发展同样具有"涌现"的不可预测特质。可以确定的是,未来量子科技将无处不在。量子科技变革在当下全球战略竞争与博弈中发挥着怎样的作用?量子科技的潜力究竟会以开放式国际主义的自然科学形式得以达成,还是会沦为封闭式民族主义的"战略型技术"与"武器级工具"?不同领域的学者对此意见不一。但这丝毫不影响我们以量子思维和量子世界观去观察思考未来国际秩序的重构。而就量子科技的潜在能力而言,量子纠缠叠加的概率状态(从0到1)与基于传统二进制状态(0或1)数字比特的系统相比,在速度、规模和进度方面均呈现出指数级别的优势。[①] 由此,对于国际秩序变革中的国家与非国家行为体而言,谁先进入量子科技创新的下一个阶段,谁就将在国际秩序中引入新的、不稳定的非对称性。[②]

由于生物基因的限制,人类或许永远无法洞悉亚原子层面的量子奇异现象。潜在的量子科技变革在当下仍然面临着过于微观或者抽象的理解困境,以至于其在物理学等学科之外仍难以被充分严肃对待。在量子世界,粒子能够同时处于两个位置,并以难以预测的方式跨越时空维度而相互纠缠。这些反直觉的特性,在经典物理观察层面往往会变得不相干、坍缩或消失。但在一个被纠缠性、深度不确定性以及战争与和平叠加所标记的世界里,量子思维对于帮助人类更好地理解今天与未来具有重要意义。量子思维提供了一种卓越的认知方式、存在方式和实践方式,也为研究国际政治和国家安全提供了新的认知工具。从对社会科学研究新范式的影响来看,量子科技意味着一种伦理上和现实中的必然。当观测改变了所观测到的现实时,政治家与学者们需要以更细致、更严肃的

① 潘建伟.量子信息科技的发展现状与展望[J].物理学报,2024(1):7-14.

② Krelina Michal. Quantum Technology for Military Applications[J]. EPJ Quantum Technology,2021,8(1):24.

中国知网 https://www.cnki.net

态度对待观测结果，并作好迎接一场可能重塑国际秩序的量子科技转型的准备，以回应基欧汉当年所言的“世界政治研究中的大问题”。

参考文献：

[1][英]布莱恩·克莱格.量子物理学的世界[M].戚竟，王洁素，译.电子工业出版社，2020.

[2]曹文山，刘永涛.量子思维与国际关系研究：一个基本观察[J].理论月刊，2023(8).

[3]陈纳慧.国际关系学的“关系转向”：本体论的演进与方法论意义[J].国际政治研究，2022(1).

[4]高奇琦，陈志豪.从安全困境到全球治理：量子科技的国际政治博弈[J].国际展望，2021(4).

[5]马骏.国际关系中的“权力”问题—关系性权力观的视角[J].国际政治研究，2007(4).

[6]秦亚青.知识观重建与国际关系理论的发展进路——以三大理论批判为例的分析[J].中国社会科学，2022(9).

[7][美]肖恩·卡罗尔.寻找希格斯粒子[M].王文浩，译.长沙：湖南科学技术出版社，2018.

[8]余南平，栾心蔚.论人工智能监管：国家—市场关系视角下的人工智能技术权力[J].世界经济与政治，2025(6).

[9]余南平.全球价值链对国际权力的形塑与影响[J].中国社会科学，2022(12).

[10]余南平.通用人工智能时代的国际权力重塑[J].中国社会科学，2025(4).

[11]张翌然，余南平. 可控核聚变与全球地缘政治重塑[J].世界经济与政治论坛，2025(5).

[12]Alexander Wendt. Quantum Mind and Social Science: Unifying Physical and Social Ontology [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

[13]Der Derian James, Alexander Wendt. Quantum International Relations: A Human Science for World Politics[M]. Oxford: Oxford University Press, 2022.

[14]Hoofnagle C. Jay, Garfinkel Simson. Law and Policy for the Quantum Age[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

[15]Jerome R. Busemeyer, Peter D. Bruza. Quantum Models of Cognition and Decision[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

（责任编辑：孙灿）

中国知网　https://www.cnki.net

ABSTRACTS

1 Quantum Technology Development and the Transformation of International Relations

YU Nanping & JI Shiming

Without an understanding and interpretation of quantum mechanics, the reconstruction of the international order brought about by nuclear weapons and the information revolution since the twentieth century would have been inconceivable. At present, wide-ranging advances in quantum technology across the fields of computing, communication, and measurement have already demonstrated the accelerating innovation of disruptive technologies, accompanied by an intensifying "quantum race" among major powers, large technology enterprises, and academic institutions. The asymmetric advantages generated by quantum technology development and the quantum technology industry will transform social modes of production in the form of disruptive technologies, thereby affecting the global balance of strategic forces and the security landscape. In a world already marked by global interconnectedness, deep uncertainty, and the superposition of war and peace, an accurate understanding of the impact of quantum technology on the international order requires moving beyond the linear causal worldview guided by classical physics and establishing a new explanatory framework for international political science characterized by the paradigms of entanglement and coherence. At the same time, it is necessary to break through the classical explanatory frameworks of traditional Western international relations theories and to use quantum thinking to reshape the cognitive tools, ethical frameworks, and security strategies essential for understanding the transformation of world order. This also entails encouraging both the political and academic communities to construct a new understanding of international order and security based on quantum thinking, so as to facilitate effective changes in global governance and the stability and balance of the international order.

24 New Space Infrastructure and the Astropolitical Competition Among Great Powers

MA Jianying & YU Zongyao

Space has always been a strategic focal point in the competition among great powers. In the era of "Space 4.0", driven by technological innovation and commercial space activities, new elements in space exploration such as reusable rockets, low Earth orbit satellite constellations, and on-orbit service and maintenance systems have consistently emerged, sparking a global wave of investment in new space infrastructure. The development of this new space infrastructure reflects a trend toward extending global infrastructure from Earth to space; it represents a shift in the space industry from an era dominated by national efforts in exploration to one centered on commercial operations. As competition among major powers intensifies, this new space infrastructure, with its significant economic, power-related, and security implications, has become a strategic frontier where major countries and blocs are vying to establish a presence. The United States, the European Union, and China are the main forces driving the development of such infrastructure, each adopting its own approaches in terms of policy formulation and implementation. The competition over this infrastructure will not only reshape the global economic landscape but also give rise to new patterns of space competition, new risks related to space security, and new challenges in space governance. Therefore, China should accelerate its efforts to develop this new space infrastructure, actively participate in global space governance, and contribute China's wisdom and strength to the construction of a community with a shared future for mankind in outer space.

中国知网 https://www.cnki.net