

范式耦合与新型计算混合算法的实践逻辑

沈佳怡

南京农业大学马克思主义学院, 江苏 南京

收稿日期: 2026年9月16日; 录用日期: 2026年10月7日; 发布日期: 2026年10月19日

摘要

新型计算的发展并未简单表现为经典计算范式的替代, 而是在现有技术条件下形成了新型计算与经典计算相互依赖的混合实践结构。本文以“范式耦合”为核心概念, 从新型计算与经典计算在确定性、局域性以及信息处理方式上的结构差异出发, 分析二者在混合算法中的功能分工及其工程基础。研究表明, 变分特征求解器(VQE)、新型近似优化算法(QAOA)等混合算法以新型计算处理单元承担特定计算任务, 以经典优化与控制环节完成参数更新、反馈和误差处理, 使具有不同理论基础的计算范式在功能层面形成协同。与此同时, 混合算法仍面临贫瘠高原、新型-经典接口开销、噪声传播以及控制参数规模增长等现实约束, 这些问题表明范式差异不仅体现为理论层面的概念差异, 也具体表现为算法设计、系统控制和工程实现之间的协调难题。由此, “范式耦合”可作为理解新型计算当前发展阶段的一种分析框架, 其重点不在于判断新旧范式的替代关系, 而在于解释不同计算范式如何通过功能互补形成可运行的技术系统。

关键词

范式耦合, 新型计算, 混合新型-经典算法, 工程实践, 科学理性

Paradigm Coupling and the Practical Logic of Emerging Computing Hybrid Algorithms

Jiayi Shen

School of Marxism, Nanjing Agricultural University, Nanjing Jiangsu

Received: September 16, 2026; accepted: October 7, 2026; published: October 19, 2026

Abstract

The development of emerging computing has not simply manifested itself as a replacement for the classical computing paradigm. Instead, under current technological conditions, it has given rise to a hybrid practical structure in which emerging computing and classical computing are mutually

文章引用: 沈佳怡. 范式耦合与新型计算混合算法的实践逻辑[J]. 哲学进展, 2026, 15(10): 205-211.

DOI: 10.12677/acpp.2026.1510479

dependent. Taking “paradigm coupling” as its core concept, this paper examines the structural differences between emerging computing and classical computing in terms of determinism, locality, and information processing, and analyzes their functional division and engineering foundations in hybrid algorithms. The findings show that hybrid algorithms, such as the Variational-Quantum-Eigensolver (VQE) and the emerging approximate optimization algorithm (QAOA), employ emerging computing processing units to perform specific computational tasks, while relying on classical optimization and control mechanisms for parameter updates, feedback, and error handling. In this way, computing paradigms with different theoretical foundations achieve functional coordination. Meanwhile, hybrid algorithms still face practical constraints, including barren plateaus, emerging-classical interface overhead, noise propagation, and increasing control complexity. These challenges indicate that paradigm differences are manifested not only as conceptual distinctions at the theoretical level, but also as coordination problems among algorithm design, system control, and engineering implementation. Accordingly, “paradigm coupling” can serve as an analytical framework for understanding the current development stage of emerging computing. Its focus is not on determining the replacement relationship between old and new paradigms, but on explaining how different computing paradigms form workable technical systems through functional complementarity.

Keywords

Paradigm Coupling, Emerging Computing, Hybrid Emerging-Classical Algorithms, Engineering Practice, Scientific Rationality

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 范式耦合的提出及问题背景

计算科学的常规科学范式由艾伦·图灵(Alan Turing)在 1936 年提出的图灵机模型奠定。该模型以其抽象的、基于离散状态和有限资源的结构定义了可计算性的边界[1]。这一经典范式在哲学上倾向于确定性与局域性，实则是对机械论形而上学的符号论证与实践投射。它坚信物理世界是可被主体间性地完全分解、精确模拟的逻辑实在，从而构建了一种自然哲学，即自然是可被还原为离散逻辑和有限步骤的机器。图灵机的成功不仅确立了计算的工具理性，更在无形中定义了一种世界的观照方式，将计算本身提升为了理解世界的根本范畴。

然而，这种机械论的普适性假设，遭遇了根本性的挑战。理查德·费曼(Richard Feynman)于 1981 年指出，要精确模拟一个由 N 个量子粒子组成的系统，所需资源会随之呈指数级增长[2]。这种在特定领域内效率的指数级崩溃，不只是简单的技术瓶颈，更是对经典范式普适性及本体论基础的根本性质疑，构成了范式异常的哲学根源。戴维·多伊奇(David Deutsch)在 1985 年进一步主张，由于经典物理学本身是不完备的，只有量子理论才能提供对物理世界更准确的描述[3]。费曼和多伊奇的论断将经典计算的失败提升为对决定论哲学基础的失效证明，这意味着计算的失败已不再是计算效率的问题，而是计算所基于的物理本体论的完备性出了问题，构成了新范式在形而上学层面诞生的先决条件。

托马斯·库恩(Thomas Samuel Kuhn)在其著作中提出，科学发展经历了周期性的转换，其特征在于非累积性、深刻的不可通约性以及新范式对旧范式核心假设的修正[4]。然而，这虽然深刻地反映了认识论上的断裂，但往往忽略了科学史进程中时间维度上的历史连续性，即新事物总是从旧事物中辩证地生长出来。

正是对库恩断裂性描述的实践反思，催生了本文的核心哲学关注点。本研究首先明确提出核心问题：库恩的理论在新型计算时代是否仍然适用？在当代技术主导的科学实践中，对这种断裂性描述的反思引向了更深层的哲学追问。基于此，本文引入“范式耦合”的概念，旨在弥补库恩模式在当代高技术科学中的局限性。范式耦合描述了本体论基础相悖的范式如何在工程实践中实现功能上的协同与共存。这种机制表明，旧范式并非是残骸，而是新范式结构中的工具理性锚点。范式耦合的哲学定位是后经验时代的实践哲学，其核心在于将科学理性的合法性来源从纯粹的实在论或逻辑经验论，转向由工程实践的有效性与功能性所主导的新型理性形态。这种协同是被技术现实对理论哲学的强制修正所驱动的实践必然性，其目的是在不统一本体论的前提下，通过实践活动统一实践理性，构建功能层级的双态系统。

2. 经典计算与新型计算的范式差异

新型计算与经典计算之间的差异，首先体现在信息表示和计算过程的物理基础上。经典计算是对确定性、定域性世界的逻辑摹写。它的成功建构了人类对世界的经典自然观，即世界是一个可被精确定量计算和预测的机械实在。然而，量子力学在 20 世纪 20 年代的诞生，引入了叠加态、纠缠态和非定域性，颠覆了经典计算所依赖的定域性、确定性本体论基础。

在 21 世纪，“计算”已成为认识事物、研究问题的一种新视角、新观念和新方法，它的哲学地位升维要求研究者重新审视计算背后的本体论承诺[5]。量子计算与经典计算的冲突，实则是宇宙观与本体论的剧烈之争：世界究竟是确定性的图灵机，还是概率性的量子系统[6]？在数字时代，底层的计算模型实际上已充当了事实上的宇宙学模型。图灵的遗产是将计算定义为可知的和可预测的边界，而经典计算在模拟量子过程中的指数级失败则证明了支撑经典计算的机械论形而上学和决定论哲学的不足，迫使科学界对计算这一根本哲学范畴进行结构性重审。量子计算的诞生，标志着人类对现实世界的模型，正从机械的钟表宇宙转向了一个相互关联、非定域的信息实在。量子计算机因此不仅仅是一台更快的机器，更是对一种此前无法被经典计算有效描述的本体论的物理实现[7]。

在经典领域中，人们往往坚信局域因果律，相信物体具有个体性或定域性，相互作用过的物体一旦分离开来，就会彼此独立地存在。但量子纠缠现象意味着相互纠缠的粒子，即使远隔万里也能产生即时的相互影响，这种关联是一种纯粹关联，不能根据传统的因果相互作用来理解，只有诉诸于数学才能理解这种非分离的整体性[8]。爱因斯坦曾对量子力学深感困惑，认为这抽走了物理学的理论基石。这种动摇揭示了经典本体论的形而上学基础瓦解[9]。保罗·贝尼奥夫(Paul Benioff)和戴维·多伊奇(David Deutsch)正是通过将量子态和纠缠态确立为可操纵的计算资源，从而为新范式奠定了非定域性本体论基石。

贝尼奥夫在 1980 年提出了首个量子力学图灵机模型，将经典图灵机的内部状态替换为希尔伯特空间中的纯态或混合态，将转移函数替换为酉矩阵，从而在理论上确立了量子系统具备通用计算的能力。多伊奇在 1985 年进一步提出了通用量子计算机的概念，主张每一个有限可实现的物理系统都可以被一个通用计算模型完美模拟，而只有量子理论才能满足这一原则。这些工作证明了量子力学的叠加态和纠缠态并非仅仅是物理现象，而是可以被编码和操纵的计算资源，为新范式奠定了统一的理论基础。

经典计算范式中量子物理系统模拟的指数级失败构成了长期积累的理论异常，是对旧范式普适性的根本性质疑。然而，仅有理论上的模拟失败不足以构成库恩所言的危机。真正的危机在于这种理论上的指数级差距被转化为对核心信息安全工具理性的现实威胁。彼得·秀尔(Peter Williston Shor)算法的提出，展示了量子计算机如何以多项式时间解决大数因数分解问题[10]。这种颠覆性威胁，使得指数级效率危机从理论的抽象领域推入了现实世界，对基于计算困难性的现代加密体系构成了系统性的、无法在旧范式内部解决的范式危机。秀尔算法引发的危机本质上是对经典工具理性合法性的挑战，是本体论危机向实践领域扩散和升级的关键一步。这是对以效率和安全为核心的经典工具理性的挑战，为新旧范式

间的结构性协同的哲学探讨提供了坚实的起点。

3. 新型计算从理论到实践的技术演进

新型计算的发展经历了从理论模型到实验系统，再到面向实际任务的算法探索过程。秀尔在 1994 年发表了量子因数分解算法，展示了量子计算机如何以多项式时间 $O((\log N)^3)$ 解决大数因数分解问题，与传统上最快的经典算法进行计算而花费的时间相比，量子计算机的计算速度呈现了指数级提升[11]。这一指数级飞跃将长期积累的理论异常，转化为对核心信息安全工具理性的现实威胁。现代加密体系是建立在某些问题计算困难性的基础之上，而秀尔算法的成功则系统性地挑战了经典计算作为基础安全工具的合法性，使得指数级效率危机从理论的抽象领域推入了现实世界，构成了对旧范式核心工具理性合法性的挑战。这是本体论危机向实践领域扩散和升级的关键一步。

洛夫·格罗弗(Lov Grover)在 1996 年提出了量子搜索算法。该算法能在 $O(\sqrt{N})$ 的时间内从一个包含 N 个条目的无序数据库中找到特定目标。相较于经典算法在最坏情况下需要 $O(N)$ 次操作，实现了二次方加速[12]。它表明了量子计算可以在基础的、通用性的计算任务上系统性地超越经典算法，为新范式的商业化和实践潜力提供了依据。

量子计算从理论走向实践的最大障碍是量子态因退相干和噪声而极易被破坏。秀尔在 1995 年首次提出了量子纠错(Quantum Error Correction, QEC)的具体方案，解决了这一核心难题。QEC 的哲学意义在于，它证明了量子信息尽管不可克隆，但依然可以通过编码与测量实现纠错，从而消除了量子计算在原理上因退相干而无法实现的疑虑。QEC 充当了从理论飞跃到新常规科学之间的理性衔接点。它将对量子不确定性的认知纳入了可控的实践框架，把本体论上的非定域性资源，转化为认识论上可操作、可控制的计算结构，完成了新范式建构结构理性的第一步。

后经验时代的科学哲学需要超越各种二分观念，如理论与观察、主体与客体的二分[13]。量子力学不是物理学家从实验现象中抽象归纳的产物，而是他们打破经典概念框架的束缚，凭借直觉思维进行概念创造的结果。因此，科学哲学需要将论域空间从科学的辩护域境扩展到科学的发现域境，从关注理论理解扩展到关注实践理解，而“范式耦合”正是对这一哲学转向的实践回应。“范式耦合”通过工程实践，将本体论上相互排斥的量子与经典不可分割地耦合在一起，创造出一种新的实践理解，从而为后经验时代的科学哲学范式重建提供了结构性实例。

4. 新型计算优势与实践价值的重构

新型计算从实验验证走向实际应用，需要同时满足算法有效性、硬件可靠性和系统可控性等条件。尤其是在当前设备规模和容错能力仍有限的情况下，单纯依靠新型计算处理单元完成完整计算流程具有较高难度。因此，新型计算研究逐渐形成了以新型计算处理与经典处理协同为特征的技术路线。

20 世纪 90 年代末，量子计算开始由理论走向实验验证，标志着新范式获得了实验可行性的初步合法化。以核磁共振和离子阱为代表的实验共同体的形成，本质上是对新本体论在物质世界中建构实在的努力。例如，研究团队在 1998 年利用核磁共振量子计算机首次在实验中成功运行了多伊奇算法。这一成果不仅是数学模型的验证，更是量子本体论的物质化与经验性证实。它证明了基于非定域性原理的计算过程能够在可感知、可重复的物理系统中被实现，从而完成了新范式在经验合法性上的关键跨越。离子阱等技术路线在相干时间、门操作保真度上的追求，旨在将理论上颠覆常识的量子实在，纳入到人类实践理性的可控范围。

自 21 世纪 10 年代以来，研究焦点转向了构建具有实用前景的大规模量子计算机，引发了围绕新范式成功标准的激烈争论。谷歌(Google)在 2019 年宣称其量子比特的“悬铃木”(Sycamore)处理器在 200

秒内完成了一项任务，而据其估计，最强大的经典超级计算机需要 1 万年才能完成[14]。谷歌将这一成就定义为量子计算机在某个特定问题上首次无可争议地超越了所有经典计算机。谷歌选择的随机电路采样任务被设计成对经典计算机极为困难，尽管其本身并无直接实用价值。这一宣称立即引发了国际商业机器公司(International Business Machines Corporation, IBM)等机构的反驳。IBM 的研究人员指出，通过对经典模拟算法进行优化，特别是利用顶点(Summit)超级计算机的庞大内存和张量网络收缩方法，完成同样任务所需的时间将从 1 万年骤降至 2.5 天。此后，其他研究团队也通过改进模拟方法，进一步缩短了经典计算所需的时间[15]。

这场争论的核心，并非计算时间的简单数字对比，而是新旧范式本体论承诺与实用价值之间的深层哲学张力。谷歌的主张，是在本体论层面宣告新范式对旧范式的超越，即便这种超越是基于一个非实用的校准性问题。而 IBM 等提出的量子优势概念，则强调只有当量子计算机解决了有用的、实际的商业或科学问题时，其价值才真正凸显。这反映了科学共同体在范式转换中，对于理性合法性来源的认知分歧：科学合法性是基于纯粹的本体论突破，还是基于工具理性的实用性与社会价值？科学标准的确定权正在由纯粹的理论验证和内部校准，转向以实践效果和外部社会价值为导向。在这一阶段，确定科学新标准的权力正在转移，实践的价值重塑为科学共同体奠定了新的社会哲学基础。因此，在量子转向引发的阶段，科学合法性的标准正由纯粹的本体论突破转向以实用性、社会价值和工程有效性为主导的实践理性。

这种变化使新型计算优势的评价从单一的理论计算复杂度比较，进一步转向具体问题中的综合性能比较。一个算法是否具有实际价值，不仅取决于新型计算电路的理论加速，还与电路深度、测量次数、数据传输、经典优化开销以及硬件噪声等因素有关。因而，新型计算的实践价值需要在完整计算链路中进行评价。

5. 混合算法中的范式耦合及工程挑战

在当前新型计算技术条件下，VQE 和 QAOA 等混合新型-经典算法具有典型的范式耦合结构。VQE 利用参数化新型计算电路产生新型计算状态，并通过测量获得目标函数值，再由经典优化器更新电路参数[16]。QAOA 同样通过新型计算电路构造候选解空间，再由经典优化过程调整参数以优化目标函数[17]。在这一过程中，新型计算承担特定的新型计算状态制备和测量任务，经典计算则承担参数更新、优化搜索、数据处理和反馈控制等任务[18]。

这种结构的意义不在于将两种计算范式简单叠加，而在于通过接口把具有不同计算机制的功能模块组织成一个可运行的系统。经典计算的稳定控制能力为新型计算处理提供参数搜索和反馈机制，新型计算处理则为特定问题提供经典计算难以高效实现的状态空间处理能力。二者的关系因此表现为功能互补，而不是理论基础的统一。

“范式耦合”在理论上区别于拉卡托斯(Imre Lakatos)的研究纲领框架。拉卡托斯的“保护带”是单范式内部的修正机制，用于保护硬核[19]。这是一种认知上的策略，目的是保护理论的硬核不被规避，而经典优化器在“范式耦合”中，是新量子范式在实践中获得实在性的工具理性基础设施。这种功能模块的地位已提升至跨本体论鸿沟的桥接基础设施的高度。“范式耦合”代表了跨范式的功能互补与共存，经典优化器是功能模块而非辅助性假设。这个经典模块的引入，并非旨在保护量子范式的硬核，而是为了克服跨越本体论鸿沟实现工程实用性的关键，代表了本质上的跨范式协同。“范式耦合”超越了保罗·费耶阿本德(Paul Feyerabend)的方法论无政府主义。费耶阿本德认为在科学发展中不存在普遍适用的固定方法，任何方法都有其价值[20]。

但范式耦合并不意味着协同天然有效。其工程困难首先表现为贫瘠高原问题：随着参数化新型计算电路规模和结构变化，目标函数梯度可能迅速减小，使经典优化器难以获得有效的更新方向。这一问题

使新型计算电路设计、参数初始化和经典优化策略之间形成紧密耦合，说明新型计算模块的物理特性会直接影响经典优化过程。

第二类困难来自新型-经典接口。混合算法需要在新型计算设备与经典处理器之间反复执行“参数下发-新型计算-测量-数据回传-参数更新”的闭环。新型计算本身的运行时间并不能代表完整算法的实际效率，接口通信、编译、测量和数据处理产生的额外开销可能削弱新型计算处理环节的潜在优势。因此，新型计算单元和经典控制系统之间并非简单的串联关系，而是存在明显的系统级性能约束。

第三类困难表现为控制复杂度和噪声累积。随着新型计算电路深度、参数数量和测量规模增加，系统需要处理更多控制变量，同时还要应对门操作误差、退相干和测量噪声。经典优化器虽然能够提供稳定的控制和反馈，但控制任务本身也会随系统规模扩大而复杂化。由此形成一种具有双向约束特征的关系：经典系统需要适应新型计算硬件的物理限制，新型算法又需要按照经典控制和优化能力重新设计。

上述工程难题体现了范式差异在实践层面的具体表现。新型计算强调新型计算状态演化及其概率性测量结果，经典计算则强调可重复的数字控制和确定性的优化流程。二者在信息表示、运行机制和控制方式上的差异，使接口设计、参数优化和误差处理成为不可回避的协调环节。因而，“范式耦合”并非对差异的消解，而是在保留差异的条件下建立可运行的功能关系。

从科学哲学角度看，这种工程结构也提示我们，不同理论框架之间的关系不能仅通过是否具有统一的本体论基础来判断。在具体技术系统中，评价范式之间关系的重要标准还包括功能可实现性、接口可协调性和工程有效性。范式耦合所描述的正是这种由工程任务驱动的跨范式协同机制。与单一理论体系内部的修正机制相比，它关注的是不同计算体系在实际系统中的功能分工和相互制约。

6. 结语

新型计算的发展表明，具有不同理论基础的计算范式可以在实际技术系统中形成稳定的功能联系。经典计算与新型计算并未简单表现为单向替代关系，而是在当前硬件和算法条件下形成了以新型计算处理、经典优化和系统控制共同参与的混合计算结构。VQE、QAOA等算法为分析这一结构提供了典型案例。

本文提出的“范式耦合”主要用于描述这种跨范式功能协同关系。其核心并不是消除新型计算与经典计算之间的理论差异，而是在承认差异的基础上考察接口、反馈、优化和控制如何将不同计算机制组织为完整的技术流程。贫瘠高原、接口开销和控制复杂度等问题进一步表明，范式耦合既具有功能互补的一面，也存在明显的工程约束。

因此，在新型计算仍处于持续工程化发展的阶段，对其进行科学哲学分析时，应同时关注理论基础、技术条件 and 实践效果。范式耦合为理解新型计算与经典计算之间的关系提供了一个以工程实践为中心的分析视角，也为进一步研究混合计算系统中的技术协同、控制机制和科学理性提供了可讨论的理论框架。

参考文献

- [1] Turing, A.M. (1937) On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, **2**, 230-265. <https://doi.org/10.1112/plms/s2-42.1.230>
- [2] Feynman, R.P. (1982) Simulating Physics with Computers. *International Journal of Theoretical Physics*, **21**, 467-488. <https://doi.org/10.1007/bf02650179>
- [3] Deutsch, D. (1985) Quantum Theory, the Church-Turing Principle and the Universal Quantum Computer. *Proceedings of the Royal Society of London. A. Mathematical and Physical Sciences*, **400**, 97-117. <https://doi.org/10.1098/rspa.1985.0070>
- [4] Kuhn, T.S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press.
- [5] 刘闯. 时空、引力与量子纠缠[J]. 自然辩证法研究, 2023, 39(1): 44-52.
- [6] 李宏芳. 量子理论的信息基础及哲学争议再讨论[J]. 自然辩证法研究, 2025, 41(1): 11-16, 67.

-
- [7] 乔笑斐, 高策. 量子信息的本体论分析[J]. 自然辩证法研究, 2024, 40(3): 12-18.
 - [8] 王凯宁, 郭贵春. 从新埃弗雷特解释到多计算解释——量子计算语境下多世界解释的演变[J]. 哲学研究, 2014, 4(4): 83-90.
 - [9] 郝刘祥. 哲学与物理学相遇在量子世界[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(1): 28-36.
 - [10] Shor, P.W. (1994) Algorithms for Quantum Computation: Discrete Logarithms and Factoring. *Proceedings 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science*, Santa Fe, 20-22 November 1994, 124-134. <https://doi.org/10.1109/sfcs.1994.365700>
 - [11] Shor, P.W. (1995) Scheme for Reducing Decoherence in Quantum Computer Memory. *Physical Review A*, **52**, R2493-R2496. <https://doi.org/10.1103/physreva.52.r2493>
 - [12] 吴国林. 格罗夫算法、量子控制及其对量子测量的意义[J]. 自然辩证法研究, 2011, 27(1): 13-17.
 - [13] 成素梅. 理解量子实在的信息论进路[J]. 自然辩证法研究, 2025, 41(1): 3-10.
 - [14] Arute, F., Arya, K., Babbush, R., *et al.* (2019) Quantum Supremacy Using a Programmable Superconducting Processor. *Nature*, **574**, 505-510.
 - [15] Aharonov, D., Gao, X., Landau, Z., Liu, Y. and Vazirani, U. (2023) A Polynomial-Time Classical Algorithm for Noisy Random Circuit Sampling. *Proceedings of the 55th Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, Orlando, 20-23 June 2023, 945-957. <https://doi.org/10.1145/3564246.3585234>
 - [16] Lavrijsen, W., Tudor, A., Muller, J., Iancu, C. and de Jong, W. (2020) Classical Optimizers for Noisy Intermediate-Scale Quantum Devices. 2020 *IEEE International Conference on Quantum Computing and Engineering (QCE)*, Denver, 12-16 October 2020, 267-277. <https://doi.org/10.1109/qce49297.2020.00041>
 - [17] Khairy, S., Shaydulin, R., Cincio, L., Alexeev, Y. and Balaprakash, P. (2020) Learning to Optimize Variational Quantum Circuits to Solve Combinatorial Problems. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, **34**, 2367-2375. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i03.5616>
 - [18] Huang, Z., Li, Q., Zhao, J. and Song, M. (2022) Variational Quantum Algorithm Applied to Collision Avoidance of Unmanned Aerial Vehicles. *Entropy*, **24**, Article 1685. <https://doi.org/10.3390/e24111685>
 - [19] [英]伊·拉卡托斯. 科学研究纲领方法论[M]. 兰征, 译. 上海: 上海译文出版社, 2016.
 - [20] [美]保罗·法伊尔阿本德. 反对方法[M]. 周昌忠, 译. 上海: 上海译文出版社, 2003.