

技术何以赋能人文社会科学研究新范式： 以科技考古为例

吴 伟¹, 李佳妮¹, 陈艾华²

(1. 浙江大学公共管理学院, 浙江 杭州 310058;
2. 浙江理工大学法学与人文学院, 浙江 杭州 310018)

摘 要:以科技考古为案例,探讨技术赋能人文社会科学研究范式转型的逻辑路径。科技考古的建制化历经萌芽、奠基、体系化、成熟 4 个阶段,从早期单点技术引入逐步发展为多技术融合的学科范式,最终通过二级学科建制确立学术合法性。研究揭示:技术赋能呈现纵向阶段演进与横向要素互构的双重逻辑,即纵向形成工具突破、制度响应、生态重构的三阶递进,技术从辅助工具转化为驱动学科生态变革的核心要素;横向通过实证精度提升、研究领域拓展、规则体系建构三维互构,推动学科从经验研究转向标准化、交叉化与制度化的现代范式。科技考古的实践表明,技术赋能的本质是技术理性与学科建制的深度互构,其“人为催化式”建构路径为数字人文等领域提供可参考的范式创新模型,探索人文社会科学研究通过技术逻辑重构研究合法性、拓展知识生产边界的转型可能。

关键词:技术赋能;人文社科;科技考古;学科建制;范式理论

中图分类号:K85 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2025)06-0052-12

How does technology empower new paradigms in humanities and social science: a case study of archaeological science

WU Wei¹, LI Jiani¹, CHEN Aihua²

(1. School of Public Affairs, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;
2. School of Law and Humanities, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This study examines the logical pathways through which technology drives paradigm transformation in humanities and social sciences, using archaeological science as an empirical case. The institutionalization of archaeological science has progressed through four developmental phases: emergence, consolidation, systematization, and maturation. This evolution transitioned from initial adoption of isolated techniques to an integrated disciplinary paradigm combining multiple technologies, culminating in its formal establishment as a sub-discipline that secured academic legitimacy. Our analysis reveals a dual logic underpinning technological empowerment: 1) Longitudinal progression through technological breakthroughs, institutional adaptation, and ecosystem restructuring, wherein

收稿日期:2025-04-03 修回日期:2025-06-08

基金项目:国家自然科学基金面上项目“重大创新需求牵引学科创新生态系统:演化与治理研究”(72274172);国家自然科学基金委专项项目“交叉科学研究催生新领域新学科形成的机制及支持政策研究”(12424122);浙江省软科学研究重大项目“统筹推进教育科技人才体制机制一体改革重大问题研究”(2025C15009);教育部人文社会科学研究规划基金项目“高校交叉学科的形成机制与发展模式研究”(21YJA880059)。

作者简介:吴伟(1981—),男,河南郑县人,浙江大学公共管理学院副研究员、博士生导师,浙江大学—新昌联合创新中心(天姥实验室)县域创新发展研究所副所长,研究方向为科教创新战略与政策、学科交叉会聚、跨学科治理。通信作者:李佳妮。

technology evolves from an auxiliary tool to a core driver transforming disciplinary ecosystems. 2) Horizontal interlocking of three dimensions: enhanced empirical precision, expanded research domains, and constructed regulatory frameworks. This synergy facilitates a shift from experience-based inquiry toward standardized, interdisciplinary, and institutionalized modern paradigms. Archaeological science demonstrates that technological empowerment fundamentally constitutes deep co-evolution between technical rationality and disciplinary institutionalization. Its model of "deliberate institutional catalysis" provides a replicable paradigm innovation framework for fields such as digital humanities. This exploration highlights the transformative potential for humanities and social sciences to leverage technological logic in reconstructing research legitimacy and expanding the frontiers of knowledge production.

Key words: technological empowerment; humanities and social sciences; archaeological science; disciplinary institutionalization; paradigm theory

范式理论的跨学科应用始终伴随对学科本质的理论追问。新一轮科技革命和产业变革背景下,学科范式因知识边界解构、概念重新定义而面临改造需求,需突破传统学科壁垒的排他性局限,在更广泛的知识谱系与社会语境上实现范式的延伸、渗透与跨界。人文社会科学领域亦不例外,其基于经验观察的阐释传统、研究对象的不确定性、方法论的多元冲突,以及研究过程中难以剥离的价值立场,在人工智能、大数据等新兴技术的持续渗透下,正面临深刻嬗变。这一过程绝非单纯的研究工具迭代,而是对人文社科问题意识、知识生产与社会功能定位的全面重塑。欲洞察这一转型的深层逻辑,需将学科建制化纳入分析视域。建制化不仅是学科形成解释权力与合法性、实现传播与影响的必要路径,其形成的思想和知识生产共同体又可能阻滞思想革新。技术冲击恰与建制化的利弊交织,通过重塑知识生产的要素基础、方法工具与研究流程,必然打破已有学科建制的平衡。因而,从学科理念、规范体系、组织结构、资源配置等维度展开考察,可揭示技术驱动人文社会科学研究范式系统性重塑的内在作用机理。

科技考古的学科演进为上述分析提供观察样本。作为人文社科领域中技术赋能的典型,科技考古从传统考古学中单纯依赖经验发掘与器物描述的辅助性分支,逐步发展为融合遥感探测、碳十四测年、数字建模等多元技术体系的独立交叉领域,在我国正处于大有可为的历史机遇期。2020年以来,习近平总书记多次强调加强考古能力和学科建设^[1],特别指出需将考古探索、文献研究与自然科学技术结合^[2],建设中国特色、中国风格、

中国气派的考古学。在此顶层设计推动下,科技考古虽快速推进研究机构设立、学科方向入目录等外在建制,但理论体系整合、跨学科方法融合等内在建制仍待完善。这种“外快内慢”的发展节奏不仅暴露出技术对人文社科的“改造难点”,更特殊地在于,科技考古需同时完成对传统考古范式的继承与突破,并将技术手段转化为适配的方法论工具,进而构建跨学科研究范式与学术共同体。传统与创新的交织碰撞,集中打破既有建制边界并形成“矛盾焦点”,使科技考古内外建制的动态博弈,成为张力集聚、特征鲜明的典型微观切面——从中可透视技术如何赋能人文社会科学研究新范式。

研究选取科技考古学科建制化进程作为典型案例,运用纵向嵌入式案例研究,系统梳理其发展脉络并剖析学科内外建制的演进逻辑。在此基础上,探究技术工具介入学科建制的路径与机制,揭示技术创新与学科制度之间双向互动逻辑。本文以科技考古特有的“人为催化式”发展路径为切入点,探讨其为技术驱动型人文社科领域提供建制化模型的可行性,通过整合技术演进、建制变迁与范式革新的分析框架,提炼出技术赋能人文社科发展的普适路径,实现从个案研究到理论范式的升华。这一探索不仅有助于完善科技考古的学科理论体系,厘清知识生产与制度创新的内在关联,还通过揭示技术介入学科建制化的一般规律,为人文社科领域突破学科壁垒、推动跨学科整合及建设学术生态提供理论支撑与实践指引,凸显了技术哲学视角下人文社科研究范式创新的学术价值。

一、研究回顾:技术赋能人文社科范式的学科逻辑

(一) 范式理论在人文社会科学的运用

库恩“范式”概念于 1962 年在《科学革命的结构》中首次提出时因定义模糊引发争议,经 1969 年再版后记及 1974 年《对范式的再思考》逐步修订,从最初侧重自然科学领域的解题范例,演变为包含符号概括、形而上学假定、价值标准、共有范例的“学科基质”(disciplinary matrix),并弱化新旧范式“不可通约性”的绝对性。该理论于 20 世纪 80 年代经多本权威刊物译介引入中国后,在人文社科领域得到广泛应用。人文科学与社会科学之所以常被并置讨论,既因二者在广义学科分类中同属“文科”,又因它们与自然科学存在根本性差异,自然科学以无主观意识的静止存在物为研究对象,追求共时性、固定性的稳态研究;而人文社科的核心是人及其社会,研究对象包含有意识、具备的个体,需采用历时性、辩证性的动态研究逻辑^[3]。尽管人文社科内部学科差异显著,且个体研究的独立性与范式普遍性难以调和^[4],但共同的“人文性”底色使其成为不可分割的研究整体。对于范式理论在人文社科中的应用,有学者以“严格科学”标准质疑其适用性,认为社会科学因情境差异和社会变迁反对范式性概化^[5];但有更多学者认可其普世价值,认为范式作为一种观察视野与思维框架可跨学科应用,且人文社科与范式存在先天亲缘性,其范式更替更侧重理论维度拓展而非“革命”^[6],可结合学科特性进行改造以发挥工具价值。

目前,范式理论在人文社会科学的应用主要体现在 3 个方面:其一,范式作为科学共同体的理论与方法信念,能够为人文社会科学研究提供预设和框架,通过学术流派、研究机构等组织形式,促进个体研究向集体认知转化^[7];其二,学界对范式类型的归纳各有侧重,涵盖实证主义、人本主义等多种视角^[8],并基于存在论差异可形成“客观—现实主义”与“主观—建构主义”两大研究阵营,前者以定量分析揭示客观规律,后者以质性研究解构意义建构^[9];其三,人文社科研究范式演进遵循

科学认识的普遍规律,即从早期以定性描述为主的本质探究,历经以简单数据统计为特征的初始定量研究阶段,发展至基于复杂模型的深入量化分析,最终迈向融合多学科数据与计算技术的“社会计算”阶段^[10]。

(二) 技术驱动人文社科范式转型

在技术浪潮的强力冲击下,人文社科研究范式转型成为学界关注焦点,大数据获取与超级算法的应用,正彻底颠覆传统以经验和直觉主导的研究模式,推动大部分人文社会科学逐步显现自然科学的特征^[11]。新技术应用与新方法普及,使人文社科研究呈现智能学术引擎拓宽文献检索、大数据重构研究范式、学科融合引领新探索、人机协作创造新场景等时代特征^[12]。还有研究表明,人文社科研究在本体论层面从抽样数据转向全样本数据,认识论层面从局部认知升级为整体把握,方法论层面形成定性与定量结合、量化与跨学科融合的显著趋势,机器学习等计算科学方法的应用成为前沿方向^[10]。更系统地,以 AlphaFold、ChatGPT 为代表的人工智能驱动形成科学研究第五范式(AI4S),进一步重塑人文社科选题策划、学术史梳理与论证流程,如生成式人工智能与文学研究融合形成“计算创意学”^[13],神经科学技术应用于法学决策形成“神经法学”^[14]等新兴交叉领域。

然而,这一过程也隐含权力结构的转变。从学科特性来看,人文社科学者在大数据处理方面存在能力短板^[15],而数据、设备和算力等技术资源的集中分布,使得数据科学家和计算科学家凭借技术优势获得更多话语权,传统学术权威的主导地位面临新的挑战^[16]。因此,学界普遍主张,人文社科范式转型需在技术赋能与人文价值间寻求平衡,既要肯定技术对研究效率提升与认知边界拓展的积极作用,也要重视人类自由想象、情感共鸣等“不可计算性”能力的核心价值^[17]。

(三) 学科建制化的理论基础

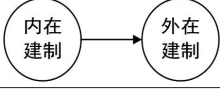
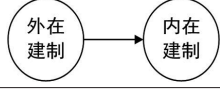
学科建制化作为学科从松散知识集合迈向制度化知识共同体的必然路径,其包含内在知识体系建构与外在制度支撑的双重维度,为探究技术介入引发的学科知识生产逻辑和权力结构转型提

供学理框架。学科建制化的核心在于通过确立学术规则与制度框架,赋予学科对特定现象的解释权与话语权,使其成为具有认知合法性和社会权威性的“常规科学”(normal science)形态^[18]。早在1999年,华勒斯坦(Wallerstein)^[19]便提出,学科不仅是知识论层面通过划定边界、构建体系形成自组织“知识生态系统”的过程,更是借助“学科规训制度”实现社会控制与学术规范的实践,体现了知识生产逻辑与社会权力结构的统一。在此理论框架下,学科被视为观念形态与社会组织的有机统一体^[20],兼具内在建制与外在建制的双重属性^[21]。内在建制是学科的知识根基,表现为研究对象框定、研究方法共识,以及理论体系的逻辑贯通。外在建制则是学科的社会依托,表现为设立独立学术机构(如院系、研究所)、纳入学科目录与学位体系、组建学术共同体(如学会、期刊),以及知识生产传播机制的规范化运作^[22]。外在建制既是内在建制的社会化延伸,更是推动学科知识体系深化的必要条件。循此路径,以建制化进程为支点,依托学科建制理论拆解技术路径的成熟框架,回应技术赋能下学科本质变革解析需求,既能揭示技术与范式变革的内在关联,又能为人文社科在数字时代的理论创新与合法性构建提供理论支撑。

基于学科内在建制与外在建制的时序差异,学科建构呈现两类典型路径:一是内生型路径(“瓜熟蒂落式”),即学科先通过长期知识积累形成稳定的研究对象、方法论与理论体系,再依托学术机构设立、学科目录认证等外在制度确认其合法性,物理学、生物学等经典学科的发展即遵循这一轨迹;二是外生型路径(“人为催化式”),此类学科往往由政策需求或技术突破催生,先行搭建学术平台、组建研究共同体等外在建制以抢占学科发展先机,继而逐步完善知识内核,高等教育学、合成生物学等新兴学科的崛起即属此列。如表1所示,两类路径并非绝对优劣之分,而是学科在不同历史条件下获取合法性的选择,其差异折射出深层问题:在技术革命与政策驱动交织的当下,如何实现学科知识生产内在逻辑与技术赋能外部干

预的动态平衡?科技考古作为人文社会科学与自然科学交叉融合的典型领域,在建制化实践中直面这一矛盾与挑战,成为审视该问题的典型范例。

表1 学科建构的两类典型路径对比

对比维度	内生型路径 (“瓜熟蒂落式”)	外生型路径 (“人为催化式”)
路径图示		
核心特征	理论积淀自然演化 学术共同体共识主导 范式自主性优先	政策或技术突破触发 需求响应型知识生产 资源整合效率优先
典型案例	物理学、生物学、力学、数学	高等教育学 ^[23] 、研究生教育学 ^[24] 地方学 ^[25] 、合成生物学 ^[26]
正向价值	理论体系完备、学科边界清晰 学术合法性稳固	响应现实敏捷、资源动员力强 交叉创新突出
风险限制	知识迭代速度慢、难以应对技术颠覆 制度惯性阻碍变革	理论碎片化风险、“合法性门槛”制约 技术依赖导致学科空心化
适用场景	知识生产周期长且范式稳定性强的基础学科	技术革命或政策紧迫性驱动的应用型交叉学科领域

二、研究设计

(一)研究方法

本文以科技考古学科建制化进程为观测对象,采用纵向嵌入式案例研究法,整合学术文献、政策文件、行业实践记录等多源数据,运用 Nvivo 12 软件对 98 万字文本进行分析,系统梳理其发展脉络,剖析学科知识体系与制度支撑的结构化特征。研究围绕技术与学科建制的互动关系,构建时间序列分析框架,识别触发建制变革的关键节点,揭示双向作用机制,并以“人为催化式”路径为切入点,融合技术演进、建制变迁与范式革新维度开展理论提炼。研究通过数据三角验证法交叉比对多源资料,邀请跨学科专家团队参与理论饱和和检验,通过多元证据互证与学术对话,确保结论的可信度与有效性。

(二)案例选取

研究遵循理论抽样原则,选择科技考古作为分析案例,基于以下考量。

1. 范式转换完整性

技术赋能人文社科典范。自碳十四测年引入以来,科技考古逐步整合质谱分析、古 DNA 测序等

自然科学方法,这种技术创新并非简单的工具替代,而是在继承考古学理论内核的基础上,推动研究从定性描述向定量分析转型,进而实现研究范式革新,为观察人文社科技术化转型过程提供完整样本。

2. 发展历程可追溯性

科技考古建制化轨迹清晰连贯。自 1955 年夏鼐先生发表首篇碳十四技术应用论文起,该领域已积累数千篇高水平学术论文、专著和大量研究项目。其学科发展的关键历史节点、技术突破和代表性学者均有翔实记载,加上当代媒体报道和学术交流平台的及时跟进,为研究该学科领域的演进规律积累了丰富的实证素材。

3. 研究可行性保障

扎实的前期工作与团队资源支撑。研究依托浙江大学中国科教战略研究院《重大领域交叉前沿方向》项目成果,通过 2022 年以来开展的多场专家研讨会和专题调研,深度对接中国社会科学院考古研究所、北京大学考古文博学院等权威机

构,获取丰富一手资料与专业指导。同时,借助团队前期构建的科技考古专题数据库,整合文献、政策、案例等多维数据,已形成对科技考古整体概貌较系统的认识,为研究提供了资料支撑与分析基础。

(三) 数据来源

本文基于三角验证,整合多源数据以还原科技考古的学科建构逻辑:采集北京大学、中国社会科学院考古研究所、中国科学技术大学等核心机构官网的科研动态、政策文件与专题报告,获取制度建设与实践进展的一手资料;通过中国知网(CNKI)检索近 20 年中文核心期刊文献,精选《科技考古学概论》《科技考古论丛》等 19 部代表性专著,梳理理论演进与技术方法创新;依托中国考古网、中国社会科学网等专业平台及“文博中国”微信公众号等新媒体渠道,补充行业前沿动态与最新案例(数据来源详见表 2)。所有数据经交叉验证确保信度,并基于主题关联性与学科发展脉络进行结构化整合,通过多源证据互证增强研究结论的可靠性。

表 2 数据来源类型及说明

数据类型	具体来源	内容描述
机构公开资料	北京大学、吉林大学、四川大学、山东大学、西北大学、中国科学技术大学、中国科学院大学、中国社会科学院、北京科技大学、复旦大学、兰州大学、浙江大学等高校及科研机构官网	科技考古相关科研动态、项目进展、研究成果、政策文件及数据专报
学术期刊	中国知网(CNKI)核心期刊	以“科技考古”“科技考古学”“考古科技”“科学技术史”等为关键词筛选文献 60 篇,文献检索截止时间为 2024 年 03 月 17 日
研究专著	19 部科技考古领域著作,包括《中国考古学百年史:1921—2021》《中国考古学年鉴》《科技考古(1—5 辑)》《科技考古论丛》《科技考古的方法与应用》《考古文物与现代科技》《中国历史与考古学科前沿研究报告》等	涵盖学科发展史、方法论及技术应用,侧重考古学与自然科学交叉研究
开放数据平台	中国考古网、中国社会科学网、中国核技术网、“文博中国”公众号	行业新闻、技术进展、会议资讯以及专家评论

(四) 案例特征与分析维度

科技考古的学科建制化进程凸显展现技术驱动型人文社科领域的独特矛盾性。作为自然科学方法系统介入考古研究的产物,科技考古建制化始于 20 世纪中叶,碳十四测年技术的突破及国际期刊 *Archaeometry* 的创刊^[27]。历经 70 余年发展,该学科依托技术集群迭代与政策资源支持,逐步从“考古报告附录”的角色,形成外在社会建制显著超前于内在学理建构的“应然学科”形态。外在建制方面,1999 年中国科学技术大学率先在科技

史学科框架下设立研究生培养方向^[28],随着考古学升格为一级学科,我国科技考古于 2024 年正式以“科技考古与文物保护”之名纳入考古学二级学科目录,并通过高校学科布局、专业期刊集群、学术组织体系以及国家重大科研工程的实践应用,快速确立学科社会合法性。

相较之下,科技考古的内在学理建构仍处于探索阶段:学科命名尚未完全达成共识,导致“实验室考古”“考古科技”“科技考古学”等概念并存^[29];而研究范式在科技范式、考古范式及科技考

古融合范式之间未形成统一框架^[30];12项核心技术方向的概念方法体系亦未整合。这种“制度早熟”与“知识晚熟”的特征,使得科技考古距离费孝通先生所提出学科应具有“五脏六腑”的完备形态仍有差距^[21],既体现“人为催化式”路径下行政资源与技术成果对知识生产的短期弥补,也暴露出学科理论建构滞后的问题,凸显出科技考古作为技术驱动型人文社科范式转型困境缩影的典型价值。既有研究多聚焦技术工具对传统学科方法论的革新,对学科内外建构路径的探讨也主要集中于理工交叉领域,且对“人技共生”的人文社科新方向关注不足。因此,本文以科技考古为典型样本,不仅能够拓展学科建制化理论在技术赋能场景下的解释边界,还能为技术驱动型人文社科范式转型提供普适性的建制化路径参考。

三、科技考古建制化历程:技术嵌入与学科演进的协同逻辑

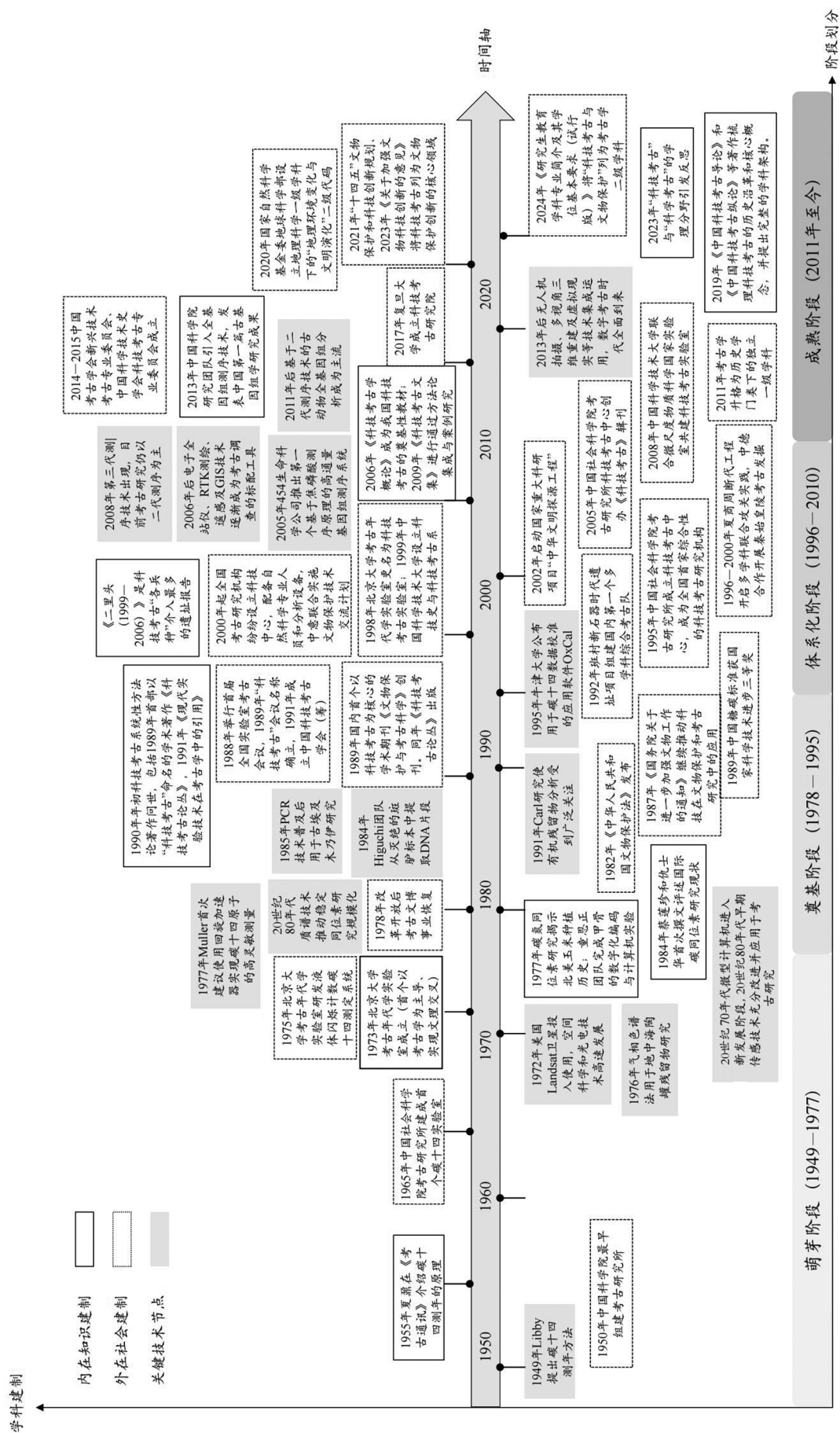
既有研究多采用文献计量学方法划分科技考古发展阶段^[31],虽能呈现学科知识生产的宏观图景,但普遍忽视碳十四实验室建立、夏商周断代工程实施等关键历史事件对学科转型的枢纽作用,亦未能深入阐释技术工具与学科发展的互动机制。在整合已有研究的基础上,本文另辟蹊径以技术工具从边缘辅助到核心驱动的角色嬗变为主线,创新性地将重大政策节点(如断代工程启动)、技术里程碑事件(如碳十四实验室建成)和学科制度突破(如获二级学科身份)3类标志性事件结合,划分科技考古建制化历程为萌芽(1949—1977年)、奠基(1978—1995年)、体系化(1996—2010年)、成熟(2011年至今)4个阶段(见图1)。这一框架勾勒出技术迭代在学科发展中的轨迹,紧密呼应国家战略布局对科技考古的推动脉络,实现时间维度与学科建制节点的融合衔接。

(一) 萌芽阶段(1949—1977年):技术工具渗透初阶

科技考古呈现单点技术突破与学科被动吸纳的特征,以碳十四测年技术为代表的自然科学方法开启技术赋能人文社科的早期实践。1955年夏鼐在《考古通讯》系统阐释碳十四测年原理,标志

该技术正式引入中国考古学界^[32-33],1965年中国社会科学院考古研究所建成首个碳十四实验室,1975年北京大学自主研发国内首套液体闪烁计数测定系统,次年联合中国社会科学院考古研究所发布首批测年数据。1989年双方再与中国科学院地质化学研究所合作开发“中国糖碳标准”获国家科技进步奖并被国际采用^[34],期间通过全国培训班使相关方法得以普及。中国科学院考古研究所与北京大学考古年代学实验室(国内高校首个以考古学为核心的文理交叉研究平台)构建起早期学科组织架构。冶金考古也视为中国科技考古源头之一^[35],20世纪20年代王璉、刘屿霞开展古金属成分研究,此后,北京钢铁学院(现北京科技大学)、中国科学院上海原子核研究所和复旦大学等机构逐渐成为该领域核心研究力量。同期起步的古陶瓷科技考古,依托中国科学院所组建“国瓷研究组”,借助化学分析与显微观测技术迈向科学化。20世纪70年代,气相色谱^[36]、显微观测^[37]等技术开启有机残留物分析,同位素分析^[38]、考古遥感、计算机技术^[39]等多元技术也以个案形式零散介入考古实践,初步构建起学科发展的技术基础。另外,早在20世纪30年代,清华大学与中央研究院的跨学科合作,对人骨、动物遗存、陶器、石器及绿松石等多类考古遗存开展自然科学研究,后虽因时局中断,却为后期科技考古技术体系的形成提供参考。

科技考古萌芽阶段,碳十四测年等技术引入推动考古学进入绝对纪年并开启多技术交叉实践,但学科建制尚未系统建立。外在建制层面,教育体系尚未设置专业课程,人才培养依赖“师徒制”经验传承,全国性学术组织缺位导致跨学科合作限于临时性项目,技术应用规范缺失使碳十四测年数据长期游离于考古报告标准之外;内在学理层面,多学科交叉仅停留在方法实验层面,未形成研究对象、理论框架与方法论的系统性整合,碳十四测年结果仍需依赖传统地层学验证的现象^[40],体现技术驱动型学科在萌芽期打破研究边界易、构建完整方法论体系难的普遍规律。



(二) 奠基阶段(1978—1995 年): 技术体系化与学科自觉萌发

科技考古在 1978 年改革开放推动下进入建制化发展轨道,技术革新从多维度催生学科自觉。古 DNA 研究^[41]、PCR 技术(polymerase chain reaction, 聚合酶链式反应)^[42]、稳定同位素分析规模化^[43]等技术突破,开启生物考古与环境考古新路径。地质孢粉与环境考古学家周昆叔于 1987 年整合孢粉分析、地质学与考古地层学,明确环境考古的定位并出版国内首部专著《北京环境考古》^[44]。与此同时,卫星影像应用与聚落形态理论引介,推动遥感技术在区域考古调查中形成系统实践^[45-46],促使考古学从单一范式转向多技术融合。组织层面,1995 年中国社会科学院考古研究所科技考古中心成立,整合冶金、陶瓷、测年等多领域技术,形成国内首个综合性平台;1988 年起举办全国实验室考古会议、1989 年正式确立“科技考古”学科命名、1991 年成立科技考古学会(筹)^[47],以系列学术活动通过“以会代盟”形式维系跨学科协作。1989 年国内首本聚焦科技考古的专业期刊《文物保护与考古科学》创刊,《考古》《文物》《考古学报》等核心期刊也相继增设科技专栏,构建起跨学科协作网络与学术传播体系。

此阶段科技考古初步从技术零散应用转向规范学科体系,体现为研究领域分野、方法论著作出版与教育体系构建。例如,1989 年王振铎《科技考古论丛》首次构建学科理论框架,1991 年李士、秦广雍《现代实验技术在考古学中的引用》细化技术规范,王昌燧等学者同期对科技考古学科属性的探讨^[48],更从合法性层面赋予技术手段核心地位。西北大学与中国科学技术大学通过开设专业课程、成立科技考古教研室推动学科人才培养,《中国考古学中碳十四年代数据集》及树轮校正技术的广泛应用标志着方法体系逐渐成熟。国家文物保护政策将科技手段纳入制度体系^[49],国际人类基因组计划引发的跨学科思潮与国内“班村遗址”考古项目推动考古技术标准统一与协作机制成熟^[50]。对外通过实体机构、学术共同体与传播体系实现组织化,对内依托理论构建与教育转型确

立学科内核,科技考古由此以技术方法与理论框架主导历史场景重建与文化内涵阐释,摆脱辅助地位迈向独立学科体系。

(三) 体系化阶段(1996—2010 年): 多技术协同与学科生态拓展

此阶段以夏商周断代工程启动为标志,进入多技术协同与学科生态拓展关键时期。IntCal98 高精度树轮校正曲线与牛津大学 AMS¹⁴C 测年技术的引入,大幅提升年代测定精度,地理信息系统与数字建模技术推动考古研究从单一技术应用转向多技术集群攻关。学科建制化进程同步加速,1995 年成立的中国社会科学院考古研究所科技考古中心,引领全国各级考古机构普遍设立科技部门,北京大学、中国科学技术大学等高校也相继成立科技考古实验室、专业院系并联合国家实验室,构建起覆盖硕博培养、博士后流动站的完整教育体系^[28]。2005 年中国社会科学院考古研究所科技考古中心创办《科技考古》辑刊,高校人才培养、科研平台支撑、专业期刊引领的外在建制架构成型,考古技术协同网络和跨学科研究生生态趋于完善。

这一阶段的技术整合与理论建构催生学术规范与知识体系成熟。2002 年启动的“中华文明探源工程”系统整合年代学、环境考古学等分支领域^[51],提供国家级多学科协同平台,将科技考古塑造成公众认知中的“科学考古”。英国学者科林·伦福儒(Colin Renfrew)经典教材《考古学:理论、方法与实践》与国内赵丛苍《科技考古学概论》、袁靖《科技考古文集》等著作,构建起中外融合的理论框架^[52-53]。实践中,二里头遗址集成十余种科技手段的“全兵种”考古实践,以多领域专家合著报告的形式^[54],标志本土知识生产体系迈向成熟。此外,探源工程第二阶段确立的年代学、环境考古等四大核心课题,以及遥感考古、GIS 空间分析等九项文明起源关键课题研究中,环境监测、物质成分分析等科技考古方法均发挥主导作用^[55]。国际合作方面,中德秦始皇陵核磁扫描、主导制定《中国文物古迹保护准则》等国际合作,推动我国从技术输入方转变为规则制定者。至此,

科技考古通过问题导向的技术整合、全链条的建制化实践及本土实践与国际视野的理论融合,完成从分散技术应用到体系化学科发展的转变。

(四)成熟阶段(2011 年至今):技术全链条与学科范式成熟

2011 年考古学升格历史学门类下独立一级学科,并初步规划包含科技考古的二级学科方案^[56]。2014—2015 年,中国考古学会新兴技术考古专业委员会、中国科学技术史学会科技考古专业委员等学术组织相继成立,动物考古等细分领域专委会持续完善,学术交流规模与议题多元性显著提升,生物考古在科技考古研究中的占比逐步扩大^[47]。高校如复旦大学成立科技考古研究院、北京大学升级科技考古实验室,山东大学、西北大学等建设特色实验室,推动新兴技术落地与人才培养体系化。国家政策层面,“十四五”文物保护和科技创新规划、《关于加强文物科技创新的意见》等文件,从战略高度确立科技考古的核心地位。2020 年,国家自然科学基金委在地理科学一级学科下增设“地理环境变化与文明演化”二级代码^[57],引导科研资源向环境考古集聚。2024 年,“科技考古与文物保护”正式纳入考古学二级学科名录,标志着学科身份法定确认。此外,“考古中国”“中华文明探源”等国家级项目引入锶同位素溯源、人工智能分析等前沿技术,三星堆遗址全流程数字化记录模式成为技术赋能示范,构建起政策管理规范、学术组织专业化、教育平台体系化的外在建制支撑。

此阶段学科内在建制通过理论思辨与前沿拓展走向成熟。例如,袁靖《中国科技考古导论》等著作构建逻辑自洽的理论框架,高星^[58]对“科技考古”与“科学考古”的学理讨论、王昌燧^[28]“多元方程求解论”将考古学问题升华为自然科学解与社会科学边界条件的辩证统一。中国科技考古研究队伍扩大且呈现文理交叉趋势,研究领域从测年、冶金拓展至古基因组学等前沿,成果频现于国际顶级刊物,技术应用成为评估考古学研究水平的重要指标^[59]。尽管存在技术标准推广不足等挑战,但通过政策支持、学科建设及国际合作,科技

考古实现从工具应用到具有完整理论体系与国际话语权的学科跨越,外在建制与内在学理协同发展,标志着兼具科学性与实践性的完整学科生态最终确立。

四、技术赋能人文社科的普适路径:基于科技考古的范式建构

技术赋能人文社会科学研究范式,本质是技术创新与学科内外建制在时间维度与空间维度的深度互构过程。这一过程既体现为纵向演进的阶段性特征,也表现为横向要素的互构关联,最终推动人文社科研究从依赖经验与观察的传统范式,向技术、制度、理论协同作用的复合范式转变。

(一)纵向阶段演进

技术要素从外在于学科的工具形态,逐步内化为塑造学科生态的核心力量,这一过程通过制度设计、资源整合等“人为催化式”机制驱动,具体呈现以下 3 个阶段。

一是工具突破阶段:技术作为认知边界的拓展载体。在技术赋能人文社科初期,自然科学领域的硬件设备与实验技术嵌入学科研究,为基础议题提供量化工具,打破传统研究依赖经验归纳的局限。但此阶段技术应用多为单点突破,研究高度依赖设备,尚未形成适配的理论阐释框架,甚至研究结论需借助传统学科方法验证,技术与学科的关系停留在“工具到问题”的简单对应。

二是制度响应阶段:技术逻辑向学科规则的转化整合。随着技术应用积累,学科进入制度性适配阶段,专业领域通过建立技术规范、组建跨学科研究中心,将分散技术实践纳入制度化轨道。国家政策加速技术逻辑与学科规则融合,推动研究重心从工具操作转向学科探索。例如,科技考古通过制定资质认证体系、数据共享协议,将技术流程转化为学科准入门槛,多技术联合方法获得制度背书。至此,技术不再是孤立手段,而是通过操作规范、组织架构、理论体系建构,转化为形塑学科发展的规则性要素。

三是生态重构阶段:技术驱动的学科系统范式转型。技术综合应用推动知识生产、资源投入与社会认可形成良性循环,在文明进程演化、社会

现象分析等复杂问题研究中实现多学科方法融合。国家重大工程与国际合作项目放大技术赋能效应,前者通过多学科团队协同,将社会需求转化为学科发展动力;后者借助技术标准输出,推动本土范式国际传播。此时,技术在拓展研究边界、革新研究方法、塑造学科生态中发挥多重作用,促成技术创新、制度保障与理论突破融合的学科发展模式。

(二)横向要素互构

技术对人文社科的赋能并非单一工具的叠加,而是通过精度、领域、规则3个维度推动学科内外建制变革,形成技术逻辑与学科发展的互构共生关系。

其一,技术精度夯实学术公信力根基。在科技考古实践中,碳十四测年技术的精度优化与古DNA测序技术应用,既能解决历史断代、文献真伪鉴定等学术争议,又能反向推动数据采集、处理及验证流程标准化。这种实证需求强化具有普适性,如社会学的大数据采样方法^[60]、历史学的建模技术^[61],均将结论锚定在可复现、可检验的实证基础之上。技术精度在此过程中不仅是工具属性的优化,且成为增强人文社科研究公信力的底层逻辑。

其二,技术跨界拓展学科知识生产边界。以科技考古为例,GIS空间分析技术将单一遗址研究拓展至区域人地关系,分子检测技术使古人饮食行为的微观解析成为可能,直接催生环境考古、分子考古等交叉领域。这种技术驱动的跨界效应在人文社科整体场域呈现相似逻辑,如数字人文借助文本挖掘技术解析百万级文献语义网络^[62],以非线性分析方法研究复杂性社会问题和异质性群体行为的涌现^[63],均表明技术跨界促使人文社科超越单一范畴,形成问题导向的跨学科研究模式。

其三,技术规则成为学科合法性建构的关键路径。实践中,技术操作流程被转化为行业准入标准和学科实践门槛。例如,数据标注协议被视为文化数字化的战略支点^[64]、我国非遗领域首个行业标准《非物质文化遗产数字化保护 数字资源采集和著录》确立该领域的技术操作规范,这些标准明确界定“谁能做”“怎么做才算合规”等问题。

理论上,技术方法正深度融入人文社科的研究范式和思维习惯,如计算机建模与模拟既在哲学研究中逐步替代传统思想实验,更培养计算化思维习惯,深刻影响着问题设定、论证展开以及结论检验^[65]。凡此种种,均以技术逻辑为内核,通过实践规范制度与理论体系整合,在学科建制层面构建起一套以技术规则为核心的权威体系,从而系统提升学科的合法性。

五、总结与展望

范式理论在学科研究中的价值,本质在于通过理论自觉叩击学科的元命题,即在何种知识坐标中定义研究对象?又以怎样的方法论体系确立认知路径?其价值如何在历史语境与现实需求中实现统一?这种追问不仅是学科自我澄明的必要路径,更是技术革命时代推动人文社科突破学科壁垒、突破既有知识边界的思想动力。

当前,跨学科融合已成为高校科技创新体系的必然走向,政策层面对于技术赋能人文社科的关注持续升温,文科实验室、未来技术学院等平台建设正是这一趋势的实践映射。科技考古作为技术迭代的时代产物,有机衔接自然科学、工程科学与人文社会科学,既具备拓展考古学知识边界的学术价值,也有全面系统阐释人类历史尤其是文字史前文明演进的文化价值,更在中华文明探源等国家重大需求中体现出独特的战略价值。其建制化历程突破传统学科基于知识分化的自然演进逻辑,可为更广范围的人文社科领域探索技术赋能路径提供实践范本。

本文研究得出以下结论:第一,科技考古的建制化历程呈现从技术驱动到体系自洽的4个阶段演进:萌芽阶段以单点技术突破开启跨学科对话,奠定技术介入的认知基础;奠基阶段通过理论建构、教育布局与制度吸纳,完成从技术零散应用到规范学科体系的转型;体系化阶段依托重大项目整合多技术手段,构建中外融合的理论框架与全链条实践模式;成熟阶段通过前沿技术拓展、国际话语权建构与学科生态完善,实现外在建制与内在学理的协同成熟,最终形成技术赋能人文社科研究的完整范式。第二,技术赋能人文社科研究

范式的核心机制,表现为纵向三阶递进逻辑与横向三维互构。纵向层面,技术依次作为认知工具突破经验研究边界、作为制度要素重塑学科规则体系、作为生态驱动力催生研究范式变革;横向层面,通过精度提升强化研究实证基础、跨界应用拓展学科知识边界、规则建构重塑学术合法性体系,推动人文社科突破传统研究范式,形成科学性、开放性与权威性兼具的现代学科范式。

当然,本文研究基于单一案例提炼的理论模型,其普适性仍需在更广阔的学科场域中检验。未来研究拟将数字人文、计算社会学等领域纳入分析框架,通过跨领域比较研究,进一步揭示技术赋能人文社科的领域特异性与普遍规律,为构建数字时代人文社科的自主研究范式提供更具包容性的理论支撑。

参考文献:

- [1] 习近平. 建设中国特色中国风格中国气派的考古学 更好认识源远流长博大精深的中华文明[J]. 求是, 2020(23): 4-9.
- [2] 习近平. 把中国文明历史研究引向深入 增强历史自觉 坚定文化自信[J]. 求是, 2022(14): 4-8.
- [3] 侯耀文, 沈江平. 历史唯物主义与“空间转向”问题: 兼论人文社会科学和自然科学研究范式的差异性[J]. 人文杂志, 2021(3): 59-65.
- [4] 孙正聿. 我国人文社会科学研究范式转换及其他: 关于文科研究的几点体会[J]. 学术界, 2005(2): 7-22.
- [5] 杜甘. 比较社会学[M]. 李洁, 译. 北京: 社会科学文献出版社, 2006: 268-282.
- [6] 张莉. 库恩范式理论的方法论意义[D]. 西安: 西北大学, 2008: 16.
- [7] 李学明. 论人文社会科学共同体的基本特征[J]. 吉首大学学报(社会科学版), 2000(1): 24-28.
- [8] 拉卡托斯, 马斯格雷夫. 批判与知识的增长[M]. 周寄中, 译. 北京: 华夏出版社, 1987: 59-80.
- [9] 王正绪. 厘清社会科学研究范式的基本差别[N]. 中国社会科学报, 2024-09-13(A7).
- [10] 黄萃, 陈静, 陈惠玲. 第四研究范式: 数据驱动下的人文社科研究模式跃迁[J]. 中国高校科技, 2021(10): 10-14.
- [11] KING A G. Restructuring the social sciences: reflections from harvard's institute for quantitative social science [J]. PS: Political science & politics, 2014, 47(1): 165.
- [12] 张耀铭. 人工智能驱动的人文社会科学研究转型[J]. 济南大学学报(社会科学版), 2019, 29(4): 20-28, 157.
- [13] HONG J Y, LU Z. Promoting creative computing: origin, scope, research and applications [J]. Digital communications and networks, 2016, 2(2): 84-91.
- [14] 王澜. 神经科学技术在刑事司法实践中的应用综述[J]. 心理学进展, 2024, 14(8): 611-619.
- [15] 刘雨农, 是沁. 数据驱动范式下的人文社科知识服务创新研究[J]. 图书与情报, 2019(1): 24-30.
- [16] 范晓光. 计算社会科学须超越“精致的平庸”[N]. 中国社会科学报, 2022-11-16(A7).
- [17] 石英. 从“数据化”到“数字化”: 社会科学范式转型呼唤人文价值回归[N]. 中国社会科学报, 2025-03-24(A7).
- [18] 库恩. 科学革命的结构[M]. 金吾伦, 胡新和, 译. 北京: 北京大学出版社, 2003: 10.
- [19] 华勒斯坦. 学科·知识·权力[M]. 刘健芝, 等译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 1999: 21.
- [20] 费孝通. 关于社会学的学科、教材建设问题[J]. 西北民族研究, 2001(2): 1-6.
- [21] 吴国盛. 学科制度的内在建设[J]. 中国社会科学, 2002(3): 81-82.
- [22] 刘小强. 学科还是领域: 一个似是而非的争论: 从学科评判标准看高等教育学的学科合法性[J]. 北京大学教育评论, 2011, 9(4): 77-90, 186.
- [23] 张应强, 郭卉. 论高等教育学的学科定位[J]. 教育研究, 2010, 31(1): 39-43.
- [24] 王传毅, 杨佳乐, 刘惠琴. 研究生教育学之学科建设: 路径、进展与方向[J]. 研究生教育研究, 2020(3): 53-59.
- [25] 涂成林. 地方学学科建构的路径探索: 以“广州学”为例[J]. 教育研究, 2018, 39(11): 152-159.
- [26] 吴伟, 沈锦璐, 徐梦玲. 合法性视角下新兴交叉学科形成演化机制研究: 以合成生物学为例[J]. 大学与学科, 2022, 3(3): 64-78.
- [27] 吴小红, 陈建立, 刘伟, 等. 中国科技考古: 从起步到前沿[J]. 中国文化遗产, 2004(3): 12-14.
- [28] 王昌燧. 科技考古学科发展的思考[J]. 科学文化评论, 2019, 16(2): 18-22.
- [29] 潜伟. 中国考古科技史及几点思考[J]. 南方文物, 2021(3): 10-18.
- [30] 胡耀武. 科技考古研究范式之思考[J]. 人类学学报, 2022, 41(5): 952-958.

- [31]钱俊龙,熊樱菲,潘小伦.从九种核心期刊的文献计量分析看中国科技考古的发展[J].文物保护与考古科学,2004(2):51-63.
- [32]LIBBY W F, ANDERSON E C, ARNOLD J R. Age determination by radiocarbon content: world-wide assay of natural radiocarbon[J]. Science, 1949, 109(2827): 227-228.
- [33]夏鼐.放射性同位素在考古学上的应用:放射性炭素或炭14的断定年代法[J].考古通讯,1955(4):73-78.
- [34]吴小红.北京大学碳十四年代测定研究[J].中国文化遗产,2004(3):22.
- [35]陈建立,梅建军,潜伟,等.中国冶金考古研究五十年:回顾与展望[J].有色金属(冶炼部分),2024(11):247-257.
- [36]CONDAMIN J, FORMENTI F, METAIS M O, et al. The application of gas chromatography to the tracing of oil in ancient amphorae [J]. Archaeometry, 1976, 18(2): 195-201.
- [37]福建师范大学化学系高分子研究室.泉州湾宋代沉船中乳香的薄层色谱鉴定[J].福建师大学报(自然科学版),1976(1):66-70.
- [38]蔡莲珍,仇士华.碳十三测定和古代食谱研究[J].考古,1984(10):949-955.
- [39]童恩正,张陞楷,陈景春.关于使用电子计算机綴合商代卜甲碎片的初步报告[J].考古,1977(3):205-209.
- [40]夏鼐.碳-14测定年代和中国史前考古学[J].考古,1977(4):217-232.
- [41]HIGUCHI R, BOWMAN B, FREIBERGER M, et al. DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family [J]. Nature, 1984, 312(5991): 282-284.
- [42]PÄÄBO S. Molecular cloning of ancient egyptian mummy DNA [J]. Nature, 1985, 314(6012): 644-645.
- [43]俞伟超,张爱冰.考古学新理解论纲[J].中国社会科学,1992(6):147-166.
- [44]周昆叔.北京环境考古[J].第四纪研究,1989(1):84-94.
- [45]张光直,胡鸿保,周燕.考古学中的聚落形态[J].华夏考古,2002(1):61-84.
- [46]刘建国.遥感考古的原理与方法[J].考古,1994(4):367-371.
- [47]胡耀武.中国科技考古的发展历程、研究方法和展望:以全国科技考古学术讨论会为例[J].文物保护与考古科学,2024,36(1):176-181.
- [48]王昌燧.科技考古学[J].地球科学进展,1996(5):517-519.
- [49]李袁婕.文物保护法立法四十年[J].故宫博物院院刊,2022(11):125-141,147.
- [50]侯亮亮.中国科技考古简史(1921—2001)[J].新兴科学和技术趋势,2023,2(3):330-340.
- [51]王巍,赵辉.“中华文明探源工程”及其主要收获[J].中国史研究,2022(4):5-32.
- [52]陈淳.谈考古学的一般性和特殊性研究:《考古学:理论、方法与实践》中文第二版译后记[J].南方文物,2014(2):5-9,14.
- [53]赵丛苍,郭妍利.科技考古学初论[J].西北大学学报(哲学社会科学版),2006(6):87-93.
- [54]赵海涛,许宏,王振祥,等.二里头遗址发现60年的回顾、反思与展望[J].中原文物,2019(4):45-55.
- [55]袁靖.开辟科技考古各个领域专栏研究的设想[N].中国文物报,2011-07-22(7).
- [56]王巍.考古学成为一级学科的前前后后[N].中国文物报,2012-06-15(3).
- [57]熊巨华,刘建宝,高阳,等.国家自然科学基金地理科学方向助力中国科技考古的实践与展望[J].科学通报,2022,67(8):707-713.
- [58]高星.中国考古未来将出现人工智能技术大显神通等发展趋势[EB/OL].(2023-08-03)[2025-04-03].http://kaogu.cn/zwb/xsdt/xsdt_3347/xsdt_3348/202308/t20230804_5677250.shtml
- [59]袁靖.科技考古的思考[J].江汉考古,2018(4):3-10.
- [60]刘林平,蒋和超,李潇晓.规律与因果:大数据对社会科学研究冲击之反思:以社会学为例[J].社会科学,2016(9):67-80.
- [61]陈松.“模型落地”和“语境转换”:数字技术赋能下的历史研究[J].北京大学学报(哲学社会科学版),2024,61(6):100-112.
- [62]欧阳剑.面向数字人文研究的大规模古籍文本可视化分析与挖掘[J].中国图书馆学报,2016,42(2):66-80.
- [63]毛征兵,陈略,范如国.中国开放经济系统及其发展模式的机理研究:基于复杂适应系统范式的解析[J].经济与管理研究,2021,42(1):16-39.
- [64]林凡军,夏源,孟傲.数据标注:文化数字化的战略支点[R].北京:中华人民共和国文化和旅游部科技教育司,2023.
- [65]MAYO-WILSON C, ZOLLMAN K J S. The computational philosophy: simulation as a core philosophical method [J]. Synthese, 2021, 199: 3647-3673.

(本文责编:润 泽)