

数字化视角下审计学科的空间信息价值创造研究

吴 凯^{1,2}, 周 文², 陈永泰¹

(1. 南京审计大学 工程审计学院, 江苏 南京 211815; 2. 南京市审计局 农业农村审计处, 江苏 南京 210018)

[摘 要]立足于数字化转型背景,从时间序列、空间区域、网络关联视角,系统探究空间信息技术对审计学科理论体系的重构机理。传统审计学科体系以财务信息为主要研究对象,难以适应数字经济时代的复杂环境和多元需求。为此,构建了融合时空网分析维度的审计学科价值创造框架,包括空间信息获取、多源数据融合、空间分析建模、价值发现与创造四个关键环节,并强调了审计在保证、洞察和决策三个层面的价值创造。通过多案例分析,展示了该框架能够有效扩展审计学科研究边界,提升学科的系统性和创新性。研究表明,将空间信息纳入审计学科研究范畴,能够显著增强该学科在数字经济时代的理论解释力和实践指导力。上述研究,在理论上拓展审计学科的研究边界,深化对审计学科本质的认识,为学科发展提供新的研究范式;在实践上为审计机构在数字时代转型升级提供方向指引。

[关键词] 审计学科; 空间信息; 审计价值; 数字化转型; 学科融合; 3S 技术

[中图分类号] F239 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2096-3114(2025)04-0001-11

一、引言

(一) 研究背景与问题提出

数字经济正深刻重塑全球经济社会发展格局^[1]。世界银行 2023 年数字发展趋势报告显示,全球数字经济规模占 GDP 比重已超过 45%,数字化、网络化、智能化已成为经济社会发展的主导特征。这种变革不仅改变了企业运营模式和商业生态,也深刻影响了社会治理体系^[2]。在此背景下,作为经济社会的“守门人”和“价值发现者”,审计工作面临着理论范式和技术方法的双重变革需求。

数字化转型给审计学科发展带来三大挑战:一是认识论层面的挑战,单一维度的财务信息分析难以有效刻画数字经济时代审计对象的系统特征。企业价值创造过程日益呈现跨时域、跨区域、跨主体的复杂特征,需要多维度、立体化的分析框架。二是方法论层面的挑战,静态的事后审计模式无法满足实时监管的现实需求。数字经济时代信息流动和价值创造具有显著的实时性特征,要求审计实现从静态验证向动态监测的转变。三是价值论层面的挑战,传统的合规导向难以充分发挥审计的价值创造功能。数字化转型背景下,审计不仅要关注合规性,更要挖掘数据价值,为组织决策提供深度洞察。

近年来,空间信息技术的进步为审计工作开辟了全新维度。地理信息系统(Geographic Information System, GIS)、遥感技术(Remote Sensing, RS)、全球定位系统(Global Positioning System, GPS)等 3S 技术的快速发展^[3],使得审计机构能够以前所未有的精度和广度获取、处理和分析地理空间数据^[4]。根据行业预测,到 2036 年全球地理空间解决方案市场规模将达到 3 万亿美元,年复合增长率超过 16%。

[收稿日期] 2024-11-01

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(42075191,52009080)

[作者简介] 吴凯(1991—),男,河南泌阳人,南京审计大学工程审计学院高级工程师,南京市审计局农业农村审计处高级工程师,硕士生导师,主要研究方向为审计、资源环境管理,邮箱:wuukai@foxmail.com;周文(1985—),男,江苏宿迁人,南京市审计局农业农村审计处一级主管,主要研究方向为审计、农业政策研究;陈永泰(1977—),男,甘肃会宁人,南京审计大学工程审计学院副教授,主要研究方向为复杂工程审计与治理、资源环境管理。

空间信息技术在资源环境审计、基础设施投资审计、区域经济发展审计等领域展现巨大的应用潜力。

目前学界对空间信息在审计价值创造中的理论机制研究仍显不足。现有研究主要集中在技术应用层面,缺乏系统的理论框架支撑;对空间信息创造价值的量化评估方法有待完善;跨学科融合的深度和广度需要进一步拓展。这些理论缺口制约了空间信息在审计创新中的深度应用。因此,构建空间信息驱动的审计学科价值创造,既是数字化转型背景下的现实需求,也是审计学科理论创新的重要突破口。

(二) 研究目的与贡献

立足于数字化转型背景,本文构建一个融合时间序列、空间区域和网络关联的审计价值创造理论框架,实现了从“点”(财务数据)到“面”(空间数据)的理论跨越。理论创新体现在三个维度:其一,在认识论层面,提出“时空网”三维分析框架,为理解数字经济时代审计对象的本质特征提供新的理论视角;其二,在方法论层面,创新性地将空间信息技术与审计专业知识深度融合,构建了一个包含信息获取、数据融合、分析建模和价值创造的完整理论体系;其三,在价值论层面,拓展了审计价值的理论边界,将空间维度纳入审计价值创造的核心机制。

本文的理论贡献主要体现在:首先,实现了审计学与地理信息科学的学科深度融合,丰富了数字化时代审计理论体系;其次,构建了空间信息驱动的审计价值创造框架,为审计创新提供了系统的理论指导;最后,提出了基于空间信息的审计价值评估方法,为分析审计价值创造效果提供了新的研究范式。

在实践层面,本研究为审计机构的数字化转型提供了理论指导和方法支持:第一,提出了提升审计价值创造能力的新途径,有助于审计机构应对数字化转型挑战;第二,为审计准则的修订完善提供了理论依据,推动审计标准体系的创新发展;第三,为审计教育改革和人才培养提供了新思路,助力培养适应数字经济时代需求的复合型审计人才。

二、核心概念界定

(一) 数字化转型的深度内涵

数字化转型是一个多维度、系统性的组织变革过程。本研究将数字化转型定义为:以数字技术创新为驱动,通过重构业务流程、优化组织结构、创新运营模式,实现组织价值创造范式转变的系统工程。这一定义具有三个核心特征:第一,强调数字技术的基础性作用,特别是人工智能、大数据、区块链等新一代信息技术的赋能效应;第二,突出变革的系统性,涵盖技术、业务、组织和文化等多个层面的协同演进;第三,凸显价值创造导向,将数字化能力提升与组织价值创造紧密关联。

从审计视角看,数字化转型遵循“技术驱动—流程重塑—价值创新”的演进路径^[5]。技术驱动层面,数字技术深刻改变了审计证据的形态、获取方式和分析方法^[6];流程重塑层面,传统的线性审计流程向网络化、实时化方向演进^[7-8];价值创新层面,审计职能从合规验证向价值发现与创造转变^[9]。这种转型不仅改变了审计的技术方法,更重要的是重构了审计的理论基础和价值创造机制。

(二) 空间信息的理论属性

空间信息在数字经济时代已超越传统的地理坐标概念,演化为一个多维度、动态化的综合信息系统。本研究将审计语境下的空间信息定义为:以地理空间为基础,融合时间演化、属性特征和关联网络的综合信息体系。这一定义蕴含三层理论内涵:其一,强调空间信息的基础性地位,地理空间构成了承载各类信息的底层框架;其二,突出信息的动态性,时间维度使空间信息成为动态演化的过程记录;其三,体现系统的整体性,通过关联网络实现空间要素间的有机联系。

从理论属性视角,空间信息展现位置性、多维性、关联性、动态性和尺度性五大特征。位置性体现为对审计对象的精确空间定位能力,为审计证据提供了地理坐标支撑;多维性反映了空间信息所承载的丰富属性信息,使审计分析具备更全面的视角;关联性揭示了空间要素之间复杂的相互作用关系,有助于理解审计对象的系统特征;动态性强调了空间信息随时间的变化特征,支持审计的连续监测;尺度性则

体现了空间信息在不同空间尺度上的分析能力,使审计能够实现从微观到宏观的多层次分析。这些理论属性使空间信息成为连接自然空间、社会空间和经济空间的重要纽带。

(三) 审计价值创造的概念重构

结合价值链理论和连续审计理论,审计价值创造可重新定义为一个动态、持续的过程,通过收集、分析和解释多源数据(包括空间信息),为利益相关者提供可靠的保证、专业的洞察和决策建议,从而增强决策的科学性、提高资源配置效率、促进组织目标实现的系统性活动。这一定义具有四个理论要点:第一,强调价值创造的过程性和持续性,突破了传统静态视角的局限;第二,将多源数据作为价值创造的基础,特别强调空间信息的重要作用;第三,明确价值创造的多元属性,包括财务价值、社会价值和环境价值;第四,拓展价值创造的受益主体,不仅包括被审计单位,还包括监管机构、社会公众等利益相关者。

三、文献综述与理论基础

(一) 审计学科研究对象的演进

审计学科的研究对象随着社会经济的发展和审计实践的深化而不断演进,审计学科核心研究对象的演进分为以下四个阶段。(1)财务信息验证阶段(20世纪中期以前)。这一阶段的审计理论主要基于传统会计理论和审计控制理论,将财务报表的真实性和可靠性验证作为核心研究对象。这种以财务数据为中心的研究范式难以满足经济社会发展对审计的更广泛需求。(2)20世纪90年代至21世纪初进入风险导向扩张阶段。这一时期,审计理论实现了从单一财务风险向全面风险管理的重要转变。商业风险审计模型极大拓展了审计范围,将企业价值创造过程中的各类风险因素纳入研究视野^[10-11]。国际审计与鉴证准则理事会(IAASB)2003年发布的风险评估准则,标志着这一理论转变在实务层面的确立。(3)2010年代是数字化转型阶段。大数据、人工智能等技术的深度应用推动审计研究对象从静态数据向动态数据流转变,从结构化数据向非结构化数据扩展。技术驱动审计理论系统阐述了数字技术如何重塑审计研究对象。这一阶段的研究重点是数据分析技术在审计中的创新应用,连续审计和智能审计理念兴起^[12-13]。(4)2020年以来进入多维融合阶段。当前阶段的核心特征是财务信息、非财务信息和空间信息等多维度信息的深度整合。跨学科交叉融合产生了新的理论视角,空间信息技术、区块链等新技术的引入进一步拓展了审计研究的边界^[14-16]。这四个阶段呈现审计学科核心研究对象从单一维度向多维度拓展、从静态分析向动态分析转变、从验证功能向增值服务延伸、从技术辅助向技术驱动转变的演进规律,这种演进反映了审计理论对实践需求的持续回应和自身的理论创新。

(二) 空间信息在审计中的应用研究现状

空间信息技术在审计中的应用研究经历了从基础应用到融合集成的发展过程。在基础应用阶段,研究主要围绕3S技术在具体审计领域的应用展开,包括GIS在政府审计中的应用价值,遥感数据在土地管理审计中的应用方法,以及基于空间信息的审计证据体系等内容^[17-21]。随着技术进步,空间信息在审计中的应用逐步深化,空间自相关分析方法为区域经济审计提供了新工具,空间自回归模型、空间-时间序列分析等均推动了审计分析方法的升级^[22-23]。在多源数据融合方面,研究重点转向空间信息与财务数据的协同分析、多维度数据的整合分析框架构建以及时空大数据分析平台的开发^[24-26]。最新研究趋向于空间信息与传统审计的深度融合,重点包括空间信息与财务数据的协同分析方法、多维度数据的整合分析框架构建以及时空大数据分析平台的开发。这些研究解决了技术层面集成问题,还探索了空间信息在提升审计价值方面的系统作用。

(三) 审计价值理论研究进展

审计价值理论的研究经历了从单一价值向多元价值、从静态价值向动态价值的转变过程。传统审计价值理论主要包括信息价值理论、保险价值理论和代理价值理论,这些理论分别从降低信息不对称、分散风险和减少代理成本的角度解释审计的价值创造机制^[27-28]。随着经济社会的发展,审计价值理论

逐步扩展到多元价值维度。利益相关者价值理论从多元主体视角重新定义了审计价值,社会价值理论强调了审计的社会治理功能^[29],可持续价值理论关注审计在促进可持续发展中的作用。这些理论的发展丰富了审计价值的内涵,拓展了价值创造的路径。在数字经济时代,新的价值理论不断涌现。连续审计价值理论强调了实时监督的价值创造机制^[30],数据驱动价值理论探讨了大数据分析带来的新价值维度^[31-32],空间价值理论则研究空间信息为审计带来的价值增量。这些新理论反映了技术进步对审计价值创造方式的深刻影响。

(四) 研究评述

当前研究在拓展审计学科研究边界、丰富审计价值创造理论内涵、推动审计技术方法创新等方面取得了显著成果,但仍存在一些不足。其一,缺乏系统的空间信息审计理论体系。现有研究多局限于技术应用层面,未能形成完整的理论框架,空间信息驱动的审计价值创造框架可填补这一理论空白。其二,对空间信息创造价值的研究不足。现有研究缺乏科学的评估方法,应用模式和标准规范有待完善,影响了研究成果向实践的转化。本研究提出基于时空网分析的价值评估方法,为解决这一问题提供新思路。其三,学科融合的深度和广度有待加强。现有研究在审计学与地理信息科学的融合方面仍显不足,本研究通过构建融合型理论框架,促进学科间的深度对话。构建空间信息驱动的审计价值创造框架能弥补现有理论缺口,为审计实践创新提供系统指导。

四、理论框架构建

(一) 空间信息驱动的审计价值创造框架构造

整合系统理论、审计价值理论和空间信息理论,本文构建了融合时间、空间和网络维度的审计价值创造理论框架(图1),框架的理论架构包含三个维度:(1)时间维度反映了审计对象的动态演化特征,时间维度从历史轨迹、现状评估和未来趋势三个层面刻画审计对象的时序特征,这种动态视角既识别关键的演化节点,又预测系统的发展方向;(2)空间维度揭示了地理分布模式和区域关联特征,空间维度从集聚、扩散和互动三个方面分析审计对象的地理属性,空间计量方法的引入使得区域异质性和空间溢出效应得到了科学量化;(3)网络维度反映了要素间的复杂关联关系,基于社会网络理论和复杂网络科学,本研究构建了多层网络分析框架,揭示了审计对象的拓扑结构和互动机制,网络中心性、聚类系数等指标的引入,为系统特征的量化提供了科学工具。

在操作层面,框架通过四个关键环节实现价值创造:空间信息获取环节构建多源数据采集体系,多

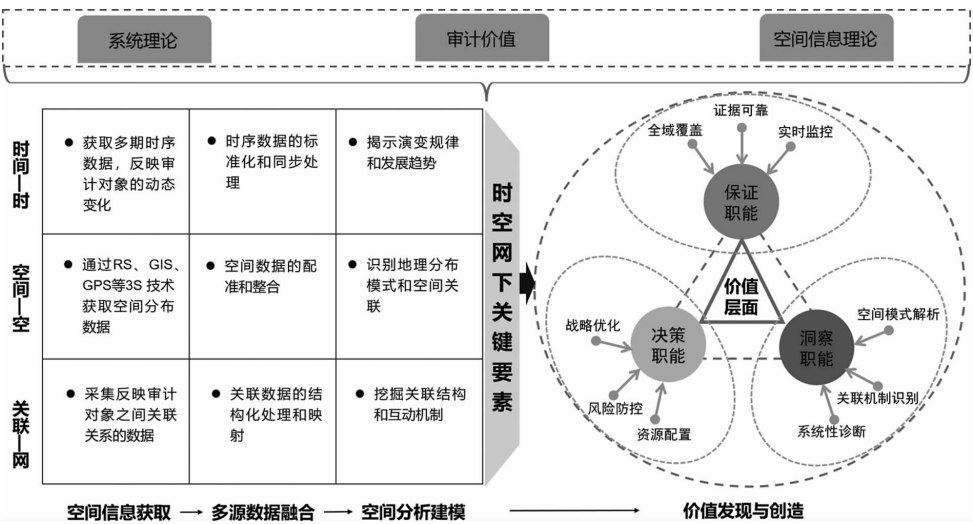


图1 空间信息驱动的审计价值创造框架

源数据融合环节实现异构数据的系统整合,空间分析建模环节提供深度分析工具,价值发现与创造环节实现审计价值的最终转化,这四个环节形成了一个完整的价值创造链条。

这一框架实现了三个重要突破:从单一维度向多维度的转变,增强了审计分析的全面性;从静态分析向动态分析的跨越,提升了审计的时效性;从孤立评价向系统评价的提升,强化了审计的整体性。框架各要素之间通过逻辑关联和功能互补,形成了一个有机统一的整体。

(二) 时空网协同分析:实现多维度深度融合

时空网分析框架实现了三个维度的有机融合,这三个维度的交互作用形成了完整的分析体系(图2):时空交互效应主要体现在空间格局的动态演化和发展路径的历史依赖性;时网交互效应关注网络结构的动态演进,量化分析网络连接的时变特征;空网交互效应则考察地理因素对网络形成的影响机制,研究空间邻近性与网络结构的内在关联。这三对交互效应的深度融合形成了一个完整的理论系统,全面把握数字经济时代审计对象的复杂特征,提升审计分析的系统性和预见性,为价值创造提供了坚实的理论基础。

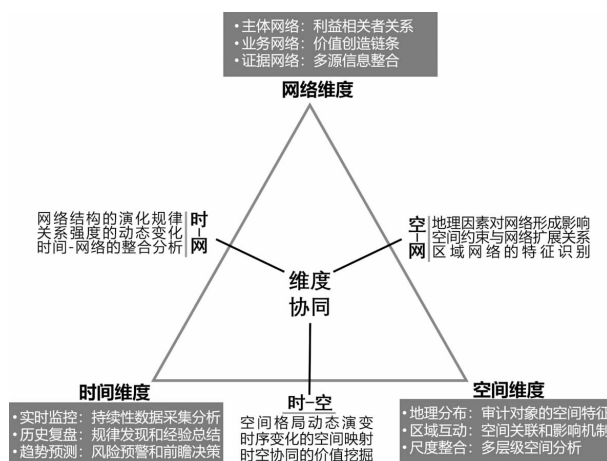


图2 “时空网”分析维度关系图

(三) 价值创造的核心环节与实现机理

1. 空间信息获取机制

空间信息获取是基础环节,利用多种技术手段获取全面、精确的空间信息。这一环节强调多平台、多尺度、多时相的空间信息获取策略,包括:(1)利用卫星遥感、航空遥感、地面测量等多种平台,获取不同视角的空间信息;(2)从宏观的区域到微观的地块多尺度,获取不同空间分辨率的数据,以满足不同审计需求;(3)获取不同时间点多时相的空间信息,以支持时间序列分析和变化检测,该环节实现空间信息获取的系统化、规范化和智能化,为后续分析提供高质量的数据基础。

2. 多源数据融合方法

多源数据融合环节将不同来源和格式的数据转换为统一标准,确保数据的可比性和一致性,实现空间信息与传统审计数据的深度融合,该环节应实现“三层融合”:在数据层面,通过空间配准和时间同步实现基础数据的整合;在特征层面,通过特征提取和匹配实现信息的有效集成;在决策层面,通过多源信息的综合分析支持审计决策。这种层次化的融合方法,有效解决了异构数据整合的技术难题,提升了数据分析的价值^[33]。例如,在政府投资项目审计中,可以将项目的地理位置信息与财务支出数据、工程进度报告等整合,形成一个多维度的项目数据库^[34]。

3. 空间分析建模

空间分析建模是核心环节,涉及对融合后数据进行深入分析,划分为三类核心模型:基础分析模型包括空间自相关分析模型、空间计量经济模型和空间插值模型等,这些模型能够有效识别审计对象的空间分布特征和关联模式;综合评估模型融合空间权重矩阵、地理加权回归和空间面板数据模型等,实现对审计对象的多维度评估;预测预警模型整合时空序列分析、空间马尔可夫链和空间智能预警等,提供前瞻性的风险识别和趋势预测。例如,在自然资源资产离任审计中,可以利用空间自相关分析评估资源利用的空间均衡性,使用时空立方体分析方法追踪资源变化轨迹。

(四) 审计价值创造的三个层面:从保证、洞察到决策

在保证职能方面,空间信息为审计证据体系带来了突破。通过全域覆盖的空间数据采集,显著提升了审计的系统性和完整性,特别是在自然资源与基础设施等地理跨度较大的审计领域。以卫星遥感为

代表的空间信息技术提供了客观、可验证的审计证据,有效降低了人为干预风险。同时,实时数据获取能力确保了审计证据的时效性,为连续审计提供了坚实基础。在农业补贴审计实践中,遥感影像的应用成功突破了传统抽样方法的局限,实现了农作物种植面积的全面、精准核验。

在洞察职能方面,空间信息分析方法增强了审计的深度发现能力,空间关联分析技术能够揭示审计对象的分布规律和互动机制,多尺度分析方法实现了从宏观到微观的系统性诊断。特别是在复杂审计场景中,空间分析模型可以识别关键影响因素,发现潜在问题机理。以区域经济发展审计为例,空间自相关分析成功识别了经济发展的空间集聚效应和溢出机制,为区域协调发展政策提供了科学依据。

在决策职能方面,空间信息驱动的分析框架为管理决策提供了系统性支持。基于时空大数据的预测模型能够科学评估发展趋势,空间模拟技术则为政策效果评估提供了有力工具。通过整合多维度空间要素,形成了支持战略规划、风险防控和资源配置的决策支持体系。在城市规划审计中,空间增长模型不仅预测了城市扩张趋势,更为土地资源的优化配置提供了决策参考。

这三个职能形成了一个有机统一的价值创造体系,保证职能夯实了数据基础,洞察职能深化了问题认知,决策职能优化了价值实现。空间信息在每个环节都发挥着独特作用:在保证职能中提供了全域性证据支撑,在洞察职能中实现了系统性规律发现,在决策职能中形成了科学性建议支持。这种多层次的价值创造机制,显著提升了审计在数字化转型背景下的专业能力和服务价值。

五、案例分析与框架验证

(一) 国内案例分析

1. 案例选取与研究方法

本研究采用多案例研究方法验证理论框架的有效性。选取高标准农田建设审计和自然资源资产离任审计作为典型案例,基于三个维度的理论考量:这些案例具有显著的空间属性和系统复杂性,为验证空间信息驱动的审计价值创造框架提供了理想的实证场景;案例涉及国家粮食安全和生态文明建设等重大战略议题,具有较强的现实价值和政策含义;传统审计方法在面对这类大尺度、多要素的审计对象时存在明显局限,为检验理论创新的实践价值提供了契机。

采用“理论—实践—验证”的分析路径,通过案例实践验证理论框架的有效性。具体研究过程包括数据收集、框架应用、效果评估和价值分析四个环节,形成了完整的案例研究闭环。通过多案例的交叉验证,系统检验理论框架的普适性,深入探讨空间信息在不同审计领域的价值创造机制。

2. 高标准农田建设项目审计案例

高标准农田建设是保障国家粮食安全的战略工程。根据国务院《全国高标准农田建设规划(2021—2030年)》,到2030年我国将累计建成12亿亩并改造提升2.8亿亩高标准农田。项目的系统复杂性和广域特征为验证理论框架提供了理想的实证场景,在跨区域、多要素的复杂审计环境中展现显著的方法论创新价值。

项目团队构建了一个多层级、立体化的空间信息获取系统,通过整合卫星遥感、无人机航拍和地面监测数据,实现了对项目全周期、全要素的动态监控。特别是在数据获取环节,通过高分辨率卫星遥感(GF-2,空间分辨率优于1米)实现了大尺度观测,同时利用无人机系统获取关键区域的精细信息,形成了多尺度、立体化的观测网络。这种创新性的数据架构不仅突破了传统审计的信息获取瓶颈,更为价值发现提供了坚实的数据基础。

在数据融合环节,通过空间配准技术和数据标准化处理,解决了多源数据在时空尺度和属性特征上的异构问题。特别值得关注的是,本研究建立了一个统一的空间参考系统,实现了遥感影像、地形数据、土壤调查和气象观测等多源数据的有机整合。这种深度融合不仅提升了数据的可用性,也为后续的空间分析提供了高质量的数据支撑。

在空间分析建模环节,基于深度学习技术开发了面向对象的影像分类方法,显著提升了农田识别的精确度。通过 DEM 数据分析构建了包含坡度、坡向等要素的地形特征评价体系,为农田质量评估提供了科学依据。特别是在空间统计分析方面,本研究应用地理加权回归等方法,深入揭示了农田质量改善的空间差异性和影响机制。

在价值创造层面,通过多维度评估展示了空间信息的系统性贡献。在经济价值维度,通过空间自相关分析和地理加权回归,揭示了投资效率的空间异质性特征,为优化资源配置提供了科学依据。在社会价值维度,评估了项目对农民收入的空间溢出效应,分析了粮食安全保障能力的提升效果。在环境价值维度,监测了土壤质量改善、水资源利用效率提升等关键指标,构建了完整的环境效益评估体系。

3. 自然资源资产离任审计案例

本研究选取的浙江省某市作为长三角区域一体化发展的关键节点,其独特的发展模式为理论框架的系统验证提供了理想场景。该市在快速城市化进程中面临经济发展与生态环境保护的结构性矛盾,这种复杂的治理情境为空间信息审计框架的创新应用提供了丰富的实证素材。多年纵向观测数据验证了理论框架在复杂系统治理中的实践效能。

在空间信息获取环节,通过构建多层级遥感数据获取体系,整合了 Sentinel-2 多光谱数据、Landsat 8 热红外数据和高分辨率商业卫星数据,形成了覆盖宏观、中观和微观尺度的立体化观测网络。将遥感观测与地面监测网络进行深度融合,通过空气质量自动监测站点、水质监测网络和土壤采样点位的多类型数据,实现了环境要素的全维度获取,显著提升了资源资产核算的科学性和可靠性。

在多源数据融合环节,通过建立统一的空间参考系统和时间序列对应关系,解决了多源异构数据的整合难题。特别是在特征提取和优化组合方面,项目运用了深度学习算法,显著提升了数据融合的精度和效率,为资源资产核算提供了高质量的数据基础。

在空间分析建模环节,通过空间统计方法实现了资源存量和流量的精准评估。在生态环境评估方面,应用时空立方体分析方法,揭示了环境质量变化的时空演化规律。特别是在效率评估方面,通过空间杜宾模型和地理加权回归的综合应用,剖析了资源利用效率的空间溢出效应和区域异质性特征。

在治理价值维度,通过构建科学的评价指标体系,实现了对领导干部资源管理绩效的客观评估。结果显示,资源管理效率与区域发展水平之间存在显著的空间耦合关系,这一发现为完善考核机制提供了理论依据。在政策价值维度,本研究基于空间分析结果提出了差异化的资源管理策略,推动了区域协调发展政策的优化完善。在可持续发展价值维度,通过系统评估生态文明建设成效,预测了资源环境承载力的演变趋势,为区域可持续发展决策提供了科学支撑。

以上案例的系统验证表明,空间信息驱动的审计价值创造框架在复杂的资源环境审计场景中展现了强大的分析能力和实践价值。特别是在多维度价值创造方面,理论框架通过整合空间信息技术与审计专业方法,显著提升了审计的科学性、系统性和前瞻性,为推动审计理论创新和实践发展提供了新的研究范式。这些发现不仅丰富了审计理论体系,也为完善资源环境治理机制提供了重要的实践启示。

(二) 国际经验借鉴

为深入验证理论框架的普适性,本研究从技术路径、应用模式和价值创造三个维度,对主要发达国家或组织的空间信息审计实践进行了比较分析(表1)。实证研究表明,基于不同制度环境和战略需求,形成了差异化的发展模式和价值创造机制(图3)。(1)在空间信息获取策略上,美国和欧盟依托其强大的航天能力,形成了以政府数据为主的信息获取体系;澳大利亚更多依赖商业卫星数据,以满足特定审计需求;加拿大和荷兰则采取了政府数据和商业数据相结合的策略。(2)在分析方法创新上,美国政府问责办公室(GAO)在风险评估模型中引入了空间自相关分析;欧洲审计院(ECA)开发的作物识别模型有效整合了光学和雷达卫星数据;荷兰审计院的洪水风险模型则实现了水文模型和社会经济模型的深度融合。(3)审计价值创造方式上,各审计机构在价值创造方面的侧重点反映了其本地区特点和战

略需求。美国政府问责办公室(GAO)更注重空间信息在政策评估和建议方面的应用,体现了其作为该国最高审计机关在政策层面的影响力。欧洲审计院(ECA)侧重于利用空间信息提高审计的覆盖面和效率,这与其需要协调多个成员国的复杂审计环境相适应。澳大利亚审计署(ANAO)强调空间信息在长期环境监测中的作用,反映了该国对生态环境保护的高度重视。加拿大审计长办公室(OAG)将空间信息应用于气候变化适应性评估,特别是在北极地区的研究中,体现了该国的独特关注点。荷兰审计院则专注于空间信息在风险管理中的价值,尤其是在海平面上升和洪水风险评估方面,这与该国的地理特征和安全需求密切相关。

综合分析表明,空间信息审计的国际实践呈现出“技术导向—方法创新—价值实现”的演进规律。上述差异化实践为理论框架的普适性验证提供了丰富的实证素材,同时也为我国空间信息审计的创新发展提供了有益借鉴。特别是在数字化转型背景下,如何基于本国特点构建具有特色的空间信息审计模式,将是未来研究的重要方向。

表 1 国际空间信息审计实践比较

国家或组织	审计机构	空间信息获取	数据融合技术	空间信息分析模型	价值创造重点	典型案例
美国	政府问责办公室 (GAO)	主要依赖 USGS、NASA 等政府机构公开数据	标准化融合流程,整合多源政府数据	空间自相关分析, 风险热点识别	政策评估和建议, 提高决策支持	FEMA 洪水保险计划审计
欧盟	欧洲审计院 (ECA)	利用 Copernicus 计划数据,覆盖范围广	跨国数据整合,处理多语言、多标准数据	时间序列分析, 作物识别模型	提高审计效率,跨 境问题分析	共同农业政策 (CAP) 审计
澳大利亚	审计署(ANAO)	商业卫星数据为主,高 时空分辨率	海陆数据融合,处理复 杂生态系统数据	长期环境监测模型, 珊瑚礁健康评估	生态系统保护,环 境政策评估	大堡礁保护计 划审计
加拿大	审计长办公室 (OAG)	政府和商业数据结合, 注重极地数据	极地数据处理,雪盖和 海冰数据融合	气候变化模型,北 极环境变化分析	气候变化适应性评 估,资源管理	北极地区气候 变化适应性审计
荷兰	审计院	高分辨率本地数据,密 集观测网络	社会经济数据与空间 数据融合	洪水风险模型,城 市扩张模拟	风险管理,国土规 划优化	洪水风险管理 审计

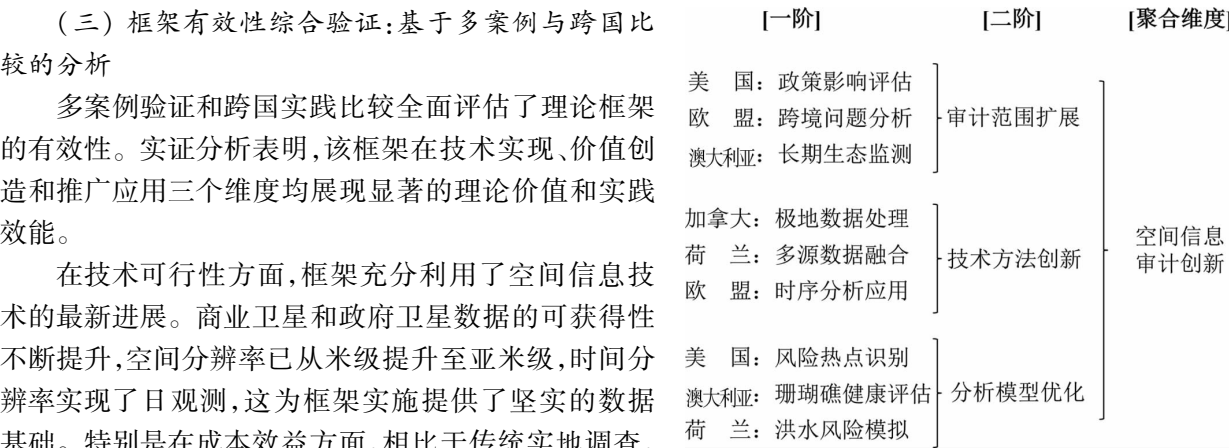


图 3 空间信息审计创新的概念聚合图

审计难以发现的深层次、系统性规律,特别是在识别区域发展的集聚效应和扩散机制方面取得了突破性进展。决策职能的增强体现在政策建议的质量和采纳度的显著提升,尤其在资源配置优化和区域协调发展方面的实质性影响。

框架的推广应用价值得到实践检验。从适用性来看,框架已成功扩展到经济、社会等多个审计领域,展现了良好的跨场景适应能力。实践表明,框架在不同尺度(从微观项目到宏观政策)和不同制度环境下均保持了稳定的性能表现。在实施可持续性方面,该框架在试点应用中获得了审计机构的积极反馈,其系统化的分析能力与人才培养体系,展现了良好的持续运营潜力。随着技术进步和规模效应的显现,框架的实施成本呈现持续优化趋势,这进一步增强了其推广价值。

这些实践发现有力地支持了理论框架的有效性,同时也为未来优化提供了方向指引。特别是在处理复杂系统审计问题时,框架展现的多维分析能力和系统集成优势,为数字经济时代审计创新提供了可靠的方法论支撑。

六、启示与展望

(一) 启示

1. 对审计理论研究的启示

在认识论层面,研究实现了从单一财务信息导向向多维信息融合的理论跨越。通过建立“时空网”分析框架,为理解数字经济时代审计对象的本质特征提供了新的理论视角,深化了对审计价值创造机制的系统认知。这种认识论的突破不仅拓展了审计研究的边界,更重要的是提供了理解数字经济时代审计本质特征的新范式。

在方法论层面,本研究开创性地构建了空间信息驱动的价值创造机制。该机制通过整合空间分析方法与审计专业知识,为解决复杂审计问题提供了系统性思路。特别是在处理跨区域、多层次的审计对象时,空间维度的引入极大地增强了分析的深度和准确性。本研究实现了从静态验证向动态监测的方法论转变,为审计创新提供了有力的工具支撑。

价值论层面的创新主要体现在对审计价值理论边界的重构。本研究将空间维度纳入审计价值创造的核心机制,构建了包含经济、社会和环境价值的多层次评估体系。这种理论拓展强化了审计的战略支撑功能,使审计价值创造呈现更加系统和深入的特征。通过空间信息的深度应用,审计不仅能够提供更可靠的保证,还能够产生更深刻的洞察和更有价值的决策建议。

2. 对审计实务开展的启示

数字化转型背景下,空间信息技术正成为审计创新的关键驱动力。将空间信息技术纳入审计技术体系,能够显著提升审计的精准性和效率。实践中,审计机构需要构建数据驱动的创新模式,将空间信息分析深度嵌入审计全流程。这种转型不仅涉及技术工具的更新,更需要组织能力的系统提升。

在能力建设方面,审计机构需要重点关注专业团队建设和技术标准体系构建。通过建立专业的空间数据分析团队,开发标准化的审计工具,形成完整的质量控制体系,确保空间信息审计的规范性和可靠性。同时,创新审计服务模式,将空间分析能力转化为差异化的价值创造优势,提升战略影响力。

3. 对教育与人才培养的启示

数字经济时代的审计人才培养面临新的挑战,研究发现,传统的单一学科导向已难以适应空间信息审计的需求。教育机构需要构建跨学科的复合型课程体系,将审计理论与空间信息技术深度融合,强化实践导向的案例教学。通过产学研协同培养机制,培养具备审计专业知识和地理信息科学素养的复合型人才,帮助审计人才建立适应技术快速演进的持续学习体系。

4. 对审计准则制定的启示

研究结论为审计准则的创新发展提供了理论基础。(1)在准则体系构建方面,建议在现有审计准

则中增加空间信息应用相关内容,制定专门的技术准则规范空间信息获取、处理和分析的标准操作程序,建立空间信息审计的质量控制标准。这些准则的完善将为空间信息在审计中的规范应用提供制度保障。(2)在证据标准方面,本研究为构建空间信息审计证据体系提供了理论路径。空间信息作为新型审计证据需要建立科学的采信标准。具体包括:规定空间数据源的可靠性要求,明确不同审计项目对空间数据精度的要求,规范空间数据的时间有效性,要求空间数据的完整性和一致性,规范空间数据分析结果的解释方法。这些标准的制定将确保空间信息证据的法律效力和可信度。

(二) 展望

基于研究发现,未来可能的研究方向如下。在理论深化方面,建议探索空间信息与区块链、人工智能等新兴技术的协同效应,构建更具前瞻性的审计理论体系,这一研究方向将为审计理论创新提供新的增长点。在方法创新方面,亟需开发基于深度学习的空间数据分析模型,从而实现复杂时空关联的智能识别与风险预警,全面提升审计的智能化水平,这种方法论创新将显著增强审计在数字经济时代的分析能力和价值创造潜力。在实践应用方面,建议探索空间信息审计在 ESG 审计、数字经济审计等新兴领域的创新应用,这些领域的拓展不仅能丰富审计实践,也将为理论创新提供新的研究素材。

这些研究方向的深化将推动空间信息驱动的审计价值创造理论的持续完善,为审计学科在数字经济时代的创新发展提供理论指引。随着数字技术的快速演进,审计理论与实践的创新将呈现更加丰富的可能性,这也为未来研究提供了广阔的探索空间。

参考文献:

- [1] The World Bank. Digital progress and trends report 2023[EB/OL]. (2023-09-24)[2024-03-05]. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/95fe55e9-f110-4ba8-933f-e65572e05395/content>.
- [2] 王岭. 数字经济时代中国政府监管转型研究[J]. 管理世界, 2024(3): 110-126.
- [3] Appelbaum D, Kogan A, Vasarhelyi M A. Big data and analytics in the modern audit engagement: Research needs[J]. Auditing: A Journal of Practice & Theory, 2017(4): 1-27.
- [4] 李德仁, 徐小迪, 邵振峰. 论万物互联时代的地球空间信息学[J]. 测绘学报, 2022(1): 1-8.
- [5] 翟云, 潘云龙. 数字化转型视角下的新质生产力发展——基于“动力-要素-结构”框架的理论阐释[J]. 电子政务, 2024(4): 2-16.
- [6] 高翀, 石昕, 刘峰. 企业数字化转型与审计师决策[J]. 管理科学, 2023(3): 116-129.
- [7] 张鹏. 持续审计的发展历程与研究展望[J]. 西安财经大学学报, 2021(3): 62-68.
- [8] 陈其慎, 张艳飞, 邢佳韵, 等. 矿产资源供应基地评价与供应链调查理论技术方法[J]. 地球学报, 2021(2): 159-166.
- [9] 崔春, 杨周南. 数字化时代国家审计治理能力提升: 理论框架、逻辑构建和实现路径[J]. 经济体制改革, 2024(3): 16-25.
- [10] Eilifsen A, Knechel W R, Wallage P. Application of the business risk audit model: A field study[J]. Accounting Horizons, 2001(3): 193-207.
- [11] Coderre D, Police R C M. Global technology audit guide: Continuous auditing implications for assurance, monitoring, and risk assessment[J]. The Institute of Internal Auditors, 2005: 1-34.
- [12] Simnett R, Vanstraelen A, Chua W F. Assurance on sustainability reports: An international comparison[J]. The accounting review, 2009(3): 937-967.
- [13] Issa H, Sun T, Vasarhelyi M A. Research ideas for artificial intelligence in auditing: The formalization of audit and workforce supplementation[J]. Journal of Emerging Technologies in Accounting, 2016(2): 1-20.
- [14] Perols J L, Murthy U S. Information fusion in continuous assurance[J]. Journal of Information Systems, 2012(2): 35-52.
- [15] 郭鹏飞. 中国资源环境审计的发展历程、理论表征与实践深化[J]. 重庆社会科学, 2021(3): 6-19.
- [16] Morris B W, Kleist V F, Dull R B, et al. Secure information market: A model to support information sharing, data fusion, privacy, and decisions[J]. Journal of Information Systems, 2014(1): 269-285.
- [17] Evenson K R, Sotres-Alvarez D, Herring A H, et al. Assessing urban and rural neighborhood characteristics using audit and GIS data: Derivation and reliability of constructs[J]. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2009(6): 1-16.

- [18] Schlossberg M, Agrawal A W, Irvin K. An assessment of gis-enabled walkability audits[J]. *URISA Journal*, 2007(2): 5-11.
- [19] 李正荣, 陈昱蓉, 张丰, 等. 空间数据驱动的生态审计[J]. *科学技术与工程*, 2020(2): 467-473.
- [20] Yan Y, Cheng Q, Huang M, et al. Government environmental regulation and corporate ESG performance: Evidence from natural resource accountability audits in China[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022(1): 447.
- [21] Edwards N, Hooper P, Trapp G S A, et al. Development of a public open space desktop auditing tool (POSDAT): A remote sensing approach[J]. *Applied Geography*, 2013(38): 22-30.
- [22] Fouda Y E, ElKhazendar D M. Spatiotemporal analysis to dynamically map and audit urban growth in peri-urban areas[J]. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 2021(5): 853-868.
- [23] 韩峰, 胡玉珠, 陈祖华. 国家审计推进经济高质量发展的作用研究——基于地级城市面板数据的空间计量分析[J]. *审计与经济研究*, 2020(1): 29-40.
- [24] 阚京华, 王辉. 会计师事务所地缘关系对审计质量的影响研究[J]. *南京审计学院学报*, 2016(2): 74-84.
- [25] 徐超, 陈勇. 大数据技术与方法在审计监督中的应用研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2021(5): 135-153.
- [26] 唐勇军, 赵梦雪, 王秀丽. 我国自然资源审计的理论框架与实践路径——基于五大发展新理念的思考[J]. *南京审计大学学报*, 2018(2): 16-24.
- [27] 吴超鹏, 吴世农. 基于价值创造和公司治理的财务状态分析与预测模型研究[J]. *经济研究*, 2005(6): 99.
- [28] 韩洪灵, 陈汉文. 审计市场结构的决定因素分析——结构主义的研究范式及其述评[J]. *浙江大学学报(人文社会科学版)*, 2009(2): 91-102.
- [29] 王学龙, 杨鹏飞, 付惠冉. 基于环境价值链的企业环境绩效审计指标体系研究[J]. *南京审计学院学报*, 2011(3): 46-50.
- [30] 陈小燕, 陈良华. 连续审计在中国应用的前景和建议[J]. *价值工程*, 2008(4): 47-50.
- [31] 徐超, 陈勇. 区块链技术下的审计方法研究[J]. *审计研究*, 2020(3): 20-28.
- [32] 王雪荣, 侯伟龙. 大数据审计研究综述与展望: 基于 Citespace 的知识图谱分析[J]. *会计之友*, 2021(23): 78-86.
- [33] 何秀芝, 李朝旗, 丁志. 开源 GIS 软件和空间数据库在资源环境审计中的应用路径[J]. *审计研究*, 2020(2): 22-28.
- [34] 钟飏, 左丹, 李东辉, 等. 大数据环境下数字化技术在政府投资项目审计中的应用[J]. *审计与理财*, 2022(8): 21-22.

[责任编辑: 高 婷]

Spatial Information Value Creation in Auditing: A Digital Transformation Perspective

WU Kai^{1,2}, ZHOU Wen², CHEN Yongtai¹

(1. School of Engineering Audit, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China;

2. Agriculture and Rural Audit Division, Nanjing Municipal Audit Bureau, Nanjing 210018, China)

Abstract: Against the backdrop of digital transformation, this study examines the restructuring pathway of auditing theoretical framework through temporal sequence, spatial region and network correlation perspectives. The traditional auditing paradigm, primarily focused on financial information, faced challenges in adapting to the complex environment and diverse demands of the digital economy era. This research constructs an integrated value creation framework incorporating temporal-spatial-network analytical dimensions, encompassing four critical components: spatial information acquisition, multi-source data fusion, spatial analysis modeling, and value discovery and creation. The framework emphasizes audit value creation across three functional dimensions: assurance, insight and decision support. Through multiple case analyses, this study demonstrates the framework's effectiveness in expanding the theoretical boundaries of auditing and enhancing its systematic nature and innovation capacity. The findings indicate that incorporating spatial information into auditing significantly strengthens the discipline's theoretical explanatory power and practical guidance capability in the digital economy era. Theoretically, this research extends the research boundaries of the auditing discipline, deepens the understanding of its essential nature, and provides a new research paradigm for disciplinary development. Practically, it offers directional guidance for audit institutions' transformation and upgrading in the digital era.

Key Words: auditing discipline; spatial information; audit value; digital transformation; disciplinary integration; 3S technology