

领导干部自然资源资产离任审计与 城市绿色全要素生产率

祝遵宏^{1a}, 蔡政煜^{1b}, 方毅峰²

(1. 南京审计大学 a. 江苏省智慧工程审计工程研究中心, b. 工程审计学院, 江苏 南京 211815;

2. 南开大学 商学院, 天津 300071)

[摘要]提高城市绿色全要素生产率是实现经济高质量发展的重要方式。基于我国 284 个城市 2010—2017 年的面板数据, 构建多期双重差分模型, 实证检验领导干部自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用。结果表明, 相较于未试点城市, 实施自然资源资产离任审计试点的城市的绿色全要素生产率显著提高。进一步研究发现, 自然资源资产离任审计通过绿色创新提高城市绿色全要素生产率, 数字技术能够增强该政策效应, 且城市经济发展水平越高或财政压力越小, 该政策效应越明显。研究结论不仅为自然资源资产离任审计推动经济高质量发展提供了经验证据, 而且为持续提高城市绿色全要素生产率提供了理论支撑和政策依据。

[关键词]自然资源资产离任审计; 城市绿色全要素生产率; 绿色创新; 数字技术; 经济高质量发展; 生态环境保护

[中图分类号]F239 **[文献标志码]**A **[文章编号]**2096-3114(2025)01-0032-11

一、引言

改革开放以来我国经济发展取得了举世瞩目的成就, 但高投资、高污染、高耗能、高排放的粗放型发展模式也带来诸多环境问题。《2022 年中国生态环境状况公报》显示: 全国共有 37.2% 的地级及以上城市环境空气质量超标, 较 2021 年增加了 4%; 酸雨区面积占陆域国土面积 5%, 较 2021 年上升了 1.2 个百分点; 水环境、土地生态环境等面临的问题也比较严峻。为解决生态环境面临的问题, 党的二十大报告明确指出要“协同推进降碳、减污、扩绿、增长, 推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展”。2024 年的政府工作报告也强调要“深入践行绿水青山就是金山银山的理念, 协同推进降碳、减污、扩绿、增长, 建设人与自然和谐共生的美丽中国”。

国家审计在推动国家治理中发挥着不可替代的独特作用, 如何通过国家审计促进国家生态环境改善, 进而推动经济高质量发展? 党的十八届三中全会审议通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》提出要对领导干部实行自然资源资产离任审计。开展领导干部自然资源资产离任审计旨在改变以往单纯以经济增长指标(如 GDP)来衡量领导干部政绩的做法, 而是综合考虑经济发展与生态环境保护的平衡。其后的 2015 年, 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《开展领导干部自然资源资产离任审计试点方案》, 审计署开始开展自然资源资产离任审计试点工作并稳步扩大试点范围, 目前已在全国范围内常态化开展了领导干部自然资源资产离任审计。

自然资源资产离任审计的核心是对领导干部在任期内执行国家生态文明建设战略、方针及具体政策决定的成效进行全面审查, 同时深入核查其在自然资源资产管理及生态环境保护领域的法规遵循程

[收稿日期]2024-03-28

[基金项目]国家自然科学基金项目(72404110)

[作者简介]祝遵宏(1972—), 男, 河南固始人, 南京审计大学江苏省智慧工程审计工程研究中心教授, 主要研究方向为国家审计, 邮箱: zzh@nau.edu.cn; 蔡政煜(2001—), 男, 贵州仁怀人, 南京审计大学工程审计学院硕士生, 主要研究方向为国家审计; 方毅峰(2000—), 男, 安徽六安人, 南开大学商学院博士生, 主要研究方向为审计与公司治理。

度、重大决策合理性、目标完成情况以及监督职责履行状况。自然资源资产离任审计赋予了各级政府和
社会组织及其领导人更为全面的受托经济责任要求,是环境审计与经济责任审计深度融合的产物^[1]。
已有大量相关文献认为:从宏观层面上看,自然资源资产离任审计能有效提升政府环境治理的效率和执
行力^[2-4],促进城市环境质量提升^[5],提高城市绿色创新水平和能力^[6-7],增加财政环保投入与企业环保
投资^[8];从微观层面看,自然资源资产离任审计可以有效改善企业环境表现^[9],推动企业提高环境绩
效^[10],促进企业增加绿色创新产出^[11],鼓励企业实施绿色并购行为^[12]。

如何考量自然资源资产离任审计促进生态环境改善,进而推动经济高质量发展的效果?绿色全要
素生产率在全要素生产率的基础上,将生产过程中的能源损耗及污染排放纳入测算指标中,既考虑了期
望产出经济增长,又考虑了非期望产出污染排放,是评价经济高质量发展水平的有效指标之一。因此,
本文基于2010—2017年我国284个城市的面板数据,实证检验领导干部自然资源资产离任审计与城市
绿色全要素生产率(以下简称GTFP)的关系。

相较于现有文献,本文的边际贡献在于:一是实证检验自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素
生产率的作用机理。现有文献分析了自然资源资产离任审计与GTFP之间的正相关关系^[13],但是关于该
政策具体如何提高GTFP以及其中可能存在的相关作用机理,研究尚显不足。本文结合经济增长来考量自
然资源资产离任审计的政策效应,探究其对促进经济发展和生态环境保护“双赢”发挥作用的机理,从而可
为自然资源资产离任审计推动经济高质量发展提供经验证据。二是拓展了城市绿色全要素生产率治理因
素的研究。现有文献多从数字经济^[14]、产业结构升级^[15]等经济转型升级路径开展研究,也有文献从不同
类型的环境规制如命令控制型、市场激励型和自愿协议型等总体层面进行研究^[16]。本文选择了自然资源
资产离任审计作为特定的环境规制,分析其对城市绿色全要素生产率的影响,进而丰富了城市绿色全要素
生产率的治理因素研究,为持续提高城市绿色全要素生产率提供理论支撑和政策依据。

二、理论分析与研究假设

(一) 自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用

过去的行政考核存在着“唯经济增长论英雄”的畸形政绩观,部分官员为了追求政治晋升,可能会
盲目追求GDP的增长,忽略环境责任,造成对生态环境的破坏。为保护生态环境,国家不断加大环境审
计、中央生态环保督察等的力度,各地环境问题较之过去取得了明显改善。但研究表明,受实施对象、持
续时间等因素制约,上述措施的作用并不非常持久^[4]。

领导干部自然资源资产离任审计通过强化领导干部即各地区(包括各部门、各单位等)“一把手”的
环境责任,将领导干部任职期间在自然资源资产管理及生态环境保护工作上的绩效考核纳入政治晋升、
岗位调整和奖惩决策体系,对造成自然资源资产浪费、生态环境破坏的官员实行严肃追责问责,形成了
对官员的实质性激励和约束。这种特殊的制度安排,有力地促进了地方官员对自然资源资产管理和生
态环境保护问题的高度重视,压实、压紧了官员在自然资源资产管理和生态环境保护方面的责任,督促
其发展理念从“唯GDP论”转变为经济增长和生态环境保护双赢^[4]。

具体而言,基于上述的激励和约束作用,地方官员会更加积极主动地采取生态环境的保护和治理措
施。其一,地方官员会加强环境监管力度。例如推动对建设项目实施严格的环评审批制度、向超标排放
的企业征收排污费或对环境违法的企业实施惩戒等。通过强有力的环境监管措施,加大对破坏绿色生
产行为的惩戒和约束。其二,地方官员会鼓励绿色生产。例如推动给予采用清洁生产技术、进行环保工
艺改造或节能减排效果显著的企业以财政补贴、税收优惠,推广绿色信贷、绿色债券等金融工具,优先支
持环保绩效优良的企业获取融资,降低其环保投资成本等。通过为企业的政策上的支持,对企业的绿
色生产行为实施正向激励和引导。

相应地,在地方官员的激励和约束机制下,辖区内企业为了生存和发展会主动采取绿色创新或绿色

并购等措施,实施绿色转型。其一,企业会以内生的技术革新为核心驱动力,将可持续发展的绿色理念深深融入创新全过程,构建一种负责任的创新模式。这一模式主要依靠两大战略路径,即绿色工艺的创新突破与绿色产品的研发升级,在动态能力相互促进的过程中,企业不仅能有效提升经济效益,更能创造显著的社会价值。其二,企业会在投资决策环节积极贯彻绿色发展理念,通过实施绿色并购战略,瞄准具有先进绿色技术的标的公司进行整合,获取并吸收这些绿色核心技术,以此为契机加速推进企业的绿色转型。

通过企业积极的绿色转型措施,城市能在期望产出 GDP 稳定增长的同时,在生产端提高能源利用效率,降低城市“三废”的非期望产出,最终提升城市绿色全要素生产率。

基于此,本文提出以下假设:

H1:自然资源资产离任审计能够提高城市绿色全要素生产率。

(二) 绿色创新的中介作用

从上述分析中不难看出,绿色创新是自然资源资产离任审计提高城市绿色全要素生产率的重要路径。即使是通过绿色并购和整合,企业也会从中获取绿色技术,从而通过绿色并购不断实现自身的绿色创新发展。基于此,本文探究基于绿色创新的中介效应。

第一,开展对领导干部的自然资源资产离任审计,具有的两方面作用都与绿色创新密不可分。其一,地方政府会显著增强对企业环保表现的监管力度,严格企业需要遵守的环境标准,对存在超标排放或资源过度开发等行为的企业实施严格处罚,进而倒逼企业开展绿色创新以适应更强的监管力度与更加严格的环境标准。其二,地方政府还会采取财政补贴、税收优惠等措施,鼓励企业投资于环保技术的研发和应用,开展绿色创新^[17]。

第二,开展对领导干部的自然资源资产离任审计,会对驻地企业产生相应的激励与约束,这种效应也会传导给企业的利益相关者。以破坏绿色生产的高耗能和重污染企业为例,政府的环境“约束”措施会向其利益相关者传递企业经营风险增大的信号,投资者可能因此采取更为审慎的态度,减少或撤回对高耗能、重污染企业的投资,转而青睐那些环境表现优异、绿色创新能力强的企业,供应商可能会优先考虑与环保合规的企业建立长期合作关系,以规避未来可能因合作伙伴环境违规而带来的连带风险,而媒体和公众对环境问题的关注度空前提高,任何负面的环保事件都可能迅速发酵,损害企业声誉,影响其品牌价值。面对来自多方面的压力,相关企业为了提高生存发展能力和市场优势,会主动开展绿色创新^[18]。

第三,开展对领导干部的自然资源资产离任审计,还有助于缓解地方政府在环保治理和资源保护方面的资源配置不当问题,改善地方在环保领域的投入结构,加大对环保设备和技术的需求,从而间接地推动企业开展绿色创新。

再看企业的绿色创新与城市绿色全要素生产率的关系,绿色创新能够提高能源资源利用效率、降低生产成本,是提升城市绿色全要素生产率的重要手段^[19]。如何开展绿色创新,企业可以采取的手段和措施很多,包括:(1)研发和应用绿色生产技术,采用环保材料,开发可降解或易于回收的产品设计,减轻末端处理压力;(2)改进生产工艺,在产品生命周期管理中力求最小的环境影响,如采用闭环生产系统,确保原材料和水资源的循环使用,减少废弃物的产生;(3)提升企业组织管理水平,如通过集成传感器和自动化控制系统,根据实际生产需求动态调整能源供给,避免无效能耗。不难发现,这些措施有效提高了资源和能源的利用效率,减少了污染物和废弃物的排放,使得单位资源投入产生的经济产出增加,最终有效地提高了城市的绿色全要素生产率。

基于此,本文提出以下假设:

H2:自然资源资产离任审计通过绿色创新提高城市绿色全要素生产率。

(三) 数字技术的调节作用

数字技术对自然资源资产离任审计提高城市绿色全要素生产率的调节效应显著,其在数字技术水

平差异明显的地区间表现尤为突出。

第一,数字技术水平较低的地区在自然资源资产离任审计中面临诸多挑战。其一,数据收集局限。数据收集主要依赖人工调查和传统记录,耗时长、成本高,且易受人为因素干扰,导致数据的完整性和准确性大打折扣。例如,森林覆盖率、水质监测等关键指标可能因采样点不足或采样频率低而无法准确反映实际情况。其二,分析能力弱。缺乏高级数据分析工具意味着审计过程中难以进行复杂的趋势分析、关联分析或风险预测。例如,无法通过大数据算法识别自然资源资产变化的隐藏模式或者评估某项政策对环境的长期影响。其三,公众参与度低。在数字技术水平较低的情况下,信息的公开和共享成为一大障碍,社会公众和非政府组织很难获取到领导干部自然资源资产管理的详细情况,无法有效参与到环境治理中来,自然资源资产离任审计的环境责任追究机制的执行力度大打折扣。

第二,数字技术水平较高的地区在自然资源资产离任审计中展现显著优势。其一,数据收集完整准确。数字技术如物联网(IoT)传感器、无人机监测系统、卫星遥感等被广泛应用,能够自动收集空气、水质、土壤、植被覆盖等多维度的自然资源数据,实现连续、实时监测,数据的完整性和准确性大幅提高^①。其二,分析能力强。借助云计算、大数据、人工智能等技术,审计人员能够对庞大的自然资源资产数据进行深度分析^[20],识别出复杂的关联模式,精准地鉴别自然资源资产的增减变化和环境质量的好坏,为领导干部的自然资源资产管理和生态保护成效提供精确评价。其三,公众参与度高。在数字化平台上,公众不仅可以查看审计结果,还能通过在线问卷、论坛讨论等方式直接参与进来,提供反馈和举报信息,促使审计机关能够更加有效地追究领导干部的自然资源资产管理责任。

综上所述,在数字技术水平较低的地区,审计机关难以构建全面的自然资源资产状况图景,审计结果往往只能停留在对表面现象的描述,而无法深入探究原因和后果,领导干部在自然资源资产管理上的责任不易被准确评估和严格追究。相反,在数字技术水平较高的地区,审计机关凭借准确高效的数据收集和分析能力以及高度的公众参与,形成了对领导干部的有效激励和约束,促使领导干部在决策时充分考虑经济增长和生态环境保护“双赢”,进而提高了城市绿色全要素生产率。

基于此,本文提出以下假设:

H3:数字技术能够增强自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用。

三、研究设计

(一) 样本选择与数据来源

本文基于2010年至2017年^②我国284个地级及以上城市的数据构建初始样本集,对于数据缺失严重的样本进行了剔除处理,最终保留了2230个具有完整有效数据的样本。样本中,149个城市先后于2014—2017年开始实施自然资源资产离任审计试点,分别为13、16、69和51个,作为实验组,其余135个未试点的城市作为对照组。审计试点数据来源于各级审计机关官网和《中国审计年鉴》。城市绿色全要素生产率测算所需的原始指标数据来源于《中国城市统计年鉴》《中国区域统计年鉴》《中国能源年鉴》《中国环境年鉴》以及哈佛大学官网。数字技术测算时,中国数字普惠金融指数由北京大学数字金融研究中心与蚂蚁金服集团合作研发和提供,其余数据均来源于中国经济金融研究数据库(CSMAR)、中国研究数据服务平台(CNRDS)和EPS数据平台等。为避免极端值影响,本文对所有连续变量按照上下1%的标准进行缩尾处理。

^①例如浙江省金华市审计局2020年在某领导自然资源资产离任审计中利用无人机和走航车对山体砂石裸露、道路扬尘、露天焚烧等大气污染情况进行拉网式排查,对工业园区大气污染情况进行实时监测,实现了快速锁定疑似污染排放源头。详见 https://sjt.zj.gov.cn/art/2023/3/1/art_1229623681_58901755.html?eqid=d628d4ac0001e6370000000464269d37。

^②2018年起,自然资源资产离任审计已经全面实施,只有实验组没有对照组,不能满足双重差分的假设前提。

(二) 变量选取

1. 被解释变量。本文被解释变量为城市绿色全要素生产率(*GTFP*)。借鉴余泳泽等^[21]、张英浩等^[14]的研究,本文利用基于松弛变量的非径向、非角度的SBM(Slacks-Based Measure)模型并结合Oh的思路^[22]构建的GML(Global Malmquist-Luenberger)指数来衡量。测算中,投入产出指标见表1。

表1 测算GML指数的投入产出指标

指标类型	指标名称	指标说明
投入	劳动力	年末从业人数(万人)
	土地	建成区面积(平方公里)
	资本存量	资本存量(万元)(采用永续盘存法测算借鉴张军等 ^[24] 的做法,折旧率取9.6%,以2006年为基期进行平减)
	能源消耗	城市用煤量(万元)(年鉴未汇报,借鉴吴健生 ^[25] 的做法,采用华东师范大学团队发表在 <i>Science</i> 的文章测算的全球稳定夜间灯光值拟合)
期望产出	GDP	地区生产总值(万元)(以2006年为基期进行平减)
非期望产出	废气	二氧化硫(吨)
	废水	工业废水(万吨)
	烟粉尘	烟粉尘(吨)

在此基础上,参考邱斌等的研究^[23],本文设定基期2009年的城市绿色全要素生产率为1,则2010年的城市绿色全要素生产率为2009年的城市绿色全要素生产率乘以2010年的GML指数,2011年的城市绿色全要素生产率为2010年的城市绿色全要素生产率乘以2011年的GML指数,以此类推,最终得到2010—2017年各城市的城市绿色全要素生产率。

2. 解释变量。本文解释变量为领导干部自然资源资产离任审计(*Audit*)。借鉴黄溶冰等的研究^[26],城市试点当年及以后的年份赋值为1,否则为0。

3. 控制变量。根据已有文献,城市绿色全要素生产率(*GTFP*)还受经济发展水平等因素的影响。借鉴张英浩等的研究^[14],本文选取人均地区生产总值(*PGDP*)、产业结构(*Inst*)、城市创新(*Inno*)、财政集中度(*Bud*)和金融支持(*Fin*)作为控制变量。

所有变量定义见表2。

表2 变量定义

类型	名称	符号	定义
被解释变量	城市绿色全要素生产率	<i>GTFP</i>	基于SBM-GML指数测算得到
解释变量	自然资源资产离任审计	<i>Audit</i>	在城市试点当年及后续各年份,赋值为1;非试点年份,赋值为0
中介变量	绿色创新	<i>Gpatent</i>	地区人均绿色专利申请数量加1的自然对数
调节变量	数字技术	<i>DE</i>	利用主成分分析法测度得到
控制变量	人均地区生产总值	<i>PGDP</i>	人均地区生产总值的自然对数
	产业结构	<i>Inst</i>	第二产业增加值/地区生产总值
	城市创新	<i>Inno</i>	城市科学技术支出/地区生产总值
	财政集中度	<i>Bud</i>	地区财政支出/地区生产总值
	金融支持	<i>Fin</i>	年末金融机构人民币各项贷款余额/地区生产总值

(三) 模型构建

结合自然资源资产离任审计分批试点的特点,本文借鉴黄溶冰等的研究^[26],构建多期双重差分模型如下:

$$GTFP_{i,t} = \alpha + \beta_1 Audit_{i,t} + \gamma Controls_{i,t} + \sigma_i + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中,*GTFP*为被解释变量城市绿色全要素生产率,*Audit*为解释变量自然资源资产离任审计,*Controls*为控制变量, σ 和 τ 分别为城市固定效应和时间固定效应, ε 为随机扰动项,*i*和*t*分别代表城市和时间。本文对所有回归均采用了异方差稳健标准误处理。

四、实证结果分析

(一) 描述性统计

主要变量的描述性统计信息见表3。被解释变量城市绿色全要素生产率(*GTFP*)的均值为0.973,有

1134 个样本 *GTFP* 高于均值,1096 个样本 *GTFP* 低于均值。中位数为 0.974,接近均值,表明各样本 *GTFP* 分布较为对称、集中且无极端值影响,均值和中位数都能很好地代表数据的集中趋势。*GTFP* 最小值为 0.802,最大值为 1.256,展示了样本中 *GTFP* 最高与最低的城市之间的差距范围。同时,标准差为 0.068,意味着各样本间 *GTFP* 的变化幅度相对较小,差异程度相对有限。解释变量自然资源资产离任审计(*Audit*)的均值为 0.115,表明开展试点的城市样本占比约为 11.5%。其余变量均与现有文献基本一致,本文数据的准确性得到保证。

(二) 基准回归分析

基准回归结果见表 4。列(1)仅控制了城市固定效应与时间固定效应,列(2)在此基础上加入了全部控制变量。列(1)结果显示,不考虑控制变量的情况下,自然资源资产离任审计(*Audit*)与城市绿色全要素生产率(*GTFP*)在 5% 的水平下显著正相关。列(2)结果显示,加入控制变量后,核心解释变量系数升高,模型拟合优度提高,整体解释力度增强,*Audit* 与 *GTFP* 仍在 5% 的水平下显著正相关。综上,自然资源资产离任审计确实可以提高城市绿色全要素生产率,研究假设 H1 成立。然而,其作用机制仍不明确,有待进一步分析。

(三) 稳健性检验

1. 平行趋势检验

双重差分模型的前提是实验组与对照组在政策实施前呈现出一致的变化趋势。本文参考 Li 等的研究^[27],采用事件研究法进行验证和确认。本文用各年份分别减去各城市审计试点开始实施的年份,对审计试点实施前 4 年之前的年份进行截尾处理,并舍弃审计试点前 1 期作为基准组,生成表示审计试点前后各期的时间虚拟变量。基于模型(1),本文使用该时间虚拟变量替换自然资源资产离任审计作为解释变量,其他变量保持不变。

平行趋势检验结果见图 1。在审计试点实施前至少 4 年及当年,时间虚拟变量均未通过显著性检验。该结果表明,在审计试点前,实验组与对照组不存在显著的系统性差异,基准回归满足双重差分模型的平行趋势前提。此外,自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用在试点当年并未直接体现出来,可能的原因在于该政策的效应具有一定滞后性,与黄溶冰和谢晓君的研究结果^[5]一致;作用在审计试点实施后 1 年开始显现,并随着时间变化不断增强,表明自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率产生了长期有效的正向作用。

2. 替换因变量

参考赵哲等的研究^[28],非径向、非导向的基于松弛测度的 SBM-DDF 方向性距离函数可以同时非比例变动地测度投入要素与产出要素的效率,因此,基于模型(1),本文采用 SBM-DDF 方法重新测度 *GTFP* 进行回归。结果见表 5,自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用依然在 5% 的

表 3 描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
<i>GTFP</i>	2230	0.973	0.068	0.802	0.974	1.256
<i>Audit</i>	2230	0.115	0.319	0.000	0.000	1.000
<i>PGDP</i>	2230	10.576	0.583	9.256	10.544	11.970
<i>Inst</i>	2230	0.488	0.102	0.205	0.490	0.737
<i>Inno</i>	2230	0.241	0.194	0.034	0.180	1.213
<i>Bud</i>	2230	1.901	0.943	0.728	1.656	6.246
<i>Fin</i>	2230	0.901	0.518	0.284	0.733	3.065

表 4 自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用

	(1) <i>GTFP</i>	(2) <i>GTFP</i>
<i>Audit</i>	0.0085 ** (1.9795)	0.0098 ** (2.3279)
<i>_cons</i>	0.9717 *** (1019.8363)	1.2014 *** (9.1390)
<i>Controls</i>	No	Yes
<i>City</i>	Yes	Yes
<i>Year</i>	Yes	Yes
<i>N</i>	2230	2230
<i>Adj. R²</i>	0.6466	0.6512

注: *、** 和 *** 分别表示 10%、5% 和 1% 的显著性水平;括号内为 t 值。下同。

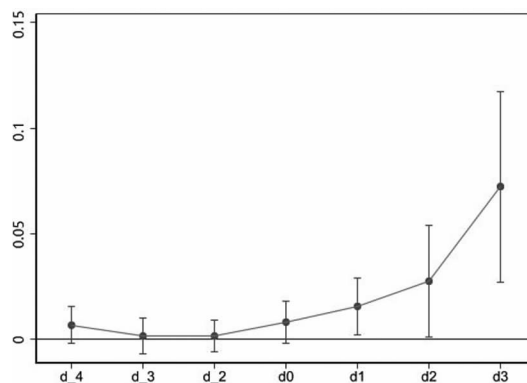


图 1 平行趋势检验

水平下显著为正,与基准回归结果保持一致,其稳健性得到一定的保证。

3. 倾向得分匹配

参考黄溶冰等^[26]、李青原和肖泽华^[29]的研究,为了解决实验组和对照组之间可能存在的可观测与不可观测混杂因素问题,本文采用了倾向得分匹配方法进行分析。本文选用模型(1)中的控制变量作为倾向得分匹配的协变量,采用 Logistic 回归计算每个观测值的倾向匹配得分值,使用最近邻匹配法进行 1:1 匹配,检验协变量在实验组与对照组之间是否平衡,去掉不满足共同区域假定的观测值,将得到的样本重新进行回归。回归结果见表 5,自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用依然在 5% 的水平下显著为正,与基准回归结果保持一致,基准回归的稳健性再次得到验证。

4. 安慰剂检验

为避免序列相关性对估计结果的影响,验证估计结果确实不是其他不可观测因素所致,本文参照 Li 等^[27]和任胜钢等^[30]的研究,通过虚构处理组来进行安慰剂检验。本文通过随机抽样来虚构自然资源资产离任审计样本,并进行回归分析。重复 500 次,记录虚构的估计系数,绘制以 *GTFP* 为被解释变量的审计试点系数分布图。结果见图 2。其中, *x* 轴表示 500 次虚构中自然资源资产离任审计的估计系数值, *y* 轴表示该估计系数的频数,竖虚线表示基准回归结果的真实系数估计值。系数分布图显示,自然资源资产离任审计的虚构估计系数呈现出正态分布特征,且其均值为 0,而真实估计系数与多数虚构系数估计值相距较远。该结果表明基准回归结果基本不是其他不可观测因素所导致,本文基准回归的稳健性进一步得到保证。

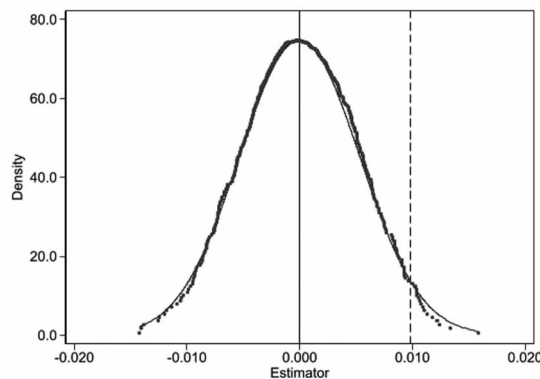


图 2 安慰剂检验

此外,参考黄溶冰等的做法^[26],本文还通过改变审计试点的时间来进行安慰剂检验。本文将各城市审计试点的年份统一提前一年,重新进行回归。结果见表 5,虚拟审计试点 (*VAudit*) 对 *GTFP* 的系数估计值不显著,说明虚拟时间的自然资源资产离任审计对城市绿色全要素生产率没有显著的政策影响。基准回归的稳健性继续得到保证。

表 5 稳健性检验

	替换因变量 <i>GTFP</i>	倾向得分匹配 <i>GTFP</i>	改变政策时间 <i>GTFP</i>
<i>Audit</i>	0.0037 ** (2.1736)	0.0100 ** (2.3775)	
<i>VAudit</i>			0.0021 (0.6276)
<i>_cons</i>	1.0748 *** (20.0327)	1.1982 *** (9.1120)	1.1945 *** (9.0608)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes
<i>City</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Year</i>	Yes	Yes	Yes
<i>N</i>	2230	2225	2230
<i>Adj. R²</i>	0.6678	0.6517	0.6500

五、进一步研究

(一) 绿色创新的中介效应

借鉴李兆东和郭磊的研究^[13],本文使用绿色专利申请数量衡量地区绿色创新活动 (*Gpatent*),并取人均和对数处理,构建如下中介效应模型^①:

$$Gpatent_{i,t} = \alpha + \beta_1 Audit_{i,t} + \gamma Controls_{i,t} + \sigma_i + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$GTFP_{i,t} = \alpha + \beta_1 Audit_{i,t} + \beta_2 Gpatent_{i,t} + \gamma Controls_{i,t} + \sigma_i + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

基于绿色创新视角的中介效应的回归结果见表 6。根据列(2)的回归结果,自然资源资产离任审计 (*Audit*) 与绿色创新 (*Gpatent*) 在 1% 的水平下显著正相关,表明自然资源资产离任审计能够促进绿色

①需要说明的是,近期不少研究者对中介效应模型提出了批评,但主要批评的是缺乏理论机制分析作为基础的中介效应模型。本文建立的中介效应模型严格基于相关理论机制分析。

创新。列(3)在列(1)的基础上加入了绿色创新这一中介变量,绿色创新和GTFP在1%的水平下显著正相关,表明绿色创新对提高GTFP具有显著作用;自然资源资产离任审计的回归系数依然显著为正,但系数大小从0.0098下降到0.0070。综合上述结果可知,自然资源资产离任审计提高城市绿色全要素生产率的部分效果通过绿色创新这一路径得以实现,中介效应占比为26.48%,绿色创新的中介效应得到验证。研究假设H2成立。

(二) 数字技术的调节效应

借鉴岳宇君等的研究^[31],本文利用主成分分析法测度城市数字技术水平(DE)(测度指标见表7),并构建如下调节效应模型:

$$GTFP_{i,t} = \alpha + \beta_1 Audit_{i,t} + \beta_2 DE_{i,t} + \beta_3 Audit_{i,t} \times DE_{i,t} + \gamma Controls_{i,t} + \sigma_i + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

基于数字技术视角的调节效应的回归结果见表8。列(1)结果显示,数字技术(DE)与GTFP在1%的水平下显著正相关,表明数字技术也能直接在一定程度上提高城市绿色全要素生产率,该结果与张英浩等的研究结论^[14]相一致。列(2)结果显示,交乘项Audit×DE在1%的水平下显著为正,系数为0.0144,表明数字技术水平每增加1个单位,自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用就增加0.0144个单位。综合上述结果表明,数字技术确实显著增强了自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用,数字技术的调节效应得以验证。研究假设H3成立。

(三) 异质性分析

1. 基于经济发展水平的异质性分析

根据包建玲和王素梅的研究^[32],经济发达地区审计机关的审计绩效比经济欠发达地区要好。因此,本文推测自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用可能会受到经济发展水平的影响。参考杨开元等的研究^[33],本文以每年各城市人均GDP的中位数为分组依据,将人均GDP高于中位数的城市样本划分在经济发展水平高的一组(Ecolevel = 1),将低于人均GDP中位数的城市划分在经济发展水平低的一组(Ecolevel = 0),分组进行回归,结果见表9:列(1)Audit和列(2)交乘项的系数均在5%的水平下显著为正;列(3)和列(4)均不显著。该结果表明,在经济发展水平更高的城市,自然资源资产离任审计才能更好地发挥对提高城市绿色全要素生产率的作用,数字技术才能发挥调节作用。可能的原因在于,经济发达地区的审计机关能够具备最新的审计技术和审计理念,充分地调动审计资源,进而更好地发挥自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用。

2. 基于财政压力水平的异质性分析

根据蔡春等的研究^[34],财政压力越小的地区,审计机关审计监督

表6 绿色创新的中介效应

	(1) GTFP	(2) Gpatent	(3) GTFP
Audit	0.0098** (2.3279)	0.1025*** (5.9036)	0.0070* (1.7287)
Gpatent			0.0246*** (3.0763)
_cons	1.2014*** (9.1390)	1.3376*** (3.1072)	1.1698*** (8.9404)
Controls	Yes	Yes	Yes
City	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes
N	2230	2220	2220
Adj. R ²	0.6512	0.9312	0.6547

注:由于后续研究部分变量存在缺失,因此参与回归的样本有所减少。

表7 测度数字技术的指标

测度维度	指标说明
数字基础设施	每百人互联网用户数(户)
	每百人移动互联网用户数(户)
数字要素投入	计算机服务和软件从业人员占城镇单位从业人员占比(%)
数字产业产出	人均电信业务总量(元/人)
数字交易发展	中国数字普惠金融指数(源自《北大数字普惠金融指数》)

表8 数字技术的调节效应

	(1) GTFP	(2) GTFP
Audit	0.0084** (2.0976)	-0.0023 (-0.5361)
DE	0.0164*** (2.6403)	0.0126** (2.0295)
Audit×DE		0.0144*** (2.9672)
_cons	1.2184*** (7.7878)	1.1729*** (7.3975)
Controls	Yes	Yes
City	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
N	1911	1911
Adj. R ²	0.7113	0.7170

注:由于数字普惠金融指数(源自《北大数字普惠金融指数》)缺乏2010年数据,故此参与回归的样本量少于主回归。

职能的充分发挥更为有效;财政压力较大的地区,由于资源限制的影响,审计监督职能的发挥往往会面临更大挑战。因此,本文推测自然资源资产离任审计对城市绿色全要素生产率的提高作用可能会受到财政压力水平的影响。参考杨开元等的研究^[33],本文采用财政支出与财政收入的比例作为衡量各城市财政压力程度的指标,将样本中的各个城市按照每年各自的财政压力中位数进行分组。将财政压力高于中位数的城市样本划分在财政压力大的一组($Finpress = 1$),将财政压力低于中位数的城市样本划分在财政压力小的一组($Finpress = 0$),分组进行回归。结果见表10:列(1) *Audit* 和列(2) 交乘项的系数均不显著;列(3) 和列(4) 均显著且分别通过了1% 和5% 的显著性水平检验。该结果表明,在财政压力更小的城市,自然资源资产离任审计才能更好地发挥对提高城市绿色全要素生产率的作用,数字技术才能发挥调节作用。可能的原因在于,在财政压力更小的地区,上级审计机关、人大和地方领导对政府审计的信息、报告的关注相对较少,进而使得部分在自然资源资产管理和生态环境保护存在违规行为的地方官员更多可乘之机,因此自然资源资产离任审计的作用也就越显著,其对提高城市绿色全要素生产率的作用也就更强。

六、结论性评述

本文基于自然资源资产离任审计试点政策,构建多期双重差分模型,实证检验了自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用及相关作用机理。实证结果表明:自然资源资产离任审计试点政策能够显著提高城市绿色全要素生产率,结论通过了稳健性检验。进一步研究发现,数字技术在自然资源资产离任审计提高城市绿色全要素生产率的过程中起到了正向调节作用,绿色创新是其可能的路径之一。异质性分析表明,在经济发展水平更高或财政压力水平更低的地区,自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用更明显。

基于上述结论,本文得出以下启示:一是充分发挥领导干部自然资源资产离任审计提高城市绿色全要素生产率的重要作用。自然资源资产离任审计在试点阶段已展现良好的效果,进入常态化阶段后,要进一步提升自然资源资产离任审计工作质量,强化审计整改等结果运用,研究探索构建科学的审计评价指标体系,不断强化自然资源资产离任审计。二是持续加大对绿色创新项目的直接投资与政策扶持。政府应不断探索鼓励企业绿色创新项目,可以通过设立专项基金支持节能减排、清洁生产和循环经济等关键技术的研发与应用,通过财政补贴、税收优惠等多元化激励措施鼓励企业主动采用绿色生产方式,响应更严格的环保标准,不断强化绿色创新在自然资源资产离任审计提高城市绿色全要素生产率过程中的中介作用。三是高度重视数字技术在自然资源资产离任审计中的应用。不断加大对提升审计技术

表9 基于经济发展水平的异质性分析

	(1) <i>Ecolevel = 1</i> <i>GTFP</i>	(2) <i>Ecolevel = 1</i> <i>GTFP</i>	(3) <i>Ecolevel = 0</i> <i>GTFP</i>	(4) <i>Ecolevel = 0</i> <i>GTFP</i>
<i>Audit</i>	0.0127 ** (2.0041)	-0.0036 (-0.5136)	-0.0038 (-0.7571)	-0.0044 (-0.8578)
<i>DE</i>		0.0116 (1.5230)		0.0111 (1.2530)
<i>Audit × DE</i>		0.0122 ** (2.2157)		0.0151 (1.1964)
<i>_cons</i>	0.8490 *** (3.8610)	0.8722 *** (3.1844)	1.3439 *** (7.9292)	1.3464 *** (7.7127)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>City</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
N	1103	948	1110	943
Adj. R ²	0.6630	0.7175	0.6554	0.7275

表10 基于财政压力水平的异质性分析

	(1) <i>Finpress = 1</i> <i>GTFP</i>	(2) <i>Finpress = 1</i> <i>GTFP</i>	(3) <i>Finpress = 0</i> <i>GTFP</i>	(4) <i>Finpress = 0</i> <i>GTFP</i>
<i>Audit</i>	-0.0038 (-0.7808)	-0.0052 (-1.0048)	0.0180 *** (2.8096)	0.0003 (0.0458)
<i>DE</i>		0.0025 (0.3063)		0.0141 * (1.8347)
<i>Audit × DE</i>		0.0101 (1.0890)		0.0121 ** (2.2233)
<i>_cons</i>	1.4850 *** (9.3820)	1.4827 *** (9.5952)	0.9234 *** (4.8485)	0.9058 *** (3.7082)
<i>Controls</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>City</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
N	1106	943	1105	949
Adj. R ²	0.6414	0.7211	0.6660	0.7199

水平的财政投入,提升审计部门数据收集和分析水平,充分利用云计算、大数据、人工智能等工具提高自然资源资产离任审计的效率与精度。同时提升公众参与度,加大公众对自然资源资产管理和环境保护责任的监督力度,促进对审计发现相关环境问题的整改。对于地方财政压力较大的地区,必要时可以由中央或上级政府提供必要的资金和技术支持,充分发挥自然资源资产离任审计对提高城市绿色全要素生产率的作用,从而促进经济发展和生态环境保护“双赢”,实现经济高质量发展。

未来关于领导干部自然资源资产离任审计与城市绿色全要素生产率的关系研究,还可以从其他作用机理的角度开展分析。例如绿色金融在自然资源资产离任审计提高城市绿色全要素生产率中的中介作用。自然资源资产离任审计可能会间接地激励和引导金融机构投身于绿色金融领域的发展,更有动力去研发和推广绿色金融产品和服务,比如绿色债券、绿色信贷、绿色基金等,从而满足节能减排、清洁能源、污染防治等绿色项目的资金需求。随着绿色金融市场的不断壮大,一方面,清洁技术的应用和绿色产业的发展得到了前所未有的支持,企业得以加速技术创新,提高能效,减少污染排放,推动产业升级转型;另一方面,绿色项目的成功实施和绿色产业的蓬勃发展,又进一步增强了市场对绿色经济的信心,吸引了更多社会资本流向绿色领域,形成良性循环。最终,城市绿色全要素生产率得到了提高。总之,未来研究还将强化对自然资源资产离任审计提高城市绿色全要素生产率的全面理解,为实现经济高质量发展提供坚实的理论支撑。

参考文献:

- [1] 蔡春,毕铭悦.关于自然资源资产离任审计的理论思考[J].审计研究,2014(5):3-9.
- [2] 马志娟,殷方宁.自然资源资产离任审计、环境注意力与环境治理效率[J].审计与经济研究,2023(6):1-11.
- [3] 李兆东,李振覃.自然资源资产离任审计能提升环境治理效率吗?[J].审计与经济研究,2023(5):1-10.
- [4] 黄溶冰,谢晓君.领导干部自然资源资产离任审计能提升政府环境治理执行力吗?[J].审计与经济研究,2022(4):9-20.
- [5] 黄溶冰,谢晓君.领导干部自然资源资产离任审计与地区环境质量——基于自然资源禀赋视角[J].资源科学,2023(6):1091-1106.
- [6] 陈骏,单美贤,谭建华.领导干部自然资源资产离任审计如何影响绿色创新?[J].审计研究,2023(3):19-32.
- [7] 付宇.自然资源离任审计能否提升城市创新能力[J].贵州财经大学学报,2022(4):52-60.
- [8] 张琦,谭志东.领导干部自然资源资产离任审计的环境治理效应[J].审计研究,2019(1):16-23.
- [9] 徐玮,李明珠.“绿色审计”:自然资源资产离任审计赋能企业环境表现[J].西安财经大学学报,2023(4):100-115.
- [10] 谭志东.领导干部自然资源资产离任审计的碳减排效应[J].当代财经,2023(10):145-156.
- [11] 曾昌礼,刘雷,李江涛等.环保考核与企业绿色创新——基于领导干部自然资源资产离任审计试点的准自然实验[J].会计研究,2022(3):107-122.
- [12] 曹玉珊,马儒慧.领导干部自然资源资产离任审计与企业绿色并购——来自中国重污染型上市公司的经验证据[J].贵州财经大学学报,2021(5):81-91.
- [13] 李兆东,郭磊.国家审计对低碳转型发展的影响研究——来自领导干部自然资源资产离任审计试点的证据[J].南京审计大学学报,2024(3):1-13.
- [14] 张英浩,汪明峰,崔璐明等.数字经济水平对中国市域绿色全要素生产率的影响[J].经济地理,2022(9):33-42.
- [15] 逯进,李婷婷.产业结构升级、技术创新与绿色全要素生产率——基于异质性视角的研究[J].中国人口科学,2021(4):86-97.
- [16] 蔡乌赶,周小亮.中国环境规制对绿色全要素生产率的双重效应[J].经济学家,2017(9):27-35.
- [17] 贺宝成,冯亚倩.自然资源资产离任审计如何影响企业绿色技术创新?[J].生态经济,2021(5):192-198.
- [18] 郭艳萍,石慧敏,郭弘扬等.自然资源资产离任审计与产业结构升级——基于绿色技术创新的中介效应[J].会计之友,2022(22):120-128.
- [19] 万攀兵,杨冕,陈林.环境技术标准何以影响中国制造业绿色转型——基于技术改造的视角[J].中国工业经济,2021(9):118-136.
- [20] 王丽,庄尚文.我国开展生物多样性审计面临的问题及对策[J].会计之友,2024(8):122-127.
- [21] 余泳泽,杨晓章,张少辉.中国经济由高速增长向高质量发展的时空转换特征研究[J].数量经济技术经济研究,2019(6):3-21.
- [22] Oh D H. A global Malmquist-Luenberger productivity index[J]. Journal of Productivity Analysis, 2010, 34(3): 183-197.

- [23] 邱斌, 杨帅, 辛培江. FDI 技术溢出渠道与中国制造业生产率增长研究: 基于面板数据的分析[J]. 世界经济, 2008(8): 20-31.
- [24] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000[J]. 经济研究, 2004(10): 35-44.
- [25] 吴健生, 牛妍, 彭建, 等. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据的 1995—2009 年中国地级市能源消费动态[J]. 地理研究, 2014(4): 625-634.
- [26] 黄溶冰, 赵谦, 王丽艳. 自然资源资产离任审计与大气污染防治: “和谐锦标赛”还是“环保资格赛”[J]. 中国工业经济, 2019(10): 23-41.
- [27] Li P, Lu Y, Wang J. Does flattening government improve economic performance? Evidence from China[J]. Journal of Development Economics, 2016, 123: 18-37.
- [28] 赵哲, 杜奕璇, 张轩畅. 农业绿色全要素生产率提升会缩小城乡收入差距吗? ——来自东北三省的证据[J/OL]. 中国农业资源与区划, 1-12[2024-05-19].
- [29] 李青原, 肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据[J]. 经济研究, 2020(9): 192-208.
- [30] 任胜钢, 郑晶晶, 刘东华, 等. 排污权交易机制是否提高了企业全要素生产率——来自中国上市公司的证据[J]. 中国工业经济, 2019(5): 5-23.
- [31] 岳宇君, 马艺璇, 孙建敏. 数字技术赋能城市环境治理的效应与机制研究[J]. 南昌大学学报(人文社会科学版), 2024(2): 92-106.
- [32] 包建玲, 王素梅. 论我国政府审计绩效的地区差异[J]. 理论学刊, 2009(11): 57-59.
- [33] 杨开元, 霍晓艳, 刘斌. 国家审计能降低国有企业审计风险吗? ——来自省以下审计机关人财物管理改革的准自然实验[J]. 审计与经济研究, 2022(1): 25-32.
- [34] 蔡春, 朱磊, 郑倩雯. 省以下地方审计机关人财物统一管理提升审计质量了吗? [J]. 审计与经济研究, 2020(6): 1-8.

[责任编辑: 黄燕]

Departure Accountability Audit of Natural Resource Assets of Leading Cadres and Urban Green Total Factor Productivity

ZHU Zunhong^{1a}, CAI Zhengyu^{1b}, FANG Yifeng²

(1a. Jiangsu Smart Engineering Audit Engineering Research Center, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China;

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

2. Business School, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: The improvement of Green Total Factor Productivity (GTFP) is a crucial approach to realizing high-quality economic development. Based on the panel data of 284 prefecture-level cities in China from 2010 to 2017, a multi-period difference-in-differences model is constructed to empirically examine the promotional effect of Accountability Audit of Natural Resource (AANR) on improving GTFP. The results show that compared to non-pilot cities, there is a significant increase in GTFP in pilot cities where such audits have been implemented. Further research has found that AANR has improved GTFP by promoting green innovation. Digital technology can enhance the policy effect, and the higher the level of urban economic development or the less fiscal pressure, the more obvious the policy effect. The research conclusions not only provide empirical evidence for natural resource asset audit to promote high-quality economic development, but also provide theoretical support and policy basis for continuously improving urban GTFP.

Key Words: departure Accountability Audit of Natural Resource (AANR) assets; urban Green Total Factor Productivity (GTFP); green innovation; digital technology; high-quality economic development; environmental protection