

大数据驱动下土地资源审计的智能化技术路径研究

唐宇

新疆师范高等专科学校（新疆教育学院），新疆 乌鲁木齐 830000

DOI:10.61369/SE.2025070026

摘要：本研究针对土地资源审计中传统方法效率低、精准度不足的问题，构建融合地理信息系统（GIS）与机器学习算法的审计技术体系。通过设计卷积神经网络（CNN）、随机森林（RandomForest）及时空卷积网络（ST-Net）耦合的智能模型群，实现对卫星遥感影像、规划设计数据的自动化分析，精准识别土地开发中的虚报工程量、重复规划等违规行为。以 A 省现代标准农田项目为实证场景，验证了“数据准备—智能分析—靶向核查—决策支持”闭环框架的有效性，为提升土地资源审计效能提供了可落地的技术路径，对推动自然资源审计数字化转型具有重要实践价值。

关键词：大数据技术；土地资源审计；智能模型；卷积神经网络；审计效能

Research on the Intelligent Technical Path of Land Resources Audit Driven by Big Data

Tang Yu

Xinjiang Teacher's College (XinJiang Education Institute), Urumqi, Xinjiang 830000

Abstract : This study aims at the problems of low efficiency and insufficient accuracy of traditional methods in land resource auditing, and constructs an auditing technology system integrating Geographic Information System (GIS) and machine learning algorithms. By designing an intelligent model group coupled with convolutional neural Network (CNN), RandomForest (RandomForest), and spatio-temporal convolutional network (ST-Net), the automatic analysis of satellite remote sensing images and planning and design data is achieved, accurately identifying violations such as false reporting of engineering quantities and repetitive planning in land development. Taking the modern standard farmland project in Province A as an empirical scenario, the effectiveness of the closed-loop framework of "data preparation – intelligent analysis – targeted verification – decision support" was verified, providing a feasible technical path for improving the efficiency of land resource auditing and having significant practical value for promoting the digital transformation of natural resource auditing.

Keywords : big data technology; land resources audit; intelligent model; convolutional neural network; audit effectiveness

引言

随着中国土地资源开发利用的规模化与复杂化，传统土地资源审计面临数据处理效率低、空间信息验证难、违规模式挖掘浅等突出问题。^[1]以 A 省现代标准农田建设项目审计为例，全省在5年间统筹安排80亿元资金建设现代标准农田500万亩，传统审计方法在面对海量空间数据与工程资料时，难以高效识别农田建设中普遍存在的未据实设计、重复规划、虚大预算、虚报工程量等隐蔽性违规行为。国家审计署明确提出“坚持科技强审，全面提升大数据审计能力”，要求将信息技术深度融入审计实践。土地资源审计作为国家自然资源治理的重要环节，其技术革新对保障资金安全、提升项目效益具有关键作用。本研究以 A 省现代标准农田建设项目审计案例为基础，构建适配土地资源审计场景的大数据技术框架，探索解决传统审计中地形地貌还原、违规线索挖掘等现实问题的技术路径，为土地资源审计的智能化转型提供可参考的技术方案，推动审计工作在项目监督与管理环节的技术升级。

一、传统土地资源审计方法的局限性分析

（一）数据处理能力滞后

在 A 省现代标准农田建设项目审计案例中，传统审计依赖人工查阅 CAD 图纸、现场测量与访谈，面对 TIF 格式卫星影像、航

拍图等多源数据时，难以实现批量处理。^[2]如审计组人工比对 38 个项目的规划图与竣工图，需耗费数月时间，仅能覆盖项目总量的极小部分，无法满足全样本审计需求。这种“抽样审计”模式导致大量隐蔽性违规问题难以被发现，如案例中发现的未据实设计项目，在传统方法下易被遗漏。^[3]

(二) 空间信息验证机制缺失

土地开发项目施工过程中地形地貌的动态变化，使传统审计难以还原历史地貌。当工程监理方与施工方存在合谋造假时，审计人员无法通过人工测量验证“已建工程”的真实性。例如案例中某项目申报的田间道路实际未修建，人工核查需破坏路面取样，不仅效率低下且具有破坏性，导致审计证据获取困难。

(三) 违规模式挖掘深度不足

传统审计高度依赖审计人员经验，缺乏对历史数据的系统性分析。在 A 省现代标准农田建设项目审计案例中，审计人员虽通过人工比对发现部分项目存在“重复规划”问题，但无法量化分析此类问题的空间分布规律及产生机制，难以形成具有预警功能的审计知识库，导致同类违规问题在不同项目中反复出现。

(四) 大数据技术在土地资源审计中的应用框架

在土地资源审计中，大数据技术的应用呈现为“数据准备—模型分析—证据验证—结论输出”的闭环流程。首先，审计数据准备阶段需采集项目全周期影像（包括申报、施工、竣工阶段）、CAD 规划设计图及 GPS 实地坐标等基础数据，为后续模型分析提供多维度输入支撑，如 A 省现代标准农田建设项目审计案例中用于验证蓄水池位置的 GPS 坐标与规划图纸的整合。^[4]其次，在模型分析核心环节，三大数据模型构成审计技术的核心支柱：影像比对模型通过规划图与实测影像的智能叠加，精准识别如案例中 A 省 X 市项目“上报面积不实、重复规划”等问题；违规预测模型基于历史审计数据训练，对新项目违规风险进行量化评估，如案例中依据 38 个抽查项目特征预测 A 省 Y 市项目违规概率的过程；工程量核算模型则通过多期影像时空分析，自动量化规划与实际建设的工程量差异，直接适用于案例中“30 座蓄水池未建造”的智能核算场景。进而，模型分析输出的疑点坐标与风险清单将引导审计人员通过 GPS 定位开展靶向实地核查，结合现场测量验证模型分析结果，如案例中对虚报路面工程的实地取证。最终，整合三大模型的量化成果，生成包含风险热图与整改建议的审计报告，为案例中省级管理规范的出台提供数据支撑。

二、土地资源审计大数据技术的实现路径

(一) 审计数据准备

土地资源审计的数字化转型以多源数据的系统性采集为基础。本研究围绕 A 省现代标准农田项目，构建了涵盖时空影像、业务文档及实地勘测的三维数据体系。在时空影像层面，采集项目申报阶段 0.5 米分辨率的卫星遥感影像（TIFF 格式）、施工阶段 1080P 无人机航拍视频，以及竣工阶段正射影像图，形成覆盖项目全生命周期的可视化证据链。业务文档方面，获取包含排灌系统、田间道路图层的 CAD 规划设计图，预算清单（Excel 格式）及施工签证文件，通过数据

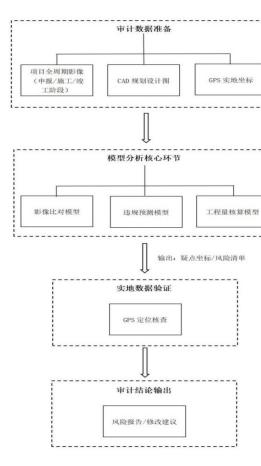


图 1 土地资源审计大数据模型应用框架图

关联建立设计意图与资金流向的映射关系。实地勘测环节则借助 TrimbleGPS 接收机，对蓄水池规划位置、道路拐点等 500 余个关键点位进行坐标采集，实现 ±0.3 米的高精度定位。^[5]

(二) 模型分析核心环节：三大智能模型的协同应用

1. 影像比对模型：基于 CNN 的规划与实测影像智能叠加

影像比对模型聚焦传统审计中“审查上报面积不实及虚大预算”的核心痛点，通过卷积神经网络（CNN）实现规划图与实测影像的自动化对比分析。该模型基于“特征提取—相似度计算—违规判定”的技术逻辑，突破了人工比对效率低、误判率高的瓶颈。

在数据预处理阶段，模型将 CAD 格式的规划设计图进行栅格化处理，并与 TIFF 格式的卫星遥感影像统一调整为 224×224 像素的 RGB 图像。通过 Z-score 标准化方法，消除不同影像间的亮度、对比度差异，确保数据的一致性与可比性。

特征提取环节采用预训练的 LandAuditNet 模型，该模型基于 ResNet50 架构，在 A 省历史审计数据上进行微调，能够精准识别道路、沟渠、蓄水池等农田设施的空间特征。针对 A 省审计关注的“排灌渠道通畅性”“取水水源保证”等核心指标，模型重点强化了水利设施、输水网络的特征提取能力。

在差异分析阶段，模型通过计算规划与实测影像的特征向量余弦相似度，量化二者差异程度。基于 A 省 38 个典型审计案例的校准，设定相似度阈值 0.9 作为合规标准：当相似度低于该阈值时，系统自动输出违规概率，并标记差异区域。例如在 A 省 X 市项目审计中，该模型通过比对 2018 年申报影像与 2023 年竣工影像，发现某区域规划新建的排灌站与历史设施完全重叠，经特征相似度计算识别出重复规划问题，精准量化虚大预算金额达 127 万元。^[6]该模型的处理流程如图 2 所示。

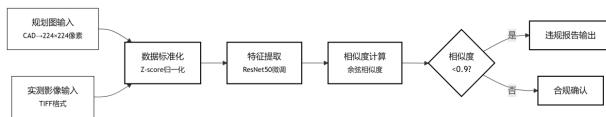


图 2 影像比对模型处理流程图

2. 违规预测模型：基于随机森林的风险概率评估

违规预测模型旨在解决传统审计依赖经验判断、抽查样本覆盖不足的问题。该模型基于随机森林算法，通过构建多棵决策树并行计算，实现对审计项目违规风险的量化预测。

在特征工程层面，模型整合了三大类核心指标：一是规划合规性指标，通过影像比对模型输出的合规评分进行量化；二是预算偏离度指标，即实际投资额与规划投资额的比值，A 省农田建设项目审计实践表明，当该比值超过 0.3 时违规风险显著提升；三是施工复杂度指标，综合地形起伏度、土地权属复杂度等 5 类参数，评估项目实施难度与潜在风险。

模型训练过程中，以 A 省 38 个已查实的违规项目作为训练样本，通过网格搜索优化关键参数：设置 30 棵决策树提升模型稳定性，限定最大深度为 4 层避免过拟合，最小分裂样本数设为 5 以增强泛化能力。模型采用自助采样（Bagging）与特征随机选择策略，确保每棵决策树具备独立的判断能力。

在实际应用中，模型可对新申报项目输出违规概率，并通过特征重要性分析定位风险来源。例如在 A 省 Y 市某农田改造项目审计中，模型通过分析“预算偏离度 0.45”“施工变更次数 8 次”

等特征，预测违规概率达82%，并提示“排灌设施建设”为高风险环节。后续实地核查证实，该项目规划的30座蓄水池实际未建造，验证了模型的预测准确性。该模型配置如表1所示。

表1 违规预测模型配置表

参数	设置值	审计优化目的
决策树数量	30	平衡速度与稳定性
最大深度	4	防止过拟合，提升解释性
最小分裂样本数	5	适应小样本审计数据
输出	违规概率(0-100%) + 风险环节定位	指导现场核查重点

3. 工程量核算模型：基于时空网络的动态变化检测

工程量核算模型针对传统审计中依赖人工丈量、效率低且误差大的问题，基于时空卷积网络(ST-Net)构建自动化核算体系。该模型融合空间特征提取与时间序列分析能力，实现施工全周期工程量的动态监测。

模型输入包含施工前、中、后三期的遥感影像与数字高程模型(DEM)数据。通过3D卷积层处理多期影像数据，捕捉地形地貌在时间维度上的变化特征；结合长短期记忆网络(LSTM)，进一步分析地物变化的时序规律，精准识别新增、改建或未建区域。^[7]例如在道路建设审计中，模型可自动区分“规划施工路段”与“自然地形变化”，避免误判。

在工程量转换环节，模型建立地物变化与工程量的映射关系。以土地硬化工程为例，系统预设“1公顷硬化面积对应1500立方米混凝土用量”的换算规则，通过对变化区域的体积积分计算实际工程量。基于A省农田建设项目的工程参数校准，模型可自动计算土方开挖量、混凝土浇筑量等关键指标。

在Z县某农田道路项目审计中，该模型通过比对施工前后的DEM数据，发现申报的15厘米厚路面实际浇筑厚度仅8厘米。系统自动核算出工程量差异，核减工程款237万元，经全站仪实地复测验证，模型核算误差率控制在3%以内，显著提升审计效率与准确性。

(三) 实地证据验证

实地证据验证作为连接模型分析与审计结论的关键环节，以模型输出的违规风险清单和工程量差异数据为导向，开展靶向核查。审计人员携带TrimbleGPS定位仪、全站仪等设备，前往模型标记的疑点坐标区域，通过现场测量、影像采集、材料取样等方式获取一手证据。

(四) 审计结论生成与决策支持

整合模型分析与实地验证结果，生成三层可视化成果^[8]：(1)

空间风险热图：基于ArcGISPro制作A省项目违规密度图，红色区域提示高风险(如某县6个项目集中违规)；(2)工程量差异表：自动生成Excel文档，列示规划值、实测值及差异金额(如某项目核减工程款237万元)；(3)整改建议报告：结合模型揭示的系统性问题(如“山区项目虚报率比平原高30%”)，提出针对性政策建议，如A省最终出台《农田建设项目影像审核管理办法》。

三、大数据技术对土地资源审计效能的革新

(一) 突破样本局限，实现全域覆盖审计

传统审计依赖人工抽样，受人力与时间制约，难以全面审查海量项目，易出现“抓大放小”，导致隐蔽违规问题漏审。大数据技术整合多源数据，运用影像比对、违规预测模型，对土地资源项目进行全周期、全区域自动化筛查，将审计视角从局部样本拓展至全域数据，显著扩大问题发现范围。

(二) 减少主观偏差，提升审计精准度

传统审计基于经验判断，在工程量核算、合规审查中存在主观误差，且难以量化复杂风险。大数据模型通过机器学习挖掘数据特征，建立标准化分析规则，如利用时空网络自动比对影像核算工程量，或通过随机森林算法量化违规概率，将模糊经验转化为精准数据结论，有效规避人为误判漏判。

(三) 压缩审计周期，提高工作效率

传统审计中人工图纸比对、实地丈量耗时漫长，面对复杂项目效率极低。大数据技术实现数据自动化处理，工程量核算模型替代人工测量，违规预测模型快速锁定高风险项目，指引审计资源精准投放。这推动审计从“人工密集型”向“技术驱动型”转变，大幅缩短审计周期，释放审计人员精力用于深度问题分析。

四、结语

本研究通过构建影像比对、违规预测及工程量核算三大模型，将大数据技术深度融入土地资源审计流程，有效解决了传统审计覆盖不足、精准度低、效率滞后的问题。研究表明，基于多源数据整合与智能算法的审计模式，能够实现从抽样审查到全域扫描、从经验判断到数据量化、从人工操作到智能处理的转变。随着审计数据积累与技术迭代，大数据技术将进一步赋能审计实践，推动土地资源审计向更精准、高效、智能的方向发展，为资源合理利用与政策优化提供坚实保障。

参考文献

- [1] 段慧蓉, 冯国富. 基于CiteSpace的自然资源审计研究发展综述 [J/OL]. 自然资源信息化, 2025. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1797.N.20250415.1515.006.html>.
- [2] 吴悦. 乡村振兴背景下J市高标准农田建设项目专项审计优化研究 [D]. 重庆理工大学, 2024. DOI: 10.27753/d.cnki.gcqgx.2024.000895.
- [3] 杨倩. 乡村振兴背景下高标准农田建设项目审计研究 [D]. 福州大学, 2021. DOI: 10.27022/d.cnki.gfzhu.2021.000243.
- [4] 胡二丹. 地理信息技术在资源环境审计中的应用研究 [D]. 西南政法大学, 2023. DOI: 10.27422/d.cnki.gxzfu.2023.001070.
- [5] 华炯, 宋夏云. 大数据审计模式在土地资源审计中的应用研究 [J]. 财务管理研究, 2023, (06): 151–157.
- [6] 李晨锐, 张馨元, 姚怡珂, 等. 地理信息技术在土地资源审计中的应用——以X市为例 [J]. 海峡科技与产业, 2022, 35(01): 39–44.
- [7] 何阳. 大数据技术在自然资源资产审计中的应用研究 [D]. 四川师范大学, 2022. DOI: 10.27347/d.cnki.gssdu.2022.000330.
- [8] 刘鲲鹏. GIS在自然资源资产审计中的应用研究 [D]. 云南财经大学, 2020. DOI: 10.27455/d.cnki.gycmc.2020.000354.