引文格式：陆燕燕,陈德良,马淼森,等. 地理信息技术应用于自然保护区审计研究[J]. 地理空间信息, 2023, 21(7): 74-77. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.07.018

地理信息技术应用于自然保护区审计研究

陆燕燕[1]，陈德良[2]，马淼森[1]，姚　远[1]，高　升[1]，李朝旗[3]
（1. 南京审计大学 政府审计学院，江苏　南京 211815；2. 南京邮电大学 测绘与地理信息科学系，江苏 南京 210042；
3. 广东省农村信用社联合社，广东 广州 510623）

摘　要：领导干部自然资源资产离任审计对于我国资源环境保护工作的开展和促进国民经济健康可持续发展意义重大。利用地理信息技术构建了涵盖多源数据采集、处理和分析的技术框架，以某省自然保护区审计实践为例，详细分析了地理信息技术的具体审计应用，并发现该省自然保护区存在的违法违规行为。相关理论方法可为深化审计信息化建设提供重要技术手段，还可推进我国资源环境审计研究。

关键词：领导干部自然资源资产离任审计；地理信息技术；自然保护区审计；审计信息化建设
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）07-0074-04

Research on the Application of Geographical Information Technologies in the Audit of Nature Reserves

LU Yanyan[1], CHEN Deliang[2], MA Miaosen[1], YAO Yuan[1], GAO Sheng[1], LI Chaoqi[3]
(1. School of Government Audit, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China;
2. School of Geographic and Biologic Information, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210042, China;
3. Guangzhou Regional Office, CNAO, Guangzhou 510623, China)

Abstract: The natural resources accountability audit of leading officials during period of tenure is significant to the development of resource environmental protection and the promotion of healthy and sustainable development of national economy. We used geographical information technologies to create a technical framework for multi-source data collection, processing and analysis. Taking the audit of nature reserves in a province for example, we analyzed the specific audit application process of geographical information technologies in detail, and found some violations in the nature reserves. The relevant methods of this study are conducive to promoting the informatization construction of audit, and can advance the research of resource environmental audit.

Key words: natural resources accountability audit of leading officials during period of tenure, geographical information technology, audit of nature reserve, informatization construction of audit

经济的高速发展带来了大气污染、水环境恶化、土地资源短缺、森林资源破坏等资源环境问题，严重降低了城乡居民的生活质量，也成为经济发展的阻碍。为促进国民经济健康可持续发展，亟需解决各类资源环境破坏问题，而审计作为政府监督资源环境保护工作的重要手段，可发挥重要作用。2017年中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《领导干部自然资源资产离任审计规定（试行）》是我国推进生态文明建设的重大举措，对于促进自然资源的合理开发利用、开展生态环境保护工作和增强国家自然资源治理能力具有推动作用。传统领导干部离任审计主要集中在重大经济决策、财政收支、政府投资和党风廉政等方面。开展自然资源资产离任审计，拓展了离任审计内容，将领导干部任职期间的自然资源变动情况纳入审计范围。然而，在离任审计过程中采用传统审计方法难以获取准确且客观的数据，且时间、人力和经济成本较高，因此亟需一种创新型审计技术以提升审计工作的效率和公信力。

地理信息技术包括全球导航卫星系统（GNSS）、地理信息系统（GIS）和遥感技术，具有时效性高、监测范围广、数据客观、社会经济效益高、多分辨率的特点[1-2]。自然资源资产离任审计的对象往往面积大、分布散、地形复杂、地表覆盖类型多样，且不同类型地物相互镶嵌分布，增加了准确获取审计对象信

收稿日期：2022-03-24；修回日期：2022-06-29。
项目来源：江苏省高等学校自然科学研究资助项目（19KJB170003）；南京审计大学审计信息工程与技术协同创新中心资助项目（18CICA10）。
第一作者简介：陆燕燕（1987—），博士，讲师，从事地理信息技术在资源环境中的审计研究工作，E-mail：cdlyy@nau.edu.cn。

息的难度。利用地理信息技术可解决上述难题，为客观评价领导干部任职期间资源管理和生态保护情况提供客观依据，推动审计工作的发展。

1　文献综述

领导干部自然资源资产离任审计包括各类自然资源的开发利用管理情况、重点生态建设功能区和生态脆弱地区的生态责任履职情况[3-4]等多个方面。这些审计对象地理空间分布广泛，导致审计过程中空间数据分析工作量巨大，亟需一种有效的技术手段解决数据分析问题[4-5]；而地理信息技术可实现空间地理信息快速、准确、可靠的收集和处理[6]，可服务于审计中对自然资源信息的采集和分析。余远剑[7]等利用地理信息技术研究了禁止开发区域审计的内外业相关流程，并应用于福建省自然资源资产离任审计研究中；袁涛[8]借助地理信息技术对永久基本农田进行审计研究，极大地提高了审计效率和质量；王振铎[9]等将地理信息技术应用于草地资源资产经济责任审计中，并提出了相应的政策建议与解决方案；杨汉保[10]整合多源数据，利用地理信息技术弥补了传统审计方法在矿产资源审计中的缺陷，为地理信息技术应用于矿产资源审计提供了经验；邹黄曜[11]介绍了地理信息技术在耕地保护、土地利用开发、非法采砂、排污、森林和湿地保护等审计项目中的应用情况，得出其快速数据处理分析能力能很好地解决审计中的资源环境变化信息提取问题的结论；饶杨莉[12]等针对当前自然资源审计中存在的数据不匹配问题，结合地理信息技术构建了一套审计数据整合流程；周嵩山[13]等总结了当前土地资源审计现状，采用测量比较法、专家调查法和层次分析法构建了领导干部土地资源资产离任审计评价指标体系，并应用于A县审计研究中。上述研究在厘清领导干部自然资源资产离任审计基本内容的基础上，利用地理信息技术进行各类资源审计研究，为深化该技术审计应用研究奠定了基础；但缺少对地理信息技术方法的全面梳理和应用的详细介绍。如何结合地方各类自然资源资产禀赋及其相关地理信息特点，开展地理信息技术审计应用创新，推动自然资源资产离任审计研究发展，从而发挥审计在推进资源环境保护中的监督作用，仍是亟需探讨的话题。本文借鉴已有审计研究，以某省自然保护区审计为例，尝试构建地理信息技术审计应用框架，并详细介绍了地理信息技术的核心方法和详细应用步骤。

2　地理信息技术

地理信息技术应用于资源环境的动态监测可取得较精确的观测结果，应用于自然资源资产离任审计研究则有助于提高审计效率和精准度。

1）遥感技术主要通过不同地物类型具有的电磁波反射特性差异实现资源环境的多元化观测。该技术获取的高时空分辨率遥感影像已在国土资源规划、资源利用调查、城市交通建设、地质勘察等方面发挥了重要作用。利用遥感技术可获取丰富的空间对地观测信息，满足审计对资源环境多维度信息的需求。随着各国卫星的不断发射升空，海量遥感数据可应用于自然资源审计中。

2）GNSS作为空间定位技术，可实时获取地物定位信息。随着GNSS的不断发展，其高精度的空间定位信息可减少空间定位中的人力消耗。特别是随着我国北斗卫星导航系统的研制成功，全天候、全天时、高精度的定位信息可应用于各类工程建设和相关资源环境调查活动中。利用GNSS可对审计过程中的存疑区域进行实时定位，再结合手持GNSS定位仪进行区域内相关资源的重点调查和核实。

3）GIS可在有限的空间内完成各类数据的收集和整理工作，是地理信息数据处理分析的重要技术手段，被广泛应用于环境调查、资源监测、灾害研究、基础设施建设、专题地区制作等多个领域。利用空间量算与查询、缓冲区分析、叠置分析、插值计算、统计分析和可视化显示等GIS的空间分析功能可计算和分析自然资源的变化信息（数量、质量及属性等）。其强大的空间分析和统计分析能力对促进领导干部自然资源资产离任审计的顺利开展具有重要作用。

3　应用实践

某省地域广阔，地貌类型复杂多样，拥有近400个自然保护区，面积达13 335 km^2；属东亚季风区，降水量多，水资源丰富，各类保护区为野生动物的繁衍生息提供了重要场所，有利于维护国家生态安全、维持生态平衡。根据《全国主体功能区规划》《中华人民共和国自然保护区条例》相关内容，该省的自然保护区是需要特殊保护的重点生态功能区。根据实际生态环境情况，该省施行了《*省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》对自然保护区的设立条件、区内管理机构的主要任务和保护的动植物类型做了详细规定。2018年该省政府印发了《*省自然保护

区建立和调整管理规定》，对自然保护区的范围调整、功能调整、撤销以及名称更改做了具体要求。

3.1 审计实施方法流程

自然保护区审计具有审计对象地理空间范围覆盖广、审计所需数据量巨大的特点，因此本文采用地理信息技术进行自然保护区的审计研究。技术流程见图1。

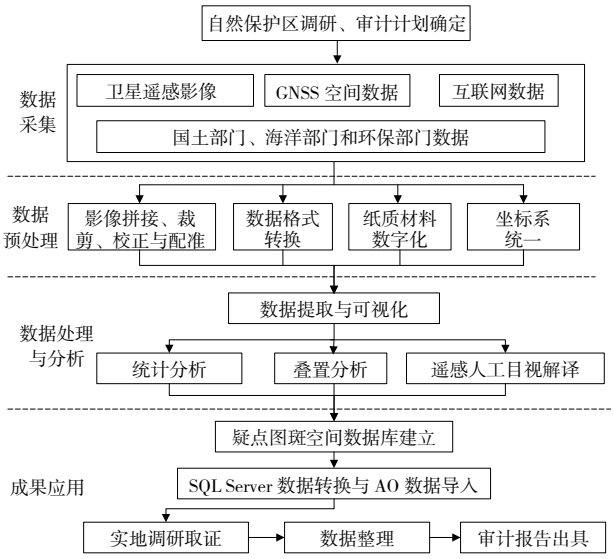


图1 自然保护区审计流程图

3.2 自然保护区审计研究

3.2.1 数据采集

本文采集的自然资源数据来源于国土部门、海洋部门、环保部门和光学遥感卫星，其中国土部门数据用于提取研究区土地利用情况；该省海岸带规划矢量数据用于提取建设用海空间和“三区三线”等数据；全省各级各类自然资源保护区名录及其空间位置信息用于确定自然保护区的空间地理信息及其属性信息；光学遥感数据用于协助疑点图斑的认定，并作为现场调查的参考。

3.2.2 数据预处理

获取的自然资源数据格式多样，分类和定义存在差异性，为减少差异带来的数据分析困难，需对数据进行整理。按照自然保护区审计要求，对获取的各类规划用图、审批红线统一坐标和格式后，提取空间和属性信息；对获取的自然保护区名录、监测站点数据等结构化报表进行统一链接和编辑；采用关键字搜索提取保护区的相关批复文件等非结构化数据的属性信息；再进行冲突数据检查、无效值剔除和缺失值填充等数据清洗。为解决数据分类、定义差异带来的影响，利用清洗后的空间和属性信息进行数据分类和定义的检测，再将整理后的数据建库存储。

由于采集的数据内容丰富、类型较多，需统一数据格式以便于在GIS中进行空间分析。国土、海洋和环保部门的数据格式包括AutoCAD的dwg数据、MapGIS的mpj数据，将这些数据转换为GIS软件能识别和分析的矢量数据格式；将获取的Excel统计表格数据结合相关经纬度信息，利用GIS软件数据导入功能转换为shp格式；利用GIS的数据数字化功能对获取的规划、基础测绘图纸等涉密纸质资料进行纸质资料数字化工作。由于研究区范围较大，由多景遥感影像覆盖，采用基于特征相关的拼接算法实现遥感影像拼接，并进行几何校正、配准、坐标系转换和影像数据裁剪。由于坐标系不统一则难以在同一空间维度进行分析，采用空间校正工具进行数据要素的匹配，并统一到同一空间坐标系下。地理信息数据格式统一流程见图2。

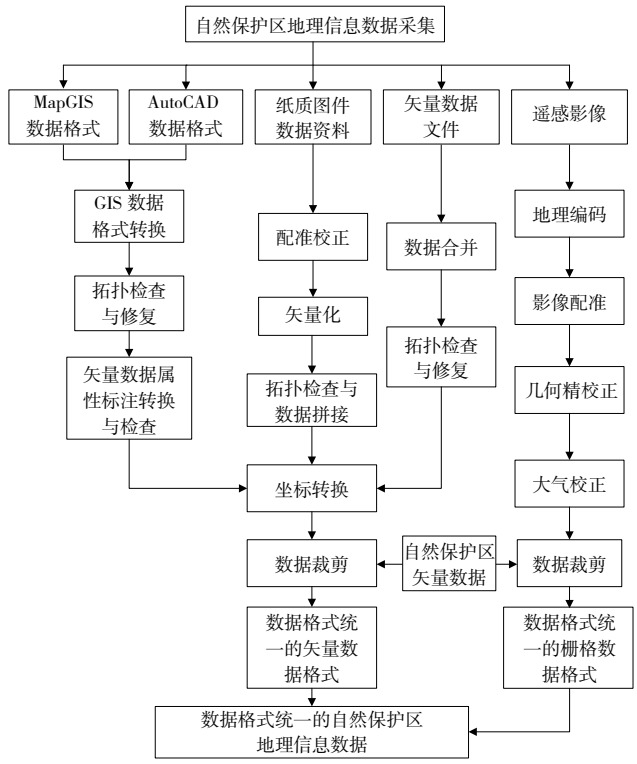


图2 自然保护区审计地理信息数据格式统一流程图

3.2.3 数据处理与分析

利用GIS空间分析功能进行多源数据交叉分析，协助发现审计疑点，并通过地理空间信息精确定位。

1）“三区三线”是实现主体功能区战略精准落地的重要手段，是空间规划的核心内容，根据数据的属性特征，利用GIS分别提取海域三区和陆域三区分区并可视化操作（图3）。

2）《中华人民共和国自然保护区条例》规定，自然保护区核心区域禁止出现建设活动。为对核心区域的利用现状进行调查，对环保部门各级自然保护区数据和国土部门提供的数据进行整理，利用GIS软件提取自然保护区核心区作为重点对比对象（图4）。

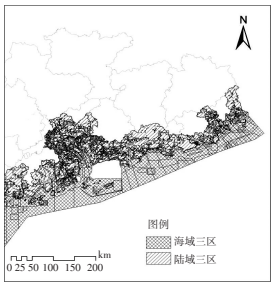


图3　海岸带规划分区提取示意图

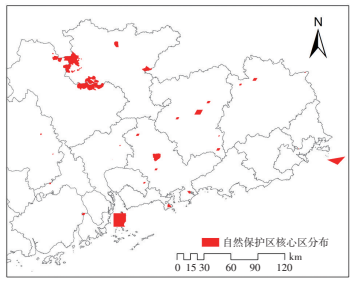


图4　自然保护区核心区提取示意图

3）利用GIS空间叠置分析技术进行数据间的对比分析。空间叠置分析可将不同部门的数据在同一坐标系统中进行分析，并自动提取重叠部分。将海岸带规划中设定的用于优先建设的“建设用海空间”与环保部门不允许人员进入的各类自然保护区核心区进行叠置分析，检查其合理性和合规性，得到自然保护区内建设开发活动疑点图斑。通过遥感人工目视解译方法将疑点图斑叠加于卫星遥感影像上做进一步图斑筛查，可对面积范围大、地类信息模糊和一些特殊地块的疑点图斑进行重点标注，并将标注图斑作为重点调查对象（图5）。

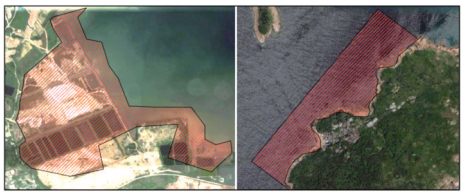


图5　疑点线索与影像图叠加示意图

4）对疑点图斑进行统计分析，记录其地理坐标、面积大小和属性信息（地块名、建筑用途等），并建立空间数据库。

3.2.4　审计结果

利用GIS辅助AO进行软件集成应用，解决审计人员无法应用地理信息结果格式带来的审计困境。通过SQL Server建立地理信息数据库与审计AO系统的转换通道：先将地理信息分析结果数据库转换为SQL Server支持的空间数据类型，再输入审计AO软件中。该方式可实现地理信息空间数据分析结果与审计人员AO软件的对接，提高审计人员的工作效率。利用GNSS导航定位仪开展疑点图斑外业调查，并对存在问题的图斑地点进行拍摄取证，计算疑点图斑面积。

根据《中华人民共和国自然保护区条例》《领导干部自然资源资产离任审计规定（试行）》、《全国主体功能区规划》《*省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》《*省自然保护区建立和调整管理规定》等法律法规，结合地理信息技术分析和实地延伸核实发现，该省自然保护区存在的违法违规行为为：2017年10月编制出台的海岸带规划中承担开发建设功能的建设用海空间，有2 193.9亩与按规定禁止任何人进入的“A区红树林国家级自然保护区”、“B区水产资源省级自然保护区”的核心区重叠。

4　结　语

领导干部自然资源资产离任审计是当前审计的全新举措，对促进我国生态文明建设和资源的合理开发利用具有重要意义。本文将地理信息技术应用于审计研究中，详细介绍了地理信息技术在自然资源资产离任审计中的审计流程，并应用于某省的自然保护区审计实践中。审计结果显示，该省存在2 193.9亩土地资源违反相关规定与自然保护区核心区重叠。结果表明，地理信息技术可解决当前自然资源审计研究中存在的地理信息数据处理分析难的问题，有利于发现传统审计难以探查的线索，使审计结果更具有权威性和说服力。

参考文献

[1] 孙姣姣,王琦,郑洁,等. 大英县2002-2017年土地利用分类动态分析[J]. 地理空间信息,2022,20(1):56-60

[2] 祁琼,赖云,钟艾妮,等. 襄阳市国土空间格局的功能分区及评价研究[J]. 地理空间信息,2020,18(4):11-16

[3] 刘明辉,孙冀萍. 领导干部自然资源资产离任审计要素研究[J]. 审计与经济研究,2016,31(4):12-20

[4] 邓晓岚,余远剑,茅金焰,等. 领导干部自然资源资产离任审计的大数据技术应用研究[J]. 审计研究,2020(5):19-29

[5] 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

[6] Brevik E C, Calzolari C, Miller B A, et al. Soil Mapping, Classification, and Pedologic Modeling: History and Future Directions[J]. Geoderma,2016,264:256-274

[7] 余远剑,赵丰,周婷婷. 基于地理信息技术的禁止开发区审计方法研究[J]. 地理空间信息,2018,16(11):47-49

[8] 袁涛. “3S”技术在永久基本农田审计中的应用[J]. 中国内部审计,2020(4):86-88

[9] 王振铎,张心灵. 地理信息技术在领导干部草原资源资产责任审计中的运用[J]. 科学管理研究,2019,37(3):30-34

[10] 杨汉保. 3S技术在领导干部矿产资源资产离任审计中的应用[J]. 审计与理财,2019(11):13-16

[11] 邹黄曜. 3S技术在自然资源资产离任审计中的应用研究[J]. 现代审计与经济,2018(3):22-25

[12] 饶杨莉,杨正银,陈飞,等. 基于国情普查的离任审计数据整合技术研究[J]. 地理空间信息,2021,19(12):64-68

[13] 周嵩山,廖明伟,杨桦,等. 领导干部土地资源离任审计体系评价[J]. 地理空间信息,2021,19(8):4-8