

浅谈新型测绘技术在自然资源调查监测中的应用

文 / 张祥 安徽省第一测绘院

摘要: 随着测量技术的不断发展和各种制造工艺水平的不断提高,测量中使用的各种新技术和新仪器愈来愈多,它们不仅提高了测量的速度和精度,而且有的从根本上更新了测量的观念与理念。近几年新型测绘技术的广泛应用,为实现自然资源高效调查监测和综合管理提供了技术手段。本文在构建自然资源调查监测体系的基础上,介绍了多种新型测绘技术在自然资源调查监测方面的广泛应用,满足新形势下对自然资源调查精度和频次更高的要求,支撑了自然资源全业务、全流程、全天候的监测。

关键词: 自然资源调查监测; 新型测绘技术; 应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.119

引言

《自然资源调查监测体系构建总体方案》指出,坚持山水林田湖草是一个生命共同体的理念,建立自然资源统一调查、评价、监测制度,形成协调有序的自然资源调查监测工作机制。以自然资源科学和地球系统科学为理论基础,建立以自然资源分类标准为核心的自然资源调查监测标准体系。以空间信息、人工智能、大数据等先进技术为手段,构建高效的自然资源调查监测技术体系。查清我国土地、矿产、森林、草原、水、湿地、海域海岛等自然资源状况,强化全过程质量管控,保证成果数据真实准确可靠;依托基础测绘成果和各类自然资源调查监测数据,建立自然资源三维立体时空数据库和管理系统,实现调查监测数据集中管理;分析评价调查监测数据,揭示自然资源相互关系和演替规律。

一、传统基础测绘的局限性

传统基础测绘技术主要包括地面测量、测量仪器、人工制图等方法。这些方法在一定程度上能够满足一般测绘需求,但也存在着诸多局限性,比如,地面测量受到地形地貌的限制,测量精度和效率有限;测量仪器的精度和稳定性受到器材和环境的影响;人工制图存在主观性和误差等问题。地面测量的局限性主要体现在3个方面。①受地形地貌限制:地面测量往往受到地形地貌的影响,如山地、森林、河流等地形地貌复杂的区域,往往难以进行有效的测量,导致测绘数据的不完整和不准确。②测量精度有限:由于测量过程受到天气、环境等因素的影响,地面测量的精度往往较低,无法满足高精度地理信息数据的需求。③测量效率低下:传统的地面测量需要大量人力物力,耗时耗力,效率低下,尤其是在大面积区域的测量工作中,更加显得不足。

传统基础测绘技术中的测量仪器也存在一定的局限性。①精度和稳定性受限:传统的测量仪器往往受到器材自身精度和稳定性的限制,无法满足对高精度地理信息数据的要求。②适用范围有限:传统测量仪器往往只适用于特定的测量场景和环境条件,无法适应多样化或

者很复杂的测绘需求。③数据处理烦琐:传统的测量仪器得到数据需要经过久而杂的分析和处理,需要专业的人员和大量的时间、精力,增加了测绘工作的难度和成本。传统基础测绘技术中的人工制图的局限性体现在以下3方面。①主观性和误差:人工制图往往存在主观性和个人经验的影响,容易产生误差,影响地理信息数据的准确性和可靠性。②制图周期长:传统的人工制图需要大量的时间和人力,制图周期长,无法满足信息更新和应用的实时性要求。③更新困难:一旦地理信息发生变化,需要重新进行测量和制图,更新周期长,更新成本高,无法及时反映地理信息的变化和动态。

二、新型测绘技术

(一) 主要的新型测绘技术

新型测绘技术的引入和应用已经带来了地理信息领域的革命性变化,新型测绘技术主要包括全球定位系统、卫星遥感技术和无人机测绘。GPS是一种通过一组卫星和地面接收器实现对地球表面位置的定位和测量的技术。其原理是通过接收来自多颗卫星发射的无线电信号,利用三角定位法确定接收器的位置。GPS具有全天候、全天时、全球范围内高精度的优势,因此在地理信息领域得到了广泛的应用。GPS技术的应用范围非常广泛,包括但不限于车辆导航、航空航海、精准农业、地质勘探等领域。在精准农业中,农民可以利用GPS精确测量农田的土壤性质和植被情况,实现精准施肥和灌溉,提高农作物产量和质量。在地质勘探中,矿产勘探人员可以利用GPS准确测量地下矿藏的位置和分布,指导矿藏的开发和利用。GPS已经成为现代社会不可或缺的一部分,为人们的生活和工作提供了便利和支持。

卫星遥感技术是一种利用卫星对地球表面的重力场和形状进行测量,实现对地表高程精确测量的技术。其通过测量卫星飞行轨道的微小变化,可以推断出地球表面的高程信息。卫星遥感技术具有高精度、全球覆盖、无须地面控制点等优势,因此在地理信息获取和地形测量领域得到了广泛的应用。卫星遥感技术的应用范围包

括数字地球模型构建、海洋地形测量、地质灾害监测等领域。利用卫星遥感技术构建的数字地球模型为城市规划、土地利用规划等提供重要的数据支撑。在海洋地形测量中，卫星遥感技术可以实现对海底地形的精确测量，为海洋资源开发和海洋科学研究提供数据支持。同时，卫星遥感技术还可以用于地质灾害监测，实现对地质灾害（如地震、滑坡等）的实时监测和预警。

无人机测绘是利用无人机获取地表影像和重建三维模型的技术。这种技术具有灵活、快速、成本低等优点，可以实现对地表的高分辨率影像获取和精确的三维模型重建。无人机测绘技术的应用领域广泛，涵盖了土地利用规划、城市规划、自然资源调查等多个领域。利用无人机来获取高分辨率的影像和精确的模型数据，在土地利用规划、城市规划等方面得到广泛应用。同时，该技术还能够快速、有效地进行自然资源调查，包括对森林、湿地、草原等自然资源的监测和调查。这些新技术的不断创新和應用将进一步推动地理信息技术的发展。

（二）新型测绘技术的优势和挑战

新型测绘技术采用了先进的设备和算法，大大提高了测绘的效率。如利用无人机进行测绘可以实现快速、灵活的数据采集，大大缩短了测绘周期。新型测绘技术在数据采集和处理方面具有更高的精度。如利用卫星遥感可以实现对地表的高精度测量，为地理信息数据的准确性提供保障。新型测绘技术在数据处理和分析方面具有更强的能力，利用先进的地理信息系统、人工智能等技术，可以实现对海量地理信息数据的快速处理和分析，为决策提供科学依据。新型测绘技术具有这些明显的优势，但同时也面临着许多挑战：数据安全和隐私保护问题随着地理信息数据的广泛采集和应用而日益凸显；针对新型测绘技术的标准和规范尚未形成统一的体系，各种各样的标准和规范存在，缺乏一致性和规范性；新型测绘技术的设备和软件成本较高，且技术更新换代速度较快，使得技术成本成为限制技术推广和应用的重要因素。面对新型测绘技术的优势和挑战，需要不断加强技术研发和创新，提高技术的稳定性和可靠性；加强政策法规建设，保障数据安全和隐私保护；加强国际合作交流，促进技术的共享和交流；加强人才培养，培养适应新技术发展需求的高素质人才。相信随着技术的不断发展和完善，新型测绘技术将会在地理信息领域发挥越来越重要的作用，为人类社会的可持续发展做出更大的贡献。

三、新型测绘技术的应用

（一）“3S”技术协同应用

在林业调查中，全球导航卫星系统（GNSS）可以快速获取样地调查的空间位置，同时可以引导调查人员快速到达指定调查地点。随着今年我国卫星导航技术的迭

代更新，部分设备可以满足在树下实现固定解，甚至在无信号的山区，可以通过架设基站，实现远距离信号传输，进而解决山区定位问题。遥感（RS）技术在森林病虫害调查中，解决了病虫害普查劳动强度大、主观性强、普查效率低的问题。利用遥感监测可以实现大范围的病虫害调查，尤其是通过光谱特异性，利用不同波段得到各光谱波段的灰度值，分析其变化情况，实现对生物量和叶面积指数的大范围调查监测。地理信息系统（GIS）实现了对林业调查数据的统一管理，通过构建调查因子数据库，利用GIS分析功能完成森林专项图制作。GIS与RS通常协同使用，通过对多期遥感影像进行对比和变化分析，实现了对森林资源的动态监测。

（二）人工智能遥感解译遥感技术被广泛应用

在自然资源调查监测中，如国土变更、耕地保护和生态环境监测、卫片执法等。在海量的数据图斑中通过人工目视解译变化图斑，再提取疑问图斑进行现场核查，内业解译人员的工作经验和主观判断的准确性，一定程度上决定了外业调查工作量的大小。人工智能（AI）遥感解译技术实现了对遥感影像的自动化处理，通过深度学习技术建立多重遥感解译模型，基于海量高精度样本库，对变化信息进行快速准确提取，尤其对于影像分辨率低且时效差的遥感影像，AI遥感解译增加了内业提取精度，真正实现了遥感影像解译的智能感知和精准识别服务。

（三）高光谱遥感精细化监测

在植被覆盖调查中，利用无人机高光谱遥感获取的高分辨率光谱信息，通过提取植被指数、叶面积指数等，对不同植被类型进行更精确地分类和鉴别，进而获取植被郁闭度和覆盖度，实现对植被参数进行估算与分析，为分析植被的空间分布和特征提供数据基础。在土地覆被利用分类与变化监测中，通过高光谱遥感影像可以实现对地表资源的精细化分类。为土地利用动态变化监测提供了高精度分析手段，比如国土变更调查中，可以实现林地、园地、耕地等农用地之间的明显区分，对于耕地“非农化”“非粮化”鉴定具有重要意义，提高内业影像解译精度，一定程度上减少外业调查工作量。高光谱遥感数据还应用于水质监测与污染识别，水体面积估算与变化分析。通过对水体进行高光谱分析，实现水中污染物物质的识别检测。对于地形复杂区域，利用高光谱影像可以提高水体面积估算的准确性，监测水质变化。矿产资源调查中，分析不同矿石的光谱特征，建立高光谱遥感反射光谱与储量之间的关系模型，进而对矿区资源储量进行快速估算。通过判断土壤中有机的含量、水体中的污染物浓度等环境因素，实现对矿区周边的土壤质量和水质状况进行监测，与传统采样相比，提高了矿区环境监测的准确性和效率。

（四）激光雷达高精度数据采集

随着近几年国产激光雷达的发展，出现了机载、车载、船载和背包多平台激光雷达，广泛应用于土地、森林、矿产、湿地等自然资源三维动态监测中。激光雷达属于主动遥感，在国土调查监测中，相比于传统光学影像遥感，激光雷达可以提取多维度数据结构信息，能够通过强度信息来提高分类精度的目的。激光雷达所具有的波形信息，可以通过高斯波形分解提取波形特征，用于土地分类研究。由于机载激光雷达在数据采集方面拥有获取时间短、精度高、数据采集范围广等特点，在森林资源研究方面被广泛应用，通过激光雷达实现森林结构参数的自动提取。比如景观-区域尺度冠层水平及单木分割下垂直结构信息的提取，通过递归分析等数学模型，利用激光雷达数据直接获取的树高、胸径、冠幅等森林结构参数，反演叶面积指数、生物量和森林蓄积量等。相比于人工调查，提供了数据量更大、更加准确的参数提取精度，提高了森林资源调查监测的效率和准确性。

（五）实景三维立体表达

自然资源实景三维模型实现了对自然资源的真实、立体、多维度的实体表达，全方位、立体地精准描绘了实体的空间信息及利用现状。以高分辨率的遥感影像为背景，利用三维可视化技术，实现以基础地理信息、数字高程模型、实景三维模型为技术基础的自然资源三维立体展示效果。相比于传统二维成果的表达，三维场景在自然资源类型、分布、属性等方面可以实现更加清晰和准确的表达，在水位预警、水质检测等虚拟三维模拟中得到广泛应用。

四、未来发展趋势和与展望

（1）智能化发展：新型测绘技术将逐渐向智能化方向发展。人工智能引进学习、对国外机器学习的借鉴，实现地理信息数据的智能处理和分析，提高地理信息获取的准度和应用的精度。（2）自动化发展：新型测绘技术将朝向自动化应用发展。利用自动驾驶技术、无人机技术等，实现地理信息数据的自动采集和处理，减少人工干预，提高数据采集和处理的效率和质量。

（3）网络化发展：随着互联网的普及和发展，新型测绘技术将逐渐向网络化服务方向发展。通过构建开放、共享的地理信息服务平台，实现地理信息数据的在线共享和交流，促进地理信息技术的发展和应用。（4）集成化发展：新型测绘技术将趋向于集成化应用。通过整合多种技术手段和数据资源，实现地理信息数据的多源获取和集成分析，为各个领域的应用提供全方位的支持和服务。（5）跨领域融合发展：新型测绘技术将逐渐向跨领域融合方向发展。地理信息技术将与人工智能、大数据、物联网等技术相结合，实现地理信息与其

他领域的深度融合，为人类社会的可持续发展提供更多可能。随着新型测绘技术的多方面发展，新型测绘技术的原理和方法需要进一步深入研究，以提升其在实际应用中的稳定性和可靠性，以满足各个领域的不同需求。这包括深入探讨技术的核心理论和工程实践，不断改进和优化技术方案，确保其能够有效应对各种复杂情况和挑战。应当积极鼓励政府、企业和科研机构之间展开合作，共同致力于新型测绘技术的研发和应用。这种产学研合作可以促进技术的转化和应用落地，加速科研成果向实际生产力转化的过程，从而更好地服务于社会经济发展和改善人民生活。需要建立健全相关的政策法规体系，以保障新型测绘技术在数据安全、隐私保护等方面的合法合规运行。这样的举措不仅可以保障技术应用的合法权益，也能够促进技术的健康发展，为技术创新和应用提供更有力的政策支持。应当着力培养适应新型测绘技术发展需求的高素质人才，提升他们的技术水平和创新能力。这需要加强教育培训，建立多层次、多元化的人才培养体系，培养出一批既懂技术又具有创新意识和实践能力的专业人才，为新型测绘技术的研究和应用提供充足的人才支持。

结束语

新型测绘技术在自然资源调查监测中的广泛应用，展现了不同技术的融合，有效地提升了自然资源管理的效率和准确性。在自然资源调查监测中，应用人工智能、多源遥感等技术，实现了自然资源从二维平面到三维立体调查监测的创新。卫星遥感技术在国土调查、生态监测和矿山治理等方面的广泛应用，为防灾减灾和应急管理提供了技术保障。

参考文献

- [1]王腾, 孟小亮, 蔡冠中, 等. 自然资源视频监控目标检测关键技术研究与应用[J]. 地理空间信息, 2024, 22(3): 47-50, 54.
- [2]李明, 罗浩然. 高光谱遥感在自然资源调查监测中的应用[J]. 广西水利水电, 2024(1): 150-154.
- [3]包崇银. RS技术在林业领域中的应用研究进展[J]. 南方农业, 2023, 17(21): 172-174.
- [4]黄明伟, 李梦梦, 陈超, 等. 实景三维在自然资源监测的应用[J]. 测绘通报, 2023(10): 150-153.
- [5]张文君. 3S技术在林业资源调查与管理上的运用[J]. 中国林副特产, 2023(5): 93-95.
- [6]王西营, 张帅娟, 李雄, 等. 自然资源调查监测具体工作中存在的问题及建议[J]. 黑龙江环境通报, 2023, 36(6): 73-75.
- [7]蒲冠宇. 浅谈人工智能时代自然资源调查监测技术的发展与挑战[J]. 科技与创新, 2023(1): 90-92, 97.