

造林绿化评估中植被覆盖率的精准测算方法

陈嘉斌

江苏中源城乡规划设计有限公司, 江苏省南京市, 210000;

摘要: 在评估造林绿化成效时, 植被覆盖率是个重要指标且对其进行精准测算对科学评价造林绿化效果、指导生态建设意义非凡。当下植被覆盖率测算方法的研究进展被本文综述并比较分析了传统地面调查法、遥感影像解译法和无人机航拍法等不同测算方法的优缺点, 在此基础上还提出一种基于多源数据融合的植被覆盖率精准测算方法, 该方法把高分辨率卫星遥感影像、无人机航拍数据和地面实测数据相结合并通过机器学习算法构建植被覆盖率估算模型以有效提高测算精度。研究表明, 这一方法在不同地形条件和植被类型下都适用且与传统方法相比测算精度能提高 15%-20%, 此外本文还探讨了影响植被覆盖率测算精度的关键要素如数据源选择、采样策略、地形校正等并给出了相应优化建议, 此研究为造林绿化评估里植被覆盖率的精准测算提供新技术路径并在提升造林绿化评估的科学性与可靠性方面有着重要理论和实践意义。

关键词: 造林绿化; 植被覆盖率; 精准测算; 多源数据融合; 机器学习

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 11. 049

引言

造林绿化这一生态修复与环境保护的关键手段在全球气候变化大背景下发挥着重要作用, 近年来随着各国愈发重视生态系统服务功能, 造林绿化工程规模不断壮大, 而科学评估其成效的方法就成了研究热点, 因为衡量造林绿化效果的核心指标包括植被覆盖率且它能直观体现植被于地表的分布密度与生态效益, 不过传统测算方法存在数据来源单一、精度不够等毛病, 所以难以满足如今精准评估的需求, 并且近五年全球森林资源评估报告显示造林绿化的年均植被覆盖率增长率为 0.8%-1.2%是常态, 但是不同区域差别很大, 山区和干旱地区尤其如此, 由于地形复杂、植被类型多样, 测算精度常常受影响, 所以探寻高效精准的植被覆盖率测算方法对优化造林绿化评估体系意义非凡。

遥感技术、无人机技术和机器学习算法快速发展使得多源数据融合渐渐成为植被覆盖率测算领域的前沿方向, 因为高分辨率卫星遥感影像能提供大面积地表信息且无人机航拍灵活又精确可补上卫星影像在局部细节方面的不足, 同时地面实测数据给模型校正提供可靠依据, 整合这些数据源再结合先进机器学习算法就能有效突破单一方法的局限以精准测算植被覆盖率, 研究显示多源数据融合方法在复杂地形下测算精度比传统方法提高 15%-20%, 并且数据源选择与质量、采样策略合理性和地形校正准确性等因素是影响测算精度的关键因素, 深入分析优化这些因素能进一步提高测算结果的可靠性, 这一研究不但给造林绿化评估带来新技术路径,

也给相关行业科学决策和生态建设规划打下坚实基础。

1 植被覆盖率测算方法的现状与挑战

1.1 传统测算方法及其局限性

造林绿化成效评估以植被覆盖率为核心指标, 其测算方法历经长期发展演变, 传统地面调查法如样方调查法、目测估算法等主要靠人工实地测量, 通过设置固定样地或者随机采样点对植被覆盖情况直接记录与统计, 虽然在小范围区域内精度较高, 但操作复杂、耗时长且难以覆盖大面积区域, 在地形复杂、植被类型多样的地方应用受限明显, 并且人为因素对结果影响大, 不同调查人员的经验和判断可能造成数据偏差, 近五年林业行业统计数据显示传统地面调查法测算效率平均每天空壳 0.5 平方公里, 随着生态建设需求增多, 这种方法已不能满足大规模造林绿化的快速评估需求, 所以在造林绿化评估里如何突破传统方法局限是急需解决的关键问题。

1.2 遥感技术在植被覆盖率测算中的应用

植被覆盖率测算因遥感技术快速发展有了新方案, 这几年应用高分辨率卫星遥感影像使大范围植被覆盖监测的效率和精度大大提高, 像 Landsat 和 Sentinel 系列卫星的多光谱影像能将 vegetation 和非 vegetation 区域有效区分开来, 国产高分系列卫星推广后在这个领域技术支持能力进一步增强, 研究显示用遥感影像的归一化植被指数 (NDVI)、比值植被指数 (RVI) 等算法可快速估算植被覆盖率且在平原、丘陵等地形条

件下适用性良好,不过遥感技术也有局限,云层遮挡、大气干扰、影像分辨率不够等问题会影响数据质量,在植被类型复杂或者冠层结构密集的地方测算误差会明显变大,并且遥感影像解译的自动化程度还有待提高,现在要校正分类结果还得大量人工参与,2022 年发布的林业遥感技术白皮书表明国内基于遥感技术的植被覆盖率测算精度大多在 75%-85%,这个水平跟传统方法相比虽然有提高但要完全满足精准评估需求还差得远。

1.3 精准测算面临的主要挑战

多源数据融合与机器学习技术应用于植被覆盖率精准测算虽带来新机遇但也面临不少挑战,其中数据源选择和整合是关键难点,由于不同来源数据在时间、空间、光谱分辨率上有差别,所以高效融合、减少误差传播是重要的研究方向,并且采样策略设计直接影响测算精度,在地形复杂或者植被类型多样的区域更是如此,优化采样点布局以提升代表性还需要深入探究,另外地形校正也不能忽略,因为坡度、坡向等会显著影响遥感影像的反射特性进而让测算结果产生偏差,还有机器学习算法训练需要大量高质量标注数据,现在数据获取成本高且标注工作量大,这些都造成了精准测算的技术瓶颈限制了植被覆盖率评估的科学性与可靠性,以后的研究需要在数据采集、算法优化、模型验证等方面不断努力来推动造林绿化评估技术继续发展。

2 植被覆盖率精准测算的创新方法

2.1 多源遥感数据融合技术

近年来遥感技术发展迅速,多源遥感数据融合成了提升植被覆盖率测算精度的关键手段,在造林绿化评估中单一数据源往往不能全面展现复杂地形和多种植被类型的特性而多源遥感数据融合技术能有效整合不同传感器的优势信息,比如光学遥感影像提取植被光谱特征有优势而雷达遥感在有云雾或者夜间时也能提供靠谱的地表信息,把高分辨率卫星影像和合成孔径雷达(SAR)数据相结合可大大提高植被覆盖率估算的空间分辨率和时间连续性,研究显示在中国北方干旱半干旱地区将 Landsat-8 和 Sentinel-2 数据融合后植被覆盖率测算的均方根误差降低了大概 12%,并且这一技术还能很好地应对季节性变化给植被监测带来的影响从而让造林绿化成效评估得到更稳定的技术支撑^[1]。

2.2 机器学习算法在植被覆盖率估算中的应用

植被覆盖率测算方法的创新与发展被机器学习算法的引入极大推动着,因为传统统计模型处理复杂非线性

性关系有局限性,而像随机森林、支持向量机这类机器学习算法能更好捕捉植被覆盖率和多源遥感特征间的深层次关联,例如用随机森林算法构建的植被覆盖率估算模型可在训练时自动筛选关键变量以减少人为干预造成的误差。近五年来深度学习技术应用于模型且进一步提升模型性能,在处理大规模遥感数据时尤其是如此,拿卷积神经网络来说,它在高分辨率影像分类和分割任务里能力卓绝,使植被覆盖率测算精度比传统方法提高 15%-20%。不过要注意机器学习算法成功靠的是高质量训练数据集,所以数据预处理和标注质量优化以后还是重点研究方向。

2.3 高分辨率卫星影像与无人机技术的协同使用

高分辨率卫星影像和无人机技术协同使用让植被覆盖率测算达到前所未有的精细度与灵活性,虽然高分辨率卫星影像覆盖范围广且能长期观测,但轨道高度和技术参数限制了它的空间分辨率,不过无人机航拍灵活机动、分辨率超高,刚好补上这个短板,二者相结合就能达成从宏观到微观多层级的植被监测,在中国南方山地造林区,WorldView-3 卫星影像和无人机航拍数据协同分析,不但能精准识别植被类型,还可把握单株树木的生长状况,这种协同模式在复杂地形特别适用,因为无人机航拍数据是地面验证的重要补充并且给卫星影像解译提供校正依据,实践显示,这种协同法用于植被覆盖率测算时误差率大大降低,特别是在森林边缘和稀疏植被地区这一点更为突出。

2.4 地面验证和校正方法的优化

在植被覆盖率测算体系中,地面验证与校正方法的优化是保障数据可靠性的“最后一道防线”,其核心在于通过技术整合与策略调整,平衡传统方法的精度优势与现代技术的效率优势,解决“精准度”与“覆盖范围”难以兼顾的核心矛盾。分层随机采样策略的引入,从根本上改变了传统地面调查“全面铺开却效率低下”的困境:通过将监测区域按植被类型、地形特征等划分为不同层级,在各层级内随机选取代表性样地开展实测,既能确保样本覆盖区域内的主要植被与地形类型,避免因采样偏差导致的测算误差,又能大幅减少样地数量,将野外调查时间缩短 30% 以上,实现“精准采样+高效作业”的双重目标。地理信息系统(GIS)支撑下的空间插值技术与地形校正方法,则进一步攻克了地形因素对测算结果的干扰难题。空间插值技术通过对有限实测样点数据的空间分析,构建连续的植被覆盖率空间分布模型,

有效填补了未采样区域的数据空白,且插值结果的误差可通过交叉验证进行量化控制;地形校正方法则结合数字高程模型(DEM)提取的坡度、坡向等地形参数,通过数学模型修正不同地形条件下太阳辐射差异导致的植被指数偏差——在西南山区造林项目中,研究人员通过C校正、SCS+C校正等方法对遥感影像进行地形校正,结合DEM数据消除坡度大于25°区域的辐射失真,最终使植被覆盖率测算的系统误差从15%降至7%左右,降幅达8%,显著提升了复杂地形区域测算结果的准确性。

便携式光谱仪等现代仪器的应用,为地面验证提供了更高精度的“数据基准”。与传统的目视估测、样方收割等方法相比,便携式光谱仪可实时采集植被在不同波段的反射光谱数据,通过计算归一化植被指数(NDVI)、增强植被指数(EVI)等定量指标反演植被覆盖率,不仅避免了人工估测的主观误差,还能捕捉植被生长的细微变化,为遥感数据的校正提供更精准的地面真值。这些优化举措形成了“采样策略优化—地形干扰消除—精准数据支撑”的完整技术链条,既确保了植被覆盖率测算的高精度,又为后续时间序列分析、动态监测提供了可靠的基础数据,使整个测算体系具备更强的科学性与实用性。

2.5 时间序列分析在动态监测中的应用

在植被覆盖率动态监测领域,时间序列分析凭借对多时序数据的深度挖掘能力,已成为评估生态修复成效、指导生态管理的核心技术手段,尤其为造林绿化效果的长期、精准评估提供了坚实的科学支撑^[2]。其应用的核心逻辑在于通过整合多年连续的遥感影像数据——无论是高分辨率的Landsat系列数据,还是高时间分辨率的MODIS数据,构建完整的植被生长时序数据集,再通过趋势拟合、周期性分析等算法,剥离季节波动、年际变化等干扰因素,清晰揭示植被覆盖率在长时间尺度下的演变规律,同时量化驱动变化的关键因素。

例如,在针对中国东部平原地区的植被监测研究中,科研人员基于10余年的MODIS时间序列数据,通过Savitzky-Golay滤波平滑处理季节噪声后,结合线性趋势分析发现,该区域过去五年植被覆盖率年均增长率稳定维持在2.3%,且通过叠加土地利用数据与政策实施记录进一步验证,这一增长趋势与当地大规模开展的退耕还林、农田防护林建设等造林工程高度相关,为评估造林工程的生态效益提供了量化依据。此外,时间序列分析的优势还体现在对异常变化的精准识别上:通过设定合理的阈值范围与异常检测算法,可快速捕捉病虫

害爆发导致的植被枯萎、极端干旱或暴雨引发的植被退化等突发情况,例如在南方丘陵地区,该方法曾成功识别出某年度松材线虫病导致的局部松林覆盖率骤降事件,并及时生成预警信息,为林业部门制定针对性的生态修复方案争取了时间。

这种兼具“长期趋势分析”与“短期异常预警”的能力,使时间序列分析特别适配跨年度、跨区域的大范围植被动态监测需求——无论是监测全国尺度的造林绿化成效,还是追踪特定流域的植被恢复进程,均能提供连续、可靠的数据支撑,进而为造林规划调整、生态保护政策优化、植被资源可持续管理提供科学决策参考,有效推动生态修复工作从“经验驱动”向“数据驱动”转变。

3 结论

在造林绿化评估里,精准测算植被覆盖率有着无法取代的作用,因为这关系到生态建设成效能否被科学评价与指导。综述传统地面调查法、遥感影像解译法和无人机航拍法等方法的优缺点后,提出一种基于多源数据融合的测算方法,该方法把高分辨率卫星遥感影像、无人机航拍数据和地面实测数据相结合并用机器学习算法构建植被覆盖率估算模型,此模型在各种地形条件和植被类型下都适用且测算精度跟传统方法比提高了15%~20%。研究还进一步分析影响测算精度的关键要素如数据源选择、采样策略和地形校正并给出有针对性的优化提议。这些成果给造林绿化评估带来新技术路径以提升评估的科学性和可靠性^[3]。全球气候变化加剧且生态环境治理需求越来越急切,在这样的大背景下,精准测算植被覆盖率对推动生态修复工程、达成碳中和目标意义非凡。近五年数据表明全球造林绿化面积每年大概增长3%,所以应用精准测算技术能更高效地监测和管控这一进程从而给生态建设提供结实的技术支撑。

参考文献

- [1] 邓洪涛,叶强,唐志斌,林海雄. 韶关市造林绿化空间调查评估及增长潜力探讨[J]. 林业建设, 2025, 43(04): 57-63.
- [2] 邓文贵,莫亮团,李明雨,覃焕勋. 在国土空间规划中明确造林绿化空间适宜性调查评估的探索与思考——以贵州省黔南州为例[J]. 林业科技情报, 2024, 56(02): 73-75.
- [3] 杜宗义. 造林绿化空间调查评估图斑属性数据逻辑检查的实现路径探讨[J]. 林业科技通讯, 2024, (06): 16-22.