

# 植被覆盖度测算方法综述

代俊 杜佩涛 戴林学\*

云南省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.32629/as.v9i3.3825

**[摘要]** 植被是生态系统的主体,具有指示生态系统变化的作用。植被覆盖度是衡量区域植被的量化指标,在全球气候调节和碳循环中处于核心地位,同时也在生态环境保护、农业管理、水土保持、生物多样性维护及气候变化研究等多个领域发挥关键作用。在全球变化大背景下,探索更加及时、精确且能覆盖多时空尺度的植被覆盖度测算方法,对于深入理解植被覆盖变化与环境要素相互作用的机理具有重要意义,其研究对全球变化应对策略及推进生态文明建设具有重要的科学意义。本文主要综述了地面和遥感测算植被覆盖度的两种方法,并简要剖析了各方法的优势所在及其存在的关键问题,为后期植被覆盖度测算方法的进一步改善和发展提供参考依据。

**[关键词]** 植被覆盖度; 地面测量; 遥感测量

**中图分类号:** P23 **文献标识码:** A

## Review of Fractional Vegetation Cover measurement methods

Jun Dai Peitao Du Linxue Dai\*

Yunnan Institute of Water & Hydropower Engineering Investigation, Design and Research

**[Abstract]** Vegetation, as a primary component of ecosystems, plays a crucial role in maintaining ecological balance and serves as a key indicator of changes within these systems. As the quantity index of vegetation's growth status, Fractional Vegetation Cover (FVC), a crucial indicator in global climate and carbon cycling, significantly impacts ecological health, carbon circulation, biodiversity, and human well-being. For instance, the national 10-meter resolution FVC dataset, which spans from 2015 to the present, utilizes satellite data to calculate FVC based on the relationship between vegetation coverage and NDVI, providing insights into ecological changes at both regional and global scales. The study explores the mechanisms through which vegetation cover responds to environmental changes and human activities. alteration in relation to environmental factors, employing Fractional Vegetation Cover (FVC) as a metric., The study of FVC measurement is scientifically significant for assessing lung function and diagnosing respiratory diseases, as it is a key indicator in clinical settings for identifying conditions such as COPD and asthma. global change monitoring and response strategies rely on field measurement and remote sensing as basic methods to obtain FVC., and this paper analyzes the advantages and disadvantages of each method. It provides valuable reference for future improvements and developments in FVC measurement methods.

**[Key words]** Fractional Vegetation Cover; Field measurement; remote sensing

### 引言

全球变暖,作为全球变化的主要特征,不仅影响全球经济的可持续发展、人类健康和生态环境,还导致了生物多样性的减少、农业和粮食生产的波动、水资源分布的不均以及极端天气事件的增多<sup>[1-2]</sup>。植被作为生态系统的主体,直接影响全球气候变化,直接参与大气环境、水环境和土壤环境物质循环,植被覆盖度变化和能量流动,直接影响了区域防风固沙、水土保持、地表径流等多种重要的生态功能。

植被覆盖度作为衡量区域植物生长态势的直观量化指标,不仅可全面展现植被的基本特性,还能反映生态系统的整体状况。例如,GlobeLand30数据集,是30米尺度的全球地表覆盖数据,详细分类了包括耕地、森林、草地等十种生态系统覆盖情况。该数据覆盖全球陆地表面,广泛应用于生态、气候变化研究和可持续发展规划等领域。此外,中国30米植被覆盖度数据集,涵盖1986至2022年间的全国植被覆盖度数据,以浮点型GeoTIFF格式提供,空间分辨率为30米,为研究者提供了丰富的时空分辨率数

据。城市植被覆盖率的变化也显示了植被覆盖度在城市生态系统中的重要性,如城市植被覆盖率的下降或增加对城市居民的生活环境有着直接的影响。精准、快速的植被覆盖度测算方法研究应用,如植被覆盖度测量仪的使用,是气候变化响应机制研究的基础工作,还可为资源合理开发利用及社会可持续发展提供了科学依据,巩固生态文明建设。

### 1 植被覆盖度的概述

植被覆盖度即植被在地表垂直投影所覆盖的面积与统计区域总面积之比<sup>[3]</sup>。作为植被覆盖度传统手段,地面测量法在植被调查中具有关键作用。自1974年Ellenberg和Mueller等提出植被覆盖度的地面监测技术以来<sup>[4]</sup>,植被覆盖度测量技术经历了显著的发展。例如,Dymond等人在1992年对退化牧场草地的植被覆盖度的估算<sup>[5]</sup>;Elvidge和Chen在1995年利用摄影技术评估植被覆盖度<sup>[6]</sup>;Purevdorj等人在1998年通过彩色数码相机获取的数字图像来测量植被覆盖度<sup>[7]</sup>。这些技术的发展,丰富了植被覆盖度测量的技术手段。目前,公认的地面测量技术包括目测法、采样法、仪器法和模型法等<sup>[8]</sup>。

### 2 地面测量的主要方法

#### 2.1 目测法

目测法是一种基础手段,直接观察或参照物对比计算植被覆盖情况。具体包括相片目测法、传统目测法、网格目测法及椭圆目测法。传统目测法依赖于野外经验判断植被覆盖度;相片目测法通过在野外拍摄照片后,由多人估算植被覆盖度并取平均值;椭圆目测法适用于植被稀疏区域,将植物近似为椭圆形,计算样地内植被覆盖面积占总面积的百分比;网格目测法则是将样地划分为若干网格,分别估算各网格植被覆盖度后求平均值。

我国以往多采用目测法获取植被覆盖度数据,简便易行,但主观性强,测量精度受观测者个人经验影响大。现植被覆盖度的测量方法已经变得更加精确和客观。章文波等人研究指出,个人目测植被覆盖度的最大绝对误差可达40%,多人目估均值虽能减小误差,但20人目估均值的绝对误差仍超10%<sup>[9]</sup>。

#### 2.2 采样法

该方法依据多种测量技术,计算样方中植物出现的概率,因此也被称为概率算法。主要方法涵盖样带法、样点法、阴影法及采样法等。样方法涉及选取正方形样方,通过斜线植被覆盖率的测算,再运用平均数法得出样地的植被覆盖度。样带法则是在选定两个垂直交叉的矩形样带后,通过计算植物接触样带的长度与样带总长度的比例来确定植被覆盖度。样点法通过垂直放下样针,植被覆盖度为接触植物的样针数与总样针数之比;阴影法则是将标有刻度的尺子放置于地表,借助测量阴影长度,算出阴影总长与尺子全长的百分比,用作植被覆盖度的衡量标准。采样法相较于目测法具有更高的精度,但程序复杂、条件限制多,效率较低<sup>[10]</sup>。

#### 2.3 仪器法

仪器法主要依靠辅助设备实施测量,数码相机作为常用的

传感器,能够依照植被层状况来测算植被覆盖度。主要方法涵盖量计法、照相法、空间定量计法SQS及移动光量计法TQ。量计法通过专用传感器测量光穿透植被层情况计算出植被覆盖度;照相法采用地面平行摄影照片信息估算植被覆盖度。仪器法便操作、高精度且能有效验证遥感信息,成为地面测量优选方案<sup>[13]</sup>。

#### 2.4 模型法

模型法依据地面测量数据,构建植被覆盖度的时空分布规律及相关经验模型。但模型法存在局限性,仅适用于特定区域和植被类型,故其应用并不广泛。

### 3 遥感测量的主要方法

该法借助遥测技术获取植物光谱数据进而得到植被覆盖度。运用统计学原理,构建线性回归和非线性回归模型估算植被覆盖度。常用方法为植被指数法、回归模型法及像元分解模型法<sup>[12]</sup>。

#### 3.1 回归模型法

亦称为经验模型法,是通过遥感数据计算植被指数与实际覆盖度进行回归分析和建模估算更大区域的植被覆盖度<sup>[11]</sup>,分为线性和非线性回归模型。线性回归模型假设植被覆盖度与遥感信息之间存在线性关系;非线性回归模型则假设二者之间为非线性关系,需开展非线性拟合,线性回归模型比非线性回归模型应用更广。利用归一化植被指数(NDVI)、绿色归一化植被指数(Green NDVI)和可见/近红外比率指数(VARI)构建回归模型,可评估植被覆盖度和植物生长状况,表明植被覆盖度与植被指数间显著相关,线性回归模型是评估植被覆盖度的有效方式。部分研究结合线性、非线性回归模型开展植被覆盖度估算,回归模型对于局部区域的植被覆盖度估算具有相当高的精度,但只适用特定的地区和植被。同时,该模型需空间分辨率较高的遥感数据支撑。因此,回归模型局限性很大,不宜推广。

#### 3.2 植被指数法

该方法依据植物光谱特征,直接选用与植被覆盖度有优良相关性的植被指数,借助植被指数与植被覆盖度的联系来推算植被覆盖度<sup>[12]</sup>。植被指数法省去建立回归模型的步骤,直接利用植被指数计算植被覆盖度。目前,植被指数在估算植被覆盖度方面发挥着重要作用,其中包括归一化指数(NDVI)、三波段梯度差指数(TGDVI)、温度植被干旱指数(TVDI)、比值指数(RVI)、归一化差异绿度指数(NDGI)、温度指数(TVI)、土壤调整植被指数(SAVI)、可见光抗大气植被指数(VARI)等。这些指数采用不同的计算方法,例如简单比例法、主成分分析法、光谱混合法等,能够精确地揭示植被覆盖度、生长状况及其与环境因素之间的复杂关系。其中,NDVI指数应用最为广泛,其不受区域、时间和植被类型的限制,易于使用。但在小范围区域内的估算精度低于回归模型。通过精细处理和分析1984年、1994年及2004年的Landsat TM遥感图像资料,研究者们成功提取了NDVI指数图,并利用像元二分模型原理定量估算出植被覆盖度<sup>[14]</sup>。这些工作揭示了该地区植被覆盖度随时间的演变特征。

#### 3.3 像元分解模型法

亦称亚像元分解法,该法在假定条件内将遥感影像某一真实像素拆分为多遥感数据信息,构建像素分解模型估算植被覆盖度,通过建立混合模拟模型分解像元,以线性模型为代表。马俊海和刘丹丹<sup>[15]</sup>利用内蒙古奈曼旗地区的TM影像数据,基于像元二分模型对植被覆盖度进行了反演,并通过实际调查验证模型准确性。植被指数常用于解析遥感信息,像元分解模型法因其准确度高、实时性强、获取信息便捷成为植被覆盖度评估最为有效的方法。然而,由于遥感数据中纯光谱像元稀缺,该方法在森林遥感数据的处理上并不适用。

#### 4 结语

植被覆盖度在碳循环系统和全球气候中扮演着重要的角色,它的变化对生态环境变化具有重要指示作用。长序列、高精度植被覆盖度监测数据对于全球变化监测及全球变化应对策略具有重要的科学意义。探索适时、精准、多时空植被覆盖度测算有利于推动植被覆盖变化与环境要素变化的响应机理的研究。

在植被覆盖度测量方法中地面测量法主要用于小范围植被覆盖度估算,在植被调查中发挥着重要作用;其中的仪器法精度高、易掌握,可作为可靠的验证方法。遥感测量已经成为植被覆盖度的主要测量方法,其中回归模型法在局部具有较高精度,但其对实测数据的依赖性强,在应用上受到制约;植被指数法与像元分解法应用广泛,但也存在限制缺点;实际应用中,应同时结合多种方法,相互补充相互验证。此外,随着科技发展还有必要进一步提高遥感数据的空间分辨率和光谱分辨率从而进一步提高植被覆盖的测量精度,提高其准确性,从而为相关研究提供有力支撑。

#### [参考文献]

- [1]信忠保,许炯心,郑伟.气候变化和人类活动对黄土高原植被覆盖变化的影响[J].中国科学(地球科学),2007,037(011):1504-1514.
- [2]沈永平,王国亚.IPCC第一工作组第五次评估报告对全球气候变化认知的最新科学要点[J].冰川冻土,2020(5):1068-1076.
- [3]Gitelson,Anatoly A., et al. "Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction."Remote Sensing of Environment 80. 1(2002):76-87.
- [4]Dieter Ellenberg, Dieter Mueller-Dombois. Aims and methods of vegetation ecology[M].Wiley New York,NY,1974.

[5]Dymond J R,Stephens P R,Newsome P F,等.Percentage vegetation cover of a degrading rangeland from SPOT[J].International Journal of Remote Sensing,1992,13(11):1999-2007.

[6]Elvidge C D, Chen Z K. Comparison of Broad-Band and Narrow-Band Red and Near-Infrared Vegetation Indices[J].Remote Sensing of Environment,1995,54(1):38-48.

[7]Purevdorj T S,Tateishi R, Ishii Y,等.Relationships between percent vegetation cover and vegetation indices[J].International Journal of Remote Sensing,1998,19(18):3519-3535.

[8]秦伟,朱清科,张学霞,etal.植被覆盖度及其测算方法研究进展[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(9):163-170.

[9]章文波,符素华,刘宝元.目估法测量植被覆盖度的精度分析[J].北京师范大学学报(自然科学版),2001(03):402-408.

[10]李苗苗.植被覆盖度的遥感估算方法研究[D].中国科学院研究生院(遥感应用研究所),2003.

[11]贾坤,姚云军,魏香琴,等.植被覆盖度遥感估算研究进展[J].地球科学进展,2013,28(07):774-782.

[12]汪明霞,王卫东.植被覆盖度的提取方法研究综述%Research on Extraction Method of Vegetation Coverage[J].黄河水利职业技术学院学报,2025(2):23-26,31.

[13]周兆叶,储少林,王志伟,etal.基于NDVI的植被覆盖度的变化分析——以甘肃省张掖市甘州区为例[J].草业科学,2008,25(12):23-29.

[14]孙久虎,张晶,张洁,etal.近20年来北运河地区植被覆盖时空变化研究[J].首都师范大学学报(自然科学版),2007(02):96-100.

[15]马俊海,刘丹丹.像元二分模型在土地利用现状更新调查中反演植被覆盖度的研究[J].测绘通报,2006,(04):13-16.

#### 作者简介:

代俊(1992--),男,云南宣威人,工程师,硕士,从事河湖流域生态保护、水利水电工程建设对生物多样性影响等研究。

#### \*通讯作者:

戴林学(1984--),男,云南普洱人,高级工程师,学士,从事河湖流域生态保护、水利水电工程建设对生物多样性影响等研究。