

照相法结合数字图像技术计算植被覆盖度精度研究

路炳军^{1,2}, 刘洪鹄¹, 符素华¹, 章文波¹, 袁爱萍²

(1. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院, 北京 100875; 2. 北京市水土保持工作站, 北京 100038)

摘要: 植被覆盖是影响土壤侵蚀的一个重要因子, 植被覆盖度的测量精度直接影响到土壤侵蚀模型参数的测定或侵蚀量的估算。用 0.1 m × 0.1 m 的绿色硬纸块铺设在面积已知的水平小区和坡度小区上模拟植被覆盖, 用自行设计的照相装置对铺有模型的小区进行垂直照相。用 GIS 软件 IDRISI 分类计算和 Photoshop 软件环境下目视解译提取照片植被覆盖度。试验结果表明, 这 2 种方法计算得出的覆盖度与实际覆盖度相差不大, 分类计算得出覆盖度的绝对误差在 0.6% ~ 4.3% 之间; 从绝对误差的最小值、最大值、均值和方差来看, 目视解译值比分类计算值更接近于实际覆盖度, 但考虑到工作量和植被覆盖度计算精度的要求, 选择 GIS 软件 IDRISI 来进行照片植被覆盖信息的提取是可行的。

关键词: 植被覆盖度; 照相法; 精度

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)01-0078-03

中图分类号: P208

Accuracy and Feasibility Analysis of Plant Coverage Measurement by Overhead Photograph and Image Processing

LU Bing-jun^{1,2}, LIU Hong-hu¹, FU Su-hua¹, ZHANG Wen-bo¹, YUAN Ai-ping²

(1. School of Geography and Remote Sensing Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Beijing Centre of Soil and Water Conservation, Beijing 100038, China)

Abstract: Plant coverage is a very important ecological index, and it is essential for predicting soil loss quantitatively. Two plots covered with green paper cards as simulated plant were measured by overhead camera in order to analyze errors of the method. Comparison between computed results and actual plant coverage degree shows that the overhead photograph combined with image processing is an accurate and fast method to measure plant coverage degree.

Keywords: plant coverage; overhead photograph; accuracy

土壤侵蚀是一个全球性的灾害问题, 越来越受到人们的关注。植被覆盖是影响土壤侵蚀的关键因素之一。作为重要的植被评价指标和生态学参数, 植被覆盖度是许多土壤侵蚀预报模型和定量化分析植被与径流泥沙关系式中的一个基本输入变量, 如 USLE^[1], RUSLE^[2], LISEM^[3-4] 等模型。国内许多学者研究并得出了植被覆盖度与 C 因子、径流量、土壤流失量之间的定量关系^[5-8]。植被覆盖度的测量精度直接影响到土壤侵蚀预报的精度及它与径流泥沙回归关系式的准确性。

植被覆盖度是指观测区域内林草植株冠层或叶面在地面上的垂直投影面积占地面总面积的百分比^[9-10]。按测量原理, 植被覆盖度的测量方法主要有以下 3 类: 第 1 类方法有正方形视点框架法^[11]、阴影法^[12]、点测法^[13]和网格法^[14]等, 其原理是对观测区域进行采样, 植被或者植被阴影样数占总样数的百

分比即为植被覆盖度。第 2 类方法主要是目估法, 它是应用最广的一种传统植被覆盖度估量方法, 其精度在一定的程度上取决于观测者的观测经验。第 3 类方法有空间定量计、移动光量计法和照相法等^[12,15], 其原理是利用传感器或者其它媒介来测量通过植被层的光状况或者植被成像来测量覆盖度, 其中利用空间光量计和移动光量计进行植被覆盖度测量需要专用的传感器设备, 在野外操作有一定的局限。

照相法测量植被覆盖度的工作原理是对所测区域进行垂直照相, 然后对照片上的植被信息进行提取并计算出其所占的百分比^[12,15]。章文波^[15]对照相法测量植被覆盖度的精度和可行性做了分析, 他利用野外植被小区拍摄照片, 以 Photoshop 目视解译值作为植被覆盖度的实际值来和图像分类计算的计算值进行比较。由于未知 Photoshop 目视解译值的误差大小, 所以把植被覆盖的目视解译值作为实际覆盖度

值来对比说明图像分类计算的误差仍需要进一步验证分析。目的是通过对铺设植被模型且覆盖度已知的观测区进行垂直照相,然后选择 GIS 栅格软件 IDRISI 进行分类和 Photoshop 目视解译计算覆盖度,并将计算得出的植被覆盖度与实际覆盖度进行对比,来确定照相测定植被覆盖度的精度及其可行性。

1 资料和方法

1.1 植被覆盖度的测量

用 0.1 m × 0.1 m 的绿色硬纸块模拟植被覆盖,以 1 m × 1 m 的水平小区和 1 m × 1.5 m 坡度为 15° 的小区为观测区。在给定覆盖度条件下,先计算所需的硬纸块数,然后将这些纸块随机铺设在观测区,并保证铺设的纸块没有重叠。本试验共设计 2 个观测区 6 种不同覆盖,具体铺设情况见表 1。

表 1 观测区铺设模型的个数

设计覆盖度/ %	5	15	25	40	55	70
水平观测区	5	15	25	40	55	70
坡度小区	7.5	22.5	37.5	60	82.5	105

注: 面积为 1 m × 1 m; 面积为 1 m × 1.5 m。

垂直照相要求把相机固定在一定的高度,并使镜头在照相时保持水平状态。为此设计了一个轻巧、便于携带操作的装置:一根可伸缩的套杆安装在一个三角架顶部,套杆顶部垂直掉下一个长方形铝盒,盒中放置照相机并保持相机镜头垂直朝下,三角架顶部的套杆可上下左右自由转动,这样相机距离地面的高度可根据套杆与三角架的夹角和套杆长度来调节;套杆由碳素钢结构钓鱼杆改装制作而成,轻巧有强度并适合野外携带与操作,套杆总长度为 6 m 以上。由于是在地面操控悬吊起来的相机,要求相机带有遥控装置。本实验选用的是可遥控的奥林巴斯全自动光学相机,垂直照相时固定焦距为 28 mm,相机距离地表 3 m 左右。照相由 2 人合作完成,一人通过控制三角架上套杆一端来控制照相高度和相机状态,另外一人遥控照相并做记录,每种覆盖进行一次重复照相。

1.2 植被覆盖度的计算

获得两个观测区 6 种覆盖下 24 张有效照片,由于观测区的面积分别为 1 m² 和 1.5 m²,所以整个观测区基本处于照片中心的 50% 区域内,截掉照片边缘部分,然后对剩余部分进行扫描及图像处理。图像扫描输入计算机后,首先对它们进行 HIS 彩色变换^[16-17],分别得到色调图像 *H*、亮度图像 *I* 以及饱和度图像 *S*。由于照相法获取的图像比例尺大,地物类型简单,在此主要包括模拟植被和裸地 2 大类,能

清晰地目视识别地物类型,这使得有监督分类训练区的选取变得简单容易。裸地水分状况等基本一致,划分为一类;植被信息主要是绿色纸块模型,颜色单一,划分为一类。以彩色变换后的色调、饱和度、亮度图像作为待分类图像,采用概率松弛法^[18]进行分类,依据上述分类选择 GIS 栅格软件 IDRISI 对植被覆盖度进行分类计算,得到分类计算的植被覆盖度。同时在 Photoshop 6.0 软件环境下对图像进行目视解译,得到目视解译植被覆盖度。

1.3 数据分析

通过分类计算和目视解译,得到水平小区和坡度小区 6 种覆盖下的覆盖度,分别计算这 2 种方法得出的覆盖度均值。为了与实际覆盖度进行比较,绘制它们随实际覆盖度的变化图。为了对比 2 种方法计算结果之间的差别及计算结果与实际值之间的误差分析,统计各组计算值绝对误差的最小值、最大值、均值和方差。

2 结果与讨论

为了比较计算得出的覆盖度与实际覆盖度的变化趋势,绘制分类计算与目视解译得到的覆盖度随实际覆盖度的动态变化图(图 1, 2)。如果假定该试验模拟小区植被的动态变化,从图 1, 2 看出,用图像分类计算或目视解译计算的覆盖度的动态变化与实际覆盖度的动态变化十分相似,水平观测区的目视解译值好于分类计算值,而坡度小区内两者相差不大。

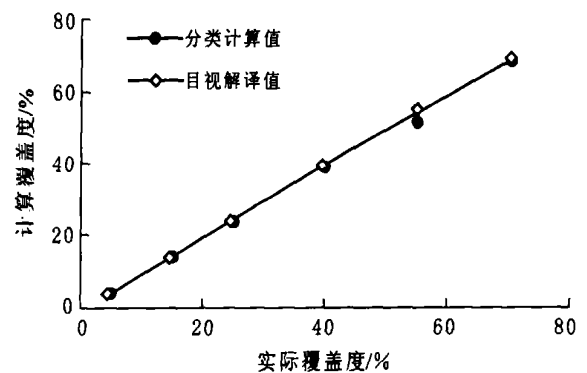


图 1 水平观测区的计算覆盖度

统计分类计算值和目视解译值绝对误差的最小值、最大值、均值和方差(表 2),分类计算绝对误差的绝对值在 0.6% ~ 4.3% 之间,目视解译绝对误差的绝对值在 0.2% ~ 4.0% 之间。从绝对误差的最小值和最大值来看,分类计算值比目视解译的值大。从均值来看,分类计算值比目视解译值大 0.20% ~ 1.01%,说明目视解译值比分类计算更接近于实际覆

盖度。从方差来看,不同覆盖下的目视解译值比分类计算值变化小,说明分类计算值比目视解译值随机变化较大。总之,目视解译法比分类算法精度略高。

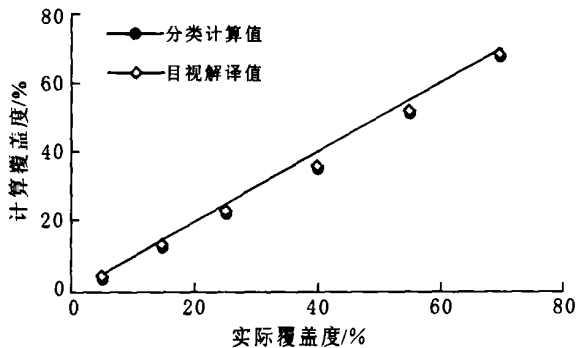


图 2 坡度小区的计算覆盖度

表 2 植被覆盖度测量值绝对误差的统计分析

观测区	处理方法	最小值	最大值	均值	方差
水平观测区 (1 m × 1 m)	分类计算	0.60	3.80	1.78	1.06
	目视解译	0.30	1.90	0.77	0.77
坡度小区 (1.5 m × 1 m)	分类计算	0.90	4.30	2.35	1.15
	目视解译	0.20	4.00	2.15	1.21

注:绝对误差为平均值与实际覆盖度差的绝对值。

由于照片是记载植被覆盖状况的惟一媒介,所以照相成像的质量高低直接影响图像分类及其计算结果。垂直照相时由于相机是掉在伸缩杆的一端,所以应尽可能保持相机的稳定和镜头的水平,并避免照相时暴光过度或不足。例如水平观测区覆盖度为 55% 的照片由于暴光过度,照片上绿色模型有点变黄和发白,与裸露地表的光谱颜色类似,使得图像分类计算误差增大。对于坡度小区覆盖度为 40%, 55% 和 70% 的照片而言,由于一部分模型处在小区边缘的阴影区域内,也使得计算结果的误差有所偏大。尽管阴影在监督分类训练区在选取时可作为一类而单独计算,可是它对计算结果还是有一定的影响,所以在野外用照相法测量植被覆盖度时,照相时间的选择比较重要,最好选在太阳高度角最大的时候进行,以避免拍摄区域内大面积阴影的存在。从图 1, 2 可以看出,用 2 种方法计算得出的大部分覆盖度比实际覆盖度略微偏小,这主要是由于在照相时相机镜头没有保持完全水平,使得观测区域在成像中并不是规则的正方形,这样在照片扫描时会多选取一点非观测区,从而使得计算观测区域略微偏大,所以计算得出的覆盖度也就相对偏小一些。同时从表 2 也可看出,用 Photoshop 目视解译得出的覆盖度比用图像分类计算的覆盖度精度略高,但由于目视解译需要手动选取图像中

所有植被信息,和图像分类计算中的监督分类训练区的选取相比所需要工作量较大,如果照片太多,工作量将增大几倍以上;分类计算的绝对误差的绝对值在 5% 之间,均值大约 2% 左右,方差也不大,所以选择 GIS 软件 IDRISI 来进行照片植被覆盖信息的提取是可行的。

3 结 论

对模拟植被照相结果,结合计算机数字图像处理技术计算的植被覆盖度与实际覆盖度进行比较分析,可得出如下主要结论。

(1) 用 GIS 栅格软件 IDRISI 分类计算和 Photoshop 软件环境下目视解译提取照片植被覆盖度的动态变化与实际覆盖度的动态变化十分相似,水平观测区的目视解译值好于分类计算的值,而坡度小区内两者相差不大。

(2) 从绝对误差的最小值、最大值和均值来看,目视解译比分类计算更接近于实际覆盖度,分类计算值比目视解译值随机变化较大。目视解译值比分类计算值精度略高。

(3) 由于目视解译需要手动选取图像中所有植被信息,和图像分类计算中的监督分类训练区的选取相比所需要工作量较大;分类计算绝对误差的绝对值在 5% 之间,均值大约 2% 左右,方差也不大。所以选择 GIS 软件 IDRISI 来进行照片植被覆盖信息的提取是可行的,并且较为理想。

[参 考 文 献]

- [1] Wischmeier W H, Smith D D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning [M]. Agriculture Handbook No. 537. Washington: U S Dep Agric, 1978. 17—34.
- [2] Renard K G, Foster G R, Weesies G A, et al. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE) [M]. Agriculture Handbook No. 703. Washington: U S Dep Agric, 1997. 147—175.
- [3] De Roo A P J, Offermans R J E, Cremers D T. LISEM: a single-event physically - based hydrological and soil erosion model for drainage basins: theory, input and output [J]. Hydrological Processes, 1996(10): 1107.
- [4] De Roo A P J, Offermans R J E, Cremers D T. LISEM: a single - event physically - based hydrological and soil erosion model for drainage basins: sensitivity analysis, validation and application [J]. Hydrological Processes, 1996, 10: 1119.

(下转第 85 页)

化作用较弱,说明各种人为干扰显著地影响了生态系统的自然演进历程。

从1978—2002年,各种景观指数的动态变化说明:在人为干扰影响下,黄河三角洲地区的景观破碎化与景观均一化程度不断提高,这种状况对区域生物多样性的发展会产生极其不利的影 响。因此,考虑到黄河的造陆作用和黄河三角洲未利用地比重一直较高的实际情况,在对宜农荒地等未利用土地的开发利用过程中,必须充分考虑生态系统、生态过程的完整性,遵循景观生态学原理,合理规划,科学布局,在保证黄河三角洲地区社会经济持续、健康、快速发展的同时,要切实加强湿地生态系统的保护,为开展河口地区陆地形成、生态系统演化、景观生态过程和生物多样性发展等方面的科学研究工作保留一块天然实验室。

[参 考 文 献]

- [1] IGBP/HDP. Land use and land cover change science/ Research plan, IGBP Report [R]. No. 35 and HDP report, No. 7, Stockholm; IGBP, 1995.
- [2] Forman R T T, Gordon M. Landscape Ecology [M]. New York: John Wiley and Sons, 1986.
- [3] Richards J A. Thematic mapping from multitemporal image data using the principal component transformation [J]. Remote Sensing of Environ. 1994: 13—53.
- [4] IGBP/HDP. Land use and land cover change science/ Research plan [R]. IGBP Report, No. 35 and HDP report, No. 7, Stockholm; IGBP, 1995.
- [5] 李书娟, 曾辉. 遥感技术在景观生态学中的应用 [J]. 遥感学报, 2002, 6(3): 233—240.
- [6] 赵玉涛, 余新晓, 关文彬. 景观异质性研究评述 [J]. 应用生态学报, 2002, 13(4): 495—500.
- [7] 邬建国. 景观生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [8] 李哈滨, 伍业刚. 景观生态学的数量研究方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 204—234.
- [9] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性 [J]. 生态学报, 1997, 17(5): 453—461.
- [10] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 202—207.
- [11] IGBP/HDP. Land use and land cover change science/ Research plan, IGBP Report [R]. No. 35 and HDP report, No. 7, Stockholm; IGBP, 1995.
- [12] Adams J E, Arkin G F. A light interception method for measuring row crop ground cover [J]. Soil Science Society of America Journal, 1997, 41(4): 789—792.
- [13] 张光辉, 梁一民. 黄土丘陵人工草地径流起始时间研究 [J]. 水土保持学报, 1995, 9(3): 78—83.
- [14] 罗伟祥, 白立强, 宋西德, 等. 不同覆盖度林地和草地的径流量与冲刷量 [J]. 水土保持学报, 1990, 4(1): 30—34.
- [15] 章文波, 刘宝元, 吴敬东. 小区植被覆盖度动态快速测定方法研究 [J]. 水土保持通报, 2001, 21(6): 60—63.
- [16] 李旭文. 主成分变换和彩色变换在 TM 图像信息提取中的应用——以苏州市为例 [J]. 环境遥感, 1992, 7(4): 251—259.
- [17] 赵元洪. 彩色变换及其在浙江括苍山的应用研究 [J]. 环境遥感, 1990, 5(1): 72—78.
- [18] 郑兴年, 胡保新, 崔伟宏. 大城市边缘区土地利用动态遥感试验研究——以北京市朝阳区为例 [J]. 地理科学, 1995, 15(1): 47—54.

(上接第 80 页)

- [5] 史培军, 刘宝元, 张科利, 等. 土壤侵蚀过程与模型研究 [J]. 资源科学, 1999, 21(5): 9—18.
- [6] 张光辉, 梁一民. 黄土丘陵区人工草地盖度季动态及其水保效益 [J]. 水土保持通报, 1995, 15(2): 38—43.
- [7] 王秋生. 植被控制土壤侵蚀的数学模型及其应用 [J]. 水土保持学报, 1991, 5(4): 68—72.
- [8] 袁建平, 蒋定生, 甘淑. 不同治理度下小流域正态整体模型试验——林草措施对小流域径流泥沙的影响 [J]. 自然资源学报, 2000, 15(1): 91—96.
- [9] 胡良军, 邵明安. 论水土流失研究中的植被覆盖度量指标 [J]. 西北林学院学报, 2001, 16(1): 40—43.
- [10] 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, 37(3): 402—408.
- [11] 拉尔. R. 土壤侵蚀研究方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1991. 157—170.
- [12] Adams J E, Arkin G F. A light interception method for