

基于 NDVI 的油松天然林生长状况的遥感监测研究

强建华, 赵鹏祥*, 陈国领

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:以黄土高原油松天然林为研究对象,以 TM 影像为主要数据源,选择能最佳表达研究区油松林信息的植被指数以及植被指数与盖度之间的回归模型,从遥感影像计算 NDVI,并获取研究区油松林的盖度信息,反映油松林的生长状态。结果表明,研究区油松林 90% 以上的覆盖度超过 50%,说明蔡家川林场天然油松林的生长状态良好。并对研究成果经过实地验证,通过植被指数获得的油松林覆盖度信息与实地调查结果吻合度达 92%,这说明利用植被指数进行油松天然林生长状态的评价是可行的。

关键词:天然林;遥感;植被指数

中图分类号:S758.52 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2007)01-0149-03

A Study on Remote Monitoring of the Growth Status Natural Forests of Chinese Pine Based on the NDVI

QIANG Jian-hua¹, ZHAO Peng-xiang¹, CHEN Guo-ling²

(College of Forestry, Northwest A&F University, Yungling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Taking natural forest of Chinese pine in loess plateau as research object, by the TM image as primarily data pool, choose the proper model and vegetation index that can best express the relation between vegetation index and forest coverage. Calculateing NDVI from the remote sensing image, and gain cover information of Chinese pine that reflection Chinese pine's growth condition. The result indicated, above 90% of Chinese pine's coverage in research area surpasses 50%, it explained that natural Chinese pine in Cai Jiachuan grewed well. Through testing of the research results, coverage information from the NDVI is properly matching the coverage information from on-the-spot investigation, this indicated that evaluatating growth condition of Chinese pine natural forest with the vegetation index is feasible.

Key words: natural forest; remote sensing; vegetation index

植物遥感早期的研究主要集中在植物及土壤覆盖类别的识别、分类与专题制图等。随着遥感技术的飞速发展,植物遥感的重点偏向于植物专题信息的提取与表达方式上,提出了多种植被指数,并利用植被指数进行植被的宏观监测以及生物量的估算包括作物估产、森林蓄积量估算、草场蓄草量估算等^[1]。植被指数是遥感领域中用来表征地表植被覆盖以及生长状况的一个简单而有效的度量参数^[2]。植被在红光区有较强的吸收,在红外波段有较强的反射,植被指数的建立正是基于植被在这两个波段反差较大的光谱特征^[3],红波段和红外波段不同形式的组合构成了植被指数的核心^[4,5]。Dun-

canJ, StowD^[6]等曾研究了墨西哥荒漠地区灌木林覆盖率与 NDVI 的关系,得到了较好的关系模型; LarssonH^[7]分别从 TM、MSS 和 SPOT 卫星图像数据估算植被指数并建立了阿拉伯森林地区植被指数与覆盖率的关系模型;1992 年,张仁华^[8]提出了植被覆盖率与植被指数的模型。2001 年陈云浩^[9]等发展了一套计算区域植被覆盖度的亚像元分解模型。本文结合前人研究成果,选择一个合适的监测模型来反演天然林植被的生长状况。

1 研究区概况

蔡家川林场位于延安地区黄龙山林业局中部,

收稿日期:2006-03-31 修回日期:2006-07-01

基金项目:国家林业局天然林保护工程科技支撑项目

作者简介:强建华(1982-),男,陕西扶风人,在读硕士,主要从事“3S”技术在资源环境中的应用研究。

* 通讯作者:赵鹏祥。

小南川中上游,属黄河水系。地理坐标 $109^{\circ}48' \sim 110^{\circ}02'$, 北纬 $35^{\circ}45' \sim 35^{\circ}57'$ 。总面积 $20\,726\text{ km}^2$ 。该场地跨黄龙县山嵛先、小寺庄和瓦子街、砖庙梁四乡,属黄土高原丘陵沟壑区。地面破碎,地形变化复杂,形成沟壑、梁峁、残原、土石质中低山等特有的黄土地形,剥蚀强烈,河谷深切。地势西南高,东北低,最高海拔(旗杆庙) $1\,650\text{ m}$,为小南川、沙曲河之分水岭,最低海拔(乔峪沟) 940 m ,相对高差一般为 $200 \sim 300\text{ m}$,土壤为褐土带,地带性土类主要为褐土,林场范围内主要河流蔡家川河汇入小南川,为仁望河左岸三级支流,年径流量 $1\,700\text{ 万 m}^3$ 。属暖温带大陆性半湿润气候,气温低,湿度大。年平均气温 8.6°C ,极端高温 36.7°C ,最低温度 -21.9°C 。年降雨量 602.2 mm ,多集中于 $7 \sim 9$ 月。森林植被属暖温带落叶阔叶林地带北部落叶阔叶林亚地带。天然植被覆盖高,森林植物种类较多。优势树种主要有油松、辽东栎、槲栎、山杨、白桦、侧柏、小叶杨等。

2 技术路线和研究方法

2.1 技术路线

植被遥感监测其依据是建立在遥感植被指数与研究区植被参数的关系上,通过植被指数的变化来反映植被的生长状态。本文通过建立统计模型,计算植被指数来监测植被的覆盖度,从而表现植被的生长状态。选取蔡家川林场天然林中油松这一绝对优势树种作为研究对象。研究技术路线如下:

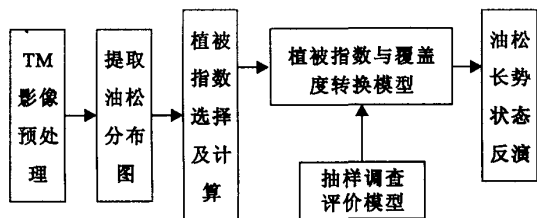


图1 技术路线流程图

Fig. 1 The flowchart of the study

2.2 图像预处理

在遥感图像处理软件支持下,对 1997 年 TM 影像分别进行线性拉伸、对比度调整等增强处理以及几何精校正,突出 TM 影像上的有用信息。对油松生长状况及覆盖度监测中,由于非松林信息存在,干扰了 NDVI 的准确提取。本研究运用波普查表分类法以及感兴趣区提取油松林的分布信息,结果见图 2。

2.3 植被指数的选择及计算

目前主要有 NDVI(归一化植被指数)、RVI(比值植被指数)2 种植被指数用于植被资源调查和监测^[10]。RVI 对大气影响敏感,而且当植被指数覆盖

度不够浓密时(小于 50%),它的分辨能力很弱,适



图2 蔡家川林场油松分布图

Fig. 2 The distribution of Chinese pine in Caijiachuan

用于植被发展高度旺盛、具有高覆盖度的植被监测中^[11]。NDVI 提高了对土壤背景的鉴别能力,大大消除了地形和群落结构的阴影影响,削弱了大气的干扰,扩展了对植被盖度监测的灵敏度。当植被盖度小于 15% 时,NDVI 能将土壤背景与植被区分开;当植被盖度为 25% ~ 80% 时,NDVI 随植被盖度的增大呈线性增加;植被盖度大于 80% 时,NDVI 监测能力逐步下降。在研究区现地抽样调查,油松的覆盖度大部分小于 80%,因此选择 NDVI 作为监测油松覆盖度的指标。

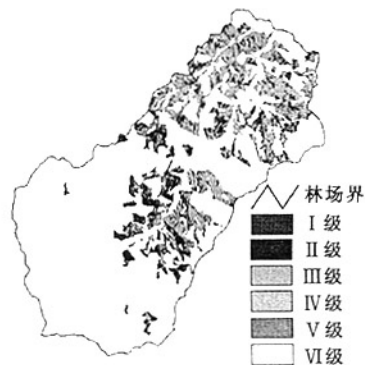


图3 NDVI 反演的油松盖度图像

Fig. 3 The cover distribution of Chinese pine from NDVI

在遥感图像处理系统支持下,根据(1)计算 NDVI。

$$NDVI = \frac{DN_{NIR} - DN_R}{DN_{NIR} + DN_R} \quad (1)$$

其中, DN_{NIR} 为近红外波段的灰度值; DN_R 为红外波段的灰度值,分别在遥感影像中对应的波段和光谱范围见表 1。

3 结果与分析

3.1 植被盖度等级划分

根据“森林资源规划设计调查主要技术规定”，“土地利用现状调查规程”，“全国草场资源调查技术规程”，“全国沙漠类型划分原则”^[12,13]的有关条款为指导,同时结合蔡家川林场的植被生境特征,把研究区植被盖度划分为6个等级(表2)。

表1 植被指数的数据源

Table 1 The data source of vegetation index				
卫星系统	Landsat	SPOT	NOAA	
传感器	MSS	TM	HRV	AVHRR
分辨率/m	80	30	20	<1 000
可见光 (R)波段	波普通道	0.6 ~	0.63 ~	0.61 ~
	宽度/μm	0.7	0.69	0.68
	通道编号	5	3	2
IR 波段	波普通道	0.8 ~	0.76 ~	0.79 ~
	宽度/μm	1.1	0.9	0.89
	通道编号	7	4	3

表2 植被覆盖度等级划分及评价

Table 2 Vegetation cover for grading and evaluation			
覆盖度/%	名称	等级	评价
> 80	高覆盖度	I 级	好
70-80	中高覆盖度	II 级	较好
50-70	中覆盖度	III 级	中
30-50	中低覆盖度	IV 级	较差
10-30	低覆盖度	V 级	差
0-10	裸地	VI 级	很差

3.2 NDVI 与植被盖度的转换

NDVI 作为获得植被覆盖度的“中间变量”,一般情况下,植被指数与植被覆盖度具有较强的正相关性,植被指数值越高,其植被覆盖度就越大,生态环境条件较好,水土条件适合,植被生长茂盛,其覆盖度较高,植被指数相应也较高;当生态环境恶化时,植被生长稀少,覆盖度较低,其植被指数相应也较低^[14]。要把植被指数应用于资源环境的监测和评价,必须赋予 NDVI 值以相应的植被覆盖度含义,植被指数反映了特定景观中群落面积同景观总面积的比例关系,同时也反映了植物的生物量高低^[15,16],所以把植被指数转化为植被盖度等级,实际上是对植被指数进行的综合和简化。本文采用陈云浩^[9]等建立的 NDVI 与植被覆盖度之间的模型(2),通过 NDVI 来反演植被的生长状态。

$$f = (DNVI-NDVI_{min})/(NDVI_{max}-NDVI_{min}) \quad (2)$$

其中:f 为植被覆盖度;NDVI 为所求像元的植被指数;NDVI_{min}、NDVI_{max} 分别为研究区内 NDVI 的最小值、最大值。在遥感图像处理软件支持下,对归一化植被指数图和经过 2 式计算得到的植被盖度图进行阈值分割,得到 NDVI 灰度级与盖度级的对应关系(表 3)以及油松盖度图像(图 3)。

3.3 模型精度验证

为了检验本文中所采用模型的适合性以及利用 NDVI 反演的油松覆盖度的准确性,结合二类调查资料,并进行现地抽样调查。对抽样的 170 个小班,157 个小班的盖度与估算的盖度基本吻合,估算正确率达 92%,只有极少数差异较大,这说明利用 NDVI 可以较好的反映研究区油松的生长状态。

表3 NDVI 灰度级与盖度级的对应关系

Table 3 The corresponding relation between NDVI gray grade and covergrade						
植被盖度等级	VI 级	V 级	IV 级	III 级	II 级	I 级
灰度值区间	1-26	27-78	79-129	130-179	180-206	207-255
盖度区间/%	0-10	10-30	30-50	50-70	70-80	>80
油松面积/%	0	0	3.4	54.3	35.8	6.5

4 结论

由分析结果可以看出,利用 NDVI 可以很好的反映黄土高原天然油松林生长状态。植被指数与植被覆盖度具有较强的正相关性,植被指数值越高,其植被覆盖度就越大,长势越好,换句话说,在生态环境条件较好,水土条件适合的地方,油松生长茂盛,覆盖度也相应较高。

研究结果表明,蔡家川林场中占油松总面积 54.3% 的覆盖度介于 50% ~ 70%,占油松总面积 35.8% 的覆盖度介于 70% ~ 80%,可以看出,蔡家川林场中油松长势良好,证明了油松为该地区的优生树种,为林业部门制定该林场的可持续经营政策提供依据。

蔡家川林场的油松主要分布于林场东北部,多为天然林,而且分布特征明显,是利用遥感技术进行天然林植被的生长状况监测的理想场所。随着遥感数据成本的不断下降、影像空间分辨率的不断提高以及传感器类型的不断增多,遥感技术在天然林资源监测中发挥更大的作用。

参考文献:

[1] 赵时英. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社, 2003.

[2] 郭锐. 植被指数及其研究进展[J]. 干旱气象, 2003, 21(4): 71-75.

[3] 罗亚,徐建华,岳文兵. 基于遥感影像的植被指数研究方法评述[J]. 生态科学, 2005, 24(1): 75-79.

[4] 李开丽,倪绍祥,扶卿华. 垂直植被指数及其解算方法[J]. 农机化研究, 2005, (2): 84-89.

[5] 田庆军,闵祥军. 植被指数研究进展[J]. 地球科学进展, 1998, 13(4): 327-332.

- [19] 张建国. 福建森林综合效益计量与评价[J]. 生态经济, 1994(5): 1-6, (6): 10-16.
- [20] 周庆生. 生态经济型防护林体系效益评价原则和指标体系[J]. 林业经济, 1993(6): 54-57.
- [21] 雷孝章, 王金锡, 彭沛好, 等. 中国生态林业工程效益评价指标体系[J]. 自然资源学报, 1999, 14(2): 175-182.
- [22] 慕长龙. 长江中上游防护林工程效益评价研究[D]. 北京林业大学, 1998.
- [23] 王宏兴. 多目标决策灰色关联投影法在小流域水土保持生态工程综合效益评价中的应用[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 43-45.
- [24] 庞恒才, 安和芳, 张全平, 等. 黑龙江省天然林保护工程生态效益评价[J]. 林业勘察设计, 2001, 118(2): 26-27.
- [25] 谭俊. 国有林区天然林资源保护与经济社会发展问题[J]. 内蒙古林业调查设计, 1999, (3): 85-88.
- [26] 赵德缙, 彭学林, 陈世虎. 实施天保工程封山育林效益评价[J]. 防护林科技, 2004, (5): 54-55.
- [27] 段绍光, 吴明作, 王慈民, 等. 河南省天然林保护工程效益评价分析[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2002, 1(4): 38-41.
- [28] 支玲, 林德荣, 李怒云, 等. 西部退耕还林工程社会影响评价——以会泽县、清镇市为例[J]. 林业科学, 2004, 40(3): 2-11.
- [29] 侯军岐, 张社梅. 黄土高原地区退耕还林还草效果评价[J]. 水土保持通报, 2002, 22(6): 29-31.
- [30] 高军, 贾志文, 刘艳华, 等. 乌拉特中旗退耕还林工程试点阶段性社会经济效益评价[J]. 内蒙古林业调查设计, 2003, 26(1): 20-22.
- [31] 侯宁. 从青海大通县看退耕还林效益[J]. 林业经济, 2003, (3): 29-30.
- [32] 梅再美, 熊康宁. 喀斯特地区水土流失动态特征及生态效益评价——以贵州清镇退耕还林示范区为例[J]. 中国岩溶, 2003, 22(2): 136-143.
- [33] 宫伟光, 向开腹, 王明忠, 等. 防护林区区域性生态效益的评价[J]. 东北林业大学学报, 1997, 28(1): 1-7.
- [34] 李卫忠, 郑小贤, 赵鹏祥. 生态公益林建设效益评价指标体系初探[J]. 内蒙古大学学报, 2001, 22(2): 12-15.
- [35] 张会儒. 从人与自然的关系社会的可持续发展[J]. 世界林业研究, 1997, 10(4): 51-55.

(上接第 140 页)

- [37] 白川. 使用高黏度黏结剂的橡胶木质复合板的成型加工装置[P]. 林产试验场报, 2002, 16(5): 35-38.
- [38] 邓本诚. 橡胶并用与橡胶共混技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998.
- [39] 雪. 日本利用废旧轮胎制涂料[J]. 新型建筑材料, 2003.
- [40] 季佳. 木材胶粘剂生产技术[M]. 北京: 化学工业出版社,

2000.

- [41] Brydson J. A. Rubber Chemistry[M]. London, Cambridge Press: 1978. 69-73.
- [42] 马岩. 纳微米科学与技术在木材工业的应用前景展望[J]. 林业科学, 2001, 37(6): 109-112.
- [43] 沈贵, 张文玲. 中国木材工业现状与未来[J]. 林产工业, 2002, 30(1): 3-5.

(上接第 151 页)

- [6] Duncan J, Stow D, Franklin J. Assessing there lationship between spectral vegetation indices and shrub cover in the Jornada Basin, NewMexico[J]. International Journal Remote Sensing, 1993, 14(18): 3395-3416.
- [7] Larsson H. Linear regressions for canopy cover estimation in Acacia wood lands using Landsat-TM/MSS and SPOTHRV-XS data[J]. International Journal Remote Sensing, 1993, 14(11): 2129-2136.
- [8] 张仁华. 实验遥感模型及地面基础[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [9] 陈云浩, 李晓兵, 史培军. 北京海淀区植被覆盖的遥感动态研究[J]. 植物生态学报, 2001, 25(5): 588-593.
- [10] 雷丽萍, 胡德水, 江平. 森林虫害的遥感监测模式研究[J]. 遥感信息, 1995(3): 20-21.
- [11] 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.
- [12] 王劲峰. 中国自然区划[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.
- [13] 许鹏. 草地资源调查规划学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [14] Fung T, Siu W. Environmental quality and its changes, ananalysis is using NDVI[J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 21(5): 1011-1024.
- [15] Macleod RD, Congalton RG. A quantitative comparison of change-detectional gorithms for monitor in geel grass from Remotely sens data[J]. Photogrammetric of Engineering and Remote Sensing, 1998, 64(3): 207-210.
- [16] 陈正宜. 晋陕蒙接壤地区脆弱生态系统遥感监测与管理研究[M]. 北京: 宇航出版社, 1994. 24-36.