1999—2016 年天山西部植被覆盖的时空变化

朱雅丽[1]，施英俊[2]，张绘芳[1]，地力夏提·包尔汉[1]，张景路[1]，梁雪梅[1]，雷亚君[1]

（1. 新疆林业科学院 现代林业研究所，新疆 乌鲁木齐 830000；2. 兵团林业管理总站，新疆 乌鲁木齐 830000）

摘　要：[目的] 调查天山西部生态环境植被覆盖状况，为科学保护区域生态环境和管理提供科学依据。[方法] 以天山西部林区—霍城林场为研究对象，基于 1999，2007 和 2016 年 3 个时期的 Landsat TM 遥感影像和 DEM 数据，运用归一化植被指数分析研究区植被覆盖情况和空时变化特征。[结果] 时间变化上，1999—2016 年期间霍城林场植被覆盖以Ⅱ和Ⅲ级为主，所占比重达到 55%以上，总体上是呈现上升趋势；空间分布上，霍城林场因海拔、坡度和坡向等地形因子的不同而出现不同的分布和变化特征，当海拔在 1 500～2 000 m 和 2 000～2 500 m 或者坡度 30°～45°的区域时，植被覆盖度相对较高；当海拔＜1 500 m 以及＞2 500 m 或坡度＜30°的区域时，植被覆盖度相对较低；植被覆盖度随着坡向的变化而变化着，呈现出阴坡＞半阴坡＞半阳坡＞阳坡的分布特征；当海拔＜1 500m 和坡度＜30°的区域时，植被覆盖度变化较为明显，而当海拔＞2 500 m 和坡度＞45°的区域时，因受人为社会活动影响小，植被覆盖变化不明显。[结论] 1999—2016 年期间，霍城林场植被覆盖在时间变化上总体呈现上升趋势，在空间分布上因海拔、坡度和坡向等地形因子的不同呈现不同的分布和变化特征。

关键词：植被覆盖度；霍城林场；归一化植被指数；地形因子

文献标识码：A　　**文章编号**：1000-288X(2018)04-0301-07　　**中图分类号**：TP75

文献参数：朱雅丽，施英俊，张绘芳，等. 1999—2016 年天山西部植被覆盖的时空变化[J]. 水土保持通报，2018，38(4)：301-307. DOI：10. 13961/j. cnki. stbctb. 2018. 04. 048. Zhu Yali, Shi Yingjun, Zhang Huifang, et al. Spatio-temporal variations analysis of vegetation coverage in Western Tianshan Mountain from 1999 to 2016[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(4): 301-307.

Spatio-temporal Variations Analysis of Vegetation Coverage in Western Tianshan Mountain from 1999 to 2016

ZHU Yali[1], SHI Yingjun[2], ZHANG Huifang[1], DI lixiati·Baoerhan[1], ZHANG Jinglu[1], LIANG Xumei[1], LEI Yajun[1]

(1. *Institute of Modern Forestry, Research Xinjiang Academy of Forestry, Urumqi, Xinjiang* 830000, *China*; 2. *Corps Forestry Management General Station, Urumqi, Xinjiang* 830000, *China*)

Abstract: [Objective] The research investigated the vegetation coverage status of ecological environment in the study area in order to provide scientific evidences for environmental protection and management. [Methods] Taken a Western Tianshan mountains forest, Huoheng forestry farm as study area, the research applied the normalized vegetation index to analyze the status of vegetation coverage and spatio-temporal variational characteristics based on remote sensing images of TM/OLI and DEM data in 1999, 2007 and 2016 years. [Results] In temporal aspect, the vegetation coverage of Huocheng forest were mainly of grade Ⅱ and grade Ⅲ. The two grades accounted for more than 55% of the total coverage and generally showed an increasing trend. In spatial distribution aspect, the vegetation coverage presented different distribution and variation characteristics due to the differences of altitude, slope and terrain factors. Vegetation coverage of area was relatively high at the districts with altitude from 1 500 to 2 000 m or from 2 000 to 2 500 m, or when slope is between 30° to 45°. Otherwise, the vegetation coverage was relatively low. The vegetation coverage had a rank on following slopes: shady＞semi-shady＞semi-sunny slope＞sunny slope. When altitude was less than 1 500 m

收稿日期：2018-02-02　　**修回日期**：2018-03-22

资助项目：自治区公益性科研院所基本科研业务项目“基于 DEM 的新疆山地主要森林类型分布规律及潜在分布区研究”(KY2017028)

第一作者：朱雅丽(1984—)，女(汉族)，河南周口人，助理研究员，从事森林资源监测及遥感技术应用。E-mail：juyaly2002@aliyun. com。

通讯作者：张绘芳(1980—)，女(汉族)，陕西省大荔县人，副研究员，主要从事森林资源监测和遥感技术应用方面的工作。E-mail：396930128@qq. com。

and slope was greater than 30°, the change trend of vegetation coverage was obviously. However, when altitude was greater than 2 500 m and slope was more steep than 45°, the change trend of vegetation coverage was less significant resulting from the influence of human activities. [Conclusion] During the period from 1999 to 2016, the vegetation coverage of Huocheng forest farm showed an overall upward trend in time. In terms of spatial distribution, there are different distribution and variation characteristics due to different terrain factors such as altitude, slope and slope direction.

Keywords: vegetation coverage; Huocheng forestry farm; normalized difference vegetation index; topographic factor

植被覆盖度通常是指森林面积占土地总面积的大小,一般用百分数表示;它是反映一个国家或地区森林面积占有情况或森林资源丰富程度及实现绿化程度的指标,又是确定森林经营和开发利用方针的重要依据之一[1]。植被在生态环境中是生态系统的一个重要环节,植被的覆盖程度响着水循环、生态平衡等方面,是气候系统变化的重要控制和驱动因子,因而这是人类应该关注的重点问题。并且植被覆盖是陆地生态系统的主体,对其进行长期动态监测是当前国内外多学科研究的焦点。动态监测新疆植被覆盖的时空演变,对更好地理解和模拟陆地生态系统的动态变化特征、深入研究植被与气候变化和人类活动之间的响应关系、揭示区域环境状况的演化与变迁等有着重要的现实意义[2]。归一化植被指数 NDVI(normalized difference vegetation index)是反映土地覆盖植被状况的一种遥感指标,它可以很好地反映出地表植被的生长态势和生长量,是植被生产能力和植被活动的一个重要指标,广泛的被应用于植被活动研究[3-6]。近年来,NDVI 被广泛应用于各个方面,例如:估测植被的生产力、描述植被的生长状况、荒漠化监测、土地覆盖类型分类、旱情监测分析、城市土地分等定级和城市生态环境质量评估等研究中[7]。目前,植被指数法[8]、混合光谱模型法[9]、亚像元模型法[10]以及像元二分模型法[11]都是在遥感领域中用来进行植被盖度提取的方法。张先锋等用实测数据与在干旱半干旱环境下利用像元二分法估算的植被覆盖度并进行交叉验证,其 $R^2=0.86$,精度较高[12]。李苗苗等[13]在像元二分模型的基础上,对原有模型的参数进行了改变,最终建立了归一化植被指数定量估测植被覆盖度的模型,估测精度为 85%,说明此模型是可行的。本研究利用霍城林场 1999,2007 和 2016 年的 Landsat TM/OLI 遥感影像,基于 NDVI 的像元二分模型分析得到归一化植被指数,分析得到 1999,2007 和 2016 年的植被覆盖度分布图,结合地形因子,分析霍城林场植被覆盖度的时空变化特征,对于掌握研究区生态环境过去和现状、科学指导今后的生态环境建设具有参考价值,也可为区域生态环境保护与建议提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

霍城林场成立于 1954,1978 年划归天西林业局管理。2005 年霍城林场管辖林区纳入国家级公益林保护区。2007 年 11 月属新疆维吾尔自区天山西部国有林管理局管辖。于 1996 年自治区林业局批复在霍城林场建立新疆霍城果子沟森林公园。2012 年 10 月霍城林场更名为新疆维吾尔自治区天山西部国有林管理霍城分局。霍城分局管护区面积 50 200 hm^2,其中林地 24 788 hm^2,占总面积的 49.3%,活立木蓄积量 2.05×10^6 m^3,树种以云杉为主,还有杨树、柳树、山杏、桦树、灌木等。霍城林场山谷较深、地形复杂、降水较多、溪沟密布、植被枝繁叶茂,是霍城县的天然草场。

1.2 数据来源与处理

根据本研究内容,考虑到不同季节植被的生长会有所差异,所以选取时相波动不大,影像质量良好,云量最小,植被生长较好,空间分辨率为 30 m 的 1999 年 9 月,2007 年 8 月和 2016 年 8 月 3 个时期的遥感影像。进行影像的预处理:辐射校正和大气校正[14]。最后利用红外波段和近红外波段进行归一化植被指数的计算。同时还下载了美国 TERRA 卫星提取的地面分辨率为 30 m 的 ASTER GDEM 高程模型,用来研究地表植被覆盖的坡度、坡向和海拔的变化分异。采用控制点误差纠正的方法,利用 ENVI 5.1 软件分别对 3 个时期的 TM 遥感影像以及 ASTER GDEM 数字高程模型进行影像配准和几何精校正[15],最后利用霍城林场行政区划图对遥感图像和数字高程图进行掩膜处理,得到研究区的遥感影像图和数字高程图。

1.3 研究方法

1.3.1 *地表植被指数的基本原理* 植被指数是指将卫星探测数据按照不同的波段进行组合,用来表示植物的生长状况的指数[16]。常用的植被指数包括:NDVI,MVI,SAVI,PVI 等。其中 NDVI(归一化植被指数)是最常用的,广泛运用于植被覆盖的动态监测、荒漠化监测、植被生长状况监测等方面。

通过对植被遥感监测的物理学习,可知吸收性较强的是可见光波段,而反射性较强的是近红外波段,将这两个波段进行组合可得到不同的植被指数。NDVI 定义是为近红外波段与可见光波段的差和这两个波段的和之比[17]。计算方法为:

$$NDVI=(NIR-R)/(NIR+R) \quad (1)$$

式中:NIR——地表近红外波段;R——地表可见光的红光波段。

NDVI 的值在[-1,1]范围内,当 NDVI 时,表示地表是裸地或岩石等,NIR 与 R 近似相等;当 $-1<NDVI<0$ 时,表示几乎没有植被,地表覆盖的是水、沙漠、冰川或云等,其对可见光高度反射;当 $0<NDVI<1$ 时,表示植被的覆盖度高,值越大表示植被的覆盖程度越好[18]。

1.3.2　*植被覆盖度估算*　植被覆盖是指单位面积上植被的枝、叶等垂直投影到地表所占的百分比,它是用来衡量植被生长好坏的一个综合指标。现今,在关于植被覆盖的研究中像元的二分模型法被广泛应用[19]。像元二分模型法的原理是假设某个像元的信息是分为植被覆盖和土壤覆盖两个部分,因此其所观测像元的遥感信息 S 可理解为观测植被所得到的信息 S_v 和观测土壤所得到的信息 S_s 之和[20]:

$$S=S_v+S_s \quad (2)$$

混合像元是由植被和土壤两个部分所构成的,f_c 是像元中由植被覆盖的面积比例所构成的植被盖度,而 $1-f_c$ 是非植被覆盖的土壤面积比例。假设像元的信息全部是土壤覆盖的为 S_{soil},像元全由植被覆盖而得到的遥感信息为 S_{veg},则混合像元的植被成分所贡献的信息 S_v 可以表示为[20]:

$$S_v=S_{veg}\cdot f_c \quad (3)$$

混合像元的土壤成分所贡献的信息 S_s 可以表示为:

$$S_s=S_{soil}(1-f_c) \quad (4)$$

将公式(3)和公式(4)带入式(2),可得:

$$f_c=(S-S_{soil})/(S_{veg}-S_{soil}) \quad (5)$$

将 NDVI 与像元二分模型相结合,获得基于 NDVI 像元二分模型的植被覆盖度提取模型:

$$f_c=\frac{NDVI-NDVI_{soil}}{NDVI_{veg}-NDVI_{soil}} \quad (6)$$

式中:$NDVI_{veg}$——全植被覆盖像元的 NDVI 值;$NDVI_{soil}$——裸土或无植被覆盖区域的 NDVI 值,理论上该值约等于 0,并且不应会随着时间的转变而转变,但由于气候、地表湿度等因素的干扰,$NDVI_{soil}$ 会跟着时间的迁移而发生改变[21]。另外,因为地表土壤的湿度、类型、颜色和粗糙程度等条件不同,也会使 $NDVI_{soil}$ 的值随着空间的变化而变化。所以,植被覆盖度所采用的 $NDVI_{veg}$ 和 $NDVI_{soil}$ 的值在不同时期不同地点都是不确定和不同的,不可采用固定的值。因此,本文 $NDVI_{veg}$ 和 $NDVI_{soil}$ 的值是利用近似替代法来确定的。首先,获取影像中的 NDVI 值,统计分析 NDVI 累积概率分布表;其次,确定置信度为 1%,根据实际裸土和全覆盖状态下植被的 NDVI 值,选取累积概率为 1%左右的值为 $NDVI_{soil}$,99%左右的值为 $NDVI_{veg}$[22]。若小于 $NDVI_{soil}$ 则其 NDVI 赋值为 0,若大于 $NDVI_{veg}$,则其 NDVI 赋值为 1。根据上述的取值方法,统计分析得到 1999,2007,2016 年霍城林场遥感影像中 $NDVI_{veg}$ 和 $NDVI_{soil}$ 值(表 1)。依据《土壤侵蚀分类分级标准》,将霍城林场的地表植被覆盖度分成 5 个等级,分别是:Ⅰ级植被覆盖度($f_c\geqslant 0.7$)、Ⅱ级植被覆盖度($0.5\leqslant f_c<0.7$)、Ⅲ级植被覆盖度($0.3\leqslant f_c<0.5$)、Ⅳ级植被覆盖度($0.15\leqslant f_c<0.3$)和Ⅴ级植被覆盖度($f_c<0.15$)[23-24]。

表 1　霍城林场遥感影像中 $NDVI_{veg}$ 和 $NDVI_{soil}$ 值

年份	1999 年	2007 年	2016 年
$NDVI_{veg}$	0.590 243	0.618 001	0.596 231
$NDVI_{soil}$	0.002 015	0.001 916	0.002 602

1.3.3　*植被覆盖度遥感估算的精度验证*　为保证研究结果的精度和准确性,在 Google Earth 高空间分辨率历史影像上采集 50 个 30 m×30 m 的样本进行验证点[16,25]。选取 0,0.25,0.50,0.75 和 1.00 这 5 个等级范围进行目视估读,随机选取具有代表性的点[26]与 2007 年霍城林场的植被覆盖值进行比较。根据最优模型,利用交叉验证的方法对模型的遥感估测值进行精度验证。结果显示,植被覆盖度遥感估算与观测值之间存在着显著正相关关系,$r=0.898^{**}$,拟合曲线方程决定系数 $R^2=0.873$,说明遥感估测值与观测值具有较高的相关性。植被覆盖度估算平均误差 ME=0.091,均方根误差 RMSE=0.109,两误差较小,选取的 NDVI 阈值满足精度要求,结果如图 1 所示。

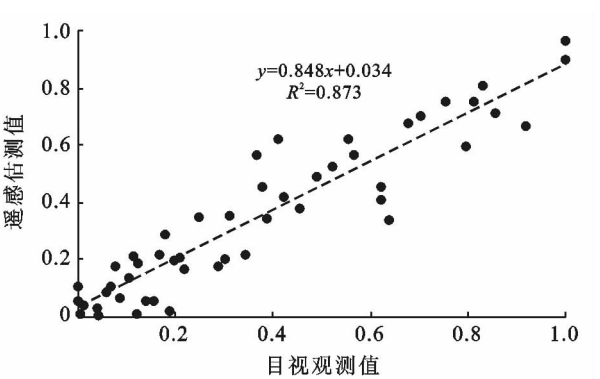


图 1　植被覆盖度估算结果与观测结果相关性分析

1.4 基于 DEM 数据的植被覆盖度变化分析

利用 ArcGIS10.3 软件将 DEM 数据裁剪后进行坡度和坡向的分析，将海拔、坡度和坡向重分类，得到霍城林场海拔、坡度和坡向的分级专题图(图 2)。海拔分级为<1 500 m，1 500～2 000 m，2 000～2 500 m 和>2 500 m；坡度分级为<15°，15°～30°，30°～45°和>45°；坡向分级为：半阳坡(45°～135°)、阳坡(135°～225°)、半阴坡(225°～315°)和阴坡(0°～45°，315°～360°)[27]。将研究区 3 个时相的坡度、坡向和海拔的分级图分别与地表植被覆盖度进行空间叠加分析，统计分析植被覆盖度在不同坡度、不同海拔和不同坡向的分布及变化特征。

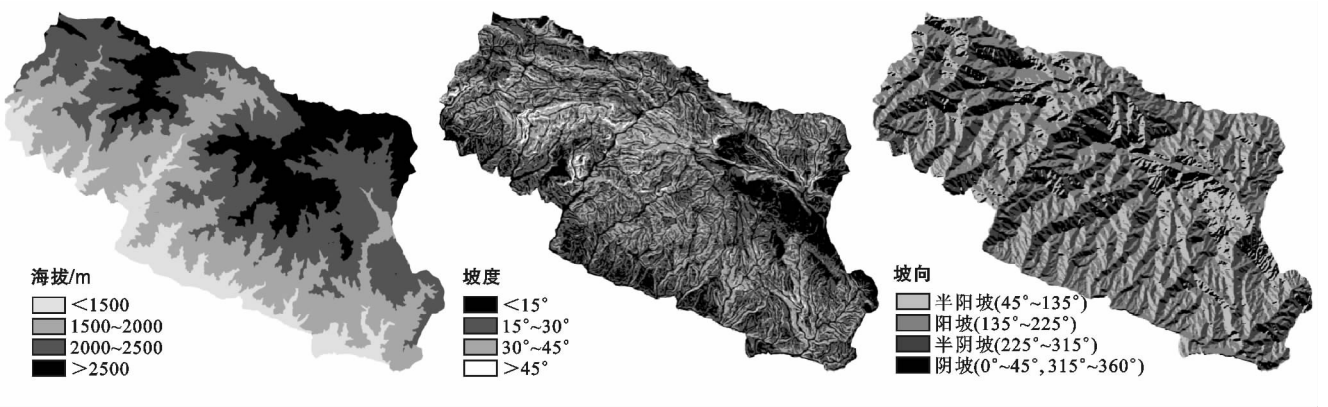


图 2 霍城林场海拔、坡度和坡向的分级

2 结果与分析

2.1 植被覆盖度时间特征分析

附图 7 为霍城林场植被覆盖度等级图。由附图 7 中可知，1999—2016 年霍城林场植被覆盖度Ⅱ级和Ⅲ级占的比重最大，占总面积的 58%以上；其次是Ⅳ和Ⅰ级，占总面积的 35%以上；植被覆盖度面积最小的是Ⅴ级。反映出研究区的植被状况总体较好。霍城林场Ⅱ级和Ⅲ级植被覆盖主要分布在人为干扰相对较少、海拔较高的东部和南部。

2.2 植被覆盖度时间变化分析

1999—2016 年霍城林场覆盖度总体上呈现出上升趋势，其中，Ⅰ级和Ⅱ级植被覆盖面积分别增长了 10 833.48 和 4 234.32 hm^2，增加的幅度分别为 9.82%和 1.86%，而Ⅲ，Ⅳ和Ⅴ级的植被覆盖度分别减少了 6 171.93，5 565.33 和 3 330.54 hm^2，变化率分别为 2.51%，4.32%，4.37%。这是因为实施天保工程以来天然林禁止采伐，并在管护区实施了一些抚育工程，使得该区植被覆盖度有所提高。各植被覆盖等级面积统计结果详见表 2。

表 2 霍城林场 1999－2016 年不同等级植被覆盖面积统计

植被覆盖等级	1999 年		2007 年		2016 年		1999—2007 年		2007—2016 年		1999—2016 年	
	面积/hm^2	比例/%	面积/hm^2	比例/%	面积/hm^2	比例/%	变化量/hm^2	变化率/%	变化量/hm^2	变化率/%	变化量/hm^2	变化率/%
Ⅰ	12 251.61	13.99	18 293.85	20.89	23 085.09	26.36	6 042.24	6.16	4 791.24	2.91	10 833.48	9.82
Ⅱ	25 235.82	28.82	28 364.67	32.39	29 470.14	33.65	3 128.85	1.55	1 105.47	0.43	4 234.32	1.86
Ⅲ	27 303.39	31.18	23 981.22	27.38	21 131.46	24.13	−3 322.17	−1.52	−2 849.76	−1.32	−6 171.93	−2.51
Ⅳ	14 303.25	16.33	10 652.40	12.16	8 737.92	9.98	−3 650.85	−3.19	−1 914.48	−2.00	−5 565.33	−4.32
Ⅴ	8 476.92	9.68	6 278.85	7.17	5 146.38	5.88	−2 198.07	−3.24	−1 132.47	−2.00	−3 330.54	−4.37
总计	87 570.99	100.00	87 570.99	100.00	87 570.99	100.00	0.00	—	0.00	—	0.00	—

2.3 植被覆盖度空间变化分析

利用 ArcGIS 10.3 软件来进一步的分析植被覆盖度在时间和空间上的变化情况和特征，利用空间叠加分析功能将 1999 和 2016 年两个时期的植被覆盖度等级图进行叠加分析，得到各等级植被覆盖面积的转移变化图，将属性数据进行统计分析得到表 3。由表 3 可知，1999—2016 年，霍城林场Ⅲ，Ⅳ和Ⅴ级的植被覆盖面积都呈现出下降的趋势，转出的面积大于转入的面积，其中，Ⅲ级主要转变为Ⅱ级，转出54.44%的面积，Ⅳ级主要转变为Ⅲ级，转出61.085%的面积，Ⅴ级主要转变为Ⅳ级，转出 38.37%的面积。而Ⅰ级和Ⅱ级的植被覆盖面积转入比转出高，分别转出 144.843 和 11 073.867 hm^2，同期分别转入 11 070.853 和15 425.253 hm^2，面积大幅度的增加，

主要是因为Ⅲ和Ⅳ级植被覆盖区域向Ⅱ和Ⅲ级的转移,并且Ⅲ级又向Ⅰ级转移。这说明在 1998 年以后实施的天然林保护工程、以加强生态环境建设保护为主的政策起到了作用,霍城林场的管理条例越来越完善,林木不再被随意砍伐,林木得到了保护,植被覆盖度逐年上升。

表 3　霍城林场 1999－2016 年不同等级植被覆盖面积转移

矩阵等级		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	1999 年合计
Ⅰ	面积/hm^2	11 999.12	142.93	1.83	0.07	0.01	12 143.96
	比例/%	98.81	1.18	0.02	0.00	0.00	100.00
Ⅱ	面积/hm^2	10 810.56	14 269.23	286.73	2.55	0.04	25 369.12
	比例/%	42.61	56.25	1.13	0.01	0.00	100.00
Ⅲ	面积/hm^2	263.05	15 001.61	12 103.21	183.68	3.68	27 555.23
	比例/%	0.95	54.44	43.92	0.67	0.01	100.00
Ⅳ	面积/hm^2	3.24	276.53	8 573.44	5 093.80	90.14	14 037.16
	比例/%	0.02	1.97	61.08	36.29	0.64	100.00
Ⅴ	面积/hm^2	0.11	4.18	160.76	3 248.03	5 052.43	8 465.52
	比例/%	0.00	0.05	1.90	38.37	59.68	100.00
2016 年合计		23 070.09	29 693.92	21 105.97	8 528.14	5 146.30	87 570.99

2.4　不同海拔植被覆盖度分布及变化特征

海拔的不同使得人类的活动和水热分配受到影响,进而影响到植被覆盖程度。本文利用海拔与植被覆盖度进行叠加分析,结果表明,随着海拔越来越高,研究区植被覆盖度整体上趋势是增加后减少。海拔＜1 500 m 时,植被覆盖度较高的是Ⅱ,Ⅲ和Ⅳ级,其面积比重达到 70%以上;当海拔为 1 500～2 000 m 和 2 000～2 500 m 时,植被覆盖度较高的是Ⅰ和Ⅱ级,其面积比重达到 50%以上;当海拔＞2 500 m 时,植被覆盖度较高的是Ⅲ和Ⅳ级,其面积比重达到 50%以上。研究区海拔为Ⅴ级的植被覆盖面积最小,比重均不超过 20%,但海拔＜1 500 m 和＞2 500 m 时,其Ⅴ级植被覆盖面积比例高于 1 500～2 000 m 和 2 000～2 500 m。结果表明自然条件和人类社会活动都影响了植被覆盖度。受人类社会活动影响较大的是海拔＜1 500 m 的区域,植被覆盖区相对比较低;＞2 500 m 的区域温度较低,热量不足,部分区域常年有积雪覆盖,植被覆盖度也相对较低;海拔 1 500～2 000 m和 2 000～2 500 m 的区域,因其受到人类社会活动干扰相对较少,加上水热条件较优越,植被的生长比较旺盛,覆盖度相对较高(图 3)。

2.5　不同坡度植被覆盖度分布及变化特征

利用空间叠加分析工具将研究区的植被覆盖度分布图与坡度分布图进行叠加分析,根据统计数据显示,研究区植被覆盖具有明显的坡度分异特征,总体上呈现出随着坡度的增加植被覆盖度先增加后降低的趋势。当坡度＜15°时,主要的植被覆盖度等级是Ⅲ和Ⅳ级,其面积比重到达 55%以上;坡度在 15°～30°之间的Ⅱ,Ⅲ和Ⅳ级植被覆盖面积的比例比较高,面积比例达到 70%以上;坡度 30°～45°和＞45°的区域以Ⅰ和Ⅱ级为主,其面积比例达到 55%以上。这是因为在＜15°区域上,人口和工农业的分布比较集中,人口的活动和工农业的发展影响了植被的生长,从而植被覆盖度较低;在坡度比较大的区域,受到人类活动的影响较小,因此植被覆盖度较高(图 4)。

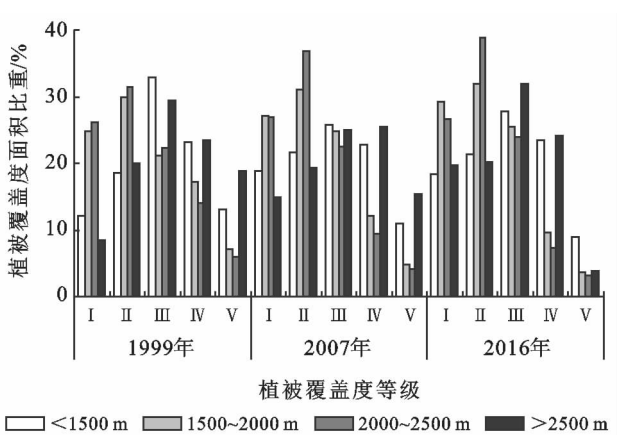


图 3　霍城林场 1999－2016 年不同海拔植被覆盖度变化统计

2.6　不同坡向植被覆盖度分布及变化特征

研究区处于干旱半干旱地区,随着坡向的变化,植被覆盖度也有所改变。通过统计分析可得,研究区各坡向植被覆盖度均有不同程度的降低,主要以Ⅱ和Ⅲ级为主,其面积比重达到 60%以上;各坡向Ⅰ,Ⅱ

和Ⅲ级的植被覆盖面积在逐年的增大，而Ⅳ和Ⅴ级的植被覆盖度在逐年减小。1999—2007 年和 2007—2016 年两个时期植被覆盖度总体均呈现出阴坡＞半阴坡＞半阳坡＞阳坡的特征[16]。研究区主要树种云杉，其最适宜生长在阴坡和半阴坡，因为在阴坡和半阴坡地区太阳光比较柔和，有湿润、高肥力的土壤，温度相对较低，腐殖质含量较多，水分蒸发量较少，保存的水分多，因此植被生长情况较好，品种较多，密度较大(图 5)。

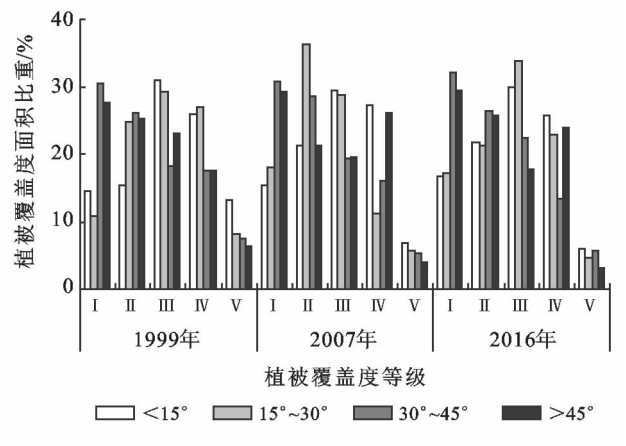


图 4 霍城林场 1999－2016 年不同坡度植被覆盖度变化统计

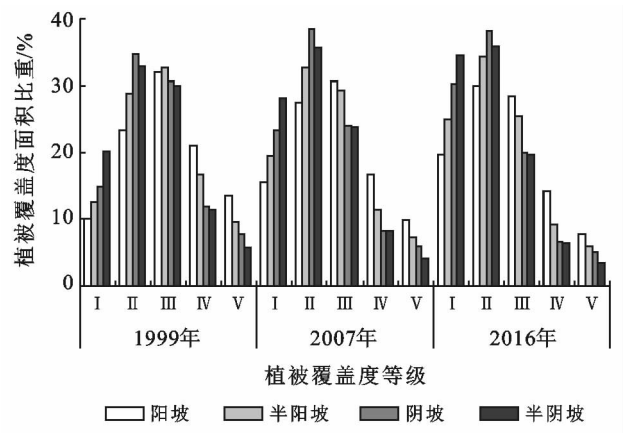


图 5 霍城林场 1999－2016 年不同坡向植被覆盖度变化统计

3 结 论

(1) 时间变化上，1999—2016 年植被覆盖度总体呈上升趋势，植被覆盖以Ⅱ级和Ⅲ级为主，所占比重达到 55%以上。其中Ⅰ级和Ⅱ级植被覆盖面积分别增加了 9.82%和 1.86%，而Ⅲ级、Ⅳ级植被覆盖面积分别减少了 4.32%和 4.37%，Ⅴ级植被覆盖度所占的比重始终是最小的。

(2) 空间分布上，霍城林场因海拔、坡度和坡向等地形因子的不同而出现不同的分布和变化特征。当海拔在 1 500～2 000 m 和 2 000～2 500 m 或者坡度 30°～45°的区域时，植被覆盖度相对较高；当海拔＜1 500 m以及＞2 500 m 或坡度＜30°的区域时，植被覆盖度相对较低；植被覆盖度随着坡向的变化而变化着，呈现出阴坡＞半阴坡＞半阳坡＞阳坡的分布特征。当海拔＜1 500 m 和坡度＜30°的区域时，植被覆盖度变化较为明显，而当海拔＞2 500 m 和坡度＞45°的区域时，因受人为社会活动影响小，植被覆盖变化不明显。

(3) 不同的海拔、坡向、气候变化、人类活动和国家相关政策的实施均对植被覆盖度有着不同程度的影响，本文利用 RS 和 GIS 技术，对于霍城林场的植被覆盖度进行研究，克服了传统地表和实测的局限性，具有客观、快速、制图便捷等优点，可以从时间和空间变化上来反映植被覆盖度的变化情况，但是由于遥感影像的分辨率不高和时间的限制，导致植被覆盖度的提取精度和准确定不高，需要进一步的改善。影响研究区生态环境和植被覆盖度的原因需要进行深入探讨从遥感影像处理和信息提取入手，与地面数据结合分析植被覆盖度时空变化的原因和生态环境效应也有待进一步研究。

[参 考 文 献]

[1] 王永财，孙艳玲，王中良. 1998—2011 年海河流域植被覆盖变化及气候因子驱动分析[J]. 资源科学，2014，36(3)：594-602.

[2] 马明国，董立新，王雪梅. 过去 21 年中国西北植被覆盖动态监测与模拟[J]. 冰川冻土，2003(2)：232-236.

[3] 张亚玲，苏惠敏，张小勇. 1998—2012 年黄河流域植被覆盖变化时空分析[J]. 中国沙漠，2014，34(2)：597-602.

[4] 温小乐，姜兴强，徐涵秋. 基于 TM 影像的长乐市植被覆盖度变化研究[J]. 遥感信息，2013，28(6)：56-61.

[5] 杨光华，包安明，陈曦，等. 1998—2007 年新疆植被覆盖变化及驱动因素分析[J]. 冰川冻土，2009，31(3)：436-445.

[6] 李春晖，杨志峰. 黄河流域 NDVI 时空变化及其与降水/径流关系[J]. 地理研究，2004，23(6)：753-759.

[7] 包安明，张小雷，方晖，等. MODIS 数据在新疆生态环境建设中的应用[J]. 干旱区地理，2004，27(2)：256-260.

[8] 李向婷，白洁，李光录，等. 新疆荒漠稀疏植被覆盖度信息遥感提取方法比较[J]. 干旱区地理，2013，36(3)：502-511.

[9] 杨峰，李建龙，杨文钰，等. 基于线性光谱混合模型的荒漠草地覆盖度估测[J]. 农业工程学报，2012，28(7)：243-247.

[10] 田庆久，闵祥军. 植被指数研究进展[J]. 地球科学进展，1998，13(4)：10-16.

[11] 常伟. 基于像元二分模型的枯落层盖度反演研究[D]. 陕西 西安:西北大学,2017.

[12] Zhang Xianfeng, Liao Chunhua, Li jonathan, et al. Fractional vegetation cover estimation in arid and semi-arid environments using HJ-1 satellite hyperspectral data[J]. International Journal of Applied Earth Observations & Geoinformation, 2013, 21(1):506-512.

[13] 王新军,赵成义,杨瑞红,等. 基于像元二分法的沙地植被景观格局特征变化分析[J]. 农业工程学报,2016,32(3):285-294.

[14] 李苗苗,吴炳方,颜长珍,等. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算[J]. 资源科学,2004,26(4):153-159.

[15] Qian Yuguo, Zhou Weiqi, Li Weifeng, et al. Understanding the dynamic of greens-pace in the urbanized area of Beijing based on high resolution sat-ellite images [J]. Urban Forestry&Urban Greening, 2015,14(1):39-47.

[16] 李培先,郑江华,刘萍. 2000—2014 年乌鲁木齐市植被覆盖度时空变化分析[J]. 林业资源管理,2016(4):88-95.

[17] 贾宝全,邱尔发,张红旗. 基于归一化植被指数的西安市域植被变化[J]. 林业科学,2012,48(10):6-12.

[18] 穆少杰,李建龙,陈奕兆,等. 2001—2010 年内蒙古植被覆盖度时空变化特征[J]. 地理学报,2012,67(9):1255-1268.

[19] 张丽,何晓旭,魏鸣. 基于 NDVI 的淮河流域植被覆盖度动态变化[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(S1):51-56.

[20] 甘春英,王兮之,李保生,等. 连江流域近 18 年来植被覆盖度变化分析[J]. 地理科学,2011,31(8):1019-1024.

[21] 张飞,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等. 新疆典型盐渍区植被覆盖度遥感动态监测:以渭干河—库车河三角洲绿洲为例[J]. 林业科学,2011,47(7):27-35.

[22] 阳小琼,朱文泉,潘耀忠,等. 基于修正的亚像元模型的植被覆盖度估算[J]. 应用生态学报,2008,19(8):1860-1864.

[23] 毛留喜,侯英雨,钱拴,等. 牧草产量的遥感估算与载畜能力研究[J]. 农业工程学报,2008,24(8):147-151.

[24] 牛宝茹,刘俊蓉,王政伟. 干旱半干旱地区植被覆盖度遥感信息提取研究[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2005,30(1):27-30.

[25] 熊友胜,何丙辉. 运用 RS 和 GIS 进行植被覆盖分级研究:以重庆合川市为例[J]. 西南农业大学学报,2003,25(2):168-171.

[26] 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.

[27] 胡玉福,邓良基,刘宇,等. 基于 RS 和 GIS 的大渡河上游植被覆盖时空变化[J]. 林业科学,2015,51(7):49-59.

(上接第 300 页)

[7] 宋永永,米文宝,杨丽娜. 基于水足迹理论的宁夏水资源安全评价[J]. 中国农村水利水电,2015(5):58-62.

[8] 刘梅,许新宜,王红瑞,等. 基于虚拟水理论的河北省水足迹时空差异分析[J]. 自然资源学报,2012,27(6):1022-1034.

[9] 赵良仕,孙才志,邹玮. 基于空间效应的中国省际经济增长与水足迹强度收敛关系分析[J]. 资源科学,2013,35(11):2224-2231.

[10] 谷学明,王远,赵卉卉,等. 江苏省水资源利用与经济增长关系研究[J]. 中国环境科学,2012,32(2):351-358.

[11] 潘安娥,陈丽. 湖北省水资源利用与经济协调发展脱钩分析:基于水足迹视角[J]. 资源科学,2014,36(2):328-333.

[12] 余灏哲,韩美. 基于水足迹的山东省水资源可持续利用时空分析[J]. 自然资源学报,2017,32(3):474-483.

[13] 高凡,李玉中,郭家选,等. 农产品水足迹评价研究进展[J]. 中国生态农业学报,2017,25(7):1071-1080.

[14] Qin Luoyi, Bai Xiaoyong, Wang Shijie, et al. Major problems and solutions on surface water resource utilisation in karst mountainous areas[J]. Agriculturad Water Management, 2015,159:55-65.

[15] He Zhonghua, Liang Hong, Yang Chaohui, et al. Temporal-spatial evolution of the hydrologic drought characteristics of the karst drainage basins in South China[J]. International Journal of Appied Earth Observation & Geoinformation, 2018,64:22-30.

[16] 熊康宁,李晋,龙明忠. 典型喀斯特石漠化治理区水土流失特征与关键问题[J]. 地理学报,2012,67(7):878-888.

[17] 赵晨,王远,谷学明,等. 基于数据包络分析的江苏省水资源利用效率[J]. 生态学报,2013,33(5):1636-1644.

[18] Wu Ya, Zhu Qianwen , Zhu Bangzhu. Comparisons of decoupling trends of global economic growth and energy consumption between developed and developing countries[J]. Energ Policy, 2018,116:30-38.

[19] Zhang M, Bai C, Zhou M. Decomposition analysis for assessing the progress in decoupling relationship between coal consumption and economic growth in China [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2018, 129:454-462.

[20] 吴丹. 中国经济发展与水资源利用脱钩态势评价与展望[J]. 自然资源学报,2014,29(1):46-54.