

文章编号:1673-8411(2018)04-0038-04

天宫二号对地观测数据在生态评价中的应用研究

孙明¹, 钟仕全¹, 谢敏², 蒙良莉³

(1. 广西壮族自治区气象减灾研究所/国家卫星气象中心遥感应用试验基地, 南宁 530022;
2. 广西壮族自治区气候中心, 南宁 530022; 3. 广西师范学院地理科学与规划学院, 南宁 530001)

摘要:基于天宫二号宽波段成像仪获取的可见近红外遥感影像,综合利用植被覆盖度指数、土壤亮度指数以及坡度因子,建立多因子综合指数评价模型对马山县进行生态环境适宜性评价,探讨天宫二号宽波段成像仪在生态环境监测中的应用。研究结果显示:(1)天宫二号宽波段成像仪可见近红外影像在生态环境监测方面具有广阔的应用空间;(2)马山县整体生态环境状况较好,生态环境等级主要以中和良为主,占全县总面积的80.65%,等级优的地区占比2.04%,等级差的地区占17.31%。

关键词:天宫二号;宽波段成像仪;综合指数法;生态环境适宜性评价

中图分类号:P407.6

文献标识码:A

Application of Earth Observation Data of Tiangong2 in Ecological Assessment

Sun Ming¹, Zhong Shiquan¹, Xie Min², Meng Liangli³

(1. Institute of Meteorological Disaster Reduction/National Satellite Meteorological Center Remote Sensing Application Test Base, Nanning Guangxi 530022; 2. Guangxi Climate Center, Nanning Guangxi 530022; 3. College of Geographic Science and Planning Guangxi Teachers College, Nanning Guangxi 530001)

Abstract: Taking Mashan County as an example, based on the visible near infrared remote sensing images acquired by using vegetation coverage index, soil brightness index and slope factor, a multi-factor comprehensive index evaluation model was established to evaluate the ecological environment suitability of Mashan County. Additionally, this paper explored the application of Tiangong 2 wide-band imager in ecological environment monitoring. The results show that (1) the visible near infrared images of Tiangong 2 have broad application space in ecological environment monitoring. (2) The overall ecological environment of Mashan County is in good condition, the grade of which is mostly neutral and good, accounting for 80.65% total area of the county; the proportion of superior grade inferior grade is 2.04% and 17.31%, respectively.

Keywords: Tiangong 2; broadband imager; comprehensive index method; natural ecological environment evaluation

生态环境是人类赖以生存发展的物质基础,人类活动影响其所在的生态环境变化,反过来生态环境状况的好坏直接关系到人类社会的可持续发展的能力^[1]。人们对自然生态环境质量的重视程度逐渐提高,传统的环境评价方法越来越满足不了社会发展的需要,而遥感技术由于具有快速、实时和大范围获取数据的优势^[2-5],被广泛应用于生态环境各个领

域,为生态环境动态监测、评价环境质量提供了来源和有效手段^[6]。目前,生态环境质量的评价逐步由定性转为定量^[7-11],遥感技术发展为生态环境的时空变化定量化评价提供了有力的支持。目前,基于遥感的综合指数法在国内运用较为成熟^[12-15],利用与生态环境密切相关的因子,如植被覆盖度、土壤指数、坡度指数、生态系统净初级生产力等,根据不同因子

收稿日期:2018-9-25

基金项目:广西重点研发计划“基于‘3S’的广西喀斯特地区植被生态质量监测评估技术研究”(桂科AB17292051)资助。

作者简介:孙明(1986-),男,硕士研究生,工程师,主要从事生态遥感应用研究,E-mail:msunies@163.com。

对生态环境的贡献程度大小赋予不同权重,通过对不同因子的加权叠加,得出自然生态环境评价模型。本文以“天宫二号”太空实验室所搭载的宽波段成像仪影像为数据源,综合利用植被覆盖度、土壤亮度以及地形坡度因子,构建马山县生态环境质量定量评价模型,探讨天宫二号宽波段成像仪在生态环境监测中的应用,研究成果能够为决策部门科学地进行生态环境保护与修复提供支撑,对该数据的应用推广具有积极的意义。

1 研究区概况

马山县隶属于广西壮族自治区南宁市,地处桂中南部,大明山北麓,属亚热带季风气候区。东部多大石山,西部多丘陵,地形以喀斯特石山为主,是全区有名的山区县之一。马山县行政区域总面积234100km²,其中:石山区面积131800km²,占全县总面积的56.30%;丘陵面积为102300km²,占43.70%。

2 材料与方法

2.1 数据源

表1 天宫二号宽波段成像仪参数

数据指标	宽波段成像仪 可见近红外谱段	宽波段成像仪 短波红外谱段	宽波段成像仪 热红外谱段
通道范围	V1:0.970-0.990		
	V2:0.930-0.950		
	V3:0.895-0.915		
	V4:0.845-0.885		
	V5:0.810-0.830		
	V6:0.740-0.760		
	V7:0.6775-0.6875	S1:1.23-1.25	T1:8.125-8.825
	V8:0.655-0.675	S2:1.63-1.65	T2:8.925-9.275
	V9:0.610-0.630		
	V10:0.555-0.575		
	V11:0.510-0.530		
	V12:0.480-0.500		
	V13:0.433-0.453		
	V14:0.403-0.423		
空间分辨率	100	200	400
视场		42°	
幅宽(km)		300	
绝对辐射定标精度		可见近红外:10% 热红外:2K	

宽波段成像仪是新一代宽波段、宽视场和“图谱合一”的光学遥感器,具有可见近红外、短波红外和热红外三个谱段,在400km的轨道下,空间分辨率分别是100m、200m和400m,成像宽度可以达到300km(详见表1),适宜开展内陆湖泊、陆地大尺度土壤和

植被分布等地标探测、水汽与气溶胶等大气探测,以及海洋和海岸带水色、水温、海水污染探测等方面应用。本文所用数据可见近红外波段影像,成像时间为2017年12月21日。

2.2 研究方法

本研究基于综合指数法对马山县生态环境的健康状况进行评价,通过遥感影像技术提取植被覆盖度、土壤指数和坡度3个生态因子指数,经过归一化处理和指数的叠加,得到最终马山县自然生态环境评价模型。

(1)遥感影像预处理。宽波段成像仪的可见近红外通道影像为L2级,进行了系统几何校正,还需要进行几何精校正,本文以landsat8 OLI数据为参考影像,对天宫二号影像进行校正,校正精度控制在0.5像元内,利用行政边界数据对影像进行裁切,得到马山县的天宫二号宽波段成像仪的遥感影像(图1,见彩页)。

(2)植被覆盖度。植被覆盖度能够反映生态环境质量是否适合植被生长,是表征植被的一个重要生物参量,其遥感估算模型^[16]可以表示为:

$$f = (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \quad (1)$$

式中,NDVI为归一化植被指数,NDVI_{max}和NDVI_{min}分别为研究区内最大和最小NDVI值,根据5%的累计百分比选择置信度区间,最后由Band Math计算结果。

(3)土壤亮度指数。土壤亮度指数对生态环境的优劣有一定的指示意义,其遥感估算模型^[17]为:

$$NDSI = (Red - Green) / (Red + Green) \quad (2)$$

(4)生态因子归一化处理及生态环境评价。由于各个指标的量纲不一致,没有可比性,因此要对各因子做归一化处理。各指标量化分值依照其对生态环境质量的贡献程度采用统一顺序的原则,即按照它们对生态环境正向影响的大小从高到低分为10个等级,以此为依据,根据以下公式进行环境综合评价^[18]:

$$E = W_1FC + W_2NDSI + W_3S \quad (3)$$

在公式(3)中,E为自然生态环境的综合指数,W是根据生态因子的贡献度估算的权重,FC,NDSI,S分别为植被覆盖度、土壤亮度指数和坡度。通过专家打分法得到3个生态因子的权重:W₁=0.65,W₂=0.25,W₃=0.1。

3 结果与分析

3.1 植被覆盖度分析

通过ENVI软件计算可以得到像元值、像元个数

表2 植被覆盖度归一化指数

覆盖度(%)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
占比(%)	2.66	4.46	7.52	11.38	15.16	18.24	19.06	14.94	5.92	0.66

表3 土壤亮度归一化指数

亮度指数	13-17	1-22	22-27	27-32	32-37	37-42	42-47	47-52	52-56	56-60
等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
占比(%)	0.01	0.08	1.64	12.00	21.24	34.44	25.73	4.60	0.24	0.02

表4 坡度归一化指数

坡度	81° -90°	72° -81°	63° -72°	54° -63°	45° -54°	36° -45°	27° -36°	18° -27°	9° -18°	0° -9°
等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
占比(%)	0.25	0.20	0.22	0.96	4.20	9.08	13.93	20.25	27.36	23.55

及累计百分比的统计结果,以5%的累计百分比的统计结果,以5%的累计百分比,同时对比直方图,确定置信度区间:有效最大值和最小值对应的像元为 $NDVI_{min}=0.01$, $NDVI_{max}=0.64$ 。根据植被对生态环境的贡献程度,依据植被覆盖度将像元分为10级,计算后结果如表2所示。

通过密度分割可以得到马山县植被覆盖度状况(图2,见彩页),从图中我们可以看出,马山县的植被覆盖度分布较为平均,全县植被覆盖度高于50%的区域约占全县面积的60%,植被覆盖度最高的区域主要集中在中部的大明山区;县城东北部以及西南部为岩溶山区,植被多为低矮灌草,植被覆盖度在50%~80%;植被覆盖度低于10%的区域主要集中在马山县城以及岩溶地区的裸露地带。

3.2 土壤亮度指数分析

土壤亮度指数能够较好地反映土壤被侵蚀的程度,从而在一定程度上表达了土壤的健康状态。依照上述方法可以计算得到马山县的土壤亮度指数,对其做归一化处理后,计算结果如图3(见彩页)所示。

从图4(见彩页)可以看出,土壤健康状况分布于植被盖度表现出很强的相关性。从空间分布上看,受植被保育土壤作用的影响,指数最高值出现在中部大明山地区,其次为东北部与西南部的岩溶石漠化地区,最低值出现在县城区域以及岩溶石漠化地区的裸土地块。从结构上看,等级4~7的地区占全县面积的93%以上,等级在8以上的不足5%,等级在3以下的不足2%,呈正态分布。

3.3 坡度分析

坡度是造成水土流失的最大因素。通常情况下土壤侵蚀量与坡度呈正相关。根据DEM影像可以直接提取坡度信息,按坡度越低越有利于土地资源利用和减少灾害发生的原则,对坡度状况进行归一化,将坡度从高到低赋予1~10级(图4,见彩页)。

马山县坡度在36°以下区域占全县面积的94%以上,其中,坡度在27°以下区域占全县面积的71%,主要分布在县城区、岩溶石漠化裸土区以及大明山的大部分地区;坡度在63°以上的区域不足1%。

3.4 自然生态环境评价

根据综合指数模型,对植被覆盖度归一化指数、土壤亮度归一化指数以及坡度归一化指数进行波段叠加运算,结合野外调查数据,将马山县生态环境质量划分为优、良、中、差4个级别,不同等级的环境状况指数的空间分布特征,体现了环境状况的区域性差异(图5,见彩页)。利用广西石漠化区分布矢量数据对马山县生态环境质量等级数据进行裁剪,对石漠化区与非石漠化区分别进行统计,不同等级统计结果见表5。

表5 马山县生态环境质量等级统计

环境等级	综合评价指数	占比(%)	岩溶山区 占比(%)	非岩溶山区 占比(%)
差	1-4	17.31	13.76	3.55
中	4-6	42.93	32.78	10.15
良	6-9	37.72	19.48	18.24
优	9-10	2.04	0.42	1.62

结果显示,马山县整体生态环境状况较好,生态环境等级主要以中和良为主,占全县总面积的80.65%,主要分布在大明山区以及岩溶石漠化区;等级优的地区主要分布在大明山区,仅占比2.04%,其中,等级为优的部分79%分布在非岩溶山区;等级为差的主要分布在马山西南部的永州市、马山县城、东北部的金钗镇等人类活动较为密集的区域以及岩溶石漠化地区的裸地区域,占全县面积的17.31%;其中,79%的等级为差的区域主要分布在岩溶山区。受卫星成像时间的限制,本文所用的天宫二号成像时间为2017年12月21日,马山县主要的粮食作物以水稻和玉米为主,在12月底均已完成收割,导致农田区域的地表呈现裸露状态,进而影响该地区的植被覆盖度指标,导致农田区域的环境等级被分为差的等级,后期可以利用多时相的遥感影像对马山县生态环境等级进行精度的修订。

4 结论与讨论

(1)天宫二号宽波段成像仪可见近红外影像在生态环境监测方面具有广阔的应用空间,配合短波红外谱段影像以及热红外谱段影像,能够实现对地表生态环境的全方位监测。

(2)马山县的生态环境质量总体较好,生态环境质量主要以中和良为主,占全县总面积的80.65%;等级差的区域主要分布在岩溶石漠化地区;等级为优的区域较少,仅占全县总面积的2.04%,主要分布在大明山区。

(3)选取植被覆盖度、土壤亮度指数以及坡度作为环境因子进行研究,一定程度上揭示了马山县自然生态环境的总体状况及空间差异,具有一定的参考意义;但仅以3个因子进行综合评价得出的结果并不全面,在后续的研究中,可以进一步考虑使用天宫二号宽波段成像仪的热红外谱段数据反演地表温度产品,综合生物丰度等因子,对生态环境质量进行全面、综合的评价,以期得到更为准确的评价模型。

参考文献:

- [1] 叶骏菲,文秀,林奕桐,等.基于遥感的南宁城市热岛效应时空演变分析[J].气象研究与应用,2018,39(1):55-58.
- [2] 陈兴鹏,黄淑娥,樊建勇,等.基于FY-3A/VIRR卫星资料

的江西省大雾遥感监测[J].气象研究与应用,2018,39(1):91-95+153.

- [3] 孙明,钟仕全,莫建飞,等.基于高分卫星遥感数据的广西中小流域地表植被特征分析[J].气象研究与应用,2017,38(1):79-81+86+173.
- [4] 钟喆,华瑾,陈俊雄.广西沿海城镇建设格局时空演化研究[J].气象研究与应用,2016,37(4):73-76.
- [5] 钟仕全,莫建飞,罗永明,等.基于GF-1遥感数据监测的岩溶洼地洪涝灾害特征分析[J].气象研究与应用,2016,37(1):83-87+132.
- [6] 常中兵,秦奋,韩志刚,等.基于RS和GIS的河南省生态环境质量动态评价[J].水土保持通报,2017,37(4):132-137+345.
- [7] 徐升,布仁图雅.安徽省2015年生态环境状况遥感监测与评价[J].环境与发展,2016,28(3):24-28.
- [8] 万本太,王文杰,崔书红,等.城市生态环境质量评价方法[J].生态学报,2009,29(3):1068-1073.
- [9] 李丽,张海涛.基于BP人工神经网络的小城镇生态环境质量评价模型[J].应用生态学报,2008,19(12):2693-2698.
- [10] 李崧,邱微,赵庆良,等.层次分析法应用于黑龙江省生态环境质量评价研究[J].环境科学,2006(5):1031-1034.
- [11] 郑新奇,王爱萍.基于RS与GIS的区域生态环境质量综合评价研究——以山东省为例[J].环境科学学报,2000(4):489-493.
- [12] 陈志云,张泽洋.基于综合指数法的太原市自然生态环境评价[J].嘉应学院学报,2018,36(2):62-67.
- [13] 王钊齐,李建龙,杨悦,等.基于遥感的城市生态环境质量动态变化定量评价——以江苏省宜兴市为例[J].宁夏大学学报(自然科学版),2017,38(3):294-301.
- [14] 牛安逸,马姣娇,陈志云.基于遥感技术及综合指数法的广州市自然生态环境评价[J].中国城市林业,2015,13(6):11-15+63.
- [15] 周雪欣,罗昊.基于GIS与RS技术的北盘江流域生态环境质量评价研究[J].环境科学与管理,2018,43(7):178-182.
- [16] 朱邦耀,李国柱,刘春燕,等.基于RS和GIS的吉林省人居环境自然适宜性评价[J].国土资源遥感,2013,25(4):138-142.
- [17] 周小成,汪小钦,江洪,等.九龙江流域生态环境质量遥感评价与分析[J].地球信息科学学报,2009,11(2):231-236.
- [18] 李博伦,遆超普,颜晓元.Landsat 8陆地成像仪影像的缨帽变换推导[J].测绘科学,2016,41(4):102-107.