

莫建飞,陈诚,陈燕丽,等. 2000—2019 年广西喀斯特地区植被分布格局及时空变化分析[J]. 气象研究与应用,2022,43(4):13-19.
Mo Jianfei,Chen Cheng,Chen Yanli,et al. Analysis of vegetation distribution pattern and temporal and spatial changes in karst region of Guangxi during 2000 to 2019[J]. Journal of Meteorological Research and Application,2022,43(4):13-19.

2000—2019 年广西喀斯特地区植被分布格局及时空变化分析

莫建飞^{1,2}, 陈 诚^{1,2}, 陈燕丽^{1,2}, 周希源³, 孙 明^{1,2}

(1.广西壮族自治区气象科学研究所, 南宁 530022; 2.广西壮族自治区生态气象和卫星遥感中心, 南宁 530022; 3.桂林市气象局, 广西 桂林 541001)

摘要: 利用 2000—2019 年 5 个时相的陆地资源卫星 TM/ETM/OLI 遥感影像数据,结合基础地理信息数据,综合利用植被指数、空间主成分分析、最大似然监督分类和决策树判别方法,获得了 20a 广西森林、灌草、农用植被信息数据。利用 GIS 技术、时空变化模型和土地利用转移矩阵,分析 20a 广西喀斯特地区植被分布格局及时空变化特征。结果表明,在广西喀斯特地区,植被分布格局差异显著,灌草分布面积最广,农田植被次之,森林植被最小;植被分布动态变化较剧烈,2000—2019 年植被总面积总体呈减少变化趋势,其中 2000—2015 年植被分布面积动态变化较剧烈,之后开始减弱;植被类型之间均存在相互转移变化,灌草植被转移变化最小、稳定性最高,森林次之,农田植被最低。

关键词: 植被分布格局;时空变化;监督分类;GIS;广西喀斯特地区

中图分类号: Q948

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2022.4.03

引言

喀斯特地区是广西典型的生态脆弱区域,由于土地石漠化,严重制约了社会经济发展和人民生活条件的改善,是自治区政府开展生态文明建设重点关注的区域。喀斯特地区植被以灌木、灌草、草地为主,是气候变化、气象灾害影响的敏感区,开展生态恢复治理难度大。摸清喀斯特地区植被生态系统分布格局,是开展该地区生态恢复治理、提高该地区生态环境质量的重要工作。

区域下垫面植被信息的准确提取是了解其分布状况的关键。利用遥感对地观测实时、快速、准确、大范围地获取多源、多尺度、多时相、多光谱遥感数据,对区域不同时期的多幅遥感影像和相关地理环境进行比较、分析,获取植被资源的动态变化信息,已经成为植被分布变化监测研究的重要技术手段。利用多时相遥感数据对植被分布进行变化分析和动态监

测,可获得连续的空间分布信息和时序变化信息,提高了植被调查成果的时空分辨率,促进了植被资源的监测效率和监测水平。目前,随着遥感数据源日益剧增,基于多时相遥感影像的植被变化分析方法,在国内外得到了广泛应用^[1-7]。在国内学者们主要对太白山山区植被^[8]、庐山自然保护区植被^[9]、南京市植被^[10]、西沙群岛植被^[11]、浙江省近 30a 的森林^[12]、林芝地区森林^[13]、三峡大坝及周边区域^[14]、广西遥感本底^[15]等进行了时空变化分析。但鲜见针对喀斯特地区的植被分布格局及时空变化研究报道。

广西喀斯特石漠化地区,由于地形复杂、地表破碎,传统的植被调查费时、费力、调查范围小,对于地形复杂不能到达的区域,数据获取困难。遥感技术获取的多时相影像提取长时间序列植被信息,弥补了传统喀斯特地区植被调查的不足。鉴于此,利用 2000 年以来多时相的陆地资源卫星 TM/ETM/OLI 遥感影像数据,结合基础地理信息数据及野外调查

收稿日期: 2022-07-30

基金项目: 广西重点研发计划项目(桂科 AB17292051、桂科 AB21238010、桂科 AB20159022)、广西气象局重点项目(桂气科 2019Z04)

作者简介: 莫建飞(1978—),男,硕士,高级工程师,主要从事生态遥感与 GIS 应用研究。E-mail: mojfei@163.com

等资料,利用植被指数、空间主成分分析、最大似然监督分类和决策树判别方法,获得了 20a 广西森林、灌草、农用植被信息数据。利用 GIS 技术、时空变化模型和土地利用转移矩阵,分析近 20a 广西植被分布格局及时空变化特征,为广西喀斯特地区植被变化分析与评价、植被资源管理与规划、生态修复与评价等提供有效信息支持与重要决策依据。

1 资料及处理

1.1 研究区概况

广西喀斯特地区集中分布于北纬 21°57′~26°06′,东经 105°02′~111°43′之间,主要包括西江流域中上游的河池市、百色市、桂林市、崇左市、南宁市等老、少、边、山地区。研究区整体地势由桂西、桂西北、桂东北部逐步向桂中、桂东南倾斜;地貌以峰丛洼地、峰林谷地、孤峰、残丘等类型为主,峰丛洼地主要分布于桂西、桂西北,海拔可达 1000m 以上,峰林谷地主要分布于桂北、桂东北、桂中、桂西以及桂西南部分地区,多为长条状谷地或者为宽阔的溶蚀洼地,孤峰、残丘分散式分布于溶蚀平原之上;气候类型属于亚热带季风气候,雨热同期,降水量时空分布不均,年平均气温 17~23℃,年降雨 1100~1500mm;研究区总人口约占广西总人口的一半左右,经济发展相对落后,是广西生态保护和生态恢复治理的重点关注区域(图 1)。

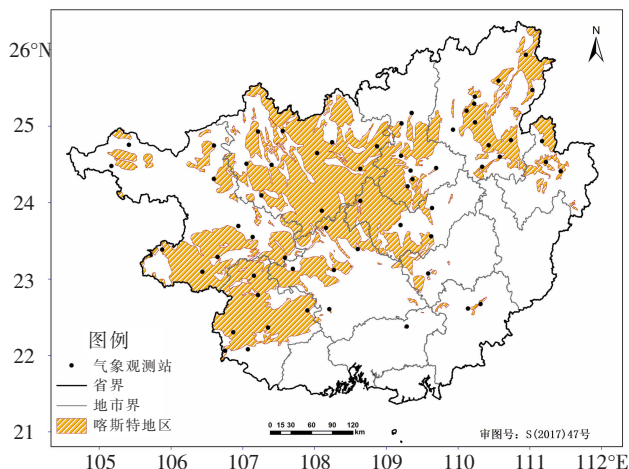


图 1 研究区示意图

1.2 数据源及处理

研究数据主要包括卫星遥感数据、地理信息数据,栅格数据统一空间分辨率为 30m×30m、投影方式为 CGCS2000_GK_Zone_18。

1.2.1 Landsat 卫星遥感数据

选用覆盖广西全境晴空 2000—2019 年 103 景 30m 分辨率 Landsat TM/ETM/OLI 卫星遥感影像数据,其中,2005、2010 二个时相为 Landsat5 的 TM 遥感影像数据;2000 时相为 Landsat7 的 ETM 遥感影像数据;2015、2019 时相为 Landsat8 的 OLI 遥感影像数据。以配准好的广西 1988 时相的 30m×30m 分辨率 TM 遥感影像为基准,采用图像对图像的方法选取适当的控制点,利用三次卷积和最邻近内插法,对图像进行几何精度纠正,误差控制在 1~2 个像元内。应用查找表法进行辐射定标,使用开源的 6S 模型进行大气校正处理,选取 543 波段或者 743 波段进行图像增强和图像镶嵌,利用广西喀斯特地区边界数据进行裁剪,生成广西喀斯特地区卫星遥感影像图。

1.2.2 地理信息数据

地理信息数据来源于广西气象信息中心,主要包括 1:250000 广西行政边界、行政区点、水系、道路、数字高程模型(DEM)、喀斯特区边界数据等基础地理数据;野外调查样点经纬度数据。

2 研究方法

2.1 植被类型遥感信息提取方法

植被类型信息提取方法实现喀斯特地区植被的森林、灌草和农田的三种分类。利用 Landsat 卫星遥感影像数据,计算归一化植被指数(NDVI)、主成分变换(PCA),将 PCA 得到贡献最大的分量作为红波段,NDVI 作为绿波段,Landsat TM1 作为蓝波段进行假彩色合成。采用分层分类的方法,首先将假彩色合成的遥感影像地类划分为植被类(森林、灌草和农田)与非植被类(城镇、裸地及水体)两个大类,然后采用监督分类和决策树判别法,在绿色植被范围内进一步分离森林、灌草和农田植被。

2.1.1 NDVI 算法

归一化植被指数是指卫星遥感影像的近红外波段反射值与红光波段反射值之差比上两者之和,公式如下^[16]:

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

式中: NIR 和 R 分别代表卫星遥感影像的近红外波段和红波段的反射值。

2.1.2 主成分分析法

主成分分析可以将原来多波段影像中的有用信

息集中到尽可能少的新主成分影像中,并使各主成分包含的信息彼此不重叠,从而减少总数据量,消除冗余信息,突出有效信息^[17]。主成分分析法是在统计特征基础上的多维正交线性变换。先计算参与融合波段 TM/ETM/OLI 影像的相关矩阵,再由相关矩阵计算特征值及其贡献率。通过统计分析,Landsat 影像第一主成分量 PC1 均占到 70% 以上。因此,将 PC1 作为红波段。

2.1.3 最大似然监督分类法

根据森林、灌草和农田植被的光谱特征变化,依据实地调查结果,结合影像纹理特征,建立广西喀斯特地区各植被类型遥感解译标志,采用最大似然法对植被类遥感影像进行粗分类。最大似然法监督分类模型如下^[18]:

$$g_i(x)=p(w_i|x)=p(x|w_i)p(w_i)/p(x) \quad (2)$$

式中: $p(x|w_i)$ 为 w_i 观测到 x 的条件概率; $p(w_i)$ 是类别 w_i 的先验概率; $p(x)$ 是 x 与类别无关情况下的出现概率。

2.1.4 决策树判别分类法

广西喀斯特地区森林的主要分布区域多为高山区域,海拔较高;农田主要集中在洼地区域,地势较低,海拔在 0~200m 之间;而灌草分布区域多为石漠化较为严重的区域,地形多为峰丛地貌,遥感影像纹理特征较为明显,海拔明显高于农田,却远低于森林。利用 GIS 技术,将植被遥感粗分类结果(VEG)进行赋值,其中森林植被赋 1,灌草植被赋 2,农田植被赋 3。基于 DEM 数据,结合森林、灌草以及农田的 DEM 高程分布特征,通过决策树判别法对粗分类的结果进一步归类,最终得到森林、灌草和农田的分类结果。决策树判别法模型如下图 2 所示:

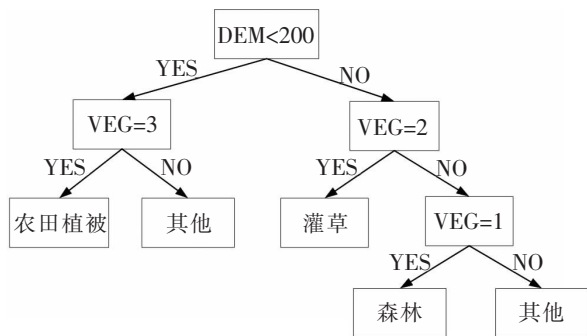


图 2 植被类型决策树判别模型

2.2 植被分布时空演变分析方法

2.2.1 植被动态变化度计算方法

采用时空变化模型,计算广西喀斯特地区植被

动态变化度,公式如下^[19]:

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times 100\% \quad (3)$$

式中: K 为植被动态度,单位为%; U_a 和 U_b 代表研究初期和末期的植被面积,单位为 km^2 ; T 为研究时段长,单位为年。

2.2.2 植被类型转移分析方法

利用土地利用转移矩阵,分析 2000 年与 2005 年、2005 年与 2010 年、2010 年与 2015 年、2015 年与 2019 年四个时期植被类型转移方面和面积大小,公式如下^[20]:

$$S_{ij}=\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

式中: S_{ij} 为研究初期 $i(i=1,2,3,\cdots,n)$ 和末期 $j(j=1,2,3,\cdots,n)$ 的植被类型面积,单位为 km^2 ; n 为植被类型数目,本研究 $n=3$ 。

3 结果与分析

3.1 广西喀斯特地区植被分布格局

广西喀斯特地区植被类型以灌草(灌丛、灌木、草地)分布最广,无论在哪个时期,灌草都占喀斯特地区面积的 40% 以上;其次是农田植被,在五个时相内的面积比例在 35% 左右;森林面积最小,面积比例在 13% 左右(表 1)。

从植被变化情况看,广西喀斯特地区森林、灌草面积呈现增加趋势,农田植被面积呈现减少趋势。其中,森林、灌草占比从 2000 年 8.61%、44.35% 增加至 2019 年 17.01% 和 49.24%,农田占比由 2000 年 44.05% 减至 2019 年 29.56%。

从植被空间分布上看,森林以片状分布为主,主要分布在河池市的西北部和东北部、来宾市的西北部、桂林市的东北部、崇左市的西部、百色市的西南部;灌草以面状分布为主,主要分布在河池市中南部、柳州市中部、崇左市北部、百色市北部和南部;农田植被以点状、线性、面状分布为主,点状和线状主要分布在河池市、百色市、来宾市的洼地、谷地地带;面状主要分布在崇左市、柳州市、桂林市、南宁市平原地带(图 3)。

3.2 广西喀斯特地区植被动态变化特征

从植被总体上看,五个时相广西喀斯特地区植被的动态度在 -0.12% ~ -0.03% 之间,说明该五时相

表 1 广西喀斯特地区植被类型面积统计

时间	森林		灌草		农田	
	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%
2000 年	628838.40	8.61	3237880.76	44.35	3215861.10	44.05
2005 年	906460.41	12.42	3252008.72	44.54	2908115.11	39.83
2010 年	981357.58	13.44	3304026.32	45.26	2764061.03	37.86
2015 年	1162455.79	15.92	3425778.19	46.92	2418019.91	33.12
2019 年	1241681.73	17.01	3594702.23	49.24	2158278.13	29.56
平均值	984158.78	13.48	3362879.24	46.06	2692867.06	36.88

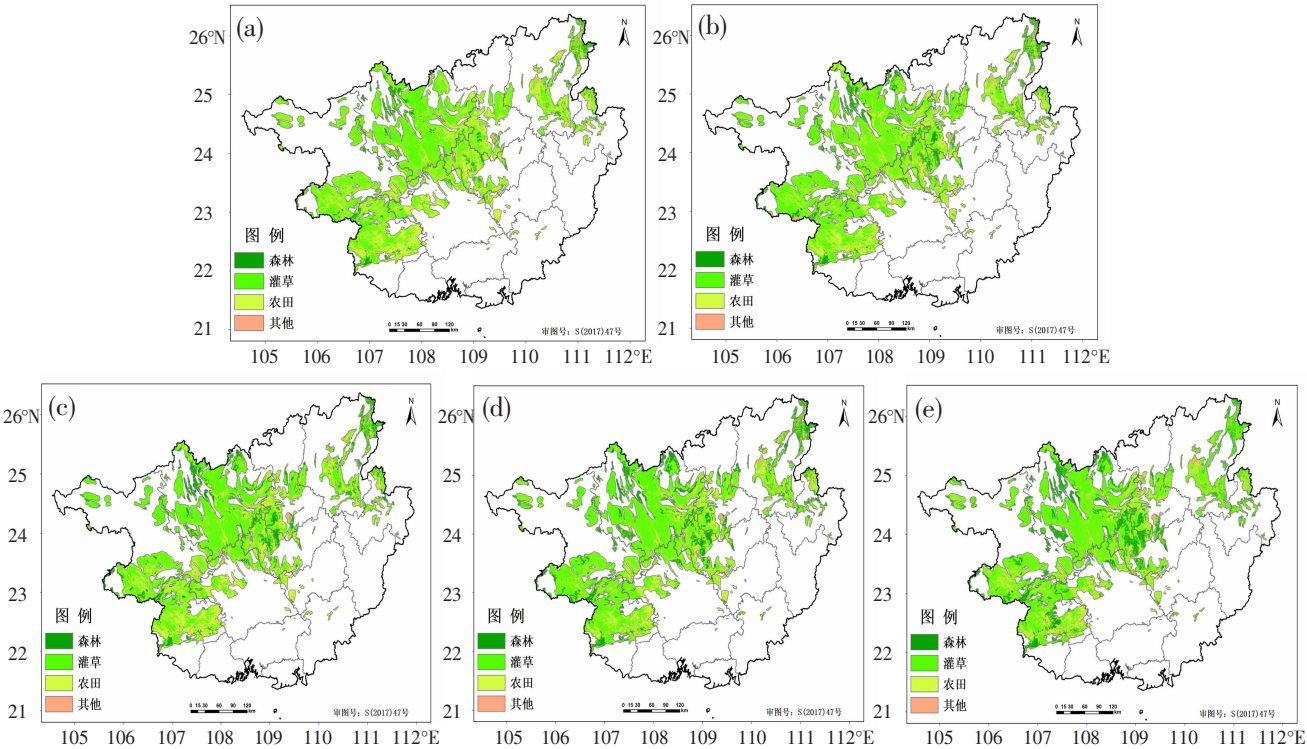


图 3 广西喀斯特地区植被空间分布图

(a)2000 年;(b)2005 年;(c)2010 年;(d)2015 年;(e)2019 年

的植被面积是递减的变化状态，其中 2010 年至 2015 年期间植被面积变化程度最为剧烈,年均减少率为 0.12%,2015 年至 2019 年期间有所恢复,年均减少率为 0.03%,为五个时相中最小年均减少率。从植被类型上看,2000—2019 年五个时相森林、灌草的动态度均大于 0,其中,森林的动态度最大,五个时段的年平均增长率为 3.88%,是广西喀斯特地区植被面积演变的主导因子,灌草的动态度次之,五个时段的年平均增长率为 0.54%,且呈现逐年增长趋势;农田植被的动态度均小于 0,五个时段的年平均减少率为 1.89%,且在 2010 年以后减少最为剧烈,其中,2010 年至 2015 年期间农田植被减少率达 2.5%(表 2)。

3.3 广西喀斯特地区植被类型时空转移分析

3.3.1 转移矩阵计算

利用土地利用转移矩阵和 GIS 空间分析方法,对广西喀斯特地区植被类型数据进行处理分析,转移矩阵如下表 3—6 所示。

3.3.2 转移矩阵分析

2000—2005 年、2005—2010 年、2010—2015 年、2015—2019 年四个时期,对广西喀斯特地区森林、灌草、农田植被进行转移分析。

(1)森林转移分析

2000—2019 年四个时期,广西喀斯特地区森林转出与转入比较高,占比分别为 41.66%、65.81%、58.28%、81.85%,无变化的森林面积占比分别为

表 2 2000—2019 年广西喀斯特地区植被动态度

时间	森林		灌草		农田		植被	
	面积/hm ²	动态度/%	面积/hm ²	动态度/%	面积/hm ²	动态度/%	面积/hm ²	动态度/(%)
2000	628838.40	\	3237880.76	\	3215861.10	\	7082580.26	\
2005	906460.41	8.83	3252008.72	0.09	2908115.11	-1.91	7067475.93	-0.04
2010	981357.58	1.65	3304026.32	0.32	2764061.03	-0.99	7049642.17	-0.05
2015	1162455.79	3.69	3425778.19	0.74	2418019.91	-2.50	7006696.67	-0.12
2019	1241681.73	1.36	3594702.23	0.99	2158278.13	-2.15	6994897.02	-0.03
平均值	984158.78	3.88	3362879.24	0.54	2692867.06	-1.89	7040258.41	-0.06

表 3 2000—2005 年广西喀斯特地区植被类型转移矩阵 (hm²)

植被类型		2000 年				
		森林	灌草	农田	非植被类型	合计
2005 年	森林	430576.98	274643.51	192557.97	8681.95	906460.40
	灌草	78563.42	2461351.42	687321.55	24772.33	3252008.73
	农田	108519.96	474318.12	2241555.42	83721.69	2908115.19
	非植被类型	11178.04	27567.71	94426.16	101006.23	234178.15
	合计	628838.40	3237880.76	3215861.10	218182.20	7300762.47

表 4 2005—2010 年广西喀斯特地区植被类型转移矩阵 (hm²)

植被类型		2005 年				
		森林	灌草	农田	非植被类型	合计
2010 年	森林	762312.89	96998.68	116599.09	5447.41	981358.06
	灌草	97957.21	2593932.39	586834.49	25302.23	3304026.32
	农田	40339.25	538114.35	2124391.47	61216.40	2764061.46
	非植被类型	5851.06	22963.31	80290.07	142212.07	251316.50
	合计	906460.41	3252008.72	2908115.11	234178.11	7300762.35

表 5 2010—2015 年广西喀斯特地区植被类型转移矩阵 (hm²)

植被类型		2010 年				
		森林	灌草	农田	非植被类型	合计
2015 年	森林	728338.99	194753.41	222573.53	16792.45	1162458.39
	灌草	132012.97	2659591.49	609822.07	24352.47	3425778.99
	农田	106199.72	417320.72	1824110.42	70390.00	2418020.86
	非植被类型	14759.50	32361.00	107555.00	139783.00	294458.50
	合计	981356.45	3304026.62	2764061.03	251317.92	7300762.02

表 6 2015—2020 年广西喀斯特地区植被类型转移矩阵 (hm²)

植被类型		2015 年				
		森林	灌草	农田	非植被类型	合计
2019 年	森林	805183.79	276417.00	147662.94	12418.00	1241681.73
	灌草	299499.75	2625874.75	618382.73	50945.00	3594702.23
	农田	48616.25	488704.64	1531043.25	89914.00	2158278.13
	非植被类型	9156.00	34782.00	120931.00	141231.00	306100.00
	合计	1162455.79	3425778.39	2418019.91	294508.00	7300762.09

68.47%、84.10%、74.22%、69.27%；森林主要转向灌草和农田，分别平均占总转出面积的 60.9%、34.57%，转向非植被类型较少，平均占总转出面积的 4.53%；新增森林中，绝大部分来源于灌草和农田，平均占比为 52.55%、44.70%，仅少部分来源于非植被类型；森林面积逐渐增加，分别占总面积的 12.42%、13.44%、15.92%、17.01%。

(2) 灌草转移分析

2000—2019 年四个时期，广西喀斯特地区灌草转出与转入比更高，占比分别为 98.21%、92.67%、84.11%、82.56%，无变化的灌草面积占比分别为 76.02%、79.76%、80.50%、76.65%；灌草转向农田的面积最多，平均占总转出面积的 67.18%，转向森林的面积次之，平均占总转出面积的 28.72%，转向非植被类型最少，平均占总转出面积的 4.22%；新增灌草中，大部分来源于农田和森林，平均占比为 78.25%、17.97%，仅少部分来源于非植被类型；灌草面积逐渐增加，分别占总面积的 44.54%、45.26%、46.92%、49.24%。

(3) 农田植被转移分析

2000—2019 年四个时期，广西喀斯特地区农田植被转出与转入比最高，占比分别为 146.17%、122.52%、158.26%、141.41%，无变化的农田植被面积占比分别为 69.70%、73.05%、65.99%、63.32%；农田植被主要转向灌草，平均占总转出面积的 70.01%，转向森林的面积次之，平均占总转出面积的 17.84%，转向非植被类型最少，平均占总转出面积的 11.25%，主要集中在市县建城区；新增农田植被中，大部分来源于灌草，平均占比为 75.87%，来源于森林和非植被类型相当，平均占比为 12.06%、12.08%；农田植被面积逐渐减少，分别占总面积的 39.83%、37.86%、33.12%、29.56%。

由上述分析可知，20a 广西喀斯特地区植被分布格局及时空变化差异显著。广西喀斯特地区植被总面积总体呈减少趋势，其中森林和灌草为增加，农田为减少；植被类型之间均存在相互转移变化，森林主要转向灌草，灌草主要转向农田，农田主要转向灌草。联系实际，植被类型变化转移原因可能与国家石漠化治理“退耕还林还草”政策、城市化进程建设项目占用或非农活动导致耕地减少、农村劳动人口外出务工导致耕地丢荒等原因有关。

4 结论

(1) 广西喀斯特地区植被分布格局差异明显。灌

草分布面积最广，占喀斯特地区面积的 40% 以上，以连片状分布为主，主要分布在河池市中南部、柳州市中部、崇左市北部、百色市北部和南部丘陵地带；农田植被分布面积次之，占喀斯特地区面积的 35% 左右，以点状、线性、面状分布为主，点状和线状主要分布在河池市、百色市、来宾市的洼地、谷地地带；面状主要分布在崇左市、柳州市、桂林市、南宁市平原地带；森林分布面积最小，占喀斯特地区面积的 13% 左右，以片状分布为主，主要分布在河池市的西北部和东北部、来宾市的西北部、桂林市的东北部、崇左市的西部、百色市的西南部山区地带。

(2) 广西喀斯特地区植被分布动态变化较剧烈。按时段分析，2000—2005 年、2005—2010 年、2010—2015 年、2015—2019 年四个时期广西喀斯特地区植被总面积总体呈减少变化趋势，平均植被动态度为 -0.06%，其中，前三个时期植被分布面积动态变化较剧烈，植被动态度为 -0.12%~-0.04%，最后一个时段变化减弱，植被动态度为 -0.03%。按类型分析，森林、灌草分布面积呈增加变化趋势，其中，森林分布面积变化最剧烈，是广西喀斯特地区植被面积演变的主导因子，灌草分布面积变化次之，也呈现逐年增长趋势；农田植被分布面积则呈减少变化趋势，且在 2010 年以后减少最为剧烈。

(3) 广西喀斯特地区植被类型之间均存在相互转移变化。灌草植被转移变化最小、稳定性最高，四个时期没有发生类型变化的面积占比平均达 78.2%，森林次之，为 74.0%，农田植被最低，为 68.0%。三种类型植被相互转化中，森林主要转向灌草，灌草主要转向农田，农田主要转向灌草，四个时段转移面积占比平均分别为 60.9%、67.18%、70.01%。

参考文献：

- [1] Gupta D M, Munshi M K. Urban change detection and land-use mapping of Delhi [J]. International Journal of Remote Sensing, 1985, 6(3-4): 529-534.
- [2] Grover K, Quegan S. Quantitative estimation of tropical forest cover by SAR[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1999, 37(1): 479-490.
- [3] LU, D, Mousel P, Brondizid E S, et al. Change detection of successional and mature forests based on forest stand characteristics using multitemporal TM data in the Altamira, Brazil[C]. XXII FIG International Congress, ACSM-ASPRS Annual Conference Proceedings, Washington, DC,

- USA, 2002, 19–26.
- [4] 钟喆, 华雅, 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] 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.
- [6] 黄干洪, 王国安, 黄子航, 等. 基于 GF-1 的上思县甘蔗种植面积估算与长势监测研究[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(3): 53–56.
- [7] 覃弼勇, 黄肖寒, 陈燕丽, 等. 近 20 年河池市植被覆盖度时空演变特征[J]. 气象研究与应用, 2021, 42(2): 41–45.
- [8] 张俊瑶, 姚永慧, 索南东主, 等. 基于垂直带谱的太白山山区山地植被遥感信息提取[J]. 地理信息科学学报, 2019, 21(8): 1284–1294.
- [9] 张琰, 李斌, 阳文静, 等. 基于时序遥感的庐山自然保护区植被分类及其变化分析[J]. 地理科学进展, 2021, 40(4): 703–711.
- [10] 杨德菲, 杨存建, 潘洁, 等. 基于 Landsat 遥感卫星影像的南京市植被动态变化研究[J]. 生态科学, 2021, 40(4): 177–183.
- [11] 孙晓慧, 史建康, 李新武, 等. 西沙群岛精细植被分布的遥感制图及动态变化[J]. 遥感学报, 2021, 25(7): 1473–1488.
- [12] 姜洋, 李艳. 浙江省森林信息提取及其变化的空间分布[J]. 生态学报, 2014, 34(24): 7261–7270.
- [13] 魏梦莹. 林芝地区森林植被分布及动态变化监测研究[D]. 长安大学, 2018.
- [14] 黄春波, 佃袁勇, 周志翔, 等. 基于时间序列统计特性的森林变化监测[J]. 遥感学报, 2015, 19(4): 657–668.
- [15] 钟仕全, 莫建飞, 莫伟华, 等. 广西遥感本底信息提取方法技术与成果应用[J]. 气象研究与应用, 2010, 31(3): 44–49.
- [16] 李民赞. 光谱分析技术及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [17] Alvarez R. Multitemporal land-cover classification of mexico using landsat MSS imagery [J]. International Journal of Remote Sensing, 2003, 24(12): 2501–2514.
- [18] 孙家柄. 遥感原理与应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.
- [19] 毕宝德. 经济地理学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2006.
- [20] 胡宝清, 严志强, 闫妍, 等. 流域系统研究新范式—西江流域案例[M]. 北京: 科学出版社, 2020.

Analysis of vegetation distribution pattern and temporal and spatial changes in karst region of Guangxi during 2000 to 2019

Mo Jianfei^{1,2}, Chen Cheng^{1,2}, Chen Yanli^{1,2}, Zhou Xiyan³, Sun Ming^{1,2}

(1. Guangxi Institute of Meteorological Sciences, Nanning 530022, China;

2. Guangxi Ecological Meteorology and Satellite Remote Sensing Center, Nanning 530022, China;

3. Guilin Meteorological Bureau, Guangxi Guilin 541001, China)

Abstract: Based on the Landsat TM/ETM/OLI remote sensing image data in 2000—2019, combined with the basic geographic information data, the vegetation index, spatial principal component analysis, maximum likelihood supervised classification and decision tree discrimination methods were used comprehensively to obtain the 20a forest, shrub-grass, agricultural vegetation information data in Guangxi. The distribution pattern and spatial-temporal change characteristics of vegetation in Guangxi in 20a were also analyzed using GIS technology, spatial-temporal change model and land use transfer matrix. The results showed that: In the karst region of Guangxi, the distribution pattern of vegetation was notably different. Shrub-grass had the widest range of distribution, followed by farmland vegetation and the smallest forest vegetation; The distribution of flora experienced major dynamic changes. The total vegetation area showed a downward trend from 2000—2019, with the most rapid changes in vegetation distribution occurring from 2000 to 2015, after which they started to weaken; All vegetation types exhibited mutual transfer modifications. Shrub-grass had the lowest transfer change, with the highest stability, followed by forest and the lowest farmland vegetation.

Key words: Vegetation distribution pattern; temporal and spatial variation; supervised classification; GIS; the karst region of Guangxi