

文章编号:1673-8411 (2019) 04-0053-06

基于多源遥感数据的广西北部湾围垦养殖变化分析

钟喆¹, 陈俊雄², 王国波¹, 贺雨晴¹, 宁文怡¹, 唐溢彬¹

(1.广西壮族自治区自然资源信息中心, 南宁 530023; 2.广西东方道迩科技有限公司, 南宁 530028)

摘要: 利用 Landsat5、Landsat8、GF-1、GF-2 等多源卫星遥感数据, 选取 1987、1995、2000、2005、2010、2015、2018 年七个时相, 通过 SEaTH 算法分析围垦养殖的最优特征, 提取广西北部湾围垦养殖信息; 利用 GIS 技术进行空间分析, 分析广西北部湾近 30 年围垦养殖变化的空间分布特征, 总结其变化规律。研究结果表明: 近 30a 广西北部湾围垦养殖面积变化较大, 增加了 24916hm², 主要增加区域为北海市, 钦州市和防城港市有少量增加; 2000 年至 2005 年期间广西北部湾围垦养殖面积变化最大, 变化速度为 2039hm²·a⁻¹; 随着人们的生态环保意识的增强、沿海开发资源有限以及城镇建设扩张等因素, 2010 年-2018 年, 围垦养殖面积趋于稳定并略有减少。

关键词: 围垦养殖; 北部湾; 遥感监测; 变化特征

中图分类号: P40

文献标识码: A

Spatial and temporal variation of reclamation and aquaculture in Beibu Gulf based on multi-source remote sensing data

Zhong Zhe¹, Chen Junxiong², Wang Guobo¹, He Yuqin¹, Ning Wenyi¹, Tang Yibin¹

(1.Natural Resources Information Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning Guangxi 530023;

2.Guangxi Eastdawn Technology Co.,Ltd, Nanning Guangxi 530028)

Abstract: Taking seven periods of 1987,1995,2000,2005,2010,2015 and 2018 by the multi-source remote sensing datas like Landsat5, Landsat8, GF-1, GF-2, then make it processed with the employment of SEaTH algorithm identifies optimal features to extract the message of reclamation and cultivation changes in Guangxi Beibu Gulf coast. Through GIS space analysis, can identify the spatial distribution characteristics of reclamation and cultivation changes in Beibu Gulf district during 1987 to 2018. The results showed that in the past 30 years, the cultivation area of Beibu Gulf in Guangxi changed greatly, and the total area increased by 24916ha; From 2000 to 2005, the cultivation area of Guangxi Beibu Gulf on reclaimed land changed the most, with a rate of 2039ha/y; With the enhancement of people's awareness of ecological and environmental protection, limited coastal development resources and urban construction and expansion and other factors, from 2010 to 2018, the reclaimed cultivation area of Guangxi Beibu Gulf tended to be stable and slightly decreased.

Key words: reclamation and cultivation, Beibu Gulf, Remote sensing monitor, change features

1 前言

海岸带作为海洋系统和陆地系统的过度带,具有丰富的自然资源、优越的自然环境和特殊的地理位置^[1],是人类生存发展和社会经济发展的重要社

会基础^[2]。近年来随着海洋经济的持续升温,对海岸带资源的加速开发利用,使得海岸带资源环境海岸带资源环境发生了显著变化^[3]。其中,海岸带围垦养殖一直是我国近岸海域的主要用海方式^[4],是农业经济的重要组成部分^[5-6],但不合理的围垦养殖和不

收稿日期: 2019-08-22

基金项目: 高分重大专项基金“广西北部湾经济区遥感综合服务平台建设与应用示范”(项目编号: 84-Y40G07-9001-15/18)

作者简介: 钟喆(1991-),女,硕士研究生,主要研究方向为遥感技术与应用。E-mail: 215557511@qq.com

适当的人为活动在带来经济利益和社会效益的同时,也对近海岸生态环境造成了极大的负面影响^[7]。随着国产卫星技术的不断发展,国产高分辨率遥感数据越来越丰富,国内掀起了高分数据研究的热潮:刘志根^[8]利用 GF-2 数据和 Sentinel-2 数据对海水养殖污染进行时空分析与污染贡献率评估,探讨了海水养殖对沿海环境的影响;钟仕全等^[9]利用 GF-1 数据对岩溶洼地洪涝灾害特征进行监测与分析;孙明等^[10]基于高分卫星遥感影像分析不同类型的植被特征对中小流域洪涝灾害发生的影响;黄干淇等^[11]基于 GF-1 数据进行甘蔗种植面积估算和长势监测。如何准确、高效地利用多源遥感数据获得沿海围垦养殖变化信息,实现海岸带资源的科学管理和持续利用已成为当前研究的热点^[12]。因此,本文利用 Landsat5、Landsat8、GF-1、GF-2 等多源卫星遥感数据,选取 1987、1995、2000、2005、2010、2015、2018 七个时相,通过 SEaTH 算法识别围垦养殖的最优特征,提取广西北部湾沿海围垦养殖信息;利用 GIS 技

术进行空间分析,了解广西沿海 1987 年至 2018 年围垦养殖变化空间分布特征,总结其变化规律,为广西北部湾生态环境评价等提供参考。

2 研究区域与数据源

2.1 研究区域

广西北部湾位于我国沿海西南端^[13],东经 107°28′–109°47′,北纬 20°26′–22°47′,属亚热带海洋性季风气候,常年多云多雨^[14–16]。广西北部湾海岸线长以峡谷的形状深入内陆,是一个天然的半封闭浅水海湾,北面有南流江、大风江、钦江、防城江等河流汇入于此,携带着大量陆源营养物质,是发展海水养殖的优良场所。

2.2 数据源

2.2.1 卫星遥感数据

主要取自美国 Landsat5、Landsat7、Landsat8 以及国产 GF-1、GF-2 等多源卫星遥感数据,卫星详细参数见表 1。

表 1 卫星遥感影像数据表

年 份	Landsat 景号		GF-1	GF-2	分辨率
	124-45	125-45			
1987 年	19880919	19871026	/	/	30m
1995 年	19950923	19951117	/	/	30m
2000 年	20001030	20001106	/	/	30m
2005 年	20051121	20051011	/	/	30m
2010 年	20101127	20101102	/	/	30m
2015 年	20150930	20151023	20150526 20150530	20150119	多光谱: 30m、8m、4m 全色:15m、2m、0.8m
				20150114	
				20150413	
				20150809	
2018 年	/	/	20171023	20180201	多光谱: 8m、4m 全色:2m、0.8m
			20171220		
			20180311		

2.2.2 基础地理信息数据

以广西北部湾 1:25 万基础地理信息为基础数据,采用最新高分辨率卫星遥感数据,采集补充了北部湾高速公路路网信息,通过整理编辑,形成广西沿海基础行政区划图。

3 研究方法

利用 Landsat 系遥感影像的光谱信息较为丰富、高分系列遥感影像空间分辨率较高的特点,将

Landsat 遥感影像进行大气校正,建立基于特征的特征库,采集围垦养殖样本,通过 SEaTH 算法,识别围垦养殖在 Landsat 影像中的最优特征,实现围垦养殖信息自动提取;利用高分系列遥感影像对同一时期的围垦养殖信息进行采集,作为精度的参考以及补充数据。

3.1 SEaTH 算法

SEaTH 算法由 Nassbuam 提出,该算法适用于高分辨率遥感影像面向对象分类中,通过两种类别

的特征的正态分布规律, 识别最优特征以及特征阈值的确定。

SEaTH 算法利用 J-M(Jeffries-Matusita)距离计算分离度, 用于评估两种分类在同一特征上的相关度, 用 J 表示, 详见公式(1)。J 的取值范围为[0,2], 若 J=0, 表示两种类别在该特征上无法分离; 若 J=2, 则表示两种类别在该特征上完全分离。

$$J=2(1-e^{-B}) \tag{1}$$

其中 B 为巴氏距离, 详见公式(2), m_1 和 m_2 分别表示两种类别在该特征上的均值, σ_1 和 σ_2 分别表示两种类别在该特征上的标准差。

$$B=\frac{1}{8}(m_1-m_2)^2\frac{2}{\frac{\sigma_1^2}{a_1}+\frac{\sigma_2^2}{a_2}}+\frac{1}{2}\ln\left[\frac{a_1^2+a_2^2}{2a_1a_2}\right] \tag{2}$$

通过 SEaTH 算法发现围垦养殖区域与其它地物的最有效分离特征, 并计算获得最佳分离阈值, 有利于围垦养殖信息提取, 为广西北部湾围垦养殖变化分析研究提供数据基础。

3.2 围垦养殖遥感影像特征

在 Landsat 3、2、1 波段组合影像上(图 1), 围垦养殖区域由蓝色、灰蓝色水域和有粉红色围坝组成, 虽然形态、大小略有差异, 但内部有较为规整的四边形纹路, 有着水、陆混合的特征, 与海水和内陆地物有着明显区别; 在 3、2、1 波段组合的 GF1、GF2 遥感影像中, 围垦养殖区呈蓝色、灰蓝色, 粉灰色和绿色围垦堤坝明显, 内部有较为规整的四边形纹路清晰可见, 极易于判识。

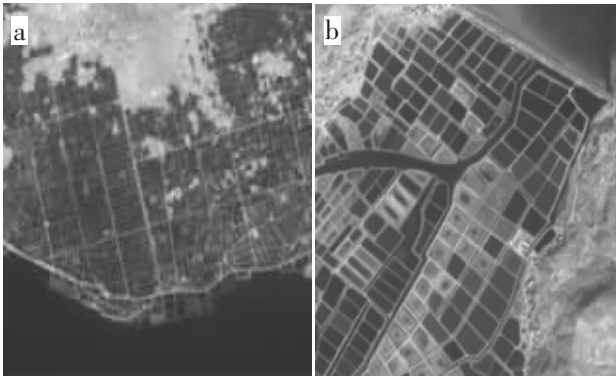


图 1 围垦养殖遥感影像特征图(a 为 Landsat 影像, b 为 GF-1、GF-2 影像)

3.3 特征库建立

通过实验发现, Landsat 全色影像不适合做纹理

特征分析, 为了优化运算, 将纹理特征去除, 使用进行大气校正后的影像数据, 建立基于光谱特征的特征库, 详见表 2。

表 2 广西海岸带景观分类特征表

特征名称	备注
Mean	平均值
Brightness	亮度
StdDec	标准差
Ratio	贡献率
NDVI	(NIR-R) / (NIR+R)
MNDWI	(G-MIR) / (G+MIR)
NDBI	(MIR-NIR) / (MIR+NIR)
DVI	NiR-R
RVi	NiR/R
SAVI	1.5(NIR-R)/(NIR+R+0.5)
VI'	2*(G-R-B)/(R+B+G)-(1.4*(R-G)/(R+B+G))
Ratio64	SWIR 1/R

在遥感影像中: R、G、B 分别为红绿蓝波段; NIR 为近红外波段; MIR 为短波红外波段

3.4 围垦养殖信息提取

选取广西北海市南流江入海三角洲区域作为实验区域, 将该区域的地类分成水体、陆地、围垦养殖三类, 通过采样提取三种地类的相关特征值, 详见表 3, 围垦养殖在特征 ratio64(短波红外波段与红色波段之比)上, 与水体和陆地有明显的分离, 选择短波红外波段与红外波段之比为分类最优特征, 通过密度分割, 等到水体、陆地、围垦养殖在特征 ratio64 中 DN 值的大小关系为 DN 水体<DN 围垦养殖<DN 陆地, 则提取围垦养殖的最优值域为[0.121, , 1.107], 获得围垦养殖信息。

由于不可避免的数据误差与畸变存在, 理论值与实际有所偏差, 但围垦养殖与其它景观基本分离。通过一次密度分割, 进行简单修整, 得到最终提取值域为[0.183, 1.107]; 随机选择 900m * 900m 范围的 30 个检验样本, 使用通过人机交互目视解译在空间分辨率优于 2 米的高分遥感影像上采集的围垦养殖信息作为检验数据, 取有效重叠面积占比作的均值为精度评价结果, 为 85.1%; 在围垦养殖信息提取的同时可以获得海上网箱养殖信息, 两者海陆相隔, 互不干扰, 可较好的分离。

表 3 水体、陆地、围垦养殖相关特征灰度值

特征	围垦养殖		水体		陆地	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
ratio64	0.6064	0.1623	0.0399	0.0260	2.4355	0.3947
NDVI	0.1729	0.0875	-0.6006	0.0528	0.5751	0.1283
Max_diff	0.5056	0.1166	0.4480	0.1638	0.3355	0.0431
Mean_SWIR2	305.2433	81.7735	42.5438	9.0449	1515.0412	381.7568
Mean_SWIR1	584.0704	157.1522	73.0797	7.1193	2771.6887	197.4930
Mean_R	986.8703	236.1076	2338.3138	1173.5208	1178.0329	316.5311
Mean_NIR	1406.0424	336.7932	553.3430	225.3944	4407.1283	534.8883
Mean_G	1399.9259	236.0156	2882.1698	839.0268	1425.4347	266.8570
Mean_B1	1625.5640	144.4283	2406.9687	322.1491	1615.0344	352.1346
Mean_B	1193.5175	162.3606	2143.3748	375.8418	1188.6958	333.0297
Brightness	1301.4694	193.5615	2442.7067	674.4772	1351.7994	316.9134

4 结果与分析

4.1 围垦养殖空间分布特征

根据卫星遥感影像解译结果,2018 年围垦养殖区域在广西北部湾各沿海城市均有分布,总面积为 34260hm²,主要集中在东兴市江平镇的京族三岛、钦州湾、北海湾和铁山港,其中,大风江至南流江入海三角洲是广西北部湾围垦养殖的主产区域,详见图 2。

4.2 围垦养殖变化特征

4.2.1 围垦养殖空间变化特征

根据多时相遥感解译结果,围垦养殖区域在空间分布上有以下特征:20 世纪末围垦养殖主要分布

在北部湾沿海近岸区域,且围垦养殖面积较小,分布零散;随着水产养殖业的发展,围垦养殖区域逐渐向内陆区域扩展,其中广西北海围垦养殖为主要变化区域,详见图 3。

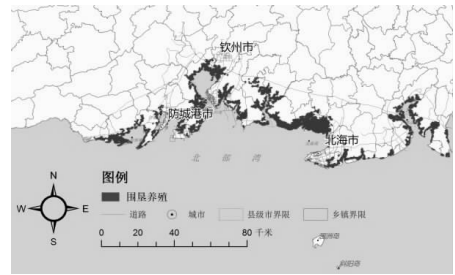


图 2 2018 年广西北部湾围垦养殖面积分布图

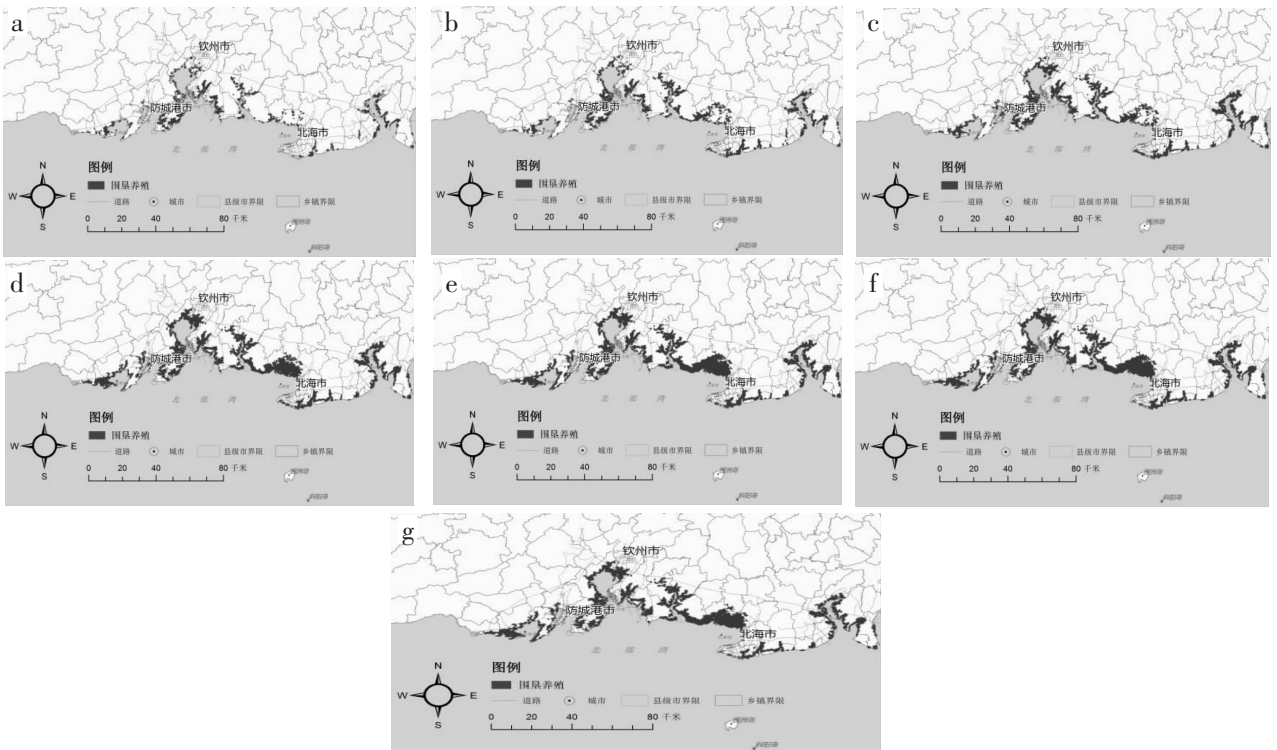


图 3 1987–2018 年广西北部湾围垦养殖分布图(a–g 分别为 1987、1995、2000、2005、2010、2015、2018 年)

4.2.2 围垦养殖主要变化区域

1987年至2018年期间北海市围垦养殖面积增加了16111hm², 增加量占北部湾总围垦养殖面积变化量的64.66%;钦州市和防城港市的围垦养殖面积有少量的变化, 其中钦州市增加了5185hm², 占总变化量的20.8%;防城港市增加了3622hm², 占总变化量的14.54%。

综上所述, 北海市为广西北部湾围垦养殖的主

要变化区域, 1987年广西北海围垦养殖面积为4027hm², 占广西北部湾围垦养殖面积总量的43.1%;2018年增长至20138hm², 占围垦养殖总面积的58.78%。

北海市围垦养殖为广西北部湾的主要变化区域, 其中大风江至南流江入海三角洲的围垦养殖变化较为明显, 涉及党江镇、沙岗镇、西场镇、高德镇、廉州镇五个乡镇, 详见图4。

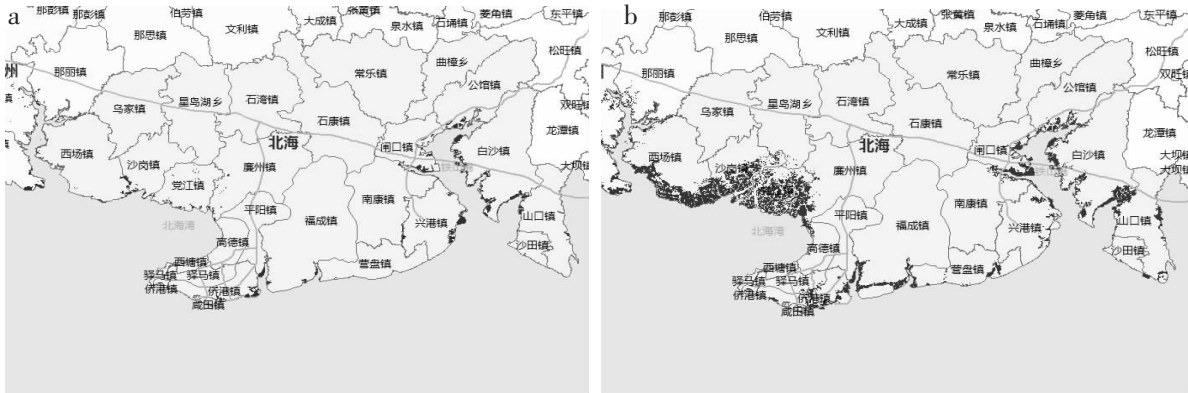


图4 1987–2018年广西北海围垦养殖变化分布图(a、b分别为1987年、2018年)

4.2.3 围垦养殖时间变化特征

1987年–2018年, 围垦养殖总面积增加了24916hm², 年均增加围垦养殖面积为804hm²。其中1995年–2005年期间围垦养殖面积增长较快, 1995年–2000年增长速度为1296hm²·a⁻¹;2000年–2005年增长速度为2039hm²·a⁻¹;2010年–2018年, 广西北部湾围垦养殖面积趋于稳定并略有减少, 减少速度为120hm²·a⁻¹, 详见图5。

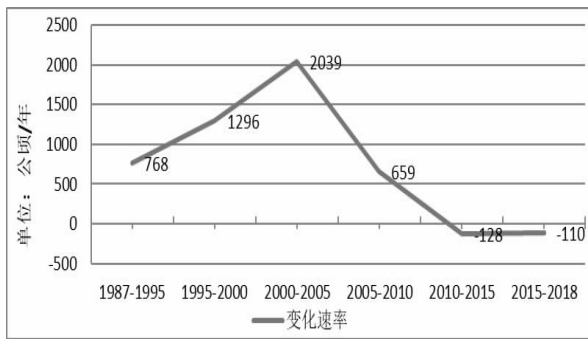


图5 1987–2018年广西北部湾围垦养殖面积变化速度图

5 结论

(1)利用多源卫星遥感影像, 通过SEaTH算法识别围垦养殖的最优特征, 可以进行快速的、较为精

确的广西北部湾围垦养殖信息提取, 精度为85.1%, 实现围垦养殖信息的动态监测。

(2)2018年广西北部湾围垦养殖为总面积为34260hm², 主要分布在河流入海口、港湾周围以及盐份浓度不同、营养物资丰富的区域。

(3)1987–2018年, 广西北部湾围垦养殖面积变化较大, 总面积增加了24916hm², 年均增加围垦养殖面积为804hm², 主要增加区域为北海市, 钦州市和防城港市有少量增加;2000年至2005年期间广西北部湾围垦养殖面积变化最大, 变化速度为2039hm²·a⁻¹。

(4)随着人们的生态环保意识的增强、沿海开发资源有限以及城镇建设扩张等因素, 2010–2018年, 广西北部湾围垦养殖面积趋于稳定并略有减少。

参考文献:

[1] 孙云华. 基于RS和GIS的近30年来莱州湾南部海岸地貌演变研究[D]. 鲁东大学, 2011.

[2] 郑跃鹏. 基于3S技术的广西海岸带变化研究[D]. 中国地质大学(北京), 2009.

[3] 陈勇. 海岸带滩涂资源遥感应用研究进展[J]. 遥感技术与应用, 2012, 27(2): 296–304.

[4] 郑文兵. 基于遥感数据的滩涂围垦区景观格局分析[D].

- 宁波大学,2014.
- [5] 卢峰本,黄滢.基于信息扩散理论的水产养殖灾害风险评价[J].广西气象,2006(02):22-23+26.
- [6] 王德征,巩伦江,王成.《养殖水域滩涂规划》编制实施的七条意见措施[J].渔业致富指南,2019(18):12-13.
- [7] 鞠明明.基于面向对象图像分析的围填海工程遥感信息提取技术研究[D].南京师范大学,2013.
- [8] 刘志根.粤东柘林湾海水养殖污染高光谱遥感监测与定量评估[D].广州大学,2019.
- [9] 钟仕全,莫建飞,罗永明,卢保英,覃日辉.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(01):83-87+132.
- [10] 孙明,钟仕全,莫建飞,谢敏,蔡建初.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(01):79-81+86+173.
- [11] 黄干淇,王国安,黄子航,龚沃超.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(03):53-56.
- [12] 李秀梅,袁承志,李月洋.渤海湾海岸带遥感监测及时空变化[J].国土资源与遥感,2013,25(2):156-163.
- [13] 钟喆,华璿,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(04):73-76.
- [14] 苏志,余纬东,黄理,程爱珍.北部湾海岸带的地理环境及其对气候的影响[J].气象研究与应用,2009,30(03):11-14+154.
- [15] 陈峰蓉,黄燕波,农成万,赵飞.北部湾沿海港口大风要素服务指标制定与应用[J].气象研究与应用,2018,39(03):80-82.
- [16] 苏玉婷,林开平,肖志祥,黄小燕.广西沿海地形对超强台风“威马逊”影响的数值试验[J].气象研究与应用,2018,39(01):11-14+154.

(上接第 40 页)

参考文献:

- [1] 李耀先,涂方旭,李桂峰,等.广西主汛期降水量异常诊断分析[J].广西气象,2001,22(1):1-7
- [2] 涂方旭,覃峥嵘,李耀先,等.广西近百年来降水量序列的气候变化特征[J].广西气象,2000,21(2):30-33
- [3] 黄雪松,周惠文,黄梅丽,等.广西近 50 年来气温、降水气候变化[J].广西气象,2005,26(4):9-11.
- [4] 张凌云,覃峥嵘,李家文.近 58 年柳州市汛期降水特征分析[J].广西气象,2009,30(3):9-11.
- [5] 谭敏玲,何如,罗红磊.近 55 年广西融水县降水气候特征分析[J].气象研究与应用,2014,35(3):27-30
- [6] 朱小玲,何斌,莫丽阳.近 50 年钦州市汛期降水特征分析[J].气象研究与应用,2014,35(S2):67-68.
- [7] 李明学,黎广林.上思县 51 年来气温与降水特征分析及其预测[J].气象研究与应用,2014,35(S2):76-78.
- [8] 黄冬梅,卢丽莉,黄卓帆.凤山县气候特征及其适宜性评价[J].气象研究与应用,2015,36(3):50-63.
- [9] 王宇.广西天峨近 44 年来不同等级降水量与降水日数变化特征[J].气象研究与应用,2015,36(3):53-58.
- [10] 欧春苗,韦青萍,黄肖寒.都安县 1964-2014 年气候变化特征分析[J].气象研究与应用,2016,37(S2):22-23.
- [11] 张晓霞,朱媛萍.近 30 年南丹县气象要素场的变化特征[J].气象研究与应用,2016,37(S2):52-53.
- [12] 周慧僚,罗凤荣,莫惠晴.天峨县近 30a 降水与气温的气候特征分析[J].气象研究与应用,2017,38(2):38-41.
- [13] 秦超龙,吴伟清,梁锋铭,等.吴川市近 50 年的气候特征分析[J].广东气象,2017,39(1):42-44.
- [14] 魏风英.现代气候诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,2007:1-86.
- [15] Yue S, Wang C. The Mann-Kendall Test Modified by Effective Sample Size to Detect Trend in Serially Correlated Hydrological Series [J]. Water Resources Management, 2004, 18(3):201-218.
- [16] Christopher Torrence and Gilbert P. Compo. A Practical Guide to Wavelet Analysis [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1998, 79(1):61-78.
- [17] 张建峰,崔树军,李国敏.常用小波及其时频特性[J].地学前缘,2012,19(2):1-6.
- [18] Farge M. Wavelet transforms and their applications to turbulence[J]. Annual Review of Fluid Mechanics, 1992, 24: 395-457.
- [19] 钟建,文爱平,王婷婷,等.基于复 Morlet 小波的海洋水文要素年际变化分析[J].科技创新导报,2009(19):5-6+8.