

文章编号:1673-8411 (2015) 01-0006-04

近40年广西石漠化地区气候变化特征分析

陆虹¹, 覃卫坚¹, 李艳兰¹, 周秀华¹, 廖雪萍²

(1.广西气候中心, 南宁 530022; 2.广西气象减灾研究所, 南宁 530022)

摘要:利用广西石漠化片区1971-2010年气象观测资料,分析了近40年来气温、降水等气象要素的变化特征。结果显示:广西石漠化片区平均年降水量呈不显著的减少趋势,具有明显的阶段性变化特征,年际变化较大,春秋降水呈减少趋势而夏冬季呈增多趋势;年总暴雨日数呈微弱的增加趋势;年平均气温呈明显上升趋势,其中秋季气温上升最为明显;高温日数呈明显增多趋势。

关键词:石漠化地区;气候变化;气温;降水

中图分类号:P46

文献标识码:A

Analysis on Climate Variation Characteristics of Rocky Desertification Region of Guangxi in Recent 40 years

LU Hong¹, QIN Weijian¹, LI Yanlan¹, ZHOU Xiuhua¹, LIAO Xueping²

(1.Guangxi Climate Center; 2.Guangxi Meteorological Disasters Mitigation Institute, Nanning 530022, China)

Abstract: Based on meteorological observations data of Guangxi rocky desertification region during 1971-2010, variation characteristics of temperature, precipitation and other meteorological elements in recent 40 years are analyzed. Results show that, in Guangxi rocky desertification region, the decreasing trend of the annual precipitation is not significant, but have obvious periodic variation features and large interannual variation. Precipitation over spring and autumn shows decreasing trend, while the precipitation over summer and winter increase. The increasing trend in the number of heavy rain days is not obvious. The annual average temperature shows a significant increasing trend, with the max rising trend over autumn, second over winter. The increasing trend in the number of high temperature days is obvious.

Key words: Rocky desertification region; Climate change; Temperature; Precipitation

1 引言

大量研究表明^{[1]-[7]},石漠化的形成和演化受诸多因素影响,人类活动是主导因素,但作为基础,岩性、地貌、气候的影响巨大,其中天气气候条件是不同时空尺度生态系统最活跃、最直接的驱动因子,对生态环境有很大的影响,气候因子在石漠化演变和成灾中扮演重要角色,气候对岩溶地貌发育、形成的影响主要体现在降水和温度两个方面,因此气候条

件的变化对石漠化的演变也会产生影响。广西是全国岩溶分布面积大、石漠化严重的省区之一,其典型石漠化区主要分布在广西西部和东北部,包括南宁市、柳州市、桂林市、百色市、河池市、来宾市、崇左市等7个市29个县(图1,见彩页)。目前,对广西气候变化情况已开展了很多研究,很多研究^{[8]-[32]}指出:在全球气候变化大背景下,广西气候特征也发生变化,主要表现为气温显著升高,高温天气明显增多^[12],雨日减少而大暴雨日数增多^[14],极端天气趋于频繁。但

收稿日期:2014-10-25

基金项目:广西自然科学基金项目(2013GXNSFAA019283)

作者简介:陆虹(1966-),高级工程师,主要从事气候与气候变化研究,E-mail:LUHONG0908@163.com。

针对广西石漠化片区气候特征进行综合研究分析的还很少, 缺少对该石漠化片区完整性、概括性的气候特征以及气候变化情况综合分析, 尤其是开展石漠化与气候变化之间相互影响机制的研究更是欠缺。本文通过对近 40 年广西石漠化地区的温度和降水两个气象要素的分布情况及其气候变化特征进行分析, 作为进一步研究局地气候变化如何影响石漠化演变过程的基础, 为我区石漠化治理提供参考。

2 资料和方法

本文采用广西石漠化地区 7 个市 29 个县 1971 年~2010 年的温度和降水观测资料为研究对象, 用线性倾向估计法分析其变化趋势并用 t 检验法对其进行显著性检验^[33], 用最优分割法分析其阶段性变化情况; 季节时段划分为春季(3~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~11 月)、冬季(12 月~次年 2 月); 日降水量 ≥ 50 mm 时, 定义为一个暴雨日; 日平均温度 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 时, 定义为一个高温日。

3 气候变化趋势分析

3.1 降水变化特征

3.1.1 年降水量分布及变化特征

广西典型石漠化区各地多年平均年降水量在 1072.9~1917.0mm 之间, 其中西林、田阳、隆林、宁明不到 1200mm, 最少的西林仅 1072.9mm; 融安、融水、都安在 1700mm 以上, 最多的融安为 1917.0mm; 其余县(市)1200~1700mm。

近 40 年, 广西典型石漠化区年降水量总体呈不显著(未通过置信水平为 95% 的显著性检验, 下同)的减少趋势, 变化速率为 $-12.9\text{mm}/10\text{a}$, 即平均每 10 年减少 12.9mm。年降水量具有明显的阶段性变化特征, 经历了降 \rightarrow 升 \rightarrow 降三个过程, 70 年代到 80 年代呈下降趋势, 90 年代初经历了短期的上升期, 90 年代中期以后为下降期。40 年里, 2009 年降水量最少, 仅为 1136.3mm; 1994 年降水量最多, 达 1907.0mm。

从 1971~2010 年广西典型石漠化区年降水量变化趋势空间分布上看, 大部地区年降水量呈减少趋势, 其中那坡、隆林、宁明、龙州平均每 10 年减少 30mm 以上, 龙州变化速率达 $-58.4\text{mm}/10\text{a}$; 仅马山、龙胜、资源、东兰、巴马、都安呈现增加趋势, 平均每 10 年增加 3~20mm(图 2, 见彩页)。

3.1.2 各季降水量变化特征

从 1971~2010 年广西典型石漠化区四季降水

量历年变化情况可以看出, 春季降水量呈不显著的减少趋势, 平均每 10 年减少 14.4mm; 夏季降水量呈不显著的增多趋势, 平均每 10 年增加 16.4mm; 秋季降水量有明显减少的趋势(但未通过置信水平为 95% 的显著性检验), 平均每 10 年减少 21.3mm; 冬季降水量略呈增多趋势, 平均每 10 年增加 4mm。

各季降水量变化也具有明显的阶段性。春季, 70 年代为波动期, 80 年代为下降期, 90 年代前期有上升趋势, 90 年代后期以后为下降期。40 年里, 1988 年春季降水最少, 仅 228.7mm; 1981 年春季降水量最多, 达 586.7mm。夏季, 70 年代为波动期, 80 年代明显减少, 80 年代末至 90 年代初有短期的上升趋势, 90 年代中期以后呈下降趋势。40 年里, 1989 年夏季降水量最少, 仅 529.1mm; 1994 年夏季降水量最多, 达到了 1085.5mm。秋季, 70 年代为波动期, 80 年代以后呈明显下降趋势。40 年里, 1992 年秋季降水量最少, 仅 103.8mm; 2008 年秋季降水量最多, 达 413.2mm。冬季, 70 年代变化不明显, 80 年代到 90 年代前期波动较大, 90 年代以后总体变化不明显。40 年里, 2008 年冬季降水量最少, 仅 30.4mm; 2002 年冬季降水量最大, 达 195.2mm。

从 1971~2010 年广西典型石漠化区各季降水量变化趋势空间分布上看, 春季, 大部地区呈减少趋势, 其中靖西降水量减少速率最大, 平均每 10 年减少 40mm(图 3a, 见彩页)。夏季, 大部地区降水量呈增加趋势, 其中东兰、马山、融安、三江、都安夏季降水量平均每 10 年增加 30mm 以上, 东兰增加速率最大, 达 $55.6\text{mm}/10\text{a}$ (图 3b, 见彩页)。秋季, 各地降水量均呈减少趋势, 平均每 10 年减少 10~42mm, 融安减少速率最大, 达 $-42\text{mm}/10\text{a}$ (图 3c, 见彩页)。冬季, 大部地区降水量略呈增加趋势, 变化速率多在 1~10.6mm/10a 之间(图 3d, 见彩页)。

3.1.3 暴雨日数变化特征

广西典型石漠化区各地年暴雨日数多年平均为 2.8~7.7 天, 平均 5.3 天; 柳州市北部、河池市南部及凌云、马山等地暴雨日数较多, 最多的是都安, 暴雨日数 7.7 天, 最多年份达 15 天; 各个月份都有暴雨发生, 以 5~8 月最为频繁, 4 月、9 月、10 月次之, 暴雨日数月均值分布具有明显的单峰型特征, 峰值出现在 6 月。从 1971~2010 年广西典型石漠化区平均暴雨日数历年变化情况可看出, 近 40 年, 广西典型石漠化区暴雨日数整体略呈增多趋势, 变化速率为 $0.14\text{d}/10\text{a}$, 即平均每 10 年增多 0.14 天, 未能通过置信水平为 95% 的显著性检验。暴雨日数具有明显的

阶段性变化特征,经历了升—>降—>升—>降四个阶段,70年代中前期为上升期,70年代末到80年代后期为下降期,80年代末到90年代中期为上升期,90年代后期以后为下降期。暴雨日数的年际变化较大,1971~2010年,年暴雨日数最多的年份达8天(2008年),最少的年份只有3天(1989年)。

从1971~2010年广西典型石漠化区暴雨日数变化趋势空间分布上看,除了融安、靖西、罗城、环江、大新、宁明、龙州略呈减少趋势外,其余地区略呈增多趋势,其中马山、隆安、凌云、东兰、巴马暴雨日数平均每10年增加0.4天以上,其中马山变化速率最大,为0.6d/10a(图4,见彩页)。

3.2 气温变化趋势

3.2.1 年平均气温分布及变化特征

广西典型石漠化区各地多年平均气温在16.7~22.4℃之间,其中资源、乐业、三江、龙胜在19.0℃以下,最低的资源、乐业为16.7℃;龙州、宁明、田阳在22.0℃以上,最高的龙州为22.4℃;其余县(市)19.0~22.0℃。

从1971~2010年广西典型石漠化区年平均气温历年变化情况可看出,1971~2010年广西典型石漠化区年平均气温呈现明显的上升趋势,升温速率为0.21℃/10a,即平均每10年升高0.21℃,通过了置信水平为95%的显著性检验。年平均气温具有明显的阶段性变化特征,70年代到80年代前期为偏低期,80年代后期以后为明显的偏高期。40年里,1984年的年平均气温最低,仅19.1℃;2009年最高,达20.9℃。

从1971~2010年广西典型石漠化区年平均气温的变化趋势空间分布图可以看出(图5,见彩页),广西典型石漠化区各地年平均气温都呈上升趋势,其中融水、资源、靖西、凌云、乐业、西林、环江、大新升温速率在0.25℃/10a以上,凌云和西林升温速率最大,分别为0.32℃/10a和0.31℃/10a,其余地区升温速率在0.1℃/10a至0.25℃/10a之间,增幅最小的为宁明,平均每10年升温0.1℃。

3.2.2 各季平均气温变化特征

从1971~2010年广西典型石漠化区四季平均气温历年变化情况可看出。四季气温变化的总趋势都是上升的,其中,秋季升温速率最大,为0.28℃/10a,冬季次之,为0.25℃/10a,春季和夏季升温速率相对较小,分别为0.13℃/10a和0.11℃/10a。

各季气温变化也都具有明显的阶段性,但阶段的起止时间和气温变化程度有所不同。春季气温变

化,经历了先降后升两个过程,70年代到80年代后期有降低趋势,80年代后期以后为明显的上升期。40年里,1996年春季平均气温最低,仅为18.8℃;2002年春季最暖,平均气温达21.8℃。夏季气温变化,经历了升—>降—>升三个过程,70年代到80年代初呈明显的上升趋势,80年代中期到90年代中期呈下降趋势,90年代后期以后为明显的上升期。40年里,最凉爽的夏季在1974年,平均气温为25.6℃;最热的夏季在2009年,平均气温达27.2℃。秋季气温变化,70年代为明显的偏冷期,80年代中前期有降低趋势,90年代以后呈明显的上升趋势。40年里,最凉的秋季在1976年,平均气温为19.6℃;最暖的秋季在2006年,平均气温达22.3℃。冬季气温变化,70年代到80年代初呈下降趋势,80年代中后期以后为明显的上升期。40年里,最冷的冬季在1983年,平均气温为9.2℃;最暖的冬季在1986年,平均气温达14.5℃。

从1971~2010年各季气温变化趋势空间分布上看,春季,大部地区平均气温呈上升趋势,其中资源升温速率最大,达0.33℃/10a;其次为西林、融安、三江、融水、罗城,升温速率为0.2~0.3℃/10a(图6a,见彩页)。夏季,大部地区平均气温呈上升趋势,其中凌云升温速率最大,达0.28℃/10a;其次为西林、环江,升温速率分别为0.23℃和0.2℃(图6b,见彩页)。秋季和冬季,广西典型石漠化区各地平均气温都呈上升趋势,各地秋季平均气温升温速率在0.14~0.41℃/10a之间,其中凌云、环江、田阳、大新升温速率最大,达0.4~0.41℃/a(图6c,见彩页);各地冬季平均气温升温速率在0.16~0.35℃/10a之间,其中资源、靖西、凌云、西林、大新平均每10年升温0.3℃以上(图6d,见彩页)。

3.2.3 高温日数变化特征

从1971~2010年广西典型石漠化区平均高温日数历年变化情况可看出,近40年,广西典型石漠化区高温日数呈明显增多趋势,变化速率为1.9d/10a,即平均每10年增加1.9天,通过了置信水平为95%的显著性检验。高温日数具有明显的年代际变化特征,经历了升—>降—>升三个过程,70年代到80年代呈明显的增多趋势,90年代前期呈明显减少趋势,90年代后期以后又呈明显的增多趋势。40年里,1974年高温日数最少,仅5天;2009年高温日数最多,达29天。

从1971~2010年广西典型石漠化区高温日数变化趋势空间分布上看,大部地区高温日数呈增多

趋势, 其中融安、田阳、凌云、田林、环江、龙州高温日数平均每 10 年增加 3 天以上, 田阳增加速率最大, 达 4.4d/10a(图 7, 见彩页)。

4 结论

(1) 近 40 年, 广西石漠化地区的年平均降水和气温都发生了变化, 年平均降水量总体呈不显著的减少趋势, 变化速率为 $-12.9\text{mm}/10\text{a}$, 而气温呈显著上升趋势, 平均每 10 年升高 0.21°C 。

(2) 各季节降水和温度变化趋势各不相同: 春季、秋季降水量呈减少趋势, 平均每 10 年分别减少 14.4mm 和 21.3mm, 夏季、冬季降水量呈增多趋势, 平均每 10 年增加 16.4mm 和 4mm。而各季平均气温都呈上升趋势, 秋季升温速率最大, 为 $0.28^\circ\text{C}/10\text{a}$, 冬季次之, 为 $0.25^\circ\text{C}/10\text{a}$, 春季和夏季升温速率相对较小。

(3) 年高温日数和年暴雨日数都呈增多趋势, 但暴雨日数增多趋势不明显, 未通过显著性检验, 而高温日数增多趋势则非常显著, 部分县(市)平均每 10 年增加 3~4.4 天, 远大于平均增加程度。

参考文献:

- [1] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨 [J]. 中国岩溶, 2002, 21 (2): 101-105.
- [2] 李阳兵, 王世杰, 容丽. 关于中国西南石漠化的若干问题 [J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12 (6): 593-598.
- [3] 但新球, 吴协保, 吴照柏, 等. 中国西南八省岩溶地区石漠化现状 [J]. 中南林业调查规划, 2013, 32 (1): 59-62.
- [4] 周游游, 蒋忠诚, 韦珍莲. 广西中部喀斯特干旱农业区的干旱程度及干旱成因分析 [J]. 中国岩溶, 2003, 22 (2): 144-149.
- [5] 韦繁茂. 广西石漠化及其对策 [J]. 广西大学学报, 2002, 24 (2): 33-38.
- [6] 刘艳, 蔡德所. 广西西部地区石漠化现状及治理对策 [J]. 中国水土保持 SWCC2012, (3): 43-45.
- [7] 李水明, 舒宁, 王国聪, 廖淑琼. 广西石漠化的成因分析和发展趋势预测 [J]. 广西科学院学报, 2006, 22 (3): 193-196.
- [8] 气候变化国家评估报告编写委员会. 气候变化国家评估报告 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [9] 刘学华, 季致建, 吴洪宝, 等. 中国近 40 年极端温度和降水的分布特征及年代际差异 [J]. 热带气象学报, 2006, 22 (6): 618-624.
- [10] 何慧, 陆虹, 徐圣璇. 广西高温日数的时空特征及其变化 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (1): 46-51.
- [11] 廖雪萍, 覃卫坚, 唐炳莉, 等. 广西近 50 年暴雨日数

- 变化的小波分析 [J]. 气象, 2007, 33 (12): 39-45.
- [12] 黄雪松, 周惠文, 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.
- [13] 陆虹, 何慧, 陈思蓉. 华南地区 1961-2008 年夏季极端降水频次的时空变化 [J]. 生态学杂志, 2010, 29 (6): 1213-1220.
- [14] 覃卫坚. 近 50a 来广西各级降水气候变化特征分析 [J]. 自然资源学报, 2014, 29 (4): 666-675.
- [15] 覃志年, 何慧, 况雪源. 广西季气温、降水量异常频次的时空分布特征 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (2): 27-30.
- [16] 黄嘉宏, 张勇, 罗忠红. 广西 45 年来降水和气温的长期变化特征 [J]. 广西气象, 2003, 24 (4): 35-39.
- [17] 赵运峰, 赵见海, 陈秀清. 2004 年广西秋旱的气候特征 [J]. 广西气象, 2005, 26 (1): 28-30.
- [18] 覃志年, 黄雪松, 何慧. 广西 2004 年 7 月降水量异常偏多成因及预测分析 [J]. 广西气象, 2004, 25 (4): 11-14.
- [19] 李秀存, 覃志年, 苏志, 等. 青藏高原积雪与广西降水的相关关系 [J]. 广西气象, 2004, 25 (2): 10-13.
- [20] 梁隽玫, 李耀先, 李秀存. 厄尔尼诺对广西汛期旱涝的影响 [J]. 广西气象, 2001, 22 (1): 24-26.
- [21] 谢少凤, 况雪源, 钟利华. 广西春播期降水变化的气候诊断分析 [J]. 广西气象, 2001, 22 (1): 40-46.
- [22] 况雪源, 钟利华, 黄雪松. 广西前汛期旱涝特征及成因分析 [J]. 广西气象, 2001, 22 (4): 5-8.
- [23] 况雪源, 钟利华. 广西四季降水气候特征分析 [J]. 广西气象, 2000, 21 (S1): 21-25.
- [24] 涂方旭, 等. 广西气温的气候变化分析 [J]. 广西气象, 2000, 21 (3): 2.
- [25] 涂方旭, 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): 2.
- [26] 吴尚森, 梁建茵, 黄增明. 厄尔尼诺事件及其对华南天气气候的影响 [J]. 广东气象, 1998, 1: 8-10.
- [27] 李艳兰, 谢少凤. 广西主要气候灾害监测指标的初步研究 [J]. 广东气象, 1998 (4): 55-57.
- [28] 钟利华, 陆虹. 广西春季低温阴雨环流特征及预报研究 [J]. 广东气象, 1998 (4): 36-39.
- [29] 马慧, 陈桢华. 2005 年 6 月华南暴雨的气候背景 [J]. 广东气象, 2006 (4): 14-16.
- [30] 林振敏, 姚才, 郑宏翔, 等. 广西 6~8 月分级降水的气候特征 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (2): 36-41.
- [31] 翟志宏, 何健. 华南区域 1961-2008 年暴雨变化趋势统计特征 [J]. 广东气象, 2011, 33 (1): 24-27.
- [32] 林宝亭, 梁祥毅, 王远超. 玉林市近 60 年旱涝的变化特征 [J]. 广东气象, 2012, 34 (6): 42-44.
- [33] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术 [M]. 北京: 气象出版社, 2007.

陆 虹等：近40年广西石漠化地区气候变化特征分析

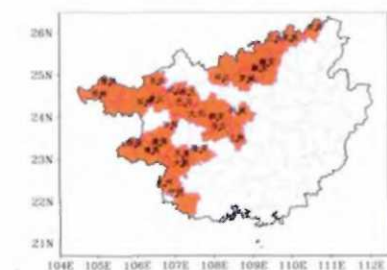


图1 广西典型石漠化地区分布图

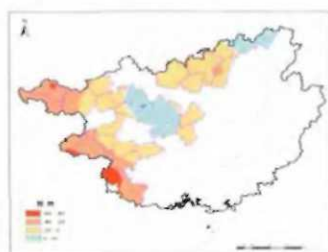


图2 1971~2010年广西典型石漠化区年降水量变化趋势的空间分布 (单位: mm/10a)

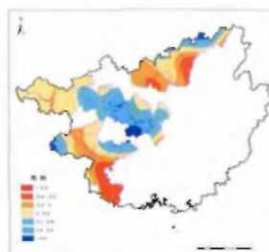


图4 1971~2010年广西典型石漠化区暴雨日数变化趋势的空间分布 (单位: d/10a)

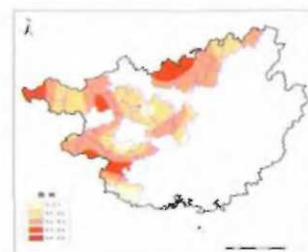
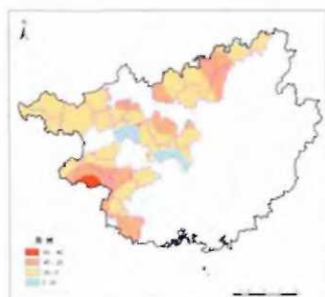
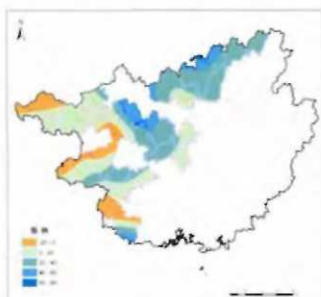


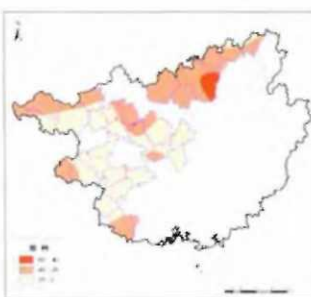
图5 1971~2010年广西典型石漠化区年平均气温变化趋势的空间分布 (单位: °C/10a)



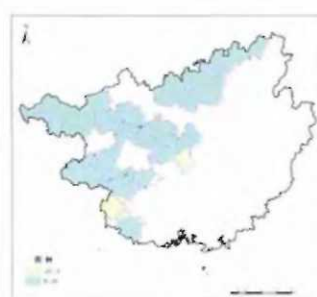
(a) 春季



(b) 夏季

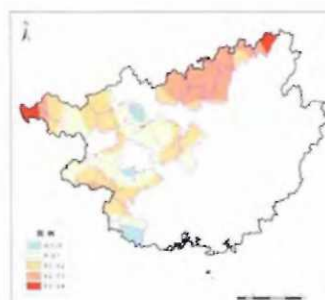


(c) 秋季

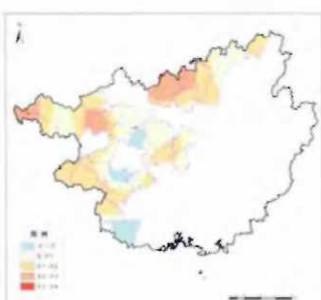


(d) 冬季

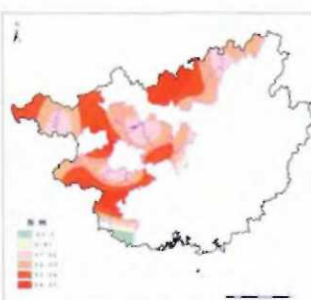
图3 1971~2010年广西典型石漠化区四季降水量变化趋势的空间分布 (单位: mm/10a)



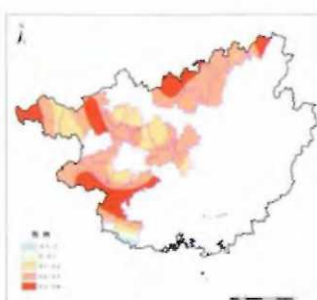
(a) 春季



(b) 夏季



(c) 秋季



(d) 冬季

图6 1971~2010年广西典型石漠化区四季平均气温变化趋势的空间分布 (单位: °C/10a)

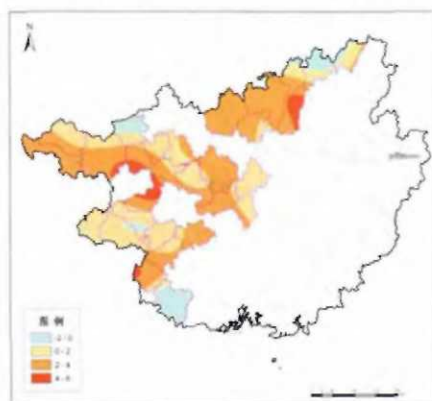


图7 1971~2010年广西典型石漠化区高温日数变化趋势的空间分布 (单位: d/10a)