

文章编号:1673-8411 (2019) 04-0041-06

1961–2016年广西双季稻低温冷害演变特征

廖雪萍¹, 李妍君², 黄梅丽², 史彩霞³, 覃峥嵘¹, 黄祎萱⁴(1.广西气象科学研究所, 南宁 530022; 2.广西区气候中心, 南宁 530022;
3.广西区气象服务中心, 南宁 530022; 4.广西区气象信息中心, 南宁 530022)

摘要: 利用广西双季稻区 1961–2016 年逐日气象资料和 1986–2016 年水稻物候观测资料, 运用气候倾向率等方法研究气候变化背景下广西双季稻低温冷害演变特征。结果表明: (1) 广西水稻生育期低温阴雨、五月寒、寒露风平均频率分别为 84%、41%、81%, 三种低温冷害的高值区均在桂北稻区, 低值区一般出现在沿海地区。 (2) 广西绝大部分县区水稻低温阴雨总次数、总天数、强度呈微弱减少趋势; 大部分县区水稻五月寒呈微弱减少趋势。 (3) 桂北稻区以及桂中、桂南稻区的部分县区寒露风总次数呈微弱增加趋势, 其余县区寒露风总次数呈微弱减少趋势; 绝大部分县区寒露风总天数及强度呈微弱减少趋势。 (4) 低温冷害年平均出现总次数、总天数、强度均是桂北>桂中>桂南, 三个稻区低温冷害中五月寒强度最小, 桂南、桂北稻区寒露风强度稍比低温阴雨强度大, 桂中稻区则是寒露风与低温阴雨两者强度相近。

关键词: 广西水稻; 低温冷害; 变化特征

中图分类号: P49

文献标识码: A

Evolution characteristics of chilling injury of double-season rice in Guangxi from 1961 to 2016

Liao Xueping¹, Li Yanjun², Huang Meili², Shi Caixia³, Qin Zhengrong¹, Huang Yixuan⁴(1.Guangxi Institute of Meteorological Sciences, Nanning Guangxi 530022; 2.Guangxi Climate Center, Nanning Guangxi 530022; 3.Guangxi Meteorological Service Center, Nanning Guangxi 530022;
4.Guangxi Meteorological Information Center, Nanning Guangxi 530022)

Abstract: Based on the daily meteorological data from 1961 to 2016 and the rice phenological observation data from 1986 to 2016, the chilling injury evolution characteristics of double-cropping rice in Guangxi under the background of climate change were studied by using the methods of climate tendency rate. The results showed that (1) the average frequency of low temperature rain, cooling in May and cold dew wind were 84%, 41% and 81%, respectively. The high value areas of these three chilling injuries were all in the rice area of Northern Guangxi, and the low value areas were generally in the coastal areas. (2) The total frequency, total days and intensity of low temperature rain in most rice regions of Guangxi showed a weak decreasing trend; cooling in May in most counties also showed a weak decreasing trend. (3) The total number of cold dew wind in northern Guangxi and some counties in central and southern Guangxi showed a weak increasing trend, while the rest showed a weak decreasing trend; the total days and intensity of cold dew wind in most counties showed a weak decreasing trend. (4) The average annual frequency, total days and intensity of chilling injury in north Guangxi > central Guangxi > south Guangxi. The chilling injury intensity of cooling in May was the smallest in the three rice areas. The chilling dew wind intensity in the south and the north of Guangxi was slightly higher than low temperature rain; in central Guangxi, the chilling dew wind intensity was similar to low temperature rain.

Key words: Guangxi rice; chilling injury; change characteristics

收稿日期: 2019-07-29

基金项目: 广西区气象局重点攻关项目“气候变暖背景下广西双季稻安全生产适应性研究”(桂气科 201505)

作者简介: 廖雪萍(1967-), 女, 广西北流人, 硕士, 高级工程师, 主要从事农业生态与气候变化等研究。E-mail: 785835336@163.com

广西是我国双季稻主产区之一,每年水稻播种面积占粮食播种面积 60%以上,占广西粮食总产量的 80%以上,在广西农业产业中占据重要地位^[1-3]。但由于广西复杂的地理地形环境及季风的影响,广西水稻生产中常遭到低温阴雨(倒春寒)、寒露风甚至五月寒的低温不利影响^[4],低温冷害尤其是寒露风已成为广西水稻高产稳产的重要限制因素之一。在全球变暖为主的气候变化背景下,广西低温冷害减少,但极端冷害仍时有发生,其影响严重加剧^[5]。李艳兰等学者^[6-8]对广西乃至华南近几十年低温阴雨变化趋势及风险进行了研究,覃卫坚、何燕等学者^[9-10]对寒露风天气的监测预测预警模型作了有关研究,但对广西双季稻低温冷害演变特征的系统研究鲜有报道。因此,基于 GIS 技术,采用冷害发生频率、次数以及强度等指标对广西双季稻生产中出现的低温阴雨、寒露风以及五月寒进行系统研究,分析近几十年广西水稻低温冷害的演变特征,弄清气候变暖趋势下冷害变化规律,为广西水稻生产积极应对气候变化,采取有效的综合减灾措施,保障水稻稳产高产提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

利用广西气象信息中心提供的 1961–2016 年双季稻区(包括桂南、桂中、桂北三稻区)72 个站逐日平均气温、最低气温资料,对缺测资料少于 5%的站点数据用临近站点相同时间的数据进行插值。水稻物候资料来自如下气象观测站:桂南稻区包括玉林、贵港、南宁、钦州、苍梧、灵山、天等、桂平、合浦,桂中稻区包括柳州市沙塘、河池、蒙山,桂北稻区包括雁山、融安、兴安。其中,早稻生育期观测资料除天等、桂平、合浦为 1990~2016 年,蒙山为 1989~2016 年外,其余站点为 1986~2016 年。

1.2 计算方法

1.2.1 低温冷害指标

(1)低温阴雨(早稻烂秧天气):把广西 2 月中旬–4 月上旬,出现日平均气温 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 持续 3d 及以上或日平均气温 $\leq 14^{\circ}\text{C}$ 持续 5d 及以上的天气记为一次低温阴雨过程。

(2)五月寒:把广西 5–6 月出现日平均气温 $\leq 22^{\circ}\text{C}$ 持续 3d 及以上的天气记为一次五月寒过程。

(3)寒露风:把 9–10 月出现日平均气温 $\leq 22^{\circ}\text{C}$ 持续 3d 及以上的天气记为一次寒露风过程。

1.2.2 灾害特征计算方法

灾害发生次数:按上述各灾害指标的定义,把某灾害出现一次过程计为 1 次灾害。某灾害发生次数就是早稻或晚稻生育期内出现某灾害过程的总次数。

灾害发生频率: $f=n/N\times 100\%$

其中, f 为发生频率(%), n 为统计时段内生育期发生某灾害的总年数, N 为统计总年数。

灾害强度: $D=d/c\times 100\%$

其中, D 为灾害强度($d/\text{次}$), d 、 c 分别为年内灾害在某生育期出现的总天数、总次数。

1.2.3 气候倾向率

用 x_i 表示样本量为 n 的某一气候变量,用 t 表示 x_i 所对应的时间,建立 x_i 与 t 之间的一元线性回归方程:

$$x_i = a + bt \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

式中, a 为回归常数; b 为回归系数, a 和 b 可以用最小二乘法进行估计。以 b 的 10 倍作为气候要素的气候倾向率^[11]。

2 结果与分析

2.1 广西双季稻生育期低温冷害发生频率

(1)低温阴雨

1961–2016 年广西早稻生育期发生低温阴雨平均频率为 84%,其中,桂北、桂中稻区大部分县区发生频率在 96%以上,其中全州、兴安、灌阳、永福 56a 间每年均发生低温阴雨;桂南稻区频率为 75%,其中宾阳为 98%,上林、马山、容县、贵港、横县、滕县和梧州辖区频率约为 91%,其余县区频率小于 90%,防城港市发生频率在 50%以下,是广西低温阴雨发生频率低值区。

(2)五月寒

1961–2016 年广西早稻生育期发生五月寒的平均频率为 41%,其中,桂北稻区频率 80%–98%,平均频率为 91%,最高频率为兴安 98%,最低为临桂 80%;桂中稻区频率 39%–88%,平均频率为 61%,最高频率为阳朔 88%,最低为武宣 39%;桂南稻区大部分县区频率为 10%–40%,沿海地区和崇左辖区、龙州频率小于 10%,天等频率则为 50%,梧州、上林频率为 41%。

(3)寒露风

1961–2016 年广西晚稻生育期发生寒露风平均频率为 81%,其中,桂北稻区频率在 91%–100%之间,平均频率为 98%,其中全州、桂林、兴安、灌阳、

永福每年都出现寒露风天气; 桂中稻区除都安频率为 82% 外, 其余县区频率在 89%–95% 之间, 平均频率为 90%; 桂南稻区平均频率为 74%, 除上林、天等频率为 93%, 防城港市、北海市辖区频率小于 50% 以外, 其余绝大部分县区频率 70%–89%。

2.2 广西双季稻生育期低温冷害次数、天数和强度时间演变特征

2.2.1 低温阴雨(倒春寒)时间演变特征

(1) 低温阴雨总次数

低温阴雨出现总次数桂南稻区年平均出现 1.4 次, 桂中稻区年平均出现 2.3 次, 桂北稻区年平均出现 2.9 次。从图 1 可见, 桂南、桂中、桂北各稻区低温阴雨总次数的变化均呈减少趋势, 除临桂、灵川、武宣、浦北、防城及防城港辖区低温阴雨总次数呈微弱增加趋势外, 其中桂林、全州、天等、平果、梧州、苍梧、上思低温阴雨总次数微弱减少趋势通过了 0.1 信度检验, 兴安、武鸣通过了 0.05 信度检验, 防城、防城港低温阴雨总次数微弱增加趋势分别通过 0.01、0.001 信度检验。武鸣、桂林、全州、天等、苍梧和上思每 10a 减少幅度最大, 约为 $-0.2 \text{ 次} \cdot (10\text{a})^{-1}$; 防城、防城港每 10a 增加幅度最大, 约为 $0.2 \text{ 次} \cdot (10\text{a})^{-1}$ 。

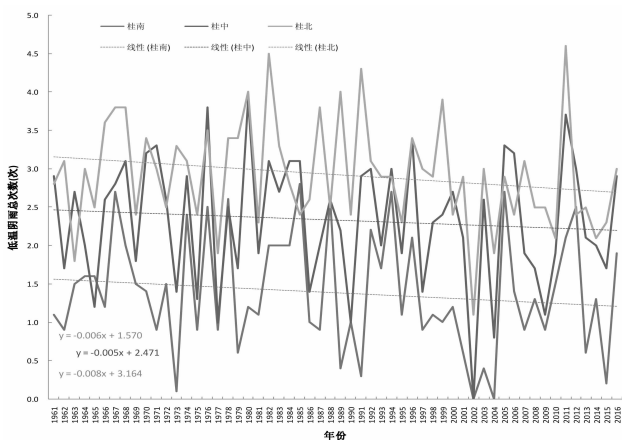


图 1 1961–2016 年广西水稻低温阴雨总次数年际变化

从年代际变化来看, 桂北、桂中稻区低温阴雨总次数最多为 90 年代, 分别为 $3.1 \text{ 次} \cdot \text{a}^{-1}$ 、 $2.5 \text{ 次} \cdot \text{a}^{-1}$, 桂南稻区则是 80 年代最多, 为 $1.6 \text{ 次} \cdot \text{a}^{-1}$; 三个稻区低温阴雨总次数最少为 21 世纪头 10a。

(2) 低温阴雨总天数

低温阴雨平均出现总天数桂南稻区 7.0d, 桂中稻区 15.2d, 桂北稻区 24.2d。从图 2 可见, 桂南、桂中、桂北各稻区低温阴雨总天数的变化均呈减少趋势,

除武宣、浦北、防城及防城港辖区出现低温阴雨总天数呈微弱增加趋势外, 其中永福、全州、灌阳、平果、武鸣、苍梧、邕宁低温阴雨总天数微弱减少趋势通过 0.1 信度检验, 兴安、桂林、阳朔通过 0.05 信度检验, 而防城、防城港低温阴雨总天数微弱增加趋势分别通过 0.01、0.001 信度检验。兴安每 10a 减少幅度最大, 约为 $-2\text{d} \cdot (10\text{a})^{-1}$; 防城、防城港每 10a 增加幅度最大, 约为 $1\text{d} \cdot (10\text{a})^{-1}$ 。

从年代际变化来看, 桂北、桂中、桂南稻区低温阴雨总天数最多均出现在 80 年代, 分别为 $29.0\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$ 、 $18.0\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$ 、 $9.0\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$; 广西三个双季稻稻区低温阴雨总天数最多的年份均出现在 80 年代中期, 最少的年份均出现在 21 世纪初。

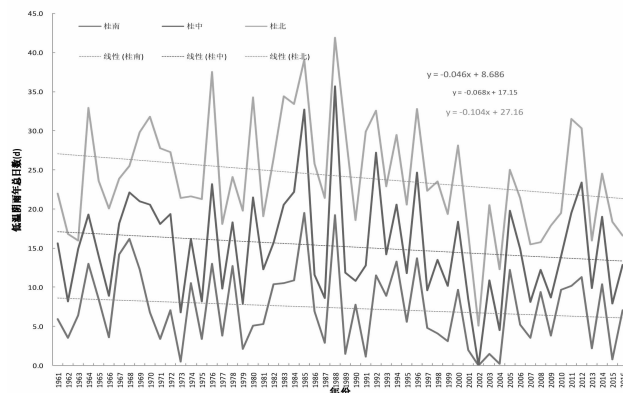


图 2 1961–2016 年广西水稻低温阴雨总天数年际变化

(3) 低温阴雨强度

低温阴雨强度桂南稻区平均为 4.8d/次, 桂中稻区平均为 6.6d/次, 桂北稻区平均为 8.5d/次。从图 3 可见, 桂北、桂中、桂南三个双季稻稻区低温阴雨强度的变化均呈减少趋势。除武宣、贵港、凭祥、浦北、防城及防城港辖区出现低温阴雨强度呈微弱增加趋势外, 其中平乐、象州低温阴雨强度微弱减少趋势通

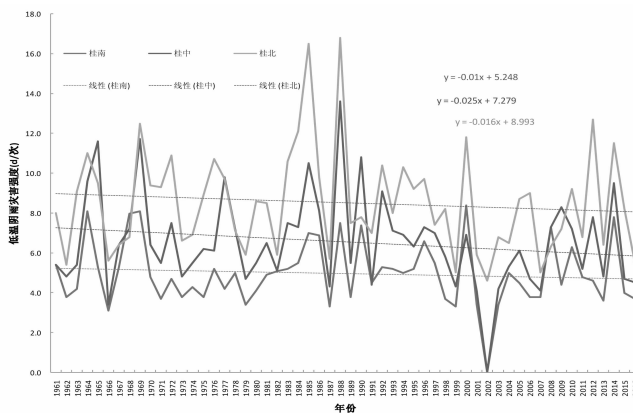


图 3 1961–2016 年广西水稻低温阴雨强度年际变化

过了 0.1 信度检验,而防城、防城港低温阴雨总天数微弱增加趋势通过 0.001 信度检验。恭城每 10a 减少幅度最大,约为 $-0.6\text{d}/\text{次}$;防城、防城港每 10a 增加幅度最大,约为 $0.8\text{d}/\text{次}$ 。

从年代际变化来看,桂北、桂中稻区低温阴雨强度最大均出现在 80 年代,分别为 $10.1\text{d}\cdot(\text{次}\cdot\text{a})^{-1}$ 、 $7.9\text{d}\cdot(\text{次}\cdot\text{a})^{-1}$,桂南稻区则出现在 60 年代,为 $5.5\text{d}\cdot(\text{次}\cdot\text{a})^{-1}$ 。广西三个双季稻稻区低温阴雨强度最大的年份出现不一致,桂南稻区出现在 21 世纪初,桂中、桂北稻区则出现在 80 年代末,而强度最小的年份均出现在 21 世纪初。

2.2.2 五月寒次数、天数和强度时间演变特征

(1) 五月寒总次数

五月寒出现总次数桂南稻区年平均出现 0.2 次,桂中稻区年平均出现 0.9 次,桂北稻区年平均出现 1.8 次。桂北、桂中、桂南三个稻区,除灵川、马山、宾阳、梧州、凭祥、宁明、邕宁、横县、博白、防城港以及兴安、灌阳、百色、天等、上林、桂平、平南、扶绥、南宁、浦北、玉林、陆川、防城五月寒总次数不变或呈微弱增加趋势外,其余县区五月寒总次数呈微弱减少趋势,其中融安、宜州、防城微弱减少变化趋势通过了 0.1 信度检验。融安每 10a 减少幅度最大,约为 $-0.1\text{次}\cdot(10\text{a})^{-1}$;兴安每 10a 增加幅度最大,约为 $0.07\text{次}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。

从年代际变化来看,桂北、桂中、桂南稻区五月寒总次数最多均出现在 80 年代,分别为 2.3 次、1.4 次、0.4 次;三个稻区五月寒总次数最少均出现在 21 世纪头 10 年。

(2) 五月寒总天数

五月寒总天数桂南稻区平均出现 0.9d,桂中稻区平均出现 3.5d,桂北稻区平均出现 8.7d。除扶绥、宁明、博白、防城港以及灌阳、百色、上林、桂平、平南、南宁、横县、浦北、玉林、陆川、防城五月寒总天数不变或呈微弱增加趋势外,其余绝大部分县区五月寒总天数呈微弱减少趋势,其中桂林五月寒总天数微弱减少趋势通过了 0.1 信度检验,融安则通过了 0.05 信度检验。融安每 10a 减少的幅度最大,约为 $-0.9\text{d}\cdot(10\text{a})^{-1}$;灌阳每 10a 增加幅度最大,约为 $0.2\text{d}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。

从年代际变化来看,桂北五月寒总天数最多出现在 70 年代,为 10.7d,而桂中、桂南稻区五月寒总天数最多均出现在 80 年代,分别为 5.6d、1.4d;桂北、桂中稻区五月寒总天数最少均出现在 21 世纪头

10a,而桂南稻区则出现在 60 年代。

(3) 五月寒强度

五月寒强度桂南稻区平均为 2.1d/次,桂中稻区平均为 3.4d/次,桂北稻区平均为 4.8d/次。从图 4 可见,除隆安、扶绥、宁明、博白、防城港辖区、灌阳、百色、桂平、平南、梧州、横县、浦北、容县、玉林、陆川、防城五月寒强度不变或呈微弱增加趋势外,其余大部分县区五月寒强度呈微弱减少趋势,其中融安、宜州、鹿寨和来宾五月寒强度微弱减少趋势通过了 0.1 信度检验。融安每 10a 减少的幅度最大,约为 $-0.3\text{d}/\text{次}$;防城每 10a 增加幅度最大,约为 $0.1\text{d}/\text{次}$ 。

从年代际变化来看,桂北五月寒强度最大出现在 70 年代,为 5.7d/次,而桂中、桂南稻区五月寒强度最大均出现在 80 年代,分别为 4.1d/次、3.3d/次;桂北、桂南稻区五月寒强度最小均出现在 21 世纪头 10a,而桂中稻区则出现在 60 年代。

2.2.3 寒露风次数、天数和强度时间演变特征

(1) 寒露风总次数

寒露风总次数桂南稻区年平均出现 1.3 次,桂中稻区年平均出现 1.9 次,桂北稻区年平均 2.7 次。从图 4 可见,桂南、桂中稻区寒露风总次数的变化呈减少趋势。桂北稻区各站和桂中稻区武宣及桂南稻区防城、防城港寒露风总次数呈微弱增加趋势,且防城港通过 0.01 信度检验,全州、防城通过 0.05 信度检验,兴安通过 0.1 信度检验;三个稻区其余县区寒露风总次数均呈微弱减少趋势,且桂南稻区绝大部分县区以及桂中稻区都安减少趋势通过了 0.01 信度检验,其中岑溪通过了 0.001 信度检验,忻城、柳州减少变化趋势趋势通过 0.05 信度检验,鹿寨则通过 0.1 信度检验。岑溪每 10a 减少的幅度最大,约为 $-0.3\text{次}\cdot(10\text{a})^{-1}$;兴安、全州每 10a 增加幅度最大,约为 $0.2\text{次}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。

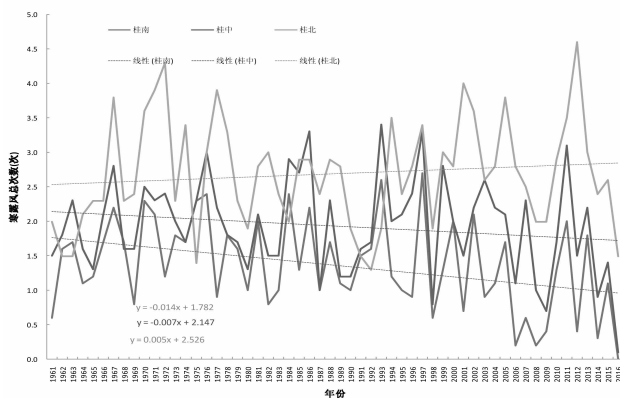


图 4 1961–2016 年广西水稻寒露风总次数年际变化

从年代际变化来看,桂北、桂南稻区寒露风总次数最多均出现在 70 年代,分别为 3.0 次、1.6 次,而桂中稻区则出现在 90 年代,为 2.2 次;桂北稻区寒露风总次数最少出现在 60 年代,桂中、桂南稻区则出现在 21 世纪后。

(2) 寒露风总天数

寒露风总天数桂南稻区平均出现 7.1d, 桂中稻区平均出现 12.6d, 桂北稻区平均出现 21.9d。从图 5 可见,桂南、桂中、桂北稻区寒露风总天数的变化均呈减少趋势,除防城、防城港寒露风总天数呈微弱增加趋势外,且大部分减少趋势通过了 0.01 信度检验,其中桂林、忻城、阳朔、平果、平南、藤县、大新、容县、岑溪通过了 0.001 信度检验;防城和防城港增加趋势则通过了 0.05 信度检验。桂林每 10a 减少幅度最大,约为 $-2d \cdot (10a)^{-1}$;防城每 10a 增加幅度最大,约为 $0.6d \cdot (10a)^{-1}$ 。

从年代际变化来看,桂北、桂中寒露风总天数最多出现在 90 年代,分别为 24.0d、15.0d,而桂南稻区则出现在 70 年代,为 5.8d;桂北、桂中、桂南稻区寒露风总天数最少均出现在 21 世纪后,且年份基本一致。

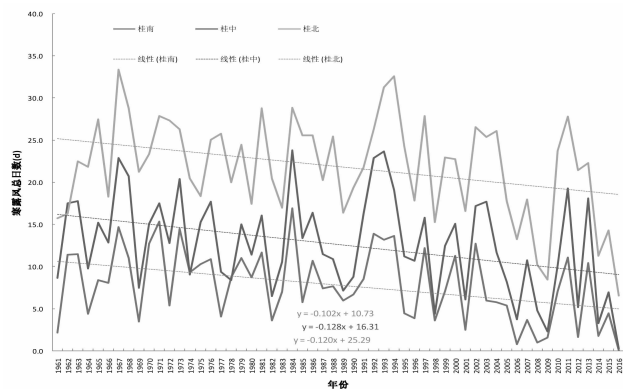


图 5 1961–2016 年广西水稻寒露风总天数年际变化

(3) 寒露风强度

寒露风强度桂南稻区平均为 5.2d/次, 桂中稻区平均 6.5d/次, 桂北稻区平均为 8.7d/次。从图 6 可见,桂南、桂中、桂北稻区寒露风强度的变化均呈减少趋势,除防城、防城港寒露风强度呈微弱增加趋势外,且大部分减少趋势通过了 0.05 信度检验,其中柳城、柳州、大新通过了 0.001 信度检验;防城增加趋势则通过了 0.01 信度检验。兴安、桂林、全州、河池、柳城、阳朔、平乐、荔浦、贺州、大新、藤县及天等每 10a 减少的幅度最大,约为 $-1.0d/次$;防城每 10a 增加的幅度最大,约为 $0.5d/次$ 。

从年代际变化来看,桂北、桂南寒露风强度最大出现在 90 年代,分别为 11.1d/次、5.8d/次,而桂中则出现在 60 年代,为 7.9d/次;桂北、桂中、桂南稻区寒露风强度最小均出现在 21 世纪后。

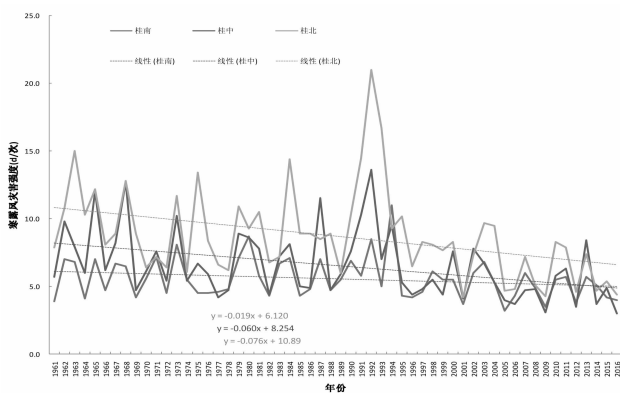


图 6 1961–2016 年广西水稻寒露风强度年际变化

3 结论与讨论

(1) 1961–2016 年,广西水稻生育期发生低温阴雨、五月寒、寒露风平均频率分别为 84%、41%、81%,三种低温冷害的高值区均在桂北稻区,低值区一般出现在沿海地区。

(2) 1961–2016 年,广西桂北、桂中、桂南绝大多数稻区早稻生育期低温阴雨总次数、总天数以及灾害强度呈现微弱减少气候变化趋势,各稻区低温阴雨总次数、总天数以及灾害强度每 10a 减少的幅度各有差异,其中低温阴雨总次数减少幅度桂北>桂南>桂中,总天数减少幅度桂北>桂中>桂南,强度减少幅度桂中>桂北>桂南。

(3) 1961–2016 年,广西桂北、桂中、桂南大多数稻区早稻生育期出现五月寒总次数、总日数以及灾害强度呈现微弱减少气候变化趋势,各稻区五月寒总次数、总天数以及灾害强度每 10a 减少幅度各有差异,其中五月寒总次数减少幅度桂中>桂北>桂南,总天数减少幅度桂北>桂中>桂南,强度减少幅度桂南>桂北>桂中。

(4) 1961–2016 年,广西晚稻生育期出现寒露风总次数桂中、桂南绝大多数稻区呈现微弱减少变化趋势,每 10a 减少幅度桂南大于桂中,而桂北稻区则呈现微弱增加变化趋势;寒露风总天数和灾害强度均呈现减少变化趋势,其中三个稻区寒露风总天数每 10a 减少约 1d,减少幅度桂中>桂北>桂南,而寒露风强度每 10a 减少幅度桂北>桂中>桂南。

(下转第 112 页)

3 结束语

在现代企业财务管理工作中,税务策划发挥着举足轻重的作用,企业在进行税务策划时,应该注意对各种资源的合理配置,充分发挥税务策划的作用,促进企业稳定发展。税务策划在现代企业财务管理中的应用非常广泛,不论是在筹资、投资、经营活动、还是各种分配活动中,都可以进行税务策划。但在实际的税务策划中,需要结合企业实际情况,通过科学全面的分析之后,再采用最合理有效的方式,真正实

现降低成本、增加收益的目的。

参考文献:

- [1] 李旭文.税务策划在现代企业财务管理中的运用及意义[J].中国经贸,2017,(8):268.
- [2] 陶学伟.浅析税务策划在现代企业财务管理中的运用[J].经济师,2003,(3):206-207.
- [3] 张勇.浅谈企业财务管理中的税收策划研究[J].大陆桥视野,2015,(2):47-47,50.
- [4] 陶丽,邓桥.浅析税务筹划在企业财务管理中的应用[J].华章,2013,(15):76-77.

(上接第 45 页)

(5) 广西水稻生育期低温冷害年平均出现总次数,桂南、桂中、桂北稻区均是低温阴雨>寒露风>五月寒;低温冷害年平均出现总天数,桂南稻区低温阴雨与寒露风年均出现总天数相近,桂中、桂北稻区则是低温阴雨>寒露风;低温冷害年平均出现强度,三个稻区均是五月寒强度最小,桂南、桂北稻区寒露风强度均是稍比低温阴雨强度大,桂中稻区则是寒露风与低温阴雨两者强度相近。低温冷害年平均出现总次数、总天数、强度均是桂北>桂中>桂南。

广西双季稻绝大部分稻区低温冷害呈现减少趋势,低温冷害最小总次数、总天数以及强度出现年份也是大部分在 21 世纪初,但桂北稻区寒露风总次数最少出现在 60 年代,桂中稻区五月寒强度最小出现在 60 年代,桂南稻区低温阴雨强度最大年份出现在 21 世纪初。可见,在以变暖为主的气候变化背景下,低温冷害年际波动大,还要重视和加强广西水稻低温冷害防御,不能盲目北扩,要进一步加强研究广西水稻适应气候资源变化的适宜播种期、种植制度以及品种搭配,从气候资源合理利用和气候风险管理角度探明水稻安全生产的有效途径。此外,随着水稻抗寒能力以及耕种管理水平的提高,水稻实际生产中应更关注 8℃ 低温的变化规律,因此,增加广西水稻发育期 8℃ 低温变化规律的分析,将使研究更系统完善。

参考文献:

- [1] 廖雪萍,史彩霞,黄梅丽,等.广西早稻高温热害变化特征及其对产量的影响[J].气象研究与应用,2019,40(3):56.
- [2] 陈燕丽,何燕,莫建飞,等.基于 CLDAS 数据的广西晚稻寒露风监测精准度评估[J].贵州农业科学,2018,46(7):73.
- [3] 李菁,吕平,祁丽燕,等.持续性低温阴雨天气对广西早稻生产影响分析[J].安徽农业科学,2012,40(31):15341.
- [4] 向花香,覃瑞德,李小霞.广西水稻生产防寒减灾的措施与对策[J].广西农学报,2009,24(S1):16.
- [5] 何洁琳,谢敏,黄卓,等.广西气候变化事实[J].气象研究与应用,2016,37(3):11-15.
- [6] 李艳兰,黄卓,覃卫坚.近 50 年广西春播期低温阴雨的变化特征[J].安徽农业科学,2011,39(31):19427-19429,19456.
- [7] 苏志,涂方旭,李艳兰.广西春播期低温阴雨的气候变化分析[J].广西气象,32-34.
- [8] 吴立,霍治国,杨建莹,等.南方双季稻低温灾害等级预测[J].生态学杂志,2016,35(4):925-933.
- [9] 覃卫坚,黄志,李耀先.广西寒露风开始期短期气候预测方法研究[J].气象研究与应用,2014,35(3):11-14.
- [10] 何燕,李政,徐世宏,等.GIS 在水稻“寒露风”冷害监测预警中的应用[J].灾害学,2012,27(1):68-71.
- [11] 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.