

云南省与津巴布韦烤烟种植气候相似性的精细分析*

胡雪琼¹, 王树会², 邓建华², 李向阳², 余凌翔¹

(1. 云南省气候中心, 昆明 650034; 2. 云南省烟草科学研究所, 玉溪 653100)

摘要:为明确云南与津巴布韦烤烟种植的气候相似性, 优化云南省烤烟种植布局, 基于云南 1:25 万的小网格气候数据, 依据影响烤烟种植的主要气候影响因子, 应用标准差计算各气候因子的权重, 采用改进的欧式距离作为相似度量指标, 划分云南省与津巴布韦烤烟种植的相似性, 并对两地相似区域的气候条件进行分类分析。结果表明, 云南烤烟气候与津巴布韦存在相似性, 相似程度的高低在云南呈现地带性分布, 以哀劳山为界, 相似性东部高于西部, 云南南部部分未植烟区域也与津巴布韦具有烤烟气候相似性; 云南烤烟种植区域多为“低温阴雨寡照”的气候类型, 光照的劣势较为明显。

关键词: 云南; 津巴布韦; 相似性; 烤烟

Fine Analysis of Climatic Similarity for Fire Cured Tobacco Cropping between Yunnan and Zimbabwe

HU Xue-qiong¹, WANG Shu-hui², DENG Jian-hua², LI Xiang-yang², YU Ling-xiang¹

(1. Yunnan Climate Center, Kunming 650034, China; 2. Yunnan Tobacco Science Graduate School, Yuxi 653100)

Abstract: For defining the climatic similarity between Yunnan and Zimbabwe and optimizing distribution of fire cured tobacco cropping in Yunnan, the climatic similarity between two regions was analyzed, based on the 1:250000 grids climatic data of Yunnan, and climatic factors. The results showed that the climate for fire cured tobacco cropping in Yunnan was significant similarity to that in Zimbabwe, which divided by Ailao mountain. The climatic similarity in east of Ailao mountain was higher than that in west of Ailao mountain. There was also similarity to Zimbabwe in south Yunnan where never planted fire cured tobacco before. Most of fire cured tobacco cropping region in Yunnan were low temperature, overcast or rainy and scant lighting.

Key words: Yunnan; Zimbabwe; Similarity; Fire cured tobacco

津巴布韦是仅次于巴西的世界第二大烤烟出口国, 其生产的烟叶品质优良、香气醇厚^[1]。云南烟叶以色泽金黄、组织细致、油润丰满、吸味清香醇和而驰名中外^[2]。云南位于 21°–29°N, 津巴布韦位于 19°–22°S, 津巴布韦与云南省同属低纬高原气候^[2], 在气候上应该存在一定的相似性, 因此, 研究两地烤烟种植的气候相似性, 对于优化云南省烤烟种植布局、提高烤烟品质具有现实指导意义。目前国内一些省份已开展了与国外优质烟区的气候比较研究^[3-5], 云南省烤烟研究针对品质、气候分析的较多^[6-10], 专门针对云南省与津巴布韦烤烟种植气候相似性的研究

尚为少见。

本文的基本思路是, 基于影响烤烟生长的几个主要气候因子, 采用一种相似性度量指标, 在一定的相似范围内认定为两地气候具有相似性^[11-13]。根据近年来气候变化方面的研究, 就全球而言, 1990 年之后全球升温迅速, 20 世纪 90 年代是 1861 年以来的最热的 10a^[14], 云南省自 90 年代开始, 进入了一个升温阶段^[15-16], 因此烤烟气候研究数据资料始于 1991 年。

1 资料和方法

1.1 数据

气象数据: 使用津巴布韦的 15 个植烟点及云南

* 收稿日期: 2010-11-02

基金项目: 云南省烟叶公司项目“云南省新烟区烟叶与津巴布韦烟叶比较研究”(09YN001); 云南省烟草公司“云南烟区烟叶特色评价及区域定位研究”(08A04); 国家科技部公益性行业科研专项“农用天气预报关键技术研究”(GYHY200906021); 中国烟草总公司云南省公司项目“丽江金沙江区域特色优质烟叶研究与开发”(09YN022)

作者简介: 胡雪琼(1976–), 云南嵩明人, 硕士, 高级工程师, 主要从事农业气象业务与研究。E-mail: hxqnky@163.com

124 个气象观测站的气象观测数据。津巴布韦的数据年限为 1991 - 2008 年,部分植烟点到 2004 年;云南气象站点数据年限为 1991 - 2009 年,对各样点气候数据计算多年平均值,以表征各地气候要素。

基础地理数据:采用中国气象局 2000 年下发的云南省 1:25 万基础地理数据,包括行政区划、数字高程、经度、纬度、坡向、坡度等。

气象要素小网格推算:依托 ArcGIS,基于 1:25 万基础地理数据,在云南全省气象要素与地理要素(高程、经度、纬度、坡向、坡度)之间建立回归模型,选用效果较好的模型把气象要素推算到空间网格点上,再经残差订正等方法,推算和模拟云南省基本气候要素的空间分布(100m×100m)。

1.2 烤烟气候因子选取

云南省烤烟 4 月中旬开始移栽,7 月成熟采烤,9 月上旬采烤基本结束;而位于南半球的津巴布韦则在 11 月左右移栽,3 月基本采烤结束。对于烤烟生长来说,大田期的气候条件是决定烤烟产量及品质的主导因素,尤其烤烟成熟期的气候条件对烤烟品质的影响至关重要,对于云南烤烟生产来说,存在成熟期多雨寡照、低温等不利气象因素,因此,本文选择大田期及成熟期作为气候因子的分析时段^[6,17-18],基于各样点多年平均气候数据选择气候因子。

云南省气候因子:4 月中旬 - 9 月上旬平均气温、累积日照时数和累积降水量,7 - 8 月平均气温和日照时数。

津巴布韦气候因子:11 月 - 翌年 3 月平均气温、累积日照时数和累积降水量,2 - 3 月平均气温、日照时数。

为描述简便,将云南省及津巴布韦的两个分析时段统称为大田期和成熟期,即云南省 4 月中旬 - 9 月上旬、津巴布韦 11 月 - 翌年 3 月为大田期,云南省 7 - 8 月、津巴布韦 2 - 3 月为成熟期。云南省及津巴布韦的两组指标是对应的,相对于当地烤烟生长季来说是相同的。

1.3 归一化处理

为消除各气候因子量纲的影响,把津巴布韦的 15 个植烟点及云南省空间各格点的气象观测数据看作一个整体样本,采用如下方法进行归一化处理:

$$x_{ik} = \frac{x_{ik0} - x_{\min k}}{x_{\max k} - x_{\min k}} \tag{1}$$

式中, x_{ik} 为第 i 个样点第 k 个因子的归一化值; x_{ik0} 为第 i 样点第 k 个因子原始值; $x_{\min k}$ 为各样点 k 因

子的最小值; $x_{\max k}$ 为各样点 k 因子的最大值。

1.4 各气候因子权重计算

指标权重的确定可分为主观赋权法和客观赋权法两大类,主观赋权法有专家打分法和层次分析法等,受人为因素影响较大。客观赋权法有秩和比法、灰色关联法、主成分法、熵权法和标准差权重法等,其中标准差权重法属于局部差异驱动的客观赋权法,指标权重的确定是以各指标在各样点间的区分度来确定的,标准差表征指标在各样品间的区分度(离散性),标准差大的指标离散性大,被赋予较高的权重,较直观易于理解,因而本文选用了标准差权重法来计算各气候因子的权重^[19-25]。指标的样本标准差为

$$S_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}{n - 1}} \tag{2}$$

式中, S_k 为第 k 个指标的样本标准差, x_{ik} 为第 i 个样点第 k 个因子的归一化值, \bar{x}_k 为第 k 个指标各样点归一化值的平均值, n 为样本数 139,本项目取津巴布韦的 15 个站点及云南省的 124 个气象站点共 139 个站点作为一个样本一并计算权重。指标权重为

$$w_k = \frac{S_k}{\sum_{k=1}^m S_k} \tag{3}$$

式中, w_k 为第 k 个因子的权重, m 为因子数 5。计算结果见表 1。由表中可见,各气候因子的权重值较接近,日照权重相对较大,尤其生长后期的日照权重最大,达到了 0.24,这与烤烟实际生产较符合,烤烟生长后期的日照对烤烟产量及品质均具有较为重要的作用。

表 1 津巴布韦及云南省各气候因子权重
Table 1 The weight of climatic factors in Yunnan and Zimbabwe

	F1	F2	F3	F4	F5
权重 Weight	0.19	0.20	0.18	0.24	0.19

注:F1 指大田期累积降水量(mm);F2 指大田期累积日照时数(h);F3 指大田期平均气温(℃);F4 指成熟期累积日照时数(h);F5 指成熟期平均气温(℃)。下同。
Note: F1 is the cumulate precipitation during field growing season (mm), F2 is the cumulate sunshine duration during field growing season (h), F3 is the average temperature during field growing season (℃), F4 is the cumulate sunshine duration during maturation stage(h), F5 is the average temperature during maturation stage(℃). The same as below.

1.5 相似性度量指标

采用欧式距离衡量两个个体之间的相似程度^[3-5],

即

设有样本 XX

$$XX = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nm} \end{bmatrix} \quad (4)$$

式中, n 为样本容量(指云南全省 49548104 个格点加上津巴布韦的 15 个站点, $n = 49548119$), m 为因子个数 5, 每个个体均可看作 m 维空间的一个点。

改进的欧式距离

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m w_k (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (5)$$

式中, i, j 为空间两个格点(站点), m 为因子个数 5, x 经过归一化处理, w_k 为第 k 个因子的权重, d_{ij} 即可看作 i 点及 j 点之间的相似距离, 距离越小, 表明相似度越高。

1.6 相似距离计算

把津巴布韦 15 个植烟点及云南全省格点看作 m 维空间的不同个体, 基于 ArcGIS 的功能模块, 依照公式(5)分别计算任意格点与每一津巴布韦植烟点之间的相似距离 d_{ij} , 对于云南省任一格点, 最终可以得到与津巴布韦 15 个站点的 15 个相似距离, 挑选出最小相似距离作为此格点与津巴布韦的相似距离。

2 结果与分析

2.1 云南省与津巴布韦烤烟气候的相似性

经计算, 云南省各格点与津巴布韦之间的相似距离在 0.1 ~ 0.69, 而津巴布韦内部 15 个植烟点之间相似距离在 0.03 ~ 0.46, 说明云南省与津巴布韦存在气候相似性, 在一定范围内可以认为两地烤烟气候相似。

相似判定标准: 结合云南省烤烟种植实际, 考虑烤烟种植南北界限、海拔、品质等因素, 确定 $d_{ij} < 0.19$ 为高度相似; $0.19 \leq d_{ij} < 0.23$ 为中度相似; $0.23 \leq d_{ij} < 0.27$ 为低度相似; $d_{ij} \geq 0.27$ 不相似。划分结果见图 1。

由图 1 可见, 云南烤烟气候与津巴布韦的相似程度具有明显的地带性, 哀劳山以东的区域与津巴布韦的相似性大于哀劳山以西的区域, 高度相似的区域主要分布在哀劳山以东的昭通南部、曲靖北部、文山东部及西部、楚雄中北部、丽江东南部、大理东部等区

域, 面积占云南国土面积的 21%; 中度相似的区域紧邻高度相似区域, 主要分布在哀劳山以东区域, 主要在丽江中部、曲靖大部、昆明大部、楚雄南部、大理中东部、玉溪大部、红河北部等, 面积占国土面积的 25%; 低度相似区域主要分布在哀劳山以西地区, 大理西部、保山东部、德宏中东部、临沧中东部、普洱大部、西双版纳中西部分布面积较大, 面积占国土面积的 26%; 不相似区域主要分布在云南西部边缘地带、南部边缘、昭通北部等, 面积占国土面积的 28%。这些相似区域的分布与云南省最新的烟草收购区域的分布大体一致, 但局部存在差别, 主要是: 不种植烤烟的区域如西双版纳中西部、普洱西南部、文山东部(富宁)、昆明的新村、德宏的瑞丽也为相似区; 在现在的烤烟种植区域中, 滇西南的腾冲-龙陵-镇康-沧源一线与津巴布韦无气候相似性, 临沧市的相似区域较小, 嵩明、西畴与津巴布韦无气候相似性。

2.2 云南省与津巴布韦烤烟气候相似区域的分类

首先, 依据最短距离的合并原则, 将津巴布韦的 15 个站点合并为 5 种气候类型区(表 2), 合并的相似距离标准: $d_{ij} < 0.1$ 。

表 2 津巴布韦站点分类表

Table 2 The classification of stations for fire cured tobacco cropping in Zimbabwe

类别 Type	站点 Station
1 类 The first type	Beitbridge, Buffalo Range, Kariba
2 类 The second type	Chivhu, Harare Kutsaga, Marondera, Nyanga, Rusape
3 类 The third type	Masvingo, Mt Darwin, Kadoma
4 类 The fourth type	Chipinge, Henderson, Karoi
5 类 The fifth type	Chimanimani

然后, 将津巴布韦每个类别以一个站点为代表站(Chimanimani, Henderson, Masvingo, Harare Kutsaga, Buffalo Range), 统计云南省每个小网格点与津巴布韦各代表站的相似距离, 相似距离 ≥ 0.27 为不相似, 相似距离 < 0.27 为相似, 进入相似距离范围内的格点与津巴布韦某代表站相似距离最小则划分网格点为该站气候类别。由此得到云南省各格点的分类结果如图 2, 由图中可见, 在相似范围内, 仅楚雄市北部、大理局部、元江河谷、昭通南部等较小区域属第 4 类烤烟气候类型, 其余均为第 5 类烤烟气候类型。

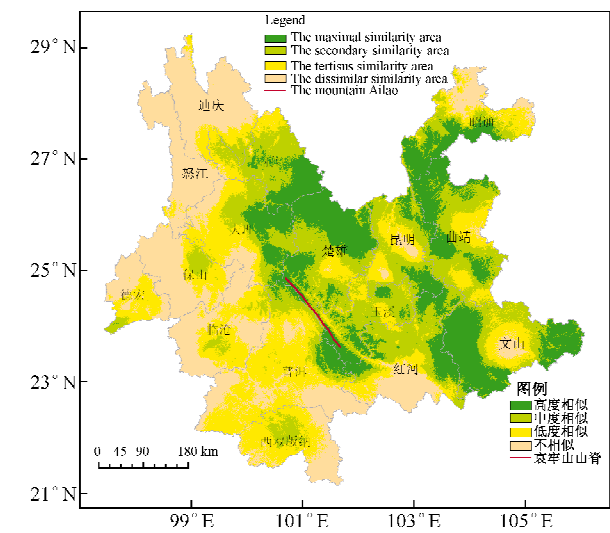


图 1 云南省与津巴布韦烤烟种植气候相似性

Fig. 1 The climatic similarity for fire cured tobacco cropping between Yunnan and Zimbabwe

2.3 云南省与津巴布韦烤烟气候相似区域的气候因子对比

按照图 2 中的分类结果,云南省 124 个气象站点的分类见表 3。经统计,两烟区各类别烤烟种植区的主要气候因子特征见表 4。

由表 3 和表 4 可以看出,云南省大部烟区属于第 5 类,少量站点属于第 4 类,烟区各类别气候特征为:

5 类:“低温阴雨寡照型”,云南省大部烟区属此类型,气温 21.0~22.0℃,温度条件尚可,温度条件好于津巴布韦同类烟区,津巴布韦同类烟区大田期及成

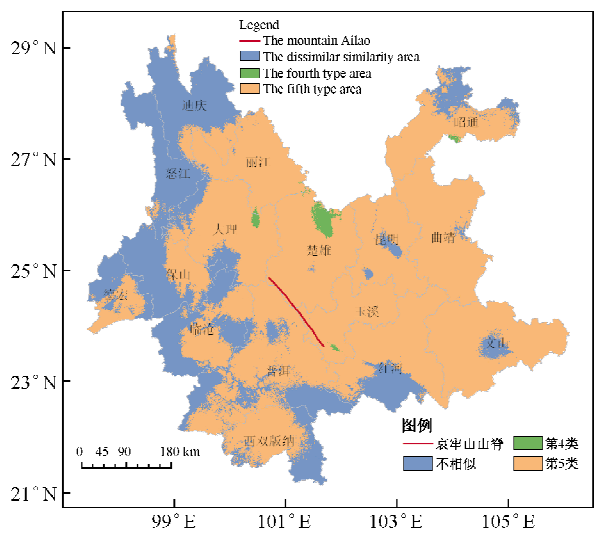


图 2 云南省烤烟种植气候类型分区图

Fig. 2 The climatic types for fire cured tobacco cropping in Yunnan

熟期气温均低于 20.0℃;云南烟区大田期雨量 781mm,雨量偏多,但与津巴布韦同类烟区相比,雨量偏多并不突出,津巴布韦同类烟区平均大田期降雨量超过 1200mm;大田期日照总量适宜,但成熟期日照偏少,仅 255h,大田期日照较津巴布韦同期偏少了 22%,成熟期日照偏少达 34%。对于第 5 类,云南省烟区较好的温度条件一定程度弥补了日照的不足。云南省大部烟区较津巴布韦同类烟区的较大差别在于日照不足,是造成云南省烟叶品质与津巴布韦有差距的重要因素。

表 3 云南气象站点烤烟气候分类表

Table 3 The classification of stations for fire cured tobacco cropping in Yunnan

类别 Type	站点 Station
不相似站点(14 站)The dissimilar station (14 stations)	德钦 Deqin, 中甸 Zhongdian, 贡山 Gongshan, 福贡 Fugong, 兰坪 Lanping, 腾冲 Tengchong, 龙陵 Longling, 凤庆 Fengqing, 沧源 Canyon, 江城 Jiangcheng, 金平 Jinping, 元阳 Yuanyang, 绥江 Suijiang, 盐津 Yanjin
4 类(4 站) The fourth type(4 stations)	宾川 Binchuan, 永仁 Yongren, 元谋 Yuanmou, 元江 Yuanjiang
5 类(106 站)The fifth type (106 stations)	全省其余站点 All other stations

表 4 两烟区各类别气象站点的主要气候因子对比

Table 4 The climatic factors for diverse types in Yunnan and Zimbabwe

类型 Type	云南烟区 Yunnan					津巴布韦烟区 Zimbabwe				
	F1 (mm)	F2 (h)	F3 (℃)	F4 (h)	F5 (℃)	F1 (mm)	F2 (h)	F3 (℃)	F4 (h)	F5 (℃)
5 类 5 th	781	778	21.0	255	22.0	1263	992	19.1	389	18.7
4 类 4 th	547	947	25.0	321	25.0	770	1062	21.6	436	21.2
1 类 1 st						476	1209	27.3	485	26.7
2 类 2 nd						748	1093	20.2	471	19.9
3 类 3 rd						637	1147	23.4	480	22.8

4 类:云南省 4 个干热站点归入此类,介于 1 类和 5 类之间,同样存在与津巴布韦同类烟区相比日照资源过少的问题。

1 类:“高温多光少雨型”,气温大于 26.0℃,大田期雨量约 500mm,日照大于 1200h,气候资源满足优质烟的生长需求,仅在津巴布韦出现此类型,云南省未出现此类型烟区。

2 类:“低温多雨多光型”,气温不足 21.0℃;雨量偏多,超过 700mm;日照充足,大田期日照时数超过 1000h,成熟期日照平均达 471h。充足的光照弥补了温度的不足。仅在津巴布韦出现此类型,云南省未出现此类型。

3 类:“多光型”,与 1 类较接近,光照优越,水热资源充沛,云南省未出现此类型。

在这 5 种类型中,津巴布韦各种类型均出现,但云南省仅出现了第 5 与第 4 两种类型。与云南省烟区相比,津巴布韦烤烟大田期及成熟期的气温、降水变化范围更大,津巴布韦大田期各类型平均气温变化范围为 19.1~27.3℃,成熟期各类型平均气温变化范围为 18.7~26.7℃,云南省烟区各类型气温值均在此范围内;津巴布韦大田期各类型降水量变化范围为 476~1263mm,云南省烟区各类型降水量均在此范围内。说明云南省烟区的气温及降水资源并未与津巴布韦烟区存在显著差别。两地烟区的显著差别是:津巴布韦烟区光照多,大田期日照时数各类型几乎都超过了 1000h,成熟期日照时数各类型几乎都超过 400h。云南省大部分烟区所属的第 5 类更是明显表现了少日照的特征,成熟期日照仅 255h。

3 结论与讨论

(1) 云南省烟区与津巴布韦烟区存在气候相似性,相似区域与云南省现有烤烟种植地区分布趋势大概一致,局部存在差异。而且云南烤烟气候与津巴布韦的相似程度具有明显的地带性,哀劳山以东的区域相似性大于以西的区域,与津巴布韦高度相似及中度相似的区域也主要分布在哀劳山以东。而目前云南省尚未种植烤烟的区域如西双版纳中西部、普洱西南部、文山东部(富宁)、昆明的新村、德宏的瑞丽也与津巴布韦烤烟气候具有相似性,这些地区也许具备烤烟种植的气候开发潜力。

(2) 云南省烤烟气候与津巴布韦 5 种烤烟气候类型中的两种较为相似,且大部为“低温阴雨寡照型”。与津巴布韦同类烟区相比,云南省烟区温度及降水并不存在劣势,但光照的劣势较明显,这也是云南省烟叶品质与津巴布韦存在差距的重要原因。

本文进行了基于细网格点的云南省与津巴布韦烤烟种植相似性精细推算,相似性计算中考虑了气候因子的权重,相似结果进行了分类别气候条件分析。在云南省这一立体气候突出、“十里不同天”的复杂气候区域,本文的研究对于烤烟种植精细区划,开发新烟区均具有现实意义。但入选的气候因子主要是基于影响云南省烤烟生长的几个主要气候因子,对于限制津巴布韦烤烟生长的气候因子并未做结合当地实际的详细分析,两地烤烟气候相似的研究有待进一步深入。

参考文献:

- [1] 邵岩,李永平,邓建华,等. 津巴布韦烟叶生产[M]. 北京: 科学出版社,2007:3-5.
- [2] 贺升华,任炜,程建刚,等. 烤烟气象[M]. 昆明: 云南科技出版社,2001:1,14,155.
- [3] 许自成,黎妍妍,毕庆文,等. 湖北烟区烤烟气候适生性评价及与国外烟区的相似性分析[J]. 生态学报,2008,28(8):3832-3838.
- [4] 黄毓华,章锦发,张开林,等. 优质烟区气候特征及江苏烟草气候分析[J]. 江苏农业科学,1995,13(1):28-31.
- [5] 黄国友,刁朝强,陈雪,等. 我国部分替代进口烟叶种植区域可行性分析[J]. 中国烟草科学,2008,29(4):25-29.
- [6] 黄中艳,范立张,朱勇,等. 基于 GIS 和烟叶品质的云南烤烟种植气候分区[J]. 中国农业气象,2009,30(3):370-374.
- [7] 鲁永新,张映翠,王恩超,等. 楚雄州烤烟种植的生态区划方法研究[J]. 中国农业气象,2009,30(增1):93-96.
- [8] 黄中艳,王树会,朱勇,等. 云南烤烟 5 项化学成分含量与其环境生态要素的关系[J]. 中国农业气象,2007,28(3):312-317.
- [9] 黄中艳,朱勇,邓云龙,等. 云南烤烟大田期气候对烟叶品质的影响[J]. 中国农业气象,2008,29(4):440-445.
- [10] 李晓燕,黄韡,倪霞,等. 昭通烤烟生态气候适宜性分析[J]. 中国农业气象,2008,29(2):197-201.
- [11] 吴钟玲,陈铁如,白宝璋,等. 农业气候相似原理与蔬菜引种[J]. 中国农业气象,1994,15(3):36-39.
- [12] 汪晓原. 我国玉米生态气候适宜性区域与相似类型划分方法的探讨[J]. 中国农业气象,1992,13(5):25-27.
- [13] 王继新. 中美两国大豆气候生态相似分析[J]. 中国农业气象,1992,13(3):26-29.
- [14] 雷 W,查尔斯 A L. 全球气候变化及其影响[J]. 水科学进展,2003,14(5):667-674.
- [15] 程建刚,解明恩. 近 50 年云南区域气候变化特征分析[J]. 地理科学进展,2008,27(5):19-26.
- [16] 黄中艳,朱勇. 1954-2007 年云南农业气候变化研究[J]. 气象,2009,35(2):111-118.

步可考虑采用较高分辨率的卫星遥感资料、地面气象观测资料、探空资料,构建统计或机理模型,反演格点日照百分率。20 世纪 90 年代初,叶一舫等^[11]应用 NOAA 的 AVHRR 资料进行过日照时数的反演,周允华等^[12-13]和项月琴等^[14]利用 TIROS - N 卫星云图,进行了地面总辐射的反演。目前极轨气象卫星、静止气象卫星已有 10 余年的资料积累,资料序列长度已初步具备了气候统计意义,另外,云检测技术亦日渐成熟,采用卫星资料反演的日照百分率将与实际分布情况更为接近,可进一步提高日照时数的推算精度。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社, 1979:21-23.
- [2] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社, 2003:23-24.
- [3] 薛丽芳,申双和,王春林. 基于 GIS 的广东香蕉种植气候适宜性区划[J]. 中国农业气象,2010,31(4):575-581.
- [4] 吴焕萍. GIS 技术在气象领域中的应用[J]. 气象,2010,36(3):90-100.
- [5] 郭兆夏,李星敏,朱琳. 基于 GIS 的陕西省年降水量空间分布特征分析[J]. 中国农业气象,2010,31(增 1):121-123.
- [6] 黄晚华,帅细强,汪扩军. 考虑地形条件下山区日照和辐射的 GIS 模型研究[J]. 中国农业气象,2006,27(2):89-93.
- [7] 曾燕,邱新法,缪启龙,等. 起伏地形下我国可照时数的空间分布[J]. 自然科学进展,2003,13(5):545-548.
- [8] 袁淑杰,缪启龙,谷晓平,等. 贵州高原起伏地形下太阳直接辐射的精细分布[J]. 自然资源学报,2009,24(8):1432-1439.
- [9] 左大康,周允华,项月琴,等. 地球表层辐射研究[M]. 北京:科学出版社,1991:68.
- [10] Holdway M R. Spatial modeling and interpolation of monthly temperpolation using Kriging[J]. Clim. Res, 1996, (24): 1835-1845.
- [11] 叶一舫,张养才,潘钟跃. 哀牢山区日照时数的遥感信息提取方法[J]. 中国农业气象,1993,14(3):39-41.
- [12] 周允华,叶芳德,周树秀,等. 利用 TIROS - N 卫星云图对 1979 年夏季青藏高原云量分布的研究[J]. 高原气象,1983,2(1):39-51.
- [13] 周允华,项月琴. 利用卫星云图对 1979 年夏季青藏高原月、旬辐射平衡场的研究[J]. 大气科学,1985,9(1):44-53.
- [14] 项月琴. 利用卫星云图对 1979 年夏季青藏高原月旬总辐射场的研究[J]. 太阳能学报,1984,5(1):12-27.
- [17] 胡雪琼,黄中艳,朱勇,等. 云南烤烟气候类型及其适宜性研究[J]. 南京气象学院学报,2006,29(4):563-568.
- [18] 胡雪琼,李天福. 云南省烤烟内在品质类型与气象条件的关系分析[J]. 云南农业科技,2006,(5):17-18.
- [19] 龚元圣,王晓春,陈贤. 标准差权重法在番茄果实商品性状评价上的应用分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(31):13600-13602.
- [20] 郭娜,郭科,吴金炉,等. 灰色关联度分析法在土地评价中的应用[J]. 成都理工大学学报,2007,34(6):626-629.
- [21] 朱琳,郭兆夏,朱延年. 基于 GIS 气候资源评价及区划研究:以陕西省苹果气候区划为例[J]. 陕西气象,2005,(3):23-26.
- [22] 王丹宁,赵明,赵洪宾,等. 基于权重理论的给水管网水质识别模型[J]. 低温建筑技术,2007,(1):118-119.
- [23] 罗扬,余光辉,刘恩斌. 基于熵权重的喀斯特地区林业可持续发展评价方法[J]. 南京林业大学学报,2007,31(1):114-118.
- [24] 张红涛,毛罕平. 四种客观权重确定方法在粮虫可拓分类中的应用比较[J]. 农业工程学报,2009,25(1):132-136.
- [25] 王飞,张硕,丁天明. 舟山海域人工鱼礁选址基于 AHP 的权重因子评价[J]. 海洋学研究,2008,26(1):65-71.

(上接第 266 页)