

基于 GIS 的江西省农业气候资源 小网格推算研究

蔡哲¹, 刘冬梅², 辜晓青¹, 殷剑敏³

(1. 江西省气象科学研究所, 江西 南昌 330046; 2. 江西省气象信息中心, 江西 南昌 330046; 3. 江西省气候中心, 江西 南昌 330046)

摘要: 利用江西省 84 个气象台站 1971—2000 年的气候观测资料和站点地理信息资料, 建立江西省温度、日照和降水等气候资源的数学推算模型。并在 GIS 支持下, 对模型进行小网格推算和残差订正, 保证每个网格点上的气候资源值是比较准确的。同时绘制气候资源分布图, 将其与江西省气候资源实际分布情况进行初步分析和比较, 发现两者的空间分布趋势具有一致性, 而且更加细腻、真实。说明推算模型能够反映江西省气候资源的分布规律, 具有良好的统计意义和实际意义, 可为气候区划工作奠定良好的基础。

关键词: 地理信息系统; 气候资源; 模型; 网格; 江西省

中图分类号: S162.3 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2010)04-0842-05

Simulation of Agricultural Climate Resources Based on GIS in Jiangxi Province

CAI Zhe¹, LIU Dong-mei², GU Xiao-qing¹, YIN Jian-min³

(1. Jiangxi Provincial Meteorological Research Institute, Nanchang 330046, China; 2. Jiangxi Provincial Meteorological Information Center, Nanchang 330046, China; 3. Jiangxi Provincial Climate Center, Nanchang 330046, China)

Abstract: Topographic factors and climate observe data during the period from 1971 to 2000 in Jiangxi Province were taken into consideration in terms of the complex geography and distinct tridimensional variety of climate resources in Jiangxi Province. Applying the small grid simulation methods in the prediction model supported by GIS, the spatial distribution of the length of annual sunshine hours, annual temperature, annual active accusation temperature and rainfalls were calculated precisely which are expressed visually in the paper. The major characteristics of the spatial distribution of Jiangxi agricultural climate factors were analyzed in terms of the study results and the reality. The results of the study are not only useful for utilizing and developing the local climate resources, but also provide detailed data and scientific support for sustainable development of agriculture.

Key words: Geographic Information System (GIS); climate resources; model; grids; Jiangxi Province

农业气候资源是农业生产重要的环境条件, 是作物生长过程中所需基本物质和能量的来源, 决定了品种可否种植, 并对作物品质有着极大影响。

江西省是南方农业大省, 位于我国东南部、长江中下游交接处南岸, 地处北纬 24°29′—30°04′, 东经

收稿日期: 2010-05-18 修回日期: 2010-06-22

基金项目: 科技部公益性行业(气象)科研专项(GYHY(QX)20070607)

作者简介: 蔡哲(1979-) 男, 工程师, 主要从事生态与农业气象研究, E-mail: caizheread@163.com。

113°34′—118°28′,南北长约620 km,东西宽约490 km。土地总面积16.69万km²,占全国土地总面积的1.74%,居华东各省市之首。省内地貌类型较为齐全,分布大致成不规则环状结构,常态地貌类型则以山地和丘陵为主。其中山地6.01万km²,占全省总面积的36.00%;丘陵7.01万km²,占42.00%;台地和平原2.00万km²,占11.99%。复杂的地形地貌特点,使江西省的气候资源分布有着立体多样的特点。全省共有气象台站84个,每个台站相当于代表1941 km²的面积,而且这些台站大多数分布在海拔较低的平原、河谷,山区台站很少,特别是海拔200 m以上气象站较少,全省只有12个,海拔在800 m以上的台站仅有庐山、井冈山2个。台站稀少且呈点状分布,难以全面真实地反映江西省气候资源的立体多样性特征,也满足不了山区农业气候区划细化的要求。

传统的气候资源空间分布模拟采用离散点等值线方法较多,此种方法建立在以线概点的基础上,无法反映出局地气候的差异^[1],而且气候因子在不同地区、不同地形条件下都有着很大的差异^[2]。随着GIS(Geographic Information System 地理信息系统)技术的发展,为精确推算无观测资料地区的气候要素提供了新的手段^[3-7]。为能客观地描述江西省气候资源的实际分布,本研究采用了小网格分析方法,通过建立气候要素与站点经度、纬度、海拔高度、坡度、坡向等地理信息的数学模型。在GIS的支持下,探索无测站地区的气候资源小网格推算的方法,可实现气候资源的空间全方位的优化配置^[8],为气候区划与农业布局优化奠定基础。

1 气候资源推算模型的建立

1.1 资料选取

本研究采用江西84个气象台站1971—2000年的地面观测资料,包括逐月平均气温、年平均气温,逐月降水量、年降水量、逐月日照时数、年日照时数以及0、3、5、10、15、20、22℃活动积温等。地理信息资料采用国家基础地理信息中心提供的1:25万江西省基础地理信息数据,包括省、市、县各级行政边界等面状矢量信息,以及江西主要河流、公路、铁路等线状信息。另外根据等高线信息建立了DEM(数字高程模型),并根据DEM获取了坡度、坡向等地理信息,所有栅格数据的网格间距大小为100 m × 100 m。

1.2 数据处理

统计分析和数学建模采用SPSS 16.0完成,地理信息资料处理、栅格计算与空间信息叠加采用Arc-GIS 9.0完成。

1.3 气候资源推算模型建立方法

根据江西省的气候特点与地形特征,利用逐步回归的方法,对相应的气候要素采用逐步回归统计的方法建立相对模型,通过检验后,在GIS的支持下实现气候资源网格的推算。根据多年的研究表明,气候资源要素分布与纬度、经度、海拔高度等地理因子关系密切,气候资源的推算模型为:

$$Y=f(\lambda, \phi, h) + \varepsilon \quad (1)$$

式中:Y为气候要素(如年平均气温、≥10℃的活动积温等);λ、φ、h分别代表经度、纬度、海拔高度等地理因子;ε为综合地理残差。

由各个气象观测场的经度、纬度、海拔高度作为基本的输入参数,组成经度、纬度、海拔高度3个变量,分别对全部站点的年平均气温、年平均降水、年日照时数以及≥10℃积温统计后进行拟合,建立数学推算模型。

通过统计学指标对建立的数学推算模型进行检验,统计学指标包括相关系数R、方差分析F检验,由此确定回归方程是否有意义。通过回归,建立关系模型(表1)。

1.4 残差的计算及内插

多元回归分析能够从总体上拟合江西省各农业气候资源要素的分布情况,但由于小地形影响、观测资料的代表性不足等问题,气候资源要素的总体拟合精度需要通过残差订正进行进一步提高^[9]。各气候资源要素的残差部分是没有被多元回归分析解释尽的残余信息,往往是气候资源要素受小地形因素影响所产生的微小波动。为了提高拟合精度,有必要对各气候资源要素的残差部分进行空间内插,用于订正气候资源网格数据。

表 1 农业气候资源网格推算模型

Tab.1 Simulation models of agricultural climate resources

农业气候资源要素 Agricultural climate resources	模型 Models	相关系数 <i>R</i> Correlation coefficient	方差比 <i>F</i> Variance ratio	显著水平 Significant level
≥10 °C 积温 ≥10 °C Accumulated temperature	$Y = 3\ 730.241 - 245.734\phi + 77.108\lambda - 1.786h$	0.989	1 187.26	0.001
年平均气温 Annual mean temperature	$Y = 144.858 - 7.08\phi + 2.024\lambda - 0.05h$	0.965	359.989	0.001
年日照时数 Annual sunshine hours	$Y = -32\ 955.502 + 135.939\phi + 397.875\lambda - 1.394h$	0.572	12.794	0.126
年降水量 Annual precipitation	$Y = -89\ 577.255 + 130\phi + 883.159\lambda + 4.313h$	0.738	31.464	0.185

φ 表示纬度; λ 表示经度; h 表示海拔高度(m)。

φ is latitude; λ is longitude; h is altitude.

利用 ArcGIS 软件中的 IDW 方法,将气候资源残差 ε 内插到 100 m × 100 m 的网格上,即获得了气候资源要素残差的 ε 栅格图。将此图与小网格推算模型所绘制的气候资源图相叠加,可得到经过订正后的气候资源分布图。

2 结果分析

2.1 ≥10 °C 积温模型的建立及结果分析

≥10 °C 积温指稳定通过 ≥10 °C 各日平均温度的总和,在农业生产中是一个重要的热量指标。日平均气温 ≥10 °C 期间,是农作物有机质形成的主要时期^[10]; ≥10 °C 后,喜凉作物开始迅速生长,喜温作物可播种; <10 °C 后,喜凉作物光合作用显著减弱,喜温作物停止生长^[11]。因此选择对 ≥10 °C 积温在省内的分布情况进行模拟。

根据表 1 对应模型,在 GIS 中绘制了 ≥10 °C 积温资源分布图(图 1)。从图 1 可见,≥10 °C 积温随着纬度和海拔的升高,呈逐渐递减的趋势。最高值大多集中于赣南南部地区,这些地区地理位置优越,海拔较低,积温较高;低值区位于江西西北地区的铜鼓、靖安、修水、武宁一带,由于这些地区处于九岭山脉,地势较高,故积温较低,这与实际情况是比较吻合的。

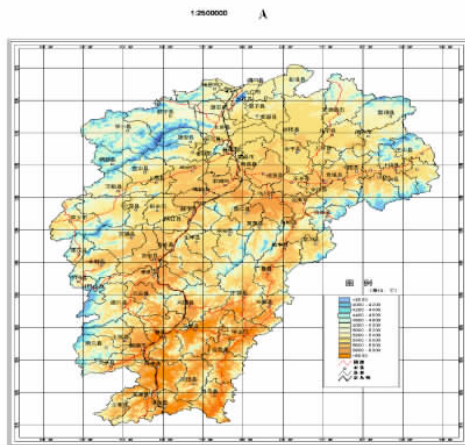


图 1 江西省日平均气温 ≥10 °C 的积温
Fig. 1 ≥10 °C accumulated temperature in Jiangxi

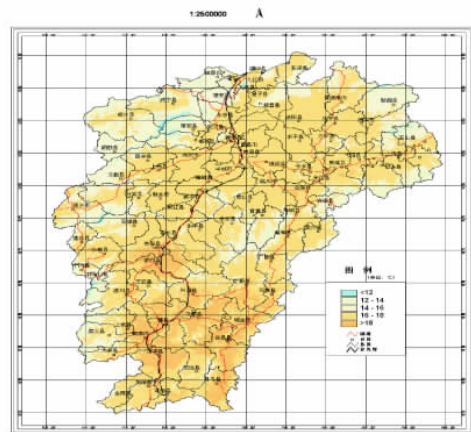


图 2 江西省年平均气温
Fig. 2 Annual mean temperature in Jiangxi

2.2 年平均气温推算模型的建立及结果分析

气温与农作物的生长发育有着紧密关系,对光合作用和呼吸作用都起着重要的作用。作物的光合作用和呼吸作用随着温度的升高而加快,在超出一定范围的时候会减弱下来,发育速度也随着温度的升高而加快^[12],另外气温对病虫害的发展也有重大的影响^[13]。

根据表1对应模型,用GIS绘制出年平均气温资源分布图(图2)。由图2可见,赣南大部分地区的平均气温普遍较高,另外吉泰盆地也有着较好的温度条件;赣北地区尤其是九岭山脉一带地区的温度较低;其他山区也随着地形起伏出现了一定的温差,以上均与实际情况相符。

2.3 年日照时数推算模型的建立及结果分析

日照时数与农作物的生长发育和产量有密切关系。除了影响光合作用和干物质积累速度外,还通过植物的光周期效应,控制和影响植物的生长发育和产量形成^[14]。

从表1的回归结果可以看出,相关系数 R 值稍低,说明日照时数与地理要素有一定联系,但地形对日照结果的影响有限。回归分析效果不太理想的原因,主要是日照时数还受到云量、季节、天气条件等因素的影响(在此没有考虑),因云量的观测受人为因素影响较大,带有很大的随机误差,而天气条件无法量化。

根据表1对应模型,在GIS支持下绘制了年日照时数资源分布图(图3)。从图3可以看出,日照时数的高值区位于江西省鄱阳湖周边县市;西部多个县市的日照时数均较低,尤其是崇义、上犹县一带最低,约为1300h。这与江西省的实际情况基本吻合,所建立的推算模型比较合理,能反映日照时数的分布规律。

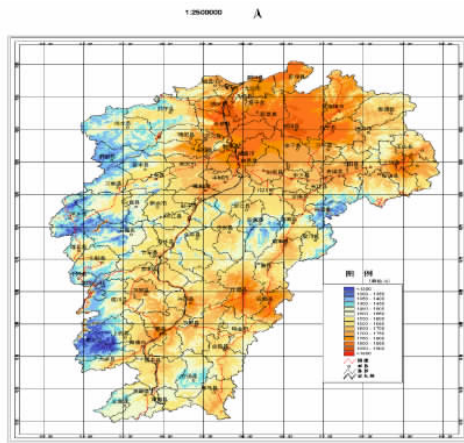


图3 江西省年日照时数

Fig. 3 Annual sunshine hours in Jiangxi

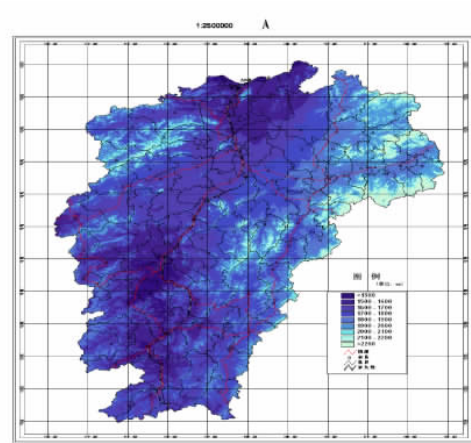


图4 江西省年降水量

Fig. 4 Annual precipitation in Jiangxi

2.4 年降水量模型的建立及结果分析

降水是农作物获取水分的主要来源,是衡量区域农业水分资源的主要指标^[15]。降雨量的分布主要受到地理要素、天气系统的影响。降雨量的分布除了与纬度、经度和海拔高度等地理因子关系密切外,还受坡度、坡向等局地环境因子的影响^[16]。本研究所采用的资料全部由气象站观测获得,而气象站均分布于地势平坦的地方,其观测资料难以体现不同坡度、坡向对降雨量的影响。因此本文选定经度、纬度、海拔3个要素作为基本地理要素建立年平均降雨量推算模型。

根据表1对应模型,在GIS支持下绘制了年降雨量资源分布图(图4)。由图4可见,年降雨量的高值分布于上饶地区,另外还有修水、靖安一带;这2个地区往往是江西省主要的暴雨中心,每年的降雨尤其是汛期较强的暴雨经常导致其区域内的信江流域、潦河流域遭遇严重的洪涝灾害,这种降雨量分布与江西省年降雨量的实际情况相当吻合,说明所建立的推算模型是比较合理的。

3 结论与讨论

针对江西省地形复杂、气候资源立体多样性明显的特点,本研究采用了小网格推算方法,将经纬度、

海拔、坡度、坡向等地理因子引入江西省气候资源空间模拟中,获得了年日照时数、年平均气温、 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温与年降雨量等农业气候资源的精细化空间分布图,并得到如下结论:

(1) 根据江西省地形特征,结合气候资源的分布规律,采用逐步回归统计方法建立网格推算模型,并在 GIS 支持下进行了气候资源的网格推算和残差订正,可有效保证地形特征的一致性。GIS 的应用大大减少了繁琐的统计工作,统计模型结合 GIS 的方法提高了气候资源的精度。

(2) 建立的网格气候推算模型具有良好的统计意义,相关系数高,顺利通过统计上相关指标的检验。并通过残差考虑小地形对气候资源的影响,提高了气候资源空间模拟的精度。

(3) 利用 GIS 进行网格推算和残差订正,并绘制气候资源分布图,直观地反映了江西省农业气候资源的分布规律,可视性很强。

(4) 农业气候要素的空间模拟结果细致精确,每个网格大小为 100 m,为有效利用气候资源、合理进行农业规划与区域开发提供了细致精确的数据支持与科学依据。

地形地貌对气候资源的影响是非常复杂的,但气象台站都设置于平坦之处,气象资料无法体现小地形对气候资源的影响,因此缺少不同海拔、不同坡面与坡向的观测资料。本文只能通过残差的内插来提高气候资源推算精度,使得坡向、坡度对气候要素的影响得不到体现,如果能获得更精细的观测资料对气候资源分布进行订正,可进一步提高气候要素分布的精度。

参考文献:

- [1] 林孝松, 余情. 重庆市农业气候资源优度评价[J]. 中国农业气象, 2007, 28(3): 241 - 246.
- [2] Diodato N, Bellocchi G. Modelling solar radiation over complex terrains using monthly climatological data[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2007, 144: 111 - 126.
- [3] 丁美花, 苏永秀, 李政, 等. 广西山区气候资源小网格推算模型[J]. 山地学报, 2007, 25(1): 64 - 71.
- [4] 谢先全. 基于 GIS 的福建省农业气候资源小网格推算[J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2004, 20(3): 90 - 93.
- [5] 苏永秀, 李政, 孙涵. 基于 GIS 的南宁市细网格立体农业气候资源分析研究[J]. 气象科学, 2007, 27(4): 381 - 386.
- [6] 欧阳宗继, 赵新平, 赵有中, 等. 山地局地气候的小网格研究方法[J]. 农业工程学报, 1996, 12(3): 144 - 148.
- [7] Jonathan Bennie, Brian Huntley, Andrew Wiltshire. Slope, aspect and climate: Spatially explicit and implicit models of topographic microclimate in chalk grassland[J]. Ecological Modelling, 2008, 26(1): 47 - 59.
- [8] 温敏, 张人禾, 杨振斌. 气候资源的合理开发利用[J]. 地球科学进展, 2004, 19(6): 46 - 49.
- [9] Yizhak F. A method of simulating monthly mean temperature in county - size mountain areas[J]. Journal of Applied Meteorology, 2001, 35(2): 1153 - 1158.
- [10] 孙卫国. 气候资源学[M]. 北京: 气象出版社, 2008: 98 - 100.
- [11] 霍治国, 杜海江, 姜燕. 1978 年前后中国 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年积温对比[J]. 应用生态学报, 2008, 19(8): 49 - 54.
- [12] 段若溪, 姜会飞. 农业气象学[M]. 北京: 气象出版社, 2005.
- [13] 祝新建. 气候变化对农作物产量和病虫害的影响——以河南省获嘉县为例[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(15): 7062 - 7064.
- [14] 余卫东, 赵国强, 陈怀亮. 气候变化对河南省主要农作物生育期的影响[J]. 中国农业气象, 2007, 28(1): 27 - 31.
- [15] 亚热带东部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究课题协作组. 中国亚热带东部丘陵山区农业气候资源研究[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 49 - 58.
- [16] 傅抱璞. 地形和海拔高度对降水的影响[J]. 地理学报, 1992, 47(4): 302 - 314.