

文章编号: 1008-2786-(2007)1-064-08

广西山区气候资源小网格推算模型

丁美花, 苏永秀, 李政, 孙涵
(广西气象减灾研究所, 广西南宁 530022)

摘要: 利用广西全区 90 个气象台站 1971~2000 年的气候观测资料和站点地理信息资料, 采用全区和分区建模相结合的方法, 建立了广西热量、光照和降水等气候资源的数学推算模型。并在 GIS 支持下, 对模型进行了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。同时绘制了气候资源分布图, 将其与广西气候资源实际分布情况进行了初步分析和比较, 发现二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广西气候资源的分布规律, 具有良好的统计意义和实际意义, 为气候区划、深化工作奠定了良好的基础。

关键词: 山区气候资源; 小网格; 推算模型; GIS

中图分类号: P643.1 **文献标识码:** A

广西地处中、南亚热带, 位于云贵高原东南边沿, 地理环境复杂, 山区面积大。据自治区测绘局资料, 广西丘陵和山地面积约占全区总面积的 71.23%, 其中海拔 800 m 以上的山区面积占 16.53%, 海拔 400~800 m 的山区面积占 24.66%, 海拔 200~400 m 的丘陵面积占 30.04%, 平原和台地面积仅占 25.84%。复杂的地形地貌, 显著的海拔差异, 使得广西气候资源的立体多样性特征非常明显^[1]。而全区 $23.67 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的土地上只有 90 个气象台站, 每一个台站相当于代表 $2\,630 \text{ km}^2$ 的面积, 且这些台站大多数分布在海拔较低的平原、河谷, 山区的台站很少, 海拔在 200 m 以上气象站有 24 个, 海拔 400 m 以上的只有 12 个, 海拔 800 m 以上的仅有乐业县气象站 (972 m)。台站稀少且呈点状分布, 显然不能全面真实地反映气象站点以外的气候资源分布状况。而建立密集的山区气象观测网来研究山区气候要素的变化是不现实的, 所以需要

进行小网格点气候资源的推算模型研究。在此方面, 国内外研究者开展了很多工作, 如傅抱璞先生较完整的提出分离综合法推算山区气温^[2]; 翁笃鸣等人从小气候观测考虑, 提出对小地形温差的推算方法^[3]; 沈国权等使用计算机, 通过地形小网格进行气候资源推算, 可以认为是地理信息系统技术应用在气候资源推算上的雏形。还有许多有代表性的方法, 如统计模拟法、回归余项法、差值回归法、条件回归法、物候法、非线性相关法、趋势面分析方法以及利用 GIS 技术插值方法等等^[4-6]。但有些方法计算处理比较繁琐、计算量大, 有些方法需要过多的实地考察资料, 难以实现, 有些方法单独使用效果较差等, 很难应用。因此, 本文从广西实际情况出发, 以简单、实用为主, 探索适合建立广西山区气候资源小网格推算模型的方法, 良好的推算模型将为广西山区气候区划和优势农产品优化布局工作奠定坚实的基础。

收稿日期 (Received date): 2006-03-04; 改回日期 (Accepted): 2006-10-10.

基金项目 (Foundation item): 广西区科技厅项目 (桂科攻 0428008-5H)、科技部社会公益研究专项项目 2002D1B10047 及自治区办课题联合资助。 [Supported by the Key Technologies Research and Development Program of Guangxi Scientific and Technological Office (No. 0428008-5H), the Special Project of Social Commonweal Study of National Scientific and Technological Ministry (No. 2002D1B10047) and the Item of Guangxi Region Division Office.]

作者简介 (Biography): 丁美花 (1973-), 女, 山东青岛人, 硕士, 工程师, 主要从事遥感技术应用研究工作。 [Ding Meihua (1973-), Female born in Qingdao of Shandong, China. Master Engineer, research fields mainly covering application and study of Remote Sensing technique. E-mail: ddmg1030@163.com, Tel: 07715875207]

1 气候资源推算模型建立

1.1 资料选取

本文使用的气候资料是广西 90 个站点的地面观测资料, 资料年限极端最低气温为建站起至 2002 年, 其他要素为 1971~2000 年。地理信息资料采用国家基础地理信息中心提供的 1:25 万广西基础地理背景数据。通过一系列处理提取所需的地理信息: 县以上行政边界; 市、县、乡政府所在地位置和名称; 主要河流、铁路和公路; 数字高程模型 (DEM) 及经度、纬度、海拔、坡度、坡向等栅格数据, 所有栅格数据网格距大小为 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ 。

1.2 气候资源推算模型建立方法

利用逐步回归统计方法建立气候资源推算模型是比较常用、简单的方法。再结合分区或者对样本进行聚类分析等方法, 分区域或分类别建立推算模型^[7-10]。根据广西的气候特点和地形特征, 参考前人研究, 最终确定了广西山区气候资源小网格推算模型建立方法: 全区建模和分区建模相结合, 在区域不同的基础上, 对相应的气候要素采用逐步回归统计方法建立相对最优模型, 最后在 GIS 支持下实现气候资源小网格推算。

气候资源地域分布差异与经度、纬度、地形、海拔等地理因素有关, 其分布与地形特征紧密相连。地理参数与气候资源之间的多元回归模型表达式如下

$$Y_i(k) = \sum_{j=0}^n b_j X_j + \Delta E_i$$

式中 $Y_i(k)$ 表示第 i 个气候要素在网格点上的气候资源值, $k = (1, \dots, n)$ 表示网格点数目, b_j 为待定系数, X_j 是第 j 个地理参数, $Y_i = \sum_{j=0}^n b_j X_j$ 为第 i 个气候要素和地理信息数据之间建立的统计模型, ΔE_i 为综合地理残差。

1.2.1 全区建模

1. 利用广西 81 个站的气候资料和地理信息资料, 采用逐步回归方法, 根据各影响变量方差贡献的大小和筛选因子的标准, 引入方差贡献比较大的因子建立回归方程。

2. 用剩余 9 个站 (基本均匀分布在广西区域的东、南、西、北方向) 作为精度检验资料, 代入方程之后分析误差, 误差不能超过规定的大小。

3. 通过精度检验之后, 用 90 个站点的资料一

起建立推算模型。模型表达式如下

$$Y_i = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + \Lambda \quad (1)$$

4. 利用统计上的一些指标分析模型回归效果: 复相关系数 (R)、离差分析 (Q 和 U) 和方差分析 (F 检验), 这几个指标确定了回归方程是否有意义。利用剩余均方差 (S_Y) 估计拟合方程 Y 值的精度, 反映其误差大小。一般 S_Y 愈小, 回归估计值越精确。

5. 所建模型的平均拟合误差要低于规定的技术指标, 在这个指标范围内, 所建模型才具有实际意义。各气象站点误差计算公式如下

$$E_i = y_i - Y_i \quad (2)$$

式中 E_i 为气象台站某气候要素余差项, 即综合地理残差, y_i 是气象台站某气候要素实际观测值, Y_i 是气象台站某气候要素模型推算值。

6. 在 GIS 支持下, 对模型进行小网格推算和残差订正, 最后绘制出全区气候资源分布图。小网格推算过程: 把每个格点的地理影响因子代入 (1) 式, 求出每个格点的气候资源值 Y_i ; 再利用反距离权重方法对气象台站地理残差 E_i 进行插值计算, 得到小网格点上对应的误差内插值 e_i ; 将任一格点的气候资源模型推算值 Y_i 和误差内插值 e_i 代入 (3) 式, 即可得到经过了残差订正的格点上的气候要素值 $Y_i(k)$ ($k = 1, \dots, n$); 在 GIS 软件绘图功能支持下, 最后得到千米网格气候资源分布图

$$Y_i(k) = Y_i + e_i \quad (3)$$

1.2.2 分区建模

对于某些气候资源来说, 在全区范围内建立的推算模型效果并不好, 难以准确反映气候资源和地理因子的关系。为此, 先将全区划分为几个地形特征比较一致的小区域, 然后分区域建立推算模型, 以提高拟合精度。分区的依据和原则: (1) 根据统计学上的要求, 样本数在 30 个左右是最佳建模资料, 广西气象站点约有 90 个, 可以分为三个区, 这种分区方式符合统计学大样本的特征; (2) 区域连片原则, 保证同一行政单位的区域在一个分区内, 这样更有利于成果的推广应用; (3) 绘制的气候资源分布图上不能出现分区的痕迹; (4) 参考广西高程分布图和广西区域划分的气象标准, 并根据分区试验结果 (见 2.1 节) 确定最佳分区方式。

从广西高程分布图可以看出, 桂东北和桂西北地区海拔都比较高, 其中桂东北高山和平原相间, 而桂西北除左、右江河谷之外整体海拔较高, 桂南及沿

海地区海拔比较低,地势较平坦。根据地形差异,并参照分区的依据和原则,最终将广西分为三个小区:

桂东北区 (31个站)、桂西北区 (28个站)和桂南沿海区 (31个站)(图 1)。

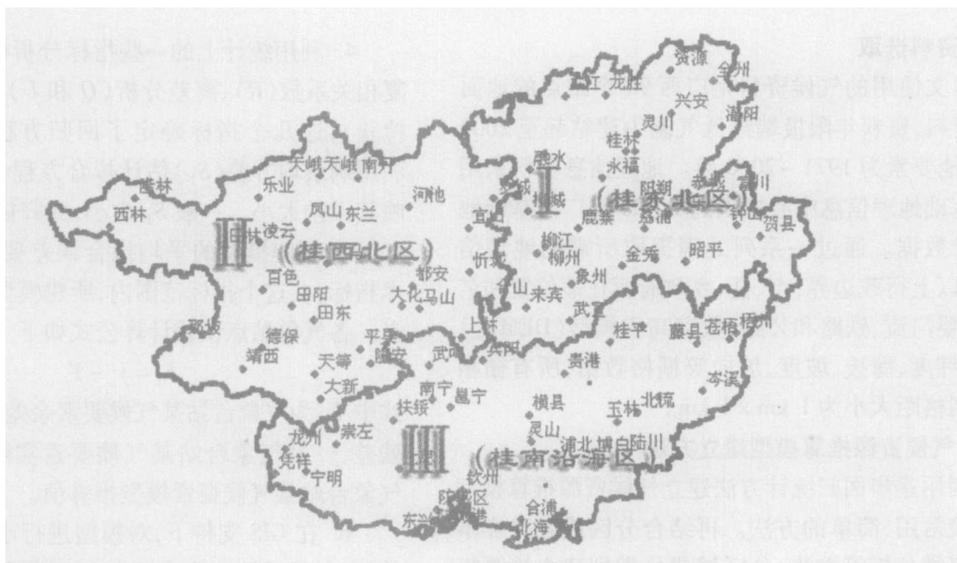


图 1 广西分区示意图

Fig 1 Sketch map of divisional region in Guangxi

推算模型的建立过程如下: (1)在每个分区内,利用统计上的逐步回归方法,分别建立气候资源(Y_i)与经度(X_1)、纬度(X_2)、高度(X_3)、坡度(X_4)、坡向(X_5)等地理因子的分布模型,其中每个分区各选定均匀分布在各个方向的三个气象站点作为模型精度检验,所建立的模型共有三个; (2)千米网格推算过程需要先判断格点所属分区,再将格点地理信息数据代入该分区所建立的模型,从而得到全广西每个格点气候资源的推算值; (3)最后在全区范围内进行残差订正,方法与全区建模相同。

2 模型建立及结果分析

根据上文介绍的建模方法,我们建立了一套热量、光照和降水等气候资源的小网格推算模型。下文分别介绍 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温、年日照时数和年降雨量等比较典型的模型的建立过程。

2.1 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温模型的建立及结果分析

在气候区划中,所谓的积温一般指活动积温。等于或大于生物学下限温度的日平均气温值称为活动温度,在一定时期内活动温度的总和,即为活动积温^[11]。广西 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温是指历年 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的各日平均温度总和的算术平均值。日平均气温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 期

间,是农作物有机质形成的主要时期。 $\geq 10^\circ\text{C}$ 后,喜凉作物开始迅速生长,喜温作物开始播种, $< 10^\circ\text{C}$,喜凉作物光合作用显著减弱,喜温作物停止生长。因此, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温在农业生产中,是一个非常重要的热量指标。

为了提高推算模型的拟合精度,在 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温推算模型的建立过程中,我们尝试了以下方法:全区建模和分区建模,其中在分区建模中又包括两种分区方法,第一种分区方法为:桂北区、桂中区和桂南区;第二种分区方式为:桂东北区、桂西北区和桂南沿海区(见图 1)。在全区或分区的范围内,引入经度、纬度、高度三因子分别建立三元一次线性方程,各方程均通过了 $\alpha = 0.01$ 的 F 检验。三种方法的结果对比见表 1。

由表 1 可知,全区建模的方法复相关系数最高,但误差最大;第一种分区方法复相关系数最低,误差也超过 2%;只有第二种分区方法的复相关系数较高,误差与其他两种方法相比,降低很多。显而易见,第二种分区方法的拟合精度最高,因此 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温推算模型的建立选用第二种分区方法。此外,从表 1 也可以看出,根据第二种分区方法建立的模型,桂南沿海分区与其他两个分区比,其复相关系数最低,误差最高,拟合精度最差,分析原因可能与海洋的影响有关。

根据上述模型, 在 GIS 支持下, 绘制了 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温资源分布图 (图 2, 其中红色表示积温高值区, 绿色表示低值区)。从图 2 可见, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温随着纬度和海拔的升高, 呈逐渐递减的趋势, 最高值出现在北海、钦州、防城等沿海地区, 这些地区地理位置优越, 海拔低, 积温可达 $8\ 000\sim 8\ 300^\circ\text{C}$; 低值区出现在海拔较高的桂北、桂西山区, 不足 $5\ 000^\circ\text{C}$, 这种分布趋势与实际情况相比, 更加细致真实的反映了广西 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温的分布情况, 而且资源图没有任何分区的痕迹, 说明所建立的推算模型精度较高, 推算结果较准确。

2.2 年日照时数推算模型的建立及结果分析

由日照计记录并计算求得的日照时间称之为日照时间, 历年各日日照时间总和的算术平均值为年日照时数。日照对农作物生长、产量形成以及产品品质等都具有明显影响^[11]。

日照时数受纬度、季节和云天条件的影响比较大, 而经度对其影响不大。我们分别尝试了全区和分区建模的方法, 根据拟合精度, 选定最佳方程作为年日照时数的推算模型, 对比情况见表 2。由表 2

可见, 全区方法中, 引入经度因子 (全区方法) 所建立的模型复相关系数低, 误差高, 可见经度对年日照时数的空间分布的影响确实不大; 分区建模的方法尽管误差稍低 (但西北分区的误差为 6.1%), 但复相关系数也低, 模型拟合精度并不高; 而在全区范围内引入纬度、高度和坡度三个因子所建立的推算模型 (全区方法), 方程简单, 其拟合精度也是最好的。因此我们采用全区建模 的方法, 对全区 85 个站 (有 5 个站无坡度、坡向资料), 利用逐步回归的统计方法, 引入纬度、高度和坡度三个因子作为模型的自变量, 建立三元一次线性方程, 模型表达式见表 1。

同时, 根据最优推算模型, 在 GIS 支持下绘制了年日照时数资源分布图 (图略)。资源图所反映的年日照时数的高低分布趋势与广西的实际情况基本吻合, 说明所建立的推算模型比较合理, 能反映年日照时数在广西地区的分布规律。

2.3 年降水量推算模型的建立及结果分析

正确了解山区降水资源分布, 对于农业生产安排、水库建设和水资源的估算都具有重要的意义。

表 1 广西 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温建模方法对比表

Table 1 Contrast table of methods of building model on $\geq 10^\circ\text{C}$ accumulative temperature in Guangxi

方法	分区名	方程表达式	复相关系数 (R)	拟合误差 (%)
全区建模		$Y = 39366.31 - 210.353x_1 - 383.524x_2 - 2.361x_3$	0.968	2.29
	桂北区	$Y = 43411.39 - 230.739x_1 - 457.019x_2 - 2.426x_3$	0.96	2.0
第一种分区	桂中区	$Y = 42327.03 - 214.148x_1 - 485.330x_2 - 2.573x_3$	0.937	2.47
	桂南区	$Y = 29688.66 - 128.139x_1 - 355.959x_2 - 1.600x_3$	0.835	2.05
	全区平均值:		0.91	2.17
第二种分区	桂东北区	$Y = 27723.14 - 90.412x_1 - 451.869x_2 - 2.024x_3$	0.981	1.15
	桂西北区	$Y = 58627.49 - 394.713x_1 - 348.143x_2 - 3.115x_3$	0.987	1.38
	桂南及沿海区	$Y = 26694.85 - 108.289x_1 - 316.416x_2 - 2.158x_3$	0.867	1.93
	全区平均值:		0.945	1.49

表 2 广西年日照时数建模方法对比表

Table 2 Contrast tables of methods of building model on annual sunlight time in Guangxi

方法	分区名	方程表达式	复相关系数 (R)	拟合误差 (%)
全区建模		$Y = 3634.818 - 85.980x_2 - 0.188x_3 - 4.675x_4$	0.780	5.42
全区建模		$Y = 3027.910 + 8.610x_1 - 100.451x_2 - 0.198x_3$	0.750	5.98
分区建模	桂东北区	$Y = -2822.567 + 55.168x_1 - 68.294x_2 - 0.666x_3$	0.845	3.87
	桂西北区	$Y = 14020.38 - 96.687x_1 - 85.619x_2 - 0.354x_3$	0.700	6.14
	桂南及沿海区	$Y = -2039.556 + 70.981x_1 - 179.889x_2 + 0.384x_3$	0.657	4.80
	全区平均值:		0.730	4.95

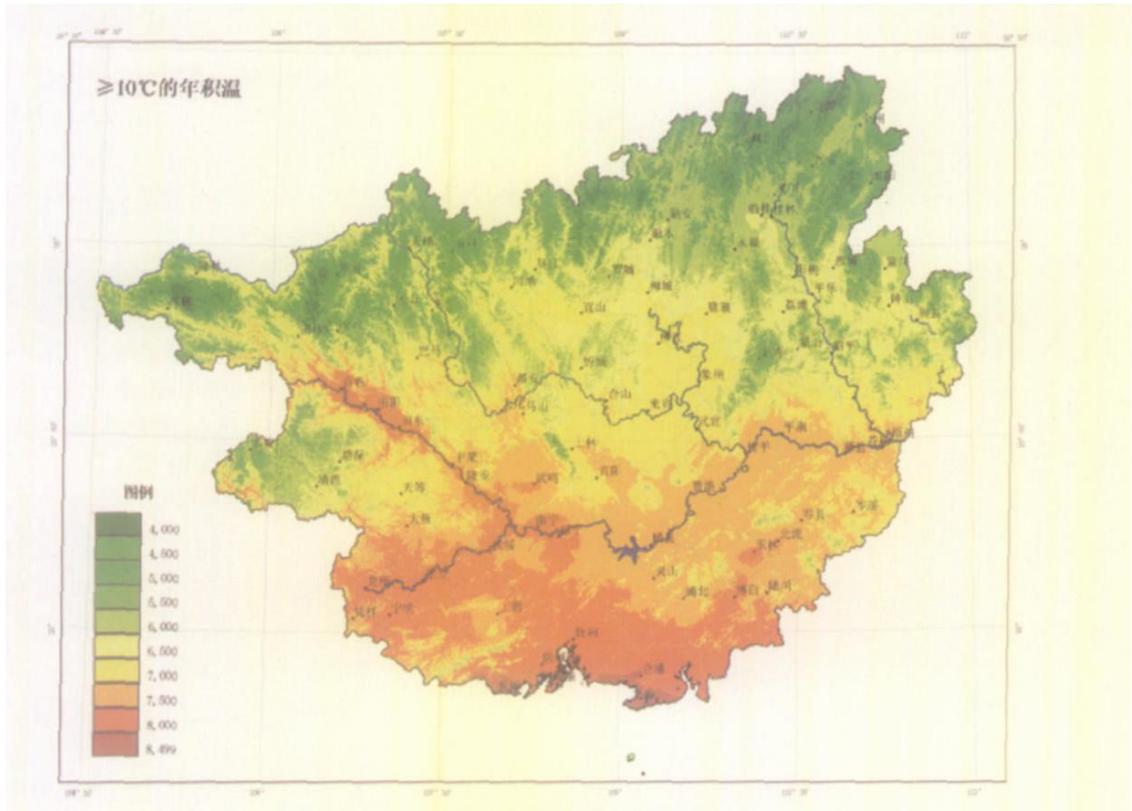


图 2 广西 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温高低趋势分布图

Fig 2 Map of resource distributing of $\geq 10^\circ\text{C}$ accumulative temperature in Guangxi

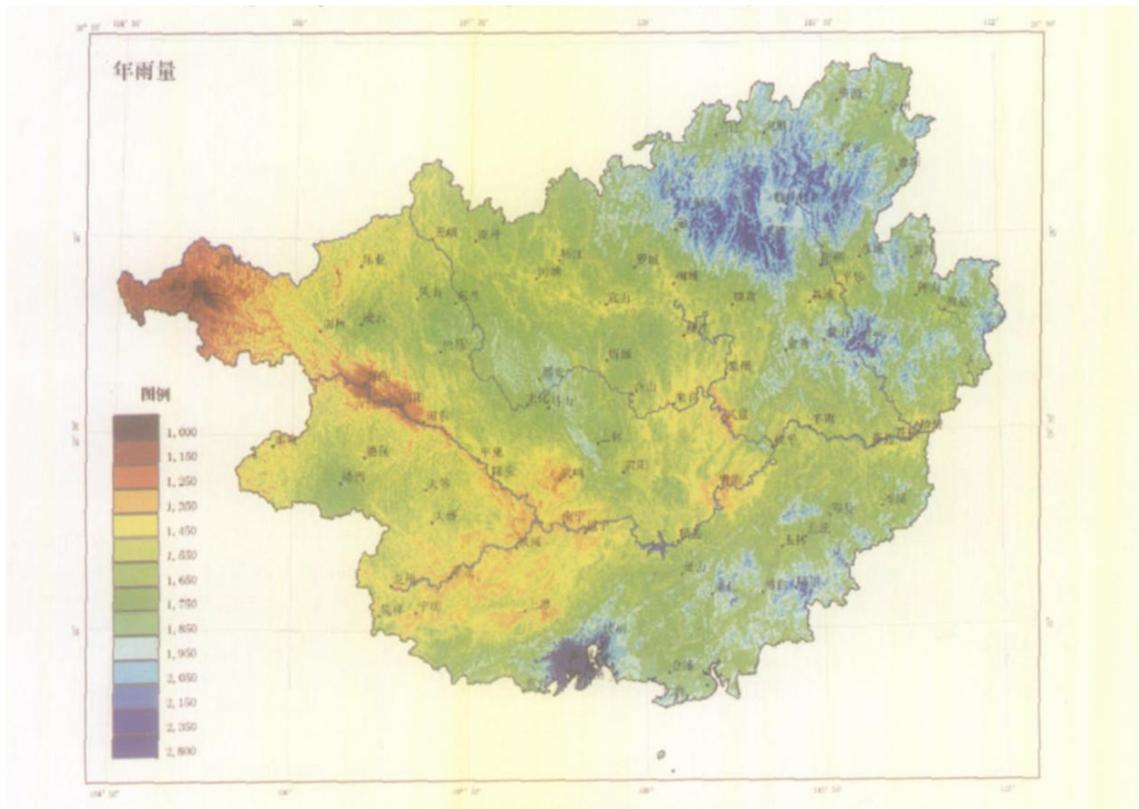


图 3 广西年降水量高低趋势分布图

Fig 3 Map of resource distributing of annual precipitation in Guangxi

但山区地形对降水的影响十分复杂, 要了解山区降水分布是比较困难的。前人研究可知^[12, 13], 降雨量的分布除了与纬度、经度和海拔等地理因子关系密切以外, 还受坡度、坡向等局地环境因子的影响。本文以全年降水量为例, 探讨了山区降水资源推算模型的建立方法。我们尝试了多种方法(各方法的统计效果见表 3): 首先依旧采用常规统计回归方法建模, 发现全区建模效果从统计意义和实际意义来看, 效果都不好, 尤其是绘制出的资源图上出现了一刀切的现象; 采用分区建模方法, 在每个小区内, 分别建立模型, 统计效果比全区建模提高了很多, 误差保持在 8% 左右, 但制作出的资源图出现了非常明显的分区痕迹及一刀切的现象, 与降水的实际分布情况非常不符合, 分区的方法不适合用于建立年降水模型; 采用聚类分析方法, 将全区按照地形的差异, 采用最小距离的方法进行分类, 最后的分类结果发现, 大部分的站点都属于同一类, 而高海拔的类别仅仅有几个站点, 不具有统计意义。最后参考庞庭颐

等人的研究^[1]: 广西山区各大山系普遍存在最大降水高度, 决定在全区的范围内, 利用最大降水高度的方法建立年降水量推算模型, 并且考虑到坡向对降水的影响, 将坡向也引入到模型中, 模型通过了 $\alpha = 0.01$ 的 F 检验, 统计效果与其他方法相比, 也有所提高, 模型平均误差超过了 8%, 但保持在 10% 左右, 具有良好的统计意义。因此, 本文选定最大降水高度方法建立年降水量推算模型。

最后在 GIS 支持下, 绘制了年降水量资源分布图(图 3)。从图可见, 年降水量的高值区主要分布在沿海、丘陵山区及高山的迎风坡区域, 而少雨区主要分布在左、右江河谷、山体背风坡等河谷平原地区。其总体分布特征是东部地区多于西部地区, 南部沿海和北部山区多于中部地区, 丘陵山区多于河谷平原, 同一山体则迎风坡多于背风坡, 这种分布与广西年降雨量的实际情况相当吻合。此外, 图像细腻真实, 没有出现一刀切的现象, 说明所建立的推算模型是比较合理的。

表 3 广西年降水量建模方法对比表

Table 3 Contrast tables of methods of building model on annual precipitation in Guangxi

方法	分区名	方程表达式	复相关系数 (R)	拟合误差 (%)
最大降水高度方法		$Y = -10398.8 + 0.543x_5 + 121.454x_1 - 62.327x_2 + R(h)$ $R(h) = 5.31(18.14 - x_3/100)x_3/100$	0.629	10.65
全区建模		$Y = -7868.932 + 0.547x_5 + 90.415x_1 - 20.807x_2 + 0.000192x_3^2$	0.500	10.75
分区建模	桂东北区	$Y = -5870.955 + 35.022x_1 + 146.087x_2 + 0.000293x_3^2$	0.481	10.18
	桂西北区	$Y = -15563.8 + 175.256x_1 - 78.396x_2 + 1.275x_3 - 0.000891x_3^2 + 4.305x_4 - 7.498x_6$	0.780	6.70
	桂南及沿海区	$Y = -4129.379 + 182.941x_1 - 543.884x_2 - 1.293x_3 + 383.338x_4 - 51.961x_6$	0.921	7.00
全区平均值:			0.730	7.96

注: $R(h)$ 为高度因子影响的降雨量。

3 结论与讨论

1. 建模创新点: 根据广西的地形特征, 结合气候资源的分布规律, 采取全区和分区相结合, 利用逐步回归统计方法建立推算模型, 并在地理信息系统支持下进行了气候资源的小网格推算和残差订正。这种综合性的方法避免了单一方法的缺陷, 其中分区方法能够保证地形特征的一致性, 地理信息系统的应用大大减少以往统计过程的繁琐, 简单而良好的统计模型再结合地理信息系统能从根本上提高气候资源模型的精度。可见, 本文的建模方法简单、灵

活、实用, 所建立的推算模型能很好的反映广西气候资源的实际分布规律, 这种综合方法在广西区域是一次成功的尝试。

2. 本文所建模型均具有良好的统计意义, 相关系数较高, 顺利通过统计上相关指标的检验。其中 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温的拟合误差不超过 2%, 年日照时数的拟合误差为 5.42%, 年降水量模型的拟合误差为 10.65%, 误差都在技术指标允许的范围内。说明我们的建模方法是比较准确的, 适合于广西山区气候资源的推算模型的建立。

3. 利用 GIS 软件进行了小网格推算和残差订正, 并绘制了资源分布图。图像细腻、真实, 充分而

直观的反映了广西气候资源的分布规律,也进一步说明我们的建模方法是准确的。

4. 分区方法适应于积温等气候资源推算模型的建立,分区之后精度提高很多;但不适应于广西降水量模型的建立,虽然误差降低,但资源图上出现明显的分区痕迹及一刀切的现象,在广西建立降水量推算模型要考虑最大降水高度的影响。

本文的建模方法有一定的创新性,适合于广西山区气候资源推算模型的建立。但仍存在很多不足之处,如小地形的影响考虑得不多,降水量模型的误差稍大等等。此外,在建模过程中没有引入云作为影响因子,主要原因是资料缺乏,单纯的台站云量观测资料主观因素太多,不能真实的反映各区域的云的实际情况。在以后的工作中,需要努力克服存在的不足,探索更适合广西山区气候特色的建模方法,争取为山区气候区划细化工作奠定更好的基础。

参考文献 (References)

- [1] Item Group of agro-climate resource and its rational utilization in Guangxi Mountains. Development Strategy of Agro-climate and Large Agriculture in Guangxi Mountains [M]. Beijing: China Meteorological Press, 1997. [广西丘陵山区农业气候资源及其合理利用课题组. 广西山区农业气候与大农业开发策略 [M]. 北京: 气象出版社, 1997.]
- [2] Fu Baopu. The calculation of climatic elements in mountainous areas [A]. In: Papers Collection on Mountains Climate [C]. Beijing: China Meteorological Press, 1984. 23~34 [傅抱璞. 关于山地气候资料的推算问题 [A]. 山地气候文集 [C]. 北京: 气象出版社, 1984. 23~34]
- [3] Wen Duming, Chen Wanlong, et al. Microclimate and Agroclimate [M]. Beijing: Agriculture Press, 1981. 314~315 [翁笃鸣, 陈万隆, 等. 小气候和农田小气候 [M]. 北京: 农业出版社, 1981. 314~315]
- [4] Li Jun, Huang Jingfeng. Review on methods in simulation spatial distribution of temperature in mountains [J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, 1, 24(1): 126~132 [李军, 黄敬峰. 山区气温空间分布推算方法评述 [J]. 山地学报, 2004, 1, 24(1): 126~132]
- [5] Xie Xianqun. GIS-Based small grids reckoning of agricultural climate resource in Fujian province [J]. *Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition)*, 2004, 20(3): 90~93 [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]
- [6] Liang Tian-gang. Simulating methods of average annual rainfall on spatial changes [J]. *Acta Bot. Boreal. - Occident Sin.*, 2000, 20(5): 856~862 [梁天刚. 多年平均降水资源空间变化模拟方法的研究 [J]. 西北植物学报, 2000, 20(5): 856~862]
- [7] Zou Liyao, Zhao Xianlan. Theory and method in simulation spatial distribution of agro-climate resource on small grids [J]. *Journal of Heilongjiang Meteorology*, 1996, 3, 3~5 [邹立尧, 赵秀兰. 细网格格点农业气候资源推算原理和方法 [J]. 黑龙江气象, 1996, 3, 3~5]
- [8] Zu Shiheng. System of evaluating and service for agro-climate resource at county level [J]. *Journal of Heilongjiang Meteorology*, 1996, 4, 30~33 [祖世亨. 县级农业气候资源评价服务系统 [J]. 黑龙江气象, 1996, 4, 30~33]
- [9] Ma Xuqing, Guo Shiyou, Zou Liyao, et al. Method in reckoning climate resource in small grids [J]. *Journal of Heilongjiang Meteorology*, 2001, 3, 26~28 [马旭清, 国世友, 邹立尧, 等. 气候资源小网格推算方法 [J]. 黑龙江气象, 2001, 3, 26~28]
- [10] Ouyang Zongji, Zhao Xianping, Zhao Zhongyou, et al. A small net method for local climate calculation in mountainous areas [J]. *Transactions of the CSAE*, 1996, 12(3): 144~148 [欧阳宗继, 赵新平, 赵有中, 等. 山区局地气候的小网格研究方法 [J]. 农业工程学报, 1996, 12(3): 144~148]
- [11] Ouyang Hai, Zheng Buzhong, et al. Agriculture Climatology [M]. Beijing: Agriculture Press, 1990. 3 [欧阳海, 郑步忠, 等. 农业气候学 [M]. 北京: 气象出版社, 1990. 3]
- [12] Fu Baopu. The effects of topography and elevation on precipitation [J]. *ACTA Geographica Sinica*, 1992, 47(4): 302~314 [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]
- [13] Wang Ling. Calculation and distributional characteristics of annual rainfall amount in mountainous regions of north China [J]. *ACTA Geographica Sinica*, 1996, 3(2): 164~171 [王菱. 华北山区年降水量的推算和分布特征 [J]. 地理学报, 1996, 3(2): 164~171]

Small Grids Reckoning Models of Climate Resources in Guangxi Mountains

DING Mehua SU Yongxiu LI Zheng SUN Han

(Guangxi Meteorological Disaster Mitigation Institute, Nanning 530022, China)

Abstract Guangxi lies in the sub-tropic zone and to the southeast of Yungui plateau, and it has complicated geographical conditions and larger mountains, which lead to distinctly tridimensional character of climate resources. However, there are only 90 weather stations in Guangxi, and majority of them locate in the plain and valley of low height above sea level and few in alpine region. So the observation data of weather stations cannot fully reflect the actual distribution of climate resource and cannot also satisfied the need of precise agoclimatic divisions in mountains. In order to detail the actual distribution rule of climate resource in Guangxi, we need build some mathematical models that can represent the relationship between climate factors and geographical information of weather station. Then based on these models, we can calculate climate resource in the small grids where there aren't weather stations by the GIS.

Making use of the climate data from 1971 to 2000 and geographical information data of 90 weather stations in Guangxi, this paper built reckoning models of climate resource of $\geq 10^{\circ}\text{C}$ accumulative temperature, annual sunlight hours and annual precipitation by the statistical method of step regression in the whole or divisional region range. According to the reckoning models and based on ARCGIS, climate resources can be computed to small grids, and remain error was corrected for the models by mathematics method, which can ensure that values in small grids are right. During the building models, we compare several usual methods and found that the method of divisional region is suitable to $\geq 10^{\circ}\text{C}$ accumulative temperature, and this method divided Guangxi region into three small regions, in every small region we built regressive equation, therein to longitude, latitude and height above sea level as independent variables and $\geq 10^{\circ}\text{C}$ accumulative temperature as dependent variable, and model's correlative coefficient is > 0.86 and relative error is $< 2\%$. And the method of whole region is fit to build the reckoning model of the annual sunlight hours, therein to latitude, height above sea level and gradient as independent variables and the annual sunlight hours as dependent variable, and model's correlative coefficient is 0.779 and relative error is 5.42% . For the reckoning model of annual precipitation, we consider the most height of mountains as effect factor of precipitation. The annual precipitation reckoning model's correlative coefficient is 0.629 and relative error is 10.65% .

Then we drew the subject maps of climate resources by GIS, distribution trend of climate resources in those maps was consistent with real status of Guangxi. What's more, the maps that were drew by GIS looked more exquisite and veritable than those not draw ing by GIS. Above proved that reckoning models could reflect the spatial distribution of climate resources in Guangxi and had nicer statistical and actual meaning. Therefore, building of reckoning models established nicer base for agoclimatic divisions in the future work.

Key words climate resources, small grids, reckoning models, GIS