DOI: 10.13718/j. cnki. xdzk. 2015.01.019

基于 DEM 的贵州山区气温和 降水推算方法研究[®]

唐圣钧^{1,2}, 程志刚¹, 王东海², 巩远发¹

1. 成都信息工程学院 大气科学学院,成都 610225; 2. 中国气象科学研究院 灾害天气国家重点实验室,北京 100081

摘要:选取贵州省19个气象站50a(1960-2009年)的气温、降水资料,并以26.876°N为界(威宁测站纬度)将贵州 分为南北两个区域——南区和北区,同时以1km×1km的DEM数据为基础,结合多元回归等方法,分区域建立 基于纬度、归一化的海拔和坡向、以及坡度因子的气温和降水推算模型,由此在其选定区域进行气候要素小网格推 算.结果表明:地理因子中,纬度因子对温度和降水的贡献最大;南区温度模型相关显著,但降水模型没通过检验; 而北区温度和降水模型效果都很好;在推算区域中,温度,降水分布存在纬向差异.

关 键 词:归一化;多元线性回归;小网格推算;DEM

中图分类号: P468.02 文献标志码: A 文章编号: 1673-9868(2015)01-0128-10

贵州地处云贵高原,气候资源丰富,立体农业特征显著,但地形复杂,西高东低,也给开发当地气候资 源造成了一定困难.由于山区测站较少,其观测资料时间序列较短,很难用于气候资源的分析和评价,因此 有必要深入研究气候资源时空分布规律,对气候要素进行精细化推算,同时也为山区农林牧渔业综合开发 利用提供了科学决策依据.

山区气候要素的推算一直被学术界和应用部门热衷探讨. Joan Sohumaker^[1]建立了气温多元回归模型,Garnier^[2]、Williams^[3]分别研究了日照和太阳辐射的推算问题.国内学者在山地气候要素推算方面也做了大量工作:傅抱璞^[4]较系统地提出分离综合法推算山区气温,该方法关键在于确定准确的气温直减率和小地形订正温差,这直接关系到推算结果的精度和实用价值;翁笃鸣^[5]等从小气候观点考虑,得出起伏地形中温度状况的形成是由本身地形条件决定的,并提出小地形温差的推算方法;南庆红^[6]等采用分区域单要素计算公式推算天山南坡中、西部无资料地区的年降水量,得出降水量取决于海拔、地形和经度;周小云^[7]等采用距离权重插值法获得任意地点较长年份的气候要素资料;谢先全^[8]等采用趋势面分析方法对气候资源进行小网格推算,该方法相比多元回归方法提高了拟合精度;陈娟^[9]等采用 GIS 技术和回归方法,建立贵州气候因子与地理因子的关系模型,归纳总结出贵州果树种植的农业气候区划指标;袁淑杰^[10]等基于数字高程模型(DEM)数据,建立了复杂地形下贵州积温的分布式模型,得出局地地形因子如坡度、坡向、地形遮蔽等对积温影响显著.

目前对贵州省气候要素推算主要以贵州整个地区为研究对象,很少分区域进行推算,卢其尧^[11]指出对 于气候要素推算模型其应用地域不宜过大,就一个省而言,视面积和内部气候差异,以划分几片拟合为宜,

① 收稿日期: 2013-02-28

通信作者:程志刚,副教授.

基金项目:国家自然科学基金(31000234);公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006033);四川省基础研究计划(2010JY0180);四川 省教育厅重点项目(13ZA0076).

作者简介: 唐圣钧(1990-), 男, 四川达州人, 硕士研究生, 主要从事气候学研究.

否则各项订正值的代表性和稳定性将减小,而推算结果的误差将增大.因此,本文以 DEM^[12]为基础,采用 多元线性回归^[13-16]等方法,分区域建立气候要素推算模型,并在其选定区域进行小网格推算.

1 贵州地区气候要素精细化推算

贵州地区由于受所处地理位置和地形之间相互遮蔽的影响,局地的能量收支存在巨大差异,从而导致 地表温度、降水等农业气候要素空间的复杂分布.因此,温度、降水等气候要素的空间分布研究已成为重要 的课题之一.

1.1 贵州全区气候要素精细化推算

本文选取贵州省 19 个测站,其具体分布如图 1 所示.因为 19 个测站分布均匀,由文献^[17]可知空间分 布均匀的测站内插出的结果会更接近实测值,同时其温度、降水时间序列完整.我们以 1960-2009 年贵州 地区 19 个测站年平均温度、年累计降水时间序列为研究对象,将 1960-1999 年测站 40a 平均温度和平均 降水量作为气候要素样本建立推算模型,用 2000-2009 年测站 10a 平均温度和平均降水量用于推算模型 检验.通常情况下,某网格点上的气候要素值受该点的经度、纬度、海拔、坡向和坡度等地理要素值^[18-20] 的共同影响,其表达式为:

$$S = f(\lambda, \varphi, h, x, d) \tag{1}$$

式中: S 为某气候要素值; λ 为经度; φ 为纬度; h 为海拔; x 为坡向; d 为坡度.

相关文献^[21-22]指出气候要素经向差异主要考虑海陆分布的影响,而贵州地处内陆,平均海拔 1100 m左右,离海较远.因此,本文只考虑纬度,海拔,坡向,坡度四个因子与温度、降水的相关性, 并建立气候要素值与地理要素值之间的推算模型.



图 1 贵州地区站点分布图

由于海拔、坡向的值较大,在计算中容易造成小数部分缺失,所以采用归一化法对海拔、坡向进行处理.归一化是一种无量纲处理手段,使物理系统数值的绝对值变成某种相对值关系,简化计算,缩小量值的 有效办法,表达式为:

$$Y = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$
(2)

式中 X,Y 分别为转换前、后的值; X_{max},X_{min}分别为样本的最大值和最小值.

通过归一化后,海拔h、坡向 x 的值转换为 0~1 之间,分别记为 h'和 x'. 归一化后的 19 个测站地理

信息资料和样本气候要素信息分别见表1和表2.

表 1	贵州地区	19 个测站地理信息	
-----	------	------------	--

 		地理因素				
	纬度 φ(N)	海拔 h'	坡向 x'	坡度 d		
望谟	25.184°	0.181	0.579	4.463		
罗甸	25.432°	0.036	0.662	1.294		
兴仁	25.432°	0.552	0.720	6.866		
盘县	25.786°	0.699	0.005	7.248		
独山	25.834°	0.368	0.021	1.012		
榕江	25.977°	0.036	0.317	4.314		
安顺	26.254°	0.577	0.463	1.164		
贵阳	26.589°	0.421	0.800	4.619		
凯里	26.608°	0.177	1.000	8.595		
威宁	26.876°	1.000	0.635	0.485		
三穗	26.971°	0.163	0.526	0.502		
黔西	27.038°	0.501	0.121	2.186		
毕节	27.306°	0.637	0.351	1.313		
遵义	27.707°	0.286	0.000	1.213		
铜仁	27.727°	0.000	0.425	6.454		
湄潭	27.774°	0.258	0.439	1.774		
思南	27.956°	0.070	0.258	15.442		
桐梓	28.138°	0.448	0.645	6.491		
习水	28.338°	0.490	0.777	1.345		

表 2 贵州地区 19 个测站气候要素信息

	气 候 要 素				
站点	1960-1999 年	1960-1999 年	2000-2009 年	2000-2009 年	
	平均温度/℃	平均降水量/mm	平均温度/℃	平均降水量/mm	
望谟	19.1	1 239.8	19.9	1 225.2	
罗甸	19.6	1 147.1	20.0	1 138.5	
兴仁	15.2	1 355.8	15.8	1 279.6	
盘县	15.2	1 409.2	14.7	1 273.0	
独山	15.0	1 328.2	15.5	1 304.0	
榕江	18.2	1 194.8	18.8	1 194.5	
安顺	14.1	1 367.9	14.3	1 209.2	
贵阳	15.3	1 119.0	14.5	1 074.0	
凯里	15.8	1 224.2	16.2	1 147.4	
威宁	10.6	913.6	11.2	792.6	
三穗	14.9	1 116.2	15.4	1 059.6	
黔西	13.9	985.0	14.6	937.9	
毕节	12.8	897.6	13.4	873.0	
遵义	15.3	1 081.5	16.0	1 011.5	
铜仁	17.0	1 280.4	17.6	1 184.5	
湄潭	15.0	1 127.5	15.6	1 114.8	
思南	17.3	1 142.7	17.7	1 107.9	
桐梓	14.7	1 028.1	15.1	998.1	
习水	13.1	1 117.7	13.7	1 057.0	

利用多元线性回归方法,建立年平均温度和年降水量与纬度 φ ,海拔h',坡向x'和坡度d线性回归模型^[23],结果见表 3(采用 F 检验法).

表 3 贵州全区气候要素模型(1960-2009年)

气象要素	地理模型(回归方程)	复相关系数	F 值
年平均温度	$T = 42.744 - 0.944\varphi - 6.441h' - 0.338x' + 0.102d$	0.949	31.463
年降水量	$P = 3 \ 387. \ 218 - 82. \ 602\varphi - 79. \ 905h' - 65. \ 162x' + 11. \ 442d$	0.652	2.584

由表 3 可知, $T = \varphi, h', x', d$ 的复相关系数为 0.949, 并通过了信度为 0.05 的显著性检验; 而 $P = \varphi, h', x', d$ 的复相关系数为 0.652, 但没通过信度为 0.05 的显著性检验, 这可能与降水的不连续性或研究 区域太大有关^[24].

利用 19 个测站 2000-2009 年 10a 平均温度和平均降水量的实测值对推算值进行检验,我们以推算值的相对误差百分比作为标准,表达式为:

$$\delta = |X - L| / X \times 100\% \tag{3}$$

式中:δ为推算值的相对误差百分比;X为推算值;L为实测值.

由图 2 分析可知温度推算模型效果较好,19 个测站相对误差百分比都小于 10%(虚线);而降水推算模型效果不理想,有 5 个测站相对误差百分比超过 10%,分别为威宁(32.6%),毕节(22.9%),黔西(20.6%),思南(11.2%),罗旬(10.2%),其中威宁,毕节,黔西海拔都超过 1 200 m,这可能是其相对误差较大的原因^[25],而兴仁、盘县相对误差较小(小于 1%),其中盘县海拔为 1 628 m,可见降水量是由多个地理因子影响的,只是主导因子可能有所不同.





以上分析可知,对贵州全区温度、降水推算时,温度模型较好,而降水模型没通过检验,因此有必要对 贵州省分区域^[26]建立回归模型进行推算.但如何划分区域是一个关键问题,根据回归模型所得纬度,海拔, 坡向,坡度与温度、降水偏相关系数见表 4:

、数
1

		地理	因素	
【佚女系 一	纬度 φ	海拔 h'	坡向 x'	坡度 d
年平均温度	0.999	0.974	0.262	0.641
年降水量	0.998	0.312	0.308	0.501

表4可知,对于年平均温度,纬度偏相关系数最大为0.999,其次海拔为0.974,坡度为0.641;而对于 年降水量,纬度偏相关系数最大为0.998,其次坡度为0.501,而海拔与坡向值均相对较小,可见纬度对温 度和降水影响显著,从表1可知,19个测站纬度范围为25.184°N-28.338°N;海拔范围为303~2199 m; 坡向范围为6.981~288.120;坡度范围为0.485~15.442,我们选取威宁测站纬度(26.876°N)将贵州省划 分为两个区域,威宁以南为南区,威宁以北为北区.这样划分的依据:首先考虑威宁测站的特殊性,其一海 拔 2 199 m,为19 个测站最大值;其二坡向 185.631,为测站中较大值;其三坡度 0.485,为测站中最小值; 其四海拔、坡度偏相关系数都较大.相关文献^[13]也指出对山区温度、降水推算时,海拔、坡向、坡度是不可 忽略的因子.其次,这样划分使南、北区域测站个数均匀;由表 1 分析可知,南区测站坡度平均值与北区基 本相等,所以这样划分也减少了南、北区地理因子的差异;南区坡向平均值比北区高出 36(针对原始数 据),郭迎春^[28]指出对山地降水量推算,首先要确定推算区域处于迎风坡还是背风坡,不同的坡向会导致 降水量误差明显不同,可见不同的坡向对南、北区降水影响显著.从水汽条件看,卢成孝^[29]指出 500 hpa 以 下贵州月平均水汽总量南部最多;宋丹^[30]从 700 hpa 流场分析贵州水汽通量等值线基本呈纬向排列,存在 南高北低的特点;对应降水量,伍红雨^[31]也指出贵州年降水量分布南部多于北部,西南部多雨区范围最 大;吉挺艳^[32]也得出降水量第一特征向量高值区位于西南部,第二特征向量反映全省降水的南北差异,可 见南北区降水的差异性较大.从滇黔准静止锋看,相关文献^[33]指出贵州降水主要受 II 和 III 类准静止锋的影 响,其平均地理位置一般在沾益、威宁以西,并且为湿度锋,其中第 III 类锋区位于威宁、贵阳之间,锋向为 西北一东南向,降水强度也较大,同样可见威宁测站的特殊性和南北区降水差异.

1.2 贵州南区气候要素精细化推算

对贵州南区气候要素小网格推算方法与 2.1 方法类似,只是样本数不同.南区 10 个测站样本气候要素、归一化后地理信息和温度、降水量推算模型分别见表 2、表 5 和表 6:

<u></u>		地理	因素	
珀 凡 -	纬度 φ(N)	海拔 h'	坡向 x'	坡度 d
望谟	25.184°	0.150	0.577	4.463
罗甸	25.432°	0.000	0.660	1.294
兴仁	25.432°	0.536	0.719	6.866
盘县	25.786°	0.688	0.000	7.248
独山	25.834°	0.344	0.016	1.012
榕江	25.977°	0.000	0.313	4.314
安顺	26.254°	0.561	0.460	1.164
贵阳	26.589°	0.399	0.799	4.619
凯里	26.608°	0.146	1.000	8.595
威宁	26.876°	1.000	0.634	0.485

表 5 贵州南区 10 个测站地理信息

表 6 贵州南区气候要素模型(1960-2009年)

气象要素	地理模型(回归方程)	复相关系数	F 值
年平均温度	$T = 65.519 - 1.834\varphi - 5.898h' + 0.194x' + 0.031d$	0.969	19.030
年降水量	$P = 3605.533 - 90.970\varphi + 10.516h' - 212.330x' + 23.793d$	0.758	1.690

由表 6 可知, $T = \varphi, h', x', d$ 的复相关系数为 0.969, 并通过了信度为 0.05 的显著性检验; 而 $P = \varphi, h', x', d$ 的复相关系数为 0.758, 但没通过信度为 0.05 的显著性检验.

图 3 为南区 10 个测站温度和降水量推算值的相对误差百分比图,分析可知温度模型效果较好,10 个测站相对误差百分比都小于 10%(虚线);降水回归模型效果稍差,相对误差百分比超过 10%有两个测站,分别是威宁(32.2%)和盘县(13%).

以上分析可知,贵州南区温度模型较好,但降水模型没通过检验,其中威宁、盘县的降水相对误差百分比超过10%.

站点	纬度(N)	海拔/m	坡向	坡度
威宁	26.876°	2 199	185.631	0.485
盘县	25.786°	1 628	8.468	7.248

表 7 威宁及盘县测站地理信息



图 3 贵州南区温度、降水推算值的相对误差百分比(2000-2009年)

表 7 为威宁和盘县测站地理信息,结合表 1 可见,威宁为 19 个测站海拔最大值(*h*=2 199 m),其次为 盘县(*h*=1 628 m);威宁坡向较大,但盘县坡向较小;同时威宁坡度为其中最小值,而盘县坡度较大.分析 图 3 可知,威宁、盘县推算值远大于实测值,威宁高出 255 mm,盘县高出 166 mm,相关文献^[29]指出海拔 高的地区垂直对流旺盛,这可能导致降水误差较大;该两个测站恰好处于 II,III 类滇黔准静止锋^[34]之间, 西南暖湿气流的入口区,所以对该地区降水影响显著.不少学者对降水量误差也做了探究:薛丽芳^[18]也指 出局地热力作用是影响降水的重要因素,山区随着坡度的变化,上升运动的加强,山区降水也是变化的; 钱锦霞^[35]也指出山区受季风和地形影响会导致降水量年际差异显著.因此我们推测南区降水模型效果不好可能与威宁、盘县测站海拔、贵州地形、季风年际差异有关.

在贵州南区选取一个小区域进行 50 年平均温度和年降水量推算,小区域范围: 25.5°N-26.5°N,105°E-106.5°E,分辨率1 km×1 km.该区域温度、降水分布如图 4,从图 4(a)可知温度有明显的纬向差异,北低南高;从图 4(b)可知降水量沿纬向呈"多一少一多"分布型,南方有两个高值区(中心值为1350 mm),北方有个低值区;同时也说明纬度对温度和降水的影响显著,也对应表 4 中纬度偏相关系数最大.

1.3 贵州北区气候要素精细化推算

贵州北区 9 个测站样本气候要素、归一化后地理信息和温度、降水推算模型分别见表 2、表 8 和表 9:

		地理	因素	
站 只 -	纬度 φ(N)	海拔 h'	坡向 x'	坡度 d
三穂	26.971°	0.256	0.677	0.502
黔西	27.038°	0.786	0.156	2.186
毕节	27.306°	1.000	0.451	1.313
遵义	27.707°	0.449	0.000	1.213
铜仁	27.727°	0.000	0.548	6.454
湄潭	27.774°	0.405	0.565	1.774
思南	27.956°	0.109	0.332	15.442
桐梓	28.138°	0.704	0.830	6.491
习水	28.338°	0.770	1.000	1.345

表 8 贵州北区 9 个测站地理信息

表 9 贵州北区气候要素模型(1960-2009年)

气象要素	地理模型(回归方程)	复相关系数	F 值
年平均温度	$T = 8.158 \pm 0.308\varphi - 3.419h' - 0.958x' \pm 0.094d$	0.988	42.500
年降水量	$P = -889.624 + 77.487\varphi - 325.475h' + 42.894x' - 6.675d$	0.964	12.980



图 4 南区选定区域温度(a)和降水(b)分布图(1960-2009年)

由表 9 可知, $T = \varphi, h', x', d$ 的复相关系数为 0.988, 并通过了信度为 0.05 的显著性检验; 而 $P = \varphi, h', x', d$ 的复相关系数为 0.964, 也通过信度为 0.05 的显著性检验.

由图 5 分析可知北区温度模型效果很好,9 个测站温度相对误差百分比都小于 6%,最大值为桐梓 (5.6%),最小值为思南(0.8%);降水模型较好,相对误差百分比都小于 10%,其中遵义最大为 9%,黔西 最小为 0.4%.因此,该推算模型可应用于贵州北区温度、降水的推算.

同样在贵州北区选取一个小区域进行 50 年平均温度和平均降水量推算,小区域范围: 27°N-28°N, 106.5°E-108°E,分辨率1 km×1 km.图 6 为该区域温度、降水分布图,从图 6(a)可知温度大致呈"西低 东高"分布型,以中部 15 ℃等值线分界,左边温度小于 15 ℃,右边温度大于 15 ℃,经向差异显著;从 图 6(b)可知降水量大致呈"北多南少"分布型,同样也说明纬度对降水影响显著,也对应表 4 中纬度偏 相关系数最大.







图 6 北区选定区域温度(a)和降水(b)分布图(1960-2009年)

2 结 论

本文分区建立了贵州温度、降水要素的回归模型,并在其选定区域进行小网格推算,结论如下:

1) 地理因子中, 纬度因子对温度和降水的贡献最大.

2)南区温度模型相关显著,误差分析表明,10个测站相对误差百分比都小于10%;而降水模型没通过检验,这可能与所选测站海拔、贵州地形和季风年际差异有关.

3) 北区温度和降水模型相关显著,复相关系数分别为 0.988 和 0.964,这说明北区气候变化的一致性, 系统性偏差小,并且 9 个测站温度、降水相对误差百分比都小于 10%.

4)分析推算区域可知:温度,降水分布存在纬向差异.这说明纬度因子对温度、降水分布影响显著,也 对应其偏相关系数最大.

以上分析可知,温度的推算效果优于降水,或许是因为气温为连续性要素而降水为非连续性要素;对 于降水的推算,相关文献^[14]指出可能是多元回归方程的因子选择上存在不足,如最大降水带、迎风带等因 素作用的考虑,造成降水误差较大,这都有待于进一步研究.

参考文献:

- [1] SOHUMAKER J. Third Conference on Mountain Meteorology [J]. American Meteorological Society, 265, 1984.
- [2] GARNIER B J, OHMURA A. A Method of Calculating the Direct Shortwave Radiation Income of Slopes [J]. Journal of Applied Meteorology, 1968, 7(5): 796-800.
- [3] WILLIAMS L D, BARRY R G, ANDREWS J T. Application of Computed Global Radiation for Areas of High Relief [J]. Journal of Applied Meteorology, 1972, (11): 562-533.
- [4] 傅抱璞. 极端最低温度的推算与小地形订正 [M]. 北京: 气象出版社, 1988.
- [5] 翁笃鸣.山区地形气候 [M].北京:气象出版社,1990:181-185.
- [6] 南庆红. 天山中、西部南坡降水分布及无资料地区年降水量推算 [J]. 新疆气象, 1987, (8): 21-24.
- [7] 周小云. 精细化气候预测产品的制作及效果检验 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(19): 11784-11786.
- [8] 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.
- [9] 陈 娟. 基于 GIS 在贵州果树气候区划中的应用 [J]. 贵州农业科学, 2007, 35(4): 24-26.
- [10] 袁淑杰. 基于 GIS 的贵州高原复杂地形下积温的精细空间分布 [J]. 资源科学, 2010, 32(12): 2427-2432.
- [11] 卢其尧,傅抱璞,虞静明.山区农业气候资源空间分布的推算方法及小地形的气候效应 [J]. 自然资源学报,1988, 3(2):101-113.
- [12] 何 燕. 基于 GIS 的广西甘蔗低温冻害区划研究 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2007, 29(9): 81-85.
- [13] 程炳岩. 重庆地区太阳总辐射的气候学计算方法研究 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2011, 33(9): 94-104.
- [14] 万 敏. 北碚区降水时空分布及变化趋势分析 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2013, 38(7): 122-128.
- [15] 张天宇. 重庆主城区近百余年降水的变化特征 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2011, 36(6): 99-104.
- [16] 李金娟,杨荣师.贵阳市大气颗粒物的污染特征及其与主要气象要素的相关性分析 [J].西南大学学报:自然科学版, 2011,33(1):91-95.
- [17] 陆忠艳. 基于 GIS 的气温和降水推算方法研究 [J]. 气象科技, 2008, 36(4): 389-395.
- [18] 薛丽芳. 南岭南北坡气象要素的分布特征及南北坡气温差异 [J]. 中国农业气象报, 2011, 32(增1): 178-183.
- [19] 杨 青. 基于 DEM 的天山山区气温和降水序列推算方法研究 [J]. 冰川冻土, 2006, 28(3): 337-342.
- [20] 刘 静. 宁夏扬黄新灌区热量资源的网格点推算 [J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(3): 64-71.
- [21] 马旭清. 气候资源小网格推算方法 [J]. 黑龙江气象, 2001, 26(3): 26-28.
- [22] 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, 22(1): 126-132.
- [23] 曹晓敏. 黄土高原中部降水量时空分异特征研究 [J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2011, 34(5): 724-728.
- [24] 汤 浩,李红军,叶海龙. 新疆区域气候要素小网格推算方法探讨 [J]. 沙漠与绿洲气象(新疆气象), 2003, 26(5): 9-11.
- [25] 康锡言,马辉杰.太行山农业气候区划中年降水量推算模型研究 [J].华北农学报,2004,19(4):111-113.
- [26] 高阳华. 重庆市洪涝指标及其发生规律研究 [J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2002, 24(6): 551-554.

[27] 苏占胜. 基于 GIS 的宁夏气候要素推算及农业气候资源分析 [J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(4): 242-249.

[28] 郭迎春. 太行山燕山山地降水推算方法研究 [J]. 地理学与地理信息科学, 1994, 10(3): 35-39.

[29] 卢成孝,赵 彩.贵州空中水汽量分布的气候特征 [J].高原气象,1986,4(2):176-180.

[30] 宋 丹. 贵州近 44a 降雪天气形势及物理量诊断分析 [J]. 气象科学, 2008, 28(增刊): 71-77.

[31] 伍红雨, 王谦谦. 近 49 年贵州降水异常的气候特征分析 [J]. 高原气象, 2003, 32(1): 65-70.

[32] 吉廷艳. 贵州气温、降水及湿度等气象要素的空间分布特征 [J]. 贵州气象, 2000, 24(1): 19-22.

[33] 秦 剑, 琚建华, 解明恩, 等. 低纬高原天气气候 [M]. 北京: 气象出版社, 1997: 63-66.

[34] 杜正静. 2001 年 1 月滇黔准静止锋在演变过程中的大气环流与特征分析 [J]. 热带气象学报, 2007, 23(3): 284-292.

[35] 钱锦霞. 基于 City Star 地理信息系统的农业气候资源网格点推算 [J]. 中国农业气象, 2003, 24(1): 47-50.

A DEM-Based Method for Calculating Temperature and Precipitation in the Mountainous Regions of Guizhou

TANG Sheng-jun^{1,2}, CHENG Zhi-gang¹, WANG Dong-hai², GONG Yuan-fa¹

1. College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China;

2. State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China

Abstract: The data about temperature and precipitation recorded at 19 meteorological stations in Guizhou Province during the period from 1960 to 2009 is chosen, and Guizhou Province is divided into two regions-South Area and North Area-by the latitude 26.876°N of Weining Station. Meanwhile, the geographic factors such as latitude, normalized altitude, normalized slope and aspect are analyzed in order to build the prediction models between temperature and precipitation in each region based on DEM (digital elevation model) in 1 km spatial resolution and polynomial regression. Finally, the refined calculation of climate elements is carried out in one particular area of each region. The results show that of the geographical factors studied, latitude contributes most to temperature and precipitation, that the temperature model in South Area is correlatively significant, but the precipitation model fails to pass the statistical test, that the effects of temperature and precipitation models in North Area are both relatively favorable, and that zonal difference exists in the distribution of temperature and precipitation of the calculated area.

Key words: normalization; multiple linear regression; small grid calculation; DEM (digital elevation model)

责任编辑 陈绍兰