

云贵高原高分辨率降水资料的重建与检验

谭礼祥, 陈习伦

(贵州省望谟县气象局, 望谟 552300)

摘要:基于中国西南5省(市)400个左右气象站的年降水资料数据,结合当地海拔高度、地形均方差、坡度、坡向等因素,利用空间内插方法计算云南省1961~2008年各年的年降水量,通过GrADS输出降水量的分布,清晰地反映了云贵高原降水量的空间分布状况。用独立于模拟系统的水文站的降水资料和生态站降水资料对模拟系统进行检验,误差在可接受范围之内。

关键词:降水量分布;空间内插;重建;模拟系统

中图分类号:P426.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-009X(2013)04-0036-04

Reconstruction and test for high-resolution precipitation data at the Yunnan-Guizhou Plateau

Tan Lixiang, Chen Xilun

(Wangmo Meteorological Bureau of Guizhou, Wangmo 552300)

Abstract: Based on the data of annual precipitation counted by about 400 weather stations of five provinces in southwest China, combined with the local elevation, amplitude, slope and aspect etc, the spatial interpolation is used to calculate the annual precipitation between 1961 and 2008 in Yunnan Province. The precipitation distribution is outputted by GrADS. Then, the spatial distribution of the precipitation in Yunnan-Guizhou Plateau is clearly reflected. The simulation system is checked and tested based on the precipitation data obtained by hydrologic station and ecological station. The deviation is in the rang of acceptable.

Key words: precipitation distribution; spatial interpolation; reconstruction; simulation system

0 引言

云贵高原地区,地形复杂,有干热的河谷,有常年积雪的高山,海拔落差大,在这种复杂的条件下,云贵高原具有多种气候类型,而云贵两省目前只有200来个气象测站,目前降水量数据都是来自固定气象站的独立观测资料,但是,由于站点资料稀少,当研究扩展到区域尺度时,站点的观测资料远远不能满足要求,降水的连续性空间分布数据显得非常重要^[1],利用空间内插技术进行无资

料地区降水的模拟,可以对区域气候资源有一个更全面的认识。张克映^[2]等在对哀牢山降水垂直分布的研究发现降水随高度呈很好的线性分布,可见海拔高度对降水的影响很大。由于降水随海拔升高而增加,至某一高度达到最大值后转而逐渐向上递减^[3]。近年来Daly博士^[4]等基于中国及周边地区2450个观测站的信息,用PRISM模型生成了 $2.5' \times 2.5'$ 的多年月平均的降水资料,朱华忠等^[5]对模拟结果进行了验证。为了得到更加精确的云贵两省的降水分布情况,本文基于降

水与海拔等的强相关关系,尝试用空间内插方法实现对云贵两省降水的模拟。

1 研究区域及资料处理

1.1 研究区域概况

本文主要研究区域是云贵高原(100°—110°E, 23°—27°N)。云贵高原总的趋势是北高南低,东高西低,西北最高,东南最低;有高耸入云的高山,绵延数百公里的山脉。有低洼的河谷。由北向南呈梯状下滑,由东向西中云南省下滑的方向与纬度降低的方向基本一致,造成了云南高纬度与高海拔相结合、低纬度与低海拔相一致的特点^[6]。

1.2 采用资料及其处理方法

选取中国西南5省(市)400个左右的气象站的经纬度及其年降水资料数据(由于条件的限制,本文只用了中国区域内的气象站资料,而且所选的气象站数目在400左右,每年不相等。1963年的站点位置如图1所示,其他每年都有变化,但站点位置变化不大)。基于来自于美国地质调查局(USGS)的地球资源观测卫星(EROS)数据中心产生的全球数字高程模型GTOPO30(2'×2')数据,通过GrADS语言提取局地地形数据(包含经度、纬度和海拔高度,地形均方差),用海拔高度计算出东西向的坡度、南北向的坡度、东西向的二阶坡度、南北向的二阶坡度等4个因子,将新得到的2'×2'的网格点上的海拔高度、地形均方差、南北向的坡度、东西向的坡度、东西向的二阶坡度、南北向的二阶坡度等6个因子进行9点平滑处理后,插值到每个站点上。然后建立一个覆盖云贵高原的2'×2'的网格,在每个网格点上选取它最近的100个站点,运用站点的降水量与其所对应的经度、纬度、海拔高度、地形均方差、东西向的坡度、南北向的坡度、东西向的二阶坡度、南北向的二阶坡度进行逐步回归分析,得到每个网格点的

年降水量,进而得到云贵高原1961~2008年各年的高分辨率的年降水量分布,然后通过GrADS输出降水资料的重建结果。

2 模型检验

(1)为了检验该系统空间上的模拟能力,对模拟出来的值求取多年平均值,其中云南省的模拟结果如图1所示。

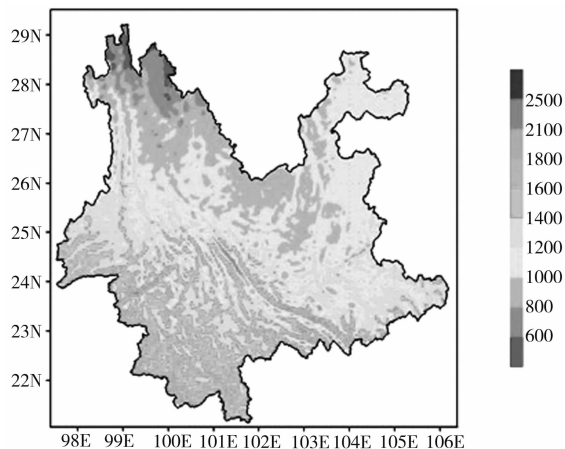


图1 云南省年降水量模拟值的多年平均

从图1可以看出全省的降水趋势大体是:南多北少,两边多、中间少,呈“U”型分布。红河河谷降水明显少于周围其他地区,为一个干河谷。河谷边上的迎风坡降水充沛,西北部因为海拔高而降水稀少,西南部降水丰富,这些都符合云南省降水的实际情况。基于以上结果,本文使用独立于模拟系统的31个水文站^[7]多年平均降水量数据作检验,模拟与观测值相关系数为0.743,通过显著性为99%的t检验,平均误差为17.112%。31个水文站的基础数据及其具体检验结果见表1,除了3个站点相对误差比较大以外,大部分地区模拟效果比较好,可以比较真实反映实际的降水状况。大部分站点的相对误差一般在20%以内。

表1 研究区域水文站年降水对模拟值的检验

站点名	海拔/m	经度(°E)	纬度(°N)	模拟值/mm	实测值/mm	相对误差/%
西山	1 480	102.7500	24.0000	1 136.357 8	886	0.286
严洞	1316	102.9000	23.6667	1 192.538 3	766	0.557
富宁	950	105.3333	23.8833	1 275.832 5	1 071	0.191
西洋街2	1 087	105.6167	23.6167	1 231.728 6	1 134	0.086
元江1	383	102.0000	23.6167	1 263.829 4	771	0.639
蛮耗	250	103.3667	23.0000	1 231.444 8	1 254	0.018
麻木	1 100	102.1333	24.0167	1 057.252 1	859	0.231

站点名	海拔/m	经度(°E)	纬度(°N)	模拟值/mm	实测值/mm	相对误差/%
滴水	1 231	103.633 3	23.000 0	1 689.091 7	1 430	0.181
戈姑	1 310	103.633 3	23.250 0	1 233.252 1	1 256	0.018
南溪街	100	103.933 3	22.633 3	1 730.944 5	1 810	0.044
勐省	950	99.416 7	23.383 3	1 320.409 8	1 128	0.171
甸头 2	1 050	99.850 0	23.533 3	1 595.277 6	1 039	0.535
勐大 2	1 160	100.800 0	24.033 3	1 196.593 1	1 519	0.211
景谷 2	932	100.716 7	23.550 0	1 312.539 6	1 286	0.021
永康 2	870	99.366 7	24.083 3	1 327.899	984	0.349
大文	1 460	100.100 0	23.950 0	1 466.549 7	1 190	0.232
姑老河	520	99.233 3	23.683 3	2 154.483 8	1 895	0.137
西河 2	1 530	100.066 7	23.900 0	1 225.648 3	1 136	0.079
凤尾坝 2	880	99.033 3	23.900 0	1 633.497 3	1 712	0.045
把边	848	101.250 0	23.266 7	1 351.880 6	1 342	0.007
忠爱桥	730	101.500 0	23.350 0	1 246.591 2	1 238	0.007
牛孔	1 110	102.166 7	23.033 3	1 261.595 9	1 576	0.120
黄毛岭 2	580	102.733 3	23.000 0	1 539.689 3	1 560	0.013
金水河	495	103.150 0	22.616 7	1 425.600 1	1 540	0.074
小河沟	1 230	103.233 3	22.766 7	1 948.020 3	2 194	0.112
龙潭寨	1 260	104.183 3	23.416 7	1 159.878 9	961	0.207
天保 2	393	104.833 3	22.950 0	1 299.584 3	1 480	0.122
八部	480	104.900 0	23.233 3	1 223.955	1 376	0.111
上果	1 260	104.700 0	23.483 3	1 214.821 6	1 093	0.111
董湖	690	105.216 7	23.516 7	1 274.955	1 031	0.237
落却	1 260	104.350 0	22.966 7	1 292.180 7	1 395	0.074
平均						0.171

(2) 为了检验该系统在时间上的模拟能力, 本文选取了西双版纳和哀牢山两个生态站的年降水资料作检验, 在哀牢山站点中, 除了个别年份以外, 大部分的模拟值都低于实测值, 相关系数为 0.408, 通过显著性为 95% 的 t 检验, 是一个系统

性的偏差。在西双版纳站中, 相关系数为 0.641, 通过显著性为 99% 的 t 检验。检验结果如图 2 和图 3 所示。综上所述, 模拟结果在时间和空间上都有很好的相关性, 所以此模型在云贵高原有一定的实用性。

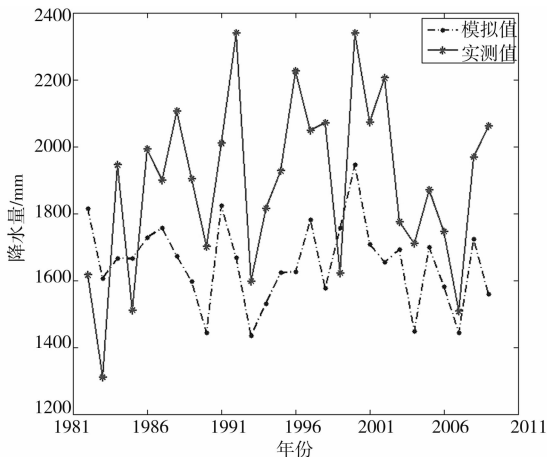


图 2 哀牢山 1981~2008 年年降水与其模拟值对比

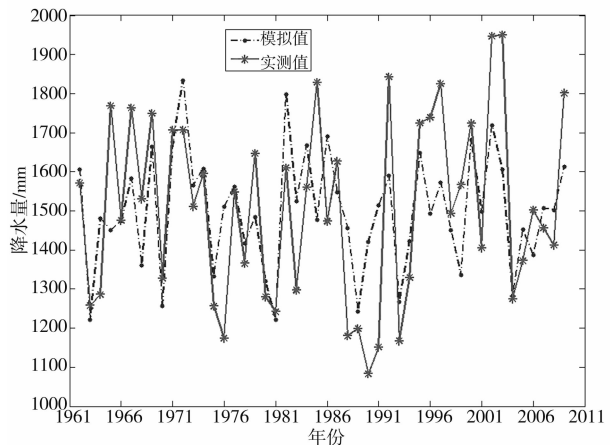


图 3 西双版纳 1961~2008 年年降水量与其模拟值对比

3 误差分析

由图1可以看出,在西部地区站点降水量明显偏少,所以这部分地区插值误差较大。插值计算中应用的气象数据全部为国家基准站资料,在云南省外的西部和南部区域没有资料,所以在西南部的边缘地区插值误差较大。从统计结果看,在年降水量特别小的区域,比如西北地区,绝对误差比较大。表1中较明显的离群点就是严洞、元江、甸头这3个站点,这3个站点都出现在局部地形变化较大的区域,可见地形地貌对降水过程也存在较大影响,最主要的原因是,这3个站点的海拔都比其周围地区低,而本文在处理数据时对海拔高度做了平滑处理,使这3个站点的海拔被模拟高了,造成了误差。就上文用来检验的哀牢山生态站来说,就是由于此站的海拔要高于其周围地区,平滑处理导致此站海拔被模拟低了,从而导致了系统性的偏差。GTOPO30数据本身的误差,也会使得模拟的误差变大。

4 结束语

利用空间内插的方法,对云贵高原降水量实现了空间化,由于降水量与其对应的海拔高度、坡度、坡向、地形均方差等有较强相关关系,在地形复杂的云贵高原实现了空间内插,整体反应了云贵高原的降水分布状况。利用了独立于模拟系统的水文站资料进行检验,误差在可接受范围。由

于站点的稀疏,大大降低了插值的精度,另外,如果有云贵高原南边的那些国家或地区的降水资料,误差会更小些。该方法对云贵高原这种低纬高原地区有很好的模拟效果。但在峰顶和谷底,绝对误差有些大,如何提高那些地区的模拟能力,有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 孙鹏森,刘世容,李崇巍. 基于地形和主风向效应模拟山区降水空间分布[J]. 生态学报, 2004, 24(9): 1910-1915.
- [2] 张克映,张一平,刘玉杰,等. 哀牢山降水垂直分布特征[J]. 地理科学, 1994, 14(1): 144-155.
- [3] DALY C, NEILSON R P, PHILLIPS D L. A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain[J]. Journal of Applied Meteorology, 1994, 33(2): 140-158.
- [4] DALY C, GIBSON W P, HANNAWAY D, et al. Development of new climate and plant adaptation maps for China[C]. Asheville: 12th Conference on Applied Climatology, 2000.
- [5] 朱华忠, 罗天祥, Christopher Daly. 中国高分辨率温度和降水模拟数据的验证[J]. 地理研究, 2003, 22(3): 349-359.
- [6] 王宇. 云南山地气候[M]. 云南: 科技出版社, 2006.
- [7] 郝成元, 戴尔卓, 吴绍洪, 等. 纵向领谷区南部“阻隔”作用及植被时空异质性研究[J]. 科学通报, 2006, 51(S2): 1-7.

“2014 中国(天津)国际海洋水文气象监测技术及仪器设备展示交易会”公告

由中国高科技产业化研究会海洋分会和中国海洋学会科技开发与产业化工作委员会共同策划,将于2014年5月23至25日在天津滨海新区会展中心举办“2014 中国(天津)国际海洋水文气象监测技术及仪器设备展示交易会”。

展览期间将围绕海洋、水文、气象探测技术及设备,开展一系列新产品新技术发布会、新产品推广会、产品专题研讨会。凡从事海洋水文气象仪器的生产商、贸易商、代理商、服务商及相关海洋技术专业的企事业、机关职能管理等单位均可充分利用这次机会,在这个平台上开展广泛的技术交流和合作。届时,热烈欢迎海洋、水文、气象科技界广大朋友光临指导!

咨询联络方式:

中国海洋学会科技开发与产业化工作委员会秘书处:吕曰恒

E-mail:lvuyueheng@163.com

Tel:13642025595