

文章编号:2096-5389(2022)01-0068-05

不同天气现象下毕节高温特征及预报回归检验分析

吴 珊¹, 姚 浪², 刘健平², 帅 龙¹, 聂 祥²

(1. 贵州省毕节市七星关区气象局, 贵州 毕节 551700; 2. 贵州省毕节市气象局, 贵州 毕节 551700)

摘 要:利用毕节 2010—2019 年观测资料,分析不同天气现象下日最高气温特征,建立高温模型,并对近 5 a 24 h 高温进行检验,得出如下结论:①毕节高温日变化在夏季最稳定,春季波动最大。气温日较差晴天最大,阴天最小,多云时略大于阴天多云。②毕节 8~10 成云出现频率高达 65.7%,夏季晴天频率波动大,春、夏季多云频率较高,且按天气现象分类统计月平均高温时,其峰值均出现在 7 月。③ 24 h 高温预报准确率月、季变化特征明显,夏季准确率最高,较最低的冬季高出 21.4%,在区别天气现象的情况下,阴雨天时预报准确率最高,多云时最低,其中 12 月多云时最低为 25%。④回归模型分析发现不同季节同种天气现象 24 h 高温预报影响因子权重差异明显,日照时数和平均本站气压对模型影响程度较高。不同季节晴天影响因子差异最大,拟合效果最好时段在夏季,平均估计误差为 1.2℃,估计误差最大在冬季,平均估计误差为 1.7℃。

关键词:毕节;日最高气温;天气现象;云量;影响因子;回归模型

中图分类号:P457.3 **文献标识码:**B

Bijie High Temperature Characteristics and Forecast Regression Test under Different Weather Phenomena

WU Shan¹, YAO Lang², LIU Jianping², SHUAI Long¹, NIE Xiang²

(1. Qixingguan Meteorological Bureau of Bijie City, Guizhou Province, Bijie 551700, China

2. Bijie Meteorological Bureau of Guizhou Province, Bijie 551700; China)

Abstract: Based on the observation data of Bijie from 2010 to 2019, the characteristics of the daily maximum temperature under different weather phenomena are analyzed, a high temperature model is established, and the 24-hour high temperatures in the past 5 years are tested. The results show: ① the high temperature diurnal variation of Bijie is the most stable in summer and the most unstable in spring. The daily temperature range is the largest in sunny days and the smallest in overcast, and it in cloudy days is slightly larger than that in overcast with cloudy. ② The frequency of cloud formation from August to September in Bijie is as high as 65.7%, the frequency of sunny days in summer fluctuates greatly, and the frequency of cloudy in spring and summer is relatively high. The monthly average high temperature peaks of various weather phenomena appear in July. ③ The 24 h high temperature forecast accuracy rate has obvious seasonal variations. The accuracy rate in summer is the highest, 21.4% higher than the lowest in winter. Under the condition of different weather phenomena, the weather phenomenon is the highest when it is overcast and rainy, and the lowest when it is cloudy, and the lowest is 25% when it is cloudy in December. ④ The regression model analysis shows that there are obvious differences in the weights of the 24 h high temperature forecasting factors in different seasons and the same weather phenomenon, and the sunshine hours and the average local pressure have a high influence on the model. In different seasons, the difference of the impact factors in sunny weather is the biggest, the best fitting effect is in summer with an average estimation error is 1.2℃, the maximum estimation error is in winter, average estimation error of 1.7℃.

收稿日期:2021-01-18

第一作者简介:吴 珊(1991—),女,工程师,主要从事天气预报和气象服务工作,E-mail:1073302853@qq.com。

资助项目:贵州省气象局科研业务项目(黔气科登[2021]11-12号);不同天气现象下七星关日最高气温特征及预报订正分析。

Key words: Bijie; daily maximum temperature; weather phenomena; cloud cover; impact factors; regression model

0 引言

近年来毕节高温预报质量持续偏低,成为制约毕节城镇天气预报的难点问题。毕节地处黔西北高海拔山区,由于东西海拔差异大,地形起伏明显,在复杂的地貌条件下,温度日较差不稳定,气温起伏波动大,因此,Grapes、EC、福建模式等数值预报模式在毕节温度预报稳定性不好,对毕节高温预报指导性较差^[1-2]。目前,贵州省内很多学者在模式温度预报检验和模式回归分析上均开展过相关研究^[3-4]。李刚等^[5]对贵州最高气温预报研究指出多模式集合预报能有效降低预报均方根误差,效果好于单模式预报结果。万汉芸等^[6]提出中央气象台指导预报在不同天气形势下影响毕节气温的因子不同,需加以订正。李刚等^[7]在云贵准静止锋影响下的温度预报研究中提出将 700、850 hPa 温度影响加入客观预报模型可以提高预报准确率。王璇等^[8]提出不同季节不同天空状况贵阳高温的影响因子存在明显差异。因此本文在毕节高温研究中加入不同天气现象、不同季节影响的差异性,通过历史高温特征分析、24 h 高温预报检验和回归模型分析,探索不同季节、不同天气现象下毕节高温预报的显著影响因子。

1 资料和方法

1.1 资料选取

本文使用资料为 2010—2019 年贵州省毕节站逐日最高气温、最低气温、平均云量、日照时数、湿度、降水量、风向、风速等气象观测资料,高温预报检验资料使用 2015—2019 年毕节市气象台逐日 16 时发布的城镇精细化报文中的 24 h 高温预报资料。

1.2 研究方法

对春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12—次年 2 月)和 1—12 月逐月毕节站气象观测资料进行分析,依据云量、日照时数和降雨量将天空状况分为晴天(总云量 0~3 成)、多云(总云量 4~7 成)、阴间多云(总云量 8~10 成,日照时数>1 h)、阴天无雨(总云量 8~10 成,08~20 时无降水)、阴雨天(总云量 8~10 成,08—20 时有降水)。按照这 5 类天气现象对毕节市日高温出现的月、季特征进行统计分析,计算气温日较差 TMM ($TMM = \text{日最高气温} - \text{日最低气温}$)、高温日变化

DVP (第 1 d 最高气温为 T_1 ,第 2 d 最高气温为 T_2 , $DVP = T_2 - T_1$,以此类推)和高温分布频率。

利用天气学原理寻找高温影响因子,结合毕节市气象台 24 h 高温预报资料采用多元逐步回归分析,筛选出各季节不同天气现象下影响日高温的显著因子,建立回归模型对 24 h 高温预报进行订正分析。

2 日最高气温特征

2.1 高温日变化

统计分析 2010—2019 年毕节站高温日变化(DVP)特征发现, DVP 最大值出现在冬季,夏季表现最稳定,春季波动较秋季更大。从平均 DVP 变化看,全年分布在 1.9~4.1℃之间,月平均变化不明显。将 DVP 按 2、4、6、10 为关键值划分 5 个等级,结果表明 DVP 在 7 月最稳定, $DVP < 2$ ℃频率达 60.5%;春季毕节高温波动最明显, $DVP < 2$ ℃频率不到 40%。从 $DVP > 10$ ℃的频率分布也发现 1—4 月是毕节高温日变化异常波动频率出现最高时段。

2.2 气温日较差

分析毕节气温日较差(TMM)特征,结果表明晴天 TMM 最大,平均值为 14.8℃,阴天 TMM 最小,平均值为 4.6℃,多云时 TMM 略大于阴间多云。由图 1 可见晴天和多云时月平均高温波动较明显,阴间多云和阴天时月平均高温较稳定。晴天时表现为夏季日较差小,冬季、春季日较差大;多云时表现为日较差摆动幅度较晴天明显增大,12 月—次年 5 月是 TMM 波动幅度最大的时间段,阴间多云时呈稳定波动,3 月摆动幅度最大。

2.3 不同天气现象发生频率

分析毕节不同天气现象逐月出现频率(图 2),结果表明 8~10 成云出现频率最高占 65.7%,其中阴天无雨占 22.7%,阴天有雨占 22.4%,阴间多云占 20.6%。秋冬季由于受云贵准静止锋面影响,毕节市常处于静止锋后阴雨天气,阴天时段主要集中在 10 月—次年 2 月,月频率均高于 50%,其中 1 月频率最高为 68.6%。阴间多云是毕节出现频率次高的天气现象,月频率分布有明显季节变化特征,春、夏季阴间多云天气频率高,峰值在 5 月为 35.4%,冬季频率低,1 月仅为 6.4%。晴天是毕节出现频率最低的天气现象,其出现频率在夏季波动最大,主要表现为 6 月频率最低为 7.3%,8 月最高

为 25.4%,秋、冬季频率稳定在 10%~16.3%。多云频率分布呈现春、夏季高,秋、冬季低的特点,其中 7 月最高为 28.7%,12 月最低为 11.6%。分析各类天气现象的月平均日高温特征发现,高温的峰值

均出现在 7 月,且在 1—7 月为线性递增趋势,7—12 月为线性递减趋势。毕节晴天时平均高温值最高,多云次之,阴间多云时略低于多云,阴天时最低,且阴天无雨比阴天有雨平均高出 1.2℃。

表 1 毕节日最高气温日变化(DVP)特征

Tab. 1 Diurnal Variation Characteristics of maximum temperature in Bijie

月份/月	最大值 /℃	平均值 /℃	$DVP \leq 2^\circ\text{C}$ 频率/%	$DVP \leq 4^\circ\text{C}$ 频率/%	$DVP \leq 6^\circ\text{C}$ 频率/%	$DVP \leq 10^\circ\text{C}$ 频率/%	$DVP > 10^\circ\text{C}$ 频率/%
1	18.1	3.3	47.9	68.9	79.7	94.4	5.6
2	22.8	3.8	43.6	66.0	78.4	93.3	6.7
3	16.5	4.1	34.1	57.7	76.1	94.1	5.9
4	15.7	3.6	32.4	65.9	83.3	95.7	4.3
5	11.6	3.3	37.7	64.3	85.1	98.7	1.3
6	9.1	2.8	41.6	74.0	92.6	100.0	0
7	9.5	1.9	60.5	88.8	97.4	100.0	0
8	11.3	2.1	59.7	84.9	95.7	99.7	0.3
9	10.2	2.7	52.5	74.1	90.9	99.7	0.3
10	15.1	2.6	49.3	77.2	91.7	99.3	0.7
11	13.4	3.1	42.2	69.9	85.8	97.6	2.4
12	14.1	3.1	45.4	71.4	83.6	97.4	2.6

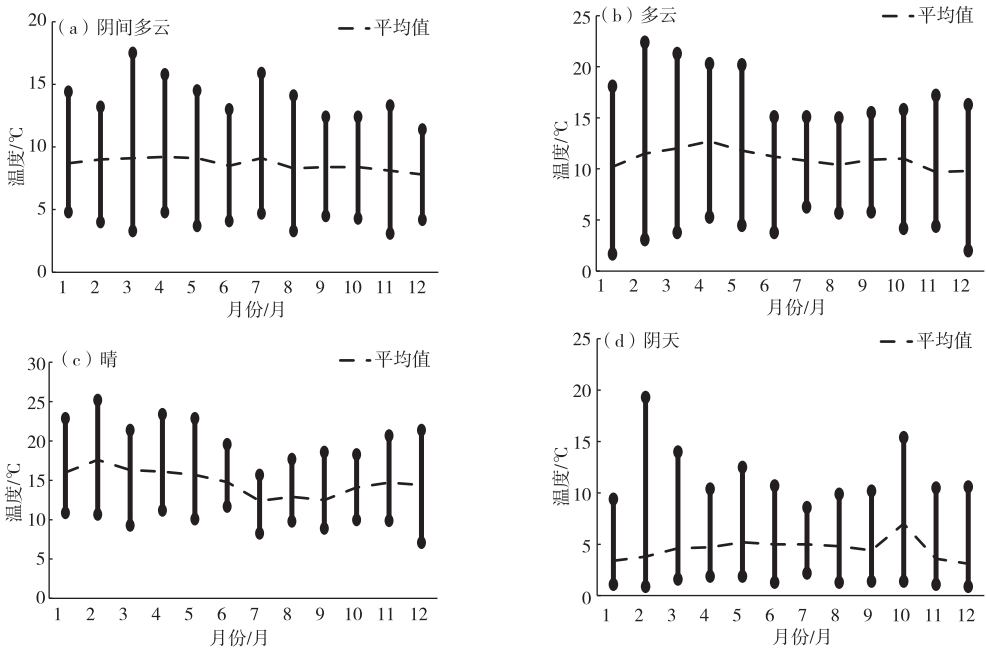


图 1 毕节不同天气现象气温日较差分布

Fig. 1 The daily temperature range distribution of different weather in Bijie

3 毕节 24 h 最高气温预报检验

采用贵州省气象局预报业务评分标准相关规定(黔气办发[2018]24 号),气温预报准确率检验以 2.0℃作为检验标准,即|预报值-实况值|≤2℃为准确,否则为错误。对 2015—2019 年毕节市

气象台 16 时发布的城镇预报精细化报文进行 24 h 最高温预报检验,毕节 24 h 高温预报平均准确率为 70.3%,且月、季变化特征明显,夏季准确率最高,较准确率最低的冬季高出 21.4%,其中 7 月和 8 月准确率高于 80%,1 月和 2 月低于 60%,冬季和春季准确率均低于 70%,是导致年高温预报准确率偏低

的主要影响时段。按天气现象统计,阴雨天 24 h 高温预报准确率最高,多云时准确率最低,春、冬季中阴天和阴雨天预报准确率较高,阴间多云和多云天气预报准确率较低,其中 1 月非阴天有日照时准确

率低于 42%,2 月阴间多云和晴天时低于 46%,3 月多云时低于 47%,12 月多云和阴间多云时低于 47%,且多云时出现年最低值 25%。

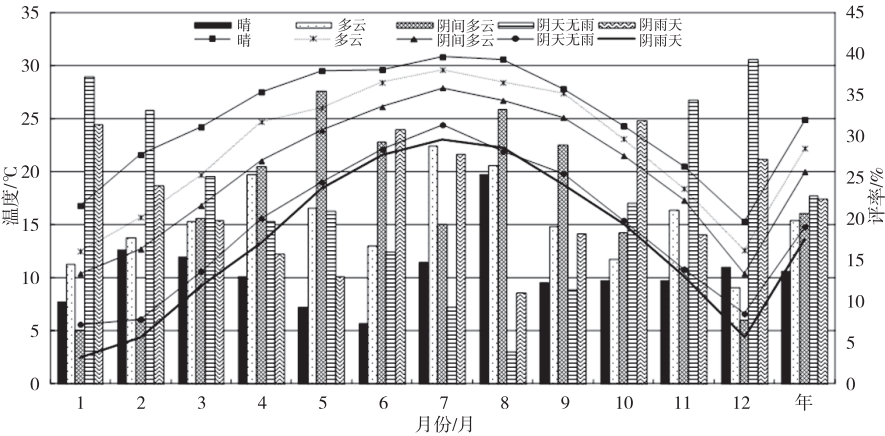


图 2 毕节不同天气现象下平均日最高气温及出现频率

Fig. 2 The average daily maximum temperature and frequency under different weather in Bijie

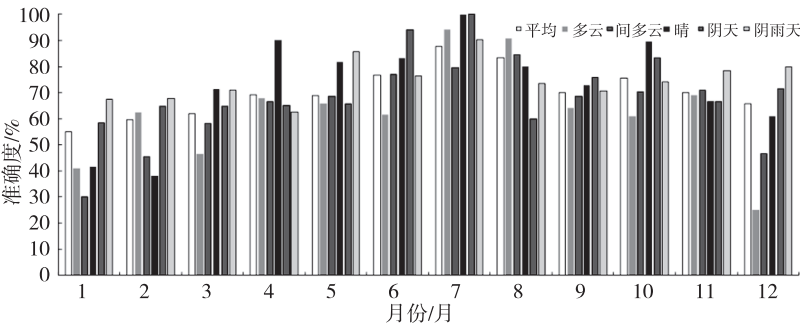


图 3 2015—2019 年毕节不同天气现象下 24 h 日最高气温预报检验

Fig. 3 The verification of 24 h daily maximum temperature forecast under different weather in Bijie during 2015—2019

4 24 h 高温预报回归分析

本文选取毕节市 24 h 高温预报、日照时数、平均本站气压、白天降水、前 1 d 高温、前 1 d 低温、前 1 d 气温日较差、前 1 d 低温变化、前 1 d 高温变化、平均相对湿度、平均云量、平均风速作为影响因子,通过逐步回归分析建立各季节不同天气现象下日高温回归模型,各模型均通过 95% 的显著性检验。回归模型相关系数整体较高,对于不同天气现象来说,晴天相关系数较低,为 0.77 ~ 0.96,其余天气现象均在 0.85 以上,最高为多云(0.92);从估计标准误差分析,除冬季晴和多云误差为 2 ℃,其余误差均在 2 ℃ 以内,拟合效果好,其中阴雨天误差最低,平均为 1.4 ℃。对不同季节来说,拟合效果最好时段在夏季,平均估计误差为 1.2 ℃,估计误差最大在冬季,平均估计误差为 1.7 ℃。

模型中 24 h 高温预报影响因子在不同季节和不同天气现象时所占模型权重差异明显,这表明 24 h 高温预报在季节和天气现象有差异时需引入的影响因子不同。多云和阴间多云时日照时数和平均本站气压对模型的影响程度较高,阴天时前 1 d 低温影响程度较高,阴雨时春、夏季前 1 d 高温影响程度较高,秋、冬季前 1 d 低温和前 1 d 气温日较差影响程度较高,不同季节中晴天时影响因子的差异最明显。按季节分析,春季各因子的影响程度均较差,夏季前 1 d 低温影响程度较高,秋季前 1 d 低温和平均本站气压影响程度较高,冬季前 1 d 气温日较差和前 1 d 低温变化影响程度较高。通过模型误差分析和影响因子相关性分析,在不同天气现象、不同季节中适时将影响程度较高的因子纳入预报指标模型,可以降低 24 h 高温预报值的绝对误差。

表 2 毕节四季不同天气现象下最高气温回归模型

Tab. 2 The regression model of maximum temperature under different weather in Bijie

季节	晴				多云				阴间多云			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
样本数	52	63	54	56	124	104	80	58	123	180	99	36
常量	4.12	6.68	194.6	2.22	147.4	215.7	3.56	10.13	127.8	170.9	101.9	4.31
24 h 高温预报	0.87	0.71	0.56	1.08	0.61	0.60	0.63	0.66	0.57	0.48	0.55	0.52
日照时数			0.3		0.41	0.26	0.38	0.5	0.42	0.42	0.64	
本站气压			-0.22		-0.17	-0.24			-0.14	-0.19	-0.11	
前 1 d 低温		0.16	0.16		0.15		0.32	0.31	0.27		0.29	
前 1 d 低温变化				-0.35		-0.34						
R	0.95	0.77	0.96	0.91	0.92	0.89	0.96	0.91	0.93	0.86	0.95	0.89
估计标准误差	1.33	1.03	1.13	2.01	1.76	1.02	1.58	2.01	1.72	1.15	1.39	1.91

季节	阴天				阴雨天			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
样本数	92	26	110	197	69	87	112	103
常量	170.7	-24.47	4.11	10.59	-0.24	1.56	-0.41	0.49
24 h 高温预报	0.54	0.92	0.64	0.52	0.63	0.65	0.57	0.44
前 1 d 高温					0.27	0.23		
前 1 d 低温	0.37		0.44	0.42		0.48	0.51	
前 1 d 气温日较差						0.16	0.15	
平均相对湿度	-0.14		-0.06	-0.11				
R	0.93	0.86	0.96	0.87	0.94	0.86	0.95	0.89
估计标准误差	1.85	1.22	1.40	1.53	1.53	1.4	1.5	1.12

5 小结

利用毕节 2010—2019 年观测资料,分析不同天气现象下日最高气温特征,建立高温模型,并对近 5 a 24 h 高温进行检验,得出如下结论:

①毕节高温日变化 DVP 在春季波动最大,夏季表现最稳定,其中 7 月 $DVP < 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 频率达 60.5%,1—4 月为 DVP 异常波动频率最高时段。气温日较差 TMM 在晴天时最大,阴天时最小,多云时略大于阴间多云。

②毕节 8~10 成的云出现频率最高达 65.7%,其中阴天时段主要集中在 10 月—次年 2 月。阴间多云为毕节出现频率次高天气现象,晴天频率最低,且各类天气现象月平均高温峰值均出现在 7 月。

③近 5 a 毕节 24 h 高温预报准确率月、季变化特征明显,夏季准确率最高,较最低的冬季高出 21.4%,在区别天气现象的情况下,阴雨时最高,多云时最低,其中 12 月多云时准确率最低为 25%。

④通过回归模型分析发现 24 h 高温预报在季节和天气现象有差异时需引入的影响因子不同,拟合效果最好时段在夏季,平均估计误差为 $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,估

计误差最大在冬季,平均估计误差为 $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在不同天气现象、不同季节中适时将影响程度较高的因子纳入预报指标模型,可以降低 24 h 高温预报值的绝对误差。

参考文献

- [1] 吕静,姚浪,聂祥,等. 冬季 EC 2 m 温度预报在贵州毕节地区的检验分析[J]. 中低纬山地气象,2020,44(2):81-85.
- [2] 吴姗,姚浪,赵春霞,等. 毕节市近 46 a 气温变化特征及对旅游发展的影响[J]. 内蒙古气象,2018(6):12-15.
- [3] 尹佳莉,张曼,姜涛,等. 多种温度对比观测分析[J]. 气象水文海洋仪器,2021,38(1):56-59.
- [4] 盛梦婷,马中元,陈鲍发,等. 乐平 3 次寒潮天气过程的路径与温度对比分析[J]. 气象水文海洋仪器,2021,38(3):44-48.
- [5] 李刚,甘文强,谢清霞. 贵州最高气温预报方法研究[J]. 中国农学通报,2016,32(23):165-170.
- [6] 万汉芸,张润琼,王丽媛,等. 中央台精细化温度预报在毕节市应用的误差分析[C]//中国气象学会. 第 33 届中国气象学会年会论文集数值模式产品应用与评估,2016.
- [7] 李刚,小玲,春霞. 云贵静止锋影响下的地面气温差异分析及预报研究[C]//贵州省气象学会学术年会论文集,2020.
- [8] 王璇,左晋,王丽媛,等. 贵阳不同天空状况下日最高气温研究[J]. 中低纬山地气象,2020,44(2):91-94.