

董苍鹏,赵磊. 陕西智能网格气象预报系统(秦智)在佛坪的检验 [J]. 陕西气象,2020(5):16-20.

文章编号:1006-4354(2020)05-0016-05

陕西智能网格气象预报系统(秦智)在佛坪的检验

董苍鹏¹,赵磊²

(1. 佛坪县气象局,陕西佛坪 723400;2. 镇巴县气象局,陕西镇巴 723600)

摘要:通过对陕西智能网格气象预报系统(秦智)(下简称秦智系统)的温度、晴雨和暴雨预报准确率检验,发现秦智系统在佛坪地区的日最低气温预报准确率高于日最高气温预报准确率,误差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的平均准确率日最高气温为51.6%、日最低气温为79.8%,平均绝对误差日最高气温2.4 $^{\circ}\text{C}$ 、日最低气温1.3 $^{\circ}\text{C}$,说明秦智系统对佛坪地区的气温预报有具有较好的指导作用;日最高气温预报准确率最低的月份是5月、6月和9月、日最低气温预报准确率最低的是1月和4月;晴雨预报准确率最高的月份是10月,最低的是4月;秦智系统在佛坪的暴雨预报24 h TS评分为40%,命中率为50%,且预报时效越长TS评分和命中率越低,空报率和漏报率越高。气温预报准确率和晴雨预报准确率最低的三个站均在北部山区海拔1 000 m以上,说明地形因素对数值预报的准确性有一定影响。

关键词:秦智,格点预报,检验

中图分类号:P456.7

文献标识码:A

研究型业务建设是中国气象局2019年一项重大工作部署,是对2018年中国气象局党组集约化业务建设成果的进一步落实,是要通过研究型业务建设实现气象业务更高质量发展,其内涵是要以科技创新驱动业务发展,以业务需求牵引科学技术进步,形成观测自动、预报智能、服务智慧的新时代气象业务体系^[1]。在研究型预报业务建设中,通过检验和订正网格预报产品,优化网格预报本地订正阈值,进一步提升网格预报业务的预报能力和业务质量。目前世界多个国家已建立形成多个无缝隙精细化网格气象预报模式与系统^[2],国内北京、上海、广东、福建等地已经初步建立格点化预报业务体系^[3]。陕西省气象局依据业务需求建立了陕西智能网格气象预报系统(秦智)(下简称秦智系统),该系统自2018年投入业务使用以来,增加了多个应用模块,完善了各项预报、监测、服务功能,为市县级的预报工作提供了指导作用。秦智系统采用了模式动态交叉最优要素预

报(dynamic cross element forecast,简称DCO-EF)方法,形成了一套全要素网格预报产品^[4]。目前,全省市县级预报主要借助于秦智系统,因此对秦智系统进行预报准确率检验对于提高本地预报准确性和服务质量有重要意义。依托研究型业务工作的开展,佛坪县气象局作为全省研究型业务建设试点单位率先开展了秦智系统温度和降水精细化格点预报的检验并得到了初步的检验结论。

1 资料选取与方法

佛坪县有1个国家级自动站和9个区域站(图1)。使用资料为2019年1月1日至10月31日10个站点的逐日最高气温、最低气温、日降水量观测数据,每日14时至15时使用秦智系统解析应用模块中配置模板保存预报数据,模板中配置有秦智系统对当日20时至次日20时的最高气温、最低气温、天气现象的预报数据。预报模板中通过台站号和经纬度定位了站点位置,确保预报

收稿日期:2020-02-25

作者简介:董苍鹏(1992—),女,汉族,甘肃临夏人,学士,助工,从事县级综合气象业务工作。

位置与实况观测位置处于同一经纬度上,这一方法克服了传统的使用空间插值方法对观测和预报进行对比存在的缺陷,传统的空间插值方法对站点分布密度及所处地形、海拔高度、季节变化依赖很大,在平原地区插值效果较好,在高原山区插值效果较差^[5-8]。

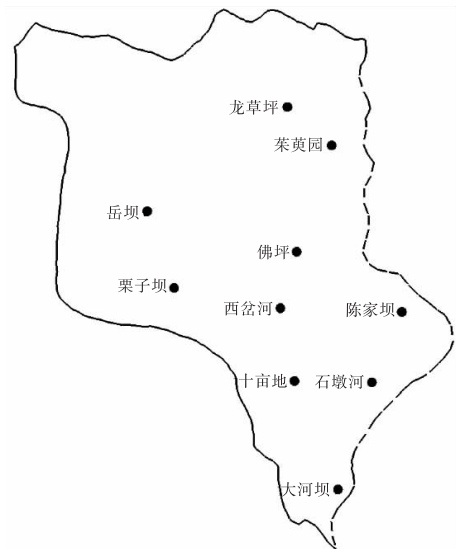


图1 佛坪检验站点分布图

1.1 温度检验方法

对温度预报结果开展平均误差(T_{ME})检验、平均绝对误差(T_{MAE})检验、均方根误差(T_{RMSE})检验、 $\leq 1^\circ\text{C}$ 和 $\leq 2^\circ\text{C}$ 的预报准确率(T_k)检验^[9]。

$$T_{ME} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i), \quad (1)$$

$$T_{MAE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - O_i|, \quad (2)$$

$$T_{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}, \quad (3)$$

$$T_k = \frac{N_k}{N} \times 100\%. \quad (4)$$

其中, F_i 为某站第*i*天预报温度, O_i 为该点第*i*天实况温度, N 为预报总天数, k 为1,2,分别代表绝对误差 $\leq 1^\circ\text{C}$ 和 2°C , N_k 为绝对误差 $\leq 1^\circ\text{C}$ 或 2°C 时预报正确的天数。

1.2 降水检验方法

对降水预报进行晴雨(雪)的TS评分(T_S)、空报率(F_{AR})、漏报率(P_O)、命中率(P_{OD})检验^[9]。

$$T_S = \frac{N_A}{N_A + N_B + N_C} \times 100\%, \quad (5)$$

$$F_{AR} = \frac{N_B}{N_A + N_B} \times 100\%, \quad (6)$$

$$P_O = \frac{N_C}{N_A + N_C} \times 100\%, \quad (7)$$

$$P_{OD} = \frac{N_A}{N_A + N_C} \times 100\%. \quad (8)$$

其中, N_A 为预报正确次数, N_B 为空报次数, N_C 为漏报次数。

2 气温检验

2.1 误差分析

秦智系统20时最高气温24h预报误差见表1。平均误差龙草坪和茱萸园为负值,其余站点为正值。其中平均误差最大值为大河坝 1.64°C ,绝对误差最大值为茱萸园 2.59°C ,均方根误差最大值为石墩河 3.72°C 。 $\leq 1^\circ\text{C}$ 的准确率最高为佛坪 35.3% ,最低为茱萸园 20.3% 。 $\leq 2^\circ\text{C}$ 的准确率最高为佛坪 54.7% ,最低为茱萸园 42.3% 。总体上最高气温预报准确率最低的是岳坝和茱萸园。

表1 2019-01-01—2019-10-31 陕西智能网格气象预报系统(秦智)日最高气温在佛坪地区的检验

检验项目	佛坪	石墩河	岳坝	栗子坝	龙草坪	大河坝	茱萸园	西岔河	十亩地	陈家坝
平均误差/ $^\circ\text{C}$	0.53	1.10	0.32	0.21	-0.50	1.64	-0.95	0.43	0.29	1.47
绝对误差/ $^\circ\text{C}$	2.07	2.54	2.56	2.14	2.26	2.42	2.59	2.47	2.27	2.37
均方根误差/ $^\circ\text{C}$	2.68	3.72	3.38	2.77	2.78	3.14	3.11	3.09	2.91	3.08
$\leq 1^\circ\text{C}$ 准确率/%	35.3	30.0	26.4	31.5	24.1	30.1	20.3	24.6	28.1	31.6
$\leq 2^\circ\text{C}$ 准确率/%	54.7	52.9	46.0	53.8	54.6	53.8	42.3	50.3	53.5	54.6

秦智系统20时最低气温24h预报误差见表2。平均误差佛坪、岳坝和龙草坪为负,其余站点为正。其中平均误差最大为西岔河为 0.7°C ,绝

对误差最大为龙草坪 1.66°C ,均方根误差最大为十亩地 2.31°C 。 $\leq 1^\circ\text{C}$ 的准确率最高为岳坝 63.2% ,最低为龙草坪 36.9% 。 $\leq 2^\circ\text{C}$ 的准确率

最高为岳坝 86.6%，最低为茱萸园 70.1%。总体上最低气温预报准确率最低的是龙草坪和茱萸园。

通过以上误差分析可以看出，总体来说秦智系统在佛坪地区的日最低气温的预报准确率高于

日最高气温，误差 $\leq 2^\circ\text{C}$ 的平均准确率日最高气温 51.6%，日最低气温 79.8%，平均绝对误差日最高气温 2.4 $^\circ\text{C}$ ，日最低气温 1.3 $^\circ\text{C}$ ，说明秦智系统 DCOEF 方法对佛坪地区的气温预报有具有较强的指导作用。

表 2 2019-01-01—2019-10-31 陕西智能网格气象预报系统(秦智)日最低气温在佛坪地区的误差

检验项目	佛坪	石墩河	岳坝	栗子坝	龙草坪	大河坝	茱萸园	西岔河	十亩地	陈家坝
平均误差/ $^\circ\text{C}$	-0.20	0.06	-0.20	0.07	-0.16	0.07	0.33	0.70	0.03	0.08
绝对误差/ $^\circ\text{C}$	1.22	1.45	1.11	1.14	1.66	1.07	1.64	1.34	1.44	1.26
均方根误差/ $^\circ\text{C}$	1.6	2.19	1.51	1.47	2.11	1.4	2.11	1.68	2.31	1.62
$\leq 1^\circ\text{C}$ 准确率/%	56.8	47.06	63.2	55.4	36.9	59.1	39.0	47.6	52.9	50.8
$\leq 2^\circ\text{C}$ 准确率/%	83.7	75.94	86.6	84.2	71.13	86.0	70.1	79.1	78.6	82.9

从站点分析来看，最高气温预报准确率最低的是茱萸园和岳坝，最低气温预报准确率最低的是龙草坪和茱萸园。此三站均在北部山区海拔 1 000 m 以上，说明地形因素对温度预报的准确性有一定影响，气温预报准确率与海拔高度呈负相关^[10]。

2.2 准确率月变化

图 2 为日最高气温误差 $\leq 1^\circ\text{C}$ 和 2°C 、日最

低气温误差 $\leq 1^\circ\text{C}$ 和 2°C 的准确率月变化。最高气温准确率最低的月份依次是 5、6、9 月。分析原因可能是 5、6 月强对流天气多发，9 月连阴雨持续时间较长，天气形势复杂影响预报准确性，降水导致日最高气温预报偏高。最低气温准确率最低的月份是 1 月和 4 月，分析原因可能是 1 月冷空气活动较频繁，4 月冬春交接时节冷暖空气比较活跃，气温起伏较大，影响数值预报的稳定性^[11]。

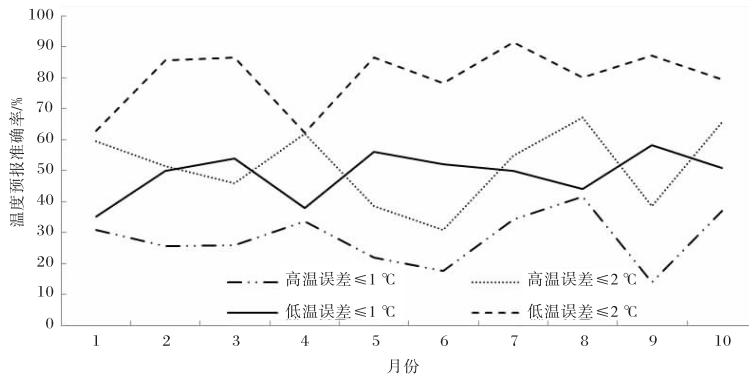


图 2 2019 年 1—10 月陕西智能网格气象预报系统(秦智)

温度预报准确率月变化

3 降水检验结果

3.1 晴雨检验

图 3 为 2019 年 1—10 月秦智系统 20 时 24 h 站点晴雨预报准确率对比。TS 评分最高的三个站分别是栗子坝 66.7%、佛坪 63.9%、茱萸园 62.6%，最低的两个站分别是龙草坪 56.3%、岳坝 56.4%、大河坝 56.9%；空报率最高的三个站

分别是石墩河 33.1%、西岔河 32.8%、十亩地 32.8%，最低的两个站分别是茱萸园 24.3%、栗子坝 25.4%、陈家坝 27.6%；漏报率最高的三个站分别是岳坝 27.4%、陈家坝 26.9%、龙草坪 26.4%，最低的两个站分别是栗子坝 13.7%、佛坪 14.1%、十亩地 18.8%；命中率最高的三个站分别是栗子坝 86.3%、佛坪 85.9%、十亩地

81.3%,最低的三个站分别是岳坝 72.6%、陈家坝 73.1%、龙草坪 73.6%。综合来看,晴雨预报准确率最高的是栗子坝和佛坪,最差的是岳坝和

龙草坪。晴雨预报准确率最低的站点与气温预报准确率最低的站点有重合,且均为北部山区高海拔站点,说明预报准确率受地形影响较大^[12]。

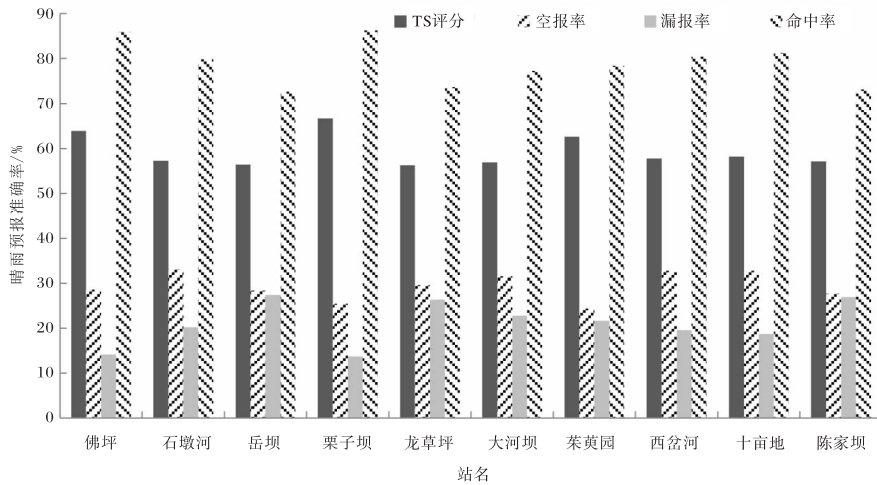


图3 2019年1—10月陕西智能网格气象预报系统(秦智)24 h晴雨预报准确率站点对比

图4为2019年1—10月秦智系统20时24 h晴雨预报准确率月变化。TS评分最高的月份是10月为85.9%,最低的月份是4月为37.4%,其原因可能是因为10月天气形势稳定,降水较多,预报难度较低,4月季节交替,冷暖空气活动频繁,阵性降水较多不易把握;空报率最高的是4月为54.5%,最低的是1月为5.0%,分析原因1月

降水过程很少且降水多为过程性降水,容易把握;漏报率最高的是4月为54.8%,最低的是8月为1.0%,其原因可能是因为8月中下旬为伏早期,降水次数少不易漏报;成功率最高的是8月为99.1%,最低的是3月为50.6%。总体来看,晴雨预报准确率最高的月份是10月,最低的是4月。

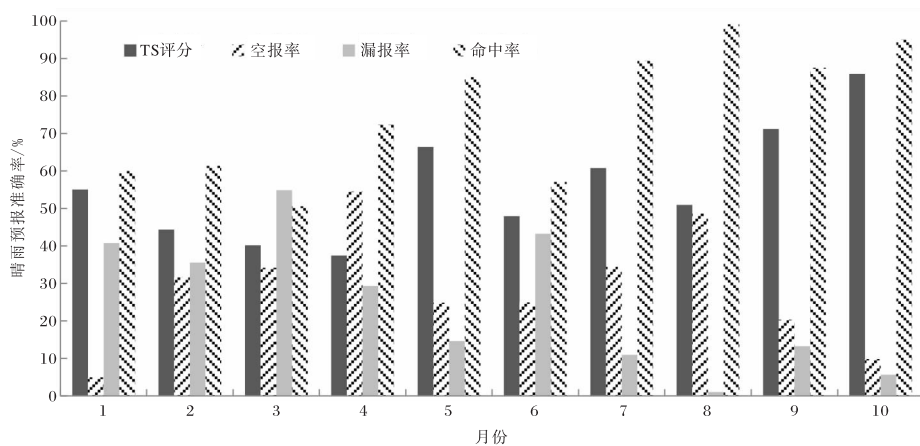


图4 2019年1—10月陕西智能网格气象预报系统(秦智)24 h晴雨预报准确率

3.2 暴雨预报准确性检验

对秦智系统20时24 h、48 h、72 h暴雨预报进行准确性检验,计算其暴雨预报的TS评分、空报率、漏报率和命中率。通过在秦智系统“解析应

用”模块查询4—9月每天24 h、48 h、72 h格点降雨量预报,与实况降雨量进行对比检验,检验站点为佛坪县内15个气象站。假如秦智系统在佛坪县内报了暴雨,实况只要有一个或以上站点出现

暴雨,则计为预报正确,否则即为空报;假如秦智在佛坪县内没有预报暴雨,而实况只要有站点出现暴雨则计为漏报。

2019年佛坪地区出现了12次暴雨(实况),秦智DCOEF方法20时24h降水量预报在佛坪地区总共预报了9次暴雨,预报正确6次,漏报6次,空报3次;48h降水量预报总共报了5次暴雨,预报正确2次,漏报10次,空报3次;72h降水量预报总共报了4次暴雨,预报正确2次,空报2次,漏报10次。对24~72h暴雨预报进行准确性检验结果如图5。

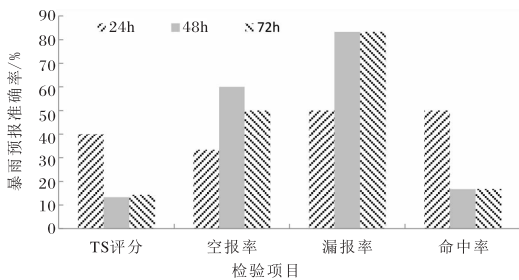


图5 2019-01-01—2019-10-31 陕西智能网格气象预报系统(秦智)DCOEF 20时暴雨预报准确性检验

可以看到秦智在佛坪的暴雨预报不是很理想,24小时TS评分40%,命中率50%,且预报时效越长TS评分和命中率越低,空报率和漏报率越高。

4 结论与讨论

(1)秦智在佛坪地区的日最低气温的预报准确率高于日最高气温的预报准确率,误差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的平均准确率日最高气温51.6%,日最低气温79.8%,平均绝对误差日最高气温 2.4°C ,日最低气温 1.3°C ,说明秦智在佛坪地区的气温预报具有较强的指导作用。

(2)气温预报准确率和晴雨预报准确率最低的两个站均在北部山区海拔1000m以上,说明地形因素对数值预报的准确性有一定影响。

(3)最高气温准确率最低的月份依次是6月、5月、9月,最低气温准确率最低的月份是1月和4月;晴雨预报准确率最低的月份是4月,最高的是10月。

(5)暴雨预报24小时TS评分40%,命中率50%,且预报时效越长TS评分和命中率越低,空报率和漏报率越高。

(6)所选数据时间序列较短,后期应加长统计数据的时间序列,提高检验结论的代表性,并通过检验得出订正指标应运到实际预报中提高预报准确率。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 研究型业务试点建设指导意见:中气函[2019]82号[A]. 2019-04-30.
- [2] 金荣花,代刊,赵瑞霞,等. 我国无缝隙精细化网格天气预报技术进展与挑战[J]. 气象,2019,45(4):445-457.
- [3] 胡皓,薛春芳,潘留杰,等. 陕西现代气象一体化格点预报平台简介[J]. 陕西气象,2017(2):22-24.
- [4] 王建鹏,薛春芳,潘留杰,等. 陕西省精细化网格预报业务系统技术方法[J]. 气象科技,2018,46(5):910-918.
- [5] 李军龙,张剑,张丛,等. 气象要素空间插值方法的比较分析[J]. 草业科学,2006,23(8):6-11.
- [6] 易桂花,张廷斌,何奕萱,等. 四种空间气温插值方法适用性分析[J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2020,47(1):115-128.
- [7] 李新,程国栋,卢玲. 空间内插方法比较[J]. 地球科学进展,2000,15(3):260-265.
- [8] 刘宇,陈泮勤,张稳,等. 一种地面气温的空间插值方法及其误差分析[J]. 大气科学,2006,30(1):146-152.
- [9] 中国气象局. 中短期天气预报准确率检验办法(试行):气发[2005]109号[A]. 2005-06-05.
- [10] 齐铎,刘松涛,张天华,等. 基于格点的中国东北中北部2m温度数值预报检验及偏差订正[J]. 干旱气象,2020,38(1):81-88.
- [11] 万夫敬,赵传湖,马艳,等. ECMWF模式气温预报在青岛地区的检验与评估[J]. 气象科技,2018,46(1):112-120.
- [12] 杨睿敏,杨波,胡江波,等. 中央气象台精细化预报产品检验及误差分析[J]. 陕西气象,2014(6):19-21.