

# Study on the Applicability of GFS Forecast Data in Chengdu Plain Area—Taking Longquanyi as an Example

Yue He

School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan  
Email: heyuecuit@outlook.com

Received: Oct. 15<sup>th</sup>, 2019; accepted: Oct. 30<sup>th</sup>, 2019; published: Nov. 6<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Based on the meteorological observation data of Longquanyi Luodai Town in 2013-2017 and the GFS model forecast data for 1, 4, 7 and 10 months in 2017, this paper analyzed the characteristics of temperature, wind field (wind speed and direction), relative humidity, absolute humidity and hourly precipitation, including annual, interannual, seasonal, and diurnal variations. The variation of these meteorological elements is summarized, and the applicability of GFS model in forecasting temperature, humidity and hourly precipitation in Longquanyi is also discussed. The result showed that the correlation between GFS model forecast and observational data decreased with the increase of forecast time. The GFS model precipitation forecast has poor predictability for the magnitude of precipitation and the time range of persistent precipitation. The GFS model has a capacity of forecasting short-time temperature, humidity and precipitation in Chengdu plain, and the capacity of forecasting of temperature and humidity is better than other elements.

## Keywords

GFS Mode, Chengdu Plain, Feature Analysis, Applicability

---

# GFS预报资料在成都平原地区的适用性研究——以龙泉驿为例

贺月

成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都  
Email: heyuecuit@outlook.com

收稿日期: 2019年10月15日; 录用日期: 2019年10月30日; 发布日期: 2019年11月6日

## 摘要

本文根据2013~2017年成都市龙泉驿洛带镇气象观测资料以及2017年1、4、7、10四个月GFS模式预报资料,分析了成都市龙泉驿地区温度、风场(风速和风向)、相对湿度、绝对湿度以及小时降水量的年、年际、季节和日变化特征,研究了相关气象要素的变化规律,探讨了GFS模式在龙泉驿的预报适用性。结果表明:GFS模式关于温度、湿度、降水的预报能力总体随预报时效增长而减弱;GFS模式降水预报对于降水量大小以及持续性降水的时间范围的可预报性较差;GFS模式在成都平原对短时温度、湿度、降水有一定程度的预报能力,其中对温度、湿度的预报相对较好。

## 关键词

GFS模式, 成都平原, 特征分析, 适用性

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

天气预报与人民群众生活生产联系紧密[1]。现阶段气象部门主要依靠数值预报模式开展业务,而数值预报是以大气的实际情况为基础,依据一定初始条件和边界条件进行大气运动方程组的数值求解,从而定量、客观地预报未来时段的大气状况[2] [3] [4]。一般而言,数值预报的准确率受模式类型、预报地点、预报对象等的影响[5] [6]。因此,在实际应用时选择预报能力更好的预报模式是提高气象预报质量的关键[7] [8] [9]。

GFS 是一种谱模型,能对未来 16 天的天气情况做出有效预测,在全球范围内被广泛采用[10] [11]。根据对 GFS 预报结果精度的研究表明,GFS 预报在未来三天内有较好表现[12] [13]。GFS 模式的预报准确性在对较大尺度的天气系统的长期预测上具有显著性特征。GFS 数据可以在公共领域免费获取,每日分别于世界时 00:00、06:00、12:00、18:00 发布之后 1~16 天全球各地的天气状况预报[14] [15]。

龙泉驿地区属成都平原东缘,是重要的气候临界点,近年来气象灾害频发,对全省造成严重威胁,因此评估数值模式对成都平原天气气候的预报能力有着重要的实际意义[16]。GFS 模式在全球范围内应用广泛,有相当高的计算能力和业务价值。因此,本文基于成都市龙泉驿区气象观测数据,对 GFS 系统的适用性进行了研究。

## 2. 资料和方法

### 2.1. 资料

温度、降水、湿度、风场的数据来自于 GFS 预报资料 2013 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日的逐 3 小时预报数据,其空间分辨率为  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 。

### 2.2. 方法

采用相关分析研究 GFS 预报资料的适用性。相关分析是研究两个或两个以上处于同等地位的随机变量间的相关关系的统计分析方法,相关系数计算公式如下所示:

$$r_{kl} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_{ki} - x_k}{s_k} \right) \left( \frac{x_{li} - x_l}{s_l} \right) \quad (1)$$

其中  $s_k$  和  $s_l$  分别表示第  $k$ , 第  $l$  个变量的标准差,  $r_{kl}$  的绝对数值越大, 表示两者的关系越密切。

### 3. GFS 预报资料在成都平原的适用性研究

#### 3.1. 温度预报适用性研究

表 1 给出了四季龙泉驿洛带镇气象台站观测的气温资料与 GFS 系统预报的气温间的相关系数和均方根误差。由表可见, 对于 6 小时预报而言, 龙泉驿春、夏、冬三季的相关系数最大; 秋季相关系数最大值是初始场即预报时效为 0 时; 四个季节观测与预报之间相关系数均在 24 小时预报时最低; 四季均方根误差最大值出现在 12 小时预报左右, 在而在 0 时初始场有最小值。秋季相关系数平均值最大为 0.803, 冬季平均相关系数最小, 为 0.367。最大平均均方根误差出现在夏季, 为 1.592, 最小出现在秋季, 为 1.085。

**Table 1.** Correlation coefficient and root mean square error of GFS forecast and observed temperature of spring, summer, autumn and winter

**表 1.** 春、夏、秋、冬四季 GFS 预报气温与观测气温的相关系数和均方根误差

	H	0	3	6	12	24	平均值
春	R	0.703**	0.756**	0.861**	0.795**	0.702**	0.763
	RMSE	0.969	1.563	1.445	1.486	0.993	1.291
夏	R	0.541**	0.548**	0.656**	0.136*	0.506**	0.477
	RMSE	1.094	1.734	1.479	2.503	1.148	1.592
秋	R	0.868**	0.786**	0.799**	0.764**	0.797**	0.803
	RMSE	0.755	1.173	1.352	1.270	0.874	1.085
冬	R	0.296**	0.469**	0.528**	0.345**	0.198**	0.367
	RMSE	1.369	1.135	1.677	1.451	1.443	1.415

\*\*通过 99% 的信度检验, \*通过 90% 的信度检验。

均方根误差的变化则是波动增加, 说明 GFS 模式对气温预报的稳定性表现较差, 可预报性随预报时效增加而减小。结合相关系数和均方根误差来看, 秋季 GFS 预报气温和观测气温的相关性较好, 其次春季, 夏季、冬季二者相关性较差。

#### 3.2. 湿度预报适用性研究

表 2 给出了四季龙泉驿洛带镇气象台站观测的比湿与 GFS 系统预报的比湿的相关系数和均方根误差。可见, 龙泉驿春、夏、冬三个季节比湿的观测值与 GFS 系统预报的比湿的相关系数约在 12 小时预报达到最大, 24 小时预报时最小; 6 小时预报有均方根误差最大值, 初始场有最小值。秋季最大相关系数在 6 小时预报, 对应均方根很小; 相关系数最小在 12 小时预报, 此时均方根误差达到最大。秋季有最大平均相关系数 0.801, 夏季有最小平均相关系数 0.411。平均均方根误差在夏季有最大值 1.694, 在冬季有最小值 0.577。

总体来看, 均方根误差整体是增加的趋势, 是波动变化的过程。与夏季相比其他三个季节均方根误差数值变化幅度不大, 因此其他三个季节 GFS 比湿预报比较稳定, 夏季比湿 GFS 模式预报的稳定性较差。GFS 模式的可预报性随预报时效降低。根据各个季节平均相关系数和平均均方根误差分析, 冬季、秋季 GFS 模式预报能力较好, 夏季预报能力较差。

**Table 2.** Correlation coefficient and root mean square error of GFS forecast and observed specific humidity of spring, summer, autumn and winter

**表 2.** 春、夏、秋、冬四季 GFS 预报与观测比湿的相关系数和均方根误差

	H	0	3	6	12	24	平均值
春	R	0.715**	0.670**	0.648**	0.661**	0.660**	0.671
	RMSE	0.646	1.041	1.109	1.059	0.731	0.917
夏	R	0.484**	0.383**	0.224**	0.577**	0.386**	0.411
	RMSE	1.020	1.559	3.010	1.827	1.052	1.694
秋	R	0.792**	0.799**	0.873**	0.729**	0.811**	0.801
	RMSE	0.721	0.735	0.639	0.836	0.633	0.713
冬	R	0.429**	0.601**	0.646**	0.647**	0.353**	0.535
	RMSE	0.500	0.617	0.672	0.567	0.528	0.577

\*\*通过 99% 的信度检验, \*通过 90% 的信度检验。

### 3.3. 小时降水预报适用性研究

表 3 给出了龙泉驿区四季 GFS 预报的小时降水与观测小时降水各预报时刻的均方根误差、错报率、漏报率。由表可见, GFS 预报的春、秋、冬季小时降水预报正确率最高为 24 小时预报结果, 夏季预报正确率最高为 3 小时和 6 小时预报结构; 春季预报正确率最低为 6 小时预报, 夏季在 24 小时预报, 秋季在 0 小时预报, 冬季在 6、12 小时预报。一年四季中, 最大平均均方根误差出现在夏季, 为 0.491, 最小出现在冬季, 为 0.052。冬季有小时降水预报正确率最大平均值 79.839%, 秋季有最小平均值 57.257%。

**Table 3.** Root mean square error, misreporting rate, and false negative rate of forecasting hourly precipitation and observation hourly precipitation in the four seasons GFS

**表 3.** 四季 GFS 预报的小时降水与观测小时降水各预报时刻的均方根误差、错报率、漏报率

	H	3	6	12	24
春	RMSE	0.040	0	0.807	0.054
	错报率	30.000%	46.667%	36.667%	26.667%
	漏报率	3.333%	0	0	0
夏	RMSE	0.246	0.474	0.459	0.785
	错报率	29.032%	25.806%	23.333%	36.667%
	漏报率	3.226%	6.452%	16.667%	10.000%
秋	RMSE	0.066	0.163	0.108	0.120
	错报率	45.161%	41.935%	38.710%	35.484%
	漏报率	3.226%	3.226%	3.226%	0
冬	RMSE	0.027	0.160	0	0.019
	错报率	16.129%	29.032%	29.032%	6.452%
	漏报率	0	0	0	0

进一步规定 GFS 模式预报有雨但气象站观测无雨的次数与总时次数的百分比作为错报率; 漏报率与错报率类似, 是实际观测有雨但没有做出降水预报的次数与总时次数的百分比。将错报率和漏报率排除

后即是预报的正确率。由前文可知，龙泉驿一年四季季平均小时降水量在夏季最大，秋、春次之，冬季最小，因此冬季 GFS 小时降水预报错报率和漏报率低、正确率高与冬季降水少有关。根据春、夏、秋三季季平均降水量大，预报正确率偏低的结果，可认为 GFS 模式预报对持续性降水时间尺度的预报能力较弱。同时，由于夏季季平均降水量最大且均方根误差整体偏大，说明 GFS 模式对小时降水量大小的预报能力较弱。四季均方根误差随预报时间总体是波动增加的变化趋势，预报稳定性随预报时效增加而下降。

### 3.4. 预报误差初步分析

由前文分析可知，对于温度、湿度、小时降水，GFS 预报资料随预报时效的可预报性变化趋势相当，只在相关系数、均方根误差以及小时降水漏报率、错报率的数值上有所差异，GFS 模式在温度、湿度预报方面表现较好。图 1 为 GFS 模式预报采用网格点与实际观测点空间分布。由图可见，GFS 模式预报采用的网格点位于简阳(30.5°N, 104.5°E)，与本文研究的龙泉驿地区(30.56°N, 104.26°E)相距约 57 公里。由于 GFS 模式网格点与观测地点的不重合，选取 1、4、7、10 四个月分别代表一年四季，样本数量少，以及部分时刻自动气象站缺测导致资料缺失等，都会带来一定程度上的误差，影响 GFS 预报资料适应性研究的准确性。



Figure 1. Distribution of GFS grid points and actual observation points on the map  
图 1. GFS 网格点与实际观测点在地图上的分布

## 4. 结论

本文通过对龙泉驿地区观测的温度、湿度、降水量资料，对 GFS 模式对该地区的预报适应性进行了分析，结果发现，GFS 的预报结果与实际观测资料的相关性总体上随预报时效增加而减小，可预报性降低。GFS 对于温度、湿度的预报能力较好，而对降水的预报能力相对较差。进一步发现，GFS 模式的每小时降水漏报、错报情况多发生在夏秋两季，预报准确率低，说明 GFS 模式降水预报对于小时持续性降水的时间范围和降水量大小的可预报性较差。

由于 GFS 模式网格点与观测地点的不重合，选取 1、4、7、10 四个月分别代表一年四季，样本数量少，以及部分时刻自动气象站缺测导致资料缺失等，都会带来一定程度上的误差，影响 GFS 预报资料适应性研究的准确性。

## 基金项目

成都信息工程大学本科教学工程项目(BKJX2019007, BKJX2019013, BKJX2019042, BKJX2019056, BKJX2019062, BKJX2019081, BKJX2019089, BKJX2019120 和 JY2018012)支持。

## 参考文献

- [1] Liu, Y., Duan, Q., Zhao, L., *et al.* (2013) Evaluating the Predictive Skill of Post-Processed NCEP GFS Ensemble Precipitation Forecasts in China's Huai River Basin. *Hydrological Processes*, **27**, 57-74. <https://doi.org/10.1002/hyp.9496>
- [2] 叶爱中, 段青云, 徐静, 马凤, 邓数学. 基于 GFS 的飞来峡流域水文集合预报[J]. 气象科技进展, 2015, 5(3): 57-61.
- [3] 苏勇, 沈学顺, 陈子通, 张红亮. GRAPES-GFS 中三维参考大气的研究: 理论设计和理想试验[J]. 气象学报, 2018, 76(2): 241-254.
- [4] 张萌, 于海鹏, 黄建平, 沈学顺, 苏勇, 薛海乐, 杨志坚. GRAPES-GFS 2.0 模式系统误差评估[J]. 应用气象学报, 2018, 29(5): 571-583.
- [5] 王佳津, 王春学, 曹萍萍, 陈琳, 冯汉中. GRAPES 全球模式预报检验评估—2016 年夏季四川地面要素[J]. 高原山地气象研究, 2017, 37(1): 33-40.
- [6] 苏勇, 沈学顺, 张倩. 质量守恒的订正算法在 GRAPES-GFS 中的应用[J]. 应用气象学报, 2016, 27(6): 666-675.
- [7] 张金强. 地基探测与 NCEP GFS 模式预报云量在 ARM SGP 站点对比[J]. 气象与环境科学, 2016, 39(1): 12-18.
- [8] 王亚华, 臧增亮, 潘晓滨, 何宏让, 韩威. 高分辨率 GRAPES-GFS 的动能谱及其转折特征分析[J]. 气象学报, 2015, 73(5): 965-974.
- [9] 李娜, 冉令坤, 孙建华, 李耀东. 基于 NCEP/GFS 资料的中国东部地区雷暴预报研究[J]. 气象学报, 2015, 73(3): 459-470.
- [10] 佟铃, 彭新东, 崔晶. GRAPES-GFS 模式中系统误差的订正方法研究[J]. 成都信息工程学院学报, 2015, 30(3): 264-270.
- [11] 王金成, 龚建东, 赵滨. 一种新的 COSMIC 大气折射率资料观测误差估计方法及在 GRAPES 全球三维变分同化中的应用[J]. 气象学报, 2015, 73(1): 142-158.
- [12] 董颜, 刘寿东, 王东海, 赵艳风. GFS 对我国南方两次持续性降水过程的预报技巧评估[J]. 气象, 2015, 41(1): 45-51.
- [13] 魏学军. 简析基于 GFS 集合预报乌海地区雷暴活动特征[J]. 内蒙古气象, 2014(6): 10-12.
- [14] 孟庆磊. GFS 数值产品对高原机场地面阵性大风的预报检验[J]. 中国民航飞行学院学报, 2014, 25(5): 37-40.
- [15] 李庆, 王力群, 马卫民, 姜旻. ECMWF 和 GFS 模式对一例温带气旋预报性能的对比分析[J]. 海洋预报, 2014, 31(1): 22-28.
- [16] 杨柳. 成都市龙泉驿区气象灾害风险调查及灾害防御[J]. 现代农业科技, 2017(16): 191-192.