

# Inspection and Analysis of EC Model and T639 Model Precipitation Forecast Products in Shijiazhuang

Xuan Zhao<sup>1</sup>, Zhiguo Li<sup>1</sup>, Ke Shang<sup>2\*</sup>, Wei Liu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Shijiazhuang Meteorological Bureau, Shijiazhuang Hebei

<sup>2</sup>Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an Shaanxi

Email: zhaoxuanlx@163.com, \*shangkedd@163.com

Received: Oct. 10<sup>th</sup>, 2018; accepted: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2018; published: Oct. 30<sup>th</sup>, 2018

## Abstract

This paper compares and analyzes the forecast effect of EC and T639 numerical forecast models on different season and different grade precipitation, and draws the following conclusions. The forecast accuracy of the rain or shine and general rainfall in each season are the best in 24 hours. The T639 model is better for rain or shine and general rainfall in autumn, while EC model is better at general rainfall in winter. The seasonal difference of the forecast accuracy of the rain or shine, and the forecast accuracy, missing forecast rate of general rainfall of EC model is small, while the vacancy forecast rate of general rainfall is big. The T639 model has a low rate and small seasonal difference of missing forecast rate of general rainfall. Forecast accuracy of the rain or shine, and the forecast accuracy, vacancy forecast rate of general rainfall have a small seasonal difference between the spring, summer and autumn in T639. EC model has a far better prediction of spring precipitation than other three seasons. The high vacancy forecast rate is the main reason of the low forecast accuracy rate of the light and moderate rain in summer and the light snow in winter. The high vacancy forecast rate in the west and the high missing forecast rate in the east which result the low forecast accuracy rate of moderate rain in autumn. T639 has a better forecast effect on moderate rain in spring and light rain in autumn, but it has a worse forecast effect on other precipitation, especially for light snow in winter, which has a forecast accuracy less than 10%.

## Keywords

EC Model, T639 Model, Evaluation of Precipitation Forecast

# EC模式和T639模式降水预报产品在石家庄市的检验和分析

赵 焯<sup>1</sup>, 李志国<sup>1</sup>, 尚 可<sup>2\*</sup>, 刘 伟<sup>1</sup>

\*通讯作者。

<sup>1</sup>石家庄市气象局, 河北 石家庄

<sup>2</sup>中国科学院地球环境研究所, 陕西 西安

Email: zhaoxuanlx@163.com, shangkedd@163.com

收稿日期: 2018年10月10日; 录用日期: 2018年10月23日; 发布日期: 2018年10月30日

## 摘要

本文通过对比分析EC和T639两种数值预报模式对不同季节、不同级别降水的预报效果, 得出以下结论: 两种数值模式各季节晴雨及一般性降水预报正确率均在24小时时效内为最好。T639模式对晴雨及秋季的一般性降水预报较好, 而EC模式对冬季一般性降水的预报优于T639模式。EC模式晴雨预报正确率以及一般性降水的预报正确率、漏报率的季节差异较小, 而一般性降水空报率季节差异较大; T639模式一般性降水预报漏报率较低且季节差异较小, 晴雨预报正确率以及一般性降水的预报正确率、空报率在春季、夏季、秋季三个季节之间的差异较小, 而与冬季差异较大。EC模式对春季降水预报较好, 而对其他三个季节的各级降水预报正确率整体较低。其中较高的空报率为夏季小雨、中雨以及冬季小雪预报正确率较低的主要原因, 而西部高空报率, 东部高漏报率使得秋季中雨的预报正确率较低。T639对春季中雨及秋季小雨的预报效果较好, 而对其他降水预报效果较差, 尤其是冬季小雪, 其预报正确率小于10%。

## 关键词

EC模式, T639模式, 降水预报检验

Copyright © 2018 by authors 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

如今许多高时空分辨率的数值预报模式应用于天气预报业务当中, 成为天气预报业务中不可或缺的一部分。并且数值预报模式的应用与改进, 也极大地提高了天气预报的准确率。但是, 受初始值、边界条件、模式本身设计等方面的影响, 数值预报模式在预报过程中不可避免地将出现误差, 并且该误差将直接影响预报员的判断及天气预报的准确性。因此, 对数值预报模式结果进行检验, 寻找模式存在的偏差, 有助于数值预报模式的改进以及精细化预报水平的提高。

许多学者针对不同地区、不同天气形势下的 EC 模式和 T639 模式预报结果进行了检验, 并通过对比和分析得出了许多有意义的结论。对于东北地区的降水, 张宁娜[1]指出 T639 模式漏报率低于德国模式, 且其 24~120 h 暴雨预报准确率显著高于德国降水预报。付冬雪[2]等及慕秀香[3]等认为 EC 细网格对吉林降水预报中大量级的降水预报能力较好。对于山东地区, 肖明静[4]通过检验得出, 汛期降水 T639 模式对一般性降水和小雨的预报效果优于 MM5 和 WRF-RUC (WRF 快速循环同化系统), 并且其 24 h 时效内中雨及大雨的准确率最高。EC 模式和 T639 模式对山东冬季 2 级、3 级风力预报准确率最高[5]。对于毕节市, T639 模式晴雨预报准确率虽然较低, 但较为稳定, 其降水预报正确率主要受空报率的影响, 且以小雨的空报率为最高[6]。在廊坊地区, T639 模式对大雨及以上量级降雨预报效果较好, 且其暴雪预报准确率显著高于其他模式[7]。对于西藏地区强对流天气, EC 模式和 T639 模式对 850 hPa 较强温度锋区的

模拟偏差, 导致两家数值模式对西藏大部分地区的漏报[8]。对于沿海大暴雨, 崔粉娥[9]等研究指出, EC 模式对降水量级的预报准确, 具有较高的参考价值。孔启亮[10]等认为 EC 模式对西太平洋副热带高压的减弱、维持以及增强西进的预报精准, 而崔粉娥[9]等则认为 EC 模式和 T639 模式对西太平洋副热带高压的位置模拟准确, 但强度偏弱。

虽然前人对 EC 模式和 T639 模式降水预报性能进行了大量的研究, 但是其结果对石家庄市降水是否适用? 并且在 EC 模式和 T639 模式预报产品对石家庄市各级别降水预报检验方面的研究较为空缺。因此本文对在石家庄地区业务中使用的 EC 模式和 T639 模式降水预报结果进行检验, 研究这两种数值预报模式对石家庄不同地区不同级别降水的预报效果, 以期模式的改进以及预报员对降水的精细化预报提供理论支持。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 资料

- 1) 石家庄市 17 个国家气象站 20~20 时降水观测资料, 选用时段为 2015 年 3 月~2016 年 2 月。
- 2) 20 时起报的 T639 细网格数值模式降水量预报, 选用时段为 2015 年 3 月~2016 年 2 月。
- 3) 20 时起报的 EC 细网格数值模式降水量预报, 选用时段为 2015 年 3 月~2016 年 2 月。

### 2.2. 方法

本文将 EC 模式和 T639 模式 24 小时降水预报结果插值到 17 个县(市)站点上, 通过与实况站点资料的对比来计算模式晴雨(雪)预报正确率, 降水预报的正确率、漏报率及空报率。

- 1) 对晴雨(雪)的检验方法:

$$\text{预报正确率: } PC = \frac{NA + ND}{NA + NB + NC + ND} \times 100\%$$

式中  $NA$  为有降水预报正确站(次)数,  $NB$  为空报站(次)数,  $NC$  为漏报站(次)数,  $ND$  为无降水预报正确站(次)数。

- 2) 对降水过程的检验方法:

$$\text{正确率: } TS_k = \frac{NA_k}{NA_k + NB_k + NC_k} \times 100\%$$

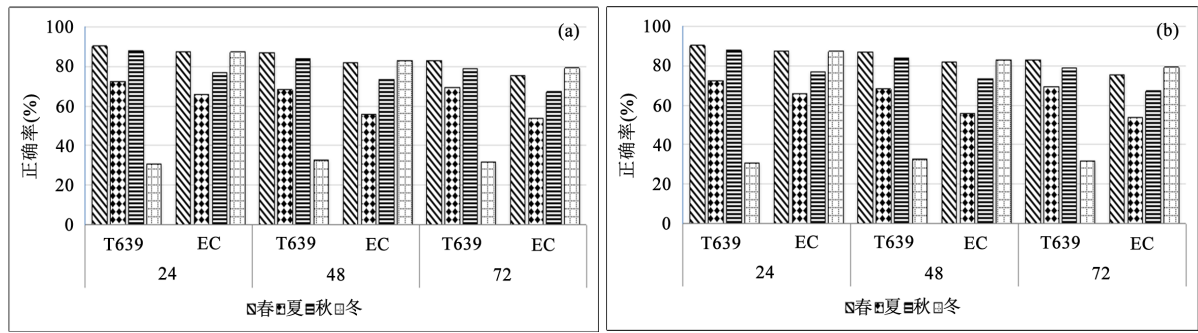
$$\text{漏报率: } PO_k = \frac{NC_k}{NA_k + NC_k} \times 100\%$$

$$\text{空报率: } FAR_k = \frac{NB_k}{NA + NB_k} \times 100\%$$

式中  $NA_k$  为预报正确站(次)数,  $NB_k$  为空报站(次)数,  $NC_k$  为漏报站(次)数。

## 3. 各季节晴雨及一般性降水预报检验

春季、秋季 T639 模式和 EC 模式在三个时效内的晴雨预报正确率(超过 67%)均比较好, 并且其 24 小时时效内的正确率最高, 随着时效的延长正确率有所降低。并且在同样的时效下, T639 模式的正确率高于 EC 模式。与春季和秋季相比, 夏季两种模式的晴雨正确率较低, 并且 EC 模式低于 T639 模式。冬季 EC 模式预报正确率在三个时效内均较好(超过 79%), 而 T639 模式对冬季晴雨预报效果较差, 三个时效内的正确率仅为 30%左右(图 1(a))。

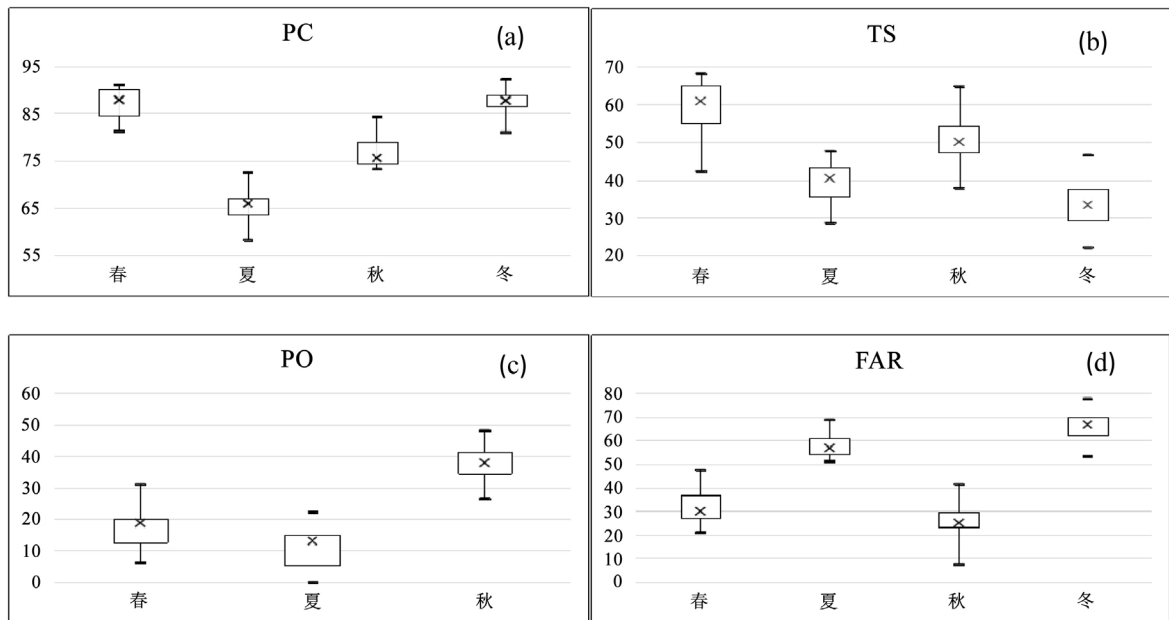


**Figure 1.** The forecast accuracy rate of the rain or shine (a) and general rainfall (b) in each season  
**图 1.** 各季节晴雨(a)及一般性降水(b)预报正确率

春季、秋季 T639 模式和 EC 模式的一般性降水预报正确率优于夏季和冬季。其中春季最好，两种模式正确率均在 60%左右；冬季最差，三个时效内 EC 模式的预报正确率约为 30%，而 T639 仅为 10%左右。春季和夏季两种模式预报正确率相差不大，秋季 T639 模式正确率显著高于 EC，而冬季则相反，EC 模式的预报正确率要显著高于 T639 模式。两种模式预报正确率在 24 小时时效内最高，随时效增加而降低(图 1(b))。

由此可知，各季节晴雨及一般性降水预报正确率均在 24 小时时效内为最好。那么，EC 模式及 T639 模式 24 小时时效内，各季节晴雨预报正确率，以及一般性降水预报正确率、漏报率、空报率的分布特征如何？接下来我们将进行进一步的分析。

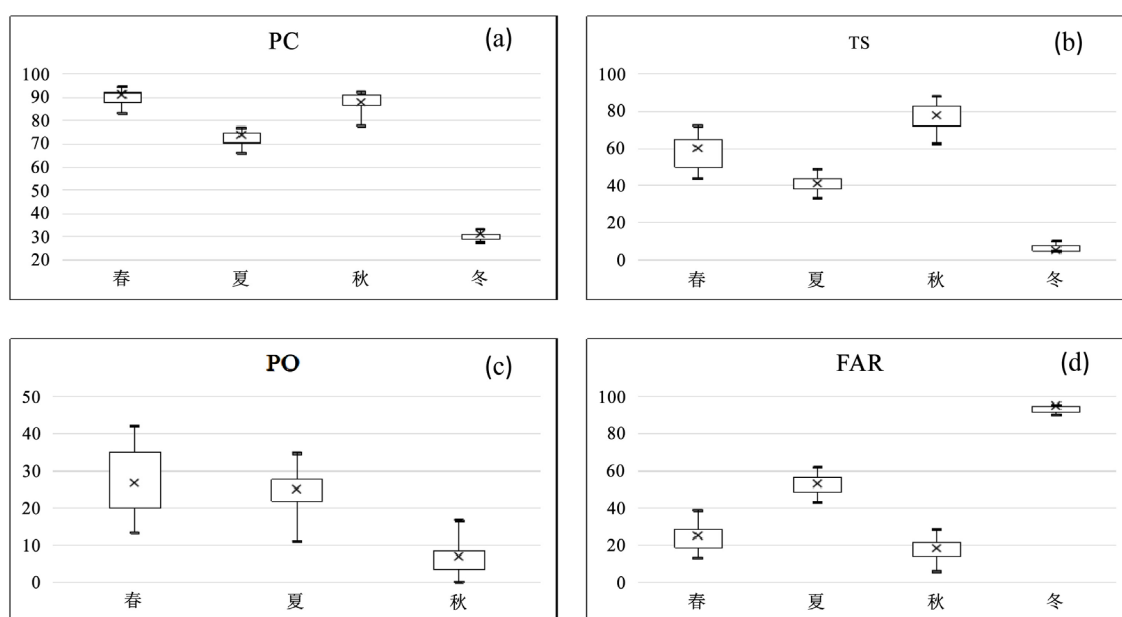
图 2 为 EC 模式各季节晴雨预报正确率以及一般性降水预报正确率、漏报率、空报率箱型图。由于大部分站点冬季一般性降水漏报率为零，箱型图不能很好地反映其分布特征，因此我们不再对冬季一般性降水漏报率进行分析。由图 2 可知，EC 模式降水预报中不同季节的晴雨预报正确率以及一般性降水的预报正确率、漏报率的集中区间较为一致，其中晴雨预报正确率不同季节的集中区间最为相近，约为 63.73%~90.11%，表明 EC 模式晴雨预报正确率以及一般性降水的预报正确率、漏报率在各季节间的差异



**Figure 2.** The box-plot of the forecast accuracy rate of the rain or shine (a) and the forecast accuracy rate (b), missing forecast rate (c) and vacancy forecast rate (d) of general rainfall in EC model in each season  
**图 2.** EC 模式各季节晴雨预报正确率(a)以及一般性降水预报正确率(b)、漏报率(c)、空报率(d)箱型图

较小, 较为稳定。而一般性降水空报率不同季节的集中区间较为发散, 约为 23.08%~70%, 各季节间的差异较大。

春季晴雨及一般性降水预报正确率的集中区间在四季中均为最高, 分别为 84.62%~90.11%及 55%~65%, 预报结果较为准确, 并且其一般性降水的漏报率及空报率的集中区间较低, 漏报及空报情况较少。夏季晴雨及一般性降水预报正确率在四季中相对较低, 晴雨正确率集中区间为 63.74%~67.03%, 而一般性降水正确率集中区间为 35.56%~43.4%, 表明夏季一般性降水正确率偏低, 因为其空报率(集中区间为 54.35%~60.98%)较高。秋季晴雨预报正确率较高(集中区间为 74.44%~78.89%), 但受较高的漏报率(集中区间为 34.48%~41.38%)的影响, 其一般性降水预报正确率(集中区间为 47.22%~54.29%)较低。冬季受较高空报率(集中区间为 62.5%~70%)的影响, 一般性降水预报正确率在四季之中为最低(集中区间为 29.41%~37.5%)。



**Figure 3.** The box-plot of the forecast accuracy rate of the rain or shine (a) and the forecast accuracy rate (b), missing forecast rate (c) and vacancy forecast rate (d) of general rainfall in T639 model in each season

**图 3.** T639 模式各季节晴雨预报正确率(a)以及一般性降水预报正确率(b)、漏报率(c)、空报率(d)箱型图

图 3 为 T639 模式各季节晴雨预报正确率以及一般性降水预报正确率、漏报率、空报率箱型图。由于大部分站点冬季一般性降水漏报率为零, 箱型图不能很好地反映其分布特征, 因此我们不再对冬季一般性降水漏报率进行分析。由图 3 可知, T639 模式降水预报中不同季节的一般性降水预报漏报率的集中区间较为一致, 约为 3.25%~35%, 漏报率较低并且季节差异较小。春季、夏季、秋季三个季节的晴雨预报正确率以及一般性降水的预报正确率、空报率的集中区间较为一致, 季节差异较小。与其他三个季节相比, 冬季晴雨与一般性降水预报正确率集中区间较低, 分别为 28.74%~31.03%及 4.92%~7.94%, 而空报率的集中区间较高, 约为 91.8%~95.09%, 与其他三个季节差异较大, 并且正确率低而空报率高。由此可以看出, T639 模式对冬季降水的模拟能力较低, 不能很好地反映出冬季降水的实际情况。

春季与秋季 T639 模式的模拟效果最好。晴雨预报正确率与一般性降水空报率在春季与秋季差异不大, 与春季相比, 秋季一般性降水预报正确率集中区间较高且漏报率集中区间较低, 表明 T639 模式对秋季降水预报效果最好。夏季晴雨预报正确率较高(集中区间约为 70.33%~74.73%), 但受较高的空报率(集中区间约为 48.57%~56.76%)的影响, 一般性降水预报正确率较低(集中区间为 38.1%~43.9%)。

### 4. 各站点分级别降水预报检验

通过以上分析,我们了解了 EC 模式及 T639 模式对不同季节降水的模拟能力,那么这两种模式在 24 小时时效内对不同区域不同级别的降水的模拟能力如何,接下来我们进行详细的分析。

本文将石家庄 17 个国家站划分为西部(灵寿、平山、井陘、鹿泉)、东部(深泽、晋州、辛集)、北部(行唐、新乐、无极)、南部(赞皇、元氏、赵县、高邑)以及中部(正定、藁城、栾城)五个区域(图 4),来对各站点降水预报检验结果进行分析。



Figure 4. The zoning map of Shijiazhuang  
图 4. 石家庄市区域划分图

#### 4.1. EC 模式分级别降水预报检验

由图 5 可以看出 EC 模式对春季小雨的预报正确率在平山、灵寿、北部及东部地区较好,正确率超

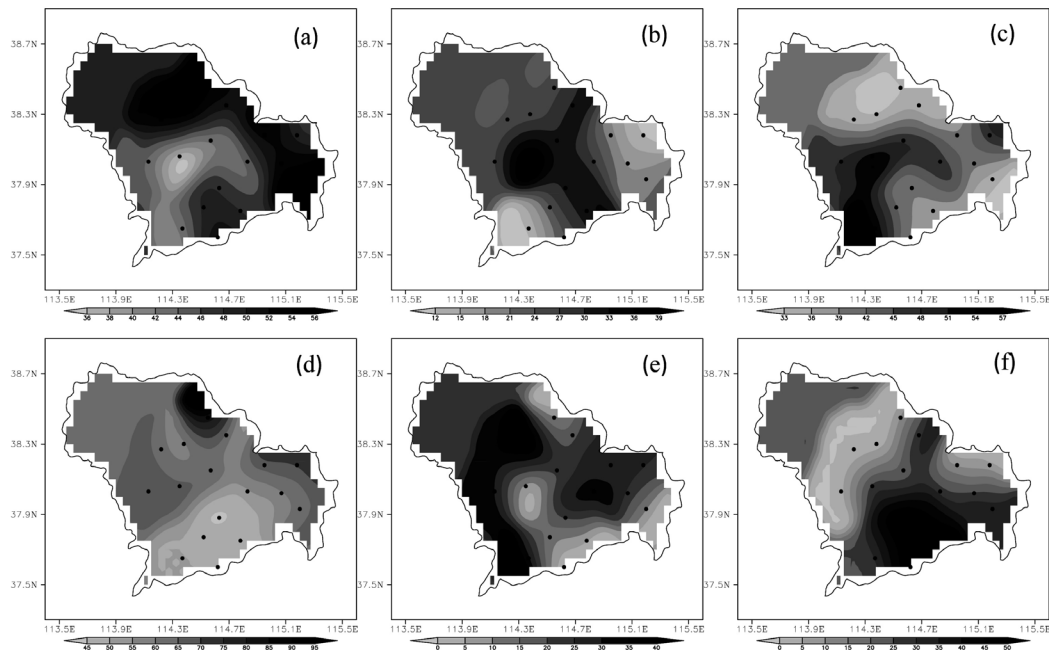
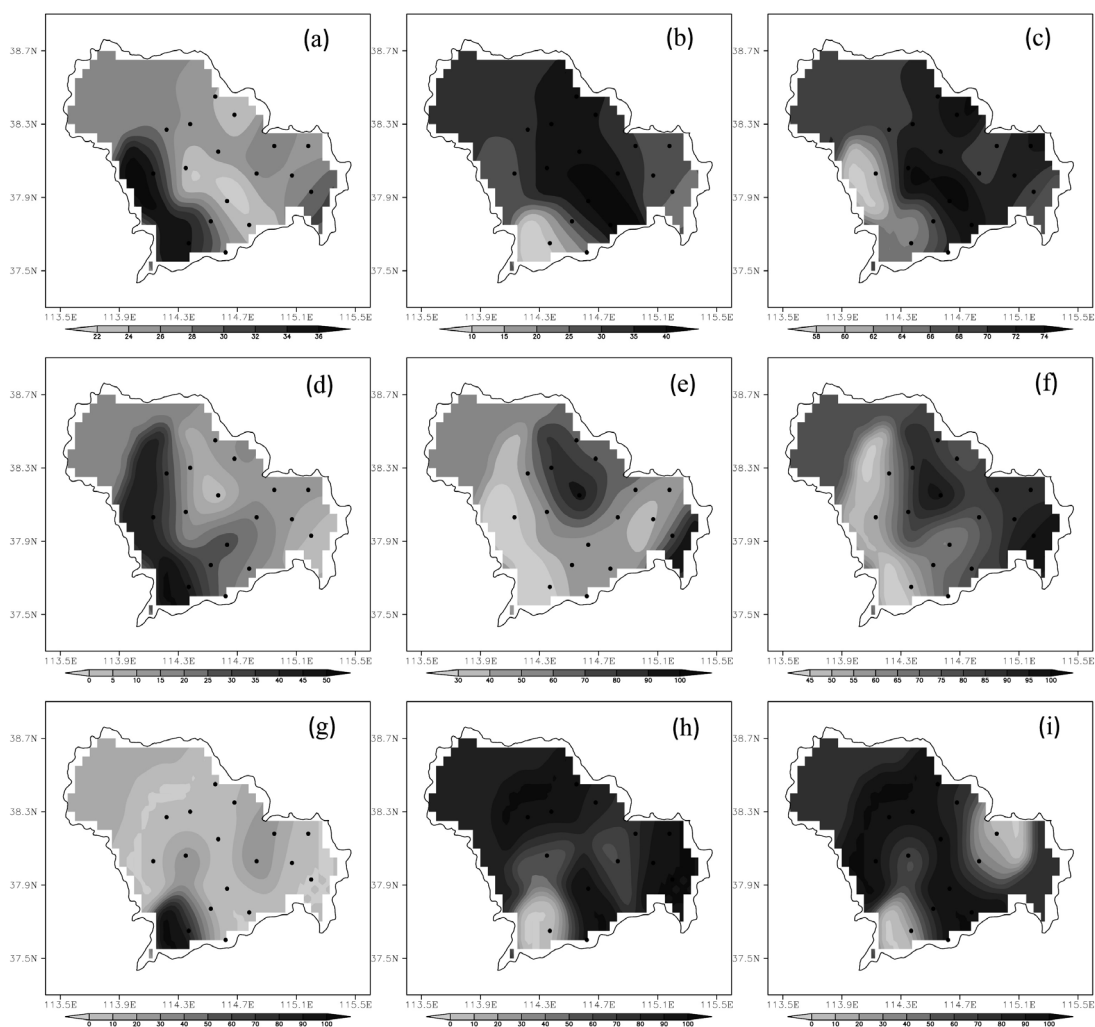


Figure 5. The forecast accuracy rate (a) (d), missing forecast rate (b) (e) and vacancy forecast rate (c) (f) of light rain (a) - (c) and moderate rain (d) - (f) in EC model for spring  
图 5. EC 模式春季小雨(a)~(c)和中雨(d)~(f)的预报正确率(a) (d)、漏报率(b) (e)及空报率(c) (f)

过 50%，漏报率(小于 24%)及空报率(小于 36%)较低。中部及南部地区预报正确率较低，尤其是中部地区，正确率仅为 40%左右。中部正确率低主要受较高的空报率(约 50%)及漏报率(大于 33%)的影响。而南部地区漏报率虽低，仅为 15%左右，但其空报率较高，超过 54%，空报情况较多，从而其预报正确率较低。

EC 模式对春季中雨的预报正确率较高，大部分地区的正确率在 70%左右。北部的行唐正确率最高，达到 80%，但南部地区正确率相对较低，约为 50%。漏报率整体较低(<40%)，其中西部以及赞皇、正定、无极、深泽的漏报率较高，达到 30%~40%，中部和东部的漏报率较低，约为 10%。空报率整体也较低(<50%)，其中西部以及无极、深泽漏报情况较少，漏报率约为 10%，而南部地区漏报率较高(>45%)漏报情况较多，造成该地区的预报正确率较低。

由图 6 可知，EC 模式对夏季小雨的预报正确率较低(<40%)，其中西部的井陘、及南部的赞皇相对较好(正确率约为 36%)，而其他地区正确率较低(<28%)，对小雨的预报准确性较差。夏季小雨的漏报情况较少，漏报率低于 40%，其中南部的赞皇漏报率最低，约为 15%。夏季小雨的空报率较高(>60%)，除西部的井陘及南部的赞皇、元氏外，其他地区空报率均超过 70%。由此可以看出，较高的空报率为造成夏季小雨预报正确率偏低的重要原因。



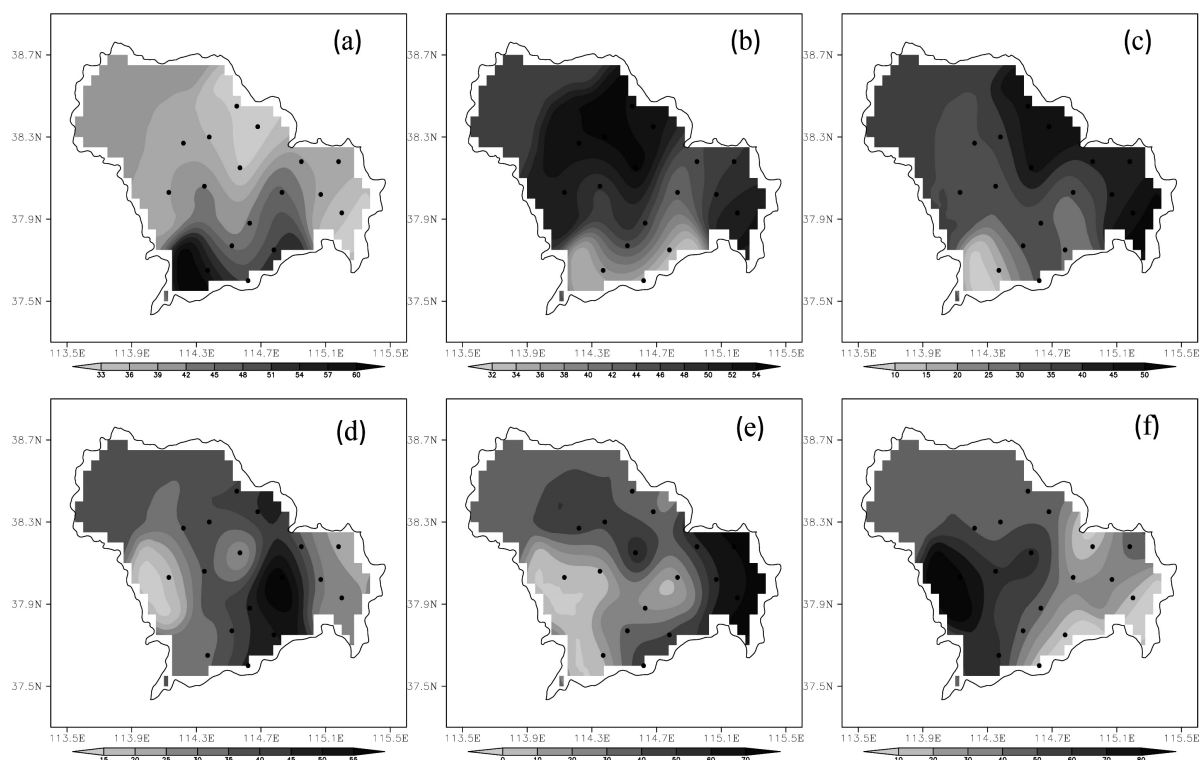
**Figure 6.** The forecast accuracy rate (a) (d) (j), missing forecast rate (b) (e) (h) and vacancy forecast rate (c) (f) (i) of light rain (a) - (c), moderate rain (d) - (f) and heavy rain (g) - (i) in EC model for summer

**图 6.** EC 模式夏季小雨(a)~(c)、中雨(d)~(f)和大雨(g)~(i)的预报正确率(a) (d) (j)、漏报率(b) (e) (h)及空报率(c) (f) (i)

EC 模式对夏季中雨的预报正确率整体偏低,仅在西部的井陘、平山以及南部的赞皇正确率超过 40%,北部、中部及东部地区正确率低于 15%。由漏报率及空报率的分布图可知,虽然西部的井陘、平山以及南部的赞皇的漏报率相对较高(约为 40%),但是其空报率相对较低(约为 55%),因此其预报正确率与其他地区相比较好。而北部、中部及东部地区的漏报率虽然较低(<35%),但是其空报率很高,其中正定及辛集的空报率甚至超过 90%。因此,高的空报率造成这些地区的预报正确率很低。

夏季 EC 模式对大雨的预报正确率除赞皇外都很低,预报效果很差。赞皇的漏报率和空报率都较低,约为 10%及 20%,因此其预报正确率较高,达到了 80%。虽然东部地区及无极的空报率较低(约为 30%),但是其漏报率很高(>70%),因此预报正确率低(约为 30%)。其他地区受高漏报率和空报率(>70%)的影响,预报正确率低于 20%。

图 7 为秋季小雨和中雨的预报正确率、漏报率及空报率分布图。可以看出,EC 模式对秋季小雨的预报正确率分布南高北低,除南部的部分地区外,正确率均低于 45%,预报效果较差。南部的赞皇正确率较高,约为 60%,其漏报率(36%)和空报率(20%)均比较低。而北部的行唐、新乐以及东部的辛集正确率很低(<36%),这些地区的漏报率和空报率均比较高,约为 52%和 45%。由此可知,EC 模式对秋季小雨的预报能力除南部的赞皇外均比较差,漏报情况及空报情况较多。

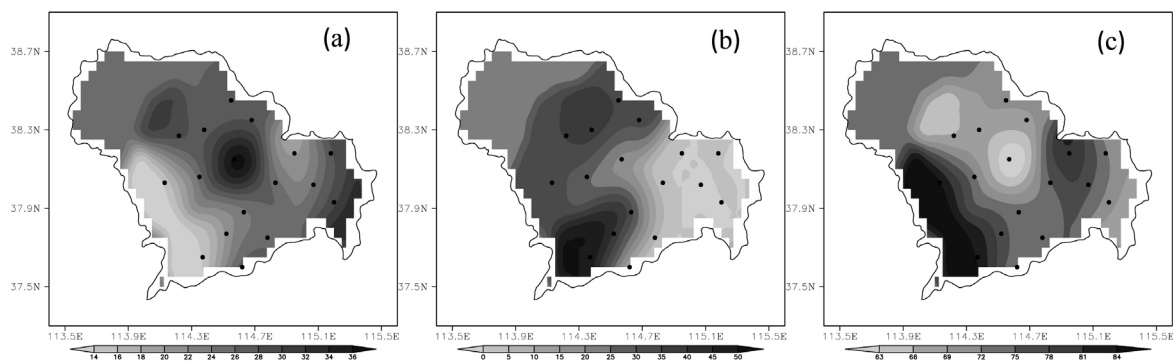


**Figure 7.** The forecast accuracy rate (a) (d), missing forecast rate (b) (e) and vacancy forecast rate (c) (f) of light rain (a) - (c) and moderate rain(d) - (f) in EC model for autumn

**图 7.** EC 模式秋季小雨(a)~(c)和中雨(d)~(f)的预报正确率(a) (d)、漏报率(b) (e)及空报率(c) (f)

同样地,EC 模式对秋季中雨的模拟能力也较差,预报正确率较低,大部分地区的正确率在 40%左右。西部井陘的漏报率虽然很低(约为 5%),但是其空报率非常高(>80%),因此其预报正确率非常低(约为 20%)。而东部地区虽然空报率较低(<30%),但是其漏报率很高(>60%),因此其预报正确率也较低,约为 30%。而中部地区的藁城、栾城的漏报率及空报率均比较低(<30%),因而其预报正确率相对较高(约为 50%)。





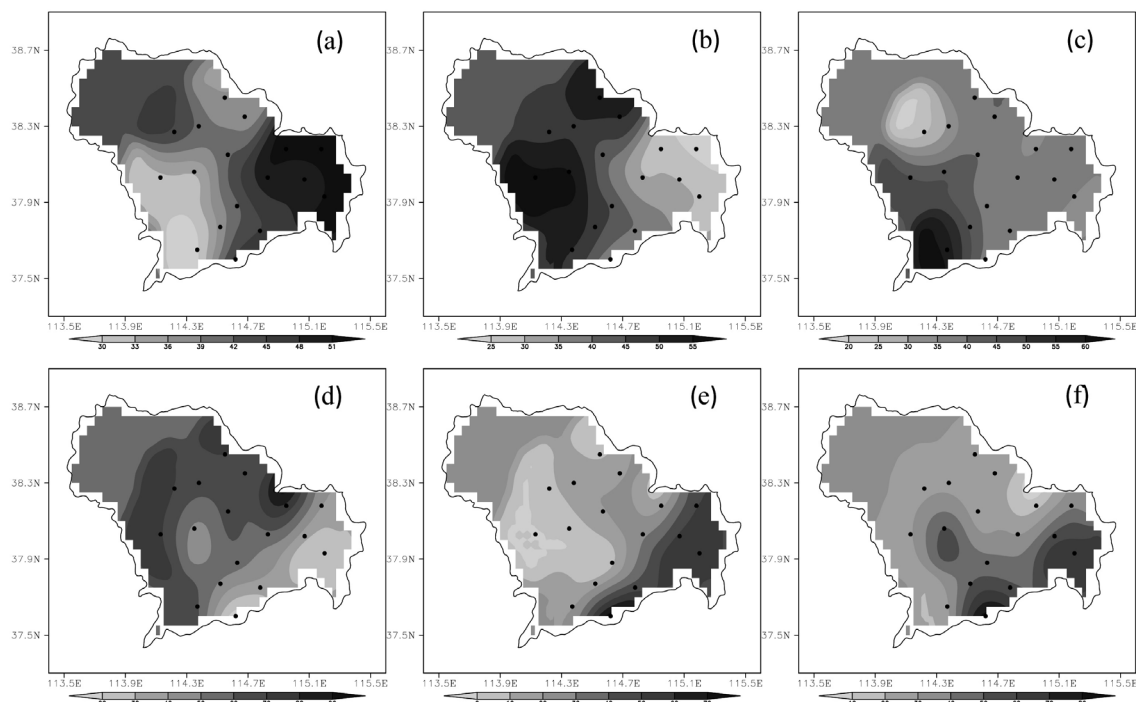
**Figure 8.** The forecast accuracy rate (a), missing forecast rate (b) and vacancy forecast rate (c) of light snow in EC model for winter

**图 8.** EC 模式冬季小雪的预报正确率(a)、漏报率(b)及空报率(c)

由图 8 可以看出, EC 模式对冬季小雪的预报能力也并不理想, 大部分地区正确率约为 20%~30%, 其中正定的正确率相对较高, 也仅为 36%, 而西部的井陘及南部的赞皇正确率仅为 16%。由漏报率分布图可知, 除南部的赞皇外, EC 模式对小雪的漏报率比较低, 大部分地区低于 30%, 其中正定、无极以及东部地区甚至低于 10%, 漏报情况较少。但是小雪的空报率整体比较高(>63%), 较高的空报率为小雪正确率较低的主要原因。其中西部的井陘及南部的赞皇由于漏报率(>40%)及空报率(>80%)均比较高, 因此该地区预报正确率仅为 16%。

#### 4.2. T639 模式分级别降水预报检验

由图 9 可知, T639 模式对春季小雨的预报正确率比较低, 大部分地区正确率小于 45%, 其中井陘、



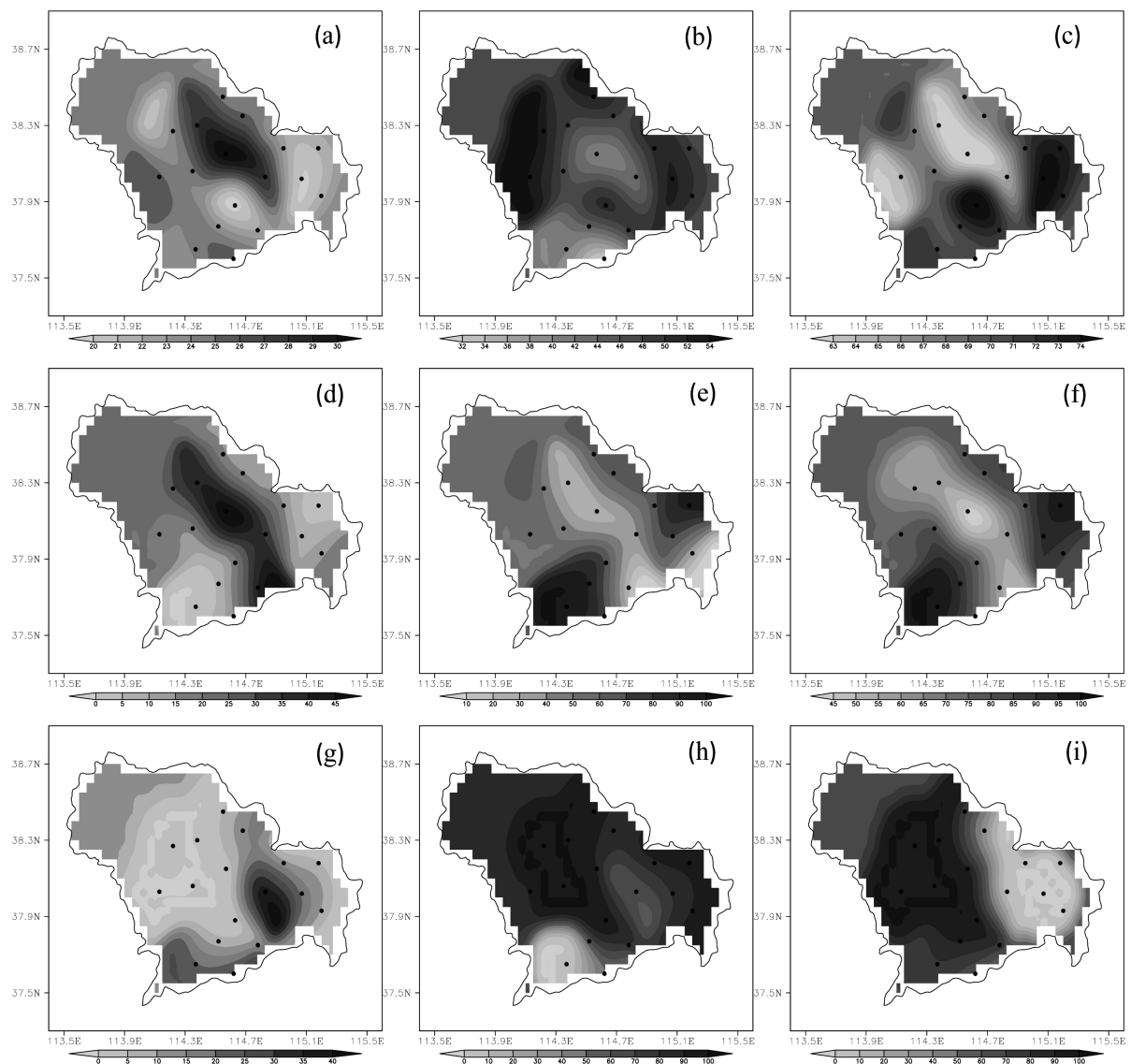
**Figure 9.** The forecast accuracy rate (a) (d), missing forecast rate (b) (e) and vacancy forecast rate (c) (f) of light rain (a) - (c) and moderate rain (d) - (f) in T639 model for spring

**图 9.** T639 模式春季小雨(a)~(c)和中雨(d)~(f)的预报正确率(a) (d)、漏报率(b) (e)及空报率(c) (f)

赞皇最低, 约为 30%, 仅在藁城、无极及东部地区正确率超过 50%。井陘、赞皇的漏报率及空报率均比较高(>50%), 而藁城、无极及东部地区的漏报率及空报率均比较低, 约为 35%, 因此井陘、赞皇的正确率较低而藁城、无极及东部地区的正确率相对较高。

T639 模式对春季中雨的预报效果较好, 大部分地区正确率高于 50%, 但是东部、南部地区, 尤其是辛集及高邑正确率较低(约为 30%)。由漏报率及空报率的分布图可以看出, 除东部、南部地区外, 其他地区的漏报率(<30%)及空报率(<40%)均比较低, 尤其是西部地区, 其漏报率低于 10%, 漏报情况非常少。而东部地区, 漏报率及空报率均比较高, 超过 50%, 尤其是高邑, 较高的漏报率(>60%)及空报率(>70%)造成该地区的正确率仅为 20%左右。

由 T639 模式夏季各级别降水的预报正确率、漏报率及空报率分布(图 10)可以看出, T639 对夏季小雨的预报能力较差, 仅在中部及北部地区可达到 30%左右, 其他地区正确率约为 25%, 而东部地区以及



**Figure 10.** The forecast accuracy rate (a) (d) (j), missing forecast rate (b) (e) (h) and vacancy forecast rate (c) (f) (i) of light rain (a) - (c), moderate rain (d) - (f) and heavy rain (g) - (i) in T639 model for summer

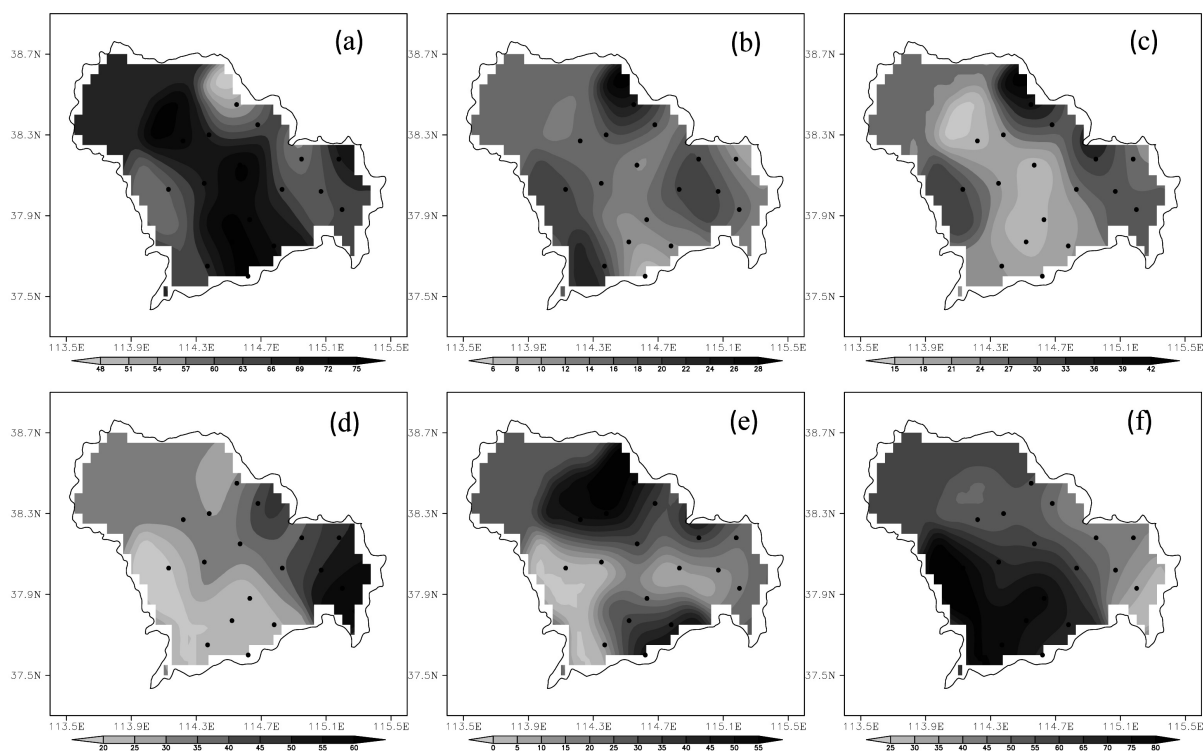
**图 10.** T639 模式夏季小雨(a)~(c)、中雨(d)~(f)和大雨(g)~(i)的预报正确率(a) (d) (j)、漏报率(b) (e) (h)及空报率(c) (f) (i)

赵县、元氏、栾城、灵寿的正确率仅为 20%左右。由漏报率及空报率分布图可知,小雨的漏报率及空报率均很高,因此其预报正确率非常低。漏报率在西部及东部较高,约为 48%~54%,而中部及南部相对较低(约为 40%)。空报率整体非常高,超过 65%,东部地区甚至达到 70%~74%。由此可以看出,高空报率为其预报正确率较低的主要原因。

T639 模式对夏季中雨的预报正确率较低,在北部、东部与南部地区较低(<15%),甚至在深泽及赞皇仅为 5%左右,对中雨的预报能力很差,正确率相对较好的中部地区也仅为 35%~45%。深泽、晋州及南部地区的漏报率及空报率均非常高,漏报率超过 70%,空报率超过 85%,其中深泽及赞皇的漏报率及空报率均超过 90%,漏报及空报情况严重,造成预报正确率非常低。而中部地区受较高的空报率(约为 55%)的影响,其正确率仅为 40%左右。

T639 模式对夏季大雨仅在中部、东部及南部的部分地区有一定的预报能力,正确率约为 20%~40%,而西部大部分地区及东部部分地区预报正确率小于 10%,甚至约为 0,几乎不能正确预报大雨过程。无极、藁城及东部地区的空报率虽然很低(<20%),但是其漏报率很高(约为 60%~80%),而南部的赞皇、高邑与其相反,漏报率虽低但是空报率很高(约为 80%),因此正确率较低。西部的大部分地区漏报率及空报率均超过了 90%,漏报及空报情况严重,对大雨几乎没有预报能力。

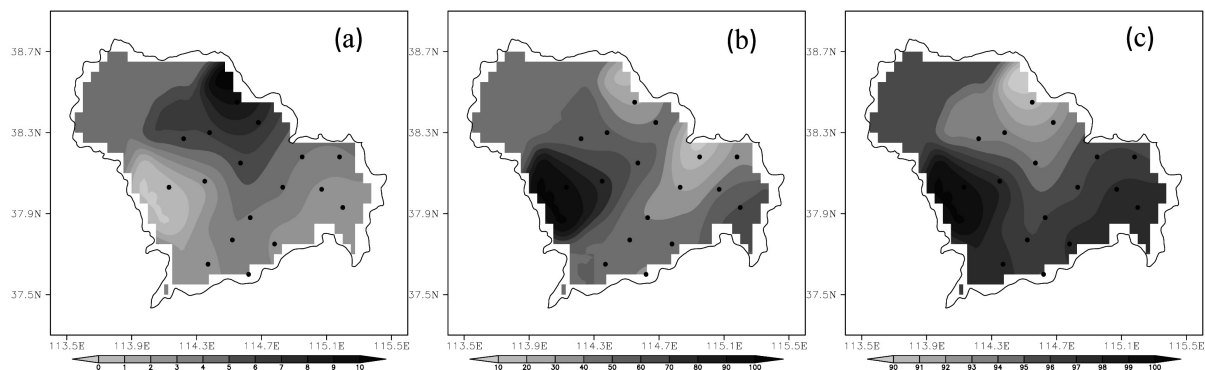
由图 11 可知, T639 模式对秋季小雨的预报效果较好,大部分地区正确率超过 60%,其中灵寿、正定以及南部地区的正确率超过 72%,对小雨有较好的预报能力。由漏报率分布图可知,秋季小雨的漏报率整体较低,大部分地区的漏报率小于 20%,其中高邑及深泽的漏报率低于 10%,漏报情况较少。同时秋季小雨的空报率也较低(<30%),仅在北部的行唐地区相对较高,约为 38%。因此 T639 模式对秋季小雨的预报能力较好。



**Figure 11.** The forecast accuracy rate (a) (d), missing forecast rate (b) (e) and vacancy forecast rate (c) (f) of light rain (a) - (c) and moderate rain (d) - (f) in T639 model for autumn

**图 11.** T639 模式秋季小雨(a)~(c)和中雨(d)~(f)的预报正确率(a) (d)、漏报率(b) (e)及空报率(c) (f)

T639 模式对秋季中雨的预报正确率在北部的行唐、无极以及东部地区相对较好(>45%), 而西部及南部地区正确率较低(<25%)。由漏报率及空报率分布可知, 井陘、鹿泉、赞皇的漏报率虽然较低(<10%), 但是其空报率非常高(>75%), 而灵寿、平山、赞皇的漏报率及空报率均比较高(约为 50%), 因而正确率较低。



**Figure 12.** The forecast accuracy (a), missing forecast rate (b) and vacancy forecast rate (c) of light snow in T639 model for winter

**图 12.** T639 模式冬季小雪的预报正确率(a)、漏报率(b)及空报率(c)

由图 12 可以看出, T639 模式对冬季小雪的预报能力非常差, 正确率小于 10%, 西部的井陘及鹿泉甚至小于 2%。大部分地区的漏报率超过 60%, 西部的井陘甚至超过 90%。空报率整体超过 90%, 西部的井陘甚至超过 99%, 对冬季的小雪过程几乎全部空报。北部地区虽然漏报率较低, 但是其空报率非常高, 造成其预报正确率非常低。因此, T639 模式对冬季的小雪预报能力非常差。

## 5. 结论

1) 两种数值模式各季节晴雨及一般性降水预报正确率均在 24 小时时效内为最好。除冬季外, T639 模式的晴雨预报正确率均高于 EC 模式。对于一般性降水而言, 秋季 T639 模式预报正确率高于 EC 模式, 而冬季则为 EC 模式的可信度较高, 这与冬季 T639 模式以及秋季 EC 模式较高的空报率和漏报率有关。

2) EC 模式晴雨预报正确率以及一般性降水的预报正确率、漏报率在各季节间的差异较小, 而一般性降水空报率不同季节间的差异较大。

T639 模式一般性降水预报漏报率较低并且季节差异较小。晴雨预报正确率以及一般性降水的预报正确率、空报率在春季、夏季、秋季三个季节内的差异较小, 而与冬季差异较大。冬季晴雨与降水的低正确率表明 T639 模式对冬季降水的模拟能力较差。

3) EC 模式对春季小雨的预报正确率在西部的平山、灵寿、北部及东部地区较高, 而中部及南部地区较低; 春季中雨正确率较高, 且呈北高南低的分布形态。夏季各级降水的预报正确率均比较低, 较高的空报率为夏季小雨及中雨预报正确率较低的主要原因, 而大雨的漏报率和空报率均比较高。秋季小雨预报正确率除赞皇外均比较低, 同时西部受高空报率, 东部受高漏报率的影响, 秋季中雨的预报正确率也较低。冬季, 虽然漏报率较低, 但是受较高空报率的影响, EC 模式对冬季小雪的预报能力也并不理想。

4) T639 模式对春季小雨的预报效果较差而对春季中雨的预报效果较好。T639 模式对夏季各级降水的预报情况均不理想, 夏季小雨正确率主要受较高空报率的影响, 夏季大雨东部低正确率的主要原因为高空报率而南部则为高漏报率。T639 模式对秋季小雨的预报效果较好, 而对于秋季中雨, 正确率在北部、东部较高而西部、南部较低。T639 模式对冬季小雪的预报能力非常差, 正确率小于 10%。

## 基金项目

石家庄市气象局面上项目(ky1610)。

## 参考文献

- [1] 张宁娜, 黄阁, 吴曼丽, 等. 2010年国内外3种数值预报在东北地区的预报检验[J]. 气象与环境学报, 2012, 28(2): 28-33.
- [2] 付冬雪, 王婷婷, 段明国, 等. 几种常用数值模式对吉林省冷涡暴雨预报检验[J]. 气象灾害防御, 2016(1): 5-8.
- [3] 慕秀香. 高分辨率数值模式在吉林省短期业务预报中的效果检验[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2012.
- [4] 肖明静, 盛春岩, 石春玲, 等. 2010年汛期多模式对山东降水预报的检验[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(2): 27-33.
- [5] 荣艳敏, 盛春岩. 山东省2015年冬季(2015年12月~2016年2月)数值预报产品检验[J]. 山东气象, 2016, 1(36): 58-60.
- [6] 姚浪, 吴姗, 王璇, 等. T639模式降水预报产品在毕节市的检验和分析[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(1): 30-33.
- [7] 徐敏, 丛波, 刘艳杰, 等. 廊坊地区5种数值模式降水预报性能检验与评估[J]. 气象与环境学报, 2016, 32(1): 9-15.
- [8] 何清林, 梁科. 2011年7月26日西藏强对流天气过程的业务模式检验评估[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(20): 113-114.
- [9] 崔粉娥, 王勇, 李慧君, 等. 多家数值产品沿海大暴雨预报性能检验[J]. 气象科技, 2013, 41(4): 696-702.
- [10] 孔启亮, 李建国, 周勃, 等. 镇江2009年盛夏极端异常气候分析及ECMWF模式检验[J]. 气象科学, 2010, 30(6): 862-867.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ccrl@hanspub.org](mailto:ccrl@hanspub.org)