

文章编号:1673-8411(2019)01-0098-05

广西城镇天气预报质量分析评估

陆小玉¹, 李佳颖², 陈伟斌²

(1. 广西区气象局, 广西 南宁 530022; 2. 广西气象台, 广西 南宁 530022)

摘要: 根据全国城镇天气预报产品质量评估报告, 从预报准确率和预报技巧评分上对 2013-2017 年广西城镇天气预报质量进行分析评估。结果表明: 广西城镇天气预报 24-72h 最低温度预报准确率逐年提高, 24-72h 最高温度预报准确率稳步提升, 24-72h 晴雨预报和一般性降水预报准确率明显提升, 24-72h 暴雨和暴雨以上预报准确率保持稳定。24h 晴雨、最低温度预报技巧评分较高, 24h 最高温度、一般性降水预报技巧评分波动较大, 暴雨以上预报技巧评分较低。

关键词: 天气预报; 预报准确率; 质量评估

中图分类号: P45

文献标识码: A

Evaluation of Urban Weather Forecast Quality in Guangxi

Lu Xiaoyu¹, Li Jiaying², Chen Weibin²

(1. Guangxi Meteorological Service, Nanning Guangxi 530022;

2. Guangxi Meteorological Observatory, Nanning Guangxi 530022)

Abstract: According to the national urban weather forecast product quality evaluation report, the urban weather forecast quality of Guangxi from 2013 to 2017 is analyzed and evaluated from the forecast accuracy and forecast skill score. The results show that the accuracy of 24-72 h minimum temperature forecast is increasing year by year, 24-72 h maximum temperature forecast is steadily improving, 24-72 h fine rain forecast and general precipitation forecast are obviously improving, and 24-72 h rainstorm and rainstorm-above forecast accuracy is stable. The skill scores of 24-hour weather forecast and minimum temperature forecast are higher, the scores of 24-hour maximum temperature forecast and general precipitation forecast fluctuate greatly, while the skill scores of rainstorm-above forecast are low.

Keywords: weather forecast; forecast accuracy; quality evaluation

引言

2005年6月, 中国气象局下发《中短期天气预报质量检验办法(试行)》^[1], 组织各省区对省级气象台天气预报进行质量检验。2009年9月, 中国气象局预报与网络司下发《全国城镇天气预报质量国家级检验方案》^[2], 开始对全国地市级以上城镇天气预报进行质量检验。为适应精细化天气预报服务工作需求, 2012年11月中国气象局预报与网络司下发《中短期天气预报质量检验工作改革方案》^[3], 开展全国县级以上城镇天气预报质量检验, 并将降水预报检验单元由24h改为更精细的12h。陈博杰等^[4]分析了90年代广西天气预报质量管理情况, 并对广西天气预报质量

管理工作提出了一些初步设想, 唐毓勇^[5]讨论了新质量考核项目下, 2006年广西降水预报业务调整目标问题, 但上述开展较早, 内容略显陈旧。近年, 苏晓力等^[6]和孙青等^[7]分别对云南省和山东省城镇天气预报质量进行了分析评估, 初步探讨如何进一步提高天气预报准确率。预报员则通过详细分析各类天气过程的成因机理、分析预报偏差、对数值预报产品进行检验、发展客观预报方法加强数值预报产品释用能力等方式提高预报水平和预报准确率。李亚琴等^[8]对副高控制下广西五次暴雨过程进行了对比分析, 李华实等^[9]利用多源资料对崇左市一次强风雹天气过程进行分析, 麦健华等^[10]分析了2014年5月广东连续两次暴雨过程, 张东等^[11]对广东近60a一次最

收稿日期: 2018-09-01

作者简介: 陆小玉(1981-), 男, 广西贵港人, 大学本科, 工程师, 从事气象预报预警业务管理, E-mail: lxy974@163.com。

大范围的降雪过程的地面气压场、过程最低气温、广东降雪空间分布、大气温湿结构以及天气系统等方面进行了详细研究,莫丽霞等^[12]采用“配料法”对广西贺州一次短历时强降水天气过程进行分析,并对数值模式资料进行检验,黎惠金等^[13]研究了2008年初影响广西的罕见低温雨雪冰冻天气的成因,指出数值预报产品对此次过程大部时次的预报较为准确,但部分时段、个别要素预报仍存在较大误差,实际使用中应注意,陈伟斌等^[14]对2012—2015年欧洲集合预报产品广西降水预报性能进行了TS检验,为集合预报产品释用提供参考依据,王庆国等^[15]采用动态因子逐步回归方法建立南宁市24h、48h、72h最高、最低气温的预报方程,通过预报试验证明该方法预报能力可参考性很强。

为了让预报管理和预报业务人员更全面了解近年广西天气预报质量现状,有必要对2013年以来广西城镇天气预报业务质量进行分析总结,为预报业务管理和现代化评估提供参考依据,促进广西天气预报准确率的进一步提高。

1 资料来源和统计方法

利用2013—2017年全国城镇天气预报产品质量评估报告的统计数据进行分析,其数据统计时段2013年为1至12月、2016年为1月1日—11月15日、其余年份为1月1日—12月15日,评估广西县级以上城镇天气预报24—72h晴雨、最高温度、最低温度、暴雨、一般性降水和暴雨以上预报准确率及其24h相对于中央气象台的预报技巧评分。

全国城镇天气预报产品质量评估报告质量检验分为预报准确率检验和预报技巧评分检验。预报准确率检验包括晴雨(雪)预报准确率PC(%),最高、最低温度预报准确率TT(%),暴雨、一般性降水和暴雨(雪)以上降水预报准确率TS(%)等。预报技巧评分检验包括晴雨(雪)预报技巧评分SPC(%),最低、最高气温预报技巧评分SST(%),一般性降水和暴雨(雪)以上降水预报技巧评分SS(%)。相应计算公式如下:

$$PC = \frac{NA + ND}{NA + NB + NC + ND} \times 100\% \quad (1)$$

(1)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,NC为无降水预报正确的站(次)数。

$$SPC = \frac{PC_F - PC_N}{1 - PC_N} \times 100\% \quad (2)$$

(2)式中, PC_F 为各省上传的县级以上城镇天气预报晴雨(雪)预报准确率, PC_N 为中央气象台制作的降水落区预报指导产品的晴雨(雪)预报准确率。

$$TT_K = \frac{Br_K}{Nf_K} \times 100\% \quad (3)$$

(3)式中,K为1、2,分别代表 $|F_i - 0_i| \leq 1^\circ\text{C}$ 、 $|F_i - 0_i| \leq 2^\circ\text{C}$, Nr_K 为预报正确的站(次)数, Nf_K 为预报的总站(次)数, F_i 为第i站(次)预报温度, 0_i 为第i站(次)实况温度。温度预报准确率的实际含义是温度预报绝对误差 $\leq 1^\circ\text{C}$ (2°C)的百分率。实际评估仅对各省温度预报绝对误差 $\leq 2^\circ\text{C}$ 的预报准确率进行评分和排名。

$$SST = \frac{T_{MAEN} - T_{MAEF}}{T_{MAEN}} \times 100\% \quad (4)$$

(4)式中, T_{MAEN} 为中央气象台指导预报的最高、最低温度预报平均绝对误差, T_{MAEF} 为各省上传县级以上城镇天气预报的最高、最低温度预报平均绝对误差。当 $T_{MAEN}=0$ 时, $SST=1.01 \times 100\%$ 。

$$TS_K = \frac{NA_K}{NA_K + NB_K + NC_K} \times 100\% \quad (5)$$

$$SS_K = TS_K - TS'_K \quad (6)$$

(5)、(6)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, TS'_K 为中央气象台指导预报的TS评分。k为1—12,分别代表各级降水、一般性降水和暴雨(雪)以上降水预报,其中暴雨k=4,一般性降水k=11,暴雨(雪)以上k=12。

降水预报检验以12h时段为检验单元,2013年1—6月12h降水量检验采用12h的降水分级标准,2013年7月之后12h降水量检验采用24h的降水分级标准;逐24h降水预报质量采用2段12小时预报样本的检验结果。为了保持与中国气象局目标考核要求一致,广西从2014年1月起,按规定进行24—72h全区城镇天气预报降水预报质量目标考核,降水量等级划分统一使用《降水量等级》国家标准(GB/T28592-2012)中的24h降水量分级标准。为了便于分析描述,下面分析晴雨(雪)预报简称晴雨预报,暴雨(雪)以上预报简称暴雨以上预报。

2 分析评估

2.1 24—72h预报准确率

2.1.1 晴雨和最高、最低温度预报准确率

2013—2017年广西城镇天气预报24h晴雨预

表 1 2013–2017 年广西城镇天气预报 24–72h 晴雨、最高和最低温度预报准确率及其全国排名

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均
24h 晴雨 PC (%)	71.97 (30)	78.84 (28)	81.04 (28)	82.24 (25)	81.26 (26)	79.07
48h 晴雨 PC (%)	70.24 (29)	75.5 (30)	78.01 (28)	80.15 (24)	79.37 (25)	76.65
72h 晴雨 PC (%)	69.32 (29)	74.08 (30)	75.81 (28)	77.98 (24)	77.67 (25)	74.97
24h 高温 TT (%)	74.89 (15)	75.86 (23)	75.68 (24)	75.87 (25)	78.02 (23)	76.06
48h 高温 TT (%)	64.45 (23)	66.04 (26)	65.89 (28)	66.64 (28)	75.17 (13)	67.64
72h 高温 TT (%)	59.98 (20)	61.75 (25)	60.95 (28)	62.88 (26)	70.05 (14)	63.12
24h 低温 TT (%)	88.86 (4)	90.64 (4)	91.12 (5)	91.28 (7)	92.72 (3)	90.92
48h 低温 TT (%)	79.46 (7)	82.89 (7)	83.61 (11)	84.07 (9)	89.96 (3)	84.00
72h 低温 TT (%)	75.06 (8)	80.09 (9)	79.93 (12)	80.97 (11)	87.34 (3)	80.68

注: 表 1 中所列数据后面括号内为全国排名, 下文表 3 和表 4 相同

报准确率(PC)五年平均为 79.1%, 2013 年晴雨 PC 最低、2016 年最高、2017 年次高, 2017 年晴雨 PC 比 2013 年提高 9.3% (见表 1, 下同)、全国排名第 26 且较 2013 年提升了四位 (见表 1, 下同), 五年来 24h 晴雨预报准确率明显提升、全国排名稳步提高但处于偏后水平。48h 晴雨预报准确率(PC)五年平均为 76.7%, 2013 年晴雨 PC 最低、2016 年最高、2017 年次高, 2017 年晴雨 PC 比 2013 年提高 9.1%、全国排名第 25 且较 2013 年提升了四位, 五年来 48h 晴雨预报准确率明显提升、全国排名稳步提高但处于偏后水平。72h 晴雨预报准确率(PC)五年平均为 75.0%, 2013 年晴雨 PC 最低、2016 年最高、2017 年次高, 2017 年晴雨 PC 比 2013 年提高 8.4%、全国排名第 25 且较 2013 年提升了四位, 五年来 72h 晴雨预报准确率明显提升、全国排名稳步提高但处于偏后水平。24h 最高温度预报准确率(TT)五年平均为 76.1%, 2013 年高温 TT 最低、2017 年最高、2016 年次高, 2017 年高温 TT 比 2013 年提高 3.1%、全国排名第 23 但比 2013 年下降八位, 五年来 24h 最高温度预报准确率稳步提升但全国排名处于中等偏下水平。48h 最高温度预报准确率(TT)五年平均为 67.6%, 2013 年高温 TT 最低、2017 年最高、2016 年次高, 2017 年高温 TT 比 2013 年提高 10.7%、全国排名第 13 且比 2013 年提升了十位, 五年来 48h 最高温度预报准确率稳步提升、全国排名稳步提高并处于中等偏上水平。72h 最高温度预报准确率(TT)五年平均为 63.1%, 2013 年高温 TT 最低、2017 年最高、2016 年次高, 2017 年高温 TT 比 2013 年提高 10.1%、全国排名第 14 且比 2013 年提升了六位, 五年来 72h 最高温度预报准确率稳步提升、全国排名稳步提高并处于中等偏上水平。

24h 最低温度预报准确率(TT)五年平均为

90.9%, 2013 年低温 TT 最低、2017 年最高、2016 年次高, 2017 年低温 TT 比 2013 年提高 3.9%、全国排名第 3 且比 2013 年提升一位, 五年来 24h 最低温度预报准确率逐年提高并处于全国排名前列水平。48h 最低温度预报准确率(TT)五年平均为 84.0%, 2013 年低温 TT 最低、2017 年最高、2016 年次高, 2017 年低温 TT 比 2013 年提高 10.5%、全国排名第 3 且比 2013 年提升四位, 五年来 48h 最低温度预报准确率逐年提高并处于全国排名前列水平。72h 最低温度预报准确率(TT)五年平均为 80.7%, 2013 年低温 TT 最低、2017 年最高、2016 年次高, 2017 年低温 TT 比 2013 年提高 12.3%、全国排名第 3 且比 2013 年提升五位, 五年来 72h 最低温度预报准确率逐年提高并处于全国排名前列水平。

2.1.2 暴雨、一般性降水和暴雨以上预报准确率

2013–2017 年广西城镇天气预报 24h 暴雨预报准确率(TS)五年平均为 9.2%, 2013 年暴雨 TS 最低、2014 年最高、2017 年次高, 2017 年暴雨 TS 比 2013 年提高 2.9% (见表 2), 五年来 24h 暴雨预报准确率保持稳定。48h 暴雨预报准确率(TS)五年平均为 7.1%, 2013 年暴雨 TS 最低、2017 年最高、2014 年次高, 2017 年暴雨 TS 比 2013 年提高 4.1%, 五年来 48h 暴雨预报准确率保持稳定。72h 暴雨预报准确率(TS)五年平均为 5.2%, 2015 年暴雨 TS 最低、2014 年最高、2017 年次高, 2017 年暴雨 TS 比 2013 年提高 0.4%, 五年来 72h 暴雨预报准确率保持稳定。

24h 一般性降水预报准确率(TS)五年平均为 50.2%, 2014 年一般性降水 TS 最低、2017 年最高、2016 年次高, 2017 年一般性降水 TS 比 2013 年提高 4.5%, 2015 年以来 24h 一般性降水预报准确率明显提升。48h 一般性降水预报准确率(TS)五年平均为 47.2%, 2014 年一般性降水 TS 最低、2017 年最高、2016 年次高, 2017 年一

表 2 2013-2017 年广西城镇天气预报 24-72h 暴雨、一般性降水、暴雨以上预报准确率

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均
24h 暴雨 TS (%)	7.5	10.7	8.7	8.8	10.4	9.2
48h 暴雨 TS (%)	5.3	8.4	5.7	6.8	9.4	7.1
72h 暴雨 TS (%)	4.7	7.4	4.0	4.9	5.1	5.2
24h 一般性降水 TS (%)	48.6	47.8	50.6	51.1	53.1	50.2
48h 一般性降水 TS (%)	46.6	44.3	46.7	48.2	50.2	47.2
72h 一般性降水 TS (%)	45.2	43.3	44.7	45.7	18.2	45.4
24h 暴雨以上 TS (%)	10	13.2	10.1	10.1	12.8	11.2
48h 暴雨以上 TS (%)	6.7	10.3	6.9	7.7	10.7	8.5
72h 暴雨以上 TS (%)	6.0	9.3	4.6	5.5	5.9	6.3

一般性降水 TS 比 2013 年提高 3.6%，2015 年以来 48h 一般性降水预报准确率明显提升。72h 一般性降水预报准确率 (TS) 五年平均为 45.4%，2014 年一般性降水 TS 最低、2017 年最高、2016 年次高，2017 年一般性降水 TS 比 2013 年提高 3%，2015 年以来 72h 一般性降水预报准确率明显提升。

24h 暴雨以上预报准确率 (TS) 五年平均为 11.2%，2013 年暴雨以上 TS 最低、2014 年最高、2017 年次高，2017 年暴雨以上 TS 比 2013 年提高 2.8%，五年来 24h 暴雨以上预报准确率保持稳定。48h 暴雨以上预报准确率 (TS) 五年平均为 8.5%，2013 年暴雨以上 TS 最低、2017 年最高、2014 年次高，2017 年暴雨以上 TS 比 2013 年提高 4%，五年来 48h 暴雨以上预报准确率保持稳定。72h 暴雨以上预报准确率 (TS) 五年平均为 6.3%，2015 年暴雨以上 TS 最低、2014 年最高、2013 年次高，2017 年暴雨以上 TS 比 2013 年下降 0.1%，2015 年以来 72h 暴雨以上预报准确率保持稳定。

2.2 24h 预报技巧评分

表 3 2013-2017 年广西城镇天气预报 24h 晴雨、最高温度、最低温度预报技巧评分及其全国排名

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均
24h 晴雨 SPC (%)	25 (22)	33 (9)	32 (7)	33 (7)	24 (26)	29.4
24h 高温 STT (%)	4 (22)	5 (26)	1 (28)	2 (28)	14.7 (16)	5.3
24h 低温 STT (%)	16 (3)	23 (7)	16 (6)	16 (6)	27.4 (2)	19.3

2.2.2 一般性降水和暴雨以上预报技巧评分

2013-2017 年广西城镇天气预报 24h 一般性降水预报相对于中央气象台的技巧评分 (SS) 五年平均为 8.2%，2013 年一般性降水 SS 最低、2016 年最高、2014 和 2015 年次高，2017 年一般性降水 SS 比 2013 年提高 2% (见表 4)、全国排名第 25 且与 2013 年持平，五年来 24h 一般性

2.2.1 晴雨和最高、最低温度预报技巧评分

2013-2017 年广西城镇天气预报 24h 晴雨预报相对于中央气象台的技巧评分 (SPC) 五年平均为 29.4%，2017 年晴雨 SPC 最低、2014 年和 2016 年最高、2015 年次高，2017 年晴雨 SPC 比 2013 年降低 1% (见表 3)、全国排名第 26 且比 2013 年下降四位，但五年来 24h 晴雨预报技巧评分保持较高水平但全国排名波动较大。24h 最高温度预报相对于中央气象台的技巧评分 (SST) 五年平均为 5.3%，2015 年高温 SST 最低、2017 年最高、2014 年次高，2017 年高温 STT 比 2013 年提高 10.7%、全国排名第 16 且比 2013 年上升六位，五年来 24h 最高温度预报技巧评分波动较大。24h 最低温度预报相对于中央气象台的技巧评分 (SST) 五年平均为 19.3%，2015 年低温 SST 最低、2017 年最高、2014 年次高，2017 年低温 SST 比 2013 年提高 11.4%、全国排名第 2 且比 2013 年提升一位，五年来 24h 最低温度预报技巧评分保持较高水平且保持在全国前九名以内。

降水预报技巧评分波动较大。24h 暴雨以上预报相对于中央气象台的技巧评分 (SS) 五年平均为 2.6%，2013 年暴雨以上 SS 最低、2017 年最高、2015 和 2016 年次高，2017 年暴雨以上 SS 比 2013 年提高 6%、全国排名第 7 且比 2013 年提升九位，但五年来 24h 暴雨以上预报技巧评分较低。

表 4 2013-2017 年广西城镇天气预报 24h 一般性降水、暴雨以上预报技巧评分及其全国排名

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均
24h 一般性降水 SS (%)	4 (25)	10 (20)	10 (16)	11 (16)	6 (25)	8.2
24h 暴雨以上 SS (%)	-1 (16)	1 (13)	4 (8)	4 (12)	5 (7)	2.6

3 小结和讨论

(1) 广西城镇天气预报 24-72h 最低温度预报准确率逐年提高, 24-72h 最高温度预报准确率稳步提升, 24-72h 晴雨预报和一般性降水预报准确率明显提升, 24-72h 暴雨和暴雨以上预报准确率保持稳定。最低温度预报准确率全国排名前列, 最高温度预报准确率全国排名中等, 晴雨预报准确率排名偏后。

(2) 广西城镇天气预报 24h 晴雨、最低温度预报技巧评分较高, 24h 最高温度、一般性降水预报技巧评分波动较大, 暴雨以上预报技巧评分较低。最低温度预报技巧评分保持全国前列, 晴雨、最高温度、一般性降水、暴雨以上预报技巧评分全国排名不太稳定。

暴雨预报仍是广西城镇天气预报的最大短板, 广西暴雨预报准确率较低, 初步分析原因一是暴雨预报仍是世界性难题, 广西地形较为复杂、大部为丘陵地带、山地林立, 南有北部湾海面、西北为云贵高原边缘、东北为湘桂走廊, 暴雨落区确实很难精确把握; 二是暴雨 TS 评分检验标准前后不一样, 2014 年之后逐 24h 降水预报质量采用 2 段 12h 预报样本的检验结果, 暴雨 TS 评分检验时段前后不同。需继续做好广西暴雨等重大灾害性天气预报关键技术问题和机理研究, 发展广西智能网格降水客观预报技术和方法, 持续优化广西智能网格预报温度客观预报工具, 加强卫星、雷达、海洋气象、智能网格实况等资料的综合分析与应用, 切实抓好广西特色的数值预报产

品解释应用和卫星遥感应应用关键技术科技攻关, 组织开展大数据分析、人工智能融合等新技术的气象创新应用。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 中短期天气预报质量检验办法(试行). 气发(2005) 109号, 2005.
- [2] 中国气象局预报与网络司. 全国城镇天气预报质量国家级检验方案. 气预函(2009) 132号, 2009.
- [3] 中国气象局预报与网络司. 中短期天气预报质量检验工作改革方案. 气预函(2012) 157号, 2012.
- [4] 陈博杰, 陆虹. 广西天气预报质量管理的一些尝试和设想[J]. 广西气象, 1997, 18(4): 54, 56.
- [5] 唐毓勇. 广西降水天气特点和预报业务管理目标[J]. 广西气象, 2006, 27(S1): 66-67.
- [6] 苏晓力, 王鹏, 王建云, 等. 云南省城镇天气预报质量现状与分析[J]. 云南科技管理, 2014, (3): 52-53.
- [7] 孙青, 曲巧娜, 李峰, 等. 山东省城镇天气预报质量评估检验[J]. 山东气象, 2016, 36(3): 55-59, 64.
- [8] 李亚琴, 苏小玲, 蓝柳如, 等. 副高控制下广西五次暴雨过程对比分析[J]. 广东气象, 2018, 40(4): 35-38.
- [9] 李华实, 詹莹玉, 苏彦, 等. 崇左市一次强风雹天气过程分析[J]. 广东气象, 2018, 40(1): 33-38.
- [10] 麦健华, 于玲玲, 方宇凌, 等. 2014年5月广东连续两次暴雨过程对比分析[J]. 广东气象, 2016, 38(2): 1-5.
- [11] 张东, 张华龙, 翟志宏. 广东近60年一次最大范围的降雪过程分析[J]. 广东气象, 2017, 39(1): 4-10.
- [12] 莫丽霞, 廖铭燕. 广西贺州一次强对流天气的分析及数值检验[J]. 广东气象, 2015, 37(5): 52-55.
- [13] 黎惠金, 韦江红, 覃昌柳, 等. 2008年广西罕见低温雨雪冰冻天气成因及数值预报产品性能分析[J]. 气象研究与应用, 2008, 29(1): 16-19, 33.
- [14] 陈伟斌, 韩慎友, 刘国忠. 欧洲集合预报产品降水预报检验分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(2): 6-9.
- [14] 王庆国, 黄归兰, 李广海. 南宁市温度预报的动态因子逐步回归方法研究[J]. 广西气象, 2006, 27(S1): 51-53.