

文章编号: 1000-5862(2020)04-0403-08

基于江西省站点资料对智能网格实况 分析产品的检验评估

张 玮¹, 李显风^{1*}, 何 瑶², 邹海波³

(1. 江西省气象信息中心, 江西 南昌 330096; 2. 江西省大气探测技术中心, 江西 南昌 330096; 3. 江西省气象科学研究所, 江西 南昌 330096)

摘要: 利用江西省2019年3月~2020年2月气象站观测资料, 在小时尺度上, 对中国气象局下发的智能网格实况的2 m气温、湿度、风速、降水等多个气象要素产品进行检验评估。研究分析各类产品的数据误差及其时空变化规律, 验证该产品在研究区的适用性。研究结果表明: 2 m气温、相对湿度产品与站点观测较为一致, 其相关系数均可达0.9以上, 2 m气温均方根误差在1.0℃左右, 准确率可达80%以上, 相对湿度均方根误差小于10%, 准确率可达90%以上。风速产品的数据精度较低, 相比站点观测风速明显偏弱, 70%站点的风向准确率小于50%, 风向准确率仅为40%左右。降水产品能准确反映年内逐小时变化趋势, 但存在一定程度低估, 相关系数基本在0.8以上, 平均误差为 $-0.1 \sim 0.1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, 平均绝对误差小于 $0.2 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 。与站点观测相比, 降水产品对强降水明显偏弱。地形对实况网格产品准确性有较大影响, 产品误差在地形复杂山区中比在平原地区中明显偏大。总体上, 2 m气温、相对湿度产品质量较高, 基本可满足业务服务需求。风速产品及降水产品在大降水量级下的误差较大, 与业务服务需求有一定差距。

关键词: 智能网格实况产品; 气象站资料; 检验评估

中图分类号: P 415.1; P 409 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2020.04.12

0 引言

随着电子通信、计算系统和观测系统的发展, 无缝隙精细化网格气象预报已经成为国际主流趋势, 中国无缝隙精细化网格预报业务技术起步于2014年, 气象预报业务正在由传统站点、定性描述预报逐步走向“无缝隙、全覆盖、客观定量”的数字化、智能化网格预报^[1]。智能网格预报业务对实况资料需求相应地从传统离散站点资料向精细化网格资料转变。实况网格资料是支撑智能网格预报业务发展的重要基础, 对预报产品的订正、检验具有重要作用。此外, 实况网格资料也是大气、气候、水文、生态模式所需要的重要输入参数, 是监测和评估模式预报、预测准确性的必要数据, 对于天气监测、气候分析以及高时空分辨率的气象服务具有重要意义。近年来, 针对实况网格资料强烈应用需求, 中国气象局不断发展多源数据融合技术, 推进中国常规观测、天气雷

达、风云卫星资料的融合应用, 先后建立了中国气象局陆面同化分析系统(CMA Land Data Assimilation System, CLDAS)^[2-3]、中国气象局多源融合降水分析系统(CMA Multi-source merged Precipitation Analysis System, CMPAS)^[4], 研制了降水、陆面、土壤、海洋、3维大气等多圈层多要素实况网格分析产品^[5]。此外, 针对智能网格业务研制了全国5 km分辨率的智能网格实况分析产品, 包括2 m气温、相对湿度、风速、降水等多种气象要素, 目前这些要素产品已在全国各级气象部门中共享使用^[6]。

实况网格数据代表着某个区域气象要素的平均值, 站点观测是单点观测, 2者在空间上必然存在一定的差异。随着实况网格产品的丰富及应用领域的不断扩展, 迫切需要对其进行全面的检验评估, 为产品的业务应用提供科学依据。目前, 国内外有许多针对模式产品的检验评估方法, 通常主要采用相关系数、误差分析等统计方法, 针对降水要素还采用分降水量级的TS评分、准确率等检验方法^[7-9]。国内气

收稿日期: 2020-03-17

基金项目: 国家自然科学基金(41865003)资助项目。

作者简介: 张 玮(1980-), 男, 江西会昌人, 高级工程师, 主要从事气象信息处理及分析应用。E-mail: 5778360@qq.com

通信作者: 李显风(1984-), 男, 江西抚州人, 高级工程师, 主要从事气象业务及资料分析处理。E-mail: lixianfeng223@163.com

象学者开展了大量的多源降水实况产品的检验评估研究^[10-14],但针对中国气象局下发的高时空分辨率智能网格实况分析产品的温、湿、风、降水等多要素、长时序的检验评估研究较少,缺少该产品集在特定区域内的充分检验评估.

江西省地形复杂,山地比例高达 77.18%,实况网格产品在该区域复杂地形条件下的表现能力及其适用性有待验证分析.因此,本文利用江西省 2019 年 3 月~2020 年 2 月国家气象站观测数据,在小时尺度上,对中国气象局下发的 2 m 气温、相对湿度、风速、降水等实况网格分析产品进行检验评估,对比各类产品与站点观测数据的时空变化趋势,采用相关系数、均方根误差、平均误差、平均绝对误差、降水评分、准确率等统计指标,对各类实况产品进行定量评估,并开展不同降水量级的检验分析,分析讨论该产品在江西省内的真实性和可用性,为进一步在精细化智能网格预报及气象服务中科学应用该产品提供理论依据.

1 数据与处理方法

1.1 检验标准数据

目前中国气象自动观测站主要包括国家气象自动站(国家站)和区域气象自动站(区域站)2 大类.与区域站资料相比,国家站资料更加稳定可靠,且站点信息更为准确,因此本文选取江西省国家气象站观测资料作为检验标准数据.江西省有国家站 93 个,站点空间分布图如图 1 所示.本文采用的站点观测要素包括降水、2 m 气温、相对湿度、风速(风向)等 4 种要素,所有要素数据均通过省级质控系统严格质控处理,以质控正确的逐小时观测数据作为检验“真值”来检验评估实况网格分析产品的数据质量.

表 1 实况网格产品说明

产品名称	数据源	时空分辨率	空间范围	数据格式	获取方式
降水产品	卫星、雷达、站点观测降水	5 km · h ⁻¹	中国区域(15°N ~ 60°N、70°E ~ 140°E)	GRIB2	全国气象通信系统、CIMISS 系统
温、湿、风产品	站点观测、数值模式产品				

上述数据产品自 2019 年开始通过全国气象通信系统实时下发至省级气象部门,省级气象部门通过综合气象信息共享平台(CIMISS)提供对产品存储管理与共享服务.因此,本文选取的降水产品评估时段为 2019 年 3 月 1 日~2020 年 2 月 29 日(共 12 个月).由于 2019 年 1~4 月的 2 m 气温、相对湿度、风速产品存在数据质量问题,选取的温、湿、风 3 个要素产品检验评估时段为 2019 年 5 月 1 日~2020

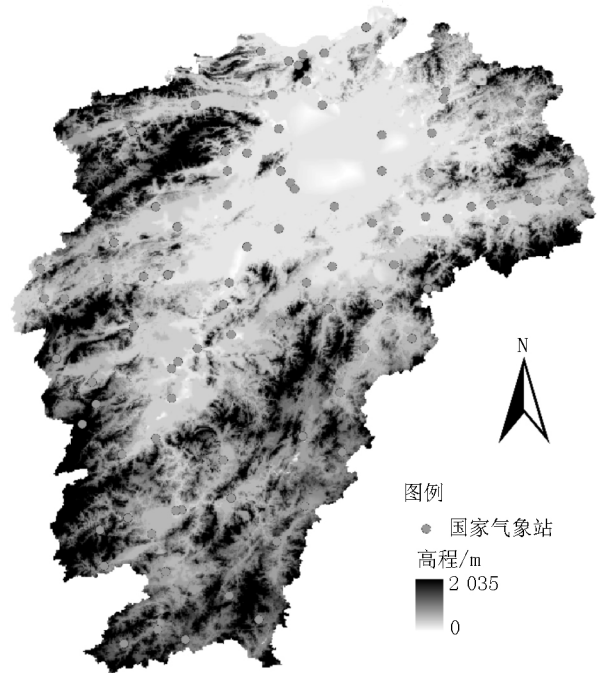


图 1 江西省国家气象站分布图

1.2 实况网格分析产品

1.2.1 降水产品 降水产品为国家气象信息中心采用“概率密度匹配(PDF) + 贝叶斯模式平均法(BMA) + 最优插值(OI)”方法研制的“自动站-雷达-卫星”3 源降水融合产品^[15].产品时空分辨率为 5 km · h⁻¹,产品空间范围为中国区域(15°N ~ 60°N、70°E ~ 140°E),产品数据格式为 GRIB2.

1.2.2 温、湿、风产品 温、湿、风产品为中国气象局陆面数据同化系统(CLDAS)实时输出的 2 m 气温、相对湿度、风速产品. CLDAS 系统采用多重网格变分分析方法,实现气象站点观测与高分辨率模式背景场融合分析,实时制作中国区域(15°N ~ 60°N、70°E ~ 140°E)的 2 m 气温、相对湿度、风速以及土壤温湿度等多种地面要素产品,产品时空分辨率为 5 km · h⁻¹,产品数据格式为 GRIB2.

年 2 月 29 日(共 10 个月).首先对评估时段内 GRIB2 格式的数据产品进行解码处理,并根据站点经纬度采用最邻近插值方法提取站点位置的格点值,得到评估时段内站点的逐小时格点数据序列.

1.3 评价方法

在智能网格实况分析产品中融合了江西省的全部地面气象站资料,因此本文采用非独立性检验方

法,将提取的产品格点数据与 93 个国家站观测数据对比分析,评估各类产品的数据质量. 采用常用的统计指标,对实况网格分析产品的数据质量进行定量评价,统计指标包括相关系数 (R)、均方根误差 (R_{MSE})、平均误差 (M_E)、平均绝对误差 (M_{AE})、降水评分 (T_s) 以及准确率 (A_R) 等,各项统计指标的计算方法为

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (G_i - \bar{G})(O_i - \bar{O})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (G_i - \bar{G})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2}},$$

$$R_{MSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (G_i - O_i)^2},$$

$$M_E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (G_i - O_i),$$

$$M_{AE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (|G_i - O_i|),$$

$$T_{S_k} = \frac{\sum_{i=1}^N (G_i \geq L_k)(O_i \geq L_k)}{\sum_{i=1}^N ((G_i \geq L_k) + (G_i < L_k)(O_i \geq L_k))},$$

$$A_R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (|G_i - O_i| \leq d),$$

其中 N 为样本总数, G_i 为格点值, O_i 为观测值, $\bar{G}$ 和 $\bar{O}$ 分别为格点和观测平均值. k 为降水分级检验等级, L_k 为第 k 个降水等级区间的下界, d 为设定的判断阈值,针对不同要素取值不同,其中 2 m 气温为

1.0 °C,相对湿度为 10%,风向为 22.5°.

在站点尺度方面,研究分析各类产品的各项统计指标的时空变化规律,针对降水产品还进行不同降水量级的数据质量评估分析以及降水年内变化趋势对比分析. 另外,针对江西省复杂地形条件,开展不同地形和下垫面的数据质量对比分析.

2 结果分析

2.1 2 m 气温产品检验

图 2 为 2 m 气温站点的均方根误差、平均绝对误差、准确率等统计指标空间分布图. 从站点统计结果来看,2 m 气温的相关系数较高,均在 0.97 以上,其中 97% 站点在 0.99 以上. 均方根误差仅庐山 (58506) 和吉安 (57797) 2 个站点在 2 °C 以上,大部分站点在 1 °C 以内. 平均绝对误差仅庐山站大于 2 °C,91% 站点小于 1 °C. 2 m 气温的站点准确率较高,其中 76% 的站点数据误差在 1 °C 以内的准确率超过 70%. 江西省地形以山地丘陵为主,东部、南部和西部 3 面环山,中部为地形相对平坦的鄱阳湖流域平原,从图 2(a) 和图 2(b) 可看出,气温误差分布与地形和下垫面有一定的关系. 在中部平原地区内,实况网格气温与站点观测结果比较接近,优于其他地区. 2 m 气温误差较大的站点(大于 1.0 °C) 主要分布在海拔较高的赣东北、赣南和赣西山区一带,而这些站点的数据误差准确率也比较低,这说明实况网格气温在地形复杂地区上的反演精度较低.

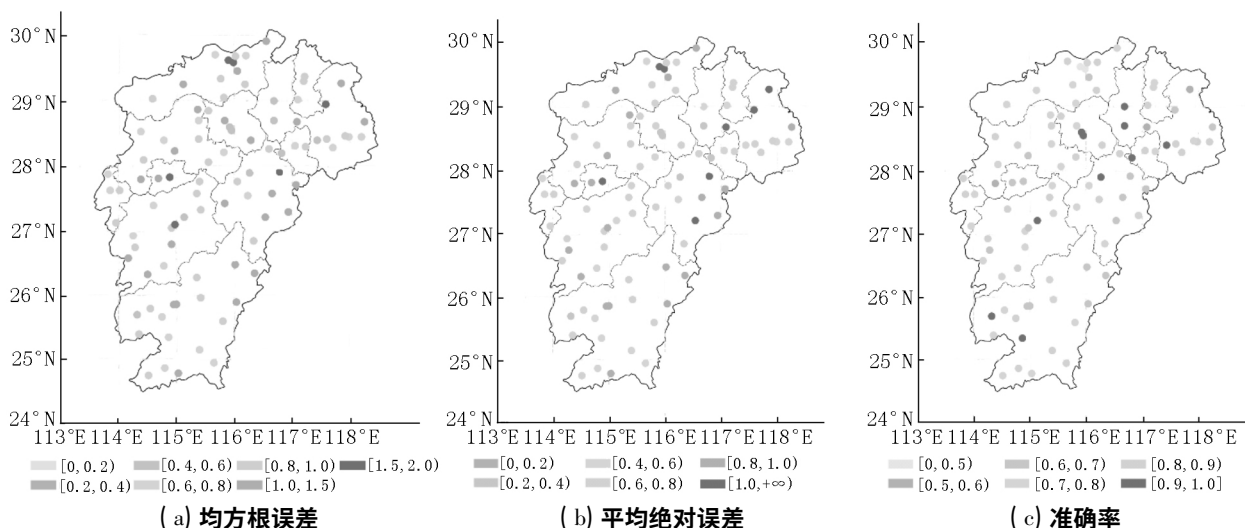


图 2 2 m 气温站点统计指标空间分布图

进一步分析 2 m 气温的逐月均方根误差、平均绝对误差、相关系数和准确率等统计指标变化情况,结果如图 3 所示. 从图 3 可看出,2 m 气温的月平均绝对误差和均方根误差具有相一致的变化趋势,逐月平均绝对误差范围为 0.5 ~ 0.9 °C,均方根误差为

1.0 °C 左右,相关系数均在 0.95 以上. 2 m 气温的逐月准确率较高,误差在 1 °C 以内的准确率为 68% ~ 86%. 月平均绝对误差、均方根误差最大值出现在 9 月份,分别为 0.88 °C 和 1.23 °C,且 9 月份的准确率也为全年最低,仅为 68%. 一年中秋冬季 (8 ~

12 月) 数据误差要大于春夏季(1~7 月), 春夏季的月平均绝对误差均小于 0.6°C , 月均方根误差均小

于 1.0°C , 准确率均高达 80% 以上, 而秋冬季的月平均绝对误差均大于 0.7°C , 月均方根误差均大于 1.0°C , 准确率均在 75% 以下。

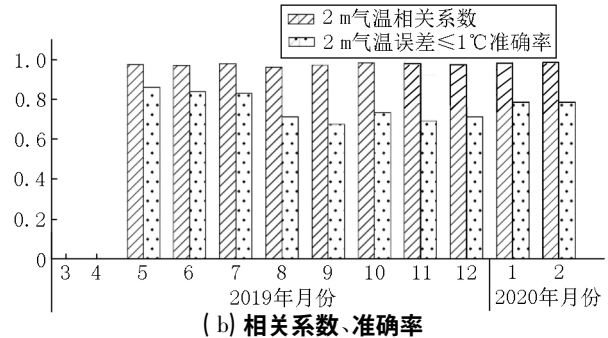
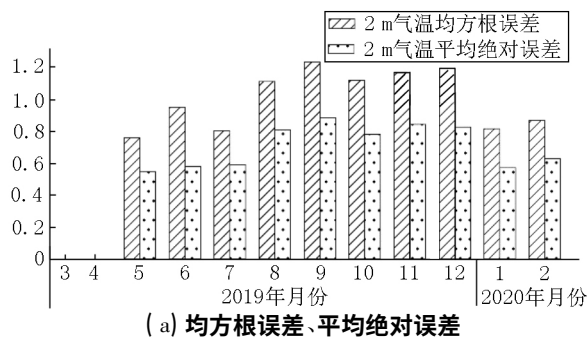


图3 2 m 气温统计指标逐月变化

2.2 风速产品检验

图4 为风速产品站点的均方根误差、平均误差、准确率等统计指标空间分布图。从站点统计结果来看, 产品的相关系数较低, 仅 20% 站点在 0.8 以上, 而相关系数在 0.6 以下的站点比例达 19%。大部分站点的均方根误差均在 $1.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以下, 占比达 90%。72% 站点的平均误差在 $-1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以内, 在所

有站点中仅武宁站(57797) 平均误差大于 $0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 为 $0.10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 其他站点均小于 $0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 这说明风速产品主要表现为负偏差。以产品风向中心角度与站点实测风向角度差在 $\pm 22.5^{\circ}$ 以内为标准, 计算各站点的风向准确率, 从图 4(c) 可看出, 70% 站点准确率均在 50% 以下, 仅安福、湖口、鹰潭 3 个站点的准确率在 70% 以上, 这说明风向与实测站点偏差较大。

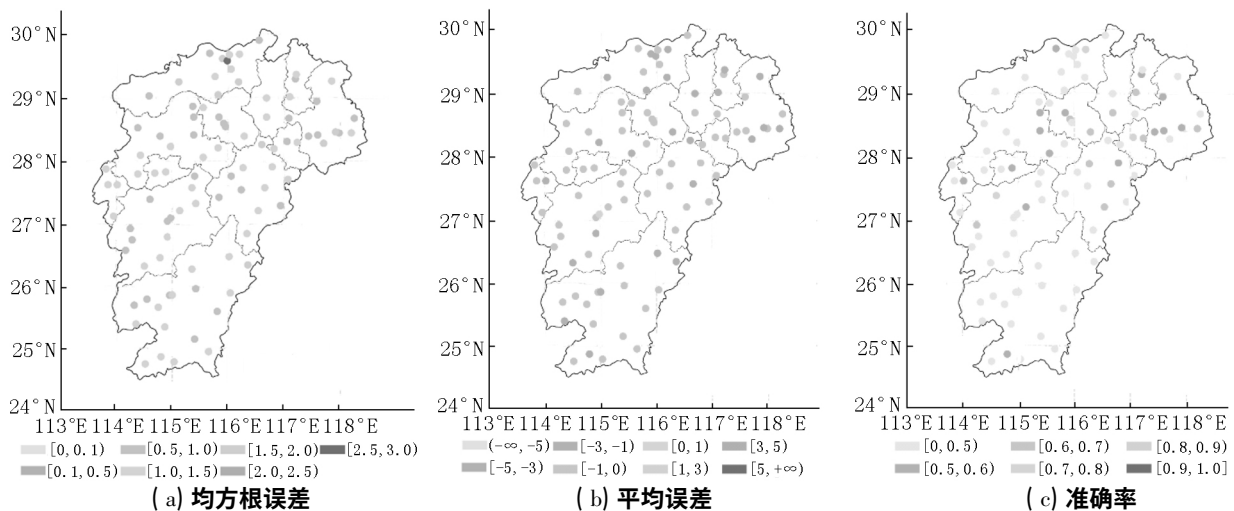


图4 风速产品评估指标空间分布图

从上述站点统计结果中可以看出, 风速产品负偏差明显, 但不同地形条件的产品质量差别较大, 以庐山(58506) 站为例, 该站点海拔较高(高度为 1 165 m), 其 R_{MSE} 、 M_E 、 M_{AE} 分别为 3.1、-2.2 和 $2.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 明显高于其他站点, 这说明地形对风速反演精度的影响较大。为此, 按照站点高度将站点分为 300 m 以下和 300 m 以上 2 个不同高度等级, 将各等级的产品分析值与站点实测值进行对比分析。从散点对比(见图 5) 来看, 低海拔地区(高度 $< 300 \text{ m}$) 的数据点明显比高海拔地区(高度 $\geq 300 \text{ m}$) 更集中分布在 1:1 均值线附近, 2 个等级的大部分数据点分布在 1:1 均值线下方, 但高海拔地区数据比例明

显更高。从统计结果来看, 低海拔地区的各项统计值均更优于高海拔地区。从统计结果的平均误差来看, 不同地形下的风速均为负偏差, 但高海拔地区负偏差更大, 2 种地形下的平均误差分别为 $-0.79 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $-0.94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

风速的逐月均方根误差、平均误差和相关系数、准确率等统计指标变化结果如图 6 所示。从逐月统计结果来看, 各月的风速均方根误差均在 $1.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上, 平均误差均大于 $-0.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 相关系数均在 0.7 左右, 风向准确率仅为 40% 左右, 与站点统计结果一样, 各月的平均误差也均为负偏差。由于江西省地形复杂, 风速产品在该地区内准确率较低, 且负偏差较大。

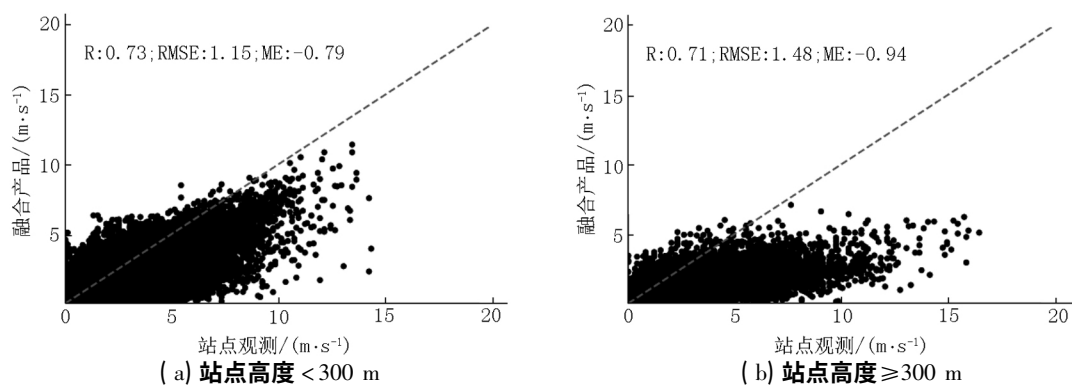


图5 风速产品与站点观测在不同高度的散点对比图

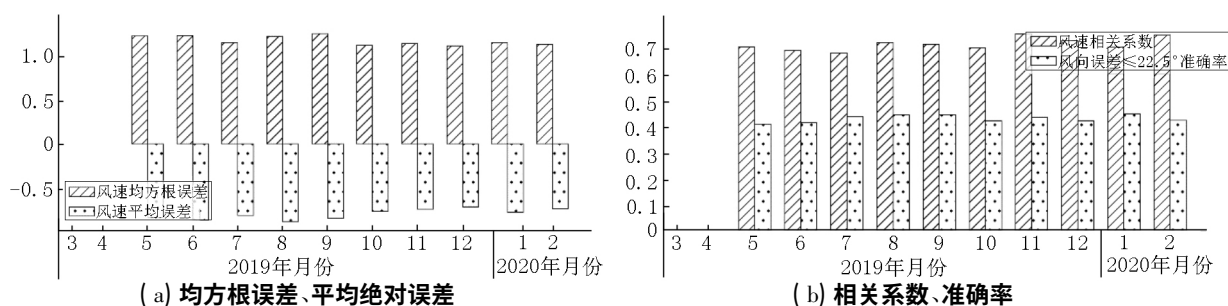


图6 风速统计指标逐月变化

2.3 相对湿度产品检验

图7为相对湿度站点的均方根误差、平均误差、准确率等统计指标空间分布图。从站点统计结果来看,仅庐山(58506)和吉安(57797)2个站点均方根误差在10%以上,分别为16.6%和12.1%,其余站点均小于10%,其中52%站点小于6%。大部分站点

平均误差为-5%~5%,占比达96%.82%的站点平均绝对误差在10%以内的准确率超过90%,仅5个站点准确率在80%以下。从逐月统计结果(见图8)来看,各月的均方根误差、平均绝对误差均在10%以下,相关系数均在0.9以上,而且准确率均在90%以上,各项统计指标的逐月变化较小,无明显的季节性变化特征,这说明产品的质量较为稳定。

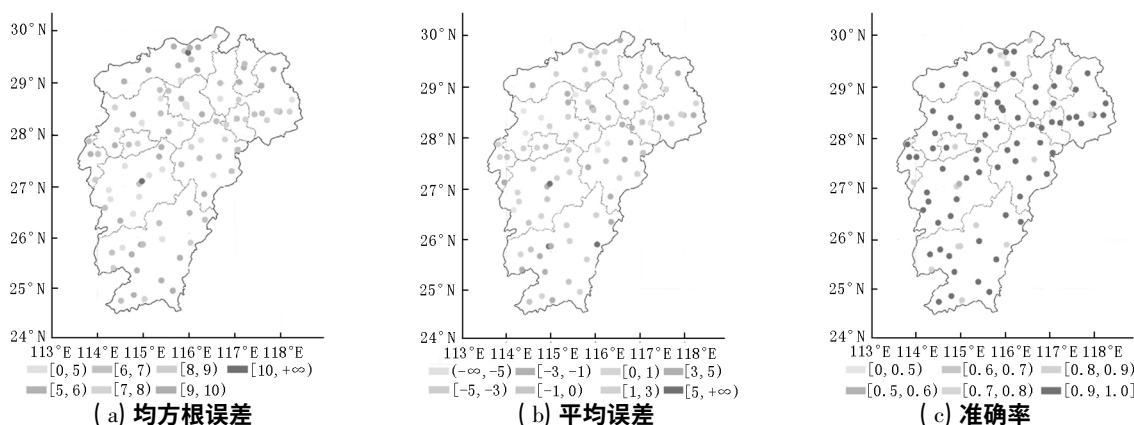


图7 相对湿度产品评估指标空间分布图

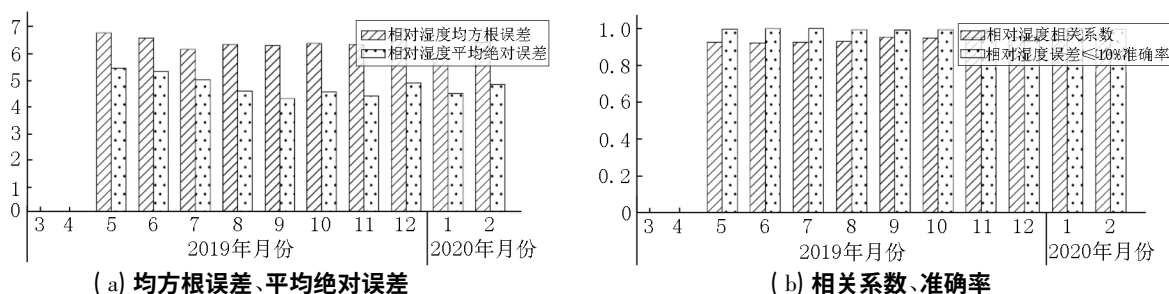


图8 相对湿度统计指标逐月变化

2.4 降水产品检验

利用每个站点观测降水和站点位置的产品格点降水,计算全省每个时次的平均观测降水量和格点降水量,生成逐小时降水序列对比图(见图9)。从图9

可以看出,实况网格降水产品具有与站点观测相一致的年内逐小时变化趋势,全年汛期时段(3~7月)降水量明显多于非汛期时段,与站点观测降水相比,降水产品存在一定程度的低估,尤其在汛期强降水时段内低估现象明显。

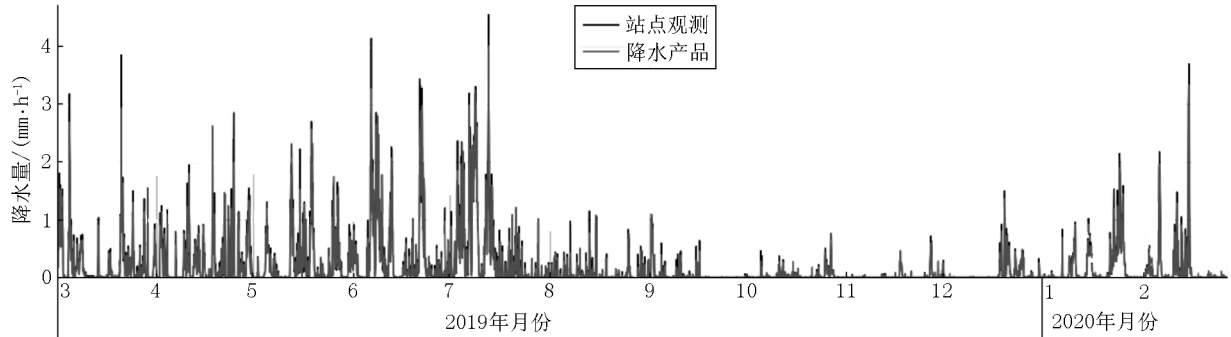


图9 降水产品与站点观测逐小时降水序列对比图

图10为降水产品站点的相关系数、均方根误差、平均误差等统计指标空间分布图。从站点统计结果来看,降水的相关系数基本在0.8以上,其中74%站点达到0.9以上,均方根误差仅瑞昌(58503)和吉安(57797)2个站在 $1.0 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 以

上,其余均在 $1.0 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下,其中56%站点小于 $0.5 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 。平均误差为 $-0.1 \sim 0.1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$,平均绝对误差均小于 $0.2 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 。从平均误差来看,降水产品主要表现为负偏差,负偏差站点比例达78%。

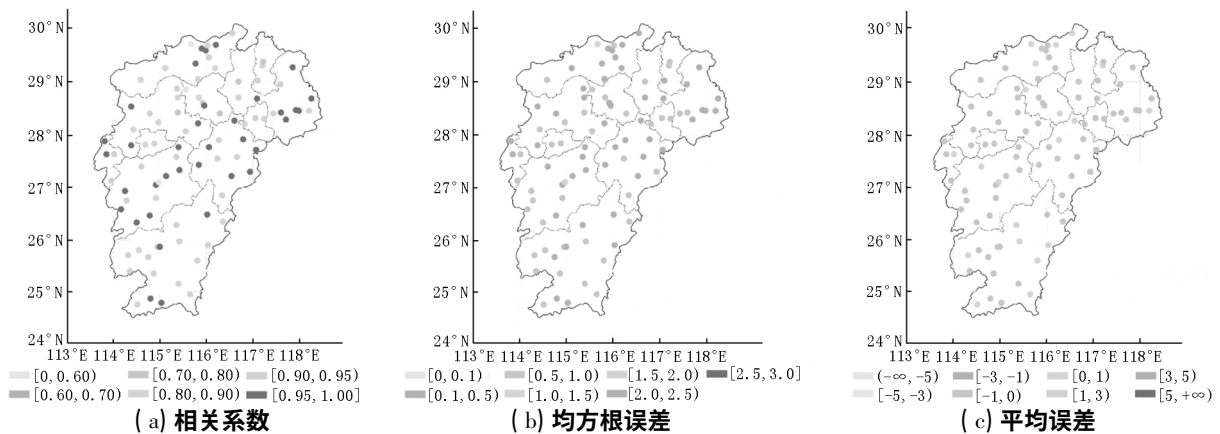


图10 降水产品评估指标空间分布图

图11为降水的逐月相关系数、均方根误差、平均误差和平均绝对误差等统计指标变化图。从图11可看出,降水的逐月均方根误差、平均绝对误差随着降水量的增加而增大, R_{MSE} 、 M_{AE} 在3~7月强降水时期内明显高于其他月份,其中6、7月份为全年最高, R_{MSE} 均在

$0.9 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上, M_{AE} 均在 $0.15 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上。相关系数在秋冬季弱降水时期(8~12月)内较低,其中10、11月份仅为0.66和0.68,这说明降水产品在秋冬季与观测降水一致性较差。逐月平均误差均为负偏差,其中在强降水时期(3~7月)内偏差较大,均在 $0.1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上。

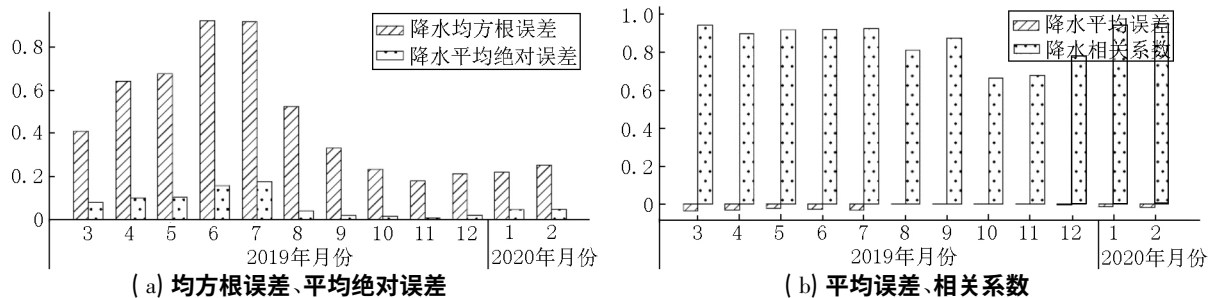


图11 降水统计指标逐月变化

根据降水强弱,将站点小时观测降水量分为 5 个等级,即 0.1~2.0、>2.0~5.0、>5.0~10.0、>10.0~20.0 和 >20.0 mm·h⁻¹,分别对应小雨、中雨、大雨、暴雨和特大暴雨 5 个不同降水量级,降水产品在不同降水量级下的 R 、 R_{MSE} 、 M_E 、 M_{AE} 和 T_S 等指标的计算结果如表 2 所示.从表 2 可看出,各降水量级下的相关系数在 0.4~0.7 之间,小雨和特大暴雨量级的相关系数较高,分别为 0.64 和 0.63.

表 2 不同降水量级下的统计结果

降水量级/(mm·h ⁻¹)	R	R_{MSE}	M_E	M_{AE}	T_S	样本数
0.1~22.0	0.64	0.54	-0.01	0.23	0.84	83 489
>2.0~5.0	0.50	1.25	-0.35	0.82	0.79	13 260
>5.0~10.0	0.42	2.57	-1.07	1.92	0.72	4 312
>10.0~20.0	0.48	4.86	-2.97	3.87	0.63	1 866
>20.0	0.63	10.65	-7.77	8.38	0.50	717

2.5 产品质量对比分析

利用全部站点的逐小时站点和格点数据样本,得到每个产品的相关系数、均方根误差、平均误差和平均绝对误差等全省统计结果如表 3 所示.从表 3 可以看出,降水产品的 R 、 R_{MSE} 、 M_E 和 M_{AE} 分别为 0.92、0.53、-0.01 和 0.06 mm·h⁻¹,2 m 气温的各个指标分别为 0.99℃、1.02℃、-0.10℃和 0.71℃,相对湿度的各个指标分别为 0.95%、6.37%、0.45%和 4.74%,风速的各个指标分别为 0.72、1.18、-0.80 和 0.90 mm·s⁻¹.从全省统计结果的相关系数来看,2 m 气温、相对湿度与站点观测数据的一致性最好,其次为降水产品,而风速产品的一致性较差.从平均误差指标来看,降水产品、2 m 气温、风速产品均表现为负偏差,这说明融合分析值均小于实际观测值,而风速产品负偏差最为显著.

表 3 各个产品的全省统计结果

产品名称	R	R_{MSE}	M_E	M_{AE}
降水产品	0.91	0.53	-0.01	0.06
2 m 气温产品	0.99	1.02	-0.10	0.71
相对湿度产品	0.95	6.37	0.45	4.74
风速产品	0.72	1.18	-0.80	0.90

3 结论

本文以国家气象站观测资料为检验标准,在站点小时尺度上,对国家级智能网格实况分析的 2 m 气温、相对湿度、风速、降水等多个要素产品进行了全面的评估分析,分别从产品误差的时空特征、不同降水量级、不同地形条件以及产品对比分析等方面评估了各产品的数据质量,得出如下结论:

1) 2 m 气温、相对湿度产品与站点观测较为一致.2 m 气温各月的均方根误差在 1.0℃左右,平均

R_{MSE} 、 M_E 和 M_{AE} 随着降水量级增加而增大,各指标在小雨量级下分别为 0.54、-0.01 和 0.23 mm·h⁻¹,而在特大暴雨量级下分别为 10.65、-7.77 和 8.38 mm·h⁻¹. T_S 评分随着降水量级增加而减小, T_S 评分在小雨量级下高达 0.84,而在特大暴雨量级下仅为 0.50.各个降水量级下的偏差均表现为负偏差,其中大降水量级的负偏差较大,暴雨和特大暴雨的负偏差分别高达 -2.97 和 -7.77 mm·h⁻¹.

绝对误差在 0.5~0.9 之间,误差准确率可达 80% 以上.相对湿度各月的均方根误差、平均绝对误差均在 10% 以下,准确率均在 90% 以上.从站点的误差空间分布来看,2 m 气温和相对湿度的相关系数均在 0.9 以上,这说明产品与站点观测具有较高的相似性.

2) 风速产品的数据精度较低,相比站点观测风速明显偏弱,各月的平均误差均小于 0,仅 16% 站点相关系数达 0.8.而 70% 站点的风向准确率小于 50%,各月的风向准确率仅为 40% 左右.

3) 降水产品具有与观测降水比较一致的年内逐小时变化趋势,但存在一定程度低估,尤其在强降水时段内低估明显.各站点的相关系数基本在 0.8 以上,平均误差为 -0.1~0.1 mm·h⁻¹,平均绝对误差均小于 0.2 mm·h⁻¹,86% 站点存在负偏差.各月数据误差随着降水量的增加而增大,强降水时期明显高于其他月份,产品在秋冬季时与观测降水一致性明显偏低.各降水量级下的相关系数较低,均方根误差、平均误差和平均绝对误差随着降水量级增加而增大, T_S 评分随着降水量级增加而减小.

4) 从全部样本统计来看,在各类实况网格产品中 2 m 气温、相对湿度产品质量最优,其次为降水产品,风速产品质量最差,各产品的相关系数分别为 0.99、0.95、0.91 和 0.72.

综上所述,实况网格分析产品在江西省内具有较高的准确性,能较好地反映气象要素的空间分布特征.地形、下垫面条件对产品的准确性有一定影响,在海拔较高的赣东北、赣南和赣西山区上产品误差较其他地区明显偏高,尤其风速产品受地形影响更为严重,导致产品与实际观测偏差较大.因此,根据研究区气候及地理环境特征,制定更合理的数据融合方案,进一步提高实况融合分析产品数据精度

是实况网格产品研制中需要解决的问题。利用高精度地形数据对实况网格分析产品进行订正处理是下一步迫切需要开展的工作。

4 参考文献

- [1] 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.
- [2] 师春香,姜立鹏,张涛.CMA 陆面数据同化业务系统及产品介绍[C].中国气象学会年会,2013.
- [3] 韩帅,师春香,姜志伟,等.CMA 高分辨率陆面数据同化系统(HRCLDAS-V1.0)研发及进展[J].气象科技进展,2018,8(1):102-108.
- [4] 潘旸,谷军霞,徐宾,等.多源降水数据融合研究及应用进展[J].气象科技进展,2018,8(1):143-152.
- [5] 师春香,潘旸,谷军霞,等.多源气象数据融合格点实况产品研制进展[J].气象学报,2019,77(4):774-783.
- [6] 师春香,谷军霞,韩帅,等.全国智能网格实况融合分析产品进展[C].中国气象学会年会,2018.
- [7] 符娇兰,宗志平,代刊,等.一种定量降水预报误差检验技术及其应用[J].气象,2014,40(7):796-805.
- [8] 唐文苑,周庆亮,刘鑫华,等.国家级强对流天气分类预报检验分析[J].气象,2017,43(1):67-76.
- [9] 宫宇,代刊,徐珺,等.GRAPES-GFS 模式暴雨预报天气学检验特征[J].气象,2018,44(9):1148-1159.
- [10] 江志红,卢尧,丁裕国.基于时空结构指标的中国融合降水资料质量评估[J].气象学报,2013,71(5):891-900.
- [11] 沈艳,潘旸,宇婧婧,等.中国区域小时降水量融合产品的质量评估[J].大气科学学报,2013,36(1):37-46.
- [12] 张蒙蒙,江志红.我国高分辨率降水融合资料的适用性评估[J].气候与环境研究,2013,18(4):461-471.
- [13] 宇婧婧,沈艳,潘旸,等.中国区域逐日融合降水数据集与国际降水产品的对比评估[J].气象学报,2015,73(2):394-410.
- [14] 李显凤,周自江,李志鹏,等.基于江西省水文资料对中国融合降水产品的质量评估[J].气象,2017,43(12):1534-1546.
- [15] 潘旸,沈艳,宇婧婧,等.基于贝叶斯融合方法的高分辨率地面-卫星-雷达三源降水融合试验[J].气象学报,2015,73(1):177-186.

The Quality Assessment of the Intelligent Grid Real-Time Analysis Products Using the Station Data in Jiangxi Province

ZHANG Wei¹, LI Xianfeng^{1*}, HE Yao², ZHOU Haibo³

(1. Jiangxi Meteorological Information Center, Nanchang Jiangxi 330096, China; 2. Jiangxi Atmosphere Observation Technology Center, Nanchang Jiangxi 330096, China; 3. Meteorological Sciences Institute of Jiangxi Province, Nanchang Jiangxi 330096, China)

Abstract: In the paper, the quality of intelligent grid real-time analysis products that consist of the 2 m temperature, humidity, wind speed, precipitation issued by China Meteorological Administration is assessed by the meteorological station observation data from January 2019 to December 2019 in Jiangxi province. The data error of each products and its temporal and spatial variation characteristic were analyzed to verify the applicability of products in this study area. Results show that the 2 m temperature and relative humidity products have well consistency with the station observation data. The correlation coefficients are all above 0.9, the RMSE of the 2 m temperature is about 1.0 °C, and the accuracy is above 80%. The RMSE of the relative humidity is less than 10%, and the accuracy is above 90%. The data accuracy of the wind speed product is a bit low. The wind speed is obviously weak compared with the site observation wind speed. 70% of the station wind direction accuracy is less than 50%, while the wind direction accuracy is only about 40%. Precipitation products can accurately reflect the trend of hourly change in the year, but there is a certain underestimation. The correlation coefficient is mainly above 0.8, the average error is between $-0.1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ and $0.1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, and the average absolute error is less than $0.1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$. Compared with station observation, precipitation products are obviously weak at heavy rainfall. The terrain has a great influence on the accuracy of the real-time grid products. The product error is obviously larger in the complex terrain mountain area than in the plain area. On the whole, the quality of 2 m temperature and relative humidity products is high and basically can meet the application and service needs. Wind speed products and precipitation products at the large precipitation level have large errors, and there is a certain gap for the application and service needs.

Key words: intelligent grid real-time analysis product; meteorological station data; quality assessment

(责任编辑: 冉小晓)