

黄晴,梁维亮,黄荣. 风廓线雷达产品与 ERA5 再分析资料的对比分析[J]. 气象研究与应用,2021,42(4):83–88.

Huang Qing,Liang Weiliang,Huang Rong. Comparative analysis of wind profile radar products and ERA5 reanalysis data[J]. Journal of Meteorological Research and Application,2021,42(4):83–88.

风廓线雷达产品与 ERA5 再分析资料的对比分析

黄 晴, 梁维亮, 黄 荣

(广西壮族自治区气象台, 南宁 530022)

摘要: 利用 2019—2020 年广西三部风廓线雷达的实时风产品与 ERA5 再分析资料进行分析对比, 检验风廓线雷达数据质量。结果表明, 三种风廓线雷达产品(ROBS、HOBS、OOBS)数值差距小, OOBS 产品稍显优势, 在 1h 内风廓线雷达探测的水平风波动不大。风廓线雷达数据整体小于 ERA5 再分析资料。三个站中, 北海站的误差最小。北海站误差在 2~6km, 柳州站在 4~6km, 南宁站风向误差最小在 1~4km, 风速在 4~6km。三个站的数据在 0.5km 以下误差都很大, 柳州站和南宁站在 9km 以上误差也很大。分别选取北海站 105° 、 $6.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 南宁站 100° 、 $7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 柳州站 85° 、 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 作为极端误差阈值, 剔除极端误差后三个站的 MAE 都小于 25° 和 $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 并且数据有效率都能达到 70% 以上。

关键词: 风廓线雷达; ERA5 再分析资料; 对比分析

中图分类号: P412

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.4.15

OSID:

引言

风廓线雷达是一种新型的地基测风雷达, 利用大气湍流对电磁波的散射作用对大气进行探测, 以获取风廓线等产品。风廓线雷达能够实时连续提供大气的三维风场、大气折射率结构常数等气象要素随高度的分布, 具有时空分辨率高、连续性、实时性好的特征^[1]。对其产品的应用是对常规探空观测的有力补充, 有助于提高当地强对流预报预警的能力, 对中小尺度天气、对流演变具有预报意义。目前风廓线雷达资料在强降水^[2-3]、冰雹^[4-5]、台风^[6]等过程中都得到了应用分析。为了更好地使用风廓线雷达产品, 首先要了解产品数据的准确性。

目前, 风廓线雷达数据的验证主要以常规探空资料为主, 并且有学者在对比中探究了质控阈值。万蓉等^[7]对黑山站风廓线雷达资料与加密探空资料进行对比, 探究有效样本比率。吴蕾等^[8]进行了北京南郊大气探测试验基地的 L 波段雷达探空与风廓线雷达资料的相关性分析。费松等^[9]设置了 5 个置信

度门限, 将风廓线雷达数据分成 6 个数据集, 再分别与探空资料进行对比。王栋成等^[10-11]对济南边界层风廓线雷达资料和 L 波段雷达探空测风进行对比, 系统地分析了两者大风数据的各种统计特征, 并探究了长期时空变化规律。一般而言, 数据验证工作主要受资料时空分辨率的制约。气球探空资料一天两个时次, 时间分辨率低。气球上升速度约为 $380\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ ^[12], 完成一次探空具有时间差, 受风和降水的影响气球还会出现水平漂移, 所以探空数据和风廓线雷达数据存在不可避免的偏差。再加上探空站点稀疏, 可用于对比的资料很有限。有学者利用再分析资料进行风廓线雷达数据验证工作^[13-14], 再分析资料的高时空分辨率特点能有效保证用于对比的样本量。

选用 ECMWF 第五代再分析资料 ERA5 与 2019 年至 2020 年(非连续时段)广西三部风廓线雷达实时风产品作对比分析, 探究数据的准确性。再分析资料 ERA5 前身为 ERA-Interim, 具有高时空分辨率, 采用由 10 名成员组成的集合 4D-Var 资料同

收稿日期: 2021-06-30

基金项目: 广西气象局气象科研计划项目(桂气科 2020M16)、广西气象局短时临近预报技术创新团队专项

作者简介: 黄晴(1989—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事灾害性天气预报预警和新资料应用业务。E-mail: hqsmile52@163.com

化系统来评估大气的不确定性,并且利用更多的观测数据,特别是卫星资料进行先进的数据同化,能更准确的估计大气状况^[15],作为参照物用来分析气象要素的垂直场具有很大的优越性。

1 资料与方法

1.1 资料来源

选用的三部风廓线雷达分别位于北海、南宁和柳州。北海站风廓线雷达探测高度为 100~11380m,垂直分辨率自下而上为 60m、120m、240m,2020 年起对低层的探测精度加大,探测高度由 55 层增加至 68 层。南宁站探测高度为 150~18390m,共 79 层。柳州站探测高度为 150~14550m,共 63 层。后两个站的垂直分辨率自下而上均为 120m 和 240m。

风廓线雷达有三种水平风场产品:实时采样高度上的产品数据(ROBS)、0.5h 平均采样高度上的产品数据(HOBS)、1h 平均采样高度上的产品数据(OOBS)。其中 ROBS 产品是每 6min 完成一次体扫获取一组数据,具有很高的时间分辨率,有利于实时气象分析预报业务上的应用。为方便对比,对 ROBS 和 HOBS 产品均选取整点数据作为研究对象。

ERA5 再分析资料是选用 1979 年至今等压面小时数据,水平分辨率为 0.25°×0.25°,时间分辨率为 1h,垂直高度从 1000hPa 到 1hPa 共 37 个等压层。

1.2 对比方法

首先将 ERA5 再分析资料位势高度换算成海拔高度,然后将两种资料进行相应时次的高度对比。采用邻近法将高度最邻近,并且高度差小于风廓线雷达数据所在高度的垂直分辨率作为一组样本数据。检验误差指标主要有:

相关系数 $R=\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\left(\frac{O-\bar{O}}{S_O} \right) * \left(\frac{E-\bar{E}}{S_E} \right) \right]$ (1)

平均绝对误差 $MAE=\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |E-O|$ (2)

均方误差 $RMSE=\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (E-O)^2}$ (3)

平均比偏差 $BIAS=\frac{\sum_{i=1}^N O}{\sum_{i=1}^N E}$ (4)

N 为样本数,O 为风廓线雷达产品,E 为再分析资料,S 为标准差,风向差定义为-180°~180°。MAE 反映了误差的平均状态,消除了正负偏差相互抵消的情况,值越小,说明两者误差越小。RMSE 反映了误差的离散程度,值越小,说明误差分布越集中,对极端误差反应敏感。BIAS 反映了偏离程度,大于 1 则说明风廓线雷达观测值总体大于再分析资料,小于 1 说明风廓线雷达观测值偏小,越接近 1 说明误差越小。

2 结果与分析

2.1 不同风廓线雷达产品对比

表 1 为北海站三种风廓线雷达产品与 ERA5 再分析资料的对比分析。两者的风向相关系数均大于 0.6,风速相关系数均大于 0.7。平均比偏差都略小于 1,风廓线雷达数据总体小于 ERA5 数据。ROBS、HOBS、OOBS 之间数值差距非常小,整层平均风向风速 R 和 BIAS 的差值都小于 0.02。风向 MAE 最大差值为 0.88°,RMSE 最大差值为 1.25°。风速 MAE 最大差值为 0.06m·s⁻¹,RMSE 最大差值为 0.07m·s⁻¹。其中风向在 1km 以下、9km 以上,风速在 0.5km 以下、9km 以上指标差值显著增大。MAE 差值在 0.5km 以下最大,风向差为 2.03°,风速差为 0.10m·s⁻¹。风向的 RMSE 最大差值在 0.5~1km,达 2.23°,风速的 RMSE 最大差值在 9km 以上高度,达 0.43m·s⁻¹。说明整体上风廓线雷达在一小时内单次体扫探测的水平风数据与小时平均数据差异小,特别是在 1~9km 高度探测的水平风波动很小,风速比风向的波动更小,在近地层和高层波动增大。柳州站也有相似特点(表略),但该站更易受近地层摩擦影响,水平风波动小的高度主要在 2~9km。OOBS 产品无论风向还是

表 1 北海站三种风廓线雷达产品与 ERA5 资料水平风的对比

产品	样本数	风向				风速			
		R	MAE/°	RMSE/°	BIAS	R	MAE/(m·s ⁻¹)	RMSE/(m·s ⁻¹)	BIAS
ROBS	30037	0.64	26.72	40.27	0.93	0.75	2.31	3.29	0.96
HOBS	30276	0.66	26.97	40.44	0.93	0.75	2.31	3.29	0.95
OOBS	30438	0.65	26.09	39.19	0.93	0.76	2.25	3.22	0.95

风速,平均绝对误差和均方误差都最小,稍显优势。但鉴于 ROBS 产品的时间分辨率更大,在气象业务上有更大的优越性,将着重分析该产品。

2.2 不同高度分组对比

如表 2 所示,北海站无论风向还是风速都呈现中层相关性最好,高层优于低层,近地层最差的单波峰特点。相比风向,风速在整层都表现出更高的相关性。风向在 4~6km 相关性最好,R 达到 0.76,并且误差也最小、最集中。风速在 4~9km 相关性最好,R 达

到 0.87,2~4km 相关性也超过了 0.8,并且在这个高度误差最小、最集中。无论风向还是风速都在小于 0.5km 的近地层表现出最差的相关性,R 均小于 0.4,误差也最大、最离散。从 BIAS 来看,北海站风廓线雷达整层风向数据都略小于 ERA5。风速在 1km 以下要明显小于 ERA5,在 2~9km 稍大于 ERA5。总的来说,北海站风廓线雷达产品在 2~6km 数据质量最好,在 0.5km 以下质量最差。

表 2 北海站 ROBS 产品与 ERA5 资料不同高度水平风的对比

高度(km)	样本数	风向				风速			
		R	MAE/°	RMSE/°	BIAS	R	MAE/(m · s ⁻¹)	RMSE/(m · s ⁻¹)	BIAS
总	46939	0.59	32.23	49.54	0.93	0.70	2.67	3.78	0.89
<0.5	7434	0.32	48.56	67.18	0.96	0.37	3.67	4.88	0.61
0.5 ~ 1	7071	0.47	38.49	56.78	0.91	0.55	3.35	4.56	0.71
1 ~ 2	11340	0.58	29.03	45.61	0.93	0.65	2.59	3.72	0.89
2 ~ 4	14220	0.69	25.90	41.33	0.93	0.81	2.00	2.78	1.03
4 ~ 6	4568	0.76	23.85	36.38	0.95	0.87	2.10	2.94	1.01
6 ~ 9	1613	0.73	30.22	44.97	0.96	0.87	2.84	4.03	1.02
>9	693	0.55	35.47	49.05	0.96	0.76	3.23	4.66	0.97

从表 3 可看出,南宁站整体数据误差要大于北海站。其风向相关性呈双波峰特点,在 2~4km 和 6~9km 最好,R 超过 0.6,并且在 0.5~4km 相关性要好于风速。风速相关性呈单波峰特点,在 4~9km 最好,达到 0.74,在 0.5km 以下和 4~9km 优于风向。风向在 1~2km 误差最集中,2~4km 误差最小。风速在 4~6km 数据质量最好。无论风向还是风速都在 0.5km 以下呈现非常差的相关性,R 均小于 0.2。但误差最

大、最离散的是在 9km 以上高度。从误差偏离程度来看,南宁站风廓线雷达数据大部分要小于 ERA5,特别是近地层的风速,BIAS 值小于 0.5,只有 0.5km 以下和 9km 以上的风向数据大于 ERA5。总的来说,南宁站风廓线雷达产品的水平风向在 1~4km 质量最好,风速在 4~6km 最好,9km 以上无论风向还是风速质量都最差。

表 3 南宁站 ROBS 产品与 ERA5 资料不同高度水平风的对比

高度(km)	样本数	风向				风速			
		R	MAE/°	RMSE/°	BIAS	R	MAE/(m · s ⁻¹)	RMSE/(m · s ⁻¹)	BIAS
总	24135	0.50	35.35	54.33	0.99	0.54	4.31	5.65	0.59
<0.5	3051	0.14	54.14	73.13	1.07	0.17	4.59	5.41	0.34
0.5 ~ 1	3237	0.49	31.90	46.86	0.96	0.32	5.73	6.85	0.35
1 ~ 2	6214	0.53	29.72	46.66	0.96	0.51	4.85	5.96	0.50
2 ~ 4	6074	0.67	28.02	46.72	0.97	0.62	3.25	4.23	0.75
4 ~ 6	2646	0.54	34.36	56.22	0.95	0.74	2.51	3.78	0.88
6 ~ 9	1297	0.60	37.20	55.39	0.96	0.74	3.16	4.89	0.82
>9	1616	0.32	56.15	73.30	1.16	0.42	6.77	8.97	0.52

柳州站无论风向还是风速的相关性都呈双波峰特点,特别是 4~9km 表现出显著优势,风向 R 大于 0.6,风速 R 甚至超过了 0.8(表 4)。同样也是在 0.5km 以下相关性最差,风速 R 为 0.2,风向 R 仅为 0.03。在 0.5~2km 和 9km 以上风向相关性比风速更大,其它高度上风速相关性更大。柳州站的误差整体也是大于北海站。误差最小的是在 4~6km,风向和风速的

误差都最集中。风向误差最大的是在 0.5km 以下的近地层,风速误差最大是在 9km 以上的高空。柳州站风廓线雷达数据也是大部分要小于 ERA5,风速的偏离程度大于风向,只有 0.5km 以下的风向 BIAS 值大于 1。总的来说,柳州站风廓线雷达产品在 4~6km 质量最好,风向在小于 0.5km,风速在大于 9km 的质量最差。

表 4 柳州站 ROBS 产品与 ERA5 资料不同高度水平风的对比

高度(km)	样本数	风向				风速			
		R	MAE/°	RMSE/°	BIAS	R	MAE/(m·s ⁻¹)	RMSE/(m·s ⁻¹)	BIAS
总	32157	0.52	37.79	61.39	0.89	0.61	3.59	5.53	0.79
<0.5	673	0.03	54.92	72.54	1.14	0.20	3.54	4.31	0.60
0.5~1	2341	0.53	36.61	53.04	0.93	0.47	2.93	3.86	0.75
1~2	4271	0.45	38.67	61.85	0.87	0.40	3.81	5.22	0.66
2~4	12042	0.43	45.96	73.96	0.82	0.46	4.13	6.09	0.72
4~6	7558	0.64	24.16	41.74	0.94	0.81	2.59	3.75	0.92
6~9	3094	0.60	30.81	48.57	0.94	0.87	2.83	4.07	0.96
>9	2178	0.45	44.01	62.12	0.97	0.37	5.50	9.92	0.79

3 极端误差阈值选取

由于观测原理和数据处理方式不同,两种资料存在误差在所难免。当误差大于一定数值后,会被认定为可疑数据。怎样定义极端误差阈值以供数据筛选,为后续预报和研究工作提供数据基础是要探究的问题。万蓉等^[7]定义风向差在 20°以内、风速差在 3m·s⁻¹ 以内为有效样本。吴蕾等^[8]定义大于“三倍标准差”为较大偏差,进行数据剔除。郭启云等^[16]在对测风质量控制研究中,基于平均偏差和标准偏差设置了可疑值阈值和错误值阈值。大多数关于风廓线雷达和探空观测系统资料的对比研究都表现出 20~25°,2~3m·s⁻¹ 的标准偏差^[17-18],并由此设置误差阈值得到 70% 以上的有效样本率^[19]。

设置 0.5m·s⁻¹ 的风速间隔和 5° 的风向间隔,分别循环剔除大于阈值的极端误差,并计算剔除后的样本的均方误差(RMSE)、数据有效率和平均绝对误差(MAE),同时分析随着阈值的减小三个检验指标的增长幅度,计算公式如下:

$$GR=\frac{X_{i-1}-X_i}{X_{i-1}}\times 100\%$$

(5)

由图 1 可看出,北海站风速差阈值设置在 7~12m·s⁻¹ 时,随着阈值的减小,RMSE、有效率和 MAE

的增幅都缓慢增加或是持平。阈值由 7m·s⁻¹ 减小至 6.5m·s⁻¹ 时,RMSE 的增幅减小,MAE 和有效率的增幅几乎不变。当阈值减小至 6.5m·s⁻¹ 以下时,三个检验指标的增幅都大幅度增加,斜率显著增大。说明北海站风速差主要集中在 6.5m·s⁻¹ 以下,当误差阈值设置在该区间,会有大量数据被剔除,导致可用数据显著减少。由此本文设定北海站风速差阈值为 6.5m·s⁻¹,此时得到的 MAE 为 2.03m·s⁻¹,数据有效率为 91.54%。较北海站而言,南宁站的增幅曲线斜率较为一致,没有明显的转折点,说明风速差分布比较平均。鉴于许多研究都得到小于 3m·s⁻¹ 的标准偏差,本文将设置 7m·s⁻¹ 为南宁站的风速差阈值,该阈值下 MAE 减小为 2.88m·s⁻¹,恰好小于 3m·s⁻¹,数据有效率为 79.77%。柳州站风速差阈值在大于 8m·s⁻¹ 时,随着阈值减小,检验指标的增幅整体缓慢增大,其中阈值由 10.5m·s⁻¹ 减小至 10m·s⁻¹ 和由 8.5m·s⁻¹ 减小至 8m·s⁻¹ 时,出现了增幅减小的现象。当阈值减小至 8m·s⁻¹ 以下后,增幅呈稳定增大的趋势。因此本文设定柳州站风速差阈值为 8m·s⁻¹,此时得到的 MAE 为 2.44m·s⁻¹,数据有效率为 89.10%。

图 2 是以 5° 风向差为间隔的检验指标增幅情况。北海站风向差阈值在大于 105° 时,RMSE 和 MAE 的增幅呈波动状,时而增大时而减小。当阈值

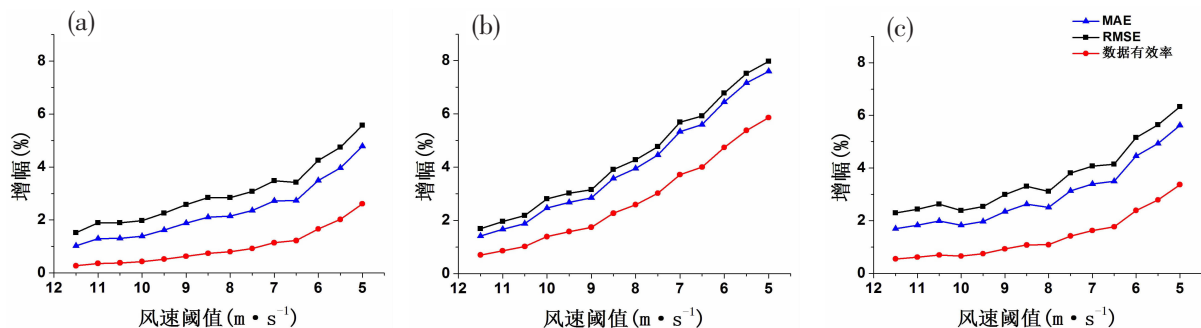


图 1 剔除不同风速差阈值后 RMSE、数据有效率、MAE 的增幅

(a)北海站;(b)南宁站;(c)柳州站

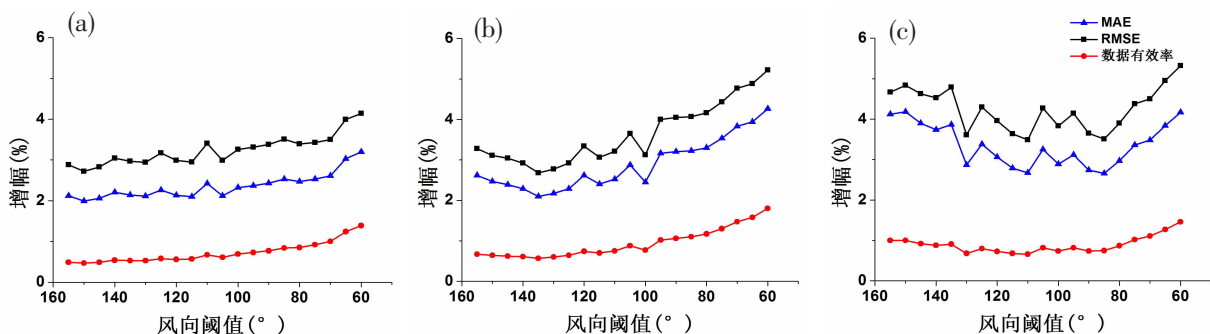


图 2 剔除不同风向差阈值后 RMSE、数据有效率、MAE 的增幅

(a)北海站;(b)南宁站;(c)柳州站

减小至 105° 以下时, 增幅才较稳定地呈增长趋势。因此设定北海站风向差阈值为 105° , 此时得到的 MAE 为 23.47° , 数据有效率为 92.49% 。南宁站增幅也是在大阈值区间呈波动状, 直至 100° 才开始稳定增大, 此时 MAE 为 23.97° , 有效率为 90.04% 。柳州站的波动性更强, 呈现“U 型”变化, 说明柳州站的风向误差比另两个站更离散。在阈值减小至 85° 以下后, 增幅才呈稳定增大的趋势。设置柳州站风向差阈值为 85° 后得到的 MAE 为 18.78° , 数据有效率为 84.21% 。

结合以上分析, 最终选取三个站的极端误差阈值分别为北海站 105° 、 $6.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 南宁站 100° 、 $7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 柳州站 85° 、 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。并得到同时剔除风向风速极端误差后的检验指标, 北海站 MAE 22.73° 、 $2.00\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 有效率 85.60% ; 南宁站 MAE 23.44° 、 $2.85\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 有效率 71.63% ; 柳州站 MAE 18.17° 、 $2.33\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 有效率 79.48% 。三个站的 MAE 都小于 25° 和 $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 与前人的研究结论相对应, 并且有效率都能达到 70% 以上, 保证了业务利用率。

4 结论

利用 2019 年至 2020 年(非连续时段)广西三部风廓线雷达(北海、南宁、柳州)的实时风产品和 ECMWF 第五代再分析资料 ERA5 作对比分析, 探究风廓线雷达资料的误差大小、离散度和偏离度, 以及不同风廓线雷达产品间的差异, 并选取得到每个站点的极端误差阈值, 有关分析结论如下:

(1) 风廓线雷达 1h 内探测的水平风波动不大, ROBS、HOBS、OOBS 三种产品数值差距小, 特别是在 $2\sim 9\text{km}$ 高度, 并且风速比风向的波动更小。OOBS 产品稍显优势。

(2) 风廓线雷达水平风数据整体小于 ERA5 再分析资料。三个站中, 北海站的误差最小。北海站水平风误差最小的是在 $2\sim 6\text{km}$, 0.5km 以下误差最大。南宁站的风向误差最小是在 $1\sim 4\text{km}$, 风速是在 $4\sim 6\text{km}$, 9km 以上误差最大。柳州站在 $4\sim 6\text{km}$ 误差最小, 风向在小于 0.5km , 风速在大于 9km 误差最大。

(3) 分别选取北海站 105° 、 $6.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 南宁站 100° 、 $7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 柳州站 85° 、 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 作为三个站的极端

误差阈值。剔除极端误差后三个站的 MAE 都小于 25° 和 $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 并且有效率都能达到 70% 以上, 兼顾了数据的可靠性和有效率。

参考文献:

- [1] 胡明宝. 风廓线雷达探测与应用[M]. 北京: 气象出版社, 2015: 1.
- [2] 邹德龙, 梁晓京, 岑易峰, 等. 基于风廓线雷达资料的一次强降水天气过程分析[J]. 气象研究与应用, 2019, 40(3): 26–30.
- [3] 冼星河, 张玮, 陈楚梦. 新型观测数据在东莞一次大暴雨过程中的综合应用[J]. 气象研究与应用, 2021, 42(2): 63–67.
- [4] Kitzmiller D H, McGovern W E. Wind Profiler Observations Preceding Outbreaks of Large Hail over Northeastern Colorado[J]. Wea. Forecasting, 1990(5): 78–88.
- [5] 李彦良, 石绍玲, 郭婧芝, 等. 风廓线雷达资料产品在冰雹天气过程中的特征分析[J]. 气象灾害防御, 2019, 26(1): 19–24.
- [6] 廖菲, 邓华, 李旭. 基于风廓线雷达的广东登陆台风边界层高度特征研究[J]. 大气科学, 2017, 41(5): 949–959.
- [7] 万蓉, 周志敏, 崔春光, 等. 风廓线雷达资料与探空资料的对比分析[J]. 暴雨灾害, 2011, 30(2): 130–136.
- [8] 吴蕾, 陈洪滨, 康雪. 风廓线雷达与 L 波段雷达探空测风对比分析[J]. 气象科技, 2014, 42(2): 225–230.
- [9] 费松, 阳凌, 王国强, 等. 风廓线雷达产品数据置信度研究[J]. 气象科学, 2020, 40(4): 527–533.
- [10] 王栋成, 邱粲, 董旭光, 等. 济南边界层风廓线雷达与 L 波段雷达大风探空测风对比[J]. 气象, 2019, 45(8): 1169–1180.
- [11] 王栋成, 邱粲, 曹洁, 等. 济南边界层风廓线雷达与 L 波段雷达探空测风资料对比研究[J]. 气象科学, 2018, 38(3): 416–422.
- [12] 吴举开, 周武, 黄小丹. 多普勒雷达风廓线资料可用性评估[J]. 广东气象, 2007, 29(3): 56–58.
- [13] 孟宪贵, 郭俊建, 韩永清. ERA5 再分析数据适用性初步评估[J]. 海洋气象学报, 2018, 38(1): 91–99.
- [14] ZHENG Y P. A Preliminary Analysis on the Applicability of ERA5 Reanalysis Data in Guangdong Province[J]. Meteor. Environ. Res., 2020, 11(2): 37–42, 48.
- [15] 孟宪贵, 郭俊建, 韩永清. ERA5 再分析数据适用性初步评估[J]. 海洋气象学报, 2018, 38(1): 91–99.
- [16] 郭启云, 钱媛, 杨荣康, 等. L 波段探空雷达测风质量控制方法研究[J]. 大气科学学报, 2020, 43(5): 845–855.
- [17] 夏文梅, 陈楠, 程婷, 等. 降水过程中多普勒天气雷达风廓线产品特征[J]. 气象, 2008, 34(10): 20–26.
- [18] Weber B L, Wuertz D B. Comparison of Rawinsonde and Wind Profiler Radar Measurements[J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 1990, 7(1): 157–174.
- [19] 陈中钰, 杜冰, 刘康. 风廓线雷达水平风数据质量控制[J]. 气象科技, 2020, 48(6): 801–807.

Comparative analysis of wind profile radar products and ERA5 reanalysis data

Huang Qing, Liang Weiliang, Huang Rong

(Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022, China)

Abstract: The real-time wind products of three wind profile radars in Guangxi from 2019 to 2020 were analyzed and compared with ERA5 reanalysis data to test the data quality of wind profile radar. The results show that the numerical difference of the three wind profile radar products (ROBS, HOBS and OOBs) is small. The OOBs products have a slight advantage, and the horizontal wind wave detected by the wind profile radar is small within one hour. The overall wind profile radar data is smaller than ERA 5 reanalysis data. Among the three stations, Beihai station has the smallest error. The minimum error of Beihai station is 2~6km, that of Liuzhou station is 4~6km, that of Nanning station is 1~4km and that of wind speed is 4~6km. The data of the three stations have great errors below 0.5km, and the errors of Liuzhou station and Nanning station above 9km are also great. Choosing 105° and $6.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ at Beihai station, 100° and $7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ at Nanning station, 85° and $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ at Liuzhou station as the extreme error thresholds, after excluding extreme errors, the MAEs of the three stations are all less than 25° and $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, and the data efficiency can reach more than 70%.

Key words: wind profiler radar; ERA5 reanalysis data; comparative analysis