

文章编号: 2096-1618(2025)03-0368-08

# 基于 ERA5 再分析资料的成都地区风廓线 雷达小时风场数据质量评估

李世乾<sup>1,2</sup>, 唐顺仙<sup>1,2</sup>, 李睿<sup>1</sup>, 陈宇升<sup>3</sup>, 景号然<sup>1,4</sup>, 曾正茂<sup>1,5</sup>

(1. 成都信息工程大学大气探测学院 / 中国气象局大气探测重点开放实验室, 四川 成都 610225; 2. 高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室, 四川 成都 610072; 3. 中船航海科技有限责任公司信息产品部, 北京 100070; 4. 四川省气象探测数据中心, 四川 成都 610072; 5. 福建省气象信息中心, 福建 福州 350001)

**摘要:** 基于 ERA5 再分析资料对成都市 2 种型号的 6 部风廓线雷达在 2022 年和 2023 年夏季的数据质量进行分析与评估。结果表明, 成都地区风廓线雷达在准确测量风速度方面的能力超过了风向, 风廓线雷达测量的风速数据整体上偏大于 ERA5 数据, 而风向数据则偏小。其次, 无论是风速还是风向, 其中层海拔探测数据的精确度较高, 误差较小。然而, 对于高层海拔和近地面的测量, 其性能稍有不足。此外, 风廓线雷达在 5 ~ 10 m/s 风速区间和 180° ~ 225° 风向区间的探测性能较好。进一步分析发现, 风速主要受  $U$  分量风速的影响, 误差也主要由此引起。分析有利于正确评估风廓线雷达数据质量, 深入追溯其在风速和风向测量的误差源和进一步拓展风廓线雷达数据在科学研究领域的应用, 均具有重要的意义。

**关键词:** 风廓线雷达; ERA5; 质量评估

**中图分类号:** P412

**文献标志码:** A

**doi:** 10.16836/j.cnki.jcuit.2025.03.018

## 0 引言

随着人类对环境可持续性和可再生能源的日益关注, 风能作为一种清洁、可再生的能源形式, 其重要性不言而喻<sup>[1]</sup>。然而, 风能的利用和开发并非易事, 其效率和可行性在很大程度上取决于风场的详细信息, 包括风速、风向、风的稳定性等。因此, 风场探测技术的研究和发展具有重大的科学和实用价值。

常见的风场探测设备有风速仪<sup>[2]</sup>、风向仪<sup>[3]</sup>、风廓线雷达<sup>[4]</sup>等。然而, 风廓线雷达在风场探测中展现其独特的优势。相比于传统的风速仪和风向仪, 风廓线雷达能进行高空的风场探测, 其探测高度可达到数千米, 大大超越其他设备的探测范围。此外, 风廓线雷达资料时空分辨率较高, 探测周期不超过 6 min, 垂直分辨率为几十米到几百米<sup>[5]</sup>, 这对于研究风场的细节结构大有裨益。更重要的是, 风廓线雷达可以实时获取风场数据, 对于气象预报和风能开发等领域的实时监测来说, 具有极高的实用价值。因此, 风廓线雷达能够提供更全面、更精准的风场信息。

风廓线雷达主要是以晴空大气为探测对象, 基于

大气湍流对电磁波的散射作用实现大气风场探测的一种遥感设备<sup>[6]</sup>。风廓线雷达作为一种强大的大气探测工具, 被广泛应用于气候研究、天气预报及其他相关领域。四川省近年来大力发展及建设多种型号的风廓线雷达, 以增强本区域对气象监测和预警能力, 其中成都市地区的风廓线雷达主要以边界层风廓线雷达(型号: TWP3)和对流层 I 型风廓线雷达(型号: TWP16)为主。由于两种型号雷达的发射功率、脉冲宽度等性能参数存在差异, 故两者的探测高度范围不同, 且在相同高度层的距离分辨率也不一样, 具有不同探测能力的雷达所生成数据的质量也会存在差异。对于已建设不同型号的风廓线雷达数据质量的评估既是对雷达性能指标的最直观检验, 同时也是将风廓线雷达数据应用于提高对气象监测和预警能力最重要的前提条件。目前, 已有学者开展了风廓线雷达数据质量评估的工作, 如刘思佳等<sup>[7]</sup>在名山站利用加密探空资料对在对流层底层的风廓线雷达资料进行质量评估。裴丽丝等<sup>[8]</sup>利用与风廓线雷达相邻的洪家探空站数据进行对比分析, 对风廓线雷达资料进行质量评估。一般而言, 对风廓线雷达获取的数据质量进行评估, 其验证数据集往往采用地面自动气象站或气球探空资料。然而, 由于地面自动气象站和探空站的站点分布稀疏, 且探空站资料的时间分辨率为 12 h, 故利用它们对风廓线雷达数据质量进行评估时, 会存在因时间和空间匹配误差及有限样本等问题引起的数据评估不准确。而

收稿日期: 2023-10-31

**基金项目:** 四川省自然科学基金资助项目(2024NSFSC0769; 2022NSFSC0209); 高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室开放研究基金资助项目(SZKT202208); 中国气象局大气探测重点开放实验室开放课题资助项目(2022KLAS02M, 2022KLAS04M)

**通信作者:** 唐顺仙. E-mail: tsx@cuit.edu.cn

再分析资料具有高时空分辨率和较高准确性等优势,可以弥补探空站观测资料的不足。

ERA5 是欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 最新一代的全球大气再分析产品,其高分辨率和广泛的参数设定使其在气候研究、气象学习等领域得到广泛应用<sup>[9]</sup>。它通过整合多种观测数据,包括卫星、浮标、飞机等,提供连续、精确和全面的全球气候信息。此外,ERA5 网格化数据,可提供更多的样本数据。Brune S 等<sup>[10]</sup>对基于中欧 14 个地点轮毂高度风测量值与 ERA5、COSMO-ERA6、MERRA-2 再分析资料进行对比,得出 ERA5 在陆地上与观测值的相关性最强,数据性能最佳。Fan W 等<sup>[11]</sup>基于全球在 1989–2018 年 1439 个气象站的观测数据与 5 种再分析产品 (ERA5、ERA-Interim、MERRA-2、JRA-55 和 CFSv2) 进行系统评估,结果证明,ERA5 最接近观测结果。因此许多学者基于 ERA5 再分析资料对风廓线雷达进行评估。如黄晴等<sup>[12]</sup>基于 ERA5 再分析资料对广西三部风廓线雷达的实时风产品进行对比分析来检验风廓线雷达数据质量,Deng X 等<sup>[13]</sup>基于 2021 年 1–12 月的 ERA5 再分析资料数据对中国安徽省风廓线雷达观测水平风进行对比,评估风廓线雷达数据的可行性。

探讨利用 ERA5 再分析数据对风廓线雷达的数据质量开展评估的方法,对误差产生的因素进行分析。期望深入理解风廓线雷达性能,为其进一步发展提供科学依据。这不仅对雷达使用者有意义,也为大气科学研究者提供参考。通过评估成都地区的雷达性能,推动雷达技术发展,增强气候变化的理解和预测能力。

# 1 资料与方法

## 1.1 资料来源

此次研究的对象为 6 部位于成都市不同区县的风

廓线雷达在 1 h 时间分辨率条件下的平均采样高度上的水平风场产品数据 (OOPS), 6 部风廓线雷达站点的具体位置如图 1 所示。位于龙泉驿区的风廓线雷达,海拔高度为 461 m,探测高度范围为 100 ~ 5550 m,共计 53 层,垂直分辨率从下至上依次为 60 m 和 120 m。金堂县的风廓线雷达,海拔高度为 458 m,与龙泉驿的雷达有着相同的探测高度和垂直分辨率。大邑县的风廓线雷达,海拔 507 m,具有与前两部雷达相同的探测参数。新都区的风廓线雷达位于海拔 514 m 处,其探测高度为 100 ~ 5860 m,共计 97 层,垂直分辨率为 60 m。新津区的风廓线雷达海拔 435 m,其探测参数与新都雷达相同。天府新区的风廓线雷达,位于海拔 455 m,其探测高度为 150 ~ 15870 m,共有 74 层,垂直分辨率自下而上依次为 120 m 和 240 m。具体参数见表 1。6 部雷达不仅覆盖成都市的主要区县,还具有不同的探测高度和分辨率,为本研究提供丰富的数据。

选取成都市 2022 年和 2023 年夏季的 ERA5 再分析数据作为研究对象。数据具有较高的时间和空间分辨率:时间分辨率为 1 h,水平分辨率为 0.25°×0.25°。此外,数据在垂直方向上覆盖 1000 ~ 1 hPa,共分为 37 个等压层。设定满足研究对精细度和范围的需求,为研究结果的准确性提供保证。

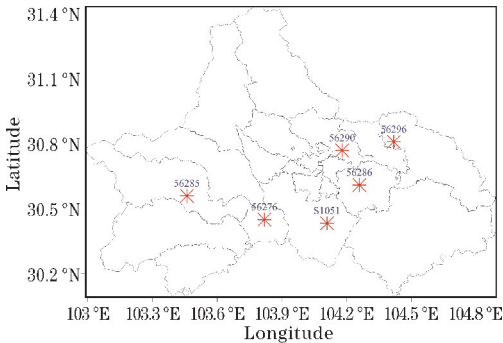


图 1 成都市 6 部风廓线雷达站点分布

表 1 6 部风廓线雷达型号及垂直分辨率

站号	位置	设备型号	低模 1 分辨率/m	低模 2 分辨率/m	高模分辨率/m
56286	龙泉驿	TWP3	100 ~ 880 (60)	880 ~ 5550 (120)	
56290	新都	TWP3	100 ~ 5860 (60)		
56296	金堂	TWP3	100 ~ 880 (60)	880 ~ 5550 (120)	
56285	大邑	TWP3	100 ~ 880 (60)	880 ~ 5550 (120)	
56276	新津	TWP3	100 ~ 5860 (60)		
S1051	天府新区	TWP16		150 ~ 1950 (120)	1950 ~ 15870 (240)

## 1.2 对比方法

对 ERA5 数据和风廓线雷达数据进行坐标匹配。将 ERA5 数据和风廓线雷达的坐标信息进行最邻近匹配,选取距离风廓线雷达最近 ERA5 数据,实现坐标上的匹配。

对二者进行高度匹配。首先,将每部风廓线雷达的各层探测高度与其所处的海拔相加,得到风廓线雷达探测数据所对应的海拔。然后,将 ERA5 数据的水平压力值转换为对应的海拔,计算公式如下:

$$h = 44330 \times \left[ 1 - \left( \frac{P}{P_0} \right)^{\frac{1}{5.255}} \right]$$

(1)

最后在雷达探测海拔和 ERA5 海拔之间进行最近距离匹配,选出高度差值不超过其所在海拔的垂直分辨率的数据,完成高度匹配。

ERA5 的水平风数据为  $U$  分量和  $V$  分量,风廓线雷达的水平风数据为风速和风向,将 ERA5 数据转为风速和风向进行对比分析,计算公式如下:

$$WS=\sqrt{U^2+V^2}\tag{2}$$

$$WD=180+\arctan(U,V)\cdot\frac{180}{\pi}\tag{3}$$

WS 为风速,WD 为风向,其中  $\arctan(U,V)$  计算如下:

$$\arctan(U,V)=\begin{cases}\arctan\left(\frac{V}{U}\right) & U>0 \\ \arctan\left(\frac{V}{U}\right)+\pi & U<0,V\geqslant0 \\ \arctan\left(\frac{V}{U}\right)-\pi & U<0,V<0 \\ \frac{\pi}{2} & U=0,V>0 \\ -\frac{\pi}{2} & U=0,V<0 \\ \text{undefined} & U=0,V=0\end{cases}\tag{4}$$

最后,将对应坐标和对应高度的数据进行时次匹配,将匹配完的数据作为样本数据进行对比分析,旨在确保 ERA5 数据和风廓线雷达数据在时间、空间和垂直高度上的一致性,从而提高数据对比和分析的准确性。检验误差指标主要有:

$$R=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^n\left[\left(\frac{o-\bar{o}}{S_o}\right)\cdot\left(\frac{E-\bar{E}}{S_E}\right)\right]\tag{5}$$

$$MAE=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^n|E-O|\tag{6}$$

$$RMSE=\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^n(E-O)^2}\tag{7}$$

$$BIAS=\frac{\sum_{i=1}^nO}{\sum_{i=1}^nE}\tag{8}$$

其中, $O$  为风廓线雷达风速或风向标量, $E$  为 ERA5 风

分量合成的风速或风向标量, $S_o$  和  $S_E$  为  $O$  和  $E$  的标准差, $N$  为样本数。采用相关系数  $R$  作为衡量风廓线雷达数据与 ERA5 数据线性关联程度的标准。 $R$  值为  $-1\sim1$ ,表示完全负相关和完全正相关。两者的相关性可以通过  $R$  值的接近度于 1 或  $-1$  来判断。同时,采用平均绝对误差 (MAE) 和均方误差 (MSE) 作为误差度量方法。并使用平均比偏差 (BIAS) 反映偏离程度,BIAS 大于 1 则说明风廓线雷达观测值总体大于 ERA5 数据,小于 1 说明风廓线雷达观测值总体小于 ERA5 数据,越接近 1 说明偏差越小。这些度量方法为研究提供全面的评价标准。

## 2 评估与分析

### 2.1 数据整体质量评估

对成都市 6 个区县的风廓线雷达数据与 ERA5 风速和风向数据进行对比分析。如表 2 所示,对于风速,所有站点的  $R$  值在  $0.57\sim0.73$ ,显示出较强的相关性。尤其是站号 56290 和 56296 具有最高的  $R$  值 ( $0.73$ 和 $0.72$ ),表明它们与 ERA5 风速数据有强烈的线性关系。此外,这两个站点的 MAE 和 RMSE 值较低,即反映出较小的误差,因此这两个站点的风廓线雷达风速数据的质量较好。然而,站点 S1051 的误差较大且  $R$  值较小,这表明其数据质量较差。在风向方面,所有站点的  $R$  值在  $0.32\sim0.46$ ,显示出一定的相关性,这表明风廓线雷达的风向数据质量相对风速普遍稍差。其中站点 S1051 的  $R$  值最高,但其 MAE 和 RMSE 值并非最低,说明其观测精度并非最高。站点 56276 的  $R$  值最低,且 MAE 和 RMSE 值最高,即反映出最大的误差。然而,站点 56296 的 MAE 和 RMSE 值最低,显示出最高的精度并且其  $R$  值较高,表明其风向数据质量较其余雷达较好。

总的来说,这些结果显示在风速和风向方面,风廓线雷达数据与 ERA5 数据存在一定的相关性。为评估风廓线雷达在探测风速和风向方面的性能提供重要依据。

表 2 不同地区风廓线雷达 OOBs 产品与 ERA5 资料水平风对比

站号	样本数	风速				风向			
		$R$	MAE	RMSE	BIAS	$R$	MAE	RMSE	BIAS
56276	18046	0.59	1.91	2.68	1.11	0.32	76.49	116.86	0.87
56285	31207	0.57	1.92	2.69	1.20	0.38	70.97	108.92	0.93
56286	32103	0.71	1.89	2.68	1.11	0.41	66.92	111.70	1.01
56290	32470	0.73	1.81	2.55	1.09	0.44	64.74	107.50	1.01
56296	33029	0.72	1.88	2.64	1.08	0.44	64.09	107.41	1.00
S1051	61586	0.57	4.13	6.81	0.67	0.46	68.31	112.27	0.97



## 2.2 廓线数据质量评估

### 2.2.1 风速廓线

如图2所示,首先可以看出站点56276的 $R$ 值在中层达到最大,高层大于低层,揭示ERA5数据与风廓线雷达数据在风速上的相似性随海拔升高先增大后减小再上升的趋势。具体而言,在海拔1500 m以下, $R$ 值随海拔升高而增大,达约0.7的峰值。在1500~3500 m, $R$ 值降至0.4,但在2500 m处, $R$ 值出现短暂波动。但随着海拔的进一步升高, $R$ 值在6000 m左右恢复至约0.6。结果表明,站点56276和56285在约1500 m的高度上,风廓线雷达数据的性能显著优于地面和高层。其次,MAE和RMSE在整体上随着海拔

的升高而增大,表明观测误差随着海拔的升高而增大。海拔为1500~2000 m, BIAS 值明显下降,在2000~5000 m, BIAS 值又呈现上升趋势,海拔为5500~6000 m, BIAS 值又有所下降。这表明在低层雷达整体对风速高估,在中层偏离较小,在高层偏差又缓慢增加。总体而言,这部雷达在大约1500 m处风速数据质量较好,在近地面和高层较差。

其余站点的误差指标随海拔变化趋势与站点56276相似。总体而言, $R$ 值呈波动性变化,中层数值较大,底层和高层数值较小,MAE和RMSE随海拔升高缓慢增加, BIAS 在底层较大,但在高层和中层在1左右,略有偏差。

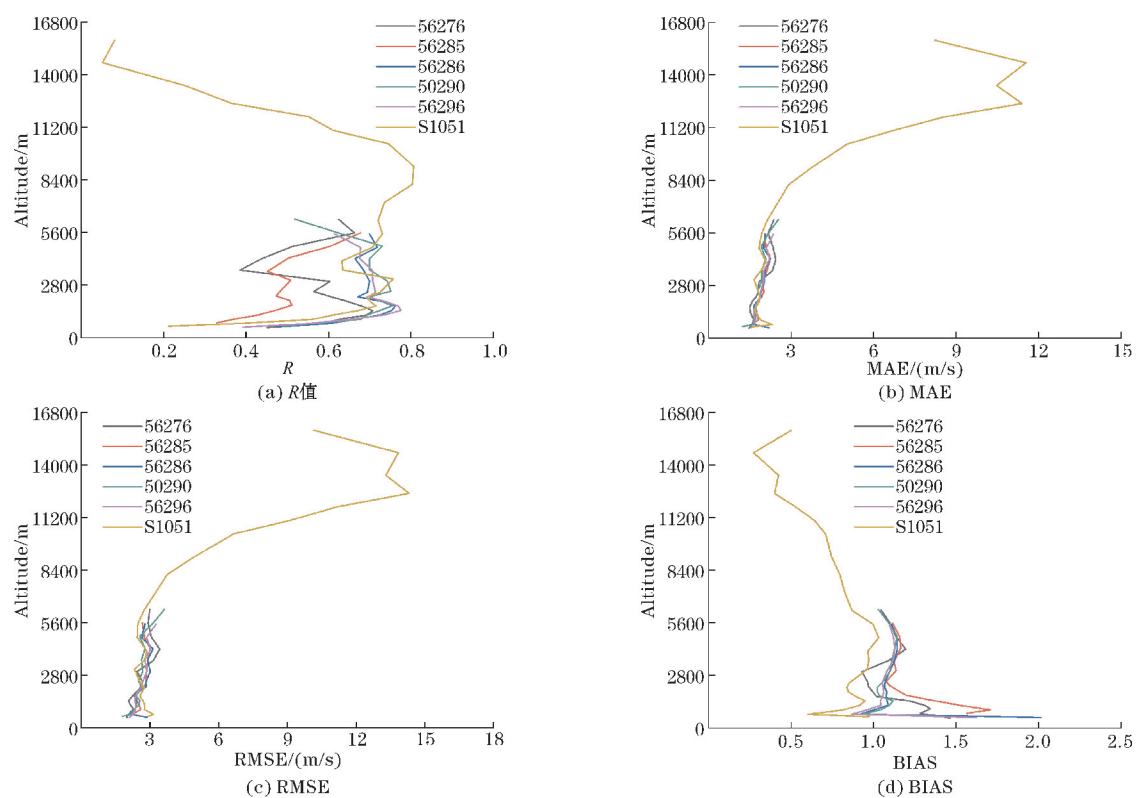


图2 不同高度层在风速上的对比

### 2.2.2 风向廓线

如图3所示,在风向观测方面,站点56276的 $R$ 值随海拔升高先增大再减小再增大再减小,最后增大的波动模式。在100 m高度, $R$ 值达到最大,而在近地面处, $R$ 值最小。具体来说,在海拔1000 m以下, $R$ 值随海拔升高而增大,达约0.45的峰值。在1000~2500 m高度, $R$ 值下降至0.2,随着海拔的进一步升高,在6000 m的位置恢复至约0.3。结果表明,站点56276在约1000 m的高度上,风廓线雷达数据的风向观测性能明显优于近地面和高层。此外,MAE和RMSE整体上随着海拔的升高而先减小后增大,这表明风廓线雷达在风向观测方面的误差随海拔升高而增大。最后,观

察到BIAS全都小于1,这表明雷达数据整体上低估了风向。在中层,平均比偏差接近1,而在高层和近地面,偏离较大, BIAS 约为0.85。总体而言,这部雷达在约1000 m的高度处风向观测数据质量较好,而在近地面和高层较差。其余站点数据质量与站点56276相似,在中层质量较好,在其余海拔较差。

## 2.3 误差因素分析

对选取的6部分布于不同地区的风廓线雷达进行误差对比分析,探讨不同高度层的误差。结果显示,ERA5再分析资料数据与风廓线雷达OBS数据存在一定误差。

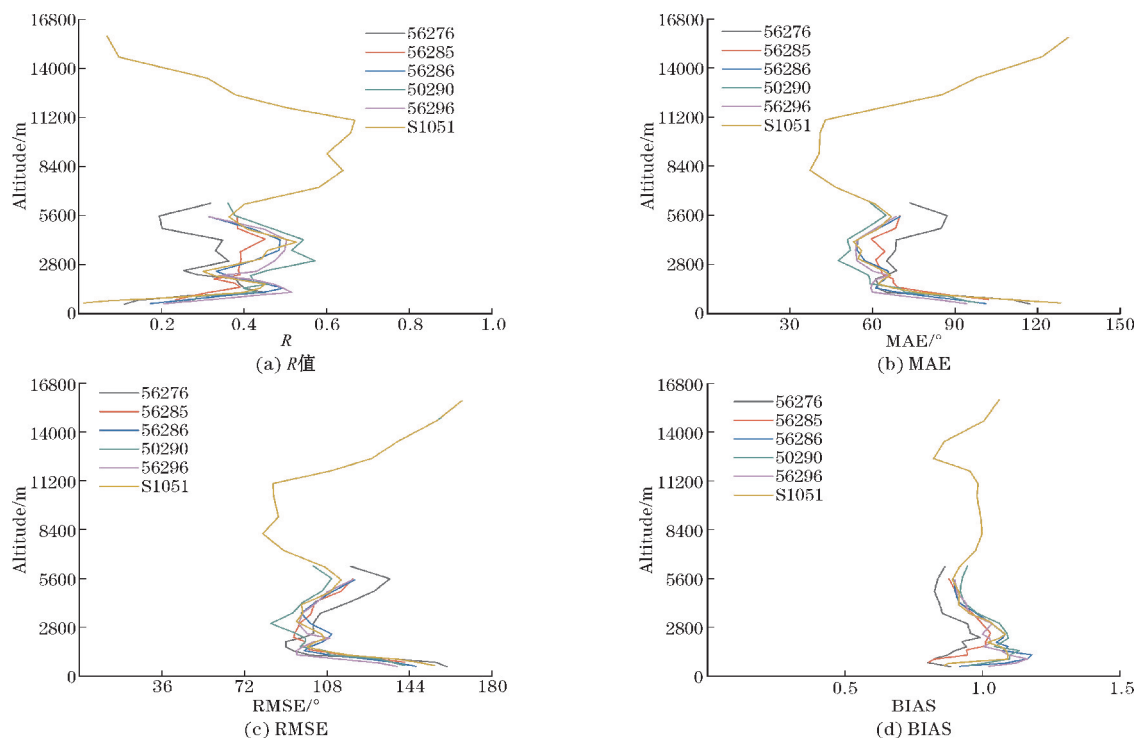


图3 不同高度层在风向上的对比

2.3.1 水平风分量

将6部风廓线雷达的风速和风向数据转换为  $U$  分量和  $V$  分量,转换公式如下:

$$U = -WS \cdot \sin(WD \cdot \frac{\pi}{180}) \tag{9}$$

$$V = -WS \cdot \cos(WD \cdot \frac{\pi}{180}) \tag{10}$$

将每部风廓线雷达在同一高度层的  $U$  分量和  $V$  分量分别求平均,以获取6部风廓线雷达在不同高度层的平均  $U$  分量和  $V$  分量随海拔高度的变化趋势。

如图4(a)所示,站点56276的  $V$  分量随海拔升高略有降低,但变化较小,所有高度层的  $V$  分量均未超过0.7 m/s。然而,  $U$  分量的海拔升高趋势波动较大,

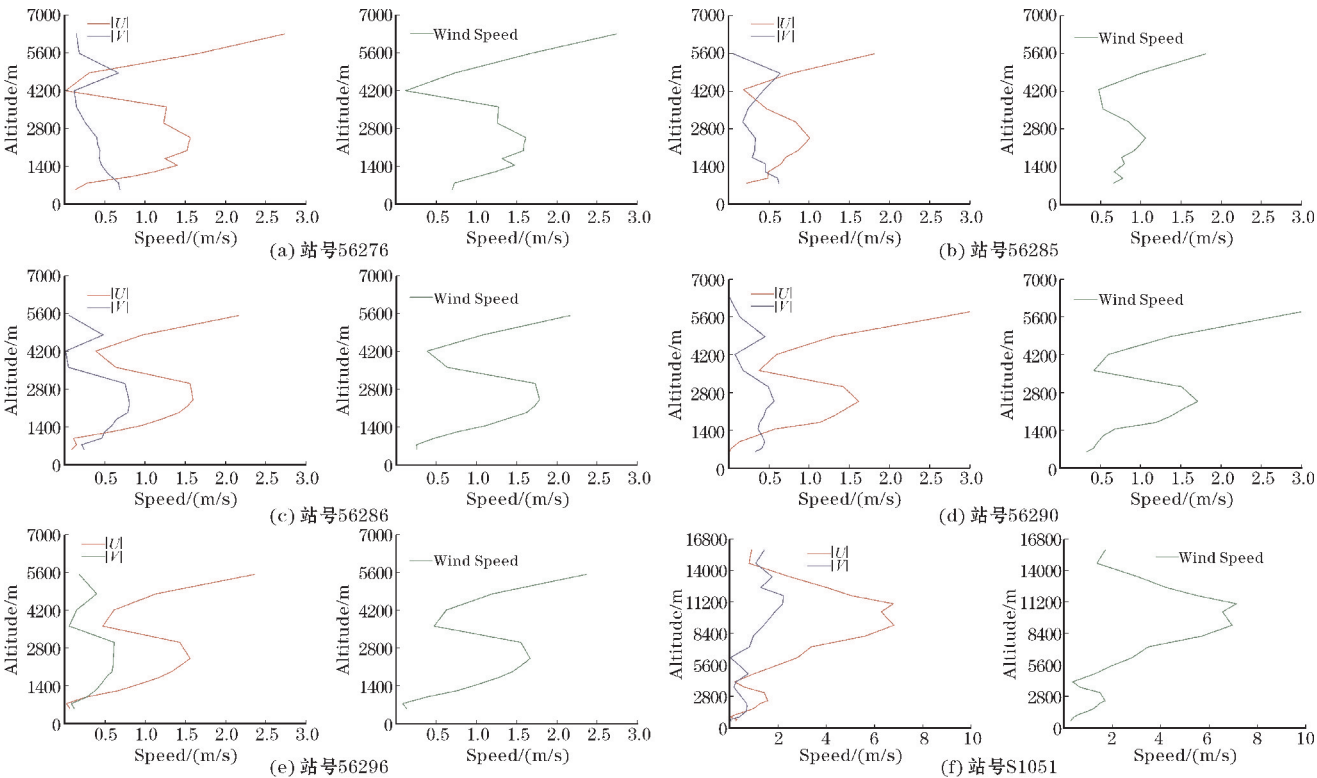


图4 各站号不同高度层水平风分量对比

特别是在 2000 m 以下,  $U$  分量从 0.2 m/s 迅速增至 1.5 m/s, 在 2200 m 中迅速降至 0 m/s, 在 4200 ~ 7000 m 迅速增至 2.7 m/s。观察风速和风向随海拔的变化趋势, 发现在 2000 m 以下, 风速从 0.7 m/s 迅速增至 1.7 m/s。然后, 在 2000 ~ 4200 m, 风速迅速降至 0.2 m/s, 最后在 4200 ~ 7000 m 又迅速增至约 2.8 m/s。分析发现, 风速随海拔的变化趋势与  $U$  分量随海拔的变化趋势相吻合, 这一现象在其他站点的数据中也有体现。

如图 4 所示, 6 部风廓线雷达的风速趋势整体与  $U$  分量趋势相似, 且  $V$  分量的值相较于  $U$  分量总体处在较小的数值范围内。表明 6 部风廓线雷达探测的风速的误差主要由  $U$  分量决定。这是本文研究的一个重要发现, 有助于更准确地理解和解释成都市内风廓线雷达风速测量误差可能的源头及因素。

2.3.2 风速大小和风向

为探讨风廓线雷达对不同风速和风向区间的探测

性能。依据 ERA5 数据, 将匹配后的数据集细分为不同的风速和风向区间, 然后对每个区间的数据进行误差分析。

如图 5 所示, 将 ERA5 的风速数据按照 5m/s 的区间长度进行划分, 得到 9 个不同的区间。其中, S1051 站点的风速探测区间为 0 ~ 45 m/s, 其余 5 个站点的风速探测区间均在 0 ~ 30 m/s。随着风速的增加,  $R$  值先增后减, 其峰值出现在 5 ~ 10 m/s。除 S1051 站点外, 其余站点的  $R$  值峰值均为 0.4 左右, 而 S1051 站点的峰值约为 0.3。MAE 和 RMSE 随风速增加而增大, 其中 S1051 站点的 MAE 最大值为 18 m/s, RMSE 约为 22 m/s, 其余站点的 MAE 和 RMSE 均分别在 8 m/s 和 10 m/s 以下。BIAS 随风速增加而缓慢下降, S1051 站点在 0 ~ 5 m/s 的 BIAS 约为 1, 其余站点在 5 ~ 10 m/s 的 BIAS 约为 1。整体来看在 5 ~ 10 m/s 这个区间风廓线雷达的探测性能明显优于其余区间。

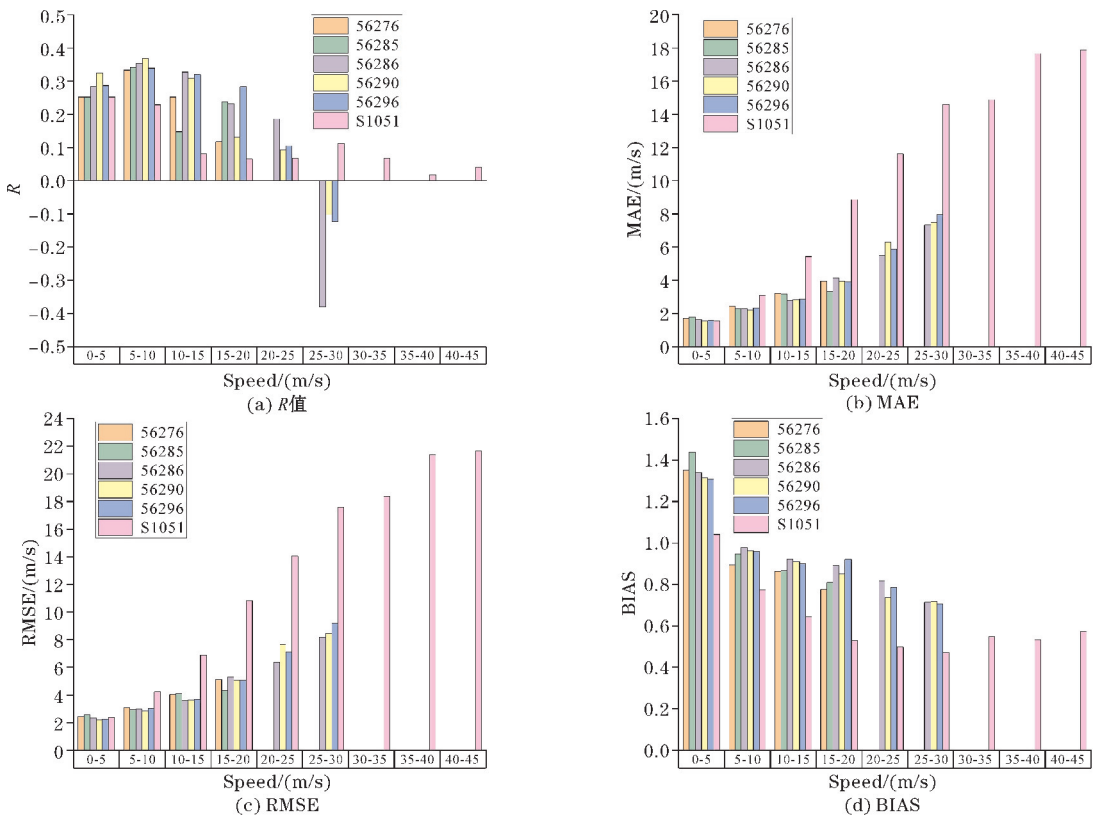


图 5 不同风速分区对比

如图 6 所示, 按照 45°的区间长度对 ERA5 风向数据进行划分, 共分为 8 个区间。研究发现,  $R$  值随风向的增加呈先增后减的趋势, 180° ~ 225°达到顶峰约 0.2, 而在 0° ~ 45°和 315° ~ 360°,  $R$  值均在 -0.15 左右。MAE 和 RMSE 在 0° ~ 225°缓慢下降, 然后在 225° ~ 360°快速增加。在 180° ~ 225°, MAE 和 RMSE

达到最小值, 分别约为 50°和 75°。BIAS 则随着风向区间的增加而逐渐下降, 0° ~ 45°到 45° ~ 90°的下降最为显著, 之后的下降趋势变缓, 在 180° ~ 225°处约为 1。总体来看, 风廓线雷达在 180° ~ 225°的探测性能明显优于其他区间。

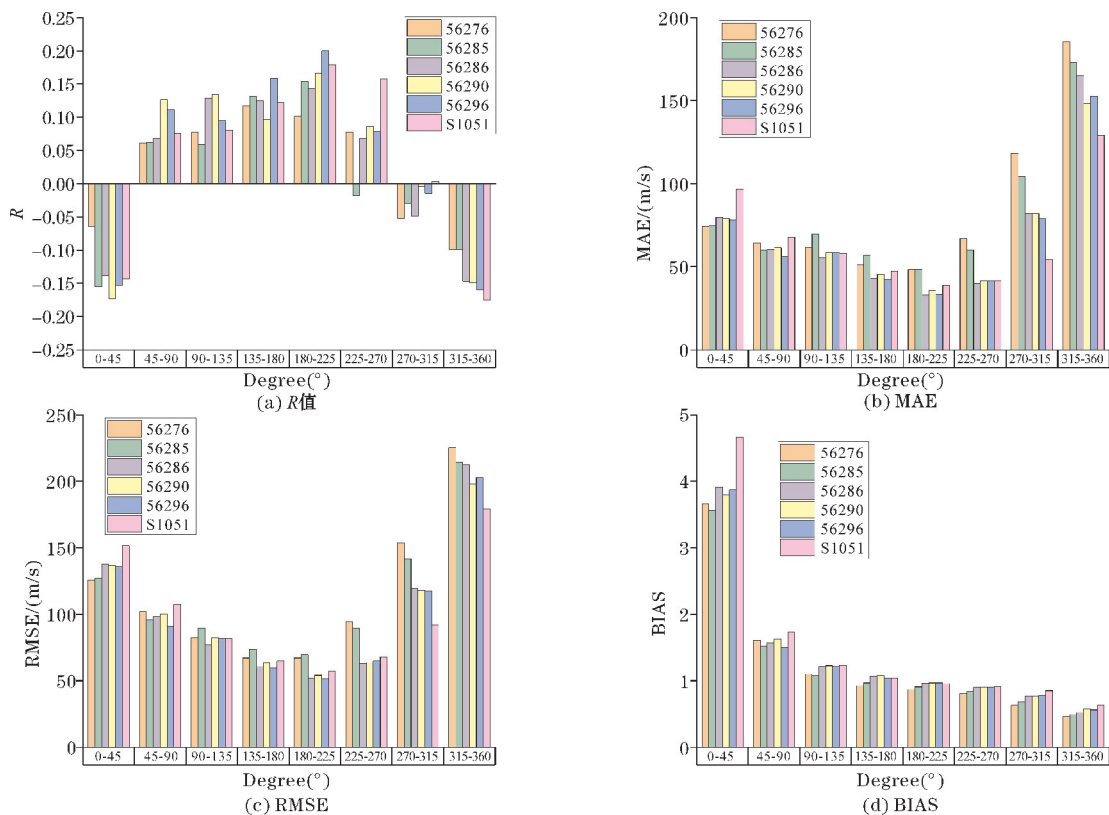


图6 不同风向分区对比

### 3 结论

基于 ERA5 再分析资料对成都市 6 部风廓线雷达在 2022 年和 2023 年夏季的 OOBs 产品进行评估,评估指标为两者总数据和不同高度层数据的相关程度、偏差程度和偏离程度,得出以下结论:

(1) 风廓线雷达在探测风速方面的精确度,误差和偏离程度整体比探测风向方面上性能更优。6 部风廓线雷达在风速方面  $R$  值的在  $0.58 \sim 0.73$ ,在风向方面在  $0.34 \sim 0.47$ 。

(2) 不论是在风速还是风向的测量上,雷达在中层的数据质量表现出色,然而在高层和近地面的表现相对较弱。具体来说,站号 S1051 的雷达在风速测量上,其探测海拔在  $800 \sim 16000$  m,而最佳性能的海拔在  $8000 \sim 9000$  m。相比之下,其余的雷达探测海拔均在  $7000$  m 以下,且在  $1000 \sim 2000$  m 表现最佳。在风向测量上,S1051 在  $5000 \sim 8000$  m 表现优异,而其余 5 部雷达在  $2500 \sim 4000$  m 表现最佳。

(3) 风廓线雷达在探测风速数值方面整体要大于 ERA5 数据,在探测风向数值方面整体要低于 ERA5 数据。在不同的高度上,近地面和高层偏离程度较大,在中层偏离程度较小。

(4) 风廓线雷达 OOBs 数据中,风速和风向主要

受到  $U$  分量风速的影响。这些数据与 ERA5 再分析资料的数据差距也主要受  $U$  分量风速的影响。

(5) 风廓线雷达在  $5 \sim 10$  m/s 和  $180^\circ \sim 225^\circ$  的探测性能明显优于其他区间。

### 参考文献:

- [1] Millstein D, Bolinger M, Wiser R. What can surface wind observations tell us about interannual variation in wind energy output? [J]. Wind Energy, 2022, 25: 1142-1150.
- [2] 曹可劲, 崔国恒, 朱银兵. 超声波风速仪理论建模与分析[J]. 声学及电子工程, 2010(1): 4.
- [3] 唐盘良. 超声风速风向仪设计[D]. 成都: 电子科技大学, 2016.
- [4] 胡明宝, 李妙英. 风廓线雷达的发展与现状[J]. 气象科学, 2010, 30(5): 724-729.
- [5] 董丽萍, 吴蕾, 王令. 风廓线雷达组网资料初步对比分析[C]. 中国气象学会年会, 2014.
- [6] 周旭辉. 风廓线雷达功率谱密度数据处理算法研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2011.
- [7] 刘思佳, 卢萍, 刘金卿, 等. 名山站探空资料与风廓线雷达资料的对比分析[J]. 高原山地气象研究, 2021, 41(3): 127-135.

[ 8 ] 裴丽丝,邱崇践. 多普勒雷达 VAD 风廓线资料的质量评估[ J]. 热带气象学报,2013,29(4): 597–606.

[ 9 ] B J O A. ERA5: The new champion of wind power modelling? [ J]. Renewable Energy, 2018, 126: 322–331.

[ 10 ] Brune S, Keller J, Wahl S. Evaluation of wind speed estimates in reanalyses for wind energy applications [ J]. Copernicus GmbH, 2021, 18: 115–126.

[ 11 ] Fan W, Liu Y, Chappell A, et al. Evaluation of Global Reanalysis Land Surface Wind Speed Trends to Support Wind Energy Development Using In Situ Observations [ J]. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 2020, 60(1): 33–50.

[ 12 ] 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): 6.

[ 13 ] Deng X, He D, Zhang G, et al. Comparison of horizontal wind observed by wind profiler radars with ERA5 reanalysis data in Anhui, China [ J]. Theoretical and Applied Climatology, 2022, 150(3): 1745–1760.

Quality Assessment of Hourly Wind Field Data from Wind Profiling Radar in Chengdu Area based on ERA5 Reanalysis Data

LI Shiqian<sup>1,2</sup>, TANG Shunxian<sup>1,2</sup>, LI Rui<sup>1</sup>, CHEN Yusheng<sup>3</sup>, JING Haoran<sup>1,4</sup>, ZENG Zhengmao<sup>1,5</sup>

(1. College of Meteorological Observation, Chengdu University of Information Technology / Key Laboratory of Atmosphere Sounding, China Meteorological Administration, Chengdu 610225, China; 2. Heavy Rain and Drought-Flood Disasters in Plateau and Basin Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu, 610072, China; 3. CSSC Marine Technology Co., Ltd., Beijing, 100070, China; 4. Sichuan Meteorological Observation and Data Center, Chengdu 610072, China; 5. Fujian Meteorological Information Center, Fuzhou 350001, China)

**Abstract:** This study conducted an analysis and evaluation of the data quality of six wind profile radars of two types in Chengdu city in the summers of 2022 and 2023, based on the ERA5 reanalysis data. The results show that the ability of wind profiling radar in the Chengdu area to accurately measure wind speed exceeds that of wind direction, with the wind speed data measured by wind profiling radar generally larger than the ERA5 data, and the wind direction data smaller. Secondly, whether it is wind speed or wind direction, the accuracy of the data detected at mid-altitude is higher with less error. However, the performance is slightly inadequate for measurements at high altitudes and near the ground. In addition, wind profiling radar performs well in detecting wind speed in the 5–10 m/s range and wind direction in the 180°–225° range. Further analysis found that wind speeds are mainly affected by the *U*-component wind speed, and errors are mainly caused by this. The conclusions of this paper are beneficial for correctly assessing the quality of wind profiling radar data, deeply tracing the sources of errors in wind speed and direction measurements, and further expanding the application of wind profiling radar data in the field of scientific research, all of which are of great significance.

**Keywords:** wind profiling radar; ERA5; quality evaluation