

文章编号: 2096-1618(2022)03-0259-07

激光测风雷达径向风速的质量控制方法

郝博胜¹, 高霞², 周晔², 王海江¹

(1. 成都信息工程大学, 四川 成都 610225; 2. 中国航空工业集团公司雷华电子技术研究所, 江苏 无锡 214000)

摘要:激光测风雷达是近年来常用的大气探测设备,具有良好的性能,在风场反演方面的应用表现较为出色。然而,大气中有干扰激光探测的成分,激光测风雷达也不可避免地会产生相应的噪声。为减小这些干扰带来的数据误差,选取一种可以对激光测风雷达径向风速进行质量控制的方法。研究表明:通过对激光测风雷达径向风速的逐级质控,在多种干扰因素影响下的径向风速数据的质量会大大增强可信度;质控后的径向风速也更适合实现风场反演算法,在数据质量的层次上为二次产品的开发打下良好的基础。

关键词:激光测风雷达;质量控制;径向风速;二维风速插值

中图分类号:TN959.4

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2022.03.004

0 引言

激光测风雷达以气溶胶和空气分子为目标,通过发射激光脉冲到大气中,得到径向多普勒速度等多种数据。可用于机场的风切变情况预警,保障飞机在机场附近飞行计划的安全;可用于风力发电风场的风速测量,使风力发电机能够在更合适的地点和模式工作;可用于船载、机载,使航行时的轮船或飞机能够及时得到大风预警或突然遇到的风切变状况。由于激光探测本身性能良好的优势,激光测风雷达在测量距离、分辨率、精度上具有卓越的表现。甚至在军事武器或星载的情况下,仍旧会选用这种高精度的测风雷达。因此,在灾害预警、风力发电、飞行安全、海域风速预警等方面,激光测风雷达发挥着极为重要的作用。

随着首部民用激光测风雷达 2002 年 6 月在香港国际机场的正式使用^[1],激光雷达在测风方面开启了民用新纪元。由此,很多国家都开始了相关数据质量控制的研究。国外通常通过激光雷达组网的方法来进行相关的质控^[2]。2004 年,Matthias V 等^[3-4]对该监测网中的 11 个欧洲国家的共计 19 个气溶胶激光雷达系统进行了比较,每次至少对两个激光雷达系统同时测量得到的气溶胶消光或后向散射系数分布进行比较。Habib A 等^[5-6]对用于气溶胶消光、后向散射和激光雷达比计算的拉曼激光雷达算法进行了研究,对激光雷达监测网络中的 11 台激光雷达对用于从拉曼激光雷达信号计算气溶胶消光和反向散射的算法进行了相互比较,从而完善了雷达网质量的控制体系。国内激光测风雷达的质量控制做得比较少,并且大多是在

激光测风雷达形成数据之前的质量控制,成本会大大增加,并且质控后的相关数据并不能直接用于风场的反演。王师等^[7]根据机载激光测风雷达的数据特点,通过 GPS 差分解、点云数据分类、坐标转换、影像连接点等的质量控制实现对机载激光测风雷达数据质控。朱毅等^[8]基于激光雷达系统的核心指标对激光收发装置、激光器、信号处理装置等方面进行了相关的质量控制。基于激光测风雷达风速数据直接进行质量控制的只有王贵宁等^[9]结合 VAD 反演方法,针对相对干测风激光雷达数据在径向风速反演为水平风速时做到了拟合精度的大幅度提升,最终实现了对风速数据的整套质控方法。

基于现有的方法,本文进行了一定的改进,提出激光测风雷达径向风速数据的质量控制完整流程。此算法以激光测风雷达的基数据为基础,首先读取径向风速的原始数据;其次基于激光测风雷达系统产生异常数据的原因进行载噪比的分析,从而去除这些雷达系统本身和一些人为因素产生的异常值;之后,通过数据残差比较、无效值检测等算法分别对中低的高度层数据进行质量控制;然后,通过扫描区间数据有效性检测的算法去除因零星分布而不可用的正常数据;最后,通过一种改进的双线性插值法对去除的异常数据的位置进行插值,得到准确度高、分布集中的径向风速数据,为之后的多种反演方法提供了良好的数据基础。

1 资料与方法

1.1 资料

使用的激光测风雷达观测资料是由法国航空航天

研究院旗下公司研制的 WINDCUBE 系列激光测风雷达,可提供最多 14 km 范围的风场信息。WINDCUBE 系列的多普勒长距离测风激光雷达系统利用激光回波信号可以获得时连续测量三维垂直风廓线、风速、风向等信息。激光雷达系统通过发射激光信号至大气中实现远程测量,通过测量空气中颗粒物后向散射回波信号的多普勒变换可以反演风速、风向信息,获得高时空分辨率、高精度的实时风场数据。WINDCUBE 系列激光测风雷达已推出 3 款三维扫描型长距离多普勒测风系统。其有效风速的最大观测范围为 100 ~ 14000 m,空间分辨率为 25 ~ 200 m 的多个选项,积分时间为 1 ~ 8 s。其有效距离和多种因素有关,包括积分时间、能见度、气溶胶类型、空气湍流和激光雷达配置。3 种型号都具有以下扫描模式:PPI(恒定俯仰角模式),RHI(恒定方位角模式),DBS(垂直廓线),LOS(固定位置连续观测)。基于已知的应用经验,激光雷达测量数据质量主要取决于测量时的大气条件(气溶胶含量等),WINDCUBE 系列激光雷达的数据过滤为业务化运行设计,指标趋严格,对采集数据的有效性和测量距离产生一定影响。由于激光测风雷达随高度的增长得到的回波数据精确度会降低,因此本文主要选用 14000 m 以下高度的径向速度方面的数据进行相关研究。

数据来自甘肃地区 2020 年 7 月、8 月 WINDCUBE 400 s 的径向风速数据,扫描方式选择 PPI,完成一次扫描的时间为 1 min。若按照激光雷达的探测方式来分类,由于本型号的激光测风雷达在 10000 m 以上仍然具有一定的数据准确性,得到的回波数据的精确度仍旧有一定的参考价值,因此本文主要选用 14000 m 以下高度的径向速度的数据进行相关研究。

1.2 质控方法

在处理激光测风雷达数据时,一般只需要根据该雷达附带的说明手册来解码相应的径向风速数据,从而进一步了解和计算速度的相关参数。在实际操作中,大多需要对既定的径向风速的数据进行多次质量控制,才能获得更加可靠精确的数据。相关的质量控制过程如图 1 所示。

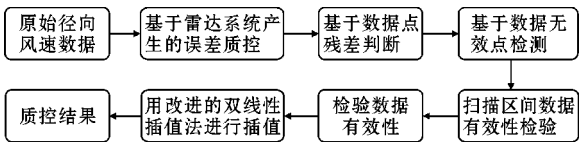


图 1 激光测风雷达径向风速数据质量控制流程

1.2.1 雷达系统产生的误差质控

相干激光测风雷达探测到的信号包含有用的回波信号和具有干扰性的噪声信号,因此,相应的多普勒频移测量精度一定程度上取决于回波信号与噪声的比值。对于该激光雷达相关系统性能的定义和原始数据的处理来说,接收到的回波信号和其噪声的载噪比(carrier noise ratio, CNR)是非常重要的参考指标^[10]。雷达发射的激光在传输时,由于大气粒子对其衰减的影响,雷达接收的回波信号载噪比随高度的增高而变小,载噪比不只反映了雷达系统的抗噪能力和探测能力,还影响了测风数据的反演准确性。在原始信号的处理时,为去除背景噪声,应先将快速傅里叶变换(FFT)的谱数据平均,从而提高原始的回波信号载噪比^[11]。然而,电路中的本振光、暗电流和光信号中的散粒噪声仍旧会影响风速的反演精度,因此,在数据处理过程中,去除因载噪比较低而产生的虚假风速的信号是对数据进行质量控制的关键步骤。其解决方法是设置载噪比较低的阈值。当计算出的载噪比低于设定的阈值时,认为该信号不是此时的真实风速信号,则去除这些信号。但是当载噪比太高时,这些信号仍被认为不是真实的信号,此时激光束受到人为干扰或硬靶,导致载噪比数据过大^[12]。对此,可设置载噪比阈值上限。当计算出的载噪比大于设置的阈值时,这些信号也被去除,以保证最终得到的信号的有效性。

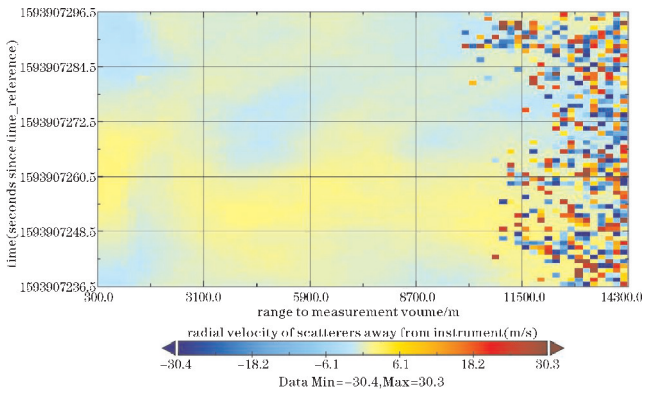


图 2 径向风速原始数据

1.2.2 数据点残差比较

在数学中残差的定义一般为观测值和回归方程的预测值的差,用参数 e 表示。其中残差 e 服从正态分布 $N(a, \sigma)^2$, 其中 a 为常数,一般为 0。数据点残差是观测数据和预测数据偏差的良好反映。在数据点的残差分析中,本文将数据点的预测值与数据点残差在拟合曲线同一方位处的实际测量值的差值称为风速残差,为

$$e_i = V_p(\Phi_i) - V_o(\Phi_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

式中: $V_o(\Phi_i)$ 为各个方位角 Φ 的径向风速实际观测值; $V_p(\Phi_i)$ 为其风速拟合值。

残差标准差和残差的比值被称作标准化残差, 表示为 ZER, 而标准化残差会使残差具有一定的可比性。标准化残差为

$$\text{ZER}_i = \frac{V_p(\Phi_i) - V_o(\Phi_i)}{\sigma}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

式中的 σ 为残差的标准偏差。ZER 满足标准正态分布 $N(0,1)$ 。如果某个实验点标准化残差落在 $(-2,2)$ 外, 则可有 95% 的置信度把它判为异常的实验点, 从而不参加回归线的拟合。试验点标准化残差落在 $(-2,2)$ 外的概率 ≤ 0.05 。

在此质控方法中, 可以使用该残差方法检测异常数值。如果一个数据点的值和其他多数据点的值的趋势不吻合, 那么这个点的值就很有可能是异常值, 往往该点的标准化残差也较大, 可以认为是异常点。通常, 当某观测值的标准化残差的绝对值 ≥ 2 时, 则可将它视为异常值。

1.2.3 数据无效点检测

与数据残差相似的一种判定算法被称为无效点检测方法, 这就是数据的实际值与其平均值的差的绝对值和 RMS 的 3 倍的关系。找出风速无效点, 数据是否小于 3 倍方差判断, 公式为

$$\text{abs}(V_{\text{real}} - V_{\text{avg}}) < 3 \cdot \text{RMS} \quad (3)$$

式中,

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [V_i(\theta) - V'_i(\theta)]^2} \quad (4)$$

从效果上讲, 相比于数据残差的方法, 无效点检测的效果在 9000 ~ 12000 m 高度上的状况会更合适一些, 而在 9000 m 以下高度, 其准确度就和上一个算法差了不少。因此, 在实际操作中, 只在 9000 m 以上的高度使用无效点检测。

1.2.4 扫描区间数据有效性

经过质控操作后, 处理径向风速数据在不同的区间会呈现 3 种状况: 区间内的数据完全被保留; 区间内的数据大多被认为是无效值而去除; 区间内保留了较多的数据。显然前两种状况可以直接判断为保留或移除, 而对于第三种状况是否需要保留, 就需要做进一步的判断。因此在这里定义一个判断是否保留相关区间数据的方法——区间数据有效性。该方法主要判断以下两个参数: 区间覆盖角度、区间有效数据的点数。这两个参数直接关系到如何判断该区间数据的有效性, 为之后进一步进行质量控制奠定良好的基础。

理论上讲, 在判断径向风速数据的某个区间是否有效时, 不能只看单个数据点是否异常, 而是要看这个区间中的整体数据质量。经研究, 若当前数据没有误差, 其数据覆盖方位角 $> 80^\circ$ 即可得到精确的径向风场^[13]。然而在实际情况中, 数据的偏差往往是客观存在的, Yamada 等^[13]在数值模拟实验后得出结论: 当存在风速随机误差为 1 m/s 时, 其数据覆盖的方位角就需要 $> 130^\circ$ 才能精确拟合得到风场。当风场情况有局部非线性变化时, 数据的方位角就需要达到 160° ^[14]。在实际操作过程中, 对多次的激光测风雷达的实测数据进行观察和统计分析后, 和上述结论的情况相似, 因而在质量控制的过程中, 角度覆盖 $< 160^\circ$ 时, 该标准认为此组数据精确度不够, 从而被移除。因此, 将 360° 的方位角平均分为 6 个区间, 并把风速数据按方位角放入这 6 个区间, 使得每个区间数据点的数值不少于 7。图 3 的小方位角上进行了该方法质控。

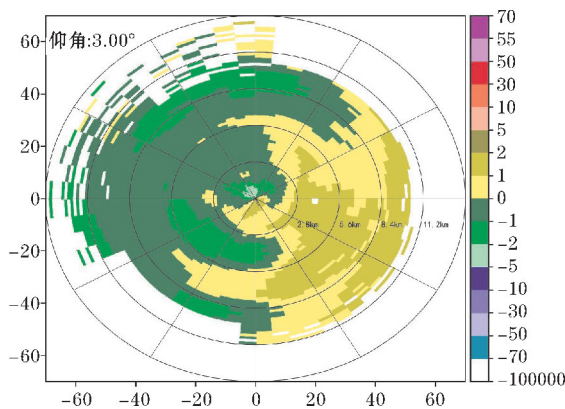


图 3 小方位角部分实现扫描区间数据有效性处理后的结果

1.2.5 数据有效性

在经过质量控制后, 虽然数据整体效果比较好, 没有数据奇异值, 但是被质控后的数据相对于原始数据的占比下降太多, 这种情况下的风速数据质量控制就过度了, 反而达不到需要的效果。因此, 数据有效性的定义是经过质量控制后的数据量占原始数据点数的比值, 数据有效性要保证原始数据的保留程度不能太低。一般情况下, 数据有效性应当是经过质量控制后至少有原始数据的 80%。

1.2.6 插值: 改进的双线性插值法

在二维气象雷达图像的插值方法中, 最常见的是最近邻居法和双线性插值法^[14]。最近邻居法一般是指让该数值等价于最近的一个数值(比如选径向上的前一个或方位角上最近的一个), 但因其算法不够复杂, 效果往往不太好, 只可以在特定情况下作为补充方法来用。

双线性插值法是用周围的点做加权取平均, 具体

来讲就是在两个方向分别根据距离长短进行一次加权的线性插值,其原理如图4所示。

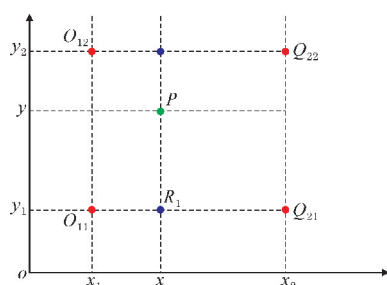


图4 双线性插值法的基本原理

假设对于目标图像的某个数据点设为 (x', y') ,映射到原始数据图像中为 (x, y) ,设为 P 点。对于 P 点,距离最近的4个数据点分别为 $Q_{11}=(x_1, y_1)$ 、 $Q_{21}=(x_2, y_1)$ 、 $Q_{12}=(x_1, y_2)$ 、 $Q_{22}=(x_2, y_2)$ 。首先在 X 方向分别进行两次插值,然后 Y 方向也进行插值。 X 方向的插值:

$$\begin{aligned} f(R_1) &\approx \frac{x_2-x}{x_2-x_1}f(Q_{11}) + \frac{x-x_1}{x_2-x_1}f(Q_{21}) \\ f(R_2) &\approx \frac{x_2-x}{x_2-x_1}f(Q_{12}) + \frac{x-x_1}{x_2-x_1}f(Q_{22}) \end{aligned} \quad (5)$$

同理, Y 方向的插值:

$$f(P) \approx \frac{y_2-y}{y_2-y_1}f(R_1) + \frac{y-y_1}{y_2-y_1}f(R_2) \quad (6)$$

进一步化简得

$$\begin{aligned} f(x, y) = f(P) &\approx \frac{1}{(x_2-x_1)(y_2-y_1)} [f(Q_{11})(x_2-x)(y_2-y) + \\ &f(Q_{21})(x-x_1)(y_2-y) + f(Q_{12})(x_2-x)(y-y_1) + \\ &f(Q_{22})(x-x_1)(y-y_1)] \end{aligned} \quad (7)$$

基于实际情况, Q 周围最近的4个点的距离差为一个距离值,还可化简为

$$\begin{aligned} f(x, y) = f(P) &\approx [f(Q_{11})(x_2-x)(y_2-y) + f(Q_{21})(x-x_1)(y_2-y) + \\ &f(Q_{12})(x_2-x)(y-y_1) + f(Q_{22})(x-x_1)(y-y_1)] \end{aligned} \quad (8)$$

对于当前的雷达图像上已经被去除的径向风速值,主要分为三类:第一类是9000 m以下高度层上零星存在的被去除值,其周围大多没有被去除的异常数值,因此有大量可利用的周围数值来进行插值;第二类是12000 m以上高度层的值,这些已经不可用了,可以直接放弃进一步质控;第三类是9000~12000 m高度层的值,它介于第一类和第二类之间,可以用插值法进行一定程度优化,但其周围不一定有很多正常数值,因此有大量可利用的周围数值进行插值。

对于第一类和第三类的异常数值分别用不同的方

法进行插值。第一类可以直接用较准确的双线性插值法,得到较为准确的插值结果。第三类周围存在较多的已经被去除的异常数值,用双线性插值法的效果会大大下降,因此可以使用最近邻居法。又由于径向上的两个和方位角上的两个相邻值的可靠性最高的是径向上内部的数值,其次是方位角上的两个相邻值,因此优先使其等于径向上内部的相邻值;如果径向上内部的相邻值是异常值,则取方位角上的两个相邻值中的非异常数值的一个。

基于实际的需要插值的数据点及其周围的性质规律,进行算法的优化:周围临近点不存在异常值的点,使用双线性插值;周围临近点存在异常值的点,使用最近邻居法。

2 质量控制结果分析

2.1 实验及系统概况

根据前面的质量控制方法,使用 WINDCUBE-400S 激光测风雷达,对2020年7月5日00:00 UTC位于甘肃的站点的激光测风雷达基数据进行质量控制。扫描类型是PPI,仰角为 3° ,单次采集时间为1000 ms,完成1周完整的PPI扫描的运行时间约为60 s,距离分辨率为200 m,极小高度为400 m,极大高度为14400 m。方位角的分辨率为 6° ,同一高度上的径向数据有60个。其径向风速测量精度达到0.1 m/s或以内,这在众多测风雷达里是精确度很高的。

2.2 实验过程分析

首先将原始径向风速基数据解出来,并且生成相应的径向风速雷达图(图5)。其中暖色系和冷色系分别表示正的风速值和负的风速值。

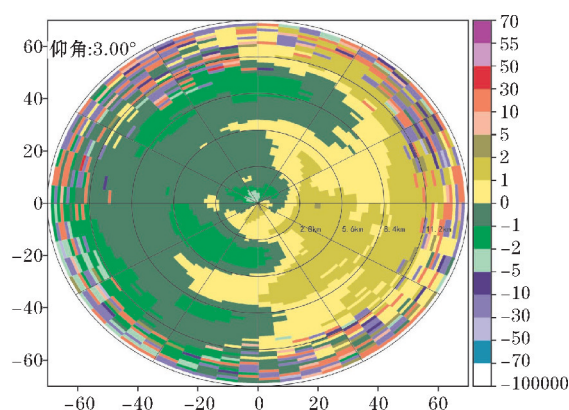
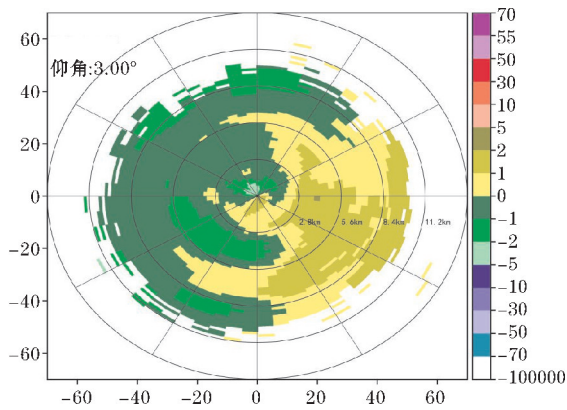


图5 原始径向风速数据

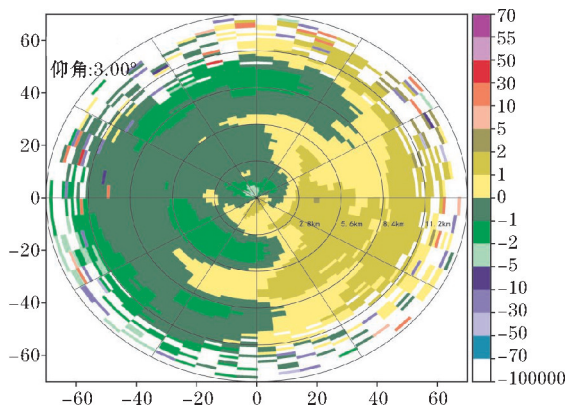
通过对图5的分析,可以根据高度把原始径向速

度数据的质量分为三个区间:第一个区间是9000 m以下,这里的数据连续性很高,很少出现异常数值;第二个区间是9000 ~ 12000 m,这里的基数据存在一定量的误差,但误差量没达到多得无法应用的状况;第三个区间就是12000 m以上的部分,虽然可以观测到少量的正常的径向风速及数据,但是这一高度区间里的正常数据的比例已经极少了,显然这部分数据无法被大量应用。因此在对径向风速进行相关质控的时候,着重对第二个高度区间的数据进行处理。

在得到原始的径向风速基数据后,第一步是对其进行基于雷达系统产生的误差的质量控制。具体来讲就是对载噪比设置上下阈值,如图 6 所示。可以看出其阈值设置比较小的情况下,几乎所有的异常数据被去除,但也会将大量可以进行质控的数据去除。相反如果是阈值上下限设置得很大,那么会保留较多的异常数据,但将更多的可进行质量控制的数据保留下来。考虑到本文并不需要用这种方法一步到位,本着尽量多保留原始数据的原则,将载噪比的上下限阈值设置得宽松一些,从而在异常数据去除的情况下,保留更多的可以进行质控的径向风速数据,使其更适合在接下来的质控中保留更多的可能性。



(a) 载噪比阈值设置较小



(b) 载噪比阈值设置较大

图 6 载噪比阈值设置

数据残差的算法是用具体的数据跟其周围基数据进行直接的趋势计算,从而找出其异常值的算法。可以看出通过这一步的质控,不仅能滤除上一步已经去除的异常数值,也能进一步去除一部分还未被处理的异常数值,如图 7 所示。

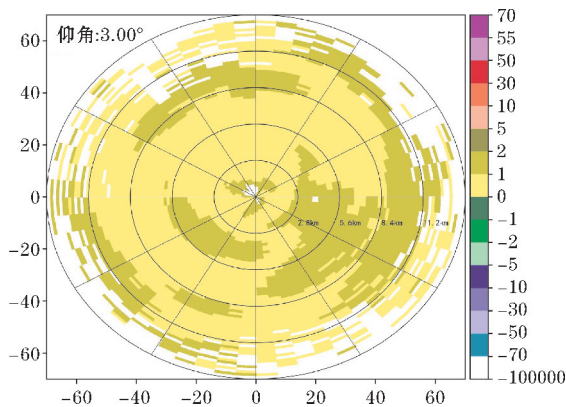


图 7 数据残差质控

对于无效点检验的算法来讲,由于与数据残差及周围基数据不同的对比数方式,能进一步去除一部分异常值,如图 8 所示。在90000 m高度以下,对于空中的飞鸟或飞机等飞行物较为敏感,从而会造成过度去除异常值的现象,因此此算法只应用于90000 m高度以上的径向风速检验中。

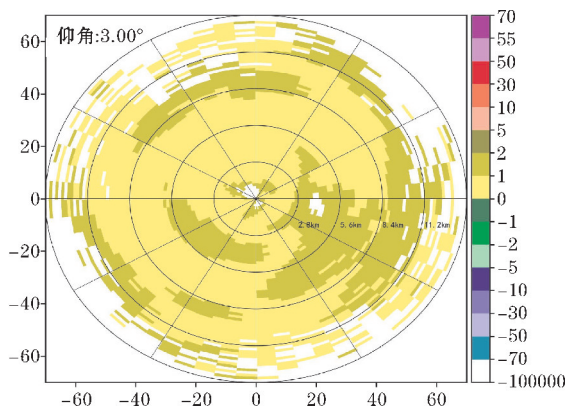


图 8 无效点检测质控

通过前面的步骤可以看出:第一个高度区间的数据基本被保留,第二个高度区间有的保留数据较多,有的保留数据较少。第三个高度区间的数据基本很少。因此在其进行扫描区间数据有效性检验的步骤中,主要是将数据量较少而没有研究价值的高度上的数据进行滤除(如第三个高度区间),并且将第二个高度区间在不同高度上是否能保留的数据做一个判断。

经过最后一个去除异常数值的步骤,剩余的数据还要保证有效率能够达到普遍认为的 80%。因此在前面的步骤中,每一次的质控标准都不宜过于严格。

最后可以看到在第一、二个高度层中,有一部分可

以填补数据,可通过改进的双线性插值的方式对它进行相应的数据优化。因此对于不同的状况分别进行不同的差值法会有更好的效果(图 9)。

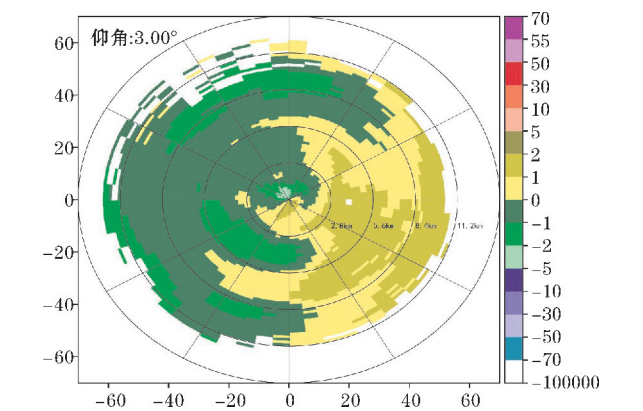


图 9 插值后的效果

总体来讲,质控的效果主要看两点:异常数据比例是否下降、正常数据分散程度是否变小。最终质控前后得到的径向风速数据分析见表 1,在较低的高度区间几乎无异常值的情况下进一步提升了数据质量。在中等高度区间的数据质量有所提升,并且数据分散程度较低,有利于基于径向风速的直接应用或者风场反演。在较高的高度区间比质控之前数据质量虽然提升不大,但其数据分散程度大幅度提升,因此比质控之前更有利用价值。总之,在进行了这一套流程后,激光测风雷达的径向风速数据质量有了较大的提升。

表 1 质控前后质量对比

	高度区间/m	异常值比例/%	数据分布分散程度
质控前	< 8800	0.16	低
	9000 ~ 11800	44.00	中等
	>12000	99.72	高
质控后	<8800	0.08	低
	9000 ~ 11800	31.11	高
	>12000	95.9	极高

3 结束语

详细介绍了激光测风雷达基数据质量控制的方法,主要基于基数据的径向风速特点,进行多种方法的质控,从而一定程度上去除激光雷达系统产生的误差,去除大气中的非气溶胶粒子的干扰误差,优化因较为分散分布而无参考价值的径向风速数据。最后通过改进的双线性插值法对其进行异常值的替代,得到更加准确的径向风速数据,从而为径向风速的直接应用、反

演以及水平风速提供更可靠的数据支持。
当前,世界正处于大力发展激光测风雷达测风技术的阶段,尤其是在基数据方面的质控方法还有很大的发展空间,未来将结合风场反演的方法来进行风场数据的质控,从而更加系统地完成整个质控流程。

参考文献:

[1] 李淑明,陈柏纬.多普勒激光雷达在香港国际机场的应用[C].2004 年中国气象局民用航空气象服务与技术交流会,2004.

[2] 郑朝阳.地基激光雷达网数据质量控制方法的研究[D].安徽:中国科学技术大学,2020.

[3] Matthais V, Freudenthaler V, Amodeo A, et al. Aerosol lidar intercomparison in the framework of the EARLINET project. 1. Instruments [J]. Appl opt,2004,43(4):961-976.

[4] Ansmann A, Papayannis A, Boselli A, et al. Aerosol lidar intercomparison in the framework of the EARLINET project. 2. Aerosol backscatter algorithms [J]. Applied Optics,2004,43(4):977-89.

[5] Habib A, Bang K I, Kersting AP, et al. Error budget of lidar systems and quality control of the derived data[J]. Pe & Rs Photogrammetric Engineering Remote Sensing,2015,75(9):1093-1108.

[6] Sicard M, Molero F, Guerrero-Rascado J L, et al. Aerosol Lidar Intercomparison in the Framework of SPALINET-The Spanish Lidar Network: Methodology and Results [J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing,2009,47(10):3547-3559.

[7] 王师,周晓翠.机载激光雷达数据处理质量控制与解决方案探讨[J].红水河,2012(3):5.

[8] 朱毅,许波,费松,等.激光雷达数据质量控制研究[J].气象科学,2018,38(5):7.

[9] 王贵宁,刘秉义,冯长中,等.相干测风激光雷达 VAD 风场反演的数据质量控制方法[J].红外与激光工程,2018,47(2):8.

[10] Christy J. Journal of atmospheric and oceanic technology [J]. Journal of Atmospheric & Oceanic Technology,1984,30(3):626-637.

[11] 王希涛.全光纤激光相干测速技术研究[D].青岛:中国海洋大学,2011.

[12] 贾晓东.1.55 μm 相干测风激光雷达样机的研制[D].安徽:中国科学技术大学,2015.

- [13] Yamada Y, Chong M. VAD-based determination of the Nyquist interval number of Doppler velocity aliasing without wind information [J]. Journal of the Meteorological Society of Japan, 1999, 77 (2): 447–457.
- [14] 黄敏. 连续相干激光测风雷达非线性 VAD 方法研究 [D]. 成都: 成都理工大学.
- [15] Zhang J, Wang S. An Automated 2D Multipass Doppler Radar Velocity Dealiasing Scheme [J]. Journal of atmospheric and oceanic technology, 2006, 23(9): 1239–1248.

The Quality Control for Radial Wind Velocity of LiDAR

HAO Bosheng¹, GAO Xia², ZHOU Ye², WANG Haijiang¹

(1. Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. Leihua Electronic Technology Research Institute of AV-IC, Wuxi 214000, China)

Abstract: In recent years, wind lidar is commonly used atmospheric detection equipment. Because of its good performance, it performs well in the application of wind field inversion. However, there are components in the atmosphere that interfere with laser detection, and the wind lidar itself will inevitably generate corresponding noise. In order to improve the data errors caused by these disturbances, a method for quality control of the radial wind speed of lidar wind measurement was selected. Generally, the research results show that: through the quality control of the radial wind speed of the wind lidar step by step, the data quality of the radial wind speed under the influence of various interference factors will greatly enhance the credibility; the radial wind speed after quality control is also improved. It is suitable for the realization of further wind field retrieval algorithm, which lays a good foundation for the development of secondary products at the level of data quality.

Keywords: wind lidar; quality control; radial wind speed; two-dimensional wind speed interpolation