

文章编号: 2096-1618(2019)06-0587-08

国产 DRSP 信号处理器随机相位编码技术 对比试验和效果验证

张伟¹, 王本君², 杨杰¹

(1. 成都锦江电子系统工程有限公司雷达系统研究所, 四川 成都 610051; 2. 空装驻成都地区某军代室, 四川 成都 610051)

摘要:信号处理器是天气雷达系统中数据采集和处理的重要部件,直接影响雷达对天气过程探测的准确性。为提高国产 DRSP 信号处理器输出的回波数据质量,成都锦江电子系统工程有限公司研发了随机相位编码功能。借助中国气象局在三亚天气雷达站开展的数据质量提升试验,通过设计合理的试验方法,验证了国产 DRSP 信号处理器的随机相位编码功能。结果表明:(1)国产 DRSP 信号处理器具有与 RVP900 相当基本数据处理功能;(2)国产 DRSP 信号处理器中随机相位编码功能有效消除二次回波及其造成的“马赛克”现象;(3)采用时效性较高的双重频模式,随机相位编码功能同样能达到较好的处理效果,提升回波数据质量;(4)该试验的设计准确客观,利于后续功能对比提供重要参考。经以上试验,有助于实现国产 DRSP 信号处理器对进口 RVP900 信号处理器的替换,并推进雷达关键部件的国产化进程。

关键词:信号处理器;随机相位编码;二次回波;国产化

中图分类号:TN959.4

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2019.06.005

0 引言

新一代多普勒天气雷达在业务运行中,常采用脉冲对(PPP)或快速傅里叶变换(FFT)进行多普勒参数处理。因此,在信号处理中存在一些问题,例如:距离模糊、径向速度模糊等。最大不模糊距离和最大不模糊速度的乘积为一个定值,所以其中一个增大会导致另一个减小,通常称为“多普勒两难”^[1-3]。雷达接收和处理的回波中,除有效的一次回波外,还有可能出现无效的二次(或多次)回波。二次回波混叠到一次回波上,造成回波强度数据出现“马赛克”现象,径向速度数据严重失真^[4]。二次回波没有叠加到一次回波上,单重复频率(简称:单重频)模式下,呈现带状的虚假回波;双重复频率(简称:双重频)模式下,呈现相邻径向回波强度强弱交替变换的条状回波,同样呈现“马赛克”现象^[5]。天气雷达距离模糊时产生的二次回波致使回波数据质量较差,直接影响对天气过程监测和预警效果。

三亚新一代多普勒天气雷达(SC型)监测“威马逊”台风时,由于二次回波影响,回波强度数据出现“马赛克”现象,造成回波数据质量较低。因此,中国气象局气象探测中心联合成都锦江电子系统工程有限公司(简称:锦江电子,原国营第七八四厂)开展了数

据质量提升试验,目的是利用雷达系统中装配进口 RVP900 信号处理器(该部件为美国 VAISALA 公司研发生产,简称:RVP900)中随机相位编码功能消除二次回波,及其造成的“马赛克”现象,从而提升回波数据的质量。锦江电子根据中国气象局要求开展了数据质量提升试验,并借助此次现场试验项目,在后期对国产 DRSP 信号处理器(简称:DRSP)中的随机相位编码功能进行验证。RVP900 能提供较好的数据采集和信号处理功能,因此较为广泛的装配在国内气象局、民航以及部队等各型号的天气雷达系统中。随着国内天气雷达信号处理研究的深入和工程实现能力的提高,对于核心部件的国产化需求强烈^[6-7]。因此,为实现对 RVP900 信号处理器的替代,达到关键部件自主可控,锦江电子自主研发了 DRSP 信号处理器。该信号处理器经过何毅等验证^[8],已具备同 RVP900 相当的数据采集和信号处理能力,但并没有对其中的随机相位编码功能效果进行验证分析。

随机相位编码技术能有效地解决回波距离折叠,提升有效回波数据的获取率和质量。张持岸等^[9]基于低仰角分离扫描策略,其中高脉冲重复频率模式下,二次回波造成速度场数据获取率较低,通过随机相位编码技术恢复较强的两次回波,滤除其余回波,提高了有效速度数据的范围。刘生锋等^[10]基于 X 波段天气雷达,成功应用随机相位编码技术,有效解决了距离折叠问题。潘新民等^[11]基于新一代多普勒天气雷达的特点,介绍了随机相位编码退速度模糊和距离模糊的

方法,并提出了实现随机相位编码减少速度模糊的技术方法。基于分离扫描策略的高低两次模式可以缓解多普勒两难,但一定程度影响了天气雷达监测预警时效性。通过双重频模式,可以一定程度缓解“多普勒两难”,增加探测距离同时扩展速度的探测范围,并提高业务观测的时效性。以上研究中,大部分是对随机相位编码技术的理论与实现进行了研究,但并未在业务运行的雷达进行试验运行和验证。与成熟的RVP900进行对比验证,能一定程度说明国产DRSP信号处理器是否具有相应的处理水平,为后期广泛运用提供重要的支撑。

随机相位编码技术理论研究较多,天气雷达业务观测时并没有使用该技术。该技术的应用并不是特别成熟,效果的好坏并不确定。采用一种较为创新的试验方法,实现同一部天气雷达外接不同信号处理器,在保证天线、接收、发射和终端等系统指标和参数相同情况下,直接对信号处理器中随机相位编码功能进行验证。为验证DRSP随机相位编码功能的效果,主要从以下几个方面进行对比分析:(1)首先对比分析两种信号处理器在单重频和双重频模式下,快速傅里叶(FFT)和随机相位编码(RPH)多普勒处理模式下回波强度和径向速度是否一致;(2)其次对比分析单重频模式下,两种信号处理器中随机相位编码功能的处理效果;(3)最后对比分析了双重频(高时效性)模式下,两种信号处理器中随机相位编码功能的处理效果。

1 DRSP 技术指标介绍

表1 国产DRSP信号处理器指标

项目	DRSP 信号处理器指标	RVP900 信号处理器指标
A/D 分辨率	16 bit	16 bit
A/D 采样率	最大 100 MHz	最大 100 MHz
A/D 通道数	2	2
动态范围(同一带宽下)	>90 dB(与匹配滤波器带宽有关)	>90 dB(与匹配滤波器带宽有关)
通道隔离度	≥90 dB	≥90 dB
参考时钟输入	2~100 MHz	2~100 MHz
多普勒处理模式	PPP、FFT、RPH	PPP、FFT、RPH
距离库长	最小 15 m	最小 15 m
距离库数	最大 3072	最大 2048
脉冲积累数	8~1024	8~1024
地杂波抑制制度	≥50 dB	≥50 dB
强度精度	≤0.1 dB	≤0.1 dB
速度精度	≤0.1 m/s	≤0.1 m/s
谱宽精度	≤0.1 m/s	≤0.1 m/s
重复频率	50~1000 Hz	50~20000 Hz
退速度模糊	DPRF(3/2,4/3,5/4)	DPRF(3/2,4/3,5/4)
退距离模糊	随机相位编码(RPH)	随机相位编码(RPH)
支持脉宽	0.1~5 us(点频)	0.1~5 us(点频)

表1为DRSP设计的各项指标。通过前期的调试和现场测试DRSP各项指标均达到RVP900的各项指标要求。因此,DRSP具备进行随机相位编码功能对比验证的基础条件。

2 随机相位编码技术原理

根据随机相位编码技术的原理在DRSP中进行工程化实现,并形成了随机相位编码处理模式(RPH)。其基本原理是对不同的脉冲序列,在电磁脉冲发射前将其随机地移一个相位,由于不同距离位置所移动的相位不同,因此就能使不同距离位置的回波信号区分开。随机相位编码技术的具体原理见文献[12-13]。

3 对比试验

3.1 雷达系统测试

天气雷达整机系统参数的正确性,是雷达系统正常运行、分析和确认数据质量问题的原因以及DRSP随机相位编码功能验证的基础。中国气象局和锦江电子相关工程技术人员于2015年8月30-31日对三亚SC天气雷达系统的关键性能参数进行了测试,如发射机功率、脉冲宽度、噪声系数等。

表2 三亚天气雷达系统测试结果

测试参数	标准值	实际测量值
发射机输出峰值功率	峰值功率值 ≥ 650 kW	760 kW
脉冲宽度	窄脉冲 1 μs, 宽脉冲 4.00 μs	窄脉冲 0.97 μs, 宽脉冲 4.00 μs
动态范围	≥90 dB	93 dB
单通道 I/Q 幅度一致性	±0.1 dB	0.09 dB
单通道 I/Q 相位一致性	±0.1°	-0.07°
接收机噪声系数	≤4 dB	2.0 dB
反射率标定	±1 dB	误差最大值 0.29 dB
速度标定	±1 m/s	测量误差 0.15 m/s

测试结果表明,三亚SC型天气雷达各项性能参数均符合技术指标要求,雷达参数未发生明显变化,标定结果正常。结果表明:判定数据质量问题并非由雷达硬件系统造成^[4-5];天气雷达整机系统可以外接DRSP信号处理器,进行随机相位编码功能的验证。

3.2 试验方法设计

不同地理位置的天气雷达进行数据对比验证时,

“真实”和待验证的数据常采用插值方法(结合径向和方位上的最近邻居法和垂直方向的线性内插法),得到不同雷达等高面上对应空间位置的 CAPPI 回波数据进行对比分析,由于经过插值处理会增加回波数据的误差,因此造成对比验证效果不佳^[14-16]。在进行试验时,为了不影响三亚雷达的正常业务运行,实现试验准确和客观性,提高试验和业务的快速切换。中国气象局气象探测中心和锦江电子设计了较为科学客观的试验硬件系统。该试验采用同一部天气雷达,通过设计一个触发切换装置,并直接接入 DRSP 信号处理器。该试验中,天线、接收、发射和终端等均采用同一系统,因此保证了雷达的各个参数、指标以及数据的方位和俯仰角度信息完全一致。对比试验过程中进行分时采集数据,保证了其他参数指标基本一致的情况下,可实现对信号处理器的随机相位编码功能进行准确和客观的验证。

具体设计方案:RVP900 和 DRSP 采用同一个前端,主机 RVP900 工作在内同步模式,从机 DRSP 工作在外同步模式,整机触发时序由主机 RVP900 信号处理器提供。试验时采用分时工作,通过天气雷达终端软件控制触发切换装置切换触发信号;恢复正常工作时,同样通过终端软件切换 RVP900 到内同步。具体连接框图如图 1 所示。

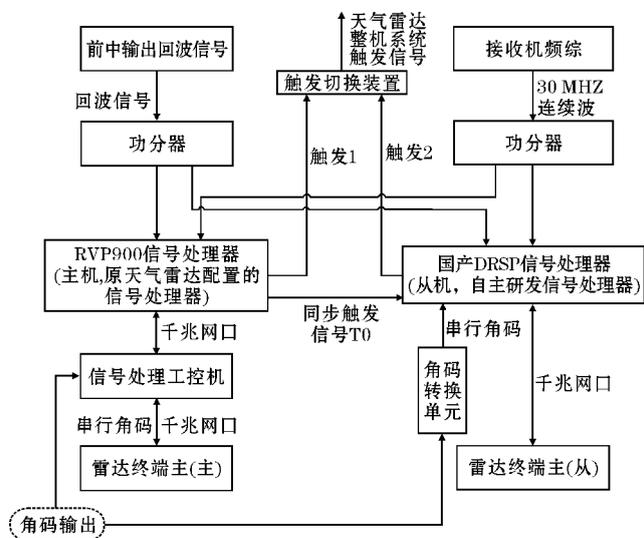


图1 试验连接原理图

试验工作原理:通过功分器将来自接收机前端的回波信号一分为二分别送至 RVP900 数字中频接收机 IF1 输入端口和 DRSP IF2 输入端口,作为回波输入信号;通过功分器将来自接收机频综的参考时钟信号一分为二分别送至 RVP900 数字中频接收机的时钟输入端口和 DRSP 的时钟输入端口,作为参考时钟输入信号;天气雷达整机触发时序通过触发切换装置切换后

提供,同时主机 RVP900 将一路 TTL 电平触发信号送至从机 DRSP 的外部触发输入接口,并作为同步触发脉冲;最后 RVP900 和 DRSP 分别通过各自的千兆网口将处理结果送至两个终端,并实时显示探测结果。

3.3 试验具体操作方法

天气雷达整机性能参数进行测试后,根据前面的试验原理(图 1),将 DRSP 接入天气雷达整机系统中。在进行试验时,需要将两个数据终端软件中所有雷达信号处理器参数设成一致。主要包括:0 号滤波器(不滤除地杂波是为了更好地进行回波数据范围、大小等的对比);脉冲累积数为 32;数据库长随脉冲重复频率联动(900 Hz 为 150 m, 900/600 Hz 为 150 m, 600/400 Hz 为 300 m)。

考虑试验采集数据的正确性和发射机系统保护的需求,对比试验只能采用分时工作的方式,分别进行两种信号处理器的回波数据采集。切换信号处理器进行采集数据(切换触发)前,需要关闭高压进行切换,以保证数据采集的正确性。

4 试验结果分析

实际业务中使用最多的是回波强度和径向速度资料,而低仰角谱宽数据容易受到噪声的影响而使用较少。在 DRSP 回波数据和随机相位编码功能的验证均在低层仰角进行,因此不再对谱宽数据进行验证分析。为了验证 DRSP 回波数据和随机相位编码功能的有效性和准确性,对比分析中均以 RVP900 对应模式和时间下的数据为“真实值”。

4.1 天气过程介绍

2015 年 11 月 5-6 日,三亚市及周边地区有一次大范围的连续降水过程。11 月 5 日开展了国家气象局的数据质量提升试验。为了不影响正常的天气雷达业务运行,于 11 月 6 日下午 13:30-15:30 期间开展了 DRSP 随机相位编码功能的验证。

4.2 DRSP 回波数据验证

为了验证该试验设计合理性和硬件连接的准确性,以及 DRSP 输出回波数据的可靠性。因此,用 RVP900 作为“真实值”,与 DRSP 采集的回波强度数据和速度数据进行对比分析,以确保 DRSP 处理并输出的回波数据准确,并作为进一步验证 DRSP 中随机相位编码功能效果的基础。

根据随机相位编码功能在单双重频模式下验证的需求,具体参数设置如下:图2(a)、图3(a)、图4(a)和图5(a)重复频率900 Hz,多普勒处理模式为 FFT;

图2(b)、图3(b)、图4(b)和图5(b)双重复频率900/600 Hz,多普勒处理模式为 FFT;图2(c)、图3(c)、图4(c)和图5(c)双重复频率600/400 Hz,多普

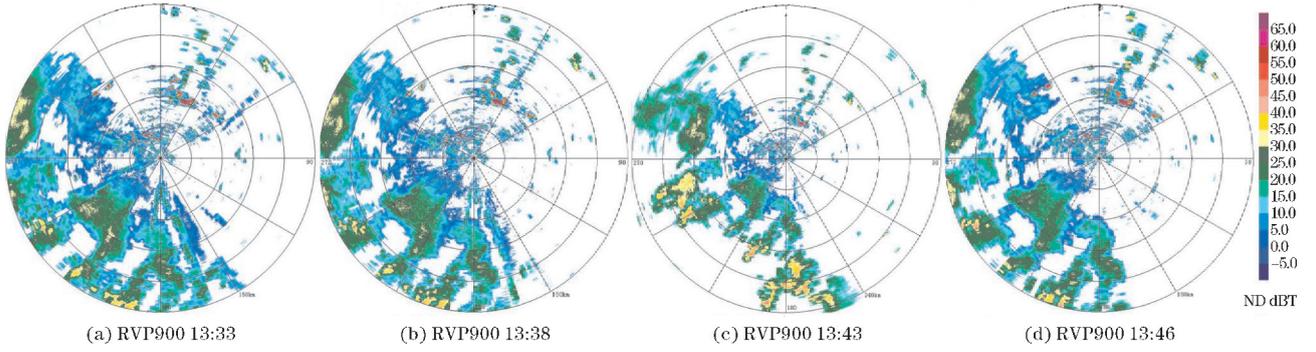


图2 RVP900 不同重复频率模式处理的回波强度数据

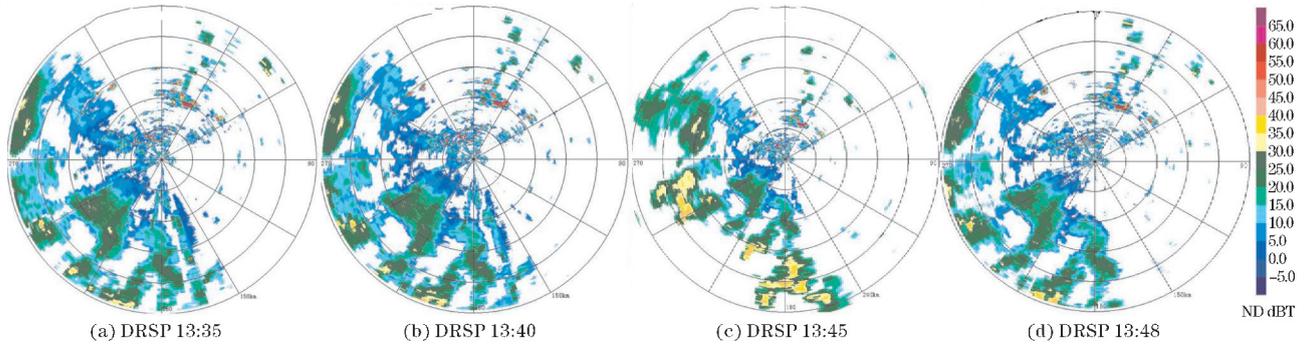


图3 DRSP 不同重复频率模式处理回波强度数据

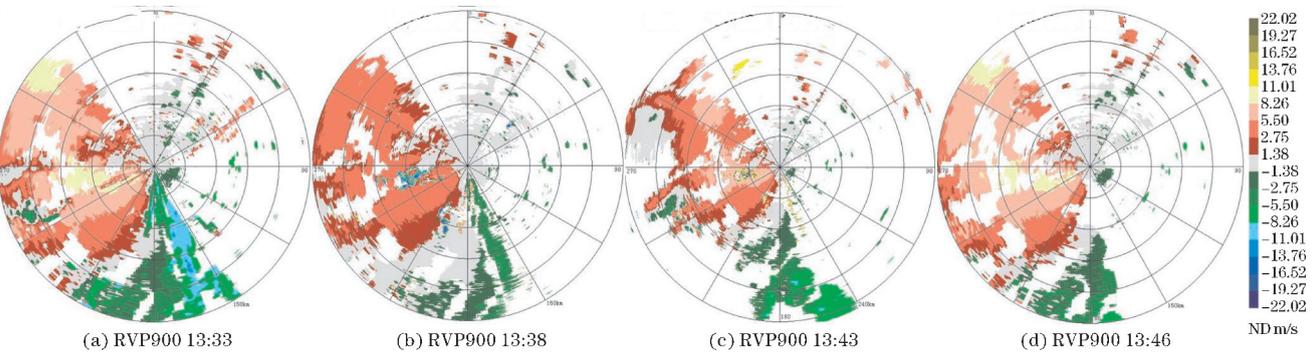


图4 RVP900 不同重复频率模式处理的速度数据

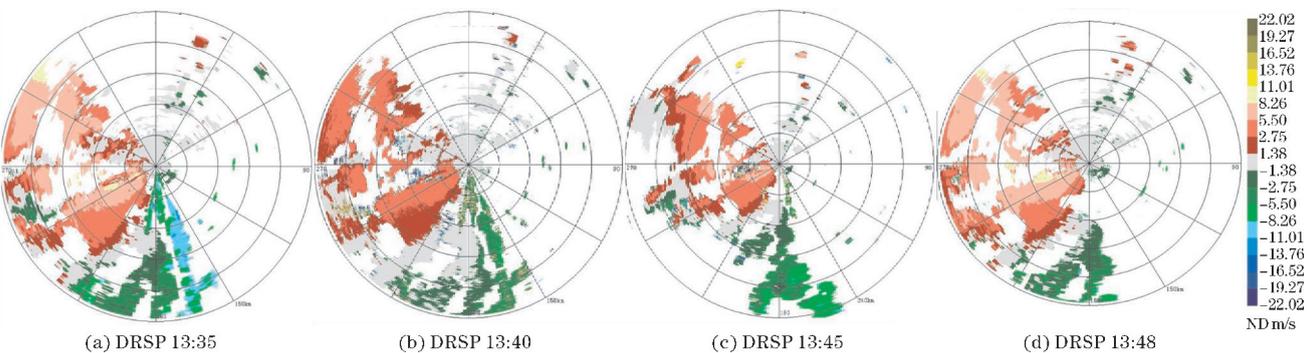


图5 DRSP 不同重复频率模式处理的速度数据

勒处理模式为 FFT;图 2(d)、图 3(d)、图 4(d)和图 5(d) 双重复频率600/400 Hz,多普勒处理模式为 RPH。

通过图 2、图 3 回波强度整体对比可知,DRSP 信号处理器在处理后的回波强度面积、轮廓、空间结构、回波强和弱区域位置与作为“真实值”的 RVP900 处理的数据基本一致,其中 DRSP 处理的回波强度整体偏弱 3.5 dBZ,导致回波(小于 15 dBZ)边缘地区面积减小。图 4、图 5 速度对比可知,DRSP 处理的正负速度区域相较 RVP900 处理的面积略小,强度都基本一致,零速度线能较好的对应。对比结果表明:DRSP 信号处理器处理的数据结果可靠;试验的设计方法合理;为 DRSP 随机相位编码功能的验证提供了充分的条件。

4.3 DRSP 随机相位编码功能验证

4.3.1 900 Hz 重频对比验证

图 6(a)和图 7(a)分别为 2015 年 11 月 6 日 15:05 和 15:07,采用 RVP900 和 DRSP 信号处理器,在 0.5°仰角,单重频 900 Hz 和 FFT 的多普勒处理模式下,采集的回波数据。雷达最大不模糊距离 167 km。方位 255°红色圈区域内,由于二次回波混叠在一次回波上,导致出现“马赛克”现象,使得回波强度数据质量下降。方位 165°和 195°两个红色圈内出现了范围较大条状的二次回波,而该区域本无天气过程,因此造成了该区域的虚警。方位 55°红色圈内为零散的二次回波,同样造成了该区域的虚警。图 6(c)和图 7(c)分别为 15:05 和 15:07,对应采集的速度数据。对应回波强度中出现“马赛克”的位置,大范围正速度回波中呈现负速度条状的异常区域,容易造成对辐合、辐散和逆风区等以速度场数据为基础的认识产品的误判。

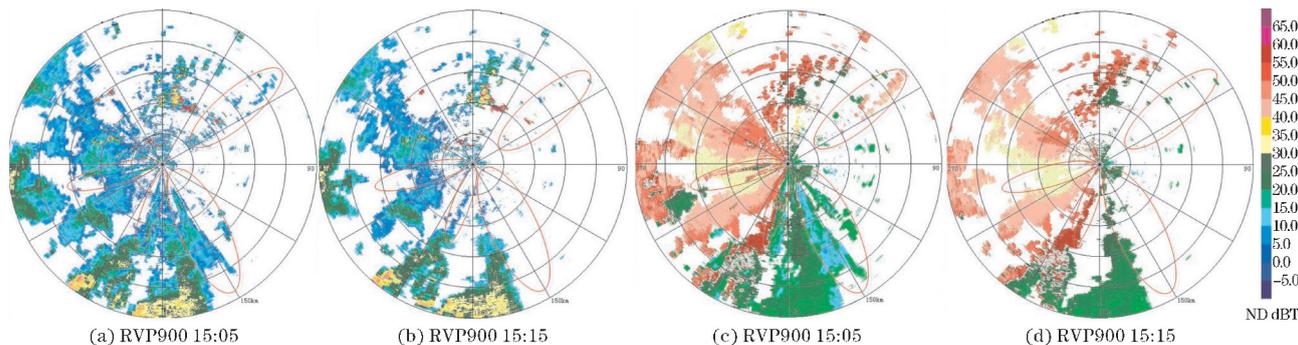


图 6 RVP900 在 FFT 和 RPH 处理模式下回波强度和速度(红色圈为二次回波出现的区域,下同)

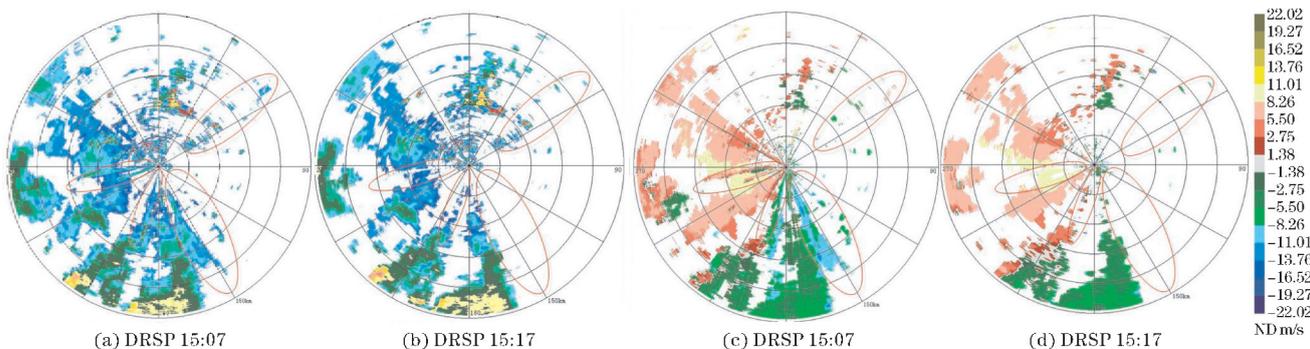


图 7 DRSP 在 FFT 和 RPH 处理模式下回波强度和速度

图 6(b)和图 7(b)分别为 2015 年 11 月 6 日 15:15 和 15:17 用 RVP900 和 DRSP 信号处理器,设置多普勒处理模式为 RPH,采集的回波强度数据。通过对比图 6(a),RVP900 的随机相位编码功能滤除了二次回波,“马赛克”现象消失,数据质量得到提升。通过对比图 7(b),DRSP 随机相位编码功能同样较好的滤除了二次回波,“马赛克”现象消失,与图 6(b)回波强度的面积、轮廓和空间结构等基本一致。图 6(d)和

图 7(d)为对应的速度数据,速度异常区恢复了正常,速度虚警区被滤掉。DRSP 的随机相位编码功能处理生成的速度数据正负区域面积、数值大小、轮廓和零度线和图 6(d)基本一致。因此,DRSP 信号处理器的随机相位编码功能在单脉冲重复频率 900 Hz 时,能有效的消除二次回波,以及叠加在一次回波上造成的“马赛克”现象。在该模式下 DRSP 具有 RVP900 相当的处理效果。

4.3.2 900/600 Hz 重频对比

图8、图9采用900/600 Hz的双重频设置,雷达最大不模糊速度扩展至 ± 43.83 m/s,最大不模糊距离扩展至250 km,二次回波减少。图8(a)、图9(a)分别为2015年11月6日13:38和13:40,采用RVP900和DRSP信号处理器,设置多普勒处理模式为FFT,采集的回波数据。方位165°红色圈内,出现明显的条状二次回波,并和一次回波没有混叠,造成该区域的虚警。方位255°红色圈内出现了部分二次回波叠加在一次

回波的边缘和弱回波区域,导致出现“马赛克”现象,使得回波强度数据质量下降。方位285°红色圈内,图8(a)出现明显的细条状二次回波;图9(a)二次回波的条状特征不明显,是由于DRSP处理后的回波强度整体比RVP900偏弱和处理算法中轻度平滑共同造成;但均造成了该区域的虚警。图8(c)和图9(c)分别为13:38和13:40对应采集的速度数据。方位255°红色圈内,由于二次回波叠加在一次回波上,出现了负速度区域,同样容易造识别产品的误判。

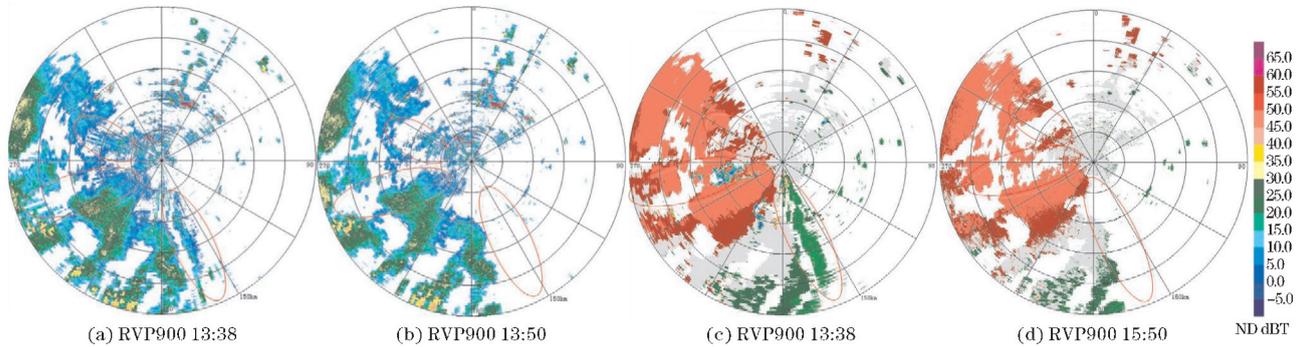


图8 RVP900在FFT和RPH处理模式下回波强度和速度

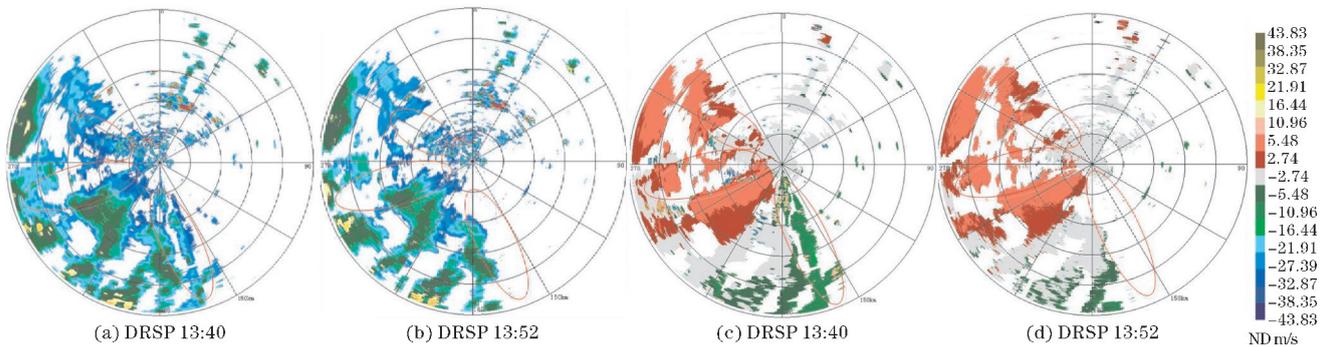


图9 DRSP在FFT和RPH处理模式下回波强度和速度

图8(b)、图9(b)分别为2015年11月6日13:38和13:40,用RVP900和DRSP信号处理器,设置多普勒处理模式为RPH,采集的回波数据。通过对比图8(a),RVP900的随机相位编码功能滤除了二次回波,并消除其造成的“马赛克”现象,数据质量得到提升。通过对比图9(b),DRSP的随机相位编码功能在双重频模式下,同样较好的滤除了二次回波,“马赛克”现象消失,与图8(b)回波强度的面积、轮廓和空间结构等基本一致。图8(d)、图9(d)为对应的负速度异常区域恢复了正常。DRSP的随机相位编码功能处理生成的速度数据正负区域面积、数值大小、轮廓和零度线和图8(d)基本一致。因此,DRSP信号处理器的随机相位编码功能在双脉冲重复频率900/600Hz时,

能有效的消除二次回波,以及叠加在一次回波上造成的“马赛克”现象。在该模式下DRSP具有RVP900相当的处理效果。

4.3.3 600/400 Hz 重频对比

图10、图11采用600/400 Hz的双重频设置,雷达最大不模糊速度为 ± 29.14 m/s和最大不模糊距离为375 km,二次回波的数量减少,但仍有少量的二次回波出现。通过对比作为“真实值”的RVP900,在FFT和PRH数据处理模式,DRSP信号处理器的随机相位编码功能,能较好的滤除二次回波。因此,DRSP随机相位编码功能在较低的双重频模式下,具有与RVP900相当的处理效果。

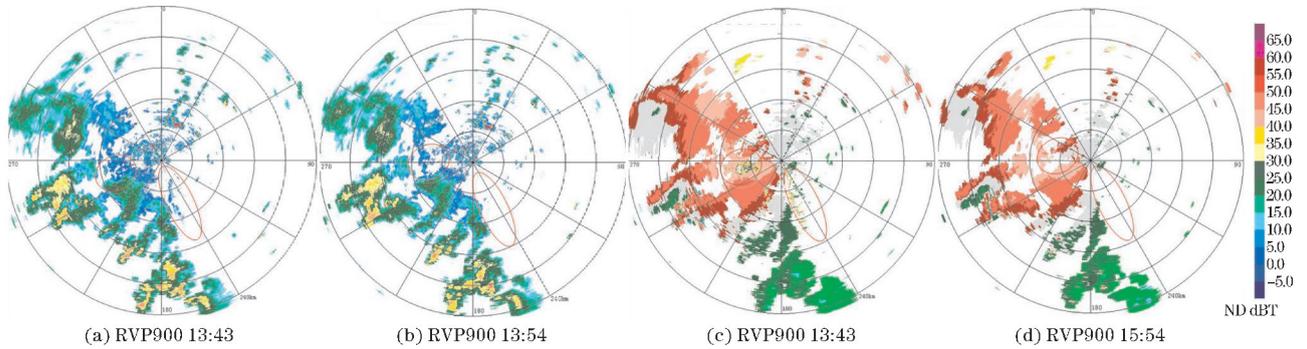


图10 RVP900 在 FFT 和 RPH 处理模式下回波强度和速度

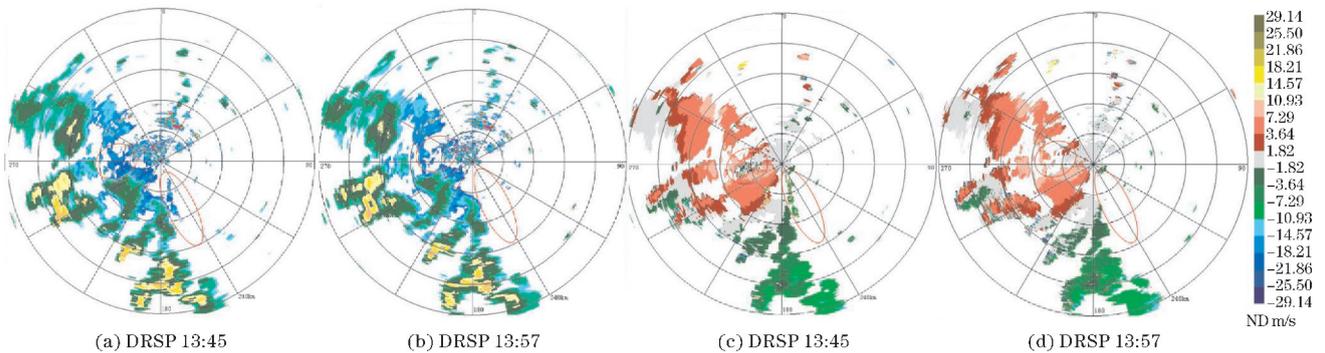


图11 DRSP 在 FFT 和 RPH 处理模式下回波强度和速度

5 结论

借助中国气象局在三亚天气雷达站开展的数据质量提升试验,通过设计合理的试验方法,利用进口的 RVP900 信号处理器作为“真实值”,对国产 DRSP 信号处理进行了随机相位编码功能的验证。试验验证可得以下结论:

(1)在回波强度和速度的对比中可见,回波强、弱区域位置对应较好,回波轮廓、面积和空间结构都基本保持一致,DRSP 具有和 RVP900 的相当的基本数据处理效果,并作为随机相位编码功能研发和验证的基础。

(2)单重频模式下,通过与作为“真实值”的 RVP900 对比分析,DRSP 的随机相位编码功能较好地滤除回波强度数据中的二次回波,及其造成的“马赛克”现象;在径向速度场数据,能恢复因二次回波造成的异常区域。

(3)采用时效性较高的双重频模式进行试验,900/600 Hz 和 600/400 Hz 均发生了距离折叠现象,DRSP 的随机相位编码功能对回波强度和速度数据中二次回波造成影响,具有良好的处理效果;为天气雷达业务运行时,同时使用双重频和随机相位编码功能提供重要的支撑。

(4)同一个天气雷达外接两种不同的信号处理器的试验对比方法较为准确和客观,为后期信号处理其他新功能开发和验证提供了重要的参考。

因此,DRSP 随机相位编码功能的处理效果与 RV900 效果相当,提升了天气雷达监测预警的准确性。为后期继续推进天气雷达核心处理部件国产化提供重要支撑。

参考文献:

- [1] 何健新,姚振东,李飞,等.现代天气雷达[M].成都:电子科技大学出版社,2004.
- [2] 蔡康龙,孙召平,戴春容,等.基于 X 波段双偏振天气雷达的 SPRF 与 DPRF 退速度模糊技术的对比分析[J].广东气象,2019,41(3):51-54.
- [3] 肖艳姣,万玉发,王志斌.多普勒天气雷达双 PRF 径向速度资料质量控制[J].高原气象,2016,35(4):1112-1122.
- [4] 邵楠,步志超,李柏,等.三亚 SC 天气雷达强度“马赛克”问题仿真溯源分析[J].成都信息工程大学学报,2018,33(4):124-128.
- [5] 李喆,李柏,何平,等.一种天气雷达数据质量问题的理论分析与试验研究[J].科学技术和工

- 程,2017,17(4):76-81.
- [6] 朱宸莹. 双偏振天气雷达信号处理[D]. 北京:北京理工大学,2016.
- [7] 宗安,姚振东,余勇,等. 多普勒天气雷达高速数据采集系统的设计[J]. 成都信息工程学院学报,2015,30(2):136-143.
- [8] 何毅,范乙,朱克云,等. DRSP 和 RVP8 天气雷达信号处理效果定量分析[J]. 成都信息工程学院学报,2015,30(2):144-152.
- [9] 张持岸,杨爱军,孙邵平,等. 利用随机相位编码法恢复多普勒天气雷达二次回波[J]. 气象科技,2017,45(4):602-605.
- [10] 刘生锋,严勇,陆建兵,等. 随机相位编码在多普勒天气雷达中的应用[J]. 现代雷达,2014,36(6):26-34.
- [11] 潘新民,熊毅,柴秀梅,等. 新一代天气雷达退数据模糊方法探讨[J]. 气象与环境科学,2010,33(1):17-23.
- [12] 熊毅. 多普勒天气雷达中相位编码退距离模糊的研究[D]. 北京:北京邮电大学,2011.
- [13] 刘利娜. 气象雷达中解模糊处理中的方法实现与研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2014.
- [14] 刘俊,黄兴友,何雨芬,等. X波段相控阵气象雷达回波数据的对比分析[J]. 高原气象,2015,34(4):1167-1176.
- [15] 肖艳姣,刘黎平. 新一代天气雷达网资料的三维格点化及拼图方法研究[J]. 气象学报,2006,64(5):647-657.
- [16] 肖艳姣,刘黎平,杨洪平. 基于天气雷达网三维拼图的混合反射率因子生成技术[J]. 气象学报,2008(3):470-473.

Random Phase Coding Technology for Domestic DRSP Signal Processor Contrast Test and Validation

ZHANG Wei¹, WANG Benjun², YANG Jie¹

(1. Radar System Research Institute, Chengdu Jinjiang Electronic System Engineering Co., Ltd, Chengdu 610051, China; 2. The Certain Military Generation Room of Air Force Equipment Department in Chengdu, Chengdu 610051, China)

Abstract: Signal processor is an important part of data acquisition and processing in weather radar system, which directly affects the accuracy of weather process detection by radar. In order to improve the quality of echo data output by domestic DRSP signal processors, Chengdu Jinjiang Electronic System Engineering Co., Ltd. has developed a random phase coding function. In this paper, the random phase coding function of domestic DRSP signal processor is validated by means of the data quality improvement test carried out by China Meteorological Administration at Sanya Weather Radar Station and by designing reasonable test methods. The results show that: (1) The domestic DRSP signal processor has the same basic data processing function as RVP900. (2) The random phase coding function in the domestic DRSP signal processor can effectively eliminate the second trip echo and the "mosaic" phenomenon caused by it. (3) The dual-frequency mode with high timeliness can also achieve better processing effect and improve the quality of echo data. (4) The design of the experiment is accurate and objective, which is helpful to provide important reference for the follow-up functional comparison. Through the above tests, it is helpful to replace imported RVP900 signal processors with domestic DRSP signal processors, and to promote the localization process of radar key components.

Keywords: signal processor; random phase coding; second trip echoes; localization