

文章编号:1673-8411(2017)04-0065-04

## 天气雷达远距离单频点电磁径向干扰回波的特征分析及识别

杜言霞,陈斯智,陈州川,温继昌

(福建省泉州市气象局,福建泉州 362000)

**摘要:**径向干扰回波是天气雷达回波中常见的一种异常回波,存在于我国多个雷达站点的回波中。它在径向上呈条辐状分布,经常和降水回波在很多区域是重叠的。对回波数据进行退距离订正值及衰减订正值处理后,再对多组受到干扰的雷达体扫资料进行分析,得出径向干扰回波的一些普遍特征;然后提出径向干扰回波的识别方法,最后通过实例进行效果验证,结果表明该方法能够对径向干扰回波进行有效地识别。

**关键词:**天气雷达;径向干扰回波;识别

中图分类号:P41

文献标识码:A

## Analysis and recognition of the characteristics of the remote single frequency electromagnetic interference radial echo of the weather radar

DuYanxia, ChenSizhi, ChenZhouchuan, WenJichang

(Quanzhou Meteorological Bureau of Fujian Province, Quanzhou Fujian 362000)

**Abstract:** Radial interference echo is one kind of abnormal echo and exists at many radar stations in our country. It radially distributes like stripe and is often overlapped with precipitation echoes in many areas. In this paper, after processing the value of distance retreat correction and attenuation correction, we analyzed the multi body radar volume sweeping data, and obtains some general characteristics of the radial interference echo; then we analyzed the radar scanning data of several groups and obtained some common characteristics of the radial echo. Furthermore, the recognition method of radial interference echo was put forward. Finally, an example was given to verify the effectiveness of the method. The results showed that the method can effectively identify the radial interference echo.

**Key words:** doppler weather radar; radial interference echo; recognition

目前,天气雷达监测布网已具规模,并随着雷达产品的日渐丰富,其应用范围也逐渐增加,这就对雷达回波资料的准确性提出了更高的要求。雷达数据资料的质量直接影响着其在气象业务中定量应用的精度,因此,对它们进行有效的质量控制具

有十分重要的意义。

径向干扰回波是影响雷达回波资料质量的不容忽视因素之一,其对雷达资料的定量应用及各类二次产品都有着严重的影响<sup>[1]</sup>,比如它们是影响定量估测降水的很重要的因素,经常使降水估测出现很

大的误差,有时还会造成回波跟踪的失败等等。因此,了解其回波特征并对它们进行实时识别是准确剔除这些干扰杂波的基础,也是获取高质量雷达基数据及各类雷达产品的重要保证,从而充分发挥出天气雷达在实际短时临近天气预报业务中的作用<sup>[2]</sup>。

## 1 径向干扰回波的特征分析

多普勒天气雷达是一种先进的雷达探测系统,灵敏度高,外界电磁波也易对其造成干扰。远距离单频点电磁干扰由于其干扰电磁波的连续性,干扰回波在径向上表现为条辐状,从较近的距离一直延续到雷达可探测到的最大距离处<sup>[3-5]</sup>。径向干扰回波常存在于雷达回波图中连续几个方位上,在有降水情况下,干扰回波和降水回波在很多区域混叠在一起,特别当降水回波面积较大时,由于径向干扰回波的存在,严重影响着真实降水回波的质量。但随着距离的增加,当降水回波功率小于雷达最小可测功率时,雷达回波在这些距离库上表现为无降水回波下的晴空干扰回波<sup>[6-7]</sup>。

多普勒天气雷达接收机的数据信息处理模块在对体扫原始数据资料处理过程中已做了距离及衰减的相关订正,其订正后的结果也已经包含在基数据中<sup>[8-9]</sup>,值得说明的是,在订正降水回波的同时也会使得本来较弱的干扰回波在远距离处增强<sup>[10-11]</sup>。因此,为得到真实的干扰回波,首先对数据进行退距离订正值及衰减订正值处理。我们对福建境内 6 部 SA 雷达体扫资料进行了系统的分析,结果发现径向干扰回波出现的时间、频次以及方位均是不固定的,没有任何规律可循。下面以泉州雷达的某具体时次回波资料为例,对经过退距离订正值及衰减订正值处理过的径向干扰回波数据进行分析。

图 1(见彩页)为泉州雷达 2015 年 4 月 1 日无降水回波资料,图 2(见彩页)为该雷达站 2015 年 5 月 13 日有降水的回波资料,无降水回波资料中在 60°、230° 左右几个方位均存在径向干扰回波,而有降水回波资料中则在 60°、100° 左右几个方位存在干扰回波(图 3-图 6)。

取上述体扫资料中存在干扰的多个方位数据对比发现,在有降水或无降水时,退距离订正和衰减订正后干扰回波强度随着距离的增加几乎不变,故可认为造成径向干扰回波近似是稳定的连续电磁波。图 3、图 4 分别为无降水回波资料 60° 及

61° 方位退订正前后回波强度值的统计图,图 5、图 6 分别为有降水回波资料 63° 及 100° 方位退订正前后回波强度值的统计图,从图中可以看到径向干扰回波资料在去除订正后其强度值随距离的增加几乎不变。

通过对多组受到干扰的雷达体扫资料进行以上过程分析,径向干扰回波的特征可以总结为以下几点:(1)造成径向干扰回波近似是稳定的连续电磁波;(2)径向干扰回波存在于我国多个不同型号雷达站点回波资料中;(3)径向干扰回波出现在最低仰角体扫资料中,但其出现的时间、方位均不固定的,没有特殊规律;(4)径向干扰回波存在于雷达回波图中连续几个方位上;在有降水情况下,干扰回波和降水回波在很多区域混叠在一起。

## 2 径向干扰回波的识别

### 2.1 径向干扰回波识别方法

分析多普勒雷达回波资料,选取能反映降水回波与干扰回波特征的两个物理量<sup>[12-13]</sup>,即同一距离库上相邻方位回波强度差  $D_{DBZ}$  与单一方位上回波强度的方差  $D_{DVE}$ 。存在径向干扰回波的区域,其边缘方位与相邻无干扰回波的方位的,回波强度值差异较大;另一方面由于干扰电磁波是稳定的,其回波强度值几乎不变,故存在干扰的方位回波强度的方差比无干扰的方位要小,我们可以用这两个参数检测干扰的具体方位。它们的定义如下<sup>[14-15]</sup>:

$$D_{DBZ} = Z_{ji} - Z_{j-1,i}$$

$$D_{DVE} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^{N_g} (Z_{ji} - \overline{M_{Z_{ji}}})^2}{N_g} \right]$$

其中  $Z_{ji}$  为任意点的回波强度,  $j=1 \cdots N_r$ ,  $i=1 \cdots N_g$ ,  $N_r$  为雷达回波图中总方位数,  $N_g$  为雷达距离库数,  $\overline{M_{Z_{ji}}}$  表示某点所在方位上回波强度平均值。用这两个参数来确定干扰回波的具体方位。

设定回波强度差值阈值  $Z_{thresh}$ , 其值的选取根据不同回波资料有所区别;判断是否为干扰回波点阈值  $Z_{ji}$ ,  $Z_{thresh}$  取 20dBZ; 判断是否为干扰回波方位阈值  $N_g$ ,  $Z_{thresh}$  一般取 150° ~ 160°。首先将不同层次的回波强度进行数据匹配,严格按照 1° 的间隔顺次排列这些资料,然后再统计存在干扰回波区域某回波点连续 10 个距离库上  $D_{DBZ}$  绝对值大于  $Z_{thresh}$  的回波点数,若该值大于 20dBZ,则认为是干扰回波点,这样的干扰回波点数大于阈值  $N_g$  则认为该方位为

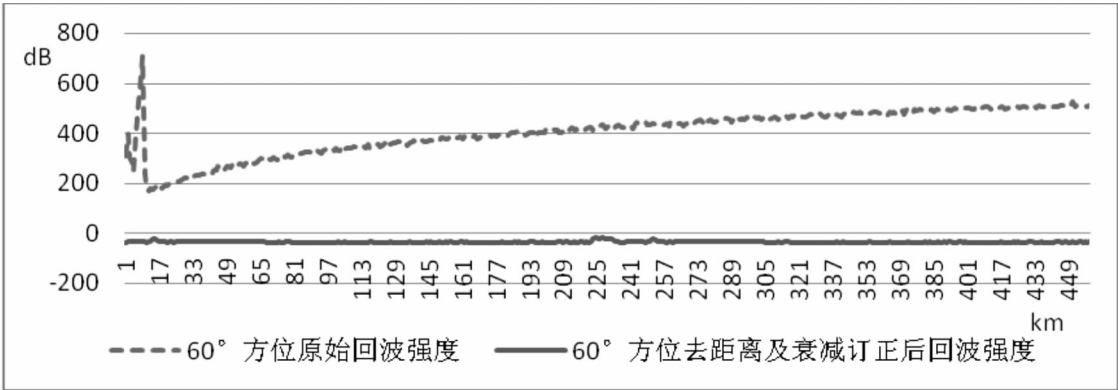


图 3 无降水资料 60° 方位回波强度原始值及退订正后值

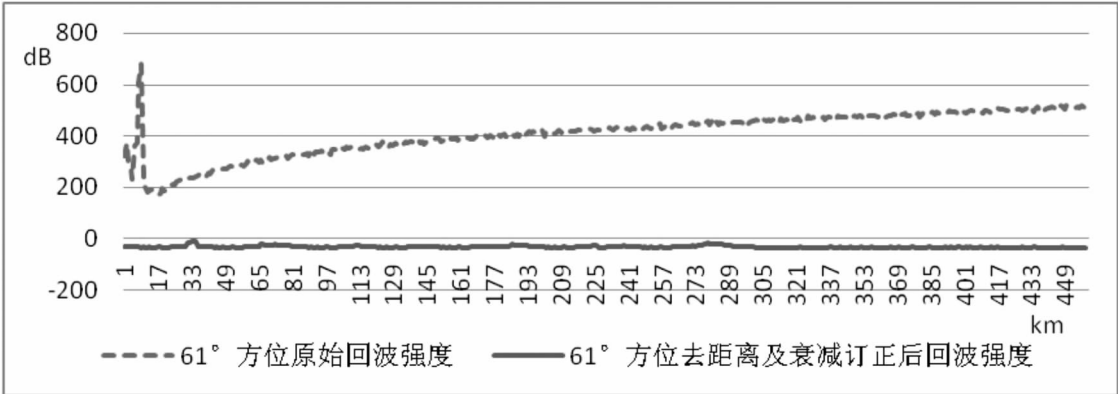


图 4 无降水资料 61° 方位回波强度原始值及退订正后值

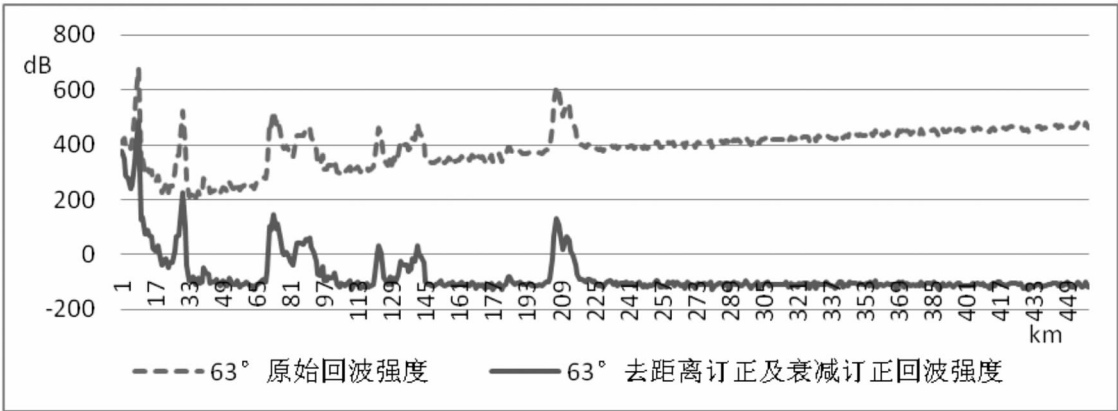


图 5 降水资料 63° 方位回波强度原始值及退订正后值

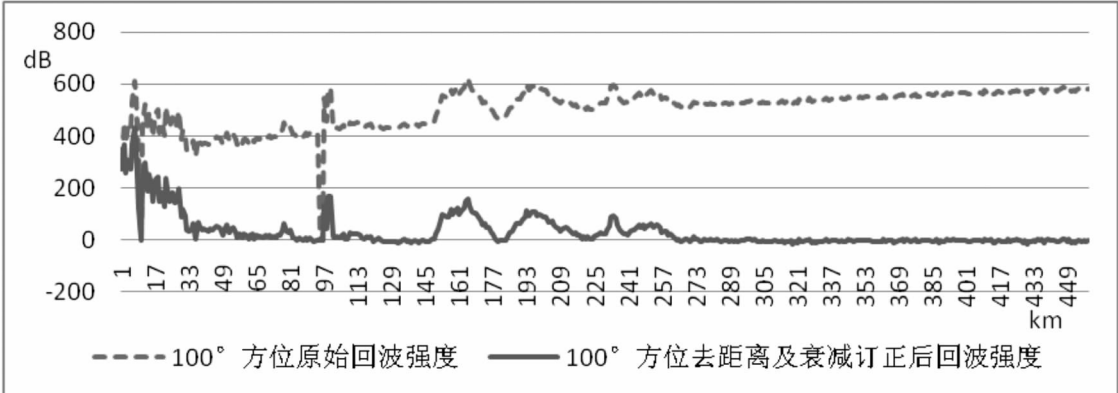


图 6 降水资料 100° 方位回波强度原始值及退订正后值

存在干扰的目标方位。当连续 2 个及以上方位存在径向干扰回波时,由以上步骤能确定其边缘方位。再计算各目标方位  $D_{DVE}$ , 设定判断是否为干扰回波方位阈值  $V_{thres}$ , 其值的设定不同回波资料有所区别, 若方差小于  $V_{thres}$ , 该方位即为存在干扰的方位<sup>[16]</sup>。

## 2.2 识别效果检验

选取 2015 年 6 月 18 日泉州 SA 雷达体扫资料, 图 7(见彩页)为其雷达回波图, 在  $0^\circ$ 、 $60^\circ$  及  $250^\circ$  左右 3 个区域存在径向干扰回波。

首先计算同一距离库上相邻方位回波强度差  $D_{DVE}$ , 我们设定该个例回波强度差值阈值  $Z_{thresh}$  为 15dBZ, 判断是否为干扰回波点阈值  $Z_{ji}$ , 取 20dBZ; 判断是否为干扰回波方位阈值  $N_g$ , 取  $160^\circ$ , 统计存在干扰回波区域某回波点上下连续 10 个距离库上  $D_{DBZ}$  绝对值大于  $Z_{thresh}$  的回波点数, 若该值大于 15dBZ, 则认为是干扰回波点, 这样的干扰回波点数大于阈值  $N_g$ , 则认为该方位为存在干扰的目标方位, 由以上步骤能确定存在径向干扰回波区域的边缘方位为  $0^\circ \sim 2^\circ$ 、 $62^\circ \sim 65^\circ$ 、 $250^\circ \sim 253^\circ$ , 如图 7 中红色箭头所指。

再计算各目标方位回波强度的方差  $D_{DVE}$ , 设定判断是否为干扰回波方位阈值  $V_{thres}$ , 此个例设为 2.5, 若目标方位方差小于该值, 该方位即为存在干扰的方位。由此确定  $0^\circ$ 、 $1^\circ$ 、 $62^\circ$ 、 $63^\circ$ 、 $64^\circ$ 、 $250^\circ$ 、 $251^\circ$ 、 $252^\circ$  为存在径向干扰回波的具体方位。通过对多组受干扰的体扫资料进行验证分析, 使用上述方法均能对径向干扰回波进行有效地识别, 且能准确地判断出干扰存在的具体方位。

## 3 小结

本文通过对多部多普勒天气雷达受到径向干扰的体扫资料进行实例分析, 总结得出了径向干扰回波所具有几种典型的特征, 接着分析了雷达回波图中干扰回波与降水回波重叠区域与其他方位的不同特征, 即方差、相邻方向回波差值有明显的区别, 最终利用这两个参量准确的识别出干扰回波并

确定出其具体方位, 为下一步的径向干扰回波的去除工作打下基础。

## 参考文献:

- [1] 江源. 新一代天气雷达气象回波与非气象回波识别方法的研究[D]. 中国气象科学研究院硕士学位论文, 2008.
- [2] 胡斌, 左湘文, 等. CINRAD/CD 天气雷达因 -600V 电源引起的回波异常故障排查[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(4): 93-95.
- [3] 黄裔诚. 汕头新一代天气雷达值班平台的设计与实现[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(1): 122.
- [4] 仰美霖, 刘黎平, 苏德斌. 新一代天气雷达径向速度质量分析[J]. 干旱气象, 2016, 34(1): 145-153.
- [5] 赖珍权, 翟丽萍, 古文保. 1415 号台风“海鸥”的卫星云图及雷达资料分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(2): 10.
- [6] 李琼, 唐林, 汪玲, 等. 雷达资料在湖南降水与降水效率特征分析中的应用[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(2): 42.
- [7] 罗生言, 梅宇浩, 骆艺仁. 防城港新一代天气雷达现场调试的主要故障及处理方法[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(3): 97.
- [8] 周红根, 柴秀梅, 胡帆, 等. 新一代天气雷达回波异常情况分析[J]. 气象, 2008, 34(6): 112-115.
- [9] 刘远, 姚立宏, 所学斌, 等. 一次多普勒天气雷达故障排除实例分析[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(2): 86-87.
- [10] 张正国, 邹光源, 刘丽君, 等. 雷达回波顶高(ET)产品在广西冰雹云识别中的应用研究[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(4): 89-92.
- [11] 孟昭林, 王红艳. 提高新一代多普勒天气雷达产品数据质量的途径与方法[J]. 气象科技, 2006, 34(S): 85-89.
- [12] 李强, 刘永亮. CINRAD/SA 雷达接收机故障分析[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(3): 100-102.
- [13] 何珊珊, 农孟松, 古文保. 一次暴雨过程中不同暴雨带的降雨特征及其成因分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3): 31-35, 40.
- [14] 蒙绍臻, 陈见, 韩慎友, 等. 广西台风残涡暴雨发生特征分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(1): 20.
- [15] 吕博, 杨士恩, 王俊, 等. X 波段双线偏振多普勒雷达资料质量评估[J]. 干旱气象, 2016, 34(6): 1054-1063.
- [16] 张俊利, 陈鹤, 张钊. 副热带高压边缘一次暴雨天气诊断分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3): 53-60.