

袁正腾,陈正洪,陈英英,等. SWAN 雷达拼图 VIL 产品中鄂西南地物回波特征及其剔除方法[J]. 干旱气象, 2014, 32(1): 147-150, [YUAN Zhengteng, CHEN Zhenghong, CHEN Yingying, et al. Characteristics of Ground Clutter and Its Eliminating Method in VIL Products of SWAN in Southwest Hubei[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(1): 147-150], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0147

SWAN 雷达拼图 VIL 产品中鄂西南地物回波特征及其剔除方法

袁正腾, 陈正洪, 陈英英, 王慧娟

(湖北省气象服务中心, 湖北 武汉 430074)

摘要:利用2011年6~8月的SWAN雷达拼图垂直累计液态含水量(VIL)产品,分析VIL产品中鄂西南地物回波特征,提出直接定位剔除的方法:首先建立鄂西南地物位置索引表,然后根据索引表在VIL拼图产品中剔除地物,最后对剔除地物后的空白区域通过局部递归插值来进行图像平滑处理。经过实际资料检验,在一定样本数的统计结果中取得了较好效果,能够更真实地反映VIL水平分布特征。

关键词:SWAN; 雷达拼图; 垂直积分液态水含量; 地物回波

文章编号:1006-7639(2014)-01-0147-04 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0147

中图分类号:P412.25

文献标识码:A

引言

垂直累计液态水(Vertically Integrated Liquid,简称VIL)表示云体内单位底面积上垂直柱体内液态水总量^[1]。通过多普勒天气雷达探测、处理和计算得到的VIL产品,在一定程度上可反映云中液水特别是大滴的分布,对空中云水资源实时监测、强天气预警、人工影响天气作业指挥和催化效果评估都具有重要作用^[2-6]。

多普勒天气雷达可以同时探测到气象因子和非气象因子,非气象因子所产生的回波会影响雷达探测结果。地物回波就属于非气象因子,既影响基本数据,又影响导出产品^[7]。它对于雷达资料的定量应用有严重的影响,必须对其进行实时识别和剔除。一些研究从硬件方法来解决上述问题,如滤波法、MIT法,力求在地物回波未进入采集系统之前就把它滤掉;一些研究提出了自动处理雷达基数据的方法,例如检查回波的时间和空间(水平和垂直)连续性,分析反射率因子的水平梯度和垂直梯度、回波顶高等,近年来又发展了基于模糊逻辑和神经网络算法的识别方法^[8-11]。刘黎平等^[12]在研究云与地物

回波的反射率因子和差反射率因子的取值大小及两者的关系、空间变化梯度的基础上建立了一个剔除地物回波的模式;江源等^[13]在现有模糊逻辑法的基础上,发展了适合我国CINRAD/SA的地物回波识别方法,分析降水回波和地物回波特征参量,运用CSI评判标准分别找出各个参量的最佳隶属函数,改进了识别效果。

尽管前期进行了大量的质量控制,但在一些雷达拼图产品中仍或多或少地出现了地物杂波。本文在分析SWAN雷达拼图VIL产品中鄂西南地物回波特征的基础上,提出直接定位剔除的方法,先建立鄂西南地物位置索引表,然后根据索引表在VIL拼图产品中剔除地物,最后对剔除地物后的空白区域通过局部递归插值来进行图像平滑处理,取得了很好的效果,VIL的水平分布更加真实。

1 地物回波特征

1.1 鄂西南地物回波空间分布

在鄂西南山区,峰峦迭嶂,产生回波的地物都是较高的山头,在短时期内其位置、形状和表面性质基本不变。本文取2011年6~8月的SWAN雷达拼图

收稿日期:2013-06-21; 改回日期:2013-10-28

基金项目:2012年湖北省气象局科技发展基金面上项目“基于多种遥感反演资料的湖北省空中云水资源评估”(2012Y03)资助

作者简介:袁正腾(1981-),男,工程师,主要从事大气物理和人工影响天气研究。E-mail: yuanzhengteng@163.com

VIL 产品数据,分别对 6、7、8 月数据进行样本平均,得到这 3 个月的 VIL 平均分布(图 1)。图 1 中均有

位置、大小和形状较为固定的几十个回波块,其 VIL 值较大,明显是地物回波。

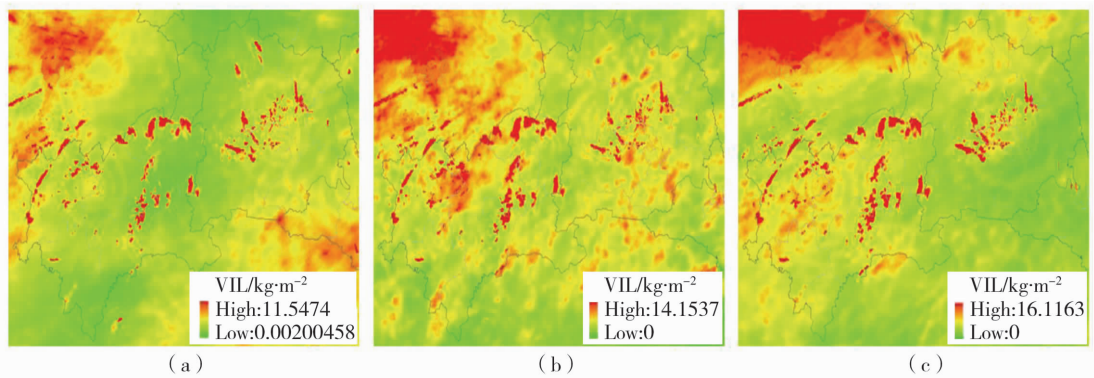


图 1 鄂西南地区 2011 年 6 月(a)、7 月(b)、8 月(c) VIL 平均及地物回波分布图

Fig. 1 Horizontal distribution of VIL in June(a), July(b) and August(c) of 2011 in southwest Hubei without eliminating ground clutter

1.2 地物回波 VIL 时间演变

以恩施市北部地物回波栅格(109.525°E, 30.655°N)为对象,分别取无降水日和有降水日 VIL 的连续样本 240 次。图 2 为该处 2011 年 6 月 28 日(无降水日)从 00:00 至 23:54 的 VIL 变化图,从中可以看出 VIL 主要在 0.0~1.0 kg·m⁻² 之间波动。图 3 为

该处 2011 年 6 月 23 日(有降水日)从 00:00 至 23:54 的 VIL 与地面降水的对比图,图 3 中 VIL 虽然大部分也在 0.0~1.0 kg·m⁻² 之间波动,但在降水过程开始前和降水强度最大时段存在 2 个峰值,说明该处降水前已有云系生成、发展了, VIL 值不仅仅是地物反射产生的,还叠加了真实的液态水含量。

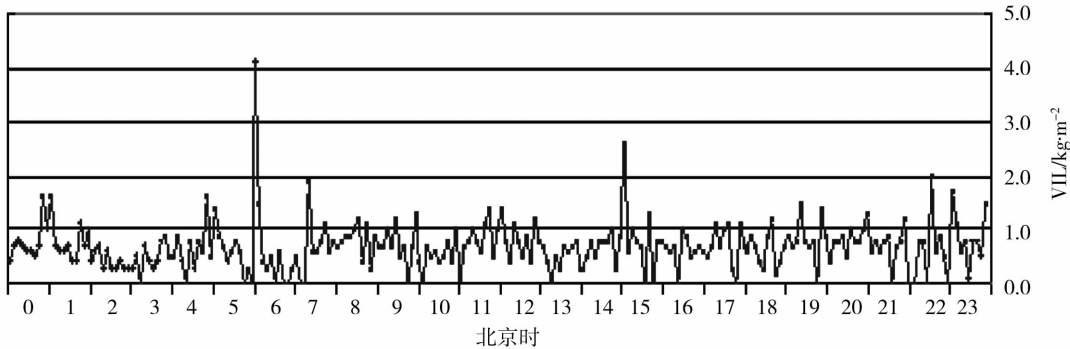


图 2 2011 年 6 月 28 日 00:00~23:54 地物回波栅格(109.525°E,30.655°N) VIL 变化图

Fig. 2 Change of VIL from 00:00 to 23:54 June 28, 2011 at the ground clutter grid(109.525°E,30.655°N)

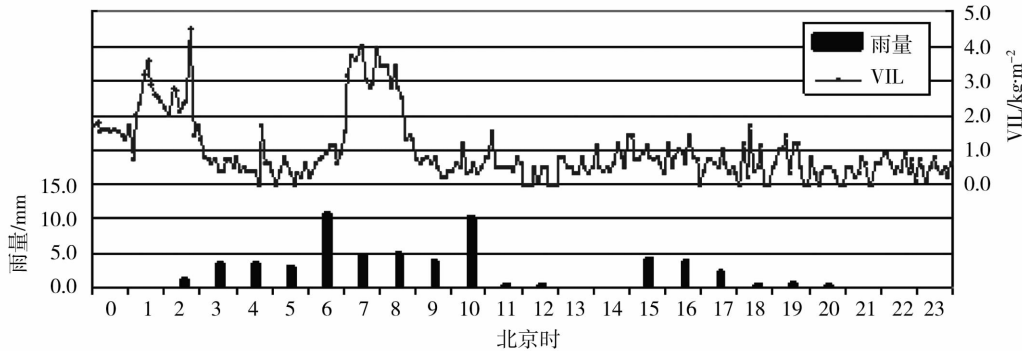


图 3 2011 年 6 月 23 日 00:00~23:54 地物回波栅格(109.525°E,30.655°N) VIL 与降水对比图

Fig. 3 Comparison of VIL and precipitation from 00:00 to 23:54 June 23, 2011 at the ground clutter grid(109.525°E,30.655°N)

2 地物回波定位剔除

2.1 建立地物位置索引表

在掌握了鄂西南地区地物回波的分布及 VIL 值变化情况之后,可根据其位置、大小和形状基本固定这一特点来进行定位剔除。

根据 2011 年 6~8 月的 VIL 月平均分布图,将位置、大小和形状基本固定不变的栅格块视为地物,提取其 VIL 和坐标,发现 VIL 平均值一般都 $>0.07 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$;再根据 SWAN 雷达拼图 VIL 产品的边界范围和栅格大小,将地物格点坐标转换为栅格行列号,建立地物回波的位置索引表(表 1)。

2.2 定位剔除

根据地物位置索引表,在 VIL 拼图产品栅格图像中检索查找地物栅格,将其 VIL 值赋为 -1,对所有地物进行定位剔除。

2.3 局部递归插值

对剔除地物后产生值为 -1 的栅格区域,通过局部递归插值来进行图像平滑处理。具体流程为:

(1)确定插值窗口半径;

(2)设置地物栅格数量记号变量,初始值为 0;开始栅格行列循环;

(3)若栅格的 VIL 值不等于 -1,直接到步骤(5);若等于 -1,则根据插值窗口半径确定以其为中心点的方形邻域(即窗口);

(4)统计该邻域中所有 VIL 值不等于 -1 的栅格数量,若 >0 ,则计算它们的算术平均 VIL 值,赋给该中心点栅格;若等于 0,则地物栅格数量记号变量 +1;

(5)检查下一个栅格,重复步骤(3)~(5),直到遍历栅格行列循环结束;

(6)检查地物栅格数量记号变量,若 >0 ,则重复步骤(2)~(6);若等于 0,则说明所有值为 -1 的栅格都已重新赋值,结束。

表 1 鄂西南地物位置索引表

Tab. 1 Index list of the ground clutter in southwest Hubei

序号	地物	经度/ $^{\circ}\text{E}$	纬度/ $^{\circ}\text{N}$	行号	列号
1	1	108.755	31.075	232	85
2	1	108.765	31.075	232	86
3	1	108.745	31.065	233	84
4	1	108.755	31.065	233	85
5	1	108.765	31.065	233	86
6	1	108.775	31.065	233	87
7	1	108.785	31.065	233	88
8	1	108.795	31.065	233	89
9	1	108.805	31.065	233	90
10	1	108.745	31.055	234	84
∴	∴	∴	∴	∴	∴
281	1	108.915	31.005	239	101
282	1	108.935	31.005	239	103
283	1	108.945	31.005	239	104
284	1	108.955	31.005	239	105
285	1	108.955	31.995	140	105
286	2	108.995	30.875	252	109
287	2	109.005	30.875	252	110
288	2	109.015	30.875	252	111
289	2	108.985	30.865	253	108
290	2	108.995	30.865	253	109
∴	∴	∴	∴	∴	∴
4001	23	110.815	30.565	283	291
4002	23	110.825	30.565	283	292
4003	23	110.835	30.565	283	293
4004	23	110.845	30.565	283	294
4005	23	110.855	30.565	283	295
∴	∴	∴	∴	∴	∴

3 剔除效果

经过定位剔除操作后,得到新的鄂西南地区 2011 年 6~8 月 VIL 平均分布图(图 4)。对比图 1 和

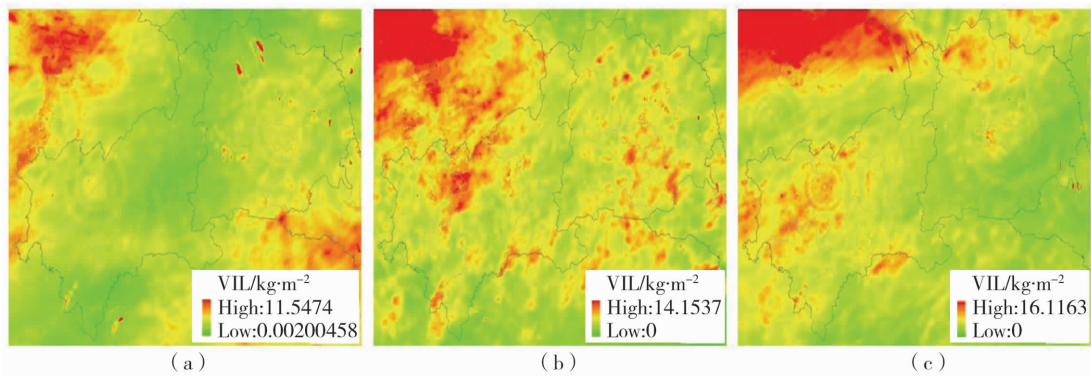


图 4 经定位剔除地物后的鄂西南地区 2011 年 6 月(a)、7 月(b)、8 月(c) VIL 平均分布图

Fig. 4 Horizontal distribution of VIL in June(a), July(b) and August(c) of 2011 in southwest Hubei after eliminating ground clutter

图 4 可以看出:图 4 中鄂西南地物杂波影响基本消除,6~8 月的 VIL 样本平均分布更加真实,更加准确地反映空中云水资源云水场(特别是大滴)的水平分布特征及其季节变化。通过实际资料检验,说明此定位剔除方法对消除地物杂波具有较好的效果。

4 结 论

(1)鄂西南地区地物回波的位置、大小和形状较为固定,其 VIL 值较大;结合无降水日和降水过程分析,VIL 值主要在 $0.0 \sim 1.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间波动,但在降水过程开始前和降水强度最大时段存在 2 个峰值,说明地物处的 VIL 值并不太稳定,可能叠加真实的液态水含量。

(2)提出对地物杂波直接定位剔除的方法:先建立鄂西地物位置索引表,然后根据索引表在 VIL 拼图产品中剔除地物,最后通过对地物剔除后的空白区域进行局部的递归插值来进行图像平滑处理。

(3)经过实际资料对比检验,采用此方法剔除地物后,VIL 值分布更加真实,更加准确地反映了空中云水资源(特别是大滴)的水平分布特征及其季节变化,说明在一定样本数的统计结果上,此定位剔除方法对消除地物杂波具有较好的效果。

(4)由于地物处可能叠加真实回波,直接定位剔除方法虽然进行了图像插值平滑,仍可能损失了真实的回波,此方法对单一时刻的 VIL 产品是否具

有很好效果还需进一步检验。

参考文献:

- [1] 胡明宝,高太长,汤达章.多普勒天气雷达资料分析与应用[M].北京:解放军出版社,2000.146-150.
- [2] 曹玲,李国昌,郭建华,等.多普勒雷达产品在祁连山区一次人工增雨作业中的应用分析[J].干旱气象,2006,24(2):39-44.
- [3] 刘治国,陶建红,王学良,等.一次高炮防雷效果的 CINRAD/CC 产品分析[J].干旱气象,2006,24(3):23-30.
- [4] 刘治国,王锡稳,冀兰芝,等.雷达 VIL 在局地强对流天气应用中应注意的几个问题[J].干旱气象,2006,24(4):40-44.
- [5] 李国昌,李照荣,付双喜,等.甘肃省人工增雨防雷作业决策指挥系统[J].干旱气象,2006,24(4):82-86.
- [6] 苏军锋,张锋,魏邦宪,等. SWAN 在陇南短历时强降水监测预警预报中的应用[J].干旱气象,2012,30(2):287-292.
- [7] 刘维成,尚大成,张宇飞,等.兰州新一代天气雷达数据误差来源分析[J].干旱气象,2008,26(1):57.
- [8] 季锦忠,左经纯.地物回波强度的变化及其应用初探[J].气象,1991,17(4):89-94.
- [9] 赵悦,陈家华,章建军,等.基于中值滤波和小波变换的天气雷达回波图像处理[J].气象科学,2007,27(2):53-68.
- [10] 纪奎秀,王贤勤,倪萍,等. X 波段气象雷达回波强度的衰减订正[J].成都信息工程学院学报,2007,22(3):355-359.
- [11] 刘黎平,吴林林,杨引明.基于模糊逻辑的分布式超折射地物回波识别方法的建立和效果分析[J].气象学报,2007,65(2):252-260.
- [12] 刘黎平,王致君.双线偏振雷达探测的云和地物回波的特性及其识别方法[J].高原气象,1996,15(3):303-310.
- [13] 江源,刘黎平,庄薇.多普勒天气雷达地物回波特征及其识别方法改进[J].应用气象学报,2009,20(2):203-213.

Characteristics of Ground Clutter and and Its Eliminating Method in VIL Products of SWAN in Southwest Hubei

YUAN Zhengteng, CHEN Zhenghong, CHEN Yingying, WANG Huijuan

(Hubei Meteorological Service Center, Wuhan 430074, China)

Abstract: Vertically Integrated Liquid (VIL) indicates the total liquid water content in vertical column above the unit bottom area in cloud. It's very important for cloud water resources monitoring, weather warning, operation commanding and effect evaluation of weather modification. Ground clutter doesn't belong to meteorological factors, while it would affect the quality of both the basic data and export products. It has a serious impact on the quantitative application of radar data and must be identified and eliminated. By using radar mosaic VIL products of SWAN from June to August in 2011, an analysis was made on the characteristics of the ground clutter in southwest Hubei, and it was found that the location, size and shape of the ground clutter were relatively fixed. A method of eliminating ground clutter was proposed, firstly, the position index list of the ground clutter was build in southwest Hubei, then eliminating the ground clutter according to the list, finally the blank region after eliminating ground clutter was filled smoothly by recursion interpolation. It found that the method achieved good effects in statistical results for a certain number samples, which made the product more factually represent the horizontal distribution characteristics of VIL.

Key words: SWAN; radar mosaic; VIL; ground clutter