

吴杨¹ 赵放² 孔照林² 彭霞云² 王语汇² 马昊²

浙江地区 2015 年冬季首场降雪的气象特征及双偏振雷达回波特征分析

摘要

基于 3 h 间隔的浙江快速更新同化模式资料、常规探空资料和临安双偏振雷达资料反演产品对浙江地区 2015 年 12 月 5 日的首场降雪过程的特征进行了分析,得到了较高的云顶高度、较低的云顶温度、较低的零度层高度、较低的低层平均温度、稳定的底层冷平流以及特殊的地形是浙西北地区在较高的地表温度情况下易形成降雪的原因;同时对临安双偏振雷达产品资料进行了分析,首次提出浙江地区此类降雪的双偏振雷达产品特征,并得到了判别阈值.希望借助两方面的研究来减少此类降雪天气的漏报率和可预报性.

关键词

降雪;双偏振雷达;差分反射率;相态

中图分类号 P456.7

文献标志码 A

收稿日期 2016-03-28

资助项目 浙江省科技厅公益技术研究项目(2014C23003);浙江省重点研发计划(2016CG1611012);浙江省气象局重点科技计划(2016ZD06)

作者简介

吴杨,女,高级工程师,主要从事气象技术和气象服务研究.32235235@qq.com

赵放(通信作者),男,教授级高级工程师.e-zhaofang@163.com

0 引言

降雪是浙江地区冬季常见的天气之一,易对农业生产、交通运输、电力传输以及人民群众生活造成影响^[1],冬季初雪预报的准确与否对防灾减灾具有重要意义.针对浙江及华东地区降雪天气形成机理以及判别阈值指标的研究较多,如彭霞云等^[2]对浙江地区 2011—2014 年 8 次雨雪转换过程分析得出,将地面 2 m 温度 $\leq 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 作为固态降水的预报依据时预报技巧 TS 评分最高;许爱华等^[3]对 2005 年一次寒潮天气过程的低层大气温度结构特征进行了分析,认为 1 000 hPa 温度 $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 可作为固态降水的预报依据;漆梁波等^[4]对华东地区 5 个冬季的雨雪个例进行研究,给出了一些判断降水和降雪的推荐指标和阈值,同样认为 1 000 hPa 温度 $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 可作为固态降水的预报依据;李江波等^[5]总结了一次强冷空气过程,指出 0 $^{\circ}\text{C}$ 层的明显下降、降雪发生时地面温度在 0 $^{\circ}\text{C}$ 左右和 1 000 hPa 温度在 2 $^{\circ}\text{C}$ 以下可作为雨雪转换的判据;孙燕等^[6]利用 1981—2010 年南京、徐州、盐城射阳的逐日探空资料和地面观测资料,在分析冬季雨日、雪日、雨夹雪日气候特点的基础上,运用厚度分析的方法研究江苏冬季不同降水相态的预报指标,认为地面温度 $\leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是降雪较准确的判定指标.

近年来,随着双偏振技术在气象雷达上的逐步应用,通过雷达探测数据反演降水粒子的相态成为可能.双偏振雷达可提供更多的探测参量,这些参量对降水粒子的大小、密度、形状、空间取向、介电常数等特征有着不同的敏感度.利用这些参量就可以对降水粒子的相态进行反演^[7],国内外已取得不少此方面的成果^[8-21].浙江地区双偏振雷达对降水粒子相态的识别效果如何?特征如何?与国内外研究成果能否吻合?区分降雨和降雪的阈值是多少?则需要用本地区的数据进行统计分析.

在浙江及华东地区降雪的识别判据研究方面,地面温度或 1 000 hPa 温度都是非常重要的判别指标,指标阈值均小于或者等于 2 $^{\circ}\text{C}$.但浙江西北部地区常发生地面温度较高(3 $^{\circ}\text{C}$ 以上),但降水粒子是纯雪的情况,给及时准确地预报和服务带来困扰,如 2015 年 12 月 5 日浙江地区冬季首场降雪过程就出现了漏报.本文以这次过程为例,重点分析和讨论在地面温度较高的情况下,浙江西北部出现降雪的成

1 浙江省气象服务中心,杭州,310017

2 浙江省气象台,杭州,310017

因.同时利用临安双偏振雷达探测资料对此次降雪过程进行进一步的研究,通过对双偏振雷达的水平反射率因子 Z_H 、差分反射率 Z_{DR} 、差传播相移率 K_{DP} 和零滞后相关系数 ρ_{HV} 等数据的分析,建立与冬季降雪的关系,首次得出符合浙江地区降雪的双偏振雷达产品特征.

1 资料介绍

本文所使用的雷达数据来自北京敏视达雷达有限公司生产的 CINRAD/CA-D 型 C 波段全相参脉冲多普勒双偏振雷达,雷达布设于浙江临安(30°01'43" E, 119°00'07"N),工作频率 5 620 MHz,采用 FFT 处理方式,具备双偏振能力,部分参数如表 1 所示.雷达数据时间为 2015 年 12 月 5 日.

本文所使用的常规观测资料来自杭州站(58457)的探空资料,数据时间为北京时间 2015 年 12 月 5 日 08、20 两个时次,同时结合浙江快速更新同化模式再分析资料,资料 3 h 更新一次,空间分辨率为 3 km×3 km,数据时间为北京时间 2015 年 12 月 5 日 02、05、08、11、14、17、20、23 共 8 个时次.

2 天气实况

2015 年 12 月 5 日浙江西北部地区出现入冬后的首场降雪,5 日 11 时左右浙江西北部天目山区出

表 1 临安双偏振雷达性能

Table 1 Performances of Lin'an dual-polarimetric radar

雷达参数	参数值
工作波段	C 波段,波长 5.34 cm
工作频率	5 620 MHz
工作体制	全相参脉冲多普勒
天线馈源海拔高度	1 513.6 m
天线直径	8.53 m
极化方式	双线极化
波束宽度	水平 0.46°,垂直 0.45°
天线增益	48.46 dB
发射馈线损耗	5.44 dB
接收馈线损耗	1.81 dB
脉冲宽度	窄脉冲 0.83 μ s,宽脉冲 2.50 μ s
多普勒处理方式	FFT

现明显降雪,随后在浙江西北部地区快速出现降雪天气,降雪在 5 日夜间到 6 日凌晨由西向东相继结束.从 2015 年 12 月 6 日 08 时的浙江省积雪分布(图 1)可以看出,降雪的集中区域在浙西北地区,最大积雪出现在临安西部和淳安北部山区,达 20 cm.

3 降雪的气象要素分析

由于前期各家数值模式预报浙西北杭州地区北京时间 12 月 5 日 850 hPa 温度在 0 °C 左右(经浙江快速更新同化模式再分析资料验证,预报和再分析资

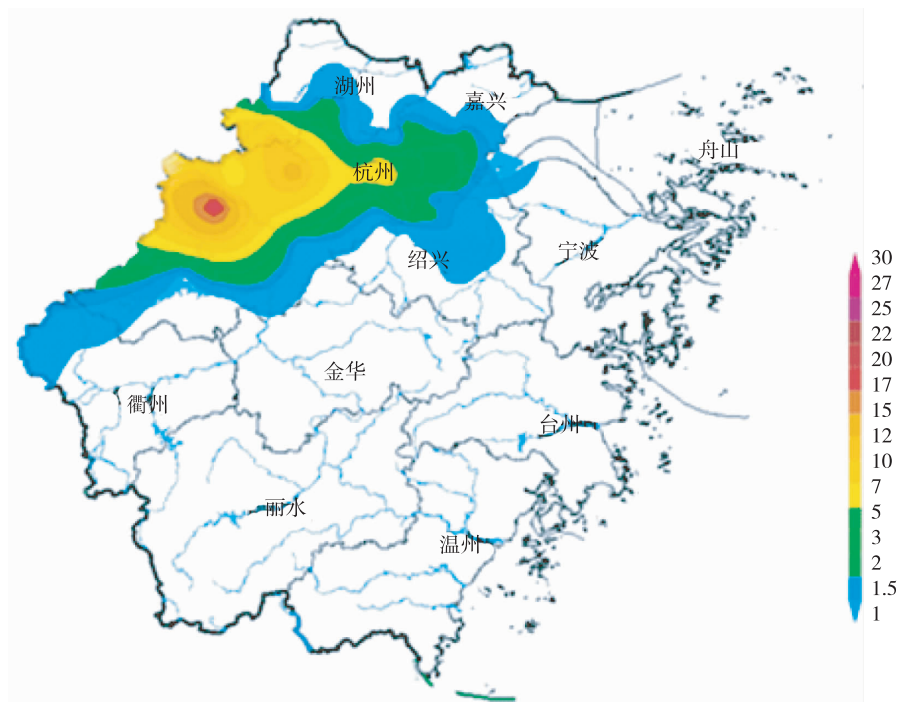


图 1 2015 年 12 月 6 日 08 时的浙江省积雪分布(单位:cm)

Fig. 1 Distribution of snow cover in Zhejiang province at 08:00 of Dec.6,2015 (unit:cm)

料是一致的),杭州站4日15时的近地面气温最高达11℃,5日气温也明显偏高.以杭州站(58457)为例,5日14时气温为3℃,850 hPa温度在-1℃左右.依照以前研究的经验,浙江地区大雪的阈值指标为850 hPa温度在-6~-4℃之间,地表温度在2℃以下(浙江预报员的经验为0℃以下),因此,综合温度层结来判断,杭州站不符合降雪条件,但5日14时降水实况为纯雪,且雪花较大.

3.1 温度垂直结构

图2为杭州站2015年12月5日08、20两个时次的探空曲线,可以发现08时850 hPa的温度和露点温度差 $T-T_d \leq 2^\circ\text{C}$,饱和层达到348 hPa高度,温度-28℃;20时850 hPa的温度和露点温度差 $T-T_d \leq 2^\circ\text{C}$,饱和层达到370 hPa高度,温度-24℃,说明此次过程的云顶高度较高,同时云顶温度较低,这两个条件均有利于冰晶和雪花形成,促进出现降雪天气,这与郭巧红^[22]在两次雨转大到暴雪过程的降水相态变化分析中提出的结论非常吻合,说明该结论尽管来自个别总结,但有一定的普适性.

浙江快速更新同化模式再分析资料2015年12月5日杭州站8个时次的零度层高度变化曲线如图3所示,可以看出到11时零度层高度快速降低,14时零度层位势高度只有402 gpm,尽管此时地面温度较高,但由于零度层高度很低,雪花来不及融化就已经降落到地面,这个条件也有利于降雪.同样从杭州站当日各层温度表2中可以发现,从08时开始,尽管850 hPa温度和地面温度较高,但975、950、925、900、850 hPa的温度均在0℃附近,这是不利于雪花融化的.零度层高度较低以及低层的平均温度较低均有利于降雪的形成.

结合图2和表2可以明显看出,08时开始在

700 hPa附近一直没有明显的0℃以上暖层的存在,可以说此次过程中一直没有明显的中层暖层存在,不利于融化而有利于降雪形成的条件,这与彭霞云等^[2]和郭巧红^[22]的结论也一致.

综上,尽管地面温度和850 hPa温度较高,但温度垂直结构中的云顶高度较高、云顶温度较低、零度层高度较低、低层平均温度较低以及无明显的中层暖层,均有利于降雪的形成.

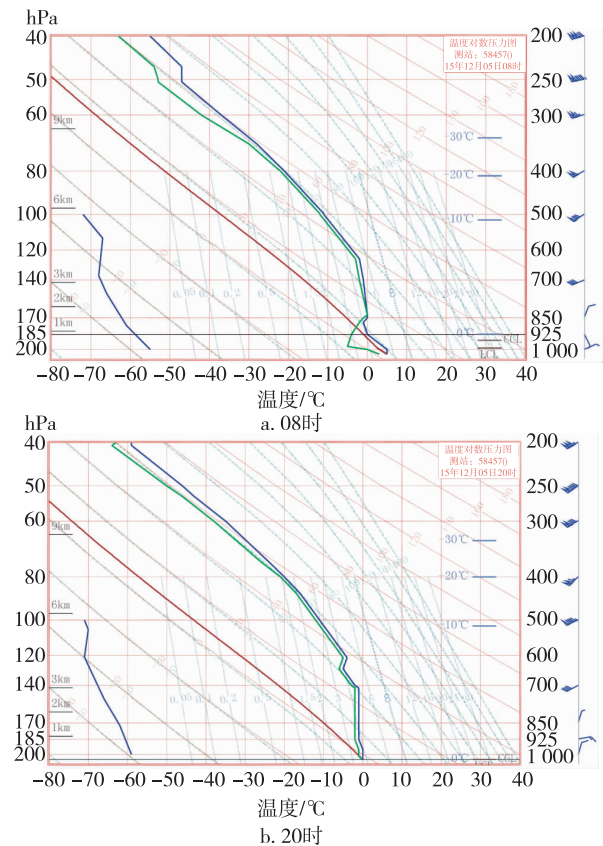


图2 2015年12月5日杭州站08时和20时探空曲线

Fig. 2 Sounding data of Hangzhou station at 08:00 (a) and 20:00 (b) of Dec. 5, 2015

表2 杭州站层结温度

Table 2 Layer temperature of Hangzhou station

北京时	1 000 hPa	975 hPa	950 hPa	925 hPa	900 hPa	850 hPa	700 hPa	500 hPa	℃
02	4.6	4.4	3.7	2.8	2.3	1.8	-1.0	-12.0	
05	4.1	3.3	2.6	2.15	2.0	1.7	-0.8	-11.0	
08	4.5	2.6	0.8	0.17	0	-0.1	-1.2	-11.0	
11	4.1	0.6	-0.1	0	0.2	0	-1.2	-10.8	
14	3.2	0.1	-0.8	-1.2	-1.2	-1.3	-2.3	-10.8	
17	0.6	-0.15	-0.4	-0.4	0	0.4	-2.0	-10.9	
20	-0.1	-0.54	-1.0	-1.2	-1.2	-1.3	-2.6	-10.9	
23	-0.4	-0.76	-1.5	-1.9	-2.0	-2.5	-3.9	-11.8	

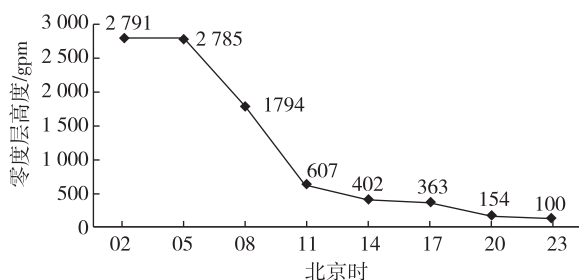


图3 杭州站零度层高度

Fig. 3 Height of zero layer at Hangzhou station

3.2 风场垂直结构

对浙江快速更新同化模式再分析资料的垂直风场经向风分量(表3)分析,可以看出08时开始,900~1000 hPa的低层有稳定的北风分量,说明低层有稳定的冷平流。

通过图2中两个时次的垂直风场配置可知杭州站08时700 hPa的风速为16 m/s,风向245°,而1000 hPa的风速仅为1 m/s,风向360°;20时700 hPa的风速同样为16 m/s,风向240°,1000 hPa的风速也仅为1 m/s,风向360°。同时表3中也可以看出700 hPa以上与850 hPa以下具有很大的经向风的量级差,此次过程的垂直风切变很大。

综上,风场垂直结构方面在此次降雪过程中有稳定的低层冷平流和很大的垂直风切变。

3.3 地形影响作用

浙江西北部为天目山区,山脉呈西南—东北走向。本次过程中低层冷空气主要通过偏东气流的回流来补充。一方面,由于山脉阻挡,近地层在山前为水汽较为充足的地带;另一方面,低层地形在山前产生的辐合易冲破逆温层(或与逆温层内波动的上升支叠加),与700 hPa以上的西风带低槽系统引起的上升支叠加,加强了垂直上升运动;最后,东风回流

冷空气遇山后减速,首先在山前堆积、绕流,逐步在山前形成冷空气垫,回流过来位于冷空气垫上的冷空气沿地形迎风坡被抬升凝结形成雪。这就造成了山前的临安和杭州等地区的降雪。

4 双偏振雷达特征分析

结合临安双线偏振雷达的降雪过程产品资料来分析降雪期间的特征,同时进行效果分析。由实况分析可知,5日14时的降雪比较明显且范围与6日08时的积雪分布也基本一致,而且通过上文分析也知14时是本次降雪过程的代表时间段,所以资料的时间段选择14时左右,雷达资料的仰角选择0.5°,分辨率125 m。图4给出了13:58和14:05两个时次雷达偏振参数的PPI回波,所有资料已经过预处理。以基本反射率为例,质量控制主要采用基于模糊逻辑的方法,依据主要的算法参数包括雷达逐脉冲变化因子、反射率因子水平纹理、反射率因子径向变化百分比、差分反射率因子和差分传播相位的标准差及各因子相应的最优判别函数,经过归一化和各因子的等权重加权计算结果,判别雷达回波性质,剔除雷达反射率因子中的地物回波污染。

从图4a和4b的水平反射率因子 Z_H 上可以看到有一个相对连续且较强回波区,位于雷达站的南面和东面,范围在150 km以内,回波强度普遍达到30 dBz,最大达到45 dBz。具体到浙江省的行政区域,可按雷达站所在的纬度(后文简称雷达纬度)划分,分为雷达纬度以北的临安和杭州市区,以南的淳安、建德、桐庐和诸暨。同时基于5日14时的实况可知临安和杭州市区是降雪,而淳安大部、建德、桐庐和诸暨是降雨,所以此时雨雪南北分界线也在雷达纬度附近,雷达纬度以北为降雪,以南为降雨。所以对雷达回波资料的分析以雷达纬度的南北部分来分析。

表3 杭州站垂直风场经向风分量

Table 3 Meridional component of vertical wind at Hangzhou station

北京时	1000 hPa	975 hPa	950 hPa	925 hPa	900 hPa	850 hPa	700 hPa	500 hPa
02	0.5	1.5	1.7	1.7	1.8	2.0	3.2	9.9
05	4.3	4.0	3.0	2.2	1.6	0.5	4.4	10.7
08	-0.8	-0.6	-0.3	-0.1	-0.1	-1.4	5.1	17.7
11	-1.0	-0.6	-0.1	-0.3	-0.2	0.8	6.0	20.5
14	-0.4	-1.2	-0.1	-0.4	-0.4	1.6	5.2	20.1
17	-2.6	-2.6	-2.8	-2.4	-1.5	0.5	5.4	20.1
20	-1.9	-2.8	-2.7	-2.4	-2.3	-0.7	7.2	17.4
23	-3.5	-4.6	-4.0	-3.3	-2.7	0.2	9.5	16.9

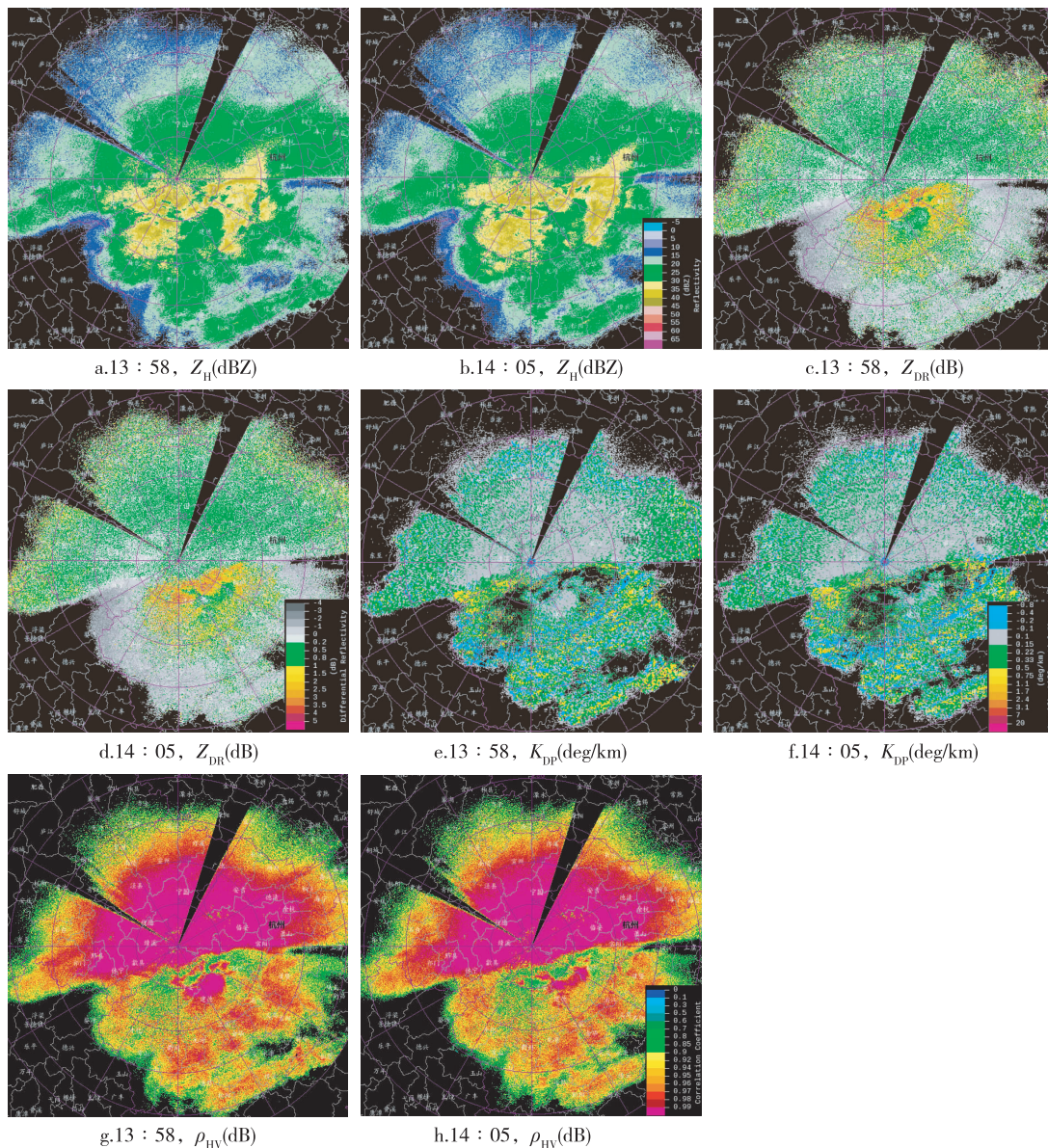


图4 2015年12月5日13:58和14:05临安双偏振雷达回波

(雷达观测仰角是 0.5° ,最大观测距离是300 km,每个距离圈的长度是50 km,雷达位于圆的中心位置)

Fig.4 Four PPI echoes of dual-polarimetric radar at 13:58 and 14:05 of Dec.5,2015

(Radar is located at the center of circles,elevation angle of radar observation is 0.5° ,

maximum display distance is 300 km,and length between two neighboring circles is 50 km)

从图4c和4d的差分反射率因子 Z_{DR} 上可以看出雷达纬度以北的降雪区域的 Z_{DR} 较小,临安和杭州城区的值均在 $0\sim 0.5$ dB之间,而雷达纬度以南的降雨区域 Z_{DR} 值就大很多,均在0.8 dB及以上,较为集中在 $0.8\sim 4$ dB之间,最高可达5 dB,处于 Z_H 回波强度45 dBZ的范围内.这与程周杰等^[7]、刘黎平等^[13]和曹俊武等^[16]所研究的结论一致,并得出了在浙江地区的定量结论.

从图4e和4f的差传播相移率 K_{DP} 上可以看出,

在雷达纬度附近有明显的分界线,雷达纬度以北降雪区域 K_{DP} 值较小,在 0.1 deg/km左右,绝对值小于 0.15 deg/km,而雷达纬度以南降雨区 K_{DP} 值较大,普遍大于 0.33 deg/km,集中值处于 $0.33\sim 1.7$ deg/km之间,最大值零星分布可达 3.1 deg/km,处于 Z_H 回波强度45 dBZ的范围内.这个定量分析的结论也与程周杰等^[7]的研究相符.

从图4g和4h的零滞后相关系数 ρ_{HV} 上可以看出雷达纬度以北的降雪区域 ρ_{HV} 值均为0.99,而降

雨区域则在 0.9~0.99 之间。

综上,此次非典型性降雪过程浙江地区的双偏振雷达回波产品降雪特征为水平反射率因子 Z_H 达到 30 dBZ,差分反射率因子 Z_{DR} 较小,在 0~0.5 dB 之间,差传播相移率 K_{DP} 值较小,在 0.1 deg/km 左右,绝对值小于 0.15 deg/km,零滞后相关系数 ρ_{HV} 均为 0.99;降雨特征为差分反射率因子 Z_{DR} 较大,在 0.8~4 dB 之间,在 Z_H 回波强度 45 dBZ 的区域内可达 5 dB,差传播相移率 K_{DP} 值较大,在 0.33~1.7 deg/km 之间,在 Z_H 回波强度 45 dBZ 的区域内可达 3 deg/km 以上,零滞后相关系数 ρ_{HV} 在 0.9~0.99 之间。

对此次过程其他时次的双偏振雷达回波资料进行整理分析,均符合此结论,说明此结论具有很好的普适性。

5 结论

本文通过 2015 年浙江地区冬季初雪的分析,得到了这次降雪天气的成因,同时统计了临安双偏振雷达回波参量的阈值指标,得出如下结论:

1) 地表温度高、中高空温度低的情况下,云顶高度较高、云顶温度较低、零度层高度较低、低层平均温度较低以及无明显的中层暖层有利于降雪的形成。

2) 由于天目山地形原因,近地层在山前易加剧垂直上升运动,易形成冷空气垫和水汽较为充足的地带,加上稳定的低层冷平流和较大的垂直风切变促进了降雪的形成。

3) 地表温度高、中高空温度低情况下的降雪,双偏振雷达回波产品的特征是:水平反射率因子较大,可达 30 dBZ;差分反射率因子较小,在 0~0.5 dB 之间;差传播相移率小,在 0.1 deg/km 左右;零滞后相关系数大,约为 0.99。这些指标可用于此型降雪的判别。

参考文献

References

- [1] 沈玉伟,孙琦旻.2010 年冬季浙江两次强降雪过程的对比分析[J].气象,2013,39(2):218-225
SHEN Yuwei,SUN Qimin.Contrast analysis of two heavy snowfall events in Zhejiang[J].Meteorological Monthly, 2013,39(2):218-225
- [2] 彭霞云,孔照林,张子涵,等.浙江省冬季降水相态判别指标研究[J].浙江气象,2015,36(3):8-13
PENG Xiayun,KONG Zhaolin,ZHANG Zihan, et al. Phase discrimination index of winter precipitation in Zhejiang province[J].Journal of Zhejiang Meteorology, 2015,36(3):8-13
- [3] 许爱华,乔林,詹丰兴,等.2005 年 3 月一次寒潮天气过程的诊断分析[J].气象,2006,32(3):49-55
XU Aihua,QIAO Lin,ZHAN Fengxing, et al.Diagnosis of a cold wave weather event in March 2005[J].Meteorological Monthly,2006,32(3):49-55
- [4] 漆梁波,张瑛.中国东部地区冬季降水相态的判别判据研究[J].气象,2012,38(1):96-102
QI Liangbo,ZHANG Ying. Research on winter precipitation types' discrimination criterion in eastern China[J].Meteorological Monthly,2012,38(1):96-102
- [5] 李江波,李根娥,裴雨杰,等.一次春节寒潮的降水相态变化分析[J].气象,2009,35(7):87-94
LI Jiangbo,LI Gen'e,PEI Yujie, et al.Analysis on the phase transformation on precipitation during a strong cold wave happened in spring[J]. Meteorological Monthly, 2009,35(7):87-94
- [6] 孙燕,严文莲,尹东屏,等.江苏冬季降水相态气候分布特征及预报方法探讨[J].气象科学,2013,33(3):325-332
SUN Yan,YAN Wenlian,YIN Dongping, et al. Climatic characteristics and forecast of precipitation phase in winter of Jiangsu[J].Journal of Meteorological Sciences, 2013,33(3):325-332
- [7] 程周杰,刘宪勋,朱亚平.双偏振雷达对一次水凝物相态演变过程的分析[J].应用气象学报,2009,20(5):594-601
CHENG Zhoujie,LIU Xianxun,ZHU Yaping.A process of hydrometeor phase change with dual-polarimetric radar[J].Journal of Applied Meteorological Science,2009,20(5):594-601
- [8] 秦伟良,刘悦.空间插值法在降水分布中的应用[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2010,2(2):162-165
QIN Weiliang,LIU Yue. Application of spatial interpolation in rainfall distribution analysis[J].Journal of Nanjing University of Information Science and Technology (Natural Science Edition),2010,2(2):162-165
- [9] 徐月飞,蓝俊倩,顾振海,等.基于雷达校正的雨量插值研究[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2015,7(2):155-158
XU Yuefei,LAN Junqian,GU Zhenhai, et al.Precipitation interpolation algorithm calibrated by weather radar data[J].Journal of Nanjing University of Information Science and Technology (Natural Science Edition),2015,7(2):155-158
- [10] 杨通晓,王振会,王蕙莹,等.双基地偏振雷达探测时小旋转椭球雨滴的侧向散射特性[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2014,6(3):249-256
YANG Tongxiao,WANG Zhenhui,WANG Huiying, et al. Study on scattering features of a small rotating spheroidal raindrop for a bistatic polarization radar detecting system[J].Journal of Nanjing University of Information Science and Technology (Natural Science Edition),2014,6(3):249-256
- [11] 张培昌,王宝瑞,嵇驿民.椭球状降水粒子群微波散射

- 特性的理论计算[J].南京气象学院学报,1990,13(2):158-166
- ZHANG Peichang, WANG Baorui, JI Yimin. Theoretical calculation of the microwave properties of spheroidal precipitous particle group[J]. Journal of Nanjing Institute of Meteorology, 1990, 13(2): 158-166
- [12] 许小永,王振会,王庆安,等.球锥扁椭球冰粒后向散射实验与 DDA 计算研究[J].南京气象学院学报,2002,25(3):101-107
- XU Xiaoyong, WANG Zhenhui, WANG Qing'an, et al. Lab observation and DDA computation on the backscattering features of sphere-cone-oblate ice particles[J]. Journal of Nanjing Institute of Meteorology, 2002, 25(3): 101-107
- [13] 刘黎平,钱永甫,王致君.用双线偏振雷达研究云内降水粒子相态及尺度的空间分布[J].气象学报,1996,54(5):590-598
- LIU Liping, QIAN Yongfu, WANG Zhijun. The study of spatial distribution of phase and size of hydrometeors in cloud by dual-linear polarization radar[J]. Acta Meteorologica Sinica, 1996, 54(5): 590-598
- [14] 漆梁波,肖辉,黄美元,等.双线偏振雷达识别冰雹的数值研究[J].大气科学,2002,26(2):230-240
- QI Liangbo, XIAO Hui, HUANG Meiyuan, et al. A numeric study of hail identification using dual-polarization radar[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2002, 26(2): 230-240
- [15] 刘黎平.双线偏振多普勒天气雷达估测混合区降雨和降雹方法的理论研究[J].大气科学,2002,26(6):761-772
- LIU Liping. A theoretical study of estimations of rain and hail rates in mixed-phase areas with dual linear polarization radar[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2002, 26(6): 761-772
- [16] 曹俊武,刘黎平,葛润生.模糊逻辑法在双线偏振雷达识别降水粒子相态中的研究[J].大气科学,2005,29(5):827-836
- CAO Junwu, LIU Liping, GE Runsheng. A study of fuzzy logic method in classification of hydrometeors based on polarimetric radar measurement[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2005, 29(5): 827-836
- [17] 曹俊武,刘黎平,陈晓辉,等.3836C 波段双线偏振多普勒雷达及其在一次降水过程中的应用研究[J].应用气象学报,2006,17(2):192-200
- CAO Junwu, LIU Liping, CHEN Xiaohui, et al. Data quality analysis of 3836 C-band dual-linear polarimetric weather radar and its observation of a rainfall process[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2006, 17(2): 192-200
- [18] Liu H, Chandrasekar V. Classification of hydrometeor type based on polarimetric radar measurements; development of fuzzy logic and neuro-fuzzy systems, and in situ verification [J]. Journal of Atmospheric & Oceanic Technology, 2000, 17(2): 140-164
- [19] Straka J M, Zrnicek D S, Ryzhkov A V. Bulk hydrometeor classification and quantification using polarimetric radar data: synthesis of relations[J]. Journal of Applied Meteorology, 2000, 39(8): 1341-1372
- [20] Zrnicek D S, Ryzhkov A, Straka J, et al. Testing a procedure for automatic classification of hydrometeor types[J]. Journal of Atmospheric & Oceanic Technology, 2001, 18(6): 892-913
- [21] Aydin K, Singh J. Cloud ice crystal classification using a 95 GHz polarimetric radar[J]. Journal of Atmospheric & Oceanic Technology, 2004, 21(11): 1679-1688
- [22] 郭巧红.两次雨转大到暴雪过程的降水相态变化分析[J].浙江气象,2016,37(3):1-7
- GUO Qiaohong. Analysis of precipitation phase changes in two processes of rain to heavy snow[J]. Zhejiang Meteorology, 2016, 37(3): 1-7

Feature analysis of the first snowfall in Zhejiang in 2015 by dual-polarization radar

WU Yang¹ ZHAO Fang² KONG Zhaolin² PENG Xiayun² WANG Yuhui² MA Hao²

1 Zhejiang Meteorological Service Center, Hangzhou 310017

2 Zhejiang Meteorological Observatory, Hangzhou 310017

Abstract Based on the reanalysis data of ZJ-WARMS with three hours interval, conventional sounding data and Lin'an Dual-polarization Radar data products, the typical features of the first snowfall in Zhejiang area on Dec.5, 2015 are studied. It is showed that the high temperature near surface and low temperature in middle and low levels, combined with the mountainous topography in the northwest region of Zhejiang province are the main causes. The typical characteristics of dual-polarization radar products on this type of snowfall in Zhejiang area are summarized, and the threshold value of discrimination is obtained consequently, with the purpose to improve the predictability of this kind of snowfall.

Key words snowfall; dual-polarization radar; differential reflectivity; phase state