

文章编号: 1006-4354 (2006) 01-0012-04

渭南市冰雹天气雷达回波特征分析

李秀琳, 张丽娟, 贾金海, 刘 瑜

(渭南市气象局, 陕西渭南 714000)

摘 要: 利用渭南市 1998—2005 年的 711 雷达观测资料和实况资料, 运用统计和对比的方法, 对渭南市冰雹天气雷达回波特征进行综合分析。结果表明: 源于黄龙山一带生成的对流单体, 合并加强后沿合阳、澄城县交界北段入侵渭南, 如果其移动路径为西北—东南—西南时必为强冰雹云; 在 RHI 上依据回波顶高度 h 与 45 dBz 回波顶高 h_{45} 的差距识别冰雹云, 当 $h-h_{45}\leq 1.5$ km 时, 为强冰雹云, 当 $1.5\text{ km}<h-h_{45}\leq 2.0$ km 时, 为中等雹云, 当 $2.1\text{ km}<h-h_{45}\leq 3.0$ km 时, 为弱雹云, 当 $h-h_{45}>3.0$ km, 为雷雨天。

关键词: 冰雹天气; 711 雷达; 回波分析; 渭南

中图分类号: P458.1

文献标识码: B

渭南是冰雹多发地之一, 具有雹季长、频次高、危害大的特点, 雹日最多年份达 20 个, 年平均雹日 11.2 个。降雹特高区: 一是富平、白水、蒲城三县接壤地域; 二是澄城、合阳两县交界北段。其中源于东北部黄龙山一带生成的对流单体, 合并加强后沿合阳、澄城县交界北段入侵渭南, 后继续加强发展, 产生强降雹天气过程, 雹云水平尺度只有 20 km 左右, 其特点是突发性强, 生命史短, 密度大、灾害严重, 如 2001-09-05、2004-09-14 等发生在这一带的雹云均属这种类型;

通过 711 雷达观测资料统计分析, 得出渭南市冰雹天气雷达回波特征。

1 资料来源

选用 1998—2005 年渭南强冰雹天气过程的 711 雷达观测资料, 对其在 PPI 上回波移动路径和灾情进行对比统计分析, 用回波移动路径识别强冰雹云; 采用了近 5 a RHI 回波资料进行统计分析, 依据对流的云回波顶高与 45 dBz 顶高的差值识别强冰雹云, 并在 2002—2005 年渭南 7 县市 119 例对流的云雷达观测中应用。

收稿日期: 2005-09-19

作者简介: 李秀琳 (1968-), 女, 青海民和人, 工程师, 从事人影业务管理工作。

的地形一致, 是狭长的带状, 回波系统发展成熟后, 自东向西移动时发生了一次转向, 形成 ‘V’ 字型回波路径, 最后演变成西北—东南向的强盛对流云团, 沿着红土镇—印台—金锁的地形移动。将实况与演变回波对应发现: 回波云团的合并, 导致对流的加强, 增强时降雹。

6 小结

6.1 高空槽后西北气流中的冷温度槽是主要影响系统。冷温度槽提供了源源不断的冷空气, 激发了强对流的发生。

6.2 高空急流和正涡度平流促进了对流发展。

6.3 K_y 指数与对流发生有较好的指示意义, 本

次冰雹发生在 $K_y\geq 2$ 的区域, 这一结论是否具有普遍性, 还有待进一步分析研究。

6.4 回波云团的合并与加强与冰雹落区和降雹时间对应较好。

6.5 本地特殊地形是形成冰雹的触发条件。

参考文献:

[1] 中国气象局科教司. 省地气象台短期预报岗位培训教材 [M]. 北京: 气象出版社, 1998: 230-231.
[2] 国家气象局科教司. 天气分析和诊断方法 [M]. 北京: 气象出版社, 1992: 75-76.

2 渭南 4 次典型冰雹天气过程实况概述

2001-09-05-15:30—18:00 澄城、合阳先后降雹,持续降雹 5~10 min,地面积雹约 15 mm,由于受空域限制,延误作业时机,灾情严重,经济损失 1.116 亿元;2002-08-18-15:00—18:00,澄城、合阳分别降雹 10~15 min,冰雹直径 15~40 mm,降雹密度大,农作物受灾面积 500 hm^2 ,直接经济损失约 1 473 万元;2004-07-05-13:00—21:00,合阳的皇甫庄、防虏寨及澄城县刘家洼乡、赵庄镇分别降雹 20~60 min,冰雹直径 3~30 mm,地面有积雹,直接经济损失 1 090 万元;2004-09-14-13:00—19:00,由于没有作业空域,冰雹先后袭击了澄城县城及其它 8 个乡镇,冰雹直径 5~30 mm,降雹密度较大,连续降雹 10~20 min,个别地方地面有积雹,受灾面积约 230 hm^2 ,其中重灾达 100 hm^2 以上,直接经济损失约 1.2 亿元以上。

3 天气背景概述

影响降冰雹的系统属于中小尺度系统,它空间尺度小,时间尺度短,演变迅速。而大的天气背景是中小尺度天气系统形成和发展的前提,渭南市冰雹天气产生的环流形势主要为西北气流型和低(涡)槽型,且以西北气流型为主。

08 时 500 hPa 高空图上,2001-09-05 中高纬维持两脊一槽型,高原到乌山东部为一宽广的暖高脊,贝加尔湖到河套东部为一深槽区,河套位于槽后较强西北气流控制之中,且有 $\geq 16 \text{ m/s}$ 的西北风密集区^[1];2002-08-18 呈一槽一脊型,以安康为中心有一范围较大的低涡,并形成一“人”字型切变,渭南处于“人”字型切变右前方的东北气流中。低涡槽后部不断有冷空气分裂南下,在渭南上空形成强对流天气^[2];2004-07-05 呈两脊一槽型,贝湖—内蒙东部有一东南方向移动的低压槽,酒泉—张掖—兰州有较强的西北气流密集区,渭南处于槽后西北气流控制;2004-09-14 呈一槽一脊型,河套有一深厚大槽,渭南处于槽后西北急流中,高空有较强的冷平流,温度达 -16°C 。以上过程除受天气系统和引导气流制约外,还受澄城壶梯山地形的影响。一般说来垂直于山脉的风速分量越大、山的坡度越陡,抬升作

用愈强,形成的对流天气越强^[3]。

4 雷达回波分析

4.1 在 PPI 上,用回波移动路径识别强冰雹云

分析渭南 4 次典型强冰雹天气在 711 雷达 PPI 上的回波移动路径特征(图 1)。(a) 2001-09-05-14:26 在黄龙北部和东北部有两块回波生成,回波顶高 7~8 km,强度 30.6 dBz,以 20 km/h 的速度南偏西移动,15:07 回波合并增强影响澄城、合阳,回波顶高达 11.9 km,强度达 56.9 dBz,并以 40~60 km/h 的移速进入合阳皇甫庄降雹。15:26—15:42 回波继续向西南方向移入合阳、澄城两县交界的甘井、防虏寨、赵庄再次降雹。至 16:16 回波演变趋势不大,回波顶高在 10 km 以上,强度 54 dBz,继续南移至澄城县城关再次降雹。(b) 2002-08-18-14:04 黄龙南部有多对流单体生成,14:46 对流单体分别移入澄城县的冯原、刘家洼乡一带降雷阵雨。15:34 对流单体发展为超级对流单体,并继续增强向西南方向移动,在移动过程中,受澄城境内壶梯山地形抬升作用,云顶高度达 13.7 km,45 dBz 高度达 10.8 km,回波中心强度增强到 66.9 dBz,强回波位于云体中上部,澄城县王庄乡降雹。16:24 回波减弱,移出澄城县境内。(c) 2004-07-05-14:03 在合阳、澄城北部的红石崖有块状回波生成,云顶高度达 10.1 km,强度 62 dBz,以 40 km/h 的速度向南移动。14:32—15:35 回波移动缓慢,云体高耸宽广,高达 10.6~12.2 km,45 dBz 高度 8.6~10.2 km,回波中心强度 63.1~67.8 dBz,为典型的冰雹云回波,澄城、合阳地面产生降雹。16:06 向西南方向移出澄城县。(d) 2004-09-14-13:17 在红石崖有对流回波生成,以 20 km/h 的速度南偏西移动,有增强趋势,影响澄城、合阳一带。13:35 回波增强,高度 8.9 km,强度达 69.1 dBz,移速加快,以 40 km/h 继续南偏西移动。14:10—15:49 在合阳、澄城两县交界的防虏寨、赵庄等地产生降雹,云顶高度迅速增至 10.3 km,回波强度达 68.8 dBz。15:51 回波演变趋势不大,回波顶高在 7.2 km 以上,强度 61.2 dBz,继续南移至澄城县城关再次降雹。17:00 后,回波移速缓慢,趋于稳定消亡阶段。

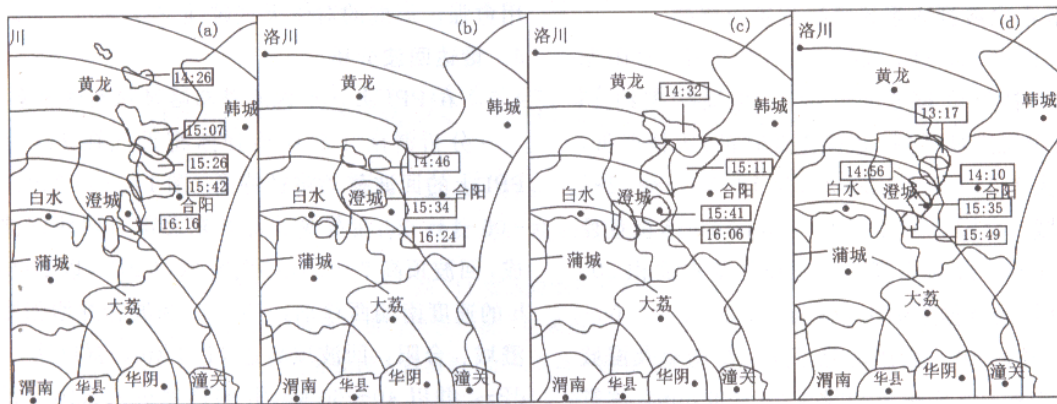


图1 渭南4次强冰雹天气在711雷达PPI上回波移动路径图

以上4次过程均由黄龙北部或南部形成的对流单体发展而成,从回波结构、移向、降雹强度、天气形势及造成的严重灾情看,这一带发生的单体或多单体一般先向东南方向的澄城、合阳交界北段一带移动,合并加强时受澄城境内壶梯山地形抬升作用的共同影响,形成强对流天气,并继续西南或偏南方向发展,产生强降雹,移出澄城县后过程基本结束。此类冰雹云只要在澄城、合阳交界北段继续发展并入侵渭南市,当雹云总体路径为西北—东南—西南时,就会产生强降雹,造成严重的雹灾。这种雹云年平均出现1~2次,个别年份没有,一旦出现即为强冰雹云,在2001—2004年中共出现5次,识别准确率可达90%以上。

4.2 在RHI回波上,依据回波顶高度与45 dBz顶高的差值识别强冰雹云

冰雹的生长主要源地是大量过冷却水滴组成的含水量累积区,在雷达回波上,对应的是强回波区,即冰雹生长的“雹源”,上升气流速度决定了水凝物在云中的滞留时间和部位及垂直运动的强度,而水凝物在雹云中形成雹胚,随上升气流最大速度的增大和最大速度出现的高度的增大而增大^[4],当云内上升气流速度越大,最大速度出现的高度也增高,强回波中心高度(上升气流极值区)就越高,雹云发展越旺盛。利用RHI上冰雹云回波顶高度与45 dBz顶高的差值识别强冰雹云。

如图2所示,根据45 dBz回波顶高识别冰雹云技术^[5](45 dBz强回波顶高识别冰雹云技术已

从1994年应用至今,指标准确率达95%),图中4例强回波均位于云体中上部,45 dBz高度均在8.0 km以上,属较典型的冰雹云回波。可以看出,2001-09-05和2004-09-14,雹云回波顶高在12 km以下,与45 dBz回波顶高差距比较小,实际造成的灾害非常严重。而2005-08-03-18:20雹云云体庞大,回波顶高高达15.2 km,45 dBz回波高度在12.7 km,但回波顶高与45 dBz回波顶高差距大,地面有降雹,没有灾情发生。因此,用回波顶高与45 dBz强回波顶高差距可判定雹云强弱,当差距越小,45 dBz强回波中心高度越高,云内上升气流速度越大,雹云发展就越强烈。

利用5a的711雷达回波资料(表1),经过统计、对比分析,得出回波顶高 h 与45 dBz回波顶高 h_{45} dBz不同差值范围与降雹强度的对应关系:当 $h-h_{45} \leq 1.5$ km时,为强冰雹云并带来严重雹灾;当 $1.5 \text{ km} < h-h_{45} \leq 2.0$ km时,中等雹云并有较重雹灾;当 $2.1 \text{ km} < h-h_{45} \leq 3.0$ km时,为弱雹云,降小雹或软雹但无灾害造成;当 $h-h_{45} > 3.0$ km,一般为雷雨云,无雹也无灾。通过对2002—2005年渭南7县市119例对流云的雷达观测应用, $h-h_{45} \leq 1.5$ km的25例中,2例空报(中等雹云),识别准确率为92.0%; $1.5 \text{ km} < h-h_{45} \leq 2.0$ km的38例中,空报4例(弱雹云),1例漏报,识别准确率为86.8%; $2.1 \text{ km} < h-h_{45} \leq 3.0$ km的56例中,空报8例(无雹),漏报2次,识别准确率为82.1%。这一结论平均准确率达87.0%。

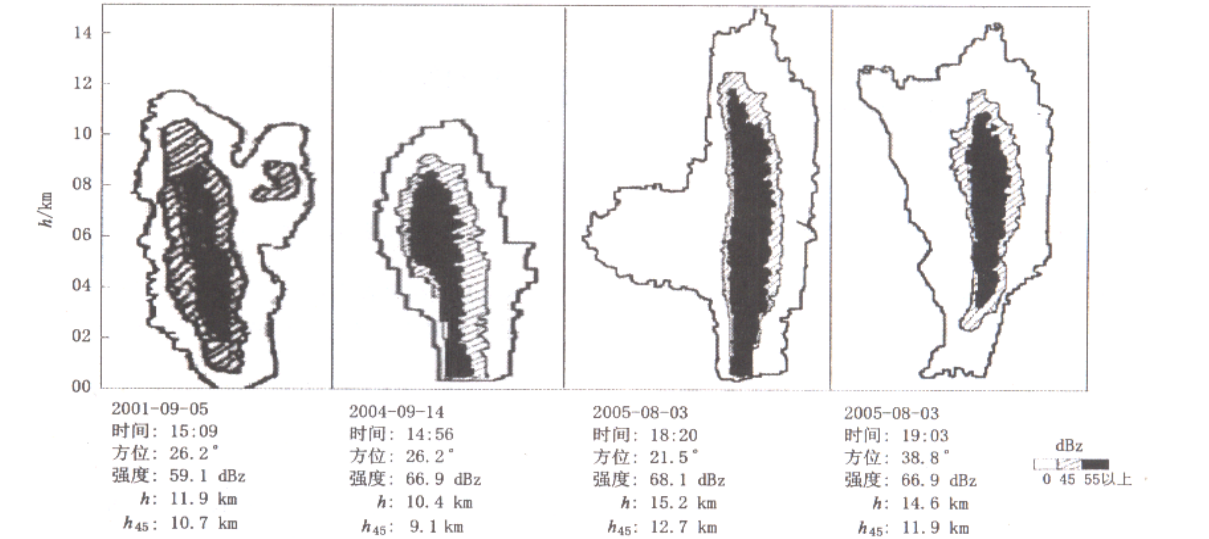


图 2 渭南 4 次典型冰雹天气过程高显回波（RHI）特征图

表 1 渭南回波顶高与 45 dBz 强回波顶高差值统计（部分）

时 间	强度/dBz	h/km	h_{45} /km	$h-h_{45}$ /km	雹灾
2001-09-05-15：09	59.1	11.9	10.7	1.2	严重
2004-09-14-14：56	66.9	10.4	9.1	1.3	严重
2002-08-18-15：34	66.9	13.7	10.8	1.9	较重
2004-07-05-15：35	67.8	12.2	10.2	2.0	较重
2004-06-20-14：16	74.7	11.6	9.3	2.3	无灾
2005-08-03-18：20	68.1	15.2	12.7	2.5	无灾
2005-08-03-19：03	66.9	14.6	11.9	2.7	无灾

5 小结

5.1 源于黄龙山一带生成的对流单体,从渭南市东北部的澄城、合阳县交界北段入侵渭南,在发展加强过程中,如果雹云总体移向为西北—东南—西南时必为强冰雹云,此种冰雹天气来势猛,强度大,灾害非常严重。

5.2 在 RHI 上,利用回波顶高 (h) 与 45 dBz 回波顶高 (h_{45}) 的差值来判别冰雹云的强弱。 $h-h_{45} \leq 1.5$ km 时,冰雹强度大; $1.5 \text{ km} < h-h_{45} \leq 2.0$ km 时,冰雹强度较大; $2.1 \text{ km} < h-h_{45} \leq 3.0$ km 时,地面降小雹或软雹。

5.3 以西北气流型和低(涡)槽型为主的天气系统与澄城境内壶梯山地形抬升作用的共同影响,是关中东北部产生强冰雹天气的主要原因。

参考文献：

[1] 张丽娟,吕俊杰,张德义.渭南市 2001-09-05 冰雹天气过程分析[J].陕西气象,2002(增刊):7-8.

[2] 武麦凤,张丽娟,王旭仙.渭南东北部盛夏期一次强降雨天气过程分析[J].陕西气象,2002(增刊):29-30.

[3] 刘振隆.天气学[M].北京:气象出版社,1986:614-615.

[4] 中国气象局科技发展司.人工影响天气岗位培训教材[M].北京:气象出版社,2003.

[5] 樊鹏.用风暴剖面 45 dBz 高度选择防雹作业时机[J].陕西气象,1994(4):29-31.