

强对流天气的雷达回波分析与预报

邵本军

(黑龙江省伊春市气象局, 153000)

提 要

利用711雷达做短时预报的关键是对雷达回波的正确判别。根据观测资料及短时预报经验,并依据本地的特殊地形及气候特征,着重分析了强对流雷达回波的形状特征并引进了能量天气学的方法,以得出具有可操作性的简明判据。

关键词: 中尺度 雷达回波 判别

引 言

尽管雷雨大风、冰雹、飏线、龙卷风等灾害性天气所产生的环流背景及影响后果和所造成的破坏程度不同,但其回波特征确有一定的规律可循。这就要求我们对不同的对流回波特征做认真的分析研究,以便做出及时准确的判断和预报。

1 雷达回波与强对流天气

1.1 在平面位置显示器上的特征

对雷达回波形状而言,它只是一个定性的东西。对强对流回波的判别及短时预报的方法虽然多种多样,但利用雷达做短时预报最简单易行的莫过于用回波的形状来判别回波的强弱及可能发生的天气。我们知道:“指状”、“钩状”、“V”型缺口是典型的强对流回波。然而,通过总结分析发现,影响本地区的强对流天气回波,除上述几种类型外,还有如下几种。

1.1.1 正弧型(即带状)

它是一种宽不过几公里至几十公里、长为十几公里或几十公里,甚至达到几百公里的带状回波,或为离散多单体的强对流回波排列成正弧形的回波(见图1)。这种回波在其条件具备的情况下,极易产生飏线、龙卷、冰雹或雷雨大风,其多发生于春末夏初的季节

里,其分布多位于3、4象限。如1991年5月8日上甘岭龙卷风、冰雹,1991年5月29日翠峦龙卷风、冰雹。

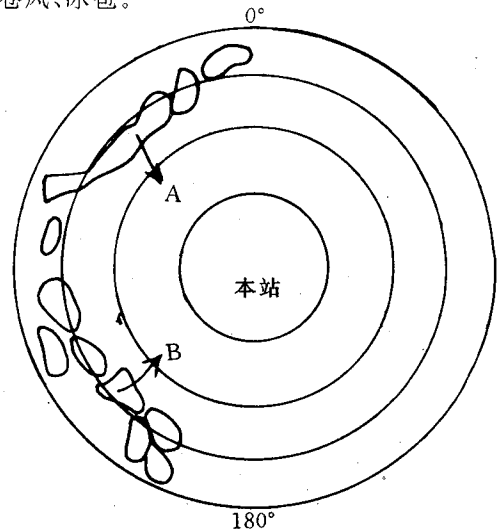


图1 正弧形回波

每圈50km,倾角 1.5° ,0dBz

A:1991年8月16日17时飏线 B:1991年5月8日11时龙卷风

1.1.2 反弧型(弥合型)

这类回波多发生于夏季,看上去其排列并无规则,只是一些离散的强对流单体,只有根据其发展及移向方可判断出其排列为反弧形(见图2)。这种回波在其条件具备情况下极

易产生雷暴、冰雹和强降水天气,其分布多位于2、3象限。如1990年8月13日特大暴雨即属此类回波影响。

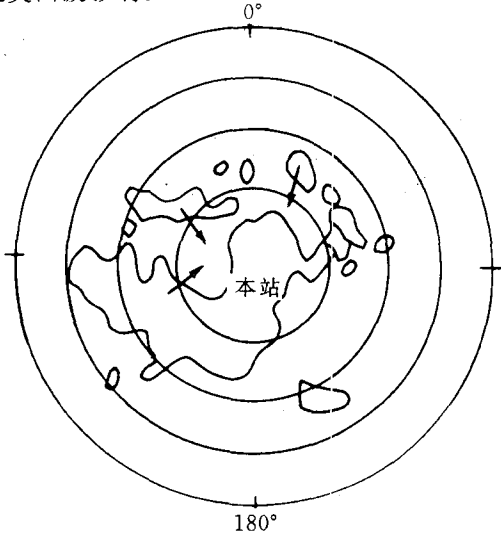


图2 反弧形回波
说明同图1

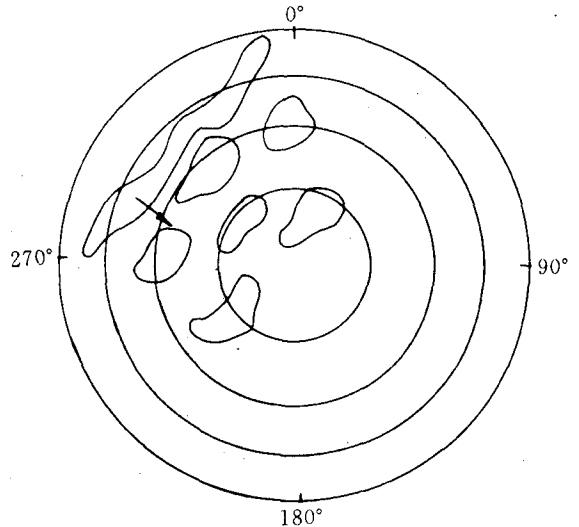


图3 锋生形回波
说明同图1

1.1.3 锋生型

这类回波多出现在短时强降水过后,原来的降水云团已经减弱或趋于消散。这时后面又移来一条带状回波,与已减弱的块状回波相遇,使其从新获得能量并再次加强,形成锋面云系,并再次产生强降水(见图3)。

1.2 在高显上的特征

在高显观测时,一般以回波高度、强度和形状来判别回波的强弱及可能发生的天气,其主要特征如下。

1.2.1 当回波顶高 $\geq 10\text{km}$ 、强度 $\geq 45\text{dBz}$ 且顶端呈花椰菜状,边缘清晰,整齐光滑,则该对流将继续发展加强,如1991年5月8日上甘岭龙卷、冰雹(图略)。

1.2.2 当回波顶高 $\geq 10\text{km}$ 、强度 $\geq 45\text{dBz}$ 但其顶平齐,则说明该对流已达最旺盛阶段。若无外来因素影响,已不可能再发展了。

1.2.3 当回波顶高 $\geq 10\text{km}$ 、强度 $\geq 45\text{dBz}$ 但其顶部已开始下陷或其顶部边缘呈毛絮状,则说明该对流已减弱呈消散状态。但此时若有外来因素影响,仍可继续加强发展。

1.2.4 当高显回波呈穹窿状或衰减后出现假旁瓣回波时极易产生冰雹天气。如1991年6月9日嘉荫冰雹即属此类回波(图略)。

2 对流回波的参数与可能发生的天气的关系

尽管一般性对流天气也属于对流天气,但和冰雹、飚线、雷雨大风等强对流天气相比,在回波参数上有较大区别。

对于典型的中尺度下的对流回波,其生消快,多对流单体,形状很难确定,而这种回波又往往易发生较强烈的对流天气,所以利用回波形状做短时预报有一定的局限性。我们引进回波参数,来进一步判断回波的强弱及可能发生的天气。

2.1 回波参数

我们选用如下4组因子:

- ① 回波强度(Z)和回波顶高(H);
- ② 强反射率核的高度(H_q)和零度层的

高度(H_0);

③ 回波顶高(H)和强反射率核的最大移速(V_{max});

④ 回波顶高(H)和该回波顶高处的温度(H_t)。

通过该4组因子反查本站1991~1992年的11例重大天气资料发现,由历史拟合率找出每组两个因子达到强对流回波的临界值见表1。

表1 强对流回波临界值与历史拟合率

临界值		历史拟合率%
$H \geq 10\text{km}$	$Z \geq 45\text{dBz}$	75.8
$H_q \geq 5.5\text{km}$	$H_0 \leq 4.7\text{km}$	72.6
$H \geq 9\text{km}$	$V_{max} \geq 35\text{km}$	78.2
$H \geq 10\text{km}$	$H_t \geq -42^\circ\text{C}$	76.7

2.2 强对流回波指标

通过对这11例重大天气资料的普查,我们还发现当 $H \geq 10\text{km}$ 、 $Z \geq 45\text{dBz}$ 时,强反射率核的高度(H_q)和强反射率核的最大移速(V_{max}),对进一步判断强对流回波是产生冰雹还是雷雨大风有着很好的指示意义(见表2)。

表2 H_q 的高度及 V_{max} 与天气状况关系

临界值		天气状况
$H_q \geq 5.5\text{km}$	$V_{max} \leq 35\text{km}$	冰雹
$H_q \leq 5.5\text{km}$	$V_{max} \geq 35\text{km}$	雷雨大风或冰雹
$H_q \leq 5.5\text{km}$	$V_{max} \leq 35\text{km}$	强雷雨

2.3 静力能指标选取

在实践中我们发现,在强对流天气发生前,强对流回波的生消变化总是与能量锋的活动变化相伴随。为此,根据本站11年(1980~1990年)的08时850 hPa和地面资料,利用能量天气学的方法,计算出强对流天气发生前各要素的统计平均值,从而找出强对流天气发生发展的一般规律。

下面是我们实际工作中选用的两组因子:

高空:① K 指数,② 实际潜热能($2.5q$),③ 饱和总温度(T_b),④ 实际湿空气总温度(T_s)。

地面:① 饱和总温度(T_b),② 实际潜热能($2.5q$)。

同时我们还发现,在不同的季节里,发生强对流天气时,这些因子的平均值也不一样(见表3)。

表3 静力能指标临界值

6月		7~8月	
地面	高空	地面	高空
$T_b = 42.2$	$K = 19.1$	$T_b = 50.2$	$K = 28.2$
$2.5q = 22.8$	$2.5q = 15.2$	$2.5q = 29.3$	$2.5q = 25.7$
	$T_b = 41.0$		$T_b = 55.4$
	$T_s = 31.3$		$T_s = 48.3$

利用该方法我们在1991~1992年的11次重大灾害天气中共报对了9次,其准确率达82%。

3 地形对回波的移向、移速、强弱生消的影响

由于我们地处小兴安岭的西南坡,其地形的抬升作用及下垫面的辐射加热极易发生各类对流天气,加之气候特征的特殊性,对回流波各个季节里所表现出的移向、移速、强弱生消等亦不尽相同。

3.1 当对流云团沿着山谷和山脉走向一致时,移动方向和移动速度按正常外推效果较好,但当对流发展相当旺盛且阻挡山脉不是很高,对流云团越山时,由于地形的抬升作用,对回流波强度有所加强。越过山脉后借其有利地形,气流迅速辐散下沉,这样在山的背风坡很可能产生短时雷雨大风或冰雹。这种情况多发生于春末夏初的季节,例如1991年5月8日上甘岭龙卷风、冰雹,1991年5月29日翠峦龙卷风、冰雹,均属此类回波。

3.2 当对流云团发展相当旺盛,移动方向与山脉走向成较大交角,且阻挡山脉很高,对流云团越过山脉时则表现为:回波时快时慢、时

强时弱,这是由于地形的阻挡和抬升作用所致,当对流沿着山坡爬升时,移速减慢,强度加强,顶高上升;当对流越过山脉时,移速加快,回波顶高相对降低,经过多次的抬升加强及下垫面的辐射加热作用,对流已发展的相当旺盛,这时往往易产生强烈的对流天气,这种情况多发生于夏季,如1991年8月16日飚线过境即属此类对流回波。

3.3 由于地形原因及气候特征,本地的非系统性夜雷暴出现频繁。究其原因也是由于下垫面辐射加热不匀所致。此类回波的发生发展大约始于14~16时,成熟于19~20时,由于其无外来动力推动,故其沿着山坡缓慢爬升,往往未及山顶就产生强雷雨,只有个别发展特别旺盛的强对流,并在大的环流背景下,才能跨越山脉,造成大范围的夜雷雨天气,此类回波多发生于夏季。

4 回波路径与可能发生的天气的关系

统计1991~1992年的11次重大灾害性天气发现,重大灾害性天气的路径有3条:其一,西北路径(NW~E或SE)发生的频率为40%;其中雷雨大风频率为75%、飚线频率为25%;其二,西南路径(SW~NE或E)发生的频率为20%,其中雷雨大风频率为100%;其三,南方路径(S~N)发生的频率为40%,

其中冰雹为75%、雷雨大风为25%。

5 小结

5.1 要想提高单部雷达的监测能力,及时准确的做好短时预报,就必须准确的判断回波的强弱,即对回波的形状(平显、高显)参数、路径、发展趋势、移向、移速等做综合的分析判断。

5.2 对回波进行客观分析,使其客观化、量化,并利用其它辅助手段提高预报准确率。同时掌握当地气候特征及地形对回波的生消移动影响,也是做好短时预报的关键。

5.3 不同的季节、不同的环境,回波的形状特征、参数等也有所不同。这也是预报员在实践工作中所必须注意的问题。

5.4 利用强反射率核的移向移速来判断回波整体的移向移速比利用回波外缘的变化来判断回波的移向移速则更加客观化。这一方法对山区、丘陵地带或多个对流单体回波移向移速的判别是非常适用的。

5.5 在现代化的小尺度天气探测、资料处理及资料传输网络尚未实现之前,利用雷达回波资料做短时预报,目前仍然是做好一定区域内强对流灾害性天气短时预报的最有效的手段。

The Radar Echo Analysis and Forecasting on Severe Convection Weather

Shao Benjun

(Yichun Meteorological Office, Heilongjiang Province 153000)

Abstract

The correct assessment is the key of short period forecasting through of the use of 711 radar data. Based on the observations and short period forecasting experience for recent years, and the local special topographical and climatic features, the configurational features of the radar echo about severe convection weather are emphatically analyzed and the method of energy meteorology is introduced so that the concise assessing criterions are derived.

Key Words: mesoscale severe convection radar echo assessment