

# 云南中部一次飊天气过程的雷达回波特征

张小松 李宏波

(云南省楚雄彝族自治州气象台, 675000)

## 提 要

利用地面资料和雷达回波,分析了2002年9月8日云南中部一次飊天气的发生、发展和演变情况,得出低纬高原飊天气出现时天气和要素变化为:雷暴最先出现,随后湿度急升,气温直线下降。在这突变过程中出现大风、大雨和冰雹,气压出现跳跃。飊线水平尺度长不到100km,宽仅10km,生消史两个小时左右。其雷达回波有前期征兆,发生演变过程,有一定特征。

**关键词:** 飊 飊线 要素变化 回波特征

## 引 言

飊在气象学上指风向突变、风速急剧增大到风暴程度的天气现象,是不多见的一种天气。飊出现时,气温下降,降雨增强,短时降雨强度可达暴雨甚至大暴雨量级,除有短时强降水外,还伴有大风、冰雹。短时强降水还容易诱发洪涝、泥石流,是强度较强的一种短时灾害性天气。2002年9月8日下午,云南中部昆明以西100多公里的楚雄市出现了一次飊天气,除有强降水还伴有冰雹、大风。短时间内出现大雨、冰雹和大风灾害,造成巨大经济损失。飊在较短时间有如此强大的破坏力,其发生、发展和演变情况怎样,值得研究。

### 1 飊的压、温、湿、风变化特征

2002年9月8日下午17时许(北京时,下同),楚雄市出现的这次飊天气,地面要素有以下变化特征。

#### 1.1 气压

17时气压自记值维持在821.5hPa,至17:13出现瞬间跳跃至最高值823.9hPa,约1分钟左右上升了2.4hPa。仅一两分钟后,气压又快速下降到822.3hPa,从峰值下降了1.6hPa,并维持了大约8分钟左右。到17:23,气压回复至821.9hPa,接近气压跳跃前一直基本维持的稳定气压值。气压从跳跃突变,到基本恢复常值,历经10分钟左右。从

气压跳升到最高值又下降到稳定值的变化自记曲线看,气压上升至最高值是一次瞬间急速过程,而下降到稳定值是两次下降过程,且第一次下降值比第二次下降值高。第一次下降后气压有一个稳定过程,然后才是第二次下降,两次下降后回到稳定值。

#### 1.2 气温

气温变化早于气压。从温度自记看,气温自17:00时的23.0℃开始近直线下降,到17:17降到最低点15.4℃,17分钟气温下降了7.6℃。气温下降到最低点后,有一个缓升,到17:25气温缓升至16.1℃。此后,气温稳定了约15分钟,到17:40气温又慢慢升高,到17:57气温升至17.0℃。气温变化自记曲线与气压变化基本相反,即气温是急速下降直到最低点,是一次快速过程,而上升到基本稳定值是两次上升过程,且两次上升过程间有一段稳定时间,呈降温幅度大,降温时间短,突发性强特征。

#### 1.3 湿度

湿度变化早于气压、气温。16:59湿度就从63%急升,到17:17升到最高,达96%,升值33%。也仅一两分钟左右,湿度有一小幅快速下降,下降至94%后下降趋缓,5分钟左右,又是一小幅快速下降,降至92%后在17:26左右又快速急升,至17:31左右升到95%。以后湿度自记曲线又出现多次小幅波

动。

#### 1.4 雨量

降雨从 17:02 开始到 17:43 结束。强降雨出现在 17:02 到 17:19 这 17 分钟内。其中,5 分钟最大降水量为 11.5mm,过程雨量为 17.8 mm。

#### 1.5 冰雹

从 17:12 下到 17:14,共两分钟,出现在最大降水时段内。

#### 1.6 风

自记纸上,17:09 风速突增、风向突变,到 17:19 风速减小,这 10 分钟是风速最大时段。最大风速达  $17\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

#### 1.7 雷暴

这次楚雄市出现的飏天气,也是在雷暴背景下发生的。即强雷暴云中的低温而高速的下沉气流造成了近地面层很强的雷暴高压和辐散流场。而且在雷暴高压冷空气堆与前方的暖空气之间形成一个陡峭的分界面。因此当强雷暴云来临时,风向突变,风力猛增。与此同时,气压涌升,形成明显的“雷暴鼻”,气温急降,相对湿度也大幅上升<sup>[1]</sup>。飏出现时,地面气压突然上升,即气压跳跃,之后是风向在几分钟内急剧变化。再后来是温度的突降(或温度间断)达几分钟以上。接着出现最强的阵风,降雨开始,湿度猛增,气压达到最大值<sup>[2]</sup>。飏过境时,伴有短时大雨,还降雹,飏和雷暴密切联系着<sup>[3]</sup>。

在湿度变化前 20 分钟,即 16:39 雷暴首

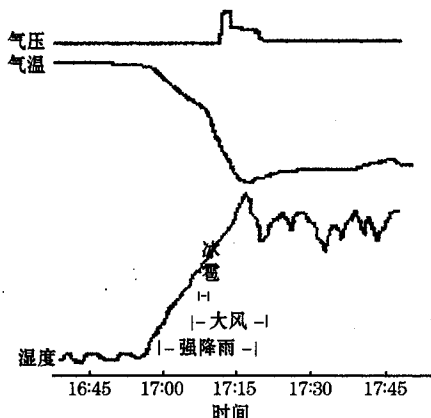


图1 气象要素时间演变图

先出现。雷暴出现后各气象要素变化见气象要素时间演变图(图1)。各要素随时间演变特征依次是:湿度变化最早,即湿度率先急升,紧接着气温近直线下降,在湿度急升,气温急降过程中大风出现、大雨冰雹来临、气压跳跃。当湿度急升到最高、气温也同时骤降至最低后,气压经两次下降过程,气压值基本恢复到飏出现前数值。大雨伴随冰雹来得快去得也快,风速很快也就减下来,风平雨停。

## 2 飏线的雷达回波分析

出现飏天气其天气系统背景往往是有飏线。飏线就是许多雷暴单体或超级单体侧向排列成线。飏线上的每个单体可以彼此不互相干扰。飏线可持续几小时甚至十几小时<sup>[1]</sup>。

### 2.1 飏线的前期雷达回波征兆

楚雄这次飏天气是飏线影响造成的。由于飏线的空间尺度小,生命史短,实际探测到的飏线资料并不多。

从这次获取的雷达回波资料分析,在 15:14 雷达即探测到在距楚雄 40km 以外的东偏北方,方位在  $70\sim 95^\circ$ 、距离  $30\sim 100\text{km}$  范围有明显的对流回波区。在这一区域,有两块较大的回波和数块单体对流回波,位置分布大致为西南—东北向,基本呈扇形趋向带状排列,强度在  $30\sim 45\text{dBz}$  之间。回波与回波之间彼此距离较远。扇形区整体对流回波向西南方迎测站移动。距楚雄最近的较大块状回波由三快相连的对流体组成,是明显的对流回波群(团),从 RHI 回波图能清晰看出他们拥有各自的强中心和强对流高度,对流高度都在 6km 左右。这块回波在移动过程中强度逐渐加强,并分离成南、北两块。北边的这块分离后向西移动,强度增强。南边的这块分离后维持西南移,强度维持。

### 2.2 飏线的 PPI 回波演变情况

图 2 是楚雄这次飏天气的雷达 PPI 时间演变图(每圈 20km)。从图 2 飏线的 PPI 回波演变情况图中可看出,16:29 飏线形成,飏线前部是 4 个强度超过  $50\text{dBz}$  的强对流单体,近一字排列,宽度为单强对流单体尺度,距楚雄有 5km 左右。几分钟后,飏线前部对流单体组成的对流回波群(团)继续向西移

动,结构更加紧密。16:55 飑线前部对流回波群(团)已逼近楚雄,17:04 飑线对流回波群(团)主体位于楚雄东南部,飑线没有正面在楚雄过境。17:09 测站正下大雨,探测到

的回波明显偏弱,17:26 雷达虽探测仍有回波,但已基本无雨。到 18:26 飑线回波基本减弱消失,在雷达 PPI 上已无踪影。

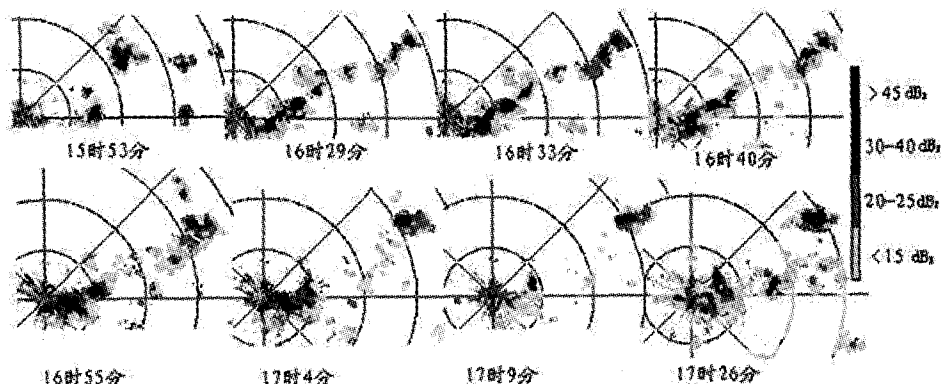


图2 飑线的 PPI 回波演变情况图

这次飑天气,飑线主要袭击区域是楚雄市东南部、南部和西南部地区,位于楚雄市东南方距楚雄测站约 1km 左右的尹家嘴水库雨量点,观测到 31.0mm 的更强降水,而处于楚雄站以东相距仅 1km 左右的另一气象台,观测到的雨量明显比楚雄站低,仅 10.7mm,这表明受飑线影响出现飑天气,地面较小区域内雨量存在较大差异,飑线中心至飑线外围降雨量呈递减趋势,靠近飑线中心降雨最强。

### 2.3 飑线的 RHI 回波变化

图3是飑线的 RHI 回波演变情况图。从 16:30 半径 60km 的增强 PPI 图明显看

出,飑线前部 4 个强对流单体中的前两个已经合并。RHI 显示最前的强对流,强度为 45~55dBz,高度不到 10km,水平尺度 10km 左右,回波整体趋后倾斜,有明显的向后方伸展的云砧回波。与之相连的 RHI 显示,该区域中心强度超过 60dBz,高度超过 10km,水平尺度大于 10km,虽也有突出的向后方伸展的云砧回波及较弱的向前方伸展的云砧回波,但回波整体较垂直,特别是强中心高度较高,是对流最强,强中心区域狭窄且向空中发展得最高的区域。处于飑线后部区域的对流单体 RHI 图显示,个体特征较明显,中心强度仍超过 60dBz,高度不到 10km,水平尺度小

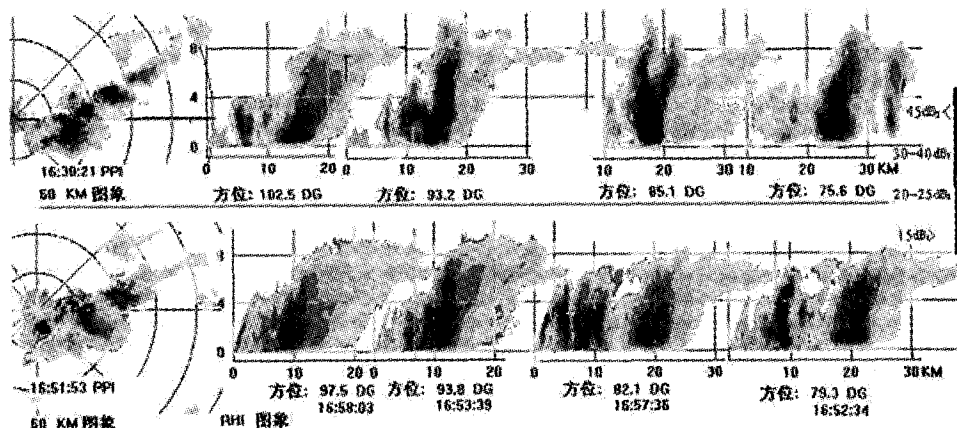


图3 飑线的 RHI 回波演变情况图

于10km,云顶轮廓清晰,没有砧。21分钟后,飑线在整体西南移动的同时,其前部4个强对流单体已基本合并在一起,强度基本维持,高度明显有所下降,降到10km以下,多数在8km左右。回波水平尺度显著增宽,已从带状向不规则形状转变。RHI回波形态向后倾斜更加明显,向后方伸展的云砧回波特征更加突出,向后方伸展的云砧回波已不复存在。后部仍有向前倾斜、发展的对流合并补充,但趋势平缓。

17:00后,合并在一起的飑线强对流回波中心强度和高度维持中有减弱下降趋势。垂直发展旺盛、向前倾斜的补充强对流已不再现。仅有的个别强对流单体,对流高度已不到8km。向后方伸展的云砧回波空间尺度已超过20km,结构稀松。几分钟后,整体飑线对流回波明显减弱,强回波区域迅速减小,回波高度显著降低,大范围主体回波高度低于8km。向后方伸展的云砧回波空间尺度已接近30km,结构更加稀疏。

对飑线的回波演变分析得出,飑线回波带由尺度和强度相差不多的回波单体排列构成。处于稍后的更强的回波单体快速移动,不断向前合并,飑线维持、发展。飑线强回波单体都合并到一块后,没有了强对流补充,飑线即迅速趋向消亡。

### 3 结论

(1)受飑线影响出现飑天气。飑天气出现时各要素变化依次为:雷暴、湿度急升、气温直线下降。在湿度急升,气温急降过程中大风出现,大雨冰雹来临,气压跳跃。当湿度升到最高、气温也同时骤降至最低后,气压经两次下降过程,恢复到飑出现前数值。

(2)飑线水平尺度长轴不到100km,短轴仅10km。历时两个来小时。小尺度强烈天气突变,雨量分布极不均匀,地面雨量梯度递增递减值高,飑线中心降雨最强。

(3)在较小范围有多对流单体和对流回波群(团)活动是飑线形成的基础。对流回波活跃并快速移动,发展演变过程中有趋向带状分布和排列是飑线形成的前期征兆。

(4)前部对流单体受后部快速移动的更强的对流补充,使飑线维持和发展。后续补充对流补充完结,飑线也趋向消亡。飑线对流单体合并成对流回波群(团),天气变化最激烈。在几分钟到十几分钟后,飑线对流回波群(团)很快减弱,短时间内消失。

### 参考文献

- 1 朱乾根等. 天气学原理和方法. 北京:气象出版社,1992: 285~286.
- 2 丁一汇. 高等天气学. 北京:气象出版社,1991:447~449.
- 3 陈世训等. 气象学. 北京:农业出版社,1981:327.

## The Echo Analysis of a Squall Event over Central Yunnan

Zhang Xiaosong Li Hongbo

(Chuxiong Meteorological Observatory, YunNan Province, 675000)

### Abstract

The initiation, development and evolution of the squall line on Sep. 8th, 2002 over central part of Yunnan Province are analyzed by using the surface observation and radar echo data. The result shows that the weather and physical factors as follows: the thunderstorm occurred, the humidity rose rapidly, and the temperature lapsed when the squalls occurred over the low latitude plateau. The strong wind, heavy rain and hail occurred, and the pressure was discontinuous during the chopping process. The length of squall line is less than 100km and the width is only about 10km. The life time of the squall is about 2 hours. Before it occurred, the radar echo had certain premonitory and changing character.

**Key Words:** squall line variation of factors echo character