

大尺度环境特征^D

段 旭 李 英 周 毅

(云南省气象台,昆明 650034)

提 要

从环流场、湿度锋区、高低空急流以及动能涡散场等几个方面分析了1997年春季云南南部多风雹天气的环境场条件,对南支槽、低层湿度梯度的变化、风场急流和垂直运动、以及涡散场动能的转换等与风雹天气的关系有了更深入的认识,一些分析结论可供预报参考。

关键词: 大风冰雹 环境场 分析

引 言

1997年春季云南南部地区的大风、冰雹等强对流天气异常活跃,3~4月共发生大风冰雹105站次,比历年平均站次多近一倍^[1]。特别是3月17~19日和4月23~25日,滇南的临沧地区、思茅地区、西双版纳州、红河州等地州的数10个市县先后出现了较大范围的大风冰雹天气过程,冰雹最大观测直径120mm。大风冰雹等强对流天气给滇南特别是思茅地区造成了人员伤亡和巨大的经济损失。

一般认为,强对流天气的直接制造者是中小尺度天气系统。然而,这些中小尺度系统通常总是在一定的天气尺度环境场中孕育、发展起来,并受其影响和制约的。因此,除不断深入研究强对流天气的中小尺度天气系统外,分析了解大风冰雹等强对流天气的天气尺度环境场对业务预报和研究都是不可缺少的一个重要方面。本文利用1997年3~4月逐日常规观测资料,并对各等压面上的资料

客观分析到 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 的经纬度网格点上(范围为 $17^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{N}$, $90^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$),从环流场、湿度锋区、高低空急流以及动能涡散场等几个方面来分析研究大风冰雹产生的环境条件。

1 环流场形势

西风带上的南支槽是诱发云南春季强对

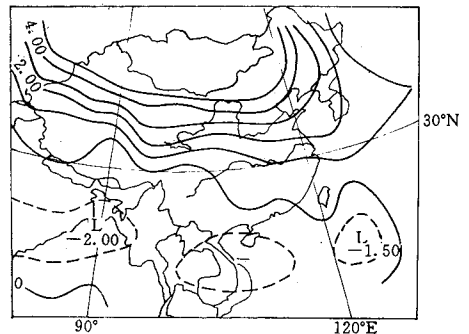


图1 1997年3~4月500hPa高度距平/10gpm

D “冰雹落区预报逐级指导技术研究”云南组论文之一。

流天气最主要的天气系统,1997年3~4月滇南频繁出现的大风冰雹天气也与异常活跃的南支槽有关。图1给出了该时段500hPa高度距平分布,可以清楚地看到,南支槽形成、发展、东移的区域(10~30°N,70~100°E)是较强的负距平区,说明南支槽系统非常活跃;另外,中南半岛和南海也为负距平区,而我国东部为较强的正距平区,这表明南支槽位置偏南。活跃而偏南的西风带南支槽系统构成了滇南出现频繁大风冰雹天气的环流背景。

2 湿度锋区

许多文献中都把低层湿舌与强对流(或强风暴)天气紧密联系在一起,云南1997年春季的大风冰雹天气也不例外。最强的一次大风冰雹天气过程出现在3月17~19日,从图2a的比湿分布可以看到,低层700hPa中南半岛北部至滇南为一湿舌,中心强度达 $13.4\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。而位于滇南上空的则是湿舌西北侧的一条狭窄的湿度锋区带,大风冰雹等强对流天气正好出现在湿度锋区带上,湿度锋区带仅出现在700hPa以下的低层,中、高层没有这种现象(图略)。关于这一事实,文献[2]指出“龙卷等强对流天气最常在湿度梯度最大的地区发生”,作者也在对“1991年3月25日滇中强对流天气”的总结[3]中分析出了

这一观测事实。图2b给出无强对流天气时的700hPa比湿分布,云南上空没有出现湿度锋区。

通过两个图例分析了湿度锋区与滇南大风冰雹的关系,为进一步说明这种关系,我们计算了1997年3月1日~4月30日逐日沿101°E的比湿梯度(图3),其最大值区分别位于3月17~20日、22~24°N和4月22~26日、22.5~24.5°N范围内,中心数值分别为 $5.61\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ 和 $5.93\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$,这正好是该春季的两次最强大风冰雹过程,而其它日期、纬度的比湿梯度相对较小。

通过以上分析,我们认为云南大风冰雹等强对流天气与低层的湿度锋区关系非常密切,强对流天气一般发生在湿度梯度最大的地区,这可以作为今后实际业务的一个预报指标。

3 高低空急流

强对流(或暴雨)天气出现时常伴有低空急流(指700hPa上,风速 $>16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),它有三个作用[2]:一是通过低层暖湿平流的输送产生位势不稳定层结;二是在急流最大风速中心的前方有明显的水汽辐合和质量辐合或强上升运动,这对强对流活动的连续发展是有利的;三是在急流轴之左前方为正切变涡

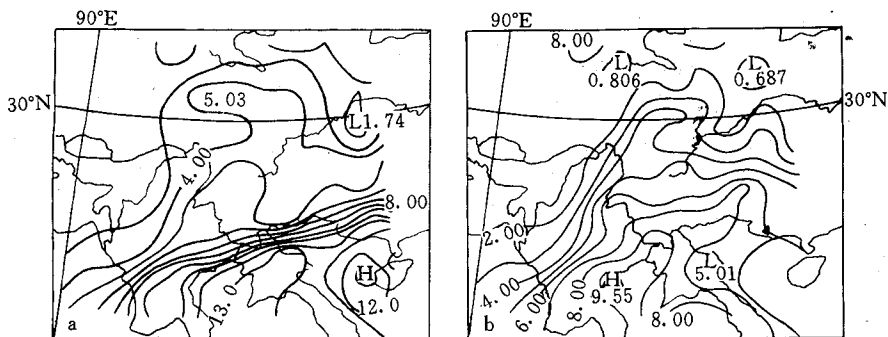


图2 1997年3月17日12时(a)和3月5日12时(b)700hPa比湿($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)分布

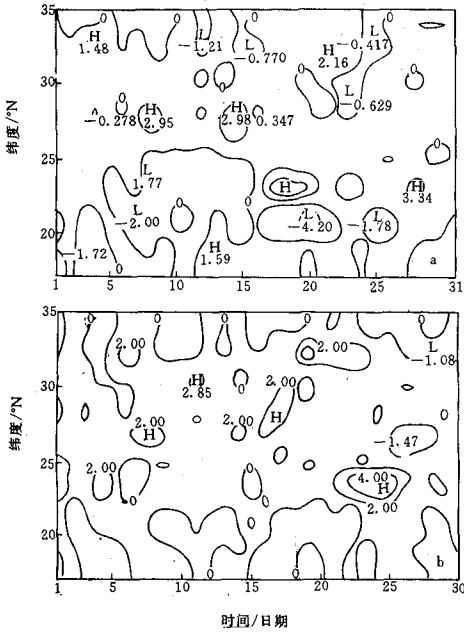


图3 1997年3月(a)、4月(b)逐日沿101°E的比湿梯度($10^{-6} \cdot \text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)

度区;有利于对流活动发生。根据我们合成的(22~24°N, 101~103°E 网格点平均值)滇南上空各等压面水平风速和垂直速度时间剖面图4以及图2a来看,1997年3月的观测资料符合上述低空急流三个方面的作用。云南春季常处于强西风带控制中,对流层内风速一般情况下随高度递增,因此低空急流甚至高空急流(指300hPa上,风速 $>40\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)经常出现,图4也反映出了这样一个特点。但是,低空急流出现时不一定都伴有风雹天气,通过分析图4我们可以看出,1997年3月17~19日的强对流天气除低空有急流外,急流上空有较深厚的上升气流;而5日和13日同样出现了低空急流,但其上空却为下沉气流,因而没有风雹天气出现;3月下旬多次出现低空急流,但没有深厚的上升气流配合,因而也没有出现大范围强风雹天气。

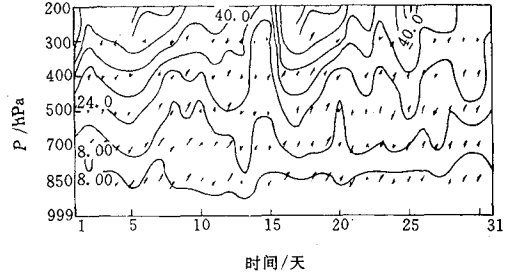


图4 1997年3月各层水平风速等值线($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)和垂直速度矢量(箭头)时间剖面(22~24°N, 101~103°E 网格点平均值)

在分析高低空急流之间的关系时,我们还发现,当高低空同时出现急流时,若有风雹天气,两支急流轴线有一明显夹角(图略),高空急流轴呈东北西南向,位于21°N附近,低空急流轴呈东西向,位于22°N附近;两支急流轴均位于风雹区南侧(低空急流轴几乎接近风雹区),很显然风向随高度逆时针旋转,上升运动明显。无风雹天气则两支急流轴线趋于平行。

4 涡散场能量转换特征

近年来,动能涡散场的收支被广泛应用于暴雨及其中小尺度天气系统的诊断和研究,作者利用这一方法对云南春季暴雨作过收支研究^[4],认为转换函数项(散度场动能与旋转场动能之间的关系)在暴雨过程中占有重要地位。为此,本文对1997年春季滇南的大风冰雹天气作一些能量转换特征的分析,分析所需的数据计算完全按照文献^[4]提供的方法,能量转换函数表示为 $C(KD, KR)$ 。

图5给出了1997年3~4月逐日 $C(KD, KR)$ 的时空-面积(积分面积取22~24°N, 100~103°E)平均值变化曲线。从中可以看出, $C(KD, KR) > 0$ 的时间偏多,说明这一段时期里滇南上空对流层内总的趋势是散度场动能向旋转场动能转换。由于位能只

能直接转换成散度场动能,而旋转场动能的变化又需要通过散度场动能的转换,因此图5给出的曲线变化表明,涡散场动能的相互作用,使能量转换,造成滇南频繁出现大风冰雹等强对流天气。在能量转换中,几个波峰都对应着较强的天气过程,说明了涡散场动能相互转换的强弱和强对流天气有直接的关系。

图5只显示了滇南上空对流层内整层涡散场动能的转换,为进一步分析涡散场能量转换特征,我们选取了1997年3月17日12时高层(200~400hPa)和低层(400~800hPa)的涡散场平均动能转换函数值的水平分布(图6),由图中可见强对流天气区上空的对流层低层 $C(KD, KR) > 0$ (图6a),且正值较大,与文献^[4]中分析暴雨的情况相似,这再次证实了对流层低层散度场动能向旋转场动能转换,有利于冰雹、暴雨等强对流天气

发生。图6b显示高层 $C(KD, KR)$ 值的分布,天气区上空为高的正值,与暴雨高层为负值相反,这一结果表明单纯的大风冰雹其涡散场动能的转换比暴雨要弱,维持时间较短,因为高低层涡散场动能转换方向相反,才能共同促使强天气维持较长时间。

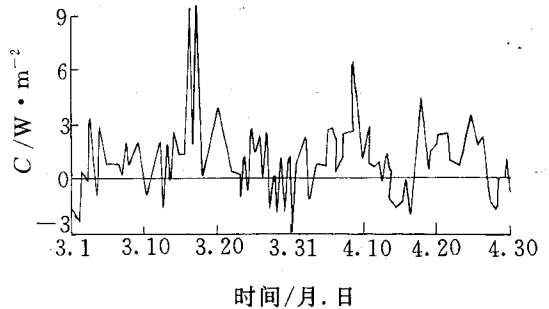


图5 1997年3~4月逐日 $C(KD, KR)$ 时空-面积平均值变化曲线

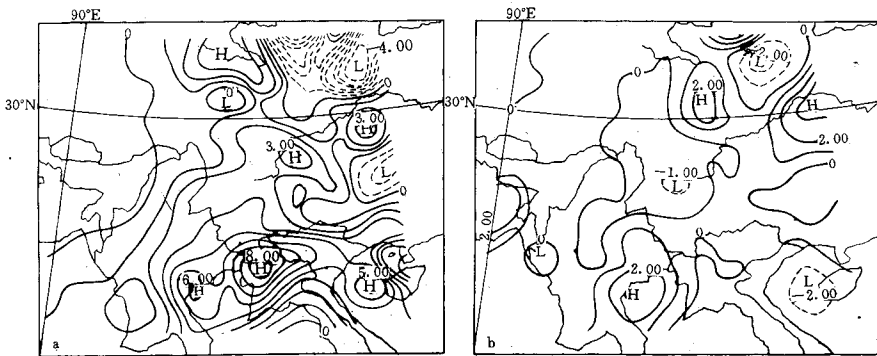


图6 1997年3月17日12时200~400hPa(a)400~800hPa(b) $C(KD, KR)$ 平均值分布($W \cdot m^{-2}$)

5 小结

5.1 南支槽是造成云南春季大风冰雹等强对流天气的主要天气系统。

5.2 低层湿度锋区的存在,是强对流天气发生的一种触发机制。围绕这个湿度锋区,是上升的暖湿气流和下沉的干冷气流形成的垂直环流诱发强对流天气出现。

5.3 低空急流上空有无深厚上升气流以及

高低空急流轴线是否有夹角,可以作为判别有无风雹天气的指标。

5.4 对流层低层散度场动能向旋转场动能转换,有利于大风、冰雹等强对流天气发生,但单纯的大风冰雹其涡散场动能的转换比暴雨要弱,维持时间也较短。

参考文献

- 1 李英等. 云南春季冰雹天气的时空分布. 云南气象,待发表. (4):19~20.
- 2 丁一汇. 高等天气学. 北京:气象出版社,1991.
- 3 段旭. 一次强对流天气过程分析. 云南气象,1991, 4 段旭等. 暴雨与非暴雨过程涡散场能量收支特征. 高原气象,1997,16(2):204~209.

Ambient field characteristics of High-wind and Hail over South Yunnan in Spring

Duan Xu Li Ying Zhou Yi

(Yunnan Meteorological Observatory, Kunming 650034)

Abstract

The ambient fields for much high-wind and hail were analysed by the atmosphere general circulation, humidity front, high and low-level jet and kinetic energy of vorticity and divergent components over south Yunnan in spring in 1997. The new knowledge about the variations of south trough in westerlies, humidity gradient in low-level, jet and perpendicular velocity, and kinetic energy of vorticity and divergent components were obtained and the results are valuable in forecasting.

Key Words: high wind ambient field analysis