

我国飊线发生条件的研究

丁一汇 李鸿洲 章名立 李吉顺 蔡则怡*

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文根据我国 18 个飊线个例,研究了飊线发生的天气背景、触发条件和形成的物理条件(热力和动力学条件)。并且把这些条件与暴雨形成的物理条件作了对比,得到了一些有益的结果,它们对飊线的预报可能有一定帮助。

一、前 言

夏半年,我国许多地区常有雷暴、大风、冰雹和暴雨等灾害天气。这类天气多是中、小尺度系统影响,但它们常发生在一定的大尺度形势背景下,同时又要具备有利的热力和动力条件。因而研究强对流系统发生的天气背景及其物理条件,对于了解对流系统的生成、演变和特征是很重要的^[1-3],并且对于强对流天气预报也有一定意义。在各种强对流天气系统中,飊线是较常见和最强烈的。通过对飊线的研究,对于认识强对流天气的发生条件有一定意义。因此,我们选取 1970 年以来,发生在华北(12 次)和湖南(6 次)共 18 次飊线个例作综合分析。讨论了这些飊线发生发展的天气过程,按其环境流场的主要特征,概括出高、低空的天气型。还计算了飊线发生时环境的一些热力和动力条件,并且与部分暴雨发生的物理条件作了对比,最后对强对流天气发生、发展的某些特征和物理条件提出了初步看法。

二、飊线发生时天气型的特点

本文根据飊线发生时和发生前 12 小时内高、低空环流特征以及天气系统的差异,大致分为四型,如表 1 所示。下面分别说明各型的特征。

槽后型:

本型飊线主要出现在冷锋前暖区中。飊线生成后常以比冷锋更快的速度向前传播。暖区中的飊线有两种,一种与冷锋平行,一种与暖锋平行。因而当它们向南或东南方移动时,常能相遇,在交点附近会出现很强烈的对流天气。有的飊线是发生在锋后强风速区中,然后穿过冷锋传播到暖区中。也有的飊线是产生在冷锋上,部分冷锋的前缘即为飊

1979 年 10 月 23 日收到修改稿。

* 北京大学地球物理系气象专业 1975 级毕业学员关颖、刘凤娟参加了部分工作。

表 1 本文研究的飑线个例

流 型	个 例	发生地区	流 型	个 例	发生地区
槽 后 型	1978 年 4 月 14 日	陕西省	槽 前 型	1974 年 4 月 12—13 日	湖南、湖北省
	1978 年 6 月 9 日	河北省北部		1977 年 4 月 23 日	湖南省
	1971 年 6 月 15 日	河北省北部		1977 年 5 月 25 日	河北省
	1973 年 6 月 16 日	河北省北部		1977 年 6 月 28 日	湖南省
	1975 年 7 月 11—13 日	河北省		1972 年 7 月 19 日	河北省
	1977 年 7 月 13—15 日	河北省	高 后 型	1976 年 7 月 17 日	湖南省
	1971 年 7 月 20—25 日	河北省		1971 年 8 月 1—2 日	湖南省
	1971 年 8 月 6 日	河北省		1974 年 8 月 6 日	河北省
	1977 年 8 月 13—15 日	河北省北部	例槽型	1973 年 8 月 11 日	湖南省

线,其传播情况与冷锋的运动基本一致。图 1 是这类飑线发生发展时示意流型。飑线最初出现在 500 毫巴高空槽后的西北气流中。在西北气流中常有中尺度或中间尺度的短波槽(或切变线)向东南移动,它们可能与飑线的触发条件有关。由于飑线是出现在 500 毫巴槽后的大尺度下沉区内,所以要能触发飑线的发生和维持其发展必须有更强的中尺度辐合场存在。这种流型在空间上多具有“前倾”结构,地面冷锋或 850 毫巴槽线平均约在 500 毫巴槽线以西 3—5 个纬距。这样在 500 毫巴槽后,西北气流区恰为 850 毫巴层槽前偏南气流的暖湿区内,系统的这种“前倾”结构有利于位势不稳定层结的建立和维持。此型的另一明显特征是高空(指 500 毫巴以上)有很强的冷平流,当强冷平流迭置在低空暖湿舌上空时*,常可形成明显的位势不稳定层结。我们还注意到,在槽后西北气流中温度梯度很强的高空锋区位置,是飑线最常发生的部位。因而这类飑线的发生与较强的斜压性有密切关系。

此外,冷平流层的厚度与飑线也有一定关系,强飑线多出现在 500 毫巴层以上都是冷平流的情况下。

图 1c 是地面图。主要特点是在飑线发生区附近有露点锋存在。有时也有明显的温度梯度。这种剧烈的露点梯度的形成可能与某种地形(例如太行山)影响有关。当高空盛行偏西气流时,常在太行山以东地区的低层形成地形槽。随着地形槽的发展,太行山以东的偏南或西南气流加强,暖

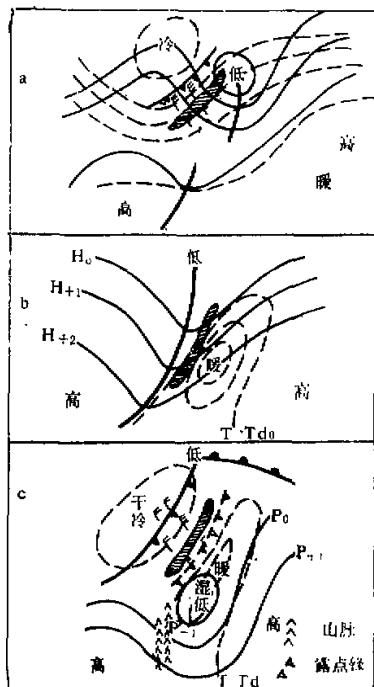


图 1 槽后型形势概略图

- a. 500 毫巴或 300 毫巴图,
b. 850 毫巴图,
c. 地面图。
阴影区为飑线发生区。

* 有少数湿舌并不明显或有弱冷平流,但其冷平流比高层强得多。

湿空气不断向北伸展,甚至可伸展到北京以北山区,与北方南下的干冷空气形成明显的露点锋。雷暴最初就出现在这种露点锋附近。这可能是地形影响强对流活动的一种过程。

槽后型的触发机制可能有四种:1.冷锋或西北气流中的小槽(或切变线)。当这种系统移到不稳定区时,在其前缘不断有雷暴发生,最后发展成为飚线;2.锋前暖区或锋后冷区中由地面或低空最大风速中心造成的触发作用。分析表明:在雷暴发生前,山区的地面或低空经常出现西北或偏北大风,风速一般可达12—16米/秒(图2),这种强风速中心

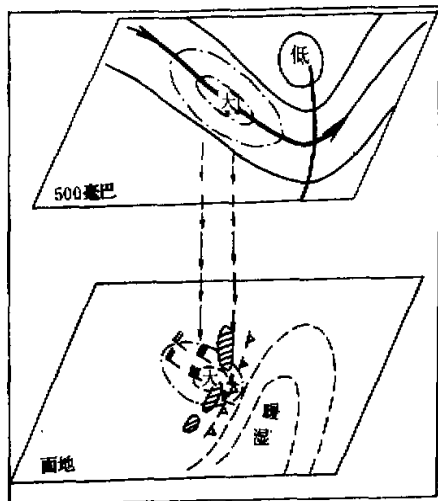


图2 地面风速不连续线对飚线的触发作用示意图
点划线为等风速线,粗矢表示
500毫巴强风速带轴。

向有前方传播的趋势。当这种强风速中心的前缘传播到位势不稳定区时,其前方有强烈的低空辐合,可以触发飚线的爆发。地面强西北风速中心的出现,似与高空动量下传有关;3.锋面上的小低压环流或背风坡地形倒槽中发展的小低压。飚线常出现在低压环流中或其附近;4.高空急流的触发作用。有些飚线发生时,大都有高空300毫巴急流从其上空或其南侧通过,沿急流轴多有最大风速中心向下游传播。

在我们分析的槽后型个例中,都没有分析出低空急流*存在。

槽前型:

图3是这型飚线发生时的各层流场图。飚线发生在500毫巴槽前西南气流中。高空槽从西北地区移来,由于受到副热带高压的阻挡,移动减慢,随着槽的发展,槽后冷平流加强,并且能扩展到槽前地区,

而建立了槽前的不稳定层结分布。有时槽前冷平流并不明显,而是弱暖平流,但低空暖平流很强(或处于暖湿区内),因而也有利于位势不稳定层结的建立。在高空槽前中层有时有一强风速区,风速在20米/秒以上。飚线发生在这个强风速轴与高空槽线之间。有时大槽停滞或移动缓慢,槽前西南气流中常有短波分裂东移,这对飚线生成也有触发作用。

在850毫巴上常有低涡或低涡切变线发展。这种低涡常由西南涡或西北涡东移发展而成。飚线多出现在低涡暖区或切变线附近。

在6个例子当中,都有偏南低空急流出现。飚线常出现在低空急流发展较强的时候。低空急流位于低涡系统的东南象限,沿急流轴上常有一、两个最大风速中心向北或东北传播,统计表明,飚线的发生与这种风速中心的向北传播有关。这种风速中心是一种中尺度扰动,它很可能对飚线的发生起触发作用。伴随低空急流的发展,有暖平流和湿舌向北伸展。这种暖湿舌的建立和发展对促使这一型飚线的发生也是非常重要的。

* 指850毫巴层无 ≥ 12 米/秒(偏南风)的带状强风区,下同。

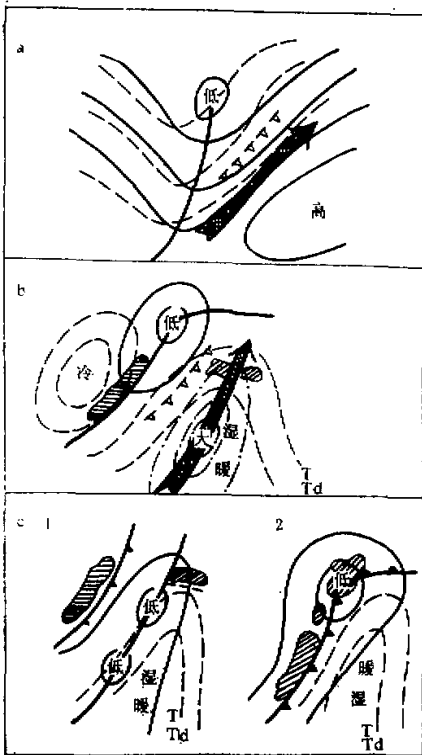


图3 槽前型形势概略图

- a. 500 毫巴图, 双箭头为强风速轴
b. 850 毫巴图,
c. 地面图 1) 初期, 2) 后期。

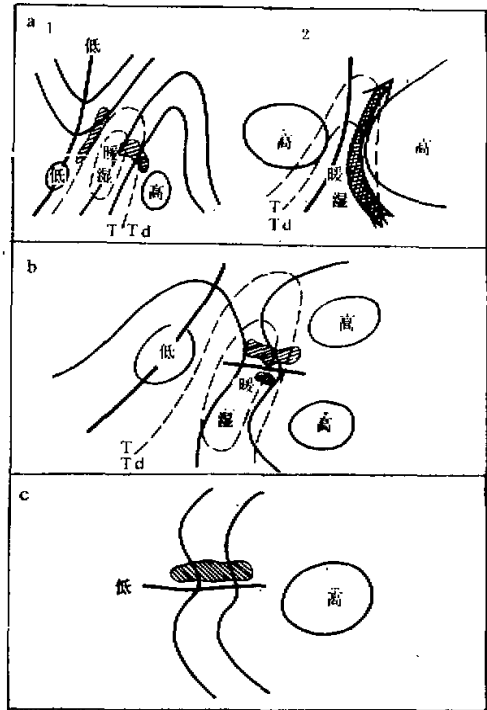


图4 高后型形势概略图

- a. 500 毫巴图,
b. 850 毫巴图,
c. 地面图。

在高空槽前,地面常有气旋或倒槽发展,从西南不断向东北移动或伸展,飊线即发生在与 850 毫巴暖湿区相配合的地面小低压和倒槽中的切变线附近。另一种情况是,原静止锋由于南风突然加大而出现锋生,也对发生飊线相当有利。锋前暖区倒槽中和锋面上飊线的发生常和这些地区气旋波的发展过程相联系。

高后型:

副热带高压(下称副高)在我国沿海地区稳定或西伸时,或中纬度高压脊缓慢东移时,在高压西部边缘的偏南气流中常有飊线生成(图4)。飊线一般沿偏南气流向北移动,可以连接出现。副高西部边缘的湿舌明显,其厚度可到达 500 毫巴,常建立深厚的位势不稳定层。飊线多出现在湿舌两侧,在湿舌之右侧更为常见。如果高原地区有康藏高压存在,两高之间形成一较深的南北向切变线时,对流天气可维持较长的时间。在这种情况下,500 毫巴层上也常有强风速区存在。

850 毫巴上高压西部的西南气流,有时也能达到低空急流的强度。在这种偏南气流中北移的横(东西向)切变线或倒槽(地面)对强对流活动有一定触发作用。

台风倒槽型或东风波型:

当副高从海上西伸至大陆时,在其南侧东风气流中可有东风波或台风倒槽西移,在一定条件下也能造成强对流天气或飢线。强雷暴区主要出现在槽前和槽线附近(图略)。此类飢线个例较少,又受篇幅限制,不拟多述。

三、飢线发生发展的物理条件

在一定的天气形势下,飢线的发生发展与其环境的物理条件有密切关系。我们现对飢线发生时一些热力和动力的物理量场进行了分析和统计计算*,分别列入表 2**,做一讨论:

1. 层结特征

飢线发生前,大致有两种层结。一种是在 850 毫巴以下是一明显的湿层,850—600 毫巴是一干层,在此干湿层间,850—800 毫巴间有逆温层。在 600—500 毫巴是第二湿层,较浅薄。再向上又是一干层,总看飢线发生前,其层结是明显的下湿上干的位势不稳

表 2 各型物理量统计表

物理量 型	θ_{500} °C	θ_{850} °C	$\Delta\theta_{500}$ (500— 850) °C	纬向风垂 直切变 $\frac{u_{12}-u_1}{11}$ 10 ⁻³ /秒	$\vec{\nabla} \cdot \vec{V}_{500}$ 10 ⁻³ /秒	$\vec{\nabla} \cdot \vec{V}_{300}$ 10 ⁻³ /秒	ΔT_{500} °C	ΔT_{300} °C	抬升指数 (LI)°C	抬升凝结 高度 (LCL) 毫巴	自由对流 高度 (FCL) 毫巴
槽后型	50.1	56.3	-6.6	4	-0.3	-0.5	-2.0	-6.0	4.0	900	739
槽前型	62.7	70.5	-7.1	3	-1.1	0.5	—	—	2.1	930	737
高后型*	67.6	73.6	-5.4	2.3	—	—	—	—	3.6	908	730
倒槽型*	69.5	74.8	-8.2	1.3	—	—	—	—	5.4	935	790

* 个例太少,其具体数值只能供分析某些物理属性时参考。

定层结。另一种层结曲线是湿层比较深厚,可到 600 毫巴。600 毫巴以上是干层,在 600—650 毫巴有一近等温层的稳定层。另外在 800—850 毫巴也有一弱的逆温层。这种位势不稳定层结,所包含的不稳定能量较前者为大。在这种层结下,所造成的对流天气比前一种情况要强烈。

四类飢线抬升指数(LI)略有不同。在飢线发生时,除倒槽类外,以槽后类最大,槽前类最小。从各类飢线抬升凝结高度和自由对流高度看,以倒槽类和槽前类的高度最低,其次是高后类,槽后类较高,因而这类飢线发生所需要的抬升作用应比其他几类要大,须有较强的触发机制才能使对流发生。这与槽后类低层的湿度较低有关。

2. θ_{500} 场的特征

500 毫巴 θ_{500} 以槽后类最低,其次是槽前类,倒槽类和高后类较高。这说明槽后类中层有明显的冷空气,而倒槽类和高后类中层是暖湿气团。因而上两种飢线的中层条件显著不同。我们还分析了各类飢线的 500 毫巴平均 θ_{500} 分布图(图略)。各型的主要差别在

* 取飢线发生区内,飢线发生时的观测资料。无观测时取发生前,临近时刻的观测资料。

** $\frac{u_{12}-u_1}{11}$, 取 1000 米—12000 米纬向风的垂直切变。

于反映中层干(冷)空气的 θ_{se} 。槽分布特征不同。槽后型 θ_{se} 。槽位于飊线发生区之上游,并随西北气流向东南伸展。这种中层干(冷)空气的侵入是形成位势不稳定层结的主要原因。槽前型同样也有一干冷槽从北方向南方扩展。它正与主要的雷暴发生区相对应。高后型的干槽与前两型不同,它是从东面或东南面副高控制地区向西伸展成的。倒槽型的干(冷)空气也是从东面向西扩展的。它们主要表现为中层有干空气的存在。

850 毫巴 θ_{se} 值以槽后型最低,其他三型都较高,而以倒槽型最高,这反映了它们之间低层气团的性质是有差异的。槽后型以变性的极地气团为主,而其它三型大多可能是热带气团或热带海洋气团。通过与 $\theta_{se, 500}$ 的比较可知,在槽后型位势不稳定层结形成中,以中层干冷空气的贡献为主,而其他三型以低层暖湿空气贡献为主。图 5 是槽后型和槽前型 850 毫巴 θ_{se} 的分布(高后型和倒槽型图略)。槽后型的飊线主要发生在北京以北或西北的 θ_{se} 密集区中(或 θ_{se} 锋区),即从西南向东北伸展的湿舌的西侧或西北侧;槽前型飊线发生在长江以南由云贵伸向江浙的湿舌的西北部。高后型的高值 θ_{se} 舌呈南北向,飊线发生在暖湿舌区内。倒槽型与高后型相似。

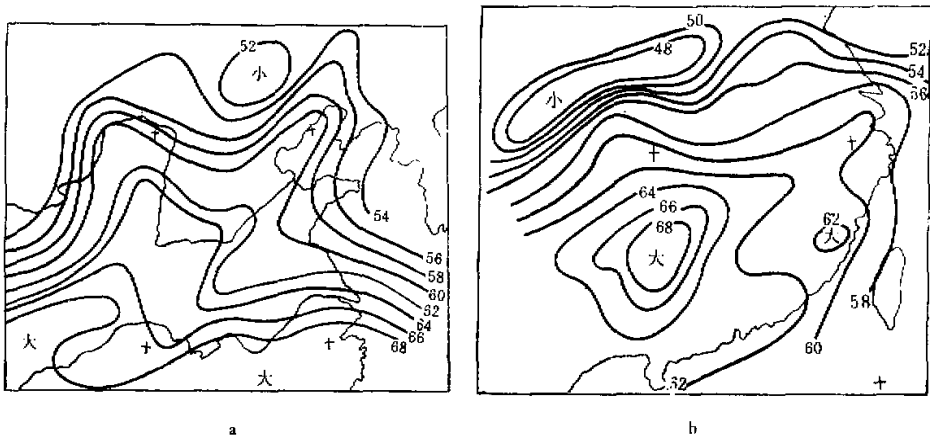


图 5 槽后型(a)与槽前型(b) 850 毫巴 θ_{se} 平均分布图(°C)

我们还分别分析了 850 毫巴和 500 毫巴的温度场和露点场的分布特征(图略)。对于槽后型,500 毫巴温度的平均值为 -11.4°C ,最低值为 -14.0°C ;而其他三型在 -5°C 左右。但低层(850 毫巴)各型温度差别不大。500 毫巴露点值各型差别亦较明显,槽后型平均露点为 -22.0°C ,槽前型为 -12.3°C ,其他两型为 -8°C — -9°C 。850 毫巴露点槽后型最低,为 8.8°C ,其他三型为 15°C — 17°C 。比较 500 和 850 毫巴温度、露点值可知,对槽后型,中层冷、干空气对位势不稳定层的建立贡献较大。槽前型中层干空气也有一定作用,但对另外两型,中层基本没有明显的干空气作用。槽后型 500 毫巴平均露点分布,与 $\theta_{se, 500}$ 分布有一定相似性;槽前型的干舌与相应的 θ_{se} 分布有些不同, $\theta_{se, 500}$ 低值区主要是由北向南伸展的,因而在 $\theta_{se, 500}$ 场形成中, T_{500} 场的作用可能比 $T_{d, 500}$ 场更重要。高后型与倒槽型的 $T_{d, 500}$ 分布与上两型有明显差别。在飊线发生区为明显的湿舌,基本没

有中层干冷空气的反映。槽后型的低层有一湿舌从西南伸向飚线发生区, 这个湿舌的位置和走向与 θ_{850} 场中的高值 θ_{850} 舌区比较相似, 只是位置略偏西一些。槽前型的 T_d 分布与 θ_{850} 很一致。这说明低空湿度对 θ_{850} 场形成有较大贡献; 高后的湿舌位置比 θ_{850} 舌偏西, 湿度场更相似于 θ_{1000} 的分布, 可见此型湿度场的贡献比温度场要小。倒槽型其 T_d 分布与 θ_{850} 分布很相似, 因而湿度场的贡献是很大的。

可见, 不同型的飚线, 其位势不稳定层结的形成过程是不同的。

3. 环境纬向风的垂直切变

强风暴一般多出现在强的垂直切变环境中。为此, 我们求取了飚线发生区 200 毫巴与 850 毫巴纬向风速差的平均值(见表 2)。槽后型最大(4×10^{-3} /秒), 其次是槽前型, 高后型和倒槽型较小。可见槽后型和槽前型飚线是在强垂直切变环境下发展的, 这可能是它们所产生的飚线比其他两类的飚线要强烈的一个原因。图 6 是各类飚线发生时, 环境纬向风场的垂直廓线。槽后型强切变主要是由于 12 公里高空的强西风造成, 表明此类飚

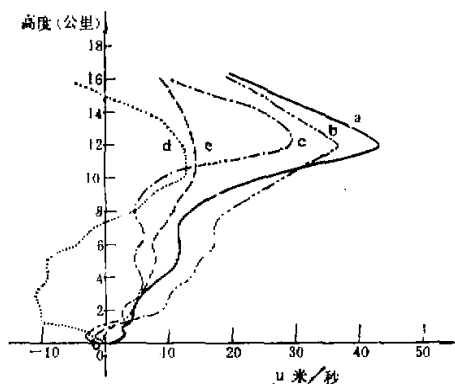


图 6 各类飚线发生时环境纬向风垂直廓线分布图

- (a) 槽后型 (b) 槽前型
(c) 倒槽型 (d) 高后型
(e) 暴雨平均垂直廓线

线与高空急流有密切联系。槽前类飚线的垂直切变也与高空强西风有关, 另还与 2 公里附近出现的低空急流有关。高后型飚线的切变较弱, 但有时高压西缘的偏东风也可使切变有所增大。台风倒槽的风速垂直切变与前三型不同, 它在 7—9 公里以下是东风层, 以上是弱西风, 整层切变很弱, 这种环境场的气流垂直分布代表了热带气团的情况。

4. 低空急流

一般只有槽前型飚线才有低空急流出现, 它对飚线天气的发生发展有重要作用。它不但能输送水汽和热量, 而且也常是强对流天气的一种触发条件。飚线发生前期, 常有一次低空急流加强过程。

图 7 是这几次个例 850 毫巴平均矢量风分布图。可以看出在飚线发生区的偏南侧有一低空急流中心存在, 平均风速普遍为 16 米/秒。个别情况急流中心最大风速可达 24 米/秒。飚线主要发生在急流轴的左前方。图 7 还给出了相应的 θ_{850} 场平均图, 其分布型式与风场相当相似, 只是位相有些差异, 这表明急流对水汽和热量的输送作用都是明显的。槽后型没有发现有低空急流的存在。

此外, 我们还计算了槽后型、槽前型飚线时, 850 和 300 毫巴的散度场, 以及反映槽后型中、上层冷空气活动的指标*。槽后型飚线多发生在低层弱辐合, 高层往往也是弱辐合, 这与此型飚线主要发生在槽后的部位有关。这种部位并不利于飚线的发生, 因而在飚

* 取 500 和 300 毫巴层二连浩特和呼和浩特温度和与张家口和北京温度之和差。即 ΔT_{500} , ΔT_{300} (表 2)。

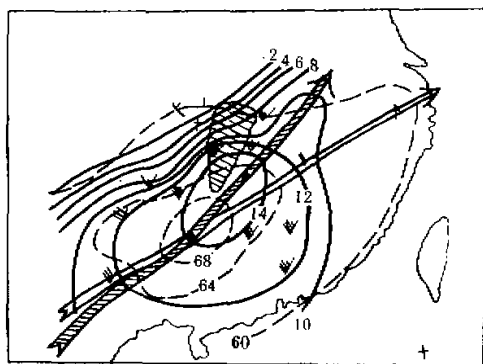


图7 槽前型850毫巴平均矢量风和平均 θ_{00} 分布图
实线：等风速线，双箭：最大湿度轴，虚线： θ_{00} 线($^{\circ}\text{C}$)
斜线箭：最大风速轴，阴影区：强天气活动区。

线发生时，必须有更强的中尺度辐合机制来触发对流发生。槽前型，低层的辐合较强，高层是弱辐散，从大尺度条件看，有利于对流发展。对槽后型500毫巴及300毫巴的 ΔT 均为较大的负值，因而500—300毫巴的斜压性和冷平流对飊线的发生有重要作用。

四、飊线和暴雨物理条件的对比

表3给出了飊线和暴雨的各种主要物理量。由表3看出，发生飊线时中层以上的温度比暴雨时明显偏低，至500毫巴已低 6°C 以上，因而9公里以下飊线的递减率比暴雨大 $1^{\circ}/\text{公里}$ ，飊线的不稳定层次比暴雨厚，但自由对流高度要高一些。说明飊线需要有比暴雨更大一些的触发条件才能爆发天气，但一旦有对流发展，其对流强度要比暴雨猛烈。各项水汽条件的指标差异也很大，暴雨的水汽条件比飊线要大得多，暴雨的整个水汽辐合比飊线可大达三倍。这表明若使暴雨维持，水汽应比飊线大二倍的速度向暴雨区辐合，而对于飊线活动则与空气气柱本身所含水量关系更大些。

纬向风的垂直切变也有很大的差别，暴雨一般在弱的切变环境中发展的。暴雨和槽前型飊线的差异是很明显的(见图6，曲线b, c)。

表3还可看出表征暴雨和飊线二者有关气团性质上的明显差异。二者在低空温度差别较小，湿度上的差异是主要的；中层的温度、湿度差异都相当明显，飊线的中层空气非常干、冷，尤其是湿度更明显，两者露点差可达 13°C 。这是由于强对流天气与高层干、冷空气活动紧密联系在一起有关，而暴雨500毫巴甚至更高一些的层次以下都是相当潮湿的。暴雨一般是发生在较深厚的暖湿气团之中，二者的对流顶高度差也反映出这一事实。暴雨主要取决于中、低层暖湿气团的性质及其与冷空气的水平配置；而飊线天气则主要取决于中、上层冷(干)空气(或冷平流)的强度以及它与中、低层暖湿空气的垂直配置。二宫^[4]也得到了这个结果。

表 3 飢线与暴雨*发生时物理条件比较

物理量 天气	凝结高度 (毫巴)	自由对流 高度 (毫巴)	抬升指数 (°C)	对流层顶 高度 (毫巴)	1—9公里 平均湿度 递减率 (°C/100 米)	10—12公 里平均湿 度递减率 (°C/100 米)	0°C层 高度 (毫巴)	K 指数	900毫巴 以下最高 温度 (°C)	900毫巴 以下最大 比湿 (克/干 克)	975—275 毫巴最大 可能降水 (厘米)
飢线	835	670	5.2	227	0.72	0.40	630	34.8	24.5	13.5	3.1
暴雨	935	820	3.5	119	0.63	0.67	600	35.1	27.3	17.5	4.8
物理量 天气	地面—300 毫巴水汽 水平辐合 (10^{-3} 克/ 厘米 ² · 秒)	通过边界 层顶的水 汽输送 (10^{-3} 克/ 厘米· 秒)	纬向风垂 直切变 (10^{-1} / 秒)	$\theta_{s\sim 900}$	$\theta_{s\sim 850}$	$\Delta\theta_{se}$ (800—850)	T_{d900}	T_{d850}	T_{1000}	T_{850}	$\Delta T'$ 800—850
飢线	0.85	0.55	3.5	56.4	63.4	-6.8	-17.3	12.1	-8.4	18.1	-26.5
暴雨	1.9	2.0	1.0	75.0	78.3	-2.9	-4.4	17.0	-2.2	19.4	-21.6

* 暴雨的物理条件由 1975 年以来夏季华北地区 26 次暴雨个例概括出来的。

五、小 结

由以上分析得到以下初步结果:

1. 我国飢线发生的天气背景,在我们所选的个例中,可分为四种型。即在槽后或冷涡的西南部位和高空槽前的最多;还有一些飢线是出现在中纬度高压脊(或副高)西部边缘的偏南气流中;另外台风倒槽中也有少数飢线发生。

2. 冷锋、切变线、低涡、高空急流、露点锋和低空风场不连续线等,对飢线可以起触发和组织作用。

3. 飢线发生在强烈的位势不稳定层结中。在飢线发生前,低层是明显的湿层,其上为干层,其中间一段由逆温或等温层隔开。各型的不稳定层结的建立过程和环境物理条件不同。槽后型以中、高层冷平流贡献为主;其他三型以低层暖湿条件贡献为主。有些飢线发生在强垂直切变环境中。槽后型的垂直切变最强,槽前型次之。高空急流是形成强垂直切变的主要因素,因而某些飢线自然与高空急流联系起来。飢线与大尺度散度场特征也有一定关系。槽前的大尺度散度场有利于飢线发生;槽后的大尺度散度场不利于飢线的发生发展,飢线发生时须有较强的低层中尺度辐合。

各类的飢线发生的天气条件和物理条件有明显的差别,因而飢线的强度和天气状况也有一定差异。槽后型的中、上层冷平流很强,因而斜压性引起的力管环流对此类飢线的发生发展相当重要。它又常在强垂直切变环境中,因而飢线的生命期较长,强度也大。槽前型飢线与低层暖湿空气平流关系密切,当有低空急流存在时,水汽供应充沛,雨量较大。对此类飢线的维持,凝结潜热可能起重要作用,而中、上层冷平流也有一定作用。当有强垂直切变环境时,此种飢线的强度也很强,生命期也较长。此两类飢线,主要是来自较低纬度的暖湿气流(低层)与来自中、高纬度的干、冷空气(中、上层),相互交绥的过程中产生的,这是中纬度强风暴的基本环境特征。

4. 飢线与暴雨间的物理条件有明显差别,飢线天气与中、上层冷空气的侵入密切有

关,水汽辐合小,抬升指数大,自由对流高度高,平均环境风垂直切变大;而暴雨是发生在弱的垂直切变环境的暖湿气团中,湿层可达到 500 毫巴以上,抬升指数小,自由对流高度低,因而对流容易发生,但对流发展一般没有飑线剧烈。

致谢: 本文承陶诗言热情指导,周晓平帮助修改原稿,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 中央气象局研究所,夏季冷低阻高型京津冀地区中尺度天气过程的分析研究<一><二>雷达气象文集,1977
- [2] 湖南湘中、小系统灾害天气科研协作区,1976—1978 年中小尺度天气预报分析文集。
- [3] 雷雨顺等,用不稳定能量理论分析和预报夏季强风暴的一种方法。大气科学,第二卷第四期,1978。
- [4] Ninomiya K., Heavy rainfalls associated with frontal depression in Asian Subtropical humid region (I), Synoptic-Scale feature. *Jour.Meteo. Soc.Japan* Vol. 7, No.2,253—266,1979.

A STUDY ON THE GENESIS CONDITIONS OF SQUALL-LINE IN CHINA

Ding Yi-hui Li Hong-zhou Chang Ming-li et al.

(*Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*)

Abstract

Based on 18 squall-line cases in China, the synoptic patterns, initiation mechanisms and physical conditions associated with the genesis of the squall-lines have been studied. Then, the conditions thus obtained were compared with those favorable for occurrence of heavy rainfalls. We have reached some useful conclusions which could be helpful to forecasting of squall-line.