

梅雨中期预报方法的研究

上海气象局预报组*

提 要

本文是用天气环流分型、数理统计等方法,探索梅雨“开始期”和“梅雨期内大到暴雨”的中期预报。

经普查和分析研究发现,每年雨季来临早迟与500 mb上 125° — 140° E间的西北太平洋副热带高压脊的季节性向北位移有很大关系,入梅该候500 mb上 125° — 140° E间的副高平均脊线基本上是要稳定在 19° — 24° N纬度带内,而出梅候或次一候,副高脊线基本上要达到 26° N以北。

对于早梅雨的预报应偏重于副高活动和变化,正常或迟梅雨的预报应偏重于西风带短波槽脊的调整和活动。

最后指出,上海地区梅雨期内大一暴雨天气过程的发生是与这个季节中冷暖空气活动的地域和其强度变化特点有着一定的联系,同时也与本站要素变化有关。

在长江中下游梅雨季节里,正是这一带地区三麦、油菜等农作物收割和水稻插秧的大忙季节。因此雨季来临和结束的早晚以及雨量大小,与农业生产关系很大。本文根据天气环流、数理统计等方法进行综合研究,探索预报“梅雨”开始期、“梅雨”期内大到暴雨的中期预报方法。

梅雨季节的出现和维持,一般是与某些特定的亚欧环流形势相联系,其中西风带里的阻塞形势和副热带里的西北太平洋高压的活动和位置的配置尤其重要。经过普查和分析研究,每年雨季来临早迟与500 mb上 125° — 140° E间的西北太平洋副热带高压脊线的向北位移有很大关系,图1是多年(1954—1962年)500 mb上 125° — 140° E间逐候西北太平洋高压平均脊线和逐候平均地转西风时间剖面配置图。由图1下图中的曲线可看出副热带高压平均脊线,从4月至7月在北移过程中有两次明显北跳(图中a段与b段)和有四段相对稳定期:(1)第一稳定期在4月份;(2)第二稳定期从4月底至6月中旬末,副高脊线在 18° — 20° N间稍有摆动,这时正是我国江南雨季时期;(3)第三稳定期从6月中旬末到7月上旬,副高脊线稳定在 24° — 26° N间,这时正是长江中下游的梅雨季节;(4)第四稳定期在7月中旬—7月底,副高平均脊线在 28° — 30° N间,这时正是黄淮雨季。从图上还可看出,副高脊线在6月中旬末和7月上旬的两次明显北跳与同范围内500 mb上最大地转西风轴的位置(图1上图)有明显北移是一致的。这种西风带与副热带变化一致的现象,说明了副热带高压在北移过程中存在着季节性变化。

图1表示的是多年平均状况,但各个年份的梅雨开始和结束在时间上差别很大,副

1978年2月11日收到修改稿。

* 参加本文工作的有林春青、张秀雯、熊敏基、沈家松等。制图工作由南京大学气象系石宗祥同志帮助完成。

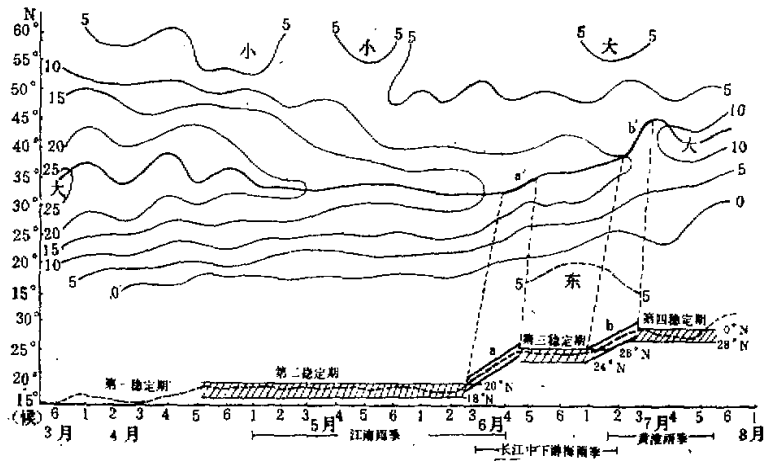


图1 多年(1954—1962) 500 mb 上 125° — 140° E 逐候西太平洋高压平均脊线
和逐候平均地转西风时间剖面配置图

1. 上图中粗线为最大西风轴位置, 细线为等风速线, 单位米/秒。
2. 下图中断线为逐候副高平均脊线所在纬度。
——为多年各雨季平均起迄期。
3. 图中 a' — a b' — b 是上下图相对应的突变阶段。

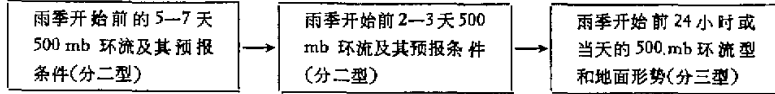
高脊线到达上述纬度的时间亦相应有很大差别。从 20 多年来的资料统计结果来看 (见表 1); 各年雨季开始的当候 125° — 140° E 间副高平均脊线基本上可稳定在 19° — 24° N 的纬度带内 (个别年份受台风影响, 脊线可暂时北抬很多, 但不稳定); 而雨季结束的候或次一候, 副高脊线基本上可达到 26° N 以北。上述的统计结果对雨季开始和结束的时间判断是具有一定意义的。

表 1 各年雨季开始和结束期间副高平均脊线位置 (125° — 140° E)

年 份	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
入 梅 期	6.1	6.17	6.5	6.20	6.27	6.28	6.18	6.6	6.71	6.22	6.23	6.25
入梅时副高脊线所在纬度	20.0	23.0	23.5	21.0	23.0	19.0	22.0	21.0	19.5	27.5*	24.0	21.0
出 梅 期	8.2	7.8	7.19	7.12	6.29	7.7	6.29	6.16	7.7	7.8	6.28	7.6
出梅时副高脊线所在纬度	35.0	28.0	28.5	27.0	26.0	22.0	28.5	27.0	27.0	25.5	24.0	26.5
出梅次候副高脊线所在纬度	32.0	34.0	28.0	28.5	2.50	26.0*	24.5	30.0	26.0	29.0	29.1	28.4
年 份	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	
入 梅 期	6.24	6.24	6.23	6.24	6.18	5.26	6.20	6.16	6.10	6.17	6.16	
入梅时副高脊线所在纬度	22.4	21.8	19.4	20.0	20.4	22.4	19.3	18.6	23.4	24.3	21.2	
出 梅 期	7.12	7.9	7.11	7.16	7.18	6.26	7.3	6.29	7.18	7.16	7.17	
出梅时副高脊线所在纬度	27.7	27.1	24.2	31.0	24.2	24.8	24.7	25.1	25.4	29.2	29.8	
出梅次候副高脊线所在纬度	30.0	25.4	28.3	30.3	33.0	28.5	27.7	28.4	26.6	29.2	35.0	

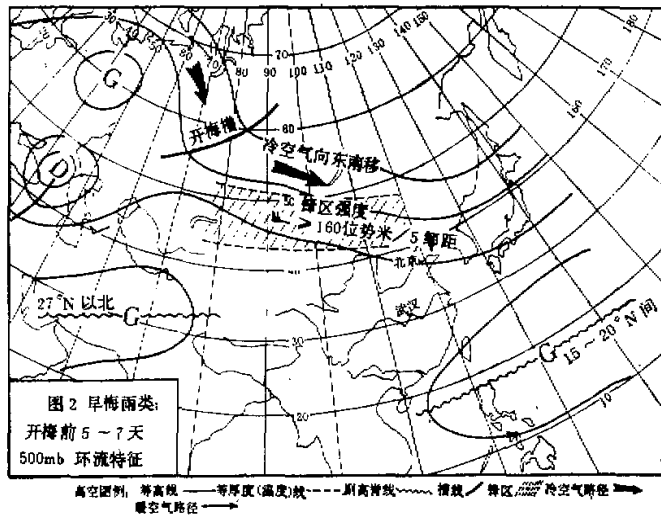
1. 梅雨开始期的中期(5—7天和2—3天)预报——环流分型方法

为了更好地识别梅雨开始前的环流形势演变,并结合生产部门的需要,我们根据500 mb及地面天气图,按三档(5—7天、2—3天和前一天)的预报时效,分别查明1954到1964年梅雨开始前的环流型和预报条件,即按如下的步骤预报梅雨开始。



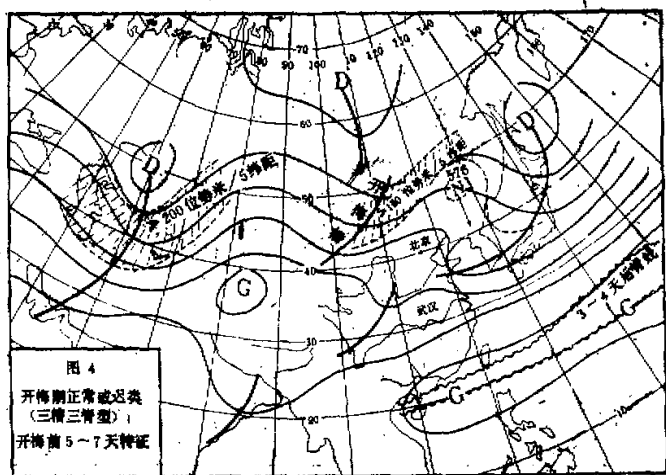
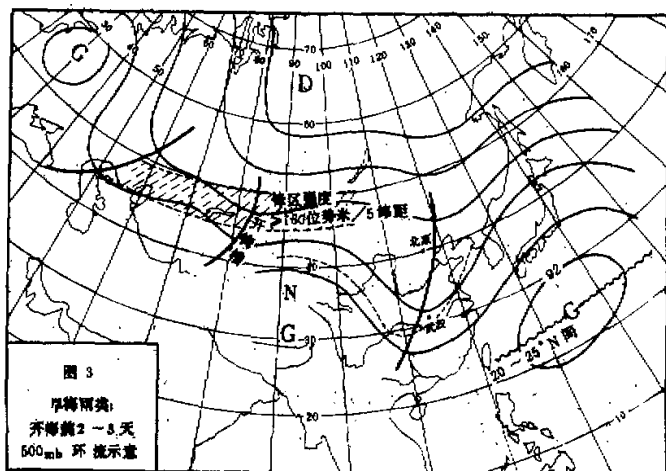
通过上述的归纳和探讨,并在近十多年来的预报工作中反复实践和改进,对雨季开始前的500 mb 环流形势和预报条件基本上可分为两大类型,即:

A. 开梅早类: 雨季开始前5—7天(图2)主要特点是欧洲阻塞亚洲平直西风,亚欧环流形势为欧洲北部存在一个较为发展的阻塞高压,在阻高南部黑海附近为一较强的切断冷涡,同时在低涡东南侧有一支 >20 秒/米的西南或偏南风存在。这反映出青藏高原西部和伊朗一带的大陆高压位置偏北,在亚洲地区约 40° — 55° N间 120° E以西为一支较强偏西平直气流控制,锋区强度 160° 位势米/5纬距以上,高纬度的冷空气正沿欧洲阻高东侧向南及东南移动,并进入高原东北部,这时西太平洋副高脊线在沿海位于 15° — 20° N间。



开梅前2—3天(图3),欧洲阻高的东部,高纬度有冷空气南下,中纬度地区经向度显著加大,高原东侧(105° E以东)发展出较深的低槽,汉口与日本北海道一带的高度差 ≤ 20 位势米,这样就促使日本地区暖脊明显发展,这个暖脊与其南部的西太平洋副高中心处于同位相,以致使副高有一次明显的加强和北移过程。2—3天后,这个中纬度低槽由于欧洲阻高西退,高纬度冷空气不再继续向我国中纬度地区补充,以致使原处于高原东侧的深槽很快减弱东移,槽后的暖脊在较低纬度并入西太平洋副高,这样就使沿海副高又

一次明显西伸和稍向北移,其结果促使副高更趋于稳定,而副高的北移和稳定,是梅雨开始的必要条件。与此同时,在欧洲阻高东侧又有一股弱冷空气到达巴尔喀什湖地区,形成短波槽,这个短波槽(开梅槽)东移到河套附近时就引起了梅雨开始。

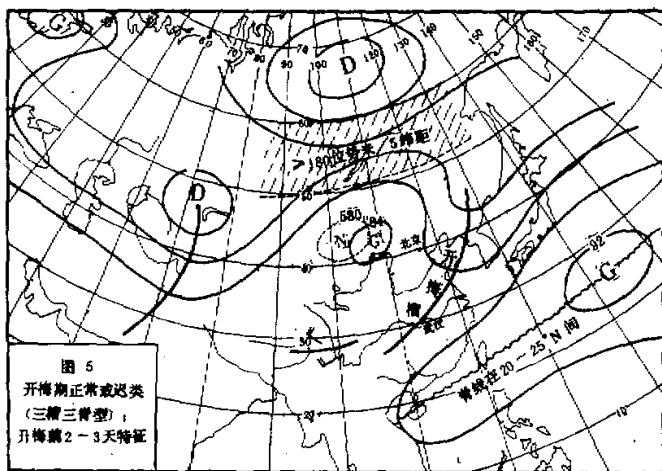


B. 开梅正常或迟类: 梅雨开始前 5—7 天, 西风带多移动性波动。西太平洋副高脊线(与 A 类同)已达到 $15^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$, 且 588 线西脊点已到达海南岛附近, 而 6 月中、下旬副高脊线到达这个位置的条件在季节上来讲是容易满足的。所以这一类中冷空气能否影响到长江中下游是梅雨开始和维持的关键。由于黑海到日本一带的槽脊分布位置不同, 引起不同的冷空气活动过程, 因而造成雨带的不同变化类型, 大致可分为两种情况:

(甲) 三槽三脊型: 在开梅前 5—7 天(图 4), 里海、咸海附近为一较深的槽, 槽前有一支 > 20 米/秒的西南风和东北西南走向的锋区。锋区强度 ≥ 200 位势米/5 纬距, 这样

就使得这支东北西南向锋区的前部(巴湖东侧)暖脊维持和暖脊前的冷空气向贝湖东南部的低槽补充(这个槽以后是开梅槽)。这时在我国东北地区还存在一个弱高压脊,并有温度脊(或暖中心)与它配合,这个暖脊未来移到日本海与南边太平洋副高中心趋于同位相,最后引起副高脊线产生一次北抬过程。

至于开梅前 2—3 天,东北暖脊已并入副高,这时巴湖东侧的暖脊由于高纬低压带阻挡,变成一个较宽广的暖脊(图 5),且在河套西北部有暖中心与它配合,同时西太平洋副高在这段时期除了东北脊并入外,另在 35°N 以南还有一弱脊在华东沿海并入,这就有利于 140°E 以西的近海副高脊线稳定在 20°N 以北,当河套附近的宽广暖脊继续东移,其脊前的短波槽与高原东部已经存在的切变相结合,就构成西风带河套暖脊与副高间相峙的横槽形势,反映在低层就是梅雨锋系逐渐形成和稳定。

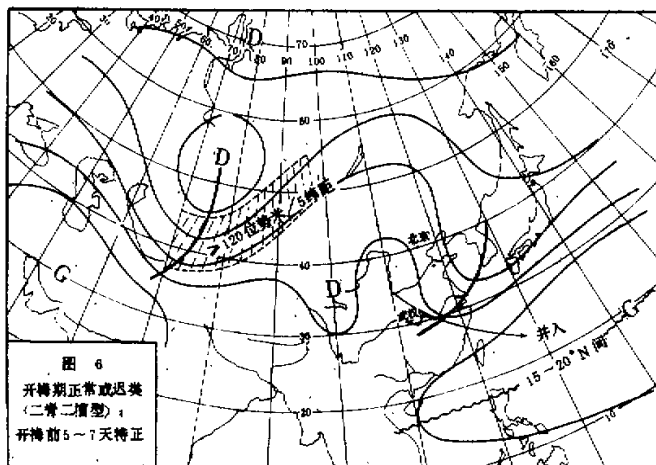


(乙)二脊二槽型: 开梅前 5—7 天(图 6), 西风带槽脊的分布位置恰恰与上述类型形势相反。里海为一高压脊,在此脊前的巴湖地区有一弱低涡存在,且是移动性的;另外在河套至贝湖间由于高纬低压带阻挡是一个弱的宽广暖脊,而这个暖脊将在三、四天后并入副高,并促使近海的西太平洋副高有一次明显的北抬过程。

至开梅前 2—3 天(图略), 里海高压脊明显向北发展并东移,这样就促使原在巴湖的弱低涡变为移动性低槽。而这个移动性低槽在经过新疆、甘肃时分裂为小波槽,当此小波槽移至河套以东与正在向北移动的副高外围的西南气流相遇时,在低层就逐渐形成梅雨锋系。

总之,梅雨“开始期早”和“正常或迟”的欧亚环流形势是有很大不同。梅雨开始期早的年份,正处于春末夏初的交替季节,西风环流形势还类似于春季欧洲阻塞的稳定形势,西风急流偏南,冷空气容易南下到长江中下游地区,这时只要副热带高压的平均脊线位置能达到 20°N 附近并稳定下来,就能使地面锋带和雨带维持在长江中、下游两岸。而梅雨开始属“正常或迟”时的环流形势是欧亚中高纬度地区的环流处于“零乱”状态,即多小槽小脊。这时,随着季节推迟,副热带高压脊线位置一般容易达到 20°N 附近,关键是西风

带环流形势是否有利于冷空气南下到长江中、下游地区。因此,我们认为早梅雨的预报应偏重于副高活动和变化,正常或迟梅雨的预报应偏重于西风带短波槽脊的调整和活动。



综合上述,雨季开始期的中期预报,在 500 mb 环流形势上的主要着眼点是:

a. 西北太平洋副热带高压,在开梅前至少要有明显北抬。而副高北抬的征兆是河套地区有暖脊东移并入副高,或者在日本海有一暖脊迭加在副高中心北侧,而促使副高明显加强北移。

b. 注意欧洲中部地区及亚洲中高纬度地区的稳定长波脊发展和阻塞高压形成。在这种形势下,其下游在日本以北常有高压脊出现,并与副热带里的西太平洋副高同位相而使副高北上。

c. 亚洲西风带中纬度环流形势趋于平直,或者是短波槽脊增多,此后东亚沿海不再有大槽出现(槽底不超过 30°N)。否则副高不能稳定在较北的位置。

d. 注意促使雨季开始的短波槽的出现(亦指示冷空气)。这种短波槽多数年份是由新疆至河西走廊一带东移过来的;少数年份是由贝湖东南方向移来的。

2. 梅雨开始时的 500 mb 环流和地面形势的特征

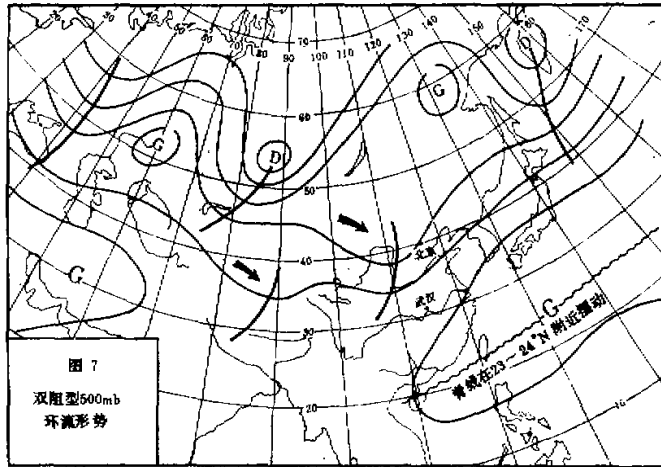
在实际预报工作中,为了易于判别雨季开始时的环流形势特征,我们就对开梅前一天或当天的 500 mb 和地面的环流形势进行分析和归纳,得出结果如下:

A. 梅雨开始时 500 mb 环流特征:

在雨季开始时,副热带地区几个主要成员的位置和活动情况都比较一致和稳定,即西北太平洋高压多呈带状分布,且其脊线(日本南部到我国南海)略呈东北西南向倾斜,在 $125^{\circ}\text{--}140^{\circ}\text{E}$ 间的平均脊线位置由二、三天前在 18°N 以南北移到 $19^{\circ}\text{--}24^{\circ}\text{N}$ 间;同时副高外围 588 特征线的西脊点已伸至海南岛附近(若原有南海高压活动,这时已消失或并入西太平洋副高中去)。又印度东部或孟加拉湾一带经常是一个稳定低压槽存在,在中低纬度构成东高西低形势,即同纬度的日本大岛高度要比拉萨高度高 20 位势米以上,这样

就保证了长江以南大范围地区盛行西南气流,有利于长江中下游地区的锋区维持和带来充沛水汽。

至于西风带除了在河套附近至朝鲜半岛都存在一个不发展的短波槽(此槽就是形成雨季开始的槽,我们称之为开梅槽)外,中高纬度的长波脊(或阻塞高压)形势是多种多样的,基本上可分为三类:



第一类双阻型(图7): 其主要特征是在 50° — 70° N范围内,常常有两个稳定高压(高脊)存在。西阻位于乌拉尔山附近,东阻在勒拉河、雅库茨克一带,两阻间是一宽广低压槽,反映在 35° — 45° N间是一支平直西风环流;这时西北太平洋高压平均脊线约在 23° — 24° N间。至于维持梅雨锋系的冷空气路径是从巴尔喀什湖以东的主槽中分裂出小股冷空气经河西走廊南下;另一支是从高原东侧移来。

第二类三阻型(图略): 主要特征是在 50° — 70° N间为阻高活动频繁地区,常常为三个稳定的阻塞高压(或高压脊)。东阻位于勒拉河、雅库茨克一带;西阻位于欧洲中部;中阻位于贝加尔湖附近。在阻高南部的亚洲地区(35° — 45° N间)是一个平直西风环流,在平直西风里不断有短波槽生成并东移,但不发展;而西北太平洋副高平均脊线一般在 23° N附近摆动。这时冷空气的来源,一支是从巴尔喀什湖附近的冷槽内分裂出来;另一支是从贝加尔湖东侧南下。当分裂出来的短波槽经河套东移时往往取代原有开梅槽,这样就促使长江中下游地区的梅雨锋系继续维持和稳定。

第三类单阻型(图略): 主要特征是 50° — 70° N范围内,仅有一稳定高压(或高脊)位于贝加尔湖西北方,有些年份在阻高西南部,巴尔喀什湖附近还有一切断低涡存在;同时在我国东北地区维持的低槽,其尾部可南伸到江淮地区,这时冷空气的主要来源是从贝加尔湖以东沿东北低槽南下,但由于我国华东沿海附近的副高平均脊线已比较偏北(大多数在 25° N附近摆动),所形成的梅雨锋系虽然偏北,但仍可在长江中下游两岸维持。

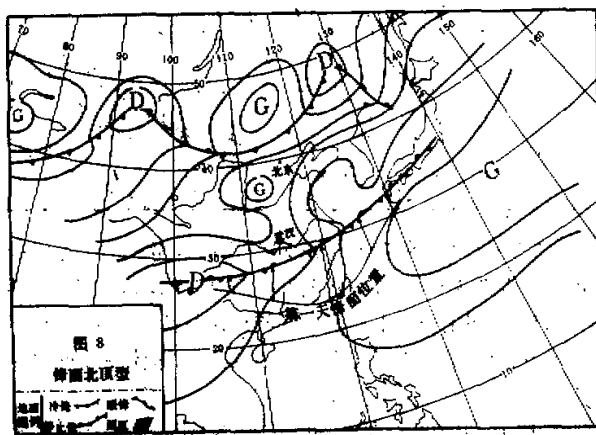
以上的高空环流形势,一般来讲是属于“稳定梅雨型”。但是这里需要指出,在梅雨期上上述三种西风带流型是经常互相转换的,尤其是在梅雨持续期较长的年份。不过在雨

季的后期多数年份的西风带流型容易出现第一型,即一般所谓“标准型”

B. 梅雨开始时地面天气形势特征:

从东亚地图上主要天气系统分布情况来看,其共同点是在黄河以南的地区构成东高西低形势。即太平洋西部的广大洋面为稳定高压带,多数年份其高压坝已伸展到东南沿海,而我国华西地区的气压较上海为低,其海平面气压分布特征是鹿儿岛>上海>成都。同时在 40° — 45° N间的我国华北、西北地区还存在一套锋系,锋后的主要冷高压在巴湖附近,多数年份冷高中心强度已小于1020 mb。但在雨季开始时,由于在长江流域所形成的“梅雨锋系”的演变过程不同,又可分为三种情况:

第一锋面北顶型: 原在江南地区的锋系,由于高空副热带高压的向北移动和北方冷空气的衰退,以致促使江南雨季的锋系由南岭以南北顶到南岭以北,且静止在长江中下游两岸,这时江南雨季多数年份结束,个别年份由于第二次新的冷空气补充,可能向南摆动,但以后在江南维持的时间不会太长,如64年(图8)。



第二锋面南移型: 江南雨季锋系已消失,且在黄淮之间有一条静止锋,但这时由于中蒙边境一带有新的冷空气南移,这样就促使黄淮之间静止锋移至江淮流域,并稳定下来,即梅雨锋系形成,如66年(图9)。

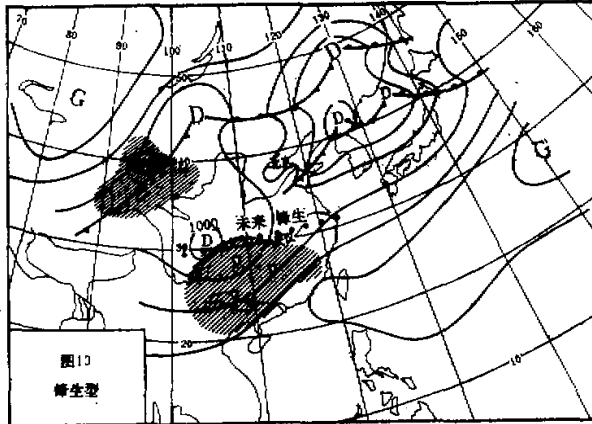
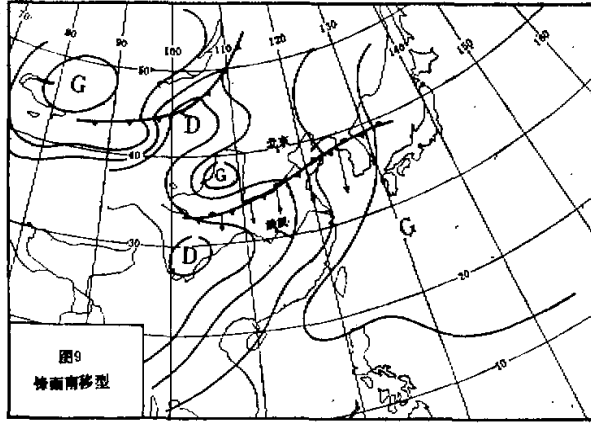
第三长江流域锋生型: 其特征是江南雨季的锋系已消失,东北为一个深厚低压,在低压内已有冷锋入侵。这时由于高空副高北顶和700 mb图上已有切变线形成,以致在长江中下游两岸的暖区内先有阵性降水产生,然后河套以西有冷空气扩散南下,使长江中下游地区的锋生现象越来越明显,如72年雨季开始时情况(图10)。

总之,在考虑地面气压场“梅雨锋系”建立问题上除了第一类型外,对第二、三种类型要特别注意原来维持在江南雨季的地面锋系消失。

3. 梅雨期内大到暴雨的中短期预报

每年4—7月(梅雨季结束前)是上海地区多大到暴雨(日雨量 ≥ 30 毫米)过程的季节。我们调查了1964—72年间共28个月中22次大到暴雨的例子。分析出引起上海地区大—暴雨的天气过程是在一定的大尺度环流背景下产生的,是与这个季节中冷暖空气

活动的地域和其强度变化特点有着一定的联系,同时也与本站要素变化有关。通过上述工作,最后我们分别在 500 mb 和 700 mb 图上上海地区的上、下游选出了一些特征区、特征站和本站的要素及其变化作为预报因子。



为了表达暖空气活动情况,我们选择高原北侧和东侧的一些测站或特征区的要素变化值作为预报因子,如 51 区 777 站和 828 站(以下简称暖区 I)和河套附近 52 区 889 站与 53 区 463 站(简称暖区 II)的 500mb 24 小时正变温,500 mb 和 700 mb 低涡中心强度和低涡位置,琉球以东 47 区 945 站的 500 mb 高度和我国西南地区 56 区 029 站的高度差;上海本站 500 mb 高度值和变高值以及 584 线在 120°E 所在纬度值等。

为了表达冷空气活动情况,我们选择了巴尔喀什湖附近的 36 区 177 站、35 区 796 站(以下简称冷区 I)和贝加尔湖到蒙古的 710 站和 354 站(简称冷区 II)的 500 mb 24 小时负变温来确定冷空气的活动(图略)。

但在实际预报工作中,常常会遇到这样的困难,即引起本站大一暴雨过程的环流形势总不会完全相同的;同时各预报因子在每次大一暴雨过程中亦不是都起着同等的作用(即

有时某一因子所起作用大些,而另一因子作用小些等)。因此我们就把天气系统(槽脊位置)大致相似的和某些特征区、特征点的要素变化值又达到一定临界值的作为起始条件并进行分类,这样一方面可以反映天气条件的特点,同时又可避免在判断形势的起始场时产生主观因素。

通过分类,把那些不符合环流型和临界值(指特征区等)条件的日数去掉,这样在 28 个月的资料中,就只剩下了 69 次个例,即可能产生大一暴雨的例子,在 69 个样本中,共分了四套模式,其中第一类模式有 29 次,第二类模式有 8 次,第三类模式有 10 次,第四类模式有 22 次。然后分别对每类模式运用逐次回归方法进行计算,并建立预报方程。在建立方程中,首先作定性判断(即有无大一暴雨),当定性判断有大一暴雨时,再作定量、定时的预报。从历史上符合上述模式的 69 个样本的计算结果来看,22 次大一暴雨除一次外,其他 21 次都可能概括进去,其中定性较好,定量差些。

为了节省篇幅,下面仅举一个模式例子来说明,即:

模 式 一

1. 500 mb 环流形势特点

a 型:副热带高压呈东西向带状分布,脊线在 20°N 到 25°N 之间,中心强度可达 592—596 位势什米,冷空气从贝加尔湖经河套地区南下,使得东南沿海地区的副高暂时南退,以后高原暖脊东移,并入副高后,形成“东高西低”形势。

b 型:此类特点是河套地区暖脊先并入副热带高压带内,以后在巴尔喀什湖地区有一股较明显的冷空气南下,并结合青藏高原地区西部低槽一起东移。

2. 起始条件:凡满足下述 9 个条件中的 5 个,均可套用此模式中的方程进行计算

条件:(1) 500 mb 上 584 线在 120°E 所在纬度 $\geq 28^{\circ}\text{N}$; (2) 500 mb 47 区 945 站减去 56 区 029 站高度差 ≥ 7 位势什米; (3) 500 mb 47 区 945 站高度值 ≥ 588 位势什米; (4) 上海 500 mb 高度值 ≥ 581 位势什米; (5) 上海 500 mb 24 小时变高值 ≥ 4 位势什米; (6) 冷区 I 或冷区 II 中,只要有一个站的 500 mb 24 小时负变温 $\leq -6^{\circ}\text{C}$,即作为达到起始场条件。如上述两个区都达到,则作为达到 2 个起始条件计算; (7) 暖区 I 或暖区 II 中,只要有一个站的 500 mb 24 小时正变温 $\geq 4^{\circ}\text{C}$ (4 月份 $\geq 5^{\circ}\text{C}$),即作为达到起始条件。如上述两个区都达到,则作为达到 2 个起始条件计算。

3. 预报方程

方程一(定性 y_1)——预报有无大到暴雨:

如 $y_1 \begin{cases} \approx 1 & \text{为有大到暴雨} \\ \approx 0 & \text{为无暴雨} \end{cases}$

$$y_1 = 0.429 - 0.096x_3 + 0.021x_8 + 0.017x_9$$

方程二(定量 y_2)——预报大到暴雨雨量:

$$y_2 = 13.818 - 5.276x_3 + 3.969x_7 + 1.085x_8 + 1.132x_9$$

方程三(定时 y_3)——预报第几天有大到暴雨:

$$y_3 = 4.364 - 0.278x_3 - 0.421x_5 + 0.299x_7 + 0.010x_8$$

上述预报方程中,各因子所表示的意义为:

x_3 为 47 区 945 站的 500 mb 高度值减去 56 区 029 站 500 mb 高度值；

x_4 为暖区 I 和暖区 II 中 ΔT_{24} 最大值；

x_5 为上海 500 mb 24 小时正变高值；

x_6 为上海日最高温度 (T_G)，当 $T_G > 29^\circ\text{C}$ 或 $\leq 19.0^\circ\text{C}$ 均作为 0 处理，在 $19.1^\circ - 29.0^\circ\text{C}$ 之间值，均以实际值进行计算；

x_7 为上海 14 时绝对湿度 (e_{14})，当 $e_{14} \geq 28 \text{ mb}$ 或 $\leq 16 \text{ mb}$ 时均作为 0 处理，在 $16.1 - 27.9 \text{ mb}$ 之间值，均以实际值进行计算。

从 1973 年到 76 年的 4—7 月 (梅雨结束前) 间，我们在实际预报工作中的使用情况来看，对于大到暴雨的定性预报还是有一定效果的，但在定量和定时方面效果就稍差一些。

另外，有时计算结论有大一暴雨，但实况出现在市区及个别郊县，而观测场却没有那样大，这种点与面如何结合问题还有待于今后工作中继续改进。至于在定性预报中，漏报次数较多，主要原因是东路冷空气所引起的大到暴雨在模式中尚未归纳进去。

A STUDY ON THE METHODS OF MID-RANGE FORECAST FOR "PLUM RAINS"

Forecasting Group, Shanghai Meteorological Bureau

Abstract

An investigation was made for the mid-range forecast of the heavy to torrential rain at the beginning and during the period of the "plum rains" by using synoptic circulation patterns and numerical statistics. It is found that the beginning of the rainy season is closely related with the seasonal northward displacement of the ridge line of the western North Pacific sub-tropical high between $125^\circ - 140^\circ\text{E}$ at 500 mb. The plum rains occur when the 500 mb ridge line is generally stable between $19^\circ - 24^\circ\text{N}$ and end when the ridge line reaches, mostly, 26°N or farther north.

The forecast of early plum rains should especially be relied on the movement and variation of the sub-tropical high while that of normal or late plum rains should especially be relied on the adjustments and movements of the westerly short-wave troughs and ridges.

It should be noted that the time of the occurrence of the heavy to torrential rain synoptic process during the plum rainy season in Shanghai is related with the region in which the interaction of cold and warm air masses take place, the characteristics of their intensity variations and also with the variations of the meteorological parameters at the stations concerned.