

一次江淮流域切变綫过程的研究*

王作述

(中国科学院地球物理研究所)

提 要

本文研究一次江淮流域切变綫的生成及其各个发展阶段的結構。

关于切变綫的生成原因,作者强调高原的动力及热力影响。在結構方面,作者指出,切变綫附近鉛直环流的形式、切变綫附近气象要素的分布以及低空鋒区的加强,相互之間有着密切联系。鉛直环流的加强,造成了低空鋒区的加强。当这个环流圈相对于鋒面的位置有变化时,鋒面的性质,也就有不同。在切变綫的上升运动区上空,高层对流层中,可能存在一下沉运动带,因而与切变綫有关的流場,至少涉及到整个对流层。

最后,作者討論了:鉛直环流对鋒面的作用、极鋒型鋒区向赤道鋒的轉变以及我国副热带夏季某些系统的性质及其特点等問題。

一、引 言

切变綫这个名詞,按照目前通行的意見^[1]一般是指在低层 850 或 700 毫巴等压面上,近于东西走向的一条风向不連續綫。在切变綫北面盛行偏东风,而在南面盛行偏西风。这种規定,純粹从流場着眼。在气压場上,切变綫就是个横槽。

切变綫是夏季我国一种重要降水天气系统。解放前,刘匡南^[2]就已发现冬季长江下游南岸的坏天气,与 7000 呎高度上的风向切变綫有关,这是我国关于切变綫最早的一项研究。至于夏季的切变綫系统,在解放初期,也已經被人们所注意到^[3]。以后各地台站对切变綫活动的天气过程、环流条件及預告着眼点等,有过不少总结,大大增进了人们对切变綫的了解。

然而,利用目前較稠密的探空网,对切变綫进行較全面的天气学分析,还作得不多。本文以一次江淮流域切变綫为对象,进行了較仔細的分析。

这个分析包括三部分:第一是关于切变綫形成过程的探討,根据这个例子及过去人们所总结的一些經驗,对切变綫形成时的天气条件,作了初步的总结和討論。第二是切变綫結構的分析,分析了在切变綫不同发展阶段的水平风場、温度場、湿度場、鉛直环流等的特点和演变。第三是一些問題的討論,其中包括鉛直环流对鋒区的影响;极鋒型鋒区向赤道鋒的轉变;赤道鋒、梅雨鋒及夏季平均图上江淮流域輻合带的性质等問題,对它們提出了自己的意見。

* 本文 1962 年 7 月 26 日收到,同年 12 月 7 日收到修改稿。

二、切变线的生成条件

这次切变线过程，发生在1960年6月17日至23日。在此以前，700毫巴上由巴尔喀什湖有一小槽东移，16日(图1)它在青海湖，同时在康定附近，有一不甚移动的气旋性涡旋。17日，小槽继续东移，涡旋稳定少动。18日(图2)小槽已移到太原一带。在东移

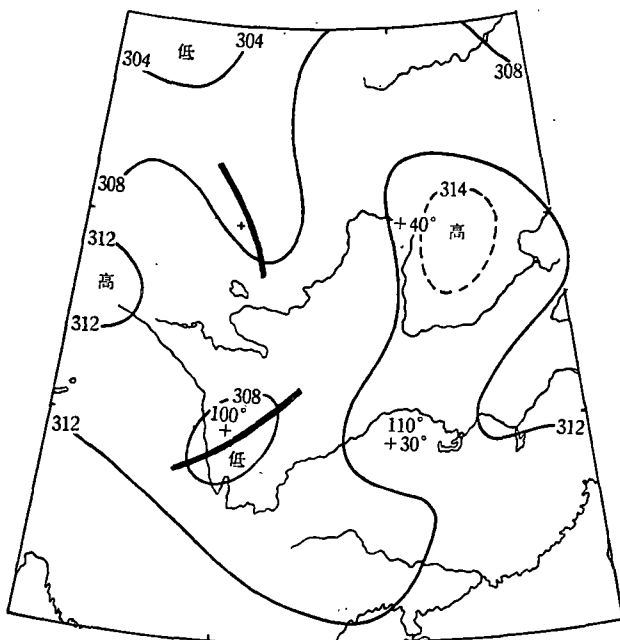


图1 1960年6月16日08时(北京时)700毫巴图

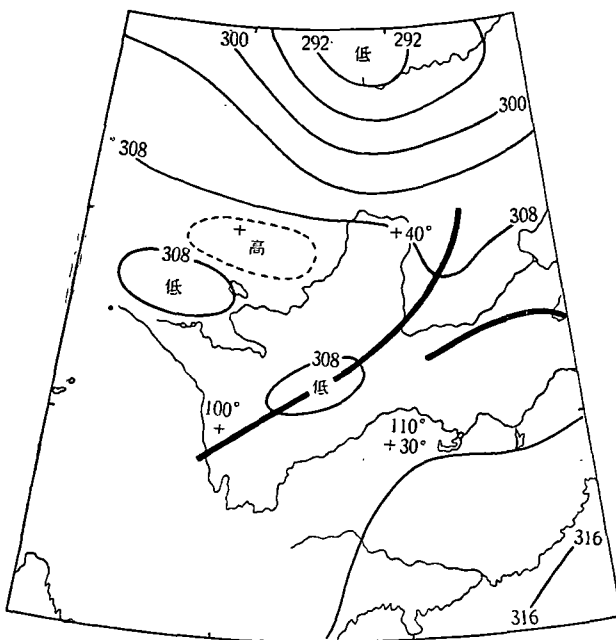


图2 1960年6月18日08时(北京时)700毫巴图

过程中,北段速度較快,使槽綫偏轉为东北西南向。在槽后,从河西走廊有一小暖高压向东南移。这时在南边的低涡,也开始向东北移到重庆以北。与涡旋有关的倒槽,与北边小槽連成一很长的东北西南向槽綫。19日(图 3a、3b),槽綫已完全轉成东西向,700 毫巴上切变綫已經形成。小暖高压移到太原,与南边的副热带高压对峙。在这几天,副热带高压一直向西北进,在低空 850 毫巴等风速綫图上(图略),最大风速軸綫也一直加强并北进,构成切变綫南边的一支強西南风。

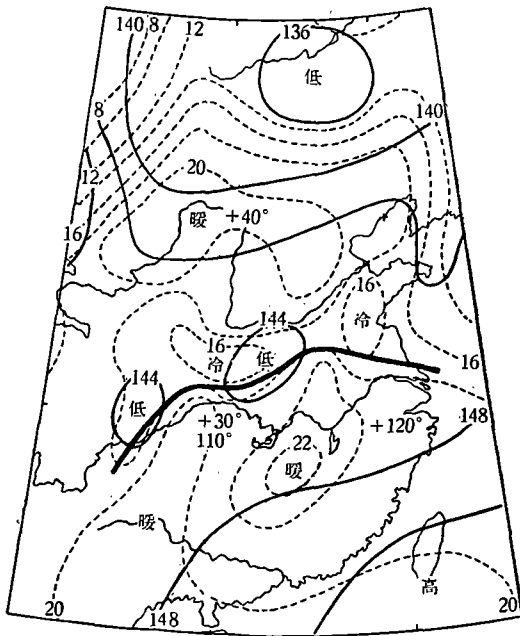


图 3a 1960 年 6 月 19 日 08 时(北京时)
850 毫巴形势图

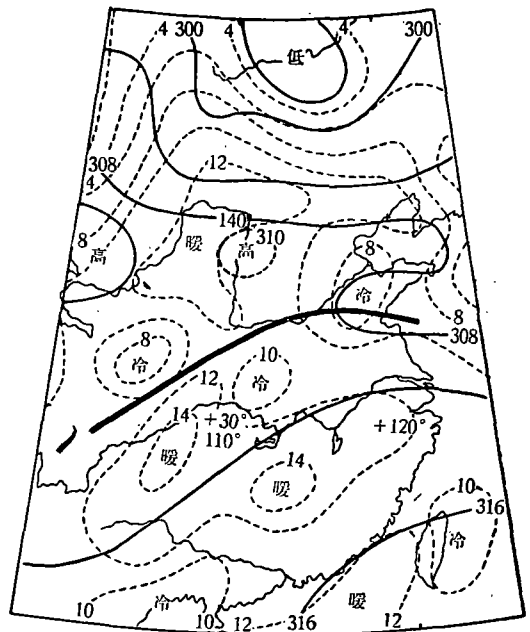


图 3b 1960 年 6 月 19 日 08 时(北京时)
850 毫巴形势图
(说明同图 3a)

——等高綫, ——等温綫, ——切变綫或槽綫

这次切变綫形成的过程,与过去我国預报員所总结的经验,很是符合。综合起来,在夏季,江淮流域切变綫形成时,天气形势有如下几方面特点:

1. 在低层等压面图上,在 35°N 以北的西风带中,有小槽东移而且槽綫逐渐順轉^[2,3]。

表 1 表示这次切变綫形成过程中,700 毫巴槽綫各天移动的速度,它指出,在本例中,小槽

表 1 小槽(700 毫巴)各日位置及移动速度

項目 日期		各日槽綫位置(°E)				槽綫移速(經度/日)		
		16	17	18	19 日	16—17	17—18	18—19
緯度 北方小槽	40°N	101	108	114	131	7	6	17
	37°	101	107	112	127	6	5	15
	34°		107	109	111		2	2
南方倒槽	32°	104	106	105	107	2	-1	2
	30°	101	103	101	104	2	-2	3
	28°	97	98	99	101	1	1	2

的南部和北部,移速有明显差异,从 17 至 18 日,37°N 处的槽线移动速度比 34°N 处快 3 经度/日,18 至 19 日差异更大。

作者认为,槽速的南北差异,也许是由于在小槽南北两段,牵引气流速度不同之故。图 4 是 18 日 105—120°E 500 毫巴平均西风廓线。在 37°N 有一极大值,由 27°至 37°N,风速很快增加。陈受钧曾作过 1956 年 6 月沿 105°及 120°E 500 毫巴纬向风速的平均剖面图^[4],其形式与图 4 很一致,看来图 4 是有代表性的。在图 4 上,34—37°N 风速相差 5 米/秒,这使得槽线南北部移速差约 4.5 经度/日,这与表 1 中的实况接近。

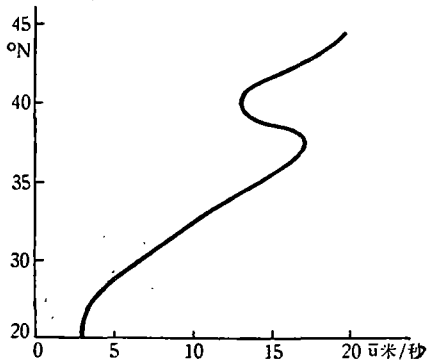


图 4 1960 年 6 月 18 日 08 时(北京时) 105°—120°E 平均西风风速廓线(实测风)

在中国大陆上 500 毫巴基本气流有如此的风速切变,作者认为这一方面可能是由于青藏高原在夏季作为一个热源^[5]对自由大气的加热作用,加强了高原北方的急流,另一方面在高原东侧背风区中风速又较小之故。

2. 低层等压面图上有西南低涡或西南倒槽向东北方向发展,与北方的小槽连成一体。这是切变线形成的另一个有利条件。在六月以后,东亚 105—120°E 区域的急流位于 40°N 附近^[4,7],又由于高原阻挡作用,在低空,西风小槽一般不容易影响到 30°N。所以在切变线形成以前,我们在 700 毫巴上常看到的较长的东北—西南向槽线(如图 2a),其东北与西南两段常常是不同的系统。前者是西风带里的小槽,而后者是准静止的西南倒槽。

至于西南低涡及相连的倒槽产生的原因,叶笃正等认为是由于高原的地形影响^[6],所以涡旋是准静止的。从表 1 看也确是这样,可见切变线的生成,也反映了高原的动力影响。

3. 从河西走廊,850 或 700 毫巴,有小高压东移。有人曾认为这类小高压是冷性^[1],是冷空气受到祁连山等山脉的地形影响而形成^[8]。但在我们这个例子里,在 700 毫巴上,它却是一暖性高压(图 3b)。类似情况也很常见,可能它与高原加热作用有关。

4. 西太平洋高压脊西部低空的西南风速轴心,至少进到长江南岸。在本例中,这轴心是随着切变线的形成而逐渐北上的。长江流域夏季暴雨过程里,也常有这种情形,但在有些例子里,最大风速轴心可以原来就已伸至长江南岸^[9]。

在本例中,这四个特征都具备,可能并不是所有切变线的形成都如此,值得根据大量个例,进行统计分析。

从上述四个条件的分析看,江淮流域切变线的形成,除开要有副热带高压配合以外,高原的影响,也是很重要的,因此切变线可以看作是高原东侧的一种特殊天气系统。

三、不同发展阶段的切变线结构分析

我们把切变线的结构,分为形成、成熟和消失三个阶段来分析。在分析中,铅直运动 ω 是由实测风用连续方程积分算得的^[9]。由于纪录限制,我们只计算了 950、850、700、600、500 毫巴五层。

1. 形成阶段: 这时东西向的风向切变綫还没有出现, 只有 NE—SW 向槽綫, 北方的 700 毫巴小高压尚未移过西安, 相应的槽綫附近雨区也未成东西向带状分布。6 月 18 日以前属于这个阶段。

由于这时切变綫还是一般的小槽, 所以我们不詳加討論。但有一点很有意思, 即在切变綫形成之时, 地面鋒有鋒生现象。在槽綫前边, 17, 18 两日地面图上均有一南北向冷鋒, 从图 5 及 850 毫巴上的等 θ_{se} 綫图(图略)分析看, 鋒区相当微弱, 高度只到 800 毫巴。

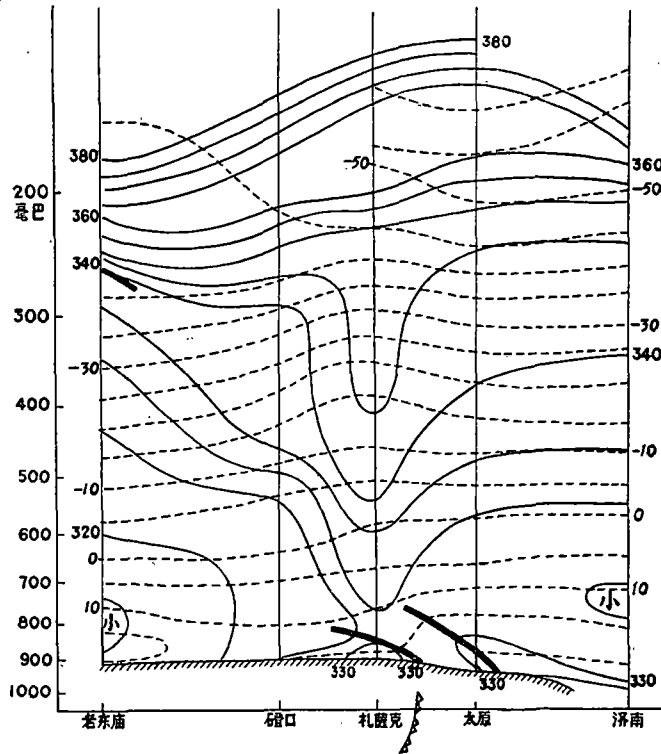


图 5 1960 年 6 月 17 日 08 时
(北京时)垂直鋒区剖面图
(——表示等 θ_{se} 綫, ----表示
等温綫, 间隔均为 5 度; ——表
示对流頂或鋒区界限; 图低部的
鋒面符号表示地面鋒位置)

次日(图 6)鋒区就清楚得多, θ_{se} 的梯度及它在鋒区的上凸下凹现象均甚显著。在 850 毫巴图上(图 7), 相应的在上界处有一 θ_{se} 的大区, 而下界有一 θ_{se} 的小区。鋒面附近 θ_{se} 的这种分布, 过去謝义炳等的分析^[10,11]曾指出过。

从同日剖面图上的 ω 分布(图 8)看出, 鋒区附近冷空气下沉暖空气上升, 但鋒区却处在下沉区中。在鋒前相当的距离才出现上升, 这是一个很有意思的现象, 后面还要提到。

17 到 18 日, 鋒区 θ_{se} 梯度的加强, 主要是由于湿度梯度变大因而使虚温梯度也增大。这说明在副热带地区水汽含量对鋒面分析的重要性。

2. 成熟阶段: 这时在低层等压面上东西向或近于东西向的风向切变綫已经出现, 降水加强并形成东西向的长条大雨带。本例中, 这一阶段的日期是 19, 20 日。

i. 鋒区结构: 18 至 19 日, 继续有鋒生作用, 因而切变綫的鋒面结构很清楚(图 9, 10)。鋒区上下界分别为 θ_{se} 最大与最小区的轴綫(图 11), 而风向切变綫正好位于鋒区以内, 看来, 成熟阶段的切变綫都有明显的鋒区结构。在 850 毫巴上(图 11), 在切变綫中段

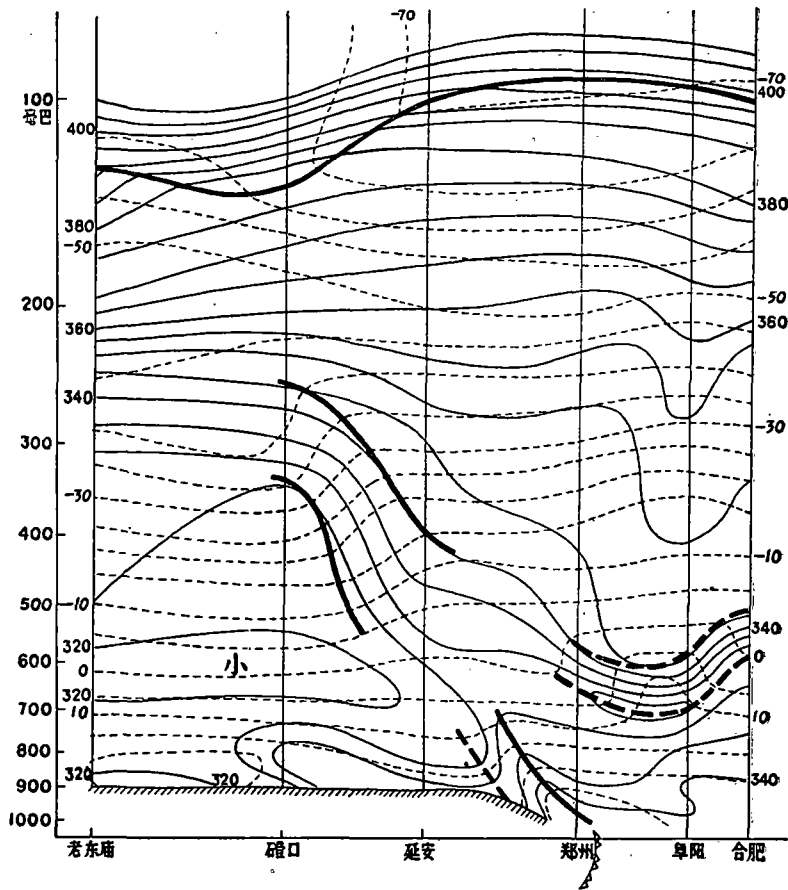


图 6 1960 年 6 月 18 日 08 时垂直槽线剖面图
 (—表示不明显的锋区界限或对流层顶, 其它说明同图 5)

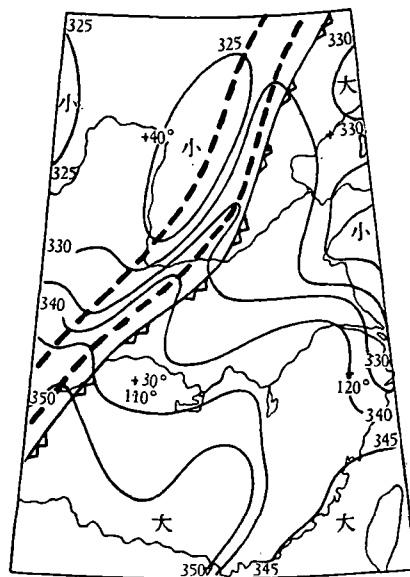


图 7 1960 年 6 月 18 日 08 时 850 毫巴等 θ_{se} 线图
 (等 θ_{se} 线间隔 $5^{\circ}K$, ---- 850 毫巴锋区上下界)

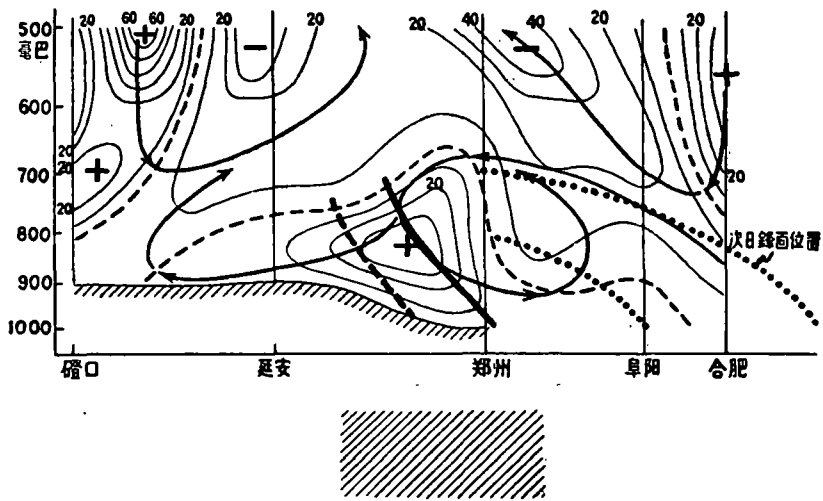


图 8 图 6 剖面上的垂直运动 (ω) 分布及铅直环流

(---为 ω 零线, —为 ω 线, 间隔 10×10^{-4} 毫巴/秒, ω 正值表示下沉运动, 负值是上升运动;
—为锋区界限,为不明显的锋区界限, → 为铅直环流流线, 图下斜线区为当时雨区)

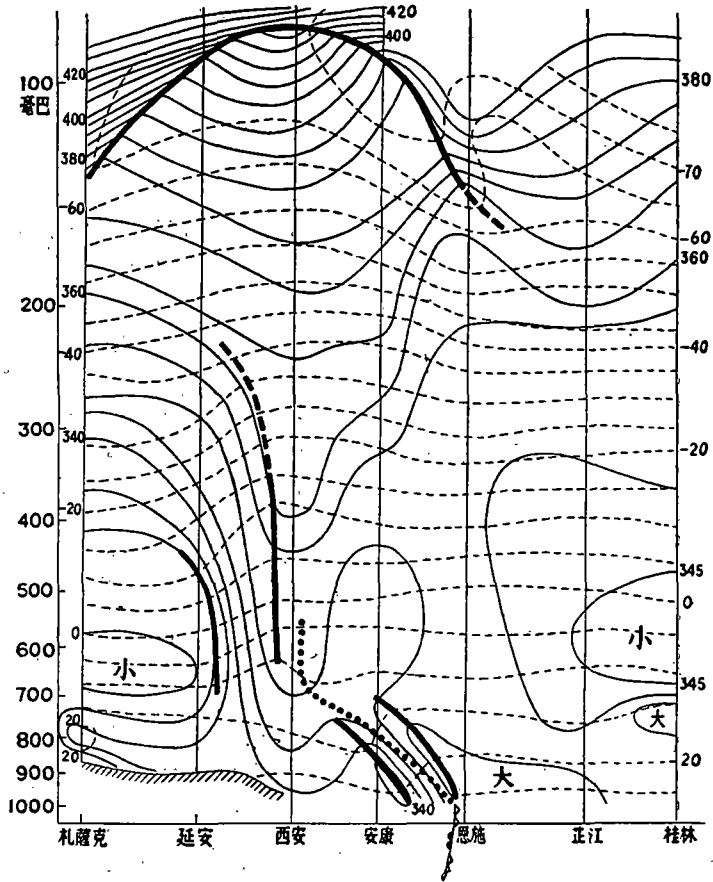


图 9 1960 年 6 月 19 日 08 时剖面图

(.....为切变线或槽线位置, 其它说明同图 5)

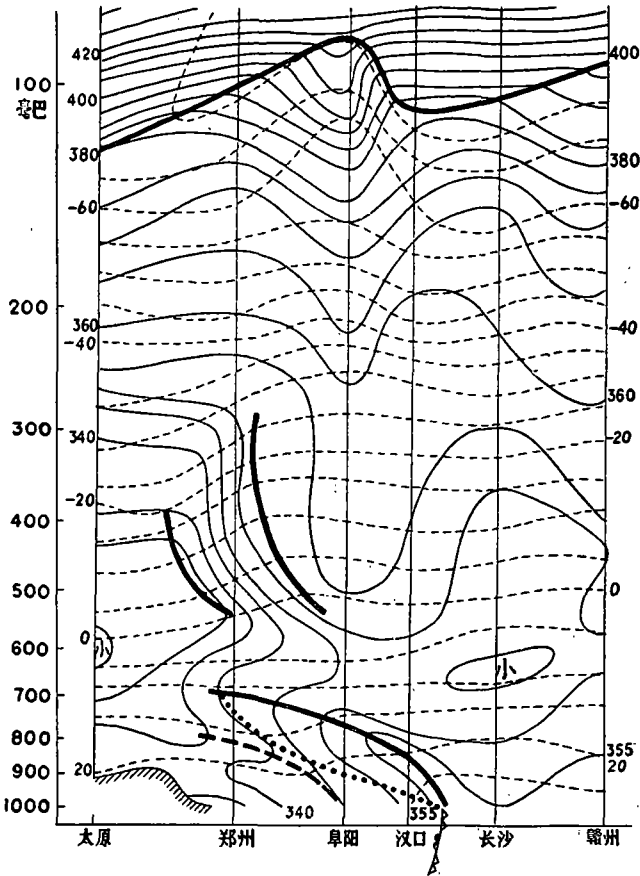


图 10 1960年6月19日08时剖面图(说明同图9)

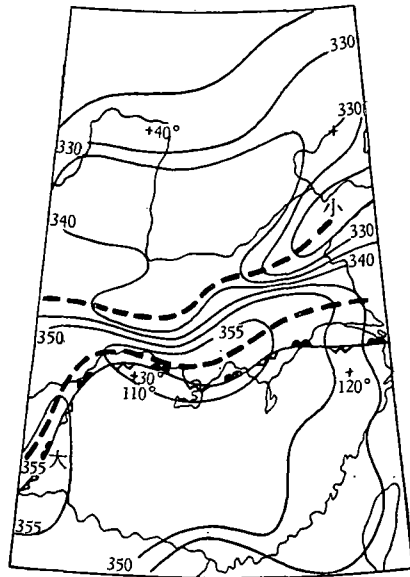


图 11 1960年6月19日08时
850毫巴等 θ_e 线图
(说明同图7)

(108—120°E)锋面结构最清楚,而这地区一般也正是切变线最明显的地方。

ii. 温度场: 在切变线北方不远,沿锋区下界,有一向北倾斜的冷舌(图9,10),850和700毫巴图上(图3a,3b)为一狭长冷带,它在850毫巴最清楚。它与南方暖区的温度差,形成切变线锋区的温度梯度,它在近地面约1.5°C/百公里,在850或700毫巴,则为1°C/百公里,这显然比冬天的寒潮冷锋温度梯度要弱得多。在这条冷带以北仍是一个暖中心,所以切变线的锋区,显然不同于极锋,除了温度梯度不大以外,锋面后面并没有强大的冷气堆。

在切变线上空300毫巴以上(图9,10),有一明显的狭条暖温度脊,其位置可高达对流层顶。

iii. 湿度场: 在锋区前方等 q 线隆起,在剖面图上成一明显的湿舌,在锋区下界,却往往为一湿度最小区,与 θ_e 线的分布形式相当一致(剖面图上的等 q 线没有画出)。这造成相当大的湿度梯度,因而锋区的露点对比,比温度对比清楚得多。露点梯度在近地面较小,约1°C/百公里,向上增大到850及700毫巴达3—4°C/百公里。

iv. 水平风场: 在切变线南边有一支低空西南风急流,它属于副热带高压西北边缘的西南气流。在低层等压面图及剖面上(图12)它都很清楚。中心强度达20米/秒,急流中

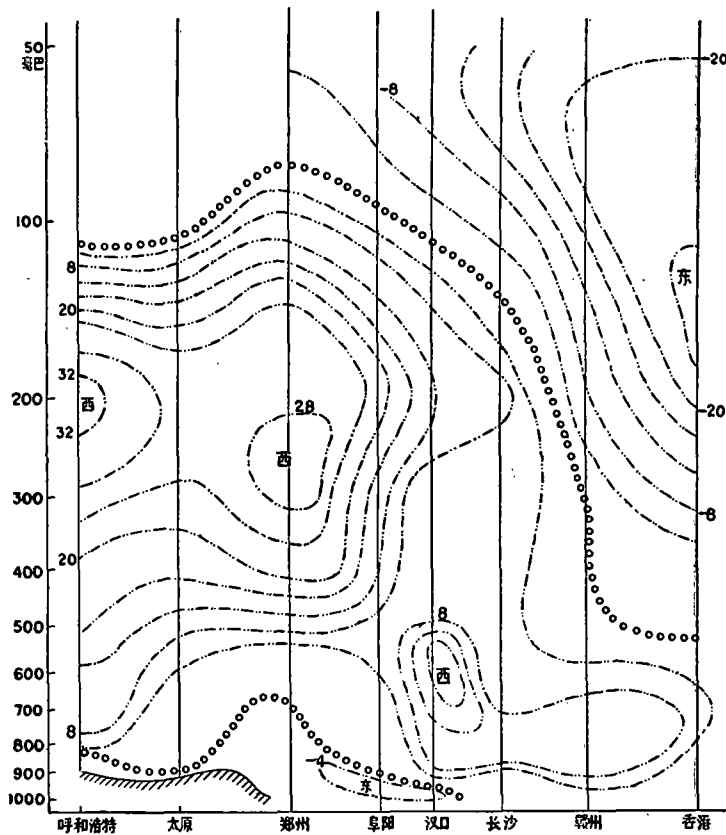


图 12 图 10 剖面上的东西风速分布
(实测风, 間隔 4 米/秒, 圈点为东西风零綫)

心在 600 毫巴处。就强度言同其他例子相近^[9],但位置稍高一些。有意思的是,这支急流恰在剖面上低空锋区的上方。由此看来,固然这支气流最初是与副热带高压相关联,但切变綫的低空锋区却也对它有着維持乃至加强的作用。切变綫以北的东风,最厚不过 4 公里,风力微弱,最大值多出现在 2500 米附近,其值不到 8 米/秒。作为切变綫特征的偏东与偏西风間的切变,往往只到 700 毫巴,在 700 至 600 毫巴間,风向往往急剧的逆轉 90° 以上,而使切变綫在此以上变为只有西北西南风切变的一般槽綫。

v. 鉛直速度場及鉛直环流: 从图 13a, 13b 可以看出,沿地面锋及低空切变綫,有一狭长的上升区。在近地面(950 毫巴),主要上升区位于地面锋以北,而到 700 毫巴,它就轉到切变綫以南。这种上升运动分布,跟切变綫附近經常在地面锋以北 700 毫巴切变綫以南出現狭长雨带的事实是一致的。

这些上升运动,主要由整层气柱中的南北质量辐合造成,至于东西方向,气柱中的质量却常常是辐散的。据粗略的估計,在 850 或 700 毫巴以下整个气柱中,南北方向质量辐合的绝对值平均为东西方向辐散(或辐合)的 2.5 倍(一般 2—4 倍),因而足以抵消东西方向的辐散而造成辐合上升。

在这上升区以南,則是副热带高压脊西侧的大片下沉区。至于北边的 ω 分布,就比较零乱,主要的下沉区出现在北方小高压的前部,冷空气南下的地区。

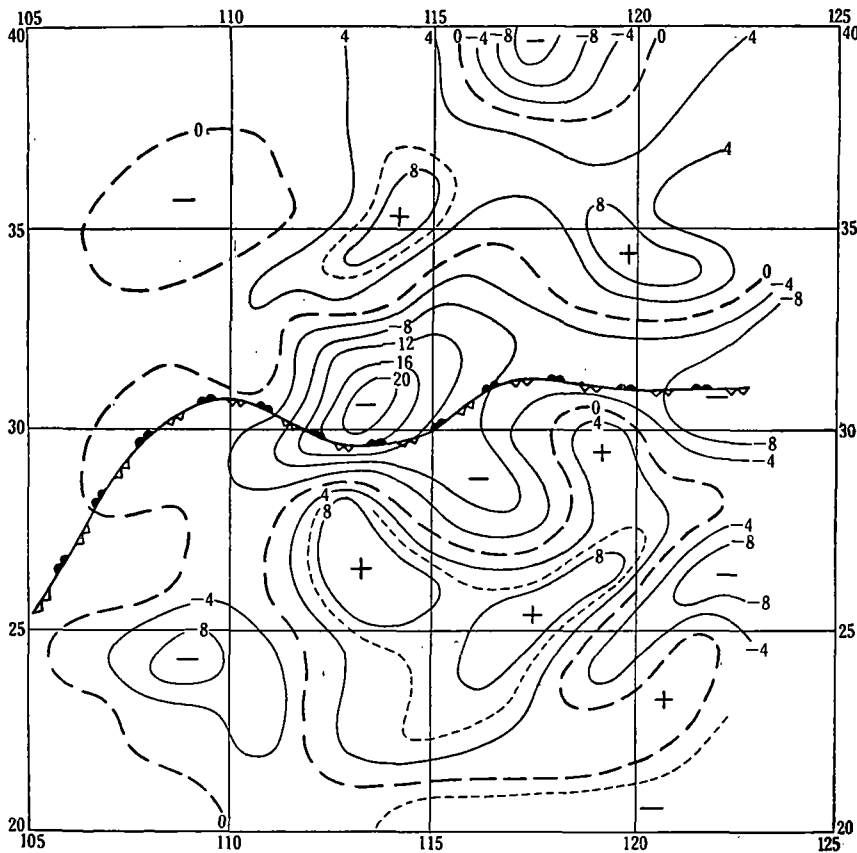


图 13a 1960 年 6 月 19 日 08 时 950 毫巴 ω 分布
(单位 10^{-4} 毫巴/秒)

从 ω 分布及南北风速分量 v , 可以繪出剖面上的鉛直环流图(图 14, 15)。就在切变綫的鋒区位置上, 有一个小小的正环流圈, 其高度在 600 毫巴以下。图 15 上, 这环流圈的上升区与下沉区的分界綫(ω 零綫), 大致位于鋒区以内, 并随高度向北傾斜。这种 ω 分布, 恰与鋒区上下界的 θ_{se} 綫上凸下凹一致, 这証明这种 θ_{se} 的分布, 主要由鉛直运动造成。这些在图 14 上就不清楚, 所以那里等 θ_{se} 綫在下界处沒有下凹。

前述的切变綫高空暖温度脊, 恰位于低空上升运动最强之处的上空。前一天, 这一带还是冷区, 沒有暖平流。由此推論, 在切变綫上升运动最强之处的高空, 300 乃至 200 毫巴以上, 存在着一狭长的下沉运动带。所以就横槽及风的切变而言, 切变綫固然只是一低空系統, 但与它有关的整个流場結構, 却牵涉到相当大的高度, 至少包括整个对流层。

3. 消失阶段: 在这例子里, 21 至 23 日属于这一阶段。这时切变綫两边的风向差异变弱, 低层最大西南风速軸綫南撤, 风速变小。地面静止鋒减弱而且加速南移, 或其一段轉为暖鋒北上。沿切变綫的雨带退化成为分离的小块, 最后切变綫消失。

i. 鋒区結構: 这时鋒区結構有很大改变。19 日(图 9), 低层鋒区坡度为 $1/85$, 在这个剖面图的下游, 北京到恆春的剖面上(图略)则为 $1/100$ 。到 20 日(图略), 鋒区明显变陡, 坡度均为 $1/65$, 而到 21 日(图 16, 17)这一带等 θ_{se} 綫的密集区更变为朝南傾斜。按照謝义炳^[10]的說法, 这里发生了极鋒向赤道鋒的轉变。

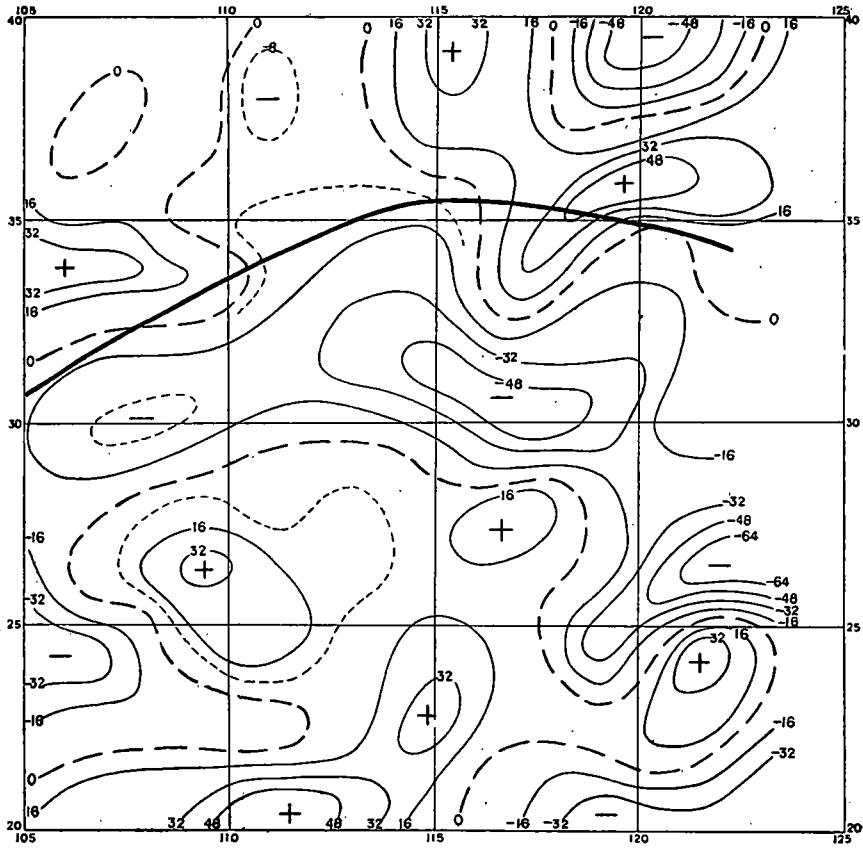


图 13b 1960 年 6 月 19 日 08 时 700 毫巴 ω 分布
(—700 毫巴切变綫)

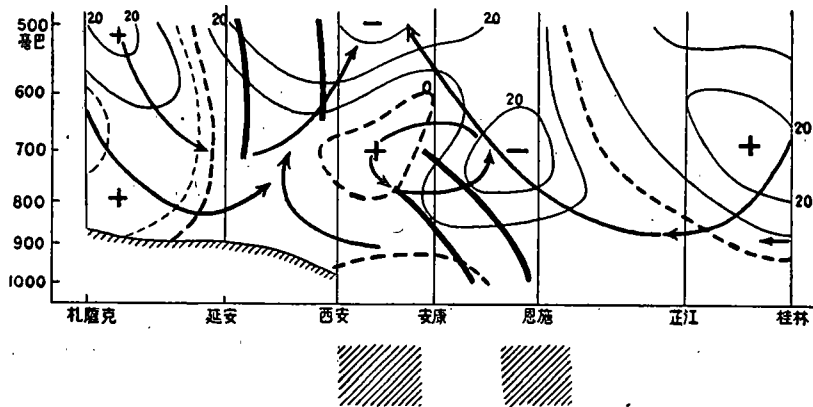


图 14 图 9 剖面上的鉛直运动 (ω) 及鉛直环流
(說明同图 8)

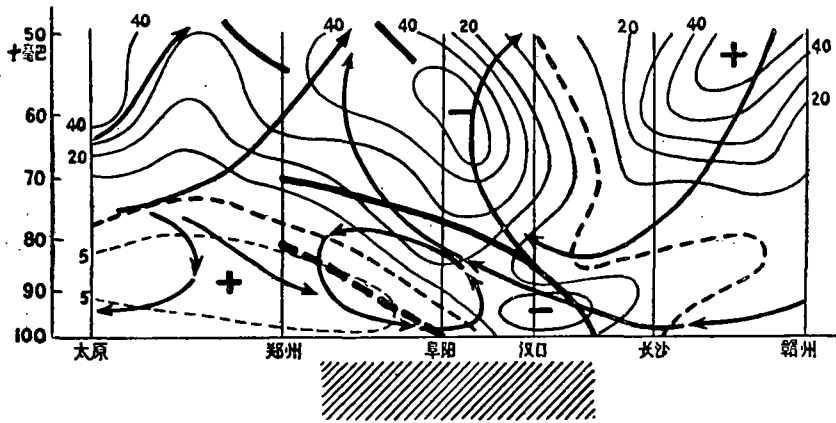


图 15 图 10 剖面上的铅直运动 (ω) 及铅直环流
(说明同图 8)

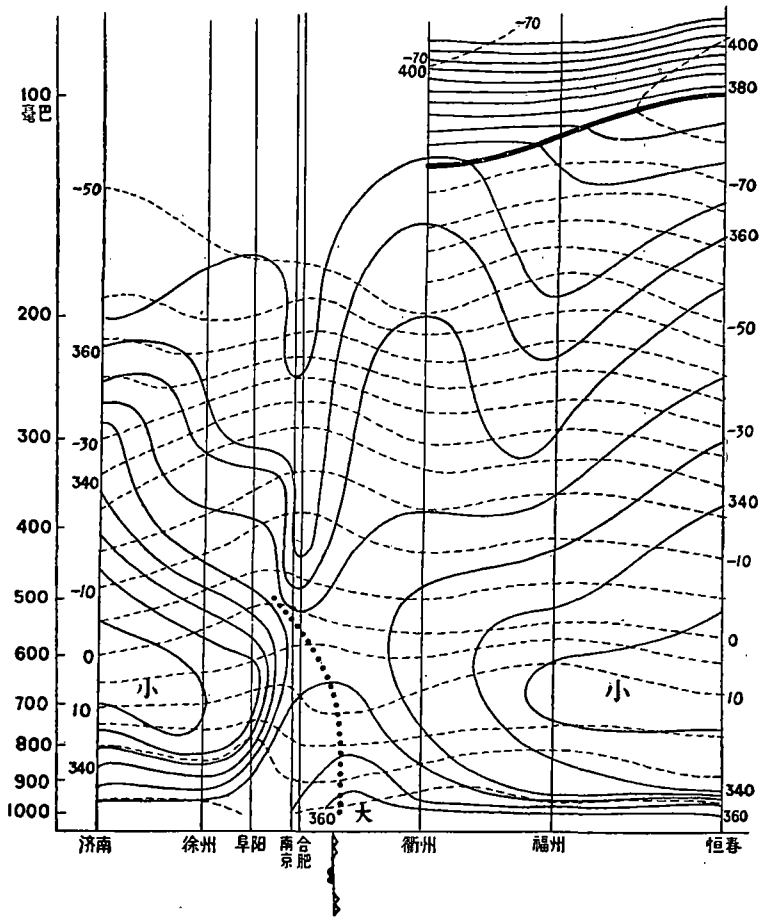


图 16 1960 年 6 月 21 日 08 时剖面图
(说明同图 9)

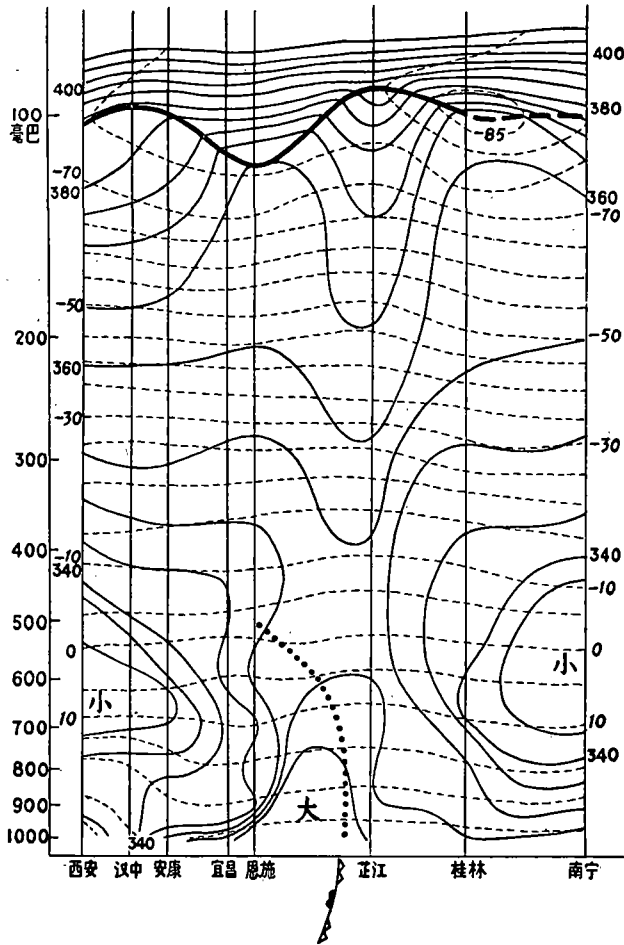


图 17 1960 年 6 月 21 日 08 时剖面图(說明同图 9)

从 θ_{se} 場(图 16)看来,在南京到衢州間,有一寬約三、四百公里的柱状 θ_{se} 大区,等 θ_{se} 綫向上隆起,与北边的 θ_{se} 小区間形成一带向南傾斜的密集区。 θ_{se} 場的这种形式及鋒区变陡,在切变綫的后期是經常見到的。这时的地面鋒,其他要素差异都不明显,其位置主要根据地面风向的气旋式轉变及天气区定出,恰位于这 θ_{se} 值最大之处(參見图 18)。因而这时的鋒面并不与 θ_{se} 的密集区对应,也沒有相应的鋒区及上下界。风的切变綫也不再朝北傾斜,在 700 毫巴以下,切变綫近于鉛直。

ii. 温度場及湿度場: 这时低空切变綫北方,仍有一狹而且弱的冷舌(图 16)略向南傾斜,且在 θ_{se} 綫密集区以南,但有的剖面上,它也可在其以北(图 17)。考慮到觀測及分析誤差,作者觉得所

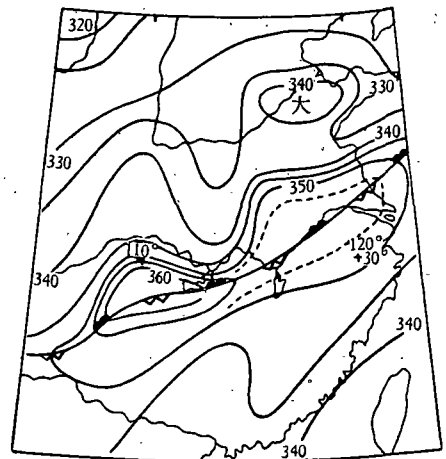


图 18 1960 年 6 月 21 日 08 时 850 毫巴等 θ_{se} 綫图(說明同图 11)

謂向南傾斜的赤道鋒区南边較冷^[10]这一說法, 似乎并不一定. 在切变綫上空 500 毫巴以上, 合肥及藏江附近, 仍有一比 19 日为弱的暖舌, 看来反映高空还有下沉运动.

在 θ_{se} 的大区, 为一清楚的湿舌, 两边湿度迅速减小, 尤其在 θ_{se} 梯度大的地方, 湿度梯度也很大. 由于 θ_{se} 大区温度反而較低(图 16), 所以这一 θ_{se} 大区及其北边 θ_{se} 綫的密集, 仍主要是由湿度分布造成.

iii. 鉛直运动和鉛直环流: 与以前有很大不同(图 19), 这时, 切变綫只不过是一条低空辐合带, 极鋒型鋒区已消失, 鋒上正环流圈也不再存在. 这时沿着低空的切变綫及其上空的 500 毫巴槽綫, 有一明显的主要由南北风辐合造成的上升运动带, 其两边均为下沉. 在 700 毫巴以下, 这个辐合带几乎是鉛直的, 并与 θ_{se} 大区、切变綫、地面鋒等位置一致. 地面雨区, 分布在地面鋒的两侧且正在这个辐合带内. 而这时的地面鋒只不过是这一低空辐合带及天气区的表示而已.

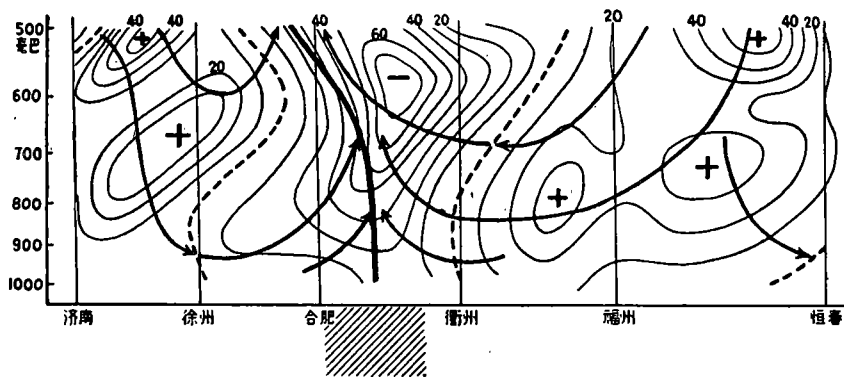


图 19 图 16 剖面上的鉛直运动 (ω) 及鉛直环流
(—为切变綫或槽綫位置, 其它說明同图 8)

四、与切变綫有关的若干問題的討論

1. 鉛直环流对鋒面的作用: 在切变綫附近, 湿度的鉛直輸送, 往往大于平流^[9], 而 θ_{se} 場的梯度又多半由湿度差异造成, 可見鉛直环流对鋒区的演变, 有着重要作用. 上升气流把低空 θ_{se} 大的空气向上輸送, 下沉气流把中层 θ_{se} 小的空气向下輸送, 而由于上升运动只在切变綫附近一狭条最强, 这就造成了强烈的 θ_{se} 对比而形成鋒区. 鉛直环流对鋒生有重要作用的看法, 过去 Sawyer^[12], Eliassen^[13] 等也曾提出.

从这个观点出发, 可以解释在本例中当鋒面附近的小正环流圈与鋒区相对位置不同时, 鋒面性质也就不同的事实. 在 19 日, 这环流圈与鋒区重合, 鋒区上下界分别对应于上升及下沉区(图 15), 这种流場恰有助于鋒区在原地加强, 所以这一天鋒面准静止. 但在 18 日, 这环流圈位于鋒前(图 8), 这样原有鋒区因下沉而鋒消, 但在原来鋒区的前方形成新的鋒区, 所以在这时鋒面南移甚明显. 而且在次日(19 日), 鋒区的上下界恰对应于这环流圈的上升与下沉区.

看来鋒面的南进, 并非是原来鋒区的平移, 而是有着新陈代谢. 过去顾震潮等^[14]已经发现, 冬天的寒潮冷鋒也有这种不断生消的情况. 从这个例子看来, 这种不断生消的原因之一可能就是这鉛直环流圈的作用, 至少在夏天是如此. 在夏天, 由于冷空气变性更大,

鋒面的平移成分就更少,因而这种不断的新陈代谢对鋒面的移动应该更加显得重要。

2. 关于赤道鋒及极鋒向赤道鋒的轉变: 謝又炳^[10]曾指出,在我国夏季有赤道鋒降水,以后他同曾庆存又指出^[11],极鋒型降水向赤道鋒型的轉变主要由于冷空气在暖的大陆面上变性,以致北面的空气反較南面为暖。在我們这一切变綫的后期,鋒区也轉为赤道鋒型。然而在这一过程中,切变綫北边的冷舌并未因变性而消失。冷舌始終随切变綫南移,并且在切变綫的某些段落,冷舌仍在北边。作者认为,在本例中鋒区向赤道鋒型轉变的原因,主要与三度空間的流場形式有关。例如在图 16、19 上,在切变綫以北合肥以南地区,上升运动迅速自南向北减少,水平风速有北风分量。按照这种流場从运动学定性看来,就能够造成图上那种赤道鋒型的鋒区。这就是說在夏季,由于气团之間密度差异很小,因而当有某种特殊形式的流場維持时,即使南边并不較北边冷,南傾鋒区的形成,看来也有可能。

赤道鋒这一名詞,按經典的定义^[16]是指赤道气团和热带海洋气团之間的界面,即东南和东北信风之間的輻合带。按陶詩言、陈隆勳^[7]人的意見,在夏季风爆发以后,它可以北移到印度北部而轉为西南季风与北方偏东气流之間的輻合带,往东,它就变得不清楚了。这样,即使在盛夏季节,典型的赤道鋒在我国怕也不多。固然在某些降水过程里,会出现形式上类似赤道鋒的鋒区結構。但从本文的个例看,这类結構在很大程度上只不过是上下几乎鉛直的一条輻合带里的上升运动这一特殊流場的結果。这种上升可以造成等 θ_{se} 綫在低层向上隆起,因而自然在其北部形成南傾的等 θ_{se} 綫密集区,而在南部造成北傾的 θ_{se} 綫密集区。而另一方面,在这个区域中,湿度差异尽管大,但密度差实际很小。这样看来,为了避免与原意混淆,也为了避免使人們誤以为有显著的密度不連續存在,作者建議,对这种 θ_{se} 綫密集区南傾的降水系統,不必使用赤道鋒的名称,不如直接就叫作輻合带降水。也不必要在 θ_{se} 綫向上隆起,并且其最大值軸綫略微南傾的地方画上一条赤道鋒。

3. 鋒面与切变綫的关系及鋒面特点: 从本例的分析看,成熟阶段的切变綫是与鋒区对应的,但也单在切变綫而没有鋒区的情形(例如在消失阶段)。而这种鋒区的来历,最初是由北边移来,它逐渐因切变綫上的鋒生作用而日益加强。

夏季江淮流域的鋒面,与一般极鋒不同。从本文的分析看来,就本質言,它在很大程度上是特定流場的产物。而从表現上說,正如过去顾震潮所指出^[15],鋒面两边气团的差异,主要表现在湿度及风向切变上,而温度差异反而不明显,因而这种鋒的坡度較大(一般大于 1/100)。

露点差别較大和温差較小,是副热带大陆夏季鋒面的共同特点,北美大陆上也有所謂露点鋒,这可以用冷空气受热变性来解释。至于这么明显的风向切变,似乎是我国上空的特点。既然在鋒面两边密度差較小,鋒面对切变的要求低,切变似乎不应该反而更大。顾震潮对此种現象曾提出一种解释^[15]。

作者則认为,这种較大的切变,实际上是由造成切变綫的一些因子(例如作者所強調的高原影响)所預先决定的。这种較大的切变加上密度差較小,就进而造成了具有上述特殊表现的較陡的鋒面。

4. 夏季平均图上江淮流域輻合带及梅雨鋒的性質問題: 在夏季 7 月 850 及 700 毫巴平均流綫图上^[7],淮河以北有一条輻合带,过去人們以为这是 ITC (或赤道鋒)的一部分,

因而认为夏季 ITC 在东亚最偏北。陶詩言等^[7]则认为这一段应该是极锋辐合带。然而,根据气候学的研究,东亚夏季极锋位置,应该在 50°N ^[17]。对这一点,陶詩言等认为由温度场决定的极锋位置,与由气流场决定的辐合带位置可能不一致。然而二者相差达 15 个纬度,这一事实还是值得进一步注意的。

很可能,这一辐合带也不是极锋辐合带,而是夏季经常存在的切变线的反映。从初夏至盛夏,它的逐渐北移,反映了切变线活动带的季节变化。

因为夏季极锋偏北,所以过去人们对夏季江淮流域梅雨季节的地面锋系不能直接肯定为极锋而只含糊地称之为梅雨锋。现在看来,它就是与上述辐合带(或切变线)相联系的地面锋,因而它的确不是极锋而是由特定流场造成的一种极锋型结构(在成熟阶段),或者就是一种没有锋区的辐合带(在消失阶段)。

五、結 束 語

由于本文只是个例分析,没有作更广泛的研究,因此文中所指出的不少现象,看来还需要在今后更加系统的研究工作中加以验证,许多看法也需要作更多的工作加以证实。

这个工作主要以流场(特别是铅直运动)作为出发点,进行了一些三度空间的分析 and 定性的讨论。虽然平流的作用也不应抹煞,但文中对此却未能讨论。至于造成这种流场及其演变的原因、各要素场的特征对流场的反作用以及在系统的整个生命史中各种物理量(特别是能量)的平衡及转换,这里也没有研究。所以今后,在考虑水汽影响下,对低空锋区的演变及与其有关的流场变化,作一些三度空间运动学或动力学的工作,看来是必要的。

* * *

在研究过程中,承蒙陶詩言先生提供了许多宝贵的意见,特此致谢。另外,刘恂行同志为本文进行了大量计算及填图工作,姚丽华、黄文堂等同志也先后参加了本文的部分图表分析及计算工作。

参 考 文 献

- [1] 气象科学研究所,中国短期天气预报手册,第一分册,1960,191—208.
- [2] 刘匡南,七仟英尺流场图与中国冬季天气,气象学报,20(1949),57—64.
- [3] 李明熙、牟惟丰、赵国藏,关于我国夏季高空流型和中华华南夏季的降水,天气月刊,第29期,1953.
- [4] 陈受钧,1956年6月东亚上空的风场和温度场,北京大学学报(自然科学),6(1960),77—84.
- [5] 叶篤正、罗四維、朱抱真,西藏高原及其附近的流场结构和对流层大气的热量平衡,气象学报,28(1957),108—121.
- [6] 叶篤正、顾震潮,关于我国天气过程大地形影响的几个事实和计算,气象学报,26(1955),167—181.
- [7] 陶詩言、陈隆勳,夏季亚洲大陆上空大气环流的结构,气象学报,28(1957),234—247.
- [8] 气象科学研究所,夏季暴雨天气过程的分析研究,1958年油印本.
- [9] 地球物理研究所,长江中上游暴雨研究,1960年油印本.
- [10] 謝义炳等,中国夏半年几种降水天气系统的分析研究,中央气象局论文集,第一号(1956).
- [11] 謝义炳、曾庆存,盛夏亚洲及西太平洋大型天气与中国降水,中央气象局气象论文集,第三号(1957).
- [12] Sawyer, J. S., The vertical circulation at meteorological fronts and its relation to frontogenesis, *Proc. Roy. Soc. A* 234 (1956), 346—362.
- [13] Eliassen, A., On the formation of fronts in the atmosphere. The Rossby memorial volume, Rockefeller Inst. Press and Oxford University Press, New York, 1959, 277—287.
- [14] 顾震潮、陈雄山、许有丰,锋面假相当位温图和它对中国寒潮冷锋上界变化分析的应用,气象学报,29(1958),44—55.
- [15] 顾震潮,论锋面在副热带里的性质和中华华南锋面分析问题,气象学报,24(1953),28—32.
- [16] Bjerknes, V. and coll., *Physikalische Hydrodynamic*, Berlin, J. Springer. 1933, 797.
- [17] 么枕生,气候学原理,科学出版社,1959,166—122.

A CASE STUDY OF LOW LEVEL SHEAR LINE OVER YANGTZE-HWIA VALLEY IN CHINA

WANG ZUO-SHU

(Institute of Geophysics and Meteorology, Academia Sinica)

ABSTRACT

During summer very often there is a heavy-rain bearing west-east shear line in the lower troposphere over Yangtze-Hwai valley. To the north of the shear line, the wind is predominantly from east or northeast, and to the south from the west or southwest. Its appearance is most evident on 850 and 700 mb surface.

In this paper a case study of this type of shear line is made. It is shown that the dynamical and thermal effects of Tibet plateau is the one of the important factors for its formation.

The analysis of the three dimensional wind field in the region of the shear line, shows that the pattern of the vertical circulation has an important influence on the horizontal distribution of temperature and humidity near the shear line, thus it is closely related to the genesis and development of the low level frontal zone.

Moreover, several problems concerning the synoptic meteorology in subtropics over Far East during summer are discussed. They include: the influence of vertical circulation on the frontal zone; the process of the transformation of a polar front into an equatorial front and the nature of the some weather systems in subtropical region of China in summer. The author has offered several explanations about these characteristics.