

1991 年江淮梅雨期一个阻塞个例的 Lagrange 诊断分析^{*}

成新喜 陆汉城 周祖刚 林上金

(中国人民解放军理工大学气象学院, 南京 211101)

摘 要 利用等熵面轨迹法, 对 1991 年江淮梅雨期 7 月 1 日至 7 日的阻塞过程持续异常进行了诊断分析。等熵面位涡的分析表明, 阻塞的维持与演变与等熵面上其高低压中心所对应的负正位涡中心的变化相一致。等熵面上等位涡线的轨迹积分表明, 阻塞的形成、维持及衰减, 对应着物质线裹卷的形成、维持(或加深)及不可逆变形和高低位涡的输送及积累的变化。同时发现, 阻塞附近位涡系统的移动、演变和阻塞上游分流区位涡系统形变引起的瞬变涡度源的强迫作用, 对阻塞的形成也有一定的作用。

关键词: 梅雨期; 阻塞; 物质线; 裹卷

1 引言

在大气环流演变的研究中, 持续异常现象一直是受人们关注和难以解决的问题之一。阻塞的异常变化就是其中很重要的内容, 近年来关于阻塞的研究已有很多工作。罗德海^[1]观测研究了大西洋及太平洋近 20 年的阻塞分布, 提出了地形东坡可以形成南高北低的偶极子型阻塞; 天气尺度扰动对阻塞的形成及维持也有强迫及反馈作用^[2]; 同时, Hoskins^[3]指出偶极子型阻塞具有稳定性; 另外行星波的传播及破碎也与阻塞的形成及维持有一定关系。这些工作都是由 Euler 观点出发来进行研究的。张绍晴等^[4]利用物质线的轨迹积分初步研究了阻塞形成的过程。轨迹法是近年来各领域应用较多的一种方法, 用于阻塞研究可以更准确的确定位涡传输及扩散的源汇及路径, 从而分析其维持机制。同时轨迹法在平流层应用有很大的优越性, 用于对流层有一定难度, 但仍可以在较短时段内分析物质的传输及环流的演变^[1], 本文将在这方面做进一步的探讨。

本文利用改进的等熵面轨迹法, 对 1991 年江淮梅雨期 7 月 1 日至 7 日的阻塞过程做了一些诊断研究。1991 年江淮梅雨, 入梅早, 降水量大, 持续时间长, 降水时段集中, 落区少动, 形成了罕见的暴雨灾害。丁一汇等^[5]根据 Hoskins 的 E 向量理论结合曾庆存的波包理论用 Euler 法研究指出, 梅雨期阻高的长时间维持与瞬变扰动引起的东风向量的辐合有关。如黄伟等^[6]用等压面轨迹法研究了暴雨过程中冷空气的活动。本文将采用改进的等熵面轨迹法^[7,8], 用 Lagrange 观点对 1991 年江淮梅雨期北半球亚欧地区阻塞持续异常的机制进行研究。

本文主要包括三个部分: 第一部分是 Lagrange 环流分析, 给出环流演变的基本过程; 然后是阻塞异常 Lagrange 诊断, 包括 IPV (等熵面位涡) 分析、物质线轨迹积分、位涡输送分析三部分; 最后给出本文的主要结论及一些尚待进一步研究的问题。

2 Lagrange 环流分析

首先利用等熵面轨迹法进行研究, 分析此次过程的环流形势, 取 $\theta_{se} = 320$ K 等熵面上纬圈上均匀分布的点作为初始点进行轨迹计算^[7], 分析以北半球为主, 结果见图 1。

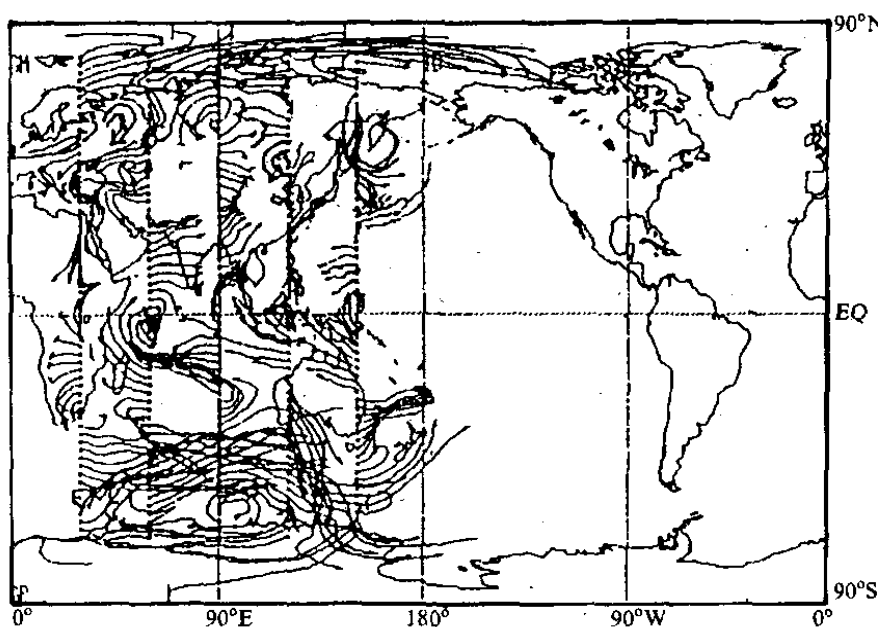


图 1 320 K 等熵面 7 月 1 日 08 时~5 日 08 时 Lagrange 环流形势

通过分析可见, 对流层中低层 1 日 08 时~7 日 20 时北半球盛行经向环流。乌拉尔山及东亚鄂霍次克海分别为孤立子及偶极子型阻塞, 乌拉尔山阻塞 5 日 08 时以后逐渐减弱, 东亚阻塞一直维持。西太副高南北稳定少动, 稍向西推进, 越赤道气流范围广且强度较强。江淮地区空气质点的移动较少且主要是沿纬向运动, 这表明该地区为辐合区, 由图可见北方冷空气南下与南方的暖湿空气在江淮地区相遇, 形成强的辐合区, 对流活跃, 引起江淮地区的强降水。另外, 印度洋上有一高压反气旋稳定少动, 5 日 08 时后稍向南移, 它的存在一方面加强了北侧的西风气流, 另一方面其反气旋环流也向北输送水汽。

对流层高层北半球乌拉尔山地区为北低南高形势, 东亚仍为北高南低的阻塞形势, 对应低层副高所在区域为一辐合线, 赤道附近为一致的偏东风。南半球低层及高层均以纬向环流为主。另外, 由 6 月 25 日至 7 月 10 日逐日 Euler 形势场分析可见 (图略), 7 月 1 日至 7 日为一次明显的阻塞过程, 东亚为偶极子型, 乌拉尔山为孤立子型。Euler 法是由各种形势场来定义阻塞的, 而 Lagrange 法是由质点的轨迹来定义

阻塞的, 两者基本一致, 阻塞减弱衰减时, 首先表现为物质输送的减弱, 进而表现为形势场的减弱。

由以上分析可见, 阻塞形势是梅雨期的主要流型, 其存在对江淮梅雨的维持起了很大的作用。如图 1, 主要表现为: 亚洲盛行经向环流, 中高纬平均西风弱, 东风强, 冷空气活动容易偏南, 与南方暖空气在江淮流域附近辐合。孤立子型阻塞与偶极子型阻塞的作用又不尽相同, 乌拉尔山孤立子型阻塞的存在加强了经向环流, 有利于冷空气南下; 而偶极子型阻塞的匹配低压与副高之间的垂直反环流 (或正环流), 把中纬冷空气直接 (或间接) 输送到江淮地区。同时, 偶极子型阻塞更趋于稳定, 更有利于冷空气输送机制的维持。

3 阻塞异常的 Lagrange 诊断

由前一节的环流形势可见, 7 月 1~7 日过程中北半球亚欧地区阻塞形势持续异常稳定, 对梅雨的维持有很大作用。下面我们分析阻塞异常稳定的机制。

3.1 IPV 的分析

首先对 1 日 08 时~7 日 20 时 IPV 进行分析, 即用 Euler 法来研究阻塞维持的机制。由前面的环流描述可见, 7 月 1~7 日 320 K 等熵面上北半球亚欧地区阻塞形势明显, 因而取 320 K 等 θ_{se} 面位涡场来分析。

由 320 K 等熵面逐日 IPV 场可见 (图略), (1) 7 月 1 日 08 时对应于乌拉尔山阻塞中心的负位涡中心, 及对应于东亚偶极子阻塞的正负位涡中心的强度均较强; 3 日 08 时乌拉尔山阻塞减弱, 东亚阻塞维持; 5 日 08 时乌拉尔山阻塞负位涡中心基本消失, 东亚阻塞的正负位涡中心维持; 7 日 08 时以后东亚阻塞正负位涡中心开始减弱。(2) 阻塞的建立及维持期, 其南侧为广阔的负位涡系统所控制, 有利于负位涡中心强度维持; 在阻塞的消散期, 负位涡中心南侧为一片正位涡度所控制, 负位涡系统向北伸展减弱, 不利于阻塞的维持, 同时阻塞的正负位涡中心也向下游扩散, 中心强度减弱。

3.2 物质线轨迹积分

通过对逐日 IPV 的分析, 可以看出位涡的输送是其中很重要的机制之一。下面我们用物质线轨迹积分法即用 Lagrange 观点, 研究东亚偶极子阻塞及乌拉尔山孤立子阻塞的建立、维持及消散的过程和机制。仍然在 320K 等熵面上进行分析, 分两种初始状态三个阶段进行积分。

3.2.1 以纬圈为初始物质线进行积分

首先以 60°N 纬圈为初始物质线进行轨迹积分, 图 2a、b、c 分别给出了 1 日 08 时~3 日 08 时、3 日 08 时~5 日 08 时、5 日 08 时~7 日 20 时的物质线演变。

由图 2a 可见, 1 日 08 时~3 日 08 时乌拉尔山阻塞附近物质线裹卷不明显, 表现为多个物质线小扰动, 沿着物质线向下游传播。这一方面由于积分是以纬圈为初始物质线进行轨迹积分的, 阻塞形势的表现 (即物质线裹卷的形成) 要经过一定的积分时段; 另一方面也说明乌山阻塞有所减弱, 因而位涡的积累较小, 不能形成明显的物质线裹卷, 而表现为物质线扰动的传播, 这有利于下游物质线裹卷的形成。东亚鄂霍次克海附近, 3 日 08 时已有较明显的物质线裹卷形成, 南方的低位涡空气, 沿着物质线裹卷形成的

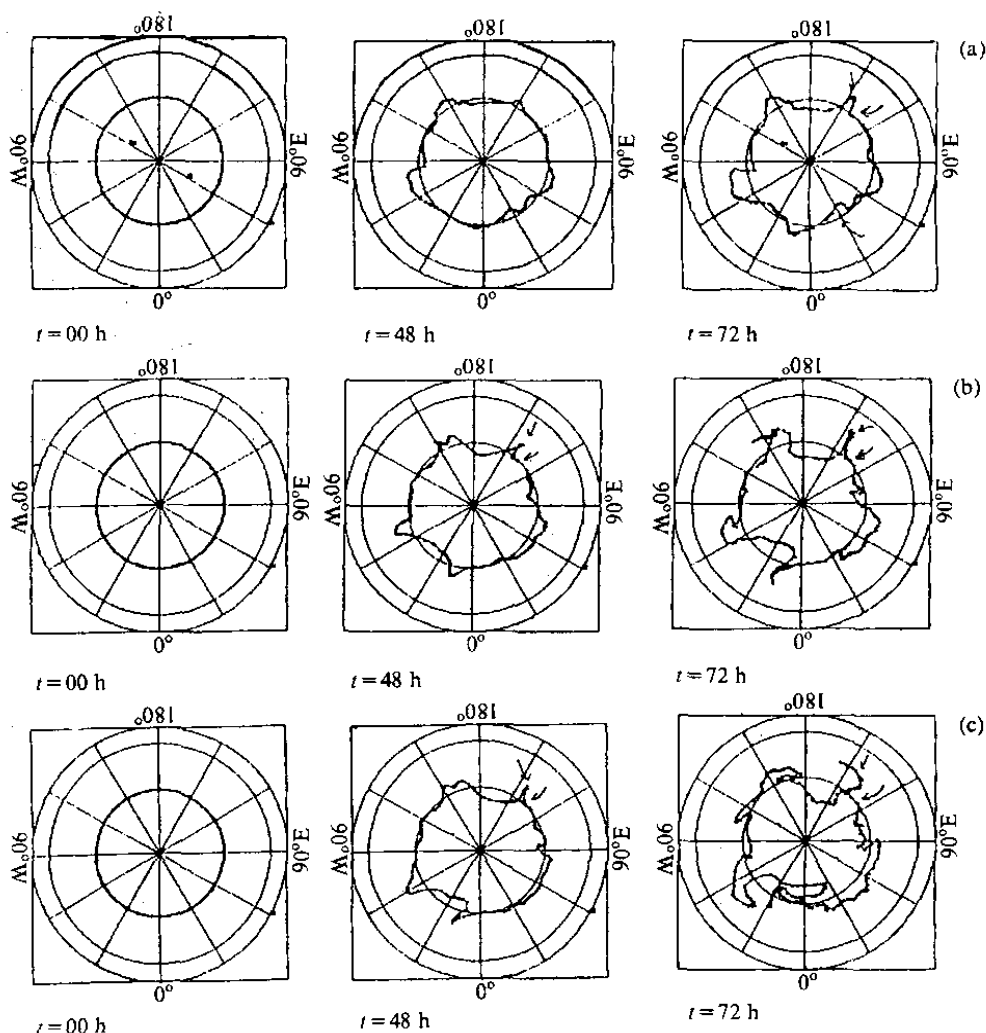


图2 320 K 等熵面纬圈的轨迹积分 (t 为积分时间)

(a) 7月1日08时~3日08时; (b) 7月3日08时~5日08时; (c) 7月5日08时~7日08时

反气旋性路径向中心扩展, 侵蚀极涡; 北方的高位涡空气沿气旋性路径向南扩展, 以补充偶极子阻塞切断低压中心正位涡度的损耗。另外, 图中东亚物质线裹卷并不位于 120°E 附近, 而是位于下游 140°E 附近, 这时纬圈并不是严格意义上的物质线, 同时, 物质线裹卷的形成要经过一定的时段, 在这期间, 物质线裹卷向下游有小的移动, 但其裹卷仍可以表示阻塞形势。

图2b是3日08时~5日08时的积分结果。由图可见, 乌拉尔山附近物质线裹卷仍较弱, 东亚地区上游仍不断有物质线扰动向下输送, 该地区的物质线裹卷仍维持较强, 但极涡的南伸已变得比较狭长。

图2c是5日08时~7日20时的积分情形。由图可见, 乌拉尔山阻高的物质线裹卷已经消失, 完全演变为物质线小扰动, 沿着物质线向下游传播, 这有利于东亚附近物质线裹卷的维持。东亚仍有较明显的物质线裹卷, 高低位涡空气的卷入也很明显, 但与前几天相比有所减弱, 极涡南伸已变得很狭窄, 因而整个东亚阻塞强度稍有减弱。

图 3a、b、c 给出了 McIntyre 等^[9]的几种物质线裹卷的理想模型。由图可见, 乌拉尔山附近的物质线裹卷与 b 模式一致, 物质线有一定反气旋性裹卷, 而东亚鄂霍次克海的偶极子型裹卷则与 c 模式相似, 物质线有反气旋性及气旋性裹卷, 分别对应于阻塞的负正位涡中心。

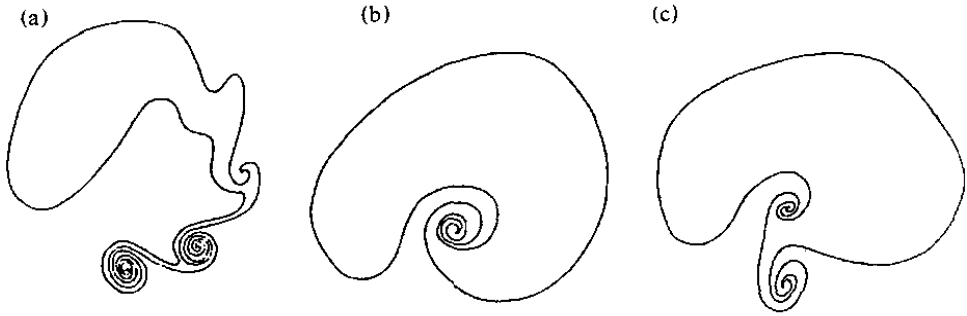


图 3 各种不同类型物质线裹卷的理想模型

(a) McIntyre 和 Palmer 提出的平流层中层主涡旋向南延伸形成低涡的物质线裹卷理想模型; (b) 形成孤立子型阻塞的物质线裹卷理想模型; (c) 形成偶极子型阻塞的物质线裹卷理想模型

再取 45°N 纬圈作为初始物质线进行轨迹积分, 其演变与 60°N 基本相似, 只是物质线的裹卷程度较弱, 说明该次阻塞位置偏北。

3.2.2 以等熵面上等位涡线为初始物质线

以上均是取标准纬圈作为初始物质线进行轨迹积分, 但等熵面上的纬圈并不是严格意义上的物质线, 同时其初始状态并不反映阻塞的形势, 其演变需一定时间才能反映阻塞形势的环流发展变化。基于以上两点, 我们直接取等熵面上的等位涡线为初始物质线进行轨迹积分, 研究其变化。等熵面上的等位涡线在保守大气 (绝热无摩) 中是严格意义上的物质线, 但考虑水汽影响的等 θ_{se} 面上的等位涡线也是近似程度较高的物质线, 在几天内是可以追寻的, 且其演变可以较好的描述大气环流的变化。据此, 我们取等熵面上的等位涡线进行轨迹积分, 研究阻塞的建立、维持和衰减的过程与机制。图 4a、b、c 分别给出了以 320 K 等 θ_{se} 面上 $PV=5$ 单位 (1 单位 $=10^{-7}\text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{s}^{-1}$, 以下同) 的等位涡线为初始物质线的积分情形。分 1 日 08 时~3 日 08 时, 3 日 08 时~5 日 08 时, 5 日 08 时~7 日 20 时 3 个时段来分析:

(1) 1 日 08 时~3 日 08 时: 首先由 1 日 08 时初始 $PV=5$ 单位等值线可以看出, 在乌拉尔山 (60°E 附近), 1 日 08 时呈明显的反气旋性裹卷, 逐渐演变为一狭长的带状区域向极地伸展。至 3 日 08 时物质线裹卷已变得很狭窄, 部分发生不可逆形变, 物质线裹卷近于消失, 沿着反气旋路径的位涡输送也相应减小。东亚 120°E 附近有高位涡向南伸及低位涡空气向北侵蚀, 即物质线的气旋性及反气旋性裹卷, 对应于东亚的偶极子阻塞形势。1 日 08 时~3 日 08 时物质线裹卷一直稳定维持, 且上游不断有涡旋卷输送过来, 增强了物质线的裹卷程度, 进而使高低位涡空气的卷入也不断加强, 东亚阻塞维持且略有加强。

(2) 3 日 08 时~5 日 08 时: 3 日 08 时乌拉尔山附近物质线裹卷已很不明显, 且移

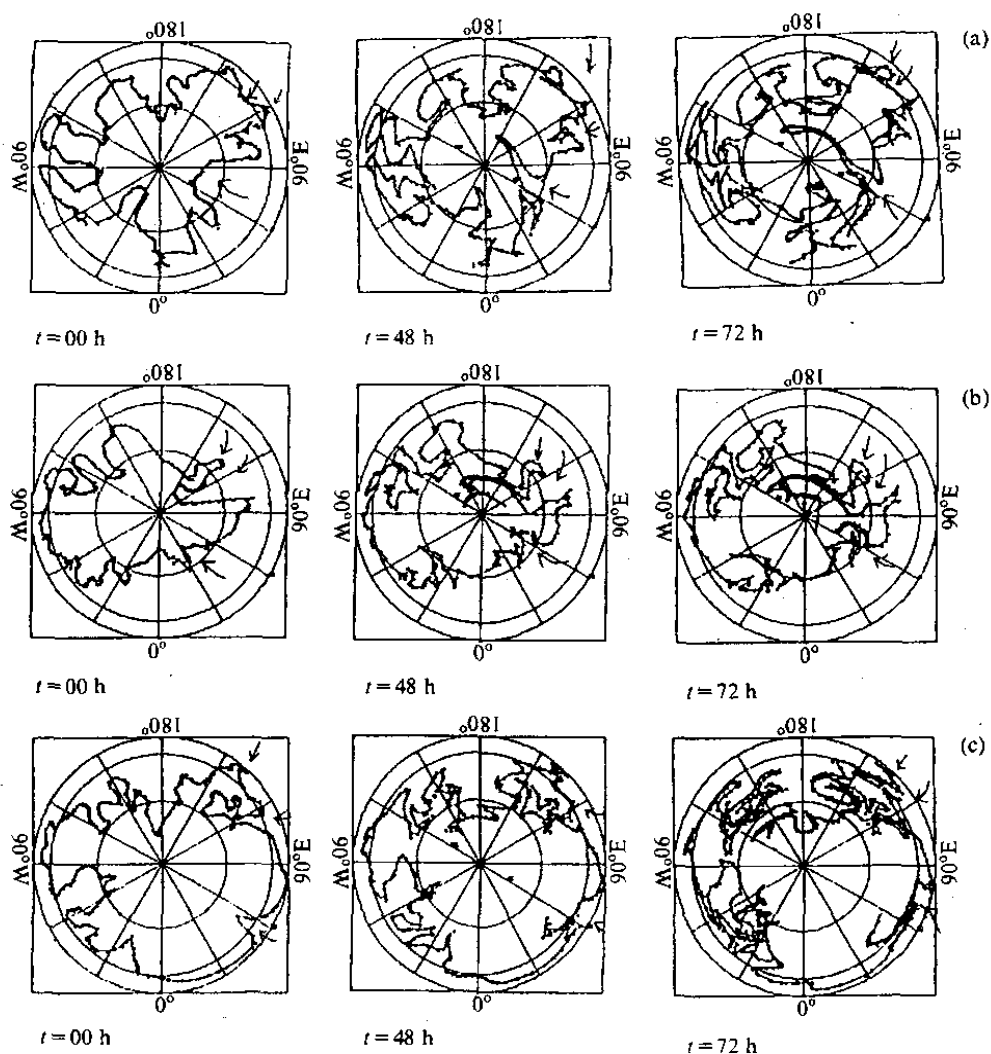


图4 320 K等熵面以PV=5单位等位涡线为初始物质线的轨迹积分(t 为积分时间)

(a) 7月1日08时~3日08时; (b) 7月3日08时~5日08时; (c) 7月5日08时~7日20时

动较快。由图可见, 3日08时~5日08时有一个涡旋卷由 30°E 附近移至 60°E 附近, 同时在移动的过程中物质线发生局部不可逆形变, 说明乌拉尔山附近物质线裹卷已演变为物质线扰动, 即涡旋卷, 沿着物质线向下游传播。东亚偶极子阻塞3日08时在 120°E 就有很明显的物质线裹卷存在, 极涡南伸, 南方高位涡空气向北侵蚀。至5日08时物质线的反气旋性裹卷有部分发生不可逆形变, 但由于上游不断有涡旋卷并入, 物质线裹卷仍在 120°E 稳定维持。

(3) 5日08时~7日20时: 乌拉尔山附近物质线裹卷已基本消失, 只是在5日08时有一个很弱的物质线扰动, 迅速减弱下传。东亚地区, 5日08时物质线裹卷仍较明显, 但强度较以前有所减弱。5日08时~7日20时物质线裹卷发生严重不可逆形变, 局部破裂, 且由于上游没有强的物质线裹卷下传, 东亚鄂霍次克海附近物质线裹卷减弱, 低位涡空气向北的侵蚀减弱, 极地高位涡空气的南伸也减弱。其减弱均表现为, 先由于物质线的不可逆形变, 出现切断的高低位涡中心, 而后逐渐减弱直至消失。相应

的东亚偶极子阻塞也开始减弱。

3.2.3 结论

由以上讨论可见: (1) 1 日 08 时~3 日 08 时乌拉尔山阻塞已经存在, 且逐渐减弱, 东亚阻塞刚建立; 3 日 08 时~5 日 08 时乌拉尔山阻塞基本消失, 东亚阻塞处于维持阶段; 5 日 08 时~7 日 20 时东亚阻塞仍继续维持, 强度减弱。(2) 阻塞的形成表现为物质线的反气旋性(孤立子型)或气旋性及反气旋性(偶极子型)裹卷的形成; 阻塞的维持表现为上游物质线扰动不断下传并入物质线裹卷中心, 高低位涡空气卷入, 以补充其中心的位涡度; 阻塞的衰减表现为物质线发生严重的扭曲变形, 以至破裂, 涡旋卷并入减少, 高低位涡空气的卷入减少, 其中心没有了位涡度的补充, 强度开始减小, 阻塞衰减以至消散。(3) 乌拉尔山阻塞的衰减有利于东亚阻塞的维持。

3.3 位涡输送 Lagrange 诊断

下面我们用 Lagrange 法通过对等熵面上位涡系统的演变及位涡的输送的分析, 研究东亚偶极子阻塞及乌拉尔山孤立子阻塞的演变。

3.3.1 瞬变涡度强迫模式

Shutts^[3]在研究阻塞过程与环流持续异常的涡度瞬变强迫模式时, 提出了一种瞬变天气尺度扰动维持阻塞的机理(图 5): 天气尺度扰动自上游进入分流区以后, 将出现南边拉长东西压缩的形变过程, 这一过程导致扰动拟能向小尺度串级增强, 并在分流区附近形成扰动拟能的汇区, 在一定条件下最终将导致有利于下游阻塞形势维持的扰动位涡输送作用的形成。这一机理可借助瞬变扰动正压涡度方程进一步说明如下。

瞬变扰动正压涡度方程可写为

$$\frac{\partial \zeta'}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla \zeta' + \mathbf{V}' \cdot \nabla (\bar{\zeta} + f) = s'$$

在时间平均流的涡度较弱, 即 $\mathbf{V}' \cdot \nabla (\bar{\zeta} + f) \approx 0$ 的情况下, 得扰动拟能方程如下:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\zeta'^2}{2} \right) + \left(\frac{\zeta'^2}{2} \right)_* \cdot \nabla (\bar{\zeta} + f) = \overline{s' \zeta'}$$

式中

$$\left(\frac{\zeta'^2}{2} \right)_* = \overline{\zeta \zeta'} - k \cdot \nabla \frac{d\psi}{d(\bar{\zeta} + f)},$$

为余差涡度通量, s' 为源汇项。在平均时间较长时,

$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\zeta'^2}{2} \right)_* \approx 0$ 。于是在分流区扰动拟能

汇区附近, 有

$$\left(\frac{\zeta'^2}{2} \right)_* \cdot \nabla (\bar{\zeta} + f) = \overline{s' \zeta'} < 0,$$

注意到

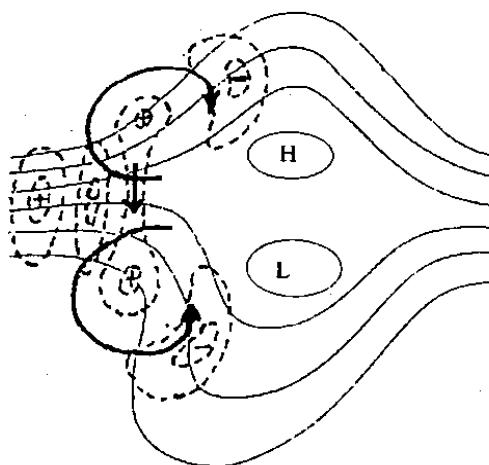


图 5 当涡旋传播到偶极子阻塞上游急流分流区时, 涡旋经向拉长变形示意图 (黑箭头表示时间平均的涡旋涡度作用力)

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\zeta'^2}{2} \right)_* = \left(\frac{\zeta'^2}{2} \right)_*$$

于是在西风分流区北侧将出现反气旋性强迫，当这种作用被平均流的绝对涡度平流平衡时，便可维持下游 $\pi/2$ 相位处的阻塞环流。

这方面也有其他的工作，但均是采用 Euler 观点进行的，其缺点是位涡系统与阻塞之间看不出明显的区别。在单个阻塞的生命期内，仅有两三个涡旋系统对其有贡献，把涡度定义为对时间平均值的偏差几乎是无用的。这一期间内阻塞形势的移动已破坏，而采用 Lagrange 观点则避免了阻塞-涡旋的分解。由于等熵面上位涡近似守恒，通过考察等熵面上位涡序列图即可看出，由于瞬变涡度的作用高低位涡空气注入阻塞的过程。下面就采用这一观点分别对乌拉尔山及东亚阻塞进行诊断分析。

3.3.2 乌拉尔山阻塞

(1) 阻高主体的演变

为了分析阻高主体的发展演变，取 1 日 08 时 320 K 等 θ_{se} 面上 (60°E , 60°N) 附近区域，对应于阻塞主体的 $PV=0$ 等值线所包围的负位涡系统，以该等位涡线为初始物质线进行轨迹积分至 5 日 08 时，结果见图 6。由图可见，该负位涡系统主体位置基本不动 (稍向东南移动)，但中心负位涡度向外的扩展很明显，这将引起负位涡中心位涡积累的减弱，进而引起阻塞中心的减弱；5 日 08 时 $PV=0$ 线已很不明显，阻塞中心仅表现为一位涡低值区，且 5 日 08 时~7 日 20 时没有加强，乌拉尔山阻塞近于消失。

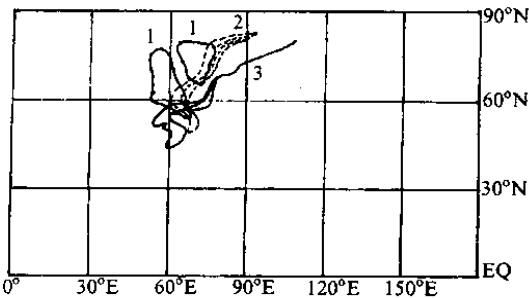


图 6 乌拉尔山阻塞主体负位涡中心积分演变
(1 日 08 时~5 日 08 时)

图中 1、2、3 分别表示 $t=00\text{ h}$, 72 h , 120 h , t 为积分时间

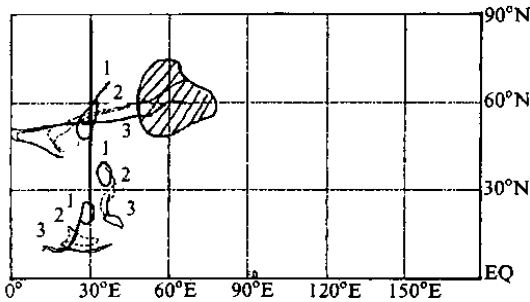


图 7 乌拉尔山阻塞附近负位涡系统积分变化
(1 日 08 时~5 日 08 时)

图中 1、2、3 分别表示 $t=00\text{ h}$, 72 h , 120 h , t 为积分时间，图中阴影部分为阻塞位涡中心平均位置

(2) 位涡系统的演变

在乌拉尔山阻塞上游 30° 范围内取几个较明显的负位涡系统，如图 7，对这些等位涡线进行轨迹积分。结果表明，1 日 08 时~5 日 08 时位于 10°N 及 30°N 附近的负位涡系统对阻塞的维持并没有多大贡献；而在 60°N 附近的负位涡系统 1 日 08 时~5 日 08 时不断向东偏北方向伸展，负位涡向阻高主体输送，小系统并入中心，即负位涡度在此积累维持阻塞的存在。但由图明显可见，其输送强度较弱，即该系统移动不多只是向东扩展，这说明乌拉尔山阻塞的负位涡补充开始减弱。5 日 08 时~7 日 20 时的积分结果

表明, 位于 30°N 以南的两个负位涡系统传向下游, 对乌拉尔山负位涡中心的补充均无明显贡献, 另一位于 60°N 的负位涡系统向阻塞中心的位涡输送也较弱, 阻塞负位涡中心已基本上没有明显的位涡输送, 中心强度迅速衰减, 阻塞近于消散。

(3) 空气质点对位涡的输送

为了更进一步说明位涡的输送, 图 8 给出了以乌拉尔山上游的点为初始点的轨迹积分结果。由图可见, 1 日 08

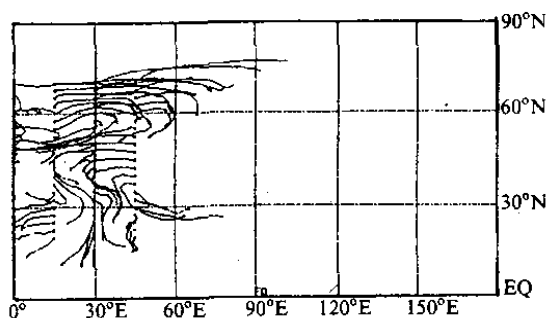


图 8 乌拉尔山阻塞附近空气质点对位涡的输送
(1 日 08 时~5 日 08 时)

时~5 日 08 时 60°N 附近 $0^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{E}$ 一致为偏西风, 在其南侧为东偏南气流, 整个形成一反气旋性环流, 负位涡系统沿着此反气旋路径移动, 并入阻塞负位涡中心, 补充其位涡度的损耗; 同时 (60°E , 60°N) 附近的反气旋环流不是很强, 且有一部分向东及东南方向移动, 这就使得位涡向阻塞中心的输送减少。5 日 08 时~7 日 20 时乌拉尔山阻塞附近反气旋环流更弱, 60°N 的西风气流增强, 其南侧的偏东气流宽度减小, 不能提供足够的涡度补给, 系统强度减弱加快。

3.3.3 东亚鄂霍次克海阻塞

(1) 阻塞主体的演变

同样对阻塞正负位涡中心进行轨迹积分 (图略), 由结果可见, 1 日 08 时~7 日 20 时阻塞的正负位涡中心位置基本上不动, 只有少部分的向外扩展, 且扩展幅度相对较小。

(2) 位涡系统的演变

1 日 08 时及 5 日 08 时, 在 320 K 等 θ_{se} 面上东亚阻塞上游附近区域取几个较明显的正负位涡系统进行轨迹积分。由积分结果可见 (图略), 上游均有较明显的正负位涡系统移入东亚阻塞正负位涡中心, 补充其中心位涡度的损耗, 5 日 08 时~7 日 20 时的输送强度有所减弱。

(3) 前面我们从正负位涡系统移动和并入阻塞的正负位涡中心的角度分析了阻塞的维持, 下面再从 Shutts 的涡度强迫理论的角度来进一步分析东亚偶极子阻塞的维持机制。图 9a、b 给出了 1 日 08 时~5 日 08 时和 5 日 08 时~7 日 20 时, 东亚偶极子阻塞上游质点的轨迹及几个主要位涡系统的移动和演变。由图 9a 可见, 气流在阻塞上游分成两支, 位涡系统在沿着气流东移时发生形变, 南北拉长东西压缩, 正负位涡中心均有此特征, 只是形变程度不同。由 Shutts 理论, 这最终导致有利于下游阻塞形势维持的扰动位涡输送作用的形成, 高低位涡不断注入阻塞正负位涡中心补充其位涡的损耗, 维持阻塞的存在。图 9b 为 5 日 08 时~7 日 20 时的演变情况, 同样在阻塞上游有气流分支, 但已不是很明显, 尤其是北支气流较弱, 南侧的位涡系统在东移过程中南北拉长东西压缩的形变仍较明显, 但北侧的位涡系统的形变已不是很明显, 即瞬变涡度强迫作用减弱, 偶极子阻塞的强度稍有减弱。

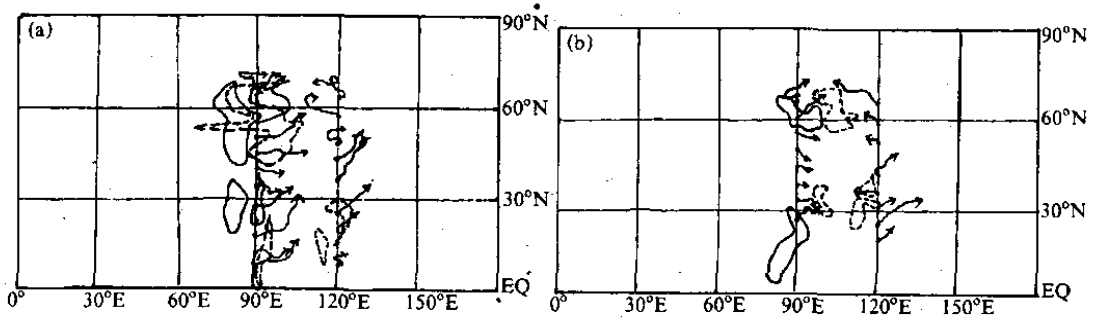


图9 东亚阻塞附近空气质点对位涡的输送及位涡系统的变形

(a) 1日08时~5日08时(图中黑箭头表示空气质点的轨迹,实线为1日08时系统初始位置,虚线为积分至5日08时系统位置);(b) 5日08时~7日20时(图中黑箭头表示空气质点的轨迹,实线为5日08时系统初始位置,虚线为积分至7日20时系统位置)

4 结论与讨论

(1) 7月1日~7日过程中,北半球亚欧地区阻塞持续异常对江淮暴雨有很重要的作用,经向环流加强了冷空气向南的输送。

(2) 阻塞的维持及演变,与等 θ_{se} 面上其高(低)压中心对应的负(正)位涡中心的变化一致。

(3) 阻塞的建立对应着物质线裹卷的形成,及上游涡旋卷的并入和高低位涡的输送与积累;其维持表现为物质线裹卷的维持(或加深),及上游物质线扰动的下传并入和正负位涡度的不断补充;其衰减对应于物质线的不可逆形变(即破碎),及涡旋卷并入的减少和位涡输送的减弱。

(4) 阻塞附近位涡系统的移动演变和阻塞上游分流区位涡系统形变,引起的瞬变涡度源的强迫对阻塞的维持也有一定的作用。

(5) 乌拉尔山阻塞的衰减对东亚阻塞的维持有一定作用。

参 考 文 献

- 1 罗德海,大气中偶极子阻塞的观测研究,大气科学,1991,15(4),52~57.
- 2 Shutts, G. J., The propagation of eddies in diffluent jetstreams: eddy vorticity forcing of "blocking" flow fields, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 1983, 109, 737~761.
- 3 Hoskins, B., Blocking theories, *J. Meteor. Soc. Japan*, 1988, 66(5), 791~795.
- 4 张绍晴等,用物质线轨迹积分方法研究阻塞,南京气象学院学报,1992,15(3),315~321.
- 5 丁一汇等,九一年江淮特大暴雨研究,北京:气象出版社,1993.
- 6 黄伟等,1991年梅雨期中冷空气活动的个例分析,大气科学,1995,19(3),375~379.
- 7 陆汉城等,保守大气运动的轨迹计算及应用,空军气象学院学报,1995,16(3),15~26.
- 8 成新喜等,对流层大气运动的Lagrange方法及应用,应用气象学报,2000,11(1),105~114.
- 9 McIntyre, M. E. and Palmer, T. N., Breaking planetary waves in the stratosphere, *Nature*, 1983, 305, 593~600.

A Lagrangian Diagnosis on a Block Case during the 1991 Meiyu Period in the Changjiang-Huaihe Region

Cheng Xinxi, Lu Hancheng, Zhou Zugang and Lin Shangjin

(Meteorological College, The People's Liberation Army University of Science and Engineering, Nanjing 211101)

Abstract A modified Lagrangian method on the iso-entropy surface to diagnose the persistency abnormality of the block case during the 1991 Meiyu period in the Changjiang-Huaihe region. The analyses of IPV (potential vorticity field on the iso-entropy surface) show that the maintenance and variation of the block are corresponding to the variation of the systems on the IPV. Through integrating the iso-PV lines (material lines) on the iso-entropy surface, it shows that the building, maintenance and the disappearing of the block are corresponding to the building, maintenance (or extending) and the irreversible variation of the rolling up of the material lines. It was also found that the moving of the PV systems near the block and the forcing effect of transient PV origin, created by the deforming of the PV systems near the diffluent region in the upstream, are favorable to the building of the block.

Key words: Meiyu period; block; material line; rolling up

《气候与环境研究》征订、征稿启事

中国科学院大气物理研究所主办的《气候与环境研究》自 1996 年创刊以来, 在主编曾庆存院士的领导下, 积极跟踪我国气候和环境领域的重大研究课题, 及时发表了一大批最新科研成果, 在广大作者和读者中建立起很好的声誉。自 1999 年起, 《气候与环境研究》被同时收录进中国科技信息研究所和中国科学院文献情报中心两家权威的情报统计机构的“中国科技期刊引文数据库”的核心期刊名单。

《气候与环境研究》一贯坚持全心全意为读者、作者服务的宗旨。我们欢迎所有从事气候和环境领域研究的专家、学者投稿, 欢迎一切对气候和环境领域的科学研究感兴趣的单位和个人订阅《气候与环境研究》。

本刊已开始 2001 年的征订工作。《气候与环境研究》为季刊, 每期定价 15 元, 全年定价 60 元。有意订阅者, 请通过邮局汇款至《气候与环境研究》编辑部, 并请务必注明“订阅 2001 年《气候与环境研究》”字样。本刊收到汇款后即寄发票。

本刊地址: 北京中国科学院大气物理研究所《气候与环境研究》编辑部

邮政编码: 100029

联系电话: (010)62050179

E-mail: daqi@public.east.cn.net