

中国东部夏季雨带类型与前期北半球 500 hPa 环流异常的关系*

陈烈庭

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

吴仁广

(美国夏威夷大学气象系, 夏威夷 96822)

摘 要 根据 1951~1986 年的资料, 在文献[1]对中国东部夏季(6~8 月)雨带分布类型的基础上, 分析了各雨型与前期北半球 500 hPa 环流异常的关系。重点研究了各雨型的长期天气过程, 发现不同雨型前期环流有不同的长期演变过程。指出中高纬和低纬环流不同季节变异及其相互作用, 可能是导致中国东部各种雨带分布类型的一个重要因素。并提出了一些预报线索, 可供夏季我国大范围旱涝趋势的长期预报参考。

关键词 夏季雨带类型 500 hPa 环流 季节变化异常

1 引言

大范围天气气候异常现象是大气环流持续性异常的反映。要掌握异常天气气候的类型及其发生的规律, 做好它们的预测, 首先应对直接控制它们的大气环流的特征和演变过程予以了解, 并进一步对造成这些异常环流的物理原因进行探讨。过去国内这方面的研究多数仅限于揭示其统计联系, 寻求各个时期所谓的预报关键区和预报指标, 对长期天气过程及诊断工作做得不多。本文拟分析中国东部夏季雨带类型与前期北半球 500 hPa 环流的关系, 特别是研究各雨型的长期天气过程。

关于中国夏季主要雨带分布类型划分的方法和结果, 在文献[1]中有详细说明。主要是根据 1951~1986 年中国东部 140 个站夏季(6~8 月)总降水量资料, 采用统计分析中相似系数的概念, 计算年与年之间降水距平百分率分布的相似系数, 按各年之间相似系数正、负值的大小, 并结合天气经验初步归纳出几个基本类型。在此基础上, 从各型选出一些典型场分别作出降水距平百分率的合成图, 作为各雨型的典型分布。然后, 再逐年计算降水距平百分率场与各型典型分布的相似系数, 比较各型相似系数的大小, 每年取最大者最后确定为该年所属雨型。且把这一相似系数的逐年变化取作雨型的时间序列, 把各型的时间序列与 140 个站降水距平百分率的相关场取作各型雨带分布的代表模型。图 1 是划定的四个主要类型的模型。实线区为正相关, 表示多雨区; 虚线区为负相关, 表示少雨区。其中单斜线区、双斜线区分别为相关系数大于 0.42、0.52, 信度达到 0.01、0.001 水平的地区。正(负)相关系数越大的地区, 出现该型时, 一般这里发生多(少)雨的可能性越大。各型的主要特征为:

1996-10-28 收到, 1997-03-25 收到修改稿

* 本研究得到中国科学院重大项目“灾害性气候的预测及其对农业年景的水资源调配的影响”的支持

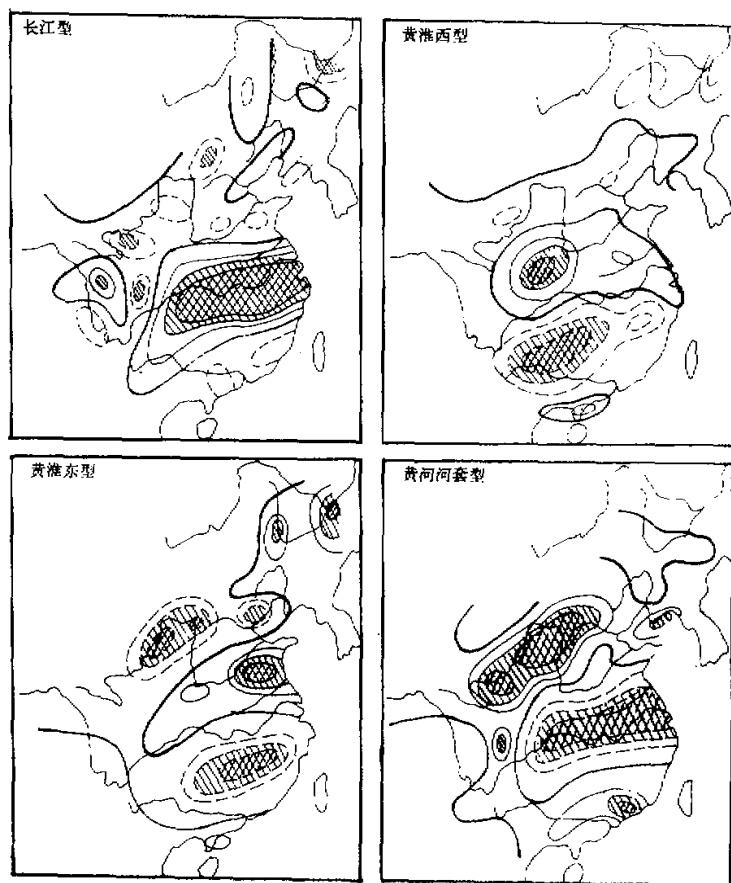


图 1 中国东部夏季各型雨带分布

长江型：主要雨带位于长江沿岸及其南侧，黄河以北和华南相对少雨；

黄淮东型：主要雨带偏向黄淮沿海，多雨区位于黄淮平原地区，江南地区和黄河河套至华北北部一带少雨；

黄淮西型：主要雨带偏向黄淮内陆，多雨区位于秦岭—大巴山到淮河流域一线，而云南、贵州、湖南到江西一线为少雨带，黄河河套至华北北部相对少雨；

黄河河套型：主要雨带位于黄河河套至华北北部和华南地区，江淮流域为少雨带。

这四个类型在 1951~1986 年期间的历史概括率为 83% 左右，即 36 个夏季中有 30 个夏季主要雨带的分布与所属类型十分一致。本文将在在此基础上，进一步分析各型雨带分布与前期北半球 500 hPa 大气环流之间的联系。试图从中找出对夏季主要雨带分布预测有帮助的规律和线索。

2 各雨型前期大气环流的特征

我们利用 1951~1986 年共 36 年北半球 500 hPa 月平均高度资料, 计算了夏季 (6~8 月) 各雨带分布类型的时间序列与其前期冬春季各月 500 hPa 高度场的相关。结果如图 2~5 所示。等值线间隔为 0.10。实线区为正相关, 中心用 H 表示; 虚线区为负相关, 中心用 L 表示。其中相关系数大于 0.32 和 0.42 的区域分别为信度达到 0.05 和 0.01 水平的地区。图中所有阴影区为信度超过 0.05 水平的地区。下面我们结合各年的 500 hPa 月平均高度及距平图等历史天气图, 将各型的相关分布及其演变过程的天气学意义分别作一简要的讨论。

2.1 长江型

12 月: 极地为正相关区, 对照各个例的 500 hPa 月平均高度图可以看出, 它反映极区为高压脊控制。极涡主要偏向北太平洋, 阿留申低压明显加深。欧亚中高纬度地区, 西欧和巴尔克什湖为负相关区, 乌拉尔山和日本海附近为正相关区。这一相关分布表明, 欧洲槽比常年明显偏西, 东亚大槽强度偏弱, 东欧到西西伯利亚地区为一宽广的长波脊, 亚洲盛行纬向环流。在低纬地区, 西亚有一显著的负相关中心, 南海附近为正相关区, 说明主要南支槽位置较常年偏西, 南海高压偏强。

1 月: 极区的正相关更为显著, 中心的信度达到 0.05 的水平, 继续为稳定的高压控制。而东欧到乌拉尔山地区转为负相关, 并与原在伊朗附近的负相关区打通, 在西亚形成一南北向显著的负相关带, 中心的信度达到 0.01 的水平。这说明本月东欧到乌拉尔山为低槽控制, 并与南支槽同位相。在此槽前亚洲是一宽广的脊区, 东亚大槽强度仍偏弱。我国冷空气活动势力不强。低纬地区, 南支槽位置仍偏西, 南海高压继续偏强。

2 月: 欧亚中高纬环流形势开始调整, 西欧阻塞高压和地中海切断低压建立, 东亚也出现北高南低的高度分布, 东亚大槽由偏弱转为偏强。欧亚地区呈二脊一槽的形势, 环流经向度增大。低纬地区, 孟加拉湾南支槽位置继续偏西, 在中南半岛、南海和菲律宾一带活动的南海高压进一步加强。

3~4 月: 随着阻塞高压在乌拉尔山地区的建立, 以及下游亚洲横槽的形成, 北支锋区明显偏南。东亚大槽在较高纬度加深, 并偏西伸向我国内陆。亚洲西风带为一支较强的平直锋区。低纬地区, 太平洋副热带高压明显发展, 并西伸与南海高压打通。西北太平洋呈南正北负的相关分布, 两个相关中心的信度都达到 0.05 的水平, 说明西太平洋 (WP) 流型明显发展。而大西洋为南负北正的相关分布, 表明反西大西洋 (WA) 流型异常发展。南支槽随着北非副热带高压的加强, 东移至印度北部地区, 槽前西南暖气流一直伸展到我国长江以南地区。4 月上述环流特征进一步发展。

5 月: 极区再度为高压脊控制, 极涡偏向亚洲。从亚洲到太平洋地区, 相关场呈明显纬向带状分布, 沿中纬为负相关带, 在高纬和低纬为正相关带, 整个东亚至太平洋地区西风环流异常加强锋区继续偏南。低纬地区, 西太平洋和北非副热带高压持续偏强, 印度北部仍维持一个稳定的南支槽。西太平洋 WP 流型和大西洋反 WA 流型更为发展。大西洋两个相关中心的信度达到 0.01 的水平。

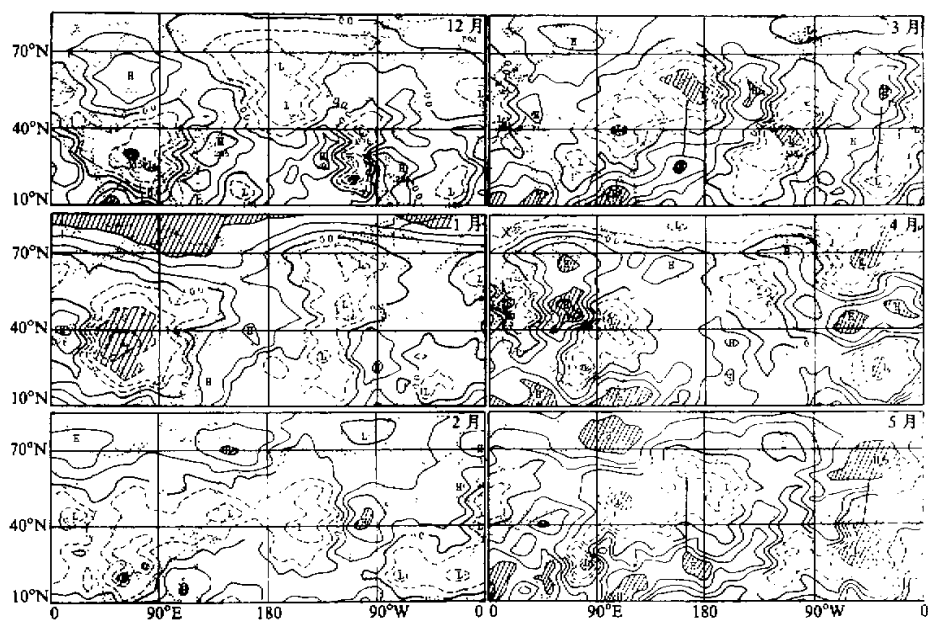


图2 夏季长江型雨带分布与前期各月 500 hPa 高度场的相关

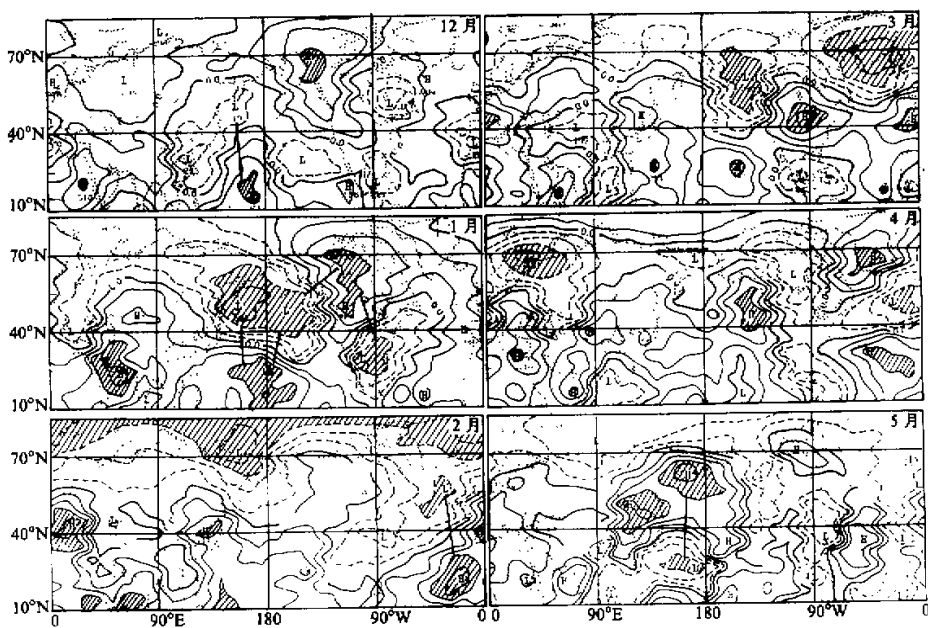


图3 夏季黄河环套型雨带分布与前期各月 500 hPa 高度场的相关

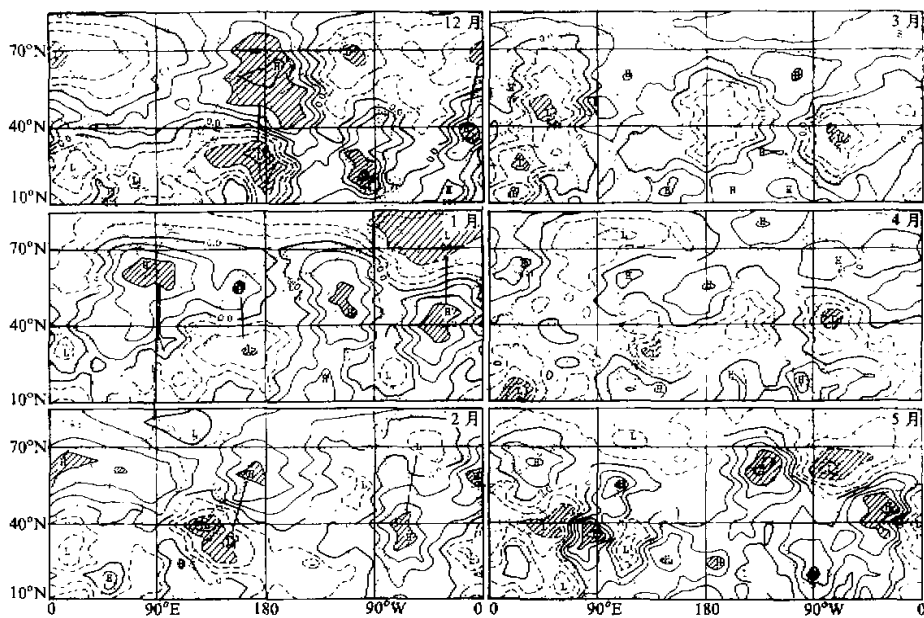


图4 夏季黄淮西型雨带分布与前期各月 500 hPa 高度场的相关

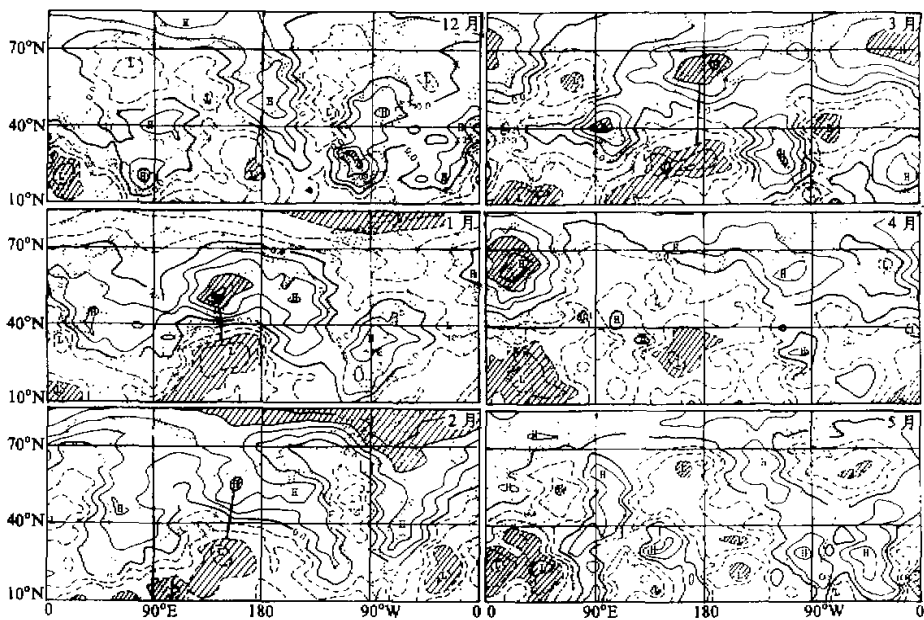


图5 夏季黄淮东型雨带分布与前期各月 500 hPa 高度场的相关

总之, 长江型前期环流的特征, 主要表现为前冬极区为高压控制, 极涡位于西半球, 欧亚中高纬度地区环流平直, 锋区偏北、偏弱, 一般冷空气活动势力不强。后冬从2月起随着乌拉尔山附近阻塞高压的建立和维持, 环流经向度增大, 锋区由偏北转为偏南, 有利于亚洲北部冷空气不断影响我国。而中低纬地区、冬季南海高压持续偏强, 孟加拉湾低槽位置一直偏西。西太平洋副热带高压到春季才开始明显发展, 并西伸与南海高压打通。孟加拉湾低槽始终在印度西部。另外, 可以看到, 当春季太平洋副热带高压和阿留申低压都偏强, 而大西洋副热带高压和冰岛低压都偏弱时, 有利于夏季长江型雨带分布的出现。

2.2 黄河河套型

12月: 极地高压不明显。中高纬地区, 亚洲沿岸有一由鄂霍茨克海向低纬西南方向倾斜的负相关区, 美洲东岸和欧洲地区也为负相关。和这三个负相关区并列的为三个正相关区, 它们分别位于阿拉斯加、欧洲沿岸和贝加尔湖附近。其中尤以阿拉斯加的正相关最为显著。这一相关分布表明, 本月长波槽脊的分布与多年平均的形势很相似, 且环流的经向度更为发展, 有利于极地冷空气向南爆发影响我国。低纬地区, 从非洲至青藏高原和太平洋地区分别为明显的正相关区, 其间我国东南沿海为负相关区。说明亚洲南支槽活动不是很活跃, 南海高压偏弱, 而太平洋副热带高压明显偏强。西北太平洋为南正北负的相关分布, WP流型明显。

1月: 中高纬度, 在阿拉斯加和大西洋东部为正相关区, 西欧、亚洲沿岸和北美东南部为负相关区。这一相关分布表明, 西半球的长波槽脊比上月大大加强, 经向环流更为发展, 特别是太平洋和北美地区, WP流型和PNA流型异常明显, 各流型相关中心的信度均达到0.05的水平。美国东南部冷空气活动频繁。东半球的环流经向度相对弱些, 东亚大槽由于槽底为正相关, 较为平浅。但欧洲大部处于北大西洋脊前和欧洲槽后, 环流经向度仍较大。低纬地区, 西亚地区正相关更为显著, 中心的信度达到0.01的水平, 西太平洋副热带高压持续偏强。

2月: 同长江型一样, 在2月相关场形势发生了一次比较明显的变化。整个高纬为非常显著的负相关, 主要中心位于东西伯利亚海和格陵兰东侧, 相关中心的信度达到0.01的水平。而中低纬度基本上为正相关, 最强中心在地中海, 日本海和大西洋的加那利群岛附近。这一相关分布表明, 多年平均图上在欧洲和东亚向低纬西南方向倾斜的低槽向北退缩, 强度明显偏弱。大西洋上东大西洋(EA)流型异常发展。西风加强。因此, 整个北半球中高纬度纬向环流发展。

3月: 地中海和日本海仍为正相关, 其间在巴尔喀什湖附近为负相关, 说明欧亚地区西风带纬向环流仍维持。而西半球, 阿拉斯加转为明显负相关, 北美东部转为显著正相关, 纬向环流更为发展。低纬孟加拉湾南支槽位置略偏东。

4月: 大西洋中部阻塞高压异常发展。欧洲东部到乌拉尔山地区为较深的低槽, 槽前亚洲是一宽广的脊区, 东亚大槽显著偏弱。亚洲中纬环流平直, 锋区偏北。低纬孟加拉湾低槽仍略偏东。

5月: 在我国东北地区有一显著的正相关区, 这里高压脊活动频繁。西北太平洋为显著的南负北正的相关分布, 两个相关中心的信度均超过0.05的水平, 反WP流型异常发展。

因此, 黄河河套型前期环流的长期演变过程基本上与长江型相反, 冬季中高纬度三个准静止的长波异常发展, 环流经向度明显, 冷空气活动势力较强, 春季盛行纬向环流。低纬地区, 孟加拉湾低槽位置始终略偏东。冬季西太平洋副热带高压明显偏强, 春季强度减弱。另外, 一个明显的特点是, 冬季尤其是 1 月太平洋至北美地区 WP 流型和 PNA 流型非常发展, 到春季尤其是 5 月西太平洋逐渐变成反 WP 流型盛行。

2.3 黄淮西型

12 月: 北太平洋北部地区高压脊异常加强, 并向极区伸展。极涡明显分为两个中心, 一个位于美洲北部, 另一个在西欧北部。这一分布使中高纬度三个长波的位相较多年平均明显偏西。欧亚范围为稳定的两槽一脊的形势, 两槽分别位于西欧和东亚, 西欧槽较强, 东亚槽较弱。一脊在 90°E 附近。欧亚地区锋区位置偏北, 我国冷空气活动势力偏东。另外, 太平洋反 WP 流型异常发展。两个相关中心的信度都达到 0.01 的水平。在低纬地区南支槽活动比较活跃。

1 月: 美洲冷涡明显加强, 且向大西洋北部扩展。它与大西洋中部显著的正相关区北南叠置, 使从美洲东岸到欧洲西岸的锋区异常加强, WA 流型非常明显。太平洋上反 WP 流型仍维持。各流型相关中心的信度仍达到 0.05 的水平。欧亚地区, 乌拉尔山为一稳定而强大的阻塞高压。东亚大槽切断, 低中心位置偏南。阻塞高压前出现明显的锋区分支现象, 北支是西北-东南向的锋区, 中纬锋区为平直西风气流。低纬地区, 南支槽活动异常活跃。中, 高纬锋区不断输送小股冷空气与南支槽前的暖湿气流在我国长江以南地区汇合, 使江南频繁出现连阴雨天气。

2 月: 欧亚地区, 东欧到乌拉尔山地区仍是稳定而强大的阻塞高压, 东亚大槽继续切断。高、中、低纬三支锋区继续维持, 江南连续低温阴雨。另外, 太平洋的反 WP 流型和大西洋的 WA 流型还维持。

3~4 月: 随着西欧长波脊的发展和西亚长波槽的加深, 使西伯利亚东部高压脊开始建立和维持。欧亚范围高纬度转成两脊一槽的形势。东亚盛行纬向环流, 影响我国的冷空气较弱, 路径偏东。低纬地区, 西太平洋副热带高压明显偏南, 偏弱, 但南海高压略有增强。

5 月: 欧亚范围中高纬度两脊一槽形势维持。

因此, 黄淮西型前期环流长期演变的过程, 既不同于长江型也不同于黄河河套型。1~2 月欧亚地区乌拉尔山存在一个稳定而持久的阻塞高压, 东亚大槽切断, 亚洲明显存在三支锋区, 且在日本南部附近汇合, 有利于我国江南出现连续低温阴雨的天气。在太平洋上, 12~2 月反 WP 流型异常发展。3 月起乌拉尔山阻塞高压西退至西欧, 西亚长波槽发展, 贝加尔湖高压脊加强, 欧亚形成两脊一槽的形势。

2.4 黄淮东型

12 月: 白令海地区阻塞高压异常发展, 太平洋副热带高压明显偏弱, 反 WP 流型明显。1 月: 极区为明显负相关区, 极涡分别位于美洲和太梅尔半岛附近。东欧到乌拉尔山地区为高压脊控制。东亚地区, 上月在白令海的阻塞高压西进至鄂霍茨克海北部, 东亚大槽切断, 低中心和锋区位置偏南, 冷空气活动势力较强。太平洋地区, 副热带高压继续偏弱, 反 WP 流型更加明显, 两个相关中心的信度达到 0.01 的水平。

2 月: 最大的特点是北大西洋阻塞高压的建立和维持, 欧洲低槽异常加深。东亚到太

平洋的相关分布与上月基本相似。西太平洋副热带高压一直偏弱,反 WP 流型继续。

3 月:阻塞高压在格陵兰东部到西欧明显发展,同时乌拉尔山附近低槽加深,贝加尔湖高压脊发展,东亚大槽切断。欧亚范围经向环流仍较强。太平洋地区反 WP 流型再度发展,两个相关中心的信度均超过 0.01 的水平。

4~5 月:西欧阻高和贝加尔湖高压脊持续。但整个亚洲北部由正相关转为负相关,日本附近由负相关转为正相关。说明东亚大槽切断现象消失,亚洲环流较平直,冷空气活动势力较弱。

总的来看,黄淮东型前期环流的长期演变过程与黄淮西型有很大的相似性,尤其是东亚大槽切断和太平洋出现反 WP 流型的现象。但也有一些差异,例如黄淮西型东亚大槽切断似乎整个冬春季都持续,而黄淮东型从 4 月起即已消失。另外,黄淮西型 12~2 月反 WP 流型非常明显,而黄淮东型在 1~3 月异常发展。

3 小结

本文分析表明,我国夏季各类雨带分布的出现与前期大气环流季节变化的特征和异常情况有密切联系。其前期征兆是明显的。而且不同雨型有其不同的长期天气变化过程,无论是北半球大气环流或是我国天气状况都表现出明显的差异(见表 1)。这些观测研究结果与国内有关的一些研究有共同之处^[2~4],为进一步研究和预报我国夏季大范围旱涝的分布提供了一定的线索和依据。

研究还表明,各雨型前期亚洲上空环流的季节变化有明显的阶段性,即存在渐变和跃变的过程。转折期一般发生在晚冬或初春。长江型的特点是,2 月以前中高纬地区环

表 1 中国东部夏季各雨型前期(12~5 月)长期天气过程演变的特征

雨带类型		长江型	黄河河套型	黄淮西型	黄淮东型
前阶段	大气环流	北半球中高纬冬季平均的三个长波偏弱,欧亚盛行纬向环流;南支槽位置偏西、南海高压持续偏强。	北半球中高纬冬季平均的三个长波发展,环流经向度明显;南支槽位置偏东,西太平洋副高偏强。	欧亚乌拉尔山阻高稳定,亚洲明显存在三支锋区在日本南部附近汇合;南支槽活动非常活跃。	鄂霍茨克海-白令海阻高盛行,东亚大槽切断,低中心和锋区偏南;西太平洋副高偏弱。
	天气	东亚冷空气活动势力偏弱	东亚冷空气活动势较强	我国江南多连阴雨天气。	我国冷空气活动势力较强
后阶段	大气环流	乌拉尔山阻高建立和维持,欧亚经向环流发展;西太平洋副高偏强	东亚盛行纬向环流,西太平洋副高偏弱	西欧高压脊发展,贝加尔湖浅脊偏强,东亚环流比较平直;西太平洋副高偏弱。	西欧阻高活动频繁,贝加尔湖浅脊偏强;东亚环流比较平直;西太平洋副高偏弱。
	天气	不断有较强冷空气影响我国	我国冷空气活动势力较弱	影响我国冷空气势力较弱,路径偏东	我国冷空气活动势力较弱。
转折期		2月	2月	3月	4月
其他重要特点		1月极区高度偏高,西亚高度偏低;3月和5月太平洋WP流型和大西洋反WA流型发展。	12~1月太平洋WP流型明显;1月西亚高度偏高,2月极区高度偏低;5月太平洋反WP流型发展。	12~2月太平洋反WP流型和大西洋WA流型发展。	12~3月太平洋反WP流型明显。

流平直, 锋区偏北, 2 月开始经向环流发展, 锋区由偏北转向偏南。中纬度的东亚大槽和低纬南支西风槽的活动始终比较活跃。这种现象一直持续到 5 月。因此, 长江型亚洲地区南、北两支西风带强度和位置的季节变化有季节推迟的趋势。黄河河套型的情况相反, 有季节提早的趋势, 这同河北平原夏季旱涝与大气环流季节变化的关系一致^[5]。黄淮西型和东型, 环流调整发生在 3 月和 4 月。3 月以前东亚大槽切断, 锋区偏南, 南支槽活跃, 亚洲明显存在三支锋区, 在日本南部汇合。3 月后东亚大槽强度减弱, 位置东移, 这一过程与多年平均比较接近。但一直到 5 月贝加尔湖地区的反气旋性环流仍较强。叶笃正和朱抱真^[6]指出, 这个地区是从冬季环流过渡到春季环流整个北半球变化最大的地方, 说明黄淮西型和东型季节变化稍有推迟。

总之, 通过本文的分析初步认为, 各个纬度带大气环流季节变异的差异性及其相互作用, 可能是导致中国东部各种雨带分布类型的一个重要因素。另外, 由于我们对这方面的研究经验不足, 文中所揭示的一些事实只是初步的, 有待用更多资料和实践来检验。

参 考 文 献

- 1 吴仁广、陈烈庭, 1995, 中国东部夏季雨带分布类型及其与大气环流异常的关系, KY85-10 第二课题论文集, 北京: 气象出版社, 14~22.
- 2 刘为纯、姚隼荣、林正炎、陆传荣, 1979, 长江中下游汛期旱涝的欧亚 500 毫巴环流特征分析及预报, 中长期水文气象预报文集, 第一集, 北京: 水利电力出版社, 98~109.
- 3 徐群, 1990, 近 20 年长江中下游汛期旱涝趋势季度预报的检验及分析, 大气科学, 14(1), 93~101.
- 4 廖圣荪、赵振国, 1992, 我国东部夏季降水分布的季度预报方法, 应用气象学报, 3, 1~9.
- 5 陈烈庭、张耀, 1979, 河北平原夏季旱涝与大气环流季节变化的关系, 大气科学, 3(4), 352~361.
- 6 叶笃正、朱抱真, 1955, 从大气环流变化论东亚过渡季节的来临, 气象学报, 26(1,2), 71~87.

Relationship between Summer Rainbelt Patterns in the Eastern China and 500 hPa Circulation Anomalies over the Northern Hemisphere

Chen Lieting

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Wu Renguang

(Department of Meteorology, University of Hawaii, Hawaii 96822, USA)

Abstract In this paper, on the basis of the classification of summer rainbelt distribution in the eastern China [1], we using 1951-1986 monthly 500 hPa height data over the Northern Hemisphere analyze the relationship of summer rainbelt patterns with 500 hPa circulation anomalies of the previous stage. Here we put more attention to their long-range weather processes, especially to the seasonal variation anomalies of atmospheric circulation. The summer rainbelt patterns are found to have quite different characteristics in the persistent anomalies and their evolution of 500 hPa circulation during the previous stage. It is pointed out that the anomalies of seasonal variations in atmospheric circulation over extratropical and tropical latitudes and their interaction may be the important factors resulting in various summer rainbelt patterns in the eastern China. These results may provide some useful indexes for the prediction of summer main rainbelt distributions in the eastern China.

Key words summer rainbelt patterns 500 hPa circulation seasonal variation anomalies