

热带环流异常与我国夏季降水分布的关系*

何 敏 李小泉

(国家气象中心)

提 要

本文利用经验正交函数(EOF)分解方法,给出我国夏季雨带分型的定量指标,它们分别代表三种典型雨型。文章分析了夏季不同雨型年的热带环流特征,讨论了热带风场与前三个特征向量所对应的时间系数之间的相关场分布。结果表明:夏季南方类雨型与赤道中、东太平洋地区850hPa(200hPa)纬向风成正(负)相关;北方类雨型与澳大利亚附近高低空纬向风密切相关;中间类雨型则对印度洋地区的环流异常响应最为敏感。

一、引 言

我国是世界著名的季风区,热带天气系统及其对我国天气的影响早就引起我国气象工作者的重视,并取得了许多科研成果^[1,2,3]。这些研究大多是对热带的天气气候特征、热带环流的演变规律及形成机制进行热力学和动力学方面的讨论。本文的目的在于立足较大的时空尺度,利用定量的雨型指标,探讨热带环流系统异常与我国夏季雨型的关系,为在长期预报业务中考虑热带环流因子提供依据。

我们综合运用中央气象台的业务分型和经验正交函数(EOF)分解方法,讨论对应于不同雨型年份的热带平均风场、距平风场和矢量风距平场的特点,通过分析热带风场与定量雨型指标的关系,了解各类雨型与热带环流相关场的时空分布特征,从而为利用热带风场资料预报夏季雨型提供依据。本文所用资料为1980—1989年。月平均热带风场资料取自欧洲中心,用200hPa、850hPa的 $10^{\circ} \times 5^{\circ}$ 经纬度格点上的 u 、 v 分量分别代表对流层上部和下部的纬向风和经向风。降水资料选用我国东部地区有代表性的40个台站的夏季(6—8月)降水量,取自中央气象台长期科。

二、我国东部夏季雨带的分型

廖荃荪等^[4]根据主要雨带位置把我国东部地区夏季降水分布概括为南方类、中间类

本文1990年10月13日收到,12月12日收到修改稿。

* 本课题得到热带气象基金的资助。

和北方类三种雨型。八十年代三类雨型年份的平均降水分布见图 1(a,b,c)。魏凤英等^[5]、邓爱军等^[6]用 EOF 方法对我国夏季雨带进行了分型,提出了雨带分型的定量指标。为了便于分析夏季不同雨型与热带环流的关系,我们利用与风场资料相同时期的我国东部 40 个站 6—8 月降水量距平百分率资料进行经验正交函数分解,得到前三个特征向量的解释方差分别为 0.306、0.198、0.147,累计已占总方差的 65%。因此这三个特征向量基本上代表了八十年代我国夏季雨带的分布。

图 1(d,e,f)分别是前三个特征向量的分布形式。图 1(d)为第一特征向量,表明雨带为东西向分布,主要多雨区在江淮流域,中心在长江中游。图 1(e)是第二特征向量,也为东西向分布,主要多雨区在黄淮流域,中心分别在汉渭流域及黄淮西部。图 1(f)是第三特征向量,雨带为东北—西南走向,主要多雨区在华北、河套至四川北部,中心分别在黄河中游和陕南、川北地区。对照图 1(a,b,c)可见,第一、二、三特征向量分别代表了前述的南方类、中间类、北方类三种雨型。这种分布特征也与章基嘉等人^[7]指出的八十年代我国夏季降水的气候趋势相一致。

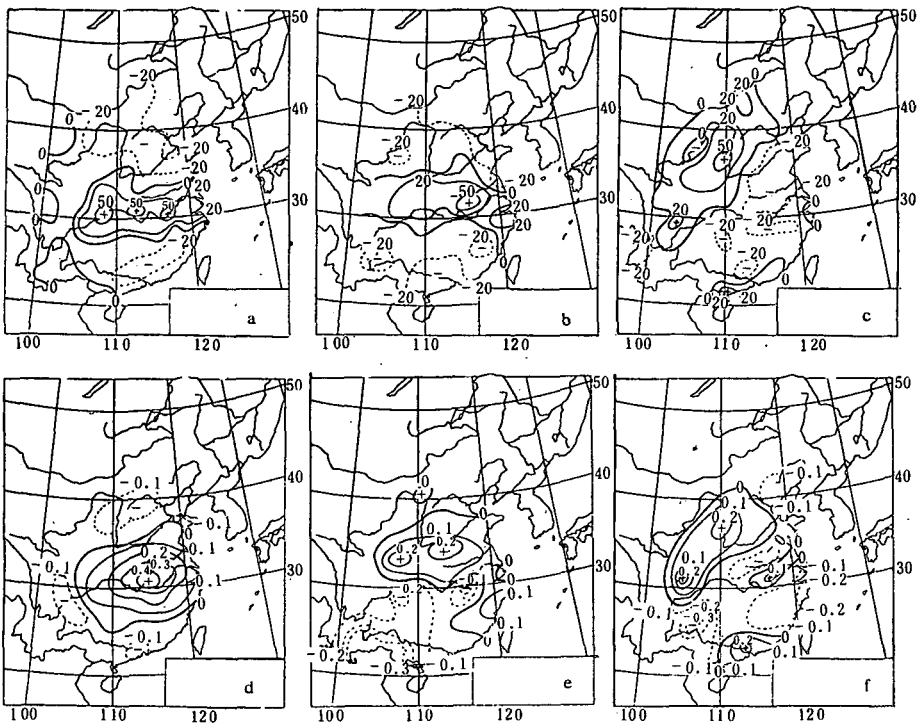


图 1 夏季降水距平百分率前三个特征向量分布形式

- | | |
|------------------------------|-----------|
| (a)南方类(1980,1983,1986,1987年) | (d)第一特征向量 |
| (b)中间类(1982,1984,1989年) | (e)第二特征向量 |
| (c)北方类(1981,1985,1988年) | (f)第三特征向量 |

三、夏季不同雨型年份的热带风场分布特征

图 2(a)(b) 分别是沿 120°E 200hPa 和 850hPa 夏季平均纬向风随纬度变化曲线。

1. 200hPa 东风急流

在各类雨型的夏季平均纬向风合成图上,不论是在东风急流中心,还是在东风急流入口区,三类雨型相应的东风急流轴的位置和强度都有所差别。由图 2(a)可见,在东风急流入口区,北方类雨型最大风速出现在 5°N,平均风速为 18m/s;而南方类雨型最大风速出现在 0°,风速只有 14m/s;对于中间类雨型,急流的位置和强度介于南、北类雨型之间。上述分析表明夏季高空东风急流入口区急流轴位置偏北,东风强度偏强时,雨带也相应偏北。

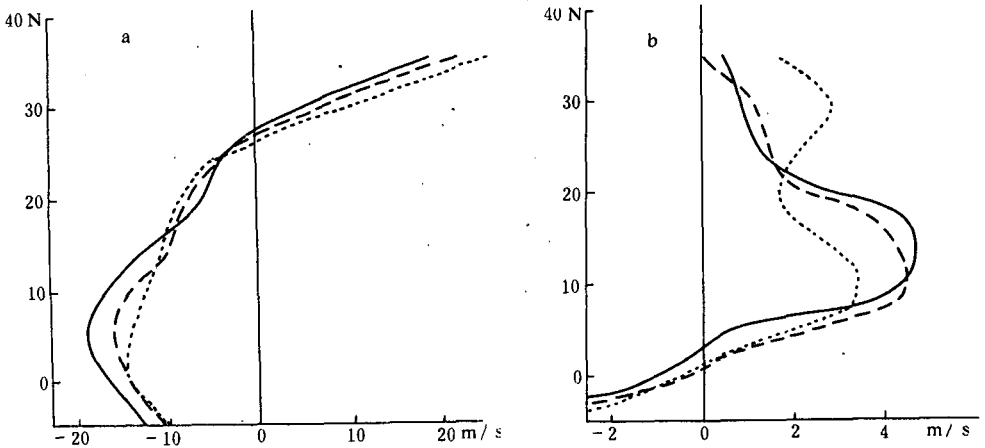


图 2 沿 120°E 夏季平均纬向风随纬度变化曲线(a)200hPa (b)850hPa
(实线为北方类,点线为南方类,虚线为中间类)

2. 850hPa 近赤道西风

在各类雨型的 850hPa 夏季平均纬向风合成图上,赤道西风最大风速中心位置差别不大,但北方类雨型的风速偏强。与 200hPa 东风急流相对应,在 110°—130°E 处,三类雨型的西风轴线位置和强度有明显差异。由图 2(b)可见,北方类雨型时,最大风速出现在 15°N,比南方类雨型偏北 5 个纬度,平均风速偏强 1.2m/s。

3. 南北半球副热带西风

由图 2(a)(b)还可看出,在北半球西太平洋副热带地区,南方类雨型高低空副热带西风均比北方类偏强,表示了中纬度锋区位置偏南,有利于雨带偏南。而在南半球副热带地区(30°—35°S),北方类雨型的高低空西风均比南方类偏强(图略),表明此时南半球绕极环流向低纬伸展,冷空气较强,这在南半球冬季 500hPa 图上也有所反映。

4. 南北半球越赤道气流

热带地区的三类雨型经向风距平分布各不相同,尤其在越赤道气流通道处,南方类、北方类雨型距平风向几乎全年相反。图 3(a)表明在 200hPa 印度洋 60°—70°E 通道处,北

方类雨型全年为北风距平,南方类雨型除冬季外均为南风距平。图 3(b)表明在 850hPa 40°—50°E 通道处,北方类雨型全年为南风距平,南方类雨型则相反,也就是说印度洋地区南北半球越赤道气流的强度加强(减弱)有利于雨带偏北(南)。

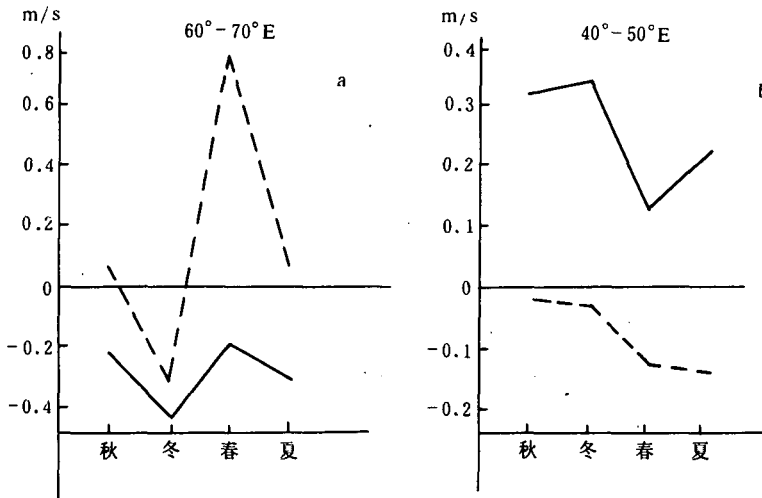


图 3 越赤道气流通道处平均经向风距平(5°S—5°N)季节变化曲线
(a)200hPa (b)850hPa
(实线为北方类,虚线为南方类)

四、夏季不同雨型年份的热带流场特征

图 4(a,b,c,d)依次为北方类雨型 200hPa、850hPa,南方类雨型 200hPa、850hPa 夏季平均矢量风距平合成图。通过分析发现,夏季不同雨型时,热带环流系统的主要区别有以下几个方面:

1. 中、东太平洋赤道地区盛行气流强度不同

在中、东太平洋赤道地区(160°E—120°W),北方类雨型 200hPa 上为一致的西风距平,850hPa 上为东风距平;南方类雨型 200hPa 上为一致的东风距平,850hPa 上为西风距平(见图 4)。也就是说,中、东太平洋近赤道地区 850hPa 上的东风信风,在北方类雨型所在年比常年偏强,而南方类雨型时偏弱。

2. 西太平洋对流层下部 ITCZ 位置不同

在北方类雨型的 850hPa 矢量风距平合成图上(图 4(b)),从我国华南、台湾向东到 180°、27°N 有一条明显的距平风气旋性切变带,这表明西太平洋 ITCZ 位置较常年偏北。副热带距平风反气旋环流被北抬到 30°N 以北。从中南半岛南部、菲律宾南部向东到 180°、15°N 是一个距平风的反气旋切变带即赤道反气旋带。南方类雨型(图 4(d))的矢量风距平场分布与北方类相反。从我国海南岛、巴士海峡向东到 180°、28°N 一线为明显的副热带距平风反气旋环流。中南半岛南部、菲律宾南部至 140°E、8°N 一线为气旋性距平风,表明南方类雨型时 ITCZ 位置偏南。研究表明,ITCZ 的位置偏北将有利于热量和水汽向北输送到

较北纬度,有利于雨带偏北,反之亦然。

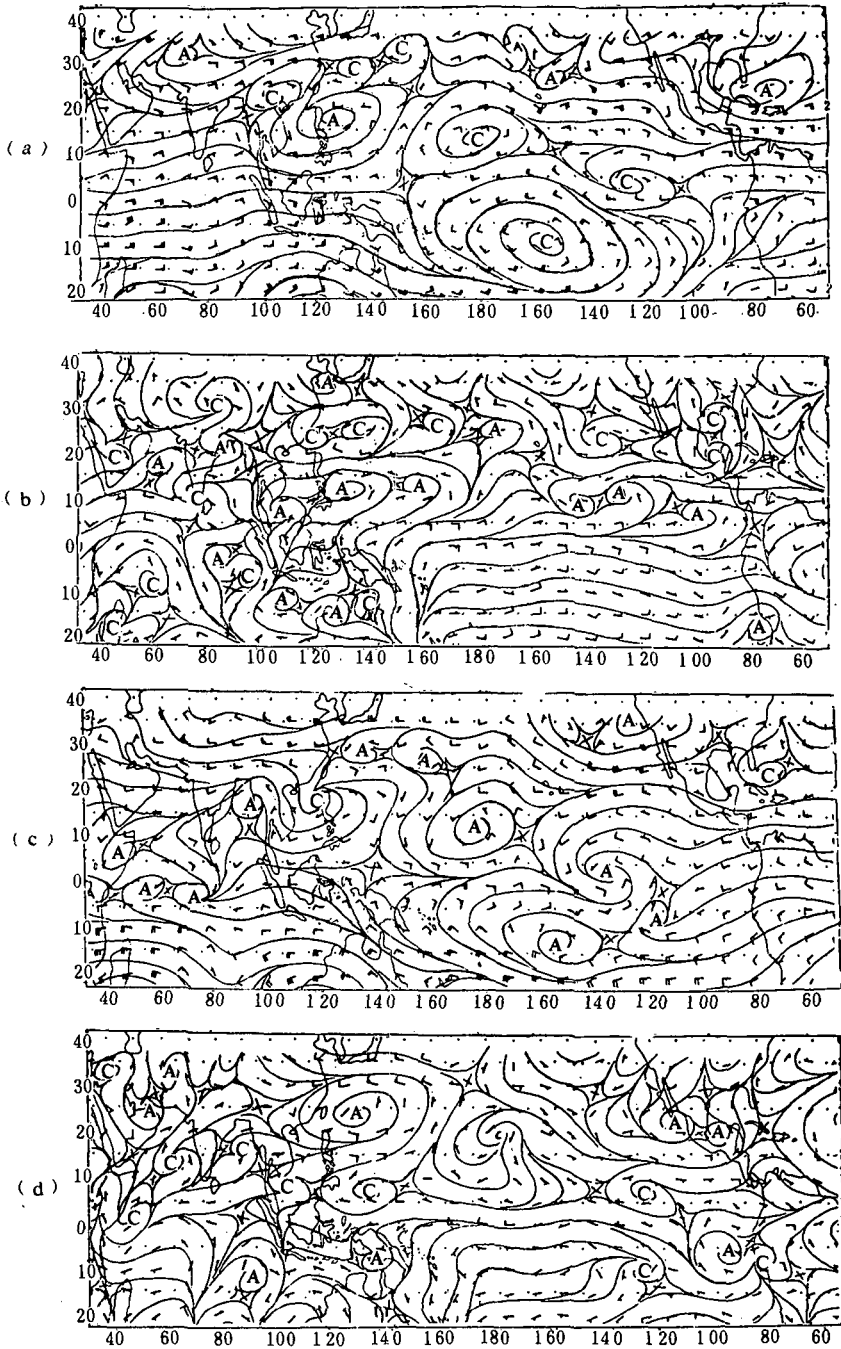


图 4 夏季平均矢量风距平合成图

(a)北方类雨型 200hPa (c)南方类雨型 200hPa

(b)北方类雨型 850hPa (d)南方类雨型 850hPa

3. 西太平洋对流层上部 TUTT 与副高脊、副赤道脊位置不同

在北方类雨型年份 200hPa 矢量风距平合成图上(图 4(a)),我国华北—西藏高原—

巴基斯坦一线为距平风反气旋环流,从 160°E 、 32°N 至东海到我国云南一线为气旋性环流,菲律宾以东为明显的距平风反气旋性环流。这时我国东部—西太平洋地区副高脊、TUTT以及副赤道脊都较常年偏北、偏西。在南方类雨型中(图4(c)),与副高相应的距平风反气旋环流向东且向南移到我国华南—东海(140°E 、 28°N)一线,与TUTT相对应的距平风气旋性切变位于南海北部至 160°E 、 22°N 一线,而与赤道反气旋相对应的距平风反气旋环流东退到 180° 、 12°N —东太平洋赤道附近,表明副高脊、TUTT以及副赤道脊较常年偏南、偏东。一般来说,200hPa的脊对应上升运动区,TUTT则对应下沉运动区^[8]。上述南、北方雨型槽脊位置的差异表明,北方类雨型在200hPa上副高脊所对应的上升运动距平区位置偏北,而南方类雨型时相应的上升运动区位置偏南。

4. 对流层下部影响各类雨型的气流不同

在850hPa,北方类雨型(图4(b))在 25°N 以北有明显的东风距平直伸至华北西部地区,在500hPa距平图上,我国东部地区槽前脊后的距平零线偏北、偏西,与850hPa上东风距平所达位置相配合,也正是北方类雨型多雨轴线的位置。南方类雨型(图4(d)), 25°N 以北为西风距平,从阿拉伯海至孟加拉湾有明显的距平风气旋性切变,长江流域正处于东海距平风反气旋性环流北界,表明来自孟加拉湾和南海较强的偏南气流与北方冷空气交汇有利于形成南方类雨型。

五、我国夏季雨型与热带风场的相关分析

1. 南方类雨型

第一特征向量所对应的时间系数与850hPa纬向风的相关场(图5(a)中粗线)表明: 150°E 以西的热带地区为负相关,信度超过0.01的高相关中心分别位于印度洋中部及菲律宾地区;副热带地区为正相关,相关中心位于我国东南沿海和南印度洋; 150°E 以东的广大地区以正相关为主,高相关区在赤道东太平洋。200hPa(图5(a)中细线)的相关场分布与低层大体相反, 150°E 以西的热带地区以正相关为主,高相关中心位于印度洋中部、 150°E 以东的热带地区以负相关为主,高相关中心分别位于中、东赤道太平洋地区和我国南海。以上相关分布再次说明赤道中、东太平洋低层出现西风距平、高层出现东风距平时,即该地区低层东风偏弱时,我国易出现南方类雨型。

第一特征向量所对应的时间系数与经向风的相关分布在850hPa(图5(b)中粗线)的热带地区以负相关为主,中心分布位于印尼、赤道东太平洋及澳大利亚,上述地区的南风减弱,夏季雨带偏南。在200hPa(图5(b)中细线)的热带地区以正相关为主,中心分别位于阿拉伯海、孟加拉湾、菲律宾至印尼地区及赤道东太平洋中部,上述地区的北风减弱,夏季雨带偏南。这就说明在 40° — 140°E 的热带地区200hPa存在南风距平,850hPa存在北风距平时,高低空越赤道气流较常年偏弱,不利于雨带偏北^[9]。

2. 北方类雨型

第三特征向量所对应的时间系数与纬向风的相关比较经向风显著。在850hPa的整个热带、副热带地区以正相关为主,高相关区分别位于太平洋中部及澳大利亚,尤以澳大利亚附近出现的正相关显著,也就是该地区的西风距平有利于我国夏季雨带偏北。这与前述的

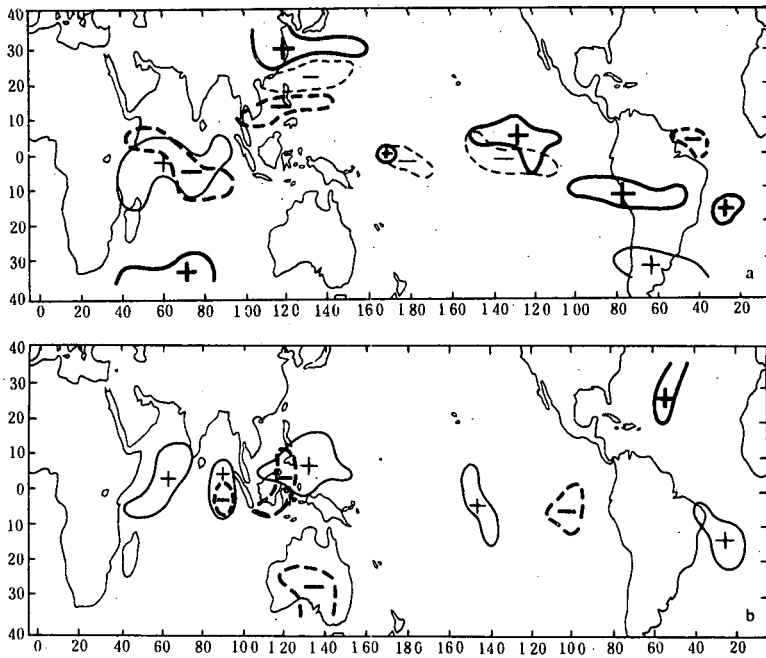


图 5 第一特征向量与夏季风的相关分布(信度 >0.05)
 (a)纬向风 (b)经向风
 (粗线为 850hPa, 细线为 200hPa, 实线为正相关, 虚线为负相关)

北方类雨型在南半球 120°E、30°—35°N 附近西风偏强是一致的。在 200hPa, 100°E 以东、15°S 以北地区以负相关为主, 尤其是在我国 25°N 以北的东部地区为负的高相关区, 当该地区出现东风距平时, 相应西太平洋副高偏北, 有利于我国雨带偏北。

3. 中间类雨型

与上述两个特征向量不同, 第二特征向量所对应的时间系数与风场相关显著的地区在南印度洋, 其次为南太平洋。在 850hPa, 印度洋上的负相关区范围大而显著, 高相关中心位于印尼至澳大利亚的西部地区。在 200hPa, 东南太平洋、南印度洋分别有两个中心信度超过 0.001 的负高相关区。表明上述地区高低空东风加强, 我国夏季易出现中间类雨型。

六、我国夏季雨型与前期热带风场的遥相关特征

如前所述, 我国夏季雨带分布与热带环流异常有密切的关系, 这种关系在前期的环流场上也有明显反映。

1. 南方类雨型

统计表明, 第一特征向量对应的时间系数与冬春季风场的相关场具有较好的持续性。与纬向风的高相关区主要集中在中、东太平洋赤道地区, 这也是高低空纬向风年际变率最大的地区, 其次是赤道大西洋地区。由图 6(a)可见, 在中、东太平洋赤道及其北侧热带地

区,第一特征向量与冬春季 850hPa 纬向风均呈正相关,与 200hPa 呈反相关。即冬春季该地区低(高)空持续出现西(东)风距平有利于夏季雨带偏南。与图 5(a)比较,中、东太平洋赤道地区相关场的分布大体相近,说明这种在上年冬季即有反映的遥相关,一直持续到夏季。

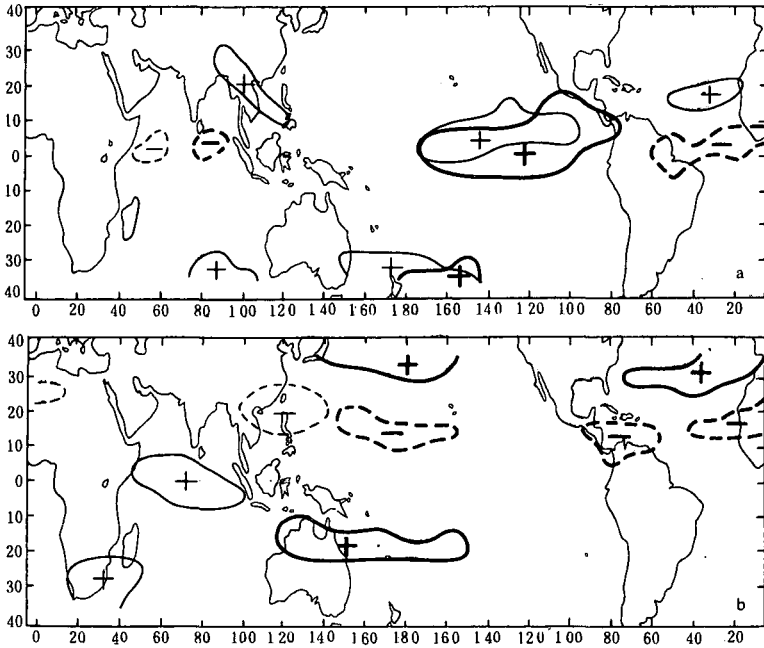


图 6 (a)第一特征向量与 850hPa 纬向风的相关分布(粗线为上年冬季,细线为春季)
(b)第二、三特征向量与 200hPa 纬向风的相关分布(粗线为春季,细线为秋季)

2. 北方类雨型

代表北方类雨型的第三特征向量所对应的时间系数与春季的风场相关最为明显,其次是冬季。高相关区主要集中在太平洋及澳大利亚地区(见图 6(b)中粗线)。在中西太平洋、与北半球副热带地区及南半球澳大利亚地区的春季高低空纬向风呈正相关,与赤道中太平洋北侧地区的春季高空纬向风呈负相关。澳大利亚地区的正相关不仅相关显著,并且一直持续到夏季,说明该地区春夏持续出现西风距平对北方类雨型有利。

3. 中间类雨型

第二特征向量所对应的时间系数与前期风场的高相关地区在印度洋、其次是西北太平洋,并与上年秋季的 200hPa 风场相关显著(见图 6(b)中细线)。表明上年秋季印度洋中部、非洲南部高空出现西风距平,我国南海地区出现东风距平,夏季易出现中间类雨型。

七、结 论

1. 我国夏季雨带位置与 110°—113°E 经度上的 200hPa 东风急流、850hPa 近赤道西

风、南北半球副热带西风、印度洋和西太平洋南北半球越赤道气流的强度和位置有密切的关系。

2. 北(南)方类雨型时, 850hPa 中、东太平洋赤道地区东风偏强(弱); 西太平洋对流层下部的 ITCZ、对流层上部的 TUTT、副高脊、副赤道脊的位置均较常年偏北(南); 对流层下部来自黄海的偏东气流有利于夏季雨带偏北, 而孟加拉湾和南海的偏南气流则对形成南方类雨型有利。

3. 对我国夏季降水进行 EOF 展开, 前三个特征向量代表了三种典型的雨型分布, 此三个特征向量对应的时间系数与热带风场有明显的相关。

致谢: 董守玉、林育成同志提供了部分计算程序, 特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 曾昭美等, 亚洲季风区夏季降水与热带东风急流的关系, 大气科学, 6, 284—291, 1982。
- [2] 陈隆勋, 东亚季风环流系统的结构及其中期变动, 海洋学报, 6, 6, 1984。
- [3] 丁一汇等, 5—10月全球热带和副热带 200hPa 多年平均环流的研究(一)(二), 大气科学, 12, 175—181, 242—249, 1988。
- [4] 廖荃荪等, 北半球西风带环流和我国夏季降水, 长期天气预报文集, 103—114, 气象出版社, 1981年。
- [5] 魏风英等, 我国东部夏季雨带类型的划分及预报, 气象, 14, 8, 1988。
- [6] 邓爱军等, 我国汛期降水的 EOF 分析, 大气科学, 13, 3, 1989。
- [7] 章基嘉等, 1986—1989年我国气候异常的回顾, WMO 月季大气变异诊断和预报研讨会文集, 中国, 南京, 1990年。
- [8] 许健民, 西北太平洋热带夏季对流层上部冷涡的分析, 气象学报, 37, 3, 1979。
- [9] James Lighthill, R. P. Pearce, 季风动力学, 第二章, 陈威吉等译, 气象出版社, 1986年。

THE RELATIONSHIPS BETWEEN SUMMER RAINFALL IN CHINA AND TROPICAL CIRCULATION ANOMALY

He Min Li Xiaoquan

(National Meteorological Center, SMA)

Abstract

Total rainfall percentage anomaly of summer in China has been estimated by using EOF method. The first three characteristic vectors of EOF represent three typical rainfall distribution patterns, respectively. In this paper, the features of tropical circulation of three rainfall distribution patterns are analysed, and correlation analyses of the time coefficients corresponding to the three characteristic vectors are discussed. The results show that there exists positive (negative) correlation between southern rainfall pattern and 850hPa (200hPa) equatorial zonal wind in the middle and eastern Pacific. Northern rainfall pattern is closely associated with 850hPa and 200hPa zonal wind in the vicinity of Australia. Middle rainfall pattern is related to the circulation anomalies in Indian ocean.