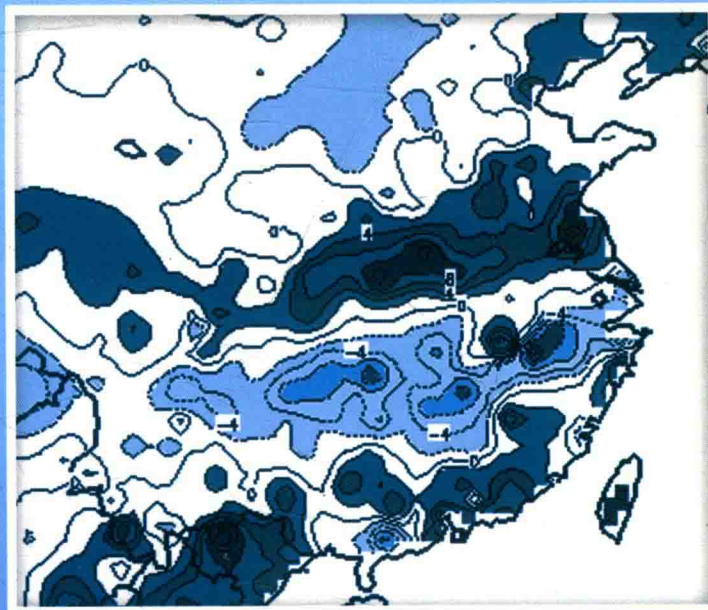


(2000-2009年)

中国夏季降水异常 及成因研究

ZHONGGUO XIAJI JIANGSHUI YICHANG JI CHENGYIN YANJIU

柳艳香 孙林海 李 想
赵振国 陈兴芳 郭裕福◎编著



中国夏季降水异常及成因研究

(2000—2009 年)

柳艳香 孙林海 李 想 编著
赵振国 陈兴芳 郭裕福

内容简介

本书重点分析了 2000—2009 年中国夏季降水异常的主要特点、环流成因和海洋背景。共有 11 章,第 1、2 章主要对中国夏季降水的分布类型、环流成因和极端旱涝事件进行了全面的综合和分析;第 3 章着重于 2000—2009 年中国夏季降水异常和年代际振荡的分析;第 4 章至第 7 章分别从北半球 500 hPa 平均环流场、东亚阻塞高压、西太平洋副热带高压和亚洲季风场,以及太平洋和印度洋海温等方面,研究这些因子与中国夏季降水气候异常的可能联系,进而讨论 2000—2009 年中国夏季降水年代际变化的可能成因;第 8 章至第 11 章则考虑了人类活动的强迫作用对中国气候变化的影响,以及对短期气候预测的影响,并预估了未来 30 年中国不同区域的气候变化趋势。

本书可供气象、水文等部门的业务、科研人员及有关院校师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

中国夏季降水异常及成因研究:2000—2009 年/柳艳香等编著. --
北京:气象出版社,2017.1

ISBN 978-7-5029-6517-4

I. ①中… II. ①柳… III. ①夏季-降水-研究-中国-2000—2009
IV. ①P426.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 325200 号

中国夏季降水异常及成因研究(2000—2009 年)

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081

电 话:010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网 址:<http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑:李太宇

终 审:邵俊年

责任校对:王丽梅

责任技编:赵相宁

封面设计:博雅思企划

印 刷:中国电影出版社印刷厂

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:11.25

字 数:290 千字

彩 插:4

版 次:2017 年 1 月第 1 版

印 次:2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价:50.00 元

前言

2000—2009 年中国夏季降水出现了一个显著的特点,那就是中国东部季风雨带经常徘徊于长江以北和黄淮以南地区,淮河流域处于少见的丰水期,洪涝灾害严重。与此同时,华南和江南南部地区降水也较多;相反,长江流域和华北地区同步进入少雨期。就气候平均而言,20 世纪 50 年代到 21 世纪最初 10 年,中国东部季风区夏季降水经历了三种主要分布形态:20 世纪 50—70 年代表现为第一类降水分布型,以北方多雨为主,主要雨带位于黄河流域和华北一带,华南地区有一个次要雨带,长江流域少雨;20 世纪 80—90 年代表现为第二类降水分布型,南方多雨占优势,主要雨带位于长江流域及其以南地区,黄河流域和华北地区少雨;2000—2009 年中国东部季风区夏季降水的分布与以往有显著的不同,出现了两个多雨带和两个少雨区:主多雨带频繁出现在黄河与长江之间地区,华南和江南一带为一个次多雨带,黄河流域和华北地区与长江流域同时处于少雨干旱位相。这可能是中国东部季风区夏季降水的另一类降水模态,即第三类降水分布型。显然,对于 2000—2009 年中国夏季降水发生的异常和气候转折,以及随之导致洪涝和干旱已引起众多的关注,因此分析和研究这种夏季降水的异常气候变化,对于提高气候异常变化的认识,增强短期气候监测和预测能力,做好抗灾、防灾的气象保障工作具有重要意义。为此,我们从夏季降水型、大气环流、亚洲季风和海温场等方面进行了具体的研究和探讨,并进行了数值模式的敏感性试验。本书内容就是这些分析研究取得的一些成果。这些成果虽然已在汛期旱涝预测业务工作中进行了应用试验,但我们还要在今后的实践中做进一步的验证和提高。

本书共有 11 章,第 1、2 章主要对中国夏季降水的分布类型、环流成因和极端旱涝事件进行了全面的综合和分析;第 3 章着重于 2000—2009 年中国夏季降水异常和年代际振荡的分析;第 4 章至第 7 章分别从北半球 500 hPa 平均环流场、东亚阻塞高压、西太平洋副热带高压和亚洲季风场,以及太平洋和印度洋海温等方面,研究这些因子与中国夏季降水气候异常的可能联系,进而讨论 2000—2009 年

中国夏季降水年代际变化的可能成因;第8—11章是模拟研究了人类活动的强迫作用对气候变化的影响以及对中国不同区域的短期气候预测的影响,并预估了未来30年中国及其不同区域的气候变化趋势。

本书所用资料的气候值采用1971—2000年的30年平均。因资料等原因,书中的年代是指“……十”到“……九”的10年。

本研究工作由柳艳香主持和组织实施,并负责全书的审定;赵振国、陈兴芳协助初审。编写工作的具体分工是:孙林海、赵振国负责第1、2章,赵振国、孙林海、李想负责第3、7章,李想、陈兴芳负责第4、5、6章,柳艳香负责第8、9、10、11章。

由于研究工作比较粗浅,存在不足和欠妥之处,敬请读者指正。

作 者

2016年10月10日

目 录

前言

第 1 章 中国夏季雨型	(1)
1.1 中国夏季雨型概述	(1)
1.2 中国夏季降水分型改进的思路和方法	(2)
1.3 东部季风区夏季四类雨型	(4)
1.4 西部区夏季二类雨型	(15)
1.5 东北区夏季二类雨型	(17)
1.6 东部季风区 6 月二类雨型	(19)
1.7 东部季风区 7 月四类雨型	(21)
1.8 东部季风区 8 月三类雨型	(26)
第 2 章 夏季中国极端旱涝气候事件	(29)
2.1 夏季中国极端旱涝气候事件的划分标准及方法	(29)
2.2 夏季中国极端洪涝事件的时空分布特征	(30)
2.3 夏季中国极端干旱事件时空分布特征	(35)
2.4 夏季中国极端洪涝和极端干旱事件的气候变率及其比较	(41)
第 3 章 2000—2009 年中国夏季降水异常	(43)
3.1 2000—2009 年中国夏季降水异常的主要特点	(43)
3.2 中国夏季降水的年代际振荡	(48)
3.3 中国夏季降水分布形态的年代际转折	(52)
第 4 章 夏季 500 hPa 环流场的气候变化与中国降水	(54)
4.1 近 60 年夏季 500 hPa 平均高度场的气候变化	(54)
4.2 东亚遥相关关系的气候分析	(57)
4.3 亚洲阻塞高压的气候特征	(61)
4.4 亚洲大陆高压的气候分析	(65)
4.5 近百年夏季大气环流变异及其对中国旱涝的可能影响	(66)
第 5 章 夏季西太平洋副热带高压的变化特征与中国降水	(70)
5.1 盛夏西太平洋副热带高压的变化趋势	(70)
5.2 盛夏西太平洋副热带高压位置的变化特征	(72)
5.3 夏季西太平洋副热带高压与中国降水的关系	(73)
第 6 章 亚洲夏季风的气候振荡与中国降水	(78)
6.1 对流层风场的短期气候变化	(78)
6.2 东亚夏季风的年代特征和变化趋势	(81)
6.3 东亚夏季风的年际和年代际变化	(95)

6.4	东亚夏季风气候变化与中国旱涝的相关分析	(98)
第 7 章	太平洋和印度洋海温异常与中国夏季降水	(104)
7.1	ENSO 事件概况	(104)
7.2	西太平洋副热带高压对海洋异常的滞后响应	(106)
7.3	中国夏季降水与太平洋海温异常的关系	(110)
7.4	中国夏季降水与印度洋海温异常的关系	(123)
第 8 章	人类活动对气候变化的影响	(128)
8.1	温室气体的辐射强迫效应对气候变化的影响	(129)
8.2	气溶胶辐射强迫对气候变化的影响作用	(130)
8.3	太阳活动对气候变化的影响	(131)
8.4	人类活动对北半球大气环流特征变化的影响	(133)
第 9 章	人类活动对中国区域气候变化影响模拟	(139)
9.1	人类活动对中国区域气候变化的影响	(141)
9.2	东北地区	(142)
9.3	北方地区	(144)
9.4	南方地区	(146)
9.5	西部地区	(148)
9.6	青藏高原	(149)
第 10 章	全球变暖对短期气候变化的影响	(151)
10.1	海-气耦合模式的海洋初始场	(151)
10.2	人类活动对短期气候变化的强迫作用	(152)
10.3	短期气候模拟预测应用(2004—2007 年)	(156)
第 11 章	中国区域未来 30 年气候变化趋势预估	(160)
11.1	中国区域	(160)
11.2	华北地区	(162)
11.3	西北地区	(164)
11.4	成因探析	(164)
参考文献		(168)

第1章 中国夏季雨型

1.1 中国夏季雨型概述

为了作好中国夏季旱涝趋势预测,自20世纪70年代以来,不少专家、学者就中国夏季降水分型方面做了大量有益的分析研究工作,归纳起来主要有以下几种分型:

(1)二类雨型 国家气候中心曾将中国东部地区8月降水分为两类:第1类为南北多中间少的降水分布型,第2类为南北少中间多的降水分布型。

(2)三类雨型 20世纪70年代,当时的中央气象台长期预报科廖荃荪等首次提出了中国东部季风区夏季三类雨型的概念,根据1951年以来中国夏季(6—8月)降水距平百分率分布,着眼于 105°E 以东的东部地区,把多雨区内降水距平百分率最大的区域作为主要雨带,划分出历年的主要雨型:1类雨型,夏季主要雨带在黄河流域及其以北地区;2类雨型,夏季主要雨带在黄河与长江之间,中心位于淮河流域;3类雨型,夏季主要雨带在长江流域及其以南地区。这个分型基本上属于主观的经验分型法,后来中国气象科学研究院张先恭等、南京气象学院施能、北京气象学院史久恩和国家气候中心赵振国、陈兴芳、许力等先后采用本分型的思路 and 标准,用一些客观的统计方法进行了夏季三类雨型的划分,其结果基本一致。陈兴芳、施恩等还利用长序列降水资料延长了中国夏季三类雨型序列。

(3)六类雨型 北京大学王绍武等提出的全国夏季六类雨型是:1类为全国多雨型,2类为长江流域多雨型,3类为南多北少型,4类为长江流域少雨型,5类为北多南少型,6类为全国少雨型。

(4)八类雨型 国家气候中心杨义文把中国东部地区夏季降水分为8种类型:1类长江洪涝A型,2类长江洪涝B型,3类江南洪涝型,4类北方雨带A型,5类北方雨带B型,6类北方雨带C型,7类黄淮雨带型,8类江淮雨带型。中国气象科学研究院陈菊英划分的中国东部地区夏季8类雨型是:1类长江类雨带,2类淮河类雨带,3类南方类雨带,4类两支A类雨带,5类两支B类雨带,6类两支C类雨带,7类北方类雨带,8类东北类雨带。

上述各种分型为预测中国夏季降水开阔了思路和方法,特别是三类雨型提出后一直在全国广泛应用已有30多年的历史,成为每年全国汛期预报会商会讨论的重点。表1.1列出了中国东部季风区1901—2009年夏季三类雨型,其中,1951—2009年是廖荃荪等采用经验方法确定的,1901—1950年是陈兴芳等用客观方法划分的。

表 1.1 中国东部季风区 1901—2009 年逐年夏季三类雨型

年份	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910
雨型	2	1	1	2	1	3	1	3	1	2
年份	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920
雨型	2	2	3	1	2	1	1	3	1	1
年份	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930
雨型	1	1	2	3	1	1	1	3	1	1
年份	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940
雨型	2	1	2	1	3	1	2	1	1	2
年份	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950
雨型	2	1	1	1	1	3	1	1	1	2
年份	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
雨型	3	3	1	3	3	2	2	1	1	1
年份	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
雨型	1	2	2	1	2	1	1	3	3	3
年份	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
雨型	2	2	1	3	2	1	1	1	2	3
年份	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
雨型	1	2	3	2	1	3	3	1	2	2
年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
雨型	2	1	3	1	1	3	3	3	3	2
年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
雨型	3	3	2	1	2	3	2	2	2	

1.2 中国夏季降水分型改进的思路和方法

上述分型归纳起来基本上是两大类：一种分型比较粗，把中国东部地区夏季降水划分为二类或三类雨型；另一种分型比较细，分为六类或八类雨型。不同分型各有其优缺点，二类或三类雨型基本概括了夏季降水的主要气候特点，环流成因也比较清楚，更重要的是有利于分析预报因子，从预报角度讲比较适用，其中三类雨型作为中国夏季降水预测的主要对象之一得到了广泛的应用。但也有不足之处，首先，从分型角度来讲，粗略了一些；其次，在实际应用中，也发现一些不符合实际的情况，例如：2 类偏南型和 3 类偏北型有时非常接近，难以区分，划分结果往往有争议；个别年份华南—江南南部多雨，与长江多雨成因差异较大，也划分为长江类（3 类），不大合理。而六类或八类雨型从分型角度来讲，分型比较细，增加了全国多雨型和全国少雨型，相对来说比较全面。但从预报角度来讲，如此多的雨型并不是非常适合，因为有些雨型成因类似或接近，即为同一环流背景下的产物，寻找预报因子困难很大。另外，过去的分型多集中在东部季风区，对中国西部等地区关注不够。赵振国等吸收前人划分夏季雨型的有益经

验,针对存在的主要问题,遵循下列基本思路,对中国夏季雨型的划分进行了一些改进和扩展,力求分型更为合理、全面一些。第一,分型一定要符合短期气候预测业务的特点和要求;第二,主要雨型必须反映降水的主要气候特征和规律;第三,不同雨型之间的环流成因差异应该比较显著;第四,尽可能利用已有的资料,延长雨型资料序列;第五,要考虑不同地区的气候特点和服务需求,除了东部季风区外,也要探讨广大西部等地区的降水分型;第六,要进一步分析夏季各月降水的时空差异,除了夏季之外,也要研究夏季各月雨型的特点。以此为出发点,采用下列一些步骤和基本方法:

1.2.1 基本资料

夏季降水分型所采用的基本资料包括:

(1)国家气候中心 1951 年以来的中国 160 个站月降水量资料、北半球 500 hPa 月平均高度资料。

(2)王绍武、赵振国等整编的 1880 年以来中国东部地区 71 个站 6—8 月降水资料。

(3)龚道溢和王绍武等重建的 1873 年以来的北半球 500 hPa 高度场资料。

(4)国家气候中心利用 $5^{\circ} \times 10^{\circ}$ 菱形网格 500 hPa 平均环流图计算的 1951 年以来的西太平洋副热带高压面积指数、脊线位置、北界位置和西伸脊点资料。

面积指数: 10°N 以北, 110°E — 180° 范围内 ≥ 588 dagpm 网格点数称西太平洋副热带高压面积指数。

脊线指数:取 110° — 150°E 范围内副高体脊线与每隔 5 度 9 条经线交点的平均纬度值定义为西太平洋副热带高压脊线指数。

北界指数:用副高北侧 588 dagpm 等值线(东西两个脊点之间)与每隔 5 度 9 条经线交点的纬度平均值定义为西太平洋副热带高压北界指数。

西伸脊点指数:取 90°E — 180° 范围内 588 dagpm 等值线最西位置所在的经度定义为西太平洋副热带高压西伸脊点指数。

(5)利用国家气候中心 1951 年以来和龚道溢、王绍武等重建的 1873 年以来的北半球 500 hPa 高度场资料,根据赵振国定义计算的东亚遥相关指数和乌拉尔山、贝加尔湖、鄂次克海阻塞高压指数及亚洲大陆高压指数。

东亚遥相关指数:选取 H_1 (50° — 60°N , 120° — 150°E)、 H_2 (30° — 40°N , 110° — 140°E)、 H_3 (15° — 25°N , 105° — 135°E) 三个关键区,首先计算各区历年的 500 hPa 高度距平标准化值,然后将 H_1 区减 H_2 区加 H_3 区的标准化值作为东亚遥相关指数 I_{ea} , 即: $I_{ea} = H_1 - H_2 + H_3$ 。

东亚阻塞高压指数:选取 (40° — 50°N , 40° — 70°E) 区域代表乌拉尔山阻塞高压区, (50° — 60°N , 80° — 110°E) 区域代表贝加尔湖阻塞高压区, (50° — 60°N , 120° — 150°E) 区域代表鄂次克海阻塞高压区,分别计算各个区历年 500 hPa 高度距平的标准值,作为各个区的阻高指数。

亚洲大陆高压型指数:选取 H_4 (40° — 55°N , 100° — 120°E)、 H_5 (20° — 35°N , 105° — 125°E) 二个关键区,首先计算各区历年的 500 hPa 高度距平标准化值,然后将 H_4 区减 H_5 区的标准化值作为亚洲大陆高压型指数 I_a , 即: $I_a = H_4 - H_5$ 。

亚洲大陆高压指数:选取 (40° — 55°N , 100° — 120°E) 代表亚洲大陆高压区,计算该区历年 500 hPa 高度距平的标准值,作为亚洲大陆高压指数。

1.2.2 划分基本气候区

根据夏季降水空间分布的气候特点和大气环流的成因差异,将全国划分为三大气候区:

(1)东部季风区:大体上以 105°E 为界,包括了 105°E 以东的华北至华南主要受季风系统影响的广大地区,1951 年以来为 105 站,1880—1950 年为 59 站。

(2)西部区:大体涵盖 105°E 以西的广大西北、西南地区 and 内蒙古西部地区,1961 年以来为 48 站,1951—1960 年为 36 站。

(3)东北区:包括东北三省和内蒙古东部地区,1951 年以来共 24 站。

1.2.3 分析优势气候型

以基本气候区为基础,用 EOF、PCA、SVD 等方法找出各气候区夏季降水的主要模态,分析各气候区的优势降水分布型。

(1)东部季风区夏季降水场 EOF、PCA、SVD 方法分析的第一模态均为南北同位相与中间反位相的分布,方差比分别占 18%、11%、35%,表明东部季风区夏季降水的主要分布形态为南北多(少)中间少(多)。另外东部季风区夏季降水场 EOF、PCA、SVD 方法分析的次要模态多为南北反位相的分布型,表明北多(少)南少(多)也是东部季风区夏季降水的另一重要分布形态。

(2)西部区夏季降水场 EOF、SVD 方法分析的第一模态和 PCA 方法分析的第二模态皆为中西部同位相与东部局地反位相的分布,方差比分别占 30%、12%、38%,表明中西部多(少)东部局地少(多)以多(少)占优势的分布型为西部地区夏季降水的主要分布形态。

(3)东北区夏季降水场 EOF、PCA、SVD 方法分析的第一模态均为同位相分布,方差比分别占 33%、25%、34%,表明大部分地区多(少)雨代表了东北地区夏季降水的主要分布形态。

1.2.4 客观方法分型

在确定各气候区夏季降水优势分布型的基础上,用模糊聚类方法进行逐年的雨型划分。

1.2.5 经验判断订正

在客观分型的基础上,对分型结果与实际情况差异较大的少数年份,根据经验进行人为订正。订正年份所占的比例分别是:东部季风区 21%,西部区 10%,东北区 6%。由此不难看出,绝大多数年份客观分型结果与实际情况是比较吻合的。

1.3 东部季风区夏季四类雨型

1.3.1 一般气候特征

东部季风区夏季降水的主要模态为南北同位相与中间反位相的分布,据此首先将中国东部季风区夏季降水划分为二类雨型,图 1.1 是中国东部季风区夏季 1、2 类雨型年中国降水距平百分率的分布,表 1.2 是东部季风区 1880—2009 年逐年夏季雨型,由图 1.1、表 1.2 可以由

看出:1 类为南北多中间少的分布形态,即主要多雨区位于黄河流域、华北一带和华南、江南地区,1880—2009 年 130 a 中共出现 73 a(56%),1880—1950 年 71 a 中共出现 43 a(61%),1951—2009 年 59 a 中共出现 30 a(51%);2 类南北少中间多的分布形态,即主要多雨区位于黄河以南至长江流域地区,1880—2009 年 130 a 共出现 57 a(44%),1880—1950 年 71 a 中共出现 28 a(39%),1951—2009 年 59 a 间共出现 29 a(49%)。

上述情况表明,1951—2009 年,1、2 类雨型出现概率近乎相等,而 1880—1950 年 1 类雨型出现概率比 2 类高出 22%。说明在 1880—1950 年,黄河流域、华北一带和华南、江南地区多雨洪涝占优势,而黄淮、江淮地区则是少雨干旱占优势。

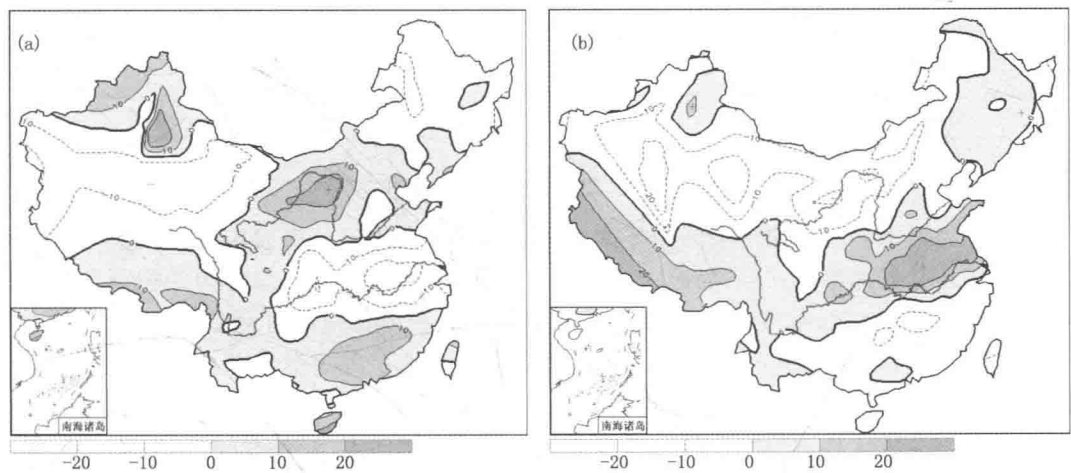


图 1.1 中国东部季风区夏季 1 类(a)、2 类(b)雨型年降水距平百分率分布

表 1.2 中国东部季风区 1880—2009 年逐年夏季二类雨型

年份	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889
雨型	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2
年份	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
雨型	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1
年份	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909
雨型	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2
年份	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919
雨型	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2
年份	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
雨型	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1
年份	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939
雨型	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1
年份	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949
雨型	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1

续表

年份	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
雨型	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1
年份	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
雨型	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2
年份	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
雨型	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1
年份	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
雨型	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2
年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
雨型	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1
年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
雨型	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2

上述二类雨型尽管反映了中国东部季风区夏季降水的主要分布模态,但这种分型在实际预测中使用还是显得粗了一点,因此在二类分型的基础上,再进一步细分为四类雨型:在南北多中间少的 1 类雨型中,如果主要多雨区位于黄河流域和华北一带划为 E1 类雨型,主要多雨区位于华南、江南地区划为 E4 类雨型;在南北少中间多的 2 类雨型年中,如果主要多雨区位于黄河与长江之间地区划为 E2 类雨型,如果主要多雨区位于长江流域划为 E3 类雨型。这样就得到了东部季风区夏季四类雨型。图 1.2 是中国东部季风区夏季 E1 类、E2 类、E3 类、E4 类雨型年中国降水距平百分率的分布,表 1.3 是东部季风区 1880—2009 年逐年夏季雨型,由图 1.2、表 1.3 可以看出:(1)E1 类,主要多雨带位于黄河流域、华北一带,1951—2009 年中共有 20 a(34%);1880—2009 年中共有 41 a(32%)。(2)E2 类,主要多雨带位于黄河与长江之间,中心在淮河流域,1951—2009 年中共有 20 a(34%);1880—2009 年中共有 39 a(30%)。(3)E3 类,主要多雨带在长江流域,1951—2009 年中共有 9 a(15%);1880—2009 年中共有 19 a(15%)。(4)E4 类,主要多雨带在华南、江南地区,1951—2009 年中共有 10 a(17%);1880—2009 年中共有 31 a(24%)。

把上述四类雨型与原来常用的三类雨型进行比较可以发现,E1 类雨型与第 1 类雨型接近,主要多雨区都位于黄河流域、华北一带;E2 类雨型与第 2 类雨型相似,主要多雨区都在黄河与长江之间;E3、E4 类雨型则是把原来第 3 类雨型进一步细分为长江类和华南、江南类。显然,这次划分的四类雨型是对原来三类雨型的改进。

从 1951—2009 年的 59 a 间各类雨型出现的概率来看,E1、E2 类最高,E4 类较高,E3 类最低,E3 类雨型出现的概率还不到 E1、E2 类的一半,说明夏季主要雨带在黄河流域、华北一带和黄河与长江之间地区出现的机会最多,而在长江流域出现的机会最少。1951—2009 年 E1、E2 类雨型有 40 a,E3、E4 类雨型仅 19 a,不难看出,59 a 来北多南少类明显多于北少南多类,北方多雨占优势,南方少雨占优势。将 1880—2009 年上述各种雨型出现比例与 1951—2009 年比较可以发现,E1、E2、E3 类雨型差别不大,E4 类雨型的出现比例稍有不同。

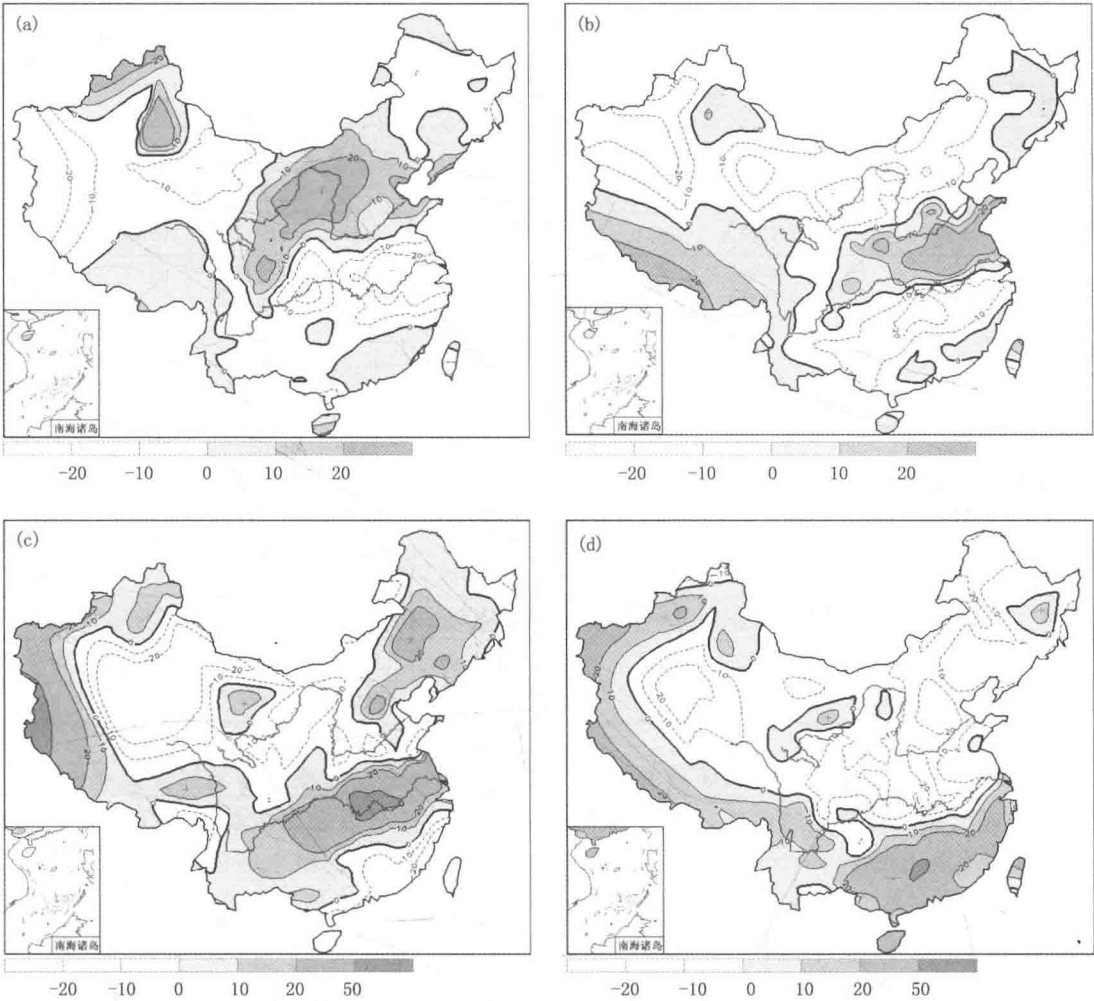


图 1.2 中国东部季风区夏季 E1 类(a)、E2 类(b)、E3 类(c)、E4 类(d)
雨型年降水距平百分率分布

表 1.3 中国东部季风区 1880—2009 年逐年夏季四类雨型

年份	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889
雨型	E4	E4	E3	E2	E2	E4	E1	E2	E4	E2
年份	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
雨型	E2	E4	E1	E2	E1	E2	E3	E2	E2	E4
年份	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909
雨型	E4	E1	E1	E1	E1	E3	E2	E1	E2	E3
年份	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919
雨型	E3	E3	E1	E1	E1	E3	E3	E3	E4	E2
年份	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
雨型	E4	E2	E4	E4	E4	E2	E1	E1	E1	E1

										续表
年份	1930	1931	1832	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939
雨型	E2	E2	E4	E1	E1	E4	E4	E1	E3	E1
年份	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949
雨型	E1	E4	E4	E4	E1	E2	E4	E4	E2	E4
年份	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
雨型	E1	E2	E4	E1	E3	E2	E2	E2	E1	E1
年份	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
雨型	E2	E1	E2	E2	E1	E2	E1	E1	E4	E3
年份	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
雨型	E1	E2	E2	E1	E4	E2	E1	E1	E1	E1
年份	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
雨型	E3	E1	E2	E3	E2	E1	E3	E3	E1	E2
年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
雨型	E1	E3	E1	E4	E4	E1	E3	E4	E3	E4
年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
雨型	E2	E4	E4	E2	E1	E2	E4	E2	E2	E2

表 1.4 列出了中国东部季风区夏季各年代 4 类雨型年出现的概率与其气候概率的差值, 显然正值越大表明该雨型越盛行, 因此分析表中的概率差值可以看出东部季风区夏季降水分布形态的年代际振荡趋势: 20 世纪 50 和 60 年代 E1、E2 类雨型的概率差值均为 6%, 70 年代 E1 类雨型的概率差值高达 26%, 其他雨型的概率差值都为负值; 80 年代 E3 类雨型出现的概率差值达高达 25%, 90 年代 E3、E4 类雨型的概率差值分别为 15%、23%, 其他雨型的概率差值均为负值; 2000—2009 年 E2、E4 类雨型的概率差值分别为 26%、13%, 而 E1、E3 类雨型的概率差值分别为 -24%、-15%。很显然, 20 世纪 50—70 年代, 东部季风区夏季主要雨带偏北, 长江以北多雨占优势; 80—90 年代, 主要雨带偏南, 长江流域及其以南地区多雨占优势; 2000—2009 年, 黄河与长江之间地区以多雨为主, 次要多雨区位于华南、江南地区。

表 1.4 中国东部季风区夏季各年代四类雨型年出现的概率差值(%)

时段	1951—1959 年	1960—1969 年	1970—1979 年	1980—1989 年	1990—1999 年	2000—2009 年	气候概率
E1 类雨型	6	6	26	-4	-4	-24	34
E2 类雨型	6	6	-4	-4	-34	26	34
E3 类雨型	-5	-5	-15	25	15	-15	15
E4 类雨型	-7	-7	-7	-17	23	13	17

1.3.2 大气环流成因

E1 类: 图 1.3 和表 1.5 反映了夏季中国东部季风区 E1 类雨型年北半球 500 hPa 环流距平场的配置和主要特征: (1) 北半球正、负距平相间分布, 负距平范围稍大, 表明北半球高度场以偏低略占优势。(2) 东亚地区从高纬度到低纬度表现为明显的“一十—”的遥相关距平型, 其

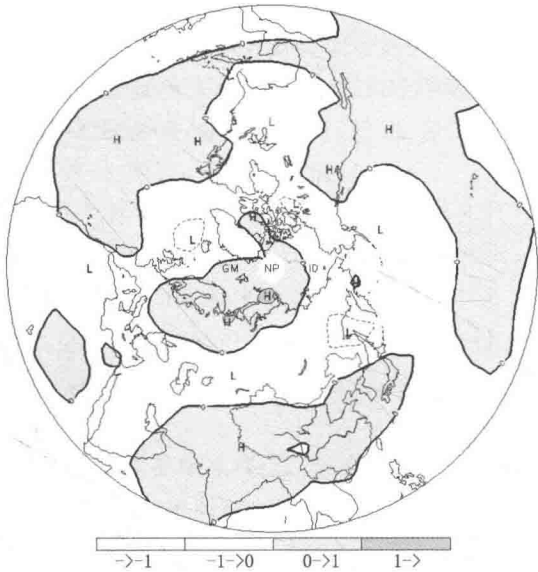


图 1.3 中国东部季风区夏季 E1 类雨型年北半球 500 hPa 高度距平分布(单位:dagpm)

表 1.5 夏季东部季风区 E1 类雨型年北半球 500 hPa 环流统计特征

E1 类雨型年	东亚遥相关指数	东亚阻高 出现月数	西太平洋副高 脊线位置距平
1953	-1.0	0	2
1958	-0.5	1	-2
1959	1.0	1	0
1961	-2.8	0	3
1964	-1.7	0	3
1966	-0.1	0	1
1967	-2.2	0	0
1970	0.6	1	1
1973	-0.6	0	1
1976	-1.2	0	2
1977	0.3	0	-1
1978	-3.3	0	1
1979	-1.4	1	0
1981	-1.0	1	1
1985	-1.0	0	3
1988	2.1	2	-2
1990	-0.4	0	1
1992	0.9	0	1
1995	1.3	0	0
2004	-1.2	0	4
概率(%)	负指数:70 典型“-+-”型:50	无阻高:70	正常偏北:85

注:“东亚阻塞高压出现月数”指 6、7、8 三个月阻塞高压指数≥1 的月数。

中负指数距平型(东亚遥相关指数 <0)占70%,典型“一十一”型(东亚遥相关指数 ≤ -1)占50%。(3)东亚阻塞形势不活跃,20个E1类雨型年,夏季只有1个月出现阻塞高压的5a,2个月出现阻塞高压的仅1a,这表明70%的年份夏季东亚地区无明显的阻塞高压出现。(4)西太平洋副热带高压平均脊线位置为 25°N ,较常年偏北,20个E1类雨型年中,夏季西太平洋副热带高压脊线位置距平,13a正,4a是0,仅3a为负,表明85%的年份西太平洋副热带高压处于正常偏北状态。夏季大气环流的这种配置特征往往导致中国主要多雨带位置北抬,有利出现E1类雨型,黄河流域、华北地区多雨。

E2类:中国东部季风区夏季E2类雨型年北半球500 hPa环流特征2000年前、后差异明显。据此特点,图1.4a、b分别给出了夏季东部季风区2000年前、后E2类雨型年北半球500 hPa高度距平分布,表1.6列出了东部季风区2000年前、后夏季E2类雨型年的主要环流特征。

图1.4a和表1.6反映了2000年前夏季E2类雨型年北半球500 hPa环流场的典型特征:(1)北半球500 hPa高度场为大片负距平所盘踞,整体偏低。(2)负距平从东亚高纬地区一直延伸到低纬地区,呈现出非常弱的类似于“一十一”的距平场配置,典型“一十一”遥相关距平型(东亚遥相关指数 ≤ -1)占50%,非典型遥相关距平型($-1 < \text{东亚遥相关指数} < 1$)占36%。(3)东亚中高纬地区为负距平控制,表明阻塞高压不明显,14个E2类雨型年夏季无阻塞高压发展的就有12a,占86%,只有1个月出现阻塞高压的仅2a,而且均发生在6月份,也就是说盛夏7、8月份东亚地区均无阻塞形势出现。(4)副热带地区为大范围负距平所覆盖,西太平洋副热带高压正常偏弱、正常偏北、偏东年份分别占79%、79%、71%。上述特点表明,夏季整个北半球和东亚地区位势高度整体偏低,东亚无明显阻塞高压发展,西太平洋副热带高压偏弱、偏东、正常偏北,这是淮河流域夏季多雨的典型环流形势。

图1.4b和表1.6表明2000—2009年夏季E2类雨型年北半球500 hPa环流场的主要特征是:(1)北半球500 hPa高度场为大范围正距平所覆盖,整体偏高。(2)大多数年份正距平从东亚的高纬度地区一直扩展到低纬度地区,表现为“十十十”的距平型,非典型遥相关距平型占67%。(3)东亚中高纬地区为很强的正距平控制,表明东亚阻塞高压在夏季的不同时期均有不同程度的发展,每年夏季都有1~3个月东亚地区出现了阻塞高压。(4)副热带地区也是大范围正距平所盘踞,西太平洋副热带高压偏强、偏西、正常偏北的概率均为83%。由上述分析可见,夏季整个北半球和东亚地区位势高度整体偏高,东亚阻塞形势活跃,西太平洋副热带高压偏强、偏西、正常偏北,这是淮河流域夏季多雨的另一类环流背景。

上述特征综合列于表1.7之中,通过比较不难发现,2000年前、后夏季E2类雨型年北半球高度场整体特征、东亚遥相关距平型的配置、东亚阻塞形势、西太平洋副热带高压的强度和东西位置等诸多方面都表现出相反的趋势。但为什么东部季风区夏季主要雨带位置非常接近呢?这恐怕与西太平洋副热带高压的脊线位置有一定关系。上面已指出,与中国东部季风区夏季E2类雨型相配置的有二类东亚遥相关距平型,典型“一十一”和非典型遥相关距平型。2000年以前,由于典型“一十一”的遥相关距平型占优势,同时西太平洋副热带高压偏弱、偏东,致使脊线不易明显北抬,大多徘徊于正常或稍偏北的位置。2000年以后,非典型“十十十”的遥相关距平型占优势,虽然贝加尔湖阻塞高压发展,但由于亚洲中纬度地区也维持正距平特征,东亚地区没有形成南北向的“十十十”的遥相关距平波列,中纬度低槽不活跃,冷空气势力弱,无力驱使西太平洋副热带高压南下至正常位置以南,而仍在正常或稍偏北的位置上来回