

我国东部夏季雨带类型的划分及预报*

魏凤英 张先恭

(气象科学研究院天气动力研究所)

提 要

本文提出了一种划分我国东部夏季雨带类型的客观方法，并与目测分型结果进行了比较。同时也探讨了雨带类型的预报问题。

一、前 言

我国是东亚著名的季风气候区，受夏季风影响，我国东部的降水主要集中在夏季。而我国东部大范围的旱涝分布则主要与夏季6—8月雨带的位置有关。廖荃荪等(1976)根据1952—1974年6—8月总降水量距平百分率分布图及500hPa环流形势，把我国东部地区夏季大范围降水分布趋势概括为三种类型**，〔1〕即：

I类雨型 主要多雨区在黄河流域及其以北，江淮流域大范围少雨，梅雨不明显且易出现大范围较明显的伏旱，而华南往往也为一相对多雨区。

II类雨型 主要多雨区位于黄河以南至长江以北地区，黄河以北和长江以南的大部分地区以少雨为主。

III类雨型 主要雨区在长江沿岸及其以南，淮河以北大范围地区一般以少雨为主。

廖荃荪等在划分雨带类型时，主要根据目测进行，当雨带位置很清楚时，雨带类型比较容易判断；当雨带不明显或雨带位置不典型时，则雨带类型的判断很困难，带有一定的任意性。为了使雨带类型的划分客观化、定量化，本文提出了一种划分我国东部夏季雨带类型的定量方法，并探讨了雨带类型的预报问题。

二、我国东部夏季降水距平的分布特征

为了比较客观地研究我国东部夏季降水距平分布的基本特征，我们对1952—1985年我国东部40个站(图1)6—8月降水距平

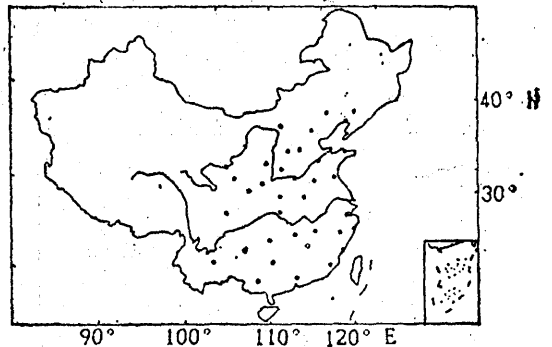


图1 降水分析的站点分布

百分率做了经验正交函数分析〔2〕。表1为我国东部6—8月降水距平前10个特征向量占总方差的百分比。可以看到前6个特征向量占了总方差的63%，而从第7个特征向量以后，每个特征向量占总方差的百分比均不到5%。所以我们重点分析了前6个特征向量。

表1 前10个特征向量占总方差的百分比及累积百分比(%)

特 征 向 量	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
百分比	21	12	10	8	7	5	4	4	4	3
累积百分比	21	33	43	51	58	63	67	71	75	79

图2为6—8月降水的前6个特征向量($E_1—E_6$)。应该说这6张图反映了夏季降

* 本工作属国家气象局长期天气预报理论、方法和资料库的建立研究课题。

** 中央气象台长期预报组，西太平洋副热带高压和我东部地区夏季的降水，1976年全国长期天气预报经验交流会技术材料选编。

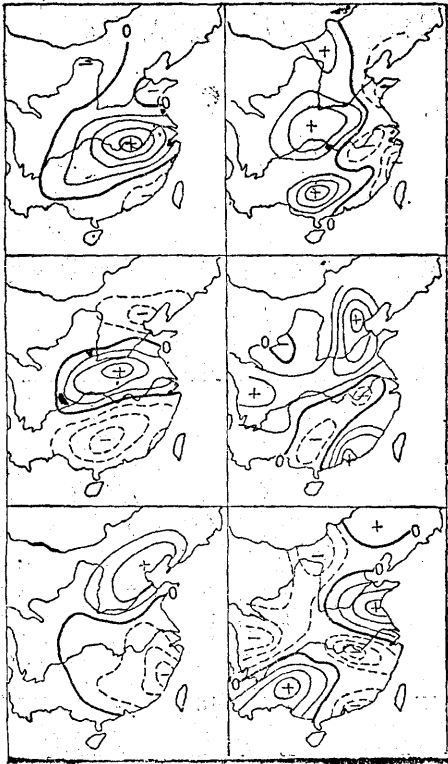


图2 6—8月降水量前6个特征向量
(图中等值线间隔0.1)

水距平分布最常见的型式。第一特征向量表明雨带呈东西向分布，主要多雨区在长江流域及其以南地区，降水正距平中心在长江中游，淮河以北的大范围地区主要以少雨为主；第二特征向量雨带呈东西向分布，主要多雨区位于黄河以南至长江以北地区，正距平中心在淮河以北，黄河以北和长江以南的大部分地区以少雨为主；第三特征向量雨带呈东西向分布，主要多雨区在黄河流域及以北，正距平中心在河北北部，江淮流域大范围少雨；第四特征向量雨带呈南北向分布，主要多雨区在长江上游和汉水流域，主要正距平中心在关中平原，东部沿海降水偏少；第五特征向量雨带呈东北—西南向分布，主要多雨区在黄河下游和川西，长江中下游和华南西部少雨；第六特征向量距平场呈鞍形分布，多雨区在淮河流域和云贵高原，少

雨区在东南沿海、河套和西部地区。由此可见，前3个特征向量的分布都是纬向的，而前3个特征向量几乎占总方差的1/2，说明我国夏季雨带经常是东西向的；而后3个特征向量在一定程度上反映了雨带的经向分布，说明夏季降水分布在东西向的差异也是存在的，不过这3个特征向量所占的比重只有1/5，所以降水的经向分布不如纬向分布重要。有趣的是前3个特征向量正好与廖荃荪等所概括的3种雨带类型是一致的，即第一特征向量正是Ⅲ类雨型的特征，第二特征向量正是Ⅱ类雨型的特征，第三特征向量正是Ⅰ类雨型的特征。因此，这3个特征向量基本上代表了中国夏季雨带的3种主要类型。

三、雨型的客观划分方法

为了能客观、定量地划分夏季降水的类型，我们首先从廖荃荪所划分的3类雨型中各选出两个典型年，然后分析这些典型年前3个特征向量的时间系数(表2)。发现3类雨型在时间系数上是有差异的，如Ⅰ类雨型在第三特征向量上的时间系数最大，Ⅱ类雨型在第二特征向量上的时间系数最大，Ⅲ类雨型在第一特征向量上的时间系数最大。这表明前3项时间系数可以作为判断雨带类型的指标。为此，我们以表2中给出的年份作为典型年，用多类训练迭代法对1952—1974年进行了划分类型的试验〔3〕，即设 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_p)'$ 为 p 个指标的样本向量。假定将样本集分为 G 类，则有 G 个线性判别函

表2 各典型年前三个特征向量的时间系数

类型	年份	E_1	E_2	E_3
Ⅰ	1953	41.06	20.91	205.30
	1959	-152.61	-323.46	19.29
Ⅱ	1956	-157.21	240.08	-179.92
	1965	-78.00	169.97	-172.72
Ⅲ	1954	543.42	-130.04	-52.54
	1969	342.30	-133.27	41.49

数 $F_i, i=1, 2, \dots, G$, 对给定的任一权重初始向量 $w_i^{(0)}$, 逐一检查每一总体中的样本 y 是否满足

$$Y' \cdot w_i^{(0)} \geq Y' \cdot w_j^{(0)} \quad (1)$$

上角(0)表示第0次迭代, $j=1, 2, \dots, G, j \neq i$, 若 $j=k$ 时有:

$$Y' \cdot w_i^{(0)} \leq Y' \cdot w_k^{(0)} \quad (2)$$

则对 w_i 和 w_k 同时进行调整:

$$w_i^{(1)} = w_i^{(0)} + CY' \quad (3)$$

$$w_k^{(1)} = w_k^{(0)} - CY'$$

不断地加以调整, 假设迭代过程进行到 t 次仍不满足 (1) 式则继续调整:

$$w_i^{(t+1)} = w_i^{(t)} + CY'$$

$$w_k^{(t+1)} = w_k^{(t)} - CY' \quad (4)$$

直至全部样本都满足 (1) 式迭代终止。C 为调整系数, 取它为样本的函数, 记 Y_q 为第 q 个样本向量

$$C = \left[\frac{w_i^{(t)} \cdot Y_q}{Y_q' \cdot Y_q} \right]$$

[] 表示括号内数取整数。

由于我们把雨带分为三类, 所以这里 $G=3$ 。计算结果在 23 年中只有 15 年 (占 65%) 与目测分类一致 (表 3), 有 8 年与目测分类不一致 (占 35%)。这可能是因为降水距平分布较复杂, 而前 3 个特征向量仅占总方差的 43% (表 1), 对于那些雨带类型不很典型的年份, 仅用前 3 项时间系数 (即 $p=3$) 看来还不够。所以我们又取前 4 项 ($p=4$)、前 5 项 ($p=5$)、前 6 项 ($p=6$) ……的时间系数分别做了试验。结果用到前 5 个时间系数时效果最好, 客观分类和目测分类相符合的达 83% (19/23) (表 3)。超过 5 个时间系数以后效果没有明显提高。对照 6—8 月降水距平图, 分析 4 个客观分类与目测分类不一致的年份 (1958、1962、1964 和 1973 年) 后, 发现 1958 年雨带不够典型, 介于 I、II 类之间^[1], 1962 年则介于 II、III 类之间, 1964 年也是介于 I、II 类之

表 3 客观分类和目测分类的比较

年份	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
目测	III	I	III	III	II	II	I	I	I	I	II	II
前3项	II	I	III	III	II	II	II	I	II	I	III	II
前5项	III	I	III	III	II	II	II	I	I	I	III	II
年份	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
目测	I	II	I	I	III	III	III	II	II	I	III	
前3项	II	II	I	I	II	III	III	I	II	III	III	
前5项	II	II	I	I	III	III	III	II	II	III	III	

间, 1973 年在黄河和长江各有一条雨带, 既可分为 I 类亦可分为 III 类。可见目测分类和客观分类不一致的年份 (不到 20%) 主要发生在相邻类型的区分上。分析两者不一致的原因, 估计有两种可能, 一是目测分类本身判断不准, 一是在迭代中典型年选择不当。总之, 在我们的试验中, 目测分类和客观分类一致的有 80% 以上, 说明多类训练迭代的方法可以作为划分雨带类型的一种客观方

法。

表 4 为用训练迭代法, 以 7 个典型年 (即 1953、1954、1956、1959、1965、1969、1980 年) 为标准, 对 1952—1985 年 6—8 月雨带类型的划分结果。其中有 7 年与中央气象台的目测分类不一致 (表 5)。在这 7 年中, 有 6 年都是相邻类型的区分问题, 只有一年 (1977) 是南北两条雨带的判断问题 (实际上, 1977 年用目测亦可划分成 III 类^[1]), 表 6 为两种

表4 1952—1985年6—8月雨带类型

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
195			III	I	III	III	II	II	II*	I
196	I	I	III*	II	II*	II	I	I	III	III
197	III	I*	II	I	II	III*	I	III*	I	II
198	III	II*	II	III	II	I				

* 表示与目测分类不一致

表5 客观分类与目测分类不一致的年份

	1958	1962	1964	1971	1975	1977	1981
目测	I	II	I	II	II	I	I
客观	II	III	II	I	III	III	II

表6 各类雨型出现的频率

类型	I	II	III
目测	14(41%)	11(32%)	9(27%)
客观	11(32%)	11(32%)	12(36%)

分类结果的比较。由表6可见，两种分类对于II类雨型影响不大，其气候概率均为32%，差别主要在I类雨型和III类雨型上。说明当出现南北两条雨带时，在类型的判断上用目测是相当困难的。

四、雨带类型的预报

上述结果表明，前5个特征向量的时间系数(表7)可以作为我国东部雨带客观分类的指标。经验正交函数在短时期内“稳定”不变^[4]，若能够预报出未来时刻的时间系数，即可利用典型年得到雨带类型的预报。由于我国夏季雨带位置主要受副热带高压活动的影响，而副热带高压的变化又与海温(SST)的变化有密切的关系^[5]。因此，我们以SST为主要预报因子。为方便起见，我们将1949—1986年北太平洋SST按季(2—4月、5—7月、8—10月、11—1月)分别进行了经验正交函数展开。用展开的前11个特征向量的时间系数与降水的前5个特征向量的时间系数进行了后延4年、3年、2

表7 1952—1985年6—8月降水前五个特征向量的时间系数

年份	特征向量				
	1	2	3	4	5
1952	-55.16	-26.20	-241.68	55.50	-30.67
1953	41.06	20.91	205.30	-158.54	-27.54
1954	543.42	-130.04	-52.54	-27.18	188.45
1955	25.19	-36.33	-86.12	43.21	77.07
1956	157.24	240.08	179.92	215.21	154.80
1957	50.45	147.68	120.53	-69.51	-49.28
1958	-154.39	110.41	-10.48	173.48	48.63
1959	-152.61	-323.46	19.29	35.27	160.06
1960	-149.89	21.03	-88.20	-138.76	108.15
1961	-155.08	-75.17	73.76	15.62	2.64
1962	62.69	0.27	-52.15	135.21	-20.21
1963	-43.12	95.86	98.82	77.62	244.02
1964	12.59	131.02	98.62	4.45	10.99
1965	-78.00	169.97	-172.72	-104.85	93.01
1966	-126.25	-76.47	133.10	-6.89	-92.35
1967	-142.10	-17.53	164.33	91.47	-44.02
1968	-74.21	-56.62	238.54	232.79	-76.56
1969	342.30	-133.27	41.49	-97.59	-73.98
1970	39.80	-88.52	-13.71	7.50	-63.96
1971	-105.26	28.55	102.47	51.95	20.24
1972	-233.93	192.00	-186.34	-166.72	22.70
1973	-1.41	-128.72	-76.73	-53.91	99.69
1974	-6.53	-75.72	-53.17	-31.83	80.32
1975	69.72	70.74	-34.59	-143.97	-86.68
1976	-100.18	-185.28	-11.49	36.65	28.28
1977	48.30	-151.55	-21.71	-27.04	-100.76
1978	-246.93	35.72	64.93	-51.99	-26.20
1979	44.75	22.07	68.83	80.78	-52.99
1980	310.50	98.89	-43.45	36.02	-134.84
1981	-69.89	80.62	67.13	8.42	-113.07
1982	123.53	91.35	-80.64	39.21	8.44
1983	136.26	179.88	-77.02	68.12	-81.86
1984	24.14	117.69	39.70	-5.52	37.53
1985	-133.47	-57.19	22.29	-95.82	-49.01

年、1年和当年的相关普查。同时也用1951—1985年南方涛动指数SOI(BMC)逐月资料进行了相关计算。从计算结果发现，SST特征向量的时间系数与降水的时间系数有较好的相关关系，尤其是后延2—4年的相关系数更高。比如前4年(2—4月)SST的第六时间系数、前4年(5—7月)SST的第七时间系数和前4年(8—10月)SST的第三时间系数与降水的第五时间系数的相关系数分别为0.46、0.47和-0.47，均接近0.001信度的要求。考虑到今后预报时资料来源，我们只挑选前4—2年相关系数达0.01信度的SST时间系数为预报因子。南方涛动指数与降水的时间系数相关不太明显，只有少数入选。用筛选出的预报因子建立了降

表 8 1986—1987年6—8月降水前 5 个特征向量的时间系数预报值

年份	特征向量	1	2	3	4	5
1986		70.73666	-6.40342	53.77040	-24.65993	-94.64979
1987		-1.43666	64.46138	15.53718	-33.29966	-0.00235

水前 5 个特征向量的时间系数的多元线性回归预报方程。根据预报方程，我们得到 1986—1987 年前 5 个特征向量的时间系数预报值 (表 8)。

根据上述的 7 个典型年，对预报出的时间系数用多类训练迭代法确定出 1986—1987 年夏季雨带的类型。计算结果 1986 年为 III 类，1987 年为 II 类。对照中央气象台用目测划分的雨型资料，1986 年预报和实况完全一致，都是 III 类，1987 年雨带介于 II 类和 III 类之间，由于正距平中心在淮河稍偏南，所以目测定为 III 类。如果我们用预报的时间系数乘以特征向量，做出 1987 年 6—8 月降水距平场，则预报图和实况图的趋势相当一致 (图 3)。由于 1986—1987 年的预报是用独立资料算出来的，从取得的结果看十分令人满意。但预报效果是否稳定，有待进一步检验。

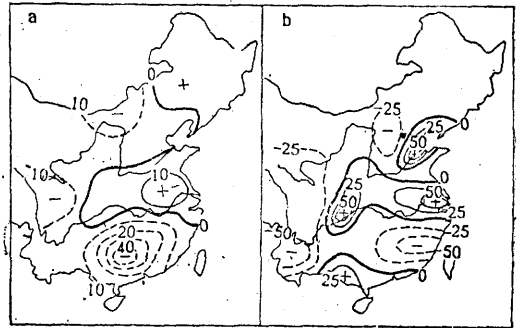


图 3 1987 年 6—8 月降水距平
a. 预报图 b. 实况图

参考文献

- [1] 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，气象出版社，1981 年。
- [2] 屠其璞等，气象应用概率统计学，气象出版社，1984 年。
- [3] 曹鸿兴，局地天气预报的数据分析方法，气象出版社，1983 年。
- [4] 章基嘉等，亚洲 500 毫巴候平均环流的天气统计学分析，南京气象学院学报，1979 年 1 期。
- [5] 陈兴芳，副热带高压的研究和长期预报，气象科技，1984 年 1 期。

The classification and forecasting of summer rain-belt in the east part of China

Wei Fengying Zhang Xiangong
(Institute of Synoptic Dynamic Meteorology, AMS)

Abstract

In this paper, an objective method on classification of rain-belt in summer in the east part of China was suggested and compared with that of eye-observation. The problem of rain-belt pattern forecasting was discussed, too.