

气象科学技术集刊

(气候与旱涝)

国家气象局气象科学研究院编

4

气象出版社

1983

气象科学技术集刊

(气候与旱涝)

国家气象局气象科学研究所编

4

气象出版社

1983

内 容 简 介

本集刊选编了国家气象局气象科学研究院的重点课题“我国近五百年旱涝研究”的部分研究成果，共六篇论文，其内容包括有建立近五百年气候序列的方法、旱涝气候概况，区域旱涝变化特点、旱涝分型以及旱涝与环流关系等。还有天气学研究课题的九篇论文，主要包括我国降水天气过程及其环流特征的分析、降水系统的三维运动的分析方法以及对流降水单体的特征描述。此外，还介绍了两种气候预报方法及其应用结果，共十八篇。

本集刊可供气象、水利、天文部门的科研、业务和教学工作人员参考。

气象科学技术集刊(4)

国家气象局气象科学研究院编

责任编辑：张淑萍

* * *

气 象 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷 新华书店北京发行所发行

* * *

开本：787×1092 1/16 印张：11 字数：273 千字

1983年10月第一版 1983年10月第一次印刷

印数：1—4,000 统一书号：13194·0142

定价：1.20元

前 言

本集刊选编了我院重点课题“我国近五百年旱涝研究”的部分研究成果,内容包括建立近五百年气候序列的方法、旱涝气候概况、区域旱涝变化特点、旱涝分型及旱涝与环流关系等方面,也涉及有关冷暖变化的内容。

天气学研究课题的部分论文主要包括我国降水天气过程及其环流特征的分析,也涉及对降水系统的三维运动的分析方法及对流降水单体的特征描述。

短论中介绍了两种气候预报方法及其应用结果。

集刊中难免出现各种缺点和错误,恳切欢迎广大读者提出批评和意见。

编 者

一九八二年二月

目 录

论著

- 中国近五百年的旱涝·····张家诚、张先恭、许协江 (1)
- 重建近五百年气候序列的方法及其可靠性·····张德二 (17)
- 全球海平面气压和我国东部旱涝·····徐瑞珍、朱淑兰 (27)
- 我国近五百年各区域旱涝变化及其与冬季冷暖的关系·····张德二 (40)
- 近五百年我国东部地区旱涝分布类型及未来趋势·····许协江、张先恭 (47)
- 长江上游枯期南北半球环流特征及枯季长度的预报·····顾曾良、张先恭 (55)
- 华北汛期特大暴雨的天文成因探讨·····任振球、张芝和、周万福 (72)
- 贵州夏季旱涝异常年份环流特征的初步分析·····赵 卫、许炳南、吴祥正 (81)
- 1980年8月武汉降水偏多的湿有效位能的分析·····吴宝俊、蒋凤英 (91)
- 大一暴雨前期副高西伸与海洋加热场的初步分析·····李月洪 (102)
- 3公里多年旬平均风场变化特点与长江梅雨开始的关系·····刘延英、吴宝俊 (113)
- 长江中下游入(出)梅前后北半球超长波形势的演变特点·····毕慕莹 (120)
- 强降水系统三维运动的分析方法 ·····雷雨顺 (130)
- 对流降水单体的统计特征·····葛润生 (139)
- 盛夏冷锋雨带和暖区地形雨带的雷达探测·····余志敏、江超伟 (148)

短论

- 用ARIMA模型做长期预报的一些结果·····黄文杰 (158)
- 从检查1973—1980年气候预报看概率统计方法的效果 ·····曹鸿兴 (163)
- 对冬季青藏高原地面冷热源的估算·····陆龙骅 (166)

Collected Papers of Meteorological Science and Technology

Climate and Drought/Floods

CONTENTS

ARTICLES

- An analysis of droughts and floods in the last 500 years in China.....
.....*Zhang Jiacheng, Zhang Xiangong and Xu Xiejiang* (1)
- Method of reconstructing historical climate for last 500 years in China and
reliability.....*Zhang Deer* (17)
- Global sea-level pressure patterns and the Drought/Floods in Eastern China
.....*Xu Ruizhen and Zhu Shulan* (27)
- The variation of Drought/Floods for different regions and their relationship
to winter temperature during the last 500 years in China...*Zhang Deer* (40)
- Typical distribution of Drought/Floods during the last 500 years in Eastern
China and future trend.....*Xu Xiejiang and Zhang Xiangong* (47)
- Circulation features in Northern and Southern Hemisphere and length fore-
cast for low water season in the upper reaches of the Yangtze River
during the drought Periods.....*Gu Zengliang and Zhang Xiangong* (55)
- A study on the astronomical cause for excessive severe rainstorm in the
High-Water season in North China.....
.....*Ren Zhenqiu, Zhang Zhihe and Zhou Wanfu* (72)
- Some summer circulation characteristics during anomalous droughts and floods
Periods in Gui-Zhou.....*Zhao Wei, Xu Bingnan and Wu Xiangzheng* (81)
- An analysis of moist available potential energy for anomalous rainfall in
August 1980 in Wuhan.....*Wu Baojun and Jiang Fengying* (91)
- A preliminary analysis of the relationship between the westerly extension
of the subtropical high and heating field over the ocean before heavy
rain.....*Li Yuehong* (102)
- Relationship between the characteristics of the mean wind field variation at
3 km level and the onset of "Plum Rains" in the Yangtze River.....
.....*Liu Yangjing and Wu Baojun* (113)
- Behaviour of the ultra-long wave in Northern Hemisphere around the onset
and end of "Plum Rains" in the lower-middle reaches of the Yangtze
River*Bi Muying* (120)
- The 3-dimensional analysis method for severe rainfall system.....
.....*Lei Yushun* (130)
- Statistical models of raincells.....*Ge Runsheng* (139)
- Radar analysis of rain bands of cold front and warm sector in mid summer
.....*Yu Zhimin and Jiang Chaowei* (148)

SHORT CONTRIBUTION

- Some results of the application of ARIMA model to long-range weather
forecast.....*Huang Wenjie* (158)
- The validity of probabilistic and statistic method examined by the 1973-
1980 yearly climatic prediction.....*Cao Hongxing* (163)
- On the estimation of the cold/warm sources over in the Qinghai-Xizang
plateau in winter.....*Lu Longhua* (166)

中国近五百年的旱涝

张家诚 张先恭 许协江

提 要

本文根据《中国近五百年旱涝分布图集》和有关资料对我国旱涝的主要气候规律作一个基本的气候分析。文中特别注意对极端旱涝年份的分析。除了对极端旱涝的程度、频率进行了讨论外,还在连旱和连涝等对国民经济有严重影响的现象的出现情况作了简要的探讨。各个区域和全国的旱涝之间存在着复杂关系,也给出了一定的统计数据。文中还明确指出了旱涝现象具有条件性准周期性的演变规律,旱或涝分别有集中在周期中一定位相里出现的趋势,为旱、涝的长期预报提供了背景。最后,对二十世纪的旱涝及其在五百年中的情况进行了比较和分析,得知二十世纪的气候在五百年中属于较为“一般”的情况,还有必要对五百年中出现过的极端情况提高警惕。

1975—1978年中央气象局气象科学研究所和各省(市、自治区)气象局、南京大学和北京大学、中国科学院有关单位,整理了中国近五百年来的旱涝史料,绘制了逐年旱涝图^[1]。我们对一份系统资料进行初步分析后发现,中国现代(约100年)的气候情况只不过是近五百年来的气候演变过程中的一次正常的振动。同时近五百年来的旱涝演变呈现着明显的阶段性,有一定气候规律可循。以下是分析的一些初步结果。

一、近五百年来旱涝的特征

1. 全国极端旱涝年份

为了能直观地了解旱涝的长期演变情况,我们在《中国近五百年旱涝分布图集》中,选取了120个站点的等级资料¹⁾,计算了历年全国平均旱涝等级。旱涝分5个等级,即1级为涝、2级为偏涝、3级为正常、4级为偏旱、5级为旱。因此,平均旱涝等级值的大小反映了旱涝的程度。我们从1470—1979年逐年中国平均旱涝等级资料中(见附表1),挑选了10个最早年和10个最涝年。从表上可以看出,在最早的3年里,全国旱涝等级的平均值超过4级,是大面积的干旱;在最涝的1569年,也是大面积的涝。大面积涝年的出现,说明了所谓“涝一线”并非绝对的。为了更好表现极值年份旱涝分布的特征,图1给出了两个最涝年和两个最早年的旱涝等级分布图,可以看出这两次大旱都以华北为中心,在长江流域及其以南地区一般旱情并不严重,甚至有涝。大涝的情况则较复杂。

2. 分区极端旱涝年份

考虑到中国南北气候上的差异,自北向南将我国分成三个地区:A区,黄河以北(35°N 以北);B区,江淮流域(27° — 35°N);C区,南岭以南(27°N 以南)。分别计算了各区的历年平均旱涝等级(见附表2—4)。按照指数大于3.45为旱年,小于2.55为涝年的标准。分别统计了全国及三个区的旱涝次数(见表2)。

1) 站数随年份有变化,但站数最少的年份,也达总站数的一半。资料缺少的地区主要在东北北部、新疆和西藏。

表 1 中国近500年最早、最涝年

最 早 年		最 涝 年	
年 份	平 均 指 数	年 份	平 均 指 数
1528	4.15	1569	1.92
1640	4.15	1613	2.02
1641	4.11	1849	2.13
1721	3.97	1761	2.14
1589	3.90	1889	2.20
1785	3.84	1668	2.21
1778	3.84	1823	2.25
1972	3.81	1931	2.26
1484	3.81	1848	2.29
1965	3.80	1853	2.29

表 2 旱涝年数和占总年数的百分比

	全 国	A 区	B 区	C 区
旱	52(10%)	100(20%)	61(12%)	52(10%)
涝	49(10%)	93(18%)	94(18%)	118(23%)

从表 2 可知,全国性旱涝共 101 次,平均 5 年一次。分区统计,数量则大得多。A 区的旱涝最为频繁,合计 193 次,约 2—3 年一次。特别有意义的是这三个区旱涝比例并不一样。从全国看旱涝年各半,但是在 A 区旱年略多于涝年,而在 B 区和 C 区涝年次数则大大超过旱年,特别在 C 区,涝年次数超过旱年将近两倍。

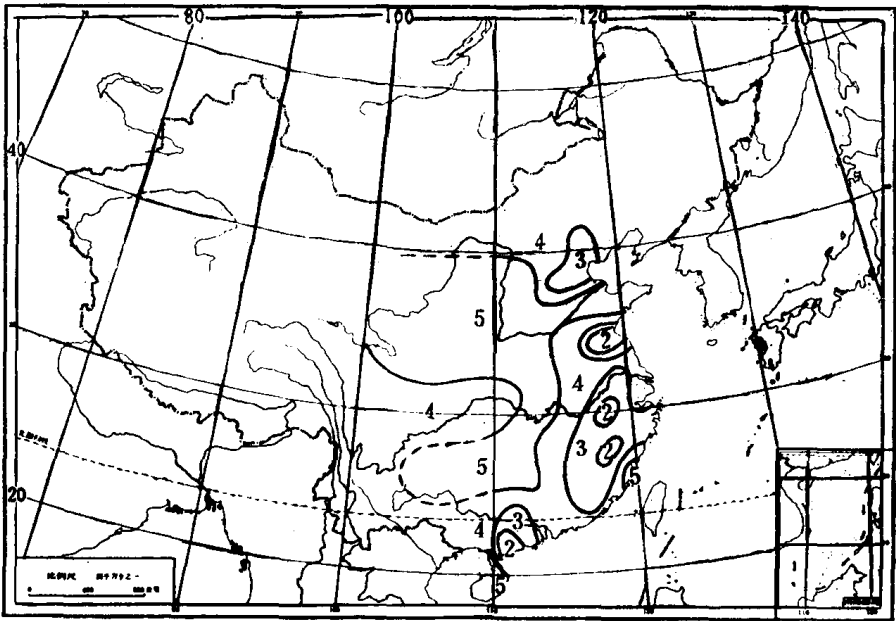


图 1a 1528 年旱 1

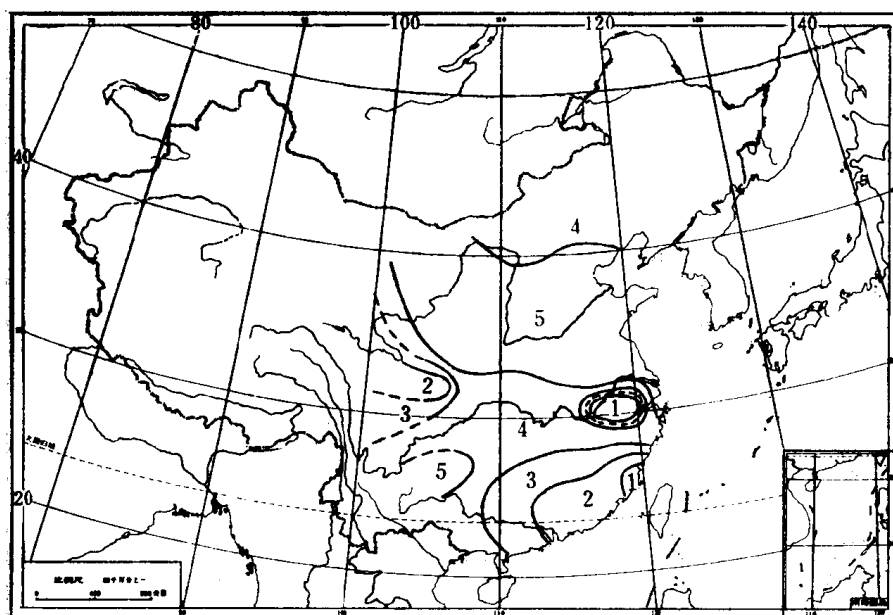


图 1 b 1640 年旱 2

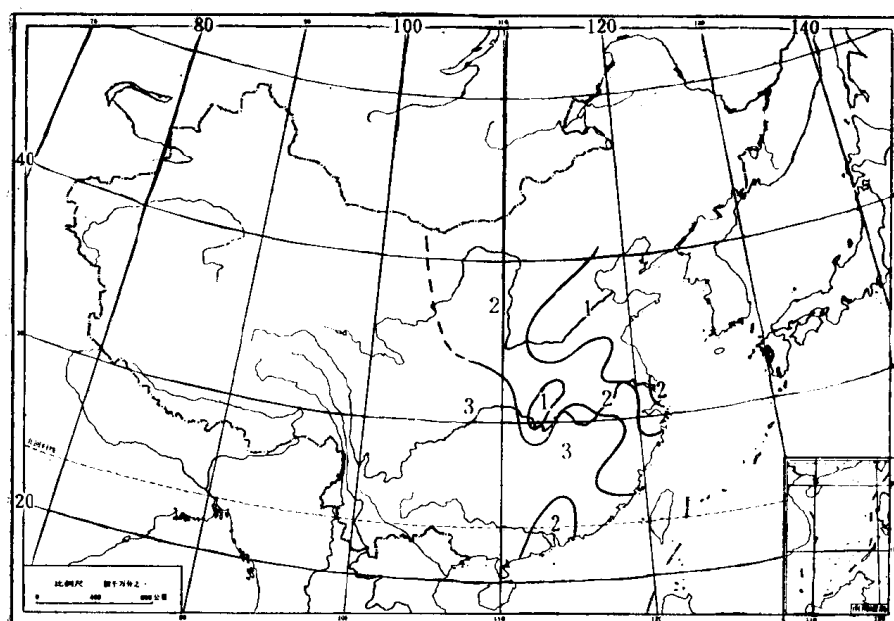


图 1 c 1569 年涝 1

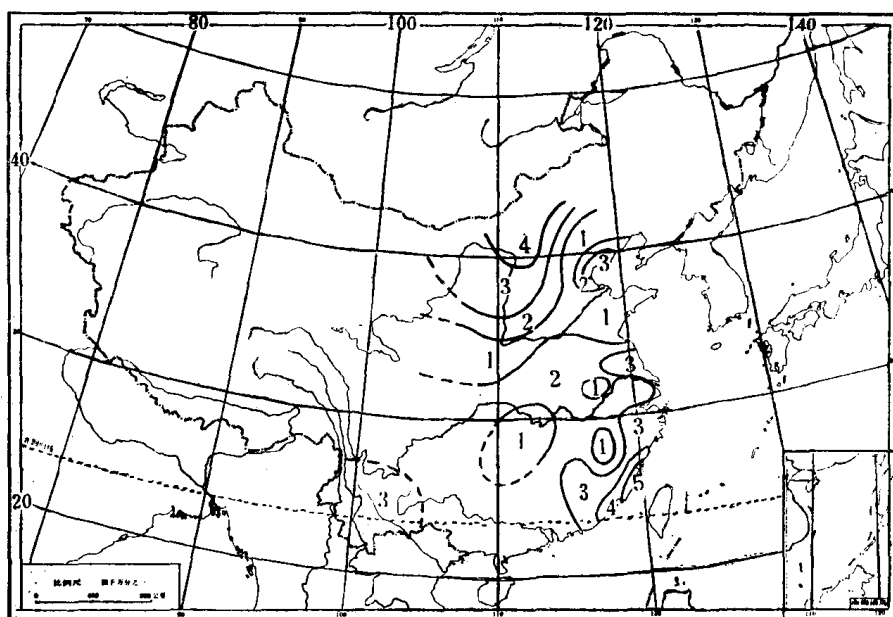


图 1 d 1613 年涝 2

以下我们将各区的极值年和全国的极值年进行比较。表 3 是这三个区的旱涝指数均超过全国极值的全部年份及相应的旱涝指数,称为该区的特大旱、涝年。

表 3 全国三个区的特大旱涝年 (括号中为平均等级)

A 区		B 区		C 区	
旱 年	涝 年	旱 年	涝 年	旱 年	涝 年
1640(4.83)	1569(1.39)	1589(4.55)	1931(1.29)	1544(4.36)	1485(1.27)
1484(4.56)	1604(1.67)	1966(4.46)	1849(1.39)		1478(1.50)
1639(4.48)	1652(1.68)	1641(4.38)	1954(1.44)		1582(1.57)
1528(4.46)	1653(1.69)	1978(4.31)	1831(1.61)		1713(1.71)
1877(4.41)	1822(1.74)	1835(4.29)	1848(1.75)		1647(1.85)
1722(4.37)	1648(1.75)	1544(4.23)	1915(1.89)		1839(1.86)
1616(4.33)	1964(1.76)	1785(4.19)			
1721(4.33)	1613(1.78)				
1965(4.32)	1553(1.80)				
1615(4.26)	1760(1.80)				
1638(4.25)	1819(1.90)				
1689(4.20)					
1900(4.20)					

从表 3 可看出, A 区特大旱涝年频繁出现, 远较其它两区为多; C 区特大旱年很少。特大旱年的等极值 A 区数值最高, B 区次之, C 区最小, 顺次相差 0.28 和 0.19。特大涝年则 C 区程度最高, B 区次之, A 区最小, 顺次相差 0.02 和 0.10。不论旱涝, 各区的极值都远大于全国。故我国在五百年中北方旱年多于涝年, 而南方涝年多于旱年。在旱的极值中, 同级端情况 5 级的差值, 全国平均值为 0.85, 而分区极值为 0.17, 相差约 5 倍。在涝的极值中, 同 1 级的差值, 全国为 0.92, 分区为 0.27, 相差超过 3 倍。

全国极值同各区极值出现的年份差异很大, 最早的 1528 年和最涝的 1569 年都只在 A 区

为特殊极值年。在全国 10 个最早中有 2 个在各分区中不出现,有 5 个在 A 区中为特殊旱年,有 3 个在 B 区中为特殊旱年。全国 10 个最涝年中有 5 个不在分区的极值年中出现,有 2 个在 A 区为特殊涝年,3 个在 B 区中为特殊涝年。而 C 区的极值年都没有进入全国的 20 个极值年中。

3. 连旱连涝分析

连旱连涝是值得注意的气候现象。我们取指数大于 3.45 的年份为旱年,小于 2.55 的年份为涝年,则结果如表 4 所示。可以看出,各区的连旱和连涝次数都比全国显著偏多。特别是 A 区的连旱次数、B 区和 C 区的连涝次数更为突出。其中在 C 区曾有过连续 9 年的涝年(1477—1485 年),连旱 5 年出现在 1637—1641 年,表 5 是这一时期全国旱情的大致情况。从表 5 中可见这次连年旱灾是相当严重的,特别是 1640 和 1641 年旱年等极值最高。全国连涝年尚未出现特别严重的现象。

表 4 连旱连涝次数

连 旱 年					连 涝 年				
年 数	全 国	A 区	B 区	C 区	年 数	全 国	A 区	B 区	C 区
2 年	7	15	5	8	2 年	5	8	13	10
3 年	2	5	1	1	3 年	2	6	2	9
4 年	0	4	0	0	4 年	0	2	2	1
5 年	1	1	0	0	5 年	0	1	0	1
					9 年	0	0	0	1

表 5 1637—1641 年旱年等级

分 区 \ 年		1637	1638	1639	1640	1641
全 国		3.55	3.59	3.81	4.15	4.11
A 区		4.04	4.25	4.48	4.83	4.29
B 区					4.07	4.38

在全部旱、涝年份中,连旱、连涝所占比例各区不同,从表 6 中可以看出,在全国和北方,连旱的年份占总数一半以上,但连涝的年份却只略多于三分之一。A 区是连旱、连涝比例最大,次数最多的一个区;在全部旱涝年份中的三分之二属于连旱、连涝。B 区则是连旱、连涝比例最小,次数最少的一个区,但也占全部旱、涝年总数的三分之一以上。因此,在我国旱、涝的持续性较明显。相反,旱年转涝年和涝年转旱年的概率很小,就全国情况而言,只出现过一次旱

表 6 连旱连涝在旱涝中所占比例

	全 国	A 区	B 区	C 区
旱	0.52	0.68	0.30	0.48
涝	0.37	0.65	0.48	0.59

转涝。A区旱转涝10次,涝转旱3次,B区旱转涝及涝转旱各5次。C区旱转涝4次,涝转旱9次,由此可见,旱涝互转的机会都不很大。

4. 全国及各區旱涝间的相关关系

在平均旱涝指数为3.00的年份,各區仍有旱涝存在。表7是3个全国旱涝指数为3.00的年份,可以看出,其中的1837年在A区为旱,C区为涝。1555年的C区离旱的标准只差0.01,而1667年的C区离涝的标准也只差0.02。

表7 全国平均旱涝指数为3.00的年份

年 份	A 区	B 区	C 区
1555	3.12	2.72	3.44
1837	3.64	2.76	2.19
1667	3.16	3.04	2.57

全国各區旱涝指数值之间的相关系数(见表8)表示了它们之间的配合情况。可以看出,全国平均旱、涝等级同A区和B区相关很好,分别为0.79和0.74,但和C区的相关系数只有0.36。A区同C区之间基本上并不存在相关。其它区域之间的相关系数均不大,但仍为正值。由此可见,南涝北旱的现象在统计结果中并不突出。

表8 全国及各區旱、涝指数之间的相关系数

	全 国	A 区	B 区	C 区
全 国	1.00	0.79	0.74	0.36
A 区		1.00	0.29	0.04
B 区			1.00	0.17
C 区				1.00

二、旱涝指数的时间变化及对二十世纪旱涝趋势的估计

1. 旱涝的阶段性的

图2为1470—1979年全国及各區平均旱涝等级值距平的累积曲线。近五百年来,大范围旱涝的变化大致可分为两个大的阶段。1480—1690年为干旱阶段,其中1560—1580年有一个短暂的偏涝期;1700—1920年为多雨阶段;1930年以后似乎有转为干旱的趋势。

这两个主要阶段在各區中也都存在,只是阶段中的转换时间有所不同,A区的转换期大约在1660年,B区和C区约在1700年附近。在干旱阶段中的偏涝期的结束时间也有所不同,A区约在十六世纪四十年代,B区在十六世纪五十年代,C区则在十六世纪六十年代。因此,阶段的结束似有自北向南推迟的趋势。

表9为根据全国平均旱涝等级距平累积曲线细分出来的旱涝期。可以看到,干旱阶段和雨涝阶段似乎组成了一个约400多年的大的循环,而在每个阶段中又可细分出若干偏旱期和偏涝期。偏旱期平均持续57年,偏涝期平均持续33年。因此,除400年左右的大循环外,还有90年左右的循环。本世纪以来,1914—1924年和1946—1964年两个时期属偏涝期,其余

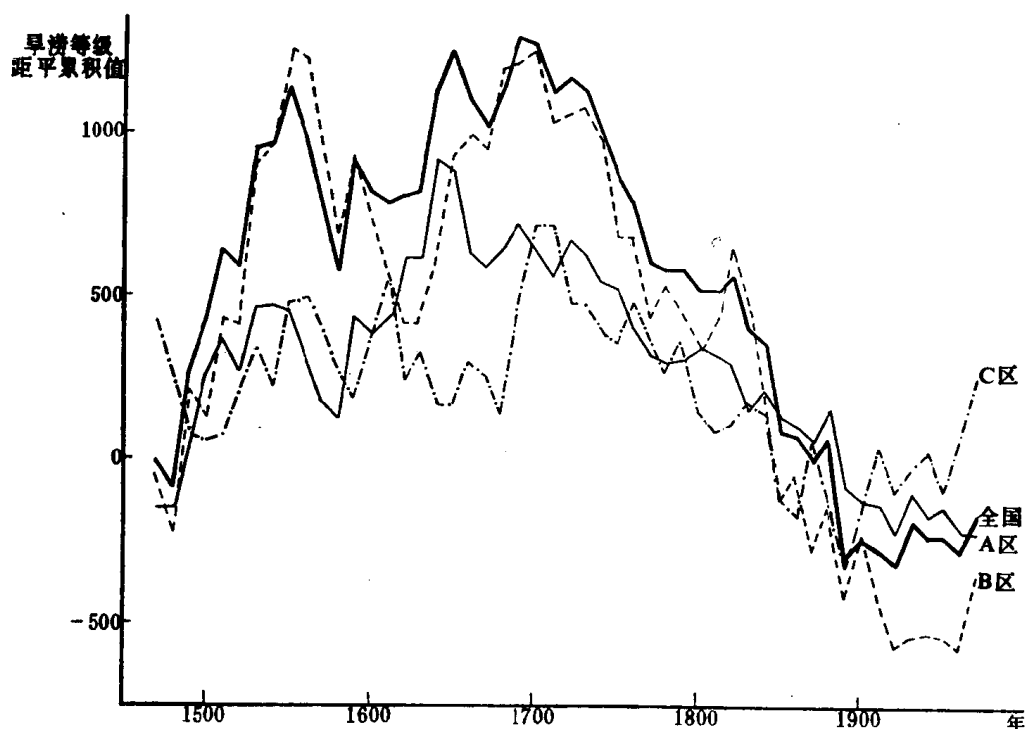


图 2 1470—1979 年旱涝等级距平累积曲线

时期均以偏旱为主。目前正处在干旱阶段中的偏旱时期。

表 9 中国近五百年干湿阶段和旱涝期

	年	偏 旱 期	偏 涝 期
干旱阶段	1479—1723 (245年)	1479—1544(66年) 1581—1644(64年) 1670—1723(54年)	1545—1580(36年) 1645—1669(25年)
雨涝阶段	1724—1924 (201年)	1774—1814(41年) 1856—1913(58年)	1724—1773(50年) 1815—1855(41年) 1914—1924(11年)
干旱阶段	1925—	1925—1945(21年) 1965—	1946—1964(19年)
平 均		57年	33年

有意义的是，旱、涝年份的出现也有分别集中于若干时段的发展趋势。从表 10 可看出在全国序列的 5 个旱段中集中了 83% 的早年，而在 4 个涝段中集中了 76% 的涝年，这个规律性是很显著的。因此，我们只要掌握这种旱、涝阶段交替的规律，对于作好异常年份的预报，显然是有帮助的。

其它各区也有类似的旱涝阶段，表 11 是 A 区的情况。它同全国情况比较，旱涝阶段大致是吻合的，但长度和起讫时间却有些差异。由此可看出，不论全国还是分区都在长达 200 年左右的阶段中，还存在着长达几十年的阶段。

根据能谱分析的结果（见表 12），全国旱涝等级序列有很强的持续性，后延为 1 的相关系

表 10 全国旱涝阶段中旱涝年的频数分布

年 代	1470— 1549	1550— 1609	1610— 1649	1650— 1669	1670— 1699	1700— 1769	1770— 1819	1820— 1899	1900— 1979	干旱阶段	雨涝阶段
年 数	80	60	40	20	30	70	50	80	80	280	230
旱年数	15	2	8	0	5	2	6	5	9	43	9
涝年数	2	8	3	5	1	9	1	15	5	12	37

表 11 北方区旱涝阶段中旱涝年的频数分布

年 代	1470— 1539	1540— 1599	1600— 1639	1640— 1669	1670— 1699	1700— 1782	1783— 1799	1800— 1856	1857— 1878	1879— 1897	1898— 1929	1930— 1959	1960— (1979)	干旱 阶段	雨涝 阶段
年 数	70	60	40	30	30	83	17	57	22	19	32	30	(20)	221	289
旱年数	18	10	19	4	7	9	5	6	7	0	9	3	3	68	32
涝年数	7	12	6	9	1	17	2	15	4	10	4	5	1	25	68

表 12 全国旱涝序列能谱

区 域	r_1	超 过 5% 信 度 的 周 期
全 国	0.351	2, 5,
A 区	0.389	5, 10—11, 24, 26
B 区	0.259	3, 5—6, 20, 169
C 区	0.168	2, 5—6, 10, 15

数 r_1 达到0.351,其中达到5%信度的周期只有两个即2年和5年,5年则为全国和各区所共有。由此可见在几十年长度的阶段中,还有数年长度的更小尺度的振动存在,形成多层次的旱涝周期。

表 13 各 世 纪 平 均 旱 涝 指 数

年 份	全 国	A 区	B 区	C 区
1470—1499	3.09	3.28	2.97	2.78
1500—1599	2.99	3.04	2.96	2.92
1600—1699	3.00	3.08	2.96	2.90
1700—1799	2.87	2.96	2.81	2.83
1800—1899	2.86	2.92	2.84	2.84
1900—1979	2.99	3.03	2.94	2.94
平 均	2.96	3.03	2.91	2.88

2. 二十世纪的旱涝

在讨论旱涝的变化时,还需要对当前气候在五百年变化中的位置,进行讨论和诊断。只有正确地评价当前的气候,才能为进一步预报今后气候变化提供基础。

从图3可看出,二十世纪的气候在近五百年来就全国平均而言不属于极端情况。很显然它比十六至十七世纪潮湿,但比十八至十九世纪干旱,居于中间的位置。

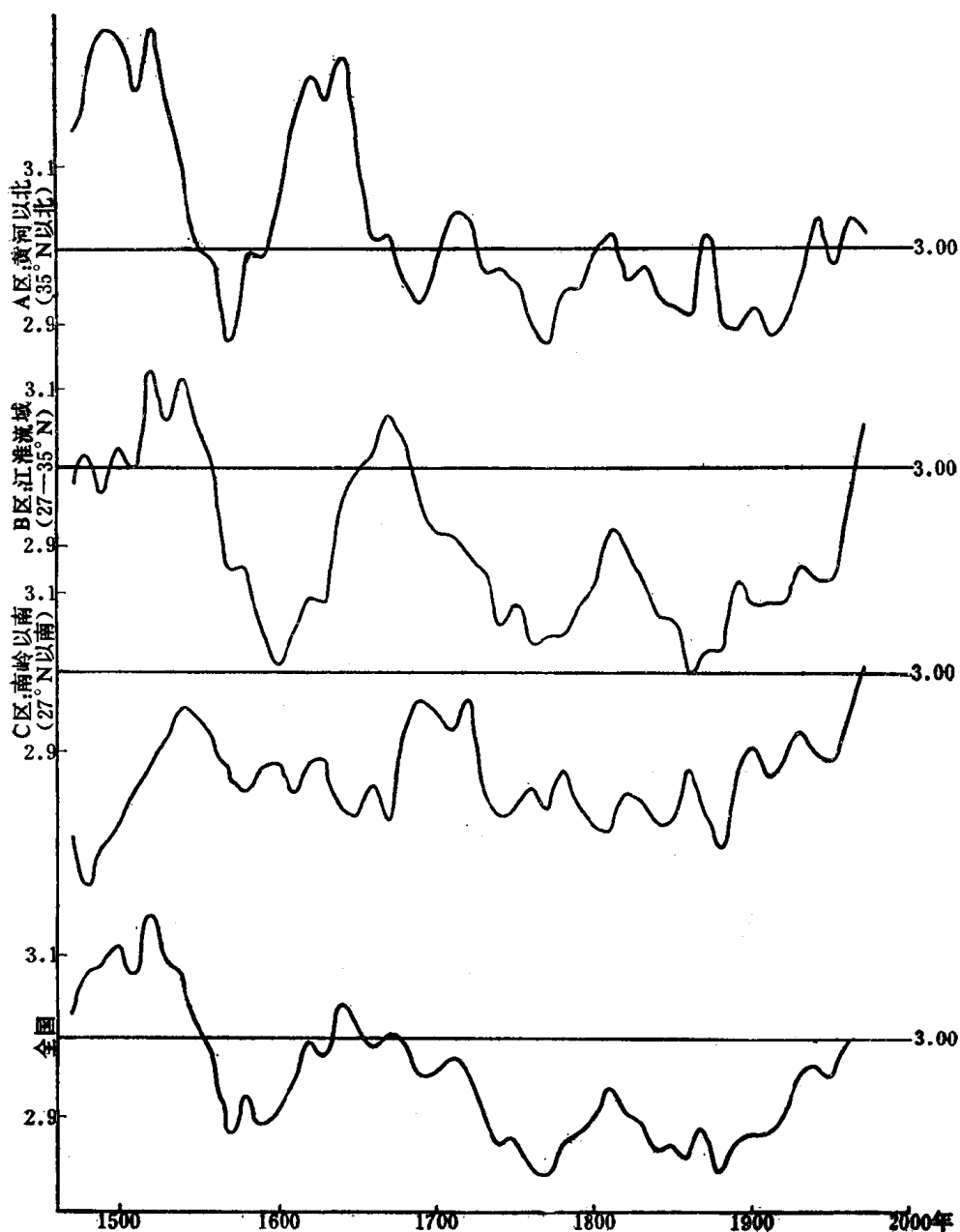


图 3 全国和各区旱涝指数500年滑动平均曲线

表 13 是按世纪统计的旱涝指数。可看出，二十世纪旱涝指数在全国和 A, B 两区都接近平均状况。在五个世纪中只是 C 区比较干旱。二十世纪 C 区共有旱年 6 个，占 80 年的 8%，这正好接近 500 年资料的平均状况（见表 2）。二十世纪 C 区的主要特点是涝年相对减少，共有 10 次，占 80 年中的 13%，而在 510 年的资料中，涝年共占 23%，相差近一倍。由表 3 可看出，二十世纪的 80 年中 C 区没有出现特涝年。因此，二十世纪 C 区偏旱并不反映在旱年增加上，而主要反映在涝年减少上。

在全国 10 个最早年中，属于二十世纪的只有 1972 年和 1965 年，但这两年都居于 10 年中的末位。在 10 个最涝年中二十世纪只有 1931 年，但也排列第八。二十世纪最突出的灾害是在江淮地区 (B)，该地区的 6 个最涝年中，二十世纪有 1931, 1954 和 1915 三年，分别居于五百

年的第一、第三和第六位；该地区的 7 个最早年中，二十世纪有 1966 和 1978 两年，分别位居五百年的第二和第四。因此，在 B 区，二十世纪的特殊旱、涝年不论在数量上和程度上都是很突出的。值得注意的是，特涝年都出现在五十年代以前，而特旱年则出现在六十年代和七十年代，属于近期的现象。因此，江淮流域在二十年代是旱涝突出的世纪，但指数平均值的变化，并无突出反映。

二十世纪还有一个显著的气候特点，即连旱、连涝年很少(见表 14)。在我国 17 次连旱、连涝年中，二十世纪只有 1928—1929 年两年连旱，旱的等级也不高(分别为 3.53 和 3.58)。A 区

表 14 各世纪全国与各区连旱连涝次数

分 区 世 纪 次 数	全 国		A 区		B 区		C 区	
	旱	涝	旱	涝	旱	涝	旱	涝
15	1	0	2	1	0	1	1	2
16	3	1	4	3	3	3	3	5
17	2	1	10	3	2	3	2	4
18	1	2	2	3	1	4	1	6
19	2	3	4	7	0	4	2	4
20	1	0	3	0	0	2	0	1
总	10	7	25	17	6	17	9	22

二十世纪没有连涝年，但 25 次连旱中，二十世纪有 1919—1920,1926—1929,1941—1942 年共 3 次，程度也不严重。B 区二十世纪没有连旱，但 17 次连涝中，二十世纪有两次，即 1948—1949，1969—1970 年，级别也不高。C 区在二十世纪中没有连旱年，在 22 次连涝中，二十世纪有一次，即 1947—1948 年，程度不严重。表 14 为各世纪连旱、连涝的统计数字。

三、中国旱涝变化与世界各地降水变化的比较

中国的旱涝同世界各地的降水有着一定的联系，以下举几个例子：

图 4 为近数百年来，中国平均旱涝等级与欧洲、美洲年降水量的距平累积曲线^[2]。为便于比较，旱涝等级的坐标向上为涝，向下为旱。可以看到，美国东部和智利中部的降水趋势几乎完全一致，而与英国(英格兰和威尔士)的降水趋势也大致相同。即这些地区降水的总趋势，十九世纪以前是减少的，而在十九世纪以后是增加的，但中国的旱涝等级由偏旱到偏涝的转折年代是在十八世纪，比欧洲和美洲提前了一个世纪。如果将中国旱涝等级的时间坐标往后推 100 年，则它们之间的趋势几乎一致。但中国旱涝等级的变化与尼罗河在开罗的最低水位的变化为反相关(见图 5)^[2]。即尼罗河最低水位偏低的年份，在中国是偏涝的；尼罗河最低水位偏高的年份，在中国是偏旱的。尼罗河的水位反映了中非东部赤道雨和埃塞俄比亚高地夏季季风雨的变化，是一个很好的反映气候变化的指标。它有自公元 620 年以来每 10 年的平均水位资料。尼罗河的水位，大约在公元 630 年,850—930 年,1100—1150 年,1400—1450 年(特别是十五世纪三十年代和十五世纪四十年代)以及十九世纪中，水位都较高^[2]。

弄清世界各地旱涝的分布有可能进一步了解气候的全球遥相关关系，并进而对当时可能出现的大气环流模式有所了解，这对于证实和说明我国古代气候以及建立气候变化的理论都有裨益。

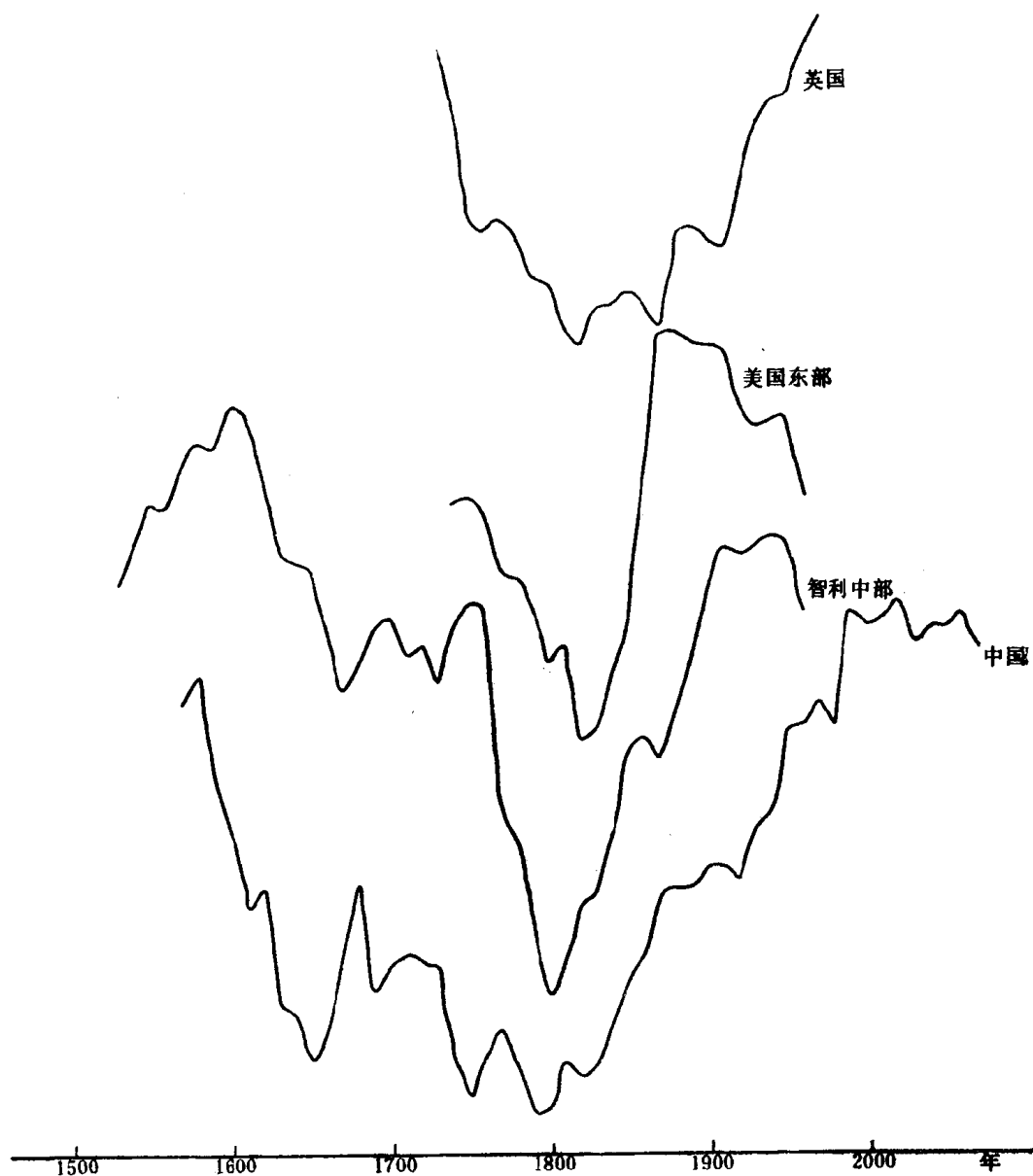


图 4 降水距平累积曲线 (为便于比较, 中国的曲线时间坐标向右移动了 100 年, 且纵坐标相反)

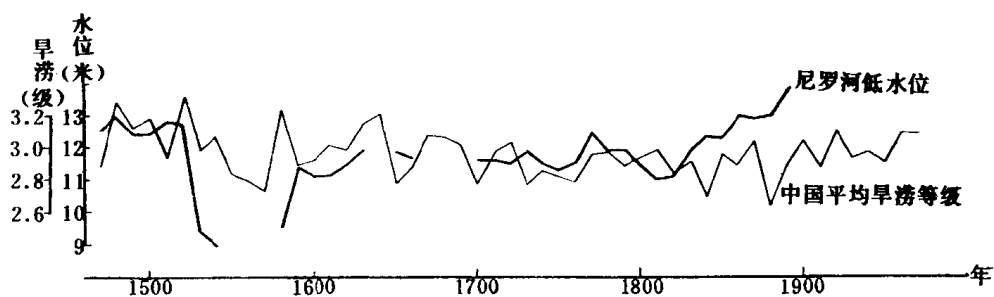


图 5 中国平均旱涝等级每 10 年平均值的变化与开罗尼罗河低水位 10 年平均值的变化