中 国 科 学
1990 年 12 月　　B 辑　　第 12 期

18 世纪长江下游梅雨活动的复原研究*

张 德 二
(国家气象局气象科学研究院,北京 100081)
王 宝 贵
(美国威斯康星大学气象系,麦迪逊)

摘　　要

本文确认了一种划分长江下游梅雨期的标准，并用于对清代晴雨录资料中，南京、苏州、杭州的记录分析处理，复原了 18 世纪长江下游地区的梅雨气候序列（1723—1800 年），给出历年入梅、出梅日期、梅雨期长度、梅雨期雨量值和历年梅雨等级表，以及早梅雨、多梅、少梅及空梅年份的年表。分析历史梅雨的各项气候统计特征，指出梅雨变化具有 9 年、4-5 年、2—3 年的准周期性，现代梅雨变化的基本特征在 18 世纪也同样存在。此外，还对 18 世纪若干典型年份的西太平洋副热带高压特征值作出了推断。

关键词：梅雨序列，长江下游地区，18 世纪，气候特征，复原

梅雨是长江中下游地区特有的天气气候现象。现有的梅雨研究仅限于对拥有气象仪器观测资料的近百年时期，得到关于梅雨活动的基本特征，如入梅、出梅日期、梅雨期长度、梅雨期雨量及其变化的周期性等的详尽的了解，并且对梅雨与副热带高压、东亚季风活动的关系作了许多有益的讨论[1-6]。本文根据清代宫廷气象档案中的南京、苏州、杭州三地的晴雨录资料，来讨论18世纪的梅雨活动，这不只是着意于复原 18 世纪的梅雨气候序列、讨论更长时期的梅雨变化特征，更欲确认近代的梅雨活动特征是否在历史时期具有重现性，并由此去推知有关 18 世纪东亚季风环流系统变化的信息。

一、18 世纪梅雨序列的重建

1. 资料

晴雨录是清代宫廷收藏的各地逐日天气记录[7]，现存的可用于气候序列研究的仅四个地点，即北京、江宁(南京)、苏州、杭州，它含有降水、天空状况(阴晴)、风向和天气现象等项目.降水项记有降水起迄时刻和降水类型。其起迄时刻用 12 个时辰表示，降水类型区别为雨、雪两

本文 1990 年 4 月 13 日收到，1990 年 7 月 15 日收到修改稿.
* 本文是美国自然科学基金会资助的中美古气候合作项目的研究报告之三. 后期工作还得到中国科学院西安黄土与第四纪地质开放研究实验室资助.

大类，按其强度又分别记为微雨(微雪)、细雨、小雨、阵雨、大雨、暴雨、雷雨等等.本文使用位于长江下游地区的南京、苏州、杭州三地的资料，其起迄年份分别为：南京 1723—1798 年，苏州 1736—1806 年，杭州 1723—1773 年. 本文所研讨的时段为 1723—1800 年，共 78 年.

笔者曾将南京等三地的晴雨录资料作定量化换算处理，得到一套基础资料序列[8]. 其中之一为历年 6—8 月的逐日的降水量等级值序列. 这序列被直接用作本文的基本资料.

2. 长江下游梅雨期的划分标准

梅雨这种大型降水过程有很强的地域性和鲜明的季节性，现代梅雨研究中既有把长江中下游地区作为一个整体看待来研究大范围的梅雨问题的，也有着眼于某区某地来讨论梅雨的变化，它们所采用的划分标准和确定的梅雨期自然也有差别.原中央气象台曾给出过雨期的定义和划分标准[4]，按这标准来确定的长江中下游地区的梅雨期与其它省市台站的比较，除个别年份外都比较接近，被认为比较合乎客观实际. 中央台的这种标准着眼于雨日的连续性和区域内 5 个代表站的总降水量两个因素. 本文寻求一种既适用于晴雨录资料状况来划分梅雨期，又可用于现代降水量资料的处理的划分标准，以便将所得到的历史梅雨序列和现代梅雨序列作对比分析. 经多次调试，决定采用南京、苏州、杭州三地来代表长江下游地区，基本上仿照中央气象台确定雨期的原则来划分梅雨期，这标准是：

(1) 三地中出现的降水的日合计雨量≥6 mm，则称为一个雨日(对只有二地资料的年份，这标准将为 4 mm/天)；

(2) 梅雨开始期：5—8 月间雨期的第一天之后的 10 天中任何时段内，其雨日天数所占比例均≥50%；

(3) 梅雨结束期：从结束日起向前 10 天中任何时段内，雨日比例均≥50%；

(4) 整个梅雨期中任何 10 天的雨日比例均≥40%，且非雨日的连续日数<5 天.

(5) 一个梅雨期内至少应有雨日 6 天，且梅雨期中 3 站降水总量的日平均值≥10 mm.

用这个标准处理现代降水资料，得到的长江下游地区梅雨期与中央气象台的长江中下游梅雨期相比较，1951—1975 年的 25 年中仅 2 年有出入，即 1954 和 1962 年，且都表现为比长江中下游梅雨期偏早 3—5 天，经分析这是由于地域范围大小的差别所致. 这也和"东亚季风的开始日期东部比西部早"[2]的特点一致. 此外，这结果与用上海气象台标准划分的梅雨期(1954—1975 年)[5]也很一致. 由此可认为本文的梅雨期划分标准合理，其划分结果有一定的代表性.

3. 历史梅雨期的划分和梅雨期雨量的推算

将上述标准用于晴雨录的基本资料序列，即得到历年梅雨期. 在笔者完成的晴雨录的 4 级制日降水量等级序列[8]中，1 级代表：0.1—2.0 mm/天；2 级：2.1—10.0 mm/天；3 级：10.1—25.0 mm/天；4 级：>25.0 mm/天. 本文确定历史梅雨期时，除了直接用这 4 级制的雨量等级序列外，还参考逐日雨型和雨时序列，以及逐日地面风向记录. 所得到的 18 世纪长江下游逐年梅雨的开始期、结束期、典型梅雨期长度和梅雨期长度的序列(1723—1800 年)如图 1 所示.

笔者已得出由晴雨录基本资料序列推算南京、苏州、杭州三地的 5—8 月的月降水量的多元回归方程组. 统计各年梅雨期所在月份(或所跨月份，比如 6 月和 7 月)的各级雨日的天数，分别代入相应月份(比如 6 月和 7 月)的回归方程中，然后即得到整个梅雨期的雨量的复原值.



图 1　长江下游地区的梅雨期(1723—1800 年)

二、分　析

1. 梅雨期特征量

从复原的历史梅雨序列可见：1723—1800 年间，平均入梅日期为 6 月 15 日，平均出梅日期为 7 月 6 日，典型梅雨期平均长 20 天，梅雨期单站平均雨量为 190 mm。其它各项出入梅的最早、最迟日期、梅期长度及雨量的特征值，详见表 1。这与用同一标准得到的现代长江下游梅雨期(1951—1980 年)的特征值相近，与本世纪长江中下游地区大范围梅雨的各项特征值也相近[3,4]。历史梅雨序列中，入梅日期与梅雨期长度之间呈正相关，其相关系数 $r = +0.59$，梅雨期长度与梅雨期总雨量的相关系数 $r = +0.75$，而近代长江中下游的梅雨序列中入梅日期与梅雨期长度的相关系数 $r = +0.57$。从图 2 也可以看到，梅雨特征量变化的对应关系。

表 1　梅雨特征量及其对比

		长江下游 (1723—1800 年)	长江下游 (1951—1980 年)	长江中下游 (1900—1980 年)
入梅日	最早	5 月 28 日(1742 年)	6 月 3 日(1956 年)	5 月 27 日(1903 年)
	最晚	7 月 4 日(1757 年)	7 月 2 日(1952 年)	7 月 4 日(1947 年)
	平均	6 月 15 日	6 月 16 日	6 月 15 日
出梅日	最早	6 月 18 日(1773 年)	6 月 14 日(1961 年)	6 月 14 日(1961 年)
	最晚	8 月 4 日(1755 年)	7 月 30 日(1954 年)	7 月 31 日(1954 年)
	平均	7 月 6 日	7 月 7 日	7 月 8 日
梅期长(天)	最长	43 (1753 年)	52 (1954 年)	50 (1954 年)
	平均	20	21	20

这些都表明 18 世纪长江下游地区的梅雨依然是该地区重要的天气气候特征，与近代相比无明显差异。

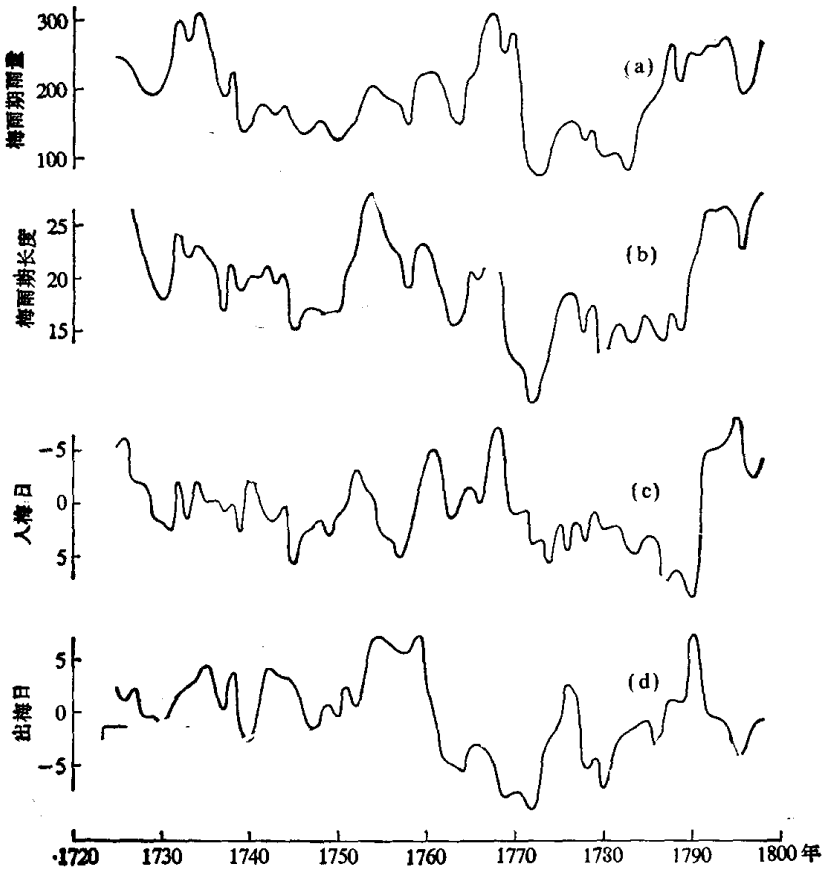

图 2 18 世纪梅雨特征量的演变曲线(1723—1800 年)
((a) 梅雨量，(b) 梅雨期长度，(c) 入梅日期，(d) 出梅日期)

从入梅、出梅日期和梅雨期长度的概率分布(图略)可见，入梅日期出现在 6 月 6 日—25 日之间的占 77%，出梅日期在 6 月 26 日—7 月 15 日的占 71%，梅雨期长度为 10—30 天的占 64%。不过与本世纪 80 年间长江中下游地区相比，其各项梅雨特征值的概率分布有些出入，这除了理解为地区的差异外，更应看作是气候变化的反映。

2. 梅雨的年际变化

(1) 梅雨变化的准周期性

对上述梅雨序列的功率谱分析表明，入梅日期、出梅日期、梅雨期长度和梅雨期雨量都一致地呈现出明显的 2—3 年的短周期变化，入梅日期、出梅日期和梅雨长度都存在 4—5 年和 9 年的准周期性，此外梅雨雨量有着 32 年的准周期变化。徐群[3]指出的现代梅雨变化的 22 年周期和世纪振动等特点，在 18 世纪却反映不出来。

(2) 多梅年和少梅年

首先统计 1723—1800 年各项梅雨特征量，再将这些特征量改用 3 级表示(表 2)，得到历年梅雨特征量等级表(表 3)。我们将梅雨期长的(3 级)且梅雨量多的(3 级)年份称为多梅年，而将梅雨期长度和雨量皆为 1 级的称为少梅年。从表 3 可见，多梅年和少梅年份还有集中出现的特点。18 世纪的 30 年代多梅年份集中，70 年代少梅雨年份集中，而 60 年代则多梅年和少梅年频繁出现。不同年代的梅雨特征值差异悬殊(表略)。

表 2　梅雨特征量的分级标准(1723—1800 年)

级别	入梅日期	出梅日期	梅期长度(天)	单站平均雨量 (mm)
1	6 月 21 日以后	6 月 30 日以前	<16	<150
2	6 月 11—20 日	7 月 1—10 日	16—24	150—250
3	6 月 10 日以前	7 月 11 日以后	>26	>250

表 3　梅雨特征量等级表(1723—1800 年)*

年份	入梅	出梅	长度	雨量	年份	入梅	出梅	长度	雨量
1723	3	2	2	2	1762	2	1	1	1 − O
1724	2	2	2	2	1763	3	1	2	2
1725	3	2	3	2	1764	1	3	1	1 −
1726	3	2	3	3 +	1765	1	2	1	1 −
1727	2	3	3	3 +	1766	3	2	3	3 +
1728	3	1	2	2	1767	3	2	3	3 +
1729	1	2	1	1 − O	1768	2	1	2	2
1730	3	2	2	2	1769	3	2	2	3 +
1731	1	2	2	3	1770	2	1	1	2
1732	2	3	3	3 +	1771	2	1	1	1 −
1733	3	2	3	3 +	1772	1	2	1	1 − O
1734	3	3	3	3 +	1773	3	1	1	1 −
1735	1	1	1	1 − O	1774	1	1	1	1 −
1736	3	3	2	3 +	1775	3	2	2	2
1737	1	3	3	3 +	1776	1	3	2	1
1738	3	2	2	1	1777	2	3	3	3 +
1739	2	1	1	2	1778	3	1	1	1 − O
1740	2	3	3	2	1779	2	1	1	1 − O
1741	2	1	1	1 − O	1780	2	1	1	2
1742	3	2	3	3 +	1781	2	2	2	1
1743	1	3	2	2	1782	1	1	1	1 −
1744	1	3	2	2	1783	2	3	2	1
1745	2	3	2	2	1784	2	1	1	1
1746	2	1	1	1 − O	1785	1	2	1	1 − O
1747	1	2	1	2	1786	2	2	2	3
1748	2	2	3	2	1787	2	2	2	3
1749	2	2	2	2	1788				
1750	2	3	2	2	1789	1	3	1	1 −
1751	1	1	1	1 − O	1790				
1752	2	1	1	1 −	1791				
1753	3	3	3	2	1792	2	3	3	3 +
1754	3	2	3	2	1793	3	2	3	2
1755	1	3	3	3 +	1794	3	1	2	2
1756	1	2	1	1 −	1795				
1757	1	2	1	1 − O	1796	3	2	3	3 +
1758	3	3	3	2	1797				
1759	2	3	2	2	1798	2	2	2	1
1760	2	2	3	3 +	1799	2	2	3	2
1761	2	2	3	3 +	1800	3	2	3	3 +

* 表中＋表示多梅年，－表示少梅年，O表示空梅年.

(3) 早梅雨

近代梅雨的研究已指出早梅雨现象[3]，这是指按梅雨标准来确定的但却出现在5月份的雨期. 早梅雨在18世纪依然存在,这些早梅雨年是: 1736,1741, 1744, 1745, 1755, 1756, 1757,1760,1762,1763,1766,1767,1769,1772,1776,1779,1787年. 值得注意的是早梅雨年份很明显地集中出现在18世纪的60年代,10年中出现了6次. 徐群指出[3]近代早梅雨较集中地出现于30—40年代(20年中7次),正值北半球显著增暖的时期. 另外CCM气候模拟实验也表明在间冰期温暖条件下亚洲南部季风加强的特点[9],然而,夏季风强弱与夏季风来临迟早有一定联系,夏季风强盛的年份季风来临早,各地雨季开始亦早. 根据这种见解,由18世纪的早梅雨现象便可以推论: 18世纪北半球的增暖始于30年代,至60年代达到最暖，90年代以后又复变冷. 关于18世纪我国南方的夏季温度记录尚属匮乏,仅仅由文献[10]复原的长江下游500年冬季温度序列可见到,18世纪的40—60年代是处于温暖的时段,其冬季温度为近500年间的正距平. 因此上述推论可为这一时期夏季温度状况提供旁证.

(4) 若干典型年份环流特征的推断

关于现代梅雨与夏季月份副热带高压活动之间的关系已有许多详细的研究[1-6]. 这些研究指出: 在入梅的早、迟和梅雨期的长、短不同的年份,其副热带高压位置有明显的差异. 比如对1951—1975年资料的分析指出[6]: 6月份115—120° E副热带高压脊线的位置平均在19° N附近,而当副热带高压脊点(588线西端所在经度)位于115° E以西则多雨，若脊点退到120° E以东,则出现干旱少雨天气; 7月份副热带高压脊线平均在25.6° N附近,当副热带高压脊线处于≤26° N时，长江流域多雨或洪涝，而旱年一般脊线偏北. 而且当脊线处于>26° N时,高压脊西伸,当脊点位于120° E以西时多旱. 假如这种对应关系在历史时期依然存在，则可由18世纪的梅雨序列推断出当年的西太平洋副热带高压活动的某些特征值来. 根据表3列出的1723—1800年历年梅雨等级值及6—8月的雨日分布、旱涝实况的综合比

表4 若干典型年份夏季月副热带高压特征值的推断

年份	梅雨特征			副高特征值		
	入梅	梅期	雨量	6月脊点位置	7月脊点位置	7月脊点位置
1726	早	长	多	<115° E	≤26° N	>120° E
1727		长	多	<115° E	≤26° N	>120° E
1729	晚		空梅	>120°	>26° N	≤120° E
1732		长	多	<115° E	上半月 ≤26° N 下半月 >26° N	上半月 >120° E 下半月 <120° E
1735			空梅	>120° E	>26° N	≤120° E
1736	早	长	多	<115° E	≤26° N	>120° E
1742	早	长	多	<115° E	≤26° N	>120° E
1755	晚	长	多	>120° E	≤26° N	>120° E
1761	早	长	多	<115° E	≤26° N	>120° E
1766	早	长	多	<115° E	>26° N	≤120° E
1772			空梅	>120° E	>26° N	<120° E
1777		长		<115° E	≤26° N	>120° E
1778			空梅	>120° E	>26° N	≤120° E
1785			空梅	>120° E	>26° N	≤120° E

较，得出其中 14 个典型年份的西太平洋副热带高压特征值的可能推断．这些典型年是根据入梅、出梅的异常早、迟，梅雨量的过多、过少或空梅，梅雨期所在月份等选定的．例如，1766 年梅雨期为 6 月 2 日—7 月 2 日，而 7 月份干旱少雨，故可以认为 6 月份脊点位置在 115° E 以西，而 7 月份脊线偏北＞26° N 并且西伸，脊点位置在 120° E 以西；又如 1732 年梅雨结束于 7 月中旬，其后直到 7 月 31 日一个雨日也没有出现，表明副热带高压脊线的北跳发生在 7 月中旬，如表 4 中的判断．笔者期待这些推断能够得到进一步的确认，以便用于历史时期大气环流的复原绘图研究．

三、结　论

1. 本文确认了一种可用于处理清代晴雨录资料来建立长江下游地区梅雨气候序列的标准，经比较被认为是合理的．

2. 分析表明梅雨活动仍然是 18 世纪长江下游地区的重要的天气气候特征．在 1723—1800 年间，平均入梅日期为 6 月 15 日，出梅日期为 7 月 6 日，梅雨期长度为 20 天，单站平均雨量为 190 mm，入梅日期偏早则雨期偏长、梅雨量偏多．这些特点与现代梅雨相近．

3. 18 世纪梅雨变化有着明显的 2—3 年、4—5 年和 9 年的准周期性，空梅年份约为5—6 年出现一次．

4. 早梅雨现象在 18 世纪的 40—70 年代较为频繁出现，尤以 60 年代最盛．这意味着 40—70 年代夏季风强盛、夏季风来临早、雨季开始早，是一个温暖时期．

5. 根据现代梅雨活动与副热带高压之间的关系，由历史梅雨序列推断出 18 世纪若干典型年份的副高特征值，为历史大气环流的绘图复原研究提供有益信息．

参　考　文　献

[1] 陶诗言等，气象学报，**29**(1958)，2：119—134．
[2] 高由禧、徐淑英等，东亚季风若干问题，科学出版社，北京，1962，83．
[3] 徐群，气象学报，**35**(1965)，4：507—518．
[4] 盛承禹等，中国气候总论，科学出版社，北京，1986 年，173—186．
[5] 沙万英等，地理集刊 11 号，科学出版社，北京，1979，126—137．
[6] 沙万英等，地理集刊 11 号，科学出版社，北京，1979，65—75．
[7] Wang, Pao K. & Zhang, De'er, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **69**(1988), 7: 753—758.
[8] Zhang, De'er & Wang, Pao K., *Acta Meteorologica Sinica*, **3**(1989), 3:262—278.
[9] Prell, W. L. & Kutzbach, J. E., *Journal of Geophysical Research*, **92**(1987), D7: 8411—8425.
[10] 张德二，科学通报，**27**(1982)，5：294—297．