

1991年异常梅雨和连续暴雨的环流特征

周曾奎

(江苏省气象台, 南京 210009)

提 要

1991年太湖及里下河地区水位均超过历史最高水位。为总结天气预报经验, 从环流特征、影响系统等方面对1991年江淮地区异常梅雨进行了分析, 并与1954年大水年作了对比。初步得出梅期集中降水的预报着眼点。

关键词: 异常梅雨 连续暴雨 阻塞高压

前言

1991年“入梅”特早(江苏定为5月21日), 且梅期暴雨频繁, 尤其在第二段梅期(6月28日—7月15日)连降大暴雨且暴雨带南北摆动大。据统计1991年淮河以南的梅雨总量普遍为600—1000mm, 其中里下河和南京地区南部达1000—1200mm, 最大梅雨量在兴化, 达1291mm, 其次在江宁, 达1179mm。是常年梅雨量的2—4倍, 比1949以来梅雨总量最多的1954年还多5成至1倍。

在56天的梅雨期中有27个暴雨日, 15个

大暴雨日, 共出现7次区域性暴雨过程, 其中连续暴雨过程3次, 尤其是在第二段梅雨期中, 区域性暴雨日12个, 局部暴雨日2个(见表1)。最大的雨量中心在高邮、兴化、东台和南京、江宁、句容、溧水范围内, 其中有6个市、县的梅雨量竟超过或相当于当地的年平均雨量(见表2)。如此集中的梅期降水, 致使太湖水位高达4.79m, 突破了历史最高水位(4.65m)。里下河兴化水位也高达3.34m, 超过最高水位0.28m。滁河、秦淮河以及无锡、常州的运河水位, 均先后超过了历史最高水位, 造成了淮河以南

表 1 1991年梅期区域性暴雨一大暴雨过程表

暴雨过程	暴雨主要落区	过程总雨量	各级暴雨站数			最大日降水量
		R/mm	≥50	≥100	≥200	R/mm
5月24—25日	淮北	20—140	7	1		赣榆116
6月1日	淮北	20—80	5			连云港83
6月8日	沿江、苏南	25—80	14			溧水85
6月12—15日	沿江、苏南	200—300	47	12		溧水178
6月28日—7月4日	江淮北部、沿江、苏南	200—360	34	11	1	高邮209
7月6—11日	江淮、沿江西部	200—450	33	12	1	盱眙202
7月14—15日	淮北、江淮北部	50—160	15	4		连云港151

注: 降水日界为05^h—05^h。

的特大洪涝。

2 1991年异常梅期的环境背景场分析

2.1 西太平洋副高早期北上, 梅期脊线

(120°E) 稳定

2.1.1 副高早期北上。在5月23日前副高脊线基本上维持在15°N附近, 5月24日出现第

表 2 1991年梅雨期雨量与多年平均雨量比较

	南京	江宁	兴化	高邮	句容	溧水
1991年梅雨期	1051	1179	1291	1057	1059	1035
多年年平均	1031	1036	1016	1022	1011	1036

一次北越 20°N 。分析历史上在5月24日前后副高脊线第一次北越 20°N 、且持续5天以上的年份有8年。

最早北越 20°N 的是1964年，其次是1976年，可见1991年副高脊线第一次北越 20°N 的日期并非历史最早。在这8年中，有5年（包括1991年）均为早梅年，3年不是早梅年。其主要原因是副高脊线第一次北越 20°N 后，在6月上旬出现西风带低槽在沿海加深，同时有台风北上，致使副高脊线在6月上旬南落或副高主体东撤，当副高脊线再次北越 20°N 时，江淮地区才“入梅”，故入梅期反而偏迟。

2.1.2 梅期中 120°E 副高脊线稳定（见图1）。从5天滑动平均分析，6月上、中旬和6月下旬后期—7月上旬前期副高脊线主要维持在 $20-23^{\circ}\text{N}$ 附近，自7月6—15日稳定维持在 25°N 。从梅期副高脊线维持在 $20-25^{\circ}\text{N}$ 的历史最长日数对比分析：1979年为34天，1983年为26天，1969年为24天，1991年为26天。除1979年梅雨量属正常—偏多外，1983、1969年均均为丰梅年。因而，从1991年梅期副高脊线演变规律，对照历史资料分析：1991年入梅偏早，梅期雨量偏多，

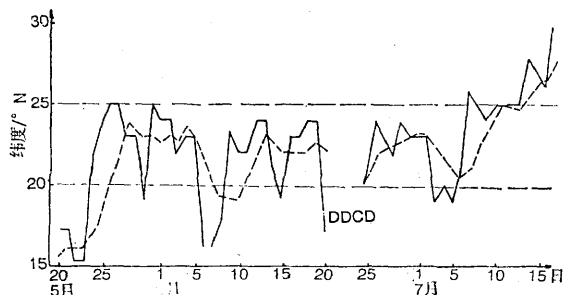


图1 1991年梅期副高脊线(120°E)演变图
虚线为5天滑动平均；D、C表示 120°E 附近为低槽区

应属涝年是与历史规律相吻合的。

2.2 两段梅期中、高纬维持稳定阻塞高压

从 500hPa 候平均图（略）分析（以存在闭等值线作为存在阻高的定义），在1991年梅期的11个候中有9个候存在阻高。

5月5候—6月4候，以乌拉尔山阻高为主，阻高中心在 $50-60^{\circ}\text{N}$ 、 $50-80^{\circ}\text{E}$ 之间。从6月6候—7月3候（第二段梅雨期）转为贝加尔湖—鄂霍次克海阻高（或贝加尔湖北部—鄂霍次克海北部阻高），俗称东阻。文献〔1〕指出：“梅雨期中一旦东阻建立，是极有利于连续暴雨过程产生的”。1991年6月28日—7月4日和7月6日—11日的两段连续大暴雨，均是在东阻形势下出现的。

2.3 候地转风急流呈现强波动型

从图2分析，5月4候以前两支急流明显，北支维持在 52.5°N 以北，南支在 $27.5-32.5^{\circ}\text{N}$ ；从5月第5候起，北支急流逐候南压。到6月2候，南、北两支急流在 $37.5-42.5^{\circ}\text{N}$ 合并，后继续南压至 32.5°N ，且持续到6月5候，7月1候西风急流一度北上达 42.5°N 。另一方面，自7月1候—4候，在 $57.5-62.5^{\circ}\text{N}$ 出现了强大的东风区，梅雨急流再次南压

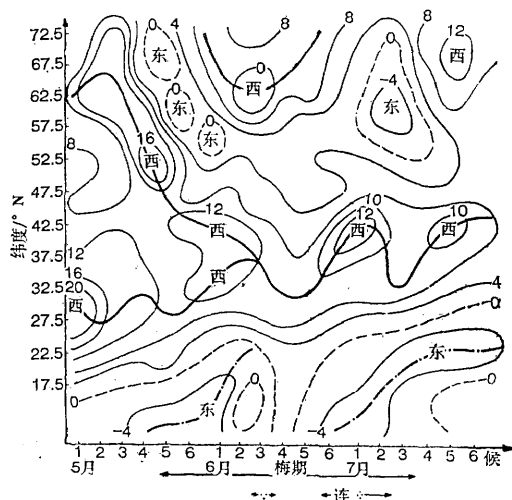


图2 1991年逐候地转风剖面图

到 32.5°N ，自7月4候起急流才稳定北移达 42.5°N 。

对照历史上28年梅期西风急流演变特征分析,1991年属I型(其特征是整个梅期中,急流轴稳定在 32.5°N — 37.5°N 之间),典型的年份有:1954、1962、1965、1974、1980年(其它2型特征见文献[1])。在这5年中,除1962年梅雨量属正常(梅期稍长,24天),1954、1965、1980年是丰梅年,1974年梅量虽属正常一偏多,但梅期长达40天。所以,1991年的地转风急流演变特征是长梅和涝梅年型。如以1991年梅期地转风急流演变呈现显著波动性分析(梅期的急流轴两次急速南压到 32.5°N),则与大涝的1954年极相似。

2.4 梅期 50° — 70°E 附近维持稳定的超长波叠加波脊

6月8—30日在 50° — 70°E 维持了22天之久的超长波叠加波脊。7月1—12日,该超长波波脊缓慢西退,7月13—18日在原超长波波脊地区出现反位相的超长波波槽,至此,环流背景发生显著调整,江淮地区梅雨结束。

1991年梅期在乌拉尔山附近维持长达一个月的叠加波脊,除了使整个梅期的环流形势相对稳定外,在该超长波脊前十分有利于引导冷空气从贝加尔湖或其以东地区南下。1991年梅期冷空气入侵频繁和副高输送的暖湿气流频频交汇,不能不归结于这种持续稳定的超长波环流背景。

3 1991年两段梅雨及连续暴雨过程的环流特征

3.1 1991年的两段梅雨

所谓“两段梅雨”,是指入梅后,前期副高脊线较稳定,但在梅期中,出现明显的副高脊线南落,甚至出现沿海槽的形势,淮河以南的阴雨天气一度结束。但当低槽东移北缩后,副高再次北上,江淮间又出现一段持续阴雨天气,直到脊线北移至 27°N ,梅期才结束。历史上比较典型的年份有1962、

1970、1982、1989和1991年5年。

出现“两段梅雨”的年份具有以下规律:

3.1.1 前段梅雨期以阴雨天气为主,出现区域性暴雨的频数不大,分别为3/11(指连续11天阴雨中有3个暴雨日,下同)4/16、2/12、5/12、8/30,且除1991年外,均未出现连续暴雨过程。

3.1.2 出现梅雨间断是由于梅雨锋系上产生气旋出海加深, 120°E 副高脊线南落,沿海槽加深所致。尤其当梅期有台风或热带气旋近海北上,更可造成较长的梅雨间断,甚至可出现短暂的晴热天气。1970年在梅雨间断期的7月6日,沿江、苏南地区出现高温,南京最高气温达 35.4°C 。

3.1.3 第二段梅雨期绝大多数年份(除1989年外)暴雨频繁,其暴雨日概率分别为5/7、7/12、14/22、7/18、14/18,且均出现连续暴雨过程。而第二段暴雨过程所造成的总降水量往往占梅期总雨量的70—80%。如1962年梅期长24天,7月4—8日,5天连续暴雨过程总雨量:沿江、苏南地区达200—250 mm,占该区域梅雨总量的70%—80%;1991年从6月28日—7月11日共14天,其中有两次连续暴雨过程,其雨量占梅雨总量的70—80%(里下河地区)和50—60%(沿江和苏南地区)。

3.2 1991年 50°N 长波增值过程对区域性暴雨的贡献

选用 $I_{4-6} = \sum_{k=4}^6 I_k(\varphi)$, $I_{1-3} = \sum_{k=1}^3 I_k(\varphi)$ 计算[1],并绘制曲线图(图略)。可以分析出:凡出现 I_{4-6} 峰(增值)对应 I_{1-3} 谷(降值),往往对应暴雨过程。1991年这种过程共出现7次,6/7均有区域性暴雨过程产生。尤其当一次 I_{1-3} 从80%的峰值连续下降,同时 I_{4-6} 连续上升的后期均出现了连续暴雨过程,所以梅期中的强降水过程,尤其是暴雨到大暴雨过程是与西风带中长波槽的发展或称“长波增值”过程有关。

表 3

1991 年两段梅期影响系统概况

影响系统	起始日	所在区域	影响日	系统位置
河西槽东移	6月26日	105—107°E	6月28日	开封—长沙
河西槽东移	7月2日	103—105°E	7月3日	青岛—汉口
河西槽东移	7月5日	105°E	7月6日	天津—宜昌
河西北槽东移	7月7日	105—110°E	7月8日	大连—开封
东北低压、低槽、切变	7月9日		7月9—12日	淮北—沿淮

因为,波数为4—6的长波是对应于大气中最不稳定的斜压波,所以梅期中长波活动的增强,无疑将对梅期暴雨产生强烈的激发作用。

3.3 第二段梅期中连续暴雨过程的环流特征及影响系统(见表3)

3.3.1 西风带持续稳定东阻

1991年第二段梅雨期自6月28日开始,暴雨接踵而至,连续出现两段连续暴雨到大暴雨过程,这两段连续暴雨过程都处在7月1—2候中,而7月1候及2候均处在贝加尔湖—鄂霍次克海阻塞高压的环流形势下。文献[1]指出:梅期中7月份具有连续暴雨候的形势特征,是东阻即贝加尔湖—鄂霍次克海阻塞高压型。这是因为在阻塞的南部或西南部(我国东北地区)经常维持切断冷涡。在冷涡后部不断有冷空气南侵,加强梅雨锋系,或使西来槽偏南东移,从而激发起一次次的

暴雨过程,1991年7月上旬的连续暴雨到大暴雨,正是在东阻环流特征下出现的。

3.3.2 西来低槽的激发作用(图3)

从图3、表3中可见,在西风带东阻形势下,蒙古—东北地区维持低压,其后部不断有冷空气南侵与稳定维持在20—24°N的副高输送的暖湿气流频频交汇。在这种极有利于暴雨产生的背景下,从6月28日到7月8日的11天中共有4次西来低槽和一次沿淮—淮北切变线影响。我省江淮地区在这5次影响系统的激发下,均出现了大暴雨过程。这些暴雨过程都是在一定的环流条件下产生的,因而,也是可以预报的。如果一旦出现有利于产生暴雨过程的环流背景,再密切注意西来槽或南下低槽切变的影响时段,是可以从中期到短期来报准梅期暴雨天气过程的。

4 1991年与1954年梅雨的比较

1991年梅期的特大洪涝是继1921年、

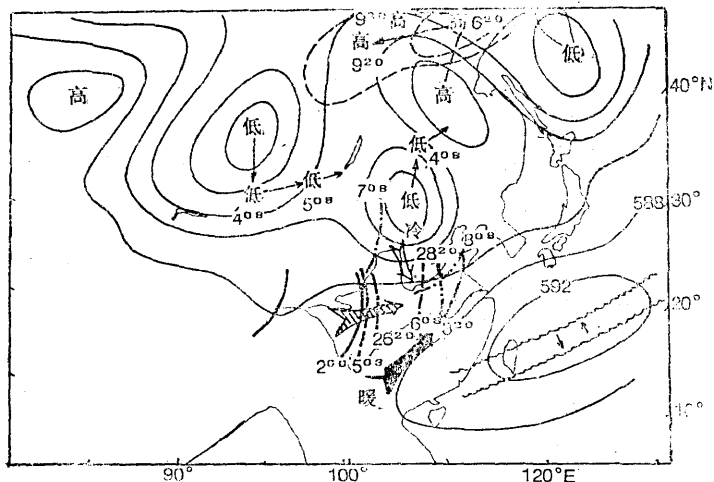


图 3 1991年7月1日20时500hPa影响系统

1931年、1954年以来最大的一次。1921年和1931年（分别与1991年梅期同时段相比）淮河以南地区的总降水量分别为：370—512mm和300—680mm，极值分别为：镇江522mm，泰州807mm。鉴于1921年、1931年资料缺乏又由于解放以来1954年的洪涝公众记忆犹新，所以我们对1991年与1954年的梅雨作一对比分析。

4.1 两年梅期总雨量和梅期暴雨过程比较

1954年梅期是6月23日—7月30日，梅期长38天，梅期总雨量分布淮河以南地区600—650mm，极值是泰州，为735mm。根据淮河以南15个测站记录统计分析：1954年梅期共出现区域性暴雨日16个。几乎占梅期长的1/2（1991年梅期56天中有27个暴雨日，也约占1/2）。其中大暴雨日8个（1991年为15个）。在1954年6月23—30日9天中，有两个区域性暴雨日，但从7月1—28日这一时段有14个暴雨日（其中7个大暴雨日），同时出现7月2日—11日和7月16—22日两次连续暴雨到大暴雨过程。所以造成1954年洪涝局面的主要降水集中期是7月2—22日，共21天。而1991年造成洪涝的降水集中期是6月28日—7月11日，共14天。从出现的特大暴雨日 $\geq 200\text{mm}$ 统计，1991年7月2日高邮：209mm，7月6日盱眙：202mm；1954年7月6日泰州：212mm，所以从梅期降水集中期的降水强度对比分析，1991年梅期无疑比1954年更甚。

4.2 梅雨期总环流形势特征的比较

4.2.1 梅雨期副高演变特征

1954年前期副高偏强，北移 20°N 时间偏早，从5月12—27日基本稳定在 20°N ；从第一次北越 20°N 而言，比1991年提早21天，在5月28日—6月21日这一时期，副高脊线维持在 18° — 20°N 。自6月23日入梅后到7月30日副高脊线持续稳定在 20° — 25°N ，没有出现梅雨间断。所以1954年梅期副高脊线比1991年更具有稳定性，1954年副高完成第二

次北跳（ $\geq 27^{\circ}\text{N}$ ）更迟。

4.2.2 西风带阻塞高压

1954年梅雨期西风带阻塞高压稳定，前期6月6候—7月4候是典型的双阻形势（欧洲阻高、贝加尔湖—鄂霍次克海阻高和巴尔喀什湖—贝加尔湖“U”型槽）。后期7月5—6候转东阻（鄂霍次克海—贝加尔湖阻高）。

1991年前期5月5候—6月4候以乌拉尔阻高为主，6月5—6候演变为双阻；7月1—2候以东阻为主。如果从东阻形成（允许同时存在西阻）作为具有东阻形势的特征统计，自1991年6月5候—7月2候共4个候。1954年自6月6候—7月6候共7个候。所以，从西风带环流具有东阻这一形势特征分析，1991年的梅雨后期和1954年梅期的环流特征是相当相似的。

4.2.3 候地转风急流轴的演变特征

根据28年梅期逐候地转风急流轴演变规律，1954年和1991年均属I型，但进一步分析入梅前后南、北两支急流明显合并（以北支急流南下为主）后维持在 32.5° — 37.5°N 的年份有：1954年、1980年和1991年3年，但从急流轴在梅期中呈现显著波动性而言，则1991年与1954年十分相似，所不同的是1954年急流在 27.5° — 32.5°N 之间摆动；而1991年在 32.5° — 42.5°N 之间摆动。从这两年中、高纬存在的东风区进行对比可见：1954年几乎整个梅期均在 47.5° — 52.5°N 之间存在稳定东风区；而1991年在梅雨后期在 57.5° — 67.5°N 之间维持东风区。所以从东风区所跨越的纬度而言，1991年超过1954年；而东风区存在的时段，则1954年长于1991年。

4.2.4 梅雨期暴雨集中期的环流特征及影响系统的同异点

梅雨期暴雨集中期：1954年为7月2—22日；1991年为6月28日—7月11日。如取7月1—2候比较，其西风带环流特征极相似：两者均具有乌拉尔山—欧洲地区的阻高或高脊，贝加尔湖—鄂霍次克海间阻高和巴尔喀什湖

一贝加尔湖间低槽，且副高均呈带状，脊线维持在 22°N 左右。从影响系统看，1954年7月2—22日的21天有8次系统影响江淮地区，前5次与1991年相似，主要影响系统为西来槽（包括西南涡）；后3次，2次为巴尔喀什湖—贝加尔湖主槽向东南方向移动，一次为东北低压发展，其低槽辐合线影响。

综上对比分析，1954年梅期除了比1991年相对短外，整个7月份的环流形势，不论是西风带阻塞高压的持续和所在位置，还是副高的带状分布、脊线稳定纬度均与1991年相似。且梅期影响江淮地区的低值系统1954年比1991年更频繁。因此，从1954年和1991年的环流特征相似性和影响系统的频度考虑，1954年梅期的降水总量和强度应与1991年相当。但由于1954年气象站布点稀少，加上暴雨的局部性较大，所以从目前气象站的降水资料分析，1954年梅雨量小于1991年，区域性暴雨和大暴雨的频数也低于1991年。

5 结语

5.1 1991年梅期的环流背景是典型的洪涝

年，尤其是梅期中西风带中、高纬的阻塞高压，副高脊线的稳定（ $20—25^{\circ}\text{N}$ ），以及梅期中地转风急流轴的持续偏南、且呈显著的波动性，均十分相似于1954年。

5.2 梅期强降水集中期的连续暴雨到大暴雨过程产生的环流背景，除了副高脊线持续稳定在 $20—25^{\circ}\text{N}$ 外，西风带中、高纬度的东阻（鄂霍次克海—贝加尔湖阻高）的存在是必备条件。

5.3 梅期中一旦东阻形成，副高稳定，就形成了冷暖空气交汇于江淮之间的总的格局。在此形势下，要十分注意河西低槽、西南低涡以及贝加尔湖—巴尔喀什湖“U”型槽分裂的低值系统的东移和东北低压强烈发展，引起低槽切变或辐合线南压影响江淮地区，它们均能对产生区域性大暴雨作出贡献。

本文计算、图表制作由陈必云、孙宝霞同志完成，致谢

参考文献

- 1 江苏重要天气分析和预报（江淮梅雨部分）下册。北京：气象出版社，1989年。