

# 太湖地区 2015 年主汛期雨情展望 及后期对比分析 ——以无锡站为例

秦建国

(江苏省水文水资源勘测局无锡分局, 江苏 无锡 214031)

**摘要:**选择历史演变法和分段法,围绕降雨极值出现后的序列特征变化对太湖地区代表性雨量站展开分析,回避了繁琐的资料统计过程,按时完成预测任务,并且取得了较好的成果。研究表明,无锡站降雨资料不但在太湖流域具有较高的代表性,在国内也具有一定的代表性,可以很好地反映我国降雨带的南北转移情况;无锡站 6 月降雨量出现特大峰值后,对 7 月的影响是负相关、降雨正常偏少,对 8 月的影响则是正相关、降雨偏多;暖冬对无锡站汛期降雨的影响是 5 月和 9 月偏少、8 月偏多,冷冬的影响正好相反。同时,总结了区域降雨的变化规律,可为防汛工作提供技术支持与参考。

**关键词:**汛期;雨情;周期;历史演变法

中图分类号:TV125

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2019)08-0014-07

## Prospect of rainfall in the main flood season ( July – August ) of Taihu Lake Region in 2015 and comparative analysis in the later period ——take Wuxi Station as an example

QIN Jianguo

( Wuxi Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province , Wuxi 214031 , Jiangsu )

**Abstract:** The historical evolution method and the segmentation method were selected to analyze the representative rainfall stations in the Taihu Lake area after the occurrence of the extreme values of rainfall extremes, avoiding the cumbersome data statistics process, completing the forecasting tasks on time, and achieving good results. The results showed that the rainfall data of Wuxi Rainfall Station were not only highly representative in the Taihu Lake Basin, but also representative in China, which could well reflect the North – South transfer of the rainfall belt in China. After the extreme peak rainfall in June at Wuxi Rainfall Station, the influence on July was negatively correlated with less normal rainfall, while the influence on August was positively correlated with more rainfall. The influence of warm winter on the rainy season of Wuxi Station was less in May and September, more in August, while the influence of cold winter was just the opposite. Meanwhile, the variation rule of regional rainfall was summarized, which could provide technical support for flood control work.

**Key words:** flood season; rain forecast; cycle; historical evolution method

收稿日期:2019-01-26

作者简介:秦建国(1970—),男,本科,高级工程师,主要从事水文勘测、中长期水文预报和气候研究工作。

## 0 引言

受“强厄尔尼诺现象”影响,2015年6月我国长江以南地区连续遭受多轮暴雨袭击,部分地区上半年降雨量已经接近或者超过当地全年的多年平均值,南方大部分地区水位都在警戒线以上高位运行,迫切需要准确的中长期水文气象预测指导下一步工作。2015年6月17日,笔者接到水利部水文局关于参加6月23~24日在北京举办“全国水利系统2015年汛期(7~8月)水文气象长期预测会商会”的邀请。此时太湖流域还没有进入梅雨季节,但是经过两轮强降雨,无锡地区当月面降雨量累计已经超过340 mm,接近6月多年平均值的2倍,防汛形势相当严峻。本人迅速根据掌握的基本资料对7~8月的降雨情况进行了预测分析,较好地完成了任务。本文根据实际情况,做了一些合理性修改,后期添加了厄尔尼诺相似年景对比分析,以供参考。

## 1 研究资料的选择

根据江苏省气象局1988年对太湖地区设立较早的8个站点的代表性分析:无锡、宜兴、苏州、吴江、常熟5个站点与太湖地区面平均降雨量的相关性较好,常州、上海、江阴3个站点略低一些,但是仍然具有一定代表性(见表1)<sup>[1]</sup>。

表1 8个站点1951~1987年汛期(5~9月)  
降雨量与流域降雨量的相关性

站名	无锡	宜兴	吴江	苏州	常熟	常州	上海	江阴
相关系数	0.88	0.86	0.83	0.87	0.81	0.77	0.73	0.78

无锡地区地势低洼,北受长江高潮位威胁,南受太湖洪水侵袭,历来是洪涝灾害频繁发生的地区,多年平均降雨量略高于1100 mm<sup>[2]</sup>。无锡站创建于1922年初,但是在1951年以前的29年期间,因战争等原因,1932年和1937年10月~1950年6月停测,此外还有3年(1922、1927和1934年)期间个别月份有中断现象,实际完成全年观测的仅有11年<sup>[3]</sup>。因此,本文选择的研究对象主要是无锡站1951~2014年的降雨资料,所用数据都经过江苏省水文部门审核,资料真实可靠。

## 2 无锡站年际降雨趋势分析

根据江苏省气候中心的研究成果,1978~1980

年是江苏地区气候变化的转折期,之前受冷冬气候所控制,此后受暖冬气候控制,两者的形成机理不同<sup>[3]</sup>。因此,根据分段法的指导原则,本节选取的研究对象是无锡站1977~2014年的降雨资料<sup>[4]</sup>。

根据本段水文序列资料的特点:笔者把年降雨量<900 mm的年份称为缺雨年,900~1200 mm之间的年份称为平雨年,降雨量>1200 mm的年份称为丰雨年;把时间连续、特征类似年份的集合体称为降雨期,按降雨年际变化情况对应分成3类降雨期,即缺雨期、平雨期和丰雨期。并总结了3条合并原则:①缺雨期:年降雨量<900 mm,一般为1年,气候转折期时可连续出现;②平雨期:一般年降雨量在900~1200 mm之间,允许包含个别缺雨年,平均值在1050 mm左右;③丰雨期:一般年降雨量>1200 mm,允许包含个别平雨年,平均值>1250 mm<sup>[5]</sup>。

通过多年研究,笔者在归类合并后发现,在暖冬气象格局影响下,无锡站降雨年际变化的水文序列具有以下特征:

从图1可以看出,无锡地区1978年以后共经历了3次从干旱—湿润周期的完整变化,其趋势特征是:每个干旱—湿润周期的时间跨度( $X\{16,9,7\}$ )与各周期中湿润期的时间跨度( $X\{,9,4,1\}$ ),都呈抛物线状( $y=x^2$ )周期性递减之势(见表2),且振幅呈减小趋势。这些现象具有一定的指向作用,如能正确解读将对预报工作有所帮助<sup>[6]</sup>。

根据目前形势和无锡站年际降雨周期性变化的特点进行分析,在经过4 a平雨期后,2015年已经进入了第四周期的丰雨期。根据国家气象局的研究,降雨带自2003年开始已经从我国南方地区转移到北方地区;国家气候中心最新的预测显示,2015年我国气候又将回到“南涝北旱”的状态。由于这2个时间节点与无锡地区气候由相对湿润(1980~2002年)向相对干旱(2003~2014年)转化的时间节点完全吻合,说明无锡站年际降雨的特征在我国南方广大地区具有一定的代表性。

## 3 无锡站历年7~8月历史演变法特征分析

历史演变法是利用某一台站某一水文气象要素历史演变曲线(即水文上的过程线)的外形特征,分析它的统计规律来做预报的方法<sup>[7~11]</sup>。这种方法的基本出发点是:任何一个水文气象要素的历史记录都反映了这个要素全面的历史变化。尽管影

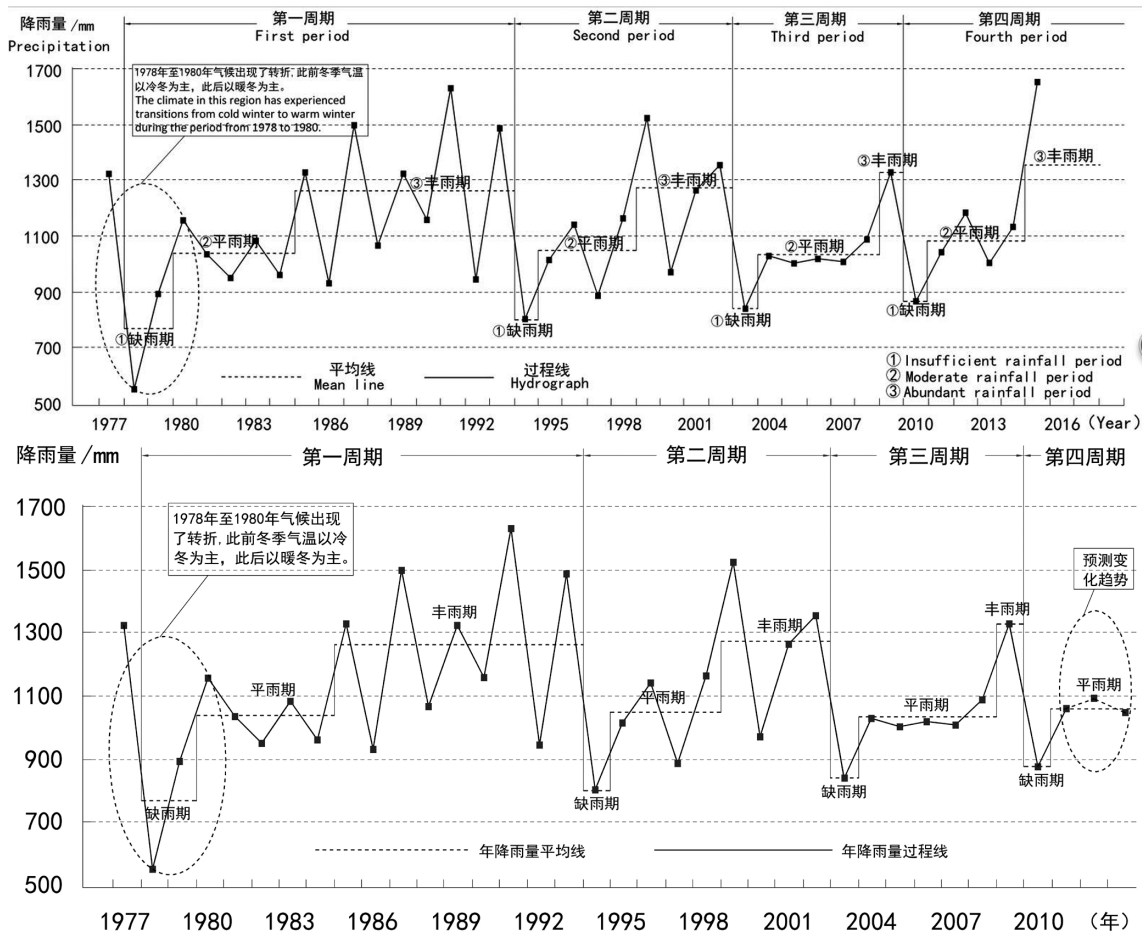


图 1 暖冬气象格局下无锡(站)地区年际降雨过程线

表 2 暖冬气象格局下无锡地区干旱与湿润周期性变化时间跨度统计表

周期分布	类别	时间(年)	跨度(a)
第一周期 (1978~1993年) 时间跨度 16a	缺雨期	1978~1979	2
	平雨期	1980~1984	5
	丰雨期	1985~1993	9(3 <sup>2</sup> )
第二周期 (1994~2002年) 时间跨度 9a	缺雨期	1994	1
	平雨期	1995~1998	4
	丰雨期	1999~2002	4(2 <sup>2</sup> )
第三周期 (2003~2009年) 时间跨度 7a	缺雨期	2003	1
	平雨期	2004~2008	5
	丰雨期	2009	1(1 <sup>2</sup> )
第四周期 (2010~A年) 时间跨度 Ba	缺雨期	2010	1
	平雨期	2011~2014	4
	丰雨期	2015~C	(Z)

响这一要素的一切外界因子与内部要素我们目前还不能一一辨认,也还不能确定各个因素的影响程度,但是这些因素的综合影响却都已经毫无遗漏地反映在这个要素的历史记录之中。因此,只要我们能够找出这一要素历史变化的统计规律,我们就可以利用这些规律来进行预报<sup>[12-13]</sup>。

### 3.1 7月降雨序列历史演变法特征分析

根据杨鉴初先生总结的历史演变法特征分析,在2014年以前,无锡站历年7月降雨量超过250 mm的共有12次,其中第2年降雨趋势上升的仅2次,都发生在气候转折期以前,并且上升幅度都不大(均小于20%);气候转折期以后出现5次,并且第2年降雨趋势都是下降的,无一例外。因此,无锡站在2014年7月降雨量超过250 mm以后,2015年7月降雨趋势下降的可能性较大<sup>[14]</sup>。无锡站历年7月降雨量过程线,见图2。

### 3.2 8月降雨序列历史演变法特征分析

在2014年以前,无锡站历年8月降雨量超过200 mm的共有11次,其中气候转折期以前出现的仅有2次,并且第2年降雨趋势都是下降的;气候

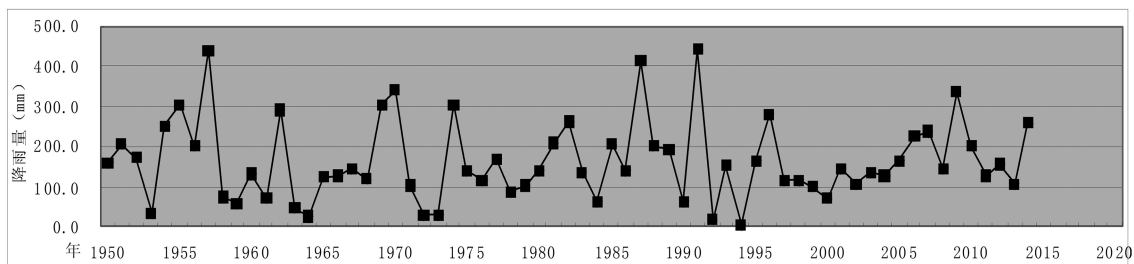


图2 无锡站历年7月降雨量过程线

转折期以后出现的有9次,仅有1989年的次年降雨趋势是上升的,并且上升幅度仅相当于上年同期的约30%,其余年份都是下降的。因此,无锡站在2014年8月降雨量超过200 mm以后,2015年8月降雨趋势下降的可能性较大;也不能排除趋势上升的可能性,若是高位连续2年上升,一般升幅也不大。无锡站历年8月降雨量过程线见图3。

总降雨量将在2014年同期的基础上继续上升,预计超过800 mm。无锡站6~8月总降雨量过程线见图5。

按照趋势分析,2014~2015年6~8月总降雨量的趋势变化情况与历史上1954~1955、1956~1957、1979~1980、1986~1987、1998~1999、2008~2009年雨情趋势类似,都是连续上升至高位的。其

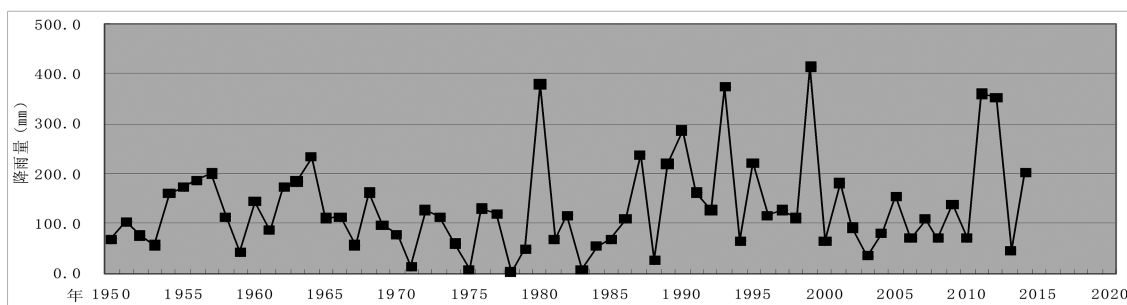


图3 无锡站历年8月降雨量过程线

### 3.3 无锡站7~8月总降雨序列的历史演变法特征

在2014年以前,无锡站历年7~8月降雨量超过450 mm的共有11次,其中气候转折期以前出现的仅有3次,并且第2年降雨趋势都是下降的;气候转折期以后出现的有8次,仅有1次(2011~2012年的气候条件与2014~2015年明显不同)第2年降雨趋势是上升的,并且上升幅度小于5%,其余都是下降的。因此,无锡站在2014年7~8月降雨量(459.2 mm)超过450 mm以后,2015年7月与8月降雨量之和超过2014年同期的可能性较小,降雨趋势下降的可能性较大。无锡站7~8月总降雨量过程线,见图4。

### 3.4 无锡站6~8月总降雨序列的历史演变法特征

在2014年以前,无锡站历年6~8月降雨量之和超过600 mm的共出现过14次,最大值是1999年的987.6 mm,其中超过600 mm但是第2年趋势上升的只有2次,并且都是发生在太湖地区丰雨期(1954~1957年)。只有当无锡站6~8月降雨量之和超过700 mm时,才能确保次年同期趋势下降。因此,根据目前处于丰雨期的形势,2015年6~8月

中趋势特征最相像的是1986~1987年,而且两者同为厄尔尼诺现象的第2年,气候条件最为接近。

### 3.5 暖冬与冷冬气候对无锡站夏季降雨的影响分析

从图2~图5中可以看出:图2中气候转折期前后的特征,还没有出现明显的不同,说明暖冬气候对无锡站7月份的降雨量影响不大;图3中气候转折期前后的特征则明显不同,无锡站8月份降雨量差值达到约27.5%,说明暖冬气候对该站8月降雨量的增加有较大的正面影响,图4~5中气候转折期前后的特征也明显不同,充分反映了对无锡站8月份降雨量大幅增长的影响;暖冬气候对无锡站5、9月降雨量的影响,则与8月正好相反,明显是负相关(见表3)。

## 4 前期降雨条件对2015年7~12月的影响分析

### 4.1 “厄尔尼诺”相似年份的对比分析

1950年以来,太平洋地区曾经发生过13次厄尔尼诺现象,其中有5次出现在冷冬气候期,8次出

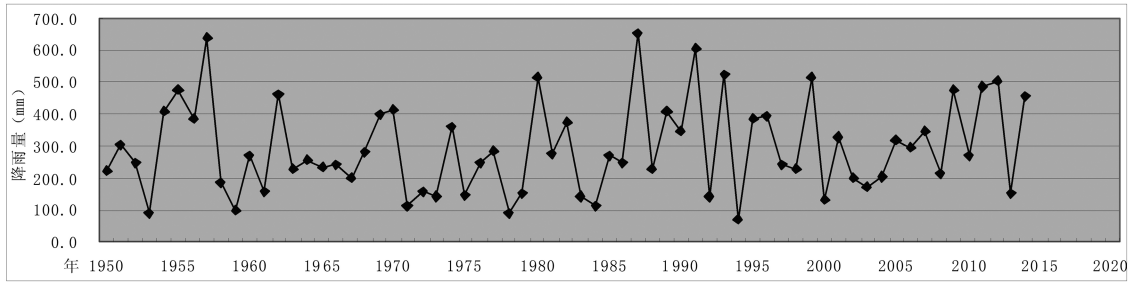


图 4 无锡站 7、8 月总降雨量过程线

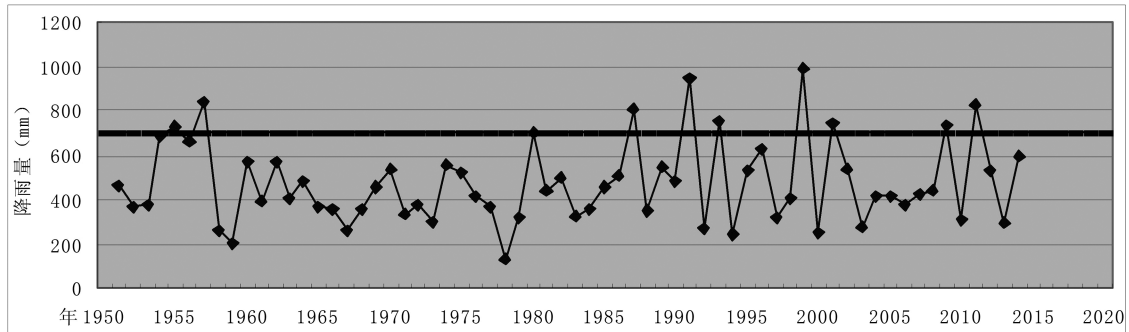


图 5 无锡站历年 6~8 月总降雨量过程线

表 3 气候突变对无锡站夏、秋两季降雨量的影响

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
冷冬期间平均值(mm)	115.3	176.8	160.4	113.7	110.0	59.8
暖冬期间平均值(mm)	95.0	180.1	166.0	145.0	82.4	57.9
多年平均值(mm)	103.5	178.7	163.5	131.5	94.3	58.7

现在暖冬气候期间。根据中国气候中心的研究,本次厄尔尼诺现象正在不断发展增强,有达到超强级别的趋势,而且对我国的影响是南涝北旱,2015 年夏季长江中下游地区将偏涝。由于厄尔尼诺现象对太湖地区降雨的影响偏多,因此可以把 7~8 月多年平均值之和(295 mm)作为 2015 年 7~8 月总降雨量预测值的下限,具体影响见表 4。

根据对比分析,本次厄尔尼诺现象对太湖地区气候的影响,与历史上的 1987 年情况比较类似,两者都是厄尔尼诺现象的第 2 年,并且都是丰雨期里(第一周期和第四周期)的丰雨年。太湖地区 1987 年 1~4 月降雨偏多,5~6 月降雨偏少,最大降雨月份出现在 7 月,约是 7 月多年平均值的 2.5 倍,8 月份降雨偏多,9 月份则比往年略少,其汛期月降雨类型是单峰型。2015 年雨情与之基本类似,不同之处是最大降雨月份出现在 6 月(见表 5)。

4.2 2015 年 6 月降雨极值对 7、8 月的影响分析

根据对无锡站的统计,月降雨超过 400 mm 的

共有 6 次,都出现在 6、7、8 月,其中暖冬时期有 5 次、冷冬时期仅 1 次(1957 年 7 月);次月降雨低于上月 50% 以下的共有 5 次,仅有 1 次例外(1987 年 8 月为 57.5%);6 月份降雨超过 400 mm 只有 2 次,次月降雨都不及 6 月的 35%,并且都低于 7 月多年平均值,无一例外。由表 6 可知,6 月的超强降雨对 7 月的影响是负相关、降雨正常偏小;对 8 月的影响则是正相关、降雨偏多。

4.3 综合分析

由于 2015 年 7~8 月份降雨量在 2014 年同期偏大的基础上(约是同期多年平均值 155.7%)继续增加的可能性极小,而且无锡站 2015 年 1~6 月降雨量已创历史新高,导致无锡站下半年降雨量只要比 2014 年同期(降雨 618.1mm,约为多年平均值的 116.3%)略多,年总降雨量就有可能创出历史新高,因此无锡站 7~12 月降雨量在 2014 年 7~12 月的基础上大幅增加的可能性不大,应在正常~偏多之间波动(结果是 670.9mm,约为多年平均值的

表 4 厄尔尼诺现象对无锡站年际旱涝的影响

序号	起止时间	持续时间 (月)	强度	对年际旱涝的影响	
				第 1 年	第 2 年
1	1957.4 ~ 1958.3	12	中等	丰雨年	平雨年
2	1963.7 ~ 1963.12	6	极弱	平雨年	
3	1965.6 ~ 1966.2	9	中等	平雨年	平雨年
4	1968.12 ~ 1969.6	7	弱	少雨年	平雨年
5	1972.4 ~ 1973.2	11	中等	平雨年	少雨年
6	1982.5 ~ 1983.8	16	极强	平雨年	平雨年
7	1986.10 ~ 1988.1	16	强	平雨年	丰雨年
8	1991.5 ~ 1992.5	13	中等	丰雨年	平雨年
9	1994.10 ~ 1995.2	5	弱	少雨年	平雨年
10	1997.4 ~ 1998.5	14	极强	少雨年	平雨年
11	2002.6 ~ 2003.2	9	弱	丰雨年	少雨年
12	2006.8 ~ 2007.1	6	弱	平雨年	平雨年
13	2009.6 ~ 2010.4	11	中	丰雨年	少雨年
14	2014.5 ~ 2015.6	≥14	强 + +	平雨年	丰雨年

表 5 “厄尔尼诺”相似年份无锡站汛期各月降雨对比

汛期各月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
1987 年(mm)	82.1	153.7	414.7	238.3	85.8
多年平均(mm)	103.5	178.7	163.5	131.5	94.3
比值(%)	79.3	86.0	253.6	181.2	91.0
2015 年(mm)	93.9	551.2	125.4	225.7	135.3
比值(%)	90.7	308.4	76.7	171.6	143.5

表 6 历史上无锡站 6 月总降雨量超过 400 mm 的年份统计

年份	月降雨量(mm)						
	6 月	7 月	与 6 月比	8 月	与 6 月比	7 月 + 8 月	与 6 月比
1999	474.6	99.5	21.0%	413.5	87.1%	513.0	108.1%
2001	420.6	144.1	34.3%	182.1	45.2%	326.2	80.9%
平均值	447.6	121.8	27.6%	297.8	66.2%	419.6	94.5%
2015	551.2	125.4	22.8%	225.7	40.9%	351.1	63.7%

126.2%)。2015 年各月降雨量与多年平均值的比较见图 6。

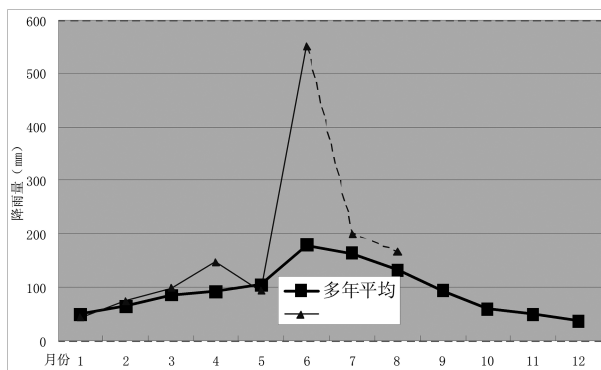


图 6 2015 年各月降雨量与多年平均值的比较

综合分析预测,2015 年 7 月降雨量趋势维持正常水平,8 月降雨量趋势是正常偏多。因此,若将 2014 年 7~8 月降雨量之和(459.2 mm)作为 2015 年 7~8 月总降雨量预测值的上限,将 2 个月多年平均值的和(295.0 mm)作为预测值的下限,可得平均值是 377.1 mm(比实测值偏大约 7.4%)。

## 5 结语

以上研究表明:

(1)无锡站降雨序列不但在太湖流域具有较高的代表性,而且在国内也具有一定的代表性,可以很好地反映我国降雨带的南北转移情况。

(2)无锡站 6 月降雨量出现特大峰值后,对 7 月的影响是负相关、趋势下降、降雨正常偏少,对 8 月的影响则是正相关、趋势上升、降雨偏多。

(3)暖冬对汛期降雨的影响是 5 月和 9 月偏少、8 月偏多,冷冬的影响正好相反,是 5 月和 9 月偏多、8 月偏少,而 6 月、7 月、10 月则影响都不大。

(4)强厄尔尼诺现象的第二年,对应的是太湖流域降雨往往偏多,无锡站月降雨的形态类型大多是单峰型。

(5)通过围绕代表性雨量站单月降雨峰值进行分析,历史演变法可以有效反映中长期水文预报的趋势变化,与分段法等配合使用效果会更好。

根据中国气象局和水利部水文局的预测分析,受厄尔尼诺现象强度不断增强,西太平洋副热带高压强度偏强和位置偏西的影响,我国长江中下游地区 7~8 月降雨将偏多,预计太湖流域 2015 年 7~8 月降雨与多年同期相比将偏多 20%~50%,有发生较大洪水的可能性。本文的分析则是太湖地区 2015 年 7~8 月降雨正常略多,由于强降雨主要集

中在 6 月,后续降雨不足,所以发生流域性大洪水的可能性不大。

实际情况是:2015 年度太湖流域年降雨量 1540.6 mm,较常年偏多 30%,其中中北部一些地方降雨量创出了历史新高,中南部地区则是正常偏多;2015 年太湖水位整体偏高,最高水位(为 4.19 m)出现在 7 月 14 日,是 1999 年流域性大洪水后第 2 次出现超过 4.0 m 的高水位;但是受大运河沿线城市排涝影响,江南运河洪水位创出了新高。因此,虽然两者的描述不同,但是观点基本一致,且本文分析结果总体上和实际情况更接近。

## 参考文献:

- [1] 吴文富,陆安娜,费清培.太湖地区气候资源研究[M].北京:气象出版社,1992.
- [2] 秦建国,朱玲,任小龙,等.无锡地区太湖春汛成因分析[J].江苏水利,2010(7):19-21.
- [3] 秦建国,张涛,孙磊,等.气候转折期前后无锡站年际旱涝周期水文特征对比分析[J].水文,2017,37(6):51-57.
- [4] 秦建国.对无锡地区湿润年景周期性变化的思考[J].人民长江,2010,41(增刊1):50-55.
- [5] 秦建国,洪国喜,张涛,等.无锡站年际降水趋势、特征与预报分析[J].水文,2013,33(4):92-96.
- [6] 秦建国,张泉荣,洪国喜,等.太湖地区 2011 年春季严重干旱成因与预测[J].水资源保护,2012,28(6):29-36.
- [7] 林沛榕,张艳军,洗翠玲,等.不同时间尺度的中长期水文预报研究[J].水文,2017,37(6):1-8.
- [8] 易淑珍,王钊.水文时间系列周期分析方法探讨[J].水文,2005,25(4):26-29.
- [9] 桑燕芳,王中根,刘昌明.水文时间序列分析方法研究进展[J].地理科学进展,2013,32(1):20-30.
- [10] 江三宝,毛振鹏.信息分析与预测[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [11] 芮孝芳.水文学研究进展[M].南京:河海大学出版社,2007.
- [12] 周恩济,林镜榆,范钟秀,等.气象学[M].南京:河海大学出版社,1989.
- [13] 范钟秀.中长期水文预报[M].南京:河海大学出版社,1999.
- [14] 秦建国,洪国喜,朱骊,等.无锡地区降水年际变化趋势分析与历史演变法的应用[C]//中国水文科技新发展:2012 中国水文学学术讨论会论文集.南京:河海大学出版社,2012.