

# 月相对江南春雨年际变率的可能影响

万日金<sup>1,2,4</sup> 谭 晶<sup>3</sup> 潘蔚娟<sup>2</sup>

(1. 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029; 2. 广东省气候与农业气象中心;  
3. 国家海洋环境预报中心; 4. 中国科学院研究生院)

**提 要:** 验证华南气候谚语“六月逢双暑, 有米无柴煮”的符号正确率达到90%, 其内部隐含的物理本质可能反映的是月球相对于地球的位相(月相)的年际变化对华南前汛期降水的影响。将其推广到一般情况, 求得月相与华南前汛期降水以及江南春雨的相关分布图, 表明相关显著, 特别是与江南春雨的关系更为密切。计算了月相与江南春雨的30年滑动相关, 发现该相关具有很高的稳定性。小波分析表明两者具有相同的2~3年显著周期, 说明它们之间内部可能存在物理联系。因此, 月相可以作为江南(华南)预测春季(前汛期)降水的一个重要的预报参考判据。月相对降水影响的内部物理机制目前尚不清楚, 可能是日月的引潮力的年际变化引起的。

**关键词:** 月相 汛期 降水 相关分析 周期

## The possible Influence of Moon Phase on the Inter-annual Variation of the Spring Persistent Rains over Southeastern China

Wan Rijin<sup>1,2,4</sup> Tan Jing<sup>3</sup> Pan Weijuan<sup>2</sup>

(1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;  
2. Guangdong Climate and Agrometeorology Center; 3. National Marine Environmental Forecasting Center;  
4. Graduate University of Chinese Academy of Sciences)

**Abstract:** In South China, there prevails a proverb “Man can't cook rice for the firewood is wetted by rainy weather when it encounters two solar terms of Slight Heat and Great Heat in Chinese lunar June”. The proverb is validated and its accuracy is 90%. In terms of physical meaning, it possibly reflects the effect of the annual variability of the relative phase of the

moon (MPH) toward the earth on the rainfall in South China early flood season (SCEFS). From that point of view, the proverb is generalized and the correlation fields between MPH and rainfall in SCEFS and the spring persistent rain (SPR) are calculated. It shows highly significant relationships, especially MPH relates to SPR. Running correlation field between MPH and SPR shows high stability of the relationship. Their wavelet transform shows that they have same significant 2—3a periods, indicating their possible internal physical relationship. Therefore, the relationships can be applied to operational predictions as an important reference. But the mechanism is not clear. Maybe it comes from the annual variability of the tide force of moon.

**Key Words:** Moon phase South China early flood season (SCEFS) rainfall spring persistent rains

## 引 言

天文因子对天气气候的影响已引起不少学者的关注。如陈菊英<sup>[1]</sup>用特例概率统计方法表明, ENSO事件对天文物理主周期和天文特征有明显的响应, 长江大水年对节气日的月相年变化有显著的响应关系。韦志刚等<sup>[2]</sup>用正月十五月影长度预测乌盟地区汛期降水共33年, 收到了良好的预报效果, 并分析指出月亮的引潮力的垂直分量的正负决定了降水的偏多或偏少。任振球<sup>[3]</sup>利用天文因子对1998年的连续特大暴雨进行了成功的预测, 并指出只有月亮奇异位置时的引潮力共振才是特大暴雨的主要触发因子, 并且它对各种特大自然灾害的触发作用具有普适性。韩延本<sup>[4]</sup>认为, 许多天文因子对某些自然灾害有一定的调制作用。深入开展天文因素与自然灾害的相关研究, 对认识自然灾害现象和提高自然灾害的预测预报水平具有重要意义。

目前, 在天文因子对天气气候的影响方面, 还有不少工作<sup>[5~8]</sup>, 并取得了一定的实际应用效果。如果能进一步对天文因子所表现出的特殊作用进行全面、深入和系统的分析研究, 并找出其影响的物理机制, 对天气

气候的预报预测和防灾减灾无疑将具有非常重要的意义。这方面的工作已有任振球<sup>[5]</sup>对朔望时刻引潮力垂直分量与热带气旋强度变化进行了统计分析, 发现其相关性通过0.01显著水平的显著性统计检验。另外, 对于华南前汛期的降水和江南春雨预报预测也有不少研究<sup>[10~14]</sup>。本文从气候谚语出发, 揭示月相与华南前汛期降水和江南春雨在一般统计意义上的相关事实以及稳定性, 再利用小波变换分析两者之间的联系, 并对可能机制进行讨论。

## 1 使用资料介绍

文中散点图使用广东省1957—2002年4—6月86站总降水量距平百分率, 其中气候平均取1971—2000年; 相关场的降水资料来自国家气候中心整编的1951—2000年国内730站逐日降水资料, 统计每站月降水总量, 并插值到 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 经纬度网格上。全部月相资料查自万年历。

## 2 月相与华南前汛期降水的相关

在华南民间流行着这样一条谚语: “六月逢双暑, 有米无柴煮”。意思是说, 农历六月的日子里如果先后出现“小暑”和“大

暑”两个节气，那么这一年的降水将异常偏多，柴草也因阴雨浸透而点不着，即使有米也无法生火做饭。这是一个形象而生动的比喻，到底事实如何呢？

众所周知，地球绕太阳公转的相对位置可以阳历日表示，月球绕地球公转的相对位置可以阴历日表示，由于两者公转周期不同，并且是非整数倍关系，不同年份当地球相对于太阳处于同一位置（即阳历为某日）时，月球相对于地球所处的位置（即阴历为某日，其实就是月相，下文称月相）会有所不同。“六月逢双暑”其实就是锁定小暑日出现在阴历月的上半月6月1—15日之间，从而锁定天体日地月的某种相对运动位置。“六月逢双暑，有米无柴煮”本质上反映的是日地月相对位置的年际变化对华南降水的影响。由于在确定的年周期内日地月的相对

运动是唯一的，其他任一阳历日所对应的月相也同样可以代表该相对位置。因此，为方便起见，对于华南前汛期降水，以其业务上统计时段（4—6月）的开始日4月1日的月相来代表历年日地月的相对位置，以广东省来代表华南，来研究它们之间的关系。图1是1957—2002年广东省86站前汛期（4—6月）总降水量平均距平百分率与当年4月1日对应月相的散点分布图，图中横坐标的1~5和24~30区为“双暑”年，图中粗实线为散点的2阶趋势线。由图可见，趋势线呈中间低两头高型，在其两端的“双暑”年偏多的趋势是非常明显的。经检验，46年中其符号正确率达到90%（18/20）。这说明该谚语很好地概括描述了华南的气候规律，反映了我国古代劳动人民的聪明才智。

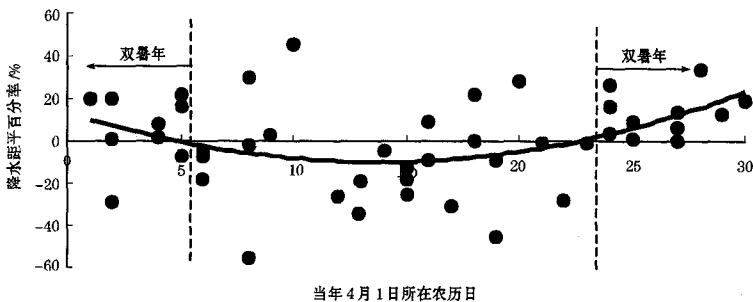


图1 1957—2002年广东省86站前汛期（4—6月）总降水距平百分率与当年4月1日所在农历日散点图  
图中粗实曲线为各散点2阶趋势线

由图1还可见，趋势线的最低点出现在月相为12日左右，向两边呈大致线性增长，于是可以合成一变量  $S$ ，

$$S = |A - b| \quad (1)$$

其中  $A$  是任意一公历日所对应的月相，这里取4月1日所在月相； $b$  是平均最大负异常中心月相，这里是阴历12日，这样  $S$  就代表每年4月1日的月相与阴历12日的远近程度，越远时降水偏多的概率就越大。将

$S$  与华南1951—2000年前汛期的总降水量求相关，得到图2。由图2可见，月相与华南前汛期降水的相关是明显的，华南大部地方的相关系数显著性水平超过1%<sup>[15]</sup>。一般概率统计相关场的显著性又一次证明了上述谚语的正确性。由图还可以进一步看到华南各地相关性分布的细致结构，广东、广西、福建大部，湖南、江西南部、浙江东南部，甚至四川盆地南部都具有明显的相关。

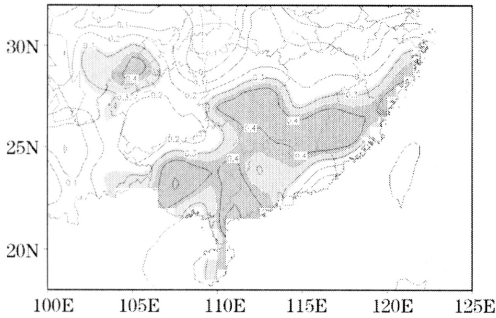


图 2 1951—2000 年华南前汛期（4—6 月）总降水与 4 月 1 日所在月相相关图  
浅色与深色阴影区显著性水平分别超过 5% 与 1%

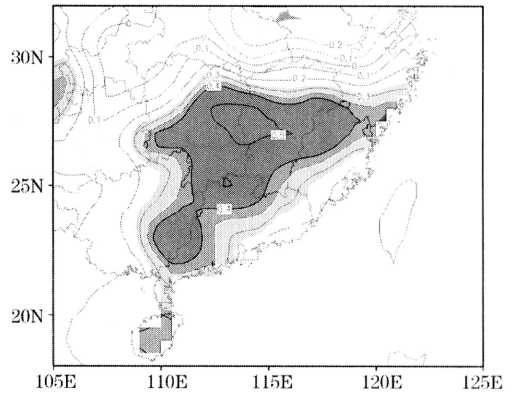


图 3 1951—2000 年江南春雨（3—4 月）与 3 月 1 日月相相关图  
说明同图 2

### 3 月相与江南春雨的相关及其稳定性

在中国东部降水气候平均图上，2 月底至 5 月上旬期间，在江南（24~30°N、115~120°E）有一持续稳定的降水带，降水大值中心轴线位于武夷山脉至南岭一线，这就是“江南春雨”<sup>[7]</sup>。江南春雨的年际变率很大，降水最多是 1992 年，平均每天达 11mm，其正异常是标准方差的 2.5 倍；最少年是 1971 年，只有 2.4mm，其负异常是标准方差的 2.3 倍。江南春雨对于江南地区的春耕生产非常重要，太早了下不了种，太涝了会烂种烂苗。因此，做好江南春雨的预报，并提前做好应对措施非常重要。

与华南前汛期有所不同，将式（1）中的 A 取为每年 3 月 1 日的月相，相应平均负异常中心日 b 为阴历 8 日，得到 1951—2000 年的一时间序列 S。将 S 与江南春雨期（资料所限，这里取 3—4 月代表）的降水求相关，得到比华南前汛期更好的相关场（如图 3）。由图 3 可以清楚看到，江南至华南大部的相关通过 1% 显著水平的显著性检验。可见，月相变化对江南春雨的年际变率的相关是很明显的。

这种相关在气候意义上的稳定性如何？世界气象组织（WMO）规定取 30 年的平均值作为气候平均态，因此取 30 年作为考察相关稳定性的时间尺度。图 4 是 3 月 1 日月相 S 与纬向平均（115~118°E）江南春雨（3—4 月）30 年滑动相关图。图中年份值表示 30 年滑动相关结束年，如 1985 年的值代表 1956—1985 年共 30 年的平均降水与月相的相关值，如此滑动到 2000 年。由图

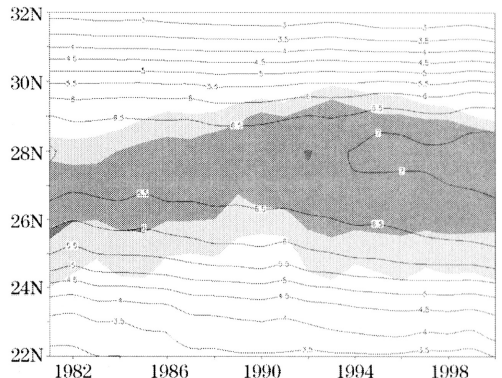


图 4 1951—2000 年江南春雨（3—4 月）与 3 月 1 日月相 30 年滑动相关图

阴影区说明同图 2，等值线是日平均降水 115~118°E 纬向平均 30 年滑动值，单位：mm/天

可以看出,在江南春季,6mm 以上降水大值中心带基本维持在  $26\sim 29^{\circ}\text{N}$  之间,而月相与降水的高相关区基本与之重合,并显著性水平超过 1%。从 1981 年到 2000 年,这种相关性稳定维持,1990 年代更为明显。

因此,月相与降水的显著相关可以作为实际业务预报中一个重要的参考,据此不仅可以对“双暑年”降水进行预报,对非“双暑年”降水也可以进行预报,如在 2004 年的华南前汛期降水预报中,根据该年 4 月 1 日所在农历为 2 月 12 日,虽为非“双暑年”,但处于最大负异常中心日,所以预报华南前汛期降水异常偏少,可能出现异常干旱,实况表明该预报完全正确。利用该相关关系,还可对少数假“双暑年”进行甄别,如 2005 年在历法上是“双暑年”,但 4 月 1 日是阴历 23 日,处于“双暑年”与非“双

暑年”之间(参见图 1),该判据显示降水无明显趋向性。因而预报员做预报时要突破谚语的局限性,做到心中有数。

#### 4 月相与江南春雨具有同样的 2~3 年显著周期

上面分析了月相对江南春雨影响的显著性和稳定性,那么这样的特性又从何而来?将江南春雨序列和 3 月 1 日月相 S 序列进行小波分析后发现,江南春雨除了具有 50 年左右的年代际变化周期达到白噪声显著性检验外,还有一显著周期为 2~3 年(见图 5 左);而月相在 2~3 年亦存在一显著周期(见图 5 右),其功率谱曲线与江南春雨的非常相似。这说明月相与江南春雨之间的显著相关并不是偶然的,确实有其内在的原因。

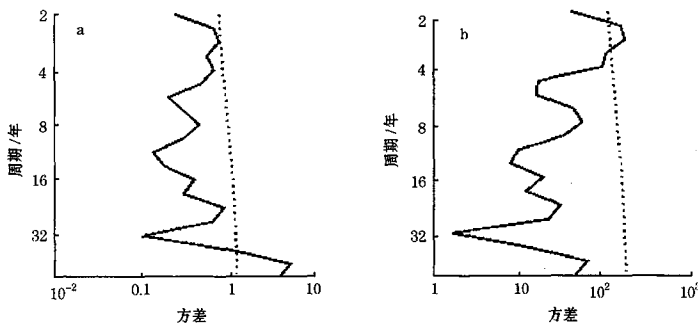


图 5 江南春雨 (a) 与月相 (b) 的小波分析功率谱 (实线) 及白噪声显著性 (90%) 检验 (虚线)

## 5 结论与讨论

本文验证了华南气候谚语“六月逢双暑,有米无柴煮”的符号正确率为 90%,并深究其物理意义,实质上反映的是日月地三者的相对周期运动年际变化与华南前汛期降水的关系,并由此推广到一般情况,合成新的月相变量,求得月相与华南前汛期降水和江南春雨的高显著相关场,证明月相与江

南春雨的相关更为明显并维持稳定,小波分析表明它们具有相似的功率谱曲线,2~3 年周期明显,它们很可能具有某种内在的联系。因而月相可以作为江南、华南短期气候业务预报中的一个重要参考指标。

这么显著的相关性的内部物理机制又是什么呢?日月相对于地球的位置和距离的周期性地变化导致日月对地球上各地的引潮力也存在复杂的周期性变化。海潮是由于引潮力的累积效应引起,同理大气也应有大气潮

汐,有累积效应。海洋潮汐的起伏可达数米,必然引起附近大气质量的重新分布,导致大气的水平和垂直运动。但大气潮汐和海洋机械强迫的影响究竟有多大现在还没有充分的认识。任振球<sup>[3,5,8,9]</sup>认为是引潮力共振直接作用于天气系统引起大气垂直上升运动的突变,在天气条件合适的情况下可触发大暴雨、特大暴雨,在某些情况下又会抑制大气的上升运动,这样也可以导致降水的异常偏多或偏少。还有一种可能是通过海洋海温的间接作用。陈菊英<sup>[1]</sup>分析认为,由日-月-地三体运动位相的年变化造成了日一月对海水的复合引潮的年变化,海水受到具有年际变化的引潮力的影响上翻运动也存在年际变化。引力大之年冷水上翻运动就强,海洋表层温度变偏低,引力小之年海水上翻运动弱,海洋表层温度变偏高。是否大气对ENSO的响应又导致江南和华南降水的年际变化?月相影响江南、华南降水的内部物理机制还值得进一步深入研究。

### 参考文献

- 1 陈菊英. ENSO和长江大水对天文因子的响应研究. 地球物理学报, 1999, 42(增刊): 30~40.
- 2 韦志刚, 张双印. 用正月十五月影长度预测乌盟地区汛期降水的机理分析. 高原气象, 1997, 16(4): 425~432.
- 3 任振球. 内外因耦合预测1998年长江持续性特大暴雨的实践检验及其发生机理. 地球信息科学, 2001, 2: 53~59.
- 4 韩延本, 李志安, 赵娟. 天文学与自然灾害的相关研究. 北京师范大学学报(自然科学版), 2000, 36(4): 555~557.
- 5 任振球, 张素琴. 月地位相与长江中下游梅雨期. 气象, 1992, 18(5): 12~14.
- 6 张素琴, 任振球, 李松勤. 江淮特大洪水与引潮力异常. 气象, 1992, 18(9): 21~25.
- 7 李松勤, 张素琴. 引潮力对副高的影响及在入梅期中的作用. 气象, 1996, 22(6): 42~45.
- 8 任振球. 引潮力共振对热带气旋突变的触发作用. 气象, 1998, 24(9): 12~16.
- 9 任振球. 突发性特大自然灾害触发因子的发现及其物理研究方案. 中国工程科学, 2004, 6(12): 1~6.
- 10 张爱华, 吴恒强, 覃武等. 南半球大气环流对华南前汛期降雨影响初探. 气象, 1997, 23(8): 10~15.
- 11 吴宝俊, 彭治班. 江南岭北春季连阴雨研究进展. 科技通报, 1996, 12(2): 65~70.
- 12 陈绍东, 王谦谦, 钱永甫. 江南汛期降水基本气候特征及其与海温异常关系初探. 热带气象学报, 2003, 19(3): 260~268.
- 13 王谦谦, 陈绍东. 江南地区汛期降水与热带海温关系的SVD分析. 干旱气象, 2004, 22(3): 11~16.
- 14 Shao-Fen Tian, Tetsuzo Yasunari. Climatological Aspects and Mechanism of Spring Persistent Rains over Central China. Journal of the Meteorological Society of Japan, 1998, 76(1): 57~71.
- 15 黄嘉佑. 气象中使用统计检验的几个问题. 气象, 2005, 31(7): 3~5.