

1954 年长江巨洪中物理因子的叠加作用

冯利华, 陈 雄

(浙江师范大学地理系, 浙江 金华 321004)

摘要: 分析了形成 1954 年长江巨洪的物理因子, 指出现有研究主要侧重单个物理因子对 1954 年长江巨洪的影响。事实上, 1954 年长江巨洪是这些因子叠加作用的结果, 并且因子越多, 叠加作用越强, 巨洪的量级也就越大。

关 键 词: 长江巨洪; 物理因子; 叠加作用; 强信号

中图分类号: P331.1 文献标识码: A 文章编号: 1000- 0690(2004)06- 0753- 04

长江巨洪指长江全流域性的特大洪水。由于长江汉口站的集水面积占流域总面积的 82.3%, 故汉口站的水文特征值基本上能反映全流域的水文状况。从汉口站 1865 年以来有实测记录的洪水来看, 最大的一次巨洪发生在 1954 年(最高洪水位 29.73 m)。该年长江流域出现了一次长达 4 个月之久的、由近 20 次暴雨过程组成的暴雨群降水, 汉口站日平均最大流量的重现期达到 1 400 年一遇^[1], 长江中下游地区有 $317 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 农田被淹, 受灾人口达到 1 888 万人, 死亡 3.3 万人。

长江巨洪威胁极大, 其预测也极为困难^[2]。为此, 拟根据现有研究, 对 1954 年长江巨洪中物理因子的叠加作用作一探讨, 以期对长江巨洪的长期及超长期预测有所裨益。

1 物理因子

从现有研究来看, 形成 1954 年长江巨洪的物理因子主要包括:

1) 太阳黑子活动。太阳黑子活动具有 11 年的周期变化, 长江洪水与太阳黑子活动具有明显的对应关系。若把长江汉口站 113 年的年最高洪水位按太阳黑子活动 11 年周期位相进行排列, 可得该站年最高洪水位超过警戒水位(26.30 m)的各位相的次数(表 1)。可以看到, 该站超过警戒水位的年份主要集中在太阳黑子活动的峰年(M 年)和谷年(m 年)及其前后。

为了进一步分析这种关系, 把汉口站按 11 年

周期位相排列的平均年最高洪水位 H_0 绘成图 1 [其中 $H_0 = (H_{-1} + 2H_0 + H_{+1}) / 4$], 可以更清楚地看到 H_0 与太阳黑子活动关系密切^[3]。太阳黑子活动还具有 22 年的磁周期变化, 即在太阳北半球的双极黑子群中, 前导黑子的磁极性大约每隔 11 周年转换一次, 这样大约 22 周年完成一次周期变化。自 1865 年以来, 1867, 1889, 1913, 1933, 1954, 1976 和 1996 年都是前导黑子的磁极性发生转变的年份, 而这些年份与太阳黑子活动 11 年周期的谷年是一一对应的。1954 年符合这种对应关系, 因此这一年长江流域发生了巨洪。

表 1 汉口站年最高洪水位超过警戒水位的次数

Table 1 Times of over-warning level of yearly highest flood level in Hankou Station

位相	-3	-2	-1	m	+1	+2	+3	-3	-2	-1	M	+1	+2	+3
次数	1	5	2	6	1	1	0	0	1	1	3	3	2	0

2) 厄尔尼诺事件。厄尔尼诺事件是赤道东—中太平洋上层海水的异常增暖现象, 它是通过海洋—大气作用来影响长江巨洪的。在正常情况下, 赤道太平洋盛行偏东风(信风), 大洋东侧的表层暖水被输送到西太平洋, 西太平洋水位不断上升, 热量也不断积累, 以致西部海平面通常比东部偏高 40 cm, 西部海温通常比东部偏高 5℃左右。当厄尔尼诺事件出现时, 信风减弱, 西太平洋的表层暖水迅速向东蔓延, 东太平洋地区冷水上翻作用随之减弱, 这样赤道太平洋海表温度在西部下降, 东部上升, 以致西太平洋副热带高压位置偏南, 中纬度

收稿日期: 2003- 10- 28; 修订日期: 2004- 02- 04
基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(402034)。
作者简介: 冯利华(1955-), 男, 浙江建德人, 教授, 主要从事灾害地理学的教学与研究工作。E-mail: fenglh@zjnu.cn

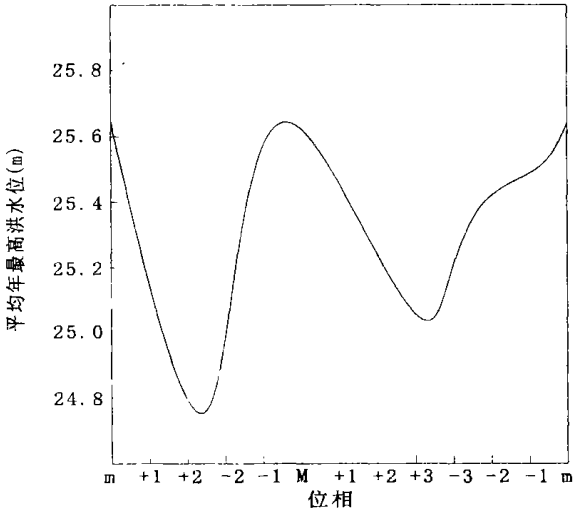


图 1 汉口站年最高洪水位与太阳黑子活动的关系
Fig. 1 Relationship between yearly highest flood level in Hankou Station and sunspot activity

西风带出现阻塞形势(阻高),此时引起亚洲季风偏弱,使中国夏季主要雨带位置偏南,最终形成长江巨洪。1953 年是厄 尼诺年,由于厄 尼诺事件的滞后影响效应,1954 年长江出现了巨洪。

3) 青藏高原南部大震。青藏高原对大气的加热和冷却作用是十分明显的。章基嘉院士的数值试验表明^[4],东亚大气环流异常对直接影响对流层中层热力状况的青藏高原地面温度变化十分敏感。如果高原南部前期适度增温,那么有利于形成乌拉尔山和鄂霍茨克海的双阻型环流,使北方冷空气和副高西侧的暖湿气流在江淮地区强烈交绥,从而有利于长江流域梅雨带的加强和维持。

青藏高原是印度板块与中国板块碰撞挤压而隆起的巨形地体,其下的岩浆活动和构造运动十分活跃,在地震尤其是 7 级以上大震发生前后,大量地热从地下释出,使高原地面温度出现明显的正距平。1954 年 3 月 21 日,青藏高原东南方的缅甸北部发生 7.4 级大震,因而 1954 年长江出现巨洪。

4) 日食。太阳辐射能在地球上呈现不均匀的纬向分布,使两极成为低温热源,赤道成为高温热源,从而导致大气环流的运行。日食与洪水具有一定的关系,因为当日食发生时,地球上接受的太阳辐射减少,从而使大气环流发生异常变化,以致出现洪水^[5]。研究表明,大尺度涡旋的动能约为地球一日获得的太阳能量的 7/800,不到 1/100,这远小于一次日食形成的大气有效位能,所以一次日食

可以激发大气长波。大气长波形成的触发作用有热力作用和动力作用,海陆之间的温差是热力作用,而阿尔卑斯山、青藏高原对西风环流的阻挡是动力作用。日食也是一种热力作用,而且是形成洪水的主要因素,因为海陆和地形的作用每年都是不变的,不能形成气候的距平,而日食次数每年不尽相同,最多为三次,最少为零次。1954 年 1 月 5 日发生了日环食,1954 年 6 月 30 日又发生了日全食,因此,1954 年的长江巨洪与这两次日食有关。

5) 近日点交食年。在近日点,地球受太阳的吸引力最大,公转速度最快,日月食在年头、年尾出现,此种年份称为近日点交食年^[6]。一方面在近日点交食年,日月引潮力引起近日点交食年潮汐,并引起厄尔尼诺现象,另一方面在近日点地球接受的太阳辐射比在远日点多 7%,赤道暖流把吸收的热量通过黑潮送至中国沿海,且暖流蒸发也较多,增强了太平洋副高的活动能量,进而影响中国水文气象的异常变化,导致特大洪水发生。1954 年是近日点交食年,因此该年长江出现了巨洪。

6) 天文周期。把黄道面四颗一等恒星先后与太阳、地球运行成三点一直线的 4 个天文奇点的太阳投影瞬时位相,看成一种天文周期^[7]。黄道面附近 4 颗一等亮星和太阳位于地球的两侧,视赤经相等之时为“合日”;4 颗一等亮星和太阳位于地球的一侧,视赤经相差 180°为“冲日”。合日和冲日都是星、日、地三者成直线之时。这种直线关系表现为角冲日、毕合日、北河三合日、轩辕合日 4 个天文奇点的太阳投影点先后扫过地球赤道两侧留下的天文位相。天文奇点出现时,地球受到的天体引潮力达到最大值,同时大气环流也发生异常变化,从而导致洪水灾害。研究证实,已知的天文周期与长江流域旱涝有较好统计相关,相关率可达 94%。

7) 星际引力。在太阳、月球和各大行星对地球的引潮力中,月球的引潮力最大,太阳次之,木星第三^[8]。虽然它们的引潮力数值很小,但当它们的方位出现冲合时,引潮力将增大,从而引起气潮变化,激发异常天气过程的形成和发展。统计表明,自 1153 年以来,长江中上游出现过 8 次特大洪水(1153, 1560, 1788, 1796, 1860, 1870, 1896, 1954 年),除 1560 年以外,其余 7 次特大洪水均发生在木星处于冲合或其邻近方位之时。尤其是 1954 年夏至前后,正值水星内伏,火星正退,土星退毕,三个星都靠近地球,叠加在一条直线上,以致长江流

域这一年出现了百年未遇的巨洪。

8) 西太平洋副热带高压。长江巨洪由大范围的大气环流异常引起。分析长江巨洪的天气形势, 可见基本环流异常极为相似: 即欧亚西风带环流呈现阻塞形势, 乌拉尔山和鄂霍茨克海为脊, 贝加尔湖为槽, 有利于冷空气频繁南下, 而西太平洋副热带高压强而稳定, 副高脊线位置西伸, 有利于孟加拉湾西南暖湿气流源源而来, 这样北方冷空气和南方暖湿气流在长江流域持续交绥, 以致出现强降雨过程。这种天气形势持续时间长, 如 1954 年, 旬平均副高脊线位置在 5 月中上旬就到达 $19^{\circ} \sim 20^{\circ} \text{N}$, 较常年偏早约一个月, 直到 7 月中下旬仍维持在 $23^{\circ} \sim 24^{\circ} \text{N}$, 较常年又推迟约一个月(表 2)。

表 2 西太平洋副高脊线 ($125^{\circ} \sim 140^{\circ} \text{E}$) 的平均纬度位置
Table 2 Average latitude position of ridge line ($125^{\circ} \sim 140^{\circ} \text{E}$) of subtropical high on the West Pacific Ocean

年 份	5 月上旬	5 月中旬	5 月下旬	6 月上旬	6 月中旬	6 月下旬	7 月上旬	7 月中旬	7 月下旬
1954	19.3	21.0	21.0	19.5	19.5	22.8	23.2	22.9	24.2
常年平均值	17.5	17.9	18.3	18.0	20.0	23.3	24.7	27.9	32.9

2 物理因子的叠加作用讨论

上述物理因子对长江巨洪的影响有强弱之分^[10, 11]。如太阳黑子活动、厄尔尼诺事件、青藏高原南部大震对长江巨洪的影响较强, 属于强信号, 而天文周期、星际引力对长江巨洪的影响较弱, 属于弱信号。由于它们都是通过引起大范围的大气环流异常而导致长江出现巨洪的, 因此太阳黑子活动、厄尔尼诺事件、青藏高原南部大震、日食等可以分别称为日气作用、海气作用、地气作用、食气作用。分析表明, 长江巨洪是这些因子叠加作用的结果, 并且因子越多, 信号越强, 巨洪的量级越大。

表 3 列出了 20 世纪太阳黑子活动磁周期转变年前后长江洪水的量级和部分物理因子。分析可知, 1998 年长江巨洪的物理因子和 1954 年相差无几, 但 1998 年不是近日点交食年; 虽然 1998 年也

9) 前冬海温距平场。通过分析北太平洋前冬(头年 12 月至当年 3 月)海温距平场与长江流域水旱年份的关系, 表明在前冬海温距平场上, 水旱年份不同, 异常前兆也不同, 大涝大旱年份的异常前兆更为突出^[9]。若以 N 表示海温正距平, L 表示海温负距平, 那么根据北太平洋海温自西向东的变化情况, 可以得到四种海温异常型, 即 NLNL 型(偏涝)、LNLN 型(偏旱)、NL 型(大涝)和 LNL 型(大旱)。如 1953~ 1954 年冬季, 黑潮海域强烈增温, 从西北太平洋副热带洋面起, 沿着暖流方向, 一直延伸到日本海均为暖水区, 而东北太平洋的广阔海域几乎全为冷水区(NL 型), 对应的 1954 年汛期, 长江流域出现了百年未遇的巨洪。

出现了两次日食(1998 年 2 月 27 日日全食, 1998 年 8 月 22 日日环食), 但 1954 年的日全食出现在长江汛期, 而 1998 年的日全食出现在长江非汛期(汛期日全食的作用大于非汛期); 1998 年的长江巨洪出现在磁周期转变年的后两年, 而 1954 年的长江巨洪出现在磁周期转变年的当年, 因而 1998 年的长江巨洪次于 1954 年。1931 年既不是近日点交食年, 又没有发生日食, 并且还处在磁周期转变年的前两年, 因而 1931 年的长江巨洪排在 20 世纪中的第三位。1976 年也是磁周期转变年, 同时又是厄尔尼诺年, 但在次年的 1977 年上半年青藏高原南部未发生大震, 少了地气作用, 故长江 1977 年未出现巨洪(该年汉口站最洪水位为 26.07 m, 稍高于多年平均值 25.37 m)。1913 年是磁周期转变年, 在 1913 年前后, 1912 年缅甸也发生了 8 级大震, 但厄尔尼诺年出现在 1914 年, 次年要到

表 3 20 世纪磁周期转变年前后长江洪水的量级和部分物理因子
Table 3 Grade and some physical factors of flood along the Changjiang River around the transformation year of magnetic cycle in the 20th century

磁周期转变年	洪水年份	最高洪水位(m)	最大洪峰流量(m^3/s)	日气作用	海气作用	地气作用	食气作用
1954	1954	29.73	76 100	✓	✓	✓	✓
1996	1998	29.43	71 100	✓	✓		
1933	1931	28.28	59 900	✓	✓	✓	
1976	1977	26.07	50 800	✓	✓		
1913	1915	24.62	42 900	✓	✓		✓

1915 年, 而 1915 年相距 1912 年较远, 故长江 1915 年未出现巨洪(该年汉口站最高洪水位只有 24. 62 m, 低于多年平均值)。综上所述, 只有 1954 年出现的物理因子最多, 叠加作用最强, 因此, 1954 年长江出现了有实测记录以来最大的一次巨洪。

研究长江巨洪中物理因子的叠加作用旨在为预测服务, 但现有研究只是一种定性的探讨, 还不能作出定量的分析, 尤其是各个物理因子对长江巨洪的贡献有多大, 因子之间的互相联系又如何, 这些问题还有待于进一步的探讨。

参考文献:

[1] 陈金荣, 黄忠恕. 长江流域 1954 年特大暴雨洪水[J]. 水文, 1986, 6(1): 56~ 62.

[2] 冯利华. 江淮流域大洪水的因子分析及成因链初步构造[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(3): 273~ 278.

[3] 冯利华. 江淮流域大洪水的发生规律探讨[J]. 地理科学, 2000, 20(5): 427~ 430.

[4] 章基嘉, 徐祥德, 苗俊峰. 青藏高原地面热力异常对 1991 年夏季江淮流域持续暴雨形成作用的数值试验[J]. 大气科学, 1995, 19(3): 270~ 276.

[5] 赵得秀. 论日食与水旱灾害的关系[J]. 灾害学, 1989, 4(4): 88~ 93.

[6] 倪京苑. 在近日点交食年我国江河水文气象的异常现象初探[J]. 人民长江, 1987, 18(6): 47~ 51.

[7] 张人杰, 李贞堂. 天文周期与长江流域洪涝关系的探讨[J]. 灾害学, 1988, 3(1): 24~ 27.

[8] 湖北省石首气象站. 怎样用行星方位来预报旱涝[A]. 中央气象研究所. 气候变迁和超长期预报文集[C]. 北京: 科学出版社, 1977. 77~ 79.

[9] 黄忠恕, 王钦梁, 匡 齐, 等. 北太平洋和青藏高原下垫面热状况与长江流域汛期旱涝关系初步探讨[A]. 长江流域规划办公室. 水文预报论文选集[C]. 北京: 水利电力出版社, 1985. 184~ 186.

[10] 冯利华, 陈立人. 20 世纪长江的 3 次巨洪[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(1): 8~ 11.

[11] 冯利华. 长江巨洪前期物理因子的配置[J]. 地理科学, 2002, 22(4): 504~ 507.

Superposition Function of Physical Factor in Super Huge Flood along the Changjiang River in 1954

FENG LiHua, CHEN Xiong

(Department of Geography, Zhejiang Normal University, Jinhua, Zhejiang 321004)

Abstract: Super-huge flood along the Changjiang River refers to extra large flood in the entire drainage basin of the Changjiang River. Known from the measured records on floods at Hankou Station since 1865, the largest flood is occurred in 1954 (highest flood level 29. 73m). Based on current available studies, major physical factors for the formation of super-huge flood along the Changjiang River in 1954 include: (1) sunspot activity, (2) El Nino event, (3) strong earthquake in the south of Qinghai-Tibetan Plateau, (4) solar eclipse, (5) cross eclipse year of perihelion, (6) astronomical cycle, (7) inter-star gravitation, (8) subtropical high of West Pacific, (9) anomalous field of sea temperature at previous winter. The effect of these physical factors on super-huge flood along the Changjiang River is strong also weak. Example, the effect of sunspot activity, El Nino event, strong earthquake in the south of Qinghai-Tibetan Plateau on super-huge flood along the Yangtze River is relatively strong which belongs to strong signal, while astronomical cycle, inter star gravitation to weak signal. As they result in super-huge flood along the Yangtze River in the light of large scale anomaly of general circulation, sunspot activity, El Nino event, strong earthquake in the south of Qinghai-Tibetan Plateau, solar eclipse may be named surr air interaction, ocean air interaction, land air interaction, edipse air interaction respectively. The general researches are mainly focused on the impact of single physical factor on super-huge flood along the Changjiang River in 1954. In fact, super-huge flood along the Yangtze River in 1954 is the superposition result of these factors. Because of the most physical factors and the strongest superposition in 1954 compared with the other floods in the 20th century, the grade of super-huge flood along the Changjiang River in 1954 is the greatest.

Key words: super-huge flood; Changjiang River; physical factor; superposition function; strong signal