

1978年酷暑与副高活动

向元珍

(江苏省气象台)

提 要

1978年长江中下游初夏出现空梅,盛夏连续干旱,并延续到9月上半月,以致6月下旬至9月上旬其间连续出现三段持续高温,为近百年来所未有。由于副热带高压的异常发展,500毫巴一个几乎围绕整个北半球的候平均副高环带不稳定崩解,在西太平洋形成一个强大的副高单体,逐候向西移动、增强和扩展。同时,伊朗~青藏高原有强暖高压东移。两个副高单体合并、增强并控制我国大陆,造成江淮流域7月上旬和9月上旬的两次特殊异常高温。低纬环流表明,副热带长波的异常发展也是造成1978年副高特强和酷暑的另一个原因。分析还发现,副高活动及持续高温有一个个月左右的准周期性变化。

1978年夏季,我国东部地区出现了历史上罕见的奇旱酷暑。江淮流域春旱接空梅,伏秋又连旱,尤以夏季伏旱为最严重。长江下游的安徽、江苏、浙江和赣北等地6~8月总雨量都比常年平均雨量偏少3~5成以上,部分地区偏少7~8成。如南京1~10月总雨量仅有472.0毫米,比1905年有资料以来的70年间雨量最少的1913年同期雨量528.8毫米,还少56.8毫米。

与此同时,江苏省出现了高温酷热天气。4~9月,每月平均气温高于常年同期平均值约1~3度,而且日最高气温 ≥ 35 度的高温天数,在有记录的历史上也是少见的。如南京的高温天数达35天,虽比最多年份的1934年51天为少,但也接近最多的1966年(37天)。1978年高温酷暑天气的最显著的三个异常特点是,高温开始特早,气温特高,而且结束特迟。1978年6月下旬提前进入盛夏(提早10~15天)。从6月25日~7月10日半月内,长江中下游大部分地区,日最高气温 ≥ 35 度的持续高温达11~15天;上旬有2~3天日最高气温达39~40度,平均气温达33~34度,比常年偏高5~7度。到了9月上旬,本应很少出现 ≥ 35 度的日最高气温,但却出现了反常的持续高温天气。以南京为例,9月1~8日内高温

天气竟达4天。夏季高温天气出现之早、结束之迟、持续之久、范围之广，是长江中下游地区有记录以来所罕见的。

从历史资料来看，在1954~1977年7月上旬~9月上旬共168个旬中，江苏省有40个旬属于高温少雨(旬平均气温比常年值偏高1度以上，旬内少雨或基本无雨)。其主要原因在于有不同强度的副高单体或副高脊(≥ 588 位势什米)控制，从而造成江苏省高温少雨的有38个旬，占95%，其中有6个旬的旬平均气温明显偏高(旬距平值 $\geq +3$ 度)。这6个旬的588线都进入我国东部地区，副高中心就在长江口至南京、杭州、南昌一带，中心强度都高达589~592位势什米。

1978年的高温干旱，同样是副高三次直接控制所造成的。该年高温季节的异常提早、异常酷热以及异常延迟，则是与副高的异常变化密切有关的。

二

副高是一个稳定而强大的行星尺度天气系统。它的位置和强度变化，对夏季旱涝有极其密切的关系。我们把副高活动运用于夏季长期天气预报时，曾定义一个月平均副高综合指数 I^* ，将几个主要的副高特征值(副高面积指数 G 、 $120^\circ E$ 的副高脊线位置 Z 、副高西伸脊点 W)按不同的权重组合为副高综合指数

$$I = G + Z + W$$

以便较全面的表示副高的位置、强度。结果发现： I 及其距平 ΔI 有明显的准周期性和持续性； ΔI 有周期性的持续偏高和偏低现象，多数偏低偏高期可持续1~2年；在出现 $\Delta I \geq 16$ 的极高值后4~9个月内，副高仍然较强。根据副高综合指数的长周期分析，1973年10月~1976年9月为持续偏低期；1977年1月开始进入持续偏高期，而且1978年2月的 $\Delta I = 19$ (略小于1964、1973年2年的 ΔI 值)，故1977年~1978年副高处于较强的周期之中。事实上，1978年副高活动都是较强的。

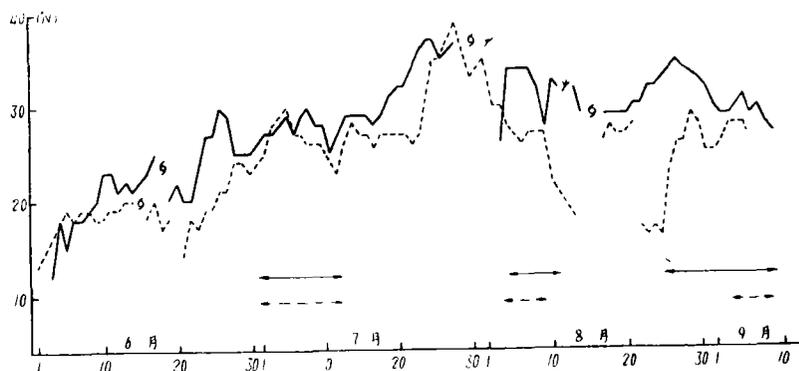


图1 1978年(实线)和1977年(虚线) $120^\circ E$ 副高脊线位置演变曲线。实、虚双箭头线为副高单体控制江淮流域时期

*向元珍，副高综合指数及其应用，副高的长期变化及其与长江下游汛期旱涝关系的初步研究(第一辑)，中气象局，1978

在副高持续偏强的长周期中，副高脊线位置的逐日变动，仍具有明显的周期性、阶段性和跳跃性^[1]。如图1所示，1978年夏季，120°E处的副高脊线有三次明显的北跳（6月下旬、7月下旬和8月下旬），而江淮流域也有三次受副高中心控制（即7月上旬、8月上旬、9月上旬）。这正是该年夏季江淮流域出现三次持续高温过程的时段。在图2中，1978年南京逐日最高气温曲线图上也清楚的显示出这一点。逐日最高气温曲线演变和副高脊线的南北进退都反映出极有规律的准一个月周期（图1，2中还附上1977年的演变情况，

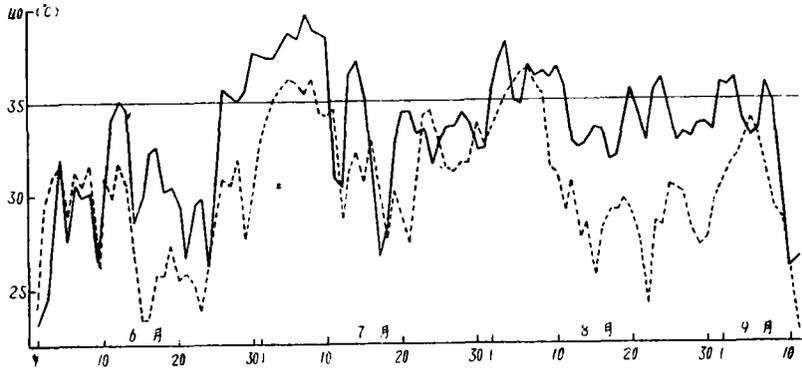


图2 1978年（实线）和1977年（虚线）夏季南京逐日最高气温变化曲线

其演变趋势与1978年的过程几乎完全相似，只是7月上旬和9月上旬的日最高气温，1977年比1978年低得多）。因此，

1978年夏季的高温是在一个较强的副高活动的长周期中，江淮流域三次受副高中心控制而造成的。但是为什么早在7月上旬就出现39~41度的酷热，以及迟到9月上旬还出现反常的35~36度高温呢？这可从500毫巴图上副高的异常变化来解释。

在盛夏7~8月，北半球副高发展到最大强度，不仅太平洋和大西洋副高的强度增强、范围扩大、西伸北上，而且在亚洲、北非和北美大陆上也出现强大的副高单体。在发展最强时，这些副高单体可以在短期内相互连接，形成一个几乎围绕整个北半球副热带地区的588位势什米线的闭合副高环

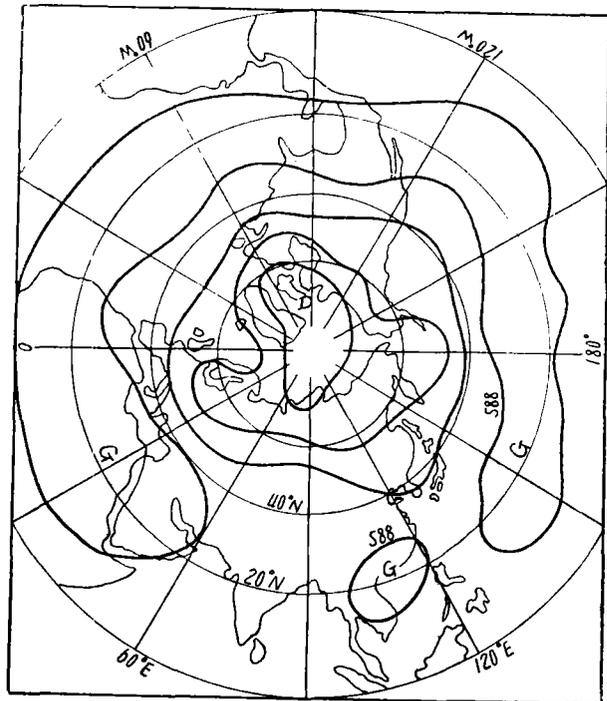


图3 1978年6月11—15日500毫巴候平均图

带*(只是由于印度季风低压的发展, 带状高压在南亚通常是中断的)。这种现象在7~8月逐日500毫巴图上时有出现, 但并不能持续很久。在候、旬平均图上这种几乎环绕北半球的副高环带还是不多见的。副高环带的出现, 既代表着整个北半球副高势力的增强, 也蕴藏着副高发生突变的可能性。如果将副高的气压——高度值沿纬圈展开, 就将成为一条几乎平直的纬向曲线, 这显然是不能持久的。它必然产生动力不稳定而崩解为一个个波动, 即形成一个个副高单体。1978年夏季就出现了两次这种异常的发展过程。

从图3可见, 早在6月第3候, 在20°N纬圈上出现了一个几乎围绕全半球的副高环带。从135°E往东经整个北太平洋、北美、北大西洋、北非直至60°E伊朗高原的副热带地区, 为—588线包围的副高环带, 最大中心值大多在589~591位势什米间(仅北美出现592~593位势什米)。南海地区还有一较小副高单体, 只是在印度附近才断开。这种副高环带只维持了1候就崩溃了, 表现在西太平洋地区有一强大副高单体形成和发展。6月第4候, 西太平洋副高单体588线的东西范围约在130°~180°E, 其中还出现592闭合等高线。以后588线逐候向西扩展移动, 6月第6候已进入我国大陆的江南地区。7月1~5日588线迅速西伸到105°E, 并北抬到35°N, 同时伊朗高原有副高脊东伸与之合并。因此, 7月第2候和第3候, 强大的副热带高压已经控制90°~140°E, 20°~35°N的我国淮河以南和日本以南洋面的广大地区, 候平均副高中心高度达590位势什米。

我们再考察一下副高环带崩解后的副热带高度场形势。当6月第3候出现副高环带时, 在全半球20°~30°N, 副热带纬度的500毫巴高度廓线相当平直, 变化于588~591位势什米之间, 只有印度地区为一低压, 高度为584位势什米。从6月第4~5候起, 副高环带崩解, 副热带纬度的高度场廓线出现明显的波动。如图4所示, 北非为一异常强的副高

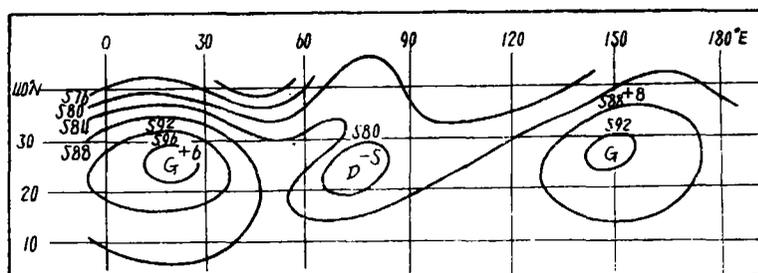


图4 1978年6月21日—25日500毫巴候平均等高线图(数字为距平中心值)

控制, 中心高达596位势什米, 比历年平均值高+6位势什米; 印度地区为一异常强的低压, 中心580位势什米, 距平值-5; 西太平洋上出现592位势什米的副高中心, 588线南北伸展, 从10°N附近直到35°N左右, 40°N处距平值在+8位势什米以上。6月下旬到9月上旬, 印度地区的低压一直维持异常的强度, 中心高度都在581~580位势什米以下, 而且有3个旬低值达579位势什米, 比多年旬平均值(583~584位势什米)低3~4位势什米, 这表明印度地区低压的活跃与发展。同时, 北非的副高中心高度通常也比多年平均值高

* 杨义文, 北半球副高及其与西太平洋副热带高压关系的初步分析, 副高的长期变化及其与长江下游汛期旱涝关系的初步研究(第一辑), 中央气象, 1978

出2~3位势什米。这种强烈的正负距平的分布，就相当于低纬环流的一种强振幅波动——副热带长波。也就是说，在副高环带崩溃后，出现三个副热带长波槽脊：北非~印度为第一个长波；西~中太平洋为第二个长波；东太平洋~大西洋为第三个长波，其中以北非~印度的长波脊、槽最为强大而稳定。由于能量的频散，下游效应必然导致第二个长波的加强和发展，从而大大加强了西太平洋的长波脊，即西太平洋副高的增强和逐候西进。这对于1978年盛夏的异常高温是有重要贡献的。

另一方面，从逐日500毫巴温度场的演变来看，7月初，斯里那加的500毫巴面上温度达+4度，有一个高温暖中心随伊朗高压东移进入青藏高原。7月7日，拉萨500毫巴面上温度达+6度，9~10日西藏高原上竟出现极为罕见的+8度的特暖高温中心(图5)，这种高原暖高中心东移并入太平洋副高，对于7月上旬出现强大副高控制我国广大地区以及酷暑天气起了重要的加强作用。在夏季，青藏高原作为热源所产生的纬向质量输送，对太平洋副高加强、维持所起的重要作用*，也可由此得一例证。

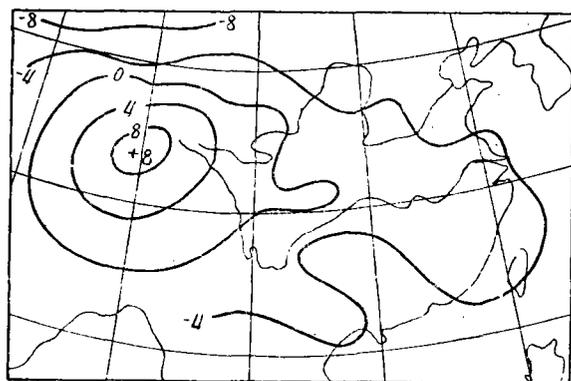


图5 1978年7月9日20时500毫巴温度场

正是这种北半球副高环带的不稳定发展和崩解，以及副热带长波的增强、发展，使得太平洋副高单体西移加强，加上特暖的伊朗~青藏高原副高的东移，两个副高单体合并、增强，使得6月底到7月上半月有一强大副高中心控制长江流域及其以南地区。既使这里出现空梅天气形势，也会过早的(6月下旬~7月上旬)导致大范围的持续高温(最高气温达39~41度)。

隔了两个月，这种副高的异常发展过程又重复了一次(图略)。8月第2候，再次出现围绕全半球(从120°E往东经太平洋、大西洋、北非直到70°E)的副高环带。8月第3候副高环带崩溃，在西太平洋发展形成一个副高单体，中心逐候西移。伊朗~青藏高原同时有暖高中心东移并入。8月第6候~9月第1候长江流域受副高单体控制，结果在正常情况下本应降温的8月底和9月上旬，反而出现了一次日最高气温达35~36度的持续高温时期。

8月初的持续高温是历年常见的现象，1978年并不例外，在候平均图上也没有出现上述副高演变过程。

总之，1978年6月中旬~7月上旬，8月上旬~9月初，出现了两次特异的副高环带不

*黄士松，副热带高压，南京大学气象系专题讲座

稳定发展，两个副高单体合并增强，使得我国大陆处在强大副高控制下，结果在特早的6月下旬~7月上旬以及特迟的8月底~9月初出现两段持续高温过程，使得1978年夏季的奇旱酷热天气来得早、去的迟、持续久、强度大、危害特别严重。

三

前已提及，从图1、2可知，1978年夏季，江苏出现三段持续高温过程， 120°E 处的副高脊线也有三次北跳和三次控制江淮流域，呈现明显的准周期性变化，其周期约为一个月左右。

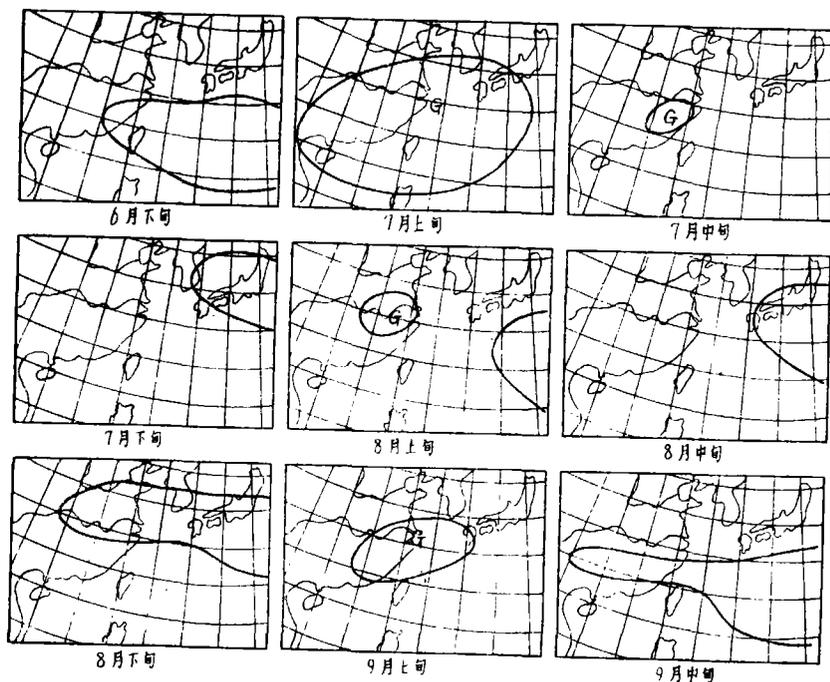


图6 1978年夏季各旬588线演变图

旬平均500毫巴天气形势(图6)也提供了副高活动的准一个月周期变化的证据。1978年7月上旬，588线闭合副高单体控制了我国淮河到南海北部、 $110^{\circ}\sim 135^{\circ}\text{E}$ 之间的广大地区，中心已达长江口附近，最大强度为591位势什米。副高面积指数(150°E 以西 ≥ 588 位势什米线的网格点数)为13，相应的距平值为+6~+7位势什米。副高脊线比常年平均值偏北约5个纬距。8月上旬副高单体在长江口，强度为588位势什米，副高面积指数为8，与历史平均情况相差不多。9月上旬，副高单体再次出现，中心在长江口附近，面积指数为7。1978年夏季其它各旬，江淮流域均未出现副高单体控制现象。这就说明，在1978年副高较强的情况下，副高单体的出现、中心的强弱，以及中心的東西移动，都具有一个月左右的准周期性变化。

1977年具有完全相似的变化趋势，不仅三次持续高温过程，三次副高脊线北跳，而且500毫巴旬平均588位势什米线的演变(图略)，都有明显的准一个月周期变化。只不过

与1978年同期相比较, 1977年7月上旬副高单体弱得多, 8月上旬较强, 9月上旬则相差不多。必须指出, 1977年与1978年同处于一个副高综合指数正距平的偏强周期之中, 副高的周期性变化较为显著。

从历史上多年平均情况看, 也显示出副高周期变化的若干征兆。图7*为各区域多年平均的副高脊线南北位置变化。当盛夏7~8月副高到达最北位置时, 有一次短时南撤, 两次最北位置之间大约相隔一个月左右。这种周期性变化以中国平原地区(100°~120°E)和西太平洋地区(130°~160°E)最为显著。再从历年500毫巴旬平均图上看(图略), 1954~1967年共14年中, 长江流域受副高单体控制, 出现一个月准周期性变化的有11年。1968~1974年副高较弱, 每年只有1~2个旬出现大陆副高单体, 这7年都未出现一个月周期变化。1975~1978年4年中再次出现一个月左右的准周期性变化。

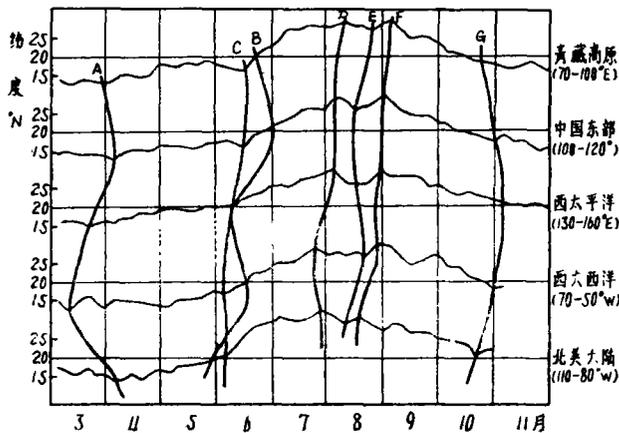


图7 各区域500毫巴副高脊线位置(南北变化)的多年平均值

以上这些都说明, 盛夏季节, 在副高较强年的条件下, 易出现一个月左右的周期变化。在1977~1978年的较强副高长周期中, 表现得最显著, 7月上旬~8月上旬~9月上旬重复出现三次, 而且持续最久。

四

1978年酷暑期间的低纬环流有其自身的特色。这年的台风总数较少, 而且在副高强盛和长江中、下游持续高温时期(7、8、9各月上旬), 关岛附近500毫巴面上盛行较强的偏东气流(图略)。热带辐合带纬度位置偏低, 西太平洋都无台风生成。在副高单体控制大陆持续高温的间歇期, 低纬热带系统活跃, 关岛500毫巴面上转西~西南风, 辐合带北移, 这时就有台风群连续生成并北上。如7月的5、6、8号台风和8月连续产生的9、10、11号台风等, 台风群之后又出现持续高温时期。

由此可见, 1978年夏季西太平洋副高有三次明显北跳, 在这三次北跳的前后都曾出现台风群形势, 也即出现热带辐合带与台风等热带系统北移的形势。副高的北跳与热带

*黄士松, 副热带高压, 南京大学气象系专题讲座

系统的北移之间有着一定的相互关系。因此，在1978年，长江中下游盛夏酷热奇旱的直接原因，虽然主要是副高的异常发展所致，但也受到低纬大气环流和热带天气系统北移的间接影响。

参 考 文 献

- [1] 黄仕松、汤明敏等，副热带高压位置一年中南北变化的一些特征及其意义，高等学校自然科学学报试刊，1964，1。

THE SWELTERING SUMMER AND SUBTROPICAL HIGH IN 1978

Xiang Yuanzhen*

ABSTRACT

No Mai-yu rainfall was recorded over the middle-lower reaches of the Yangtze River in the early summer of 1978 and a spell of severe drought lasted from mid-summer to early September. Consequently, there occurred three periods of sustained high temperature from late June to early September which had never been observed in the past hundred years. This happened mainly due to the anomalous development of the subtropical high. A mean pentad subtropical high ring belt at 500 mb surrounding almost the whole northern hemisphere collapsed unstably and then an intense subtropical high cell which had formed over the west Pacific moved westward, intensified and extended pentad by pentad. At the same time, a powerful warm high moved eastward from the Iranian-Tibetan Plateaus. These two high centers then merged into one, intensified and dominated a great part of China, with exceptional high temperatures occurring twice over the Yangtze River reaches once in early July and the other in early September. The anomalous development of the subtropical long-wave systems was also responsible for the sweltering summer in 1978. Analysis indicates that there existed a quasi-periodic change for about one month in the subtropical high and sustained high temperature.

* Weather Bureau of Jiangsu Province