

副热带高压影响场区天气研究

江晓华¹, 党建涛¹, 张明², 汪正林¹, 刘勋¹

(1. 西昌卫星发射中心, 四川 西昌 615000; 2. 成空气象处, 四川 成都 610050)

【摘要】采用国家气候中心气候系统诊断预测室74环流指数研究了1950~2005年西太平洋副热带高压的变化规律, 发现近50年来副热带高压有增强的趋势, 总结了副热带高压影响西昌卫星发射场的影响时间、影响方式和影响程度, 分析了副热带高压指数与场区降水的相关性, 建立了基于副高指数的场区降水预报方程, 建立了副热带高压影响场区天气模型, 给出了每种类型的经典特征、关键区和预报着眼点, 在发射任务中得到良好的应用。

【关键词】副热带高压; 气候特征; 相关分析; 预报模型

【中图分类号】P467 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2008)02-0072-05

1 引言

中国气象学家陶诗言^[1-3]、黄土松^[4,5]首先就西太平洋副高和青藏高原的变化对中国天气的影响进行了一系列的研究, 其成果已成为我国天气预报和短期气候预测的指南。对西太平洋副热带高压气候学的研究表明, 由冬到夏, 副高存在两次北跳, 与中国夏季雨带的位置密切相关^[1]。这两次北跳的形成与东亚地区的气候突变有关^[6,7]。严中伟^[8]发现1960年副高存在跃变现象。西北太平洋副高与日本的天气同样密切相关^[9-11]。周率^[12]对副高造成场区少云天气和强对流天气进行了总结。本文在上述研究的基础上, 系统总结副高影响场区天气, 从气候和天气学角度研究副高与场区天气的关系。

2 副热带高压演变的气候规律

利用国家气候中心气候系统诊断预测室74环流指数对1951~2005年副热带高压变化规律进行分析, 如图1所示。

对副高面积指数分析(见图1(a)), 发现近50年西太平洋副热带高压面积存在10年准周期, 并且呈增大趋势。

对副高强度指数进行分析(见图1(b)), 发现近50年西太平洋副热带高压面积存在10年准周期, 并且呈增大趋势。

对副高平均脊线位置进行分析(见图1(c)), 发现近50年西太平洋副热带高压平均脊线位置存在18年准周期, 整体变化不明显, 冬半年变化趋于平缓。

对副高西伸脊点进行分析(见图1(d)), 发现近50年西太平洋副热带高压平均脊线位置存在10年准周期, 有先减弱后增强的变化, 最弱出现在1965~1975年。

对副高北界位置进行分析(见图1(e)), 发现近

50年西太平洋副热带高压平均脊线位置存在18年准周期, 整体变化不明显。

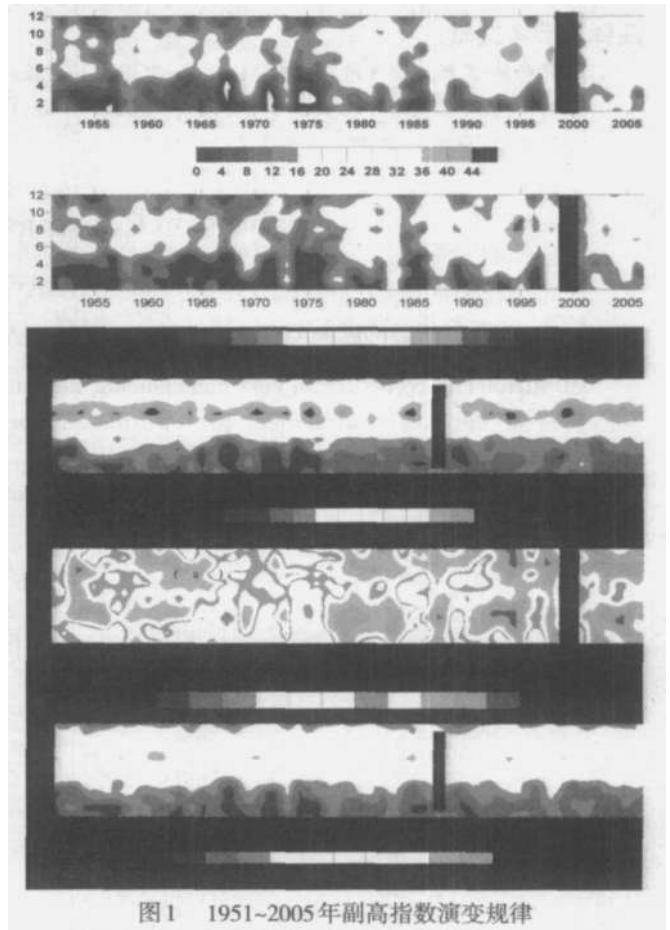


图1 1951~2005年副高指数演变规律

3 副热带高压影响场区天气

3.1 影响季节

副热带高压主要在雨季影响场区天气。

3.2 影响方式

在副热带高压季节性西伸北抬过程中, 常与我国大陆高压之间形成一条准静止或移动性的切变线(主要表现在低空700hPa)。如5月的华南切变

线、6月的江淮切变线、7~8月的华北切变线等。这些切变线如果延伸至西南地区,则形成川滇黔地区准东西向的川滇切变线。该切变线上常有低涡生成,地面通常有冷锋配合,且具有明显的斜压性,是雨季造成场区大暴雨的主要天气系统之一。

伴随副高的减弱东退南撤,印度季风也随之中断,场区雨季随即结束。

3.3 强度以及造成的天气

3.3.1 造成场区雨季少云

副热带高压控制场区,造成场区雨季少云。

(1) 青藏高原控制型

场区处于青藏高原控制之下,高压脊线在30~35°N之间,700hPa有相应的高压系统,地面图上本区为中性低压或暖性低压控制,北部无明显冷空气南下。可造成场区雨季少云,若高压持续少动,则可造成场区连晴。该形势是场区6月份连晴天气的唯一形势。

(2) 西太平洋副热带高压加强西伸控制型

西太平洋副热带高压脊线位于30°N附近(或以北),588线西伸至100~105°E以西,且有自东向西的少云区与之配合。副高继续加强西伸,588线的高中心控制本区,造成场区少云天气。

3.3.2 造成场区大降水强对流

副热带高压的西伸北抬,东退南撤,在雨季还起到输送或切断暖湿气流的作用,是场区产生大降水、对流天气不可缺少的系统之一。

(1) 场区要出现大降水、雷暴,一般要求500hPa上西太平洋副高加强西伸北抬,强度 ≥ 588 ,588线西界必须到达30°N以北。则场区处于暖湿气流输

送的中心区内,易于诱发对流性大降水。

(2) 南海风暴切断西太平洋副高成为多个小高压后,有冷空气,则可产生较大降水。此类型500hPa上冷空气不明显,700hPa上有弱锋区,地面变压图上正变压不强,地面图上秦岭一线持续有弱冷空气。在地面气温较高的情况下(如6月午后最高气温 $\geq 22.0^\circ\text{C}$),易产生雷暴天气。预报对流天气主要看700hPa有无切变线、西南涡、引导气流,走向,水汽通道等。

(3) 西太平洋副高与青藏高原强度相近,相互对峙,在青藏高原东移,高压前部的高原槽过境时,若700hPa、地面有相应的系统配合,可诱发场区的雷暴、大降水天气。

4 基于副高指数的场区降水预报方程

对副高北界与场区降水量进行相关分析,发现副高北界与场区月降水量有较好的相关性。

分别设1~12月份降水为预报量 y ,取1~12月份西太平洋副热带高压北界中相关系数最大者为预报因子 x ,样本为1974~2005年 $n=32$ 年降水资料。如果认为 y 与 x 是一种线性统计关系,那么预报量的估计值 y' 与 x 有如下关系:

$$Y' = b_0 + b x_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

根据回归系数的标准方程组

$$\begin{cases} n b_0 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases} \quad (2)$$

对1~12月份降水和1~12月份西太平洋副热带高压北界中相关系数最大者进行计算,可以解出 b 和 b_0 值见表1。

表1 场区降水基于西太副高北界回归因子计算表

月份	N	$\sum_{i=1}^n x_i$	$\sum_{i=1}^n y_i$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$	$\sum_{i=1}^n x_i y_i$	$\sum_{i=1}^n y_i^2$	b	b_0
1	32	940	118.7	27820	3658.1	1398.67	0.825482	-20.5392
2	32	738	142.4	17146	3411.1	2175.26	1.008937	-18.8186
3	32	563	484.6	10021	8027.2	17559.3	-4.30986	90.97029
4	32	738	1040.3	17146	24253.4	42304.69	2.077309	-15.3986
5	32	549	2980.3	9535	52077.5	353803.1	8.146088	-46.6219
6	32	609	6651.6	11805	124204.4	1539974	-11.0893	418.9066
7	32	837	8872.7	21993	230410.5	2697511	-16.6242	712.0993
8	32	830	7883.2	21636	203743.6	2130152	-6.73835	421.1261
9	32	609	5986.6	11805	112189.8	1212410	-8.10667	341.3614
10	32	738	2235.1	17146	50607.9	209481.6	-7.46053	241.9053
11	32	1033	484.2	33851	15917.6	12126.12	0.568952	-3.23525
12	32	563	113	10021	2051.1	1376.26	0.544477	-6.04815

由上表可得出场区各月降水量预报方程见表2。对12个回归方程进行显著性检验：

$$r_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^n y_i)^2}} \quad (3)$$

而
$$F = \frac{r^2}{\frac{1-r^2}{n-2}} \quad (4)$$

将各月的数据代入，分别求出F。

查表可知，α=0.05、分子自由度为1，分母自由度为30时的，显然，除1月外，其余F>Fα，即，2~12月回归方程是显著的。

表2 场区来年降水基于西太副高北界回归因子计算表

月份	预报方程	F	Fα	
1	Y'=-20.5392+0.825482*xi(i=1,2,...,n)	0.572058	4.17	不显著
2	Y'=-18.8186+1.008937*xi(i=1,2,...,n)	128.5202	4.17	显著
3	Y'=90.97029-4.30986*xi(i=1,2,...,n)	31.27213	4.17	显著
4	Y'=-15.3986+2.077309*xi(i=1,2,...,n)	43.15141	4.17	显著
5	Y'=-46.6219+8.146088*xi(i=1,2,...,n)	30.33066	4.17	显著
6	Y'=418.9066-11.0893*xi(i=1,2,...,n)	30.27852	4.17	显著
7	Y'=712.0993-16.6242*xi(i=1,2,...,n)	30.15298	4.17	显著
8	Y'=421.1261-6.73835*xi(i=1,2,...,n)	30.66268	4.17	显著
9	Y'=341.3614-8.10667*xi(i=1,2,...,n)	30.33618	4.17	显著
10	Y'=241.9053-7.46053*xi(i=1,2,...,n)	30.70035	4.17	显著
11	Y'=-3.23525+0.568952*xi(i=1,2,...,n)	8.830253	4.17	显著
12	Y'=-6.04815+0.544477*xi(i=1,2,...,n)	35.78082	4.17	显著

对回报结果进行误差分析表明：月降水预报误差大于100mm占4.7%，大于10mm占48.6%，小于10mm占46.7%。预报效果良好。

5 副热带高压影响场区预报模型

5.1 两高辐合型

该型的特征是副热带高压西伸到达场区东部边缘，青藏高压较强，控制青藏高原大部地区，场区为两高之间相对低值区，且有明显的风场辐合。

此种类型天气关键区域为95°E~105°E、25°N~35°N。关键是看关键区域内是否存在两高辐合。

由于场区处于两高辐合区域，会在本区上空形成强上升运动，往往造成场区雷暴和大降水天气。对于降水量级的判断，主要取决于以下几个预报着眼点：

(1)形势分析

500hPa高空形势满足本类型的基本特征，700hPa又没有明显的辐合。

(2)要素分析

分析地面24小时变压、变密，场区上游地区有明显的正变压和正变密。

(3)热力条件分析

当日最高气温如不低于18℃，则不能排除雷暴。若水汽条件较好，则可考虑较大量级降水。

5.2 青高控制型

该型的特征是青藏高压非常强盛，完全控制本区，场区为东北气流控制，上下层风场较为一致，无明显垂直切变。

此种类型天气关键区域为95°E~105°E、25°N~35°N。关键是看该区域是否被青高控制，以及该区域内的风向和风速。

由于场区上空受强劲的青藏高压控制，一般天气晴好，无明显降水和雷暴，少云时段较多。主要有以下几个预报着眼点：

(1)形势分析

500hPa高空形势满足本类型的基本特征。

(2)要素分析

分析500hPa 24小时变温，高原上30°N、100°E附近无明显的冷平流。分析地面24小时变压、变密，场区上游地区无明显的正变压和正变密。

(3)热力条件分析

此种类型一般水汽条件较差，并且温度较高。

5.3 高压南侧东风波型

该型的特征是青藏高压和西太平洋副热带高压均非常强盛，场区为东风气流控制，一般此种类型有台风配合，且以西行台风为主。

此种类型天气关键区域为100°E~110°E、20°N~30°N。关键是看西太平洋副热带高压南边缘是否到达关键区，该区域内是否为东风气流控制。

场区处于副热带高压南侧边缘,受东风气流控制,雷暴和降水难于把握但总体而言降水量不大,一般小于10mm。主要取决于以下几个预报着眼点:

(1)形势分析

500hPa 高空形势满足本类型的基本特征。

(2)要素分析

分析本站测风看有无明显的垂直切变,分析本站上游测站(东部)有无明显降水,如有降水一般不能排除本站的雷暴和降水。

(3)热力条件分析

当日最高气温如不低于18℃,则不能排除雷暴。无论水汽条件好坏,均可不考虑较大量级降水。

5.4 副高边缘型

该型的特征是副热带高压较为强盛,场区处于副热带高压边缘。且在场区附近有高原波动或较

为明显的风场辐合存在。

此种类型天气关键区域为100°E~110°E、20°N~30°N。关键是看西太平洋副热带高压西北侧边缘是否到达关键区。

由于场区处于副热带高压边缘,强劲的西南气流会带来充沛的水汽,往往造成场区雷阵雨天气。对于有无雷暴的判断和降水量级的判断,主要取决于以下几个预报着眼点:

(1)形势分析

500hPa 高空形势满足本类型的基本特征。

(2)要素分析

分析500hPa 24小时变温,高原上30°N、100°E附近有明显的冷平流。分析地面24小时变压、变密,场区上游地区有明显的正变压和正变密。

(3)热力条件分析

当日最高气温如不低于18℃,则不能排除雷暴。若水汽条件较好,则可考虑较大量级降水。

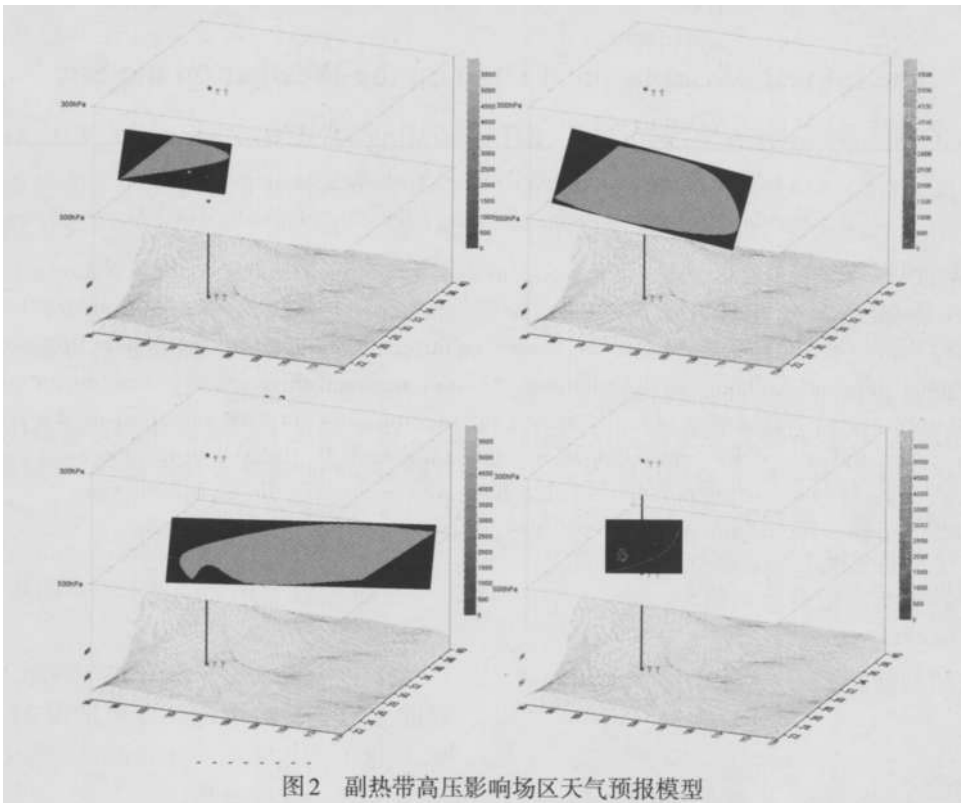


图2 副热带高压影响场区天气预报模型

6 结论与讨论

(1)通过对副热带高压面积指数、强度指数、西伸脊点、北界位置等指数进行分析,总结了近50年来副热带高压的变化规律。发现副热带高压每年2月份最弱,3月份开始增强,6月份达到最强,维持到9月份,10月份开始减弱,到次年2月份由大到最小;近50年来,副热带高压整体呈增强趋势。

(2)通过翻阅历史天气图和场区实况,总结了

副高影响场区天气的影响时间、影响方式、影响程度。副热带高压影响场区的副高大多出现在6~9月,活动以5~7天、2~3天周期为主。发现影响场区的副高有不连续西伸、北抬和突然变化,突然加强西伸或北抬,突然东撤现象,而这种不连续变化往往最难把握。

(3)基于副高指数建立了场区降水回归预报方程,对场区历年各月降水进行回报,效果良好。

(4)将副高影响场区天气分为两高辐合型、青高控制型、副高南侧东风波型和副高边缘型四种类型,

总结了每种类型的特征,关键区和预报着眼点。各类预报模型在发射试验任务中均得到良好应用。

注释及参考文献:

[1]陶诗言,徐淑英.夏季江淮流域持久性旱涝现象的环流特征[J].气象学报,1962,32(1):1-18.

[2]陶诗言,徐淑英,郭其蕴.夏季东亚热带和副热带地区经向和纬向流型的特征[J].气象学报,1962,32(1):91-102.

[3]陶诗言等.中国夏季副热带天气系统若干问题的研究[M].北京:科学出版社,1963.

[4]黄士松,余志豪.副热带高压结构及其同大气环流有关若干问题的研究[J].气象学报,1962,31(4):339-359.

[5]黄士松.副热带高压东西向移动及其预报的研究[J].气象学报,1963,33(3):320-332.

[6]叶笃正,朱抱真.大气环流的若干基本问题[M].北京:科学出版社,1958.

[7]叶笃正,陶诗言,李麦村.在六月和十月大气环流的突变现象[J].气象学报,1958,29:249-263.

[8]严中伟,季劲钧,叶笃正.60年代北半球夏季气候跃变[J].中国科学B辑,1990,1:97-103.

[9]Kurihara K, T suyuki T. Development of the barotropichigh around Japan and its association with Ross by wave like p ropagations over the North Pacific: Analysis of August 1984. Meteor Soc Japan, 1987, 65: 237- 246.

[10]Kurihara K. A climato logiocal study on the relationship between the Japanese summer weather and the subtropical high in the western northern Pacific. GeophyMag, 1989, 43: 45- 104.

[11]N ikaidou Y. Effects of high SST anomaly over the tropical western Pacific on climates predicted in 42 month integrations of the global spectralmodel T42 research activities in atmosphere and ocean modeling. G. J. Boer Ed, 1988, 263, 7:19- 20.

[12]周率.南支系统对场区天气的影响[J].凉山气象,第二期.

The Impact of Subtropical High on the Weather on the Site

JIANG Xiao-hua¹, DANG Jian-tao¹, ZHANG Ming², WANG Zheng-lin¹, LIU Xun¹

(1. Xichang Satellite Launch Center, Xichang, Sichuan 615000;
2. Chendu Air Force Weather Bureau, Chengdu, Sichuan 610050)

Abstract:With the 74 circulation index in the system diagnose forecast room from the National Climate Center, this paper did some research on the law of the West Pacific subtropical high movements from 1950 to 2005, found that in the past 50 years subtropical high has been becoming stronger, summed up the impact time, approaches and degrees of subtropical high on Xichang satellite launch site, and analyzed the relativity between the precipitation on the site and the subtropical high index. Finally based on precipitation forecast equation of the STH index, the weather forecast model influenced by subtropics high was established. It involves in the classical features of each type, the key areas and forecast starting point, which has been well applied in the launch mission.

Key words:Subtropics high; Climate characteristics; Relative analysis; Forecast model