

中国科学院地球物理研究所

东南亚和南亚的 大气环流和天气

(内部资料·注意保存)



科学出版社

28

中国科学院南京地质古生物研究所

东南亚和南亚的 大气环流和天气

——

· · · · ·

中国科学院地球物理研究所

东南亚和南亚的 大气环流和天气

(内部资料·注意保存)

科学出版社

1966

内 容 简 介

本书根据第二次世界大战以来,有关东南亚和南亚地区的气象文献资料,综合论述了有关这一地区的大气环流和天气的一些主要问题。对其中一些重要问题,作者又根据新的资料作了初步分析和研究,以弥补文献的不足和使问题论述更加全面。

书中首先阐述了这一地区的大气环流概况和有关高低空的风场问题,然后分析了冬半年和夏半年季风控制下的主要天气过程(包括东北季风、西南季风、西风急流和热带东风等控制下的天气过程),并综合论述了云、雷暴和雾等几种主要天气现象的季节分布,最后探讨了如何进行天气分析的问题。本书着重于揭露这一地区的环流和天气事实,举例分析这一地区的天气过程,并提出了天气预报的着眼点。书末还附有这一地区主要测站的地面气温和降水量,以及高空气候资料。

本书可供气象业务工作者和教育、研究工作者在工作上参考。

中国科学院地球物理研究所 东南亚和南亚的大气环流和天气

科学出版社

北京朝内大街137号

北京市书刊出版业营业登记证出字第061号

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行

*

1966年4月第一版 开本:787×1092 1/16
1966年4月第一次印刷 印张:13 3/8 插页:1
印数:0001—1,400 字数:308,000

统一书号:13031·2277

本社书号:3451·13-15

定 价: 2.10 元

前 言

本书所要论述的是东起印度尼西亚，西至西巴基斯坦这一带地区的大气环流和天气过程。为简便起见，把这一地区统称为东南亚和南亚地区，东南亚指中印半岛（包括缅甸、泰国、越南、老挝和柬埔寨以及马来半岛上的马来亚和新加坡）和印度尼西亚各岛，南亚指印度半岛上的印度和巴基斯坦。

由于这一地区和我国相邻，它们之间的大气环流和天气过程是相互制约和相互影响的。因此，对这一地区的气象情况，尤其是关于大气环流和天气过程的了解，对于我国天气预报和研究工作都是有参考价值的。但由于有关这一地区的气象文献资料比较分散残缺，还没有一本比较完整的参考书。为了满足这方面的需要，我们编写了本书。

东南亚和南亚大部分地区位于世界上最大大陆——亚洲大陆的南端，西北部毗连世界最高高原——我国青藏高原；东南面是广大海洋（东临太平洋，南临印度洋）。在这一地区的半岛和群岛上，有着复杂的南北向山脉和许多高地，如西巴基斯坦的西部为伊朗高原的一部分，印度半岛南部有德干高原和东、西高止山，缅甸西海岸有阿拉干山脉，沿缅甸和泰国边境有他念他翁山脉，纵贯越老边界的有长山山脉等，而马来半岛中部是南北走向的褶曲山地，印度尼西亚也是褶曲山地所构成的岛屿群（参见附图 II）。因此，这一地区的地形是非常复杂的。

这一地区天气是：冬季，高空受强大的副热带西风控制，亚洲大陆低空的强烈冷空气（东北季风）可以一直侵入印度尼西亚；在夏季，高空受热带东风控制，低空的赤道西风及其相联系的西南季风可以向北挺进到印度半岛北部；春末夏初有着强烈的雷暴天气；秋末冬初海上又不断产生台风，频繁地向陆地进袭。因此，这里是世界上最著名的、具有鲜明特色的季风风系。同时，复杂的山地、岛屿，又形成不同尺度的大气扰动，构成许多特殊复杂的局地性天气。因此，在这一地区上空的大气环流及其相联系的天气过程，可以说是世界上最复杂的地区之一。

本书是以第二次世界大战以来，有关这一地区的气象资料和文献为基础编写而成的。由于已有的研究成果在地区上很不平衡，我们所掌握到的文献、资料又很不完全，有的年代较老，观点结论很成问题，有的问题很重要，但却没有文献可以参考。因此，我们又根据新的记录和近年来的一些历史天气图，对一些重要问题进行了初步的分析和研究。

本书共分八章，前两章论述了这一地区的大气环流概况和有关高低空风场的问题；第三章到第六章，分别讨论了冬半年东北季风和夏半年西南季风控制下的主要天气过程；第七章分析了这一地区的云、雷暴和雾的季节分布；最后一章，探讨了这一地区的天气分析问题，作为本书的结束。各章所论述的内容，主要在于揭露这一地区的大气环流和天气事实，举例分析这一地区的天气过程和提出天气预报的着眼点，很少涉及理论上的讨论。

作为参考资料，在书后还附有主要测站的地面气温、降水量和高空气候资料，最后并附有这一地区的主要测站位置图和地形图。

因为时间关系,本书仓促写成,仅仅是一个初步的综合论述,书中可能存在着许多问题,特别是所用的资料和图表不是全统一的,在编写中可能有一些矛盾,希望读者予以批评指正。

在本书编写过程中,得到地球物理研究所内外领导同志的关怀和鼓励,在定稿过程中又得到广东省气象台预报科同志们的很多帮助,特此志谢。

参加本书編著人員

主編: 朱抱真	
第一、二章	朱抱真、章名立
第三章	朱抱真、袁重光
第四章	李崇銀
第五章 § 5.1—§ 5.5	雷孝恩
§ 5.6—§ 5.7	何家驊
第六章	章名立
第七章	何家驊
第八章	王作述
統計: 李吉順、周桂棟、刘恂行、傅秀琴	
制图: 刘元壯、曾佑思、童妙純、李吉順	

目 录

前言	iii
第一章 大气环流概况	1
§ 1.1 低纬度大气环流的一般状态	1
§ 1.2 东南亚和南亚的平均高度场	6
§ 1.3 东南亚和南亚的平均温度场	20
§ 1.4 平均剖面图	23
§ 1.5 热带辐合带 (ICZ) 的进退	26
§ 1.6 环流年变化和四季天气概况	29
第二章 高低空风场	34
§ 2.1 高低空平均气流图上的基本风系	34
§ 2.2 低空风的频率	46
§ 2.3 风的稳定度	64
§ 2.4 高层晴空湍流和高空风预报	65
第三章 东北季风及其主要天气过程	73
§ 3.1 东北季风的建立	73
§ 3.2 东北季风的变动	77
§ 3.3 冷空气活动对印度支那天气的影响	81
§ 3.4 南海北部的濛雨天气过程	83
§ 3.5 东北季风时期印度支那南部的小天气系统	91
§ 3.6 马来半岛的东北季风降水天气型	94
§ 3.7 印度西北部的寒潮和东南部的东北季风降水	95
第四章 南支西风急流和南支波动	101
§ 4.1 亚洲南部冬季副热带西风急流的结构	101
§ 4.2 南支副热带西风急流的短期变化	104
§ 4.3 南支西风波动的概况	107
§ 4.4 南支西风波动的来源	109
§ 4.5 南支西风槽在南亚的活动	113
§ 4.6 南支西风槽对中印半岛天气的影响	116
§ 4.7 热带高空小槽及其对中印半岛和南海地区天气的影响	121
第五章 西南季风和热带辐合带	124
§ 5.1 西南季风的建立	124
§ 5.2 西南季风潮	129
§ 5.3 西南季风的中断	135
§ 5.4 赤道西风带上的扰动	138
§ 5.5 西南季风降水的因子	140

§ 5.6	热带辐合带的结构和天气	142
§ 5.7	热带辐合带活动时的大型天气过程	144
第六章	热带东风影响下的天气过程	150
§ 6.1	副热带高压和东风急流的结构	150
§ 6.2	东风带的扰动	153
§ 6.3	副热带高压在亚洲南部地区活动时的大型天气过程	157
§ 6.4	热带低压的活动	162
§ 6.5	南海台风和孟加拉湾飓风的生成	167
§ 6.6	影响中印半岛的台风和印度半岛的飓风移动路径	172
第七章	云、雷暴和雾的季节分布	177
§ 7.1	云的季节分布	177
§ 7.2	雷暴活动的季节分布	183
§ 7.3	雾的季节分布	187
第八章	天气分析问题	191
§ 8.1	低纬度天气分析的问题和进展	191
§ 8.2	东南亚地区的天气模式和天气分析	194
§ 8.3	东南亚地区的地面图分析	195
§ 8.4	东南亚地区的流场分析	198
附表 I	东南亚和南亚地区主要台站的月平均气温(°C)和降水量(毫米)	202
附表 II	东南亚和南亚地区主要等压面上的月平均高度(米)和温度(°C)	204
附图 I	东南亚和南亚及其邻近地区主要台站位置图	208
附图 II	东南亚和南亚及其邻近地区地形图	208后

第一章

大气环流概况

本章根据近年来的一些文献和资料,首先对全球低纬度大气环流概况作一扼要的阐述,然后,对南亚、东南亚及其邻近地区主要等压面上的高度场、温度场、剖面图和大气环流的季节变化,及其相联系的四季天气概况分节作了阐述,使我们先对这一地区各季节的三度空间大气环流的状态和特点有一概括的了解,以便作为对这一地区进行天气分析和预报的基本知识。

§ 1.1 低纬度大气环流的一般状态

全球低纬度大气环流的情况,目前已有相当程度的了解,本节只是通过1月和7月整个热带地区平均的垂直结构,及地面和200毫巴的平面环流的分析,对低纬度大气环流的情况作一概要的介绍。图1(a)和(b)为根据最近资料所绘制的1月和7月由 60°S — 90°N 地区沿整个纬圈的平均剖面图^[1]。沿整个纬圈平均的结果虽然不能表示各个地区的特性,但却能了解大气环流最一般的状态。

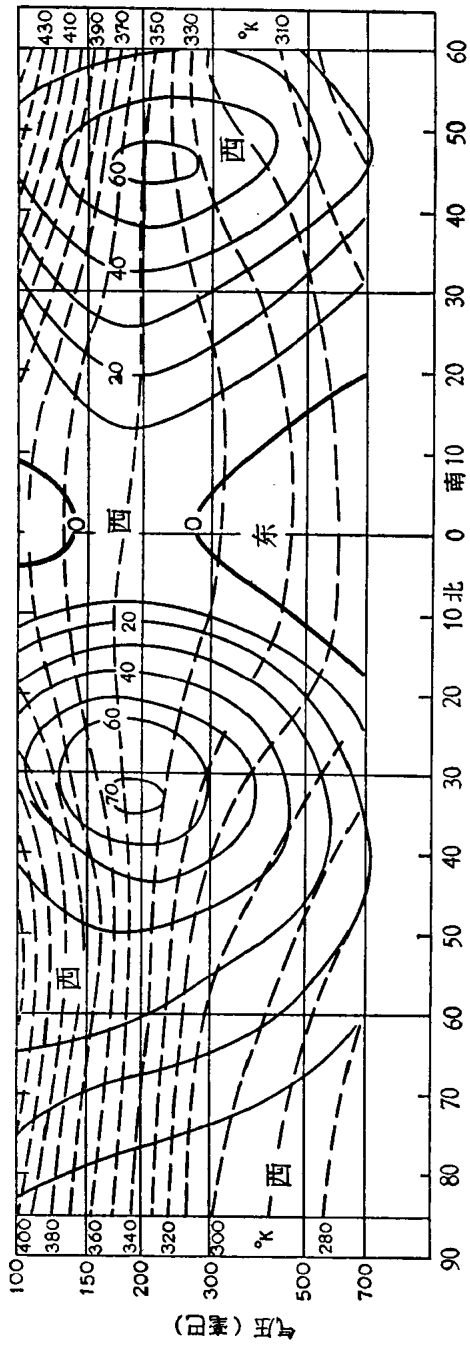
由图1我们可以了解低纬度地区整个风带的平均状态。在赤道地区是明显的东风带。1月,东风带的北界在700毫巴上约在 18°N ,南界要偏南些,到 20°S 。东风带的范围在对流层中随着高度变狭。在300毫巴以上到150毫巴之间转为西风区,这是和过去旧图^[2]不同的地方。在平流层中它再变为东风。

到了7月,这个东风带向北移,在700毫巴上,东风北界移至 28°N ,南界移至 18°S 。它的势力范围变宽,由对流层上空到平流层东风渐渐增强,到100毫巴,平均东风在20哩/时以上。

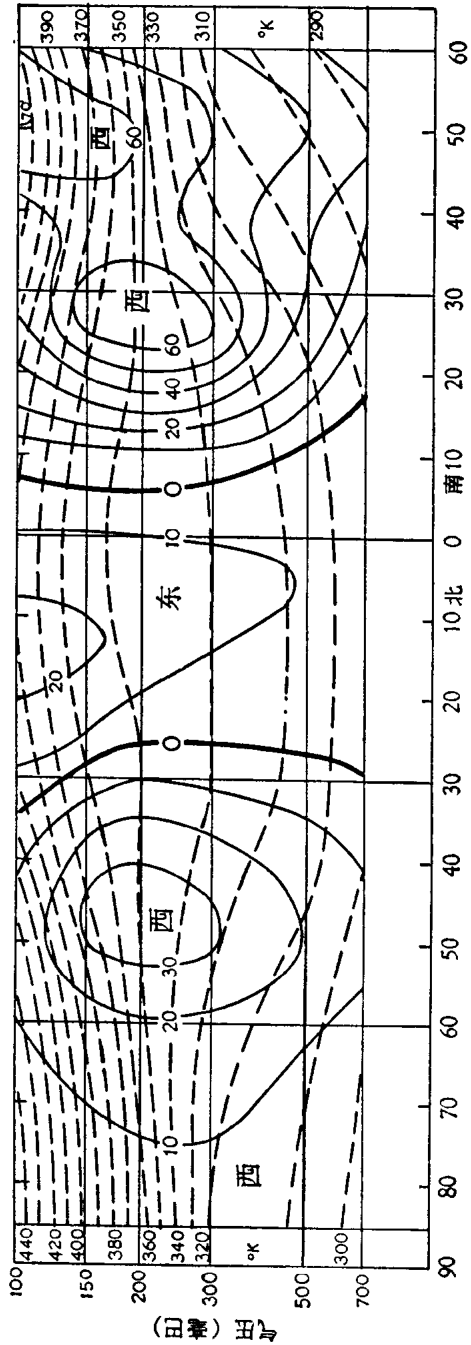
在东风带的两侧,有着宽阔的西风带。在1月,北半球冬季的西风急流中心位于 30°N 附近,南半球冬季的西风急流中心位于 45°S 。在7月,北半球的西风急流向北移至 45°N 稍北,中心位置较1月要低;南半球的西风急流移至 28°S 。关于急流的强度,北半球冬季副热带急流最强,它比南半球的西风急流要强,但北半球夏季副热带急流则比南半球夏季要弱。急流强度在南北半球的这种差异性,同样地表现在经向温度梯度的不同上。

以上是沿整个纬圈平均的结果。在低纬度的热带,虽然广大地区为均匀的海洋,但仍有一部分陆地和岛屿;在副热带地区的海陆差异性就更大,再加上世界最大高原——青藏高原——的存在,因此大气环流沿纬向有明显的差异。从图2和图3上,我们就可以看出这种差异的特点。

图2是根据1949—1953年的资料绘制的200毫巴平均高度场^[1]。在1月,热带地区为一高压带,高压带的中线偏于南半球。一个较强的高压位于南印度洋到非洲大陆南部,另一较弱的高压位于太平洋的赤道区。在北半球冬季的副热带西风急流上有三个强度较

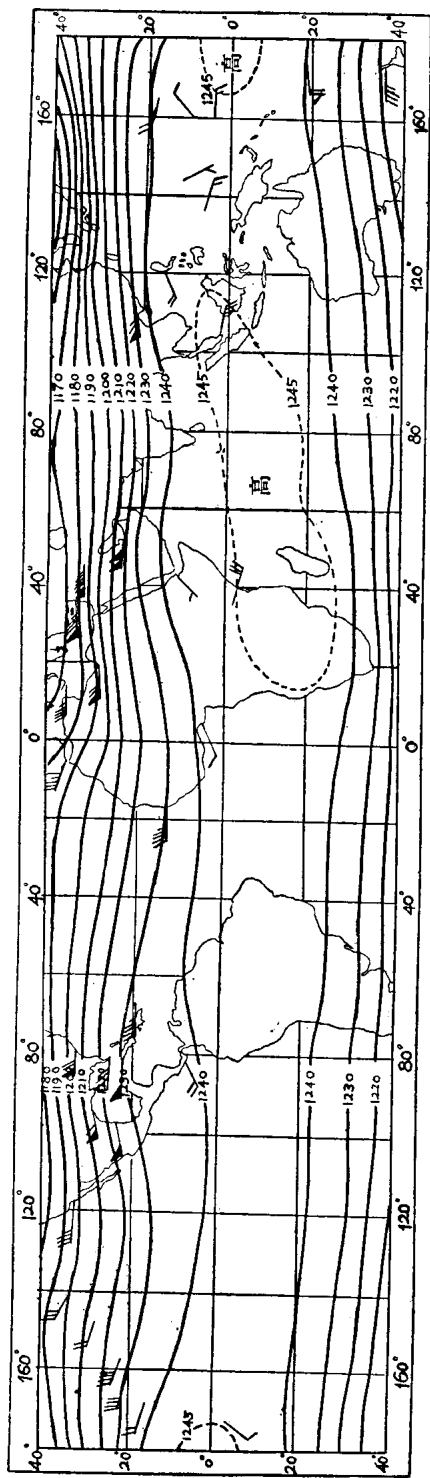


(a) 1 月

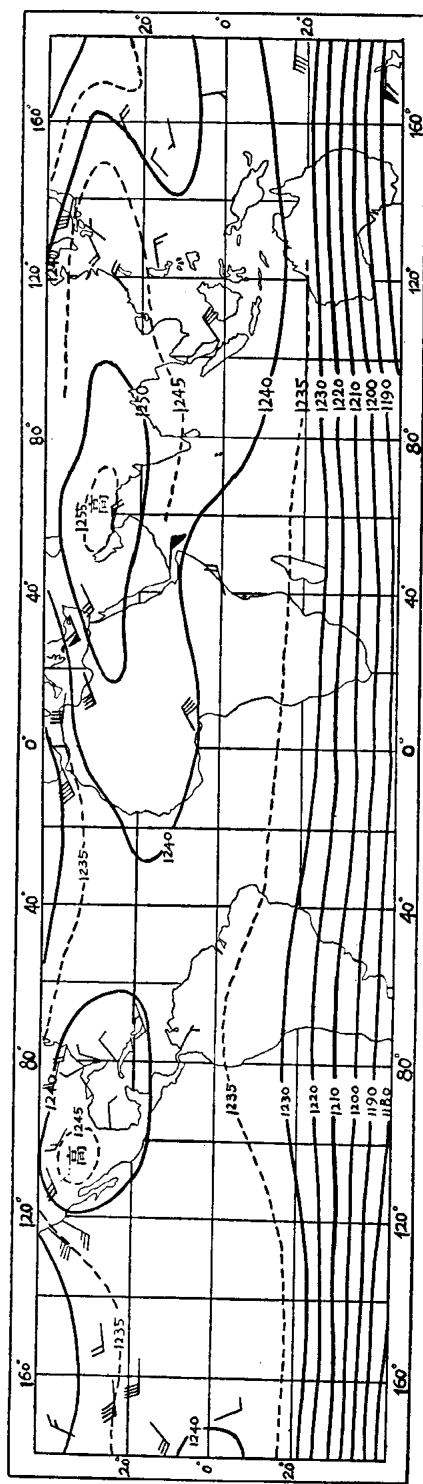


(b) 7 月

图 1 由 60°S 至 90°N 的平均剖面图 [1]
[实线表示等风速(厘/时)线, 虚线表示等温度(°K)线]



(a) 1 月



(b) 7 月

图 2 低纬度地区 200 毫巴的平均高度场与合成风^[1]

弱的平均槽：一个在印度半岛东面，一个在非洲西海岸，另一个在北美洲西海岸。值得注意的是：副热带的这三个波和极地西风带的三个波相位几乎是完全相反的。相应地在 200 毫巴平均温度场上（图略，可参看文献 [3]）有三个较冷的地方，一个是在印度洋上低于 -54°C 的闭合区，还有两个是在大西洋东岸和太平洋东岸低于 -58°C 的温度槽。在南半球夏季副热带西风气流上，槽脊的分布更不明显，一个较弱的脊位于非洲大陆南端，一个比较明显的槽位于大洋洲西方的大洋上。

到 7 月，对流层高空 200 毫巴的高度场有明显的变化，在北半球夏季有两个明显的高压，一个是以青藏高原至伊朗高原为中心的高压，它是全球上最强大的系统，它的强度到平流层低层 100 毫巴还很强。另一个是在北美洲南部以科罗拉多高原为中心区的高压，强度和范围要比前一高压弱得多。在平均温度图^[3]上，前一高压中心区为一暖中心（ -46°C ）；但北美洲南部的高压区则没有明显的暖中心，相当于一个 -54°C 的均温区。在 7 月的南半球副热带西风急流上，则有两个很弱的槽，一个在南太平洋西岸，另一个在大西洋东岸的大洋上空。

在图 2 上，还给出了 1951 年低纬度地区 200 毫巴上一些测站的合成风^[4]，用来表示流场的特点。从图 2 上可以看到存在两支明显的风带：副热带强西风和热带东风。

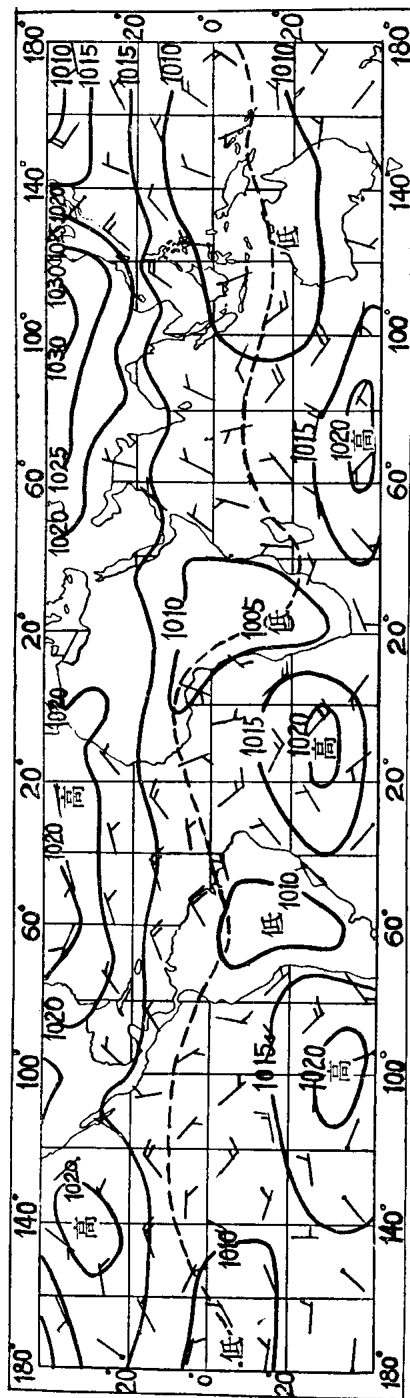
在北半球冬季，副热带强西风的最大风速接近 200 毫巴高度，它的强度在纬向上是不均匀的。在太平洋上空平均急流显得不清楚，这说明急流的位置变化较大；在北美洲南部上空，副热带急流转强，最大风速在 50 米/秒以上。到大西洋上空，平均气流又不很集中；再向下游到非洲北部和阿拉伯半岛上空加强，成为强大的西风急流，在巴林群岛西风强度为 50 米/秒。强大的副热带急流然后沿着我国青藏高原的南缘向东流去，在亚洲东海岸带有偏南的分量，在日本上空与极锋急流相接近，成为最强大的急流，中心可以到达 100 米/秒。

在南半球冬季的 200 毫巴上，强西风出现在 30°S 附近。南半球的海陆分布在副热带比较均匀，因此强西风带比较连续地围绕着地球，比北半球均匀得多，但风速没有北半球那样强大。在新西兰—澳大利亚一带有平均急流存在，最大风速在 50 米/秒以上。

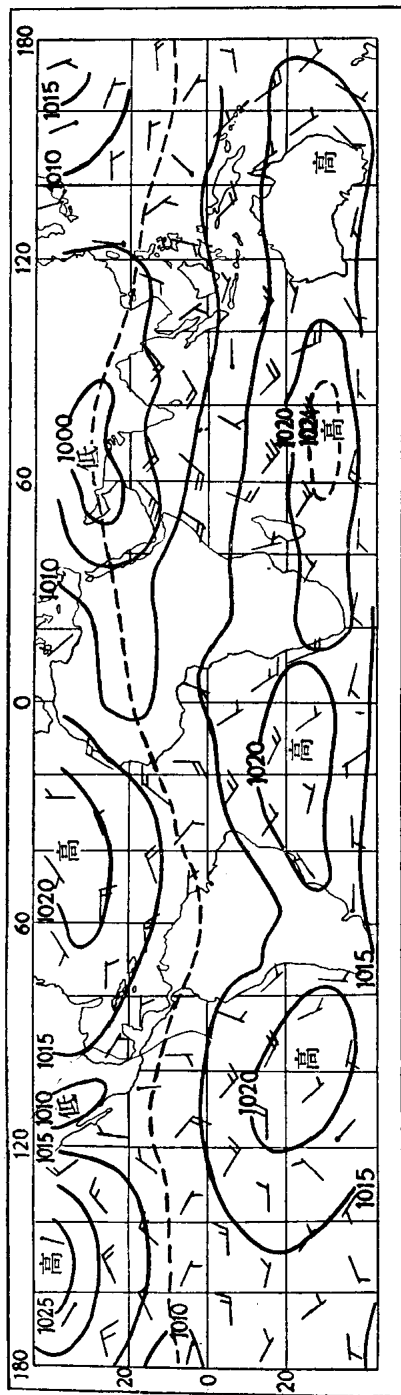
副热带强西风带到夏季南北半球都减弱很多，在北半球夏季它的位置变化要比在南半球夏季大得多，平均位置在 $35^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$ ，并在高压两侧增强了南北向分量。

东风带在图 2 (a) 上可以看到，从印度尼西亚的却义群岛到非洲之间的赤道上空 200 毫巴上，出现一条强劲的东风气流。在伊里安岛北方海上，在新加坡和肯尼亚的内罗毕合成风都证明这支东风的存在。东风带在 1 月最显著的状态是它随经度的变化。在西太平洋的坎顿岛高空风为西风，而在其它地方也没有观测到东风，因此这个热带东风带在 1 月并非环绕地球的。

在副热带西风带南边的热带东风，在季节的转变中，它的范围和强度也随着副热带西风急流的南北位移而变动。到了 7 月，东风带是北半球夏季对流层高空上最主要的风系，由亚洲南部穿过非洲中部上空，是一条强大而持久的东风气流，它在北半球范围内这时达到最大强度。在阿拉伯半岛西南端的亚丁风速最强，由此向西东风带直到尼日利亚的拉各斯，向东经印度可上溯到南海，然后在太平洋并入西风气流中。强东风不经过美洲中部，虽然在哈瓦那有较弱的东风，但在它的南方又观测到西风。除去西太平洋，在大洋上找不到这样稳定的东风带。在大西洋上，偏西风气流在 200 毫巴上一直维持到 17°N ，并



(a) 1 月



(b) 7 月

图 3 低纬度地区海面的平均气压场^[5]与海上的合成风^[6]

且这些地区的风不象亚非东风气流那样稳定,风向上常有很大的变化。

由以上可知,在北半球低纬度区高层对流层中,有两支最重要准常定气流:冬季的副热带西风急流和夏季的自非洲中部至亚洲南部上空的高空东风。前者虽是环绕全球的,但它在南亚和东亚是最强大和稳定的,后者只是在亚洲南部和非洲中部上空才有强烈而常定的东风气流。由此可见东南亚和南亚这个地区,在北半球低纬度大气环流中的特殊性,它正和这一地区对流层低层著名的季风活动相联系。

为了讨论低空的大气环流状态,我们给出了图3。在图上绘有低纬度地区的海面等压线^[5]和海上的平均合成风^[6]。风和气压的分布大致正符合这样的规律:在北(南)半球平均风的吹向是以平均低压在它的左(右)边。

由图3可以看到,在1月北半球冬季低纬度地区最主要的系统是亚洲的高压和大洋上的两个高压。前者是强大的亚洲反气旋性冷空气,在它的南缘,东北气流控制整个南亚和东南亚地区,这就是著名的东北季风,在南海较强,而在印度洋很弱;后者一般称为副热带高压,它们这时强度较弱,退居到两大洋的东部。在这两个高压的南边也吹着东北气流,它们的性质和冷高压的东北季风不同,是恒定的东北信风。在南半球夏季,三个大陆上为热低压所控制,其中以非洲大陆上的最强,低压区的风力较弱。在三个大洋上是很强的副热带高压,它的北边盛行着东南向的稳定气流,即东南信风。

南北两半球副热带高压之间有一个宽阔的低压区,称为“热带槽”¹⁾。粗略地说,它正相当于两支信风辐合的低压带。热带槽的位置冬夏季变动很大,在1月沿 5°S 左右,在7月沿 $12^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$ 左右。在图3上用虚线表示热带槽的位置,它们大致环绕全球。从图中可以看到,由1月到7月它在各个经度上的位移差别很大。在西半球较小,稍大于 5° 纬距;但在东半球大部分地区的摆动都达 30° 纬距,在亚洲西南部位置最北。这正是由于亚洲大陆和美洲大陆在夏季的热力作用强度不同的关系。

7月,亚非地区为一庞大的低压区所控制(它正和200毫巴上这一地区强大的高压区相对应),印度洋上的气流由冬季的东北季风转变为西南季风。这支强烈而稳定的西南气流,在全球上是最突出的。在印度洋和太平洋上,副热带高压比1月要强得多,但值得注意的是在它南缘 20°N 附近的东北信风,并不比1月强。在南半球冬季,三大洋上仍为副热带高压所控制,但比北半球冬季的更强。也就是在南半球高压环流的季节变化要小得多。在南半球三个大陆上,只有澳大利亚为较强的反气旋环流所控制,这是经常影响东南亚的南半球寒潮的来源。

§ 1.2 东南亚和南亚的平均高度场

上节我们介绍了低纬度地区的大气环流概况,由此也可以看到南亚和东南亚地区的环流特点。本章以下各节将对这一地区各季的平均环流:高度场、温度场和剖面环流等作一详细分析。至于平均风场,将在第二章中再讨论。

1 月 高 度 场

图4是这一地区850,700,500,300,200和100毫巴各等压面上的1月高度场图

1) 也有人称为“赤道槽”,详见§1.5。

(这是由作者用 1957—1964 年资料绘制的),表示了这一地区高低空主要系统的水平分布和垂直分布情况。

在这个地区的北部是强烈的副热带西风带。在低空 850 毫巴等压面上,南海北部为一个变性冷高压,它的高压脊控制整个中印半岛,在印度半岛为一个闭合高压。到 700 毫巴,南海的变性冷高压消失。在 700 毫巴上,阿拉伯半岛和由我国西部到缅甸一带有不明显的低槽。后者在 500 毫巴上略向西偏,强度较弱,就是一般所指冬季孟加拉湾上空的平均槽,在 500 毫巴以上强度更弱了。

在西风带南缘气压梯度显著变弱,由菲律宾东方向西一直到阿拉伯半岛为副热带高压带,它分裂成几个中心。在印度半岛和中印半岛各有一个中心,这两个中心到 500 毫巴仍然明显存在,但位置略向南偏。在 500 毫巴以上,印度高压仍然单独存在,位置更偏东南;中印半岛的高压在 300 毫巴以上已不明显,向东并入太平洋高压中。

在赤道附近的大巽他群岛为一低压区,这个地区的探空记录较少,低压的闭合等高线范围是不够确切的,但从几个测站的高度和测风记录可以大略绘出它的位置。这个低压从低空到高空,位置向西偏移,其纬度总是在 5°S 附近,正是上节所说的热带槽的冬季平均位置。

4 月平均高度场

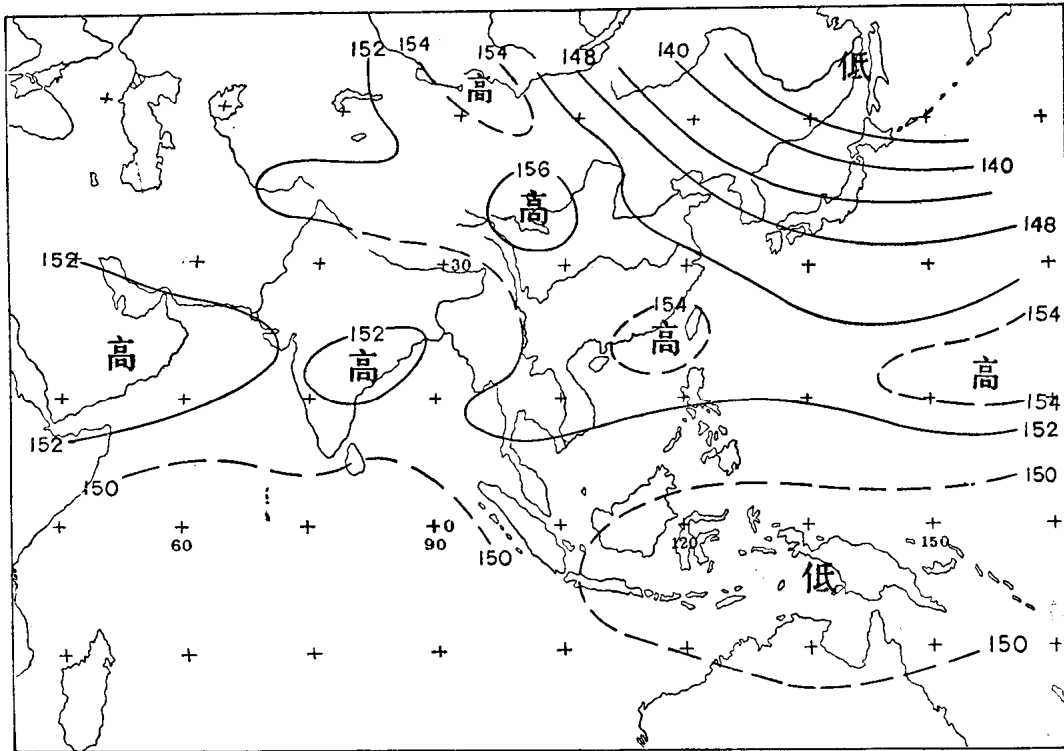
图 5 表示各等压面上 4 月份的平均高度场。这时在低空 850 毫巴上,1 月的变性冷高压的闭合环流已全部消失,南海转变为西南气流,中印半岛为副热带高压脊所控制,在越南风力甚弱,这时风向变动不定。

4 月份处于过渡季节,副热带的强西风带已经减弱,从等高线梯度就可以看出来。但急流仍在这一地区的北部出现。1 月份原在孟加拉湾上空的副热带西风槽,这时在对流层中部已不易看到,在平流层上部则可观测到很弱的低槽,位置比 1 月似有向东偏移的倾向。在西风带南边的副热带高压带上,印度半岛和中印半岛上空各有独立的反气旋,由对流层低空 700 毫巴向上一直到平流层低空 100 毫巴,都有比较明显的闭合环流。

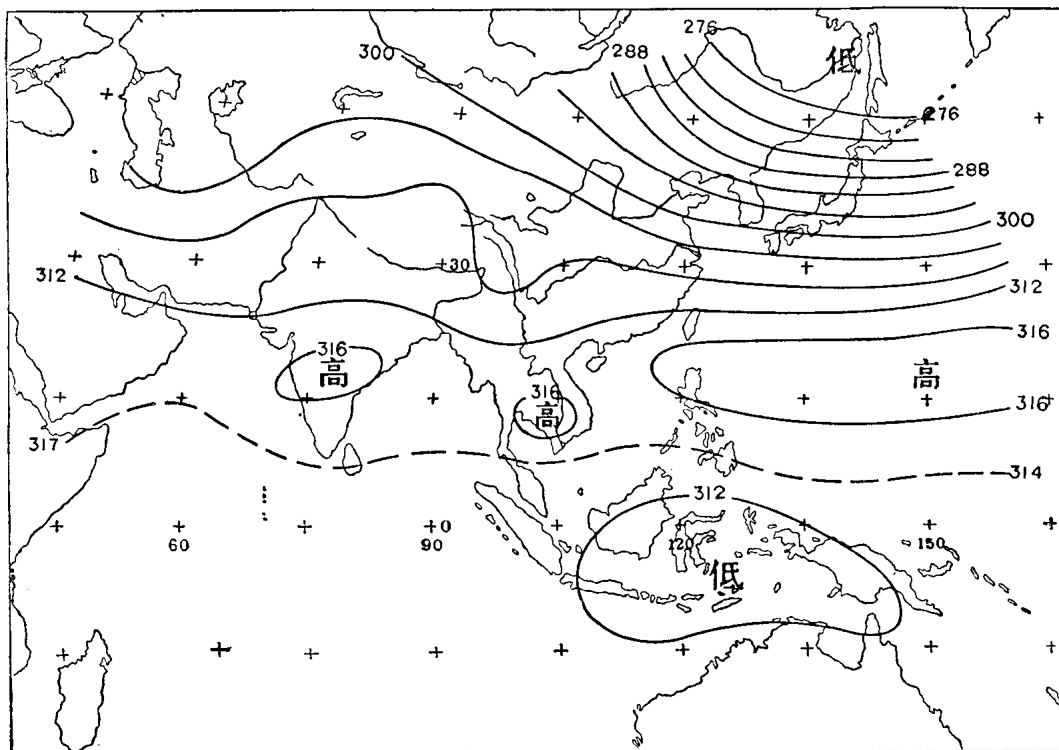
在印度尼西亚一带仍为一低压区,它的位置比 1 月份无显著的北移。另外在伊里安岛的南方上空对流层中,出现有明显的反气旋环流的高压。

7 月平均高度场

夏季,这一地区的形势(图 6)有了显著改变,这种明显的季节变化是在全球上其它地区所找不到的。这时亚洲陆地的低空为低压所控制,850 毫巴低压中心有两个:一个在印度东北部,另一个在西巴基斯坦,这便是著名的季风低压。这个低压中心不在亚洲大陆中央,而在印度和巴基斯坦一带,这一方面说明由于我国青藏高原的存在,亚洲大陆加热分布的特殊性,另一方面也说明此低压并非只是一般所说的热力成因,还有着重要的动力作用。这个低压的范围也包括了整个中印半岛,但在泰国似有一浅脊存在。到 700 毫巴,850 毫巴上的两个低压中心合并成一低压中心,位于印度东北部。西太平洋高压发展得很强,它的势力扩充到我国东南沿海,中印半岛正是太平洋高压和印度季风低压交绥的地区。到对流层中部 500 毫巴上,在伊朗高原有高压脊伸向西巴基斯坦,我国青藏高原为较弱的高压带,西太平洋高压势力不如低空那样强,整个印度和中印半岛为一强大的低压

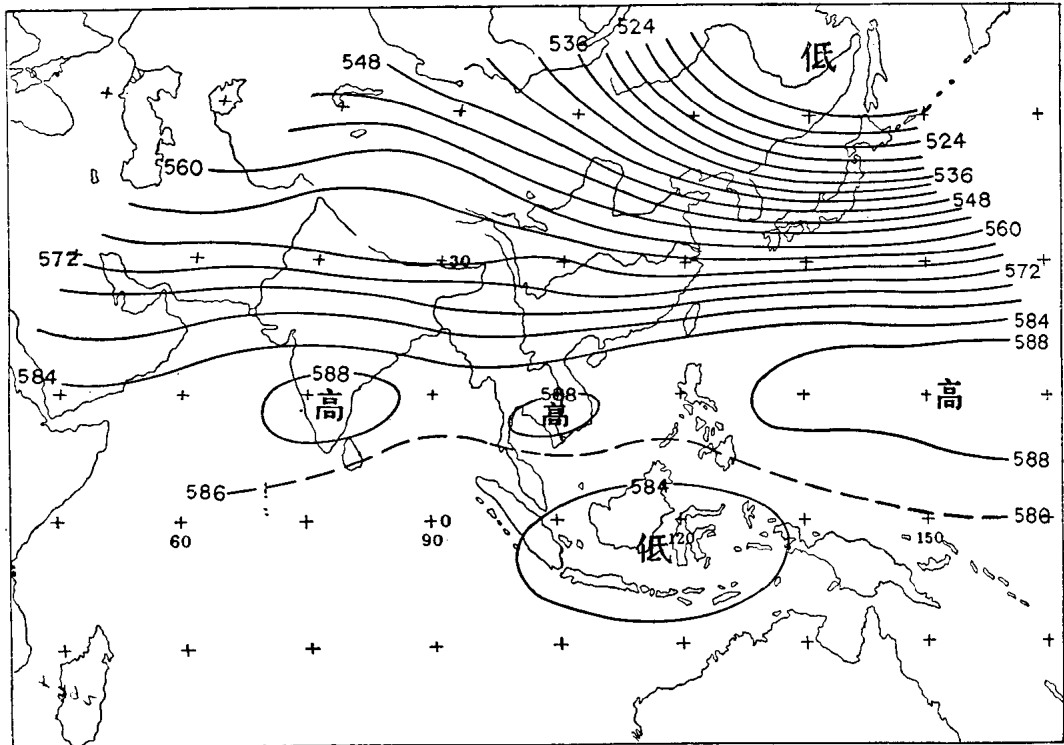


(a) 850 毫巴等压面

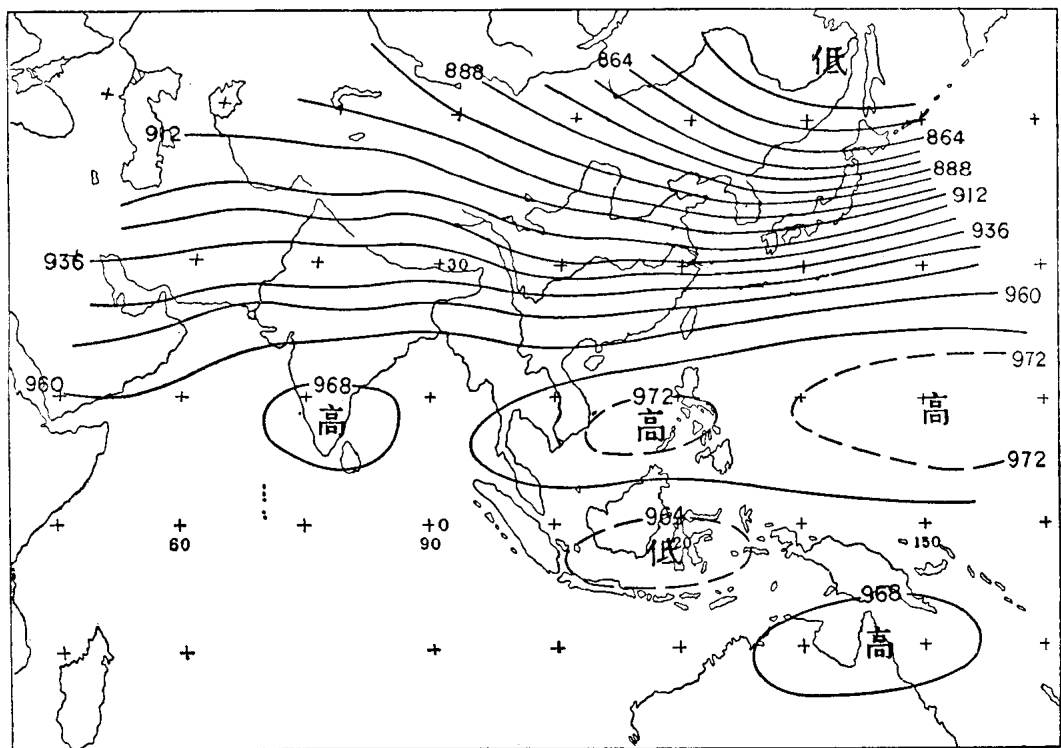


(b) 700 毫巴等压面

图4 1月份各等压面



(c) 500 毫巴等压面



(d) 300 毫巴等压面

的平均高度场 (10 米)