

中国科学院大气物理研究所集刊

第 2 号

夏季西太平洋 热带天气系统的研究

科学出版社

P444
16

中国科学院大气物理研究所集刊

第 2 号

夏季西太平洋 热带天气系统的研究

中国科学院大气物理研究所编

科学出版社

北京

中国科学院大气物理研究所编

科学出版社

北京

科学出版社

1974

内 容 简 介

本专集共包括六篇文章,主要是用卫星云图及其它气象资料分析、研究西太平洋及南海地区夏季影响我国的主要天气系统,如台风、赤道辐合带、副热带高压等。阐述了上述天气系统的卫星云图特征及其演变情况和结构。讨论了西太平洋和南海台风的源地及发生发展的几种情况,概括出几种模型,并提出可能的发展机制。对副热带高压在卫星云图上的特征和由云系确定高压脊线位置的方法也进行了研究。同时初步探讨了使用卫星云图作台风短期(24—48小时)路径预报的方法。

此专集可供我国广大气象台(特别是东南沿海地区)预报员参考,对大专院校气象专业的师生和有关科研人员也有参考意义。

中国科学院大气物理研究所集刊

第 2 号

夏季西太平洋热带天气系统的研究

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1974 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1974 年 6 月第一次印刷 印张: 5 图版: 9

印数: 0001—3,750 字数: 108,000

统一书号: 13031·180

本社书号: 310·13—15

定 价: 1.10 元

前 言

广大热带地区是全球大气环流的主要能量和水汽来源，它在全球大气环流的研究工作中占有重要的地位。近年来，随着观测技术的改进，特别是业务气象卫星的投入使用，有关热带地区的研究工作的开展愈来愈多。十多年的观测结果表明，不但对以前提出的一些理论、假设得到进一步证实，修正了一些不够全面的观点和看法；而且得到了不少新的事实。气象卫星促进了低纬地区天气分析、预报及研究工作的发展。

近几年我国开始在业务预报工作中使用气象卫星云图资料。1970—1972年的三年期间，我所卫星云图资料分析组与中央气象台和福州气象台一起，尝试在日常天气预报业务中，特别是低纬度天气分析和预报中使用卫星云图。通过三年的工作实践，我们认识到：卫星云图是发现、跟踪台风和其它热带天气系统的有力工具；副热带高压在卫星云图上反映为清楚的大范围黑色晴空区；不同的台风路径与卫星云图上不同的云系分布及配置关系相对应；中低纬度天气系统相互作用时，在云图上有清晰可见的表现。由于卫星云图能揭露这样一些天气现象和事实，对于弥补资料较为稀少的西太平洋地区的分析具有重要意义，同时也大大加深了我们对影响我国低纬地区的主要天气系统的认识。

这本集刊收集的六篇文章，是我们近两年在这方面工作的一部分。由于我们的资料年代不长和我们业务水平及实践知识的限制，在文章中难免有不恰当甚至错误的地方，望读者批评指正。

这部分工作是在陶诗言同志的指导下完成的。另外在工作中我们又得到中央气象台、福州气象台和广州气象台部分同志的帮助，并进行了有益的讨论，对此表示深切的谢意。

中国科学院大气物理研究所

1973年8月

目 录

西太平洋赤道辐合带中台风发生发展的初步分析

.....陈隆勋、王作述、方宗义、洪序团 (1)

南海台风的卫星云图特征和发生发展时的一些特点

.....范惠君、丁一雁 (14)

卫星云图上云系与台风路径的关系

.....李玉兰、王作述、黄文堂、王锦定、陈渭民 (29)

西太平洋赤道辐合带的初步分析

.....方宗义、陈隆勋、王作述、洪序团 (36)

夏季卫星云图上西太平洋副热带高压的特征

.....丁一雁、范惠君 (49)

夏季影响我国低纬度地区几类天气系统的卫星云图分析

.....丁一雁、范惠君 (55)

西太平洋赤道辐合带中台风发生发展的初步分析

陈隆勋 王作述 方宗义 洪序团*

一、引言

西太平洋是全球台风发生最多的地区。过去由于大洋上记录稀少,对这一地区的台风发生发展的过程缺乏具体分析。卫星云图在一定程度上为我们提供了这方面的资料,使我们能对夏半年影响我国沿海天气最大的天气系统之一进行更进一步的分析。

根据 1970—1972 年的卫星云图和其它天气资料,我们对盛夏时期(6—9月)发生于西太平洋的台风进行了分析。一方面分析了辐合带中台风发生的情况;另一方面也分析了台风发生过程的云型特点。发现这一地区绝大部分的台风是由赤道辐合带中具有一定型式分布的云团发展起来的。我们按云团的外形特征把辐合带中台风发生发展过程分为三类。每一类根据云型特征又分为三个阶段,每一阶段又与一定的气压场(中心气压)和中心风力相对应。

特别有意思的是赤道辐合带中的云团是大量的,同样,赤道辐合带中风场和气压场的扰动也是大量的。但并不是所有的云团或所有的风场、气压场上的扰动都能发展,而仅仅是某些云团与风场和气压场上的扰动相配合时才能发展。至于为什么有些云团能发展,这是今后继续研究的问题。

二、赤道辐合带中台风发生的一般情况

如前所述,西太平洋台风绝大多数是在赤道辐合带中发展起来的。因此,赤道辐合带的位置、强度、它两侧的基本气流的情况,是这一地区台风活动的重要大形势背景。这次,我们也初步分析了辐合带中台风生成的一般情况,希望能找到一些台风形成与辐合带这一大形势背景之间相互关联的事实。

通过三年资料的分析,我们发现,在西太平洋地区,只要在 10°N 附近建立了赤道辐合带,台风活动便很频繁。最多见的一种情况,就是在辐合带中台风是单个孤立地出现,它在时间、地区的分布上都比较凌乱。第二类则比较有规律和有意思,它包括两种情况:一种是台风(图 1)有规律地连续出现,在地区上也比较集中。其突出的例子是 1971 年 7 月。图 1 是这个月的台风路径图,共有七次台风活动,其中 11 号不是在辐合带中生成,而是西风槽中切断的冷涡在副热带地区发展而成。12 号与 13 号同时出现,是最大风速只达 25 米/秒的弱台风。其余五个,其初期阶段的云团,都相对集中于关岛西侧 $140-150^{\circ}\text{E}$

* 福州气象台。

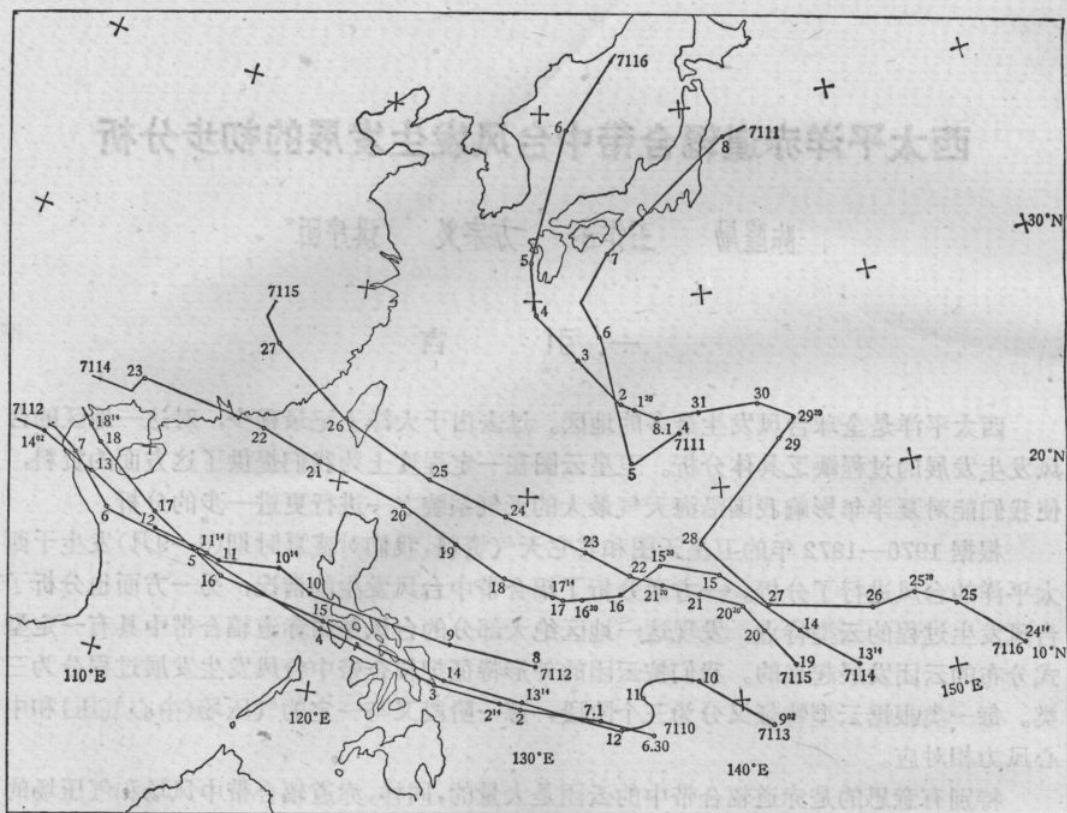


图 1 1971 年 7 月台风路径图

地区,出现时间间隔在 4—9 天之间。再考察它们发展到 25 米/秒及 35 米/秒风速时所在的位置,除 12 号外,也集中于以 135°E 为中心的不到十个经距的范围内。似乎这些台风,是从共同的源区一个一个有节奏地移出。另一点比较有意思的是,六个辐合带中生成的台风(除 11 号以外),路径都是西北西行,整个路径大体上一个比一个逐步偏北(尤其是登陆点,逐步北抬更清楚),到最后一个(16 号),便成为转向台风了。

第二种情况,是在宽广的辐合带上,同时出现几个涡旋,而且几乎同时加强成台风,例如 1972 年 7 月上旬。从 700 毫巴图看,7 月初辐合带出现在 10°N 附近,关岛与帛琉群岛之间。5 日,辐合带上在 127° 、 150° 、 161°E , 同时出现三个热带低压,7 或 8 日,风力全都发展到八级以上,我国分别编号为 3、4、5 号台风。此外,根据关岛分析,至少在 7 日,6 号台风前身的热带低压,也在 173°E 附近出现,9 日风力也超过了八级,与前面三个台风相差不到两天。此外,12、13、14 号台风,也几乎是同时(9 月 12 日—13 日)发展成台风(风速超过 8 级),不过它们前期热带低压出现的时期不如上一例集中,分别在 7、12、10 日。

由于记录及时间的限制,我们未能进一步分析造成这些情况的大尺度条件。初步看来,第二类中的第二种情况与辐合带两侧大范围东西风带的加强有关。其余情况则可能分别与有利条件的偶然及持续出现有关,而有利流场条件的持续出现,又可能联系着低纬大气环流的稳定性。

在辐合带上有时虽然同时出现几个热带低压,但大多数不能发展成台风,这种情况比

起能发展的更为多见,今后值得进一步将这两种情况下的大尺度条件进行对比分析。

三、云图资料普查结果

1970年6—9月共有10个编号台风;1971年6—9月共有19个编号台风;1972年6—9月共有14个编号台风。在这43个台风中除1971年11号台风是西风槽切断到低纬加强发展,1971年19号和1972年2号台风是东风波加强发展外,其余都是赤道辐合带云带中发展起来的。但由于我们接收范围的限制(仅到 140°E — 150°E),使 140°E 以东开始发展为台风的云团看不见前期阶段。这样我们仅能分析30个台风发生发展的云型特征。

通过分析我们按台风发生发展的背景——赤道辐合带云带的强弱和云型特点,把台风分为两类:

1. 两云团旋转型;
2. 云带扰动发展型。

前一类多发生于中等强度或弱赤道辐合带云带中;后一类大多数发生于强赤道辐合带云带的背景下。在后一类中又有两种略有差别的情况,其中一种是扰动的环流首先在云带的北侧出现,另一种则出现在云带的内部。前一类过程中前期云型也略有差别,大多是两个云团开始发展,但也有初期是两条云带的。若初期是两条云带则在台风发展过程中旋转云系的尾巴较长。

每一类按不同时期的云型特点及所对应的中心气压和中心风力大小可以分为三个发展阶段。

由表1可以看出,属于两部分云系向共同中心旋转的个例最多,占19/30;此外还有一个特例即1972年12号台风,它不属于我们所划分的两种发展类型。

从表1中还可以看到,处于弱热带低压阶段的云团,大多数云团环绕的中心与低压中心相对应,中心气压约1,006毫巴左右。有一些分析不出低压中心,表明这个热带低压很弱。第二阶段的云型对应的中心气压在1,000—1,004毫巴之间,中心风力小于15米/秒。第三阶段的云型大多对应中心气压为990—1,000毫巴的系统,它们的中心风力大致在15—25米/秒之间。根据我国中央气象台的规定,中心风力达到八级以上、中心气压低于1,000毫巴的热带低压就应编号为台风。因此,第三阶段的云型大多已编号为台风。

根据上述台风发生、发展的云型特征分类,我们反查了1970—1971年6—9月的卫星云图,看有多少符合我们的分类特征但又不发展为台风的反例。反查结果仅有5次具有我们所定义的两部分云系向共同中心旋转的特征(1970年8月16日,9月1日,9月20日,9月27日和1971年6月1日),但后来并没有发展为台风。5次中有3次发展成强的热带低压(1970年9月1日,9月20日和9月27日)。在风场和气压场上没有什么反映的反例有两个(1970年8月16日和1971年6月1日)。仔细分析,其中的一个反例似乎与两条云带呈南北向分布,绕共同中心旋转不明显有关。

对云带扰动发展型,我们没有查出反例,这是否与这种类型的个例相对少一些,代表性不够有关。

表 1 根据热带低压云系的云型特征对其发展阶段的分类表
(1970年6—9月至1972年6—9月)

	日期	时间 (时·分)	纬度	经度	中心 气压 (毫巴)	中心风力 (米/秒)	发展 阶段		日期	时间 (时·分)	纬度	经度	中心 气压 (毫巴)	中心风力 (米/秒)	发展 阶段	
两云团旋转型I																
1970年 ζ_2	6.25		10.0	143.4			1		ζ_{16}	7.26	8.02	13.9	145.7	1,006	10	1
	6.28	13.50	10.3	143.8	1,008	12	2			7.27	8.41	14.4	142.5	1,001	12	2
	6.29	8.27	12.6	137.1	995	15	3			7.29	8.40	23.4	143.0	1,000	15	3
ζ_4	7.31	13.07	21.0	126.9	1,002	12	1		ζ_{24}	9.23	8.32	17.5	144.6	1,006	10	2
	8.1	9.47	21.2	123.4	996	20	2			9.26	9.11	32.8	134.1	995	25	3
	8.3	9.37	24.1	114.0	995	20	3	1972年 ζ_3	7.6	8.30	10.7	148.1	1,006		2	
ζ_5	8.4	14.04	16.0	132.1	1,004	10	1			7.7	9.21	10.2	143.9	1,004	30	3
	8.5	15.09	16.8	129.9	1,002	15	2	ζ_4	7.4	8.42	10.6	131.5			1	
	8.6	10.15	16.3	124.2	998	20	3		7.5	9.33	12.9	127.0			2	
ζ_6	8.7	13.03	16.2	142.7	1,003	15	1		7.6	10.25	15.3	122.0			3	
	8.8	13.59	17.4	137.1	1,001	15	2	ζ_{10}	8.22	10.19	17.6	124.6	1,004		1	
	8.9	9.00	21.3	133.9	1,000	15	3		8.25	10.59	18.8	116.6	1,004		2	
ζ_7	8.15	8.22	17.2	148.3	1,005	10	2		8.26	9.55	18.9	115.2	992	18	3	
	8.15	12.54	17.3	147.6	1,004	10	3	ζ_{13}	9.9	8.27	12.3	132.4			1	
ζ_{11}	9.7	13.27	15.0	142.1	1,004	10	1		9.10	9.19	14.2	131.0			2	
	9.8	9.37	15.0	136.5			2		9.11	10.10	14.0	128.3			3	
	9.8	14.23	14.0	134.3	995	20	3	ζ_{14}	9.11	8.15	13.1	143.2			1	
1971年 ζ_{12}	7.7	9.03	5.6	133.8			2		9.12	9.06	13.3	138.2			2	
	7.10	9.42	15.6	120.8	1,001	15	3		9.13	9.57	14.9	135.3			3	
两云团旋转型II																
1971年 ζ_7	6.9	8.07	12.4	135.6	1,012		1		ζ_{20}	8.31	8.05	15.4	148.8			1
	6.10	8.58	12.5	131.0	1,007		2			9.1	8.56	18.8	141.2	1,002	15	2
ζ_{13}	7.8	7.59	6.5	143.4			2			9.2	8.44	21.0	138.3	995	25	3
	7.11	8.38	9.6	135.9	1,000	20	3	ζ_9	8.9	8.48	12.1	149.9			2	
ζ_{18}	8.9	8.29	12.0	146.0	1,006	10	2									
	8.11	8.17	16.8	139.5	998	30	3									
云带扰动型I																
1970年 ζ_3	7.12	8.05	12.0	132.0	1,001	15	1	1971年 ζ_8	6.13	9.37	13.7	131.6	1,003	15	1	
	7.13	8.25	14.2	125.5	993	25	2		6.14	15.01	15.4	126.3	1,000	20	2	
	7.13	14.30	14.8	124.3	989	25	3		6.15	9.15	16.7	124.0	990	30	3	
ζ_8	8.22	13.43	14.8	136.5	1,007		1	ζ_9	6.21	8.49	8.3	140.4			1	
	8.23	14.40	14.9	132.0	999	20	2		6.23	8.36	10.4	132.3	1,005	10	2	
	8.24	8.24	17.4	131.2	990	25	3		6.24	9.27	10.0	130.8	1,001	15	3	
ζ_{10}	9.3	9.13	20.0	127.0	1,002	20	1	1972年	7.29	8.59	19.4	137.1			1	
	9.4	9.58	20.0	125.1	1,000	20	2		7.30	9.50	19.3	134.5			2	
	9.5	9.00	21.7	128.0	992	25	3		7.31	8.46	22.5	130.4			3	

续表 1

	日期	时间 (时·分)	纬度	经度	中心 气压 (毫巴)	中心风力 (米/秒)	发展 阶段		日期	时间 (时·分)	纬度	经度	中心 气压 (毫巴)	中心风力 (米/秒)	发展 阶段	
云 带 扰 动 型II																
1970年 ζ_9	9.3	9.13	19.2	139.8	1,006	12	1		ζ_{22}	9.10	8.58	19.0	125.4	1,002	12	1
	9.3	13.31	18.6	139.8	1,006	12	2		9.13	9.37	20.0	131.2	998	12	2	
	9.4	14.28	23.2	135.8	1,000	15	3		9.15	9.24	18.1	127.5	997	20	3	
1971年 ζ_{17}	8.4	8.03	12.7	145.4	1,004	10	2		ζ_{25}	9.24	9.29	14.3	130.2	1,006	10	1
	8.7	8.41	22.0	136.7	1,000	15	3		9.25	8.25	16.3	128.9	1,003	12	2	
									9.26	9.16	15.7	127.1	1,000	15	3	

四、两种类型典型个例分析

1. 1970年9月7日—9月8日两个云团旋转型

图2、图3是1970年9月上旬特鲁克岛和关岛的单站高空风时间剖面图,9月4日—5日700毫巴以下有一扰动通过特鲁克岛,9月5—7日有一扰动通过关岛。地面流线图4a、4b、4c表明在9月5—7日有一个赤道辐合带中的扰动沿着约 15°N 纬圈由 150°E 附近往西移动,与上述单站高空风资料一致。这些资料说明9月6日以前有一赤道辐合带中的扰动自特鲁克岛往西移动,9月6日前后的卫星云图表明,一条西南东北走向的辐合带云带位于 8°N 、 130°E — 18°N 、 145°E 附近。

9月7日上午的艾萨-8卫星云图(图略)中位于 13°N — 19°N 、 137°E — 149°E 附近的云团A、B就是这条赤道辐合带云带中的两个云团。同日08时由特鲁克岛、关岛西移的扰动在地面表现为一个中心1,010毫巴的弱热带低压,位于 15°N 、 143°E 附近,处于云团B的位置。

9月7日20时扰动已移到两个云团之间(约 15.0°N 、 142.1°E)中心气压1,008毫巴。同日下午的艾托斯-1云图(云图1)表明, 13°N — 19°N 、 137°E — 149°E 范围内的云团A、B基本上还是两个相互独立的直径在4

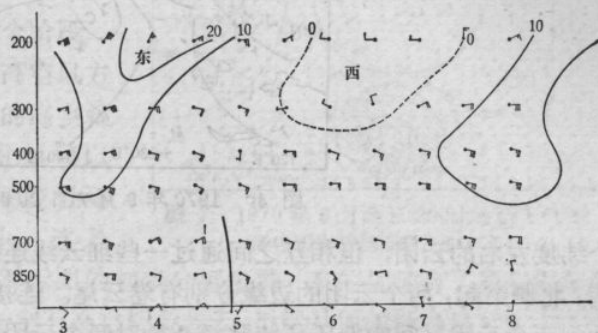


图2 1970年9月3—8日91334站(特鲁克岛)单站高空风时间剖面图

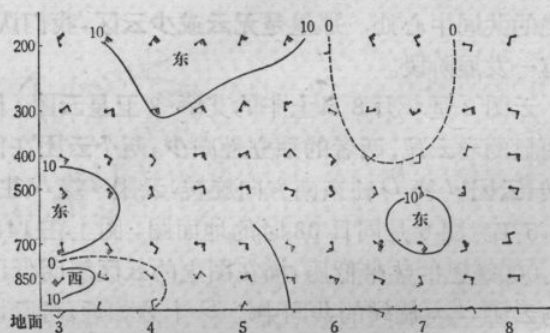


图3 1970年9月3—8日91217站(关岛)单站高空风时间剖面图

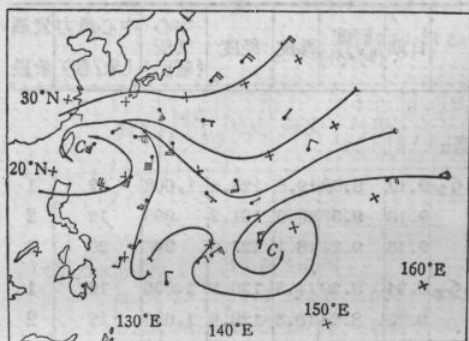


图 4a 1970 年 9 月 5 日 20 时地面流线图
C: 气旋中心

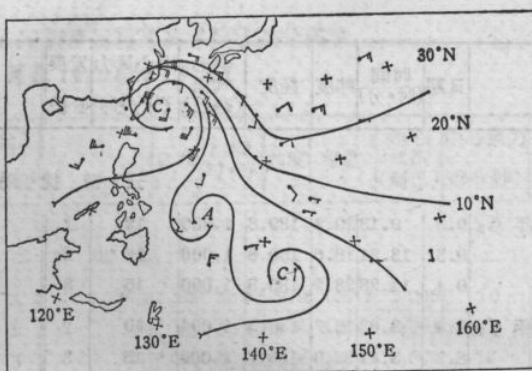


图 4b 1970 年 9 月 6 日 20 时地面流线图
A: 反气旋中心

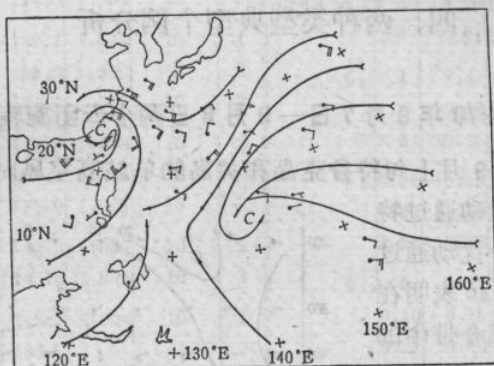


图 4c 1970 年 9 月 7 日 20 时地面流线图

个纬度左右的云团，但相互之间通过一些细云线连接起来，细云线的南北两部分分别向南、北侧突起，两个云团的边缘分别有卷云尾。连接两个云团的细云线的出现，表明移动到两个云团之间的低压环流已经开始对两个云团产生影响，而云团边缘的细卷云线则标志着两个对流性云团将进一步发展，同时也说明两个云团具有各自的环流。图 5 是同日 20 时的地面天气图，图上“低”为 1,008 毫巴的热带低压的中心，它大致位于两个云团所环绕的共同中心处，那里是无云或少云区，我们认为两个云团具有这样一种分布的型式为第一发展阶段。

云图 2 是 9 月 8 日上午的艾萨-8 卫星云图。图中云团 A、B 都有所加强，云团的边缘有明显的卷云尾。两者的独立性减少，两个云团在低压环流的组织下开始围绕共同中心 D 旋转，云团 A 绕 D 往东南方向旋转，云团 B 绕 D 往西北方向转，D 的位置大约在 15.0°N 、 136.5°E 。图 6 是同日 08 时的地面图，图上在 14.5°N 、 137.0°E 处分析出一个中心气压为 1,000 毫巴的热带低压，描在图上的云区表明低压中心不在云团 A 内，也不在云团 B 内，而与云团 A、B 旋转的共同中心 D 十分相近，可以认为低压中心就是两个云团旋转的共同中心。这种云型特征定为第二发展阶段。

从云图 3 中可以看到云团 A 继续围绕中心往东偏北方向旋转，拉长，成为螺旋云带 AA'；云团 B 围绕中心往西偏南方向旋转，成为螺旋云带 BB'。这时，旋转的中心 D 已为两条螺旋云带的共同中心密蔽云区所代替，位于 14.0°N 、 134.3°E 处，云带边缘的辐散卷

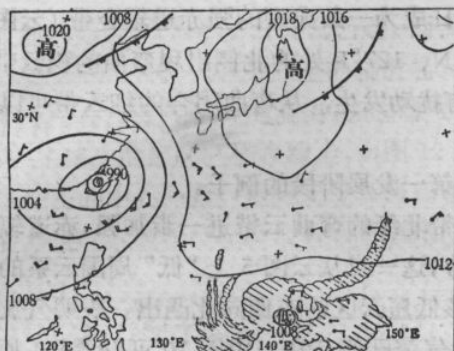


图 5 1970 年 9 月 7 日 20 时地面天气图
图中阴影区是云图 1 的云区

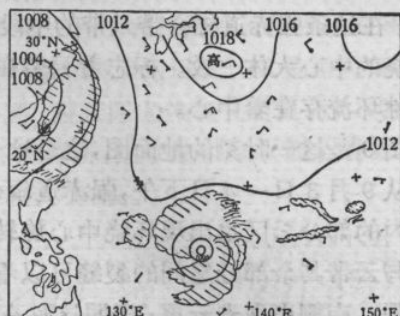


图 6 1970 年 9 月 8 日 08 时地面天气图
图中阴影区是云图 2 的云区

云清楚。图 7 是同日 20 时地面天气图，低压 D 迅速加深，中心气压约 995 毫巴，中心风力约 20 米/秒，螺旋云系的中心就是低压中心，云系与气压场有较好的配置关系。两个云团旋转到这种云型分布，标志着低压已发展到第三阶段。中央气象台在 1970 年 9 月 8 日 14 时把它编为 1970 年 11 号台风。

图 8a、8b、8c 是在云团发展的各个阶段，通过云区边缘的卷云尾走向所推出的高空风方向，可以看到在发展的各个阶段，系统的高空辐散气流都很明显，但分布不均匀。从图 8a 可以看到，地面热带低压的上空正好是反气旋性环流，它为低压发展提供了高空辐散条件。这是系统迅速发展的标志。从我们这几年对云图的初步分析来看，有的扰动有了高空辐散卷云，不一定发展。但迅速发展的系统一定有高空辐散卷云，也就是说辐散卷云可能是低空辐合的结果，但它在发展过程中总是要有的而且是卫星云图上可以清楚看到的征兆。因此由辐散卷云的出现与否及其分布情况来推论系统未来的发展是有用的。

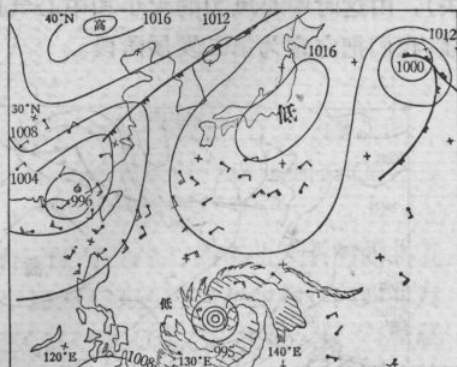


图 7 1970 年 9 月 8 日 20 时地面天气图
图中阴影区是云图 3 的云区



图 8a 1970 年 9 月 7 日从艾托斯-1 云图两云团边缘沿辐散卷云推出的高空辐散气流分布图



图 8b 1970 年 9 月 8 日从艾萨-8 云图辐散卷云推出的高空辐散气流分布图



图 8c 1970 年 9 月 8 日从艾托斯-1 云图辐散卷云推出的高空辐散气流分布图

2. 1970 年 9 月 3 日—9 月 5 日云带扰动发展型

从 9 月初的卫星云图可以看到，9 月 1 日位于 120—140°E、6—19°N 的一条西北—东

南走向的赤道辐合带云带逐步加强, 到9月3日成为一条典型的强赤道辐合带(云图4中BC)。在这条强赤道辐合带云带的中段 20.8°N 、 127°E 处的北侧出现弯曲的积云带, 云带环绕的中心大体一致。标志着云带在此处有扰动发生, 从弯曲闭合的细云带可以推论气旋性环流存在着中心。

图9是这一时刻的地面图, 这是这一类型第一发展阶段的例子。

从9月3日—4日下午, 强赤道辐合带云带北缘的弯曲云带进一步加强, 赤道辐合带云带内的部分云区也出现环绕中心旋转的趋势, 这一点从云图5上“低”周围云系的纹理以及与云带其余部分之间的裂缝可以看出。该低压云区的东侧向北凸出, 表明气旋性环流加强; 南侧出现卷云尾, 表明这时高空辐散气流已经存在。由图10可以看到, 原来位于 18°N 、 128°E 附近的热带低压往西北方向移动到 20°N 、 127°E , 中心气压下降到1,000毫巴。从描在图10上的云区可以看出它与气压场有较好的配置关系, 螺旋云线围绕的中心就是低压中心, 这时中心风力约20米/秒(一般为10—15米/秒, 这个例子发展较快), 由这时中心风力的大小和中心气压值知道, 与这种云型特征相对应的低压已发展较强, 我们把它定为第二发展阶段。

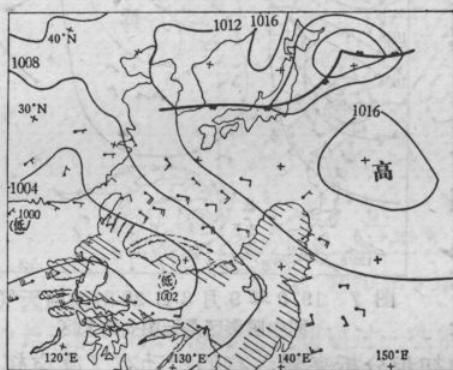


图9 1970年9月3日08时地面天气图
图中阴影区是云图4的云区

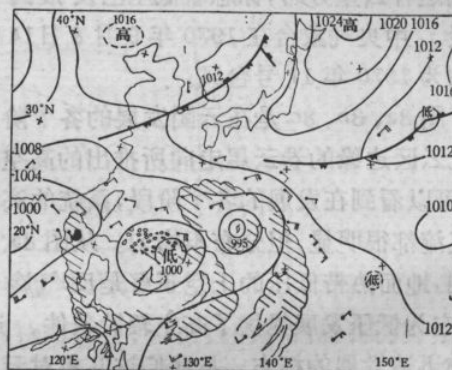


图10 1970年9月4日20时地面天气图
图中阴影区是云图5的云区

由9月5日上午的艾萨-8云图(云图6)可以看到, 云区D进一步与赤道辐合带云带脱离, 原来由螺旋云线围绕的中心进一步加强, 形成具有一定螺旋结构的密蔽云区, 中心偏于密蔽云区的北侧。图11是同日08时的地面图, 热带低压进一步加深, 中心气压下降到992毫巴, 中心风力增大到25米/秒, 由描在图上的云区可以看到密蔽云区的中心与气旋性环流中心基本一致, 这样的云型我们把它定为第三发展阶段。

前面给出的个例说明扰动首先在辐合带云带的北侧出现, 下面这个例子说明扰动环流首先出现在云带之中。在云图4(1970年9月3日艾萨-8云图)的强赤道辐合带云带的东侧C处, 19.0°N 、 139°E 处出现一裂云区, 裂云区四周的云区通过云的纹理和边缘云尾的走向可以看出, 已经表现出以C为中心云系弯曲的趋势, 尽管在这时的地面图上(图9)还不能分析出低压, 但从船舶1和2的风向来看, 这里可能已经有一个低压环流, 我们把这一阶段的云型定作第一发展阶段。

云图7是9月3日下午艾托斯-1云图, 强赤道辐合带云带中的裂云区C移到 18.6°N 、 139.8°E 。与图1比可以看到, 围绕C弯曲的云带曲率加大, 旋转更明显, 弯曲云带的东

北侧明显地从赤道辐合带云带向北凸起,而西侧则向南压,表现出与母体云带脱离的趋势。在凸起云带的东北—东南高空的辐散卷云十分清楚,且这种辐散卷云所表示的高空气流以C为中心呈反气旋式的流出,标志着气流正处于强烈发展阶段。图12是当天20时的地面图,云图上的云区已描在图上,由图12可以看到。裂云区大体与气压值为1,004毫巴的热带低压的中心一致。这时无从风场还是气压场分析,这个热带低压都是清楚的。这标志着与这种云型特征相对应的热带低压已发展到第二阶段。

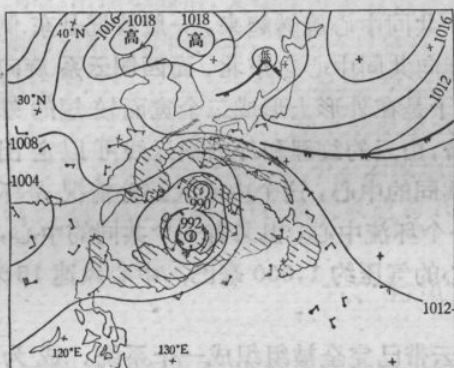


图 11 1970年9月5日08时地面天气图
图中阴影区是云图6的云区

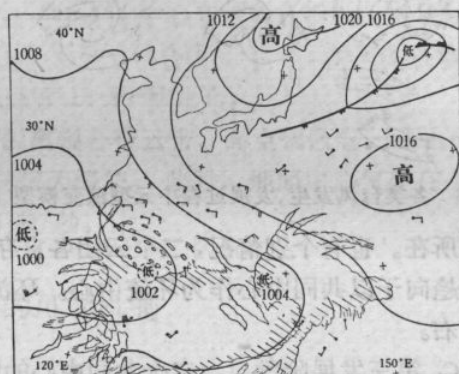


图 12 1970年9月3日20时地面天气图
图中阴影区是云图7的云区

云图5是9月4日下午艾托斯-1云图,原来以裂云区C为中心的弯曲云系向西北方向移动到 23.2°N 、 135.8°E 。赤道辐合带云带的这个部分云系通过向北凸起和向西北方向移动已经完全与母体云带脱离了,这时裂云区C已不复存在而代之以密蔽云区C,密蔽云区C与环绕C的云带呈典型的螺旋状分布。由图10可以看到原来与裂云区相对应的热带低压已往东北方向移动到 22.5°N 、 134.5°E ,从描在图上的云区可以看到密蔽云区的中心C与低压中心是十分相近的,注意到二者的时差和移动方向,可以认为二者的中心是一致的。这时低压的中心气压下降到1,000毫巴,中心风力达15米/秒左右,四周的船舶站也表现出明显的天气。具有这样云型的系统,我们认为它已发展到第三阶段。事实上中央气象台在9月4日14时已把它编号为1970年9号台风。

五、台风发生发展的云型分类

根据1970—1972年6—9月30个台风发生、发展云型演变分析,结合上述的典型个例,我们按不同类别,不同阶段的云型特征及相应的流场分布,概括出台风发生发展的云型演变模型如下:

图13的I、II分别表示这两种类别,A、B、C分别表示各类别的三个发展阶段。下面对图13作简单的说明:

I. 两云团旋转型

A. 第一发展阶段 在中等强度或弱的赤道辐合带云带中,二个相邻的云团或云带开始被一个弱的低压环流组织起来,其表现为二个云团的碧空区中开始出现弯曲的积细云线,由这些积云线可定出一个环流中心。同时,二个云团或云带中也各自出现围绕这个



图 13 各类台风发生、发展过程中云型演变模型

中心的弯曲纹理，在二个云团或云带的南北二侧各自出现绕此中心的积云线。发展成台风的这类云团，其直径必须大于4个纬距（若云带则不受纬距的限制），且存在2—3天以上。这时环流中心气压约1,005毫巴左右，中心风速约10米/秒。

B. 第二发展阶段 两部分云系围绕一个共同中心旋转起来，一般情况是东侧云系旋向共同中心之东北，而西侧云系旋向西南，于是在外形上形成二个宽而较短的螺旋云带，由云的纹理和外围积云线可以定出一个共同的中心，这个中心大部分情况是环流

中心所在。也有个别情况，二个云团各自存在一个环流中心，但又有一个共同的中心，并逐渐趋向于以共同中心作为环流中心。环流中心的气压约1,000毫巴，中心风速15米/秒左右。

C. 第三发展阶段 二个共同中心的螺旋云带已完全被组织成一个系统。成为典型的S形云系，二个云带在共同的中心处已完全合併而组织成一个圆状的密蔽云区。环流中心存在于这个密蔽云区之中。由云的纹理，外围积云线和密蔽云区的几何中心可以定出环流中心。在第二发展阶段尚存有二个环流中心的情况，此阶段已完全调整为一个共同的环流中心，原来的二部分云系之一组成主要的密蔽云区，另一云系组成此密蔽云区的外围云系，二个云系间常有明显的空隙带，环流中心常位于主要密蔽云区的（朝外围云系的一侧）边缘。这时，中心气压在995毫巴左右，中心风速在15米/秒—25米/秒之间。

II. 云带扰动发展型₁ (扰动开始出现在云带北沿)

A. 第一发展阶段 大多数发生于较强的赤道辐合带内。在较连续的辐合带密蔽云区北侧的碧空区最先出现弯曲的细积云线，有时这种细积云线可以组成一个弯曲的闭合中心。同时，密蔽云区中常能出现弯曲的纹理，和北侧的细积云线组成一个共同的中心，这个中心常在密蔽云区紧邻的碧空区中，这个中心也是流场的环流中心，在地面图上，常可出现一个极弱的热带低压，中心气压在1,005毫巴左右，最大风速约10米/秒。

B. 第二发展阶段 在A阶段的环流中心附近，云逐渐加密，在云图上表现中心南侧的辐合带密蔽云区向北凸起，在凸起云区的北侧仍可出现细的积云线，在辐合带密蔽云区中绕中心旋转的纹理更为清楚，在环流两侧云已具有和辐合带云带脱离的裂缝迹象。此时，环流中心位于凸起的密蔽云区中，地面图上环流加强，中心气压达1,000毫巴左右，最大风速在15米/秒左右。

C. 第三发展阶段 原来的低压云系已有更清楚的旋转，并已与辐合带密蔽云区的母体脱离，组成独立的螺旋云系。此时，环流中心仍位于螺旋云系北部的密蔽云区中，由于此阶段高空辐散的卷云更为清楚，由此可定出环流中心。随着环流进一步加强，环流中心逐渐移入密蔽云区的中间部位。在这一阶段，地面中心气压在995毫巴左右，个别可达990毫巴，中心最大风速在15—25米/秒之间。

III. 云带扰动发展型₂ (扰动开始出现在云带内部)

A. 第一发展阶段 在较强的辐合带密蔽云区中, 首先在云区中出现弯曲的纹理, 较清楚的旋向一个共同的中心, 这个中心位在云的中间部位。随着环流发展, 中心部分出现云的弯曲裂缝, 这表示环流正在对辐合带云带进行组织中。由云的弯曲纹理或云的弯曲裂缝(无云的细弯曲区), 可以定出环流中心。这种型式常发生于较连续的辐合带云带东侧部位。此时, 地面中心气压可达 1,005 毫巴, 中心最大风力在 10 米/秒左右。

B. 第二发展阶段 辐合带云区的旋转纹理更为清楚, 初步出现了旋入中心的积云带, 中心出现裂缝后, 又逐渐由密蔽云区所掩盖, 在此时, 中心东侧的云明显的向北抬, 而西侧的云则明显向南移, 这表示低压的云系已开始有同辐合带云带母体脱离的迹象。此时地面中心气压可达 1,000 毫巴, 中心最大风速在 15 米/秒左右。

C. 第三发展阶段 原来的低层云系已脱离辐合带云带, 高空辐散卷云开始出现, 中心常位于圆状的密蔽云区中, 云纹理的旋转极为清楚。此时, 地面中心气压在 1,000 毫巴—995 毫巴之间, 中心最大风速为 15—25 米/秒。

六、台风发展的可能机制

由以上分析来看, 西太平洋地区台风大部分都发生于辐合带内。从云型来分, 大致可分为二种发展过程, 一种发生于连续的辐合带的密蔽云带内, 另一种是由两个云团旋转发展而成的, 以后者占大多数。经过反例验证, 说明反例不多, 这表示台风发展必须要有特定的云型。但单只有云团还不足以促使发展, 只有扰动与合适的云团相配合时, 合适的云团才得以发展而成台风云系, 从我们的分析看, 这种扰动既可来自辐合带内, 也可自辐合带外移入。实际上, 在西太平洋辐合带(北侧偏东风南侧偏西风)和其东的辐合渐近线(北侧偏东风南侧为东南风)之间的交界处, 为三种气流的交会处, 在这种三叉点上经常有流场的扰动小涡旋发生, 然后移入辐合带。这种三叉点平均位于关岛以东附近。三叉点上出现的小涡旋到达关岛附近与辐合带中合适云团相配合, 常能得以发展为台风。这也可能是关岛附近经常有台风发生的原因之一。这种三叉点和古典的三叉点上台风发展^[1]不同, 后者是辐合渐近线上北侧偏东风的两个不同风向和南侧东南风组成三种气流, 实质上只是二种不同性质的气流。而我们所指的三叉点是二个辐合带之间相交汇处, 并且只易出扰动, 而发展仍需进入辐合带的云带中。

因而我们可以由两种云型设想两种台风的可能发展机制。第一种是辐合带密蔽云带中发展的台风。当北半球副热带高压南侧偏东风加强或赤道反气旋北侧偏西风加强时, 北半球辐合带得以加强, 由局地的低层辐合, 在辐合带中发展许多对流云区, 集合而成云团, 再集合而组成密蔽云带。另一方面, 风向的切变会独立的造成许多小涡旋(也可能是外来的)。小涡旋生成后沿辐合带向西移, 遇到合适的云团时, 小涡旋把云团组织起来, 促使其发展, 而云团供给涡旋发展的能量, 在涡旋中心处辐合最大, 云团中的凝结潜热释放也最大, 促使涡旋中心相对变暖, 中心环流也比周围发展快。变暖后的发展过程和柳井所提出的机制是一致的^[2]。在一个辐合带中, 常可由几个涡旋把原来是连续的云带分裂组成几个涡旋云系。当辐合带中涡旋移出时辐合带崩溃。

对于两个云团旋转而发展成台风的情况, 由第三节的个例分析, 我们可以综合成一个想象的模型表示这种情况可能的发展机制(图 14)。图中分为五个阶段, 以下来分别加

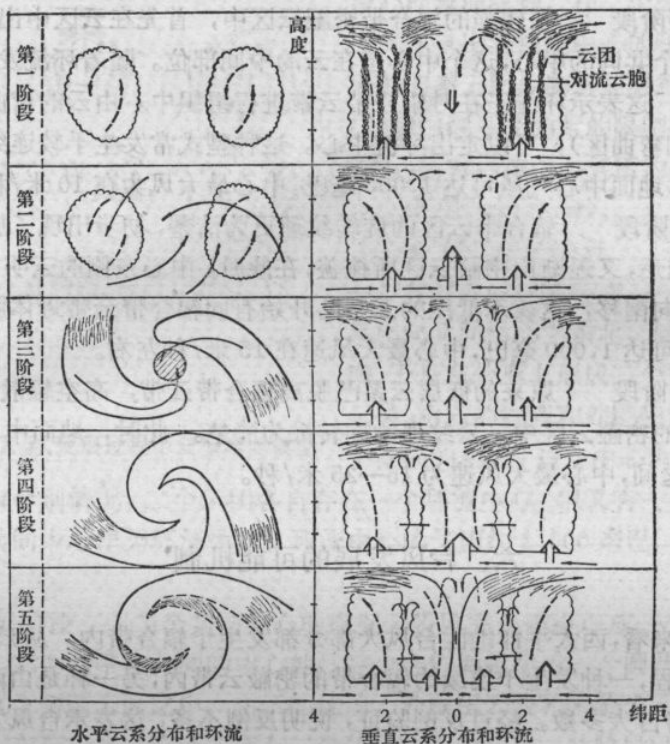


图 14 台风发展的理想模型

以描述。

第一阶段：是初始状态。辐合带中存在两个云团，在低空各有自己的弱环流，具有一定的气旋性涡度，通过恰尼等^[3]和郭晓岚^[4]所提出的第二种条件性不稳定机制(GISK)而得以维持。在剖面图上，云团也各有自己的垂直环流，两云团间为下沉的碧空区，这和威廉蒙^[5]的统计结果相似。云团有许多对流云胞。

第二阶段：是扰动加入阶段，扰动加入于两云团间的碧空区。这种扰动一般是流场上的小涡旋，常是低空的。由于小涡旋的加入，中心区低空通过辐合而转变为上升气流，逐渐自下而上的取代原先的下沉气流。与此同时，也把水汽从底层集中于中心区上升，在中心区逐渐发展成对流云系。此时云团的作用在于供给扰动中心区外气流的热能，使整个扰动区总体而言比外界暖，促使环流发展，扰动中心辐合加强，中心对流区加强。这个阶段中，两云团高空向碧空区的辐散气流减弱，整个辐散区指向涡旋区外，所以碧空区上空的下沉气流也随之减弱，有利于碧空区内对流发展。

第三阶段：即中心云区发展阶段。此时，两个云团已完全被涡旋气流组织起来，变形为两支卷入中心区的螺旋云带，这即是一般所称的外云带。由于螺旋云带的形成，边界层内的气流辐合及水汽辐合更形加强，在中心发展成强烈的中心云区，这即是一般所称的内云带。这个时期，中心云区的形成是一个标志，但这个中心云区同由云团组成的螺旋云带是不相接的。

第四阶段：即为中心云区密蔽阶段，中心云区继续发展，螺旋云带更进一步卷入中心，使中心云区和螺旋云带相接。这时，不光是边界层内有水汽辐合，而且由螺旋云带在