

同心双眼台风结构和强度的初步分析

陈 善 敏
(国家气象局北京气象中心)

提 要

本文利用飞机探测、雷达和卫星云图资料,分析和讨论了同心双眼台风的特征和强度。作者普查了1949—1983年35年的观测资料,得到76个同心双眼台风,发现在西北太平洋地区强台风中,常常可以观测到这种结构的台风眼,而且它与台风的自身强度也有密切的关系。另外,这类台风的地理分布和季节分布都有明显的规律。根据观测事实,本文提出了同心双眼台风结构的一种理想化模型。

一、引 言

台风眼是台风最显著的特征之一,许多发展很强的台风都具有这一特征。但台风眼形状相当复杂,有呈圆形、椭圆形和卵形,也有方形、多边形或不规则形。特别值得注意的,有些台风还出现由两层同心云壁包围的同心双眼。陈联寿、丁一汇^[1]和包澄澜^[2]等曾指出,在一个环状云墙包围的台风眼内,有时还有一个同心云墙包围的小眼,也就是眼的周围存在两层同心的云墙。这两层环状云墙一般是闭合的,不仅眼中心是晴空区,而且两层云墙之间也是晴空区。这类同心双眼台风不仅在西北太平洋上存在,而且,大西洋的飓风也有这类结构。Hoose 和 Colón^[3]曾对大西洋飓风 Beulah 同心双眼结构的形成和消失过程进行过细致的分析。

在 TOPEX (国际台风业务试验)的 SOE、TTE-3 (第二次业务试验、第三次跟踪试验)期间,1983年9月24日1300 GMT 地球同步气象卫星的加强观测云图中,观测到8310 Forrest 台风的同心双眼结构。9月23日2312 GMT 的飞机探测报告也曾观测到这一结构。在 SOE 的另一个试验台风8305 Abby 台风,8月14日1035 GMT 和1310 GMT 的两次飞机探测报告中,也都观测到同心双眼结构。显然,同心双眼台风与单眼台风的结构是有差别的,与台风强度可能有一定关系,这一问题引起我们的注意和兴趣。

二、西北太平洋同心双眼台风概况

TOPEX 期间每一小时一次的 GMS 卫星云图资料使我们能观测到台风结构的细微

变化。1983年9月24日 1300 GMT 卫星红外云图上 8310 台风的同心双眼结构清晰可见(图 1,见图版 I)。十几小时以前,飞机探测报告其内眼直径为 4—15 公里,外眼直径为 35 公里。由雷达资料表明,当有些台风靠近雷达站时,也曾观测到同心双眼结构。汕头雷达站就观测到 6903 Viola、7514 Elsie 和 7908 Hope 台风的这种结构。图 2(见图版

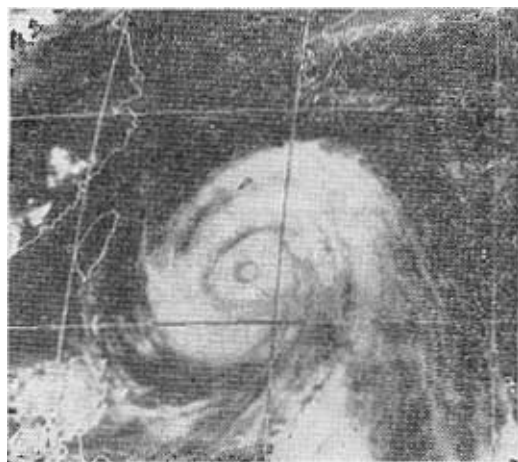


图 1 8310Forrest 台风,1983 年 9 月 24 日 1300GMT 卫星红外云图

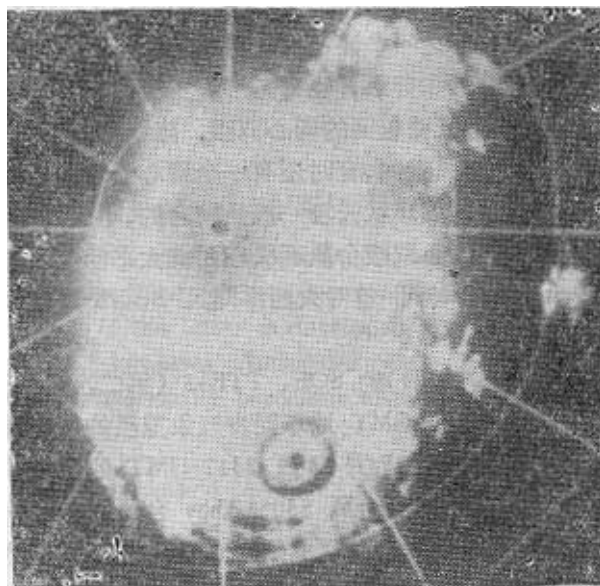


图 2 7514Elsie 台风,1975 年 10 月 13 日 1300GMT 雷达照片

I) 为 1975 年 10 月 13 日 1300 GMT 7514 Elsie 台风距汕头雷达站 200 公里左右时的雷达照片,同心双眼结构更为清晰。由于这类结构出现的生命史不长,且伴有振荡,往往时而清晰,时而模糊,而卫星云图和雷达资料受到观测时次、地区以及资料年代的限制,尚不能提供更完整精确的资料。飞机探测资料年代较长,对台风云系观测的可靠性也好。本文主要分析了 1949—1983 年 35 年有关台风观测的飞机探测报告,并参考卫星云图和雷达探测资料。

在西北太平洋上, 35 年中有 1268 个台风和热带气旋, 其中有 76 个台风观测到同心双眼结构, 占总数的 6.0%, 平均每年同心双眼台风出现 2.2 个。在这 76 个台风中, 包括同心云层云墙或同心双层环状云带, 而眼区并不清晰的情况, 但此类只占少数。在 76 个同心双眼台风中, 每个台风的这种结构大多只观测到一次, 占 59.2% (45/76)。而 6221 Karen 台风和 7008 Billie 台风曾分别获得五次观测记录。这 76 个台风共获得 134 次同心双眼结构的飞机探测资料, 平均每年观测到 3.8 次。特别要提出的是, 7519 June 台风曾观测到三层同心闭合云墙的特殊结构, 眼的直径分别为 9、50 和 75 公里, 这是十分有趣的。

1. 同心双眼台风与强度的关系

同心双眼台风出现在发展比较强的台风中。有这类结构的强台风, 中心最低气压 $P_{\min}$ 都小于 970 hPa, 地面最大风速 $V_{\max}$ 都大于 45 m/s, 而气压高于 970 hPa 的台风尚未发现这类结构。所有观测到同心双眼结构的强台风, 平均中心最低气压 $\bar{P}_{\min} = 916.8$ hPa; 平均地面最大风速 $\bar{V}_{\max} = 67.5$ m/s。分析表明, 同心双眼台风出现的频率随台风强度加大而剧增。由图 3 可以看到, $P_{\min} < 890$ hPa 的强台风中, 同心双眼台风占 76.9%, 其中 $P_{\min} < 880$ hPa 的特强台风共有 6 个: 1958 年 Ida 台风 $P_{\min} = 877$ hPa, 它是历史上地面风速最大的台风 $V_{\max} = 110$ m/s; 7315 Nora 台风 $P_{\min} = 875$ hPa; 7519 June 台风 $P_{\min} = 875$ hPa; 7822 Rita 台风 $P_{\min} = 878$ hPa; 历史上最强的台风 7919 Tip 台风 $P_{\min} = 870$ hPa; TOPEX 中的 8310 Forrest 台风 $P_{\min} = 876$ hPa, 无一例外都观测到同心双眼结构。但在六十年代以前, 可能由于受台风探测技术所限, 这类台风结构很少观测到。1949—1959 年期间 279 个台风和热带气旋中只有 9 个台风观测到同心双眼结构, 占 3.2%。1960 年以后 $P_{\min} < 900$ hPa 的 28 个强台风中, 同心双眼台风有 23 个占 82.1%; 而 1960 年以前 10 个强台风中只有 1 个占 10.0%。

应该指出的是, 台风形成同心双眼结构时, 并不是与台风发展最强同步, 往往出现同心双眼结构以后台风还会加强。根据资料分析, 观测到同心双眼时, 平均最低气压 $\bar{P}_{\min} = 936.2$ hPa; 平均最大风速 $\bar{V}_{\max} = 46.0$ m/s。

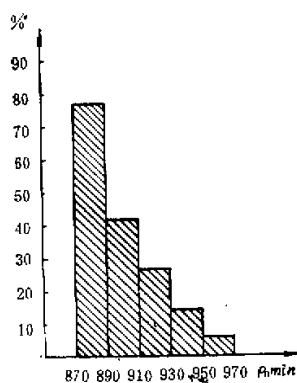


图 3 同心双眼台风在各强度阶段出现频率

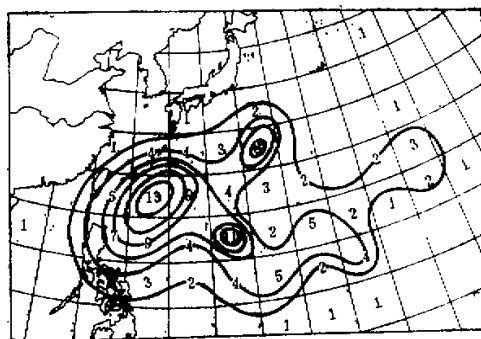


图 4 同心双眼台风活动频数的地理分布

2. 同心双眼台风的地理分布

图 4 显示了这类台风活动频数及其地理分布,最大的频数中心出现在琉球群岛南部,在我国台湾省和菲律宾东侧洋面上 $15^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}-130^{\circ}\text{E}$ 范围内明显偏多,共观测到 34 次同心双眼结构,占总观测次数的 $1/4$ 强。而这个地区经常是台风迅速加强的地区。这表明同心双眼台风的出现与强台风发展区有密切的关系。其它两处相对集中区分别位于马里亚纳群岛南段和小笠原群岛附近,可能与转向台风在转向点附近发展很强有关。而同心双眼台风往往出现在转向台风中。在我国南海地区,出现同心双眼台风极少,在 35 年中仅有一次。

3. 同心双眼台风的月际分布

图 5 给出了这类台风的月际分布情况。由图可见,9 月份为同心双眼台风活动最多的月份,共有 42 次,约占总观测次数的 $1/3$,11 月份其次为 25 次,10 月份为 18 次,这三个月占总数的 63.4%。由此我们可以得知,同心双眼台风多集中出现在秋季,这与秋台风常常是气压低、风速大的强台风有关^[4]。

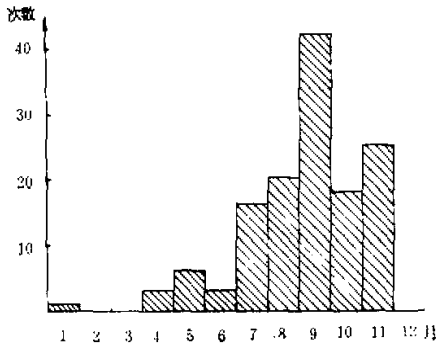


图 5 同心双眼台风的月际分布

三、同心双眼台风的结构模型

根据 134 次观测资料分析得出,同心双眼台风的内眼直径 d_1 为 5—65 公里,平均为 24.5 公里;外眼直径 d_2 为 20—165 公

里,平均为 75.1 公里。探测两层云墙的高度与厚度的资料较少,但从已获得的资料分析,外云墙要比内云墙大约高一倍,内云墙高度 H_1 平均为 4.2 公里;外云墙高度 H_2 平均为 8.3 公里。一般情况下外云墙要比内云墙宽,少数有两层云墙一样宽或内云墙比外云墙宽的情况。内云墙厚度 W_1 平均为 8.7 公里;外云墙厚度 W_2 平均为 12.6 公里。这反映了同心双眼台风的外云墙发展更为强烈,其对流发展更为旺盛。

图 6 为同心双眼台风结构的理想化模型。上图表示了一个立体的同心双眼台风云型结构;下图为同心双眼台风云型的垂直剖面,粗细矢线表示了垂直环流的方向和强弱。

台风低层的辐合主要集中于外云墙附近,其上升气流也最强,积云对流发展也相当旺盛,同时高层的辐散流出也很强,反映在卫星云图上,常常会有卷云辐散相伴随。在大眼区内主要是被下沉气流所控制。对于一些发展很旺盛的强台风来讲,在低层的辐合气流很强时,除了维持外云墙对流发展以外,还会有一部分剩余的辐合气流向眼区内流入,并且与眼内的下沉气流汇合,激发出另一股上升气流,促使眼内积云对流发展。眼内的积云云团在台风这个气旋性涡旋动力作用下,维持一种内云墙包围着内眼的结构。这种内云墙一般对流发展并不旺盛,主要是受到大眼区内下沉气流的抑制。而内云墙顶部的辐散

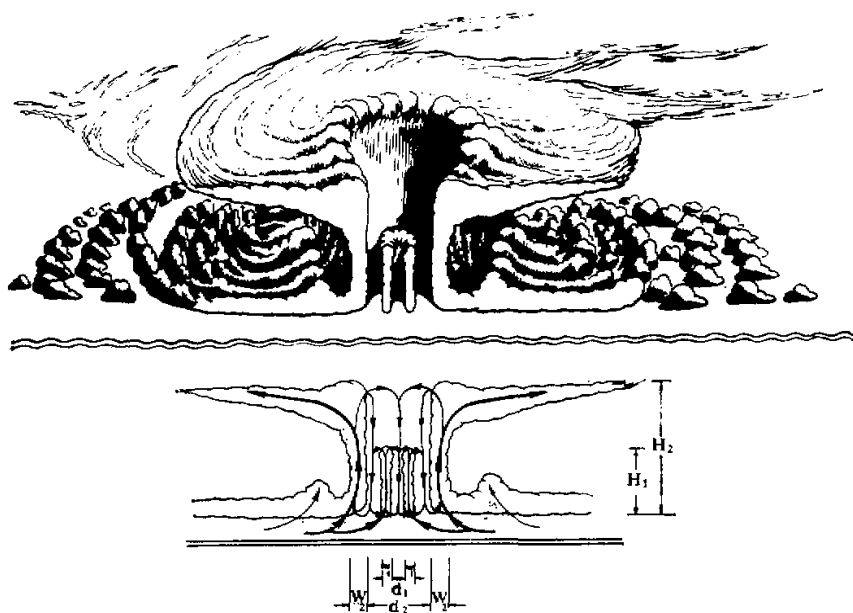


图6 同心双眼台风结构理想化模型

气流是沿着外环状眼的下沉气流流出。同时,内眼内也是一股下沉气流。显然,同心双眼的垂直环流要比单眼复杂得多。

四、讨 论

(1) 进一步讨论同心双眼台风与台风强度变化之间的关系是有意义的。有趣的是在 134 次同心双眼台风的观测中,有的同心双眼出现在台风发展到最强时刻之前,有的在其后,有的近于同时出现,但一般在由双眼变成单眼时,台风呈现加强的趋势。

(2) 同心双眼台风的形成过程,可能是由眼区逐步扩大,眼内积云对流发展而逐渐形成内眼;也可能由于眼墙收缩,而外围又涌出一股强烈发展的外云墙,形成同心的两层闭合环状云墙。这些均需进一步证实。

(3) 进一步分析同心双眼台风的热力和动力结构是必要的,这有待于获得台风内部尺度较小的资料。

(4) 通过卫星和雷达的加强观测,有可能揭示同心双眼结构的细致复杂变化。例如汕头雷达站加强观测发现 6903 Viola 台风,同心双眼的内云墙时而发展旺盛,时而减弱;时而闭合,时而断开,多次重现,维持达十几个小时,这一现象也值得进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] 陈联寿、丁一汇, 1979, 西北太平洋台风概论, 科学出版社.
- [2] 包澄渊, 1980, 热带天气学, 科学出版社.
- [3] Hoose, H. M. and Colón, J. A., 1970, Some aspects of the radar structure of hurricane Beulah on September 9, 1967, *Mon. Wea. Rev.*, 98, No.7, p529—533.
- [4] 李志红、王雷, 近三十年台风发生发展的气候特征, 1983 年全国台风会议文摘(预印本).

PRELIMINARY ANALYSIS OF STRUCTURE AND INTENSITY OF CONCENTRIC DOUBLE-EYE TYPHOONS

Chen Shanmin

(National Meteorological Centre, State Meteorological Administration)

Abstract

The concentric double-eye structure and intensity of typhoons are investigated and discussed by using reconnaissance aircraft reports, radar echo photos and satellite pictures. Altogether 76 double-eye typhoons were observed during 1949—1983. The results reveal that the concentric double-eye structure, generally appearing in the intense typhoons over the Western North Pacific Ocean, is closely related to typhoon's intensity. The geographical and seasonal distributions of this kind of typhoon are of distinct patterns. Based on the observational data, an idealized structure model for concentric double-eye typhoons is proposed.