

Polly(9216)台风登陆后的地面中尺度系统分析*

徐夏因

(国家气象中心, 北京 100081)

提 要

1992~1994年夏季, 85-906国家科技攻关项目07课题组织进行了台风现场科学和业务试验. Polly(9216)台风是一个影响面很广的试验目标台风. 本文使用了1992年8月30日0000~9月2日0000 UTC该台风试验期间, 受其影响的11个省市、共有673个气象台站、27996站次的地面加密观测资料, 进行了该台风中心临近登陆及登陆后的每小时地面加密观测分析, 揭示了该台风登陆后主要地面中尺度系统的分布、发展和演变.

关键词: 台风; 地面; 中尺度系统.

引 言

Polly(9216)台风, 是近几年来在我国登陆影响范围最广、带来的狂风、暴雨和风暴潮等灾害最为严重的台风之一. 该台风中心在1992年8月30日穿过台湾北部后, 于8月30日2200UTC前后在福建长乐再次登陆. 31日夜間, 台风中心在闽北山区减弱消失. 几乎同时, 在皖南境内另外形成了一个副中心. 以后, 此副中心向东北方向移动, 于9月1日晚上在苏北的连云港附近进入黄海海面. 对该台风造成的灾害天气的影响及其原因, 作者曾作过简要的分析^[1]. 该台风强度强、尺度大, 直至在福建再次登陆时, 在地面图上台风环流的直径仍有1500~2000 km. 因而, 利用更细致的观测资料, 分析研究这种大型登陆台风的地面中尺度系统的分布及它们的活动和演变, 对进一步认识这类台风的维持及其天气发展过程的机理、规律以及制作天气预报将是十分有帮助的.

1 资 料

本文所使用的资料是1992~1994年台风科学和业务试验期间所获取的9216号台风大量的地面加密观测资料. 它包括南起福建、北至辽宁的沿海各省市和江西、安徽及河南等共11个省市, 673个气象台站的加密观测记录. 图1给出了上述省市的9216号台风地面加密观测测站分布图. 各测站进行每小时加密观测的起始和结束时间, 视台风中心

* 本文由85-906-07课题资助.
1995-09-08收到, 1995-10-12收到修改稿.

和后来产生的副中心的移动及伴随的天气发生的地域不同而有先后差异. 各省市的测站加密观测的详细起讫时间列在表 1 中. 本文共使用了上述测站的 27996 个站次的观测记录进行分析.

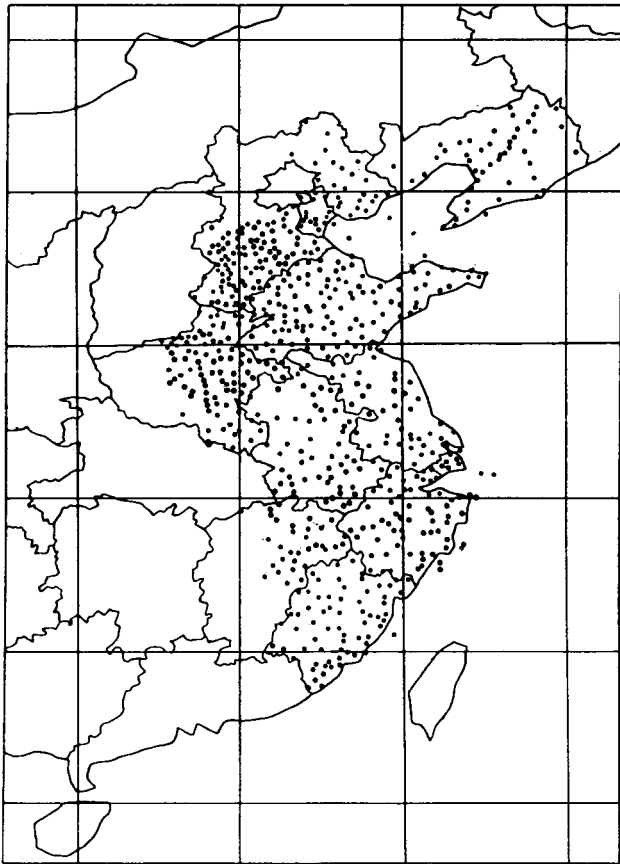


图 1 9216 号台风试验地面加密观测测站分布图

Fig. 1 Distribution of surface intensive observation stations for Typhoon Polly (No. 9216)

该台风过程收集到的加密观测的测站记录的分布很不均匀, 以每个经度和纬度距离内的测站数计, 长江三角洲附近的浙、沪及鲁西和河南、河北的部分地区最为稠密, 达到 9~11 个站/经·纬度. 一般为 5~6 个站每经纬度, 内陆测站较稀疏, 为 3~5 个站. 可能由于 9216 号台风是一个事后追加的试验台风, 收集到的江苏省的记录相对较少. 而且, 该台风还缺少高空探测、气象雷达和卫星的加密观测资料.

尽管如此, 这个试验台风的记录仍然是一份非常翔实的、难得的宝贵资料. 本文中的台风中心、副中心、辐合中心和倒槽等系统都是根据手工分析绘制的每小时地面加密观测图. 所以使用这样的资料进行的地面中尺度分析所揭示的观测事实有着较高的可靠度.

表 1 9216 号台风地面加密观测资料

Table 1 The surface intensive observation data for Typhoon Polly (No. 9216)

省(市)	加密观测(站数)	加密观测起止时间(UTC)	加密观测记录(站、次)
福建	68	8. 30. 0000—9. 1. 0100	3, 400
浙江	51	8. 30. 0000—9. 1. 0100	2, 550
	18	8. 30. 1200—9. 1. 0100	684
江苏	12	8. 30. 1200—9. 1. 0100	456
	10	8. 31. 0000—9. 1. 0100	260
	20	8. 31. 0000—9. 1. 1000	700
安徽	8	8. 30. 1200—8. 31. 2300	288
	12	8. 30. 1200—9. 1. 0100	456
	7	8. 31. 0000—9. 1. 0100	182
	27	8. 31. 0000—9. 1. 1000	945
	1	8. 30. 1200—8. 31. 1200	25
上海	11	8. 30. 1200—9. 1. 0100	418
江西	32	8. 31. 0000—9. 1. 0100	1, 216
山东	112	8. 31. 0600—9. 2. 0000	4, 816
辽宁	51	8. 31. 1800—9. 2. 0000	1, 581
河南	92	8. 31. 0600—9. 2. 0000	3, 956
河北	125	8. 31. 0600—9. 2. 0000	5, 375
天津	16	8. 31. 0600—9. 2. 0000	688
合计	673		27, 996

2 地面台风环流的演变

Polly(9216)台风在福建登陆时,直径达 1500~2000 km,在 31 日上午的常规地面天气图上,台风环流呈准东北—西南向的椭圆形,等压线梯度分布不均匀,台风西、北侧的等压线较为密集.随着台风中心的缓慢减弱,北侧等压线逐渐变得稀疏,气压梯度减小.9 月 1 日台风副中心形成后地面环流范围开始明显缩小,变成南北向的椭圆形.台风环流的演变过程在每小时地面加密观测图上表现得更为清楚.图 2 给出了该台风 8 月 31 日~9 月 1 日的地面流线图,由图可见,在 9216 号台风副中心形成前和台风中心消失后两个阶段的流型有着显著的差异.

图 2(a)、(b)和(c)分别给出了该台风再次登陆后、副中心形成前不同时刻的地面流线图.图 2(a)反映了台风中心刚登陆后仅 2 个小时左右的地面流场.台风大环流较为紧密完整,流线分布基本均匀.中心降水量不大,西部及附近分散着较弱的降雨中心.围绕台风中心,东部沿海几乎在同一经度上出现 3 个中尺度小槽,槽前及附近地区伴有中尺度降雨区.尽管此时台风强度较强,但在浙闽西部山区,地面气流方向有明显改变,出现中尺度地形辐合带.

随着台风中心向闽西北山区深入并缓慢填塞,台风环流在地面加密观测图上,经过十几个小时的演变,已显得不那么完整.比较图 2(a)、(b)和(c)可以看到,至 8 月 31 日夜,台风中心附近气旋性环流和涡度已明显减弱,中尺度系统增多,台风中心周围的降雨逐渐减弱,北方山东的强降水开始出现.

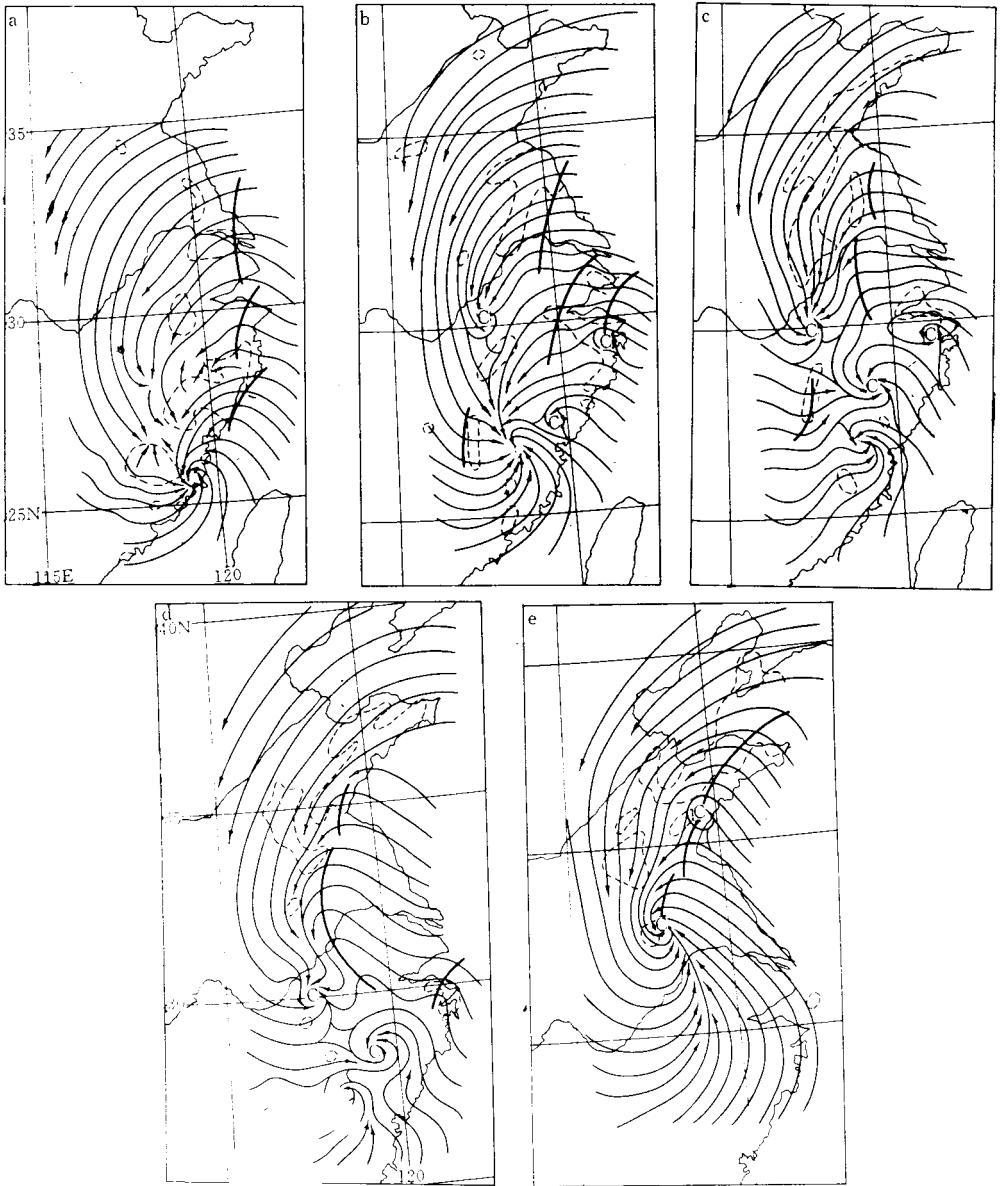


图2 9216号台风1992年8月31日~9月1日的地面流线图 (a) 0000 UTC (b) 0900 UTC (c) 1500 UTC (d) 1800 UTC (e) 9月1日 0100 UTC (粗实线表示地面流线和槽线, 断线区表示1小时降雨量 ≥ 5 mm)

Fig. 2 Surface streamline analysis for Typhoon Polly (No. 9216) (a) 0000 UTC (b) 0900 UTC (c) 1500 UTC (d) 1800 UTC (e) 0100 UTC 1 Sep. (solid line: the surface streamline and trough-line, dashed line area: the precipitation intensity ≥ 5 mm/h)

图2(d)、(e)分别是8月31日1800和9月1日0100 UTC的地面流线图。反映了8月31日夜間台风中心将要消失,到台风副中心形成后9月1日的流场演变。从图2(c)和图2(d)可见,31日夜間台风减弱为低气压后,中心附近的系统变得较为零散。随着副中

心的形成, 南部多个中尺度辐合中心在 31 日后半夜的几个小时中分别减弱消失, 迅速变成由偏东和偏西方向向副中心气旋性汇入的、较为完整的偏南气流场. 在其北方是一条窄长的辐合带.

3 地面中尺度系统

在该台风登陆后环流的演变过程中, 产生了不少中尺度系统, 它们的活动有着各自的特点. 图 3 给出了这些中尺度系统活动的示意图. 在图中, 只给出了每 3 小时间隔的主要中尺度系统的活动. 这些系统有台风环流中心、中尺度辐合中心、地形辐合中心、台风倒槽和台风副中心等.

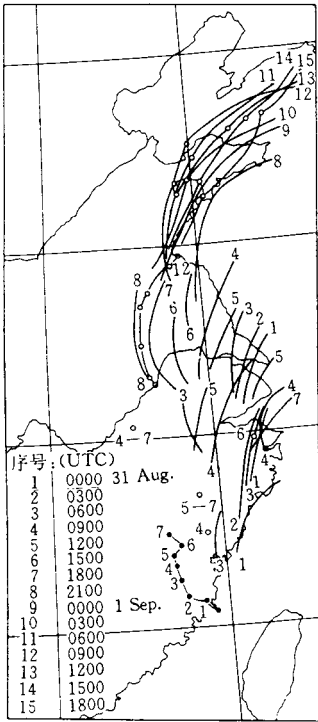


图 3 9216 号台风地面中尺度系统活动示意图 (实心圆点表示台风及减弱后的低压中心, 空心圆点表示台风副中心及辐合中心, 粗实线表示槽线, 数码 1~15 分别表示 8 月 31 日 0000 UTC~9 月 1 日 1800 UTC 每间隔 3 小时的时间)
 Fig. 3 The developing of mesoscale systems on surface in circulation of the landed Typhoon Polly (No. 9216) (dot: typhoon and decrepit tropical depression center. open circle: sub-typhoon center and convergence center. "1~15": the time of 0000 UTC 31 Aug. 1992~1800 UTC 1 Sept. 1992 at intervals of 3 h)

3.1 台风环流中心

由图 3 可见, 台风中心登陆后向闽西北山区移动, 其移速并不是均匀的, 路径也有摆动. 31 日夜间中心减速回旋后减弱消失.

台风中心在刚登陆时环流紧密, 流线呈较强的气旋性流入(见图 2a), 有 150 km 左右的闭合环流区. 以后, 中心附近地面流型的气旋性涡度减弱, 风速减小, 闭合环流区范围缩小并越来越不清楚, 终于在 31 日 2000 UTC 其中心消失.

3.2 中尺度辐合中心

本过程中, 比较清楚的辐合中心有 3 个(不包括台风倒槽中的中心), 都出现在台风

中心的东北侧，且都伴随有降水。

图 2(b)、(c)中浙北的辐合中心实际上是两个，分别形成于 31 日 0700~0800 UTC 和 1300~1400 UTC，消失于 1100 和 1700 UTC。其生命史为 4~5 小时。在它们活动期间，在其中心或附近地区分别出现了 41 mm/h 和 35 mm/h 的强降水。上述中尺度辐合区的尺度大约为 80~150 km。图 4 给出了受这类中尺度辐合中心影响的浙江宁海单站要素图。图中 0800~0900 UTC 中尺度辐合中心过境前后单站风由偏东转为西北，连续 3 小时出现强降雨。

另外，出现在浙南、闽北 27.3°N、119.7°E 附近的辐合中心较弱，仅维持 2~3 小时，降水量也较小。

3.3 地形辐合中心(带)

在该台风接近登陆时受地形影响，地面气旋性流型在闽浙西部和皖南山区的气流方向发生变化，在闽西地区形成准东北-西南向与山脉走向基本一致的辐合带。在这条辐合带的东侧降水显著，西侧弱(图 2a)。

31 日下午在台风中心向内陆深入的同时地面风力减弱，0700~0800 UTC 在皖南山区形成一个地形辐合中心，在 1000~1100 UTC 闽西辐合带在向西推移过程中其北端在浙西山区也形成一个地形辐合中心(图 2b 和 2c)。随台风中心北上，于 1900 UTC 浙西和皖南的中心消失。受上述两个地形辐合中心的影响，皖南山区的九华山台风登陆后累加降雨量达 164 mm，浙西南降雨虽较弱，也有 30~60 mm^[3]。

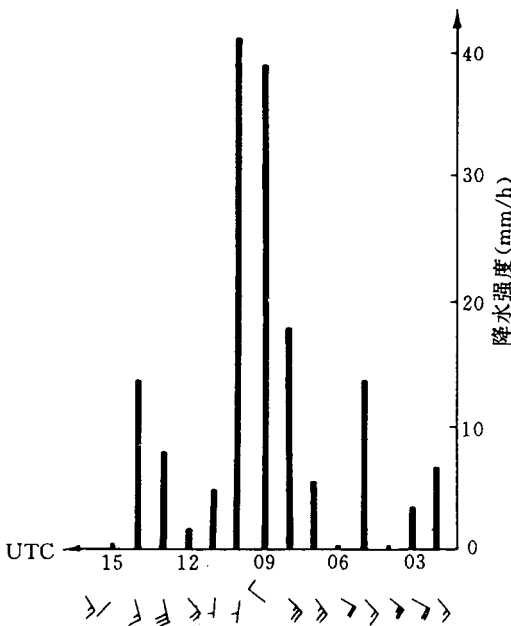


图 4 1992 年 8 月 31 日 0200~1600 UTC 宁海单站要素图

Fig. 4 The Weather elements for Ning hai station 0200~1600 UTC 31 Aug. 1992

3.4 台风倒槽

这里台风倒槽系指东部沿海东风气流中的倒“V”型槽，是围绕台风中心移动的气旋性涡度较大的区域。这在常规天气图中，受观测资料密度的限制，往往分析为一条近千公里长的南北向倒槽。本文利用较稠密的加密观测资料可分析成若干数百公里长度不一的槽(图 2~3)。浙闽沿海倒槽的南端有时可与前述的中尺度辐合中心

相连，在槽附近及前部时常有强降水区相伴，进入内陆后减弱。

从苏北沿海至安徽境内的地面测站时间剖面图(图略)发现，槽前东北气流中的中尺度雨带几乎与槽同步向西移动，31 日 1800 UTC 后，台风副中心形成前后它们开始停滞少动，雨区也不再随时间西移。

影响山东境内的台风倒槽呈东北-西南走向，较为有规律地从半岛东南部向西北方向推进，尺度较大，可达 600~700 km。1 日 0100 UTC 前后在半岛南部沿海的倒槽中形

成一个尺度为近百公里的辐合中心. 该中心以后在半岛中部回旋. 9月1日 0400 UTC 和 0800 UTC 此辐合中心分别分裂出 2 个辐合中心向东北方向移动(图 2e). 前者经长岛附近移入黄海, 后者进入渤海后再经半岛北侧进入黄海发展(图 3). 这个倒槽前部的降雨于 31 日晚上影响山东, 与倒槽和辐合中心相伴的强降雨带造成了 31 日夜间至 9 月 1 日山东和辽东的大暴雨.

3.5 台风副中心

在北上的登陆台风中, 台风中心消失形成副中心的过程不多. 从图 2(c, d, e)上, 基本上可以反映副中心的形成过程. 8 月 31 日 1200 UTC 后, 位于长江下游和苏北的两个台风倒槽西移加速, 并在安徽境内南北相接, 台风副中心就形成于此过程中. 并于 31 日 1900 UTC 在皖南的长江沿岸气旋性涡度最大处, 即 31.3°N 、 118.2°E 附近副中心形成. 在 2000 UTC 的加密图上再也没有原来台风低压的痕迹, 完成了此消彼长的交替过程.

分析发现, 在 31 日 1500 UTC 后, 南北相接的台风倒槽后部的偏东南风逐渐变得完整, 1800 UTC 以后地形辐合中心消失. 在 118°E 以西的江南地区偏西南气流发展与偏东南气流汇合, 并与山东至安徽境内盛行较长时间的地面偏北风在苏皖交界的长江沿岸附近相交, 形成气旋性涡旋. 这个副中心发展非常迅速, 9 月 1 日 0000 UTC 加速向偏北方向移动, 1000 UTC 后移入黄海(图 3), 它的加速与偏西南气流的加强几乎是同时发生的. 上述分析表明, 31 日夜间台风环流中分散的中尺度系统的消失、副中心的形成和发展及向东北方向移动, 似乎与这支加强的偏西南气流密切相关. 该副中心入海后得到发展, 成为一个温带气旋.

本文中的中尺度系统的活动特征列于表 2. 这些特征与陶诗言等指出的与暴雨相关的中尺度系统^[3]相比, 似乎时空尺度都要稍大些.

表 2 9216 号台风登陆后地面主要中尺度系统

Table 2 The major mesoscale systems on surface in circulation of the landed Typhoon Polly(No. 9216)

系统	台风中心环流	中尺度辐合中心	地形辐合中心(带)	台风倒槽	台风副中心环流
时间尺度 (h)	<24	2~5	3~10	3~20	10~20(陆上)
空间尺度 (km)	$10^1\sim 10^2$	80~200	$10^1\sim 2\times 10^2$ (200~400)	200~600	$10^1\sim 10^2$

4 小 结

本文利用 9216 号台风科学和业务试验的地面加密观测资料, 进行了这个台风登陆后的中尺度地面分析. 分析指出:

- (1) 在这个具有千余公里的大型气旋性台风环流中, 地面存在多种中尺度系统的活动.
- (2) 在闽浙西部和皖南山区受地形影响, 地面流场发生变形, 生成地形辐合中心

(带), 并伴随产生较强降雨。

(3) 在台风环流北侧的偏东气流中, 在不同纬度可同时存在数条数百公里长度不一的台风倒槽, 有时可和中尺度辐合中心结合。这些台风倒槽和辐合中心往往与中尺度降雨带或中心紧密相关, 是这次台风暴雨的主要影响系统。

(4) 该台风地面大型环流的低压中心有一次北生南消过程。在闽西北地面台风中心消亡的过程中, 地面风速减弱, 环流分裂, 系统变得零散。皖南副中心形成在地面西南气流、东南气流和偏北气流相汇之处, 它与 118°E 以西偏西南气流的发展和加强可能有着较密切的关系。

9216 号台风试验加密观测资料是一份十分难得的宝贵资料, 本文的分析还非常粗浅, 有待作更进一步的深入研究。

致谢: 李月安和毛卫星同志分别提供和协助整理资料, 耿继光同志为本文绘图, 作者在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- 1 杨贵名, 徐夏因. 热带气旋信息在 9216 号台风预警服务中的应用. 台风、暴雨减灾对策学术论文汇编(国家科技攻关 85-906-09 课题). 1994.
- 2 徐夏因. 一个台风登陆后的降水特征. 台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究. 第一分册. 北京: 气象出版社, 1996, 45~51.
- 3 陶诗言等. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社, 1980.

A STUDY ON THE SURFACE MESOSCALE SYSTEMS OF THE LANDED TYPHOON POLLY (No. 9216)

Xu Xianan

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

In the summer of 1992~1994 the Typhoon Field Science and Operational Experiment was conducted in China. In the paper the intensive observation data from the experiment were used to analyze the surface mesoscale systems in the circulation of the landed Typhoon Polly (No. 9216). The data were obtained from 27, 996 intensive observations (station · times) at 673 stations in 11 provinces influenced by Typhoon Polly (No. 9216). The distribution, development and evolution of the mesoscale systems are shown in detail.

Key words: Typhoon; Surface; Mesoscale system.