

由模拟实验研究提供的几点台风预报意见

魏鼎文

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

从台风模拟实验发现,当台风从偏东方或偏南方移近台湾省,其中心到达距台湾省一定距离后,会在台湾海峡一侧产生新的低压扰动;能吸引或诱导台风折向西行。据此,我们对移近台湾省的台风路径预报提出三条判断,并用历史天气资料进行了验证。

关于地形对台风路径的影响,我们已作了一些实验研究^[1,2]。当台风由东方或东南方接近我国台湾省时,会同时出现两个中心,而且路径会有变化。关于这一点也为天气学上的研究所证实^[3]。本文继续这方面的研究,发现了一些新的事实,并由此初步概括出三条关于台风路径预报规则,用历史天气资料作了验证。将模拟实验与预报相结合,这是我们的初步尝试,今后将继续努力。

一、实验结果

实验的理论基础,设备及作法如^[1,2]所述。在实验中,我们发现了以下三种现象:

1. 台风在台湾省东部沿海北上,在海峡北部产生一个新的中心,同时路径西折。

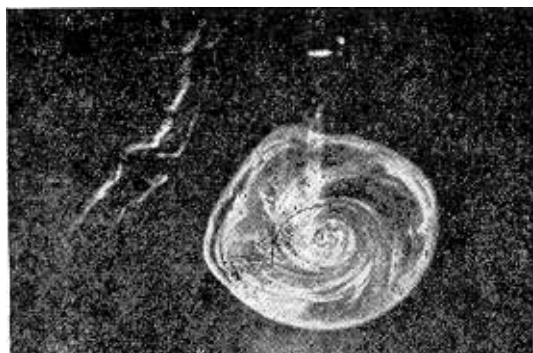
照片 1a-c 表示了这个结果。在照片 1a 上,台风中心位于台湾省东南海面上。在照片 1b 上台风继续北上,这时原中心仍在东侧海面上,同时在台湾海峡产生一个新的低压扰动。以后台风继续北上(照片 1c),此刻在台湾省东北角海面上老的台风中心仍存在,而新的低压环流在台湾省西北方的海峡内明显形成。以后,老的中心消失,只在海峡的北端剩下新生的低压环流。这一模拟台风的路径如图 1。

在我们的实验中,用马达拉动地形,使得台风与地形作相对运动,如果地形无影响,台风将沿图 1 的虚线北上,但实际上由于在海峡北端新生低压扰动的诱导,路径出现西折。

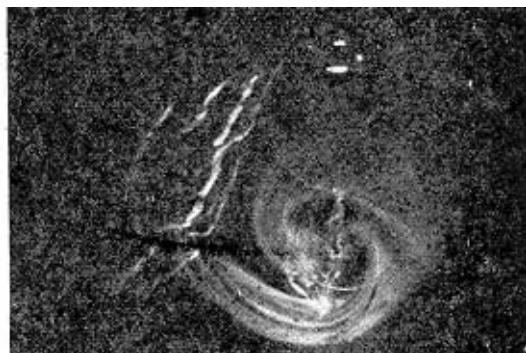
2. 台风由东部洋面移近台湾省时的流场变化。

照片 2a 上的台风路径比较偏北,此时台风中心位置大约在台湾省东北 200 公里(大约为台湾省南北长度的一半)的洋面上;而同时台湾省西北部海峡内出现了气旋性的气流弯曲,即新生低压扰动这时已开始出现,而且原台风中心略被引向西偏。

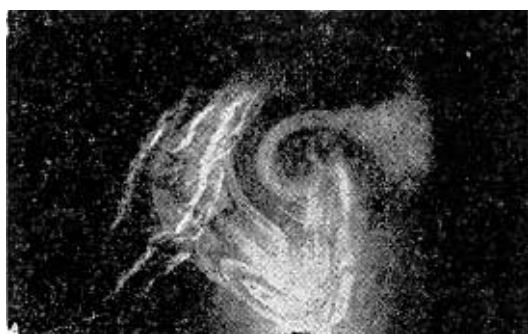
在照片 2b 上,海峡一侧新生的低压环流已基本形成,原台风中心向西北方移动。这说明:当台风中心由东方移到距台湾省大约 200 公里处,在海峡中会有新生低压扰动出现,而且更明显一些。如果台风路径更偏南一些,而当它更靠近台湾省时,则台风同时出



照片 1a 台风中心在台湾省东南偏南海面上。



照片 1b 台风中心开始出现分裂。



照片 1c 海峡一侧新生台风中心加强

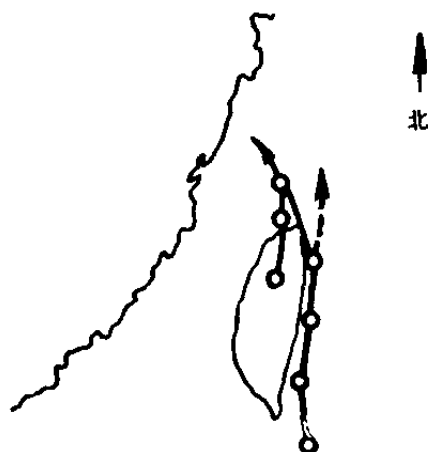
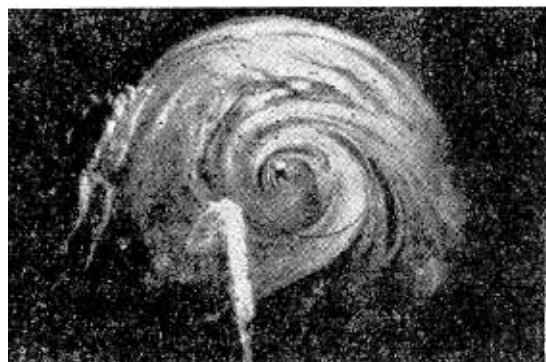


图 1 模拟台风路径(虚线表示如果台风不受地形影响时的路径,实线为实际路径)。



照片 2a 在海峡北部产生低压扰动。



照片 2b 在海峡一侧产生明显的低压扰动。



照片 2c 同时出现两个台风中心。



照片 3 在台湾省北部出现倒槽。



图 2 照片 3 的流线。

现两个比较完整的中心,如照片 2c。

3. 经过台湾省南端西行台风,由于地形影响形成一个倒槽。

照片 3 表明: 当模拟台风中心位于台湾省南端海面上(21°N 附近)时,在台湾省和海峡的北部出现一个低压倒槽。图 2 为其相应的流线图,在倒槽的东面是一高压脊。由于这个倒槽的出现,会在福建省北部,海峡北部和台湾省北部造成较大的风力。

二、有关台风路径预报的几点意见

上面的实验说明了一个事实: 当模拟台风无论移向台湾省北端或中部,还是移近台湾省南端,在达到一定的范围(或区域)内,都会在台湾海峡的一侧引起新的低压扰动,在更靠近台湾省的情况下会同时出现两个台风中心。过去的研究表明,如果在台风的邻近存在低压涡旋,则它对台风中心有明显的吸引作用。因此台湾省和台湾海峡地形所引起

的新生低压扰动(或低压中心),必然要吸收和诱导原台风中心向它靠拢;而且由于新生的低压扰动是在台风的内部,距原台风中心甚近,这种吸收将是较强的。这是我们下面提出来的几点台风路径预报意见的依据。

实验表明:台湾省与海峡的地形影响,大约在距台湾省以东 200 公里的地方(相当于台湾省南北长度的一半)就开始出现。我们提出了一个台风折向与登陆区域,如图 3;并由此提出了几点台风路径预报的意见。

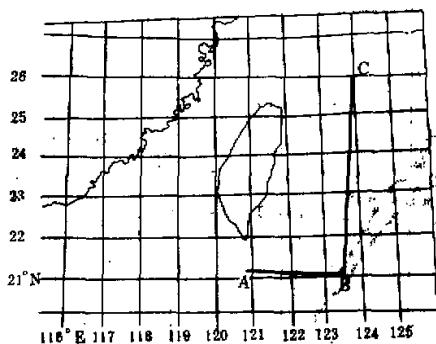


图 3 台风登陆与折向区。

1. 凡是由南方穿过 AB 北上的台风,或是由东南方来的已转向的台风,它以较小的角度(远比 45° 小)穿过 BC 北上。它们在到达该区域以后,由于受到了台湾海峡一侧新生低压的吸引诱导,可能会突然西折穿过台湾省达到海峡,登上大陆,形成异常路径。

至于受到吸引诱导西折到达海峡内的台风为什么进而会登上大陆呢?这是由于受到西行惯性作用以及力的不平衡作用^[1],即这时台风由海面上向陆地方向的作用力比相反方向的作用力要大,所以台风继续偏西行并登陆的可能性很大。

2. 凡是偏东方洋面上移向台湾地区的台风,当其路径以较大的角度(大于 45°)到达 BC,此后它将极少有转向的可能,将继续西行,直至进入台湾海峡并登陆。

这是因为与 BC 线成大角度的西行台风,一般受到较强的偏东引导气流的作用,到 BC 后又加上受到海峡一侧新生低压扰动的吸引诱导,所以继续西行。即使此时偏东的引导气流变弱,甚至方向也有些变化,但是由于西边的新生的低压扰动的强吸引诱导,再加上原来台风的西行惯性作用,使台风转向的可能性很小。这种西行的过程往往伴随着台风中心分裂,在海峡内又合并的现象。

3. 当西行台风大体上平行于 AB 线由台湾省南端和 AB 之间穿过时,一般均在台湾省与海峡的北端形成一个低压倒槽。之后,当台风继续西行,如果当时流场合适,将可能在海峡内留下一个低压环流。如果台风在 AB 线以南西行,但只要台风范围够大,其半径可将台湾省覆盖,则仍有可能形成倒槽。

三、一些天气事实

我们用历史天气资料验证了这三条预报规则,结果令人满意。这里举几个例子。

图 4a-b 给出一些穿过 AB 和以较小角度穿过 BC 北上或已转向北上的台风 (包括热带低压), 后又突然西折的异常路径的例证。从以上两图可以看出: 台风西折多数发生在

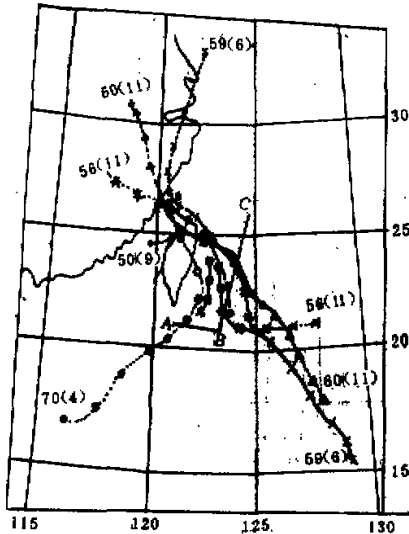


图 4a 西折台风路径, 括弧内数字为台风序号, 外面数字为年代。

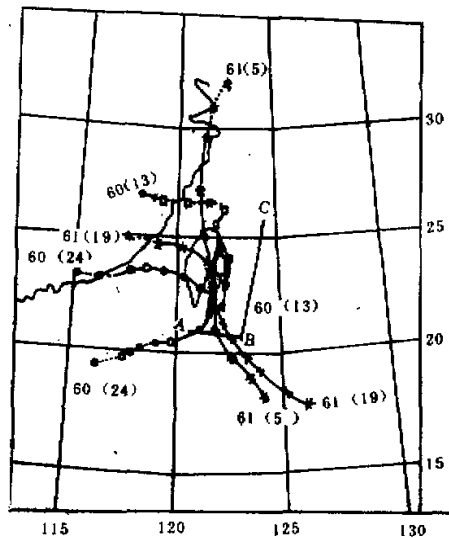


图 4b 西折台风路径。

海峡北部, 约占上述所举例子的 80%。但是也有一些符合第一条预报条件的台风, 却没有西折, 而是继续北上或东北行。这表明新生低压扰动的吸引诱导作用不是使台风西折

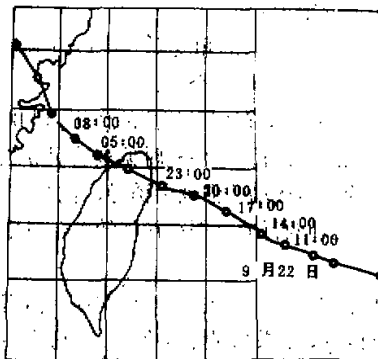


图 5 7123 号台风雷达探测路径。

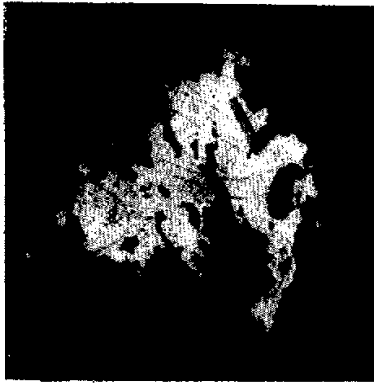
的唯一原因, 还决定于当时的背景流场, 即如果偏西南风的引导气流很强, 或其它使台风北上或东北行的天气因素作用很强, 并且它们的作用超过了新生低压扰动的吸引诱导作用, 这时台风将不会西折。我们从 1950 年到 1976 年, 总共找到了 23 个符合第一条预报条件的台风, (包括热带低压) 其中 13 个西折, 形成异常路径, 约占总数 60%。

作为第二条预报规则的例子, 图 5 为 7123 号强台风的雷达探测路径, 在 9 月 22 日 23 时

台风中心位置在台湾以东, 其坐标为 93 度 370 公里 (以雷达站为原点), 如照片 4a, 但在这一

张雷达回波照片上可以看出在台湾省西北海峡一侧新生一个气旋性气流弯曲 (如黑色箭头所指), 这和我们实验结果照片 2a 很相似。到了 23 日 4 时, 即在此处形成一个明显的气旋性环流 (见雷达回波照片 4b), 这充分表明了台湾海峡北部的地形扰动作用。

我们考察了从 1949—1969 年所有西行台风中心以较大的角度 (大于 45°) 到达 BC



照片 4a 雷达回波,圈距为 100 公里。雷达站东南 200—300 公里处为台湾省地形回波(白箭头所指)。



照片 4b 雷达回波,黑箭头指新生的低压环流

者,及其以后的移动情况。将结果列成表 1。从表中看出:凡是符合以较大角度到达 BC 线的西行台风,它们以后的路径都是经过台湾省(包括台湾南北端海面)达到海峡,其中绝大多数都继续西行,进而登陆。只有 67(51)和 69(18)两个台风在海峡内转向东北而未登陆,实际的例子和我们第二点预报规则相当符合。

表 1 1949—1969 年,以较大角度到达 BC 的台风及其以后的移动情况,括弧内数字表示台风序号前面数字为年代。

台风序号	国外名称	是否穿过台湾省	是否登上大陆	台风序号	国外名称	是否穿过台湾省	是否登上大陆
49(20)	Nelly	穿过台湾省	登上大陆	61(29)	Pamela	穿过台湾省	登上大陆
49(24)		穿过台湾省	登上大陆	61(32)	Sally	穿过台湾省	登上大陆
52(18)		穿过台湾省	登上大陆	62(20)	Amy	穿过台湾省	登上大陆
52(19)		穿过台湾省	登上大陆	62(27)	Dinah	穿过台湾省	登上大陆
53(5)	Kit	穿过台湾省	登上大陆	63(8)	Wendy	穿过台湾省	登上大陆
53(10)	Nina	穿过台湾省	登上大陆	63(20)	Gloria	穿过台湾省	登上大陆
53(14)	Phyllis	穿过台湾省	登上大陆	65(21)	Harriet	穿过台湾省	登上大陆
55(19)	Iris	穿过台湾省	登上大陆	65(25)	Mary	穿过台湾省	登上大陆
56(22)	Dinah	穿过台湾省	登上大陆	66(20)	Alice	穿过台湾省	登上大陆
56(26)	Freda	穿过台湾省	登上大陆	66(21)	Cora	穿过台湾省	登上大陆
58(10)	Winnie	穿过台湾省	登上大陆	67(11)	Clara	穿过台湾省	登上大陆
58(20)		穿过台湾省	登上大陆	67(19)		穿过台湾省	登上大陆
59(14)	Joan	穿过台湾省	登上大陆	67(31)	Nora	穿过台湾省	登上大陆
59(15)	Louise	穿过台湾省	登上大陆	67(51)	Gilda	穿过台湾省	未登上大陆
60(13)	Trix	穿过台湾省	登上大陆	68(21)	Wandy	穿过台湾省	登上大陆
60(18)	Agnes	穿过台湾省	登上大陆	69(11)	Byetty	穿过台湾省	登上大陆
61(14)	Elsie	穿过台湾省	登上大陆	69(18)		穿过台湾省	未登上大陆
61(24)	Lorna	穿过台湾省	登上大陆	69(20)	Elsie	穿过台湾省	

有一些台风,以较大的角度到达 BC 线,但在这前后东风引导气流并不明显,由于海峡一侧新生低压扰动牵引诱导,以及西行惯性作用它们仍然和预报意见 2 相符合。例如图

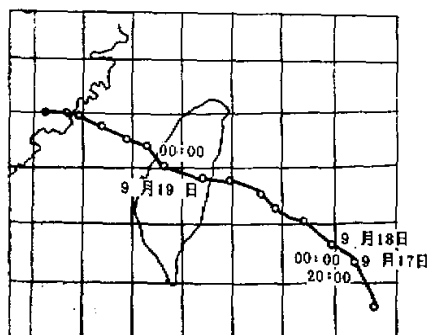


图 6 7122 号台风路径。

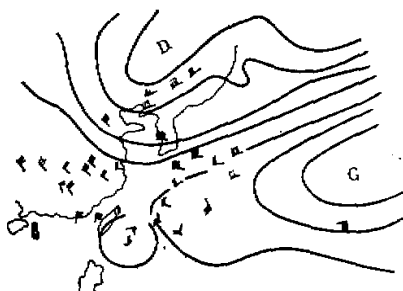


图 7 1971 年 9 月 17 日 20 时 500mb 天气图。

6 是 7122 号台风的雷达探测路径图，它是通过台湾省中部然后穿过海峡登上我国大陆的。但从天气实况上来看，当台风中心到达台湾省以东大约 124°E 时，按照引导气流概念，似乎应该转向的，因为无论就 700 mb 或 500 mb 天气图来看，偏东风引导气流不明显。图 7 是 1971 年 9 月 17 日 20 时 500 mb 天气图，这时副高比较偏东，其中心大约在

165°E , 30°N ; 588 线的西端在 145°E 。西风槽大约在 118°E ，台风周围环境流场中，气流是偏西风，并不出现偏东风的引导气流。按引导气流的概念，台风似乎应该沿着副高的外围流场转向。实际上台风是继续西行，穿过台湾省和海峡登陆。其原因是由于它到了 BC 线。受到了海峡一侧新生低压扰动的吸引诱导作用，同时偏西风的诱导气流又不够强，不足以克服这个吸引，因而台风不能转向。

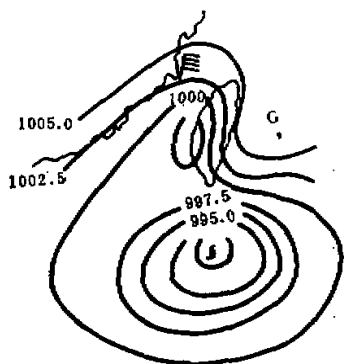


图 8 1963 年 9 月 5 日 08 时地面图

1963 年第 11 号台风由台湾省南端海面西行，并在台湾省和海峡北部形成了倒槽，如图 8。这和我们的第三条预报规则是很相似的。

四、结 束 语

台风模拟实验研究表明：由于台湾省和海峡的地形作用，当台风移近台湾省达到一定的范围后，不管是从东方来的，或偏南方来的，或是在台湾省以东转向东北的，它们的流场都出现变形，路径也有变化。即在台湾海峡中新生低压扰动，这个新生低压扰动，对台风有着较强的吸引诱导作用。根据这些实验结果，我们提出有关台风路径的三条预报规则，并用台风历史资料作了验证。这三条预报规则还需要在今后的预报实践中加以考验。

致谢：本工作承叶笃正、陶诗言、陈联寿等同志提出有益的建议，本所模拟组加以支持，在此表示谢意。

参 考 资 料

- [1] 张捷迁、魏鼎文、何阜华,《中国科学》, 1975 年第 3 期.
- [2] 魏鼎文、张捷迁, 大气科学, 1978 年第 4 期.
- [3] S. Brand, and J. W. Balleloch, *Mon. Wea. Rev.*, 1974, 102, pp706—713.

SUGGESTIONS FOR THE FORECAST OF TYPHOON TRACK FROM THE EXPERIMENTAL SIMULATIONS

Wei Ding-wen

(*Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*)

ABSTRACT

From a series of simulation experiments in the laboratory, it has been found that when a typhoon entered a certain region of near Taiwan in the East China Sea, a new depression or disturbance would be generated at the west side of Taiwan. The new disturbance would attracts or steers the original typhoon eye moving westward. Three criteria for the forecast of typhoon motion in the neighborhood of Taiwan province have been proposed and were tested by the historical weather data.