

西折台风的诊断研究

袁 军 阮小建 潘小凡 翟国庆 高 坤

(浙江省气象台, 杭州 310021) (杭州大学, 310028)

提 要

利用欧洲中心格点场资料,对 1980—1992 年 9 例北上西折台风进行诊断分析。结果表明,当达到一定强度的台风西折时,其移动路径左前侧常有暖平流增强,水汽通量辐合增大,不稳定层结加强,高空辐散和整层气旋性环流增强,以及在这些物理变量中心增大区的相迭区有整层降高中心,从而引起台风向负变高中心移动。

关键词: 西折 物理诊断 台风路径 天气分析

引 言

在日常台风路径预报中,对路径稳定、少变台风的未来位置无论主观、客观预报都已有了一定准确性,而在台风突然改变运动方向,改变速度等情况下,预报则往往是失败的。在这类异常路径中,北上或西北行然后突然西折运行的台风则是一种预报难度较大的台风路径,当它在我国沿海移向突然逆转角度大于 30° 时,往往给沿海地区带来较严重的经济损失甚至危及人民的生命安全。例如 9417 号台风西折后登陆浙江省温州市,给温州和台州两地区造成数以亿元计的经济损失,近千人死亡或失踪,为 1949 年以来损失最为惨重的一次台风过程。因此,异常台风路径预报也是各级人民政府最为关心的预报之一。

长期以来,气象专家们对这类台风路径作了大量的研究^[1-3],通过对西风带大尺度环境突变对副热带高压的影响以及对西折台风动力和统计方面的分析后认为:在西折台风预报中,动力预报和以历史样本为基础的统计预报方法的预报准确率极低^[4],因此人们在进行更多历史个例的统计、分析基础上,总结与西折台风有联系的天气、气候特征和物理方法。最新的观点认为:从西折台风气候背景和天气形势的角度看,其基本成因可概括成两大类:一是在台风偏北方向有高压坝阻挡;二是在中纬度有切断冷涡或是双台风

活动。由此总结出一些较为实用的判别方法,诊断方法就是其中之一。然而,在诊断研究过程中,一个十分突出的问题是缺乏海上探空资料,故较大程度地影响了诊断结果本身。本文利用欧洲气象中心发布的 5 层 2.5×2.5 纬距的格点场资料,对 1980—1991 年近海 (135°E 以西)北上或西北行台风西折情况(折角不小于 30°)进行物理诊断,利用诊断结果判别台风路径是否西折,并用 1992 年台风作判别方法的检验。

1 个例简况与研究方案

在 1980—1992 年统计的 16 例西折台风中,选出 135°E 以西西折的台风(见表 1),对台风西折前、西折时和西折后进行物理量诊断。并分析各物理量前后两个时次的差值场中心与台风未来趋势的关系。

表 1 西折台风个例介绍

台风	西折时间	强度	经度	纬度	折角
8107	81.7.19.08	STS	124.6	24.7	32
8407	84.8.07.08	STS	123.0	24.7	40
8509	85.8.17.08	STS	125.5	28.7	43
8807	88.8.17.08	TS	125.4	27.5	42
8909	89.7.20.20	TY	122.3	28.9	61
9012	90.8.19.02	TY	124.2	22.2	17
9112	91.8.23.08	STS	128.7	32.7	30
9112	91.8.23.20	STS	127.7	34.6	45
9209	92.8.03.20	STS	133.8	30.3	31
9209	92.8.04.08	STS	133.7	32.2	77

采用以台风前 24 小时移动方向为 Y 轴,以台风预报点位置为原点,建立坐标系,并分析出各物理量差值场中心在该坐标系中的配置情况。通过对 56 个物理量和组合物理量研究发现有 6 个物理量差值场中心的组合配置对台风西折有较好的指示意义。

在分析过程中,我们还有意选择了两例正常路径台风作比较,同时用 1992 年的西折台风作验证。西折台风个例前期路径各不相同,所处的大尺度背景也不一致,因此本文提供的结论有较好的实用价值。

2 判别台风西折的主要物理量

2.1 500hPa 高度场变高(ΔGHT)

台风有向负变高中心偏折的趋势,在台风将要西折时,负变高中心已出现在台风当时位置的左前侧(见图 1a),其负中心值一般须小于 -10.0 单位,距折点的距离一般在 $1.15-10.0$ 纬距,其方位一般在 $-90^{\circ}-7^{\circ}$ 之间;若台风初始移向在 $15^{\circ}-40^{\circ}$ 之间,则其方位下限可放宽至 -140° ,距离下限可放宽至 0.5 纬距。

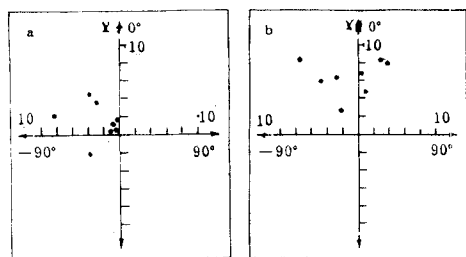


图 1 物理量 ΔGHT (a)与 ΔUUL (b)的相对分布
坐标原点为预报点,Y 轴为初始台风移向。每刻度为 2 个纬距,顺时针角度为正,黑点为物理量中心

2.2 500hPa 东西风分量变量(ΔUUL)

台风在向偏北方向移动时,由于受北侧副高或其它系统的作用可引起东风分量增大,有利于台风西折。由图 1b 可见,其负中心值一般须小于 -4.62 单位,距折点的距离在 $1.0-10.0$ 纬距,其方位一般在 $-45^{\circ}-20^{\circ}$ 之间;若台风初始移向在 $15^{\circ}-40^{\circ}$ 之间,则其方

位下限可放宽至 -80° 。

2.3 整层相对涡度之和的变量(ΔVRS)

$$VRS = \sum_{i=2}^{i=4} \zeta_i$$

式中 ζ 为相对涡度, $i=2$ 为 850hPa, $i=4$ 为 500hPa。相对涡度的正中心一般与台风中心相吻合,且十分清晰,而变涡的诊断场中显示出台风中心附近水平流场的环流特征的变化,台风移动的左前侧或前侧有较集中的整层相对涡度之和的正变涡中心,如图 2a,其正中心值一般须大于 2.5 单位,距折点的距离在 $1.25-10.0$ 纬距,其方位在 $-90^{\circ}-2^{\circ}$ 之间;若台风初始移向在 $15^{\circ}-40^{\circ}$ 之间,则其方位下限可放宽至 -140° ,距离下限可放宽至 0.5 纬距。

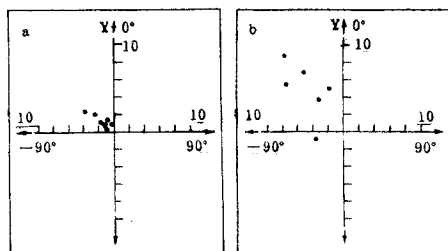


图 2 物理量 ΔVRS (a)与 ΔTAS (b)的相对分布
说明同图 1

2.4 整层温度平流变量(ΔTAS)

$$TAS = \sum_{i=2}^{i=4} (-\vec{V} \cdot \nabla T_i)$$

式中, T 为温度, \vec{V} 为风矢量, $i=2$ 为 850hPa, $i=4$ 为 500hPa。

当 $TAS > 0$ 时,表明整层有暖温度平流,台风西折时在台风移动方向的左前侧气层是暖平流增强区,而在其它几个象限为整层降温区,台风有向 TAS 正中心移动的趋势。由图 2b 可见,其正中心值一般必须大于 3.5 单位,距折点的距离在 $2.0-10.0$ 纬距,其方位一般在 $-90^{\circ}-10^{\circ}$ 之间;若台风初始移向在 $15^{\circ}-40^{\circ}$ 之间,则其方位下限可放宽至 -140° 。

2.5 整层水汽通量散度变量(ΔQDS)

$$QDS = \sum_{i=2}^{i=4} (q_i \cdot \nabla \vec{V}_i + \vec{V}_i \cdot \nabla q_i)$$

式中, q 为比湿, \vec{V} 为风矢量, $i=2$ 为 850hPa, $i=4$ 为 500hPa。

当 $QDS < 0$ 时, 表明整层增湿, 湿度场变化较为复杂, 西折台风个例中多数在台风移向的前半部有增湿层。由图 3a 可见, 负中心值一般须小于 -5.0 单位, 距折点的距离在 2.5—10.0 纬距, 其方位一般在 -90—-10° 之间; 若台风初始移向在 15—40° 之间, 则其方位下限可放宽至 -140°。

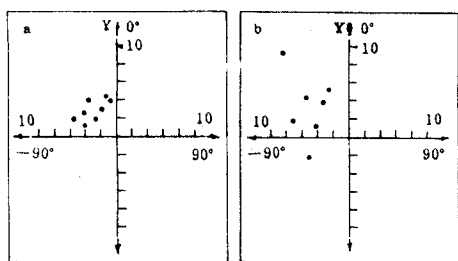


图3 物理量 ΔQDS (a) 与 ΔAPS (b) 的相对分布
说明同图1

2.6 不稳定性平流(APS)

$$PSI = (T_{t850} - T_{t500}) + (T_{t850} - T_{t500})$$

$$APS = -\vec{V}_{700} \cdot \nabla (PSI)$$

式中, T_t 为总温度, T_{ts} 为饱和总温度; \vec{V} 为 700hPa 风矢量; PSI 为表征稳定度特征的物理量。

当 $PSI > 0$ 时为不稳定层结, 故 $APS < 0$ 时表明有不稳定平流, 在台风将西折时不稳定区一般在台风移向的左前侧。由图 3b 可见, 其负中心值一般须小于 -19.0 单位, 距折点的距离在 4.0—10.0 纬距, 其方位在 -90—-10° 之间; 若台风初始移向在 15—40° 之间, 则其方位下限可放宽至 -140°。

3 判别台风西折的方法

3.1 物理量中心对台风西折贡献大小的计算方法

按物理量中心与台风西折的权重关系进行计分, 方法如下:

3.1.1 ΔGHT : 若物理量中心的方位在 -30—-7° 之间, 则计 20 分; 若物理量中心的方位小于 -30°, 则计 30 分, 否则不得分 (记为 XXX)

3.1.2 ΔUUL : 若物理量中心的方位在 20—10° 之间, 则计 20 分; 若物理量中心的方位在 -20—10° 之间, 则计 25 分; 若物理量中心的方位小于 -20°, 则计 30 分, 否则不得分。

3.1.3 ΔVRS : 若物理量中心的方位小于 -2°, 则计 20 分, 否则不得分。

3.1.4 ΔTAS : 若物理量中心的方位小于 -10°, 则计 5 分, 否则不得分。

3.1.5 ΔQDS : 若物理量中心的方位小于 -10°, 则计 5 分, 否则不得分。

3.1.6 ΔAPS : 若物理量中心的方位小于 -10°, 则计 10 分, 否则不得分。

3.2 西折判据

3.2.1 若 ΔUUL 不符合则判不西折。

3.2.2 若 ΔUUL 和 ΔGHT 都符合, 且 6 个物理量得分合计大于 55 分, 则判西折; 若 6 个物理量得分合计是 50 分或 55 分, 且 ΔUUL 物理量中心的方位小于 -20°, 则判西折, 否则判不西折。

3.2.3 若 ΔUUL 和 ΔTAS 都符合, 且 6 个物理量得分合计大于 50 分, 则判西折; 若 6 个物理量得分合计等于 50 分, 且 ΔUUL 物理量中心的方位小于 -20°, 则判西折, 否则判不西折。

3.2.4 若 ΔGHT 和 ΔTAS 都不符合, 且 6 个物理量得分合计大于 50 分, 则判西折; 若 6 个物理量得分合计等于 50 分或 45 分, 且 ΔUUL 物理量中心的方位小于 -20°, 则判西折, 否则判不西折。

4 试验结果分析

我们取 9209 号台风折点前后 3 个时次和 9503 号台风北上时的 2 个时次进行试报, 结果见表 2。

表2 实时台风个例检验情况一览表

台风号	时间	初始移向	折角	$\Delta GIIT$	ΔUUL	ΔVRS	ΔTAS	ΔQDS	ΔAPS	评分	结论
9209	080308	0	-43	XXX	18	XXX	XXX	-71	XXX	25%	0
9209	080320	28	31	-26	-37	-26	-34	XXX	-73	85%	1
9209	080408	22	77	-124	-39	XXX	-104	-75	-120	80%	1
9503	072120	313	-31	XXX	XXX	XXX	-45	XXX	XXX	5%	0
9503	072220	6	-4	-62	-3	XXX	XXX	XXX	XXX	55%	0

由于9209号台风在8月3日20时和8月4日08时其前后24小时连线均符合西折判据,故试报结果均为西折点,上述5个时次试报结果正确。

5 结论

欧洲中心和T63模式提供的格点资料大大解决了海上资料不足的难题,使对台风进行物理诊断成为可能。本文利用欧洲中心格点资料对1980—1992年西折台风(部分正常路径台风)进行诊断分析得到以下结论:

5.1 台风西折或几小时后将西折时,在距台风中心10纬距内,在台风移动方向的左前侧产生明显的增暖现象,增暖现象可发生在850—500hPa的对流层内。增暖过程主要是由整层温度平流增强引起,其温度平流时间差分正中心常出现在台风移向的左前侧。

5.2 与温度平流相似,在台风移动方向的左前侧产生明显的水汽通量散度增强区,水汽的辐合区中心与增暖区中心基本重合。

5.3 台风移动与周围不稳定区分布表明,在台风西折前,不稳定区中心出现在台风移动方向的左前侧。

5.4 若将变涡和变高迭加上去,不难看出,增暖、增湿、不稳定性、动力条件及气旋性环流增强区中心几乎在同一位置上。同时,在台风运动的前方东风分量明显增强。综合以上结果可以推论,台风将改变其运动方向转向偏西方向移动。

参考文献

- 1 陶诗言,章名立. 影响我国沿岸地区几类台风路径. 中国夏季副热带天气系统若干问题的研究. 北京:科学出版社,1965:24.
- 2 陈联寿,丁一汇. 西太平洋台风概论. 北京:科学出版社,1979.
- 3 Anthes, R. A., Tropical cyclones: Their Evolution, Structure and Effect. American Meteorological Society, 1982.
- 4 束家鑫,陈联寿. 中国台风研究和业务预报的评述. 上海国际台风学术会议译文集. 上海台风研究所, 1981.

Diagnostic Study of Westwards Turning Typhoons

Yuan Jun Ruan Xiaojian

(Zhejiang Meteorological Observatory, Hangzhou 310021)

Zhai Guoqing Gao Kun

(Hangzhou University)

Abstract

Applying the grid point field data of ECMWF, the diagnostic analyses to nine typhoons from 1980 to 1992 which took a west turn while they moved north were made. The result shows that when typhoons took west turns, there are warm advection, vapour flux convergence, stratification instability, aerological divergence and entire level cyclonic circulation addition, and there is an entire level height descent center in the coverage of those addition area, which result in typhoons to take a west turn while they move north.

Key Words: synoptic analysis westwards turning track physical diagnosis