

QI XIANG WAN QIAN



台风

TAIFENG

于系民

气象出版社

气象万千

台 风

于系民

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

台风/于系民编著. —北京:气象出版社, 2002. 7

(气象万千)

ISBN 7-5029-3359-X

I. 台... II. 于... III. 台风—青少年读物

IV. P444-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040481 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081)

责任编辑:郭彩丽 终审:纪乃晋

封面设计:蓝色航线 责任技编:都平 责任校对:张清芬

*

北京昌平环球印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/32 印张:2.375 字数:48 千

2002 年 7 月第一版 2006 年 12 月第三次印刷

定价:5.00 元

《气象万千》编委会

主 编 毛耀顺

副 主 编 王奉安

编 委 于系民 王奉安 毛耀顺

朱振全 李光亮 陈云峰

张 沅 张家诚 张海峰

汪勤模 金传达 赵同进

胡桂琴 韩世泉 谢世俊

斯 迪

出版前言

许多极端天气气候事件,如沙尘暴、台风暴雨、干旱、洪水、极端高温等越来越引起人们的广泛关注。承载我们人类的地球生命支持系统,如食物、水、洁净空气和有益于人类健康的环境正越来越强烈地受到全球天气气候变化的影响。

根据“政府间气候变化专门委员会”对未来气候变化的评估结论,气候变化对人类的生存将有如下威胁:

- 可能加剧许多干旱与半干旱地区的沙漠化,使那里的环境进一步恶化。
- 热带和亚热带地区,农业生产力将下降,特别是非洲和拉丁美洲,预计 21 世纪内农业生产力将下降 30%。
- 将改变生态系统的生产力与构成,减少生物多样性。生态系统的变化将影响其向人类提供的福利,如食物、纤维、药材的来源,休闲与观光等等。
- 与高温有关的死亡率增加和在酷热期导致预期的疾病增加;生物体携带细菌的季节和范围扩大,因而细菌感染性疾病的传播可能越来越多。
- 海平面会上升,对人类居住、观光旅游、淡水供应、水产业等都有消极影响,会导致经济下滑、陆地减少和数千万人口迁徙。

等等。

人类居住的地球正面临着前所未有的环境威胁,众多学术组织及不同领域的科学家正在分析和研究对策。就是普通百姓也开始热衷于了解像厄尔尼诺、拉尼娜、臭氧洞、全球变暖等气象科学名词。为了使广大读者更深入地了解气象科学,更深入地理解我们人类乃至个人在解决全球气候变化问题中应承担的责任和义务,我们出版了《气象万千》这样一套通俗易懂的科普图书,内容涉及所有的大气现象及人们最为关心的一些天气气候热点问题。我们希望通过这套书来强化人们的气象意识,了解气象,用好气象服务产品。

全套书共 18 册,图文并茂,理论与现象结合,阐述简明,通俗易懂,适合广大青少年及对气象感兴趣的读者阅读。愿这样一套书能对读者有所裨益,发挥她应有的作用。

气象出版社

2002.5

目 录

初识台风

- 初识台风..... (1)
- 剖析台风真面目..... (4)
- 在热带洋面上诞生..... (7)
- 时空分布 (10)
- 生成理论的百家争鸣 (14)
- 生命简史 (19)

台风的观测和探测

- 观测和探测 (23)
- 巨大的能量 (29)
- 三重威胁和灾害 (32)
- 对生态环境的破坏作用 (37)
- 台风的功过是非 (41)

台风的预报和人工影响

- 天气图上的小圆圈 (44)
- 台风路径(轨迹)概观 (47)
- 台风路径预报:天气图方法..... (52)

台风的数值模拟与数值预报简介	
.....	(57)
机会数学的运用——台风统计预报	
.....	(60)
人工影响台风	(62)
百年探索,功不可没.....	(65)

初 识 台 风

初识台风

说到台风，人们对它似乎并不陌生。甭说那些与浩瀚大海上的狂风巨浪搏斗多年的老渔民，即使久居海边的一般居民，乃至沿海省市的大多数人，都或多或少地遭遇过台风；久居内陆的多数人或许并未亲历过台风，但也亦有所闻。那么，究竟什么是台风呢？公众一般都认为台风是一种很猛烈的风，是一种大风。一些文学作品中所讲到的台风，也往往是上述的意思。台风的概念，果真如此吗？诚然，把台风看做是大风中的一种，并不能算错，但那只能说是一种很粗浅的认识。从科学上来说，这种认识，远不够全面、准确、深入，即未能触及其形成机制和本质。其实，气象预报中所说的台风是：发生在热带大洋上的一种具有暖中心结构的强气◇

◆旋性涡旋，总是伴有狂风暴雨，常给其所影响的地区，带来强烈的天气过程。

众所周知，大气层有各种各样的运动，包括涡旋运动。台风正是大气的一种涡旋运动。由于空气和水同属于流体，所以在运动规律上，两者有许多相似之处。空气有涡旋运动，水也有涡旋运动。但是，空气的涡旋运动，人们很难直接看到；而水的涡旋，许多人都曾见到过，自己做点小实验，也很容易。因而，可以把空气中的涡旋，同水中的涡旋加以类比。如果想一想亲眼见过的水中涡旋，再来理解空气中的涡旋，就比较容易了。气象学上把大气中的涡旋叫做气旋(cyclone)，在英文中，它的一般词义即“旋风”。旋风一般人都看到过，所以更容易理解。气旋，在气象学中包括中纬度气旋和热带气旋。台风属于热带气旋，是在大气中绕着它自己的中心急速旋转而又快速向前移动的空气涡旋。这种涡旋，在北半球沿逆时针方向旋转，在南半球则相反。这个特点，与温带气旋是一致的。但台风与温带气旋也有许多不同之处，主要表现在发生区域、移动路径、气压分布、有台风眼，以及造成大风、大雨、大浪等方面。

一般说来，人们把发展强烈的热带气旋叫做台风。但各国的标准和名称，不完全相同。同一国家，在不同时期，也会有不同的叫法。例如东北亚国家把风力8级以上的热带气旋叫做台风，而我国目前把最大风力达到12级以上的热带气旋叫做台风。实际上，所说的热带气旋也就指人们一般概念中的台风，并为它们编了号，这和以前我国编号的台风（比如7503等）是一个意思。本书依公众的称呼，统一叫台风，并把西方说的“飓风”也叫台风，这样免得纠缠名词术语，全书读起来就统一了。

为了统一标准，并与国际通用的标准接轨，我国国家气象局（现称中国气象局）于1989年决定采用世界气象组织（WMO）标准：风力小于8级（风速小于17.2米/秒）称为热带低压；风力在8~9级（风速为17.2~24.4米/秒）称为热带风暴；风力在10~11级（风速为24.5~32.6米/秒）称为强热带风暴；风力在12级或12级以上（风速超过32.7米/秒）称为台风。

台风，古今中外，人们曾赋予它各种各样的名称。其实，这是对同一概念的不同称谓。我国古代，最早的文字记录是把台风写成“飏风”；有些古书把台风称为“飓风”，最早见于宋朝。在明成化十六年（1480年），江苏崇明（今属上海市）有“九月飓风大作，海潮为灾”的记载。在清康熙十四年（1675年），福建漳州府志和诏安县志中都有“八月十五夜飓风忽起，木尽拔，屋瓦飞”的记载；清康熙二十三年（1684年），对于“飏风”，福建通志有明确记载；台湾县志也记有“所云台者，乃土人见飓风挟雨四面环至，空中旋舞如筛，谓飓风筛雨，未尝曰台风也”。在现代，对于台风，世界上各个国家和地区，有着不同的叫法，一般说来，在西北太平洋和东北亚，叫做台风；而在大西洋、加勒比海地区、墨西哥湾以及东太平洋地区，叫做飓风。各国规定的标准也有差异。另有许多地方性的名称，如澳大利亚的“畏来风”，墨西哥的“可尔多那左风”，海地的“泰诺风”，菲律宾的“碧瑶风”，实质上都是指台风。

虽然人们对台风的认识已有数百年的历史，但是开始对每年出现的每一次台风命名，还是第二次世界大战期间的事。在二战前，飓风只是根据发生地的纬度和经度来标明的。这样做，容易产生混淆。在二战期间，以西方人的名字◇

◇给飓风命名，例如查理、阿伯、贝克等。但世界上叫这些名字的太多了，易混淆之弊病并未消除。1953年，美国国家天气局用少女的名字为飓风命名，一般按英文字母的字头排列；到20世纪70年代，这种以女人名字给凶恶飓风命名的做法遭到妇女界反对，于是从1979年起，改为用男女姓名交替使用的方法命名。但对于几十年来曾用于命名破坏力极大的飓风的名字，以后就不再重复使用了。这样，一提到这个名字，就专指历史上那一次飓风了。这在气象书刊上，至今还常见到。这些名字包括：阿格尼斯、戴安娜、菲菲、查理等。2001年3月，我国根据2000年11月在澳门召开的台风委员会第33届会议的决定，更改部分热带气旋的名字，有的纠正拼写方法，如将 Megkhla 更改为 Mekkhala；有的作了替换，如用 Aere 代替 Kodo，中文译名定为“艾利”；用 Morakot 代替 Hanuman，中文译名定为“莫拉克”等。这套新的名称共有140个，名字分别来自柬埔寨、中国、朝鲜、日本、泰国、菲律宾和美国等国家和地区，将从2002年1月1日正式开始使用。2001年11月初危害菲律宾的台风玲玲（Lingling），名字源于中国香港。

剖析台风真面目

对于台风，如果不用必要的探测工具，人的肉眼是无法将其洞穿的。即使在沿海地区，那些多次出海，或久居江渚之上看惯海边秋月春风的白发渔樵，目睹的也只能是台风带来的大风大雨以致惊涛骇浪，这些天气现象和风暴浪涌不过是台风的一个小小的侧面。只有全面了解台风的结构，才能充分认识它的真面目。

经过数十年乃至一百多年的努力，气象工作者通过地面气象观测、气球高空探测、飞机观测、雷达探测和卫星探测等一系列大气探测手段，并对所得结果从数据统计、图的绘制和用现代的数学方法、物理定律进行反复的比较分析，对台风结构的了解越来越多了，至今已形成了比较公认的看法。

早在 19 世纪末，人们利用地面气象观测的风、气压、温度、湿度和降水等要素记录，已明确认识到台风过境前后要素变化的初步特征。1882 年台风通过菲律宾马尼拉时的记录显示，台风通过前后，要素基本上是对称的。以后的许多探测结果，都佐证了当时观测到的要素特征，是符合一般规律的。当然在细节上，各个台风都有其自己的特点。下面让我们从几个主要方面来说明典型台风的大概结构及要素分布的一般规律。

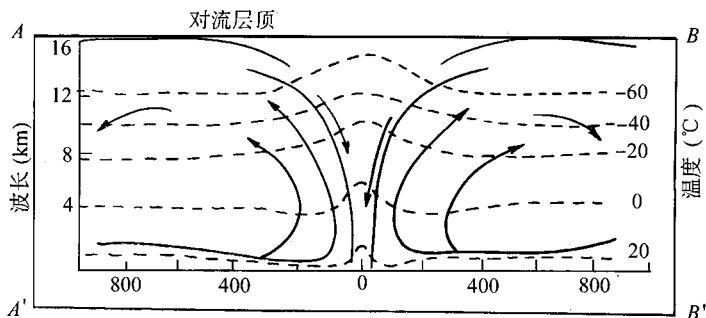


图 1 台风纵剖面

从侧面来看，典型的纵向剖面如图 1 所示。大致可以分成三层：最底下的一层叫做流入层，这一层的垂直范围从海平面到 3000 米左右的高空。在这个厚度层内，来自四面八方的气流携带着水汽流向中心。这一层对于台风的发生、发

◇展和消亡，起着举足轻重的作用。从 3000 米左右到 9000 米左右，是台风的中间层，在这一层里，气流的垂直运动最强烈，上升速度达到最大。再往上，直到对流层顶，为流出层，在这个层内，空气是由中心向外流的，外流的空气量与流入层流入的空气量，大体是一样的。

台风的横断面，即典型的水平截面，就像画在水平面上的一个大圆。这个大圆的周围，是呈逆时针旋转的气流。这个大圆的直径一般为 600~1000 千米，在它的中心可以看到一个小圆圈，它的立体结构就是一个小圆柱，叫做台风眼。台风眼的水平范围，大小不一。台风眼区的范围是用小圆圈的直径说明的。

在台风眼区的周围，有一圈宽约几十千米的眼壁，它是环抱着台风眼区的一座高耸的云墙。这种环形的眼壁，是台风中天气最为恶劣的地区，那里风力极大，强对流作用形成了高耸如塔的积雨云，带来很大的降水，而且多为特大暴雨。

台风是一个有暖中心的气旋。温度在眼区最高，在眼壁内急剧下降，但是整个台风的温度仍比台风周围大气的温度高。

在气压不变的条件下，温度下降，使空气达到饱和时的温度，叫做露点温度。露点温度是表达空气湿度的物理量之一。在台风眼内和眼壁区，露点温度的变化，与温度刚好相反。在台风眼内，温度露点差较大，说明空气较干燥，空气中水汽很少，故很少凝结成云致雨，天空中仅能有少量的云。从眼内进入眼壁时，湿度猛增，眼壁内的空气湿度比眼区高得多，从地面向上，直到七八千米的高度，空气还是接近饱和状态的。

在台风侵袭一个地方时，当地气象台站的气压记录，总是显现出“陡降陡升”的特点，从气压的垂直剖面图上，总能看到像陡峭的“峡谷”一样的气压谷。也可以形象地把它比做一个“漏斗”。

在热带洋面上诞生

台风的形成要靠温暖的水面。如果没有这个必不可少的条件，就没有台风形成的物质基础。在温暖的季节中，热带海洋表面的大部分地区温度为 27°C ，这是台风形成的最低温度限度。热带海洋的涡旋，是台风诞生的“胚胎”雏型，是最基础的内因。这好比说，有鸡蛋才能孵小鸡一样，这热带涡旋就像鸡蛋；但反过来说，有鸡蛋不一定有小鸡，必须把鸡蛋放在适当的环境条件下，拿现代的方法说，得用孵化器。同样，热带海洋上的涡旋，每年夏半年，都有数百个之多，但在涡旋基础上继续发展成为台风的，只是其中的一小部分。那么，台风是怎样从涡旋的基础上发展起来的呢？它的原始推动力又是什么呢？

台风生成的基础动力还是来自太阳。在纬度低的热带，夏季太阳辐射作用很强，这给海洋表面的水加了热，使海面温度升高。如果你在夏季，打一盆水，放在火辣辣的太阳底下去晒，水的温度也会升高的，这同辐射加热的道理是一样的；但不一样的是，在热带海洋里的水，可不是一盆水，也不是一缸水、一池水、一湖水，而是很多很多。海洋表面的水，由于蒸发而进入空气中，使水面上的空气不稳定，产生上升运动，这个位置四周的空气必然乘虚而入，从四面八方汇聚而来，这些汇聚来的空气，也吸收洋面的热辐射产生上

升运动，这就形成一般的或较强的对流作用，但由于地球的自转，在地转偏向力的作用下这些空气就成了逆时针转动的涡旋了。

有了涡旋，就好比有了鸡蛋。但要使小鸡从鸡蛋中出来，还得有孵化的条件。如果以现代的孵化技术打比方，那就是说还得有一个孵化器。下面，就让我们了解一下台风是怎样“孵化”出来的吧。

第一，热带海水提供巨能。基本条件是洋面之下 60 米厚度层内的海水温度都在 26.5°C 以上，而低于这个温度，能量就显得不够了。因为台风内部的空气分子之间是有摩擦的，这种摩擦叫做内摩擦，在每平方厘米的面积上，由于内摩擦作用，平均 1 分钟内就会产生 $12654 \sim 16782$ 焦耳的能量。这么巨大的能量从何而来？只有广阔的热带海洋上释放出来的潜热，才是能量的大供应站；此外，热带气旋周围旋转着的强风，会导致其中心附近的海水翻腾，在气压很低的台风中心部位，甚至可激起海洋表面的上涌，紧接着，向周围散开，使水从中心翻腾向周围跑去。这种翻腾作用可影响到海洋表面之下 60 米深处，这就需要有 26.5°C 以上的暖水层，如果温度低于 26.5°C ，翻腾作用就难以维持了。

第二，存在热带弱涡旋，大气才能转起来。如果我们把台风产生的过程比做孵化过程，则需要想办法，使这个大机器转起来。这就像有了使机器得以运转的电能，还得有人来接通电源一样，这个电源得由谁来接呢？也必须是已有的弱涡旋。在台风形成前，先期已经存在的热带弱涡旋中心部位，气压低于周围地区，于是周围的空气便携带着大量的水汽向涡旋中心流来，并在涡旋区内产生向上的运动；湿空气上升过程中，水汽凝结，释放出大量的凝结潜热，使大孵化

器运转起来了。

第三，地球自转，使低压区得以维持。前两段说的是有了能量，有了启动机制。那么又是什么使低压得以维持呢？是地球的自转运动。为什么呢？这是因为如果地球不转了，那么即使有一个低压产生，它所在那个地方气压低，周围的空气很快会流到那里，气压低的地方就填满了外来的空气，这就是气象学中所说的低压填塞。既然被填塞了，它就不存在了，更没有发展的可能了。然而，众所周知，地球的自转是自然规律，在这个旋转着的地球上，低气压周围的空气是很难流进低压区的，而在北半球，低压周围的空气围绕低压中心作逆时针旋转，只有离地面较近（1500 米以下）的那一层空气，才因摩擦作用而或多或少地流进低压中心。空气之所以在无摩擦条件下，不流向低压内部，而偏向右转，沿着等压线方向流动，就是地球自转的作用。这种因地球自转而产生的使空气流向变化的力，在地球科学中，称为“地球自转偏向力”，它在维持低压方面起着别的条件不能替代的作用，这也是赤道附近（南北纬各 5 度之内）无台风的基本道理。

第四，台风有个自上而下的暖心空气柱，使中心与周围形成很大的气压差。要出现这样的暖中心，必须让台风对流云中水汽凝结所释放出来的热量，保留在这个低压系统之中，而不是从低层上空散失掉，这就要求对流层低层和上层的风向、风速差别都很小，这种情况下，上、下空气柱的行动步调才能一致，高层空气中的热量就容易积聚了，从而利于整层增暖。气旋一经形成，摩擦层以上的环境气流将沿等压线流动，高层增暖作用也就能很好完成。在北纬 20 度以北地区，高层风很大，不利于增暖，因而台风不易形成。