

台风过境区 海洋温盐多尺度时空变化过程 及机理研究

朱 炯 康建成 著



上海科学技术出版社

台风过境区海洋温盐多尺度时空 变化过程及机理研究

朱 炯 康建成 著

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

台风过境区海洋温盐多尺度时空变化过程及机理研究 /
朱炯, 康建成著. —上海: 上海科学技术出版社,
2019.6

ISBN 978-7-5478-4395-6

I. ①台… II. ①朱… ②康… III. ①台风—影响—
海水温度—研究 IV. ①P444②P731.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 079501 号

台风过境区海洋温盐多尺度时空变化过程及机理研究
朱 炯 康建成 著

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上 海 科 学 技 术 出 版 社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

印刷

开本 787×1092 1/16 印张 8

字数 160 千字

2019 年 6 月第 1 版 2019 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-4395-6/P·34

定价: 78.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题, 请向工厂联系调换

引 言

台风是沿海地区最大的自然灾害之一。台风造成的危害主要有两个方面：一方面，登陆台风的大风和随之而来的暴雨给沿海广大地区造成了巨大的气象灾害；另一方面，由台风引发的巨浪、风暴潮等形成了严重的海洋灾害，对海上相关作业、交通、海岸防护工程、海洋渔业和海水养殖业等造成了重大安全隐患和人员、经济的损失，严重制约了我国海上和沿海经济、社会的可持续发展。对台风的预报是沿海地区减灾、防灾的主要手段，是国家和沿海地区社会经济发展规划的基本需求。

为了进行预报，需要尽可能地了解台风从生成到消亡的整个过程，而台风生成的环境条件、大尺度扰动源、重要物理机制都是海洋和大气中各类环境物理量共同作用的结果。在中国，中国气象局在过去几年中先后发布了多个计划，将台风等灾害性天气和极端气候事件的中短期精细化预警预报和实时监测分析的研究作为重要任务；将台风路径 24 h 预报误差减小到 100 km 以内，作为气象发展的一个主要指标。与之相关的中国国家 973 项目也有多个。

美国相关计划提出：改进飓风与强风暴等事件的预测能力，将对经济、社会、环境产生重要影响。并将“预测海岸生态系统如何响应飓风及其他极端事件，提高强烈天气系统(如台风、暴雨、龙卷风等)的预报精度”作为 4 个优先研究的领域之一。

日本也提出为减轻台风灾害，需要进一步加强台风、暴雨等的防灾研究，包括开发新一代高精度再现暴雨、台风等的非静力学数值预报模式，提高卫星资料利用，研究全球大气资料同化技术；加强中尺度资料同化方法研究；通过提高超级电子计算机的处理能力，提高数值预报模式的分辨率，改进台风中心位置的预报，增强预报的成功率。

以上国家的研究计划均表明：上层海洋热力结构与台风强度之间存在着相互作用关系。揭示上层海洋的温度在台风过境时的变化过程，阐明上层海洋环境在台风过境时的响应机制，探讨海洋中尺度过程对台风强度的影响，是台风预报模式中急需解决的主要问题。然而，以往由于缺少热带气旋内部的高分辨率海洋实测数据，对台风内部海洋边界层的研究较少。近年来，伴随着各类海洋观测资料的积累(如 Argo)，已经具备了进一步开展台风内部海洋变化过程研究的条件。

本书通过 7 章的篇幅，重点阐述了利用 Argo 数据还原台风过境期间海洋温盐场的可行性，从而构建出台风过境期间海洋上层温度、盐度的空间结构，反演海洋温盐场的变化过程。通过个例研究，分析了海洋温度、盐度的变化量与台风强度变化量之间的关系，揭示台风和海洋上层相互影响和作用的机理，为进一步建立预报台风强度的模式服务。

26 个台风个例试验的结果表明:台风会导致 0~300 m 深的海水发生升温 and 降温变化。垂直方向上的温度结构变化可以分成 4 种类型:上下层温度以降温为主型、上下层温度以升温为主型、上层升温下层降温型和上下层变化多样型。

在 0~50 m 深度有 60%~80% 的台风中心的海温发生降温,从 50 m 深处开始,降温的百分比逐渐下降,在 120 m 深处降至 50%。从 120 m 深处开始以升温为主,在 150 m 深处升温百分比占到 68%。

海水盐度变化的结果显示:台风过境时会改变盐跃层的深度,但是在 600 m 以深,过境前后盐度几乎没有变化。在台风过境的 3 天时间内,台风移动会改变上层海洋盐度的垂直分布,表层 0~10 m 盐度会由于降水而下降,中间 50~150 m 深度由于混合而增大,在 150 m 深度盐度值达到最大。

在 0~300 m 深的三维空间,台风对海洋的影响方式可以分为内外 2 层,中心区以抽吸作用为主,影响深度可达 300 m 深;外围以混合为主,形成一高一低的海水温度结构,在 160 m 深处影响最为显著。

对 8 个台风实例的研究表明:当台风中心最大风速小于 25 m/s 时,8 个台风 0~50 m 深度的盐度总体降低。当台风中心最大风速为 25~35 m/s 之间,7 个台风 0~50 m 深度的盐度总体变化量增加,1 个台风降低。

本书以朱炯攻读博士学位期间的研究为基础,同时得到了高峻教授、温家洪教授、王国栋副教授的指导,尤其感谢原上海市气象局秦曾灏教授和加拿大海洋渔业部韩国奇教授的热心帮助。在此期间,还得到了林海、韩钦臣、刘亚盼、谭能志、刘运运、吴文强、苏子珺、苏晓晨、袁琳、邱欢、牛明星、陈志伟、顾成林等人的帮助,在此一并感谢。

本书撰写得到了国家自然科学基金(东海黑潮区温、盐、流、海面高度多尺度变化过程及其机理研究,批准号 41340045),上海市教委重点学科(地理学与城市环境,编号 J50402),上海师范大学项目(基于 Argo 的台风源区海温与气旋风速机理的分析研究,编号 SK201203)等项目的资助。这些资助为本书的研究奠定了坚实的基础,在此表示诚挚的谢意。

由于撰写水平有限,书中有不妥之处,敬请广大读者给予批评指正,谢谢。

朱炯 康建成

2019 年 3 月

目 录

引 言	1
第 1 章 绪论	1
1.1 热带气旋是一种自然灾害	1
1.1.1 台风灾害的主要表现形式	2
1.1.2 预防台风灾害的各类研究计划	3
1.2 台风形成和发展的研究现状	4
1.2.1 热带气旋形成的必要条件	4
1.2.2 台风形成的理论基础	5
1.2.3 台风结构的理论模型	5
1.2.4 影响中国的台风发源地和台风路径	8
1.2.5 台风强度预报的问题	8
1.3 上层海洋海水温度、盐度与台风强度的研究现状	9
1.3.1 台风中的海气相互作用是当前研究的热点和前沿	10
1.3.2 在长时间、大空间尺度上海洋环境与台风强度关系的研究	11
1.3.3 短时间尺度台风的预报研究	11
1.3.4 海洋环境中的各类物理量与台风的关系	12
1.4 海洋与台风关系研究中的科学问题	13
1.4.1 台风过境时中短尺度内温盐场的获取和计算	13
1.4.2 台风过境时上层海洋的精细变化过程	14
1.4.3 与台风强度计算相关的各类公式	14
1.5 本研究的主要内容和章节安排	15
1.6 本章小结	15
第 2 章 方法与资料	16
2.1 研究方法	16
2.1.1 技术路线图	16

2.1.2	台风路径资料的选择依据	17
2.1.3	研究区域的确定	18
2.2	研究所需的台风和海洋资料	18
2.2.1	台风路径资料和研究区域	18
2.2.2	上层海洋环境的非实时资料	20
2.2.3	海洋环境的实时资料——Argo	20
2.2.4	风场资料	22
2.3	数据处理方法	22
2.3.1	对海洋再分析资料在时间上的处理方法	22
2.3.2	对 Argo 资料的处理方法	22
2.4	本章小结	28
第 3 章	中时空尺度下海温变化与热带气旋频数的关系	30
3.1	引言	30
3.2	研究区域的选择	30
3.3	不同时间尺度下, 1~1 200 m 深度海温的变化特征	31
3.3.1	月际海温的变化特征	31
3.3.2	周际海温的变化特征	35
3.3.3	日际海温的变化特征	37
3.4	Argo 浮标的验证	39
3.5	由台风引起的短时海温变化对海温长期变化的可能响应	41
3.5.1	海温的周际、日际变化	41
3.5.2	数天时间内的验证	42
3.6	本章小结	43
第 4 章	台风过境时短时间尺度下海温变化特征	45
4.1	引言	45
4.2	不同台风利用 IDW 计算的误差	45
4.2.1	幂值 p 对计算结果的影响	46
4.2.2	与 Argo 检验点的误差对比	47
4.2.3	与其他资料的对比分析	47
4.3	台风过境时, 基于 Argo 的海温时空变化类型和结构	50
4.3.1	垂直方向上常年海温的日际、周际的变化幅度	50

4.3.2	台风过境时,路径点温度变化类型	51
4.3.3	台风过境时,路径点温度变化特征	53
4.3.4	台风过境时,海温区域变化特征	54
4.3.5	台风移动时,海温过程变化	56
4.4	台风过境时,基于再分析资料的海温变化	58
4.4.1	垂直方向上,海温的时间变化类型	58
4.4.2	垂直方向上,路径面上海温变化的特征	61
4.4.3	垂直方向上,台风移动时海温的变化特征	66
4.5	本章小结	70
第 5 章 台风过境时下垫面海温变化与中心最大风速的个例研究 (以台风桑美为例)		71
5.1	引言	71
5.2	方法与资料	72
5.2.1	研究思路和方法	72
5.2.2	研究范围的确定	73
5.3	台风过境期间所引发的海温时空变化	74
5.3.1	海表面水温的时空变化	74
5.3.2	海温的时空变化	76
5.3.3	台风过境期数小时时间隔下,海温变化特征的验证	82
5.4	台风过境时海温变化的物理机理	85
5.5	本章小结	87
第 6 章 台风过境时下垫面海水盐度的变化特征		88
6.1	引言	88
6.2	研究区域和计算方法	89
6.3	误差分析	90
6.4	基于 Argo 台风过境时盐度的变化特征	91
6.4.1	相同时间下盐度的垂直变化	91
6.4.2	相同深度下盐度的时间变化	91
6.5	基于 AIPOcean 台风过境时盐度变化特征	93
6.5.1	台风个例选择和研究区域的确定	93
6.5.2	研究思路	94

6.5.3	不同时段下的盐度变化	95
6.5.4	台风过境期间的盐度变化	97
6.6	本章小结	103
第 7 章 结论、主要创新点与展望		104
7.1	主要结论	104
7.2	主要创新点	104
7.3	进一步工作的方向	105
参考文献		106
附录 彩版插图		121

第 1 章 绪 论

1.1 热带气旋是一种自然灾害

热带气旋(Tropical Cyclone)是发生在开阔的热带洋面上,并且带有急速旋转,同时会沿一定方向移动的大气涡旋,它是一种生命周期较短的强烈热带天气系统,是海气相互作用的产物。目前全球有许多国家受到热带气旋的影响(图 1.1),由于强热带气旋往往具有破坏性,每年热带气旋给途经国家造成巨大的损失。

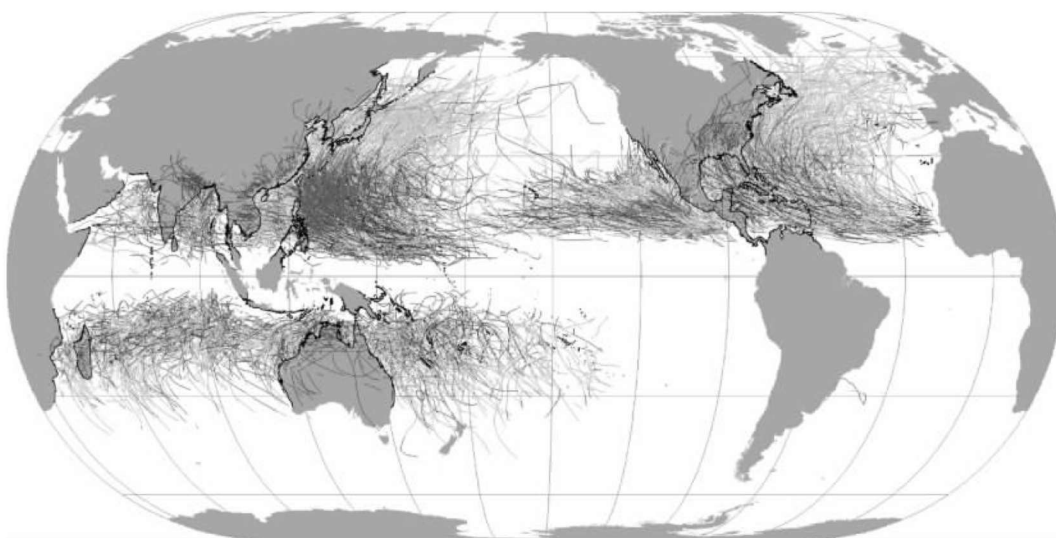


图 1.1 1945—2006 年间全球热带气旋的轨迹(图片来源于维基百科)

热带气旋在不同的海域具有不尽相同的名称,但是基本上都带有“风”一字。在大西洋和北太平洋东部人们称它为“飓风”,在孟加拉湾它被叫作“风暴”,在菲律宾则又被人们称为“碧瑶风”,在澳大利亚是“畏来风”,我国习惯于称其为“台风”(中国台风网, www.typhoon.gov.cn)。

根据国家标准(GB/T19201-2006),依据强度,可以将气旋分为:

(1) 热带低压(底层中心附近最大平均风速 $10.8 \sim 17.1 \text{ m/s}$);(2) 热带风暴(底层中心附近最大平均风速 $17.2 \sim 24.4 \text{ m/s}$);(3) 强热带风暴(底层中心附近最大平均风速 $24.5 \sim 32.6 \text{ m/s}$);(4) 台风(底层中心附近最大平均风速 $32.7 \sim 41.4 \text{ m/s}$);(5) 强台风

(底层中心附近最大平均风速 $41.5 \sim 50.9 \text{ m/s}$)。^[1,2]

下文将“底层中心附近最大平均风速”简称为“中心最大风速”。台风是等级为 13 级的热带气旋,其中心风速持续达到 32.7 m/s 及以上。

2005 年 8 月,“卡特里娜”飓风袭击了美国南部的新奥尔良地区,造成市区约 80% 的面积被洪水所淹没,大约有 1 200 人死亡,数十万人受灾。这场飓风给美国南部沿海地区造成了高达 1 500 亿美元的损失,被称为美国历史上最严重的十大自然灾害之一。

台风是威胁我国东南沿海地区的主要自然灾害之一。2006 年 8 月 10 日,超强台风“桑美”在浙江省温州市苍南县登陆,是自 1949 年以来登陆我国最强的一次台风,同时也是一次中间没有任何阻挡,而直接登陆浙江和福建沿海的台风。登陆时的强度比 2005 年登陆美国的飓风“卡特里娜”还强,被中国气象局定义为百年一遇的气象事件^[3-5]。2015 年 10 月 11 日,民政部国家减灾办发布了“2015 年前三季度全国自然灾害基本情况”。2015 年前三季度,在西北太平洋和南海共有 21 个台风生成,较常年同期偏多 2.7 个,有 5 个台风登陆我国,比常年同期偏少 1.4 个。其中,第 13 号台风“苏迪罗”是前三季度登陆我国最强的台风,影响范围最广,造成损失较重。浙江省因连续遭受“灿鸿”“苏迪罗”和“杜鹃”3 个台风的影响,灾害损失较重。据统计,2015 年前三季度台风灾害共造成全国 11 个省(直辖市)1 517.5 万人次受灾,33 人死亡失踪,309.1 万人次紧急转移安置;1.2 万间房屋倒塌,16.9 万间不同程度损坏;直接经济损失 362.3 亿元。

台风在海洋上生成,研究海洋在台风形成过程中所起的作用和变化,对于预防台风灾害有着非常重要的意义。国家重点基础研究发展计划和重大科学研究计划将揭示天气尺度上海洋对台风的调控作用和响应机制,阐明上层海洋环境与环流系统在台风过境时的响应机制,探讨海洋中尺度过程对台风强度的影响,研究海气耦合台风预报模式的发展、改进和评估。

1.1.1 台风灾害的主要表现形式

台风造成的危害主要有两个方面:一方面,登陆台风的大风和随之而来的暴雨给沿海广大地区造成了巨大的气象灾害;另一方面,由台风引发的巨浪、风暴潮等形成了严重的海洋灾害,对海上相关作业、交通、海岸防护工程、海洋渔业和海水养殖业等造成了重大安全隐患和人员、经济的损失,严重制约了我国海上和沿海经济、社会的可持续发展^[6,7]。

由中国台风网的“CMA-STI 热带气旋最佳路径数据集”,对在西北太平洋上生成并登陆中国的台风数量进行统计,可得 2000—2009 年台风的生成数和登陆数(图 1.2)。

从图中可得,每年平均生成热带气旋 24.3 次,有 7.3 次登陆。生成的次数和登陆的次数两者的相关系数为: $-0.299 71$,从图上可以看出 2004 年生成的数量达到最大,但是登陆的数量和往年几乎持平;在 2008 年和 2009 年生成的数量有所下降,但是登陆的数量反而有所上升。

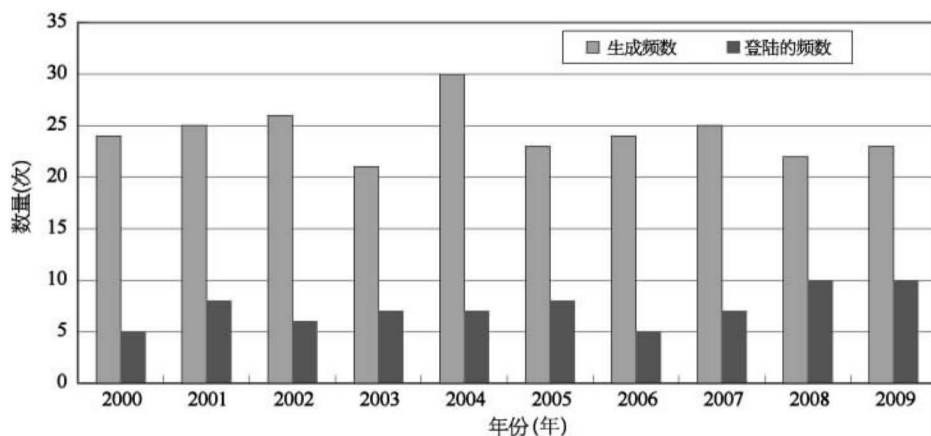


图 1.2 中国近海 2000—2009 年台风的生成数和登陆数

1.1.2 预防台风灾害的各类研究计划

中国气象局近年来先后发布了《气象发展规划(2011—2015年)》《天气研究计划(2009—2014年)》《气候研究计划(2009—2014年)》《应用气象研究计划(2009—2014年)》《综合气象观测研究计划(2009—2014年)》等国家计划。将台风等灾害性天气和极端气候事件的中短期精细化预警预报和实时监测分析的研究,作为重要任务;将台风路径24小时预报误差减小到100 km以内,作为气象发展的一个主要指标。与此同时,在《上海中长期科学与技术发展纲要(2006—2020年)》中将研发“台风灾害危险性分析和预报技术”作为中长期技术创新的主要任务之一。

在美国,美国商务部(DOC)和美国国家海洋大气局(NOAA)在制定的《2006—2011年战略规划》中(US DOC和NOAA,2005),把有预见性的理解一周到年代尺度全球变化,列为气候使命计划的首要目标,提出对于短期气候变化的认识和预测问题是当前急需解决的重点问题。在2007年1月,又发布了《美国未来十年海洋科学发展路线图——海洋科学研究优先领域和实施战略》,提出:改进飓风与强风暴等事件的预测能力,将对经济、社会、环境产生重要影响。在美国国家海洋大气局《2010—2014财年指导备忘录》(NOAA Annual Guidance Memorandum for FY 2010—2014)中,将“预测海岸生态系统如何响应飓风及其他极端事件,提高强烈天气系统(如台风、暴雨、龙卷风等)的预报精度”作为4个优先研究的领域之一。

美国国家海洋大气局于2007年10月发布了《综合海洋观测系统(IOOS)2008—2014年战略规划报告》,该规划旨在建立一个完全综合的海洋观测系统,通过该系统可以改进对生态系统和气候的理解、保护海洋生物资源的持续利用、改善公共安全和健康、减少自然灾害和环境变化对人们的不良影响。

在2012年,美国发布了全球变化研究计划的战略规划《国家全球变化研究计划

2012—2021》,该规划计划与世界各地的同行进行合作,以协调数据的收集与传播,建立健全的模型与评估,理解连接大陆、海洋与大气的进程与趋势,为美国乃至全世界提供帮助来理解和预测气候变化、环境响应机制等相关内容。

在日本,日本气象厅先后发布了《台风强度相关的环境因素研究计划(2009—2013)》《先进的全球大气数据同化发展研究计划(2011—2016)》《新一代非静力数值预报模式的发展研究计划(2009—2013)》,以及《2013年度日本气象厅业务评价实施计划》。这些计划提出,为了减轻台风灾害,需要进一步加强台风、暴雨等的防灾研究,包括开发新一代高精度再现暴雨、台风等的非静力学数值预报模式,提高卫星资料利用,研究全球大气资料同化技术;加强中尺度资料同化方法研究;通过提高超级电子计算机的处理能力,提高数值预报模式的分辨率,改进台风中心位置的预报,增强预报的成功率。

2014年3月11—14日,日本气象厅(JMA)和世界气象组织(WMO)合作,在东京召开了有效应对东南亚热带气旋警报研讨会,探讨了如何改善其业务化预警服务方面所面临的挑战。

政府间海洋学委员会(IOC)于2015年6月18—25日在法国巴黎召开会议,通过了由中国国家海洋信息中心建设运行全球海洋和海洋气候资料中心(CMOC)中国中心(CMOC/China)的决议,CMOC是WMO和IOC为推动全球海洋与海洋气象资料的整合与共享,由WMO-IOC海洋和海洋气象联合技术委员会(JCOMM)自2011年起提出的发展战略和实施计划。本次大会重点关注海洋科学研究、海洋观测系统、海洋可持续发展、早期预警系统、海洋数据管理和服务等议题,深入讨论了IOC未来发展及能力建设战略(2015—2021)等事项。

1.2 台风形成和发展的研究现状

为了预防台风灾害,有效地开展对台风强度、路径等要素的预报研究,需要了解在台风系统中涉及从天气到气候尺度、从局地到全球范围、从动力学和热力学要素到多种环境变量的复杂过程,这其中首先需要了解台风形成和发展的基本理论以及台风的空间结构。

1.2.1 热带气旋形成的必要条件

对于热带气旋的形成条件,至今尚在研究之中。根据美国飓风中心(www.nhc.noaa.gov)的预报经验^[8],认为热带气旋的生成需要具备以下6个必要条件,但是热带气旋也可能在这6个条件不完全具备的情况下生成。

(1)海水表面温度不低于 26.5°C ,且水深不少于50 m。这个温度的海水会造成海面上层大气足够的的不稳定,因而能够维持对流和雷暴。

(2)大气温度会随高度而迅速下降。这会导致潜热被释放出来,而这些释放的潜热

是热带气旋的能量来源。

(3) 潮湿的空气,尤其是在对流层的中下层的位置。足够的大气湿润有利于天气扰动的形成。

(4) 会在距离赤道大于 5 个纬距的地区生成,否则地球自转产生的科里奥利力强度不足,而无法使吹向低压中心的风发生偏转并围绕其中心进行转动,无法形成环流中心。

(5) 不强的垂直风切变,因为如果垂直风切变过强,热带气旋对流的发展就会被阻碍,其正反馈机制就无法启动持续下去。

(6) 有一个预先存在,且拥有环流及低压中心的天气扰动。

此外,台风的移动主要受到大尺度气候系统,如季风和科里奥利力的影响。科里奥利力与角动量共同促使热带气旋的外围云系围绕着中心旋转,在北半球通常以逆时针方向旋转,而在南半球则以顺时针方向旋转。

1.2.2 台风形成的理论基础

从 20 世纪 50 年代开始,伴随着各类观测、分析技术的发展,对于台风形成的认识逐渐丰富。到了 60 年代,将台风形成和发展的原因归结为 4 种前期的扰动:

(1) 热带辐合区中的扰动;

(2) 东风波;

(3) 高空冷涡在对流低层区域诱生出来的低压;

(4) 斜压扰动,包括中纬西风槽延伸部分切断出来的低涡和西风带对流层低层冷性切变线中的小涡^[9]。

近年来,通过大量观测以及利用气象学与动力学相结合进行了大量研究分析和各类数值模拟、物理模拟实验,目前关于台风的形成普遍接受 Conditional Instability of Second Kind 学说(简写 CISK),即第二类条件不稳定。第二类条件不稳定机制是查尼(Charney)和伊里亚森(Eliassen)于 1964 年提出来的。CISK 理论将气旋形成的过程解释为:在热带对流层的中下部会经常处于条件不稳定的情况,当低空出现气旋性的环流时,因摩擦作用造成大气边界层内出现摩擦辐合,从而促使水汽通过边界层顶并向上输送。由于越往上温度越低,当水汽由于凝结而释放出潜热会使中心变暖。这时地面气压下降,气旋性环流加强又促使摩擦辐合进一步加大,造成热带潮湿空气的大量辐合流入和抬升(即 Ekman 抽吸),从而形成积云对流。然而,积云上升中释放的潜热,又进一步促使低压中心上空的大气温度升高,导致地面气压继续下降,气旋性环流则进一步加强。如此循环反复,就形成台风(图 1.3)。

1.2.3 台风结构的理论模型

根据美国飓风中心的预报经验,一个成熟的热带气旋由以下部分组成:地面低压、暖心、中心密集云层区、台风眼、螺旋雨带和外围环流(图 1.4)^[10-13]。

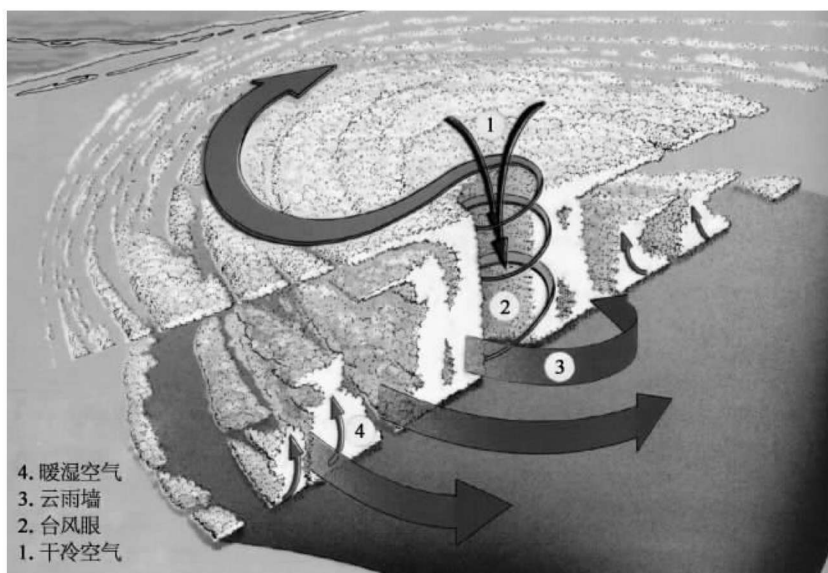


图 1.3 台风第二类条件不稳定效果示意图

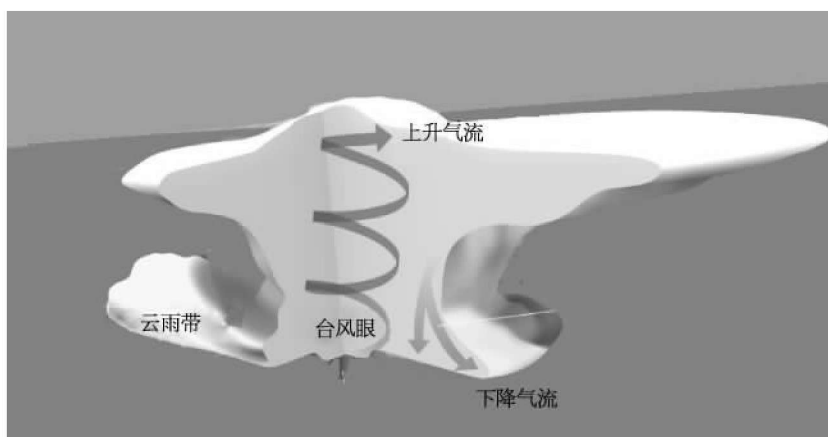


图 1.4 台风结构示意图

(1) 地面低压：热带气旋的中心接近于地面或海面部分是一个低压区。

(2) 暖心：热带气旋的暖湿空气会环绕着中心螺旋上升,在此过程中由于水汽凝结而释放出大量潜热,热能为中心附近呈现垂直分布。在热带气旋内,各高度(接近海面例外)的气温都比气旋外高^[14]。

(3) 中心密集云层区：围绕热带气旋中心旋转的密集云层区,通常是由雷暴产生的卷云。

(4) 台风眼：强烈的热带气旋的环流中心是下沉气流,将形成一个台风眼。眼内的天气通常都是平静无风、无云,甚至时有阳光(但海面仍可能波涛汹涌)^[15]。台风眼通常都是呈圆形,直径由 2 km 至 370 km 不等。较弱的热带气旋的台风眼可能被中心密集云

层区遮蔽,甚至没有台风眼结构^[16,17]。包围台风眼的是圆桶状的台风眼墙,台风眼墙内对流非常强烈,这里伴有狂风暴雨,是各类能量相互转换的主要地区。

(5) 螺旋雨带:螺旋雨带是绕着热带气旋中心运动的雨云和雷暴^[18]。

(6) 外围环流:所有低压系统均需要高空辐散以持续增强,热带气旋的辐散从所有方向流出^[19]。

根据《高等天气学》^[20]和《西太平洋台风概论》^[9],台风在水平方向上一般可分为台风外围、台风本体和台风中心三部分。台风外围是螺旋云带,直径通常为 400~600 km;台风本体是涡旋区,也叫云墙区,它由一些高大的对流云组成,其直径一般为 200 km;台风中心到台风眼区,其直径一般为 10~60 km,绝大多数呈圆形,也有椭圆形或不规则的。由 HY-2 卫星微波散射计对台风苏力(Soulík,国际编号 1307)的风速监测,可以得到台风的结构图(图 1.5)。

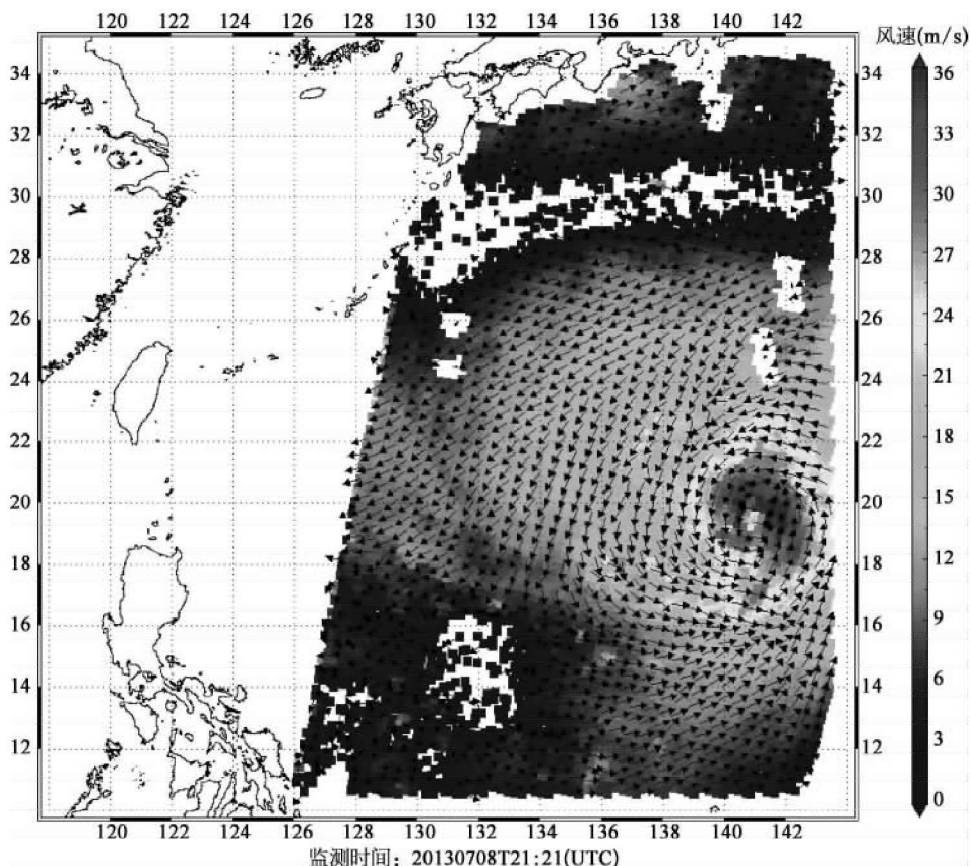


图 1.5 台风苏力的结构图(图片来源于 HY-2 卫星微波散射计)

从图中可见,台风眼清晰可见,呈现椭圆形状,且风速低于附近其他区域。眼区外围风速强度最大,呈圆形。最外侧风速较弱,呈螺旋状。

1.2.4 影响中国的台风发源地和台风路径

中国东部地区位于太平洋西岸,经济发达、人口稠密,同时也是世界上受热带气旋影响最大、灾害最为严重的地区之一。影响中国东部地区的热带气旋主要生成于西北太平洋地区。西北太平洋地区热带气旋主要发源于 5°N — 22°N 之间,即:南海到我国台湾省-菲律宾以东的洋面上,包括马里亚纳、加罗林及马绍尔群岛所在海域。西北太平洋热带扰动加强发展为台风的初始位置,在经度和纬度方面都存在着相对集中的地带。在东西方向上,热带扰动发展成台风相对集中在 4 个海区。

- (1) 位于北纬 $3^{\circ}40'$ 至 $11^{\circ}55'$ 、东经 $109^{\circ}33'$ 至 $117^{\circ}50'$ 的南海中北部的海面。
- (2) 位于北纬 11° 至 12° 、东经 127° 至 129° 的菲律宾群岛以东和琉球群岛附近海面。
- (3) 位于北纬 $11^{\circ}21'$ 、东经 $142^{\circ}12'$ 的马里亚纳群岛附近海面。
- (4) 位于北纬 $7^{\circ}09'$ 、东经 $171^{\circ}12'$ 的马绍尔群岛附近海面。

根据中国台风网,影响中国的热带气旋移动路径大体分为三类(图 1.6)。

(1) 西行路径:台风从菲律宾以东洋面向西移动,经过南海在我国海南岛或越南一带登陆。

(2) 西北路径:台风从菲律宾以东洋面向西北方向移动,穿过琉球群岛,在我国江浙或台湾海峡在浙、闽一带登陆。

(3) 转向路径:台风从菲律宾以东海区向西北方向移动,然后转向东北方向移去,路径呈抛物线型。

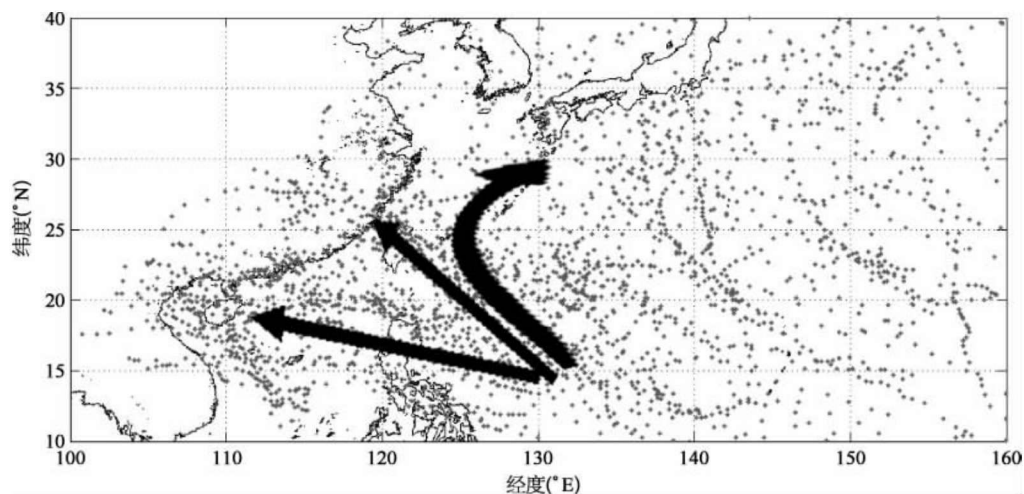


图 1.6 中国近海热带气旋主要移动路径示意图

1.2.5 台风强度预报的问题

根据美国飓风中心的预报数据,可以得到 1990 年以来对飓风强度的预报误差(图