

85-906-08-04 专题组

暴雨天气气候研究

国家科技攻关 85-906 项目
台风、暴雨灾害性天气
监测、预报技术研究

暴雨 天气气候 研究

08
1
04



气象出版社

王 明

天 天 天 天

年 定



国家科技攻关 85-906 项目

——台风、暴雨灾害性天气监测、预报技术研究

暴雨天气气候研究

85-906-08-04 专题组

气象出版社

(京)新登字 046 号

内 容 简 介

本文集共收集了有关暴雨天气气候背景分析研究论文 20 篇。其中长江中上游地区 12 篇,黄河中游地区 8 篇。主要内容有:暴雨的日变化、地理分布、时-空特征以及西南涡、西北涡、切变线等暴雨型的大尺度环流的合成分析和诊断分析,对气象工作者、水文工作者、地理工作者以及大专院校师生都有重要参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

国家科技攻关 85-906 项目:台风、暴雨灾害性天气监测、预报
技术研究. —北京:气象出版社, 1996. 1
ISBN 7-5029-2064-1

I. 中… II. ①中国气象局-科学研究-计划-项目
②台风-天气预报③暴雨-天气预报 IV. ①G322. 1②P457

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 18635 号

暴雨天气气候研究

85-906-08-04 专题组

责任编辑:李如彬 终审:周诗健

封面设计:严 晨 责任技编:刘祥玉 责任校对:刘祥玉

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路 46 号 邮政编码:100081)

北京怀柔王史山印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:9.375 字数:240 千字

1996 年 1 月第一版 1996 年 1 月第一次印刷

印数:500 册 定价:15.80 元

ISBN 7-5029-2064-1/P · 0075

前 言

台风和暴雨是影响我国的两类主要重大灾害性天气,几乎每年都给我国国民经济建设和人民生命财产造成严重损失。据有关部门统计,随着我国经济的高速发展,自然灾害带来的损失也呈迅速上升的趋势,平均每年直接经济损失超过 1000 亿元人民币,死亡数千人。近几年中,洪涝灾害严重的 1991 年和 1994 年经济损失分别达 1215 亿元和 1876 亿元,其中台风和暴雨带来的洪涝等灾害损失最为严重。因此,加强对台风、暴雨灾害性天气监测、预报以及服务手段的研究,减轻台风、暴雨等气象灾害造成的损失,已成为各级政府和广大人民群众迫切需求,成为气象科技发展的当务之急。

为此,1989 年初,中国气象局、中国科学院和国家教委联合提出在“八五”期间开展台风、暴雨灾害性天气监测、预报技术研究的申请,得到了国家科委和国家计委的高度重视和积极支持。经过两年多的组织准备,于 1991 年 7 月 26~27 日,由国家科委主持,对“项目可行性研究报告”进行了可行性论证。1991 年 10 月 16 日,国家科委正式批准同意台风、暴雨灾害性天气监测、预报技术研究项目列入“八五”国家科技攻关计划,编号为 85-906。从此,代表国家水平的台风、暴雨攻关研究正式实施。

一、项目攻关的研究目标和内容

1. 攻关最终目标

研制东海、南海和长江、黄河流域防汛重要地域台风、暴雨灾害性天气的监测、预报技术,使我国台风、暴雨灾害性天气的预报水平在现有基础上有明显提高,达到或接近 80 年代中后期的国际先进水平。

2. 研究内容

(1)研究台风、暴雨的位置、强度和动向等关键监测技术和方法;

(2)研究台风、暴雨重大灾害性天气的监测资料、预报信息的快速、可靠的通信传输及数据处理技术和方法;

(3)研究台风发生发展、加强、运动和台风暴雨的物理成因、演变规律和定量预报方法,特别是研究台风在近海突然加强和路径突变、台风暴雨突然增幅的物理机制和诊断预报方法;

(4)研究我国黄河、长江流域防汛重要地域的暴雨发生发展规律、物理机制和客观预报方法;

(5)研究和完善全国、东海、南海和长江、黄河防汛重要地域的台风、暴雨的警报和服务系统,开展台风、暴雨灾情评估方法的研究。

根据上述研究内容,共设置 10 个课题,构成较为完整的系统。它们分别是:

01——台风、暴雨灾害性天气探测、数据采集技术的研究;

02——台风、暴雨灾害性天气信息通信传输技术和数据处理技术的研究;

03——台风、暴雨业务数值预报方法和技术研究;

04——台风、暴雨数值预报新技术的研究;

05——台风及其灾害性天气业务预报方法的研究;

- 06——暴雨业务预报方法和技术研究；
- 07——台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究；
- 08——暴雨科学、业务试验和天气动力学理论的研究；
- 09——台风、暴雨预报、警报系统和灾害诊断评估预测技术方法及防灾对策研究；
- 10——台风、暴雨灾害性天气监测和服务系统的研制。

这 10 个课题分别根据其研究内容和研究任务，共分解为 55 个专题。

3. 项目(课题)“八五”考核目标

(1)完成以数字化气象雷达和气象卫星为主，配合其它遥感设备的台风、暴雨监测系统和通信传输系统所必需的一整套技术的研制，并在试验区对台风和暴雨进行有效监测，实现监测资料的快速和可靠传输，为台风、暴雨重大灾害性天气的预报提供及时和准确的信息。

(2)完成国家级和区域级以数值预报产品为基础的台风客观预报系统的研制，在具备业务运行条件时，使台风的预报时效提高到 2~3 天。

(3)上述系统的 24 小时和 48 小时台风预报、警报位置误差达到国际先进水平，使一般台风的 24 和 48 小时平均位置误差分别小于 200 和 400 公里。对台风路径突变，台风的突然加强和台风暴雨突然增幅具有一定的诊断和预警能力。

(4)完成国家级和区域级以数值预报产品为基础的暴雨客观预报系统的研制，在具备业务运行条件时，有能力发布 24 小时大范围暴雨概率警报和 48 小时暴雨概率预报，以及 72 小时大范围雨带的趋势预报。

(5)上述系统的 24 小时和 48 小时区域性暴雨预报的准确率(T_s 评分)，比目前提高 10%~15%。

二、项目组织实施的主要经验

1. 明确指导思想，保证攻关研究与业务发展需求的紧密结合

科技攻关的根本宗旨是研究、攻克国民经济和社会发展中的重大或关键技术问题，促进科技成果转化现实的现实的生产力。对本项目而言，就是攻克监测预测技术中的关键技术问题，建立和完善台风暴雨监测预报系统，提高业务监测、预报和服务能力，这是一项系统性工程，有着明确的应用目的。因此，从项目设立一开始就明确了以下攻关指导思想：

(1)注重项目的攻关目标、任务和进程与气象业务建设计划的协调，使本项目在促进气象业务发展的同时也能与其互为支持，互为依托。

(2)中央和地方科技攻关任务密切结合，通过设立对台风、暴雨灾害影响较大的东南沿海和长江、黄河流域四个试验示范区域，争取地方政府的支持，推动攻关成果在重点地区的应用。

(3)重视台风、暴雨应用基础研究和技术开发研究相结合，确保在有一批攻关成果迅速投入业务应用的同时，为下一代业务系统的发展提供技术储备。

(4)积极发挥业务、科研、教育等部门的作用，充分调动中央和地方的积极性，大力组织协同攻关，在出成果的同时，出人才。

五年来，906 攻关项目的全体科技人员正是按照这一指导思想进行攻关研究的，这是 906 攻关项目能够取得今天这样的成绩，能获得国家有关主管部门充分肯定的一个根本保证。

2. 加强组织管理，确保攻关任务顺利进行

为了保证科技攻关宗旨的实现，使攻关成果真正能转化为业务能力，906 项目采用按科技内容分类为主，即课题、专题为主的组织方式，避免了研究内容和类似专题的重复设置，考虑了

课题分解的科学性和系统性。为克服研究与需求脱节,实行了“双向合同制”,即专题既要对课题负责,也要对主要应用的业务实体负责。在专题合同的签订中,规定必须明确成果应用单位,比较可靠地提供了研制成果向业务能力转化的途径。

为了使上述组织管理工作得到保证,确保攻关研究工作的整体性和系统性,中国气象局、中国科学院、国家教委三个组织部门联合采取了强化的组织措施。

(1)成立项目领导小组。由项目组织部门的领导和管理专家组成,负责与项目有关的重大问题的审批、监督、检查、成果验收、协调和决策,由中国气象局任组长,中科院和教委分别任副组长。设立项目攻关办公室负责与项目有关的日常管理,挂靠在中国气象局科教司,以便于与上级主管部门、地方以及攻关实施单位及时取得联系。

(2)设立项目技术组与项目攻关办公室。由课题负责人、国家和区域业务化实体的主持人和三大主持部门的专家组成技术组,以中国气象局科教司为主,中科院和教委派员参加组成攻关办公室。技术组与攻关办分别负责项目有关的技术工作和学术活动的计划、组织、检查、评估、鉴定、验收和协调等。

(3)根据国家计委、国家科委、财政部的《“八五”国家重点科技项目(攻关)计划管理办法》,国家科委的《“八五”国家科技攻关计划实施管理细则》并结合该项目的特点,制定了本项目的实施管理规定,从制度上给予保证。

3. 重视攻关研究成果的集成,形成攻关研究对业务发展的系统性贡献

加强攻关成果的集成,一直是 906 攻关项目领导小组十分重视的问题。为此,在攻关项目的课题设计中创造性地设立了 10 个课题,要求参与攻关的各有关业务单位,充分发挥现有现代化装备的作用,将攻关技术成果组装,适时投入业务试用,并在试用中进一步优化,以便尽快形成业务能力。在实施过程中,项目领导小组、技术组注意跟踪有重大潜力的攻关研究课题和专题的动态,认真分析和解决影响攻关成果集成和总装的难点,并在技术环境、资金调度和组织管理上给予重点支持,确保了重大攻关成果组装集成工作的顺利进行。通过五年的攻关,形成了以下五方面的集成性成果:

(1)形成比较现代化的探测与通信传输能力,并在 1995 年汛期进行业务性试验。

(2)形成不同层次,可以业务运行的台风、暴雨数值天气预报业务方案。该方案具有相当水平的预报能力。

(3)新一代的台风、暴雨预报系统与方法,其时间、空间与强度的预报结果均达到攻关规定标准。

(4)形成了一批经过现场试验、计算机模拟和分析归纳得到的新认识、新理论、新技术与新方法。

(5)建立了台风、暴雨灾害评价系统和资料库、对策方案及快速方便的现代化警报、预报服务手段。

4. 狠抓攻关成果的转化,努力提高业务应用能力

在 906 攻关项目实施的全过程中,项目组织部门和领导管理机构通过狠抓攻关研究与业务发展的结合,确保了重大攻关成果转化工作的顺利进行。从项目立项开始,中国气象局多次召开局长办公会,协调并研究解决如何加强攻关研究与业务发展的结合问题,较好地解决了多普勒天气雷达研制和台站使用、地基遥感系统的业务试用、分布式数据库在大中型工程项目中的采用,以及 VSAT 气象通信可行性试验与 9210 工程的结合等一系列问题,推动了攻关成果在“八五”业务建设和发展中的系统性应用。

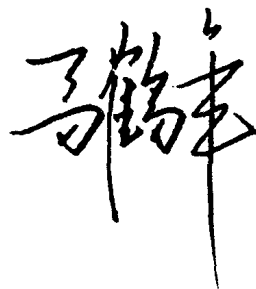
除此之外,906 攻关项目还在积极吸引地方经费配套支持攻关研究等方面也取得了很大的成绩。通过这五年的攻关研究,一批攻关成果已经或将在国家和区域的台风、暴雨的监测、预报和服务业务中发挥作用,部分已经构成业务系统。

为便于成果的交流应用和相互借鉴,项目领导小组决定将这些成果汇编成册,分批出版。第一批成果按 10 个课题,分成 10 册出版。

在总结经验,肯定成绩的同时,我们也清醒地看到,在诸如台风疑难路径和暴雨的定量、定时、定点的预报等方面仍然有大量工作要做,国民经济建设和社会越发展,对减轻这类灾害造成的损失的需求就越迫切,要求将越高,还有更为艰巨的科技难关需要我们去攻坚。

展望未来,任重道远。希望各有关部门和单位以及广大气象科技人员发扬我国大气科学界团结协作的优良传统,在各级政府的大力支持下,在台风、暴雨等重大灾害性天气的监测、预报和服务工作中再创佳绩,为我国国民经济建设作出新贡献。

85-906 项目领导小组组长

A large, bold, handwritten signature in black ink, reading '马鹤来' (Ma Heli). The signature is stylized with thick strokes and a long vertical line extending downwards from the character '来'.

1995 年 9 月 19 日

目 录

前言

南半球越赤道气流与南亚夏季风爆发的关系	牟惟丰(1)
长江上游暴雨过程的气候特征与中低纬度大尺度环流背景的分析	陆菊中(8)
长江中上游区域性暴雨特征分析	赵明明 熊安元 吴世经(13)
长江中上游地区暴雨日变化特征	陈淑明(22)
长江中上游区域暴雨时域变化的初步研究	叶愈源 杨仁平(28)
长江中游致洪暴雨天气气候特征	杨贤为 姚佩珍 张 强 汤克靖(37)
长江流域暴雨及降水系统的气候特征	史凤苓 贾秀娥 乔 林(45)
四川盆地(长江上游)暴雨洪涝分布规律的基本特征	罗汉民(51)
长江上中游低涡暴雨预报的数值试验研究	丁治英 吕君宁(54)
盛夏长江上游不同暴雨落区形势对比及数值研究	丁治英 吕君宁(62)
湖南暴雨气候特征(I)——各历时最大暴雨的时空特征	叶愈源 杨仁平(68)
湖南暴雨气候特征(II)——日暴雨的时空特征	叶愈源 杨仁平(75)
黄河中游地区暴雨过程合成诊断分析	徐瑞珍 王建忠 任金声(84)
黄河中游地区冷锋暴雨过程的合成分析	孟广礼 陶祖钰 黄 伟(95)
黄河中游切变线暴雨的合成分析	黄 伟 孟广礼 陶祖钰(106)
黄河中游暴雨地理分布和地形影响	杨 昭 吴竞成 张健宏 林敬凡 熊杰伟(113)
黄河中游地区西北涡暴雨的诊断分析	孙景兰 廉德华(119)
黄河中游地区西北涡暴雨大尺度环流背景分析	廉德华 孙景兰(126)
1982年7月底至8月初黄河中游的暴雨分析	姚佩珍 张 强(131)
1977年7月上旬黄河中游的洪涝分析	杨贤为 张 强(138)

后记

南半球越赤道气流与南亚夏季风爆发的关系

牟惟丰

(国家气象中心)

提 要

考察南亚夏季风爆发与南半球冷空气活动和越赤道气流的关系,归纳有三类观点。对其间的物理联系提出讨论解释。

关键词:越赤道气流 季风爆发 季风环流圈

一、前 言

对亚洲低纬度西南季风爆发与南半球越赤道气流的关系,以及印度西南季风与我国梅雨期降水的联系等,久已是引人注意的重要课题。特别是1979年夏季,因有全球大气研究计划第一次全球试验(FGGE)的大量观测资料,提供了难得的资料条件,促成了较多研究文章发表。

但现有的一些文章,大多是通过一些实例分析,得出不尽相同的见解或结论,而系统性的综合概括工作尚不多,对其间物理联系的讨论和解释也仍较缺乏。本文将对一些文章中的实例资料进行分析比较,对南半球冷空气活动和南亚夏季风爆发的关系概括提出存在的几种类型情况,并给出可能的解释。也为下一步继续讨论其与我国长江流域梅雨的联系^[1]提供基础。

对亚洲低纬度夏季风爆发与南半球冷空气活动的关系归纳有三种观点。第一种认为在南半球一次强冷空气爆发后,强风区向下游推移,越赤道后转为西南风,造成西南季风的爆发。对此种情况本文以后简称之为“上游推移类”。第二种观点认为,在南、北半球沿越赤道气流上下游的大面积上,气流有几乎同时加强的现象,对这类情况以后简称之为“基本同时类”。第三种观点认为,北半球下游的季节性气候背景条件不单是夏季风爆发的重要基础条件,而且在没有出现南半球越赤道气流冲击的情况下仍可以单独形成南亚夏季风,并通过北半球下游西南季风的加强而抽吸其上游的越赤道气流使之随之加强,由此引起其上游南半球发生变化,简称为“下游抽吸类”。此种观点主要是通过数值实验从理论上推出的结论,例如陈晶华、陈隆勋^[2]数值实验的结果表明,可以“首先出现北半球的季风和强风中心,然后出现越赤道气流”。纪立人(1984)^[3]的数值试验表明,“在没有索马里越赤道气流时,亚洲仍可以形成季风气流”。但这种观点尚缺乏明显的实例证据给出。本文将对各类例子的上下游物理过程联系进行讨论解释。为叙述方便起见,以后对经过印度尼西亚一带到达南海的越赤道气流简称之为“东路”,而不再对路径做具体的细分;对经索马里沿海一带北上影响印度一带地区的一支越赤道气流简称之为“西路”。

二、东路越赤道气流对南亚夏季风影响的例子

李建辉(1982)^[4]在华南前汛期暴雨与越赤道气流关系的研究中曾给出1978年5月下旬的一次例子:“5月23日澳大利亚有一冷高压北移,澳大利亚23°S一线的平均气压由下降转为上升,澳大利亚东北部沿海的SE风开始加大,24日风力达10~12m/s,26日海南岛西海岸东方站的偏南风开始加强,27日越赤道气流继续加强,东方站的偏南风加大到16m/s,粤西沿

海各站风力加大到 12m/s 左右”。由以上的描述可见,粤西沿海一带风力的加大与上游澳大利亚的冷空气活动有联系,并且较强偏南风是由南向北逐步推移的。从澳大利亚气压上升和其东北部沿海的 SE 风力加大到南海北部东方站一带风力加强相隔为 3~4 天,也与按风速作运动学推移的速度大致相当。这是一个属于上游推移类的例子。

另有一些例子虽然常被认为是上游推移类,但往往实际资料的演变,在气流上下游的大范围区域上风力是基本同时加强的^[5~10]。例如王继志等(1982)^[5]对 1971~1973 年梅雨开始前后的副热带高压和澳洲冷空气活动作了分析,指出“在梅雨开始时,副高的一次较大幅度北进澳洲总有一次较强冷空气活动”。并给出了 1971 年 6 月 8~14 日天气过程的详细演变情况做为典型代表图例(图 1)。根据此图中资料可看到,8~12 日澳洲冷锋逐日北移,到 12 日冷锋才逼近,显然此时冷锋后的冷空气尚未越过赤道,而北半球副热带高压脊的北跳是在此之前的 10

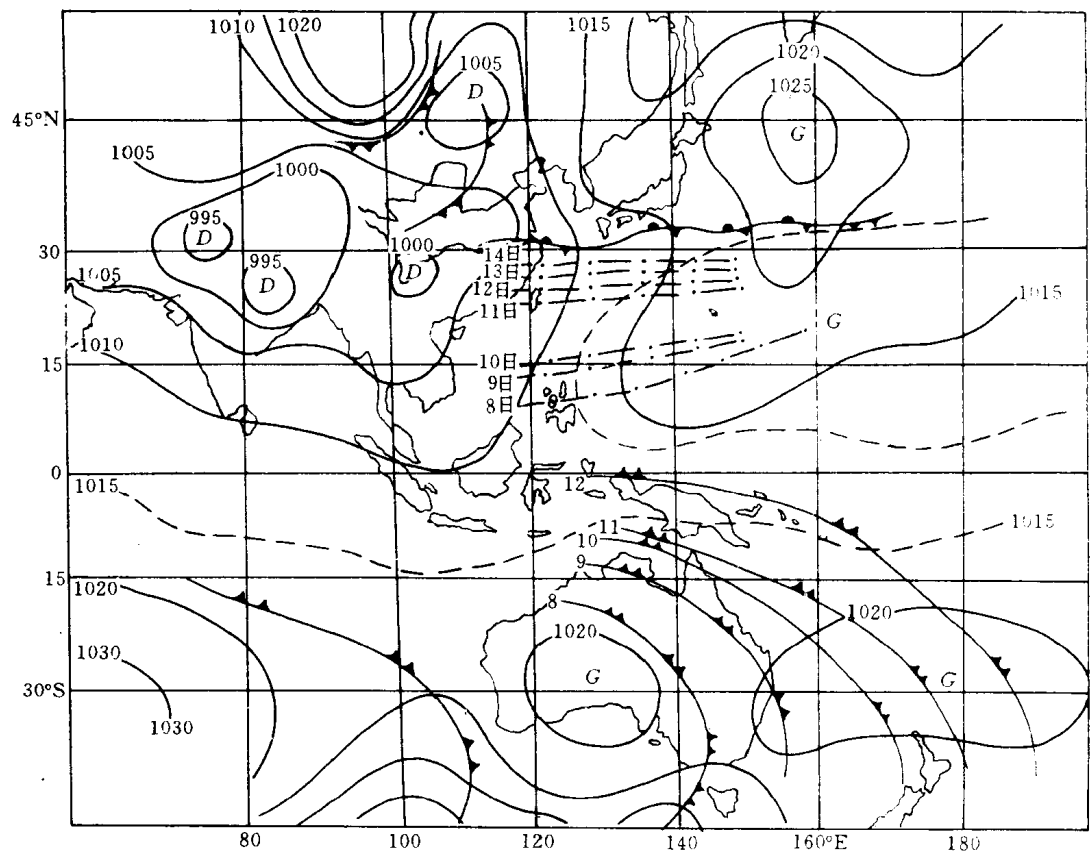


图 1 1971 年 6 月 8~14 日综合动态图与 8 日 08 时地面形势图^[5]

~11 日之间,长江流域一带梅雨的发生是“从 10 日开始的”。因此可以认为,此例子中的梅雨开始与副高北跳为基本同时,是发生在南半球澳大利亚一带的冷空气北移越过赤道以前,而不是如该文中所说是在“越赤道气流北上与中国的低空急流相连接”之后才影响产生梅雨的。因此这应是基本同时类的例子。

又如王作述等^[6]在对西北太平洋热带辐合带内多台风发生的研究中曾给出 1976 年 9 月初的一次例子,从该次实例的资料看,南半球西风带长波槽的发展是在 4 日,850hPa 越赤道气流 V 分量也是在 4 日达到最大峰值,北半球热带辐合带和台风扰动的出现也是在这同一时间,故实际应属于基本同时类。由澳大利亚北部到西北太平洋的热带辐合带处相距约为 30 个纬度,

按风速的运动学推移至少需 3~4 天时间,这显然也不符合上游推移类的时间演变关系。

三、西路越赤道气流对南亚夏季风影响的例子

夏季风时期索马里急流是最主要的一支越赤道气流,又与印度西南季风有重要联系。1979 年 FGGE 期间获得了较多的特别观测资料,因而对该年的印度夏季风爆发有较多的研究文章发表,本文综合应用一些文章所提供的资料,采用其中对事件发生时间最具体的描述,用以判别事件发生的先后顺序。

1979 年印度夏季风爆发时,对南半球冷空气活动情况和印度西南季风开始情况的描述^[7~10]归纳有以下几条:“6 月 13 日马斯克林群岛一带发生较强冷空气活动,同时索马里越赤道气流开始建立”;“12~14 日较强气流突然吹入阿拉伯海南部与中部,15 日风速加大并稳定下来”。“6 月 12 日印度南部西南季风开始建立”;“6 月 12 日阿拉伯海上季风涡旋形成,并向北移动,12~14 日位于喀拉拉邦沿岸的海上,带来印度南部季风爆发”。对照以上摘引的一些演变情况看,南半球冷空气活动(13 日)并不是在印度南部季风爆发(12 日)之前,反而略晚些;从整个越赤道气流和阿拉伯海西南季风加强的过程看,与季风涡旋的形成(12 日)及其北移加强过程(12~14 日)是基本同时的,并没有表现出南半球上游的冷空气活动在先,并向下游依次推移的现象。因此这一例子不应属于上游推移类,而应为基本同时类。

在 1979 年印度西南季风爆发以前,北半球低纬度已先有一些背景条件的改变,如“1979 年 6 月 4~8 日,恒河流域平原地区的热低槽开始建立,阿拉伯海高压最后消失,使条件变得有利于大尺度气流越过赤道”^[8]。“6 月 5 日 700hPa 赤道附近有槽开始加强,并且其中有一扰动西移;6 月 9 日槽中出现另一低压环流,11~14 日 700hPa 强西风带自 40°N 北推到 10°N,700hPa 切变线(槽线)也北移加强,14 日槽中低压环流突然增强,曾观测到有 15m/s 的风”^[8]。以上所描述的这些季节性背景条件的变化情况乃是西南季风酝酿发展的基础。在这一背景基础条件形成以前的更早一些时候,“5 月 10~15 日东非沿岸越赤道气流曾有短时加强,随后又减弱,并一直维持弱的状态到 6 月的第一个星期”^[8]。这反映在形成季风的背景条件尚未具备之前,虽可以有南半球的冷空气活动和越赤道气流向北推移,但最终趋于消弱。

四、一些统计资料的证据

以上列举了南半球冷空气活动和越赤道气流与南亚夏季风相联系的几个实例,包括东路的和西路的,上游推移类和基本同时类。另外还在一些上下游对应关系的统计资料上也有所反映。便如 1978 年 6 月 15~9 月 25 日期间,北半球低纬度 850hPa 西风有四次增强过程,都是与南半球的经向形势相对应发生在同一时间^[9]。又例如 1976 年 7~8 月赤道南北两侧低空云迹风时间变化曲线图上的表现,如该文中所已指出的,“从澳高爆发到北半球低空纬向风加强,之间的位相差不大,这就不能由澳高爆发的冷空气推移越过赤道而直接影响北半球低纬环流来解释,因为冷空气的质量移速不可能这么快”^[12]。再从 1977~1979 年 5~6 月澳大利亚 23°S 一线的平均气压时间变化曲线与海南岛西岸东方站低层风速时间变化曲线的对应关系^[4]来看(见图 2),大部分的位相差仅为 1~2 天,且没有一定的先后关系。而从 23°S 到东方站相距约为 42 个纬度,按风速推移应需 4 天左右时间。图 2 的曲线中唯一符合上游推移类关系的一次例子是 1978 年 5 月下旬的一次过程,此次过程是发生在南海北部到菲律宾一带的热带辐合带尚未形成和南亚夏季风爆发以前。另外,从 1980 年 6~8 月澳大利亚三个测站的 850hPa 平均高度,赤道附近两个测站的 850hPa 平均高度,及西沙、海口两站平均高度的时间变化曲线看(图

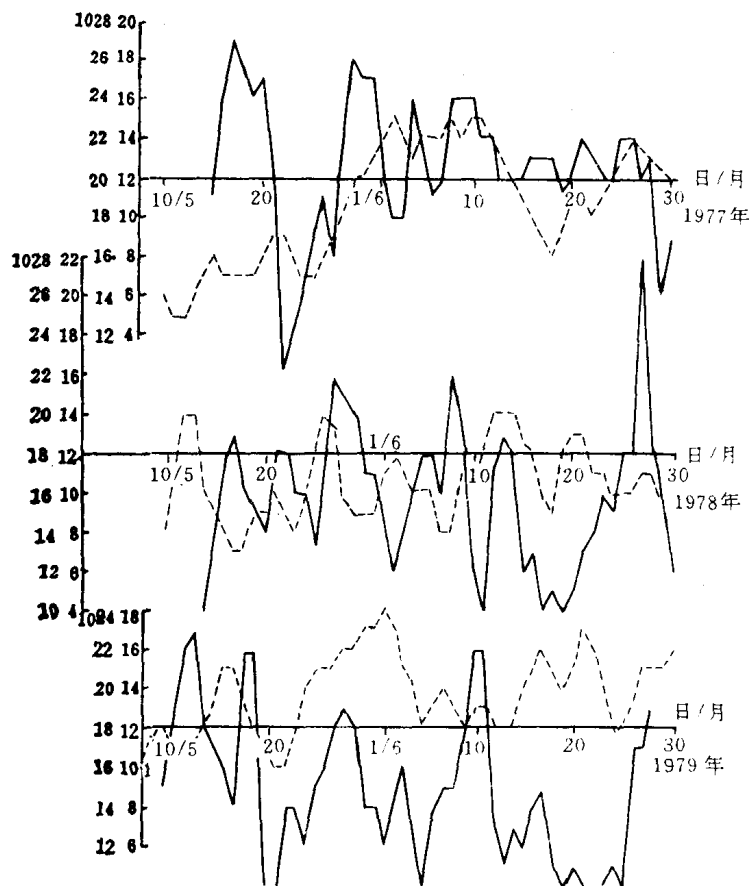


图2 1977~1979年5~6月澳大利亚23°S一线地面平均气压(虚线)和
东方1000m以下最大风速(实线)的分布^[4]

略,见参考文献^[13]中之图4),三条曲线是相互对应一致的,其间的位相差仅1~2天,这也应属于基本同时类。朱福康等^[7]曾示出新加坡850hPa风与长江中下游入梅的对应关系。从该图(见图3)上可以看出,在所给出的1971~1980的10年资料中,大多数年份当长江中下游入梅时新加坡已先转为西南风,但也有的年份入梅前新加坡尚为偏北风(1972与1977年),其余8年在入梅前新加坡虽已转为南风,但出现日期并无一定规律,例如1971年入梅是在新加坡转西南风之后7天,1973年是在之后15天以上,1976年是在之后19天,1978年是在之后2天,1979年是在之后3天,1980年日在之后1天。相距天数这样分散无一定规律,又没有对天气过程联系的解释,很难肯定有怎样的因果关系。

由以上一些实例分析和统计性资料都可以看到,无论东路例子还是西路的例子,南半球冷空气活动与南亚夏季风的爆发之间,大多是基本同时发生的,并常表现具有爆发性。对这些现象应如何解释呢?季风环流圈的形成应是中心环节。

五、季风环流圈的形成和作用

(一) 季风环流圈形成的气压场背景条件

由春到夏,北半球升温,低层气压趋于下降,而南半球则由秋到冬低层气压趋于上升,于是南、北半球间向北的气压梯度逐渐加大,形成向北的越赤道气流发展的背景条件。在此基础上当遇有南半球西风槽东移发展的天气过程与之相叠加时,和伴有北半球低纬度区域性低压系

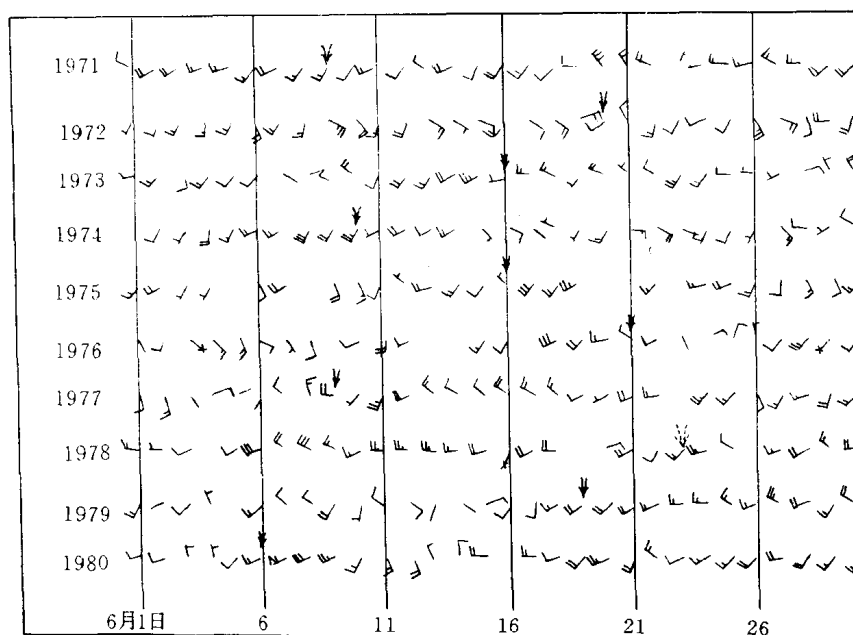


图3 逐年6月份新加坡850hPa的风(箭头表示入梅日期^[7])

统(如印度低压等)与之相配合时,就容易形成明显的越赤道气流。这种关系的存在有一些事实可以证明,例如王兴东等^[14]通过计算1963年亚澳间海平面气压的经向分布指出:“越赤道气流的方向和强度,与亚澳大陆间气压梯度力的方向和强度是直接相关的”,“亚澳海平面气压年变化所产生的半球间准经向气压梯度场是形成越赤道气流和其年振动的主要原因”。另外,“无论冬夏,亚洲大陆气压偏差的绝对值都远大于澳洲大陆,亚洲大陆冬夏最大变压可达36hPa,而澳洲大陆只有12hPa,这说明亚洲大陆气压的年变化对形成上述半球间准经向气压梯度场起主要作用”^[14]。东亚一带海陆间的东西气压差较强,也有利于形成较强的西南气流,和对上游起抽吸作用。

(二) 南半球冷空气活动与季风环流圈的形成

在上述气压场的气候背景条件具备以后,北半球低层的风力加大会向上游有抽吸作用,南亚夏季风似应可以发生,但事实上这类下游抽吸类过程缺乏明显例子,这可能因其向上游的扩展加强甚为缓慢的关系。而一旦遇上游南半球有较强的冷空活动,并在下游的季风槽或热带辐合带生成区附近具备了有利于对流发展的温度、湿度、和层结不稳定条件时,就全形成闭合的季风环流圈。在这一闭合环流圈中,季风槽或热带辐合带附近的对流上升降水区是热源区,冷空气下沉区是热汇区,热源区的对流上升空气到高层向外辐散,同时低层向内抽吸,其南侧的冷空气下沉区则高层向内辐合,低层向外辐散。于是季风环流圈反馈循环发展,提供环流能量的补给,使环流加速,低层越赤道气流也随之加强。这也许是因为什么夏季风开始时常表现有南半球冷空气的激发,而南半球的环流型却往往“没有明显地表现出实质性的剧变,在西风分量演变图上呈现出的仅是一次波动过程”^[7],而北半球却是“一次季节性的突变,西风分量从冬季型的高指数一下转变为夏季型的低指数”^[7]的原因。

当南半球的冷空气下沉扩散消弱以后,季风环流圈可相应消弱以至中断,直到下次再遇有一定强度的冷空气活动与之相沟通。在北半球季风爆发所需的气候背景条件具备以后,南半球的冷空气活动对季风环流圈的闭合和运转起着类似于线路开关的作用。

(三) 季风环流圈发展的影响

季风环流圈闭合后,会使环流的发展加速较持久些并达到更强的程度,因而使季风的发生表现为具有一定的爆发性。又由于季风环流圈的加速是高低层、上下游循环促进的,而不仅是由于低空冷空气向下流的运动学推移,因而表现为在整个环流圈所在的范围内气流的加速具有基本同时性。这是基本同时类例子出现较多,表现也较明显的原因。上游推移类例子是发生在季风环流圈形成以前,依靠南半球越赤道冷空气向下流推移,并以后趋于减弱消失,如前述1978年5月下旬的例子^[3]及1979年5月10~15日东非沿岸附近越赤道气流短时加强的例子^[8]。下游抽吸类因缺乏南半球的冷空气活动,也是未形成闭合的季风环流圈,没有能量的补给和反馈循环的发展,因而只可能在季节性气压梯度所可以达到的程度内有限地变化而难以有爆发性的突变现象。

(四) 季风环流圈存在的证据

以上所提季风环流圈的存在由许多事实材料都可以得到证明。例如王兴东等^[14]曾计算得出1979年夏季的准经向垂直环流(见该文图8a),并指出:“在强越赤道气流期间,亚澳大陆间存在一巨大垂直环流圈”。杨义碧^[12]分析1978年7~8月的例子发现:“西太平洋低空风的偏南分量和高空东风的偏北分量几乎是同时加强的,亦即经圈环流的上下二支几乎是同时加强”。他又指出:“在赤道经圈环流的北端为北半球热带辐合带的上升气流区,而南端则为澳洲冷高压下沉气流区”。可见上下二层和上升、下沉二支气流都是互相联系的。又如Minoru Tanaka^[15]指出:“高层的热带东风急流是夏季风的返回气流(热力正环流)”。由该文中给出的6月份850hPa位势高度差值图(图略)还可以看出,在高层东风急流强的年份,850hPa上西南风的位势高度梯度相应增大,并且印度季风也大,反之亦然。陈隆勋^[13]给出的季风系统气流构造和主要成员示意图也表现了这种联系的存在。

六、总结和讨论

一些实例分析和统计研究的文章中,对南半球越赤道冷空气与南亚夏季风爆发的关系有三类观点,可简称之为:“上游推移类”,“下游抽吸类”和“基本同时类”。其中基本同时类的过程变化较显著,例子也较多,而其余两类很弱。

南亚夏季风的开始需具备一定的温度、湿度和层结不稳定条件,使在受到激发时可以引起对流活动发展;春夏之间北半球气压场由于作相反变化而形成一定南北气压梯度;以及北半球东亚附近海陆间形成一定的气压差。

在具备了以上的背景条件以后,季风环流圈能否形成对决定三类过程起关键作用。当北半球低纬度对流发展的条件已变得有利,并且小低压扰动和切变线一类系统逐渐发生发展之后,此时若遇南半球较强冷空气活动和越赤道气流加强,可以构成闭合的季风环流圈。对西路的越赤道气流,是在季风槽区上升,马斯克林冷高压北部下沉;对东路则是在菲律宾附近的热带辐合带区内上升,澳洲冷高压北部下沉。使得环路加速的热源区在对流上降雨区,热汇区在南半球冷空气下沉区^[13]。又由于季风环流圈的反馈发展是由高低层、上下游循环促进的,因而表现为在整个环路范围内具有基本同时性,反复循环加强后的结果也更容易表现为具有“爆发性”。于是形成季节性的突变现象。

上游推移类与下游抽吸类过程都表现较弱的原因,都是未形成闭合的季风环流圈,因而不能引起环流的加速。单纯的上游推移类容易出现在南亚夏季风开始以前,此时期南亚地区尚未具备对流系统活跃发展的条件,当南半球有较强冷空气活动和越赤道气流北推时不能引起成

片对流活动和季风低层扰动发展,因而不能形成闭合的季风环流圈。在这种情形下,越赤道气流在向北推移过程中最终将趋于减弱。

在前述的气压场气候背景条件具备以后,下游西南风的出现对其上游可以有抽吸作用,下游抽吸类应可以存在。但在缺乏南半球冷空气活动时,也不能形成闭合的季风环流圈,不能引起环流加速。这可能是下游抽吸类过程缺乏明显例子的原因。

参 考 文 献

- [1] 牟惟丰,夏季印度西南季风与长江流域降水,纪念国家气象中心成立四十五周年科技成果论文集,1~10, 1955。
- [2] 陈晶华、陈隆勋,亚洲南部的海陆分布对亚洲夏季风形成的作用,应用气象学报,第2卷第4期,355~361, 1991。
- [3] Ji Liren, Numerical experiment on seasonal transition of general circulation over Asia-Part I, Adv. Atmos. Sci., 1, 128~139, 1984.
- [4] 李建辉,进入南海的越赤道气流与华南前汛期暴雨,气象,1982年第3期,8~10。
- [5] 王继志、李麦村,源于澳洲越赤道气流与中国季风环流和降水,大气科学,第6卷第1期,1~10, 1982。
- [6] 王作述等,西北太平洋 ITCZ 上多台风发生的初步研究,气象科学,江苏省气象学会编辑,1982年第1,2期,132~139。
- [7] 朱福康、陆龙骅,南半球对北半球初夏季节转换的一种可能机理,气象学报,第42期,449~457, 1984。
- [8] Sikka, D. R., Southern Hemispheric Influence and the Onset of the Southwest Monsoon of 1979, FGGE Operation Report, Vol. 9, Results of Summer MONEX Field Phase Research (Part B), 23~26, 1980。
- [9] 中央气象局研究所一室,大洋洲 500 毫巴环流形势与台风的一些统计关系,热带天气会议文集,广东省热带海洋研究所印,1976。
- [10] 章基嘉等,1979 年初夏大气环流季节转换的若干事实,气象,1984 年第 6 期, 2~4。
- [11] 章基嘉、朱福康,夏季东亚大气环流的研究,气象科学研究院院刊,第 1 期,83~93, 1986。
- [12] 杨义碧,西太平洋地区信风的振动及其与北太平洋热带环流的关系,大气科学,第 4 卷第 3 期,253~261, 1980。
- [13] 陈隆勋,东亚季风环流系统的结构及其中期变动,海洋学报,第 6 卷第 6 期,744~758, 1984。
- [14] 王兴东、陶诗言,西太平洋越赤道气流的初步研究,海洋学报,第 6 卷第 2 期,160~173, 1984。
- [15] Minoru Tanaka, Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 60, No. 3, 865~875, 1982。

长江上游暴雨过程的气候特征与 中低纬度大尺度环流背景的分析

陆菊中

(南京大学大气科学系)

提 要

暴雨的产生是多种尺度系统相互作用的产物。本文主要通过对近 28 年(1965~1992)产生于长江上游的 66 次暴雨过程的普查和分析,指出产生于长江上游的暴雨过程基本上分为三种类型,即全流域性暴雨、长江上游暴雨和中上游暴雨。并在此基础上探讨了形成上述各类型暴雨过程的中低纬度大尺度环流背景的特征、天气尺度系统对暴雨过程的影响和作用,最后提出了长江上游主汛期暴雨过程的概念模型。

关键词:暴雨、大气环流变化。

一、引 言

暴雨的产生是一种多种尺度系统相互作用的产物。有关中尺度系统和物理量场特征对长江上游暴雨产生的作用和预报等问题,四川省气象工作者已作了大量的研究和预报实践^[1,2]。本文主要目的是探讨产生于长江上游大范围暴雨的气候特征与中低纬度的大尺度环流背景场的作用,并在此基础上提出其概念模型。

本文所采用的资料除中央气象台出版的常规天气图集外,还计算和分析了 1973~1986 和 1991 年等共 15 年的 4~7 月逐候热带地区的 850、500 和 200hPa 的平均流场。而长江上游大范围暴雨过程的确定,主要参考课题组所作的统计工作^①。

二、长江上游暴雨过程分布的气候特征

通过近三十年(1965~1992 年)6~9 月份出现于长江流域的暴雨过程的时空分布统计和分析,可以看到产生在上游地区的暴雨过程基本上为三种类型,即暴雨过程出现在上游;中上游同时出现和在同一过程中全流域先后出现暴雨。上述暴雨过程出现的气候特征如表 1 所示。

表 1 长江上游 6~9 月份(1965~1992 年)各旬暴雨过程出现次数和分布特征

月 份 次 数 类 型	六 月			七 月			八 月			九 月			合 计
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
上 游		1	1	4	2	4		1	1	2		1	17
上中游				1			1			1			3
全流域	8	9	12	10	12	2	2	3	6	6	3		73
合 计	8	10	13	15	14	6	2	5	7	9	3	1	93

从上表统计结果可看出,长江上游暴雨过程最集中出现时段在 6 月中旬至 7 月中旬的夏季,占整个汛期暴雨过程次数的 56%,而这段时间正是长江中下游常年平均梅雨期(6 月下半月至 7 月上旬)及其前后 5~10 天的时段内,表明上游暴雨过程的频发期与梅雨期的大尺度环

① 史凤玲、贾秀娥等,影响长江流域暴雨的天气系统环流背景分析,1993 年。