

长期天气预报 论文集

“长期天气预报理论、方法和资料库建立”

研究项目总课题组

气象出版社

长 期 天 气 预 报 论 文 集

“长期天气预报理论、方法和资料库建立”

研究项目总课题组

气象出版社

内 容 简 介

本文集是“长期天气预报理论、方法和资料库建立”研究项目的第一本论文集，汇集了该研究项目的研究论文共38篇，系统地反映了1986—1987年的主要研究成果。对气象、水利、农林、地理等方面的科研、教学、业务、生产单位有一定的参考价值。

本书适用于气象大专院校的师生、气象部门及有关单位的科研人员参阅。

长期天气预报论文集

“长期天气预报理论、方法和资料库建立”

研究项目总课题组

责任编辑 陆 勇

* * *

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

国防科工委印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经售

* * *

开本: 787×1092 1/16 印张: 21.375 字数: 540千字

1990年3月第一版 1990年3月第一次印刷

印数: 1—1000 定价: 13.80元

ISBN7-5029-0312-7/P·0172

前 言

长期以来,人们对长期天气预报持有不同的看法,这种情况一直持续到六十年代末。英国著名气象学家梅森爵士在七十年代初,根据当时气象科学的发展情况,看到世界气象组织的世界天气监视网(WWW)及全球大气试验计划(GARP),以极其乐观的心情,对本世纪的后三十年做了一个到2000年的展望——气象科学的未来。他说:“我们正在进入一个令人兴奋的时代,在这个时代,我们将会看到气象学在科学和业务方面的巨大进步。”他推断,“在不久的将来会用上比六十年代大100倍到1000倍的巨型电子计算机,从而可以对影响长期天气过程的重要因子,诸如太阳辐射,冰雪覆盖,海陆分布,海洋环流等进行计算,以致能做出比较好的长期天气预报。”在这之前Robinson(1967), Lorenz(1969)通过对可预报性的研究提出“行星波的可预报性为三周”。Charney(1969)提出,大尺度气流原则上可预报“至少两周”。这就大大鼓舞了对长期天气预报研究的信心。

八十年代是长期天气预报研究迅速发展的年代。世界气象组织第九次大会(1983年5月)决定:“各种时间尺度的天气预报研究,都应在世界气象组织的研究和发展计划中给予优先地位。”并强调,“要特别集中精力改进月、季、年的长期天气预报方法,提高其预报的准确率”。此时第一次全球大气试验(FGGE)已经结束,其目的在于解决为期两周的天气预报问题。欧洲中心的10天数值预报从业务上实现了这个目标。GARP计划之后,制定了规模更大的世界气候计划(WCP)。这个计划中的研究计划(WCRP)主要目标是确定以物理数学模式为基础的气候预报的可能程度,及自然和人类活动对气候的影响——即气候振动问题。它含有三个分支:一是确定时间尺度为1—2个月的距平预报的物理基础;二是为期数年的全球年候变化预报;三是为期数十年的气候特征的变化,或者说是气候对自然和人类活动的影响。这就是说人们的注意力已集中到比两周更长的长期天气预报和气候预报上了。这三个分支的研究是逐步加深的。第一分支是第二分支的基础,第一、二分支又是第三分支的基础。从工作次序上来说,首先是解决月、季、年的长期天气预报问题(或谓短期气候预报)。对长期天气预报认识上的这个飞跃,一是由于七十年代中期天气预报研究工作有了很大发展,如气候年际振动的可预报性的研究,下垫面异常对大气环流的影响,遥相关以及海-气相互作用的研究,极大地增进了我们对短期气候振动的了解。巨型电子计算机的应用,也为开展各种全球大气环流模式(GCM),海气耦合模式研究,数值试验创造了条件。还有一个气象原因,就是七十年代出现了几次大的气候异常(特别是撒哈拉干旱,1972年的EL Nino事件,)严重的灾难给人们提出了世界粮食危机与气象的关系问题,从而把气候振动研究推向了高潮。

这时又产生了一个关于长期天气预报的定义问题,因为搞统计预报同搞数值天气预报的人对长期天气预报含义有着不同法,经反复讨论研究,才把长期预报定义为,“在一个特定的时段内,预报未来至少一个月以上的大气参量对平场状况的偏差情况,”简而言之,即月、季、年的距平预报。当然,对预报方法并未做任何约束,可以是经验的统计学的或天气气候学的,也可以是动力学的或随机动力学的,可以直接求距平,也可对逐日预报求平均场,或

采取集合预报方法。从目前情况看,业务上采用的大多是统计学方法,但人们把将来的最大希望还是寄托于数值试验和数值预报上。

我国是世界上长期坚持长期天气预报业务和研究的少数几个国家之一。新中国成立以来,我们不仅做月平场状况距平预报,而且做年度旱涝趋势预报、汛期预报以及针对农事活动的专题长期预报。我们积累了大量预报实践经验和服务经验。对大范围旱涝,低温形成的前期大气环流特征及前期海气相互作用的影响进行了一系列的研究工作,得出了许多有预报意义的遥相关指标,形成了许多业务上可用的预报方法。然而总的说来,这些方法还多是在总结经验和统计分析基础上形成的。缺乏对长期天气过程形成、发展的物理基础及遥相关机制的深入研究。在当今世界上长期天气预报研究迅速发展的形势下,我们有必要采取措施,加强长期天气预报的研究,以适应当前发展的新潮流。于是成立了“长期天气预报理论、方法及资料库建立”的新研究项目。

建立新研究项目,要敢于“创新”,要把我们这个课题建立在新观点和新方法的基础上。要有分析地吸取国外先进研究成果,结合自己已有经验和工作基础,深入探讨影响长期天气变化的物理机制,改进预报方法,提高预报能力和预报准确率。考虑到,这个项目是气象业务部门下达的项目,又必须注意研究与业务的结合,研究成果要能够尽快转化为业务能力。

本研究项目,下设五个研究课题,即从五个方面研究长期预报理论和预报方法。

(一)大气环流异常的三维结构及低频振荡的观测研究和理论研究。主要研究大气环流低频振荡(30—60天、9个月及准两年振荡)的空间结构。首先从观测研究入手,然后再在此基础上,采用动力学方法,对影响大气低频变化的物理机制进行数值模拟,进而研究大气环流异常结构与外源强迫关系。

(二)大气环流异常及早涝低温预报方法研究

用天气气候方法研究副高活动的异常及其对我国夏季雨带位置变化的关系。研究极涡变化的长期过程及极涡的各物理参量与我国气温的关系。探讨汛期季度预报的新途径。并开展长期天气预报微机业务系统的设计研究,俾使研究所得的客观预报方法通过微机实现业务化。

(三)影响大气长期过程的物理因子的研究——主要研究海气相互作用(ENSO研究),臭氧分布变化对大气环流异常(首先是平流层异常)的影响。地球外部参数变化(太阳活动,地球自转,轨道参数等)引起的太阳辐射加热异常对大气环流异常的影响。火山爆发与太阳辐射变化的联系及其对北半球大气环流的影响等。

(四)长期数值预报方法研究——进行GCM模式的研究,距平模式的研究,季度数值天气预报模式的研究,以及随机-动力预报方法的研究。模式的设计应符合我国的天气气候特征和计算机的可能条件,和尽早实现业务化需求。

(五)长期预报资料库研究——广泛收集全球气象资料,通过整编加工或诊断分析,建立一个包括实时的和历史资料的全球多层次的环流,气温,海水温度,海冰,地温等长期预报信息资料库。并协同业务部门开展对ENSO事件的实时监测。

上述五个课题都含有观测研究和理论研究,各组的研究任务也是互相交错的,必须注意观测研究与理论研究的结合,及各课题组之间的有机结合。希望通过五年的努力更好地了解制约长期天气的物理过程和因子,尤其是制约中国大范围灾害性天气的物理过程;同时提出了一些具有业务潜力的长期预报方法,尤其是数值预报方法,为了方便和促使今后的研究和业务工作,也要建立一个资料库。通过这个研究项目也可探索出一条研究与业务相结合

的途径，即提高业务预报方法的物理基础和预报准确率。使长期天气预报在社会主义现代化建设中发挥更大的效益。

本论文集共收集论文38篇，题目是分散的，目标是集中的。对照以上所说的任务指标和研究途径，可以看出我们前两年工作的梗概。需指出的是，还有一些论文已在其它学术刊物上发表或已投稿给其他刊物，为避免重复没有收入本文集。但无论如何，这只是五年计划前两年的成果，只能说是初步的，大量的工作还在后头。我们应该顺应国际上重视发展长期预报的潮流，结合我国的实际，积极开展长期预报的研究，改进业务预报方法。加快步伐跟上形势，为国家建设和国际合作做出应有的贡献。

本文集是由丁一汇、孙照渤、王绍武和李小泉同志负责编辑。陈兴芳同志做了大量的具体工作。谨此表示谢意！

章基嘉

1988年5月

目 录

1. 前言
2. 两年工作总结以及今后三年主攻方向的原则意见.....
.....“长期天气预报理论、方法和资料库建立”研究项目领导小组 (1)
3. 两年研究成果技术总结.....
.....“长期天气预报理论、方法和资料库建立”研究项目技术组 (5)
4. 大气中准 9 个月振荡的统计特征及其与海表温度的关系.....
.....孙照渤、章基嘉、C.K.Folland (11)
5. 长期数值预报研究的进展.....王绍武 (21)
6. 长期天气预报中的统计-动力结合.....黄嘉佑 (30)
7. 影响我国短期气候变化的北半球遥相关现象及其物理机制.....黄荣辉 (38)
8. 北半球月平均环流正压斜压动能的比重及各自特点的动力统计分析.....
.....黄建平、郭学良、丑纪范 (53)
9. 北半球大气运动的30—50天振荡.....李崇银 (63)
10. 北半球 1 月和 7 月海平面气压场遥相关结构的分析.....王盘兴、李培森 (74)
11. 模式大气对于非绝热加热场的非线性响应.....雷兆崇 (82)
12. 北半球500hPa月平均高度距平场的门限自回归模型预报.....吴洪宝 (91)
13. 月平均大气环流异常的垂直结构.....杨成彬、黄建平、周琴芳 (99)
14. 厄尼诺与我国气候异常.....赵汉光、张先恭、丁一汇 (108)
15. 北半球绕极环流的不对称性及其与西太平洋副高的关系.....陈兴芳、杨义文 (119)
16. 东亚阻塞形势与西太平洋副高的关系及其对我国降水的影响.....
.....廖荃荪、赵振国 (125)
17. 一种可行的季度天气预报途径.....徐 群 (136)
18. 江淮流域六月梅雨型特征及其变异规律的初步研究.....许乃猷、徐启春 (144)
19. 描述极涡状态的物理参量及其气候特征的初步分析.....
.....极涡与气温长期预报课题协作组 (151)
20. 山东省春季候平均气温与北半球大气环流的相关分析.....杨洪昌、周英亭 (161)
21. 徐州市夏收夏种期 (6 月) 中长期客观预报系统.....
.....蔡惠芳、张成源、张百战、刘占国 (168)
22. 中国春夏降水与厄尼诺的互相关分析及对1986—1987年厄尼诺的预测效果
检验.....陈菊英 (174)
23. 北半球极涡与极冰之间统计关系的初步分析.....朱其文、章少卿 (182)
24. 夏季500hPa西北太平洋副高脊线位置与海平面气压的相关分析及预报.....
.....何 敏 (191)
25. 北半球副高脊线变化的若干规律.....杨义文、陈兴芳 (198)

26. 北太平洋涛动和风暴轴上高频扰动及其与海温的关系.....林学椿 (206)
27. 西太平洋副热带高压的长期灰色预测模型.....魏凤英 (215)
28. 倒春寒与引潮力异常.....李松勤、任振球、张素琴 (222)
29. 北半球极涡与西太平洋副热带高压的相互关系.....张先恭、魏凤英 (226)
30. 撒哈勒干旱与大西洋欧洲上空的环流异常.....
.....江剑民、D.E.Parker, C.K.Folland (232)
31. 夏季副热带高压的振荡及其传播特征.....毕慕莹 (241)
32. ENSO事件与华北夏季降水关系的初步分析.....梁平德 (248)
33. 厄尼诺与黑龙江持续性低温准 3.5 年振荡及其预报.....魏松林 (254)
34. ENSO事件前后期环流特征及中国降水分布.....于淑秋 (261)
35. 长期天气预报微机资料库.....高志成、周琴芳 (271)
36. 气象资料历史资料库检索在电子计算机上的实现.....许 松 (276)
37. AVHRR/HRPT资料 OLR 计算软件系统.....周嗣松、谢菊英 (285)
38. 随机初值模式的月平均环流数值预报试验.....胡增臻、史久恩、张建中 (292)
39. 双评分准则在周期分析外推法中的应用.....曹鸿兴、牛保山 (301)
40. 地气耦合非定常距平模式的试验.....林本达、王 谷、王绍武 (308)
41. 云对月际大气环流的作用的数值试验.....郑庆林、K.N.Liou (320)

两年工作总结以及今后三年主攻方向的原则意见

“长期天气预报理论、方法和资料库建立”研究项目领导小组*

一、背景

随着世界粮食问题的提出，长期天气预报研究，从八十年代起便进入到一个复兴的阶段。世界气象组织成立了专门的长期天气预报工作组，制定了长期天气预报的研究规划，要求通过国际合作，开展广泛的试验研究，以进一步了解月、季天气变化的预报问题及海-陆-气之间的相互关系，确定大气变化可预报性的极限，以发展具有物理学、统计学基础的比现有预报方法有明显改善的预报模式。还把长期天气预报的物理基础和年际变化机制列为世界气象研究计划(WCRP)的主攻方向之一。近年来有关长期天气预报的会议及出版物日益增多，出现了开展长期天气预报研究的大好形势，许多国家把气象科研力量朝着这个方向转移，加之，国内经济建设各部门对长期天气预报的需求日益迫切，要求气象部门提供比较可靠的大范围天气异常的月、季、年的业务预报，本研究项目就是在这样的时代背景下组建的。该研究项目提出后，经国家气象局审定列为“七五”科研计划的重点项目，并由国家气象局副局长、长期预报专家章基嘉同志直接领导。众所周知，长期天气预报是世界上最难的研究课题之一，但课题组的同志们，在如此的大好形势下，精诚团结，努力工作，有信心能在较短的时间内做出成绩，为业务预报方法的改进、提高贡献一份力量。

本研究项目的指导思想是：吸取国际上先进的理论和观点，广泛利用全球大气系统及下垫面的各种探测资料，在国内外新的研究成果及我们自己过去的工作基础上，加强观测研究和诊断分析，加强有关预报方法的理论研究，加强长期数值预报方法的试验研究，提高我们对月、季、年天气气候变化机制的了解，提出具有物理学、统计学基础的，比现行方法有明显改进的预报方法和预报模式。促进我国长期天气预报方法的变革。

本研究项目是由气象业务部门领导并直接为业务预报服务的。因此，要求研究工作要与业务工作相结合，理论研究要与观测研究相结合。

本研究项目第一阶段为期5年(1986—1990年)。欲较好地完成5年的奋斗目标，前两年很重要。因此专门制定了1986—1987年的执行计划，提出前两年的工作重点是：观测研究(包括诊断分析)、资料库的建立，和长期数值天气预报。并确定了四个跨课题组的重点研究题目。以加强横向联系，发挥各课题组协同动作的积极性。这四个重点题目是：

- (1)长期预报研究资料库的建立；
- (2)环流异常与大范围旱涝低温趋势预报；
- (3)简化的长期数值预报模式；
- (4)ENSO事件的观测研究。

* 王世平执笔

为了促进长期天气预报业务系统现代化的建设,并尽快把本研究项目的成果纳入业务中去,又提出了与业务单位共同进行“长期天气预报微机系统的设计研究”课题。

以下将针对上述五个方面和总的指导思想进行对照总结。

二、主要研究成果和存在的问题

1. 长期天气预报资料库的建立

把资料库的建立作为一项研究任务,是本研究项目的一个特点,也是一大优点。把北京气象中心已经拥有的气象资料,经过整理加工形成资料库,为研究工作服务,可以大大节省人力,缩短研究周期,早出研究成果,每个研究人员都迫切希望资料库的工作走在前头。据此,我们加强了对资料库建立的研究工作,经过该课题组的努力以及其它课题组的支持,除完成原两年计划的指标外,还增加了一些项目。

在实时资料方面,完成了美国KWBC和欧洲中期天气预报中心(EOMWF)的全球网格点资料共计55个要素场的加工程序设计,从87年1月起向本课题组及全国定期提供。

在历史资料方面,搜集整编了多层次的环流、气温、降水等十几种要素,30年以上长序列的月平均资料,和近5年的候、旬、月平均资料及逐日资料。并将上述资料建立了历史磁带检索系统,及双重数据结构的微机资料库。

此外,在卫星资料处理及其软件系统设计方面也取得很大进展。通过卫星资料反演得到的海面温度资料、射出长波辐射(OLR)资料已开始试运行。雪、海冰复盖、地面温度、土壤湿度的反演方法研究,目前正进行个例试验。

2. 环流异常与大范围旱涝低温趋势预报

这是本研究项目需要研究解决的中心课题,本项目的前三个课题组均涉及到这个问题,第一课题组从大气环流异常的物理机制入手进行研究,第三课题组进行因子相关分析,第二课题组则重点研究预报方法的问题。三个课题组的工作密切联系,使预报方法得到改进和提高。

在大气环流的物理机制方面,研究了月平均环流距平的相当正压结构,北半球月平均环流的正压动能与斜压动能。进一步探讨了大气中的低频振荡,指数循环及遥相关结构。在影响大气环流异常的物理机制中,海表温度(SST)的作用受到特别重视,不仅研究了赤道东太平洋SST异常增温(El Nino现象)对我国天气变化的影响,也研究了西太平洋SST对我国夏季季风环流、副高、降水、及越赤道气流的影响。此外,还用线性、非线性定常、斜压原始方程谱模式讨论了大尺度非绝热加热对大气的影响。

在因子研究方面,进行了海气相互作用的研究,日地相互关系的研究,天文因素对长期过程影响的研究,以及OLR, O_3 , 火山灰气溶胶等因子对大气环流影响的研究,取得了初步成果。

在预报方法的研究中,对副高脊线资料进行了修正,研究了夏季西太平洋副高位置变化规律及引起这些变化的原因。同时进一步研究了极涡的活动规律及副高、极涡两大系统之间的可能联系。

3. 简化的长期数值预报模式

长期数值天气预报的业务化,是我国长期预报方法的发展方向。近十几年来国内外已做了大量的数值模拟工作,但欲建立一个地-海-气耦合的大气环流模式,还很困难,在我国没

有每秒亿次的电子计算机的前题下(估计80年代末国际上可能出现10—30亿次/秒的巨型机)就更加困难。从我国具体情况出发,我们采取了集中力量研制简化模式的路子。

第五课题组已用全球七层谱模式进行了多次月预报试验,此外,还设计了一个地气耦合的距平模式。初步试验表明,对距平场的形势预报有一定能力,准备同中央气象台合作投入业务试报。

第一课题组根据多重尺度理论、随机微分方程理论,以及最新的胞映射理论,提出了一个准动力、准随机的长期预报模式。通过数值试验,证明设计思想是正确的,现正进行个例试算。完成了前两年所规定的5项技术指标:①提出地气系统最大简化模式。②混沌现象的研究。③混沌现象出现后的大气可预报性。④准地转模式的混沌现象研究。⑤建立准动力-准随机的预报模式。该研究结果已写成论文。

第一课题组设计了一个预报3—6个月的距平模式。

第五课题组的统计动力长期天气预报研究,也取得较大进展,完成了模式方案设计、模式程序设计,进行了若干个例试验。此外,还进行了集合预报的研究。以正压谱模式为动力框架,采用Monte Carlo方法模拟的集合预报简单模式,已做出了第一个预报试验。全球谱模式的月平均集合预报试验,能稳定地积分35—40天。此外,还进行了灰色预测模式的研究。

4. ENSO事件的观测研究

ENSO事件对全球气候有重要影响,受到世界气象界的普遍重视,这也是本研究项目的重点研究课题之一,特别是1982/83年的El Nino事件后,引起了大家更大的兴趣。早在1985年我们就有人预测1986—1987年可能再次出现El Nino,当1986年初发现一些征兆时,局领导非常重视,责成局三大业务单位的协调小组开会研究,会上委托长期天气预报总课题组负责组织监测和通报。据此,在总课题领导小组的直接领导下组成了ENSO监测小组,二、三、四课题组的部分同志参加了此项监测活动。从1987年起每月通过《长期天气预报研究通讯》发布公告。事件的发展是逐渐明朗化的,到目前仍然处于盛期,是一次持续时间较长的事件。我们的监测积累了这次事件全过程的宝贵资料。监测小组将在本次El Nino事件结束后及时做出总结并向协调小组报告。ENSO监测小组还研究提出了ENSO事件的判据,划分了厄尼诺年和反厄尼诺年。初步研究了本次ENSO事件的发展特点及其对中国天气的影响。第二、三、五课题组在探讨ENSO事件的预报问题。

5. 长期预报微机系统的设计研究

这是在同北京气象中心领导反复酝酿的基础上提出来的,首先同中央台的领导一起提出了方案,准备在该台原有设备和现代化工作的基础上建立资料共享系统、实时监测系统、预报专家系统。接着,东北协作片、北京市气象台、江苏省气象台、陕西省气象台、云南省气象科学研究所,也相继参加了协作。云南还负责了微机载体的互换工作,把本项目资料库的磁带资料,转换到各种微机的磁带、软盘上去。各省的微机系统普遍建立了资料库、因子库、方法库(包括预报验证和预报集成)。预计88年可完成系统的框架建设,然后再不断充实其内容,逐渐形成一套简便易行、行之有效的长期天气预报专家系统网络(北京中心领导主张把中期预报一并考虑进去,希各业务单位能采纳这个意见)。

总的看来,前两年的研究工作,确实是向前迈进了一大步,有些工作或成果深受气象台预报员的欢迎。但,我们还很缺乏经验,研究工作体制改革,工作方法的改革,对我们来说

都是个新问题，因此，工作中必然有很多缺陷。主要问题，是一个“散”字，我们的研究工作是分头进行的，缺乏联系和交流，领导小组对主攻课题也抓得不紧，研究力量没有形成拳头，这是今后需要改进的。

三、组织领导工作及存在的问题

科研管理是个很棘手的问题，也是必须解决的问题。本项目领导小组组长章基嘉同志一开始就抓统一协调问题，他详细阐明了本项目的指导思想和中央关于科研体制改革的精神，强调研究工作一定要与业务紧密结合，理论研究一定要与观测研究相结合，各课题间要加强联系与合作，尽快把研究成果转化为业务能力。为加快进度，提高水平，他还强调要努力学习外国的先进经验，进行知识更新，用新观点、新立法、新资料开创新的起点。这就是本研究项目的指导思想基础。

为保证良好的研究工作秩序，一开始便制定了：领导小组的职责，课题组的职责，技术组的职责，技术组顾问的职责，以及科研成果管理制度和财务管理制度，

为了提高研究人员的知识水平，举办了“大尺度动力过程”研讨会，报告讨论了当前长期预报理论研究和观测研究的新方法、新成果。还请西德专家 Egger，美籍华人麦文健教授及国内专家章基嘉、丑纪范、王绍武、吴国雄、廖洞贤、孙照渤、史久恩等作过专题报告。为配合 ENSO 事件的研究，还出版了一册译文集。

为了为各课题组提供更多的信息和资料，总课题组不定期出刊《长期天气预报研究通讯》，从1987年1月起改为每月出动态，ENSO 监测、资料三册，受到普遍的欢迎，问题是今后需进一步提高质量，加强指导性。

四、关于长期天气预报总课题组今后三年(1988—1990年)科研方向

经10月5日总课题组扩大会初步讨论并在新安江会议上征求技术组意见及12月5日总课题领导小组扩大会进一步研究，对今后三年本课题科研方向确定为：

1. 加强对东亚和亚洲地区重大长期天气异常（如大范围旱涝，低温冷害等）的观测研究及其与全球尺度天气气候异常的联系。在此基础上结合预报员经验建立有关长期天气异常过程的概念模式，并进而在中央气象台和若干省气象台在微机上建立有关长期天气异常过程的预报专家系统或比较现代化的预报业务方法以提高长期天气业务预报的客观化程度和准确程度，更好地服务于工农业生产。

2. 进一步了解月和季时间尺度的长期天气过程的物理成因，重点是海气、陆气相互作用，大范围持续性的阻塞过程和热带及中纬度的大气低频振荡（例如 ENSO, 30—50天，及90天左右的振荡），并开展有关过程的诊断分析研究。

3. 有重点地研究长期天气预报的天气统计学方法和动力数值预报模式，从中选择一个适合我国条件的动力数值预报模式，在中央气象台进行准业务试验，以期实现在3—5年内建立长期数值天气预报业务的可能。

各分课题组可根据上述三个方向讨论确定今后三年的重点攻关专题，真正形成攻关力量，并将讨论结果（包括科研目标，技术路线和方法，参加攻关人员，预期达到的效果）报送总课题审定。为此各分课题应对原有的专题进行调整，本着突出重点，兼顾一般的原则，有主有次地组织好今后三年的科研工作。

两年研究成果技术总结

“长期天气预报理论、方法和资料库建立”研究项目技术组*

长期天气预报理论、方法和资料库建立研究项目是经国家气象局批准的七五期间(1986—1990)部门重点科研项目。该项目设有领导小组,顾问和技术组,根据长期天气预报业务迫切需要研究解决的5个问题分设5个课题组(理论、因子、方法、资料库和数值预报)。通过论证,确定了长期天气预报项目的研究目标和技术措施,并具体制定了五年规划和前两年的实施计划。

我国广大献身于长期天气预报的研究工作者和业务工作者,长期以来,克服了种种困难,在理论研究和业务工作上都有很多建树,应该说,在国际上有着我们自己的特色,对国际上长期天气预报的发展有一定影响。应该看到,目前短、中期天气预报已取得了明显的进步,研究长期天气预报问题的迫切性就摆到了气象工作者面前。WCRP把长期天气预报的物理基础和年际变化分别列为它的三个研究方向中的两个;WMO于1983年也建立了长期天气预报研究计划,并提出了三个长期目标。

我们长期天气预报项目就是在这种有希望的气氛中肩负承前启后的重任建立的。我们的目标就是在总结以往经验的基础上,充分吸收国际上研究的新概念、新技术,建立适合我国情况的有物理基础的月、季长期天气预报理论和方法,这种方法可以是动力学的,也可以是经验的。

这一次年会到会正式代表(包括特邀代表)79人,列席代表16人,共收到论文摘要140多篇,会议上报告交流63篇,这是对我们两年来研究成果的一次检验。我们认为在以下几个方面取得了一定程度的进展。

1. 长期天气预报研究,应该对造成大范围异常的重大现象进行研究。ENSO现象是对全球大气现象有重要影响的现象,因此对此进行了跨课题监测研究,发布了监测公报,经过各方面努力,及时预报了1986—1987年的ENSO现象。在监测的基础上进行了深入的分析研究,指出ENSO现象的发生时间、强度和对大气的影晌都有不同的类型,这对我深入研究ENSO现象是有益的。另外,对ENSO与我国的天气现象之间的联系也进行了比较全面的研究,发现了不少对长期预报有意义的关系。

2. 对大气环流异常的物理机制认识有了多方面的进展。主要表现为:研究了月平均环流距平表现出相当正压结构;并进一步研究了北半球月平均环流正压动能和斜压动能,指出,尽管它们所占比重的地区分布不尽相同,但平均而言,正压动能是斜压动能的2倍。进一步探讨了大气中的低频变化现象,对指数循环、准40天振荡、准九个月振荡等不同时间尺度的变化及其形成的可能机制都进行了研究,对遥相关的空间结构,特别是对夏季东亚地区的遥相关结构提出了新的类型。也研究了臭氧对大气环流结构的影响,这对深入研究大气低频变

* 孙照渤执笔

化是有意义的。在影响大气环流异常的物理机制中，海洋的作用受到特别重视。我们不仅研究了赤道东太平洋El Nino现象对我国长期天气变化的影响，也研究了西太平洋海表温度对我国夏季季风环流、副高、降水、越赤道气流的影响，以及对我国冬季冷高压的影响。北太平洋海表温度及其对我国长期天气变化的影响也进行了研究。这些研究包括观测分析、数值模拟等研究结果。我们还用线性和非线性定常，斜压原始方程谱模式讨论了大尺度非绝热加热对大气的影响。这些对大气环流异常物理机制的研究使我们对长期天气过程及其演变有了进一步认识，同时对于建立有物理基础的长期天气预报方法和长期数值预报都有重要意义。

3. 继续对影响长期天气变化的各种因子和方法进行深入探讨。长期天气预报问题非常复杂，是多种因子的综合作用结果。可以预见，在相当长一段时间内，发布业务长期天气预报主要还得依赖经验预报，为此，对各种因子继续探讨是非常必要的。两年来，我们继续探讨了天文、地球、大气、海洋、太阳辐射，以及火山灰引起气溶胶变化等各方面的因子，研究表明，这些不同因子在不同程度上表现出与长期天气变化存在关系。但是可以看出，对这些因子的进一步认识必将为建立统计模型和数值长期预报模式提供物理依据。

在对因子继续探讨的基础上，在领导小组统一安排下，对我国大范围旱涝和冷害的预报方法进行了分析研究。在以前工作基础上，对副高脊线资料进行修正，并进一步研究了夏季西太平洋副高位置变化及引起这些变化的原因，得出有意义的结果。与此同时还对极涡的影响进行了分析。在分别研究的基础上，还分析了这两大系统之间的可能联系。这些工作对建立有物理基础的长期预报方法是很有意义的。

由于大气运动在某种意义下表现出不确定性，用不确定性理论研究大气现象和进行长期天气预报也引起注意。在项目中应用灰色系统研究预测问题也引起重视。

4. 长期数值预报方法的研究工作，在原有基础上，提出了几种不同型式的长期数值预报模式。主要有：地气耦合非定常距平模式，长期天气数值预报的随机动力模式，最大简化气候模式等，这些不同类型的模式都表现出各自的特点，具有一定的结果。两年来对长期数值预报的初值试验也做了研究。通过这些工作可以说明，长期数值预报（包括月预报和3—6个月的季节预报）是可以搞的，是有希望的。年会期间，关于如何搞我国的长期数值预报进行了有益的讨论。大家认为：摆在我们面前的任务是要建立适合我国长期天气变化特点，具有我国特色的可行的长期数值预报模式，要加紧工作，争取把建立的长期数值预报模式早日应用到业务运行中。我们要有目的的在这方面努力。

5. 两年来，长期天气预报资料库的建设已经建立了很好的基础。众所周知，长期天气预报对资料的依赖性很强，很久以来，长期天气预报工作者都希望建立一个比较好的能用于长期天气预报的资料库。成立该课题以后，头两年的重点任务之一就是资料库建设问题。目前已完成对实时资料处理加工，历史资料整编加工，以及设计并初步完成历史资料磁带检索系统，约30多种报类，800多盘磁带的自动化资料检索入库、服务系统。还开展了用NOAA卫星遥感资料反演海温、OLR、冰雪复盖、云量、地面温度、土壤湿度计参数的有关研究工作。

综上所述，从科学技术角度看，课题开始筹建时就进行了技术论证，确立了目标。并举办了“大气中的大尺度动力过程”研讨会，一开始就打下了比较好的理论基础，并修订充实了前两年的实施计划。两年来的研究结果说明，制定的两年计划和技术路线都是比较符合实际情况的，由于各级领导关心指导和帮助，再加上大家共同努力，取得的成果是可喜的。

下面就各课题情况进行介绍。

第一课题组在1986—1987年按原计划在下列研究中取得进展：

1. 对大气中的准2周、准40天和准9个月振荡事实以及可能机制进行分析，首次提出准九个月振荡最大振幅在中高纬地区的地理分布及其与海洋的关系。

2. 对大气低频变化的空间结构方面进行研究，指出月平均环流距平存在相当正压结构，这对尽可能简化地气耦合长期天气预报模式提供了物理依据。还研究了北半球月平均环流正压，斜压动能的比重，转换机制。

还利用遥相关结构分析研究了冬、夏两季500hPa和海平面气压的遥相关型，修正和补充了已有的遥相关结构分布，这对于认识大气的长期变化是有意义的。

3. 对大气环流异常形成的物理机制进行研究。

我国夏季天气的长期变化是非常重要的，我们在观测研究基础上研究了模式大气对西太平洋海表温度的响应。指出夏季南海东部附近SST对我国季风环流的南北进退、越赤道气流、大范围降水有重要作用。冬季赤道西太平洋海温对影响我国的冷高压维持有重要作用，从而表明西太平洋海温对我国有更重要的意义。

还用线性和非线性的七层定常斜压原始方程谱模式研究了大气对大尺度加热作用的响应，指出低纬热源不仅对低纬而且对中高纬都有影响，在热源附近要更加重视非线性作用，低纬大气在热源附近有斜压结构，而中高纬大气响应具有相当正压结构。

研究了北半球对流层-平流层中部定常环流的空间结构及其与地形和外源的关系，指出定常环流状况是太阳辐射随纬度分布不均匀且存在季节变化条件下气候诸分量相互作用结果。并研究了臭氧分布对大气环流低频变化的作用。

4. 提出一种客观的长期天气预报方案

在以前研究的基础上，利用候平均图划分了每年六个自然天气季节，并对每个天气季节划分出了环流型。共有18种型。然后利用前期的有物理基础的因子作未来若干候的环流型预报。可以看出，这种预报关系目前还仅是对一月之内逐候的情况作预报，但比起持续性预报和气候预报来说都要好，尤其是随着预报时效延长，其效果就更好些。

5. 长期数值天气预报

目前已提出了一些建立模式的方案，有用简化的地气耦合模式，用最大简化的气候模式，还提出对3—6个月的距平预报，这方面已进行了很多基础性的工作，使得模式的物理基础比较扎实，争取在未来三年中做出结果。

第二课题组对大气环流异常及早涝、低温的预报方法进行研究，1986—1987年进展情况如下：

1. 在原来工作的基础上，对夏季西太平洋副高脊线资料进行了修正，建立起一套较完整的资料序列。设计出一套计算副高脊线的程序，计算出历年逐月北半球副高体的脊线资料。

2. 对夏季西太平洋副高南北位置异常变化与北半球环流系统——北太平洋海温、南方涛动指数等因子的同期和前期关系进行了分析，初步得出一些有意义的结果。

3. 在极涡研究方面，首先研究确定了500hPa层极涡面积的方案，计算了各月逐年的极涡面积指数、位置、强度，并进行了对比分析，确定了物理意义清楚的与我国天气关系密切的极涡位置和强度的表示方案，计算了它们的逐年各月参量值，对极涡面积的变化做了谱分

析,得出一些有益的结果。

4. 对标准化后的1951—1985年全年各月北半球 500hPa 高度场进行了遥相关普查,得出四个主要遥相关型,分析了各季节遥相关型的变化及与我国各大区气温、降水的关系,得出一些有意义的结果。

此外,还对海气相互作用和ENSO现象的成因和影响过程的物理图象进行了探讨,并得出一些初步的看法。

5. 研究了前期南方涛动及太阳直接辐射年际变化对夏季西太平洋副高活动—江淮流域降水趋势的长期影响,尤其是根据冬季我国东部太阳直接辐射量、将冬、春ENSO年份分为二类,发现这二类对应着我国东部夏季降水距平出现相反的位置,据此并结合以前的研究制定了一种季节预报模式。

第三课题组对影响大气长期过程物理因子的研究有以下四个方面的工作:

1. 环流异常方面的研究。研究了赤道地区向西传播的40天周期低频波出现的范围、源地、结构、传播速度及原因,提出了东太平洋地区越赤道40天周期温度波与热带环流周期性振荡的机制。分析了低纬度超长波的40、26和12个月周期,发现40个月周期主要是由海水温度、涡度平流和涡动通量等组成的强迫项所引起的。研究了北太平洋涛动和风暴轴上高频扰动及其与海温的关系。指出,太平洋海温梯度异常通过改变大气的斜压性使风暴轴上高频扰动增加从而维持了低频的北太平洋涛动。还用滤波方法研究了撒哈拉地区干旱年与多雨年大西洋和欧洲上空大气低频振荡的特征,北半球气候带的偏移和大西洋风暴轴的特征。用谱分析和复EOF方法,分析了副高的空间传播特征,周期振荡、位相转换以及副高的长期变化,研究了副高的周期性和阶段性及其与赤道东太平洋海温和太阳活动的关系,指出副高3—4年周期主要受海温的制约,而副高的11年、22年周期可能与太阳活动有关。通过丰梅年和枯梅年北半球500hPa月平均物理量谱的计算,提出了梅雨预报的着眼点。此外还用 EOF 方法对500hPa高度场作了预报试验,讨论了最佳拟合项数等问题。

2. 海气相互关系研究方面,重点是对ENSO现象的观测研究,除参加ENSO的监测外,用各种不同的方法和标准划分了 El Nino 年和反 El Nino 年,还详细研究了1986—1987年 ENSO的形式,发展特点及对中国天气的影响。研究了El Nino当年、次年中国夏季雨带的类型及其与冬春青藏高原热状况的关系,并进一步研究了El Nino 当年和次年与我国不同区域的降水、台风频数、登陆台风以及东北持续低温的关系。此外,还探讨了ENSO事件的预报问题,用灰色系统预测模式和多元回归方程等进行预报试验,有一定效果。

3. 日-地关系研究方面:主要研究了大气降水和温度对太阳活动11年周期和22年周期的响应,发现我国夏季温度在太阳黑子11年周期中有明显的双振动现象,而我国大范围降水与太阳活动22年磁周期有很好的对应关系,在长江流域和黄河流域之间特别明显。此外还研究了太阳-天气气候相关中断或逆转和气候变化阶段性等问题。

4. 天文因素对长期天气过程影响方面,研究了历年西太平洋台风登陆后持续时间、长江中下游倒春寒天气过程等与天文因子的关系,得到了台风持续时间、倒春寒天气发生等的中长期天文预报模式,讨论了天文奇点非经典引潮力效应对大气圈、水圈、岩石圈的各种地球物理现象的普适性。

第四课题组研究了长期天气预报资料库建立问题。两年来按进度完成了预期目标,并增加了些项目,主要有:

1. 实时资料加工。已完成实时加工美国NMC和ECMWF的全球客观化网格资料。内容包括候、旬、月的高度、温度、风气压、海温等,共计55个要素场。87年1月已向全国提供。同时资料库提供实时ENSO监测资料。

2. 历史资料加工,目前已搜集整编了十多种包括多层次环流、温度、降水等要素的超过30年的长序列月平均资料和近五年的候、旬、月平均资料及逐日资料,以满足国内长期预报业务,分析研究和数值试验的需要。

3. 初步建立了历史磁带检索系统

4. 设计和初步建立了双重数据结构的历史长期预报微机资料库。

5. 卫星资料处理方法研究和软件系统设计取得很大进展。卫星资料的海面温度反演及软件系统研究,外逸长波辐射OLR的卫星资料处理系统的设计和研究已进入业务试运行。雪、海冰复盖和地面温度、土壤湿度的卫星资料反演方法的研究也取得进展,目前正进行个例试验。

第五课题组关于长期数值天气预报方面

长期数值预报是国际上气象学家非常关心的课题,两年来在这方面的研究也取得一些进展:

1. 长期动力数值天气预报已在以往工作的基础上,进一步改进了全球七层谱模式,使之能用于月的预报。目前已进行了多次试验,有一定的效果。

2. 长期统计动力预报,考虑到大气长期变化有多时间尺度随机性的一面,因此进行了统计动力预报模式的研究。目前进行了四項工作:①以全球多层谱模式作为动力框架的随机动力模式——集合预报模式(LAF)的设计已把纯动力部分的大气环流模式在中型机上运算,可稳定积分35—40天(积分一天约需M360机上CPU10分钟)。考虑到国际上对集合预报很重视,这种方法在我国已经有的中型机上是可以实现的。②进行了简单的动力统计模式研究,动力部分采用正压涡度方程,结合Monte Carlo方法进行模拟——集合预报,经过紧张的调试,从已计算的例子表明:这种方法基本上能报出500hPa的正负距平中心位置,在距平的强度方面较纯动力方法有一定改进。美国的工作也表明, Monte Carlo 预报比任何单个动力预报为好。也有人提出,在长期预报中使用正压涡度方程是否合适,值得讨论。③1986年下半年开始设计了一个三层 σ 坐标北半球谱模式为动力框架的随机差分模式,正在进行调试。④研究了灰色系统预测模式及其应用,1987年已在湖南、青海、西藏、苏州等地组织了讲习班,并研究了将灰色系统理论应用到El Nino预测上,已得出,在发生El Nino现象时,用灰色系统预测模式,可估计出下一次El Nino发生的年份。

3. 地气耦合距平模式的建立和试验

已建立了一个考虑了若干物理过程的地气耦合距平模式,对六个持续性及反位相的个例进行了距平场的月预报试验和物理过程及数值方法的比较试验。试验表明,该模式对距平场的大形势有一定的月预报能力,对SSTA的大气响应及地气相互作用有一定的模拟能力。采用改进的时间积分方案可以进一步提高计算的效率。该模式对不同个例,不同层次的预报效果差别还较大。性能尚需进一步改进。

综上所述,两年来“长期天气预报理论、方法和资料库建立”项目在科教司的领导和支持下,在各参加单位领导的关心和支持下,经过项目参加者的共同努力,从科学技术的角度看取得了令人可喜的成绩。但是应该看到,离我们的预期目标还有距离,这就要求我们在后