

首次全国短时天气预报 经验交流会议文集

国家气象局天气预报警报管理司

气象出版社

青 京 合 同 制 时 天 气 预 报

经 验 交 流 会 议 文 集

1980年12月14—15日在青召开

气象出版社

首次全国短时天气预报经验 交流会议文集

国家气象局天气预报警报管理司

气象出版社

内 容 提 要

本书由1988年首次全国短时天气预报经验交流会议收到的138篇论文择优整理而成。内容包括短时天气预报的方法；雷达、卫星云图及单站资料在短时预报业务中的运用；中尺度分析；短时天气预报的专家系统和短时天气预报发展过程的回顾，以及今后发展方向的探讨和短时预报业务的实施方案等。基本反映了我国目前短时预报业务的状况，对今后短时预报业务的发展具有一定的指导意义。

该书适合于广大预报人员阅读，亦可供有关从事短时预报的科研人员及大、专院校师生参考。

首次全国短时天气预报经验交流会议文集

国家气象局天气预报警报管理司编

责任编辑 成秀虎

* * *

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

中国科学技术情报所印刷厂印刷

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：11.625 字数：29.5千字

1990年12月第一版 1991年3月第一次印刷

印数：1—2000册 定价：8.30元

ISBN 7-5029-0568-5/P·0323

前 言

首次全国短时天气预报经验交流会议，于1988年10月13—17日在江苏省无锡市召开。参加会议的代表有28个省、自治区、直辖市气象系统的代表和南京气象学院、空军气象学院、杭州大学及江苏盐务公司气象台的代表共120名；有138篇材料参加了会议交流，在会议上报告了48篇，交流材料的内容主要有短时天气预报的方法；雷达、卫星云图及单站资料在短时预报业务中的运用；中尺度分析；短时天气预报的专家系统和短时天气预报发展过程的回顾；以及今后发展方向的探讨和短时预报业务的实施方案等，基本上反映了我国目前短时天气预报的业务状况，对今后短时预报业务的发展具有一定的促进作用。

会议成立了由葛润生、黄炎、邢本清、唐洵昌、李守智、李茂新、黎华、季云昌八位同志组成的技术组。葛润生同志代表技术组作了技术总结，提出短时天气预报应分为两个时段来考虑，对于0—3小时时效内的预报，应以天气雷达的跟踪监测为主要手段，预测已经出现的天气系统的移动路径、移速和强度的变化；另一时段是3—12小时，对这一时段的预报，尽管作了许多有益的工作，但目前还没有很好的解决办法，需要进一步努力探讨。

与会代表反映，无论从社会需要还是从气象台（站）自身的建设来考虑，都需要开展短时天气预报业务。根据与会代表的要求，会后编辑出版了本文集，以利推动短时天气预报业务的进程。受会议技术组的委托，由季云昌同志负责本文集的初审和组织出版等工作。初审后，请高级工程师邢本清同志进行了复审。文集选编时，以文章的质量为主，按照适当兼顾全面，给人以启迪的精神来选取；对部分文章在保持其原意的基础上作了一定的改动或删除；对某些质量较高，但已在其它出版物上刊用的文章没有收入；为节省篇幅，对文章后面参考文献的标注都作了删除。因水平所限，删改过程中难免有不当之处，敬请批评指正。

天气报警管理司天气预报服务处

11/10/88

目 录

第一部分 短时天气预报业务的进展与方案的实施

我国短时天气预报业务的进展和近期目标·····	黄更生 (1)
江苏省气象台短时预报服务系统实施方案·····	唐洵昌 周曾奎 (6)
北京地区汛期“短时预报自动化系统”的业务应用报告·····	于 波 伏建国 (11)
江西省汛期暴雨诊断分析自动化方案·····	曹晓岗 (14)
江苏省短时天气预报业务的回顾与近期目标·····	江苏省气象局业务处 (18)
谈谈对我国短时天气预报业务结构的一些想法·····	季云昌 (22)

第二部分 短时天气的综合预报方法

区域性暴雨临近预报的中尺度概念模式·····	邢本清 师大运等 (25)
关于强对流天气短时预报方法的探讨·····	黄 炎 (31)
短时大暴雨的特征和预报·····	李玉书 (40)
浙江省3—6月份强对流天气的一种综合预报方案·····	卢家麟等 (45)
南京地区对流回波的判别及短时预报·····	周其军 王卫芳等 (49)
福建省3—4月份冰雹的短时预报·····	林仲平 (53)
浙江省气象台强对流天气短时预报基本流程·····	李清泉 丛黎强 (58)
一个短时预报模式简介·····	马安民 刘向前等 (60)
应用雷达和云图资料相结合的短时预报方法研究·····	周 涛 焦艾彩等 (64)
应用雷达回波图、数值预报产品等做短时天气预报·····	宋子忠 (69)
三峡地区5—7月短时暴雨落区预报方法·····	郁淑华 崔岫敏等 (74)
盛夏(七月份)低槽型大一暴雨的短时MOS预报方法·····	刘士进等 (77)
客观分型和数值预报产品相结合的短时预报方法·····	童文林 (80)

第三部分 雷达、卫星资料及单站要素在短时预报业务中的运用

强对流天气的雷达回波相似判别和路径拟合预报方法·····	邵玲玲 黄 炎 (85)
短时降水预报的雷达方法·····	冯志娴 宣霞芬 (89)
用典型流场与本站要素分型嵌套作六月短雨中雨以上降水预报·····	张家望 (93)
湘中南地区强飏线雷达回波模拟短时预报方法·····	曹志国 (96)
用“拼图”资料作短时定时定量预报的探讨·····	杨锡桂 李 平 (100)
武汉数字化天气雷达回波特征和短时预报应用·····	项经魁 (105)
武汉WSR-81S雷达资料作强天气路径临近预报的数字模式·····	张培昌 邓 勇 (110)
微机在雷达回波参数定量预报短时降水上的应用·····	陈少平 (113)
利用雷达拼图作短时天气预报方法的研究·····	郭 青 (115)
利用高空风资料作对流性天气的可能性预报·····	杜秉玉 胡 雯 (120)

用云图分类作陕西初夏冰雹的短时预报·····	马廷标 薛根元(121)
单站探空资料在呼市短时、短期预报中的应用·····	韩经纬(125)

第四部分 短时天气预报专家系统

亚运会期间降水及强对流天气短时预报专家系统·····	陆 晨 方文举等(131)
专家推理系统在金、衢两市春季强对流天气预报中的应用·····	王桂英(136)
怀化地区短期短时暴雨预报专家系统·····	谢文斌(140)
春季大风短时预报专家系统·····	酒泉地区气象局(145)
专家系统知识库的合理布局及其逻辑结构·····	张秋跃执笔(148)

第五部分 中尺度天气的分析与应用

地面天气图在局地大暴雨和强对流天气落区预报中的应用·····	李守智(150)
珠江三角洲的超级单体及其可预报性·····	陈立祥等(154)
中尺度能量场分析在短时预报上的应用·····	何乃光(159)
用雷达回波参数识别和估计中尺度雨团降水的初步探讨·····	刘宝荣等(163)
宁夏川区夏季短时大一暴雨的地面中尺度物理特性·····	赵 杰(168)
中纬度中尺度对流复合体发生发展的环境场分析及其云图特征·····	官凤山(171)
地面中尺度物理量诊断与北京暴雨落区·····	孟 婵(173)
上海盛夏中尺度对流系统生命周期概念模式初探·····	郑媛媛 张家澄(178)

第一部分 短时天气预报业务的 进展与方案的实施

我国短时天气预报业务的进展和近期目标

黄更生

(天气预报警报管理司副司长)

短时天气预报(包括0—2小时的临近预报和2—12小时的甚短期预报),近十几年来得到较快的发展,被誉为大气科学的三大前沿之一,受到世界各国气象界的重视。我国自六十年代就开始了这项工作。从1982年在“全国灾害性天气预报服务工作会议”上,邹竞蒙局长向全国气象台站提出:“充分利用天气雷达、气象卫星资料,组织各种形式的联防,积极开展短时预报服务”的要求以来,短时预报业务得到了更快的发展。目前多数台站都不同程度地开展了此项业务,大体都以中尺度系统为对象,以灾害性天气(尤其是强降水)为主要目标,以天气雷达为主要手段。由于短时预报的现状,必然形成科研、业务和服务三结合的特点,本文主要偏重介绍业务系统的建设。

一、短时预报业务的进展概况

以短时预报业务的几个关键系统来分别阐述:

1. 探测系统

建立足以观测、追踪时空尺度很小的中小尺度系统,是开展短时预报业务最基本的要求。目前主要是以遥感技术为主的天气雷达、气象卫星和中尺度地面监测网。

天气雷达:

从六十年代开始,我国先后研制了三公分的711型,五公分的713型和十公分的714型天气雷达。并引进了两部数字化十公分雷达,两部多普勒雷达。只从气象部门来看,天气雷达的数量已达200多部(其中绝大多数是711型),是世界上没有哪个国家可相比的。二十多年来在气象雷达研制,在雷达观测和应用方面取得了丰富的成果和经验,培养了不少这方面的人才。

我国的雷达与先进国家同类型的天气雷达相比,其雷达参数指标和探测性能并不低。但在雷达的可靠性、稳定性、尤其是雷达信息的自动化处理方面比较落后。现在我们已研制了雷达数字化处理系统,并已定型在全国推广使用。今后还要继续重视雷达附属装置的研制,以提高雷达的性能。我国的雷达数量虽多,但性能较差的711型占了很大比重,经过一、二十年的使用也已接近后期,需要更好的维护和考虑替换办法。从雷达布局上来看,大体还比较合理,只是711型不少是从人工影响天气、地方投资开始的,布局上有重复和遗漏的问题。

雷达气象科研，尤其是雷达回波分析应用方面，是短时预报领域内总结材料最多的，成效显著，但多数还是个例分析和定性经验总结，没有形成一套完整的系统。有一些带普遍性的关键问题，如降水率和累积降水计算，地物回波及杂波的消除，回波移动路径客观推算等，还没有令人信服的解决。我们采用了多种形式的雷达联防、研制了自动拼图技术，由于客观上还有不少困难，尚未达到使用者满意的程度。再加上短时预报业务结构和流程尚不完善，如雷达站与气象台预报室，雷达员与预报员的结合不够等，使我国天气雷达的总体效益尚未得到更充分的发挥。

气象卫星：

雷达因受地球曲率和雷达性能的限制，其探测空间范围必竟有限（尽管布局成网并进行联防），而大面积探测的气象卫星资料能起到很好的配合作用。

我国自七十年代就开始了气象卫星云图接收和分析应用的业务，目前省级气象台和部分地区级气象台都有卫星接收设备。分别接收多颗极轨卫星、静止卫星的低分辨率和高分辨率的卫星云图。目前已开发出多种卫星云图计算机处理系统。能做到数字化处理、伪彩色显示、动画、局部放大、校正、滤波和天气系统定位，并与通信系统连接进行图象传输。国家气象卫星中心在采集、分析处理卫星资料的同时，已通过电视广播教育台向广大台站每天提供5—10分钟的云图分析产品，给预报员使用。现在卫星资料的应用已远远超出气象系统范围。今年9月7日我国又发射成功第一颗极轨气象卫星风云一号。今后在气象卫星资料的应用上，将会有更新的局面。从短时预报业务而言，除直接应用云图分析预报灾害性天气外，当前要解决好卫星资料与雷达资料相互配合的问题。

中尺度地面探测网：

主要由常规气象仪器组成的地面探测网，由于其探测内容的丰富性、准确性和历史资料的延续性使其占有重要的位置。目前还没有看到监测中小尺度系统最佳站网布局的设计方案。各国也大多在实验区设立较密的站网。我国除四个中小尺度试验区外，尚不能、也暂时没必要设立足以监测中小尺度的地面站网。应充分利用其它部门气象站、雨量点的资料（例如水利、农垦、民航等），这些资料的密度也是够大的，象海南省，气象部门只有二十多个站，但加上农垦等其它部门全岛有200多个站。当然由于体制上的原因，综合利用还存在一些困难。各省在重点抗灾保护区可以多设一些雨量探测点。但总的说来我们不提倡再增站点，而要充分利用现有站网，如采用有线遥测、辅助通信网在时间密度上增加观测，提供短时预报应用。

至于其它有益于中小尺度监测的手段目前还在探索中。

三种探测系统各有优点，地面观测网的观测精度最高，卫星观测覆盖面积最大，但从短时预报的角度来看，天气雷达最为有效。三者要有机的配合起来应用。对有些短时预报单位来说，并不同时具备上述三种系统，还要强调台站之间的资料交流。

2. 信息传输和处理系统

短时预报的时效要求很高，信息量很大，一般比短期预报高两个量级，而且对图象传输的要求也很高。这几年对主干通信网和辅助通信网的建设，已取得明显的进展。对辅助通信网如何抗干扰、减少误码率；如何综合应用使话、数、形、图都能有效传输，也做了不少试验。但由于数据量大，无线通信的不稳定性，使得这方面的进展还难以达到满意的程度，这一点与国外的差距较大。例如目前雷达拼图的资料还是以编码发报集中拼图，再以传真图形式下发，这不但在时效上存在问题，而且损失了大量的信息。面对当前的通信现状，一方面

还要继续努力改进各种通信手段尤其是辅助通信网。另一方面合理设计短时预报业务系统，使信息流通按最必需的方向传输，按最节省的方案传输。要善于选择信息，这也是一种很高的技巧，那种越多越好的传统作法应该改变，不然以目前的通信系统而言负担太重，难以满足需要。而且处理困难，使用不便，反而使预报员有信息爆炸之感。要建立以计算机为主的高速、多功能数据处理系统。目前省台已开始实施会商室改造，这个系统也应将短时预报业务考虑进去，地区一级也可用微机来进行资料处理。希望能在这方面开发出几套较好的软件系统，它不但能快速处理短时预报业务所需的各种资料，而且一定要能结合预报，甚至服务来设计成人-机对话的系统或预报专家系统。

3. 预报方法

目前0—2小时的临近预报，还主要以外推为主，关键又是雷达回波的移动路径、速度的外推。多采用雷达回波区重心的移动速度用交叉相关函数确定回波型的移动速度，利用中低对流层风速做外推等方法。这对临近预报而言，还是很有效的，但中尺度系统生成和在移动过程中的强度变化，还要靠其它辅助方法和经验来解决。广大县站在大台提供的信息基础上，利用本站资料和群众经验来做临近预报，也是有效果的。

大于3小时的甚短期预报，用外推法效果就很差，雷达对六小时以上的预报作用很低。当然不能绝对讲，还要看不同的中小尺度系统的生命史和产生的背景，来估计有效外推时间的长短。对甚短期预报，当前采用一些统计模式和概念模式，效果不理想。近几年发展迅速的中尺度细网格数值预报模式，其试验效果较好，被认为是今后发展的方向，但也存在着获取中尺度初始资料，掌握中尺度系统演变和其它尺度系统相互作用的物理模式尚不完善的困难。对我国而言，还有高速通讯和计算能力的问题。故目前这种方法还只能是研究实验，业务上采用统计和概念模式，更切合实际。

4. 服务

短时预报是应社会服务的需要而产生的，这种需要在不同的地区、不同的季节以及不同的用户之间是很不一样的。应该主动调查和宣传，不要忘记，很多用户对我们能提供服务的能力和并不熟悉，甚至如何使用这些服务也不清楚。及时、准确的预报还只具有潜在价值，其实际价值还依赖于预报内容的选取和向特殊用户介绍预报内容的方法，当然最终还决定于用户的使用能力。从某种意义上来讲，短时预报业务系统的设计，主要看用户要求如何，最终的效益要看用户的评价。美国曾经认为近一些年来气象灾害所造成损失的显著减少，主要是由于短时预报及有关服务工作的开展，而不是主要由于天气预报水平的提高，因此，如何了解和满足社会对短时预报的需要，是应很好探讨的。

服务手段上，目前较多使用的是警报系统，对某些重点用户还用终端显示。要充分利用公共宣传工具如广播、电视等，美国一但有天气警报或灾害性天气实况，就即时出现在电视屏幕上，这对服务有很大好处，又快又广泛。从我国的情况看，比较有效的办法还是逐步完善警报系统和充分发挥广大县站在第一线的服务作用。

总之，我国短时预报业务开展较早，也比较广泛。在有关的监测、通信、数据处理、预报、服务和科研等方面，都取得了明显的进展。尤其是从事天气雷达方面工作的同志，做了很大的努力。国家气象局对中小尺度天气的研究和业务服务是很重视的，短时天气预报业务比其它预报更依赖于设备，而且是性能较高的设备（如雷达），短时预报业务也比其它预报更依赖其它业务系统（如通信），也更依赖于科研，因此建设好短时预报业务系统是一个长期的、困难的工作。“七五”期间建立的四个中小尺度实验基地，今后不但为所监测地区的

短时预报业务应用,而且在研究中小尺度天气系统和预报方法等方面给大家提供参考,为推动全国短时预报业务贡献力量。

随着短时预报业务的全面展开,从长远观点看,天气服务的结构和业务方式将发生巨大的根本性的转变,这种转变将是长期的,但也要清醒地看到它的到来,美国为下一代设计的“气象业务现代化计划”就体现了这一转变。

二、近三年的主要任务

我国短时预报业务发展的方式,只能是边建设、边业务、边服务。我们既不能不顾条件和能力用搞群众运动的方式普遍上马;也不能坐等条件都具备了再开始进行,因为任何一项业务系统都是在进行中逐步完善的,何况我们的财力也不可能做到一次性投入,普遍建成。但这种搞法容易形成全国参差不齐,计划性和系统的合理性不够,整体性不强,这是要尽快克服的。近几年内,不可能在设备上大量投资,主要工作应放在优化现有系统上,为今后发展打下良好的基础,使短时预报发挥更大的效益。

(1) 省台“指挥中心”的建设。在1987年10月“全国省气象台台长会议”上,骆继宾副局长提出了要把省级气象台建成为“本省气象信息资料收集传递、加工处理、分析预报、产品输出的中心;监测追踪本省中小尺度天气、联防协作、预报警报的指挥中心”的两大任务。对短时预报而言,省台作为中心,从技术角度来看是最合适的。从本省短时预报业务系统的设计和运行控制、也有一定的条件。今后短时预报业务由省气象台直接进行技术指导,看来是可行的。

省台作为中心,除基础建设外,至少要做好以下三件事:

a. 设计本省短时预报业务系统

从探测手段、通信条件、预报能力和服务要求等来设计一个可行有效的系统。制定严密但又可行的业务流程,并用规章制度来保证它的正常运行。避免长期以来以雷达单机作战的状况,因此雷达联防组网是要优先考虑好的问题,而通信联络又是关键。

b. 在短时预报上省台要做好三步工作

第一步每日做出未来12—24小时本省灾害性天气的“展望”,作为可能产生灾害性天气的背景。这可由短期预报科根据天气图形势,卫星云图的分析,诊断场分析,数值预报产品的应用,专家系统等方法做出,并通知短时预报科。

第二步,当“展望”中出现灾害性天气的可能性,就要由短期科和短时科合作进行更进一步的分析,如分析三小时变温、变压、变露点、水汽通量辐合、层结稳定度的变化等,来确定未来6—12小时内灾害性天气发生的区域,称为“警戒区”,并由短时预报科向下通知,整个系统进入警戒状态,需要加密观测的台站要开始工作,雷达也要开机。

第三步是各个短时预报科(组)根据当地的补充资料发出未来0—6小时当地的灾害性天气警报。而省台短时预报科依靠雷达发省台直接负责区域的灾害性天气警报。这种分层次的预报方式既可避免雷达盲目开机,又根据预报能力分工合作逐步补充、各负其责。

c. 业务处与气象台合作负责短时预报的业务管理,并组织短时预报业务的总结、技术交流和业务培训,使短时预报的服务能力逐步提高。

(2) 进一步发挥天气雷达在短时预报业务中的作用。在过去的十几年内,我们在天气雷达这个领域做了大量很有成效的工作。今后还要在雷达性能的改进、雷达回波信息的处理、传输和拼图、雷达探测原理和方法等方面,继续深入研究。尤其是在雷达回波分析研究

方面，更需要广大雷达工作人员和预报人员共同下工夫进行系统的研究和总结，使其在短时预报上发挥作用。没有天气雷达，做短时预报是不可能的，但只用天气雷达也是不全面的，所以还要把雷达分析与其它预报分析方法结合在一起研究，形成一套完整的有特色的短时预报分析方法。希望在这次会议上讨论一下，气科院牵头搞一个未来雷达气象研究方面的指南，克服从前分散的自发的研究方式，有利于集中目标解决几个问题。牵涉到组织协调的问题，如区域拼图、流域拼图、上下游联防等，由业务发展司出面联系。

（3）要改造我们的通信能力，数据处理能力和服务手段。以适应短时预报业务的开展，没有这些手段的配合有效的短时预报业务是建立不起来的，那就只好发挥单机作用，打游击战了。这种改善不只是一个设备购置的问题，还有组织管理，开发应用的问题。因此各省都要有一个统一的规划。

（4）各省要在设计和实施短时预报业务系统、业务流程的同时，还要根据短时预报业务的特点和服务要求，制定好规章制度。短时预报常和灾害性天气打交道，因此责任是很大的。从今年的灾害性天气预报来看因规章制度不够完善或执行不严而造成失误还是有的。中小尺度的强对流天气在预报上是很困难的，我们还无法做到技术上不出失误，但一定要避免出责任性事故，而这主要靠严密完善的规章制度来保证。

（5）希望通过短时预报业务系统的建设，来对灾害性天气进行更好的研究，无论是天气气候统计分析，还是预报方法、预报工具和手段，都要进行广泛的分析和总结。不下工夫，不打好基础，要想取得成功是不可能的。虽然设备上我们还存在不少困难和不足，但我们有经验很丰富的预报员，这是我们的优势。在尽量采用新技术的同时，一定要充分发挥人的作用。相信通过大家几年的努力，能使短时预报业务出现一个新局面。

江苏省气象台短时预报服务系统实施方案

唐洵昌 周曾奎

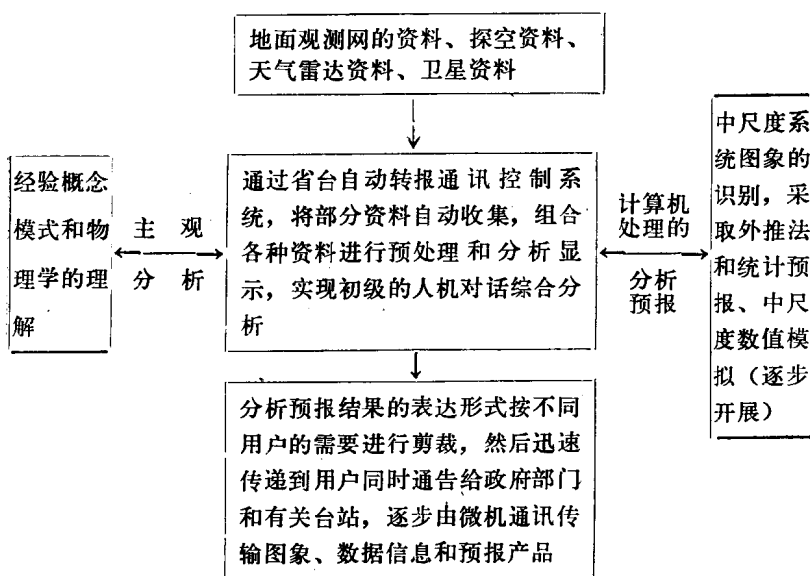
(江苏省气象台)

按不同的服务对象开展有针对性的短时预报和主动性的服务,几年来曾取得了明显的效果。但此项工作基本上以天气雷达观测为依据,实况加外推,以经验判断为主,预报方法很有限,其预报服务水平必然受到一定的限制。为使该项工作真正系统化和业务化,必须从系统工程上来研究解决。按照国家气象局要求省气象台成为各省气象系统的技术中心和指挥中心的要求,我们把建立短时预报服务系统纳入了省台业务现代化的总计划之中。

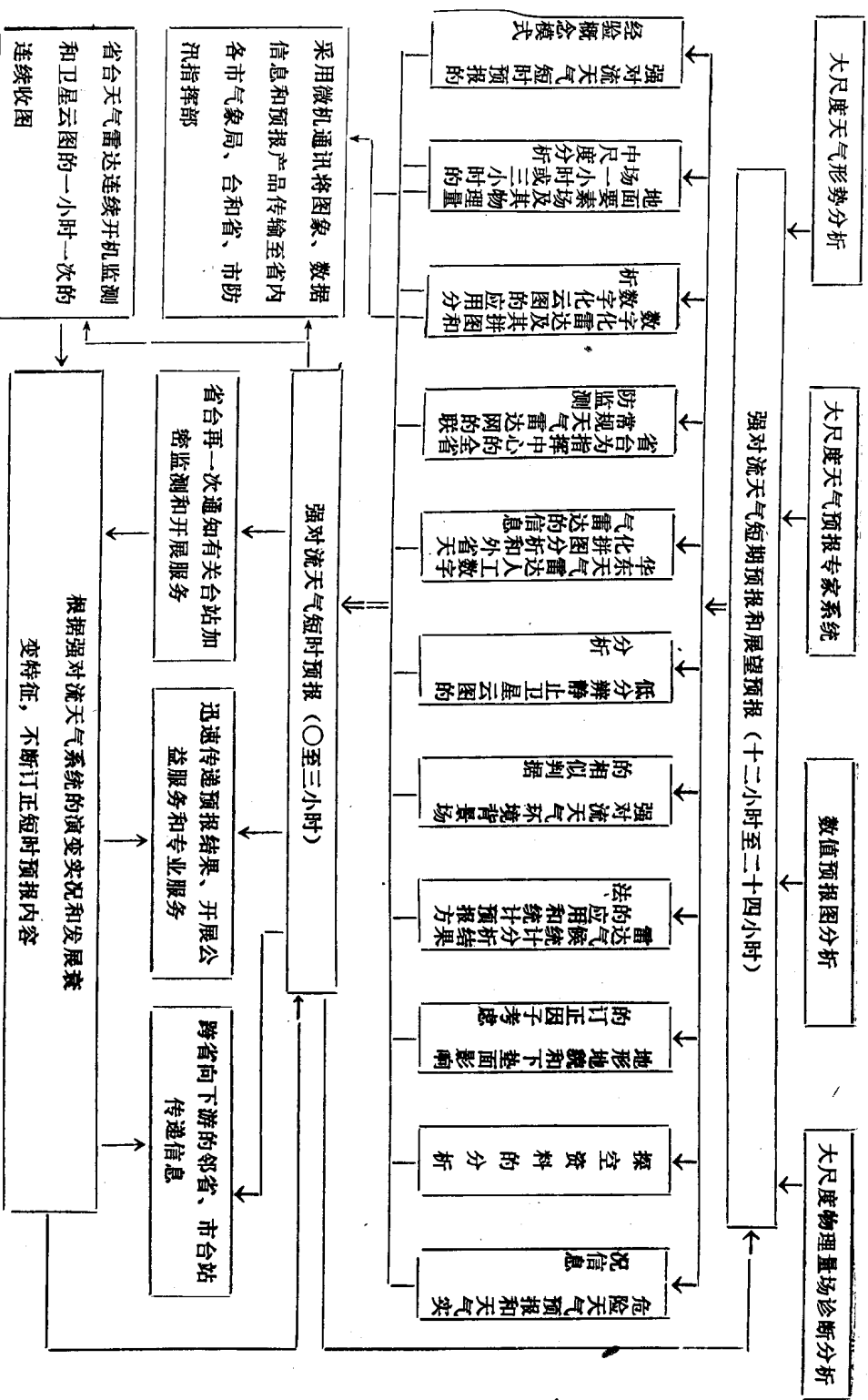
一、江苏省气象台短时预报服务系统”的思路和工作框图

系统的建立既要符合我国的国情和技术发展的现状,又要使系统具有一定的预报服务能力和水平,为此,该系统要求强化探测手段,配备现代化的探测工具和资料收集处理系统,能快速地把各种资料收集在一起进行组合,尽可能由计算机处理和分析,并将各种预报方法尽可能变成模块存贮在计算机中,初步实现人机对话综合分析,能提前二至三小时作出客观的初步定量的短时预报,基本做到定点(报到县的范围)和定时(前后相差在半小时左右)的要求,在半小时内将预报结果传递到政府部门、有关市气象局、台和县站及专业用户。

整个系统的设计思想是将探测、预报、通讯和服务作为一个技术总体来考虑,在探测上强化现有探测系统和改造一些设备,如建立数字化雷达和云图的处理设备及其合成显示,实现数字化雷达拼图,初步建立部分地区的自动气象站和雨量站探测网;在预报方法上重视客



其工作程序也可以下列方框图表示:



观线性外推与主观简单的概念模式相结合、分析预报经验和统计预报等方法相结合的综合分析,建立预报员和计算机相互配合的人机对话分析预报的工作方式;在通讯手段上不断改进,初步建立全省无线和有线网络及其警报器系统,逐步开展微机通讯。

上述基本思路可由上面方框图来表示:

该系统的实施计划可望在1990年基本完成,初步投入业务化。

二、系统主要部分的进展

1. 数字化雷达及其拼图和数字化云图的应用

现代化的天气雷达和卫星云图要求能够提供参数定量化,操作自动化,进而能定量测量降水率和降水量,还能提供出更多的信息产品,这只有通过数字化处理来实现。数字化雷达处理设备采用SDC技术(同步角度数字变换器),由微机自动控制天线,提高了原来雷达改变仰角和方位角由手动控制的精度,其处理功能不仅有PPI、RHI和1—3公里上的CAPPI(等高面平面位置显示)实时显示,还可用5分钟时间进行三维立体扫描,可得到1—20公里高度上20个CAPPI和ETPPI(回波顶高度平面分布显示)及VCS(任意垂直剖面上结构图)的准实时显示,为消除地物回波,可采用ZPPI显示,即在地物影响范围内由高仰角的PPI数据和远距离的中低仰角的PPI数据组合的显示,另有动画显示、连续显示、地图显示、四幅图同屏幕显示、局部放大显示、外推预报图(由正交相关函数法加引导气流订正制作)和估算累计雨量分布图显示等,其操作均采用人机对话方式选择,还能作近距离和远距离的有线和无线传输图象。

单部数字化雷达的观测仍然是有限的,因此我们正着手进行南京、盐城、徐州三部713雷达和连云港714雷达的数字化拼图,以每部雷达探测范围为半径240公里,四部雷达组网面积不仅可覆盖整个江苏省,而且远伸到上游省。鉴于消除地物回波的技术比较复杂,在没有很好解决以前,我们拟用1公里或2公里上的CAPPI数据来拼图,在2公里的CAPPI上已基本上无地物回波。由于目前已开通的南京至盐城、徐州和以后开通的南京至连云港的是报路,只能以75比特/分的速率通过调制解调器传输,为减少数据量,除对图象数据进行压缩处理外,我们拟用4公里×4公里的分辨率来收取CAPPI数据。

卫星云图的数字化处理设备是对其亮度以伪彩色来区别出等级的,能定量估计降水量和降水性质,便于判别出强对流天气的发生,数字化处理设备通过局部放大程序,可放大某些中小尺度系统的图象,便于分析出这些系统的生成。动画显示程序能给出几个不同时刻的云系图象使分析者直观地看出云系的生消、演变和移向移速。随着GMS静止卫星展宽云图的发送,我们准备再引进更先进的卫星云图处理设备,由此可获得一小时一次的数字化云图资料。

数字化云图和数字化雷达资料的应用既有共性又有各自的特点,卫星云图显示的范围大,便于了解天气系统整个演变过程,及早发现中尺度天气系统。但由于气象卫星在云的上空探测,往往受高云的遮蔽,对降水区的具体位置的分析会发生误差,尤其是强对流云的伪卷云部分可伸展到前方100多公里(在垂直风速切变大的情况下),使定点预报造成失误。天气雷达探测范围相对来说较小,又只能探测到反射率达到一定程度或已产生降水的云系,因而对降水区可准确地定出具体地点,又能按回波参数特征,准确地判断出天气性质。因此两者相互配合的综合分析相当重要。通过计算机处理(如投影网格的统一),已有可能将数字化云图和数字化雷达图象合成显示,其中包括可见光云图和红外云图的合成,云图和雷达

回波图与地形图及简易天气图的合成,使分析更完善,更有把握,从而提高短时预报水平。

2. 雷达气候统计分析和统计预报方法的研究

七十年代和八十年代初,雷达资料的运用基本上是以回波形态学分析为主,由实况加简单外推开展预报服务。从1983年以后,我省开展了强对流天气的雷达气候统计分析和统计预报工作,利用多年的回波资料,能分析出雷达回波(也即降水)的发生、分布和变化的气候情况及活动规律,再进一步分析出产生局地降水的气候原因,具体内容有产生回波系统的天气背景分类及主要指标、中小尺度系统的特征及其大气层结状况、高低空急流、风的垂直切变等环境条件;强对流天气及其强对流回波的时空分布(即年变化、月变化、日变化、地理分布)、回波单体和系统的生命史;强对流回波的源地及移动路径;强对流回波单体和系统的移动规律;地形与地表下垫面对强对流回波生成、发展和活动的影响;强对流回波主要参数及其有关天气因子的统计分析;强对流回波的形态特征;强对流回波的中尺度特征;及其强对流回波的触发和促发系统等。我们通过强对流天气资料统计表、强对流回波资料统计表和强对流回波演变动态图进行初始统计,由微机建立数据库,格式全省统一,这样可在省内交换使用。

在概率统计的基础上,还建立了判别和短时预报强对流天气的方程。如逐步回归法和逐步判别法,选用雷达回波因子8个,天气因子4个,建立了3至9月强对流天气的判别方程和预报方程。这两年使用检验这些方程,其效果相当好,具有客观和半定量特点,既能判别又进而能预报三种级别的对流天气,准确率达到75—95%,漏报率在0—4%,空报率只有4—25%。

3. 经验概念模式的建立和地形影响的订正因子研究

经验概念模式的具体内容即包括产生某种天气的大尺度天气背景、环境条件和气候特征(源地、路径和时空分布等);雷达回波和卫星云图的形状特征和具体参数的反映;中尺度分析的特征,例如触发和促发系统的反映,中尺度系统发展演变和移动的特征及规律,中尺度地面要素场和物理量场的反映。这些特征和量的概念又应分初生、成熟、消散三阶段。由于季节性的差异,又应分不同季节分别总结。由于天气雷达观测和卫星云图在短时预报中的特殊作用,也可单独总结不同天气类型的雷达回波模式和卫星云图模式,然后在实际工作中进行综合考虑。

地形影响的特征也是一项可以归在模式中的重要内容,即某个地形对什么样的天气起什么样的影响,这样的影响最好单独以订正因子来考虑。例如春末夏初江苏省强对流回波的源地基本上是在泰沂山区及其枣庄至徐州、宿县一线的泰沂山地余脉,皖北固镇、灵璧、泗县、五河地区,皖东风阳、嘉山、定县一带及其来安至巢湖的丘陵地带,皖南山区和江苏的宁镇山地,这些源地产生的强对流回波在一定的天气形势配合下有相应的准定常的移动路径,所谓有“雷走熟路”的移动规律,总结这样的模式使预报容易成功,还可延长时效。

4. 地面资料的中尺度分析应用

利用现有的70多个气象站(平均站间距在50公里左右)的一小时或三小时一次的自记仪器记录,来作地面要素场和物理量场的中尺度分析,以探索中小尺度系统发生发展的规律和指示特征。我省早在七十年代末期就已开展,已总结出不少有益的成果,不仅有定性分析,也有定量分析。目前我们已将此项工作转入微机计算处理和试作等值线分析,其内容有:压、温、湿(相对湿度)场及变压、变温场和流场,还有 θ_e 、 θ_{se} 、散度、涡度、水汽通量散度、能量通量散度、水平锋生因子等物理量场。结果表明,中尺度的地面要素场和物理量

场可比雷达回波提前一至三小时出现预兆,而且与雷达回波的发展和移动也有一定的指示关系。例如负变压区、流场或散度场中的辐合区、锋生区、水汽通量散度场或能量通量散度场中的辐合区既反映了中小尺度扰动的特性,又反映了对流不稳定条件的存在,因此对流回波一般都向其运动前方的辐合区移动并得到发展,反之,回波移动前方是辐散区,回波移近将减弱消散。根据我们的经验,分析流场、变压场和散度场最有指示作用,对短时预报很有用。

三、结 束 语

目前,短时天气预报的依据主要是依靠雷达回波和卫星云图图象的实况进行线性外推,但在预报服务中仍然经常出现漏报或迟报,除了少数是责任心问题外,同分析和使用人的技术素质有极大关系;同我国的天气雷达不是全天候观测,机器的性能只是国际上的六、七十年代的水平也有很大的关系。雷达联防报由于受通讯条件的限制,一份强回波警戒报或省台的加强观测指令报,要过半小时甚至1小时才能到达目的站,致使联防效果受到影响而耽误战机。预报失误的另一原因是中小尺度系统的移动决不是完全线性平移。在暴雨或冰雹云等强风暴系统中,经常出现传播现象,使定时定点的预报失败。当天气系统发展或衰弱时,预报也常失误,这是短时预报工作要进行研究的焦点之一。

其次,由于中小尺度系统的尺度小,天气现象经常发生于山区或僻野无人的地方,实况信息传不上来,出现不真实的空漏报现象。但预报服务失误的最根本原因,仍然是对中小尺度天气系统的分析水平还很低,许多发展变化的规律还未被认识,中尺度分析技术的真正业务化还有一段距离,中尺度数值模拟等中尺度动力学的工作还没有开展,这都首先取决于观测系统的改进和发展。还需要不断沟通与用户之间的关系,提高用户的应用水平,使我们的短时预报产品真正能转化为生产力,从而取得更大的社会和经济效益。