

长江中游强对流天气短时监测预报系统 业务试验方案

阮水根 戴修义

(湖北省气象局)

提 要

本文在前4年攻关研究成果和1989年预演式试验的基础上,根据湖北省实际,探讨了1990年开展长江中游灾害性天气监测预报的业务试验方案。

在国家气象局和省科委的共同支持下,湖北省承担了国家“七五”科技攻关课题——长江中上游灾害性天气监测预报研究。通过几年的研究,在一些领域取得了实质性成果,加上两台VAX系列计算机安装调试成功,以武汉为中心、宜昌和荆州为分中心的监测预报长江中游强对流天气的系统框架已经形成,初步具备了准业务试验的条件。本文将利用几年来的研究成果,参考1989年预演式试验和国外同类试验,结合攻关区段的实际,分析业务试验的目标方式、预报时域、作业流程和信息网络,初拟1990年的准业务试验方案。

一、试验的目标

中尺度天气系统产生的强天气来势猛、变化快,加之强天气预报对落区、落时、落量要求高,因此预报强天气应采用有别于天气尺度分析方法且又能捕捉中尺度系统的短时监测预报方法。

本攻关课题的目标是:致力于防汛任务重、经济发达的三峡和荆江地段(即A、B区,下同)的强对流天气短时监测和预报问题,初步建立强对流天气短时监测和预报基地,利用新技术装备和计算机系统高速采集、传输、分析、处理及实时分发大量气象信息,对中尺度灾害性天气系统进行有效监视,形成一套能投入业务系统使用的预报流程,提供或发布0—12小时强对流天气预报,尽快发挥其社会效益。

进行业务试验一是可以考察整个攻关研究能否达到预定目标和发挥总体效益;二是可以检验所建成的系统能否正常投入业务运行。根据本省和课题实际,长江中游片的攻关试验可采取以下两种方式:

1.以微机作业为主的预演式试验—在局域计算机网络投入业务运行前,利用微机制作A、B区短时预报。这种试验于1989年夏季已经进行,取得了一定成绩。

2. 以系统网络为基础的实战式试验——即以整套短时监测预报网络为基础的业务化试验。其目的是：a、对预演式试验过渡到业务化试验进行考查，看两者的衔接和移植是否成功；b、对已初步建成的短时监测预报系统作常规运行的模拟试验，评估业务操作、系统运行和预报流程的有效性、合理性及稳定性；c、采集常规和非常规气象资料，实时采集率应达到90%以上，试验结束后整理出版各种气象资料；d、对预报技术进行全面试验，作并行对比评估，考察其预报能力和可能产生的服务效益；e、摸索公开发布前的业务规程和系统管理的具体办法。

二、试验的任务和方式

武汉中心不在攻关地段里，这给业务试验带来了一定的难度，因此选择适当的试验方式非常重要。考虑到强对流天气的时间尺度、预报时效和分中心也有一定的监测手段及局地预报经验，1990年的攻关业务试验宜采取由中心和分中心分别试验的方式，试验分两级。

1. 一级试验由武汉中心实验室作出，任务是：a. 制作攻关区段的各种短时预报。武汉中心只传递预报产品和结论，指导分中心的业务试验，A区、B区短时预报的制作及其服务由各分中心负责；b. 发布加密观测指令；c. 预报制作采用与中心气象台并行的封闭方式；d. 为了不影响对外服务，双方独立制作的短时预报统一交中心台总领班，由气象台综合决定对外服务。

2. 二级试验由两个分中心作出，任务是：a. 分别负责收集A、B区的各种探测资料，并将气象信息传至武汉；b. 接收武汉中心的短时预报，结合本区采集的实时资料和使用短时预报方法，制作0—3和3—12小时短时预报，最后统一由地区台预报科综合决定对外服务；c. 试验结束作效益收集、预报评估和试验总结；d. 试验方案由分中心根据自己的实际自行设计。

三、试验范围和时间

1990年的业务试验区域仍取长江三峡和荆江段，但鉴于鄂西各站的VHF信道不好，传输有困难，因此试验区比原范围略小且稍向东偏移(图1)，仍以A、B区称谓。这样的选择主要考虑到：1. 在三峡段，有我国规模最大的水利枢纽工程；2. 宜昌以下的长江中游，尤其是荆江段河道弯曲，堤防线长，防汛任务十分繁重；3. 武汉、宜昌、恩施3部天气雷达的覆盖区能十分有效地监测A、B区的中尺度系统的发生发展；4. A、B区是我省暴雨发生频率最大的区域

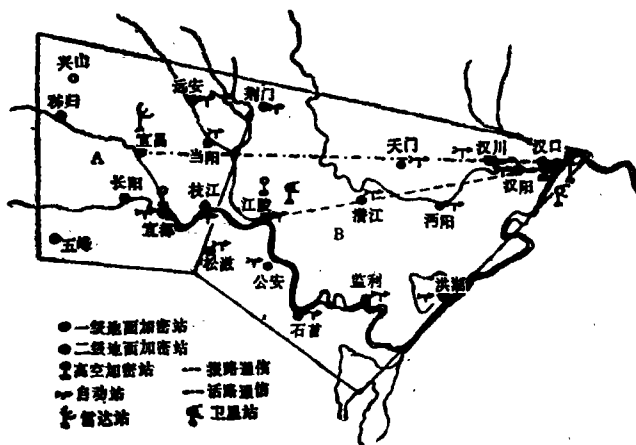


图1 业务试验区域A、B区范围和监测网络

(表1)：5. A、B区是我省发生降水量极大值的地区。

表1 全省各代表站1981—1987年 $R_{日} \geq 50\text{mm}$ 和雷暴日数

地点 项目	应山	通山	钟祥	枣阳	竹溪	黄冈	荆州	武汉	绿葱坡	恩施	五峰	宜昌	洪湖
5—9月暴雨日数	20	21	20	15	8	27	21	27	47	32	30	22	26
6—7月暴雨日数	11	13	10	7	5	15	7	15	21	20	22	13	15
6—7月雷暴日数	84	110	82	58	55	105	89	78	114	116	100	132	83

试验期的确定对科学地考察短时监测预报系统、评价效果和合理使用有限的财力、物力至关重要。为使1990年的攻关业务试验更有代表性，更加客观严密，我们从攻关试验区的暴雨及雨量、旬降水量和历年日平均降水量三个方面进行天气气候分析，以便确

表2 试验区暴雨 $R_{日} \geq 50\text{mm}$ 在各月出现次数(1981—1987年)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
五峰	1		1	3	3	7	4			1		
宜昌				3	8	11	8	2		2		

定最佳试验期：1.从表2知，代表站宜昌和五峰5—7月暴雨次数较多，8月雨日次数锐减，而宜昌和荆州两站夏季雨量比重大，尤其是6—7月降水超过年雨量1/4，宜昌超过了30%。2.作旬降水量分析还可以看到(图略)，A、B区内6月下旬至7月中旬是次多雨期。据分析，A区1958年—1980年3月下旬—5月中旬各站平均雨量 $\geq 30\text{mm}$ 的暴雨

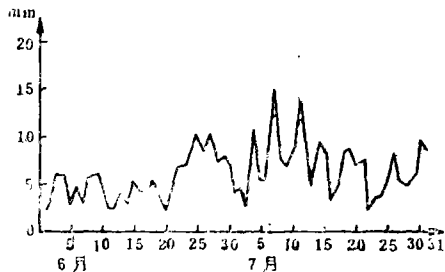


图2 攻关区(宜昌)6—7月日平均降水量

过程有80%以上发生在4月中旬后。该区的多雨是由于春末夏初的冷暖空气活动频繁，副热带系统逐渐北抬加强，甚至发生强天气。3.由图2可见，宜昌6月22日—7月21日为日平均降水量稳定 $\geq 7\text{mm}$ 的时期。此外，统计结果表明，4月中旬后也是A、B区发生雷暴大风、冰雹和降水的相对集中期。

综上所述，在1990年的业务试验中，预报对象的重点是暴雨，同时应兼顾雷暴大风及冰雹。试验日期以4月11日—5月15日、6月20日—7月20日及8月1日—8月15日为宜。

四、准业务试验的预报时段和区域

国外一些短时监测预报系统把预报时段适当展宽，把单点预报扩成有一定大小的预报区，明显改善了预报精度。统计多年宜昌站6月15日—7月15日 $\geq 20.0\text{mm}$ 和 ≥ 50.0

mm降水的平均气候概率, 1小时分别为0.12%和0.01%左右, 3小时为0.49%、0.07%, 6小时为1.2%、0.28%。这说明制作1—6小时单站暴雨短时预报的难度很大。如果把预报范围扩展为一区域, 以A区 $\geq 20.0\text{mm}$ 和 $\geq 50.0\text{mm}$ 降水为例, 1小时气候概率比单站有提高, 3小时分别提高了3.5倍和1.5倍, 6小时提高了5倍和3倍, 12小时气候概率已提高为34.2%和6.4%。由此可见, 扩大预报区域后, 降水气候概率有了较大提高, 强降水预报成为可能, 完全可以把短时预报时段分成0—3小时以及3—12小时两段。

通过以上分析, 业务试验在空间上可分成3种尺度进行: 一是省级尺度, 根据有限区域数值预报和其他超短期方法, 制作全省范围的短期和潜势展望预报; 二是基地级尺度, 用攻关研制的各种预报方法和卫星雷达资料制作整个试验区的短时预报; 三是小区级尺度, 即图1中的A、B区尺度。分中心可应用短时预报方法和局地预报经验, 分别制作A、B区的短时天气预报。

为了比较客观地确定1天中短时预报的发布次数和发布时刻, 我们作了多年平均暴雨、雷暴大风和飏线逐时变化统计。结果表明, A、B区合成暴雨次数在24小时内出现3个峰值, 分别在18—20、22—24和6—8时。A区(宜昌)的峰值出现时刻略早, 在14—16、23和4—6时, 午后的峰值不太明显, 而上半夜的峰值大, 所跨时间亦宽, 为20—24时; B区(荆州)的峰值在18—20、2—4和10—12时。显然B区暴雨次数少, 时间晚, 后半夜的峰值也不太明显, 而上半暴雨较常见。雷暴大风和飏线的出现次数的逐时变化(图略)有一个主峰值和一个次峰值, 与暴雨的前两个峰值相对应, 分别出现在17时左右和23时。由此得到3点初步结论:

1. 从展望预报(3—12小时)和临近预报(0—3小时)结合上考虑, 并注意到A、B区暴雨的夜间多发性, 短时预报时段选在11:30—22:30比较合适。

2. 从天气气候角度说, 以1天作3次短时预报为佳。第一次在11:30—12:30, 作短时预报; 第二次在16:00—17:00, 作展望预报和临近预报; 第三次在21:00—22:30, 作展望预报和临近预报。

3. 不能忽视B区10—12小时的暴雨发生。从预报时段的覆盖上考虑, 为了不漏掉强天气过程, 可以根据当时天气在每天8:00—9:00作12—24小时的短期背景预报的同时, 不固定地制作和发布临近预报。天气警报可随时发布。

五、监测网络和资料来源

有效地预报中尺度天气发生的必要条件是组建有一定密度的中尺度天气监测网(图1)。监测工具有天气雷达、卫星、自动站、雨量点和加密的高空, 地面天气气候站。由图3可见, 制作短时预报的资料归纳起来有两类: 一类是通过上述监测网络采集雷达、卫星及试验区的高低空加密资料, 另一类是通过区域中心9600BPS中高速线路, 收集BQS的各种气象报告、格点值、图形资料和预报产品。这两类资料构成了准业务试验的资料来源。对它们的具体要求和规定是:

1. 天气雷达网: 由武汉和宜昌两部数字化天气雷达组网, 对试验区的中尺度系统进行识别和跟踪。宜昌雷达至少每1小时向武汉中心传送回波图1—2次, 每次1张。武

3. 3—12小时的强降水预报专家系统。该方法是将甚短期预报指标和专家知识通过数字模式译成计算机语言, 作为客观的VSRF预报。 4. 有限区域中尺度暴雨数值预报。数值模式是从中科院引进的, 垂直分层为5层, 格距50千米。这个模式考虑了一些物理过程, 主要模拟了暴雨天气系统的发生发展, 并用作预报江淮流域的短期预报和6—12小时A、B区的超短期暴雨预报。 5. 其他预报方法。包括: (1) 用北京数值预报和区域中心数值预报的中间产品建立MOS方程, 制作A、B区6—12小时强降水预报; (2) 综合方法, 即用多指标检索、综合作甚短期强天气预报。

由上述5类预报方法, 在业务试验中可获得11种预报产品: 1. 雷达回波外推0—3小时雨量及回波移动路径; 2. 卫星云图外推0—3小时雨量及0—6小时雨量; 3. 卫星云图估计0—3小时雨量; 4. 卫星云图概念模型判断0—3小时有无强降水; 5. 甚短期专家系统预报3—12小时有无强降水; 6. MOS方程预报3—12小时有无强降水; 7. 有限区域数值模式预报6—12小时A、B区暴雨落区; 8. 卫星云图外推3—12小时雨量; 9. 高低空和地面物理量场分析判断3—12小时有无强降水; 10. 综合指标法预报3—12小时强降水预报; 11. 中尺度系统概念模型判断3—12小时有无强降水。

七、作业时序和预报流程

针对准业务试验的任务方式、预报时域、信息网络和方法产品, 应用系统工程的观点分析不同问题的属性, 可以设计出以时间为轴的三维结构图。图4是攻关中心试验

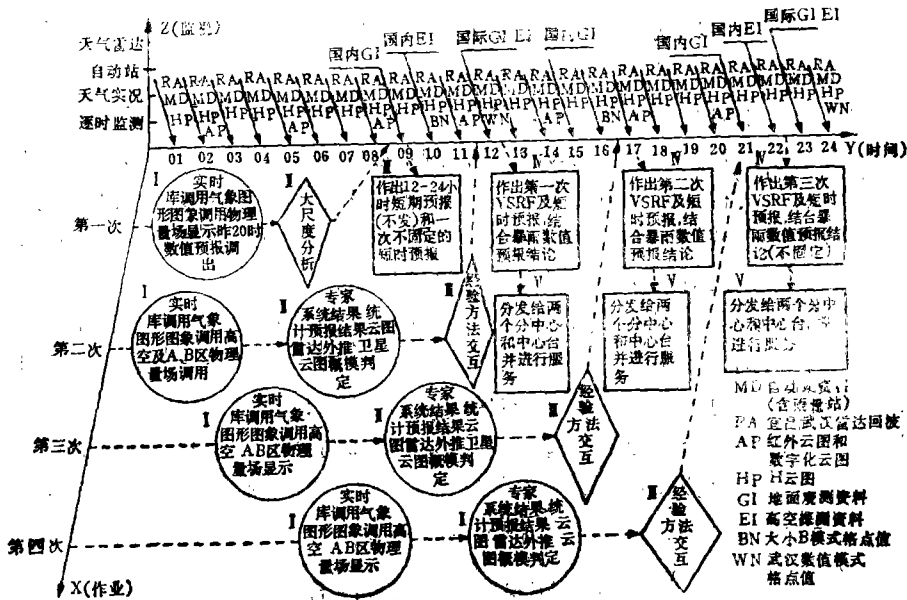


图4 作业时序工程图

室作业时序工程图。图中X轴是预报作业坐标, 为短时预报员提供了制作每次预报的作业内容、方式和次序; Y轴是值班时间坐标, 只列1天(即周期), 时间刻度为1小时, 数分钟至数十分钟的作业可内插; Z轴是天气监测坐标, 已标出了逐时有何种监测资

料。此外，还包括未直接输入的加密的天气雷达、自动气象站资料和天气实况。显然，在设计出作业时度工程图后，制定一个适用于短时监测预报业务系统运行的预报决策程

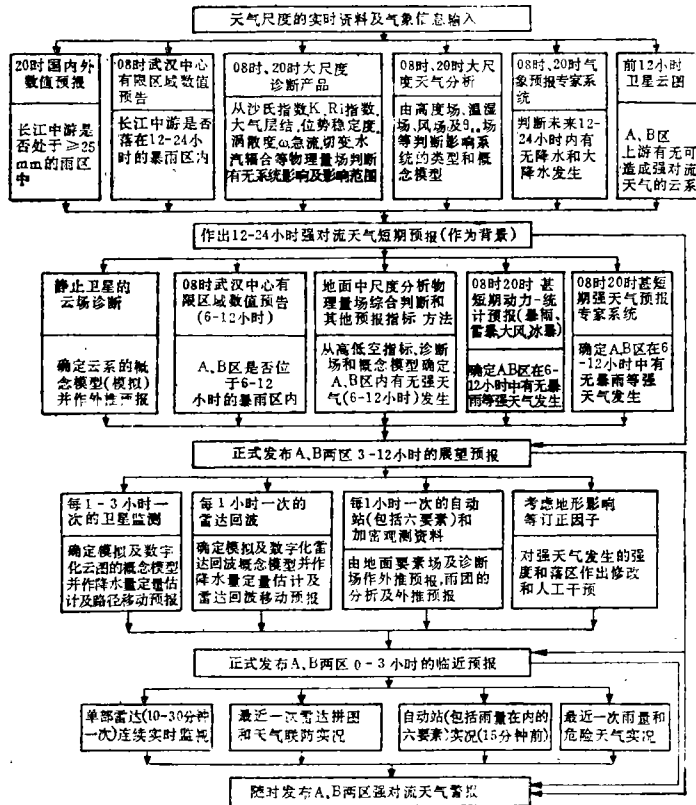


图5 长江中游短时预报业务工作流程图

序对强天气预报关系重大。图5是根据我省和A、B区的特点设计的1990年灾害性天气监测预报业务流程图。按图5，可将发布业务试验预报分成4个部分：

1. 12—24小时短期预报：通过分析大尺度数值预报结果、天气形势、卫星云团和大尺度物理量场，判断有无对流天气系统的影响，同时运行5层斜压模式及大尺度专家系统程序。在综合主客观结论后，作出12—24小时A、B区有无强天气发生的背景预报。

2. 3—12小时甚短期预报：基于短期预报和收集到的尺度较小的气象资料，作地面要素场及其物理量场的中尺度分析，诊断卫星云图和雷达向波且确定其概念模型；同时使用6—12小时的有限区域数值预报和甚短期专家系统及统计预报的结论。在作适当人工修正后，制作3—12小时A、B区强对流天气预报。这是正式发布的展望预报。

3. 0—3小时临近预报：在上述预报的基础上，充分利用中尺度分析和实时监测的卫星云图、雷达回波及加密资料，通过天气学分析和雷达、卫星云图的概念模型的判断以及反馈的短时天气信息，由计算机实现客观定量地作出0—3小时的临近预报。

4. 随时发布灾害性天气警报。它主要是利用调密的临近气象信息、跟踪资料以及天

气实况作出反映迅速的天气警报,并可随时发布,对外进行现场服务。

八、试验机构和评分总结

参照国外同类试验,1990年准业务试验拟成立试验领导组、协调指挥组、系统运行组、短时预报组和检验评分组。分中心也可根据自己的实际,成立指挥组和预报组,具体负责本区的试验工作。

领导组的职责是对准业务试验进行全面领导,协调参试单位和专题之间的关系,解决业务试验的重大问题。指挥组的职责是落实领导组的决策;制定业务试验的具体规定和办法;召集预报组和运行组分析讨论前一天试验情况,决定当日试验结束时间;作好中心与分中心的指导和协调。运行组的职责是保证探测仪器、传输路线和计算机系统的正常运转。预报组的职责是,总结前一天的预报情况;制作当日的短期预报、短时预报和各种预警报;签发各类预警报。评分组的职责是逐日对预报组前一天的预报和气象台的同类预报进行验证和对比评分。

1990年准业务试验的评分和总结,从突出攻关方向和完成课题的考核目标上着眼,只对强对流天气和系统运行进行考核和总结。评定的范围为一级加密观测区,二级加密观测区只作服务效果检验。预报评分暂采用技巧评分法,服务效益由武汉中心气象台和地区气象台按常规方式收集比较,业务系统的考查主要通过工程项目的验收和运行状态来核定。

业务试验结束后,预报组和运行组作技术总结,评分组写出检验报告,然后由课题组进行全面总结。

AN OPERATIONAL EXPERIMENT SCHEME FOR THE SEVERE CONVECTIVE WEATHER MONITORING AND NOWCASTING SYSTEM OVER THE MIDDLE REACHES OF THE CHANGJIANG RIVER

Ruan Shuigen* Dai Xiuyi*

ABSTRACT

Based on the findings from our studies in the past four years, examinations are made of the operational experiment scheme started in 1990 for monitoring and forecasting severe convective weather over the middle reaches of the Changjiang River.

* Affiliated with the Hubei Provincial Meteorological Bureau