

短时监测预报业务系统初步设计

阮水根 戴修义

(湖北省气象局)

提 要

本文应用系统工程原理,分析讨论了业务试验期间攻关区段及本省强对流天气短时监测预报系统的功能、要求和两种可供选择的计算机网络结构。最后提出了灾害性天气短时监测预报业务系统的初步设计。

强对流天气短时监测预报无论在理论上还是在业务上都是一个难题,它涉及到监测、通信、预报,其中特别是数据处理的计算机及其网络技术。目前,国外已有一些国家开展了同类试验研究,国内一些地区和单位也正在研究这一问题。很明显,实现75-09-02-4课题的攻关目标,难度很大,从监测预报研究到系统设计都有不少问题需要探索研究。当务之急是必须设计和建立有自己特色,紧密结合我省省情和攻关区段实际,又能够投入1990年准业务试验^[1]的一个稳定可靠、客观定量、自动化程度较高的强天气短时监测预报业务系统以及与武汉区域中心实时预报业务系统(简称STYS,以下同)相联结的计算机网络。

一、重点和思路

强天气短时监测和预报研究的重点是:

1. 建立包括雷达、卫星及自动站在内的短时天气监测网,以便有效地对长江中游的灾害性天气进行监测;
2. 通过实时采集、快速传输和处理分析各种监测资料,建立和完善实时资料库和图形图象工作站;
3. 采用中尺度分析方法,研制一套客观定量能投入业务的短时预报方法和建立中尺度数值预报系统;
4. 对灾害性天气短时监测和预报业务系统化,并进行准业务试验。

由于“七五”攻关课题的最终目标是初步建成长江中游强对流天气短时监测预报基地,完成一个能投入日常运行的短时预报业务系统,所以课题研究既涉及配备设备、打通信道,又涉及短时预报业务的方法研制和系统化。这就要求业务系统必须考虑到实用快速、协调有序、稳定可靠,并立足于现有的技术装备,充分利用区域中心的条件,并

以区域中心STYS总体设计为蓝图^{*}, 不搞重复建设, 进行科学开发及联接, 使其具有一定的适用性和先进性。同时应注意以满足不同用户的需要为重点, 研制适应短时预报需要的快速传输及分发技术, 主动及时地为用户服务。

二、系统的功能和结构

这里设计的灾害性天气短时监测预报业务系统, 在“七五”期间是为科技攻关及其准业务试验所用的系统, “八五”可成为武汉区域中心STYS中的一个子系统。因此, 系统设计应采用与区域中心STYS相同的功能分布式设计, 其技术设计: 如计算机网络、分系统结构、数据规格(包括电报、图形、图象)、输入输出及信息流量、语言等也都与区域中心STYS相同。该系统由五个分系统组成(见图1), 它的总体功能要求短时

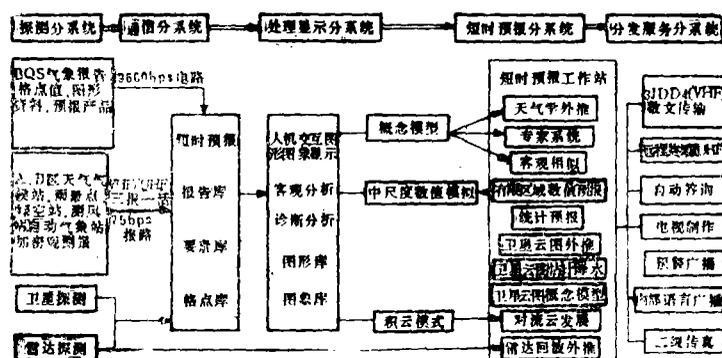


图1 短时天气监测预报业务系统图

预报方法客观定量, 整个业务操作流程从采集资料→通信传输→数据接收→储存加工→检索显示→产品分发→服务用户, 实现自动化。各分系统的功能为:

1. 探测分系统: 用于采集数字化天气雷达和数字化卫星云图资料, 提供地面天气气候站、自动气象站、雨量站的加密观测资料和高空观测资料。

2. 通信分系统: 包括VHF/UHF辅助通信网和部分已开通的有线电路, 能快速传输收集探测资料, 实时在PDP11/44计算机上进行加工, 建立公报、报告库, 以及满足中尺度分析和预报需要的要素库、格点库。

3. 图形、图象显示分系统: 用MVAX3520和IBM-PC机分别定时处理本区域及BQS传来的常规信息、格点值及图形图象资料, 建立图形图象库, 最终实现显示打印并能进行人机交互分析。

4. 短时预报分系统: 用MVAX-3600机(在以太计算机网络上)进行格距为50km的中尺度数值模式计算, 并利用MVAX-3520计算机建立短时预报程序, 完成雷达回波及卫星云系的客观线性、非线性外推, 次天气尺度或中尺度系统概念模型的确定, 专家系统, 动力统计预报的制作。

5. 服务分发分系统: 利用警报器、远程终端及高频电话, 自动快速地向用户分发、提供天气实况资料, 中尺度分析和短时预报(包括文字、图形、图象)产品。

*武汉区域气象中心实时业务系统技术方案, 区域中心技术方案设计组, 1989.7

-三、几个部分的技术说明

1. 资料处理 由表1可见, 资料的采集和来源分5种11项, 它的处理和时间分辨率可基本适应短时预报的需要。

表1 资料收集功能表

资料名称	来源	频次	
(一) 常规资料	1. 高空报	BQS	12小时一次
	2. 地面报	BQS	6小时一次
	3. 格点报	BQS	24小时一次
	4. 区域小图报		3或6小时一次
	5. 全省小图报	全省各气象台站	08、14时各一次
(二) 加密资料	1. 自动雨量站	水文站、自动雨量站	1小时一次亦可随时采集
	2. A、B区地面加密 观测报	A、B区天气气候站	1小时一次
(三) 自动气象站资料压、温、湿、风向、风速、降水等六要素气象报	A、B区自动气象站	1小时一至二次	
(四) 雷达资料	1. 彩色回波图数字化资料	武汉WR S-81S天气雷达	可随时提供10分钟传送一张图
	2. 彩色回波图数字化资料	宜昌713天气雷达	1小时一至二次
(五) 卫星云图资料 彩色云图、数字资料	武汉中心台GMS接收站	H图 1小时一次 A图 3小时一次	

A. 常规资料处理: 对常规资料有两种处理方式, 即客观分析和诊断分析。客观分析指将台站资料作纠错、补漏等处理后插值到标准网格上, 诊断分析指计算各种物理量产品, 主要有: ①标准等压面高度场、温度场、湿度场显示和绘图; ②剖面图显示、绘图; ③探空曲线显示、绘图; ④高空75站10层的各种物理量计算、打印; ⑤地面125站的各种物理量计算、打印。

B. 地面天气气候站和六要素自动气象站加密观测资料处理: 完成A、B区上述地面资料散度、涡度、总温度等物理量计算、打印, 雨量固定时段求和、滑动时段求和。

C. 雷达、卫星资料处理: ①WMS辅助处理, 由专用计算机, 对武汉天气雷达原始数字化资料进行辅助处理, 生成二次图象产品。②雷达拼图, 首先将武汉数字化雷达和宜昌713雷达实时同步观测到的资料, 拼成大面积区域的回波图。尔后, 逐步将长沙、恩施、邵阳雷达联网扩大拼图范围。③卫星云图资料直接由区域中心卫星系统处理后上网, 传给短时预报工作站。

2. 实时资料库 实时资料库(WMDB)目前是以管理气象公报、报告及要素为主的公报子库(BSDB)、报告子库(RSDB)及要素子库(ESDB)组成。库资料来源于区域中心转报系统, 范围为15—75°N, 70—135°E, 硬件支持环境为: PDP11/44计算机、磁

盘12M、磁带机, 宽行打印机和同步异步通信线路接口、终端; 软件支持环境为: RSX-11M-Plus实时多任务操作系统, FORTRAN语言、MACRO-11汇编语言及C语言。经开发, 该库具有21项功能。

WMDB软件结构见图2, 有实时资料收集、输入数据处理、报告格式检查、数据

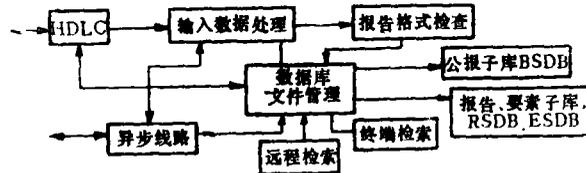


图2 WMDB功能框图

库文件管理和用户(终端及远程)检索五部分构成。实时资料收集任务是负责管理各种类型的电路, 收集由这些电路输入的大中尺度实时气象资料, 以512字节作为一块, 批量提交给后续任务; 输入数据处理任务具有两种工作状态: 工作态和挂起态, 任务是将实时资料提交数据块进行加工处理, 识别其报头, 进行报头合法性和日期时间组检查, 对出错报, 由人工修改和补正。报告格式检查任务也有两种工作状态, 任务是对实时气象公报作精加工, 先进行格式检查, 同时将报告的站号与工作站表进行比较后, 提交给后续任务。数据库文件管理任务分别负责BSDB、RSDB、ESDB及库内容的更新、清除、转贮初始化等, 同时对数据存贮进行管理。局地、远程终端检索任务是接收用户通过终端发送而来的远程检索命令, 并对命令进行语法检查。

WMDB中各子库的数据管理方法均是通过三级索引来实现的。如实时公报进入BSDB, 一级索引为在内存区建报头索引表, 二级索引为磁盘上建公报规格块, 三级索引为公报正文存贮。

3. 图形、图象处理 图形、图象工作站有两类: 一类是以MVAX-3520为主要装备的图形图象处理系统, 能综合卫星、雷达、常规站和自动站网的多种监测信息, 对各种尺度的灾害性天气都有时效较快, 分辨率较高的诊断能力。这个工作站实质上是图形图象处理和短时预报工作站的集合, 应具备业务化所必须的基本业务系统软件, 包括中尺度资料库、图形图象库及其处理系统, 客观分析, 物理量计算, 中尺度数值模拟和各种尺度预报方法。另一类是以CHIPS 386为主要装备的图象系统, 能实现长江中游多部数字化天气雷达的收集处理、自动拼图和多种产品的叠加。

在攻关阶段, 上述系统以监视预报中尺度天气为主要对象, 要求在报到齐后的数分钟内对包括自动站网在内的各种资料实现客观分析以及图形显示, 实时传递显示卫星和雷达图象。在1990年的准业务试验中, 设计采用两级工作站, 攻关中心用大型人机交互系统(MVAX-3520)。分中心使用小型人机交互系统(IBM-PC 286)。

大型人机交互系统包括图形和图象处理。其中图形部分的结构分为控制、制图和显示三个模块, 制图支持软件的核心是经开发后的NCAR绘图软件包。该包具有格点资料、无规则分布资料的等值线绘制, 各种底图制作、色彩(16色)控制、字符绘制、流线分析等几十种功能。MVAX-3520机上的图象主要通过长江中游数字化天气雷达网和区域

中心卫星系统传输得到，有图象和数据资料。既可实时显示，也可通过图象软件包的再开发后输出并建立图象库，还可对图象进行重叠组合和交互分析。

4. 短时预报 图1已经绘出了短时预报分系统。该分系统在短时预报工作站实现运行，由10个子系统组成。每个子系统为一个子程序，也是一个独立的短时预报方法。这10个子程序构筑成一个短时预报程序库(集)。每种预报方法的程序设计均采用模块结构。

用数字化卫星资料作客观定量短时降水预报方法由九个模块组成(见图3)，具有资料处理、降水移动路径与降水量计算、预报产品输出三种功能。由图可见，其任务是把卫星图象数据和地面加密报、高空报从DECNET网络上及卫星资料和地面雨量场估计A、B区有无降水及降水强度。再用卫星、雷达回波移动及探空资料估计降水云团的移动路径。依据降水强度的路径积分，计算攻关区(或预报区)内0—3小时非均匀场降水量和用概念模式求出随体积变化降水量，最后输出打印降水预报图和单点累计降水量曲线图。软件设计采用BASIC语言和宏汇编语言。

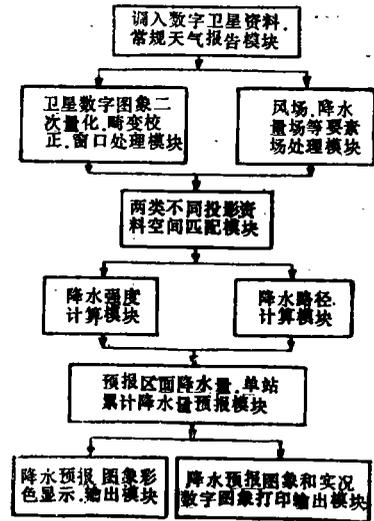


图3 数字化卫星资料定量预报降水结构框图

四、系统的计算机网络结构

本系统采用的计算机网络就是武汉区域中心STYS设计的Ethernet局域计算机网

表2 第一种组网方案的计算机任务分工

计算机序号	计算机型号	任 务 分 工
1	PDP 11/44	常规资料、地面加密站、自动气象站资料的收集、实时资料库
2	PDP 11/44	
3	PDP 11/44	雷达资料处理
4	MVAX3600	常规资料处理、要素库、场库、诊断分析、数值预报
5	MVAX3520	图形图象工作站、客观分析、(人机交互系统)
6	CHIPS 386	雷达拼图
7	CHIPS 386	雷达图象辅助处理
8	GW-0520CH	同步卫星数字化处理
9	IBM-PC/AT	自动雨量站、中央站
10	AST-286	短时预报工作站
11	IBM-PC/XT	产品分发、远程终端
12	IBM-PC/XT	公众服务、专业服务
13	CAD 286	宜昌分中心人机交互系统
14	CAD 286	荆州分中心人机交互系统
15	GW 0520	荆州远程图形图象终端

络*。这种局地网用Ether段的同轴电缆及以太网接口将计算机连接起来,传输速率为10M比特/秒。在以太网中, H₄₀₀₀收发器完成数据接收与发送等工作,以太网接口完成交换数据的编码、解码等工作;硬件完成数据链路和物理链路层工作,其它工作由网络软件完成。该网络能自动、迅速准确地进行数据传输和资源共享。联入局域网的计算机有一台MVAX 3600,一台MVAX 3520,三台PDP11/44和十台PC微机,各计算机的任务分工见表2。系统网络结构见图4。

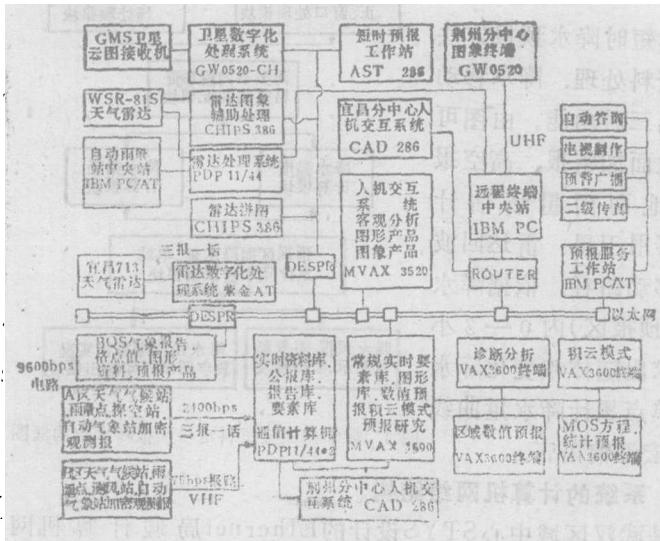


图4 短时天气监测预报业务系统计算机网络

从准业务试验需要考虑,网络的主机MVAX 3600和MVAX 3520都应在1990年4月(至迟在5月底)前完成联网和主要运行软件的开发工作,以便按时投入准业务试验。但由于这两台主机,尤其是MVAX 3520到货较晚,从安装调试、联网、软件开发到投入正常业务运行,尚需一个较长时期。为保证试验的正常运行,我们还设计了一个备份方案(图略)。该方案基于大型人机交互系统的主机MVAX 3520不能按期投入应用,则用

小型人机交互系统和实时接收BQS的各类气象图形暂时代替MVAX 3520。考虑到小型人机交互系统的信息容量和处理速度适应不了短时预报需要,可用PC微机分担部分图象处理任务。

五、系统观念和系统管理

本文所言及的系统涉及大气探测、气象通信、信息资料处理、数值模式设计试验、天气分析、预报服务等多个专业。它不仅包含工程因素,而且包含经济因素,人和社会环境因素,是一个多输入且多输出的自动化大型气象工程(含非工程)系统。因此,不仅设计和建设业务系统要采用系统工程的基本方法,而且系统的试验和运行也要用系统工程的理论作指导。因此,我们认为当前最紧要的是:

1. 参与系统建设的各专题,均应增强大系统意识,树立系统化观念,加强协作。分系统的研究与实施也要从充分发挥全系统的优势出发,以实现全系统的功能大于分系统功能之和的目标。

2. 各专题尤其是工程项目应抢时间、争速度,争取在准业务试验前完成组网和研制任务。否则将产生三种损失:一是延长全系统建设周期,造成费用损失;二是影响后续系统建设的损失;三是丧失系统发挥社会效益的损失。

* 武汉区域气象中心实验业务系统技术方案,区域中心技术方案设计组,1989.7

3. 近期，已发现某些开发工作，有几个专题同时在搞。这样做，既会造成人力和时间的浪费，又会产生高级重复劳动。在即将开展准业务试验前，应避免重复研制，集中力量，进行难点攻关。这是系统工程的需要。

4. 从1989年预演式试验看，一些“接口”即专题之间的“结合部”没有研制，造成一环未扣，全套松弛的状况。目前，应在保证资源共享、传输资料的同时，打破专题界限，联合研究，解决“接口”问题。

5. 重视计算机网络管理。一是加强硬设备和计算机的监控、维护，保证硬件的正常运转，关键设备应有备份件；二是软件开发应遵循标准化、规范化和程序化的原则，作到调用方法、产品内容和设计程序等公开共用；三是加强系统运行的制度建设和执行，要求网络上数据格式统一透明，各种数据资料上网，实现资源共享。

由于本文是一个总体的技术设计，因此，系统的试验和运行，应在实践中考验和完善，在建设中修改和补充，以取得最佳效益。

参 考 文 献

- [1] 阮水根、戴修义，强对流天气短时监测预报系统业务试验的初步研究，本期学报。

A PRELIMINARY DESIGN OF THE OPERATIONAL MONITORING AND NOWCASTING SYSTEM FOR SEVERE CONVECTIVE WEATHER

Ruan Shuigen* Dai Xiuyi*

ABSTARCT

On the system engineering principle, studies are made of the functions, requirements and two alternative computer networks of the operational monitoring and nowcasting system for the severe convective weather during the experiment period of 1990. Finally, a preliminary design is proposed for the real-time operational severe convective weather monitoring and nowcasting system and the structure of the computer network.

*Affiliated with the Hubei Provincial Meteorological Bureau