

上海天气预报实时业务系统的总体设计

朱永提

(上海市气象局)

提 要

本文介绍了上海市气象局的天气预报实时业务系统。这是近10年来我国气象业务现代化建设的一个范例。

一、引言

近10年来,各级气象部门在现代化建设方面取得了不同程度的进展,微机已基本普及到省、地气象台,许多台站都装备了一些先进的仪器设备。然而,由于设备的软、硬件互不关联,各具封闭性,整体效益还没有充分发挥。针对这种现状,国家气象局部署各省、直辖市气象台于七·五期间逐步建成天气预报实时业务系统(简称STYS),为后10年天气预报的重大变革创造条件。推行STYS建设是天气预报从手工操作方式的半定性、半定量预报方法向客观、定量自动化方式转变的又一重大措施。

二、上海STYS的组成及其设计功能

根据上海的实际情况,并考虑承担的重点科技攻关项目(短时灾害性天气监测、预报、服务系统)的要求,我们拟定了五个分系统的功能,具体要求如下:

1. 实时资料收、转、发分系统(简称资料收、发分系统) 其主要功能包括两个方面,其一是作为全国气象通讯系统的一个区域通讯枢纽,实现与北京气象中心、广州、武汉、沈阳等区域气象中心和责任区省级气象台的计算机数据传输,传输速率为2400—300BPS,与省级气象台的通讯可利用三报一话的话路来实现。目标是从国家气

象中心收集尽可能多的可作为诊断分析基础的有用信息,同时将更多的实时信息传输给省级气象台,使更多的预报员从计算机通讯中获益;其二是收集长江三角洲自动气象站网的加密观测资料,这些资料为中尺度天气系统诊断分析的基础和短时灾害性天气预报的背景。同时将这些资料转发给长江三角洲地区监测、预报分中心,充分发挥短时灾害性天气预、警报联防的作用。第一功能由PDP-11/44小型计算机实现,第二功能部分由IBM-PC/XT微机经UHF信道实现(即自动站网资料的收集),部分由PDP-11/44计算机实现(即华东区部分航空场站的天气报告的收集)。

2. 实时及历史资料库管理及检索分系统(简称资料库分系统) 实时资料库用于储存最近五天期间收集到的常规与非常规实时资料及其加工产品(指国内外的数值分析和预报格点资料)。按区域中心预报业务的要求,实时资料库应包括气象要素库(即对天气报告进行分类处理后的加工产品,按观测类别又划分为高空要素库和地面要素库)、格点资料库(存储北京气象中心、欧洲中期天气预报中心、日本气象厅、美国国家气象中心的分析和预报格点值)以及非常规天气报告库(包括热带气旋报告、卫星探测报告、浮标站天气报告、飞行报告、雷达观测

报告等)。资料库的调用方式应具有终端检索和程序调用两种,前者可为预报员(或领导部门)在智能工作站上经网络(或经市话网)检索实时气象资料提供方便,而后者可供分析分系统、预报分系统和服务分系统调用,以制作诊断分析、预报和服务产品。

根据测站时、空范围的不同,实时资料库分为大尺度库和中尺度库,后者主要存储长江三角洲自动站网的实时资料和卫星云图、雷达回波数字资料,供短时预报和短期预报工作站调用,前者存储基本站网的常规实时资料,主要供短期和中期预报工作站调用,也可用作短时预报的背景资料。同时,二者又为微机控制的实时填绘和分析天气图提供了资料来源。

实时资料库建立在VAX-11/780的RA81和VAX3500工作站的RA70硬磁盘上,网络上的节点机或终端均可调用。

历史资料库存储压缩处理后的部分实时资料库内容,其中大部分以磁带为载体,信息量不大的(例如上海的气候资料)可存储在硬磁盘上。历史资料库包括气候资料(华东区)和天气资料(如热带气旋、温带气旋、上海地区暴雨等)。历史资料库在实时预报业务制作过程中和预报决策中具有重要作用,因此应具有较强的终端检索功能,为预报员和领导部门提供气候分析背景。

3. 分析和图形显示分系统(简称图形分系统) 系统对实时资料库提供的大量信息进行诊断分析,包括计算各种物理量和图形分析,并建立图形库(制作各种要素或物理量分布图,国内、外预报中心的分析和预报图,24小时变压图,降水量分布图,空间剖面图,探空曲线等辅助图),使预报员能获得更多的有关天气系统、环流形势背景、锋面结构、雷达回波结构、大气空间状况、能量分布、系统的时空演变等实况图象,大大提高实时信息的应用时效。图形库中的部分可作为区域中心发布的指导产品。

这一分系统的产品大部分以图形文件形式储存,以便预报员在工作站智能终端上随时选择显示。图形显示具有局部放大、多要素分布重叠显示和一帧多幅显示等功能。

这一分系统显然是对预报方式方法进行变革的重要手段。

4. 天气预报分系统(简称预报分系统)

这是STYS的核心,主要用以制作客观、定量预报。根据方法和时效的不同,分系统具有4个子系统,即数值预报业务子系统(包括有限区域形势和降水预报及热带气旋路径预报);短时灾害性天气预报子系统(包括外推模式、概念模式、中尺度模式等预报方法);短期天气预报子系统(包括各种天气要素的MOS预报、专家系统预报和其它统计动力预报方法);中、长期预报子系统(包括中期晴雨和气温的MOS预报、相似预报和统计预报等)。上述各子系统分别在VAX-11/780计算机、IBM-PC/XT微机和VAX3500工作站(超级微机)上运行,预报产品均按不同时效集中在相应智能工作站屏幕上显示,作为提供给预报员的指导产品,天气会商将逐步过渡到在显示屏前进行,预报员可在屏幕“菜单”上选择确定预报结论或者在屏幕显示的客观、定量集成预报结论上进行必要的修改,预报员无需书写各种预报意见(包括天气预报广播稿,热带气旋预、警报稿,寒潮报告、高温报告、海洋气象预报稿等),数字化预报结论将传输给STYS最后一个环节——情报与预报服务分系统,进行加工处理(文字编辑)。

5. 情报与预报服务分系统(简称服务分系统) 这一分系统建立在专用微机上,经网络从实时资料库、图形库和各预报工作站提取有关气象实时情报和各种预报,并进行分类加工,使之适应各种服务对象的要求。分系统的主要功能有三类,一是制作文字形式的公众预报,经市话线将文字信息直接传输到广播电台和电视台的传真接收机,

制作经海岸电台广播的海洋气象预报,中、英文编码信息经网络和VAX-PDP计算机通讯线路发送至海岸电台;其二,根据专业用户目录,进行特殊天气要素(例如大风、暴雨、大雾、低温等)的专业气象服务,经调制解调器自动连续拨号,接通专业用户电话后进行语音服务。此外,对领导部门(包括市政府、防汛指挥部等)的服务可采取计算机直接传输方式和计算机与传真机传输方式,服务内容包括实时气象情报、历史气象资料检索和各种天气预报和警报;其三,对服务和预报产品进行登录储存,据此定期进行质量检验,对各种预报方法进行评分统计。

上述各分系统分别建立在小型机及微机上,除PDP与VAX小型机因通讯软件与网络软件不相容,而以机对机数据通讯方式联接外,其余均由DECNET局地网络联接,按前述次序相互贯通,构成一个基本自动化的业务流程。

上述各子系统中,各种菜单选择的人机对话方式,应力求统一格式,并使操作使用方法大致类似,以便预报员掌握应用,使STYS在气象预报服务中发挥整体效益。

三、上海STYS的硬件配置

根据上海市气象局各单位的设备状况和各分系统的功能要求,上海STYS的计算机设备配置如下:

1. PDP-11/44小型机两台(配有RA60和RA80硬磁盘各两台,TU80磁带机两台)和IBM-PC/XT微机一台,分别用于收集大尺度实时资料和自动气象站网实时资料。

2. VAX-11/780小型机两台(配有RA60和RA81硬磁盘各两台,TU80磁带机两台)。一台用于制作数值预报,另一台用于建立实时资料库和图形库以及用于诊断分析、制作区域中期和短期MOS预报。

3. IBM-PC/XT微机一台和平面绘图仪两台,用于填绘常规天气图和辅助天气图

以及用于传真天气图、雷达回波数字拼图等。

4. IBM-PC/XT微机两台和高、低分辨率(1024×1024,512×512)图象显示器各两台,用于处理GMS地球同步卫星和NOAA极轨卫星的图象资料。

5. IS-68000微机一台,用于处理714雷达回波的数字化资料。

6. VAX 3500工作站一台(配有RA70硬磁盘两台和TK70磁带机一台),用于建立短时预报子系统。

7. IBM-PC/286微机一台和1024×1024高分辨图象显示器一台,用于建立短期预报工作站。

8. IBM-PC/XT微机两台,分别用于建立中、长期预报工作站和预报、服务分系统。

9. DEC Etherret局地网络(包括网络电缆和服务器等接口设备)。

按业务流程,上述硬件设置在同一楼面上,这为系统的高效、稳定运行以及有效管理提供了极有利的环境。

四、上海STYS的工作原理和用户工作环境

上海STYS虽然是全国气象业务部门现代化体系结构的一个结点,然而它又应是具有相对独立性、以局地网联接的计算机群体及相应业务化软件为主体的联机实时系统。同时,它也应是制作天气预报和进行高效服务的有力手段。由此出发,系统各功能模块的基本工作原理应是实时响应式的。换言之,系统运行应具有较高的自动化程度和较少的人机交互干预。

评判一个系统的优劣,不仅要看其功能,而且还要考虑它为用户提供的工作环境,是否有利于发挥系统功能的效益。根据我局业务人员大多未经计算机专业系统培训的现实情况,并考虑到天气预报工作对时效

的较高要求，我们研制的STYS各系统的工作原理和为用户提供的工作环境是：

1. 在电报交换系统(DJX通讯软件包)控制下，大尺度实时资料收、转、发子系统是在PDP-11/44双机上实时运行。用户(报务员)的工作环境是操作员终端显示屏上DJX输出的监控信息，用户只要熟练掌握DJX的键盘操作和检索命令，就可以较自如地进行必要的人工干预或查询。

2. 除了部分航空场站天气报告由PDP-11/44的DJX收集外，中尺度资料的收集主要由设置在预报值班室的IBM-PC/XT微机控制接收。自动气象站或郊区气象站的实测资料，经由超高频(UHF)电台及相应的通讯软件发指令，按测站循序定时自动收集。正常情况下，无需人工干预，所收集的实时资料经网络传输到VAX3500短时预报工作站，处理后存储于中尺度定时资料库，仅在必要时，用户可即时发送指令，收集非定时的所需测站的即时要素值，但这只供实时应用(屏幕显示或打印输出)。

3. 对DJX而言，STYS的资料库分系统只是一个通讯用户，需用的实时资料报类均录入DJX的控制数据库。因此，所需资料经由PDP-VAX机之间的异步传输线路，以2400BPS速率自动发送到VAX计算机，资料库管理系统的信息接收程序及各建库程序模块均作为常驻作业，实时接收和处理实时接收的全部信息。在建库过程中，对分析或预报分系统所需的实时资料，系统设置相应的若干“资料事件标志”，供程序调用时快速识别，因此在一般情况下，实时资料库对预报员而言是完全“透明”的。只在特殊情况下，预报员或库管理员可在终端上运行资料库监控程序，在屏幕上观察动态显示的各资料库的库量及状态，即五天期限内各时次库存的测站数或格点报文数。必要时也可以运行库的检索程序，查询测站的要素等，检索过程在多层次的“菜单”引导下，以人机交互

方式实现，操作方便。

4. 根据实时资料到达时间统计确定的时刻表，分析分系统的总控程序启动相应的诊断分析或图形分析程序，并依据“资料事件标志”对所需资料进行读取后，作诊断或图形分析，图形产品以文件形式储存于图形文件库，并设置图形“事件标志”，供预报分系统调用时识别。一般情况下，这一分系统对用户也是“透明”的。仅在必要时，预报员或库管理员可在终端上运行图形库监控程序，在屏幕上观察动态显示的各图形文件的生成时间。

5. 预报分系统的工作环境，主要是预报值班室的各个预报工作站的显示屏，或附设的高分辨图象显示终端。各子系统分别由各自的运控程序定时启动相应的功能程序(包括各种客观预报方法程序、图形显示程序等)，可以动态或静态显示各种方法的预报结果，或各种分析图、预报图。系统提供“菜单”供预报员选择运行各种功能模块，并显示结果(包括预报结论或图形，或情报资料等)。在热带气旋盛行季节，系统实时监测“热带气旋事件标志”，当热带气旋编号后，“热带气旋事件标志”为“真”，此时短期预报工作站的显示屏上，将优先闪烁显示编号热带气旋的中心位置及强度，同时发出音响提示讯号和打印机输出该热带气旋的位置及强度，直至预报员按键中断。热带气旋加密观测指令报等，亦采取同样方式在工作站显示屏上实时提示。预报员可以借助显示屏上“菜单”，选择查询各种有关热带气旋的报告和输出定位报表、预报路径等。

为使预报员摆脱手工制作预报的低效状态，预报分系统必须提供一个便于操作的工作环境，预报员亦必须适应这种工作方式和环境，即利用工作站键盘，在显示屏上查看各种分析图和预报图及各种客观预报结果，并在此基础上，以人机交互方式制作预报。

6. 情报与预报服务智能工作站的各个

软件功能模块，在分系统的运控程序操纵下工作。用户（服务员）可根据屏幕显示的“菜单”，选择所需运行功能。运行制作文字预报时，系统经网络从预报工作站读取数字化预报结论后，自动编辑公众天气预报和海洋气象预报的广播稿。由于天气过程是复杂的，导致文字表述是多样的，因此，系统要求和容许预报员对屏幕显示的广播稿作必要的文字修改，确认后的预报稿可由超高速汉字打印机输出，并经电话传真的渠道向广播电台和电视台发送，或由工作站经市话网向广播电台等单位的传真接收机直接发送。简明的数字预报结论可经市话线发送到电视台的微机，制作用于电视广播的预报图象。专业服务项目则根据预报内容自动分类，由工作站按专业用户电话号码表控制自动拨号，接通后，调制解调器的扩音器便有振铃声和专业用户的回话声，服务员即可用话筒进行语音服务，内容按显示屏上显出的该专业用户所需的预报服务项目，键入受话人姓名，该模块即自动将服务情况登录归档，系统提供对服务档案的检索功能。向政府部门提供的情报及预报服务，除了电话传真方式外，还可由工作站经市话网按计算机数据通讯方式实现，这均由专用模块程序完成。对郊区气象站的指导服务，则经网络传送给中尺度资料收、发工作站，以无线电方式发送。

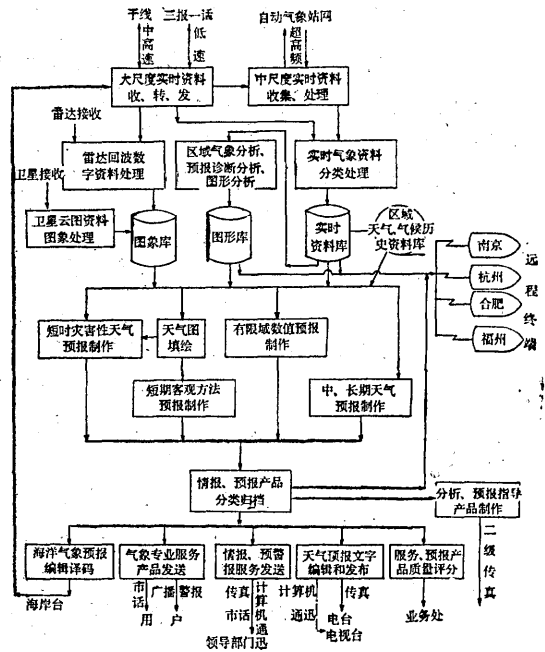
由此可见，STYS服务分系统提供了一个技术上较进步、自动化程度较高的服务工作环境。为逐步转变服务工作方式奠定了物质基础。

五、上海STYS的业务流程及运行管理

1. 上海STYS的业务流程

上海STYS是一个通过DEC Ethernet局地网络将各分系统相互联接的开放系统，从信息输入到产品输出，即由实时资料的收集、资料的加工处理、预报的制作到发布预

报，整个流程都是或基本上是实时联机操作的。由于各个分系统相互关联，因此，对业务流程中各个分系统的界面必须具有统一的技术要求，子系统中各个模块之间的相互协调尤为重要，以保证流程的合理可靠。根据前述方案，上海STYS的业务流程如附图所示。



附图 上海STYS业务流程图

2. 上海STYS的系统管理

STYS是建立在分布式计算机局域网上的一个业务化系统，其运行具有较高的自动化程度，但这并不意味着可以完全摆脱人的监控和管理，特别是STYS的各个分系统既具有独立性，又在相当程度上相互依存，因此运行管理的重要性尤为突出，设置STYS系统管理员是十分必要的，其主要工作职责应是：

(1) 排除值班预报员或服务人员因操作不当导致的局部故障或系统崩溃，及时恢复系统的运行。

(2)及时恢复计算机辅助设备(如打印机等)导致的局部运行中断。

(3)借助监控程序等手段,对资料库分系统和分析分系统的运行状况进行监控,以保证运行。

(4)对整个系统各部分的运行效率进行统计分析,在此基础上提出改进措施,并配合实施。

3. 上海STYS的库管理

由于各种实时资料库子库、图形库和历史资料库的实时更新是否正常,关系到整个系统的运行,同时考虑到各种资料具有不同程度的保密性及需要安全保护,因此须对库实行管理。库管理员的职责主要是:

(1)对库用户实施注册及确认使用权级别。

(2)分别对库文件进行不同保护。

(3)定时运行历史库管理程序,将实时库内容经压缩处理后读入磁带,实现历史库的扩充。

(4)监控实时资料库及图形库的状态,掌握库存状况,遇有资料缺漏时,要求报务员补发。

(5)建立历史库档案,并对其载体定期复制。

(6)及时响应对历史库调用的要求,为用户装入所需磁带。

4. 计算机系统管理及网络管理

鉴于STYS运行的硬件环境并非完全专用,我们不能孤立地讨论STYS的运行管理,应该看到,与实时业务预报无直接关系的用户,也共享着某些计算机设备和局地网络上的硬、软件资源。因此,为了充分发挥这些资源的作用,同时又顾及和保证预报业务的正常进行,必须对计算机进行合理、科学的系统管理和网络管理,这对STYS的有效运行也十分重要。与STYS运行有关的计算机系统管理员及网络管理员(二者可以兼任)的主要职责为:

(1)以STYS的运行效率为出发点,合理分配或指定各类用户的优先级(Priority)、特权(Privilege)、系统资源的限制(Limit)和限额(Quota)。

(2)协同STYS系统管理员定期分析系统资源的使用情况,以合理调整资源的分配限额。

(3)全面规划和管理系统公共文件和卷,特别重视对STYS的磁盘公共文件进行适后备(Backup)。

(4)借助计算机系统的监控程序,经常对系统运行中的一些性能参数进行测试统计及分析,以采取诸如安装已知映像和建立永久性全局段落措施,以提高STYS的运行效率。

(5)为STYS需要的系统逻辑各指定等价名。

(6)执行网络控制程序(Net Control Program),监测统计信息和错误信息,测试网络操作和控制网络部件,保证网络的通畅。

六、上海STYS建设的进展

在局各级领导的支持下,经一年的努力,上海STYS已按上述总体方案完成了第一期工程建设,部分系统已投入业务运行,在应用中不断完善,获得了预报员的好评。特别是实时资料库和图形库已在业务应用中发挥了较明显的效益,在大尺度实时资料收集量增加一倍的情况下,仍能及时地为预报员提供有关大气现状和未来演变(数值预报中心的预报)的直观图象,使一些客观预报方法业务化具备了条件,预报员对STYS价值的认识日益深化,对其“依赖”程度亦日益加强。

目前,STYS的第二期工程正在进行,其重点在于充实短期天气预报工作站,完成全年逐日晴、雨客观预报,气温和风的客观预报方法的研制,并投入业务应用,同时对服

务分系统的部分试验成果亦将加强业务化工
作。

可以预期,在各分系统研制人员的共同

努力下,在各级领导的支持下,上述总体设计
方案将成为现实,并于1990年全部投入运
行,为90年代天气预报方式的变革奠定基础。

A general plan on Shanghai operational real-time weather prediction system

Zhu Yong di

(Shanghai Meteorological Bureau)

Abstract

An operational real-time weather prediction system of the Shanghai Meteorological Bureau is introduced. The system is a fine example for the operational meteorological modernization in last 10 years in China.