

江西省气象实时业务服务系统的总体设计及其进展

章国材 黎 健

(江西省气象局) (江西省气象台)

编者按: 江西省是经济不发达的省份之一,技术力量也较薄弱。然而,在七五期间,他们集中有限的人力、物力和财力,采用系统工程的方法,在省以下气象业务服务现代化系统建设上,取得了显著的进展。本刊特组织了该省气象业务现代化建设的一组文章,供各地在气象业务现代化建设中借鉴和参考。

一、前 言

现代计算机技术和通信技术的发展及其在我国气象部门的广泛应用,使建设现代化气象信息处理系统成为可能。1987年国家气象局召开的全国省级气象台台长会议,要求省气象台在七五期间,逐步建成气象实时业务服务系统,实现气象信息处理自动化(准自动化)作业,改变天气预报传统的作业方式和作业流程,进一步提高天气预报服务能力。我省在充分调研的基础上,采用系统工程的方法,精心设计了全省气象实时业务服务系统(简称JXMRS),并有计划、有步骤地进行了系统第一期工程的攻关建设,取得了明显的进展。

二、JXMRS设计的基本思路和原则

JXMRS设计的基本思路是:强化省地两级中心的作用,加强实时气象信息的接收、加工处理和分发能力;建立以省台为中心,上与区域中心、下与地(市)台、局地与有关工作站计算机相联接的业务化计算机网络,逐步在县站建立地(市)台的远程计算机终端;以数值预报为基础,发展多种预报技术,努力提高天气预报准确率;加强省、地两级的对下指导预报,减少重复劳

动,使全省形成一个上下配套、快速有效、布局合理的综合网络化多功能气象现代化业务系统。

在JXMRS设计中,遵循以下几项原则:

1. 整体性原则

不能只考虑省气象台的建设,必须坚持把省、地、县三级天气预报实时业务系统作为一个整体来考虑,并要与国家气象中心、区域中心的天气预报业务服务系统相衔接、相配套。同时还要兼顾省内其它业务单位和气象系统的不同专业(农气、气候及办公自动化等)对计算机网络系统、通讯系统的要求,以避免重复建设及相互脱节。

2. 开放性原则

JXMRS建设应为今后进一步开发和发展打基础。随着科技进步和设备更新,JXMRS的软、硬件将不断改进和提高。在设计建设中,必须考虑系统的开放性,即软、硬件要能与外部系统相联,又能适应发展的需要。软件要通用标准、可移植性好,同时要有利于JXMRS根据需要和条件分期实施。

3. 业务化原则

JXMRS是建设周期较长的业务应用系统,设计和建设中,必须坚持边建设、边投

人业务的思想。注重可靠实用，不搞花架子。在实现建设目标的同时，必须综合考虑与业务化密切相关的技术装备保障体系及管理体系建设的配套建设，以提高系统的业务化能力。

4. 效益原则

整个系统在配置各种硬件设备和软件时，不能一味追求档次高。在确保使用性能的情况下，加强软件开发，以及对现有设备的挖潜革新。各级系统的软、硬件及信息要求，必须与业务任务分工联系在一起，不能搞新时期的小而全。节省人力、物力、财力，以最少的投入获取最大的效益。

三、JXMRS总体设计简述

根据全省气象实时业务服务的需要及总体设计思路，JXMRS分为省、地、县三个层次的实时业务服务系统。三者通过不同形式的通讯信道联接，组成一个广域的计算机网络系统。JXMRS的结构见图1。

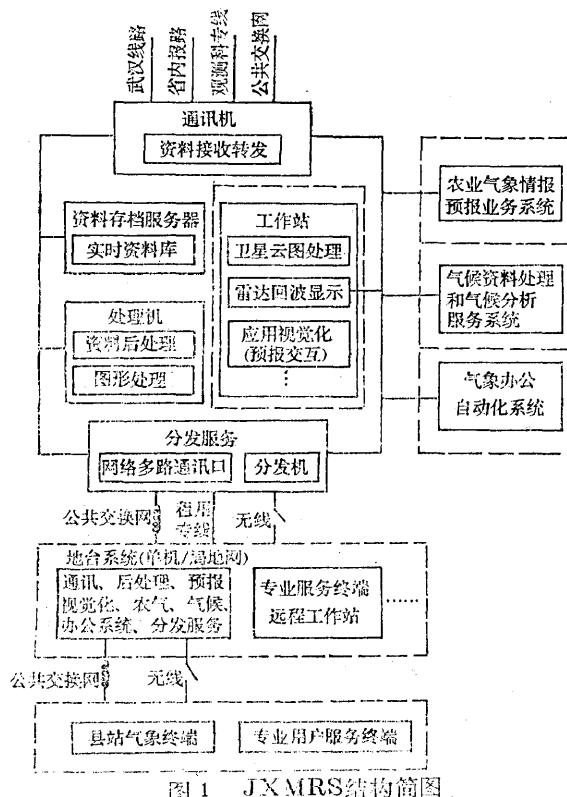


图 1 JXMRS 结构简图

(一) 九个子系统及其主要功能

JXMRS分为九个子系统，各子系统的主要功能如下。

1. 省级气象通讯及实时资料库子系统

调用武汉区域中心实时气象数据库内的各种常规、非常规气象信息及其加工指导产品。接收省内台站发向南昌的各种气象电报，同时将部分天气电报及加工产品等信息转发至武汉区域中心。省台至武汉区域中心专用线路的数据通讯，要求实现中高速(1200—9600bps)通讯。该子系统由两部286计算机(1部备份)实现，该计算机既是武汉区域中心的远程工作站，同时又是省级局地网络工作站。

实时资料库主要存贮并管理近期调用、接收到的各种实时气象信息、加工信息及加工产品。工作站进行地方性补充处理后的加工产品，数字化雷达回波，卫星云图，各种图形，以及天气、农气、气候等指导服务产品。实时资料库建立在网络服务器上，供局地工作站和远程工作站调用。

2. 资料后处理子系统

根据本省气象业务服务需要，对接收到的气象信息，进行一些必要的补充性后处理。其主要功能有三部分：一是对实时资料进行客观分析、诊断分析和统计计算(如区域物理量场、要素内插及资料变量计算等)。二是进行动力解释、地方性统计解释，计算区域及代表站的气象要素客观预报值，并提供预测模型自动更新的功能。三是对部分信息进行压缩处理，提供远程工作站调用及转换成历史资料库用，以节省存贮空间，提高传输速度。系统根据业务工作流程实时进行处理，处理后的信息存贮到网络服务器中，形成加工库。

3. 省台预报视觉化系统

为省台提供一个良好的视觉化交互环境，并形成一个可供远程工作站共享的图形图象产品库。系统从功能上分为视觉化处理

和应用视觉化系统两部分。

(1) 视觉化处理

主要是将气象信息处理成预报人员方便观看的图象图形。

①卫星云图数字化处理。要求实时处理GMS展宽高分辨、GMS低分辨、极轨气象卫星资料。处理由专用微机完成，处理机还要联接网络及实现图象交互显示。

②南昌713天气雷达回波数字化处理。要求通过专用微机，定时、非定时自动控制开机，将主体回波资料数字化处理后，迅速通过程控或专线电路，存入网络图象库内，供局地及远程用户使用。

③图形处理。将接收到的气象信息，处理成常规高空、地面资料屏幕填绘图，各种资料分布图，各种数值预报产品及加工产品等值线图，T-Inp图，测风图，剖面图，流线图等。图形处理功能模块可同资料后处理系统功能模块一并由一部计算机完成。

(2) 应用视觉化系统

即业务预报人-机交互系统。要求为预报员快速提供(从网络服务器上调用)业务预报所需的各种图形图象及其它资料。软件应具有动画、漫游、放大、同屏多显、叠加等功能。人-机交互制作客观定量预报，并能对各种预报方法的结果进行综合评估集成，再通过人工修改，自动编辑出最终预报结论。

该系统是改变天气预报传统作业方式、作业流程的核心，具有完成长期、中期、短期、短时天气预报业务的交互功能，并提供全部预报产品。需2—3部286微机，并配置大屏幕显示器。产品形式包括文字、数字、图形等，所有产品除输出外，还要存贮在情报预报产品库中。

4. 农气、气候、办公自动化三个子系统

根据整体性原则，这三个子系统和省台的计算机通讯系统联接在一起，形成一个统

一的省级气象局域网络系统，以及时获取实时资料库中的有关信息。并可将其加工的指导服务产品存贮到实时资料库中，供地(市)局共享及统一对外分发服务。三个子系统建立各自的工作站，组成本子系统的局域网络。

(1) 农业气象情报预报子系统。需加工出以下产品并存贮到实时库中：农气旬报，主要农作物发育期预报，产量预报，卫星遥感分析产品及农气专题分析咨询等产品。

(2) 气候分析服务子系统。提供定时不定时的气候评价、气候诊断分析等产品，同时具有提供本省台站观测历史资料计算机检索服务的功能。

(3) 办公自动化子系统。可迅速获取地(市)局的各种业务、财务、人事报表，各种请示、汇报等管理信息。并将省局机关的有关管理信息存贮到实时库中，供地(市)局调用。

5. 产品分发服务子系统

主要任务有两个：一是建立气象服务辅助决策系统，即根据不同用户的需求及服务指标，对预报结论和情报资料再加工，制作各种专业气象服务产品及咨询意见。二是根据需要，将公众服务、政府服务、专业服务的各种气象预报、警报，专业咨询意见，情报资料及加工产品，利用各种有效的通讯手段，及时分发出去，供用户使用。

产品分发服务的四个主要渠道是：

(1) 利用广播、电视，发布天气预报警报；

(2) 利用电话自动咨询服务或高速传真服务；

(3) 利用VHF警报系统播发气象服务产品，用户利用警报接收机接收；

(4) 对政府决策部门及重点用户，则专门为其安装微机终端，以及时了解各种气象信息。

6. 地级气象实时业务服务系统

这是一个以省级气象实时业务服务系统为依托，以开通省—地间长途话路（专线、微波、长途直拨、公共数据 NPAC 网等）进行计算机联网通讯为前提，以制作短期和短时天气预报、警报为重点的气象实时业务服务系统。其主要功能是：

(1) 根据本地业务需要，从省级实时数据库中调用（速率2400pbs以上）各种气象资料、天气预报、农气和气候加工产品、办公自动化信息等，并建立相应的实时资料库。

(2) 作一些必要的视觉化处理，并可交互显示各种图形、图象、气象资料等信息，必要时打印输出。

(3) 对省级的中长期天气预报、短期天气预报、农气及气候分析等指导产品，进行解释应用，形成地（市）台对县站指导以及对外服务产品。建立具有本地区特色的短期、短时天气预报方法，通过人-机交互的方式，发布分县短期、短时天气预报。

(4) 利用计算机联网通信，向南昌传输本台的各种天气预报、资料及管理信息。

(5) 气象产品计算机分发服务，同样有无线分发和用户调用两种方式。

完成以上功能，地（市）台可建立一个局域网络，备置2—4部微机，但在应急情况下，用一台微机配置大屏幕显示器，也可完成上述主要功能。系统的建立将取代传统的报务、填图、传真收片业务。

7. 县站天气预报终端

县气象站一是接收上级台各种指导预报、情报产品，解释加工后及时对外服务；二是利用本地实况和经验，补充订正上级台的预报。按此分工，县站终端主要接收上级台各种指导产品、情报产品，以及卫星云图、天气雷达回波信息。必要时还可接收一些短期天气预报的信息，如小区域天气图资料、48小时内数值天气预报图形资料等。县站终端还应管理本站历史气象资料，以供业

务检索、查询。县站终端也采用长途拨号和无线信道通讯两种形式联接。两种形式都具有双向数据传输功能。

JXMRS各子系统的微机，通过局域网及远程工作站方式，组成一个完整的计算机网络。为确保网络的正常运行，省、地两级系统都设有网络业务运行监控系统，负责对通信、数据库、局域及远程工作站的作业状况进行实时监控。

（二）系统的配套项目

在实时业务运行中，要实现上述各子系统的功能，发挥JXMRS的整体效益，必须加强系统配套项目的建设。

1. 合理布局系统的硬件设备

系统的自动化作业方式，将大大减少操作性劳动。为便于改变传统工作方式和工作流程，整个系统的设备布局也要有相应的改变。省台完成计算机通讯、资料后处理、常规图表输出、资料库、远程通信、网络实时监控等功能的设备，应尽可能集中在同一机房（网络机房），以便于操作运行和管理维护。省台人-机交互工作站、卫星云图、雷达回波处理显示工作站，应设置在预报会商室，由预报人员操作应用。地级系统的局域网络设备，可设置在地区台会商室，其资料调用、预报交互、分发服务，统一由值班人员操作管理。县站应将微机终端、高频电话、警报发射设备集中在一起，形成统一的气象服务室。

2. 为用户设计一个良好的界面

系统的大部分功能，都按实时业务需要，按时间控制启动相应程序，自动完成作业任务，尽量减少人-机干预。如常规资料调用、资料后处理、视觉化处理、图表输出、产品分发的作业等，均按业务工作时间需要及资料接收情况自动完成。临时增加的业务，通过简单键盘操作输入指令完成。而面对预报人员的交互系统，须提供一个便于操作的工作界面（菜单式或标准命令式），

预报人员只需通过键盘操作，在显示屏上查看预报所需的各种资料、图形、图象及客观预报结果，交互制作各种预报。

3. 加强系统开发及实时运行管理

JXMRS是一个自动化程度较高的实时联机系统，各子系统的功能既有相对独立性，但又相互依存。为确保系统整体功能的实现，必须加强系统的开发管理。在建设过程中，要在整体方案指导下，统一技术思路、技术要求，进行子系统的开发，不能各行其是。做到数据接口通用，软件配套，流程透明，使整个系统能协调一致运行。同时要注重人员素质的提高和培训。

在系统的运行管理中，重点是合理分配网络资源，加强网络用户的开发、权限、磁盘量的管理。加强系统软、硬件的维护管理，实时监控系统的运行状况，及时排除故障，恢复运行。为便于软件的维护，应用软件在正式投入运行前，需经过业务化验收，并提交功能规格书、框图及操作使用详细说明等技术资料，定时统计分析整个系统运行状况，针对问题提出改进措施等。

4. 重视技术保障系统的配套建设

为使系统正常运行，需要有必要的设备备份，电源及环境条件的保障。必须克服只重视主设备（网络、计算机）投资，轻视辅助设备配置的片面观点。在设计建设中，必须统筹考虑供电保障，避雷安全，必要的设备备份及环境条件的保证等。

四、JXMRS建设的进展

按照建设实施方案，经过3年多的综合开发和配套建设，基本完成了设计要求。大部分系统投入了业务使用，并取得了明显的效益，带动了台站专业结构调整。

1. 全省气象实时业务服务系统计算机网络基本建成

该网络系统主要由南昌—武汉窄带话路和专线联接的远程工作站等部分组成。该系统通过开发的网络通讯软件和3+remote软件，实现了南昌—武汉区域气象中心资源共享，以及地（市）台与省级三佳网络资源共享。目前网络上共有工作站20个，其中局地工作站12个，远程工作站8个（图2）。

2. 建立了业务化的中速通讯系统及省级实时资料库

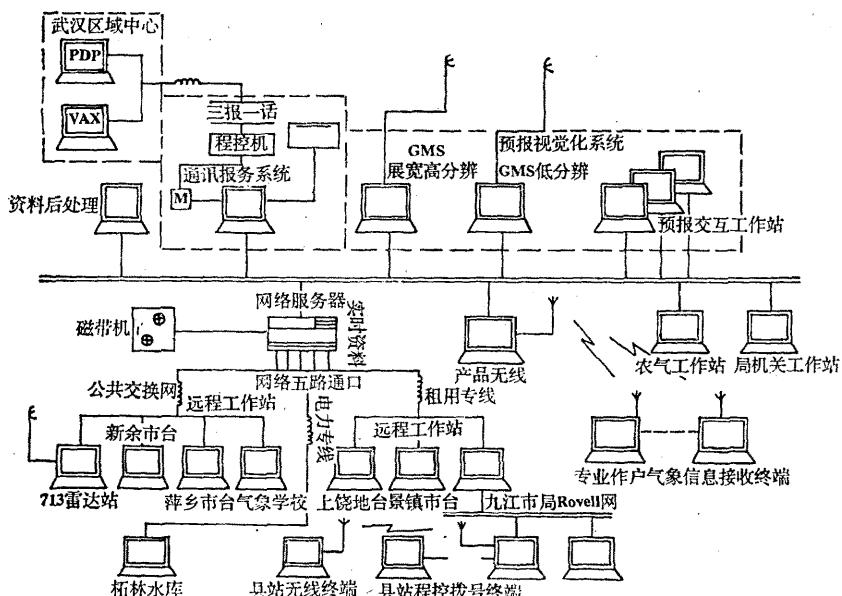


图2 JXMRS网络图

1988年，在武汉区域中心大力支持下，利用“三报一话”窄带话路，进行中速数据通讯和终端交互访问武汉区域中心实时资料库试验获得成功。1989年3月1日投入业务使用，实现了全双工1200bps/2400bps数据通信，运行正常率达95%以上。中速通讯工作站由一部PC/XT-286机完成。该工作站可通过专线程控方便调用武汉区域中心PDP和VAX机上的各种信息。专用电路出现故障时，可利用公共邮电网，通过电话拨号，调用武汉实时资料库中的信息。该工作站还负责完成对调用信息建库、管理及转发省内区域报等任务。

实时资料库已对4部分（调用武汉库、加工资料库、图形图象库、预报情报产品库）资料进行管理。为避免重复劳动，节省软硬件资源，武汉库的存贮格式、文件名，都以武汉区域中心实时资料库为基础，区别主要在内容多少和范围大小上。为减少信息沉积，采用定时常规业务、指令加强业务和随机检索业务三种调用方式，以满足常规业务、重要天气和临时性的需要。所有实时资料，都存贮在专用网络服务器中。目前实时资料库共管理了包括北京T₄₂模式在内的400多种资料（见图3）。

3. 建立了资料后处理及视觉化系统

该系统加工出区域补充性物理量诊断场，北京T₄₂、日本、欧洲中心、武汉区域中心数值预报图形，常规天气图屏幕填绘图，GMS低分辨、展宽高分辨云图等产品。图形支撑软件采用的是NCAR GKS绘图软件包。为了缩短通讯时间，为用户提供更多的产品，满足预报业务需要，对图形图象产品普遍采用压缩技术处理。人机交互界面，分为菜单式和标准命令式两种操作方式，具有动画、漫游、同屏放大、叠加、翻页及高精度图形（1024×1024）打印输出等功能。

4. 加强了指导预报方法研究，增加了指导预报产品

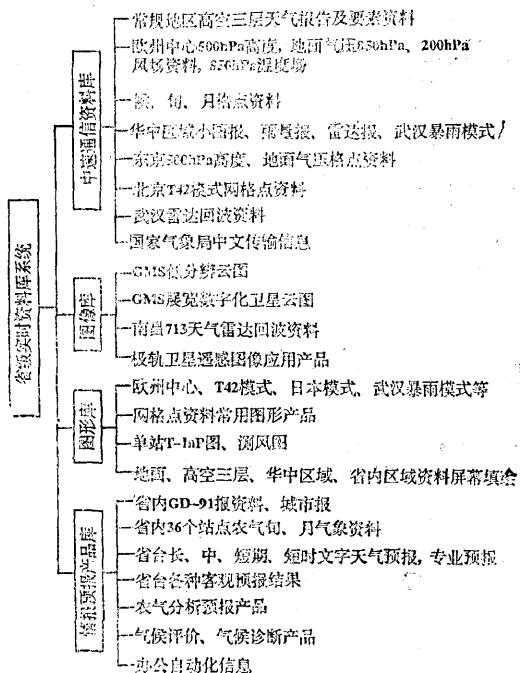


图3 实时资料库结构及内容

围绕预报客观化、定量化、自动化这一改革方向，3年来先后组织了10几个预报科研开发项目。建立了全省分片及代表站点的短期MOS指导预报系统，3—5天中期MOS指导预报系统，并于1989年开始投入业务使用。利用人工智能、诊断分析、数理统计、天气学等技术方法，建立了暴雨、台风、冷空气、水库库区降水、森林火险等预报业务系统，且大部分实现了自动化流程。

为提高省台指导预报的实用性，我们尽量用等值线和代表站点形式表述指导预报。目前，用等值线形式对台站发布长、中、短周期的一般性天气和短期、短时灾害性天气落区预报。省台对基层台站发布的指导预报产品见附表。

5. 建立了多渠道信息产品分发及服务终端

建立JXMRS后，分发传递预报信息的方式有了很大改变。除传统的广播、电视、电话、邮寄等方式外，还有传真发片、VHF通讯网、警报系统、计算机接收调用等多种

附录 江西省气象台气象
指导预报及服务产品表

| 预报项目 | 产品内容 | 发布时间及形式 | 传递方式* |
|------|---|-------------|--------------|
| 长期预报 | 1. 年度天气展望 | 12月28日,文字 | ①② |
| | 2. 春播期、汛期、干旱期及冬季天气预报 | 季前,文字、图形 | |
| | 3. 每月长期天气预报 | 每月28日,文字 | |
| | 4. 月降水及其距平等值 | 每月28日,图形线预报 | |
| | 5. 月温度及其距平等值 | 每月28日,图形线预报 | |
| | 6. 其它长期预报 | 不定时,文字 | |
| 中期预报 | 1. 地区分片旬天气预报 | 旬末,文字 | ② |
| | 2. 旬降水量、降水日等值线预报 | 旬末,图形 | |
| | 3. 旬平均、极端气温等值线预报 | 旬末,图形 | |
| | 4. 代表站3—5天逐日天气预报 | 逐日,表格 | |
| | 5. 全省中期天气趋势预报 | 逢五,文字 | |
| | 6. 重要天气过程分片中期预报 | 不定时,文字 | |
| 短期预报 | 1. 全省短期天气预报 | 早,中,晚,文字 | ④⑤ |
| | 2. 20 ^h —24 ^h 等值线预报 | 中午,图形 | |
| | 3. 代表站要素客观预报 | 中午,表格 | |
| 短时预报 | 1. 全省12小时强对流天气展望 | 定时,文字 | ③ |
| | 2. 分地区6小时内监测指令 | 不定时,文字 | |
| | 3. 0—3小时责任区预报 | 不定时,文字报、通报 | |
| 其它 | 1. 天气气候月报 | 5日前,文字 | ① ③ ②④ |
| | 2. 重要天气情况反映 | 不定时,文字 | |
| | 3. 森林火险等级预报 | 不定时,文字 | |

* ①—⑥分别代表邮寄、传真发片、VHF传递、广播、电视。渠道。

(1) 省台传真发片系统负责播发长、中、短期文字和等值线预报，播发分片和代表站中、短期客观预报和省内实时情报等。

(2) VHF通讯网负责天气预报会商，发布短时预警报服务指令，传递省内区域报等。

(3) 天气警报系统主要负责专业用户的服务，每天定时、不定时播发天气预报、

警报。

(4) 建立了13个用户(包括县站)气象信息无线接收终端。可随时接收调用各类气象信息产品。

(5) 扩充了4个网络通讯口，供建立远程工作站使用。

6. 开发了地级气象实时业务系统应用软件

地级软件有两大类：一类是基础软件。包括地(市)台资料调用、管理、图形处理、图形图象恢复显示、天气图屏幕填图分析、打印输出、产品分发软件等。这类由省局组织统一开发，各地(市)台通用。另一类是地(市)台预报产品、专业服务产品加工软件，由各台自行研究开发。上述软件功能可由一部微机完成。通过九江市气象台近两年的使用，证明能满足预报员屏幕操作方式的需要，全部取代、改变了地(市)台天气预报的传统作业方式和作业流程，加强了地(市)台指导中心的作用。

五、结束语

JXMRS的建设虽初具规模，但其通讯能力、信息加工处理及人机交互能力等方面，还不能完全满足新的预报作业方式、作业流程业务化的需要，特别是省台系统多轨运行仍然存在。省、地两级的加工指导信息，还不能完全满足基层台站的业务需要，总体效益还有待提高。

目前，我省正在加紧进行JXMRS第二期工程建设，重点是开通所有地(市)专用线路，完善实时业务综合通信网。实现从省至区域中心、至地(市)的全程业务综合通信。数传速率达9600bps，配置新的网络系统及科学工作站等设备，建立分布式数据库系统，加强加工产品、指导预报产品的研究开发，完善会商室预报人机交互系统，加快县站远程终端建设进度。