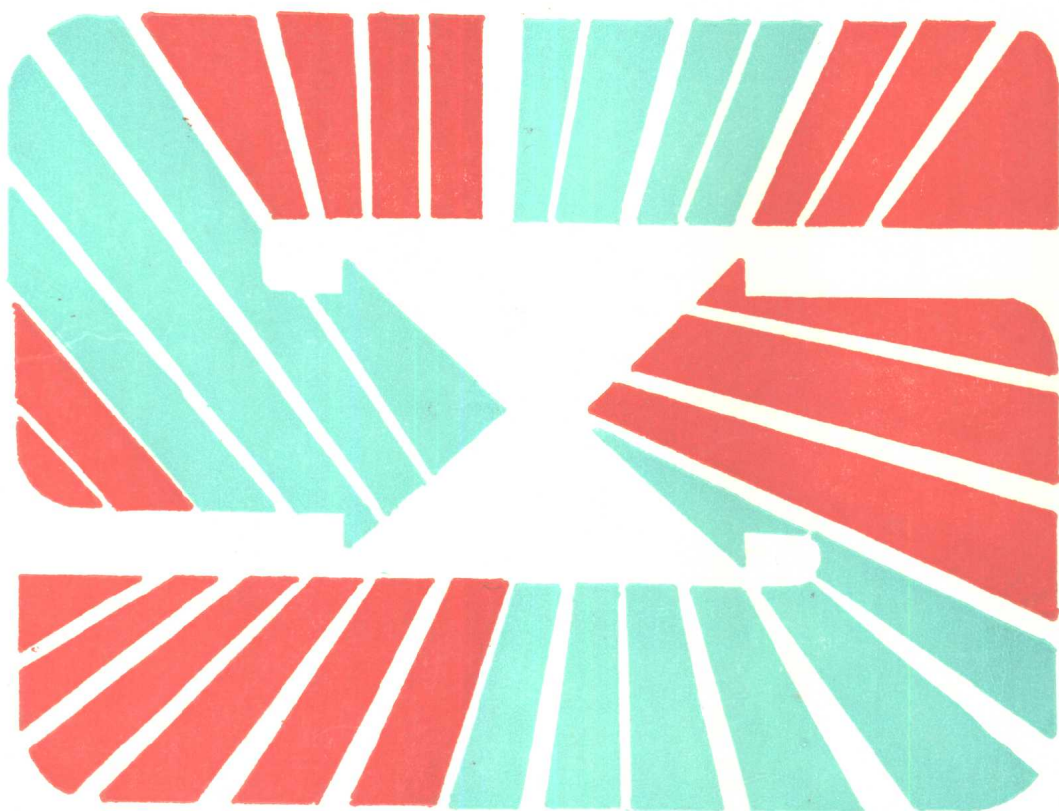


天气预报业务现代化概论

李建辉 编著



气象出版社

天气预报业务现代化概论

李建辉 编著

19AA.67

95-97

4618

气象出版社

(京)新登字046号

内 容 简 介

传统的手工、经验、定性的天气预报方法正逐渐为自动、客观、定量的天气预报方法所取代。本书力图让读者对我国当前的天气预报业务现代化有一个概括的了解,内容包括气象信息的采集、信息传输、信息处理、客观预报方法、业务工作站及我国几级气象部门的天气预报业务系统介绍等章节。该书可供天气动力学专业的学生及在职预报员参考使用。

天气预报业务现代化概论

李建辉 编著

责任编辑:成秀虎 终审:顾仁俭

封面设计:严瑜仲 责任技编:岳景增 责任校对:白璐

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号邮编100081)

* * *

北京昌平环球印刷厂印刷

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: 10.25 字数: 251千字

1995年3月第1版 1995年3月第1次印刷

印数: 1—4500 定价: 9.90元

ISBN 7-5029-1825-6/P·0707

前 言

当前,天气预报业务现代化和整个气象业务现代化一样,随着我国经济建设的起飞而迅速发展,传统的手工、经验、定性的预报方法正逐渐被自动、客观、定量的预报方法代替。它不仅突破了天气预报长期存在的“计算障碍”等难题,而且引起了业务结构、服务(保障)方式的变革,提高了气象服务(保障)能力。因此得到了广大气象预报人员的欢迎。与此同时,他们也深感过去天气动力学专业学到的知识,在日益现代化的计算机天气预报系统面前显得不够,渴望读到一些介绍有关这方面基本知识的书籍,而在校的天动专业学生也要了解这方面的知识,本书就是从这一目的出发而编写的。

全书共分七章,第一章引论,第二章信息采集,第三章信息传输,第四章信息处理,第五章客观预报方法,第六章业务工作站,第七章我国几级气象部门的天气预报业务系统,重点是第四、五、六章。各章编排次序和内容选择的目的是让读者对目前天气预报业务现代化体系有一个概括的了解,并在此基础上掌握一些与预报业务有关的知识。本书可供天气动力学专业的学生和在职预报人员参考使用。

天气预报业务现代化尚处在发展阶段,很多工作还未形成规范化、标准化和系列化。本书在编写过程中,对一些工作虽然做了一些综合和概括,但只能是这一阶段的产物,不当之处在所难免,望读者多加指正。

本书承蒙北京气象中心、中国气象科学研究院、空军气象中心、空军气象学院等单位提供了有关资料,杨国祥教授、陆佑中副教授、李兆祥高级工程师审阅了全书,并提供了宝贵的意见。空军气象学院还组织有关人员对本书的初稿进行了讨论,提出了修改意见。在此,作者一并表示感谢!

作者

一九九四年春于南京

AAH119/06

目 录

前言

第一章 引论	(1)
§1.1 现代天气预报业务的发展状况	(1)
§1.2 现代天气预报业务的发展趋势	(2)
§1.3 天气预报业务系统的组成和基本内容	(3)
§1.4 几个著名的天气预报业务系统	(4)
参考文献	(8)
第二章 信息采集	(10)
§2.1 现代化信息采集的基本原理和方法	(10)
§2.2 自动气象站和机场自动探测系统	(11)
§2.3 天气雷达	(13)
§2.4 气象卫星	(18)
§2.5 大气廓线仪	(21)
§2.6 雷电探测仪	(24)
参考文献	(25)
第三章 信息传输	(26)
§3.1 现代天气预报业务信息传输的特点	(26)
§3.2 数字通信	(26)
§3.3 计算机通信网	(28)
§3.4 卫星通信	(32)
§3.5 气象通信网	(35)
参考文献	(37)
第四章 信息处理	(38)
§4.1 气象资料库	(38)
§4.2 图形处理的基本原理和方法	(45)
§4.3 自动填图和分析绘制天气图	(56)
§4.4 图象处理的基本原理和内容	(63)
§4.5 自动分析图象	(82)
参考文献	(89)
第五章 客观预报方法	(91)
§5.1 客观外推	(91)
§5.2 客观分型	(97)
§5.3 相似判别	(105)
§5.4 专家系统	(117)
参考文献	(122)
第六章 业务工作站	(124)
§6.1 功能和组成	(124)
§6.2 硬件及其结构	(124)

§6.3 软件及其结构	(125)
§6.4 我国的一些业务工作站	(133)
参考文献	(142)
第七章 我国几级气象部门的天气预报业务系统	(143)
§7.1 区域中心天气预报业务系统	(143)
§7.2 省级天气预报业务系统	(148)
§7.3 地(市)级天气预报业务系统	(154)
参考文献	(157)

第一章 引 论

§1.1 现代天气预报业务的发展状况

近代天气预报技术虽然只有一百多年历史,但已经经历了四个阶段。1820年勃伦特斯绘制出第一张天气图,开创了近代天气学的分析预报方法;1920年前后,锋面、气旋和气团学说的建立,为天气预报的发展提供了新的理论基础;1930年前后,无线电探空技术的问世和大气长波理论的建立,使天气分析从地面发展到高空,从平面发展到立体;第二次世界大战以后,遥测、遥感技术、高速通信技术和计算机技术的发展,导致了天气预报工作的深刻变革。

40年代中期,雷达技术在气象业务上的应用拉开了遥感探测的序幕,60年代初第一颗气象卫星的发射成功是这个阶段的重要里程碑。现在多普勒雷达、声雷达、大气辐射仪、大气廓线仪、雷电定位仪器等都逐渐在业务工作中使用。遥测技术中,无线电探空、自动气象站、遥控云幕灯等已投入业务使用,气球探测、飞机探测、火箭探测等技术日趋成熟,从而扩大了探测范围,提高了探测的连续性和精度,为天气预报增加了大量信息。

60年代发展起来的高速通信技术,正好适应了迅速增长的气象信息传输的要求。气象通信传输的媒介除了有线、无线外,光纤通信已加入了业务行列;传输的方式、方法中,计算机网络的开拓,卫星通信网的建立和数字通信,图象通信的兴起,正好适合气象通信信源分散、信息量大,传输集中和实时性强等特点。目前,我国国家气象中心每日收发的实时气象信息就达200兆比特。

如此众多的信息汇入预报工作室,既给预报人员带来无限喜悦,也为如何使用这些资料带来新的问题。借助计算机处理、加工这些资料是解决这一难题的必由之路。因而计算机技术中的数据处理、数据交换、模式识别、图象、图形处理,人工智能技术等得以迅速应用到天气预报的各个领域,从而建立起许多单项的或综合的计算机应用系统,例如70年代初,Olov Lönnqvist提出了一种使用计算机自动处理数值预报结果的方法^[1],该方法以客观天气分析预报为基础,把天气气候趋势分析与从计算机输出的数值预报形势场分析结合起来,作出风、温度、降水及有关导航天气的预报,并由计算机输出文字与表格形式的预报结论。整个过程是模拟预报员的思维方法进行的。该系统当时使用的是SAAB D21计算机(能力为每秒1千万次),在瑞典气象局进行了实际业务预报试验。

与此同时,美国建立了人与计算机交互资料处理系统(McIDAS),即人机对话系统。通过这个系统,预报员可以在计算机加工天气产品过程中任意地进行干预或修改。这种智能系统可以帮助预报员迅速及时获取大量天气诊断和预报信息,也可以把预报员的思维、分析判断反馈给计算机系统,及时修改和提高预报产品的可信度。

1984年,中央气象台首先完成了西北太平洋台风图形调阅输出系统。1985年,国家气象中心引进了日本FACOMM-360R计算机。以后中央气象台会商室首次实现了通过FACOM远程图形终端进行屏幕天气分析与诊断的实验。1987年,天气分析预报业务自动化系统(AFDOS)在中央气象台会商室实现业务运行。于是,以上述系统为开端的天气预报现代化建设也在全国展开。到80年代末期,各省级气象台和军队等专业气象中心都初步建立了天气预报业务现代化系统。

从此,天气预报不但克服了长期存在的“计算障碍”,使大量、复杂的科学计算能及时进行,而且传统的气象图表亦从纸上搬到了计算机屏幕上,并把预报方法从书本上、预报人员的头脑中植入计算机,使得预报人员能通过人一机交互方式方便地对各种资料进行快速加工,提取更多的预报依据,提高天气预报水平。数值天气预报得到了快速发展,短期预报在80年代中期已经超过经验预报水平;短时预报得到迅速开展,一些中尺度灾害性天气的监测、警报方法有了较大的改善。一大批从现代数学、物理学中移植的计算复杂的预报方法得到应用。

§1.2 现代天气预报业务的发展趋势

由于天气预报业务现代化的路子,经过二十多年的摸索试验已经比较明确,而且效果显著。因此,80年代以来,各国气象部门都不同程度地开展天气预报业务现代化的工作,有的建立基地进行业务试验,有的在全国铺开。到90年代,很多国家都制订了90年代的天气预报业务现代化规划,以推动整个工作的深入发展。

在美国的规划^[2]中,新一代的天气预报业务现代化系统由大气探测、资料处理和分析预报三部分组成。大气探测部分在全国组建1000个自动气象站和机场自动探测系统,175部多普勒天气雷达,40部大气廓线仪,再加上不断改进的气象卫星网,闪电探测网和民航飞机探测网,使整个系统实现系统化和现代化。资料处理和分析预报这两部分主要是在全国建立高级天气交互处理系统,对各种资料进行处理分析,诊断和制作天气预报,同时继续发展数值天气预报。

在我国规划中,天气预报业务现代化由气象探测、气象信息网络和天气预报三部分组成。气象探测部分要实现国家基本站网的遥测化、高空探测自动化或半自动化,完善数字化天气雷达网及图象远程传输,建立由我国静止气象卫星和极轨气象卫星组成的空间探测系统,实现系列化。在气象信息网络建设中,实施气象综合信息网络系统工程,建成卫星通信和地面通信相结合,以卫星通信为主的现代化气象信息网络,在全国基本上实现气象信息中高速传输、网络化和信息共享。因此,数据库、通信网络协议、气象应用软件等必须实行规范化和标准化。在天气预报业务中,建立以数据值天气分析、预报为基础,以人机交互式业务工作站为主要手段的天气预报业务技术流程,加快天气预报向客观化、定量化、自动化、综合化、智能化方向发展。

从上面介绍可以看到,90年代天气预报业务现代化的趋势主要是在省级以上的气象台(室)建立从资料收集—分发—处理—分析—预报的计算机业务系统。并通过信息网络与上、下台站结合实现信息传输,产品共享。使天气预报向客观化、定量化、自动化、综合化、智能化方向发展。图1.1是文献^[3]

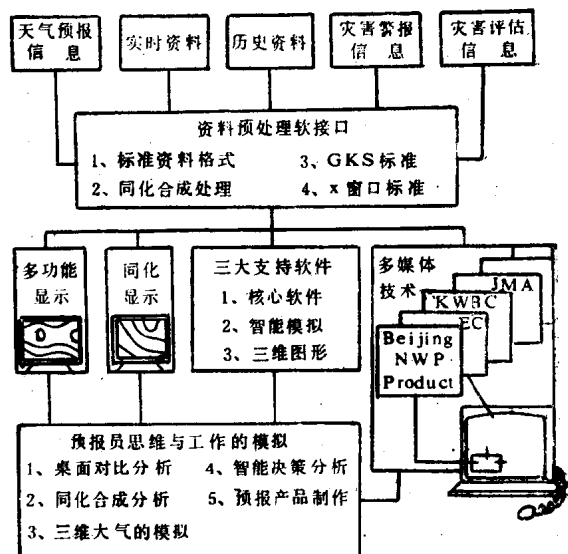


图1.1 未来天气预报业务示意图

展望的未来天气预报业务系统的示意图,随着多媒体技术、人工智能技术、图形图象技术的应用,系统不单自动化程度更高,而且会更加综合化和智能化。

§1.3 天气预报业务系统的组成和基本内容

通过上面的叙述看到，现代化的天气预报业务系统是由通信网络联接的多部计算机组成的多机运行系统。它的组成是多种多样的，有大有小，有综合的，有专项的，没有统一的标准，主要视担负的任务和系统环境而定。从省级以上气象台（室）综合性的系统看，一般可分为以下几个子系统（见图1.2）。

一、信息采集系统

这个系统使用各种观测和探测方法，采集各种信息，并以电码、话音、数字和图象等形式传送。这些资料，既有定时观测的信息，又有非定时观测的信息；既有局地观测的信息，又有区域覆盖的观测信息，从而获得一定地区的综合信息。

二、信息交换系统

这个系统把上一系统采集到的信息进行识别、分类、质量控制、规格化等处理，然后转发到有关单位并储存到磁盘、光盘等载体上，并在此基础上对资料进一步处理建立数据库，准备用户访问检索。

三、填图绘图系统

这个系统把上一系统发来的绘图报、地面天气实况报、探空报等，经过选站、译码把各站天气填写到天气图中，然后通过套网格、插值等客观分析，绘制出各天气要素场的等值线。

四、卫星、雷达图象处理系统

这个系统实际上是两个独立的小系统，它们分别把卫星云图、雷达回波图经过数字化处理，成为数字化云图和数字化雷达回波图。并在此基础上进行图象配准、增强、特征显示、数值计算等处理，供其它系统和用户调用。

五、图形图象处理系统

这个系统把上两个系统传来的天气图和从卫星云图处理系统、雷达回波处理系统传来的图象进行深加工，生成二维、三维的，或几种资料叠加、综合的图形、图象，建立图形图象库，准备用户访问检索。

六、综合预报系统

这个系统是整个系统的核心，它内存多个分析、预报软件包，有各种客观预报方法，根据天气预报的需要，调用实时资料数据库和图形、图象库的资料，进行分析，诊断和预报，输出预报产品。

七、产品分发、检验系统

这个系统将预报产品（包括各种分析预报图表和天气公报、报告、警报）通过话路、报路、传真、电视，分别发给公共的和专门的用户，同时负责对预报产品进行检验。

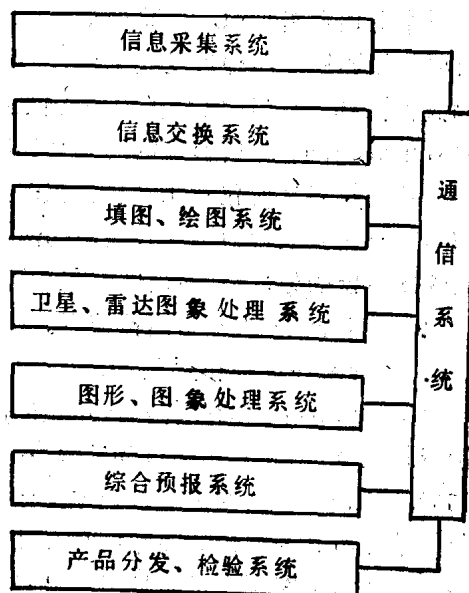


图1.2 天气预报业务系统组成框图

八、通信系统

这个系统是整个系统的命脉。信息采集系统的各种各样原始气象信息经过通信接口传到信息交换系统, 交换系统对各种气象信息经过处理后, 从通信网络传到填图、绘图系统和其他系统及各个用户。填图、绘图系统绘出天气图后, 它们的产品和卫星、雷达图象处理系统的产品都从网络传到图形、图象处理系统, 图形、图象处理系统又将产品从网络传到综合预报系统以供各个用户调用, 综合预报系统的预报产品, 经过服务(保障)、检验系统从各种通信网分发各用户。

§1.4 几个著名的天气预报业务系统

为了进一步说明上一节介绍的天气预报业务系统的组成和内容, 这一节把国外几个著名的天气预报业务系统作一介绍。

一、美国的区域观测和预报系统 (PROFS)^[4-6]

美国在开展§1.2所述的90年代天气预报业务现代化计划之前, 80年代在丹佛市一带开展了区域观测和预报的准业务试验计划 (PROFS), 这个系统从总体上说, 设备和技术在当时都是最先进的。其基本情况如下:

1. 资料来源和产品

(1) 国家天气局的两个天气雷达反射资料。两个雷达分别位于科罗拉多州的英蒙和怀俄明的向阳;

(2) 多普勒雷达CP-2的反射资料和风资料;

(3) 静止气象卫星 (GOES-E和GOES-W) 资料;

(4) 22个中尺度地面自动观测站测得的地面资料;

(5) 由国家天气局提供的天气观测, 分析和预报;

(6) 无球探空资料, 包括地对空、空对地探空资料。

根据上述资料来源, 试验采用国家、区域、东科罗拉多和局地四种尺度 (见图1.3)。国家尺度指美国大陆地区, 区域尺度为中心位于 40°N , 105°W 的GOES卫星所覆盖的 1000×1000 公里范围; 东科罗拉多尺度包括东部科罗拉多州和部分相邻的州; 它被设计为国家天气局的两个雷达资料镶嵌能覆盖的地区。局地尺度则包括了PROFS的中尺度观测网和CP-2雷达覆盖区。

2. 系统硬件设备和配置

图1.4是PROFS的硬件配置示意图, 其中, 用于资料预处理和产品生成的计算机采用VA

$\times 8550$, 预报工作站主处理机用VA $\times 11/750$ 。这个工作站还配有彩色打印机等辅助设备, 并与警报发布系统连接。在图1.4中, 有一个彩色图解终端, 是用来显示产品菜单和功能菜单的。两个彩色图象显示器是用来显示各种图象和图形产品的。预报员通过鼠标器在产品菜单上选择不同的产品, 使其分别在两个显示器上显示, 并可再挑选功能菜单, 按自己的需要对显示的图形(象)进行加入。到1985年夏季, 工作站可供调看的产品已达300多种, 包

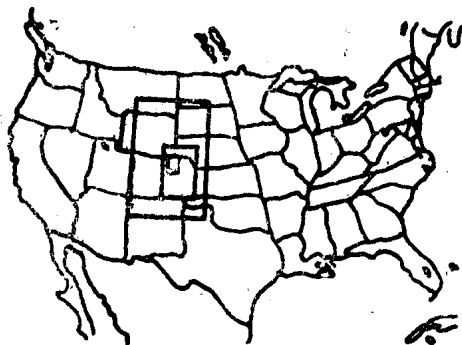


图1.3 试验区的4种尺度

括常规等压面天气图、物理量诊断、数值预报产品、GOES卫星产品(VISSR和VAS),常规数字化天气雷达和多普勒天气雷达观测产品、地面中尺度观测网产品、闪电定位测量仪产品、廓线仪(风、温度、湿度)产品等。按空间尺度分单站(垂直廓

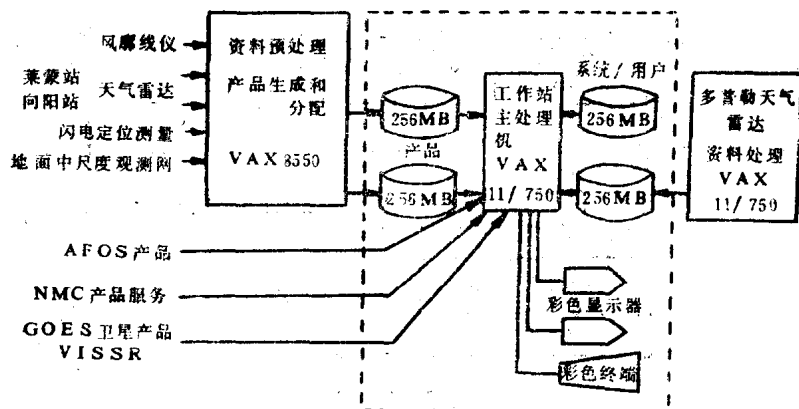


图1.4 美国PROFS硬件配置示意图

线)、局地尺度、区域尺度、国家尺度和北美洲尺度分别列出产品菜单。另外,还包括有气压、风、垂直速度、温度、相对湿度、抬升指数等变量的格点资料。

这个工作站提供了多种人机交互处理功能,如:放大,利用鼠标器对图形(象)的任何部位放大,放大倍数为1—15倍;迭加(合成),把两张以上同样尺度、同样比例的图形(象)产品同时显示在一个显示器屏幕上。例如,雷达回波CAPPI图与地面中尺度流程图迭加,可见光云图和红外云图迭加等;动画,可以选择不同的速率对连续观测的4—32幅图象产品循环动画显示;多幅显示,在屏幕上同时显示4、16幅一种时间连续的图象产品;前进/后退,对某一时刻的图象重复显示下一时刻/前一时刻的图象,以便预报员对比分析某种特征的演变;清除,随时消去任一显示器的图形(象),提示,在菜单的下部自动随时以文字形式提供工作站系统管理、资料收集等情况。

二、瑞典的天气预报业务系统(PROMIS-600)[7,8]

瑞典国土不大,周围又有较多气象设施,因此,他们在全国建设预报业务系统。70年代就已经建立起以计算机技术为基础的业务系统,80年代中期把系统进一步现代化。整个系统由中央系统和6个区域系统组成。共配备300个自动气象站,90个混合天气站(自动气象站加上监测云、能见度等天气要素的观测员),16—20个高空站(配备常规探空或垂直探测遥感系统),16部天气雷达或多普勒雷达。

1. 国家中心的系统

在图1.5中, PROMIS-600配置的主计算机为一台大型计算机VAX 8600, 主要担负对卫星资料的处理, 并处理区域内40个地面自动气象站, 闪电定位测量系统和诺尔彻平探空的资料。这台计算机还与两部多普勒天气雷达(5厘米)的处理机(VAX 11/750)和国家水文气象局(SMHI)的中心计算机(也是VAX 8600)连接, 以获取常规气象资料和数值预报产品。工作站还与一个图象处理机连接。工作站分为PROMIS-600工作站和卫星资料接收处理和显示系统(PROSAT)工作站两部分。预报的业务运行是在PROMIS-600工作站上完成。每个工作站均配有两台彩色图象终端、一台数字显示器和一台硬拷贝机, 并分别配有“菜单操纵盘”和“功能函数键盘”, 供实时对图象进行处理(见图1.6)。

2. 区域中心的系统

区域系统的中心设在地区气象台, 负责本地区天气监测、通信传递、资料处理和预报发布。技术系统设计成统一的标准组件, 包括一个8兆字节的基本资料库和图形显示器, 字符

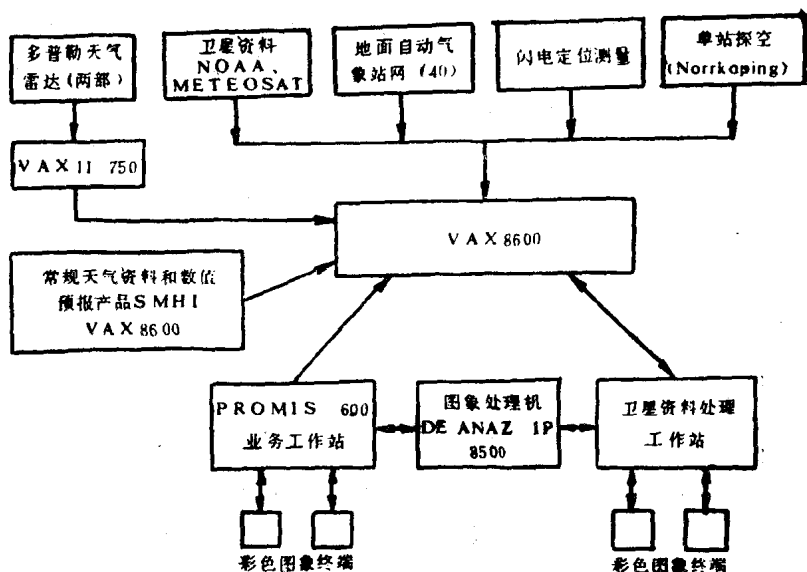


图1.5 瑞典国家中心天气预报业务系统框图

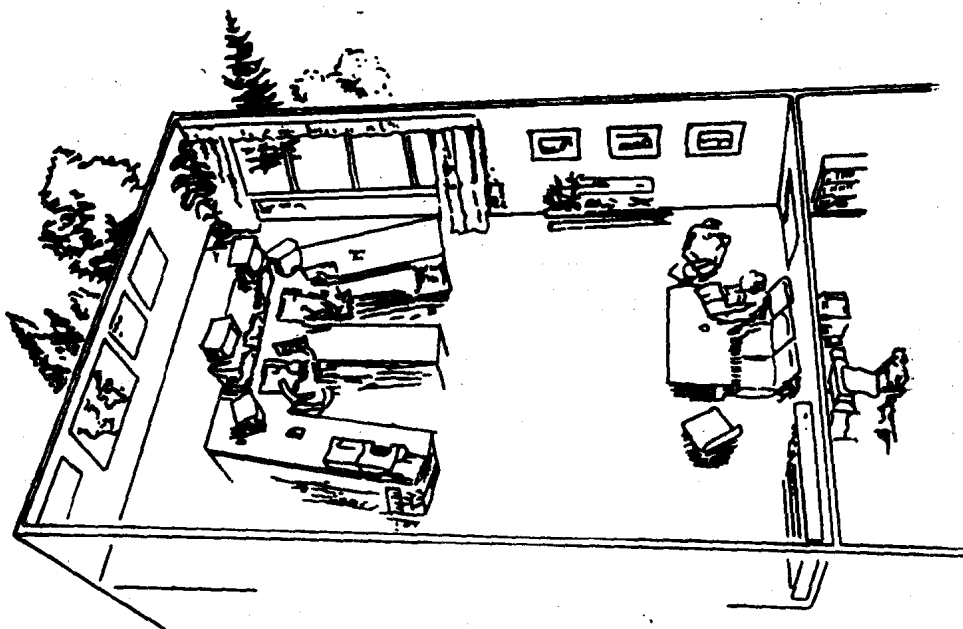


图1.6 瑞典国家中心天气预报业务工作站室内布置示意图

显示器、静电绘图仪、彩色显示器、打印机等(见图1.7)。

每个地区观测网包括: 50个自动观测站, 15个混合天气站, 1—2个高空站, 2—3个雷达站以及一些探测器、和一些特殊地区(山路、公路)附加自动气象站。卫星资料由中央系统提供。飞机报告由军民航供给。

三、英国的天气预报业务系统 (FRONTIERS)[9, 10]

1. 系统组成

英国是个岛国, 信息采集以雷达和卫星探测为主。因此他们整个系统包括以下六部分:

(1) 多部组网雷达。用7部气象雷达, 每部雷达配有预处理计算机, 用以传送、显示以及对观测资料的内插。每部雷达均可单独用以警报与短时预报。目前新的气象雷达已可以做

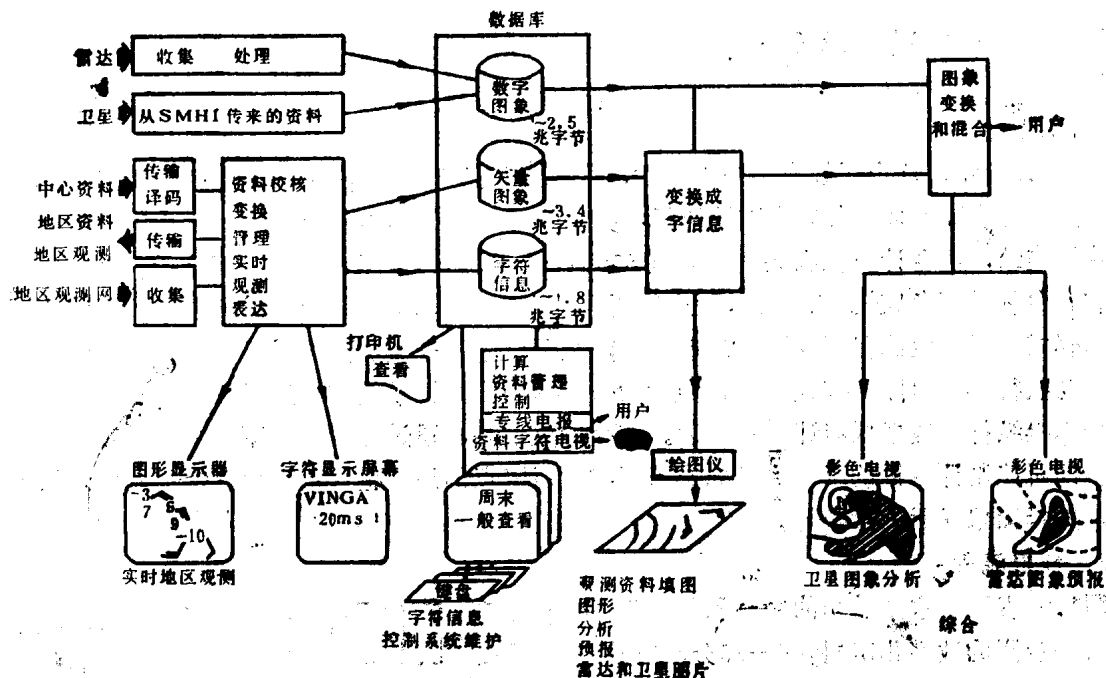


图1.7 瑞典地区天气预报业务系统示意图

到无人操作，可以放置山区视野合适的制高点上；

(2) 中央网络计算机。用以自动处理雷达回波的复合图；

(3) 卫星资料接收站。接收处理同步卫星的云图资料；

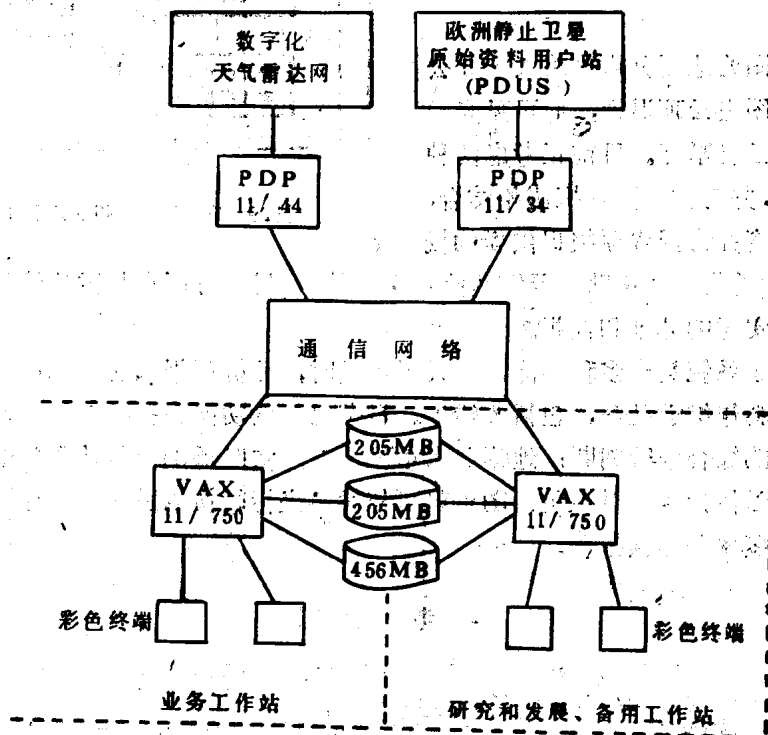


图1.8 英国FRONTIERS工作站示意图

- (4) 计算机线性要素预报软件系统;
- (5) 人机对话图象显示系统;
- (6) 预报结论的自动编辑传送系统;

2. 工作站

如图1.8所示, 这个系统有两个工作站, 业务工作站和用于研究和发展的备用工作站, 它们分别配置有V A×11/750小型计算机, 并通过网络与天气雷达网和欧洲静止卫星用户站的计算机连结, 两台计算机有共用硬盘(866兆比特)。每个工作站分别配有一台彩色图象终端和一台辅助彩色监视器。另外, 各还有两个配有碰屏(Touch Screen)的视频显示终端, 以菜单形式显示特定的程序和图象处理功能, 只要用手碰一碰屏上菜单的某个位置, 计算机即可自动执行某个程序或完成某项指定的图象处理功能, 操纵既方便又迅速。还可以通过键盘、光标操纵杆或数据板与计算机对话。在碰屏失灵时, 通过键盘敲入菜单上的某项内容的号码, 即可控制计算机的工作。光标操纵杆, 可以定点划线, 也可以调节连续显示的速度和次序, 选择图象显示的部位等。

3. 预报流程

图1.9 表示了这个系统的结构和预报流程, 雷达观测的数字化资料在5—15分钟内可以处理完毕并以地面的降水强度分布的形式显示传送出来, 分辨率约为5公里。中央处理机可以在5分钟内将雷达复合图完成, 复合分析是按预先设计方案由计算机进行的, 但必要时中尺度分析中心人员可以中断和干预复合方法。

同步卫星云图的地面分辨率略大于5公里。利用红外云图定云顶温度, 而可见光云图可粗略地定出云层厚度。目前正考虑两种云图的组合分析, 并与雷达降水探测相结合, 用以确定降水强度并为降水预报提供新的概念模式, 卫星云图首先用以帮助解释雷达降水探测结果; 另一方面在与雷达结果作分析统计后可以用以作降水实况的外推和预报。

人机对话显示系统具有多种功能, 着眼于预报时, 分析预报人员可以简单直接的指令方式对各种探测资料作综合处理, 包括改错等。目前已有的功能包括: 对雷达回波作非气象回波过滤, 降雨区的综合分析判断; 地形降水增强调整; 实时遥测雨量计资料的输入, 并用以标定雷达降水定量估计等。对卫星云图资料可作投影坐标转换以适应与其他资料合成, 结合雷达资料作降水概率分布预报等。

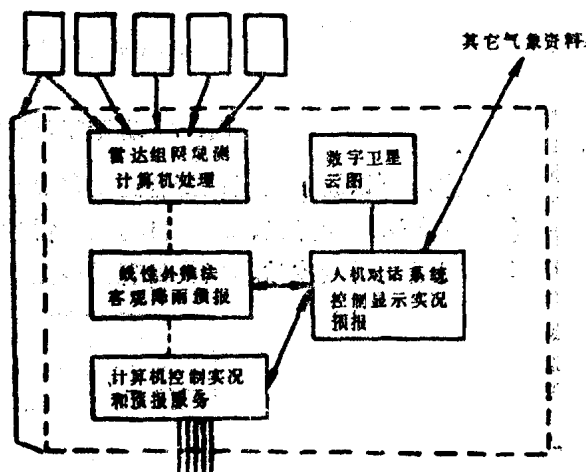


图1.9 英国FRONTIERS的预报流程

参 考 文 献

- [1] Olov Longqvist, Weather Forecasts in Tabulated and Warded Form by Computer Interpretation of Forecast Charts, *J. Appl. Met.*, 12(2), (1973),
- [2] 周秀骥等, 美国中尺度气象学与九十年代天气预报服务现代化, *气象科技*, (2), 1—7(1991)。
- [3] 王继志、杨元琴, 天气分析预报新技术十年回顾与展望, *气象*, 19(3), (1993)。

- [4] 范慧君, 局地强风暴的甚短期预报和监视——美国区域天气观测和预报服务, 气象科技, (1), 16—21 (1985).
- [5] A. E. Maedonald, PROFS: An Approach to Improved Operational Weather Services, Nowcasting I, ESA, SP-208, 443—450 (1984).
- [6] T. W. Schlatter, etc, A Subjective evaluation of the PROFS Operational Workstation Based on a Real-time Forecasting Experiment in Summer 1983, Nowcasting II, ESA, SP-208, 451—458 (1984).
- [7] S. Bodin, Blueprint for the Future Swedish Weather Service System, Nowcasting, Academic Press, 25—36 (1982).
- [8] S. Bodin, S. Magnusson and L. Moen, PROMIS-600 The Pilot project for the Future Swedish Weather Service, Nowcasting II, ESA, SP-208, 479—484 (1984).
- [9] K. A. Browning and C. G. Collier, An Integrated radar Satellite Nowcasting System in the U K, Nowcasting, Academic Press, 47—62 (1982).
- [10] K. M. Carpenter and K. A. Browning, FRONTIERS—Progress with a System for Nowcasting Rain, Nowcasting II, ESA, SP-208, 427—432 (1984).

第二章 信息 采 集

信息采集是天气预报业务的基础。自从1597年伽俐略发明湿度表，开创了大气的定量观测以来，可以说，大气观测和探测的发展经历了三个阶段，16世纪末到20世纪初是地面气象观测的形成阶段，20世纪20年代至50年代是高空探测的形成阶段，60年代开始进入大气遥测、遥感和自动化的发展阶段。90年代，自动气象站、天气雷达、气象卫星、大气廓线仪、雷电探测仪等一批遥测、遥感设备正在气象业务中普及，而且通过计算机和现代通信技术的配套，逐渐实现信息采集的自动化。

大气遥测、遥感和自动化的发展，不仅扩大了探测范围、丰富了探测内容，促进了地面观测和高空探测设备的更新换代；而且促进了天气预报乃至整个气象业务工作的变革。下面分别对现代化信息采集的基本原理和内容，以及一些主要遥测、遥感设备作一介绍。

§2.1 现代化信息采集的基本原理和方法

前已述及，现代化信息采集主要是大气遥测、遥感和自动化，下面分别对其基本原理和方法作一概述。

一、大气遥测

大气遥测是指测量区域与观测点相距较远，测量仪器的感应器置于测量区域，与被测气象要素相接触，其测量信息通过有线或无线通信传送到工作站，从而获得所需气象信息的一种测量方法。

大气遥测通常可分为有线遥测和无线遥测两种。有线遥测是指感应器所测量的气象信息通过传输电线(缆)送到工作站，如电传风向风速仪、温湿遥测仪、遥测水银气压表等。无线遥测是指感应器将获得的气象信息经过处理后通过无线通信传送到工作站，这时感应器所获得的气象信息必须通过整理编码，并调制在发送频率(载频)上，由无线电发信机发送到工作站，如无线电探空仪、飞机探测等；无人自动气象站，也大都都是这种类型。

随着计算机技术和卫星通信技术的发展，大气遥测得到迅速发展，美国于1980年建成由中心站和野外一些子站组成的自动气象遥测系统(RANOS)，日本于70年代建成由中心气象台与1300个观测站、58个地区气象台组成的雨量自动观测系统(AMEDAS)，80年代后期，我国京津冀地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区都建设了自动气象站观测系统。

二、大气遥感

大气遥感是指探测仪器不与被测大气直接接触，在一定距离以外测定大气成分和天气情况。大气本身，太阳、地球等天体和人工发射装备，都可以在大气中形成各种频率的电磁波和声波信号。这些波信号在大气中传播时与大气相互作用，产生不同的物理效应，使波信号带有大气成分和气象要素变化的信息。大气遥感的原理就是利用不同的仪器装备接收这些波信号，确定它们的物理特性(如频谱、相位、振幅、偏振度等)，然后计算出大气成分和天气情况的空间分布。目前大气遥感中应用的电磁波谱，从紫外、可见光、红外、微波、米波、分米波到激光波都被广泛应用。

大气遥感分为主动式和被动式两类。主动式大气遥感是人工向大气发射某种频率的高功

率波信号,然后接收、分析并显示被大气散射或反射回来的波信号,从中提取有关大气信息,如激光测云仪、气象雷达等。被动式大气遥感是直接接收大气本身或天体发射的波信号,利用它们在传输过程中与大气相互作用的物理效应,提取大气信息。气象卫星、大气辐射仪、雷电探测仪就是这种类型。

§2.2 自动气象站和机场自动探测系统

一、自动气象站

自动气象站是自动进行地面气象观测的设备。目前,除了云状、云量和部分天气现象外,其它常规的地面观测项目自动气象站都能完成,并能自动传送观测结果。

表2.1是芬兰迈洛斯自动气象站的主要性能参数,它共有9个传感器,可测量地面温度、气压、湿度、风向、风速、太阳辐射、日照、降雨和降水量。配有微计算机,可自动计算气象要素的平均值和极值,将观测结果自动传输给用户或打印记录,也可连接到公共电话线路

表2.1 芬兰迈洛斯自动气象站主要性能参数

传感器类型	测量参数	数据瞬时值和极值
带铜护套的白金探头	空气或地面温度	-40—+60℃
三环风速表	风速	每4秒钟采样,10分钟平均
薄膜湿度计	相对湿度	每分钟取样,瞬时值或极值
风向标	风向	每4秒钟采样,10分钟平均
真空气压计	大气压	每分钟采样,最大、最小、平均值
总日射计	太阳辐射	每分钟采样,在指定周期内的平均辐射
翻斗式雨量计	降雨	在指定周期内的累计
降水探测器	降水	每分钟采样,记录给定周期内的一分钟降水量
双金属片	日照	每分钟采样,记录给定周期内的一分钟日照量

上,用户通过键盘进行气象数据检索、查询。该站使用太阳能电池或风力发电机进行供电。自动气象站怎样实现数据自动采集和传输?如图2.1所示。各种气象传感器将各种气象

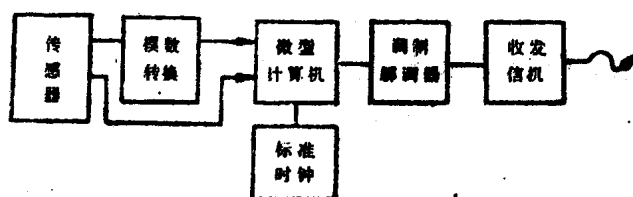


图2.1 自动气象站数据采集和传输框图

要素的非电量数据变换成电信号,有一部分还要经过模数转换成为数字信号,电信号进入计算机进行处理,如采样、计时、编报等,然后经过调制解调器到发送频率上,通过发信机发出。自动气象站一般无人操作,实时观测利用一只精密度较高的时钟向计算机发送电信号,控制计算机开机。

二、机场气象自动观测系统

机场气象自动观测系统是自动气象站的发展。在传感器和观测项目中它增加了航空气象的内容,并且为了满足跑道不同位置的观测,几部同一种传感器放在不同位置,从而形成一