

武汉数字化天气雷达系统 微机远程终端网络(WMSN)及其应用

金鸿祥 杨金政 冯斌贤
陈少林 李平文 万玉发
(湖北省气象局)

提 要

天气实况和预报产品的分发是现代化短时预报系统的三个重要环节之一。本文从武汉数字化天气雷达系统(WMS)出发,结合我国实情,介绍了微机远程终端网络(WMSN)的设计方案。能实时将雷达彩色降水回波现象,以及天气预报、警报远距离输送给用户。系统经过近三年的应用,取得了较大的社会与经济效益。

一、引 言

英国 Browning 早在 1979 年发表的 FRONTIERS 计划^[1]中已经指出,短时天气预报系统必须从观测和数据收集处理,分析和预报,以及为用户服务的产品分发等三个主要环节,进行全面的新的系统工程设计。其中的产品分发环节,比之于短期系统具有显著不同的特点,应予以特别重视。同时,短时天气预报产品还具有这样一个特点,即预报更新(发布)的频率与预报本身的质量(准确率)具有同等的重要性^[2]。所以,设计和研究一个具有自动、高速和连续发布性能的分发系统,同样是短时天气预报系统必须研究的重要课题之一。

综合英(FRONTIERS 系统),美(RADEX 及 RADAP II 系统)^{[3][4][5]}等国家的多年经验,对于一个采用计算机控制的短时降水预报分发自动化服务系统,其主要技术特点可概括如下:

1. 采用普通电话线路(多为 300—1200,少数为 2400 波特率或以上)向用户输送数据。借助专用终端设备(如英国的 JASMIN)或公用数据电视(称 VIDEOTEX, VIEWDATA 等)显示彩色图象。

2. 分发内容可为实时和预报的图象、图示和文字,但直接、快速和连续(以 5—15 分钟为周期)分发单站或区域的实时降水和卫星云图是最受用户欢迎的重要内容。

3. 以 8 级彩色和 5km 分辨率显示的地面降水分布图,足可满足绝大多数用户的需要^[6]。

Carpenter 等指出^[2],较为理想的工具应该是使用计算机的网络通讯技术,可在短时预

报中心和用户之间进行直接交互,但这种方法在经济上是比较昂贵的。

二、系统设计

武汉数字化天气雷达系统(WMS)是从美国引进、以 EEC 公司 WSR-81S 雷达为基础的一个完整的现代化大气降水自动探测系统。原系统配有一个以专线连结的专用远程彩色显示终端,但设备和线路费用昂贵,不便推广。我们的任务便是如何根据国情,设计一个专用的远程数据实时图传通信网络(WMSN),从而发挥 WMS 系统最大的社会效益,并尽可能使它达到先进水平。

1. 信道选择

选择 WMSN 信道的基本技术要求如下:

- (1)信息性质:图象(形)和文字,以雷达回波图象为主。
- (2)信息量:12—48KB(2—4km 分辨率,256×256—512×512 网格点,8色)/每幅。
- (3)传输速率:1200—2400 波特率。
- (4)传输时间:1.5—5.0 分钟/每幅。
- (5)传输分支数:几个或几千(百)个用户,可同时接收。
- (6)传输频度:最短间隔周期为 10 分钟;暴雨季节和重要灾害性天气过程需长时间连续发送。
- (7)传输紧急度:准实时,延迟不超过 10 分钟。
- (8)误码率:0.00001—0.000001。

上述技术指标是比较高的,特别是(5)、(6)和(7)三条要求的实现,可使 WMS 达到全社会的多用户共享;而且有可能使许多 WMSN 终端站成为一种所谓等效天气雷达站。这将使一部强功能的中央雷达站发挥最大的社会效益,这是 WMSN 的最重要特色。但是,目前还无法利用公用电话网来满足 WMSN 要求。然而,利用无线高频(UHF)信道不仅保证了上述 WMSN 所需的传输质量、频度、分支数等全部技术要求,而且也是最经济和简便的。它的优点可归纳如下:

- (1)UHF 信道抗干扰能力强,优于普通公用电话网以及 VHF 信道,误码率能满足条件(7)的要求。在恶劣的雷雨天气下也可得到清晰的彩色图象。
- (2)无线信道易于做到传输的无穷分支性和高频度连续分发的特性。
- (3)在 200km 左右范围内,借助于合适的中继站,建立 UHF 传输信道在一定条件下是可能成功的。但当大于 200km 时,则以使用专用有线如“三报一话”为宜。
- (4)使用 MODOM 与发射机(接收机)合并装置的 DX 数传机,体积小、使用方便。

2. 网络结构

一个首先需抉择的问题便是采用单向通信还是双向通信。WMSN 是专门用于短时天气预报服务的,因为任务规定的单调性,采用无线单向通信网络方式,便可很好地满足用户的功能要求,并且因为网络结构简单,可靠性也必然增加,投资也大为降低。

WMSN 的网络结构必然以通过中继继续的辐射形式就可满足(见图 1),是一种专用于短时天气预报服务的数据电视广播。

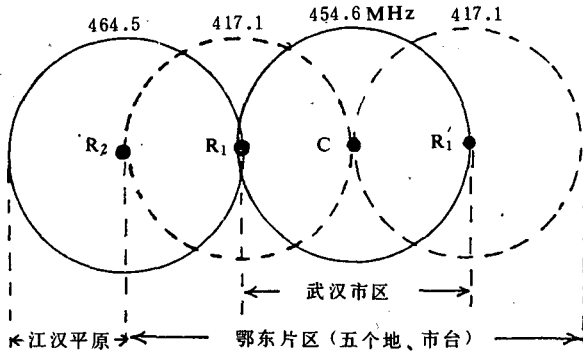


图 1 WMSN 数据通讯无线 UHF 网络示意图
(C 中央站, R₁, R₁ 一级中继站, R₂ 二级中继站)

3. 终端设备

直到 1984 年初之后,随着 IBM PC-jr 机高分辨率彩色显示卡及相应软件的研制成功,它已完全能满足 WMSN 终端的要求。但从我国实情出发,我们将 WMS 的终端扩展到 3 种档次的微机,即 APPLE-II, IBM-PC(包括长城 0520-A)和 IBM PC-jr(包括长城 0520-CH 及以上几种)构成一个系列,以满足具有不同经济能力用户的要求,这是 WMSN 的特色之一。

诚然,PC 机 320×200 的 4 色中分辨率对显示雷达回波带来很大限制,但是,经过努力,一种在 BIOS 中并未提供的 16 色(160×100)低分辨率的显示功能,已经开发出来,从而用开窗放大的方法即可弥补中分辨率彩色层次的不足。

经精心解剖和开发,APPLE-II 的串行通讯软件功能得到增强。APPLE-II 高分辨显示方式的格点范围(280×192)虽嫌不足,但可用 4 点合并予以处理,尽管 WMS 图象产品的分辨率将下降至 4×4 和 8×8km²,但是,足敷一般性业务使用。况且,在软件设计中已引入开窗放大可恢复原分辨率的功能。APPLE-II 内存容量不足,原只可容纳一幅图象,利用 Saturn 128K 内存扩展卡后,现在已做到可存储 12 幅并作“卡通”显示。

三、系统结构

WMSN 的系统结构可分功能结构和网络组成二个部分。功能结构设计的指导思想是,使 WMSN 能成为一个比较完整和多功能的短时天气预报分发服务系统。网络组成设计的指导思想是使 WMSN 同样可具有利用有线电话网的扩充能力。

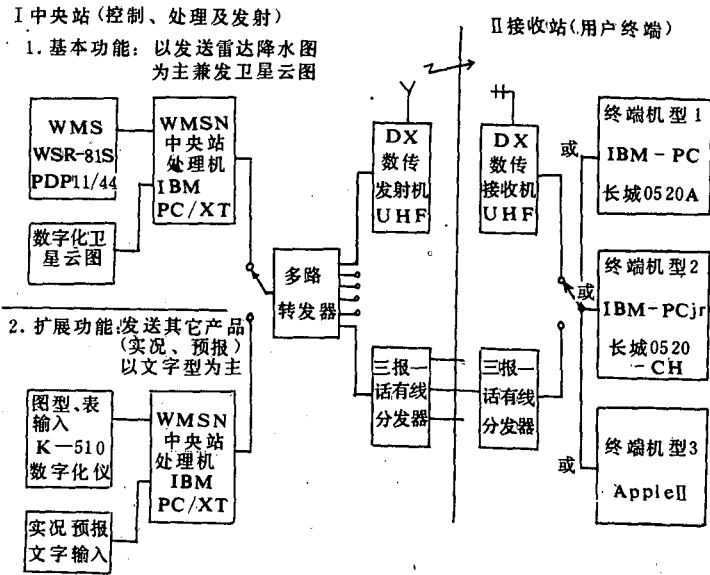


图 2 WMSN 系统基本结构的框图

1. 功能结构

(1)中央站:又分为基本功能和扩展功能二部分。

(a)基本功能部分:

由一台 IBM PC/XT 型机作为中央站处理机之一。它一方面控制接收来自 4800 波特率的 WMS 的雷达图象数据,经过二级数据压缩处理,将原为 80.5KB 容量压缩为 12KB 左右,并变换为特定的格式。另一方面实现通信控制功能,经处理后的图象数据按 EIA RS-232C 的接口规程以 1200 波特率送往 DX 数传发射机。数字化后的卫星云图的发送也与此类似。

(b)扩展功能部分:

由另一台 IBM PC/XT 型机作为中央站处理机之二。它用作输入文字、数字或图形(表)的短时天气预报内容。

(2)接收站:

每一接收站由 DX 数传接收机和通用型微机组成。在通信控制程序设计上,采用中断控制技术,开发成具有前后台处理能力的系统,故接收图象数据可与其它各种操作(如开窗放大、动画显示、打印存盘等)并行工作,使用十分方便灵活。

正如前节所述,WMSN 可兼容三种档次机型形成接收终端系列。表 1 给出了在显示等功能方面所表现的各自优缺点。

表 1 WMSN 接收系列功能

终端机型	整幅图象			开窗放大			综合和文字显示功能	内存含有图象幅数	通信功能
	格点数	分辨率	彩色	格点数	分辨率	彩色			
PC-jr	640×450	4×4 2×2 (km×km)	8	160×112	4×4 2×2	8	1. 不失原分辨率可四幅同显於屏幕 2. 能显示文字	快速显示6—18幅	有中断功能、前后台处理能力
PC	320×200	4×4 2×2	4	160×100	4×4 2×2	8	能显示文字	快速显示6—18幅	同上
APPLE- II	140×96	8×8 4×4	8	40×40	4×4 2×2	8	不能显示文字	插入扩展卡可存12幅	无中断功能

2. 网络组成

(1)省内部分:

可覆盖湖北中部(江汉平原)及鄂东部地区,如图 1 所示,共分三级子网络:

(a)第一级:中央站 C 组成武汉市区子网络。

(b)第二级:由二个一级中继站 R_1 (九真山,海拔 300m)、 R_1' ,各位于武汉市东、西 50km 处组成鄂东片子网络。在本子网络覆盖范围内共有 5 个地区、市气象台(黄冈、黄石、孝感、咸宁、鄂州)。

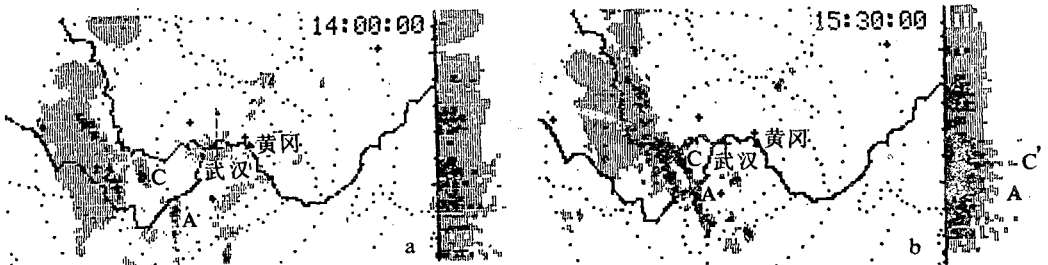
(c)第三级:由一个二级中继站 R_2 组成江汉平原子网络,包括有荆州地区台。该级子网络尚在试验中另一个 R_2' 设在鸡公山,可传图至河南信阳地区台,已投入业务使用。

(2)省外部分:

利用三报一话线路可将雷达图象实时传送至南昌、长沙和合肥等省级气象台,已试验成功,即将投入业务应用。

四、应用效果

WMSN 是在 1984 年与引进 WMS 的同时进行研制的,1987 年起同时正式投入业务运行。至今为止,在武汉市内用户已近十家,在防汛抗洪,水利电力调度、飞行导航指挥、生产调度等方面起到重要作用。



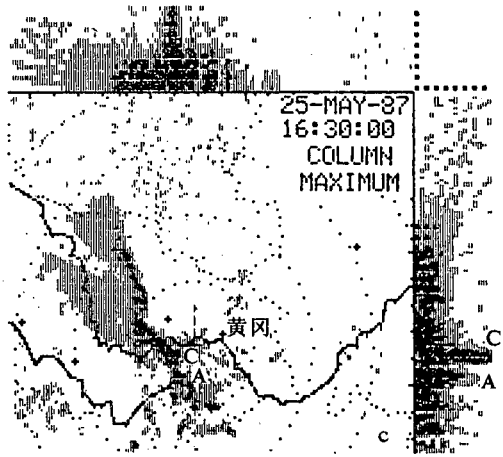


图 3 1987 年 5 月 25 日黄冈台 WMSN 终端打印图(深色为 $\geq 35\text{dBz}$)
(a)14:00(b)15:30(c)16:30

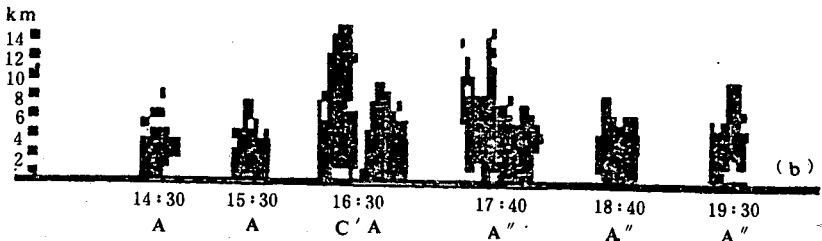
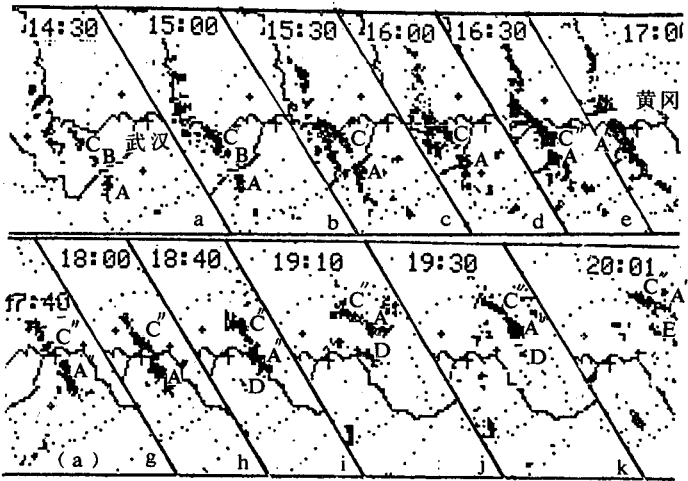


图 4 (a) $\geq 35\text{dBz}$ 降水回波打印图的连续剪辑
(b) $\geq 35\text{dBz}$ 降水回波剖面图的连续剪辑

鄂东片已有 5 个地、市台应用终端,由于其良好的功能,发挥了等效天气雷达站的作用。如黄冈地区气象台(位于武汉东 50km),1987 年 5 月 25 日,从 14h—23h 共 9 个小时

内,终端共收到彩色回波图 54 张,成功地连续跟踪监视了一次飑线活动,并用磁盘记录到其全部的三度空间演变过程。

图 3(a,b,c)是黄冈终端输出的屏幕打印图(可改用数字级别)。图 4 则是利用终端分级选择功能取 $\geq 35\text{dBz}$ 打印后剪辑而成的,这些图清晰描绘了单体(如 A、B、……等)的活动和飑线形成的过程。该台预报员在收到终端提供 15h 后的回波图象后,加强监测并对原预报作了订正,在 16:40 发布了黄冈地区暴雨和雷暴大风的短时预报、警报。预报提前了 2 小时,强降水落点、雨量和风力预报与实况较为一致,服务效果良好。

根据实践证明,在引进武汉数字化天气雷达系统的基础上,所研制的微机远程终端网络,具有全天候、多分支、高频度和长时间连续分发准实时降水回波彩色图象的能力,使微机接收终端具有等效天气雷达站的功能。WMSN 应用成功的经验表明,这套系统可能为我国在地方台站开展短时天气预报业务,提供一种经济和有效的重要手段。

致谢:本文承陶诗言先生指导修改;图 3,4 取自杨起华同志的论文^[7],在此一并致谢!

参 考 文 献

- [1] Browning, K. A., FRONTIERS plan, a strategy using radar and satellite imagery for very short—range precipitation forecasting, *Met. Mag.* 108, pp. 161—184, 1979.
- [2] Carpenter, K. M., and R. G. Owens, Use of radar network data for forecasting rain model. Research Report, No. 29, 1982
- [3] Kenneth, H., Shreeve, RADAP 19th Conference on Radar Meteorology of the American Met. Society, 1980.
- [4] D/RADEX II Program Development Plan, NWS NOAA, 1982.
- [5] Processing and Enhancement of Weather Radar data Technological Developments RADAP II /ICRAD NOAA Technology Brief, 1982.
- [6] Browning K. A., and C. G. Collier, An Integrated Radar—Satellite Nowcasting System in the UK, *Nowcasting*, 1, 5, pp. 47—61, 1982.
- [7] 杨起华, 利用 WMSN 远程终端制作强对流天气短时预报一例, *湖北气象*, 2, 1988.

A MICROCOMPUTER-BASED REMOTE TERMINAL NETWORK OF WUHAN DIGITIZED WEATHER RADAR SYSTEM AND ITS APPLICATION

Jin Hongxiang Yang Jinzheng Feng Binxian
Chen Shaolin Li Pinwen Wan Yufa

(Hubei Meteorological Bureau, Hubei)

Abstract

The dissemination of weather real condition and forecast products is one of three main links in modern systems for nowcasting and very short range forecasts. Based on Wuhan Weather Radar System(WMS) in consideration to the use in China, the idea of design for microcomputer-based remote terminal network (WMSN) is outlined in this paper.

The radar echo color images and weather forecasts as well as warning can be disseminated in real time to many remote users by WMSN. WMSN has put into operation for about three years, so far, the great social and economic benefits have been achieved.