

# 上海雷达站 NEXRAD 的通信与业务流程

诸兆庆 宋声平 王勤典

(上海中心气象台, 200030)

## 提 要

介绍美国多普勒天气雷达 WSR-88D 数据通信的组成、特点和依据上海的具体情况所建成的系统和业务流程。

关键词: 多普勒天气雷达 通信 业务流程

## 引 言

上海引进的多普勒天气雷达 WSR-88D 在美国称作为下一代天气雷达, 简称 NEXRAD。雷达的数据通信由宽带通信和窄带通信两部分组成, 主要完成雷达资料获取 (RDA)、雷达产品生成 (RPG) 和主要用户处理 (PUP) 三大组成单元之间的信息交换。其中 RDA 与 RPG 之间为宽带通信, RPG 与 PUP 之间为窄带通信。另外, RPG 的重要部件, 作为雷达操作员人机交互平台的 UCP (Unit Control Position) 也可以与 RPG 异地放置, 构成远程 UCP, 其与 RPG 的通信也属窄带通信 (见图 1)。

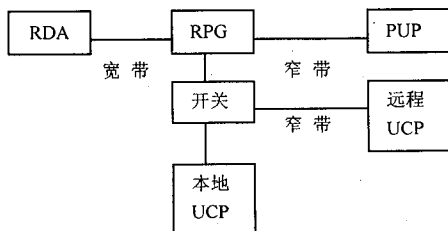


图 1

## 1 通信系统介绍

### 1.1 宽带通信 (Wideband Communication)

宽带通信的作用是由 RDA 向 RPG 输送包括反射率 (Reflectivity)、平均径向速度

(mean radial velocity) 和谱宽 (spectrum width) 以及天线位置信息 (antenna position information) 和径向识别符信息 (radial identifier information) 在内的基本数据, 还包括 RDA 和通信设备操作运行的状态信息。由 RPG 向 RDA 发送包括器件握手信号 (device handshaking signals) 和数据传输同步时钟 (data transfer synchronizing clock) 在内的控制信号和改变 RDA 运行的操作命令。

宽带通信的通信规程使用美国 AT&T 的 DSX-1 标准。主要参数有传输速率  $1.544\text{MB} \cdot \text{s}^{-1}$ , 误码率优于  $10^{-6}$ , 线路阻抗  $100\Omega$  等。RDA 和 RPG 所需传输的数据由各自的宽带通信驱动器 (MVME-381) 转换成 DSX-1 格式, 由通道终端管理软件 (Channel Terminal Manager software) 控制, 工作于全双工方式, 采用帧 (frames) 传输, 每帧由 2~4000 字节长度加上误码检测, 出错帧重发, 数据传输和处理全程监测, 任何一个软硬件操作的不规则变化都将生成报警码在 UCP 上显示。

WSR-88D 雷达可提供 4 种宽带通信媒体, 根据 RDA 与 RPG 之间不同的相隔距离作选择。

(1) 直接线缆 (Direct Wire)。最大作用距离为 120m。

(2) 光纤 (Fiber optics)。最大作用距离为 18km。

(3) 微波视距线 (Microwave Line of sight)。频率范围为 1.7~2.3GHz, 功率 30dBm, 作用距离在没有中继站时不大于 40km。

(4) 通信公司的 T1 制式宽带线。其特点是没有距离限制, 但受制式制约。

## 1.2 窄带通信 (Narrowband Communication)

窄带通信用于 RPG 向 PUP 传送雷达的产品数据以及 PUP 向 RPG 发送请求信息。此外, 在 RPG 与远程 UCP 之间传输控制命令和状态信息。

窄带通信采用同步方式, 由窄带通信驱动器 (FV5310) 和相应的管理软件完成通信任务。WSR-88D 提供 3 种窄带通信:

(1) 直接双绞线对 (Direct twisted pair)。在距离不大于 120m 时通过 MODEM 取消器, 将 RS-232 转换成 RS-422 格式, 传输速率可达  $56\text{KB} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(2) 电信部门的四线制专线。用作 RPG 与相关 PUP 以及 RPG 与远程 UCP 的专线通信, 与 MODEM 的接口为 RS-232, 传输速率  $9.6\text{KB} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(3) 电信部门的二线制拨号线。用作 RPG 与非相关 PUP 的通信, 与 MODEM 的接口为 RS-232, 传输速率  $9.6\text{KB} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

## 1.3 WSR-88D 雷达可供选择的通信业务流程

在通常情况下, 为了确保多普勒天气雷达作用的发挥, PUP 总是放置在离预报人员最近的地方, 所以根据上述对雷达通信系统的阐述和分析, 可供选择的业务流程有以下两种:

(1) RPG 与 PUP 一起放置在预报部门, RDA 放置在雷达站, 两地之间依据不同的距离选择相应的宽带通信媒体 (见图 2)。

(2) RPG 与 RDA 一起放置在雷达站, PUP 和远程 UCP 放置在预报部门, 两地之间采用电信部门的窄带通信 (见图 3)。

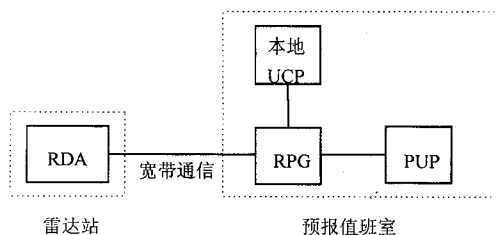


图 2

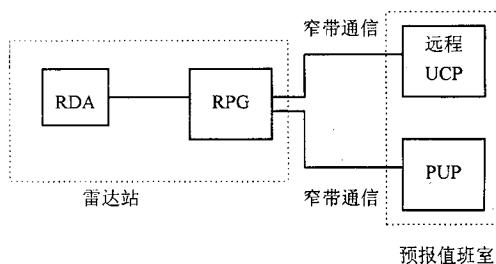


图 3

上述两种业务配置的不同点在于前一种两地之间是采用宽带通信传输雷达的基本数据, 传输的数据量大, RPG 至 PUP 的传输速率可达  $56\text{KB} \cdot \text{s}^{-1}$ , 所以时效较快。后一种两地之间采用窄带通信传输雷达的气象产品, 传输量小一些, 但通常情况下 RPG 至 PUP 之间的传输率低, 只有  $9.6\text{KB} \cdot \text{s}^{-1}$ , 时效差于前一种方式。

## 2 上海雷达站的设备配置和业务流程设计

社会的进步和经济的发展给上海的城市面貌带来了日新月异的大发展, 而原来放置在市区高度为 68m 的气象大楼楼顶的 714 雷达早已陷于周围新建的高楼大厦之下, 挡角众多, 为了更好地发挥多普勒天气雷达的作用, 确保对强对流天气的探测和预报, 遂决定将雷达站移至郊区。几经挑选和比较, 最终选定离徐家汇气象大楼直线距离 45km 的市郊南汇县滨海旅游度假区。其主要考虑有几点: 一是所在地区规划中没有高层建筑, 可以确保雷达的净空度多年不变。二是远离市区, 可以克服雷达的近距离盲区, 有利于对市区降雨的探测和预报服务。三是雷达站南北两翼十多公里分别是规划中的国际深水港

和在建的国际航空港, 雷达可为其服务。四是雷达站紧靠海边, 有利于对台风的监测。

为了确定雷达站与气象大楼之间的通信业务流程, 我们作了相应的调研和技术测试, 为设计作依据。

### 2.1 宽带通信的调研和测试

雷达站点确定后, 上海 NEXRAD 可供选择的宽带通信只有微波和电信公司的宽带网了。根据我们的了解, 上海地区已经有一个覆盖全市的数字数据网 DDN。该网是由上海信息产业公司引进美国 Timeplex 公司及加拿大新桥公司的组网设备建立的目前国内最大的数字数据传输网。它由数字传输和数字交叉连接系统组成, 包含数据通信、数字通信、计算机、光纤通信、数字交叉等技术。目前已经向用户提供全程端到端的数字数据业务。雷达站所在镇的邮电支局都有节点设备, 只是通信必须采用我们国家的 E1 制式, 与雷达生产厂方提供的 T1 通信制式不匹配。年通信费用约 60 万元人民币。

为了解徐家汇气象大楼至雷达站之间的微波通道状况, 1996 年我们专门进行了一次实地微波电信号测试。借助市防汛指挥部设在黄浦江边闸港地区 80m 高铁塔上的一点多址微波发射装置, 分别在气象大楼和南汇县的大楼顶进行微波传输情况的测试。

气象大楼楼高 68m, 闸港在其  $165^\circ$  方位, 之间相隔 20.1km。因雷达站尚在建设中, 没有制高点, 我们选择在县城东面 45m 高的海东大楼楼顶作测试点, 闸港在其  $269^\circ$  方位, 相距 25km。所用设备为 HP8592A 频谱分析仪, 灵敏度为  $-110\text{dBm}$ , 抛物面天线直径 1.2m, 增益 17dB (1.46GHz 时), 测试电缆损耗 4dB (1.46GHz 时)。

闸港微波发射设备的参数为: 频率 1.4665GHz, 功率 31.5dBm, 全向天线增益 10dB, 馈线损耗 3.1dB, 双工器损耗 3.2dB。

全天的测试结果是气象大楼接收到的信号电平为  $-82.8\text{dBm}$ , 海东大楼接收到的信号电平为  $-77\text{dBm}$ 。

按照微波理论, 自由空间损耗应为: LS

$$= 32.4 + 20\lg F (\text{MHz}) + 20\lg D (\text{v})$$

气象大楼至闸港间传输损耗应为  $-121.46\text{dB}$ , 海东大楼至闸港间为  $-123.36\text{dB}$ 。

收发信设备的功率和增益总和为 48.2 dB, 理论计算应收到信号电平为:

$$\text{气象大楼至闸港: } -121.46 + 48.2 = -73.26 (\text{dBm})$$

$$\text{海东大楼至闸港: } -123.36 + 48.2 = -75.16 (\text{dBm})$$

与实测信号电平比较, 在气象大楼至闸港段, 理论值比实测值大约 10dB, 说明市区至闸港段路径上有微波路由阻挡损耗。而海东大楼至闸港段两个数据相接近, 说明此段微波路由畅通没有阻挡, 又因雷达站几乎在闸港至海东大楼的沿伸线上, 其间也无高大建筑, 所以微波路由也不含有阻挡。

### 2.2 窄带通信的调研

由于电信事业的发展, 目前上海地区模拟的四线制专线已作为落后的技术被淘汰, 取而代之的是使用 DDN 网络, 所用设备是 26 系列或 27 系列的数字终端设备 DTU, 速率有 64K 和 9.6K 等几种, 其接口也是标准的 RS-232, 与雷达上窄带通信的接口相一致, 所需费用每年几万元。

### 2.3 上海雷达站业务流程的考虑

根据微波通道的电信号测试结果分析, 目前上海市区高楼林立, 微波通道常常被阻挡, 并有不确定因素, 所以使用微波通信的可靠性不高。而 DDN 的宽带通信首先必须增添 T1 至 E1 的转换设备, 一时无法搞到。其次每年的通信费用也太高, 不堪负担。所以最好的办法是将 RPG 放置在雷达站, 与 RDA 同置一室, 宽带通信可用电缆来完成, DDN 的窄带通信在我国运行的传输速率一般是 9.6K 和 64K, 所以与 UCP 通信用 9.6K 是可行的。由于新桥公司的网络设备同样也支持 56K 速率, 经与信息产业公司的技术人员协商后专门为我们开发一条 56K 的通信线, 这样上海雷达站的通信业务流程构成如图 4 所示。

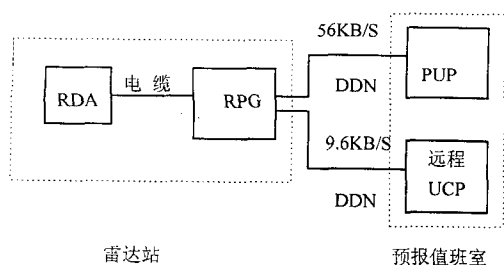


图 4

RPG 和 RDA 共同放置在雷达站的机房内，雷达站与气象大楼之间采用数字化的窄带通信，这点与美国的雷达站不同。另外，我们利用雷达上的 56K 接口，直接连至 DTU 设备上，进行 56K 速率的远距离窄带通信，这也是根据上海的条件确定的。这一改动，使得尽管 RPG 与 PUP 不在一处，但传输的速度达到 56K，与 RPG、PUP 放在一起的效果相同，并且费用仅比 9.6K 多一倍，两条线全年的费用也只有五万元左右，是宽带线费用的十多分之一左右，可达到既好又省的效果。

在实际实施过程中，因雷达站离邮电支局节点机的线路距离超过了 5km，在如此长距离的模拟线上进行数字化通信有困难。所以在雷达站与邮电支局之间用微波扩频设备作中继，使用的设备为美国 CYLINK 公司的

64SMP 型无线 MODEM。由于直线作用距离只有 2km，因此通信也很可靠。

### 3 实际运行效果

自雷达调试结束并投入试运行以来，到目前已经超过半年，发射机的连续工作时间也已近 7000 小时，整个系统性能稳定，工作可靠。汛期之前，雷达站一直处于无人值守的状况，操作人员和维护人员都是通过窄带通信靠 UCP 了解雷达的工作状况并对雷达进行控制，未出差错。

雷达完成一次立体扫描所需时间在降水和晴空模式下分别为 6 分钟和 10 分钟。以目前常用的 20 种产品为例，其中 12 种大气空间各层次中降水、气流等天气状况的强度、速度和谱宽等产品在雷达体扫描相应的仰角层次完成后即产生并传送。另外涉及由体扫描产生的 8 个产品，须在体扫描完成后产生，并在 1 分钟内传送完毕。所以不管是在降水还是在晴空模式下，体扫描结束后 1 分钟内预报人员即可调阅到所有的雷达产品，也可让其作自动滚动的动画显示。由于操作方便，预报人员可将主要精力集中于对资料的研究分析，满足预报时效的需求，促进短时预报质量的提高，且系统运行稳定，最大限度地节约了通信费用。

## The Communication and Operational Process of NEXRAD in Shanghai

Zhu Zhaoqing Song Shengping Wang Qindian

(Shanghai Meteorological Center, 200030)

### Abstract

The composition and feature of data communication system in WSR-88D Doppler Weather Radar was summarized. The communication equipment allocation and an operational process design in Shanghai Site were introduced. The operating effect of the system was given.

**Key Words:** Doppler Weather Radar communication operational process