

我国新一代天气雷达网监测系统

朱小燕

朱君鉴

(中国气象科学研究院,北京 100081) (山东省气象局,济南 250031)

摘要 简要介绍了我国正在布网的雷达的特点和功能以及雷达气象产品及其气象应用软件,给出了冰雹云识别和跟踪、中尺度气旋、暴雨等产品的个例。新一代天气雷达系统具有较强的对灾害性天气监测、预警能力,对较大范围内降水(台风)进行定量估测的能力,以及获取回波信号中风场信息的能力,是综合探测、分析、预测、预警功能为一体的智能型系统。

关键词 多普勒天气雷达 业务探测网 CINRAD

引言

50 多年来,天气雷达的发展大致经历了 3 个阶段,常规天气雷达、数字化天气雷达和多普勒天气雷达。常规天气雷达是一种模拟信号雷达,将云雨降水水质点散射回的信号在模拟显示器上显示,给出降水及其云体的空间位置和范围。随着数字技术和计算机的应用,常规雷达发展为数字化天气雷达,雷达不仅观测降水的空间分布,进一步定量估测降水强度和雨量的分布,同时还提供给用户多种图像图形产品^[1,2]。随着我国经济的快速发展和电子、雷达技术的进步,数字化天气雷达已难以满足社会发展和经济建设对气象灾害监测预警服务越来越高的需求,主要表现在:雷达获得的探测信息少、技术性能偏低、可靠性和稳定差、组网能力弱等。

随着多普勒技术的发展和高速信号处理技术的出现,多普勒天气雷达作为新一代天气雷达在气象业务探测中得到更多的应用,它不仅提供降水分布和定量估测,还提供了降水区内风场信息,增添了预示天气未来变化的信息。目前世界各国气象业务使用的天气雷达处于第 2 阶段向第 3 阶段的转换,美国于 20 世纪 90 年代中期完成了多普勒天气雷达转换,美国国家气象事业已布设了 158 部 S 波段的 WSR-88D 多普勒天气雷达,同时联邦航空部门有近 50 部 C 波段的 TDWR 多普勒天气雷达,用于强天

气的监测,保障飞行安全。

1 我国新一代天气雷达的特点和功能

中国气象局布设的新一代天气雷达网是世界第二大雷达网。新一代天气雷达对风暴、降水的监测能力更强,雷达接收机有较宽的动态范围和自动标校能力,能对大范围降水进行较准确的定量估测,雷达具有优异的相干性能,获取降水区内和一定距离范围晴空时的大气风场资料,提供降水和天气系统未来演变的信息。新一代天气雷达系统是雷达技术与计算机技术相结合的智能性气象探测设备,信息的采集、处理、存储、分发集于一体,向用户提供可直接使用的监测和预警产品。同时新一代天气雷达具有较高的稳定性、可靠性,能长时间的自动连续运行。20 世纪 90 年代中期中国气象局正式将全相干多普勒天气雷达作为新一代天气雷达列入气象业务探测系统的发展规划,计划将布设 126 部 S 波段和 C 波段的全相干多普勒天气雷达构建国家新一代天气雷达站网。

新一代天气雷达系统(CINRAD)采用两种波段(S 波段和 C 波段),目前共有 5 种型号:SA (WSR98D)、SB(1418)、SC(714DN)、CC(3830)、CD(714CDN)。SA 基本按照美国 WSR-88D 的技术和工艺生产,其余型号引进部分国外先进技术,以国内技术为主生产,SA、SB 雷达系统的结构与美国的 NEXRAD(WSR-88D)相同。S 波段雷达主要布设

在东部和沿海地区, C 波段雷达主要布设在西北和东北地区。我国新一代天气雷达在技术和探测能力上的总体要求是:

(1) 新一代天气雷达系统具有较强的对灾害性天气监测、预警能力。大气的垂直运动能反映云和降水的生成以及对流发展,这对雷暴、冰雹等灾害的短时预报极为重要。目前依赖于常规资料的中尺度分析很不可靠,而大量的试验研究证明多普勒天气雷达对风和降水具有高分辨率的四维探测能力,可获得探测范围内垂直速度和散度的局地分布;这些是对雷暴生成时间、地点的短时预报准确性至关重要的信息,有助于预报人员改进风暴灾害预报。

(2) 新一代天气雷达系统具有对较大范围内降水进行定量估测的能力。目前的常规天气雷达对热带气旋(台风)的监测服务,主要是根据雷达反射率因子所描绘的“台风眼”几何中心位置的变化来跟踪热带气旋的移动,然而得不到台风的强度及其变化、“台风眼”附近的风害位置和暴雨带等有关台风的重要特征。多普勒天气雷达探测资料可以更好地提供反映热带气旋结构特征的信息,这将明显改善热带气旋(台风)登陆位置和强度预报的准确度。

(3) 新一代天气雷达系统具有获取回波信号中风场信息的能力,对造成风害的天气进行监测。现有天气雷达站只能得到天气系统的雷达回波分布和强度信息,而多普勒天气雷达除此之外还能通过产生的多普勒速度场获得风场和谐宽信息,这将显著增强对热带气旋、风飏、风切变、下击暴流等气象灾害的发生、发展和消亡过程的监测预报服务能力。

(4) 新一代天气雷达系统是综合探测、分析、预测、预警功能为一体的智能型系统。多普勒天气雷达有能力提供较详细的中小尺度天气的观测资料,特别是通过获得的晴空和大范围降水区内的风场资料等信息改善地形影响降水的短时预报,监测预报与锋面相关的天气变化,预报雷暴的发展和移动等有重要作用,并可明显提高短期和短时天气预报能力。

2 我国新一代天气雷达产品

虽然雷达原始资料对研究工作很重要,但预报员经常使用的是从雷达原始资料导出的雷达产品,它具有一定的天气意义,与临近和短时预报密切结合,雷达产品质量的好坏直接影响雷达潜力的发挥。

雷达产品处理器对输入的雷达基数据 Z (回波强

度)、 V (平均径向速度)、 W (速度谱宽)进行变换、计算、综合等处理,生成有一定气象意义的数据和图像,称为雷达气象应用产品,其软件称为气象应用软件。根据产品的计算处理方法和气象上的意义,新一代天气雷达的气象应用软件可分为以下 4 类:基本数据产品处理软件、物理量产品处理软件、强天气识别产品处理软件及风信息反演产品处理软件。

基本数据产品软件是形成新一代天气雷达系统基本产品的软件,软件处理中不改变雷达获取数据的属性,主要将其数据的空间分布用多种不同的坐标形式表现出来。基本数据产品软件有:平面位置显示(PPI)处理软件模块、距离高度显示(RHI)处理软件模块、等高平面显示。

物理量产品软件是将雷达获取的基数据处理转化为有气象意义的物理量数据和图像分布产品的软件。物理量产品软件有:回波顶高显示(ETPPI)处理软件模块、雨强显示(RI)处理软件模块、垂直累积液态含水量显示(VIL)处理软件模块、雨量累积显示(PA)处理软件模块、径向散度显示(RVD)处理软件模块、方位涡度显示(ARD)处理软件模块、合成切变显示(CS)处理软件模块和分层组合湍流(CTI)处理软件模块。

强天气自动识别产品软件是综合新一代天气雷达获取的回波强度、径向速度、速度谱宽 3 种数据分布及其变化,根据各种中、小尺度强天气系统的结构模型设计制作的自动检测软件。主要的自动识别产品处理软件有以下几种:中尺度气旋自动识别处理软件模块、龙卷涡旋自动识别处理软件模块、雹云自动识别处理软件模块、风暴路径自动处理软件模块等。

风场反演产品软件是雷达获取的径向速度分布数据在某些假设条件下通过反演计算获得降水回波区域内风场分布的软件,如垂直风廓线(VWP)、二维和三维的风场分布等。目前除由径向速度分布数据获取水平风向、风速随高度分布的垂直风廓线(VWP)处理软件模块比较成熟,已成为新一代天气雷达的产品,可在业务上使用,其余均在实验研究中。

目前,中国气象局正在将 WSR-88D 的软件产品推广到所有的雷达系统,包括 C 波段多普勒雷达,这无疑对我国新一代雷达网的业务应用有重要意义。

3 冰雹、中尺度和暴雨产品个例

(1) 中尺度气旋

中尺度气旋在雷达探测的径向速度上表现为—距离很近的径向速度的正负中心,与之相伴随的往往有冰雹、大风和强降水等恶劣天气。我国新一代天气雷达可自动识别中尺度气旋,并在屏幕上标出。图1(见图版)为济南新一代天气雷达识别的中尺度气旋个例,两个框图中,径向速度的两个正负中心表现得非常明显,最大径向速度超过 15 m/s ,回波强度超过 60 dBz 。

(2) 冰雹云识别

冰雹常常在地形复杂的山区出现,对农业、林业、电力和通信设施造成严重的威胁。冰雹云的自动识别对人工防雷有重要意义。

图2(见图版4)为2002年9月27日发生在济南附近的冰雹云个例,右边的两幅图为经左图白线的垂直结构。此时最大回波强度超过 55 dBz ,最大回波强度高度达 6 km ,并且有明显的回波墙现象,冰雹云特征很明显,该产品成功识别了这一例。

(3) 用 VIL 和降雨累积产品识别暴雨

垂直积分液体含水量、 1 h 降水量是与暴雨有关的两个很重要的参量。

图3(见图版4)为2001年4月9日发生在宜昌

附近的一次暴雨过程,CINRAD/SA探测的 1 h 累积雨量最大值为 17.8 mm ,该点地面 3 h 雨量总量为 25.0 mm ,降水主要集中在雷达观测时段,雷达测出雨量与地面雨量计测出的雨量基本相同。图4(见图版4)为该个例的垂直积分液态含水量(VIL),与地面降水资料对比表明:VIL最大值所在位置与地面降水最大值位置基本相同。

4 结语

我国新一代天气雷达的建成将大幅度提高我国对灾害性天气的监测和预测水平。应该注意的是:我们目前采用的雷达产品软件系统是引进美国的WSR-88D的产品,很多参数不适合我国的降水特征,需要调整。该软件在冰雹云识别、暴雨识别等诸方面仍需要改进,发展具有我国自主知识产权的雷达软件系统是很必要的。

参考文献

- 葛润生等(编). 新一代天气雷达系统功能规格需求书. 北京:中国气象局,1997
- 俞小鼎等(编). 新一代天气雷达讲义. 北京:中国气象局培训中心,2001

New Generation Weather Radar Network in China

Zhu Xiaoyan¹ Zhu Junjian²

(1 Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081; 2 Shandong Provincial Meteorological Bureau, Jinan 250031)

Abstract: The characteristics and capabilities, meteorological application products and their software of the currently networking radars in China are described and examples of hail cloud identifying and tracking, mesoscale cyclones and heavy rainfall are presented. The New-Generation Weather Radar Network of China has the considerable capabilities in monitoring and warning severe weather, in estimating quantitatively large-scale precipitation (typhoon), and in deriving wind-field messages from echo signals. It is a comprehensive intelligent system with the capabilities of sounding, analyzing, predicting and warning combined.

Key words: Doppler weather radar, operational sounding network, CINRAD

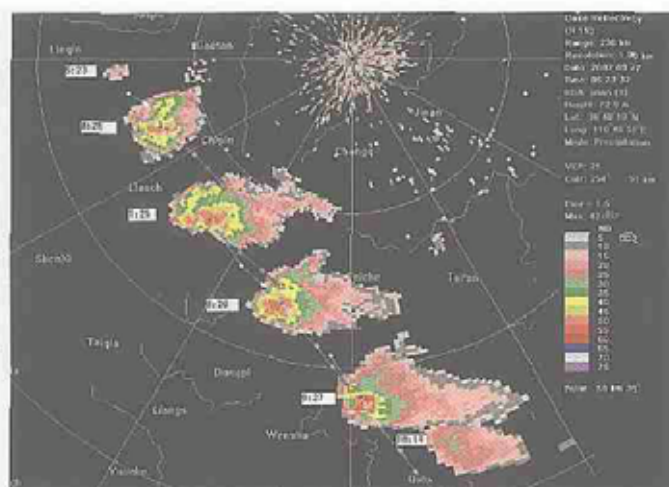


图 1 中尺度气旋识别产品

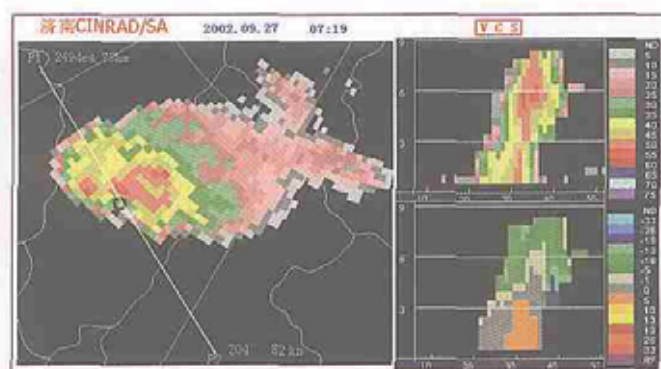


图 2 冰卷云的识别个例

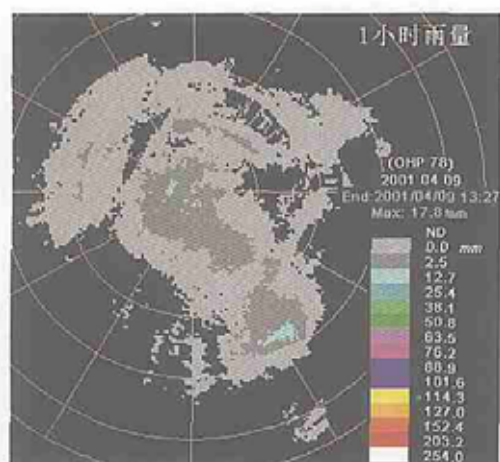


图 3 1h 累计降水量产品的应用图

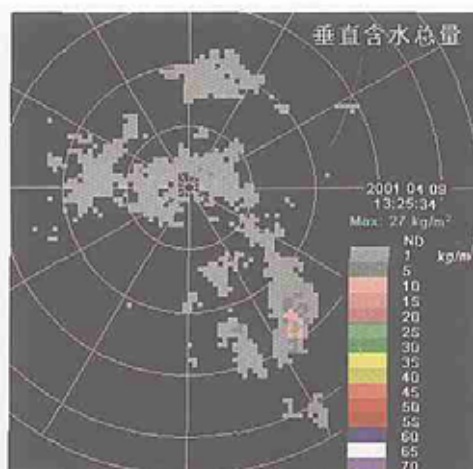


图 4 垂直积分液态含水量 VIL 产品的应用