

文章编号: 1006-4354 (2006) 06-0015-04

# 多普勒雷达定量降水产品在陕西关中汛期降水中的应用

王 川, 刘 勇

(陕西省气象台, 西安 710014)

**摘 要:** 通过对西安多普勒雷达定量降水估算产品 (1 h 累积雨量 (OHP) 和 3 h 累积雨量 (THP)) 在陕西关中地区 2005 年汛期降水中的应用进行分析, 结果表明 OHP 和 THP 对强对流天气降水估算效果好于稳定性降水, 基本无漏报; OHP 好于 THP, 特别是对降水强度的估计准确。对稳定性和混和性降水中大于 10 mm 的降水准确率较高; 渭北漏报率高于其他地区, 而渭南地区空报率较高。

**关键词:** 多普勒雷达; 定量降水; 短时预报预警

**中图分类号:** P457.6

**文献标识码:** A

陕西多普勒雷达网建设已基本完成, 全省 6 部多普勒雷达提供的丰富产品为制作精细和准确的短时及临近预报预警提供了最有力的支撑。本文对雷达产品中的定量降水估计产品<sup>[1]</sup>在陕西关中地区汛期降水中的应用情况进行研究分析, 旨在为短时预报预警提供有效的方法和依据。

## 1 产品简介

新一代天气雷达的重要功能之一是降水估计。降水处理系统 (PPS) 由 5 个子程序和 2 个外部支持功能块构成。降水处理系统算法包括 46 个可调参数, 可以对这些参数进行调整以适应局地的气象条件如降水系统类型、季节、气候、地形、雷达位置以及雨量计网的特征。目前, 所有参数的取值都不随地域变化。只要降水检测功能块确定在以雷达为中心的 230 km 的圆形区域内有降水发生, 降水处理系统的五个主要处理步骤将顺序执行。降水率计算是指从反射率因子转换为降雨率, 根据由经验确立的反射率因子  $Z$  和降雨率  $R$  之间的幂指数关系:  $Z=300R^{1.4}$  计算, 其中  $Z$  和  $R$  的单位分别是  $\text{mm}^6/\text{m}^3$  和  $\text{mm}/\text{h}$ 。步骤包括冰雹影响的订正、时间连续性检查和远距离回波退

化的订正等质量控制步骤。降水累积包括逐个体扫累加、体扫中断的处理和逐时累积雨量中极端值剔除等步骤。调整是指利用雨量计数据对雷达估测降水进行订正, 包括每小时雨量及累计雨量的收集、每小时雷达累计雨量的收集、雨量计一雷达对的质量控制、利用 Kalman 滤波技术进行偏差订正。目前, 算法没有业务化。基本用户终端子系统 (PUP) 可以得到 1 h 累积雨量 (OHP)、3 h 累积雨量 (THP)、风暴总降水及用户选取时段的累积雨量 4 种图像产品。为在 PUP 上显示, 所有图形产品都从 PPS 内部的 0.1 mm 精度简约化为 16 个数据级 (色标)。

1 h 雨量产品是到当前体扫为止的 1 h 连续累积, 每个体扫更新一次。3 h 雨量产品是距当前时间最近的一个整点的 3 h 累积, 每个整点更新一次。风暴总降水产品是自从上一个 1 h 以上间隔的无雨期以来累积到当前体扫为止的总雨量, 每个体扫更新一次。

## 2 目的、意义

短时强降水常是由发生发展迅速、尺度较小的对流单体造成的小范围强降水, 但由于自动雨

收稿日期: 2006-07-03

作者简介: 王川 (1972-), 女, 陕西咸阳人, 硕士, 高级工程师, 从事天气预报及研究工作。

量站网分布稀疏、仅靠个别站点的实况雨量对一个或多个对流单体造成的实际降水往往得不到准确的反映,甚至对系统性的短时降水也由于雨量站网分布空间的影响会漏掉一些重要的降水信息。雷达 1 h 累积雨量、3 h 累积雨量产品对陕西降水的定量估计是否准确,会有怎样的偏差,如何制定不同的订正方案,需要通过陕西大量降水事件的实践检验来判断,有效利用这两项产品,对强降水的短时预报有着重要的意义。

### 3 资料选取和方法

在西安新一代多普勒雷达的监测范围内,在陕西关中地区选取 9 个有代表性的站点:宝鸡、铜川、澄城、永寿、淳化、彬县、户县、渭南、西安。对 9 个站点 2005 年 5 月—10 月的自动站逐时降水量资料整理,得出 9 个站 5 月—10 月逐时 1 h 累积降水及逐时 3 h 累积降水资料,建立实时降水资料库。建立 2005 年 5 月—10 月西安雷达监测产品反射率因子 ( $R$ )、组合反射率因子 ( $CR$ )、OHP 和 THP (整点) 资料库。对 9 个站的实况降水点资料与雷达降水产品 (OHP、THP) 进行逐时对比及订正,并结合降水过程中连续的  $R$  和  $CR$  来检验 OHP 和 THP 在陕西不同类型降水,利用 OHP 和 THP 进行短时降水预报的初步研究工作。

根据陕西关中实际降水和降水过程雷达反射率因子的分析,将 2005 年 5 月—10 月西安雷达站观测区降水按降水类型分为:稳定性降水、对流性降水、混和性降水,在三类降水中又按降水范围及强度进一步分类。

### 4 OHP 和 THP 在陕西汛期降水中的应用分析

对 2005 年汛期关中地区 33 次稳定性降水(最少为 1 站降水,最多为 9 站降水,降水期间无 1 站短时暴雨)、17 次对流性降水(单站短时暴雨)、11 次混和性降水过程(稳定降水期间出现短时暴雨)进行分类分析。

#### 4.1 稳定性降水

降水大多是稳定的层状云降水,2005 年汛期关中地区雷达资料完整的稳定性降水有 33 次,通过对降水过程的逐时逐站实况降水和 OHP、THP 对比及对实况无降水时 OHP、THP 统计对比表

明:OHP 和 THP 的空报率远小于漏报率,过程空报率为 0,即 OHP 和 THP 有降水,实况一定有降水;漏报较多,5 次整个过程漏报,漏报率 15%,但均为 1~3 站的小范围降水,3 站以上降水,过程漏报率为 0。但在一次降水过程中,尤其是范围广的全区性普雨,往往存在站点降水的空、漏现象,漏报率仍然高于空报率。OHP 和 THP 常是大片分布散乱的片状、絮状降水区,造成空漏报的重要原因是站点位置与产品结果的偏差造成的。虽然在站点上未出现降水,但站点周围都会有大片的降水区,只是与站点吻合不好,通过大量降水事件分析认为 OHP 和 THP 对此类降水的估算是可靠的。从 9 个站点看,OHP 和 THP 对渭北的永寿、淳化、彬县漏报多于其他 6 个站;而对宝鸡、澄城、渭南则空报偏多,尤其是渭南地区的大荔、澄城一带,空报率明显高于其他地区;户县、西安估计的降水位置偏南,降水估计也较弱,可能与秦岭位置有关;OHP 和 THP 对铜川的降水估计准确率与其他 8 站相比较,空漏率均小于其他地区。

从降雨量级上看,OHP 和 THP 用不同的色标表示降水量级,只是对降水的级别估计,对 33 次过程降水量级分析表明,OHP 和 THP 对 0~10 mm 降水的估算在 2.5~6 mm 和 2.5~12 mm 降水区间,大于 10 mm 降水准确率较高,但由于色标复杂、跨度大,降水强度分布不一定与实况降水站点位置完全吻合,但中心强度很可靠。

为了更好地利用 OHP 和 THP 提高对短时降水的预报能力,对 OHP 和 THP 与降水实况下一时次的降水做对比分析,认为对此类降水 OHP 和 THP 有较好的预报指示意义。此类降水先兆明显,系统增强、减弱速度较慢,移速移向稳定均匀,可用本站及周围降水结合系统移向移速预报其他地区未来 1 h 和 3 h 降水。如,2005 年 8 月 16—17 日关中一次普雨,9 站均为小到中雨,1 h 降水量 0~2 mm,永寿个别时次 4~5 mm,3 h 最大降水为 8 mm。OHP 图上可看到关中全区维持 1~2 d 较稳定降水,基本色调为灰色 (0~2.5 mm),虽有时呈较零散的絮状,站点上会有漏报现象,漏报集中在渭北的彬县、淳化;户县出现

空报,但整个过程从降水时间、量级上估计较为准确。系统自西向东移动,依靠 OHP 和 THP 可以对过程的发生、发展、结束及最大雨强的分布及变化作出较准确的 0~6 h 预报。

对小范围的稳定降水, OHP 和 THP 性能不稳定,在 7 次小范围降水中过程,完全漏报 3 次(3 站以上),集中在渭北地区。对宝鸡、铜川的单点降水都作出准确的降水估计。在降雨量级上,对 2~5 mm/h 的降水把握较好,小于 1 mm/h 的降水常常漏掉,大于 5 mm/h 的降水有时会过大估计。例如 2005 年 7 月 20 日宝鸡的一次局地降水,实况最大 7.3 mm/h,但 OHP 连续 4 个小时次估计出 2~12 mm/h 和 12~20 mm/h 的级别。由于降水在移动过程中有明显变化,利用 OHP 和 THP 作短时预报应结合云图、天气形势及降水在移动过程中的变化等信息。

#### 4.2 对流性降水

对流性降水是短时预报的焦点, OHP 和 THP 两项产品在强对流天气中的应用检验也是研究的重点。对 2005 年 5 月—10 月西安雷达站监测范围内的资料完整的所有强降水过程,从 OHP 和 THP 两项产品的空漏率、降水时间、降水强度量级、位置偏差及预报意义统计对比分析,认为 OHP 和 THP 对强对流降水估算效果好于稳定性降水,基本无漏报,且 OHP 好于 THP。特别是对降水强度的估计较准确(表 1)。

从表 1 中 18 站次强降水过程可看出, OHP 对降水量级的估计基本准确,只有 1 次降水估计与实况相差较大。由于 OHP 色标复杂、跨度大,有时一个降水单体由弱到强有 0~50 mm 的降水级别,中心强度在位置上不一定与站点完全吻合,如果某站未估计出强降水,站点周围一定会有强降水中心。18 站次强降水有局地的强对流单体造成,也有在普雨过程中出现的范围较广、较复杂的强对流天气。可以看出,两类强降水的漏报率基本为 0。由于强降水单体尺度较小,加上站点的稀疏,有时站上无降水,但周围是否有强降水暂无资料,所以 OHP 和 THP 对强降水的空报情况,无法得出结论。

对流性降水发生、发展、消亡迅速,移速移

表 1 2005 年汛期关中部分强降水过程

站点实况及 OHP 估算降水 mm

站名	时 间	实况降水	OHP 估算降水
永寿	5 月 30 日 22 时	29	19~25
	7 月 21 日 16 时	16.9	6~19
淳化	7 月 17 日 15 时	43.1	30~50
	8 月 7 日 19 时	25.1	0~30
	8 月 15 日 11、 12、13 时	12.5、 17.1、12.4	0~12、 6~19、6~12
铜川	9 月 1 日 19 时	27.3	0~50
	6 月 30 日 12 时	22.1	6~19
	8 月 2 日 19 时	14.6	6~19
澄城	9 月 1 日 17 时	20.5	19~25
	9 月 20 日 14 时	10.0	0~2
	7 月 21 日 17 时	48.6	0~50
西安	7 月 27 日 05 时	11.5	0~38
	8 月 15 日 10 时	14.7	6~12
彬县	9 月 20 日 12 时	11.0	6~12
宝鸡	9 月 20 日 13、14 时	11.0、14.3	6~12、6~12

向变化快,往往在 1~3 h 内过程结束,所以用 OHP 特别是 THP 作未来 1~3 h 的强降水预报尚有困难,仍需对系统的移向移速、是否发展及消亡准确判断才能作出准确的短时临近预报。混和性降水在陕西关中汛期降水中较多见,需综合两类降水过程的特点分析和判断。

#### 5 存在问题

分析发现,西安雷达监测站目前 OHP 和 THP 存在问题:渭南东北地区的大荔、澄城一带总出现与实况偏差较大的降水估计值和完全错误的强降水估计值;宝鸡南部常估算出异常的东西向降水带;礼泉一带常有小范围的异常降水估计值;雷达站西北侧常有一条阻挡带,对渭北尤其是彬县的降水估计不出,而 R、CR 产品图无此现象。

#### 6 小结

6.1 OHP 和 THP 在陕西关中不同范围的稳定性降水中表现较稳定,在不同地域会有不同的估算偏差,有较好的预报指示意义。

6.2 OHP 和 THP 对关中强对流天气降水的范围及量级估算均好于稳定性降水,但利用其作临

文章编号: 1006-4354 (2006) 06-0018-02

# 用 MM5 中尺度数值模式产品制作气温预报

郭大梅<sup>1</sup>, 方建刚<sup>2</sup>

(1. 陕西省气象台, 西安 710014; 2. 陕西省气候中心, 西安 710014)

**摘要:**应用 MM5 中尺度数值模式预报产品, 结合实时观测资料、当地气象台站的地理信息资料和预报员经验, 建立陕西省气温预报的模式输出统计预报方法。结果表明, 该方法对 MM5 中尺度数值模式产品具有良好解释应用能力。

**关键词:** 中尺度数值模式; 解释应用; 气温预报

**中图分类号:** P456.7

**文献标识码:** A

MM5 中尺度数值天气预报模式从 2003 年 6 月在陕西投入业务运行, 其运行稳定, 预报效果良好<sup>[1]</sup>, 特别在降水预报方面独有的预报能力, 促进了短期预报水平的提高, 但在公众预报服务中, 温度预报也是大家所关心的气象要素之一, 虽然 MM5 中尺度数值天气预报模式的温度预报有较高的水平, 但与预报业务的要求仍有一定的差距。本文利用 MM5 数值预报产品和实时观测资料, 建立陕西省 24 h 最高气温、最低气温, 02、08、14、20 时温度的模式输出统计预报方法, 提高气温预报的准确性。

## 1 预报因子与预报量

### 1.1 预报因子的来源

预报量随时间的变化, 不仅与未来预报因子有密切的关系, 也与预报量的初始值和边界条件有密切的关系。从模式输出统计预报方法建立的统计方程  $\hat{y}_t = f(x_t)$  上看,  $\hat{y}_t$  不仅仅是  $t$  时刻数值预报量的函数, 也与预报量初始时刻值有关, 同时也与预报量的边界条件, 如下界面的地理状况等有密切的关系。作为现代实际业务应用中的模式输出统计预报方法, 其预报因子主要来源于数

值预报产品、实时观测资料、地理信息等三方面。因此在选用预报因子时, 除选用 MM5 中尺度数值天气预报模式输出的温度、湿度、风向、风速、气压、露点温度等气象要素外, 还选用预报前一时次的实时观测的气温、最高气温、最低气温等作为待选因子。此外台站的地理信息, 如经度、纬度、海拔高度等也同样作为待选因子。

### 1.2 预报因子的处理

由于 MM5 中尺度数值天气预报模式提供的资料样本数较小 ( $n=42$ ), 特别是极端气象事件的样本更小, 而统计回归分析中, 需要用大样本以建立稳定的统计关系, 因此如何得到足够大的样本也是需要解决的问题之一。根据天气预报的经验, 在一定自然天气区域内, 气象要素的变化和天气现象的变化具有同一性, 可在自然天气区建统一的预报方程。陕西省的地理地貌特征和天气变化规律通常可分为陕北、关中和陕南 3 个不同的自然天气区, 即可以将 MM5 中尺度数值天气预报模式提供预报量和实测资料分为陕北、关中、陕南三区域, 在同一区域内建立统一的预报方程, 这样不仅增大了同一自然区域内的样本

收稿日期: 2006-02-10

作者简介: 郭大梅 (1978-), 女, 江苏徐州人, 硕士, 助工, 从事天气预报。

近预报需结合更多天气信息。

6.3 对 OHP 和 THP 存在的常见错误在短时预报预警中要充分考虑。

## 参考文献:

- [1] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 217-231.