

# 天气雷达双数字处理系统探测结果的 理论模拟实验分析研究

庄荫模 程箴荣 葛文忠

(南京 大学)

## 提 要

用作者提出的雷达方程,理论模拟了同一部天气雷达使用方位积分方式不同,数据网格化处理方法不同的两个数字处理系统时探测结果的差异。结论是:和未方位积分的情况比,1/2、3/4指数加权方位积分使降水回波强度、反射因子、雨强分布曲线依次相对偏移 to 波束移去的方向,幅值依次降低,但降幅的数值不大。偏移在波束移入侧的差别小,在移出侧差别较大;数据网格化后不同的处理方法在 $2 \times 2 \text{ km}^2$ 网格下强回波中心两侧两者都有可能出现10dBz以上的差别。

湖北省武汉中心气象台WSR-81S天气雷达除已有美国EEC生产的指数加权方位积分的数字处理系统以外,现还使用南京大学、十四研究所、湖北省气象局联合研制的没有进行传统的方位积分,网格化时在网格内进行了二次平均的高分辨数字处理系统。同一部雷达使用两种不同处理方法的数字系统对同样的探测目标,它们会给出多大差别的探测结果,这是本文研究的内容。

### 一、理论数值模拟分析实验使用的基本方程

使用作者提出的可用于雨强不均匀雨区雷达方程<sup>[1]</sup>可以对这一问题进行理论模拟分析研究。

1.在已知雨强分布时,无方位积分时雷达探测的 $Z_{R1}$ 、 $R_{R1}$ 的理论公式

除利用作者提出的雷达方程外,使用通用的 $Z = 200R^{1.6}$ 的关系,和目前雷达测 $Z$ 使用的Probert-Jones雷达方程,可得

$$Z_{R1} = \frac{800}{\theta_0} \sqrt{\frac{\ln 2}{2\pi}} \sum_{i=1}^{2B} R_i^{1.6} \exp[-8(\ln 2) \frac{\theta_i^2}{\theta_0^2}] \Delta \theta \quad (1)$$

$$R_{R1} = \left\{ \frac{4}{\theta_0} \sqrt{\frac{\ln 2}{2\pi}} \sum_{i=1}^{2B} R_i^{1.6} \exp[-8(\ln 2) \frac{\theta_i^2}{\theta_0^2}] \Delta \theta \right\}^{0.625} \quad (2)$$

式中 $\theta_0$ 是半功率点波束宽度,  $2B = \theta_e/V \times \text{PRT}$ , 这里 $\theta_e$ 是有意义的波束截面范围<sup>[2]</sup>,  $V$

是天线转速，PRT是雷达脉冲重复周期， $R_i$ 是有意义的波束宽度 $\theta_i$ 波束截面内第*i*个条形面积元内的雨强， $\theta_0$ 满足

$$\theta_i = \frac{\theta_0}{2} - (i - \frac{1}{2})\Delta\theta \tag{3}$$

$$\theta_i = -\frac{\theta_0}{2} + (2B - i + \frac{1}{2})\Delta\theta \tag{4}$$

其中的 $\Delta\theta$ 和(1)、(2)式中的 $\Delta\theta$ 一样是PRT时间内天线方位扫描的角度。

2. 指数加权方位积分的 $Z_{Re}$ 、 $R_{Re}$ 公式

指数加权方位积分

$$P_{re} = A \sum_{i=0}^{N-1} (1-A)^i P_{r, N-i} \tag{5}$$

式中 $P_{re}$ 为指数加权方位积分后的平均回波强度， $P_{r, N-i}$ 是方位积分时使用的不同方位的回波强度， $(1-A)$ 是权重系数。其中 $0 < A < 1$ 。考虑指数加权后，方位积分后的反射因子、雨强为

$$Z_{Re} = \frac{400A}{\theta_0} \sqrt{\frac{2 \ln 2}{\pi}} \sum_{i=0}^{N-1} (1-A)^i \sum_{j=1}^{2B} R_{j, N-i}^6 \exp[-8(\ln 2) \frac{\theta_i^2}{\theta_0^2}] \Delta\theta \tag{6}$$

$$R_{Re} = \left\{ \frac{2A}{\theta_0} \sqrt{\frac{2 \ln 2}{\pi}} \sum_{i=0}^{N-1} (1-A)^i \sum_{j=1}^{2B} R_{j, N-i}^6 \exp[-8(\ln 2) \frac{\theta_i^2}{\theta_0^2}] \Delta\theta \right\}^{0.625} \tag{7}$$

### 二、数值实验使用的参数值和选例说明

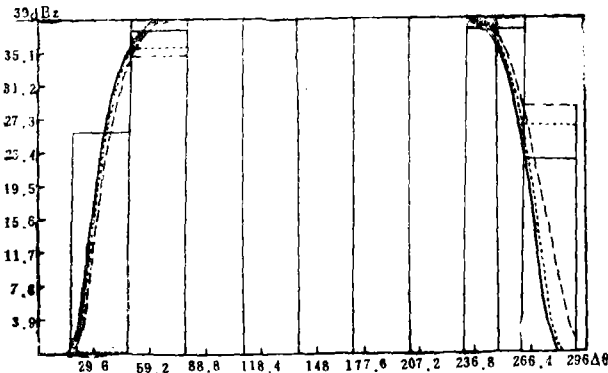
本文使用的WSR-81S雷达参数和EEC生产的DVIp的有关参数是： $\theta_0 = 1.8^\circ$ ， $PRT = 1/PRF = 1/250$ ， $A = 1/2$ 、 $1/4$ <sup>[3]</sup>。根据文献[2]，WSR-81S雷达的 $\theta_c$ 为 $6.8^\circ$ ，设天线转速V为3转/分，得 $\Delta\theta = V \times PRT = 0.072^\circ$ ， $B = 47$ 。

为了便于分析和说明模拟实验的结果，本文选用了四个不同类型的雨区个例：例1，“宽”均匀雨强局地雨区的理想雨区，目的是：①检验使用的可用于雨强不均匀雨区的雷达方程及(1)、(2)、(6)、(7)式的正确性，②显示孤立均匀雨区时差别的特征。例2，含极大极小值的最简单的雨强分布不均匀理想雨区。通过它显示不均匀雨区 $Z_{Ri}$ 、 $R_{Ri}$ 、 $Z_{Re}$ 、 $R_{Re}$ 差别的最基本的规律。例3，实测暴雨强降水的例子。例4，实测弱降水的例子。通过它们：①了解双数字处理系统探测实际自然降水区时的情况，②了解强降水和弱降水差别是否有不同的特点。由于缺少高密度、高灵敏度能反映实际中小尺度瞬时雨强空间分布的实测资料，本文进行模拟实验的实测雨强分布资料，一个(例3)是用滴谱仪在地面上以30秒的时间间隔观测换算出来的<sup>[4]</sup>。其中时间坐标变空间坐标的办法是：假设这次暴雨强对流单体的直径比较大是10km。另一个例子(例4)是飞机滴谱仪在1.5km高度上观测的雨强空间分布<sup>[5]</sup>。

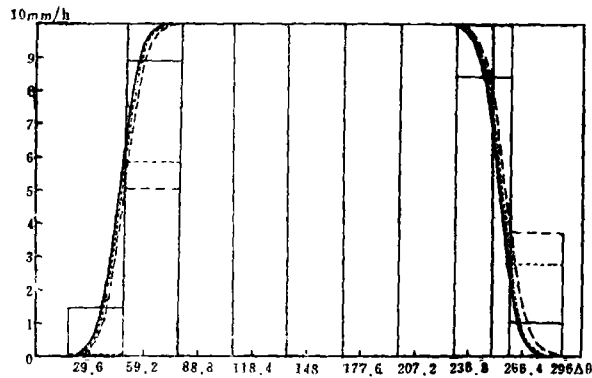
### 三、不同方位积分引起的 $Z_{Ri}$ 、 $R_{Ri}$ 、 $Z_{Re}$ 、 $R_{Re}$ 的差异

图1、图2(略)中粗直线画成的矩形面积区是局地均匀雨强降雨区，图3、图4(略)

中的不规则折线联成的起伏曲线是实测雨强分布和对应的反射因子Z值分布。图中的实线、虚线和短划线分别是理论模拟的未方位积分、1/2指数加权方位积分、3/4指数加权方位积分的 $Z_{R1}$ 、 $R_{R1}$ 、 $Z_{Re\frac{1}{2}}$ 、 $R_{Re\frac{1}{2}}$ 、 $Z_{Re\frac{3}{4}}$ 、 $R_{Re\frac{3}{4}}$ 的分布曲线。



(a)



(b)

图1 “宽”均匀雨强降雨区的例子，距离：50km

——未方位积分    .....1/2指数加权  
 ---3/4指数加权

由图1“宽”均匀雨强降雨区 $Z_R$ 、 $R_R$ 的模拟分布曲线可见：在均匀雨强降雨区内部，模拟雨强 $R_R$ 值和反射因子 $Z_R$ 值和实况一致，没有畸变失真，这和理论预期的结果一致，说明使用的可用于不均匀雨强降雨区的雷达方程，和用来模拟 $Z_R$ 、 $R_R$ 的方程(1)、(2)、(6)、(7)式及其计算方法是正确的。

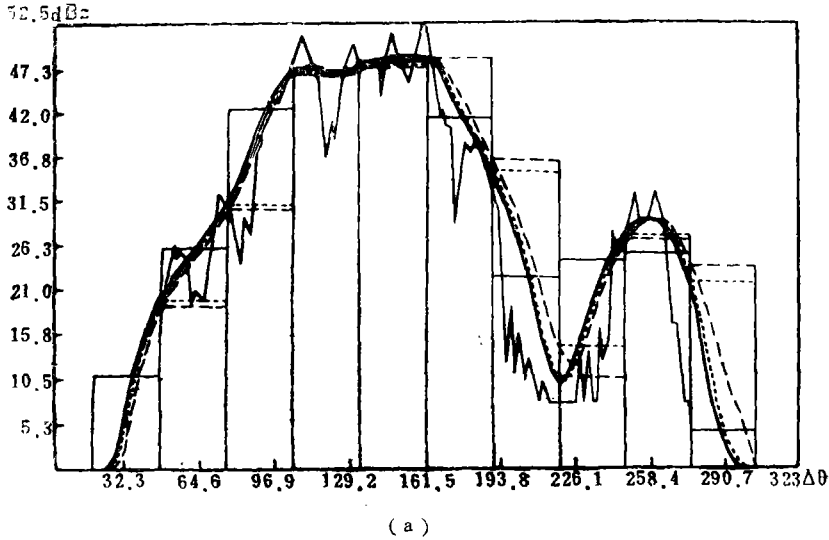
由图1的结果还可以看出，对“宽”均匀雨强降雨区不同方位积分处理出现的 $Z_R$ 、 $R_R$ 的差别只发生在雨区边界附近。

图2(略)的结果显示出，对含极大、极小值的雨强不均匀雨区，不同方位积分处理引起的 $Z_R$ 、 $R_R$ 差别将普遍出现。在雨强极大值处 $Z_R$ 、 $R_R$ 偏低，雨强极小值处 $Z_R$ 、 $R_R$ 偏高。在雨强极大值处 $Z_{R1} > Z_{Re\frac{1}{2}} > Z_{Re\frac{3}{4}}$ ， $R_{R1} > R_{Re\frac{1}{2}} > R_{Re\frac{3}{4}}$ ，在雨强极小值处 $Z_{R1} < Z_{Re\frac{1}{2}} < Z_{Re\frac{3}{4}}$ ， $R_{R1} < R_{Re\frac{1}{2}} < R_{Re\frac{3}{4}}$ 。

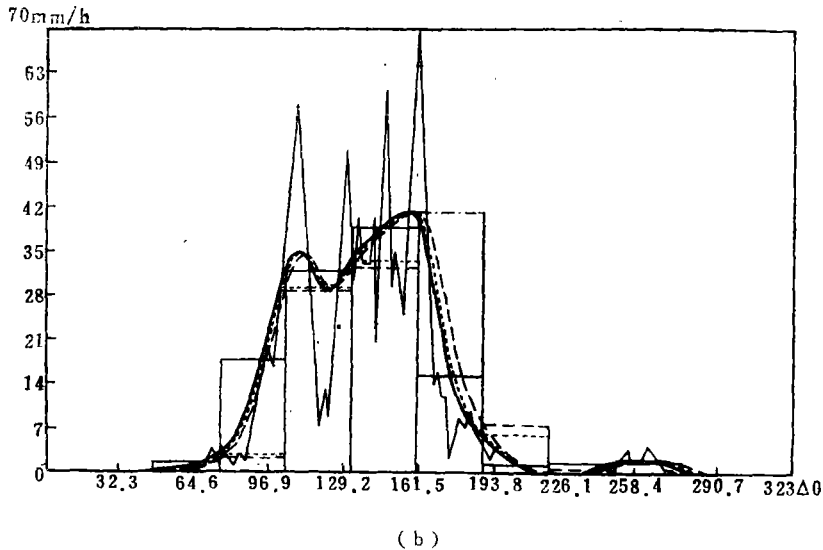
图3、图4(略)实测强降水区和弱降水区，雨强的空间分布都十分不均匀。这时不同方位积分引起的 $Z_R$ 、 $R_R$ 差别和含极大、极小值理想雨区的情况基本一致。不同的地方只在于这时 $Z_R$ 、 $R_R$ 分布曲线只反映雨强分布起伏变化的总趋势，个别相对较小的雨强极大极小值不一定满足上面所说的规律。

全面观察图1—图4的结果可见，对所有的雨区都存在这样的共同规律：以未方位积分的 $Z_{R1}$ 、 $R_{R1}$ 分布曲线为准，指数加权的 $Z_{Re\frac{1}{2}}$ 、 $R_{Re\frac{1}{2}}$ 曲线相对偏移向波束扫去的方向(图上的右方)， $Z_{Re\frac{3}{4}}$ 、 $R_{Re\frac{3}{4}}$ 曲线又相对 $Z_{Re\frac{1}{2}}$ 、 $R_{Re\frac{1}{2}}$ 曲线进一步，而且是更多的右移。右移的幅度对所有的例子都是强中心的波束扫出侧大于波束扫入侧。这就是说：在雨区或强中心的波束扫入侧为 $Z_{R1} > Z_{Re\frac{1}{2}} > Z_{Re\frac{3}{4}}$ ， $R_{R1} > R_{Re\frac{1}{2}} > R_{Re\frac{3}{4}}$ ；在波束扫出

侧为  $Z_{Ri} < Z_{Re-\frac{1}{2}} < Z_{Re-\frac{3}{4}}$ ,  $R_{Ri} < R_{Re-\frac{1}{2}} < R_{Re-\frac{3}{4}}$ , 并且差异的绝对值右侧大于左侧。这种偏移现象随雨区的距离增大而略有增加。但是总的说来由此产生的  $Z_R$ 、 $R_R$  值差别不算很大。如在例 3 强降水的情况下, 强中心波束扫出侧局部点上  $Z_{Re-\frac{3}{4}}$  和  $Z_{Ri}$  之间相差不超过 7 dBz, 一般都远小于 5dBz; 雨强差别除了在强中心扫出侧局部地方略大以外, 一般差别不是很大。



(a)



(b)

图 3 强降水的例子, 距离 50km ——未方位积分 —— 1/2 指数加权 - - - 3/4 指数加权

表 1 是未方位积分和 1/2、3/4 指数加权方位积分情况下 4 个例子的雨区雷达面积雨强的误差的情况。这里雨区雷达面积雨强是用  $(\sum R_{Ri} - \sum R_i) / \sum R_i$  计算的。其中  $R_i$  是理想的或实测的雨强。求和是对空间分布进行的。由表 1 可见, 未方位积分面积雨强误差最小, 3/4 指数加权误差最大, 但它们之间差别不大。

表1 未方位积分和指数加权方位积分的雨区雷达面积雨强误差

A: 高 (km)	$\frac{\sum R_{ii} - \sum R_i}{\sum R_i} \times 100\%$				$\frac{\sum R_{Re^{1/2}, i} - \sum R_i}{\sum R_i} \times 100\%$				$\frac{\sum R_{Re^{3/4}, i} - \sum R_i}{\sum R_i} \times 100\%$			
	例1	例2	例3	例4	例1	例2	例3	例4	例1	例2	例3	例4
50	3.4	52.6	9.7	8.6	2.5	32.0	9.7	8.7	3.8	34.3	10.4	9.4
100		50.0	15.7	13.5		31.0	15.8	10.8		33.0	16.6	18.1
150		63.8	20.9	23.4		34.5	21.1	23.5		68.2	22.5	25.2

例1: “宽”局地均匀雨强理想雨区 例2: 合成大极小值理想雨区 例3: 实际强降水区(最大雨强70mm/h)  
例4: 实际弱降水区(最大雨强1.98mm/h)

四、网格化后探测结果的差异

积分平均后把极坐标转换成直角坐标，确定直角坐标网格内的 $Z_R$ 、 $R_R$ 值的工作称之为网格化。网格化时，在一个网格内可能对应应有多个积分后的数据。数字雷达显示的网格面积内的 $Z_R$ 、 $R_R$ 值可以由进入网格内的所有积分后的数据平均获得，南大等单位研制的系统就采用了这一方法。也可把最先或最后进入网格、最靠近网格中心点的数据或网格中心点的数据的插值作为网格内的值。为了不漏掉强回波，还可取网格内强度最大的值作为网格的回波强度。网格化时不同的数据处理方法会使探测结果有不同程度的差别。下面分析讨论 $2 \times 2 \text{ km}^2$ 网格在不同网格化处理方法下 $Z_R$ 、 $R_R$ 值的差别。

图1—图4上的直方图是网格化后 $Z_R$ 、 $R_R$ 分布的例子。图上表示的只是未方位积分， $0.35^\circ$ 数据分辨率，网格内平均的结果，和1/2、3/4指数加权平均，取进入网格的第一个值(首值)作为网格内雷达探测结果的情况。为了定量比较不同方位积分情况和各种不同网格化处理得到的 $Z_R$ 、 $R_R$ 值，表2—表5(表5略)列出了数值实验结果。

表2 “宽”均匀雨强局地雨区网格化后 $2 \times 2 \text{ km}^2$ 网格内 $Z_R(\text{dBz})/R_R(\text{mm/h})$ 的模拟值分布 距离: 50km

网格内模拟值 $Z_R/R_R$	方位积分、 网格化处理方法	方位雨强分布 ( $\text{mm/h}$ )								雷达雨区 面积雨强 误差 (%)	
		0	5	10	10	10	10	10	0		
未方位积分	网格内平均	27/1.5	38.2/8.7	39/10	39/10	39/10	33/10	39/10	37.8/8.2	33/10.0	4.0
	首值法	0/0	30.2/6.7	39/10	39/10	33/10	39/10	39/10	35/10	27.7/1.8	2.7
	末值法	36.2/6.7	39/10	33/10	39/10	39/10	39/10	39/10	27.1/1.8	0/0	2.7
	中间值法	30.5/0.7	38.6/9.1	39/10	39/10	39/10	39/10	39/10	37/7.1	5.9/6.1	1.9
	最大值法	36.2/6.7	39/10	39/10	39/10	33/10	34/10	39/10	39/10	27.1/1.8	17.7
1/2指数加权	首值法	0/0	34.9/5.5	39/10	39/10	39/10	31/10	39/10	39/10	29.2/2.5	2.1
	末值法	34.9/5.5	39/10	39/10	39/10	39/10	33/10	33/10	29.3/2.5	0/0	2.1
	中间值法	19.5/0.6	38.2/8.9	39/10	39/10	39/10	39/10	39/10	32/8.7	14.6/0.3	2.7
	最大值法	34.9/5.5	39/10	39/10	39/10	39/10	39/10	39/10	39/10	29.2/2.5	16.9

表 3 理想舍极大值雨区  $2 \times 2 \text{ km}^2$  网格内  $Z_R$ 、 $R_R$  的模拟值分布 距离：50 km

方位积分	网格内平均	网格内各点 $Z_R$ (dBZ)/ $R_R$ (mm/h) 的模拟分布										雷达雨区面积误差率 (%)	
		11.2/0.2	26.4/1.6	43.1/18.0	47.2/32.5	48.5/39.2	41.8/14.1	22.9/1.0	35.2/1.4	25.7/1.5	4.4/0.07		
1/2 指数加权	最大值法	0/0	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	28.4
	末值法	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	28.4
	中间值法	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	45.8
	最小值法	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	35.9/6.5	138.3
3/4 指数加权	最大值法	0/0	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	30.0
	末值法	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	31.7
	中间值法	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	32.6
	最小值法	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	37.8/8.2	131.7

表 4 强降水区数字雷达  $2 \times 2 \text{ km}^2$  网格内  $Z_R$ 、 $R_R$  的模拟值分布 距离：50 km

方位积分	网格内平均	网格内各点 $Z_R$ (dBZ)/ $R_R$ (mm/h) 的模拟值分布										雷达雨区面积误差率 (%)	
		11.2/0.2	26.4/1.6	43.1/18.0	47.2/32.5	48.5/39.2	41.8/14.1	22.9/1.0	35.2/1.4	25.7/1.5	4.4/0.07		
1/2 指数加权	最大值法	0/0	20.0/0.7	31.5/3.3	47.2/32.5	48.3/38.1	48.6/39.8	35.4/6.0	14.4/0.3	27.7/2.0	21.9/0.9	0/0	25.2
	末值法	20.0/0.7	21.3/2.3	47.2/32.5	48.3/38.1	48.6/39.8	35.4/6.0	14.4/0.3	27.7/2.0	21.9/0.9	0/0	25.2	
	中间值法	20.0/0.7	25.7/1.5	40.4/12.2	46.8/30.7	48.0/38.1	42.5/16.5	24.6/1.3	15.8/0.4	28.9/2.3	6.3/0.19	5.1	
	最小值法	20.0/0.7	31.3/3.3	47.2/32.5	48.3/38.1	48.4/44.6	48.6/39.8	35.4/6.0	27.7/2.0	31.0/3.2	21.9/0.9	70.4	
2/4 指数加权	最大值法	0/0	19.2/0.6	30.8/3.1	47.2/32.5	48.1/37.0	48.6/39.8	36.5/7.0	10.6/0.2	27.5/2.0	24.0/1.2	0/0	25.9
	末值法	19.2/0.6	30.8/3.1	47.2/32.5	48.1/37.0	48.6/39.8	36.5/7.0	10.6/0.2	27.5/2.0	24.0/1.2	0/0	24.9	
	中间值法	19.2/0.6	24.7/1.3	39.4/10.6	46.2/30.7	48.3/38.1	44.3/21.4	27.3/1.9	16.8/0.41	24.4/1.2	11.6/0.2	7.2	
	最小值法	19.2/0.6	30.8/3.1	47.2/32.5	47.8/35.4	48.4/44.6	48.6/39.8	36.5/7.0	27.5/2.0	31.0/3.2	24.0/1.2	71.6	

由表2—表5和图1—图4的结果可见：(1)除雨区边界附近以外，在比较宽的均匀降水区内部不同网格化处理方法不会影响雷达的探测结果。(2)对雨强不均匀雨区，不同网格化方法得到的 $Z_R$ 、 $R_R$ 值差别可能有不同程度的增大。(3)不管哪一种网格化方法，当网格处于回波强度极大极小值区强度比较均匀时， $Z_R$ 值的差别都比较小，网格处于强回波梯度区和非线性分布区，不同网格化方法 $Z_R$ 可能有比较大的差别。(4)由于同样的 $\Delta Z$ 值在高 $Z$ 值处对应比较大的 $\Delta R$ ，因此在回波强度极大值处和小 $\Delta Z_R$ 对应的 $\Delta R_R$ 值相对要大一些。(5)南大等单位研制的系统网格内的值是平均值，和它相比，首值法在强回波中心的波束扫入侧其 $Z_R$ 、 $R_R$ 值将低于平均值法的 $Z_R$ 、 $R_R$ 值，而在扫出侧 $Z_R$ 、 $R_R$ 值高低的情况相反。末值法，两个 $Z_R$ 值差别的符号与以上情况完全相反。(6)最大值法的 $Z_R$ 、 $R_R$ 值比平均值法大。(7)平均值法和中点插值法在线性分布条件下两者的差别仍只由方位积分的差别决定；但当网格中心处于方位积分后的回波强度极大、极小或偏大、偏小处时，差别将比较大，它和平均法的差别符号可正可负。(8)由表4、表5(略)和图3、图4(略)可见，在实测雨强雨区中平均值法和其它方法比，在强回波梯度区和非线性分布区有可能相差10dBz以上，雨强可相差一倍以上。(9)由于弱降水的回波强度梯度和非线性分布的程度比强降水时小，因而弱降水时不同数字系统 $Z_R$ 、 $R_R$ 值的差别相对小一些。(10)由表4、表5中实测雨强雨区的面积雨强误差可见，和表1的结果比，网格化后平均值法面积雨强误差增大；而采用网格内一点上的指数加权平均后的数据作为网格面积内的平均值求整个雨区面积的雨强时，误差可能大大变大，也可能明显减小。增大、变小和不均匀雨强分布的不同情况有关，面积雨强误差有随机性变化。

从EEC处理系统的程系统设计看，不同 $x-y$ 坐标网格内的 $Z_R$ 、 $R_R$ 值分别由不同经向线上特定距离库的距离、方位积分后的单个数据决定。由此可见EEC系统给出的网格内的 $Z_R$ 、 $R_R$ 值将既不同于南大等单位系统的值，一般也不同于首值、末值、中心点插值、最大值等方法的值。可以想见：在近距离网格内对应较多积分后数据的情况下，EEC网格内的值可能较接近中间值法的值，它与南大等系统探测结果的差别接近中间值法的差别。在较远的距离上网格内数据很少的情况下，EEC系统网格内的值可能由距网格中心不同距离的数据所决定，和南大等系统比这时上面讨论的各种网格化方法造成的 $Z_R$ 、 $R_R$ 差别都有可能出现。

以上讨论的不同数字系统 $Z_R$ 、 $R_R$ 的差别没有考虑两种数字处理积分精度不同的影响。不过这种影响在积分精度差别较小的情况下造成的差别不是太大。

### 参 考 文 献

- [1] 庄荫模、嵇宁亮、程箴荣，(3)容，普通波束截面可用于雨强不均匀雨区的天气雷达方程，南京大学学报(自然科学版)，1988年，第4(Ⅰ)期。
- [2] 庄荫模、程箴荣、葛文忠、张学儒，天气雷达天线应用性能的形象综合图，南京大学学报(自然科学版)，1988年，第4(Ⅰ)期。
- [3] Enterprise Electronics Corporation, Theory of Operation for WSR-81S Radar.
- [4] T. A. Seliga, Kydin and H. Direskeneli, Disdrometer Measurements During a Unique

Rainfall Event in Central Illinois and Their Implication for Differential Reflectivity Radar Observations, Preprints 21st Conf. on Radar Meteor., American Meteor. Society, Boston, Mass., 467—474.

- [ 5 ] Alfred R. Rodi, Kimberly L. Elmore and William P. Mahoney, Aircraft and Doppler air motion Comparisons in a JAWS Microburst, Preprints 21st Conf. on Radar Meteor., American Meteor. Society, Boston, Mass., 624—629.

## THEORETICAL SIMULATION TEST FOR THE PROBE RESULTS FROM THE DUAL DIGITAL PROCESSING SYSTEM OF WSR-81S RADAR

Zhuang Yinmo\*    Cheng Zhenrong\*    Ge Wenzhong\*

### ABSTRACT

By using the radar equation developed by the authors, the differences in the probe results obtained in different forms of azimuthal integration and different processing methods of gridding with the dual digital processing system of the same weather radar are theoretically simulated. Some major conclusions are reached as follows. As compared with the non-azimuthal integration, the 1/2 and 3/4 exponential weighted azimuthal integration makes the precipitation echo intensity, the reflectivity factor and the precipitation intensity distribution curve move successively in the direction in which radar beams move. Their amplitudes decrease accordingly but the decrease of amplitudes are rather small, and the differences of reflectivity factor and precipitation rate are small on the side where beams move in and large on the side where beams move out. After coordinate transferring by different data processing methods, there might be a difference of over 10 dBz on either side of the intensive echo center in the  $2 \times 2$  km<sup>2</sup> grid.

\*Affiliated with Nanjing University