

RENGONG  
YINGXIANG TIANQI  
YIWENJI

# 人工影响天气 译文集

北京市人工影响天气办公室◎编译

气象出版社

# 人工影响天气译文集

北京市人工影响天气办公室 编译

气象出版社

## 内容简介

本书介绍了国外近十年来在人工影响天气外场试验方面所取得的一些进展。通过大量的个例,介绍了多种探测手段和研究方法和所用技术的原理,得到许多新颖的、非常有意义的结论。主要内容包括:云的人工成核率的物理研究;云中播撒作业和作业效果评估的情况;用碘化银地面发生器对雹暴进行广泛的播撒,并根据收集到的测雹板数据来分析播撒对雹谱分布的影响;利用每月和季度的雨量器数据与雷达估测降水相比较,判定雷达估测降水技术的可行性;在不同的播撒条件下用雷达对云特性进行跟踪;通过识别雷达回波出现的“三体散射尖峰”(TBSS)提供提前预警冰雹和大风的时间;测定不同波段的雷达判别降水和降雹两种不同降水类型及估算冰雹指数分布谱参数的可能性;利用金属箔片标记跟踪云粒子发展的技术;利用多频道卫星图像识别播撒特征,以及催化剂播撒后微物理结构和云中气流变化的观测等等。本书中所介绍的关于判别指标、作业条件、作业技术、业务技术体系及效果评估等较新的应用技术,对于我国从事人工影响天气科研的同行来说有很好的参考和借鉴作用。

## 人工影响天气译文集

北京市人工影响天气办公室 编译

责任编辑:吴庭芳 李天宇 终审:纪乃晋

封面设计:张建永 责任技编:吴庭芳 责任校对:石仁

**气象出版社** 出版发行

(北京市海淀区中关村南大街46号 邮编:100081)

网址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail:qxchs@263.net

北京金瀑印刷有限责任公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:10.875 字数:306千字 彩插:16

定价:40.00元

统一书号:135029-5328

# 人工影响天气译文集

主 编:张 菁

副主编:宛 霞 金永利

李书严 杨道侠

# 前 言

人工影响天气是大气科学的一个重要分支,是大气科学对云与降水自然过程从被动认识到主动影响的发展。现代人工影响天气技术始于20世纪40年代末,通过随后五十多年的研究,人类对于自然云(雨、冰雹、雪)的微物理、动力和降水过程以及人为干预上述过程所造成的影响在认知上有了很大的提高。

对于人工影响天气的现状,2001年6月WMO(世界气象组织)执委会通过了关于人工影响天气现状的声明。基本内容可以归纳为:

①人工影响天气主要利用云的微物理不稳定条件,通过人为扰动,影响自然演变过程,其科学基础已获得实验室实验、外场试验和数值模拟的论证。

②新的仪器设备和技术方法的综合应用并与数值模拟紧密结合,为人工影响天气的深入发展开辟了新天地。

③强调了效果评价,认为随机化方法最可靠,并指出探索物理预报因子的重要性,以及必须加强对各种降水参量进行直接测量,并进行物理评价。

④简要概述了符合物理原理并经外场检验的各种人工影响天气活动,包括过冷云增雨和降水重新分布,地形云、层状云、积状云催化增雨,消雾,抑制冰雹,节制热带气旋,遏制闪电等方面。

为了介绍国外近十年来人工影响天气在以上四方面的进展情况,我们在检索、查阅大量文献的基础上,编译出了这本译文集。其基本内容主要包括:云的人工成核率的物理研究;云中播撒作业和作业效果评估的情况;当用碘化银地面发生器对雹暴进行广泛的播撒后,根据收集到的测雹板数据来分析播撒对雹谱分布的影响;利用雨量器数据与雷达估测的降水量相比较,判定雷达估测降水量技术的可行性;在不同的播撒条件下用雷达对云特性进行跟踪;通过识别雷达回波出现的“三体散射尖峰”(TBSS)提前对降雹和雷暴大风进行预警;利用不同波段的雷达判别降水和降雹两种不同降水类型;利用金属箔片跟踪云粒子的发展;利用多频道卫星图像识别播撒特征以及催化剂播撒后微物理结构和云中气流变化的观测等等。

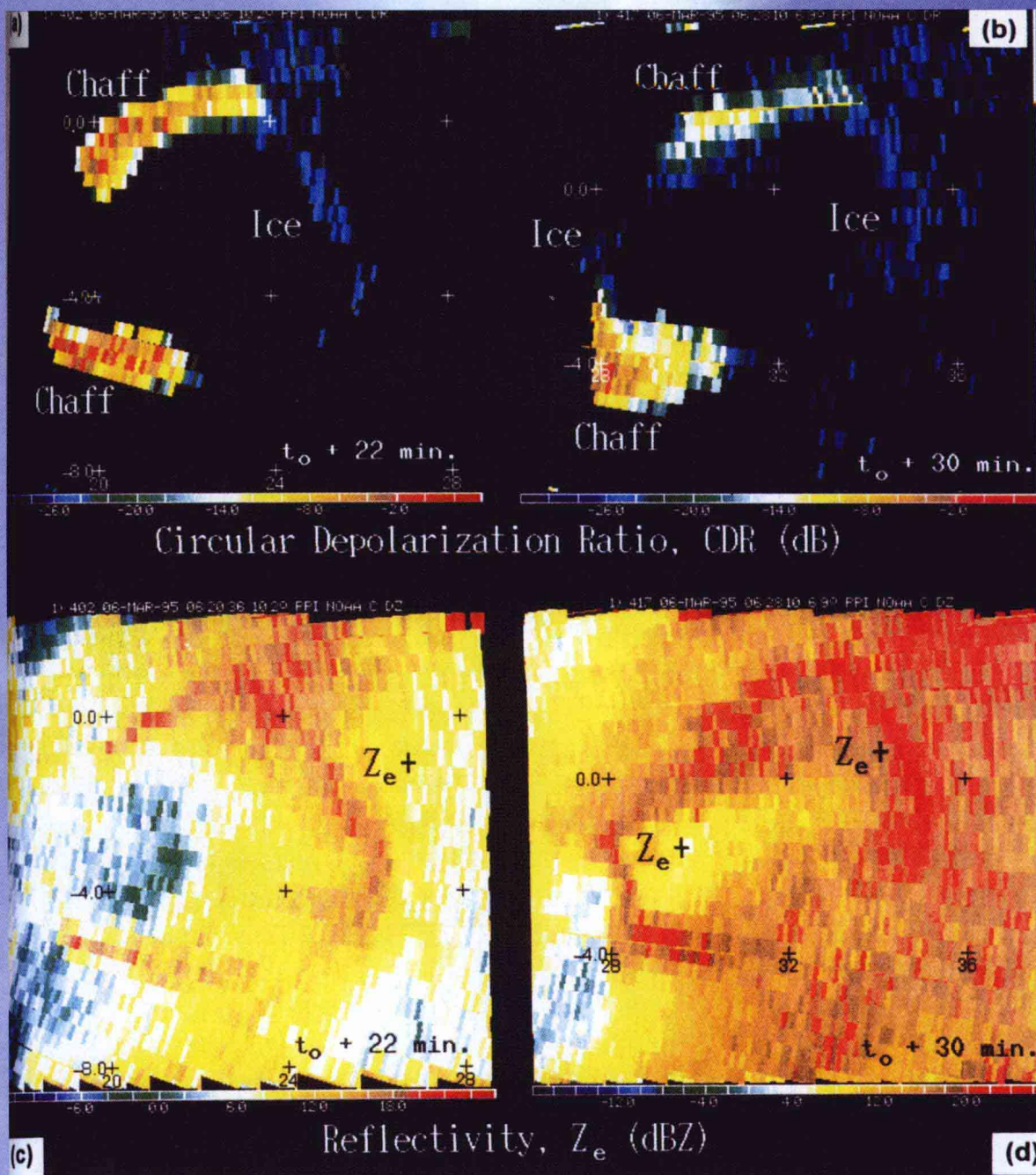
本译文集中涉及到美国、希腊、阿根廷、印度等国家的人工影响天气工作,重点放在防雹方面。从具体的工作到某个关键变量的评估,文献中给出了实际的应用结果。“他山之石,可以攻玉”,上述结果,有可能为我们进行的人工影响天气工作提供某些借鉴。

在本书许多篇文章的翻译过程中,章澄昌、陈进强、许焕斌等先生对译者给予了大力帮助,在此表示诚挚的谢意。

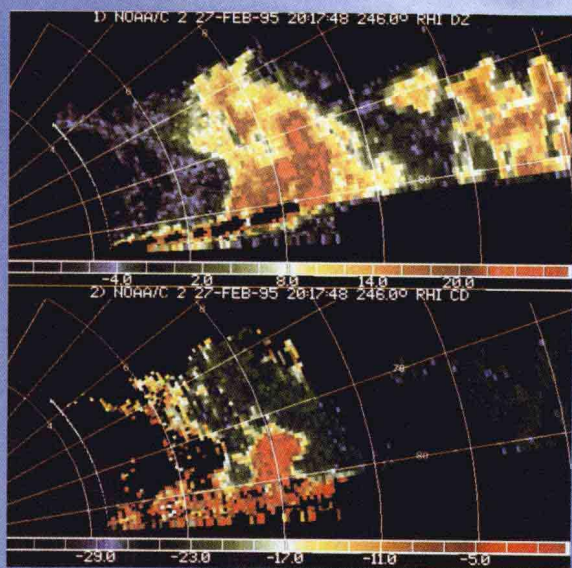
本译文集取材、编排方式以及翻译等可能有不当之处,敬请读者批评、指教。

编 者

2004年3月

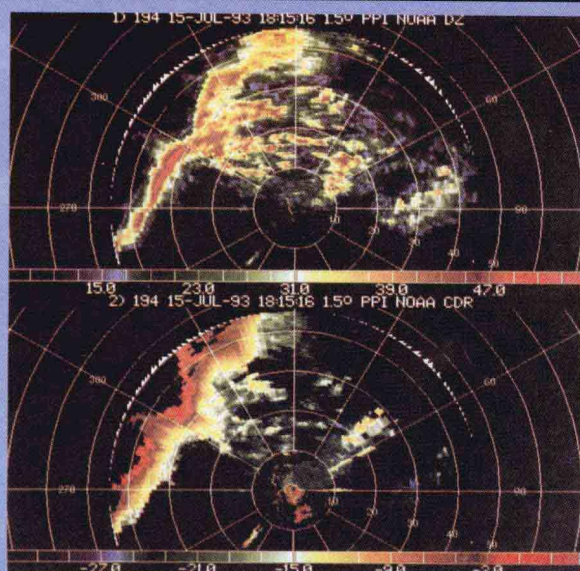
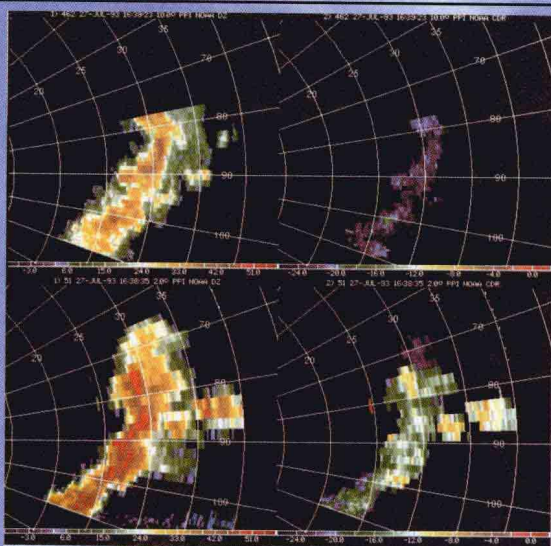


彩图1 在上面的两张雷达图中, 在  $+4 \geq CDR \geq -32 \text{ dB}$  的范围内,  $CDR \geq -14 \text{ dB}$  表示 (a)  $t_0+22 \text{ min}$  和 (b)  $t_0+30 \text{ min}$  时的两条箔片弧线, 在催化圆上箔片弧线之间  $CDR \approx -27 \pm 3 \text{ dB}$  表示早期的、催化产生的新冰晶 (用“ice”表示)。相应的下面两幅图像 (c,d), 显示了在  $-20 \leq Z_e \leq +28 \text{ dBZ}$  范围内的反射率以及催化圆周围增强的反射率 (用“ $Z_e+$ ”表示), 包括在箔片弧线之间的催化路径上增强的反射率, 它反映了催化导致的冰晶浓度增加。卡笛尔 (Cartesian) 距离是相对于雷达位置的距离; 间隔  $4 \text{ km}$  (1995年5月6日)

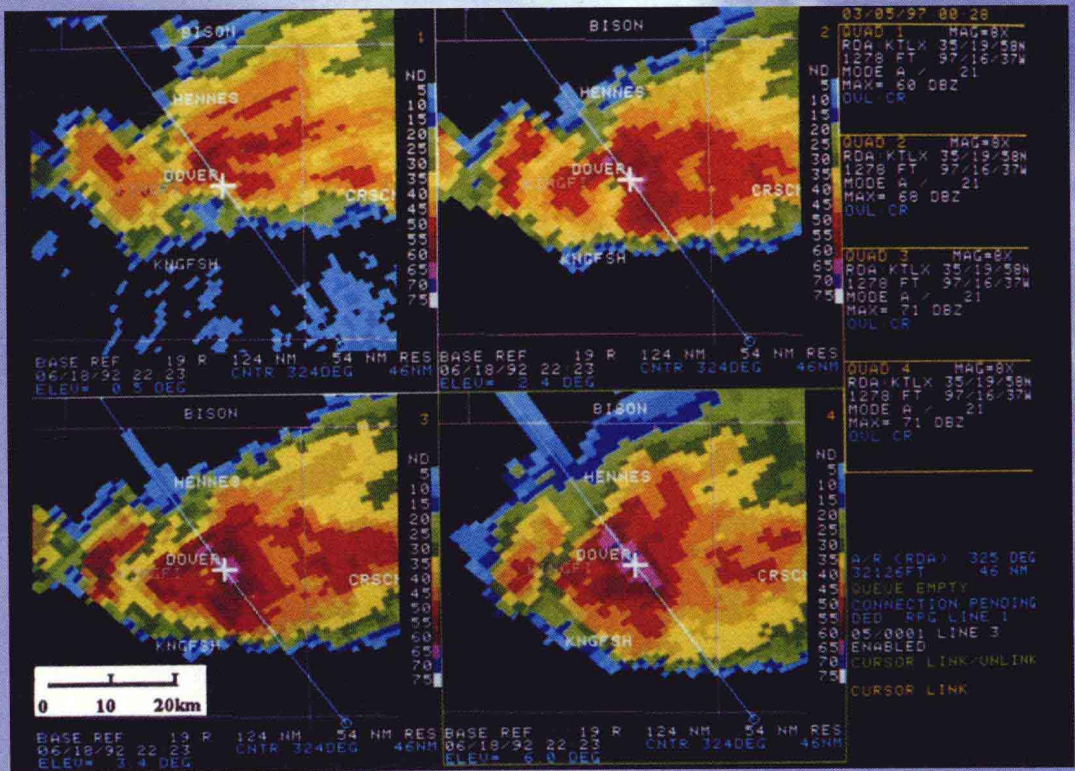


彩图2 在吸入有金属箔片的积云中 ( $CDR > -5$  dB) 的反射率  $Z_r$  (上版面) 和圆退偏振比 CDR (下版面)。此图中, 由金属箔片显示出的上升气流位于由反射率  $Z_r$  显示的雨线的左侧

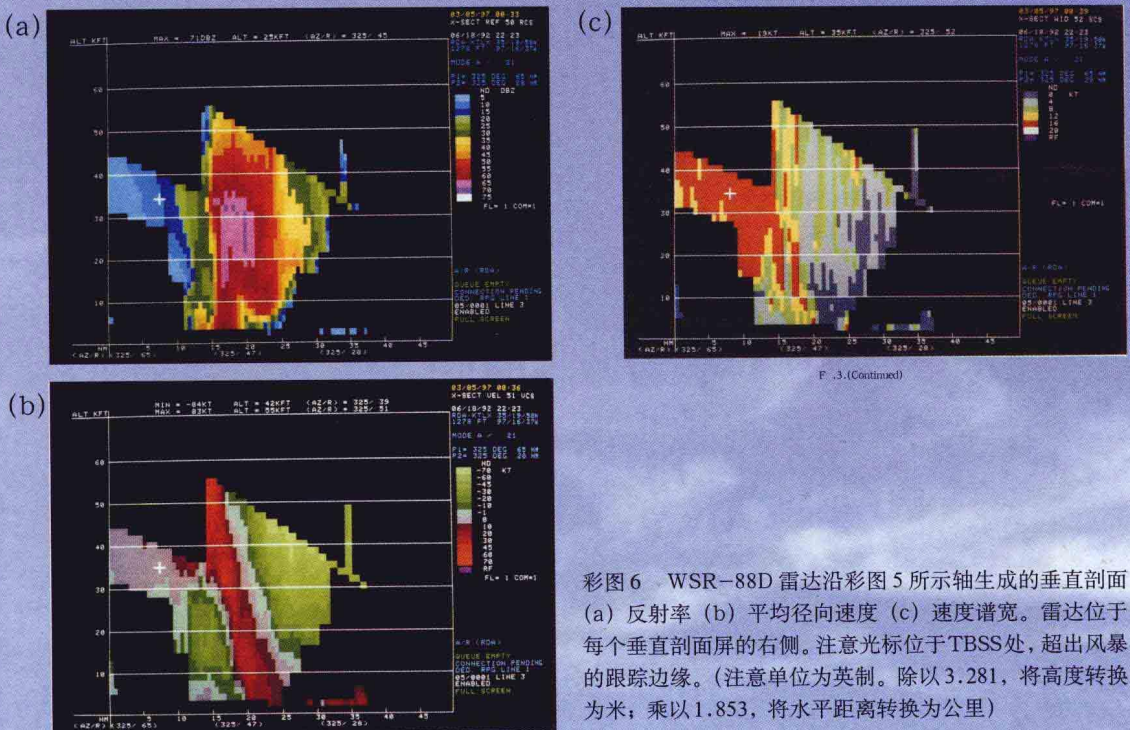
彩图3 经过一条小的飚线的 PPI 扇形扫描的  $Z_r$  (左图) 和 CDR (右图)。上图:  $10^\circ$  仰角的雷达扫描表示的是近云顶小滴; 下图:  $2^\circ$  仰角的扫描表示的是云底附近的大雨滴



彩图4 由传播效应产生的一个反常的 CDR 信号, 它表示出现在降水率为  $15 \sim 20$  cm/h 时的超大雨滴群 (上图:  $Z_r$ , 下图 CDR)



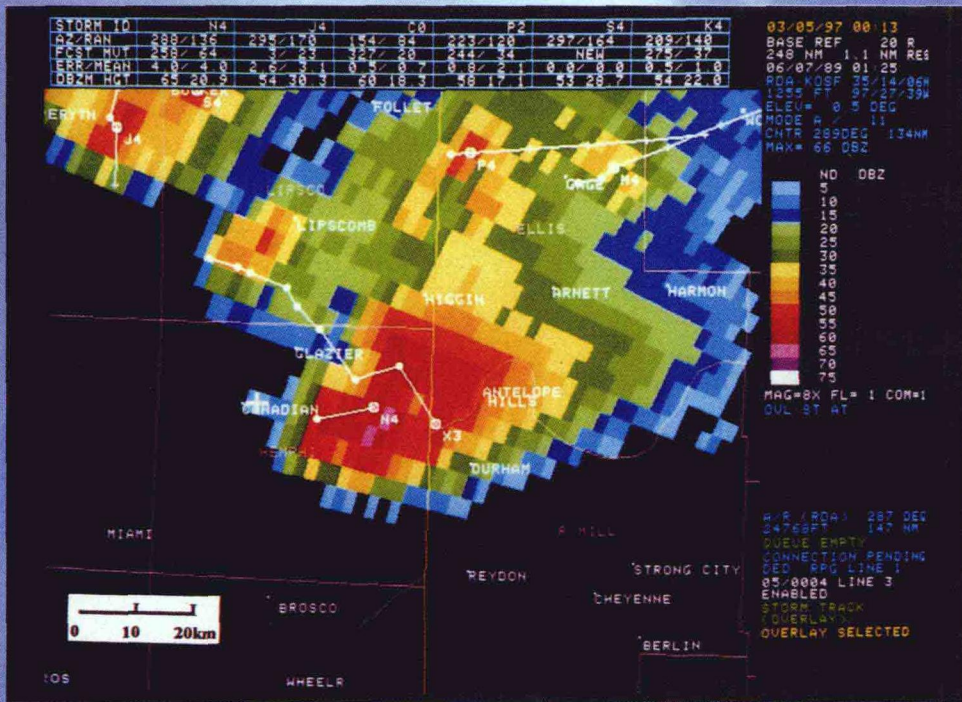
彩图5 WSR-88D四分之一-屏幕显示了Cashion风暴的反射率。图像被放大了8倍；数据分辨率是1 km (0.54 nmi)。雷达仰角分别为：左上角0.5°，右上角2.4°，左下角3.4°，右下角6.0°。垂直截面轴位置与彩图6一致。光标位于产生三体散射的反射率核心，垂直截面轴在2.4°，3.4°，6.0°仰角伸展通过TBSS至风暴后部



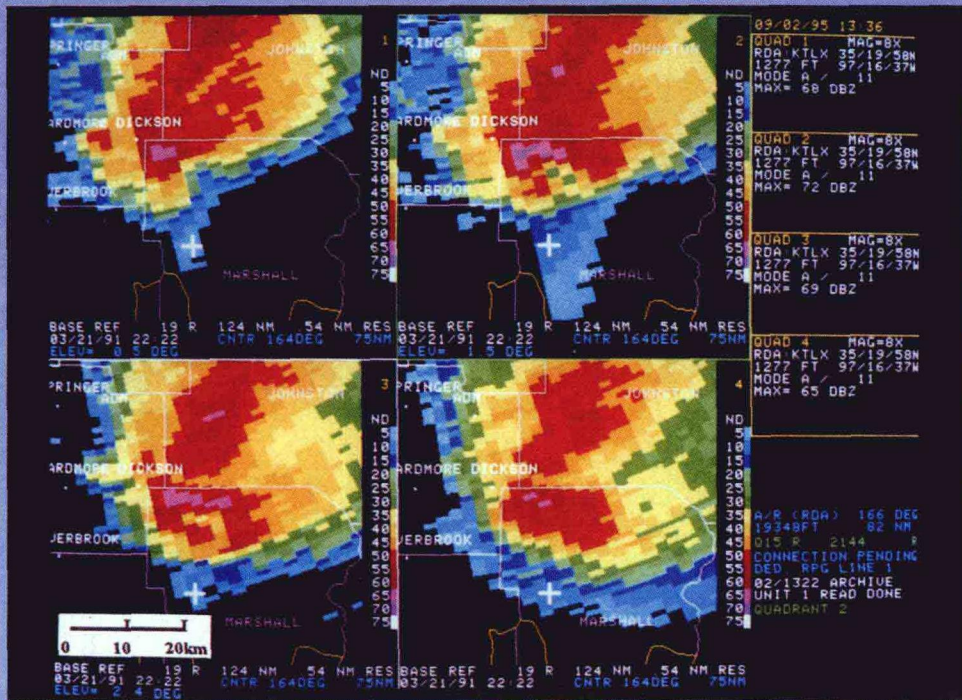
F. 3.(Continued)

彩图6 WSR-88D雷达沿彩图5所示轴生成的垂直剖面 (a) 反射率 (b) 平均径向速度 (c) 速度谱宽。雷达位于每个垂直剖面屏的右侧。注意光标位于TBSS处，超出风暴的跟踪边缘。(注意单位为英制。除以3.281，将高度转换为米；乘以1.853，将水平距离转换为公里)



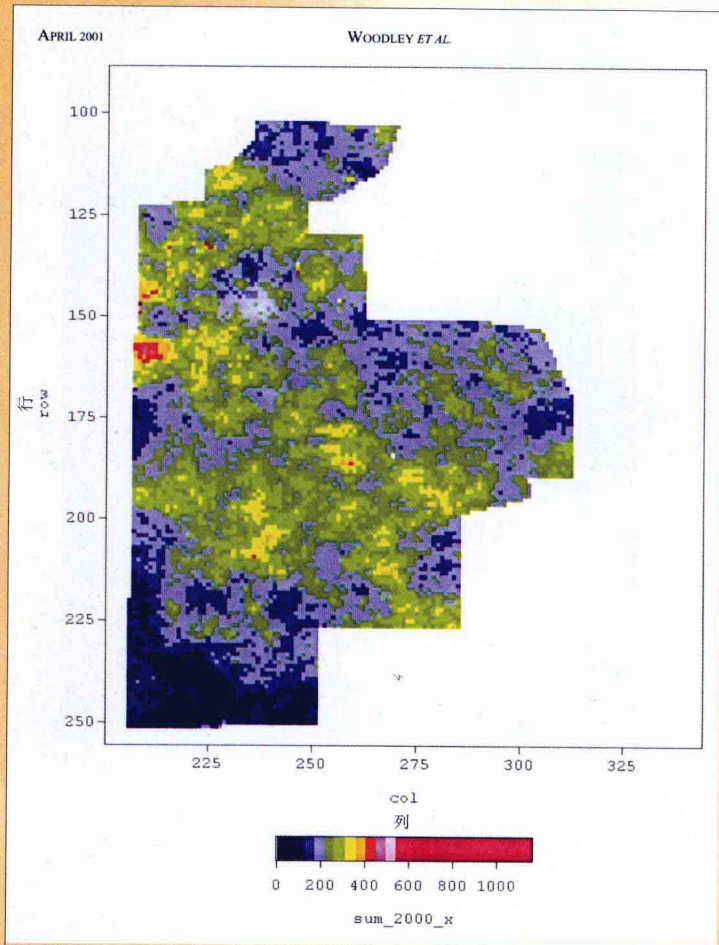


彩图 7 1989年6月7日,在 $0.5^\circ$ 仰角、分辨率2 km的WSR-88D扫描的强雷暴图像,上面叠加了风暴路径信息。风暴距离雷达250 km/ $289^\circ$ 。注意到光标位于Texas州Hemphil东部的风暴内,最南部65 dBz反射率核心TBSS下段范围

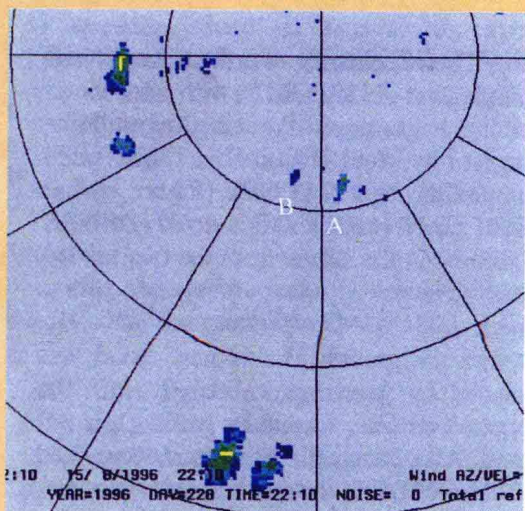


彩图 8 1991年3月21日基础反射率四分之一屏幕显示产品,1 km分辨率。仰角分别为:左上角 $0.5^\circ$ ,右上角 $1.5^\circ$ ,左下角 $2.4^\circ$ ,右下角 $3.4^\circ$ 。在前三个屏幕中光标位于TBSS处。注意65 dBz的回波核和所导致的TBSS穿过中气旋产生的悬垂回波和更远的下段范围

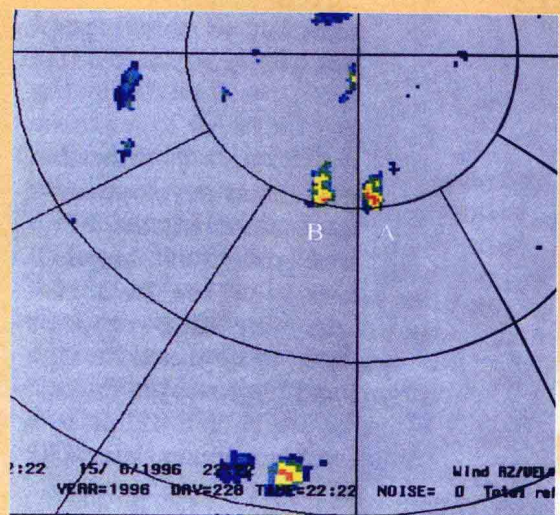




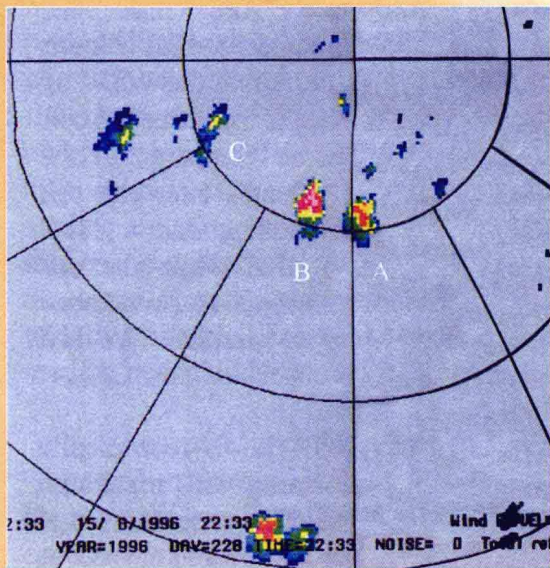
彩图 11 2000 年季度 (4~8 月) 雷达估算降水 (mm) 量图  
2000 年 9 月降水量很少。在雷达图中, 着色的像元通过使用图底的色标图例即可转换成降水量 (mm)



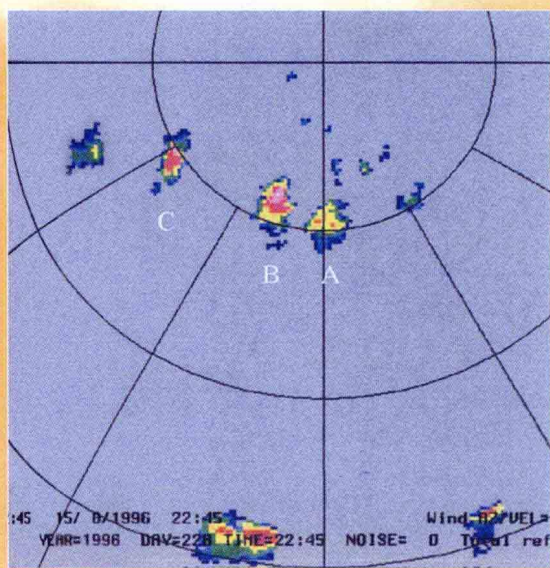
彩图 12a 1996 年 8 月 15 日 22 时 10 分 (GMT) San Angelo 下一代雷达 PPT 回波图。以 dBz 为单位用对应的彩色等值线表示: 白色 > 60, 淡粉 > 55, 深红 > 50, 桔黄 > 45, 金色 > 40, 黄色 > 35, 淡绿 > 30, 黑绿色 > 25, 淡蓝色 > 20, 蓝色 > 15, 黑灰色 > 10, 淡灰 > 0



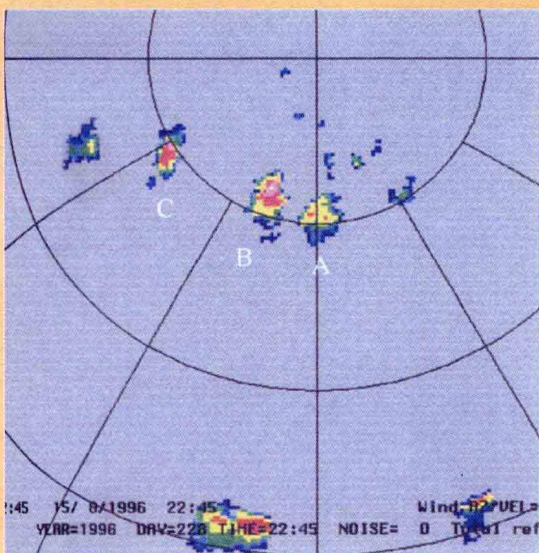
彩图 12b 1996 年 8 月 15 日 22 时 22 分 (GMT) San Angelo 下一代雷达 PPT 回波图



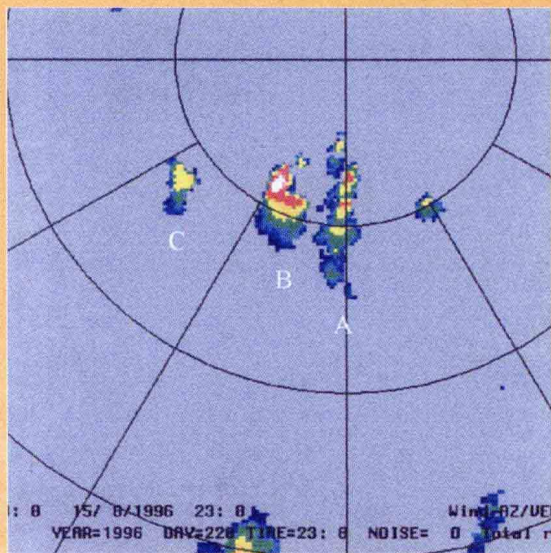
彩图 12c 1996年8月15日22时33分 (GMT) San Angelo 下一代雷达PPT回波图



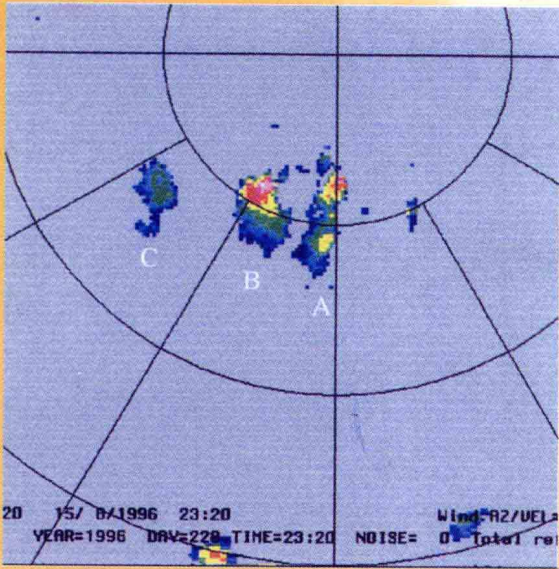
彩图 12d 1996年8月15日22时45分 (GMT) San Angelo 下一代雷达PPT回波图



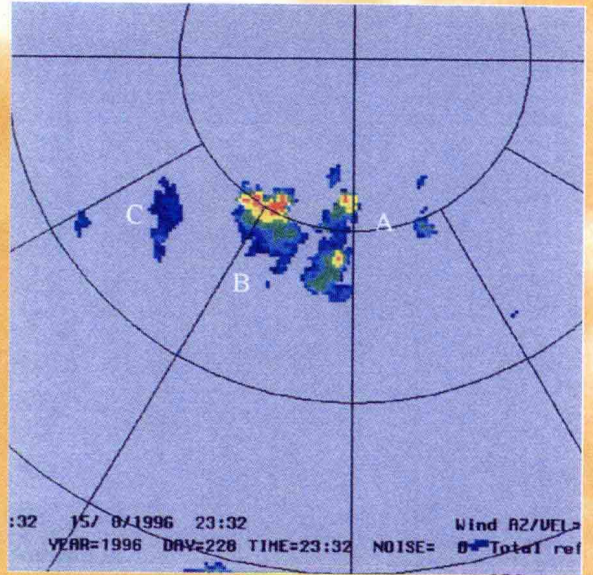
彩图 12e 1996年8月15日22时57分 (GMT) San Angelo 下一代雷达PPT回波图



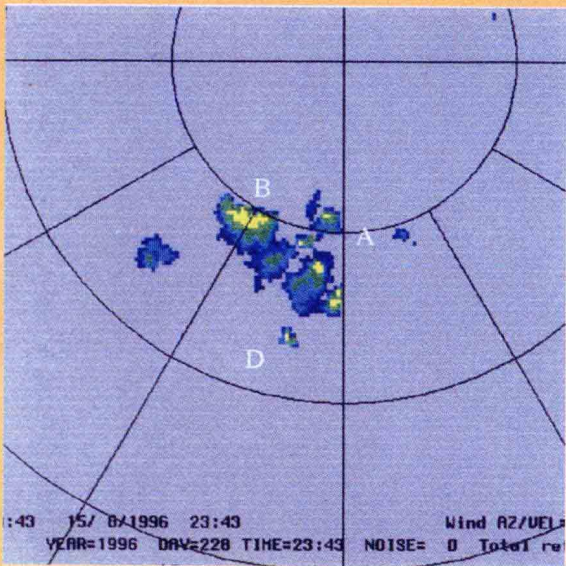
彩图 12f 1996年8月15日23时08分 (GMT) San Angelo 下一代雷达PPT回波图



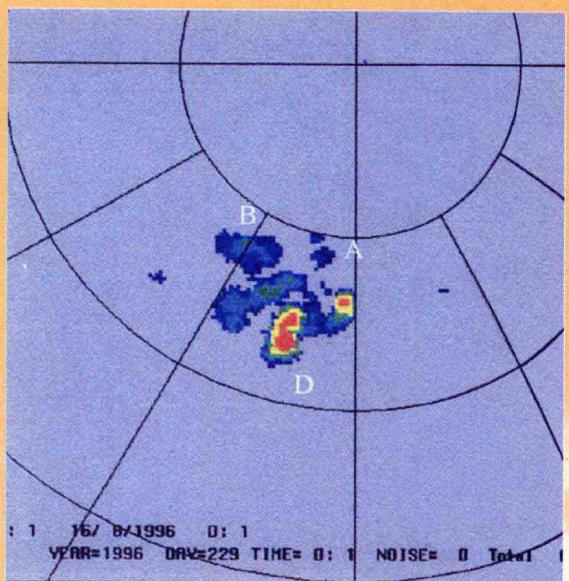
彩图 12g 1996年8月15日23时20分 (GMT)  
San Angelo 下一代雷达 PPT 回波图



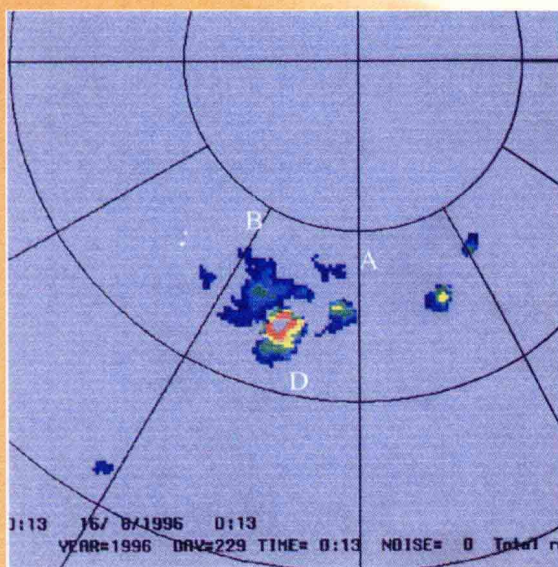
彩图 12h 1996年8月15日23时32分 (GMT) San Angelo  
下一代雷达 PPT 回波图



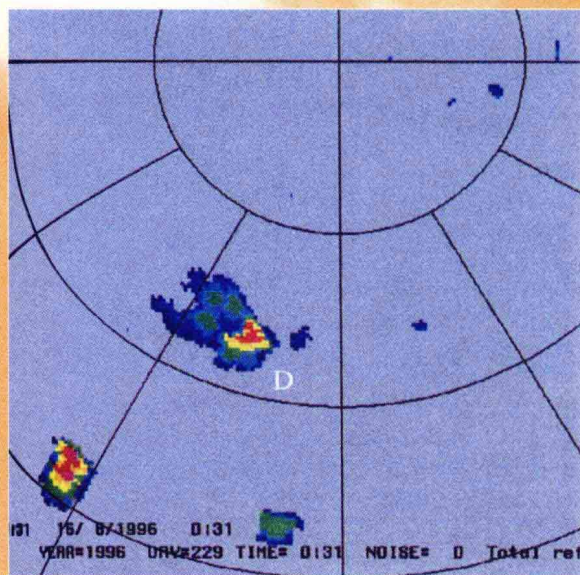
彩图 12i 1996年8月15日23时43分 (GMT) San Angelo  
下一代雷达 PPT 回波图



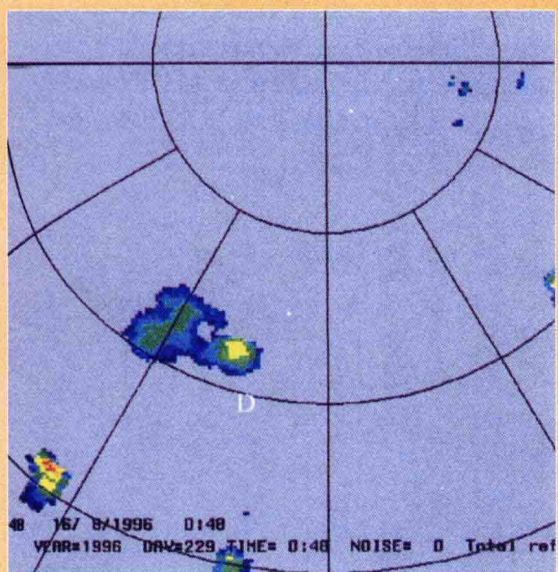
彩图 12j 1996年8月15日00时01分 (GMT) San Angelo  
下一代雷达 PPT 回波图



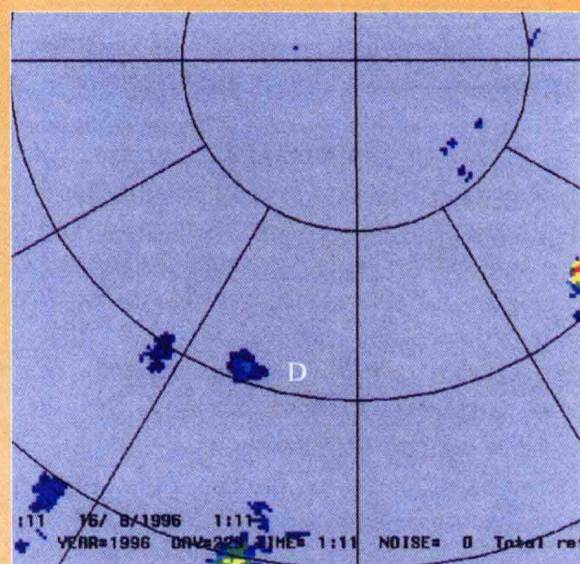
彩图12k 1996年8月15日00时13分 (GMT) San Angelo  
下一代雷达PPT回波图



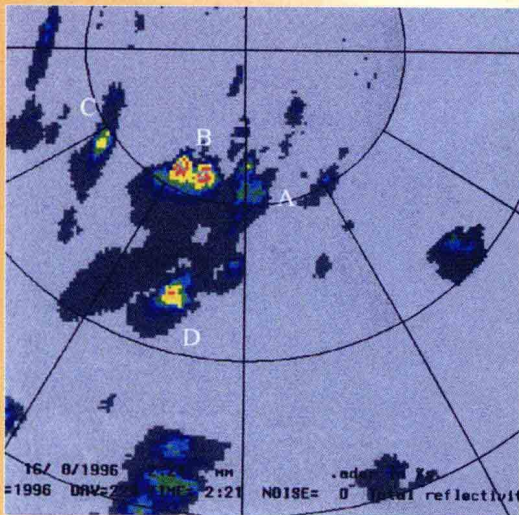
彩图12l 1996年8月15日00时31分 (GMT) San Angelo  
下一代雷达PPT回波图



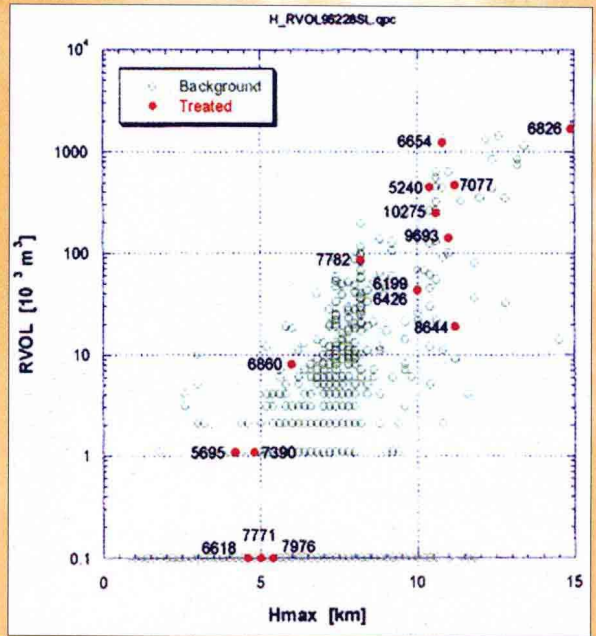
彩图12m 1996年8月15日00时48分 (GMT) San Angelo  
下一代雷达PPT回波图



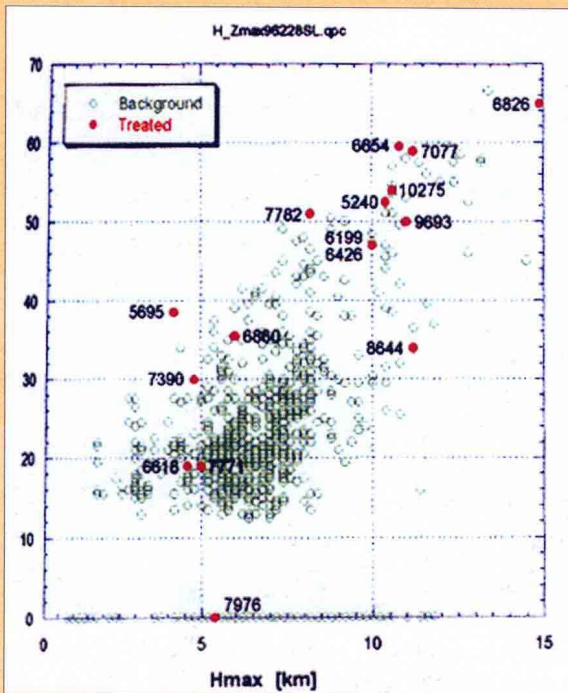
彩图12n 1996年8月15日01时11分 (GMT) San Angelo  
下一代雷达PPT回波图



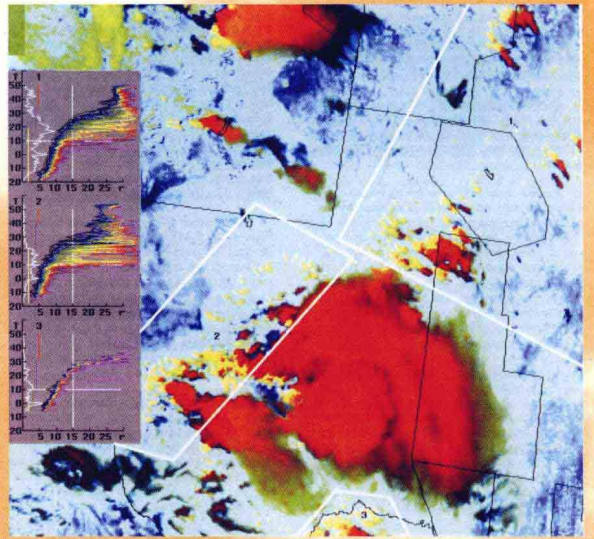
彩图 13 雷达估算的降水量 (mm), 以 mm 为单位的彩色等值线表示: 淡粉 > 100, 深红 > 75, 桔黄 > 50, 金色 > 30, 黄色 > 20, 淡绿 > 15, 黑绿色 10, 淡蓝色 > 6, 蓝色 > 4, 黑蓝 > 2, 黑灰色 > 1, 淡灰 > 0



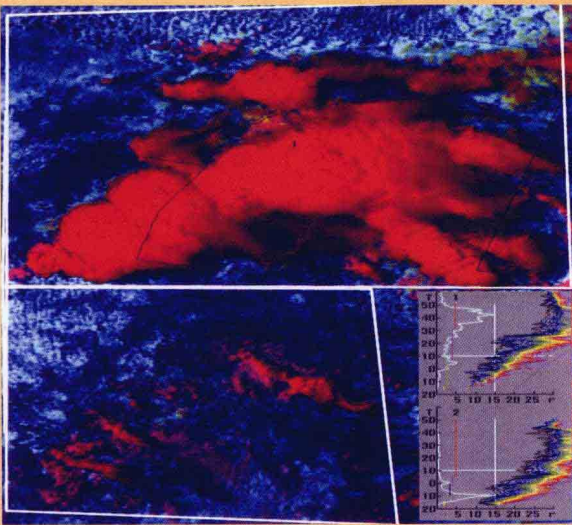
彩图 14 最大回波高度和最大雷达反射率分布图。红点表示直接或间接接受处理的单体, 而绿圈则表示 San Angelo NEXRAD 雷达在 159 km 范围内的其它回波单体



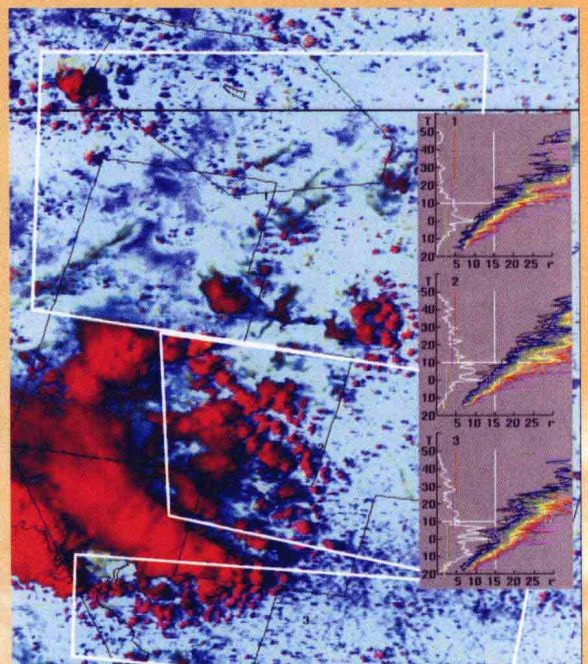
彩图 15 最大回波高度和总生命期的降水体积分布图。红点表示直接或间接接受处理的单体, 而绿圈则表示 San Angelo NEXRAD 雷达在 159 km 范围内的其它回波单体



彩图 16 根据得克萨斯州 AVHRR 图像得出的云微物理区  
(1999 年 5 月 30 日 2212GMT)

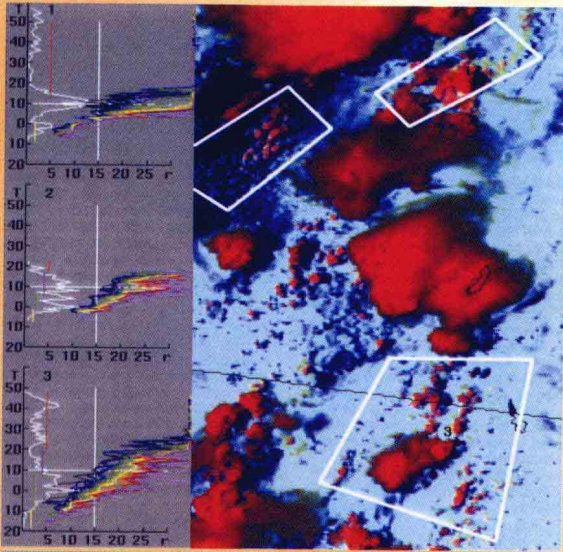


彩图 17 根据得克萨斯州 AVHRR 图像得出的云微物理区  
(1999 年 6 月 21 日的 2125GMT)



彩图 18 根据得克萨斯州 AVHRR 图像得出的云微物理区  
(1999 年 8 月 3 日的 2146GMT)

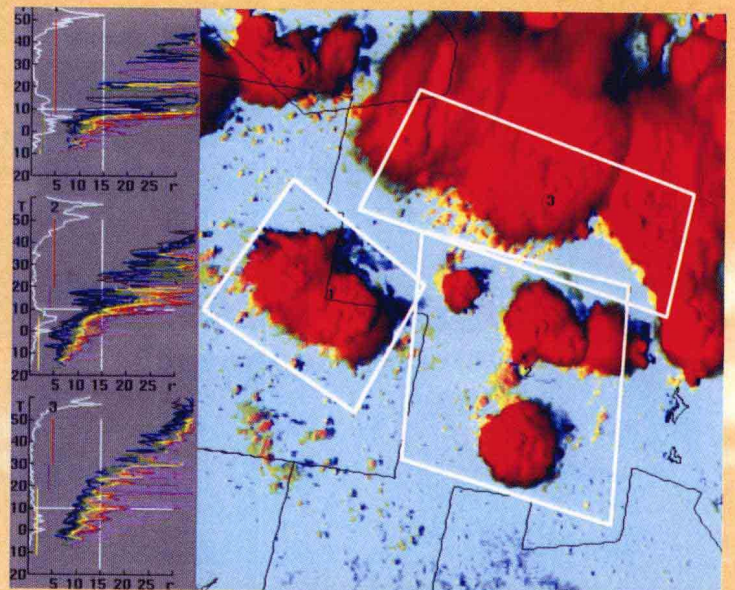




彩图 19 1999年8月10日17时07分 CDT 的卫星处理图像)



彩图 20 播撒前和播撒 10 分钟后的照片



彩图 21 NOAA-14 卫星在作业区通过时 (1703CDT) 的彩色卫星图像