



现代 天气预报技术和方法

TECHNIQUES AND METHODS
OF CONTEMPORARY WEATHER FORECAST

章国材 矫梅燕 李延香 等编著

气象出版社

现代天气预报技术和方法

章国材 矫梅燕 李延香 等 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了新的现代大气探测设备(天气雷达,气象卫星,风廓线雷达,闪电定位仪)及其所获取资料运用于天气预报的原理和方法;总结了现代天气分析和预报中的新技术,新进展。

全书共十章,分别为:雷达图像和资料在天气监测和预报中的应用;气象卫星资料在天气分析预报中的应用;风廓线雷达的应用;闪电定位仪在天气预报中的应用;物理量诊断在天气分析和预报中的应用;中尺度天气系统及分析;热带天气分析和预报方法;临近和短时预报;数值天气预报;数值天气预报产品释用。

本书深入浅出,实用性较强,并附有许多彩图,可作为广大气象预报人员、科研人员、有关院校师生的参考书和工具书。

图书在版编目(CIP)数据

现代天气预报技术和方法/章国材等编著. —北京:
气象出版社, 2007. 7

ISBN 978-7-5029-4256-4

I. 现… II. 章… III. 天气预报 IV. P45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 108318 号

出版者: 气象出版社

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxchs@263.net

责任编辑: 李太宇 袁信轩

封面设计: 张建永

印刷者: 北京中新伟业印刷有限公司

发行者: 气象出版社发行 全国各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印 张: 23.75 插 页: 12 字 数: 656 千字

版 次: 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 66.00 元

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮 编: 100081

电 话: 总编室: 010-68407112 发行部: 010-68409198

终 审: 黄润恒

责任校对: 王 欢

序

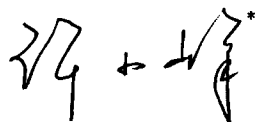
我国是一个多自然灾害的国家,气象灾害又占自然灾害的百分之七十以上。防灾减灾、保障生产和社会需要,最大限度地降低和减轻天气灾害对人民生命财产安全和国民经济的影响,是气象部门最重要的任务,而及时准确的气象警报、预报就是防灾减灾主要措施之一。进入新世纪以来,随着社会、经济的飞速发展和人民生活质量大幅度的提高,社会上各行各业对气象部门提出了全方位、多时效、针对性强、准确度高的天气预报服务的要求。社会需求永远是天气预报发展的动力,也是压力。现代天气预报员面临着越来越高的社会需求、高科技应用以及突发性天气灾害预报等问题的严峻挑战。

上世纪 60 年代以来,为了适应日益增长的社会需要,做好预报服务,广大气象科技工作者在预报实践中不断认识和掌握天气变化的规律,积累了丰富的经验,同时积极总结研究天气预报技术和方法,这些成果在预报工作中发挥了积极的作用。20 世纪 80 年代,在中国气象局的倡导下,各省(市、区)气象台广大气象科技人员总结和汇集了当地的预报技术和经验,陆续编写出版了富有当地特色的“天气预报手册”,在过去二十多年的业务预报服务和科研工作中发挥了重大的作用。进入 90 年代,随着大气科学本身的发展和相关科技成果的引入,天气监测已经从低时空分辨率的常规观测向遥感信息与常规观测相结合的高分辨率、多方位连续监测方向转变;同时天气预报亦从传统的天气学、数理统计与预报员经验的相结合的定性方法,发展到以数值天气预报为基础,以人机交互处理系统为平台,综合应用多种技术和方法的新时代;预报服务对象也从传统的天气预报领域向其它领域拓展,预报人员亦成为天气预报技术和方法的载体,在业务预报服务中发挥着主体作用。

将新的天气预报技术和方法汇编成《现代天气预报技术和方法》一书,是一项非常及时、十分有现实意义的继往开来的工作,无论从理论上还是实践的角度看,该书不是简单地汇编和传承,而是在前人基础上的提高,凝练和升华。就内容看,该书涵盖了雷达、卫星、风廓线仪、闪电定位仪等主要的现代探测技术资料的分析应用,中尺度天气系统分析及物理量诊断在天气分析和预报中的应用、热带天气分析和预报方法、临近和短时预报方法、数值天气预报、数值天气预报产品释用等现代天气预报系统和技术方法。这些都是当代天气预报员需要掌握或熟练使用的知识和技术方法。

该书是目前内容较新、覆盖面较广、具有较好实用价值的供天气预报员日常

业务使用的工具书,也适用于新预报员上岗学习和相关科技人员对预报业务的熟悉和了解。希望预报员能参考和灵活使用有关知识和技术方法,使它们真正成为业务中有用的工具和帮手;更希望预报员在业务实践中进一步通过科研和总结,丰富、完善和提高这些理论和技术方法,在研究总结的基础上,积累新型预报经验,探索更实用、有效的技术方法,使自己成为既拥有扎实的科学技术基础和丰富的预报经验,又能在实践中不断发现科学技术问题、进行技术创新的现代预报专家。



2007年6月

* 许小峰,中国气象局副局长,研究员,博士

前 言

预报员在预报业务中需要用到近年来许多新的知识和参考资料,例如,各种观测资料的分析和应用,天气分析和诊断,数值天气预报及其产品应用,临近和短时预报方法等,而这些知识和参考资料由于客观的原因却散落在不同的书籍和文章中。长期以来,我们就有这么一个愿望:将这些常用的知识和参考资料汇编起来,使之成为预报员日常的工具书,便于查找各种最新的资料 and 知识。为此,我们组织有关专家编写了这本《现代天气预报技术和方法》,希望它能成为预报员的朋友,对预报业务、预报总结和科研工作有所裨益。

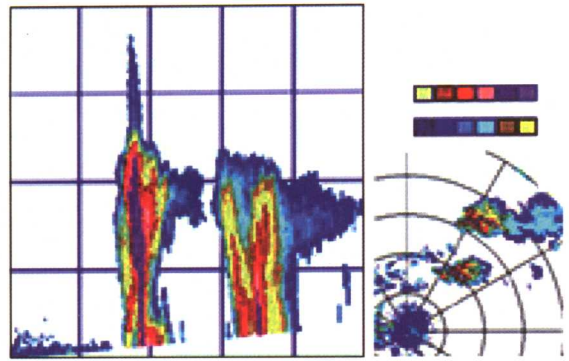
本书共分十章。第一章:雷达图像和资料在天气监测和预报中的应用,由中国气象局大气探测中心陈荣林、中国气象科学研究院张沛源编写;第二章:气象卫星资料在天气分析预报中的应用,由国家气象中心范蕙君编写;第三章:风廓线雷达的应用,由北京大学刘淑媛、杨引明、葛国庆、陶祖钰编写;第四章:闪电定位仪在天气预报中的应用,由北京市气象局郭虎、蔡晓云、宛霞编写;第五章:物理量诊断在天气分析和预报中的应用,由国家气象中心陆志善编写;第六章:中尺度天气系统及分析,由国家气象中心毛冬艳编写;第七章:热带天气分析和预报方法,由国家气象中心薛建军编写;第八章:临近和短时预报,由中国气象局培训中心俞小鼎、国家气象中心李延香编写;第九章:数值天气预报,由国家气象中心赵琳娜、刘还珠、陈起英、陶士伟、田华、李娟、麻素红、邓莲堂、王雨和中国气象科学研究院陈德辉、朱国富、张红亮、孙健编写;第十章:数值天气预报产品释用,由国家气象中心赵声蓉编写。全书由章国材、矫梅燕、李延香主编,章国材对全书进行了编排和校审。

作 者

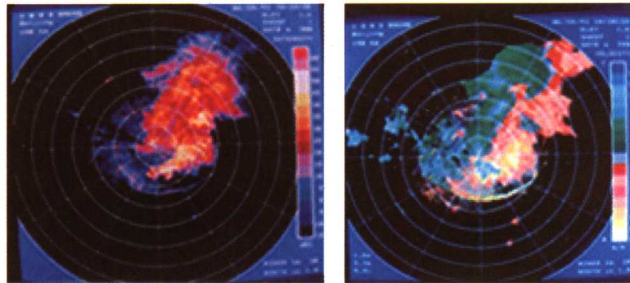
2007年5月



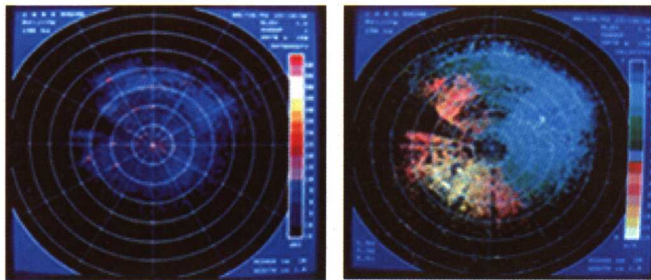
彩图 1.1 宜昌新一代天气雷达



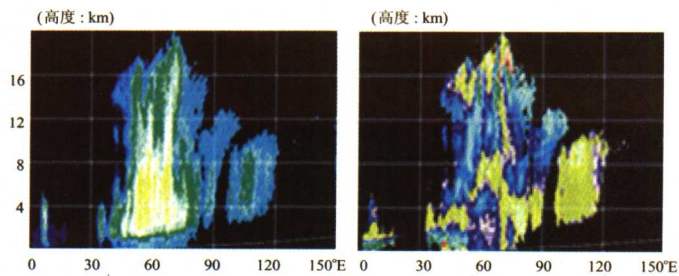
彩图 1.2 冰雹云及假回波



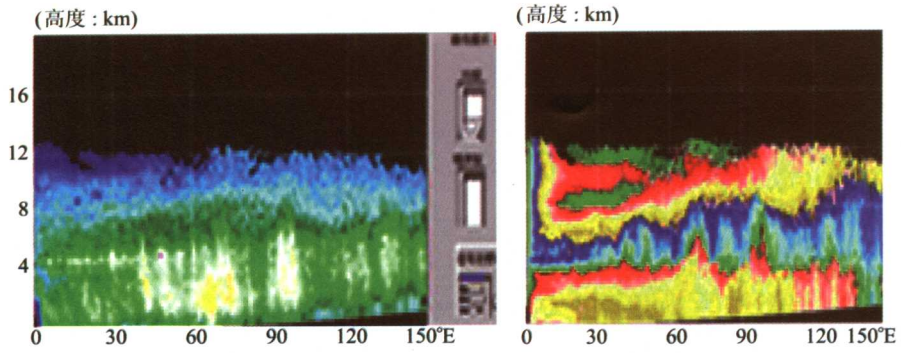
彩图 1.3 “窄带”回波



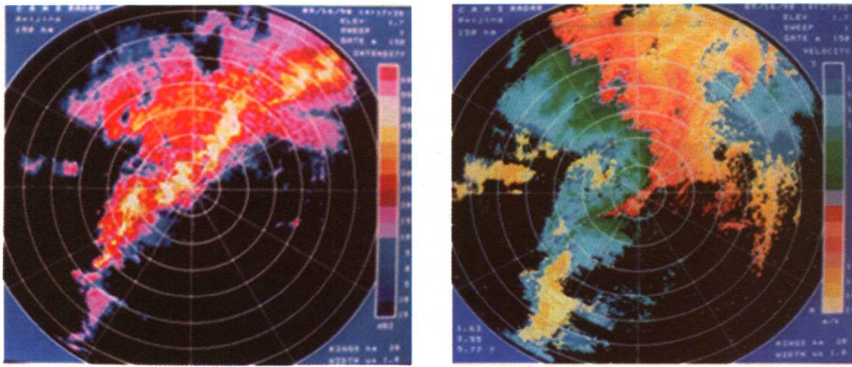
彩图 1.4 多普勒天气雷达晴空回波



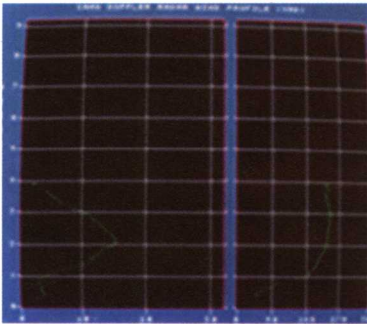
彩图 1.5 雷暴雨 RHI 回波(2002 年 6 月 27 日 16 时 41 分)



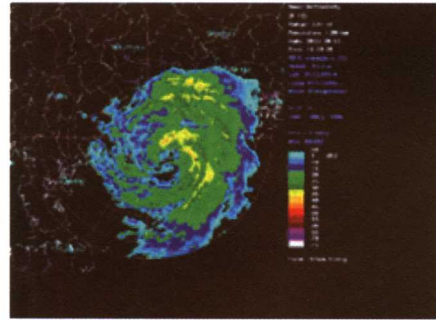
彩图 1.6 梅雨锋雷达垂直剖面回波



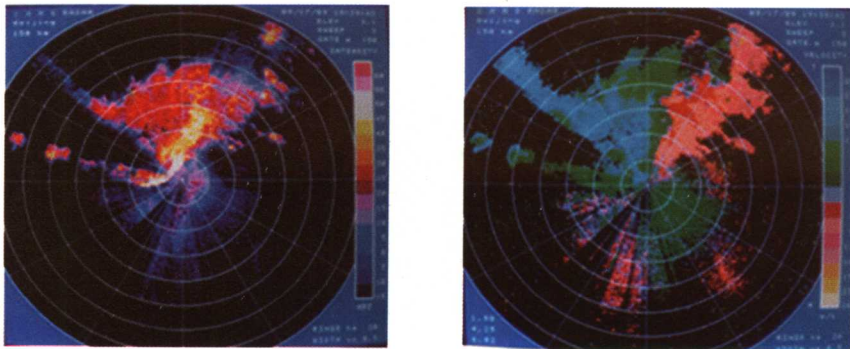
彩图 1.7 冷锋多普勒天气雷达回波



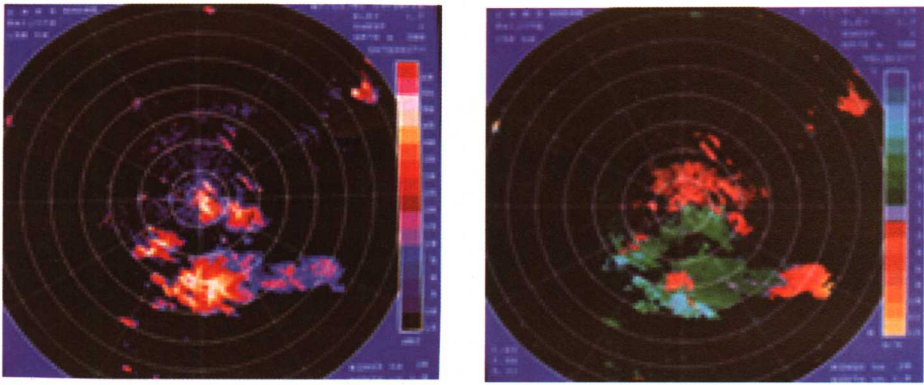
彩图 1.8 低空急流 VAD 图像



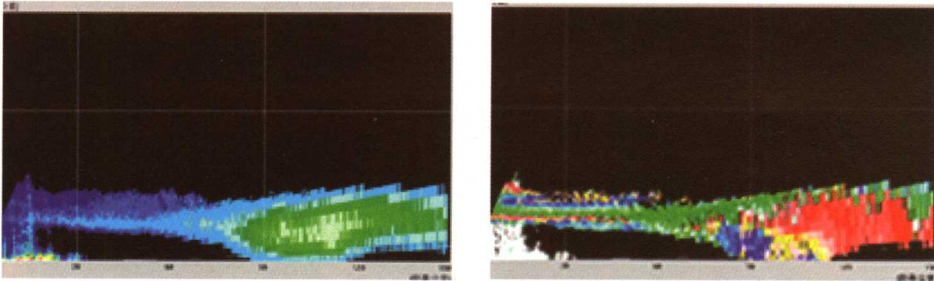
彩图 1.11 2002 年 18 号热带风暴“黑格比”回波图像



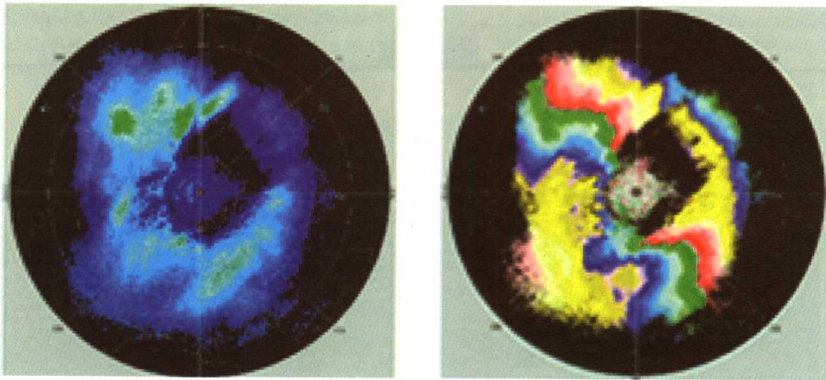
彩图 1.9 飇线回波图(1989 年 9 月 17 日 19 时 06 分)



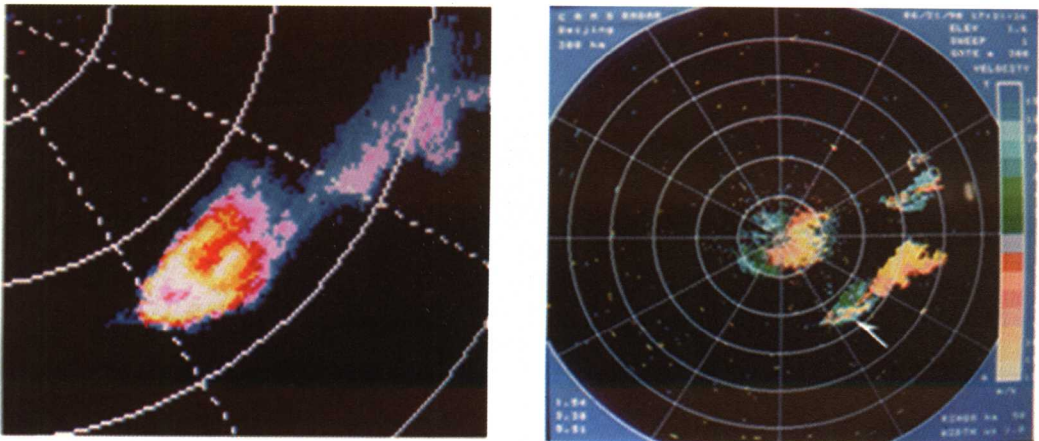
彩图 1.10 中尺度气旋风暴回波



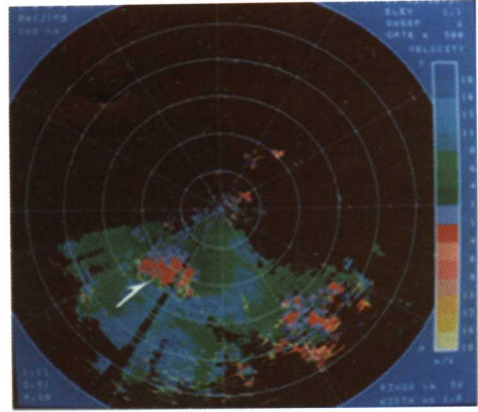
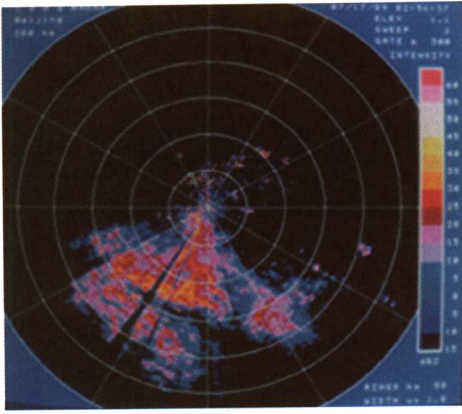
彩图 1.14 沙尘暴 RHI 回波(2002 年 3 月 20 日 14:56, 哈尔滨)



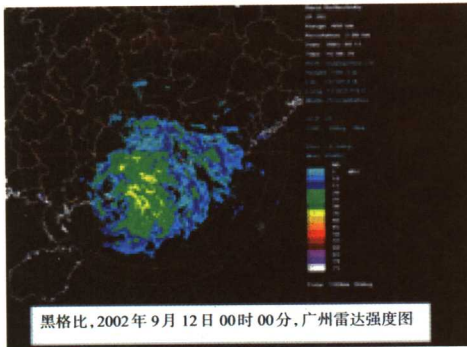
彩图 1.15 沙尘暴 PPI 回波(2002 年 3 月 20 日 16:18, 哈尔滨)



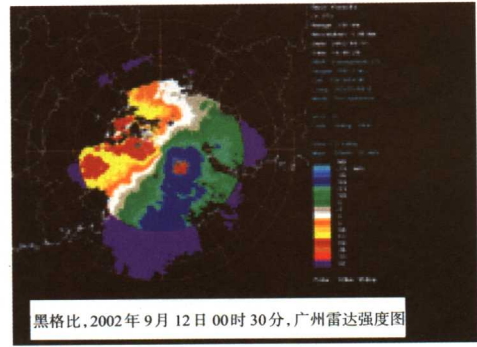
彩图 1.16 冰雹云的块状回波



彩图 1.17 暴雨回波的逆风区

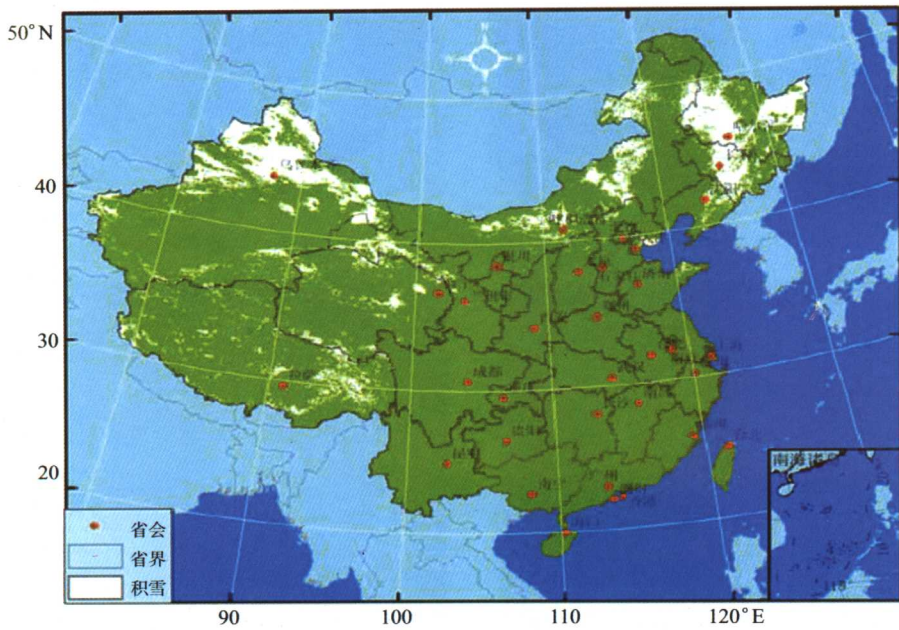


黑格比, 2002年9月12日00时00分, 广州雷达强度图

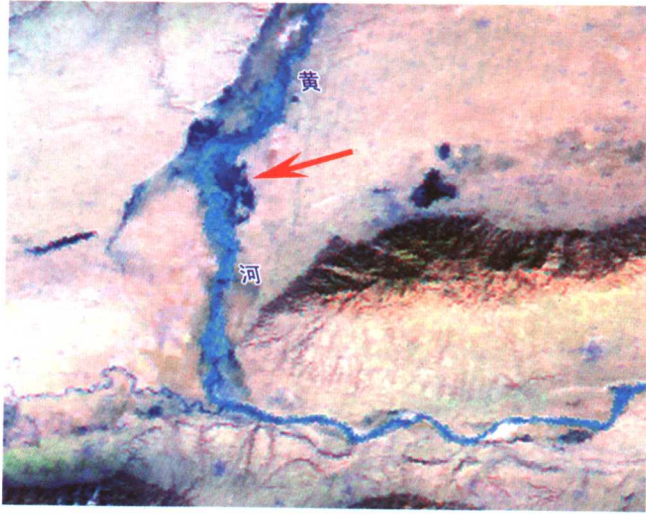


黑格比, 2002年9月12日00时30分, 广州雷达强度图

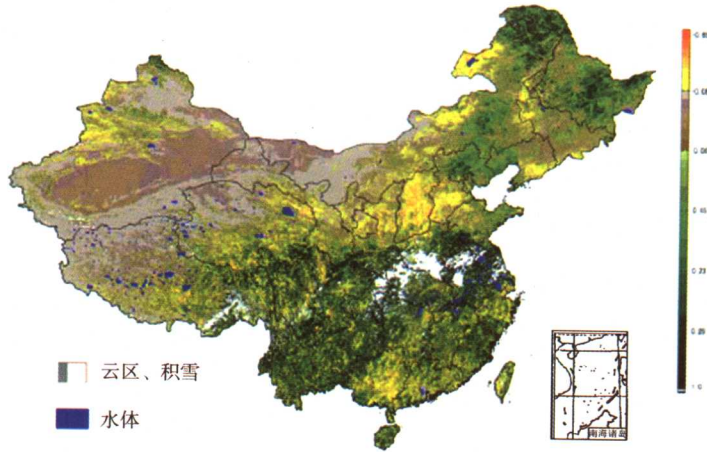
彩图 1.18 2002年台风黑格比回波图像



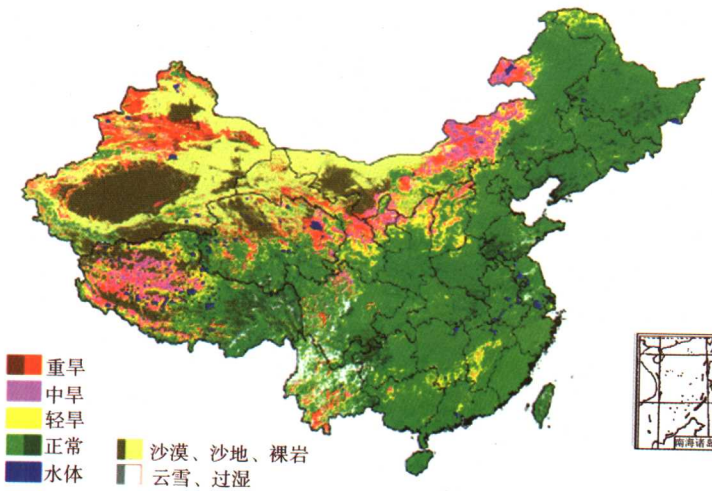
彩图 2.39 候积雪覆盖图



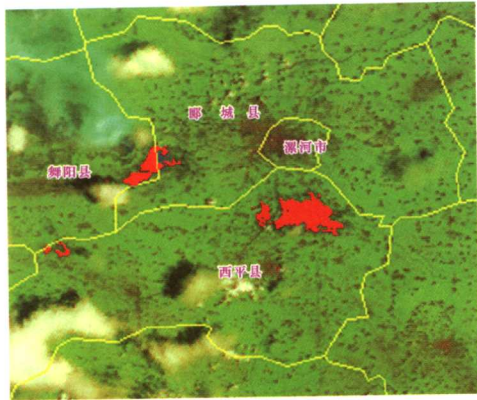
彩图 2.40 黄河冰凌图像



彩图 2.41 全国植被长势监测图

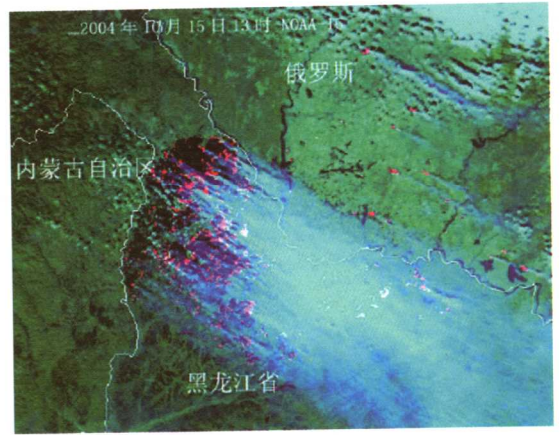


彩图 2.42 全国旬干旱监测图

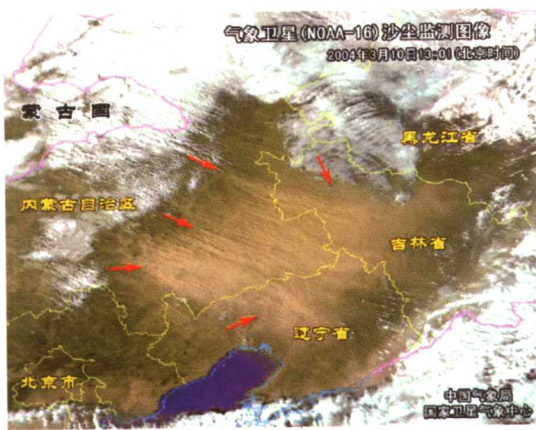


■ 洪涝水体 ■ 县界

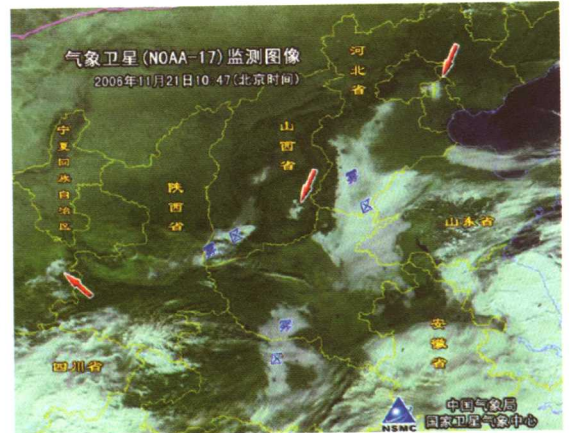
彩图 2.43 水情监测图



彩图 2.44 2004 年 10 月 15 日大火蔓延时监测的图像

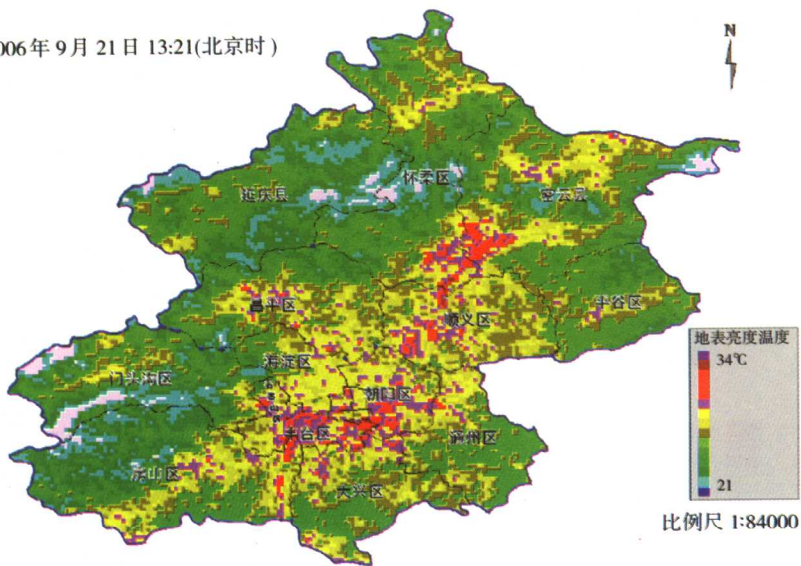


彩图 2.45 沙尘云监测

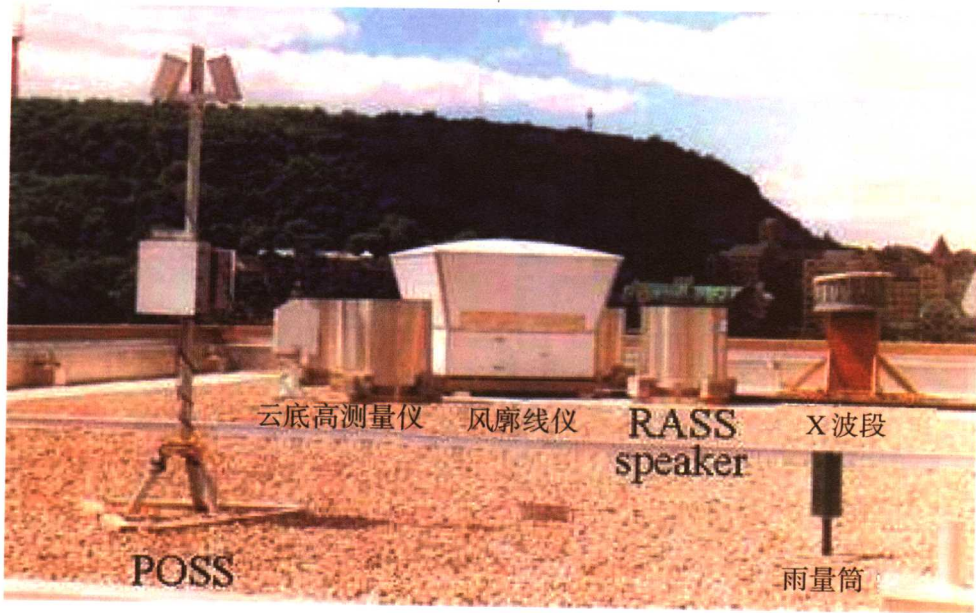


彩图 2.46 2006 年 11 月 21 日大雾监测

2006 年 9 月 21 日 13:21(北京时间)

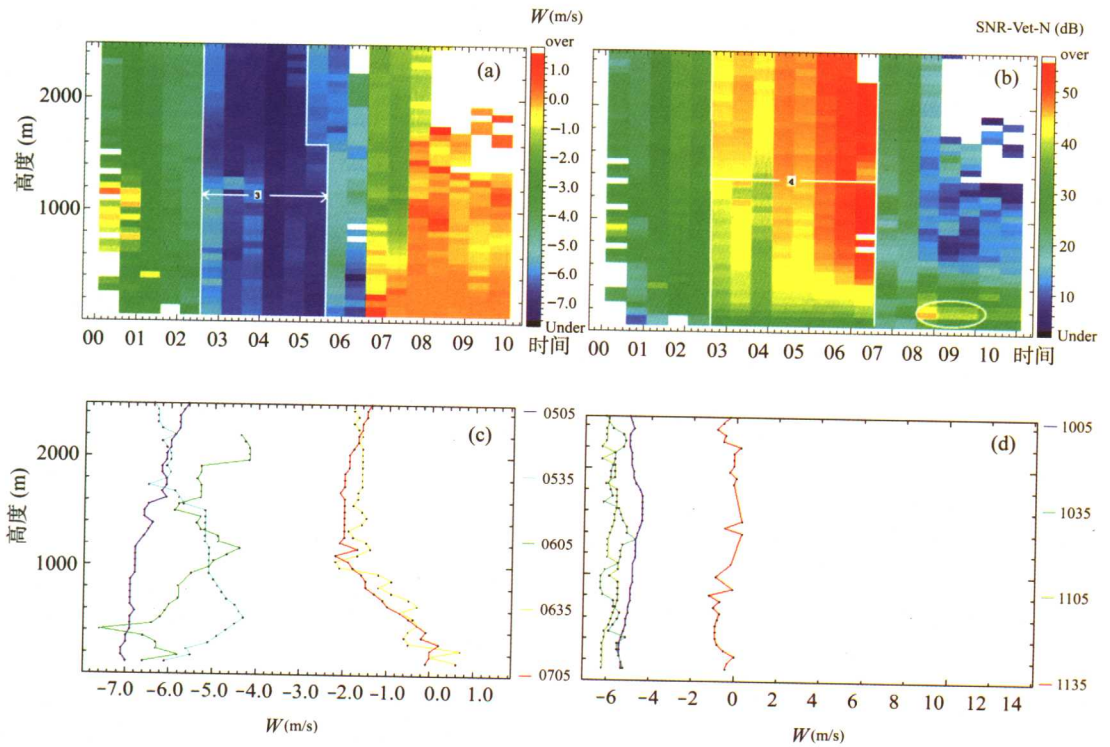


彩图 2.47 北京地区城市热岛效应监测图



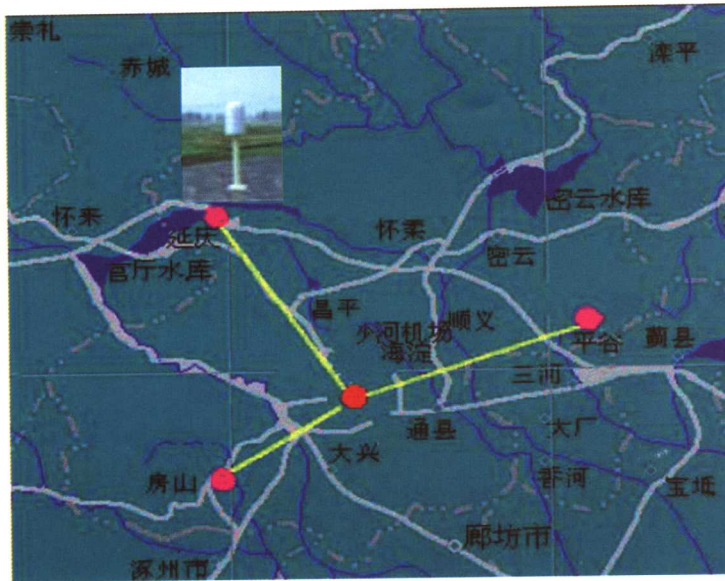
彩图 3.1 风廓线雷达及其配套仪器

(摘自 Atmospheric and Oceanic Sciences Department of McGill University 主页)

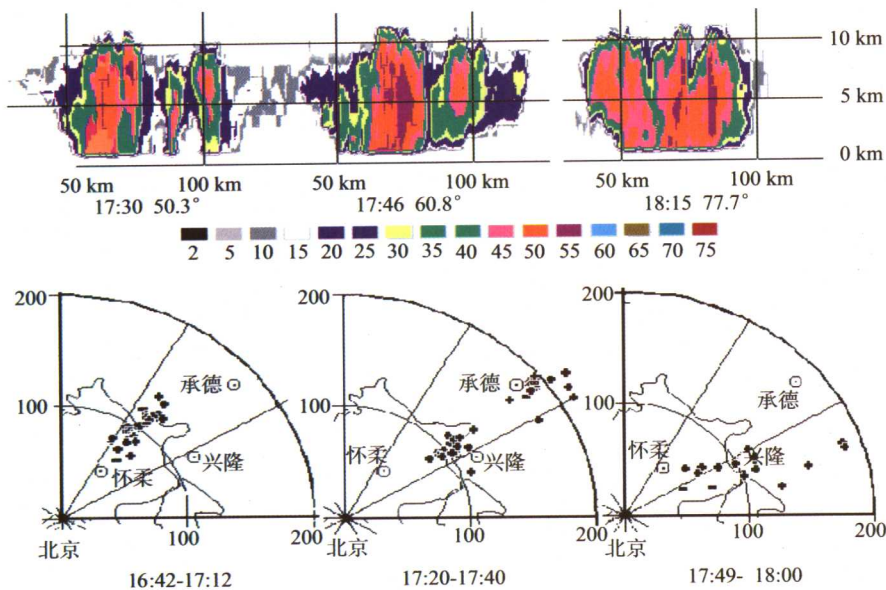


彩图 3.17 上海风廓线雷达测得的垂直速度和信噪比

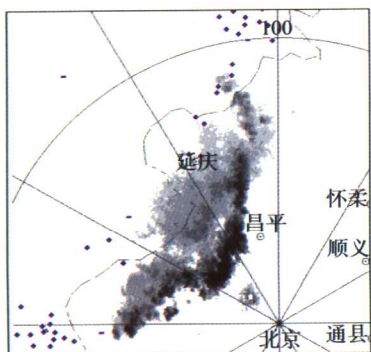
(a)和(b)分别为1999年9月6日垂直速度随时间—高度分布直方图和信号噪声比随时间—高度直方图,横坐标表示时间,纵坐标为高度,其中垂直速度大小以向上为正;(c)和(d)分别为1999年9月6日和8月22日垂直速度随时间—高度分布廓线,横坐标表示垂直速度(向上为正),纵坐标为高度,不同的线条颜色代表不同时间。



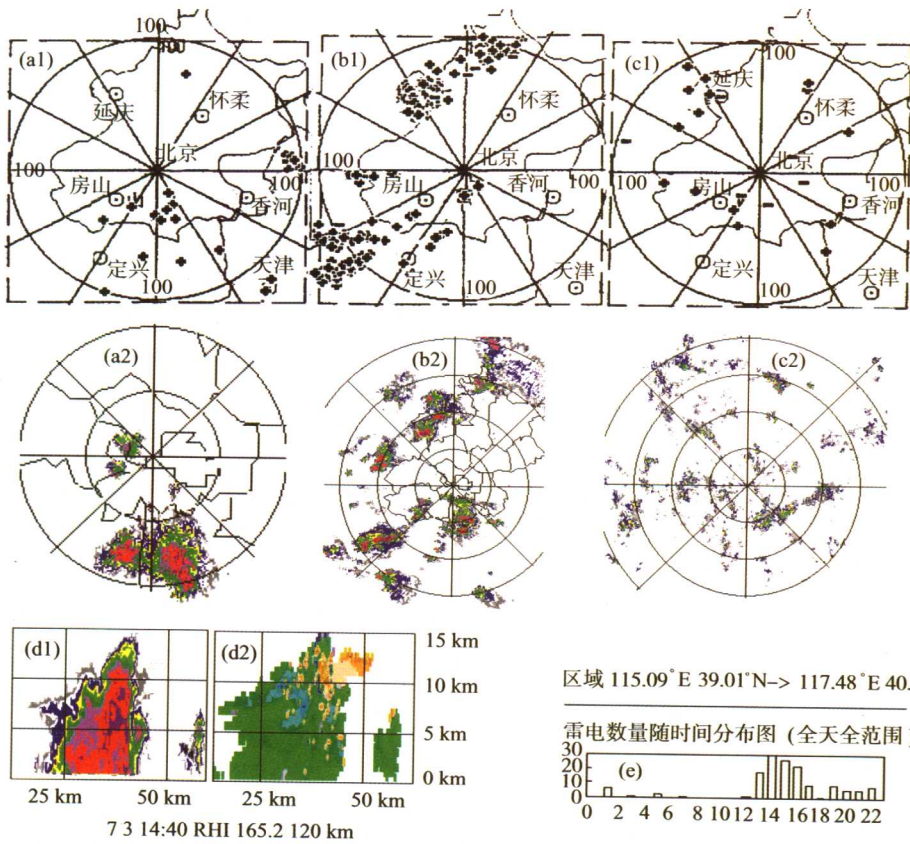
彩图 4.3 北京闪电定位系统



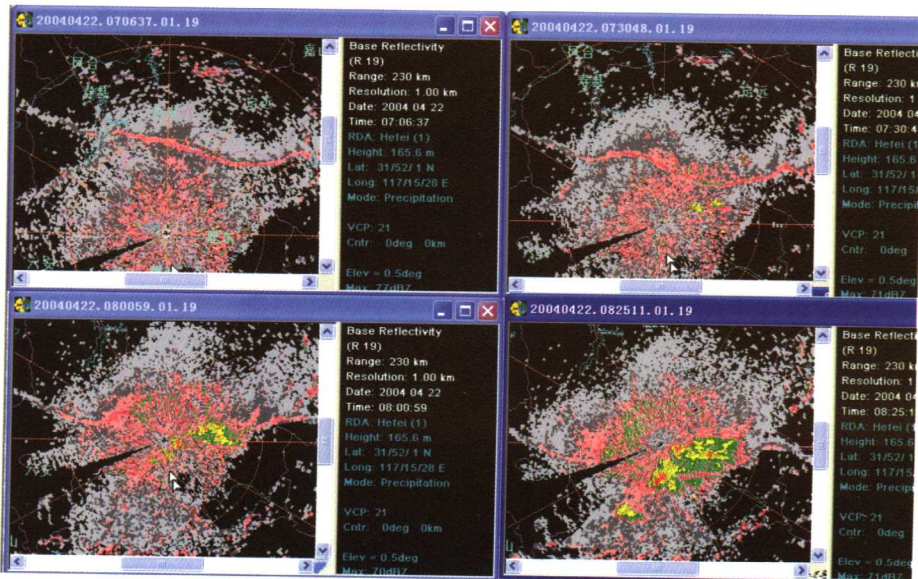
彩图 4.5 2000年5月31日 RHI(上)和闪电(下)图(每圈 100 km)



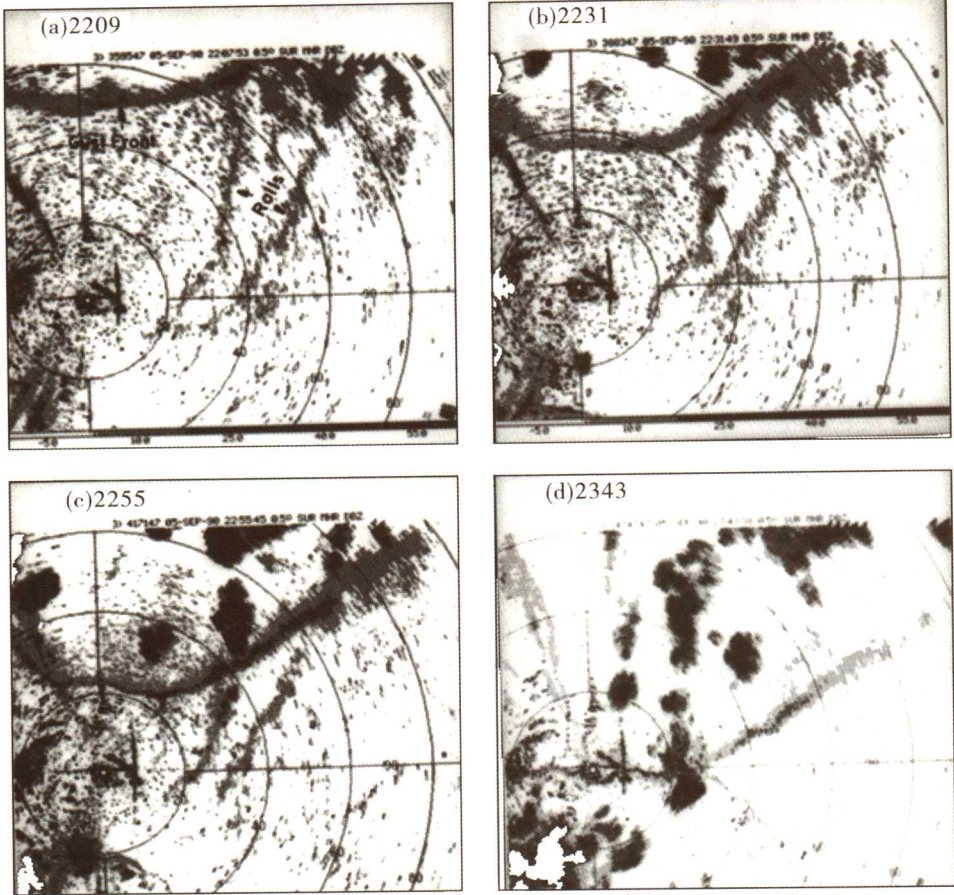
彩图 4.8 2000年8月27日闪电雷达叠加图
(闪电为 16:30~17:00 的累积数, 雷达
图像为 17:00 观测结果)



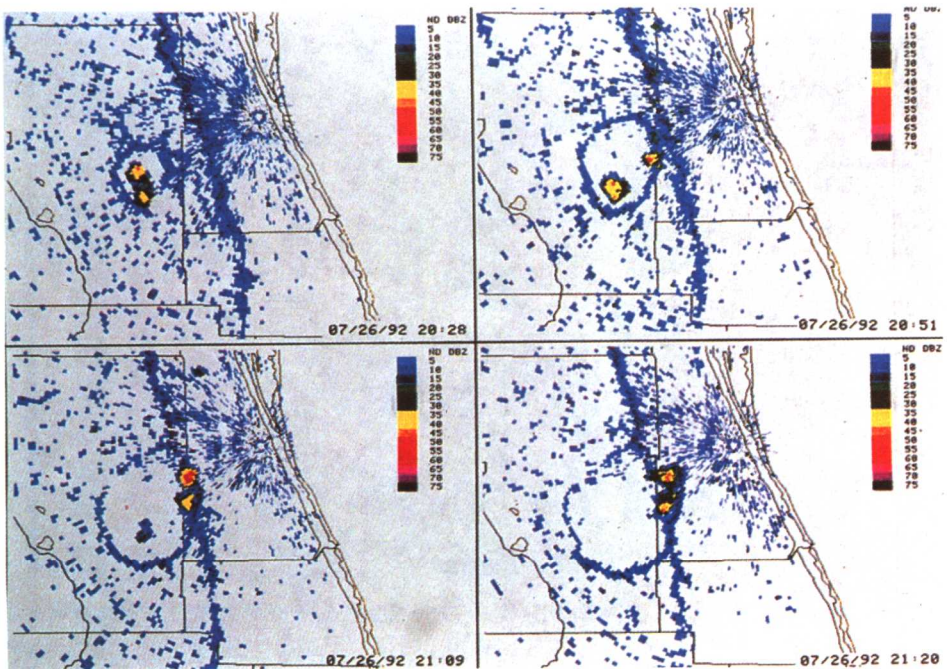
彩图 4.9 (a1)和(a2), (b1)和(b2), (c1)和(c2)是北京地区闪电与雷达对比图, (d1)和(d2)为 2000 年 7 月 3 日 14:40 RHI 雷达图, (e)为 2000 年 7 月 3 日闪电数量随时间分布图
 (a1)2000 年 7 月 3 日 14:00~15:00; (b1) 1999 年 6 月 22 日 02:00~03:00; (c1) 2000 年 8 月 2 日 16:00~17:00
 (a2)2000 年 7 月 3 日 14:35; (b2) 1999 年 6 月 22 日 02:59 240 km 2.5°; (c2) 1999 年 7 月 11 日 12:04 PPI
 (d1)降水回波; (d2)径向风速; (e)2000 年 7 月 3 日闪电数量随时间分布图



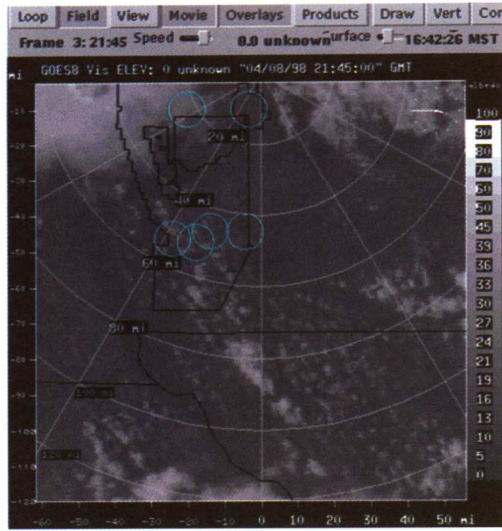
彩图 8.5 合肥 CINRAD-SA 雷达观测的 2004 年 4 月 22 日安徽一次干冷锋过程的 0.5°仰角反射率因子图



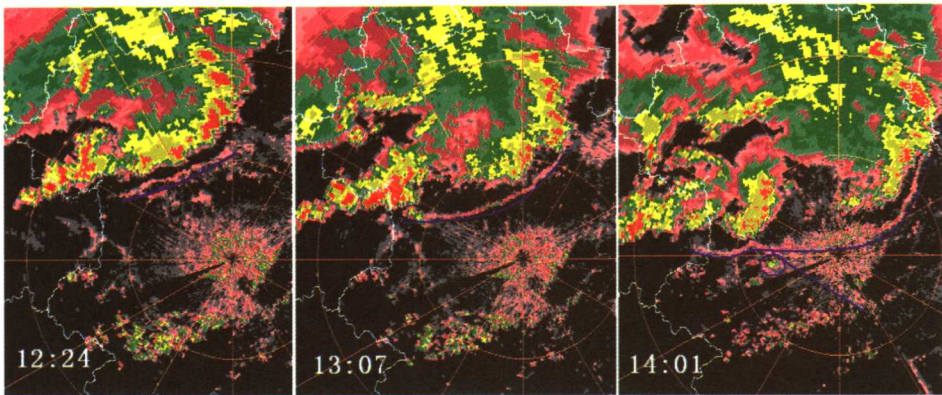
彩图 8.7 一条东西向的雷暴外流边界向南移动过程中将原本积云状态的南北向的水平对流卷变成了雷暴(引自 Wilson 和 Muller 1993)。



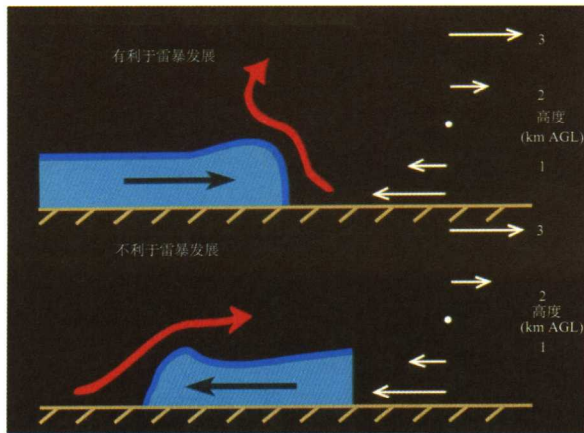
彩图 8.8 雷暴外流边界与海陆风边界相遇,有新的雷暴生成



彩图 8.9 积云的出现指示大气是垂直不稳定的, 尽管无法知道不稳定的大小和垂直深度。利用静止气象卫星红外和可见图像可以监视积云的发展, 从而得到大气垂直稳定度信息(引自 Wilson 和 Muller 1993)。



彩图 8.10 2002 年 8 月 24 日 12:24、13:07 和 14:01 时刻安徽合肥雷达的 0.5° 仰角反射率因子图



彩图 8.11 边界移动方向和低层垂直风切变方向与雷暴发展的关系