

六盘水新一代多普勒天气雷达应用检验分析

黄天福^{1*}, 刘相², 林小杰¹, 刘莉娟¹, 陈昌文¹

¹贵州省六盘水市气象局, 贵州 六盘水

²贵州省黔西南州气象局, 贵州 兴义

Email: aoxiang_33@126.com

收稿日期: 2020年9月4日; 录用日期: 2020年9月18日; 发布日期: 2020年9月25日

摘要

本文采用六盘水多普勒天气雷达产品在中尺度气旋监测预警、冰雹天气监测预警、暴雨天气监测预警, 人工影响天气业务中的应用检验分析。表明: 六盘水新一代天气雷达增强了当地灾害性天气的监测、预警、预报能力, 对探测范围内暴雨、冰雹、雷雨大风等重要天气过程的监测无一漏网。市、县周边地区气象台依据六盘水雷达监测及时发布预报预警, 最大程度地减少了气象灾害所造成的损失。

关键词

六盘水, 天气雷达, 应用研究

Application Researches of New Generation Doppler Weather Radar in Liupanshui

Tianfu Huang^{1*}, Xiang Liu², Xiaojie Lin¹, Lijuan Liu¹, Changwen Chen¹

¹Liupanshui Meteorological Bureau of Guizhou Province, Liupanshui Guizhou

²Qianxinan Meteorological Bureau of Guizhou Province, Xingyi Guizhou

Email: aoxiang_33@126.com

Received: Sep. 4th, 2020; accepted: Sep. 18th, 2020; published: Sep. 25th, 2020

Abstract

In this paper, the application of Liupanshui Doppler weather radar products in mesoscale cyclone monitoring and early warning, hail weather monitoring and early warning, rainstorm weather monitoring and early warning, and the application test of weather modification business are analyzed. The results show that the new generation of weather radar in Liupanshui has enhanced the

*第一作者。

ability of monitoring, early warning and prediction of local disastrous weather, and there is no leakage network for the monitoring of rainstorm, hail, thunderstorm, gale and other important weather processes within the detection range. The city and county meteorological stations timely issue forecast warnings according to radar monitoring, so as to minimize the losses caused by local meteorological disasters.

Keywords

Liupanshui, Weather Radar, Application Research

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

六盘水市位于贵州省的西部, 全市总面积 9914 km², 总人口近 300 万, 由于特殊的喀斯特地貌, 地质灾害严重, 给当地人民群众生命财产造成严重损失[1] [2]。为了加强气象灾害的防御能力, 提高对暴雨、强对流天气和山洪等灾害性天气的监测能力, 更好为六盘水地区社会经济发展、人民生活需要、生命安全服务[3] [4], 贵州省气象局提出在六盘水区域建设新一代天气雷达的必要性。六盘水新一代多普勒天气雷达(以下简称六盘水雷达)于 2012 年 12 月 25 日开建至 2016 年 6 月建成投入使用。六盘水雷达系北京敏视达雷达有限公司生产的 CINRAD/CA 型天气雷达, 主要由雷达数据采集(RDA)、雷达产品生成(RPG)、主用户终端(PUP)、通信系统(VNC)等子系统组成。

2. 研究区域及数据来源

本文数据采用北京敏视达雷达有限公司多普勒天气雷达(CINRAD/CA)在贵州省六盘水市采用降水模式 VCP21 体扫雷达数据产品。然后开展多种产品与实际天气进行检验分析。

3. 灾害性天气监测预警预报应用

3.1. 中尺度气旋监测预警预报应用

2016 年 5 月 19 日 16 时 51 分~17 时 37 分, 六盘水雷达连续监测, 4 次警示有中尺度气旋活动, 由六枝特区向关岭县移动, 强度大、移速快、高度高, 六盘水气象台根据六盘水雷达雷暴产品(图 1)及时发布了预警信息, 提醒广大公众和有关部门, 注意防范大风、冰雹、雷电、短时强降水等强对流天气。此次六盘水雷达回波风暴识别有中气旋、龙卷、冰雹。同期贵阳、毕节雷达回波也有显示, 但其强度弱于六盘水雷达。实况为该中尺度气旋给沿途地区带来了雷雨、大风、冰雹等灾害, 其中安顺市关岭县受灾严重, 安顺气象局 17 时 42 分实测瞬时极大风速高达 32.7 米/秒, 距离与之直线距离东北方向约 4.5 千米处的沪昆高速坝陵河大桥附属灯杆被吹倒; 通信光缆、电缆断裂; 部分在桥上行驶的车辆受损, 造成交通中断 4 个多小时(图 2)。

3.2. 冰雹灾害天气监测预警预报应用

统计 2015 年 7 月六盘水雷达投入使用, 六盘水市及周边共出现冰雹天气 128 天, 这 128 天的强对流天气过程中, 雷达产品均有冰雹指示, 无一漏测, 通过以下两次冰雹分析检验。

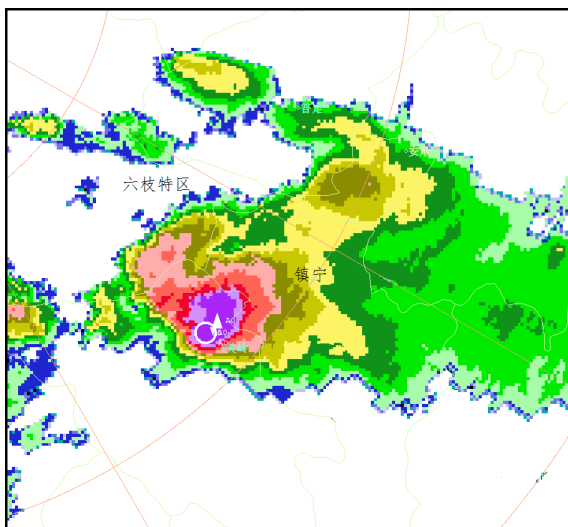


Figure 1. The reflectivity of radar echo
图 1. 雷达回波这反射率



Figure 2. Gale disaster of Guanling Bridge
图 2. 关岭大桥大风灾害

3.2.1. 2020 年 6 月 1 日冰雹天气雷达监测应用

2020 年 6 月 1 日冰雹灾害前夕，六盘水雷达在雷达探测范围内未出现任何降水性回波，自 17:01 分后，局地强回波从云南东北角向西部水城县逼近，随后逐渐加强发展，气象台于 18:00 发布雷电橙色预警，雷电中伴有冰雹、大风等强对流天气。随后回波逐渐东移，影响水城、钟山、六枝等地，回波进入水城、六枝时，强度达 71.5 dBz，并在一段时间内基本稳定，另外其反射率因子剖面在 19:01 出现了穹窿结构[4]，回波顶高 16~17 km，冰雹指数降雹概率高，预测冰雹直径 1.2 cm (图 3~6)。根据雷达回波强度，市气象台立即于 19:10 发布冰雹红色预警信号，并提请相关部门和公众做好防范。此时，六盘水市水城县蟠龙、红岩等乡镇出现大风、冰雹灾害天气，冰雹最大直径 1.3 cm，持续时间 5~15 min。六盘水雷达对此次强对流天气的监测十分准确，在气象防灾减灾服务中发挥了十分重要的作用。

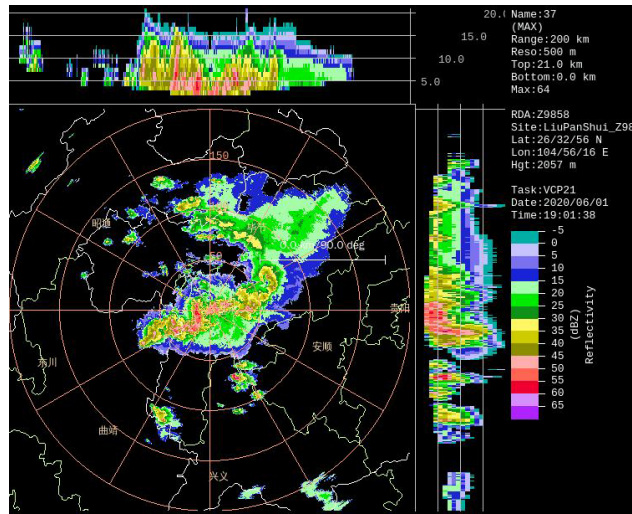


Figure 3. Combined reflectivity at 19:01, June 1, 2020
图 3. 2020 年 6 月 1 日 19:01 组合反射率

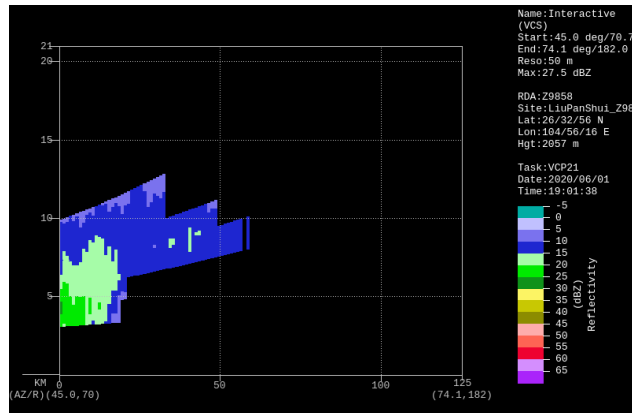


Figure 4. Reflectivity profile at 19:01, June 1, 2020
图 4. 2020 年 6 月 1 日 19:01 反射率剖面

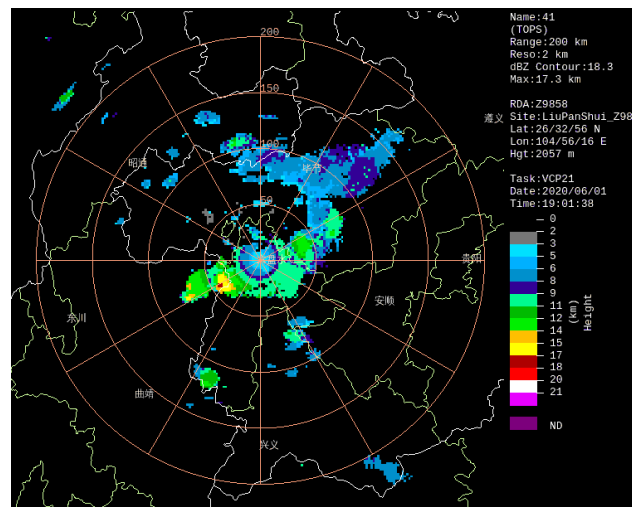


Figure 5. Echo top height at 19:01, June 1, 2020
图 5. 2020 年 6 月 1 日 19:01 回波顶高

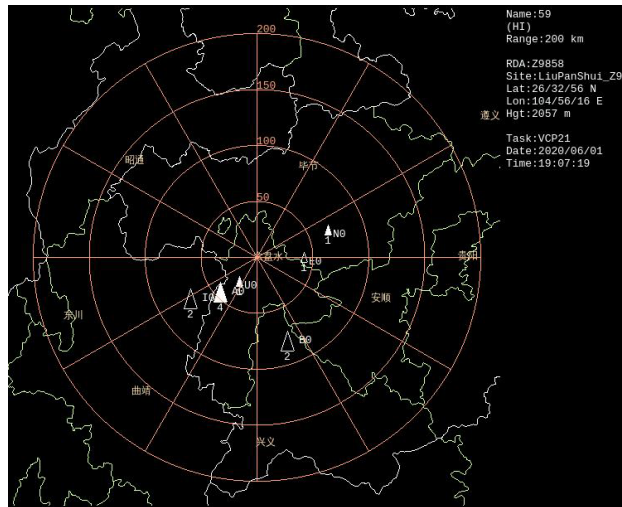


Figure 6. Hail index at 19:24 on June 1, 2020
图 6. 2020 年 6 月 1 日 19:24 冰雹指数

3.2.2. 2017 年 4 月 5 日贵州中西部冰雹天气雷达监测应用

2017 年 4 月 5 日 18 时至 21 时，贵州中西部一线出现强对流天气，贵阳市城区、清镇市的暗流镇、卫城及新店、修文市城区、白云的牛场乡、乌当的百花和水田出现冰雹，最大冰雹直径为乌当水田镇 15 毫米(图 7, 图 8)。贵阳市与六盘水直线相距约 180 千米，虽已不属于六盘水雷达联防的责任区，但因六盘水雷达良好的探测能力，对该区域的强对流天气仍然有准确的监测预警能力。六盘水雷达 20:22 冰雹指数显示 200 km 外的清镇、贵阳最强回波达到 63.5 dBz，回波顶高产品高度为 13.2 km，都指示该地区有降雹(图 9, 图 10)。



Figure 7. Hail like snow in Guiyang City
图 7. 贵阳城区降雹似雪



Figure 8. No melting hail on the morning of April 6
图 8. 4 月 6 日早上未融化冰雹

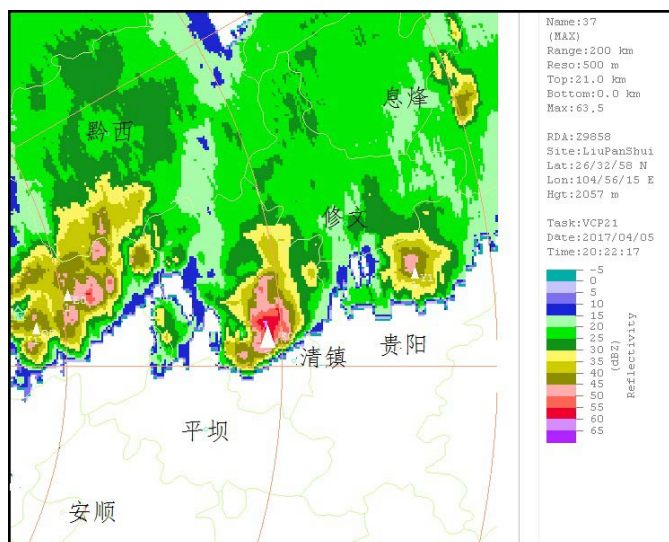


Figure 9. Hail index of Liupanshui Rada
图 9. 六盘水雷达冰雹指数

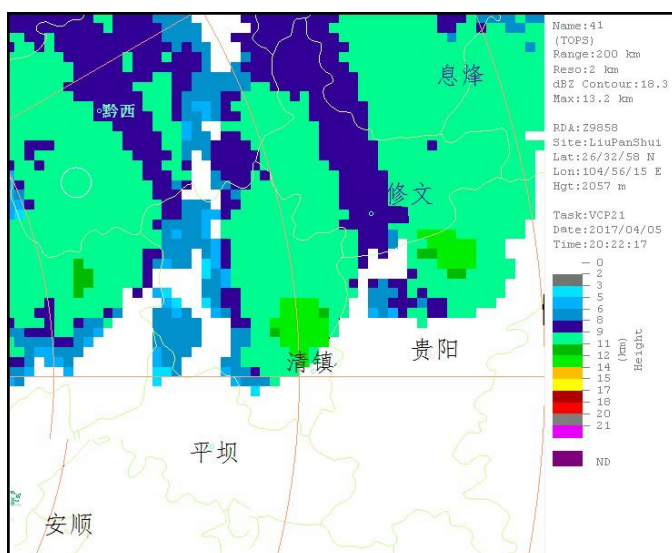


Figure 10. Echo top height of Liupanshui Rada
图 10. 六盘水雷达回波顶高

3.3. 暴雨天气监测预警预报应用

2016年9月9日12:01分始,在六盘水市北部贵州毕节市中部区域有层状云回波生成,回波强度多数10~20 dBz,局地伴有对流云团初生,其最强中心37 dBz,顶高5 Km,由北向南移动呈进入六盘水市的趋势。13:03分,之前的回波略微发展和融合[5],回波前沿已进入六盘水市水城县金盆、木果、大湾等乡镇。14:00分,强度明显加强,对流特征凸显,演变成为多个强回波单体,强中心反射率已多数已超过50 dBz,其后这些强回波单体继续加强、融合,顺次从北向南影响六枝、盘州市,降雨范围覆盖全市范围。实况是截止到9月10日8时,全市大部地区出现暴雨,局地大暴雨,最大雨量118.6 mm。六盘水市气象台根据六盘水雷达回波追踪[6],及时发布的灾害性天气预警有:15:20分雷电黄色预警;17:50分暴雨橙色预警;20:50分暴雨黄色预警。与此同时,市气象局值班领导通过密切监测雷达回波演变,向

市党政领导汇报相关情况。此次暴雨过程预报预警准确及时，采取了有效的防范措施，没有出现因山洪、地质灾害所致的人员伤亡和财产损失。六盘水雷达探测的降水云团连续演变情况组图见图 11。

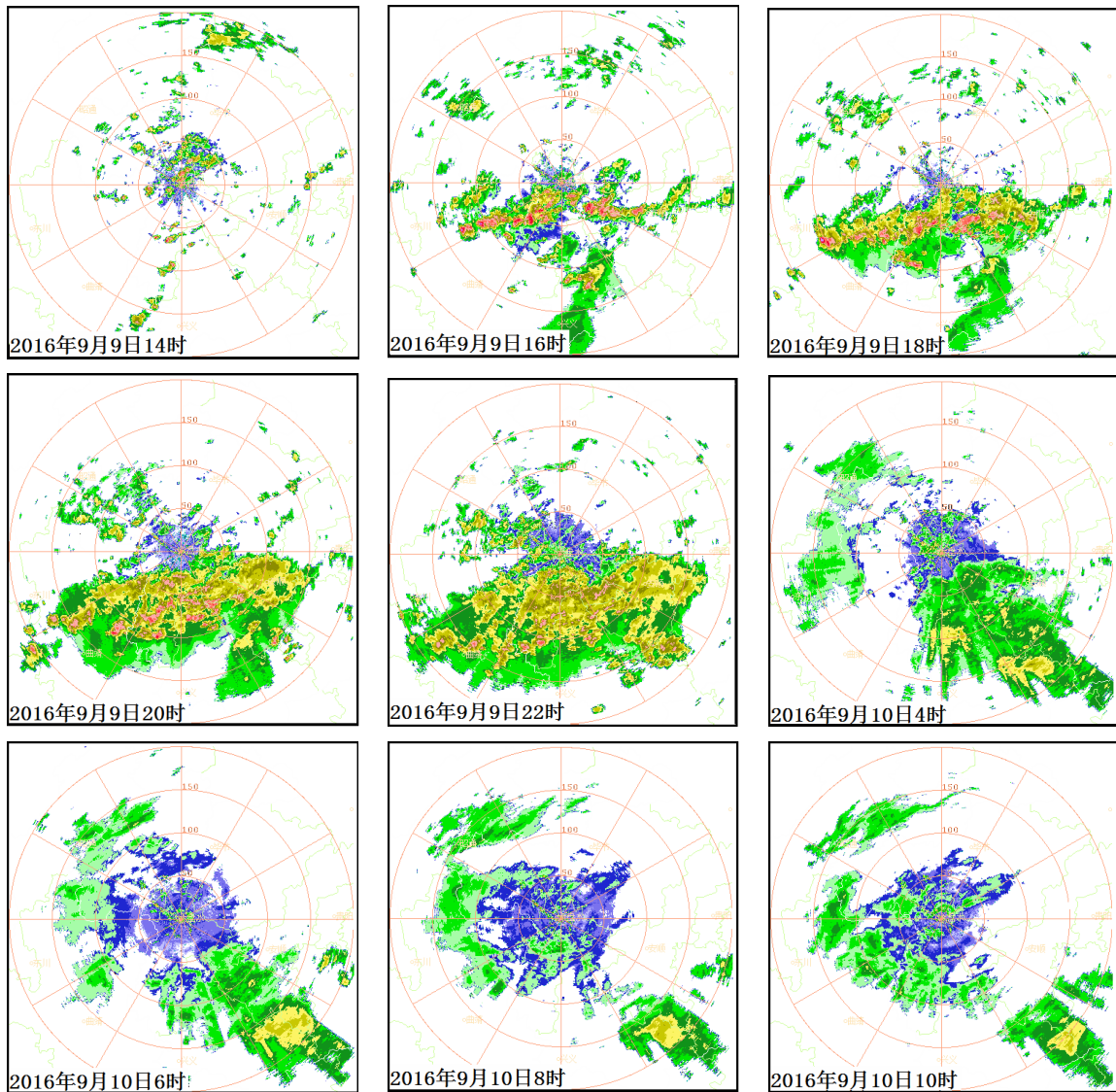


Figure 11. Evolution of radar combined reflectivity of Liupanshui weather radar from 14:00 on September 9 to 10:00 on September 10, 2016

图 11. 2016 年 9 月 9 日 14 时~10 日 10 时六盘水天气雷达组合反射率演变图

4. 在人工影响天气业务中的应用

人工影响天气作业指挥的核心是雷达[7] [8] 2016 年 5 月 3 日 14 时，六盘水雷达回波发现盘州市西南部有对流回波从西南向东北移动，呈增强趋势(图 12, 图 13)，盘州市人影办通知有关炮站做好防雹作业准备，要求全力做好人工防雹准备工作。15 时，指挥员根据雷达回波分析结果，陆续向黔西南州人影办申请防雹作业时间，指挥鸡场坪、滑石、大山，民主、英武、新民共 6 个炮站实施了人工防雹作业，16 时 45 分，一共作业 8 站次，用弹 245 发。及时、准确的防雹作业，有效抑制了冰雹的发展，达到了有雹消雹，无雹增雨的效果，作业后强雷达回波强度明显减弱且所有防区没有出现冰雹，防区外最大冰雹直径 10 毫米，盘

州市中部以南地区普降中到大雨。通过实时回波指挥调度作业的效益也得到了充分体现。一是改变过去的作业申请模式，是否申请作业和是否作业、作业炮站由市人影办确定，减少了过去不必要的作业次数，避免了不必要的弹药浪费；二是提高了单次过程作业的精准度，促进了作业效果的最大化；三是提高了雷达业务人员、预报人员、人影作业调度人员的雷达产品分析应用能力，丰富了临场服务的经验。

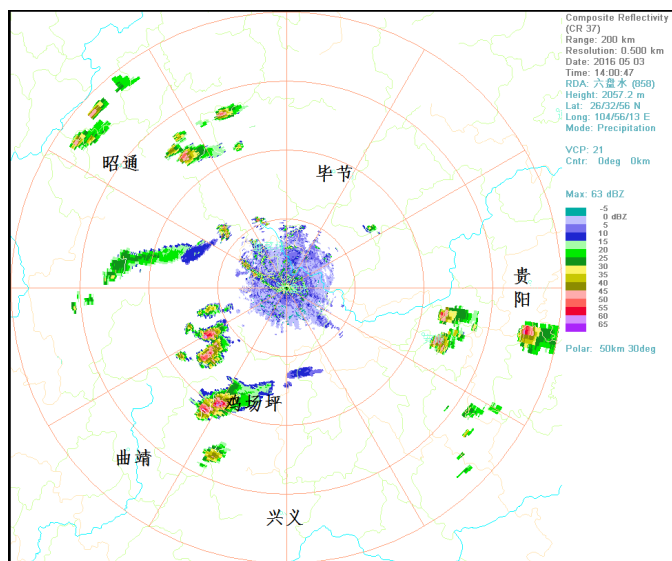


Figure 12. Combined reflectivity of weather radar at 14:00 on May 3
图 12. 5月3日 14时 14时天气雷达组合反射率

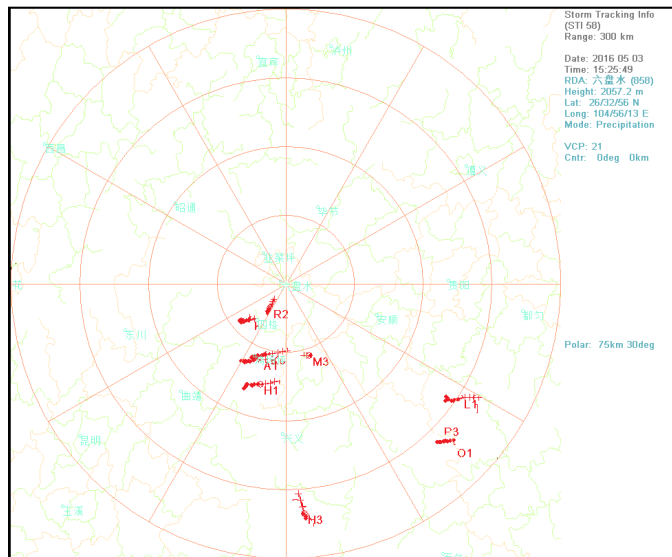


Figure 13. Storm tracking information of weather radar at 15:00 on May 3
图 13. 5月3日 15时天气雷达风暴追踪信息

5. 重大活动气象保障服务中的应用

六盘水雷达试运行以来，六盘水市气象台依据本地雷达回波分析，为“2016 中国凉都·六盘水夏季国际马拉松赛”，2017 年初的“世界雪日暨贵州省第一届滑雪节”等大型社会活动提供了良好的服务，得到有关单位的好评，取得良好的社会服务效益。

例如：由中国田径协会、贵州省体育局和六盘水市人民政府共同主办的“2016中国凉都·六盘水夏季国际马拉松赛”，来自37个国家和地区的专业、业余选手、跑步达人参赛，总人数2.6万人，于7月23日2日在市中心城区举行，央视体育频道全程直播比赛盛况。由于参赛队员和观众人数众多，影响很大。为了对其做好临近预报工作，预报人员利用雷达短时临近实时监测其上游及附近降水云系的移动方向，准确地判断出了未来云系的走向，做出了降水不会影响到该赛事的结论，使得马拉松顺利进行。在这次重大气象保障服务中，天气雷达发挥了非常重要的作用。

6. 结论与讨论

通过对六盘水市新一代多普勒天气雷达的初步、浅显的应用，我们有以下初步体会：

1) 六盘水雷达连续监测能力、风场信息、对灾害性天气的监测和预警能力、定量估测降水能力、系统的智能程度和产品的丰富程度是原来的常规雷达无法相比的。弥补了短时临近预报在有效空间资料方面的缺陷，极大地提升了对灾害性天气的监测和预警能力。

2) 六盘水雷达产品需要综合分析应用。通过初步实践，我们感到在大降水过程中，基本反射率、组合反射率、基本径向速度、回波顶高、风暴追踪信息、垂直积分液态含水量和累积降水量对降水的时空分布及量级预报是值得重视的信息；在冰雹过程中，组合反射率、回波顶高、垂直积分液态含水量、垂直剖面、弱回波区等信息对冰雹的临近预报很有用。同时，应用新一代天气雷达产品最好要结合天气形势和影响系统，即天气背景条件。

3) 在实践中我们体会到，一方面，新一代天气雷达产品的应用规律还需要深入探讨研究；人员素质亟待提高，高科技、新产品需对目前应用人员进行大力培训。另一方面，原来数字化雷达的许多基本经验在新一代天气雷达产品的应用中仍然是有效的，如回波的生消演变及影响本地的基本规律等。

参考文献

- [1] 徐广阔, 孙建华, 雷霆, 等. 多普勒天气雷达资料同化对暴雨模拟的影响[J]. 应用气象学报, 2009, 20(1): 36-46.
- [2] 俞小鼎, 王迎春, 陈明轩, 等. 新一代天气雷达与强对流天气预警[J]. 高原气象, 2005, 24(3): 456-464.
- [3] 朱敏华, 俞小鼎, 夏峰, 等. 强烈雹暴三体散射的多普勒天气雷达分析[J]. 应用气象学报, 2006, 17(2): 215-223.
- [4] 邹书平, 李波, 杨哲, 等. 强对流天气雷达回波强度相关性对比分析[J]. 中低纬山地气象, 2018, 42(6): 1-7.
- [5] 张正国, 邹光源, 刘丽君, 等. 雷达回波顶高(ET)产品在广西冰雹云识别中的应用研究[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(4): 89-92.
- [6] 王君军, 王彪, 周博扬. 2017年4月5日贵阳一次飚线天气过程综合分析[J]. 中低纬山地气象, 2018, 42(2): 36-41.
- [7] 田伟忠, 李享儒, 郭锐, 等. 多普勒雷达数据在人工影响天气作业指挥中的应用[J]. 现代农业科技, 2015(13): 300.
- [8] 李云川, 张文宗, 赵利品, 等. 多普勒雷达数据在人工影响天气作业指挥中的应用[J]. 气象科技, 2006, 34(5): 592-595.