

双偏振雷达资料在气象减灾应用服务中的示范^{*}

刘红俊¹, 邓吉波³, 董洋³, 徐舒扬^{2*}

(1. 云南省人工影响天气中心 昆明 650034;

2. 云南省气象服务中心 昆明 650034;

3. 云南省大气探测技术保障中心 昆明 650034)

Email: 304348579@qq.com

摘要: 本文以 YW-X1-B 型 X 波段双偏振天气雷达为核心基础, 介绍了系统基本原理, 系统结构、功能、技术指标和探测模式, 对比了该雷达同新一代天气雷达的回波特征及典型冰雹天气系统雷达回波差别, 初步提出了回波之间的差异判据。利用个例分析表明: 该雷达在增雨防雹作业指挥和气象减灾服务中能一定程度弥补以上不足; X 波段双偏振天气雷达探测的差分反射率 (ZDR) 可作为降水粒子相态的参考指标, 是冰雹有较好的判别依据。通常回波强度 dBz 大, 而差分反射率因子 ZDR 小, 是判断冰雹的主要依据。另外冰雹区的差分反射率因子 ZDR 和差分相位常数 Kdp 数值小, 冰水混合区的相关系数 ρ_{hv} 较低。这些指标较常规天气雷达判别冰雹有较大优势。同时对 0° 层亮带探测情况说明该雷达也具有较好的暴雨天气探测能力。通过对该雷达的业务能力和应用分析, 对发展 X 波段天气雷达建设有一点参考价值。同时, 烤烟是云南省的重要支柱产业, 为有效减轻气象灾害造成的损失, 服务烟农增收, 助力脱贫攻坚, 促进地方经济发展有一定的效果。

关键词: 双偏振雷达资料, 回波特征, 人工防雹, 高原高山

1、研究背景

冰雹、暴雨等强对流灾害性天气是我国重要的气象灾害, 云南地处低纬高原地区, 复杂的下垫面条件使得此类灾害性天气易发频发, 对国民经济和人民生活危害严重。烤烟作为云南省的重要支柱产业, 受冰雹、暴雨等灾害性天气影响极大。防灾减灾人影作业对有效减轻气象灾害造成的损失, 服务烟农增收, 助力脱贫攻坚, 促进地方经济发展有一定的效果。防灾减灾的高效性取决于对灾害性天气过程监测、判别和及时干预。雷达探测是监测判别降雹的重要技术手段, 近年来, 随着我国双偏振雷达的逐步升级, 利用雷达监测判别冰雹的应用研究也取得了诸多进展。有研究发现差分反射率因子 ZDR 是判断对流云和层状云降水粒子相态的重要指标之一^[1]。刘黎平等利用冰雹形状和空间取向的模型及降雹和降雨的滴谱分布, 创建了一种利用反射率因子 ZH、差分反射率因子 ZDR 和差传播相移 Kdp 定量估测相态混合区冰雹和降雨对应的反射率因子、降雨强度的方法^[2]; 曹俊武等根据零度层亮带内不同相态降水粒子的散射和空间取向等特征建立了一种利用双线偏振雷达观测资料识别零度层亮带的方法^[3]; 吴志根等详细描述分析了移动 X 波段双线偏振多普勒气象雷达及其关键技术^[4]; 曹舒娅等针对 2019 年 7 月 6 日发生在江苏的一次伴有冰雹的

大范围强对流天气过程，通过徐州和南京双偏振雷达参量进行分析，并结合双雷达风场反演技术分析冰雹云的热、动力结构及微物理特征^[5]。本文以 YW-X1-B 型 X 波段双偏振天气雷达为核心基础，对比了该雷达同新一代天气雷达的回波特征及典型冰雹天气系统雷达回波差别，初步提出了回波之间的差异判据。

2、研究内容

云南高山新一代天气雷达存在探测盲区和每次 6min 的 VCP 模式的时效性限制，观测强对流天气常缺失信息，常难以满足人影业务需求。为此以罗平县为试点，建设了 1 部 YW-X1-B 型 X 波段双偏振天气雷达、6 台大气电场仪和 12 个自动气象站，与曲靖新一代天气雷达和闪电定位仪组成多源观测资料应用的高效人影指挥作业系统，重点针对强对流天气开展减灾探索。经过去年实践检验，取得了较好的效果。本文以该天气雷达为核心基础，介绍系统基本原理，系统结构、功能、技术指标和探测模式，并且对比该雷达同新一代天气雷达的回波特征及典型冰雹天气系统雷达回波差别，初步提出回波之间的差异判据。

3、结论

YW-X1-B 型 X 波段双偏振天气雷达在增雨防雹作业指挥和气象减灾服务中能一定程度弥补观测强对流天气常缺失信息等方面的不足；X 波段双偏振天气雷达探测的差分反射率（ZDR）可作为降水粒子相态的参考指标，是冰雹有较好的判别依据。通常回波强度 dBz 大，而差分反射率因子 ZDR 小，是判断冰雹的主要依据。另外冰雹区的差分反射率因子 ZDR 和差分相位常数 Kdp 数值小，冰水混合区的相关系数 ρ_{hv} 较低。这些指标较常规天气雷达判别冰雹有较大优势。同时对 0° 层亮带探测情况说明该雷达也具有较好的暴雨天气探测能力。通过对该雷达的业务能力和应用分析，对发展 X 波段天气雷达建设有一点参考价值。同时，烤烟是云南省的重要支柱产业，为有效减轻气象灾害造成的损失，服务烟农增收，助力脱贫攻坚，促进地方经济发展有一定的效果。

参考文献

- [1] 刘黎平，钱永甫，王致君，1996. 用双线偏振雷达研究云内粒子相态及尺度的空间分布 [J]. 气象学报, 54(5): 590-599.
Liu L P, Qian Y F, Wang Z J, 1996. The study of spacial distribution of phase and size of hydrometeors in cloud by dual linear polarization radar [J]. Acta Meteorol Sin, 54(5): 590-599.
- [2] 刘黎平，2002. 双线偏振多普勒天气雷达估测混合区降雨和降雹方法的理论研究 [J]. 大气科学, 26(6): 761-772.
Liu L P, 2002. A theoretical study of estimations of rain and hail rates in mixed-phase areas with dual

linear polarization radar[J].Chin J Atmos Sci, 26(6): 761-772.

- [3] 曹俊武, 刘黎平, 陈晓辉, 等, 2006.3836C 波段双线偏振多普勒雷达及其在一次降水过程中的应用研究 [J]. 应用气象学报, 17(2):192-200.

Cao J W, Liu L P, Chen X H, et al., 2006.Data quality analysis of 3836 C-band dual-linear polarimetric weather radar and its observation of a rainfall process[J].J Appl Meteor Sci, 17(2): 192-200.

- [4] 吴志根, 杨礼敏, 王勤典, 等, 2010. 移动 X 波段双线偏振多普勒气象雷达及其关键技术分析 [J]. 气象, 36(8): 126-133.

Wu Z G, Yang L M, Wang Q D, et al., 2010.X-band mobile dual-polarized Doppler weather radar and analysis of several key techniques adopted[J].Meteor Mon, 36(8): 126-133.

- [5] 曹舒娅, 孙伟, 韦芬芬, 等, 2021. 双偏振雷达在江苏“7.6”降雹过程中的应用分析 [J]. 大气科学学报, 44(4):549-557.

CAO Shuya, SUN Wei, WEI Fenfen, SHEN Peifeng, HE Yan, 2021. Study of “7.6” hail event in Jiangsu based on Dual-Polarization weather radar observations[J]. Trans Atmos Sci, 44(4): 549-557.

