

乌鲁木齐机场风廓线雷达现状说明及建议

曹敦波, 范大伟, 刘晓明, 韩磊, 孙建杰

民航新疆空中交通管理局气象中心, 新疆 乌鲁木齐

Email: caodunbo@163.com

收稿日期: 2020年10月30日; 录用日期: 2020年11月12日; 发布日期: 2020年11月19日

摘要

乌鲁木齐机场LAP3000风廓线雷达主要用于本场上空大气风场和大气虚温的测量, 本文对雷达进行了部分指标测试, 根据雷达提供的数据产品对探测性能进行分析, 发现雷达无法用于业务应用, 并提出雷达改善方案。

关键词

LAP3000, 指标, 探测性能

Description and Suggestion of Wind Profile Radar in Urumqi Airport

Dunbo Cao, Dawei Fan, Xiaoming Liu, Lei Han, Jianjie Sun

Xinjiang Air Traffic Control Meteorological Center, Urumqi Xinjiang

Email: caodunbo@163.com

Received: Oct. 30th, 2020; accepted: Nov. 12th, 2020; published: Nov. 19th, 2020

Abstract

The LAP3000 wind profile radar of Urumqi Airport is mainly used for the measurement of atmospheric wind field and large gas virtual temperature over the local area. In this paper, some indexes of the radar are tested, and the detection performance is analyzed according to the data products provided by the radar. It is found that the radar cannot be used for business applications, and a radar improvement scheme is proposed.

Keywords

LAP3000, Indicator, Detection Performance

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

风廓线雷达是一种先进的探测垂直风速和温度廓线的设备,能提供高时空分辨率的连续空中资料,还可以反映边界层的湍流活动情况,风廓线雷达是世界气象组织认可并推荐应用的一种地基遥感设备[1]。与常规大气探测设备相比,风廓线雷达在探测精度、垂直分辨率和探测时间间隔等方面是其它观测系统所无法比拟的。间距适中、布局合理的风廓线雷达网在气象业务和气象研究、航天航空气象、环境监测、军事气象保障以及紧急突发事件保障、防灾减灾等方面都可以发挥重要作用。LAP-3000 风廓线雷达是一种利用雷达回波多普勒频移遥测高空风向、风速分布的仪器[2]。与普通梯度塔探测相比具有体积小、探测高度高和精度高等各方面的优势。

本文对乌鲁木齐风廓线雷达进行了部分指标测试,根据雷达提供的数据产品对探测性能进行分析,发现风廓线雷达无法用于业务应用,建议暂停使用并提出该雷达改善方案。

2. 雷达概况

乌鲁木齐机场雷达建于 2009 年 1 月,生产厂家 VAISALA 型号 LAP-3000,该雷达主要用于本场上空大气风场和大气虚温的测量。新疆空管局风廓线雷达 2009 年建设投产使用,型号为由 VAISALA 公司生产的 LAP3000 型,是预报重要辅助设备之一,特别是对冬季预测大雾有较大帮助。

风廓线雷达 RASS 结构由四个声筒组成,冬季降雪落入筒内,会影响探测效果,积雪过多甚至无探测信号[3]。降雪对我国北方城市部署的风廓线雷达探测有较大影响,新疆冬季降雪较多,该问题尤其突出,以往都是由设备维护人员在雪后及时去清除,但清除降雪需要由人员站在梯子上或者钻进筒内,有一定的危险[4]。2014 年 11 月,新疆空管局气象中心对风廓线雷达继续技术改造,建立了一套自动的融雪系统,实现及时有效的清除积雪,以提高气象服务保障水平、提高安全生产效率、降低人工劳动的复杂程度。

截止目前,该雷达已使用 10 年。2019 年上半年预报人员反映雷达数据存在问题,见图 1。

3. 雷达数据分析

3.1. 回波数据分析

从雷达产终端软件上的回波和廓线产品上,可以看出存在以下问题:

- A 垂直波束回波数据与实况不符,频繁异常偏离零频;
- B 回波谱数据存在干扰现象;
- C 探测性能不足,弱信号接收能力下降,导致探测高度偏低。

上述问题导致所测风场数据异常,对应的回波数据如下图 2~5 所示。



Figure 1. Wind profile radar
图 1. 风廓线雷达

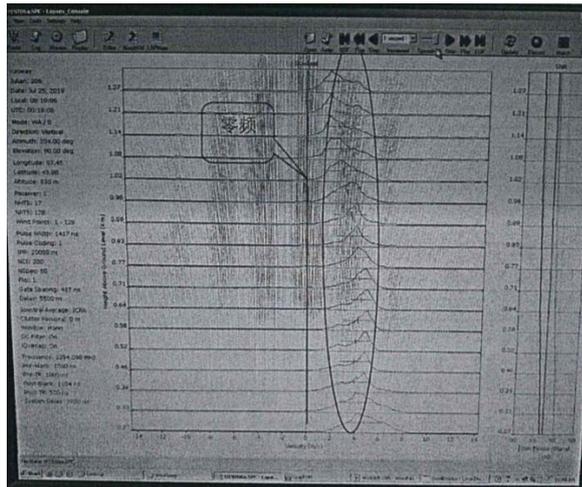


Figure 2. Low mode echo deviates from zero frequency
图 2. 低模式回波偏离零频

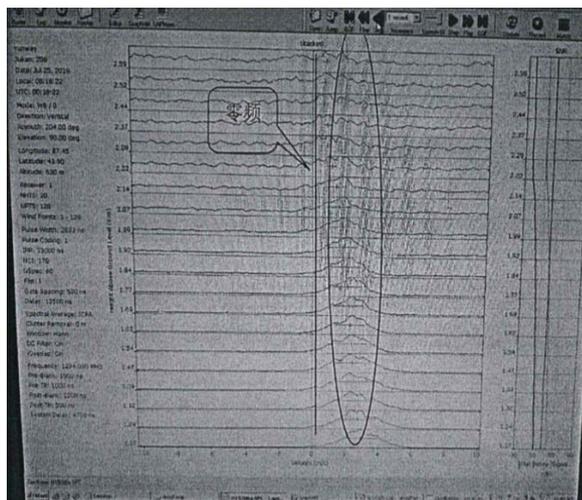


Figure 3. Deviation of high-mode echo from zero frequency
图 3. 高模式回波偏离零频

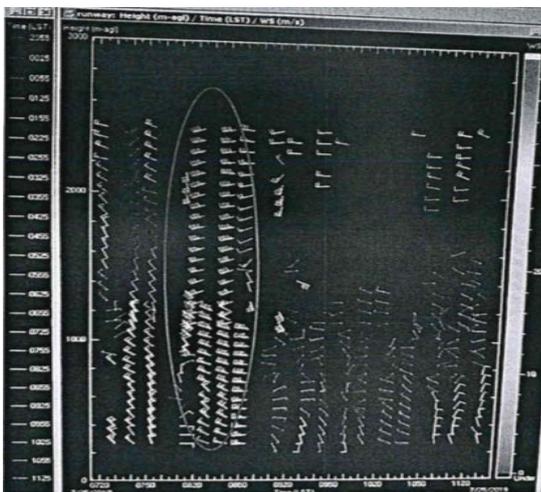


Figure 4. Deviation from zero frequency and high wind speed

图 4. 偏离零频致风速偏大



Figure 5. Wind profile radar data on March 30, 2019

图 5. 2019 年 3 月 30 日风廓线雷达数据

从图 5 中可以看出 15:00 至 20:00, 1100 米以上的风速比较大基本维持在 40 米/秒以上, 风向偏北风; 1100 米以下风速比较小, 且风向不稳定。调取当天自治区气象局风廓线雷达数据, 如图 6 所示。从图中可以看出 1000 米以下风速 2~4 米/秒, 风向偏北风; 1000~2000 米, 风速 4~6 米/秒, 风向东南风; 2000 米以上, 风速 2~4 米/秒, 风速偏西风。

通过对比以上两图 5、图 6, 18:18 至 20:00 的数据可以看出 1100 米以上的风速相差非常大, 尽管两部雷相距大约 19 公里、安装高度相差大概 300 米, 但是风速不应该相差如此之大。除此之外, 当天本场 AWOS 风速显示只有 2~3 米/秒; 而且如果本场 1100 米以上有如此大的风速, 飞机起飞降落时应该会有报告, 但是当天未收到相关报告。

3.2. 数据异常分析

根据所测的整机部分指标, 该雷达天线分系统、发射分系统基本正常(除发射功率偏低外); 导致回波

谱数据出现问题的原因应为波束控制系统或数据处理系统出现问题所致。具体分析如下所述：

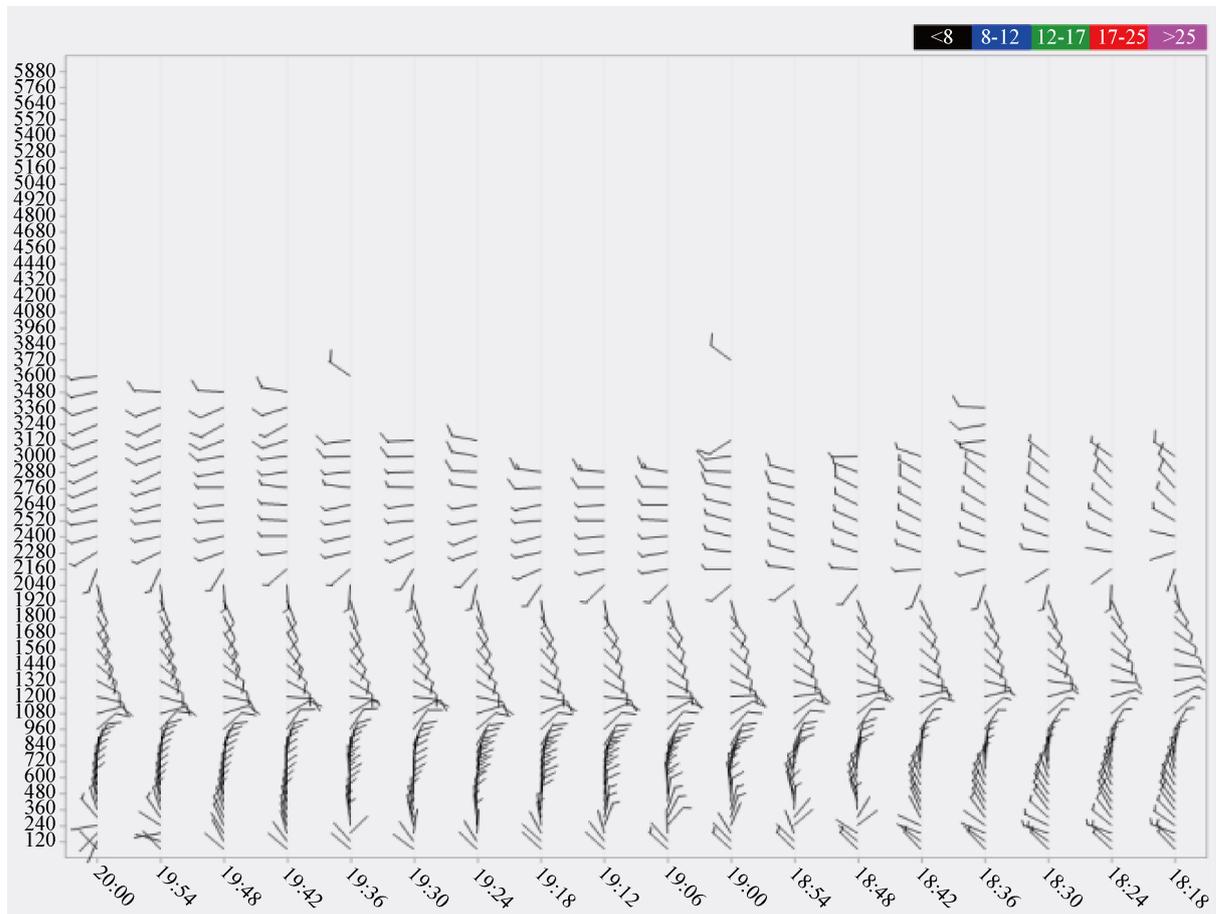


Figure 6. Wind profile radar data of The Meteorological Bureau on March 30, 2019

图 6. 2019 年 3 月 30 日气象局风廓线雷达数据

1) 垂直波束回波谱数据频繁出现异常偏离零频的现象，考虑到发射频率正常，故导致该现象的原因应为波控或数据处理系统存在时钟不同步现象。

2) 回波谱数据存在干扰现象。因机场环境相对独立且没有 1.3 G 左右的发射源，故认为导致该现象的原因为机内信号干扰所致。

3) 因相控阵天线阵子驻波指标正常，分析探测性能不足的原因主要为发射功率偏低、系统灵敏度下降所致。

4. 系统部分指标测试

由于该雷达结构限制，其外部可利用电讯接口较少，仅对雷达的发射功率、发射频率、脉冲宽度、部分天线阵子驻波这几个参数进行测试，具体测试情况如图。测量工具：功率计、矢量网络分析仪、便携式频谱信号仪，见表 1。

结合数据也可判断出功率放大器部件正常工作，但问题时存在比较强的信号干扰问题，该问题可能是有射频返回路径或者天线本身故障造成的。主要涉及到的部件有天线、接收机和信号处理器。

LAP3000 的主数据处理服务器故障，此服务器配有多个专用信号处理板卡，目前服务器硬件停产，

目前市场主流的服务器无法与之前的专业软硬件匹配,需要将服务器硬件和信号处理软件同时升级(造价比较昂贵且周期较长)。

Table 1. Test results of technical indicators

表 1. 技术指标测试结果

序号	测试项目	指标要求	实测值	备注
1	发射功率	≥ 600 W	490 W (最大值)	低于设计指标
2	发射频率	1294 MHz	1294.10 MHz (低模式) 1294.17 MHz (高模式)	符合
3	脉冲宽度	1400 ns, 2800 ns	1370 ns, 2700 ns	符合
4	天线驻波	—	1.23 (最大值)	抽测 4 路符合

5. 结语

通过对雷达进行了部分指标测试,根据雷达提供的数据产品对探测性能进行分析,可以得出 LAP3000 的输出几乎都是无效或者不可靠的数据,不建议用于业务运行。乌鲁木齐在用风廓线雷达的天线、接收机和数据处理服务器均存在严重故障,统一修复的成本高且时间周期长。

气象业务运行正面临着无法获取本场上空大气风场和虚温的境况,这对于东南大风和冬季大雾的预报将产生非常大的影响。针对目前这种情况,建议原址新建一部边界层风廓线雷达,现有的雷达机房、通信线路利旧。

参考文献

- [1] 胡明宝. 风廓线雷达数据处理与应用研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京信息工程大学, 2012.
- [2] 邓闯, 阮征, 魏鸣, 等. 风廓线雷达测风精度评估[J]. 应用气象学报, 2012, 23(5): 523-533.
- [3] 王欣, 卞林根, 彭浩, 等. 风廓线仪系统探测试验与应用[J]. 应用气象学报, 2005, 16(5): 693-698.
- [4] 顾映欣, 陶祖钰. UHF 多普勒风廓线雷达资料的初步分析和应用[J]. 气象, 1991, 17(1): 29-33.