

# 锡林浩特天气雷达探测环境分析

阿斯日拉图 额尔敦达来

内蒙古自治区锡林郭勒盟气象局 内蒙古锡林浩特 026000

**摘要:** 锡林浩特天气雷达系统为内蒙古自治区首部CINRAD/CA型天气雷达, 雷达投入使用以来大大提高了锡林浩特地区短临预报和灾害性天气预警的准确度, 但是随着该地区经济发展以及人类活动范围的扩大, 导致了锡林浩特天气雷达探测环境遭到了破坏, 本文将对锡林浩特天气雷达探测环境进行分析, 为锡林浩特天气雷达探测环境保护以及提高天气雷达产品质量提供参考。

**关键词:** 天气雷达; 净空环境; 电磁环境; 同频干扰

## Analysis of Weather Radar Detection Environment in Xilinhot

Asrilatu, Erdundalai

Xilin Gol League Meteorological Bureau, Inner Mongolia Autonomous Region, Xilinhot, Inner Mongolia 026000

**Abstract:** The Xilinhot weather radar system is the first CINRADCA weather radar, which has greatly improved the accuracy of short-range and imminent weather forecast and severe weather warning in Xilinhot since it was put into operation, however, with the economic development of the region and the expansion of human activities, the weather radar detection environment in Xilinhot has been destroyed. In this paper, the weather radar detection environment in Xilinhot is analyzed, it provides reference for the environmental protection of weather radar in Xilinhot and the improvement of weather radar product quality.

**Keywords:** Weather radar; Clearance environment; Electromagnetic environment; Co-frequency interference

### 引言:

锡林浩特市地处内蒙古锡林郭勒盟中心地带, 特殊的地理环境和气候特点, 造成锡林浩特及周边灾害天气频繁发生。2018年底雷达站建于锡林浩特东山山顶, 地面海拔高度1218.31m, 雷达工作频率为5600MHz, 天线馈源海拔高度1246.45m。2020年1月1日正式开始业务运行, 该雷达的建成大大提高了短临预报和灾害性天气预报预警的准确度, 增强了对暴雨、冰雹、大风等灾害性天气的监测能力和气象防灾减灾能力。然而, 随着锡林浩特地区的经济发展及人们活动范围的不断扩大, 锡林浩特天气雷达探测环境收到干扰与破坏对雷达产品质量造成了影响, 本文将从净空环境及电磁环境两方面对雷达的探测环境进行分析与讨论为解决雷达探测环境破坏问题及提高雷达产品质量提供参考。

### 1. 净空环境分析

雷达站被周围山体、高达建筑等遮挡的情况统称为雷达探测的净空环境, 不同高度上的等射束高度图是反

应雷达探测净空环境好坏的重要指标。在国家标准“天气雷达选址规范GB/T 37411-2019”中与雷达净空环境相关的内容包括:

**净空环境:** 天气雷达在最低仰角工作时, 天线主波束不受到遮挡的探测环境。

**等射束高度图:** 在标准大气折射时, 根据雷达测站四周地物遮挡, 绘出的某一高度的目标能被雷达波束照射到的最大距离随方位变化图形。

**遮挡仰角:** 从雷达最低工作仰角开始抬升波束直至其下边沿离开障碍物时的角度, 即从存在遮挡至遮挡影响消失时波束下边沿的抬升角度。

**遮挡方位角:** 障碍物对雷达波束形成遮挡, 雷达波束边沿(-3dB)进入障碍物区域时所处方位, 与雷达波束边沿(-3dB)退出障碍物区域时所处方位之间的夹角。

雷达遮蔽角图是由每个方位最小不被遮挡的仰角连线组成, 如图1所示A、B为雷达波束上的两个下半功率

点,  $\angle AOB$ 为雷达波束宽度 $\phi$ ,  $\angle COD$ 为雷达雷达仰角 $\delta$ ,  $\angle BOD$ 为雷达为不影响雷达探测的最低仰角 $\theta$ 。依据几何关系不影响雷达最低探测遮挡角为:  $\theta = \phi - \frac{\delta}{2}$ 。CINRAD/CA 雷达业务运行时最低扫描仰角为 $0.5^\circ$ , 波束宽度为 $1^\circ$ , 因此地物仰角为 $0^\circ$ 时雷达探测才不会被影响。如果实测遮挡仰角在大于 $0^\circ$ 而小于 $1^\circ$ , 那么雷达波束会被部分遮挡, 遮挡物后面的回波强度就会减弱, 大于等于 $1^\circ$ 的时候雷达波束完全被遮挡。完全遮挡而没有回波比较容易区别, 部分遮挡使回波强度偏弱, 容易误导雷达数据的分析, 而且使雷达数据的导出产品产生错误, 例如降水估测产品和强对流分析产品。

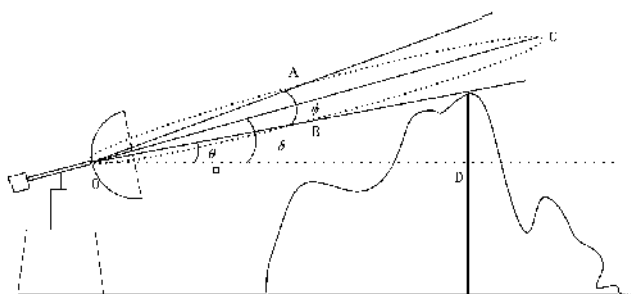


图1 雷达遮蔽角示意图

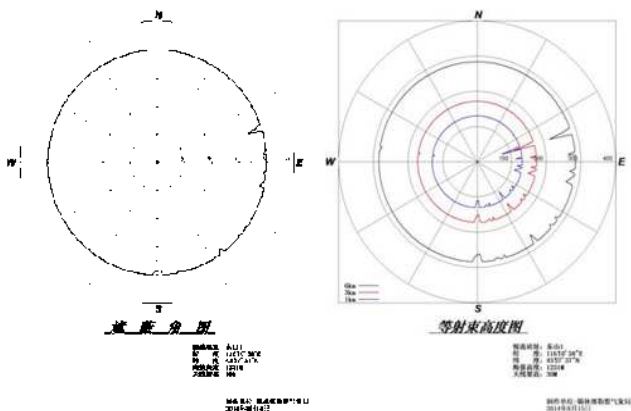


图2 锡林浩特雷达遮蔽角图及等射束高度图

图2所示为2014年锡林浩特市天气雷达遮蔽角图和等射束高度图, 图中可以看出雷达探测净空环境较好能够满足雷达选址规定的要求。但是, 近年来随着锡林浩特地区的经济发展锡林浩特天气雷达站址周围开始出现各类厂房以及风力发电设施这给雷达探测造成了一定的影响。如图3中所示为雷达回波图中的L型的地物回波, 该区域的地物回波距离最近约为40千米最远为65千米, 方位角范围为 $172^\circ - 202^\circ$ 。经实地调查发现该区域布设了大量的风力发电设施, 雷达建站初期仅布设少量的风力发电机且未对雷达探测造成影响, 近年来该风力发电厂规模逐渐扩大在雷达图中出现了较强的回波对雷达

探测造成了不利的影响, 一般的地物回波可以通过多普勒速度进行判断速度为零的雷达回波可以基本断定为地物回波, 但是风力发电机的回波不同于一般的地物回波, 风力发电机叶片会根据风力大小进行不同速度的转动因此在雷达回波的速度图中依然会呈现出来。

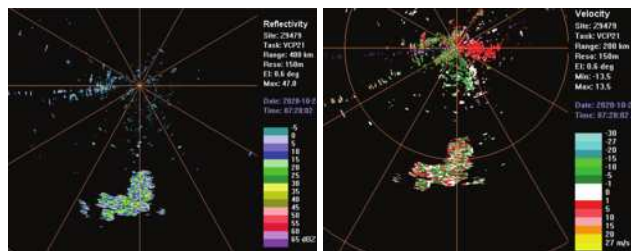
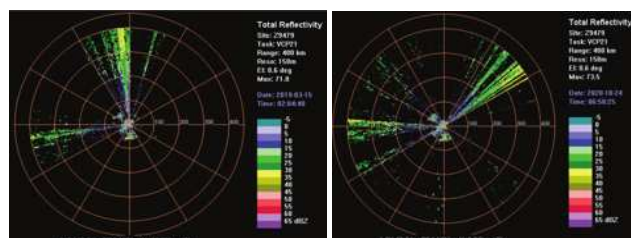


图3 锡林浩特天气雷达地物回波图

## 2. 电磁环境分析

在新一代天气雷达站址的选择中, 站址周围电磁环境是重要的选择条件之一。雷达站址周围的电磁环境直接影响到雷达功能的发挥。白噪声电平和脉冲型的干扰电平都对雷达的探测有影响, 前者是在雷达所使用的频段内无所不在无法避免严重时直接影响了雷达探测能力的发挥, 后者则是雷达所使用的频率必需避开的否则雷达无法正常工作。参照相关要求对新一代天气雷达的干扰电平容限可作如下的要求: 雷达接收机通带内的高频干扰电平新一代天气雷达接收机输入端的最小可测功率为 $-107\text{dbm}$  (1MHz) 和 $-113\text{dbm}$  (250KHz) 其最大容许干扰电平应小于 $-107\text{dbm}$  (1MHz) 和 $-113\text{dbm}$  (250KHz), 按新一代天气雷达的天线增益为45db, 折算面口的等效干扰电平则分别为 $-152\text{dbm}$ 、 $-158\text{dbm}$ 。

随着各类通信设施爆发式的增加导致频率资源越发的紧张各类电磁干扰现象屡见不鲜, 锡林浩特天气雷达自运行以来先后多次遭到电磁干扰现象。如图所示位锡林浩特天气雷达近年来出现的电磁干扰现象, 雷达运行初期电磁干扰现象严重经当地无委会协调部分干扰源已经关闭或者降频电磁干扰现象得到极大的改善, 但是随着站址周围的不断开发各类无线电设备持续增加雷达电依旧存在电磁环境干扰现象, 特别是部分干扰源没有固定的开机地点和开机时间导致无委会很难进行排查因此雷达的电磁干扰依然存在。



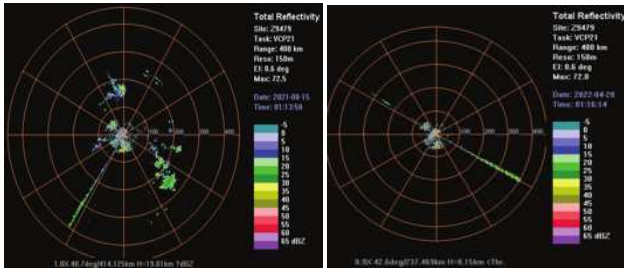


图4 锡林浩特天气雷达电磁干扰图

### 3. 总结

锡林浩特天气雷达为内蒙古自治区首部CINRAD/CA型天气雷达，业务运行以来整体运行平稳未出现大型故障业务可用性满足相关标注，天气雷达的使用为锡林浩特地区预防突发性天气灾害提供了有力的保障。但是随着近年来锡林浩特地区的不断发展雷达的探测环境受到了破坏，雷达方位 $172^{\circ}$  - $202^{\circ}$  之间，距离40千米-65千米范围内出来了强度很高的L型地物回波，该片区域的地物回波给短临预报造成了影响；在当地无委会的帮助下雷达探测的电磁环境得到了改善，但是依然有电磁

干扰存在，偶然出现的电磁干扰破坏了雷达探测的电磁环境，后续的工作中雷达站技术人员将配合无委会对电磁干扰源进行彻底排查确保雷达不受电磁干扰。本文依据天气雷达一线机务员的专业知识以及工作经验对锡林浩特天气雷达探测环境进行分析以期对全国其他天气雷达站探测环境保护及新上雷达选址提供参考与帮助。

### 参考文献：

- [1]GB 31223-2014, 气象探测环境保护规范 天气雷达站[S].
- [2]GB/T 37411-2019, 天气雷达选址规定[S].
- [3]叶飞.内蒙新一代天气雷达探测环境评估分析[J].气象水文海洋仪器, 2019, 36(04): 1-4.DOI: 10.19441/j.cnki.issn1006-009x.2019.04.001.
- [4]葛润生, 熊毅, 朱小燕.新一代天气雷达站址选择中的电磁环境测试[J].气象科技, 2001(01): 19-21. DOI: 10.19517/j.1671-6345.2001.01.005.
- [5]匡宏亮.新一代天气雷达站预选站址电磁环境测试[J].中国无线电, 2015(10): 50-52+60.