

湖南湘潭新型天气雷达系统建设项目环境影响 报告表电磁辐射专章

核工业二三〇研究所

二〇一四年十一月

一、总则

为了提高湘潭灾害天气监测预警预报水平，提升长株潭地区气象防灾减灾能力，完善湖南天气雷达科学布局。2011年，借助中国气象局摸底调查雷达建设的契机，湘潭市气象局申报的“湖南湘潭新型天气雷达系统建设项目”在湘潭市委市政府、湖南省气象局等各级领导的共同关心和支持下，于2012年9月8日获得中国气象局批准。

湘潭新型雷达系统，根据中国气象局对新一代天气雷达站点的总体规划，选用北京敏视达公司生产的CINRAD SA双偏振新一代天气雷达。CINRAD SA天气雷达是由中美合资敏士达雷达有限公司引进美国WSR-88D技术，根据中国实际改进的我国新一代主流雷达产品。

新建雷达发射机脉冲峰值功率为650kW，根据《电磁辐射环境保护管理办法》（国家环境保护总局1997年18号令）的要求，需进行电磁辐射环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，单台雷达探测系统需做环境影响报告表。

二、项目内容简介

湘潭新型天气雷达系统建设主要包括两部分内容，分别是：天气雷达站建设和气象预警中心建设。天气雷达站选址位于湘潭高新区双马镇月华村，东二环路以东约700米的长坡大岭的山顶，坐标为：112° 59′ 45.45″ E、27° 52′ 02.63″ N，海拔高度181.50米。气象预警中心选址位于湘潭市岳塘区荷塘乡清水村，东二环路与板塘八号路交汇处的西北角，与天气雷达站相距约1500米。雷达基本参数见表2.1、2.2、2.3、2.4、2.5。

表 2.1 雷达总体技术性能指标表

项目		性能指标
工作频率		2700~3000MHz
强度监测距离		≥460km
强度测量距离		≥230km
速度监测距离		≥230km
方位角扫描范围		0~360°
仰角扫描范围		-2° ~+90°
精度（均方误差）	距离	50m
	方位角	0.2°
	仰角	0.2°

项目		性能指标
	测高	200m ($R \leq 100\text{km}$) 300m ($R > 100\text{km}$)
输出参数		反射强度 (Z) 径向速度 (V) 速度谱宽 (W)
参数测量范围	强度	-7.5~+70dBZ
	速度	$\pm 48\text{m/s}$
	谱宽	16m/s
参数测量精度 (均方误差)	强度	1dB
	速度	1m/s
	谱宽	1m/s
杂波抑制		30-50dB
电源要求		三相 380V $\pm 10\%$, 50Hz $\pm 5\%$
工作温度	室外装置	-40~+50 $^{\circ}\text{C}$
	室内装置	0~+40 $^{\circ}\text{C}$
	终端设备	+10~+30 $^{\circ}\text{C}$
最大湿度	室外装置	95~98% (30 $^{\circ}\text{C}$)
	室内装置	90~96% (30 $^{\circ}\text{C}$)
平均无故障时间 (MTBF)		>600h
平均故障修复时间 (MTTR)		<0.5h
整机功耗		$\leq 60\text{kw}$

表 2.2 天馈及伺服装置技术性能指标表

项目	性能指标
天线罩	
工作频率	2700~3000MHz
射频损失 (双程)	$\leq 0.3\text{dB}$ (2800MHz)
引入波束偏差	$\leq 0.03^{\circ}$
引入波束展宽	$\leq 0.03^{\circ}$
直径	11.9m
天线	

项目	性能指标
反射体直径	8.54m
增益	$\geq 44\text{dB}$ (2800MHz)
波束宽度	$\leq 1^\circ$
第一旁瓣电平	$\leq -29\text{dB}$
远端副瓣电平 (10° 以外)	$\leq -40\text{dB}$
极化方式	线性水平极化
馈线损耗	$\leq 1.5\text{dB}$
伺服装置	
天线扫描方式	体扫、任意指向
天线扫描范围	0~360° 连续扫描
天线扫描速度	0~34.5° /s 可调
天线控制方式	预置全自动、人工干预自动、本地手动控制
天线定位精度	方位 $\leq 0.2^\circ$ 、仰角 $\leq 0.2^\circ$
天线控制精度	方位 $\leq 0.1^\circ$ 、仰角 $\leq 0.1^\circ$
天线控制字长	14 位
角码数字字长	14 位

表 2.3 发射机技术性能指标表

项目	性能指标
工作频率	2700~3000MHz
脉冲峰值功率	$\leq 650\text{kw}$
发射脉冲宽度	4.71 μs 、1.57 μs
脉冲重复频率	318~450Hz (脉宽 4.71 μs) 318~1300Hz (脉宽 1.57 μs)
发射空度比	≥ 0.002
速调管寿命	$\geq 5000\text{h}$

表 2.4 接收机技术性能指标表

频综短期(1ms)频率稳定度	$\leq 10^{-11}$
ADC 速率	$\geq 48\text{MHz}$
动态范围	$\geq 95\text{dB}$
噪声系数	$\leq 4\text{dB}$
最小可测灵敏度	$\leq -107\text{dBm}(1.57\mu\text{s})$
	$\leq -113\text{dBm}(4.71\mu\text{s})$
相位编码	频综具有相位编码受控功能
接收机输出	I、Q

表 2.5 信号处理器技术性能指标表

项目	性能指标
库长、库数	logZ: 库长 150m、250m, 库数 对应最大距离 3000、1800 I、Q: 库长 150m、250m, 库数对应最大探测距 离 1667、1000
强度处理方式	对 logz 进行 DVIP 处理
库内算术平均次数	≥ 4 次
方位累计平均次数	≥ 32 次
强度估算精度	$\leq 1\text{dB}$
速度处理方式	对 I、Q 进行 PPP、FFT 处理
PPP 处理对数	32、64 对可选
地物杂波抑制	可变凹口 IIR 滤波
速度处理精度	$\leq 1\text{m/s}$

三、评价依据

1. 《电磁辐射环境管理办法》1997年3月25日，国家环境保护总局第十八号令；
2. HJ/T 10.3-1996 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》；
3. HJ/T 10.2-1996 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》；
4. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》。

四、执行标准

1. 新建雷达站使用频率段为 2.7~3GHz，执行《电磁辐射防护规定》（GB8702-88），详细情况见下表 4.1。

表 4.1 新建雷达站电磁辐射导出限值

评价范围	电场强度（V/m）	磁场强度（A/m）	功率密度（W/m ² ）
职业照射	28	0.075	2
公众照射	12	0.032	0.4

2. 根据 HJ/T10.3-1996 中的要求：“在评价时，对于由国家环境保护局负责审批的大型项目可取 GB8702—88 中场强限值的 $1/\sqrt{2}$ ，或功率密度限值的 1/2。其他项目则取场强限值的 $1/\sqrt{5}$ ，或功率密度限值的 1/5 作为评价标准。”确定本项目评价标准如下：

表 4.2 新建雷达站气象雷达站项目环境影响评价标准

评价范围	电场强度（V/m）	磁场强度（A/m）	功率密度（W/m ² ）
职业照射	12.5	0.033	0.4
公众照射	5.4	0.015	0.08

五、环境保护目标

根据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T10.3-1996)要求,确定本项目评价范围为以雷达为中心半径 1km 范围内。通过环评核实,环境保护目标为周边民宅及本项目附属办公用房,其所处海拔均低于雷达塔楼基座海拔。详细情况参见下表。

表 5.1 环境保护目标一览表

环境保护目标	方位	距离范围	数量	目标描述
雷达站办公楼	雷达下方	50m	雷达站职工 20 人	办公楼
居民楼	东	3000m	居民约 3000 人	民房
	南	3000m	居民约 4500 人	民房、办公楼
	西	3000m	居民约 3600 人	居民楼
	北	3000m	居民约 4500 人	居民楼

六、工程分析

6.1 系统组成

湘潭市新一代多普勒天气雷达站所选用的雷达是 S 波段全相干多普勒雷达。雷达主机总体结构主要由以下三个相对独立的子系统组成：数据采集系统 RDA （Radar Date Acquisition）；雷达产品生成子系统 RPG （Radar Product Generation）；主用户处理子系统 PUP （Principal User Processor）。

6.2 工作原理

湘潭市新一代多普勒天气雷达主机三个子系统中的 RDA 机房位于天线平台下的第二层，雷达的 RPG 和 PUP 均放置在气象预警中心的市气象台预报会商室内。

RDA 包括天馈及天线控制（伺服）、发射机、接收机、信号处理器、监控单元等部分，RDA 子系统向天空发射信号，并接收反射信号。然后，经信号处理、自动定标、数据存档等自动操作程序后，通过光缆向 RPG 子系统传送基本数据的信息，RPG 子系统收到 RDA 子系统传输的基本数据后，经一系列气象算法，形成固定的图形、图像和数字式气象产品，并存储基本数据和产品数据，并将储存数据提供给 PUP 子系统，PUP 子系统向操作人员提供对 RPG 子系统的产品请求、显示、存储和分配等。

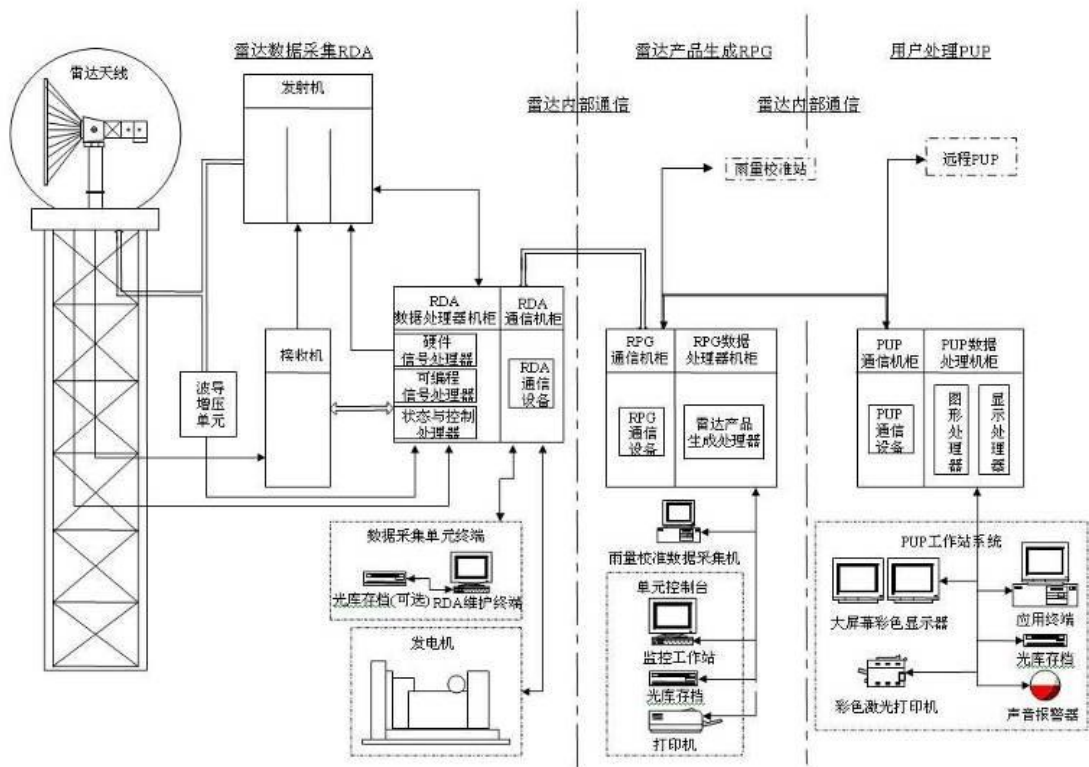


图 1 天气雷达系统组成图

6.3 主要功能

新一代多普勒天气雷达是固定式 S 波段多普勒气象专用雷达，主要用于探测 400 公里范围内的暴雨、冰雹、大面积降水及其他空中气象目标，同时也能探测 200 公里内各种气象目标的大气风场。它能有效的监测和预报阵风锋，下击暴流，热带气旋，风切变等灾害性天气，同时能警戒强暴风，冰雹，飓风等灾害性天气。新一代多普勒天气雷达可在 200km 范围内测量雨区的降水强度的空间分布，测量降水云体的发展高度，以及降水云体的移向移速。新一代多普勒雷达是监测灾害性天气演变过程并向有关部门提供准确的实时气象信息的重要设备。新一代多普勒天气雷达特别适宜于精确测量大气降水强度，大气风场以及龙卷风，强暴雨，冰雹等灾害性天气的警戒任务。湘潭新一代天气雷达的建设，能极大地提高对暴雨、强对流等灾害性天气的监测和预报水平，是湘潭气象现代化建设的重要组成部分。湘潭新一代天气雷达的建成，将为湘潭的经济发展工农业生产，交通运输和防灾减灾提供强有力的气象服务保障。

6.4 新建 CINRAD/SA 雷达技术优势

6.4.1 优良的地物抑制能力，目前 SA 系统的相位噪声优于 0.13 度（技术指标为 0.15 度）；

6.4.2 在数据采集过程中，通过闭环于 RDASC 主控计算机的伺服环路，实时调整天线驱动电压，确保天线系统匀速运动。有效地保证了采集数据的空间定位准确性；

6.4.3 选用长寿命、低噪声、高隔离度且相应快速的吸收式有源 PIN 管接收机保护器，有效地避免了保护器对发射脉冲的影响，保证了系统的实际相干性能；

6.4.4 根据美国 WSD-88D 雷达使用中发现的防雷问题，CINRAD/SA 在天线与主设备之间采用光纤通信链路，显著提高了雷达主设备的防雷能力；

6.4.5 采用直流电机驱动天线，一方面减小了天线驱动系统对其它分系统的干扰，另一方面基于直流电机的高性能闭环控制系统设计和高精度的天线控制执行机构，保证了系统对天线的控制和调整精度；

6.4.6 采用高精度、大范围的进口射频数控衰减器，保证了在线标定支路的可靠性和准确性；

6.4.7 采用低噪声、响应速度快，精度和可靠性高的进口中频数控衰减器，确保了探测数据的正确性和稳定性；

6.4.8 检测支路选用机械式进口射频和中频十位开关各一个，其优秀的隔离特性和超

长寿命设计保证了在线监测速度、精度及稳定性；

6.4.9 系统具有利用专用软件和机内信号，离线检测系统各模块性能的功能。这不仅为故障的快速定位及处理提供了有力的软、硬件保证，同时还确保了探测数据的正确性和一致性；

6.4.10 接收系统每个模块均严格按照技术规范生产、调试和检验，各系统间与频率无关的所有模块均可互换；

6.4.11 系统采用公司定制的具有三层屏蔽的信号光缆及由专业射频电缆生产厂家定制生产的射频电缆，所有器件、接插件均选用国际名牌厂家（如 RS，Amp 公司）或国内著名军工企业的产品；

上述特点，不仅保证了 CINRAD/SA 系统的长期稳定性和可靠性，也保证了探测数据的真实性和正确性。

6.5 雷达对周围环境产生的电磁辐射影响

雷达产生的电磁辐射主要来自雷达数据采集工序（简称“RDA”）RDA 子系统包括天线、天线罩、发射机和接收机。在晴空时段里雷达是处于定时的间断的开机状态，而在观测责任区内有降雨的时段内雷达是处于连续的开机状态。雷达运行时，发射机在雷达信号处理定时单元送来的触发脉冲控制下，产生高功率的射频脉冲，经传输由旋转抛物面天线以平面波的形式定向向空中发射探测信号，其峰值功率达 650kW，使空中天线主视方向的电磁辐射场强增高，从而产生电磁辐射。同时，当发射信号在空中碰到某种障碍物，如云、冰雹、龙卷风等，立即产生反射波，并且向四周传播，也可以使周围环境电磁辐射场强增高，即对周围环境产生次级电磁辐射。但脉冲天气雷达天线具有很强的方向性，其主要功能是向空间发射电磁波并接收来自目标的回波。辐射能量主要聚集在天线的主瓣，由天线波瓣图可知，雷达天线主瓣非常集中，波束宽度不大于 1° ，第一旁瓣电平不大于 -29 (dB)，远区副瓣 (10°) 不大于 -40 (dB)，在主要探测方向（影响本地天气系统的来向）上对雷达天线的遮挡角应小于 0.5° ，其它方向一般应小于 1° （孤立障碍物可适当降低要求）。因此，天线产生的电磁辐射环境影响主要集中在天空上方，对地面的影响很小。

雷达电磁辐射辐射面参见图 2。

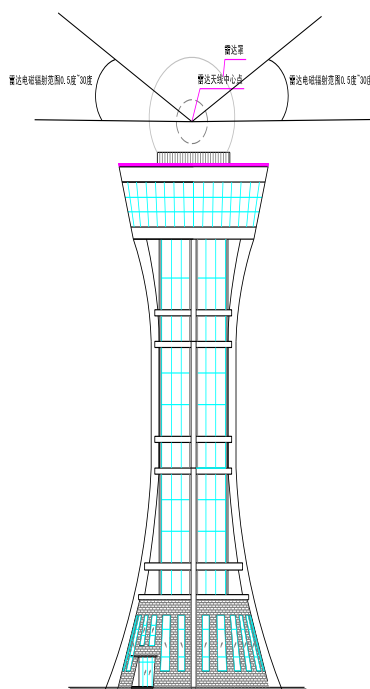


图2 雷达电磁辐射辐射面示意图

6.6 污染源分析与评价因子

6.6.1 主要污染工序

本专章分析的电磁辐射污染工序发生在运营期。

天气雷达有室内和室外两部分组成。室内设备主要为柜机部分，包括发射机柜、接收机柜、监控机柜、调制机柜和电源柜等。这些设备在设计、制造时已采取了较好的屏蔽措施，正常运行时不会对周围环境造成电磁辐射污染。室外设备主要为天线部分，包括收发天线、天线罩、天线座、馈线、铁塔等。在晴空时段里雷达是处于定时间断的开机状态，而在观测责任区内有降雨的时段内雷达是处于连续开机状态，其脉冲峰值功率650kW。雷达开机时，空中天线主视方向的电磁辐射场强增高，产生电磁辐射污染。同时，当发射信号在空中碰到某种障碍物，如云、冰雹、龙卷风等，立即产生反射波，并且向四周传播，也可以使周围环境电磁辐射场强增高，即对周围环境产生次级电磁辐射污染，但该污染几乎可以忽略。根据气象部门制度：在3~10月份，天气雷达严格执行24小时值守班制度；其余月份根据天气情况开机运行（一般是从10时到15时进行连续观测），不工作时不产生电磁辐射。

6.6.2 评价因子

综上所述，本项目的主要评价因子为射频电场强度、功率密度。

七、电磁辐射环境质量现状

以雷达塔楼为中心 1000m 范围内，无大型输变电设备、电磁辐射设备。在塔址西侧 700m 处有居民住户，西南侧 600-700m 有零星住宅分布，南侧为公路及山体，东侧、北侧为山体及农田（附图 5）。

核工业二三〇研究所环境检测中心于 2014 年 8 月 6 日对本项目场址内所在区域进行电磁辐射环境质量现状现场监测。

7.1 监测布点

电磁辐射监测布点均参照 HJ/T10.2《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》中相关规定。

7.2 测量方法

取离地面 1.7~2m 高度位置测量，每次测量观察时间 20 秒。

7.3 测量仪器

NBM-550 电磁辐射分析仪。

监测日期：2014 年 8 月 6 日 天气：晴 温度：32℃ 湿度：64%

7.4 仪器质量保证

测量仪器经过上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心计量认证，详细情况见表 7.1 和附件 4。

表 7.1 测量仪器参数表

仪器型号	NBM-550
生产厂家	Narda
探头类型	EF1891
响应频率	3MHz~18000MHz
场强仪量程	0.3V/m~300V/m
校准时间	2014 年 6 月 11 日
校准有效期	至 2015 年 6 月 11 日
校准证书编号	2014F33-10-001243
校准单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

7.5 监测结果

新建雷达站场址电磁辐射现状监测结果见表 7.2。

表 7.2 新建雷达站场址电磁辐射环境质量现状监测结果

监测位置	电 场 强 度 V/m	磁 场 强 度 A/m	功 率 密 度 W/m ²
雷达站所在位置	1.23	0.003	0.004
场址西侧	0.62	0.002	0.001
场址南侧	0.71	0.002	0.0013
场址东侧	0.54	0.001	0.0007
场址北侧	0.62	0.002	0.001
场址西侧 700 米民宅	0.40	0.001	0.0004
场址西南侧 720 米民宅	0.52	0.001	0.0007
场址西南侧 100 米	0.55	0.001	0.0008

根据表 7.2 可知，新建雷达站站址电磁辐射环境现状值为 0.004 W/m²。

八、电磁辐射环境影响分析

本项目为新建项目，本次环境影响分析采用已有经验公式对本项目进行预测。雷达预先定义一系列固定的仰角，规定在一定时间内扫描完这些仰角。扫描时先从最低角开始，在这个仰角上扫描 360°，接着抬高到下一个仰角扫描 360°，以此类推，直到扫描完最高仰角，这个过程称为一个体积扫描。除非有紧急情况，这个过程不能中断或终止。用户不能任选一个仰角进行扫描，也不能随意地使雷达天线从一个仰角移动到另一个仰角。在观测责任区内有降雨的时段里雷达是处于连续的开机状态，而在晴空时段里雷达是处于定时的间断的开机状态。根据本项目实际情况，周边建筑限高，雷达对周边 1000m 范围内辐射主要贡献为 PPI 扫描方式。

8.1 近场及远场电磁辐射区域划分

雷达站微波电磁场的辐射区域，分为近场区（平行波束）和远场区（锥形波束）。根据天线波束形成理论（M.I.斯特尔尼克.雷达手册.谢卓译.北京：国防工业出版社，1978），以离辐射源 D^2/λ 的距离作为近、远场区的分界，其计算公式如下：

$$R=D^2/\lambda \quad (8-1)$$

式中：R——近、远场区分界距离（m）；

D——天线的直径（m）；

λ ——波长（m）。

本项目所用雷达天线直径为 8.54m，发射微波波长为 0.105m，计算可知对于该雷达的近、远场区分界距离为 694m，即以发射天线为中心 694m 范围内为近场区，以外为远场区。

8.2 预测模式选择

我们采用《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》HJ/T10.2—1996 中第 4.4 条列出的微波频段规定的模型对气象雷达站进行预测：

近场最大功率密度 $P_{d\max}$

$$P_{d\max} = \frac{4P_T}{S} \quad (8-2)$$

式中： P_T ——送入天线净功率，W；

S——天线实际几何面积， m^2 ， $S=\pi R^2$ ；

R —天线半径, m。

远场区轴向功率密度 P_d

$$P_d = \frac{P \times G}{4 \times \pi \times r^2} \quad (8-3)$$

式中: P_d ——远场轴向功率密度 (W/m^2);

P ——雷达发射机平均功率 (W);

G ——天线增益 (倍数);

r ——监测位置与天线轴向距离 (m)

由于发射源到发射天线及射频信号通过天线罩等存在着系统传输损耗系数 K , 而且接收者并不总是对准或干脆不对准天线的主波束, 因此引入发射天线的方向函数, $P_d = \iint_{\theta\phi} f^2(\theta, \phi) d\theta d\phi = F^2(\theta, \phi)$, 得近场区空间一点接收的功率密度:

$$P_{d\max} = \frac{4P_T \times K \times F_0^2(\theta, \phi)}{\pi \times R^2} \quad (8-4)$$

式中: K ——系统发射支路和天线罩单程引起的射频损耗系数。

同理, 远场区空间任一点 r 处接收的功率密度:

$$P_d = \frac{P \times G \times F_0^2(\theta, \phi)}{4 \times \pi \times r^2} \quad (8-5)$$

式中: G ——天线增益 (倍数)。

上式中: $\iint_{\theta\phi} f^2(\theta, \phi) d\theta d\phi \approx F^2(\theta, \phi)$ 是一个极其复杂的图形, 无法用一个初等函数来描述, 只能用分段函数来近似代替, 其中 $F_0^2(\theta, \phi) > F^2(\theta, \phi)$ 。

8.3 气象雷达站运行模式

在晴空时段里, 雷达是处于定时的间断开机状态, 而在观测责任区有降雨的时段里, 雷达是处于连续的开机状态。该雷达一般有三种模式, 即 PPI、RHI、VCP, 根据情况需要, 主要工作模式为 PPI 模式。根据实际使用模式的要求, 可认为在三种工作模式中 PPI 模式 (且仰角为 0° 时) 对近地面环境敏感点的电磁辐射影响最大, 因此考虑该气象雷达的电磁辐射环境影响时, 按保守估算, 只取雷达在 PPI 的工作模式进行预测评价。

8.4 电磁辐射水平估算

雷达以脉冲方式工作，发射脉冲波的时间仅占工作时间的一小部分，发射脉冲波的时间与工作时间的比值即为脉冲占空比 η_p 。

本项目雷达脉冲波的重复频率 PRF 有两种，318~450Hz（脉宽 4.71 μ s）；318~1300Hz（脉宽 1.57 μ s）。

（1）PRF 为 318~450Hz（脉宽 4.71 μ s）时，脉冲波占空比为：

$$\frac{4.71 \times 10^{-6}}{\frac{1}{318}} \sim \frac{4.71 \times 10^{-6}}{\frac{1}{450}}$$

雷达最大平均发射功率为：

$$650 \times \frac{4.71 \times 10^{-6}}{\frac{1}{450}} = 1377.7W$$

（2）PRF 为 318~1300Hz（脉宽 1.57 μ s）时，脉冲波占空比为：

$$\frac{1.57 \times 10^{-6}}{\frac{1}{318}} \sim \frac{1.57 \times 10^{-6}}{\frac{1}{1300}}$$

雷达最大平均发射功率为：

$$650 \times \frac{1.57 \times 10^{-6}}{\frac{1}{1300}} = 1326.7W$$

从偏安全角度考虑，选择 1377.7W 作为雷达最大平均发射功率进行后续防护距离估算。

8.4.1 对近场区的电磁辐射水平估算

根据本项目雷达参数，确定以天线发射中心 694m 范围内为近场区。近场区电磁辐射水平估算公式为：

$$P_{d \max} = \frac{4P_T \times K \times F_0^2(\theta, \phi)}{\pi \times R^2}$$

保守起见，取 $F_0^2(\theta, \phi) = 1$ ；

因系统发射支路和天线罩单程射频的损耗共计 1.65 dB（传输馈线发射支路损耗

1.5dB, 天线罩单程引起的射频损失 0.15dB,), 所以射频损耗系数 $K=10^{(-0.165)}=0.6839$;

代入其他相应参数, 得:

$$P_{d\max} = \frac{4 \times 1377.7 \times 0.6839 \times 1}{3.14 \times 4.27^2} \approx 65.8 \text{ W/m}^2$$

根据微波天线波束形成理论, 在近场区雷达抛物面天线辐射出的电磁波假设初为平行波束, 以平行波速在测点的驻留时间与扫描周期的比值为扫描占空比 η_s , 由于天线以固定仰角在水平面上 360° 旋转, 在与天线距离 d 处, 对应的扫描扇区的圆周长度为 $2\pi d$, 而近场区平行波束的宽度近似等于天线的直径 D , 在相同的扫描速度下, 波束驻留时间及扫描周期 (扫描一周的时间) 分别正比于 D 和 $2\pi d$, 因此近场区扫描占空比 $\eta_s = D/2\pi d$ 。

由雷达总体技术性能指标表可知, 仰角扫描范围为 $-2^\circ \sim +90^\circ$, 但据建设方介绍, 雷达在正常运营时, 仰角范围是 $+5^\circ \sim +90^\circ$, 只有在检修时才会出现仰角为 -2° , 在检修时雷达不工作不产生电磁辐射。从偏安全考虑, 本环评以仰角扫描范围为 $0^\circ \sim +90^\circ$ 进行防护距离估算。

近场区内, 以主波束中心为圆心, 694m 为半径的范围内, 任一点在任意 6 分钟内所照射到的平均功率密度为:

$$P_{(6\min)d\max} = \frac{8.54}{3.14 \times 2 \times d} \times 65.8 = \frac{89.5}{d} \text{ W/m}^2$$

气象雷达天线近场区平均功率密度预测结果见表 8.1。

表 8.1 气象雷达站天线近场区平均功率密度预测结果

场点距离 (m)	平均功率密度预测值 (W/m ²)
5	17.900
10	8.950
20	4.475
30	2.983
40	2.238
60	1.492
80	1.119
100	0.895
150	0.597
200	0.448

场点距离 (m)	平均功率密度预测值 (W/m ²)
300	0.298
400	0.224
405	0.221
500	0.179
550	0.163
600	0.149
650	0.138
652	0.137
694	0.129
700	0.128
750	0.119
800	0.112
850	0.105
900	0.099
950	0.094
1000	0.090
1100	0.081
1110	0.081
1115	0.0803
1120	0.0799

8.4.2 对远场区的电磁辐射水平估算

雷达天线主瓣波束宽度小于等于 1° ，在远场区电磁波形成 $\theta = 1^\circ$ 的锥形波束，由于 PPI 模式始终进行固定仰角的扫描，故远场区扫描占空比为：

$$\eta_s = \frac{1^\circ}{360^\circ} = 0.00278$$

主瓣方向增益为 44dB，系统发射支路和天线单程损耗值为 1.65 dB，因此天线增益为：

$$G = 10^{(44-1.65)/10} = 17179.1$$

保守起见取 $F_0^2(\theta, \phi) = 1$ ，将上述参数带入远场区功率密度计算公式得：

$$P_{d\max} = \frac{1377.7 \times 17179.1 \times 1}{4 \times 3.14 \times r^2} = \frac{1.88 \times 10^6}{r^2} \text{ W/m}^2$$

在远场区任意 6 分钟照射到的平均功率密度为：

$$P_{(6\min)d\max} = P_{\max} \times \eta_s = \frac{5238.5}{r^2} \text{ W/m}^2$$

气象雷达天线远场区平均功率密度预测结果见表 8.2。

表 8.2 气象雷达站天线远场区平均功率密度预测结果

场点距离 (m)	平均功率密度预测值 (W/m ²)
700	0.011
710	0.010
720	0.010
730	0.010
740	0.010
741	0.010
750	0.009
800	0.008
850	0.007
900	0.006
950	0.006
1000	0.005

8.4.3 电磁环境影响预测结论

拟建的雷达在对周围电磁环境影响相对较大的 PPI 工作模式及最低仰角下，由上述计算可知：近场区环境中，5~694m 范围内雷达主波束辐射对任意受照射的一点在 6 分钟内的平均功率密度贡献为 0.129~17.9W/m²，距天线距离等于 1120m 处，平均功率密度衰减至达标值 0.08 W/m²；对于雷达的远场区，在距雷达天线 694~1000m 范围内的平均功率密度贡献为 0.005~0.011W/m²，低于本项目的评价标准。

对于雷达的近场区，平行波束未扩散，波束宽度约为天线直径（8.54m），波束下沿高度为 24.8m，保守取 24m。不考虑波束仰角造成的波束高度抬高，24m 高度以下的建筑物不会受到主波束的照射；对于雷达的远场区，主波束半功率宽度 1°，整个主波束不低于水平面方向（0° 仰角），因此 24m 高度以下的建筑物不会受到主波束的照射。气象雷达站拟建地的海拔高度为 181.5m，因此，海拔高度在 205m（181.5m+24m=205.5m，出于偏安全考虑，建筑物海拔限高 205m）以下的建筑物不会受到主波束的照射。

对近场区的电磁辐射水平估算显示，雷达主波束辐射对任意受照射的一点在 6 分钟内的平均功率密度贡献值大于 0.08 W/m²。在主波数辐射方向上，只有当距天线距离等

于 1120m 后，平均功率密度才衰减至达标值 0.08 W/m^2 ，但在近场区范围内控制建筑物的海拔高度不高于 205m，建筑物不会受到雷达主波束的照射，可满足《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）和《电磁辐射环境影响评价方法和标准》（HJ/T10.3-1996）的要求。

综上所述，拟建的气象雷达站在目前及规划的环境条件下，在距雷达天线 694~1000m 范围内，雷达对公众人员可到达的任意一点任意 6 分钟内的平均功率密度贡献值将低于本项目的评价标准 0.08 W/m^2 ；在近场区范围内应控制建筑物的海拔高度不得高于 205m，使建筑物不受雷达主波束的照射，可满足《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）和《电磁辐射环境影响评价方法和标准》（HJ/T10.3-1996）的要求。

九、环境保护措施

根据项目电磁辐射环境影响预测情况，特提出如下电磁辐射环境保护措施：

根据《电磁辐射防护规定》（GB8702—88）要求，湘潭市气象局应加强对天气雷达站的运行管理，以实现其运行过程中环境保护的规范化，在其电磁辐射符合国家标准的前提下，贯彻“可合理达到尽量低”的原则。

9.1 为保证雷达站周边公众人员和保证雷达探空环境，距雷达站场界周围 694m 范围内禁止建设海拔高度超过 205m 的建筑物。

9.2 管理措施：由气象雷达站设立环保人员，全面负责天气雷达站的负责雷达站运行期的环境保护工作，制定完善的运行管理制度并组织实施。

9.3 上岗人员培训：环保人员、雷达站维护人员上岗前应进行电磁辐射基础、《电磁辐射防护规定》及有关法规等方面知识的学习和培训。

9.4 技术措施：由于雷达产生的电磁波在雷达关闭后将会消失，同时雷达系统装有故障自检和参数检测装置，建设单位应加强设备的运行维护，定期检查雷达设备及附属设施的性能，如发现隐患及时断电后采取补救措施，确保雷达站正常运行，并在故障时电磁辐射不会对周围环境敏感目标造成影响。

9.5 雷达站建成后需对其周围电磁环境进行电磁辐射环境验收监测，合格后方可正式投入运行，并每年进行一次电磁辐射监测。详细监测计划见表 9.1。

表 9.1 新建雷达站监测计划

序号	阶段	监测项目	次数
1	竣工验收阶段	射频综合场强	1 次
2	营运期	射频综合场强	每年一次

十、结论与建议

10.1 结论

为适应城市发展规划要求，同时提高气象雷达探测质量，湘潭市气象局拟在湘潭市高新区双马镇月华村简金组的长坡大岭新建 CINRAD/SA 气象雷达一套，在湘潭市岳塘区荷塘乡清水村（距气象雷达 1500m）建设气象雷达配套设施。

10.1.1 新建雷达站站址电磁辐射环境质量现状

新建雷达站站址电磁辐射环境现状值为 $0.4\mu\text{ W/cm}^2$ 。

10.1.2 电磁辐射环境影响分析

拟建的气象雷达站在目前及规划的环境条件下，在距雷达天线 694~1000m 范围内，雷达对公众人员可到达的任意一点任意 6 分钟内的平均功率密度贡献值将低于本项目的评价标准 0.08 W/m^2 ；在近场区范围内应控制建筑物的海拔高度不得高于 205m，使建筑物不受雷达主波束的照射，可满足《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）和《电磁辐射环境影响评价方法和标准》（HJ/T10.3-1996）的要求。

根据现状监测和经验公式预测，在加强环境管理和人员培训、电磁辐射监测的前提下，从环保角度考虑，湖南湘潭新一代气象雷达系统建设项目可行。

10.2 建议

10.2.1 管理措施：由天气雷达站设立环保人员，全面负责天气雷达站的运行管理，制定完善的运行管理制度并组织实施。

10.2.2 上岗人员素质：环保人员、雷达站维护人员上岗前应进行电磁辐射基础、《电磁辐射防护规定》及有关法规等方面知识的学习和培训。

10.2.3 技术措施：雷达系统装有故障自检和参数检测装置，建设单位加强设备的运行维护，必须定期检查雷达设备及附属设施的性能，及时发现隐患并及时采取补救措施，确保雷达站安全可靠运行。

10.2.4 运行期建设单位应设立一名环保工作人员，负责雷达站运行期的环境保护工作。