

某天气雷达站电磁辐射水平检测与评价

王修德 李奇慧 唐木涛 顾怡敏 张惠彬

济南军区联勤部疾病预防控制中心, 山东 济南 250014

摘要: 目的 了解和评价某天气雷达站作业时电磁辐射水平。方法 使用电磁辐射场强仪对雷达站作业区和周围环境进行检测并依据有关标准进行评价, 计算天线主波束和旁瓣影响范围和安全距离。结果 雷达站内作业区所有检测点均低于职业暴露限值; 除天线下方 5 m 内超过生活区限值外, 楼顶平台及地面检测点符合标准要求; 雷达周围建筑物均符合主波束安全距离要求。结论 雷达站内辐射主要来自发射设备的泄漏, 站外辐射主要来自天线的主波束和副波束影响; 作业场所要实行分区管理, 生活区防护主要依据安全距离控制建筑物和天线架设高度。

关键词: 天气雷达; 电磁辐射; 功率密度; 防护

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2016)04-0456-03

DOI:10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2016.04.029

雷达工作时作业场所和周围环境可能受到来自雷达发射机和天线的辐射影响。发射机屏蔽不严会产生微波泄漏, 天线发出的电磁辐射方向性强、功率大, 都可能对环境造成污染^[1-2]。作业人员长期在该环境下工作, 防护不当可能对身体健康产生影响。现在已进行的调查显示, 这些影响可能涉及眼睛、神经系统和生殖系统等^[3]。要控制雷达辐射污染和对职业人员的健康危害, 必须加强工作场所和环境管理与监测, 进而制定有针对性的防护措施。

1 调查对象与方法

1.1 雷达站基本情况 雷达为某型多普勒天气雷达, 发射机及主控制设备位于三层楼楼顶塔楼内。天线安于塔楼上方, 距地面高度 14 m。除雷达站办公楼

基金项目: 济南军区医学科研计划课题
作者简介: 王修德(1964-), 男, 硕士, 副研究员, 主要从事核化医学防护方面的研究工作。

限值 20 mSv/a, 也低于于环评报告表提出 2 mSv/a 的约束限值。

4 结论

该造船有限公司 X 射线探伤机项目基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施, 该项目对职业工作人员和公众是安全的, 对周围环境产生的影响较小。

外, 与天线正下方水平距离 20 m、100 m 处各有一办公楼, 与天线高度差分别为 8 m 和 5 m。雷达站周围为道路和绿化带。雷达系统技术参数见表 1。

1.2 检测仪器 NBM 550 型宽频电磁辐射场强仪(配有 EF1891 探头) 德国 Narda。

1.3 检测方法 依据国家军用标准 GJB 5313-2004^[4]的有关要求进行检测。作业区主要检测点为: 雷达操作室、雷达发射机房等辐射设备作业人员和辅助设施作业人员经常操作的位置。环境检测点: 主要为雷达站外周围非雷达作业人员的工作区或生活区, 雷达天线作为中心, 基准为正北, 45° 间隔, 选择 8 方位作为测量线, 测量点数根据生活区位置和场强情况而定。

1.4 天线波束方向的功率密度估算 参照《辐射环境保护管理导则-电磁辐射环境影响评价方法和标准》(HJ/T 10.3-1996) 中方法进行估算, 副波瓣影响以第一旁瓣估算。

参考文献

- [1] 国家环境保护局. GB/T 14583-1993 环境地表 γ 辐射剂量率测定规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [3] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GBZ 117-2015 工业 X 射线探伤放射卫生防护标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.

收稿日期: 2016-03-17 修回日期: 2016-05-23

表 1 天气雷达系统技术参数

项目名称	技术指标	
发射参数	工作频率	C 波段(5300 ~ 5700 MHz)
	发射脉冲峰值功率	250 kW
	脉冲宽度	1 μ s , 2 μ s
	脉冲重复频率	300 Hz(1 μ s) , 300 ~ 450 Hz(2 μ s)
天线参数	天线直径	5.4 m
	天线增益	43 dB
	主波束宽度	$\leq 1^\circ$
	第一旁瓣电平	-25 dB
	扫描方式	PPI: 0° ~ 360° , RHI: 0.5° ~ 30° VOL: 0.5° ~ 25°(20 个 PPI)

1.5 评价依据 根据此型雷达波段和标准 GJB 5313 - 2004^[4] 要求 ,作业区评价: 对脉冲微波接触限值 8h 平均功率密度 56 μ W · cm⁻² (0.56 W · m⁻²) 。生活区环境评价: 暴露限值 28 μ W · cm⁻² (0.28 W · m⁻²) 。辐射场强与天线旋转有关的区域评价时应考虑辐射占空比。

2 结果

2.1 雷达站内作业区检测结果 见表 2。

2.2 雷达站周围环境检测结果 在雷达天线下方 5 m 为楼顶平台 ,下方 14 m 为地面道路和生活区。在两个区域检测的环境电磁辐射功率密度随天线水平距离变化见图 1。在楼顶平台距离天线水平方向 5 m

内检测值超过生活区暴露限值 ,而在楼顶平台 5 m 以外及地面各检测点电磁辐射水平均低于暴露限值。

表 2 雷达站内电磁辐射水平检测结果

检测区域	测点位置	检测点数	检测平均值 (μ W · cm ⁻²)
控制室	操作位	3	0.01
	控制柜	3	0.02
发射机房	调制柜(前)	4	0.61
	调制柜(后)	4	3.74
	高频机柜	4	0.38
	接收机柜	3	0.02
预报室	操作位	3	0.12
	机房	5	0.11
办公区	走廊、室内	12	0.02

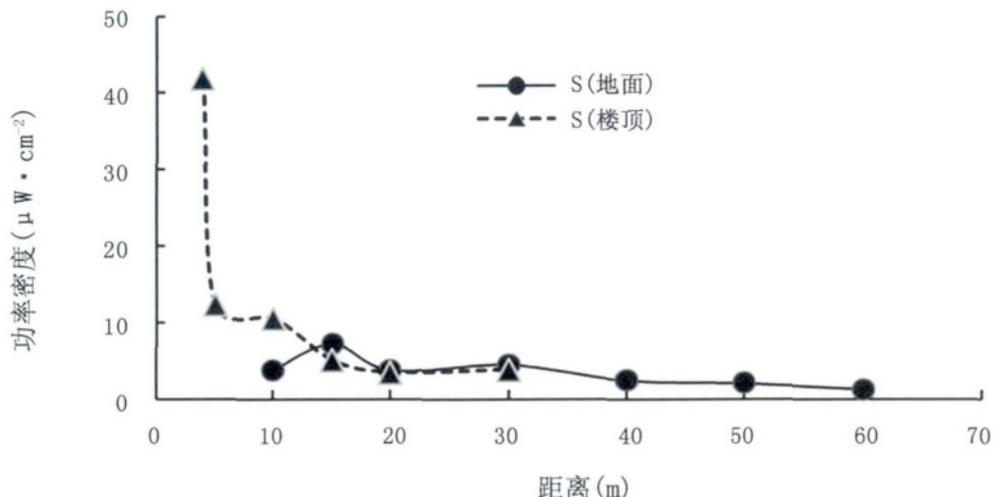


图 1 地面和楼顶平台功率密度与天线水平距离变化图

2.3 雷达天线波束影响估算 天线主波束功率密度估算还应考虑扫描方式影响: PPI 扫描主波束占空比 1/360 ,RHI 扫描主波束占空比 1/29.5。按第一旁瓣电平 -25 dB ,即衰减为主波束电平的 1/316。按不同扫描方式计算雷达天线主波束和第一旁瓣辐射的安全距离 ,结果见表 3。调查雷达周围建筑物均符合安

全距离要求。

3 讨论

3.1 电磁辐射暴露的控制水平 2014 年国家环保部对原标准《电磁辐射防护规定》(GB 8702 - 88) 和《环境电磁波卫生标准》(GB 9175 - 88) 进行整合 ,颁布新

的国家标准 GB 8702 - 2014^[5]。就本次调查的雷达波段,现行的有关标准要求的电磁辐射控制水平并不一致,见表 4。GB 8702 - 2014^[5]不涉及职业暴露限值,只对公众暴露限值进行了规定;而国家职业卫生标准 GBZ 2.2 - 2007^[6]对微波等职业接触限值作了要求。由这两项标准得出作业区职业暴露限值还低于生活区公众暴露限值,新版标准对公众暴露要求相对宽松。除此之外,国家军用标准 GJB 5313 - 2004^[4]对作业区和生活区暴露限值均有规定,相对合理。本调查依据军用标准的要求进行评价。

表 3 雷达天线波束辐射安全距离

天线波束	扫描方式	安全距离(m)	
		工作区	生活区
主波束	固定扫描	800	1130
	PPI	42	60
	RHI	147	208
第一旁瓣	固定扫描	44	63
	PPI	2.4	3.4
	RHI	8.3	1.2

表 4 标准规定的电磁辐射暴露限值¹⁾

标准代号	暴露限值($W \cdot m^{-2}$)	
	作业区	生活区
GBZ 2.2 - 2007 ^[6]	0.25	-
GB 8702 - 2014 ^[5]	-	f/7500(0.75)
GJB 5313 - 2004 ^[4]	f/10000(0.56)	f/20000(0.28)

注:1) f 为频率,括号内为计算值,-表示标准中无相关规定。

3.2 雷达站内及周围环境辐射水平较低 除距天线 5 m 以内塔台附近外,其他工作区及生活区均处于较低水平,符合标准要求。雷达站内不在天线主波束与主要旁瓣辐射区域,其辐射主要来自磁控管、调制柜等雷达设备部件可能的泄漏。只要确保这些装备屏蔽完整,微波也极少泄漏。而天线周围环境辐射主要来自天线,由于天线距地面较高,距周围最高建筑高度差也在 5 m 以上,均不在主波束和主要旁瓣辐射范围,可能主要是波束散射的贡献。从检测结果看,地面及楼顶平台距天线 5 m 以外辐射水平较低。但在

距天线 5 m 以内,由于旁瓣和散射影响,辐射水平可能超过暴露限值。提示在雷达工作时,工作人员应尽量远离天线。

3.3 雷达作业场所与生活区的防护管理

3.3.1 作业场所的分区管理 根据可能的辐射水平可将工作场所分为四个区:①安全区,一般低于生活区暴露限值,如雷达站内办公区;②监督区,一般低于作业区职业接触限值,但会因设备及操作的原因造成较高的接触,如发射机房、操作室,应定期进行监督监测。③控制区,为受限工作区,当某个空间环境场强超出职业限值,则应当依据辐射功率密度的大小控制作业时间,如天线近处、特殊作业条件下;④危险区,当功率密度大于间断暴露最高允许限值($25 W \cdot m^{-2}$),存在辐射危险,该区域严禁作业,如天线辐射区。在控制区和危险区应设电磁辐射警示标志或警戒带。

3.3.2 生活区的防护管理 从调查来看,环境中主要辐射来自工作时雷达天线。在天线主波束通道 1130 m 外才能达到生活区限值要求,而天线副瓣影响较小。因此在雷达天线的架设应利用地形地貌,高度应在建筑物最高层 3 ~ 5 m 高度以上,不允许雷达发射天线在安全距离范围内正对其他高层建筑物。

参考文献

- [1] 赵玉峰,赵冬平,于燕华.现代环境中的电磁污染[M].北京:电子工业出版社,2003:198-204.
- [2] 贺明生,聂士民,蔡鸿儒,等.雷达发射机微波漏能强度及 X 线剂量监测与分析[J].解放军预防医学杂志,1995,13(6):454-456.
- [3] 张清俊,杨昌林,辛益妹,等.雷达兵自觉症状和工作环境调查[J].解放军预防医学杂志,2010,28(6):437-438.
- [4] 中国人民解放军总装备部.GJB 5313-2004 电磁辐射暴露限值与测量方法[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [5] 环境保护部,国家质量监督检验检疫总局.GB 8702-2014 电磁辐射限值[S].北京:中国环境科学出版社,2014.
- [6] 中华人民共和国卫生部.GBZ 2.2-2007 工作场所有害因素接触限值[S].北京:人民卫生出版社,2007.

收稿日期:2016-03-15 修回日期:2016-05-27