

海岸电台发信台电磁辐射与环境影响分析

刘明海,王荣锁,姜 姝

中图分类号: X837 文献标识码: B 文章编号: 1004 - 714X(2011) 02 - 0200 - 02

【摘要】 目的 通过对海岸电台周围环境现场监测和理论估算,分析海岸电台发信台对电磁环境的影响,为海岸电台选址和运行时的电磁辐射防护提供参考。方法 介绍海岸电台的组成及工作原理、电磁辐射评价标准、电台周围环境现场监测和理论估算。结果 通过现场监测和理论分析,只要满足安全防护距离要求,其电磁辐射水平处于国家规定的限值内。结论 海岸电台只要选址合理,周围划定安全防护距离,其正常运行工况下的电磁辐射对周围环境和公众的影响低于国家的标准限值,对公众和环境是安全的。

【关键词】 环保;电磁辐射;海岸电台发信台;影响分析

随着沿海城市建设及沿海经济的迅猛发展,海岸电台发信台运行时产生的电磁辐射逐渐影响到周边地区。同时,周围在建和拟建的建筑物高度及离发射天线的距离也将直接影响到电台发射信号的辐射仰角,电台发射质量及效率会受到不同程度的影响,并随着周围高层建筑的增多,这种影响将逐步加剧。因此,对海岸电台发信台的电磁辐射环境影响分析是十分必要的。

1 海岸电台发信台概况

1.1 发信台的组成及工作原理 发信台由发信机、馈线和天线组成。发信机的基本任务是:将被传送的音频信号变换为射频 SSB 信号,并将之放大到所需的功率,经天调网络调谐后由天线发射出去。发信机由激励器、线性功放与合成、自动调谐器、电源和微机控制系统等组成。其中激励器完成上述第一项任务,第二项任务由线性功放与合成实现,自动调谐器完成功放与天线间的匹配和调谐工作,电源系统将电源变换为发信机各部分所需电压,微机控制系统实现对发信机的各项控制。发信机的主要任务是调制、搬频和放大,因此其内部必定包含有许多线性和非线性元件,如滤波器、线性放大器、调制器、混频器等。必须将这些元件合理组织起来方能完成发信机的任务,以保证通信质量。

海岸电台发信台的天线类型比较多,包括竖笼天线、斜拉倒 V 三线天线、扇锥天线等等。就山东某海岸电台发信台的竖笼天线而言,极化方式为垂直极化,具有良好的宽频带性能,驻波系数小于 2,水平面内全向,垂直面内低仰角辐射,适合于近距离地波或远距离天波工作,可作为短波发射或接收天线用。该天线架设塔为拉线塔,高 36m;拉线塔设双层三方拉线;需敷设地网半径为 40m,地网铜线 60 根辐射状均布。

发信台天线馈线采用射频同轴电缆,射频同轴电缆敷设在电缆地沟内,发信机射频输出全部从机底下连接。因此,射频同轴电缆从地下直接引入机房活动地板下与发信机连接。

1.2 发信台设备参数 山东某海岸电台发信台设备参数见表 1。

2 污染因素分析

2.1 室内设备污染因素分析 主要为发射机柜、电源柜等。这些设备在设计、制造时采取较好的屏蔽措施,正常运行时不会对周围环境造成电磁辐射污染。

2.2 室外设备污染因素分析 电磁辐射主要来自发信天线,包括天线铁塔、馈线杆、桅杆等。发信时,发信机产生的射频信号,经传输至天线以无线电波的形式向空中或地表面发射,使

周围的电磁辐射场强增高,从而产生电磁辐射。发信时,大功率的电磁波有可能对周围短波通信等系统产生电磁干扰。其主要表现为对电子设备的接收机放大器产生阻塞,接收机无法收到有效音讯。还可能使电子设备的元器件损坏。大功率短波产生的高次谐波对附近居民家中的电视和电话有不同程度的干扰。

表 1 海岸电台发信台主要性能参数

设备名称	技术性能指标
发信机	工作频率:主用 2 187.5kHz,备用 4 384kHz
	发信机功率:1kW
	工作种类: DSC
竖笼天线	工作频率: 2MHz ~ 12MHz
	增益: 7dBi
	电压驻波比: ≤2
	标称阻抗: 50Ω
	功率容量: 2kW
	极化方式: 垂直极化
	方向图: 低仰角,水平面全向
	塔高: 36m
	场地: 半径 35m 的圆
	地网半径: 40m
	环境条件: 工作温度: - 40 ~ 60℃; 湿度: ≤ 95%

山东某海岸电台发信台的主要污染因素是发信台天线发射的电磁波信号。其污染水平取决于发信机功率、天线增益及馈线损耗等。

3 电磁辐射分析标准

3.1 标准限值 《电磁辐射防护规定》(GB 8702 - 1988) 第 2 条电磁辐射防护限值。职业照射:在每天 8h 工作期间内,电磁辐射场的场量参数在任意连续 6min 内的平均值应满足表 2 的要求。公众照射:在 1d24h 内,环境电磁辐射场的场量参数在任意连续 6min 内的平均值应满足表 2 的要求^[1]。

表 2 电磁辐射防护导出限值

类别	频率范围 MHz	电场强度 V/m	磁场强度 A/m	功率密度 W/m ²
职业照射	0.1 ~ 3	87	0.25	(20) ⁻¹
公众照射	0.1 ~ 3	40	0.1	(4) 1

注: (1) 系平面波等效值,供对照参考。

3.2 标准规定 《电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T10.3 - 1996) 第 4.1 款规定^[2]: 公众总的受照射剂量包括各种电磁辐射对其影响的总和,即包括拟建设施可能造成的影响,还要包括已有背景电磁辐射的影响。总的受照射剂量限值

作者单位: 山东省辐射环境管理站, 山东 济南 250117
作者简介: 刘明海(1982 ~),男,山东淄博人,从事辐射环境监测与评价工作。

不应大于国家标准《电磁辐射防护规定》(GB8702-1988)的要求。第 4.2 款规定^[2]:对单个项目的影响必须限制在《电磁辐射防护规定》限值的若干分之一。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《电磁辐射防护规定》中场强限值的 $1/\sqrt{2}$ 或功率密度限值的 $1/2$ 。其他项目可取场强限值的 $1/\sqrt{5}$ 或功率密度限值的 $1/5$ 作为评价标准。因此,确定公众照射的电磁辐射评价标准电场强度为 17.89 V/m ,公众照射磁场强度为 0.045 A/m ,公众照射功率密度限值为 0.8 W/m^2 。

4 电磁辐射水平监测

4.1 监测项目 环境综合电场强度、磁场强度、功率密度。

4.2 监测布点 按照《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)的布设原则^[3],以发信台发射天线为中心,按间隔 45° 的八个方向布设 8 条测量线,每条测量线上选取距天线地面投影点为 50m、100m、150m……500m 等地面不同水平距离布点测量,布设 80 个监测点位。

4.3 监测方法 按照《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)的要求进行^[3],在发信台正常工作时进行测量,每个测点连续测 5 次,每次测量时间不应小于 15s,并读取稳定状态的最大值,取 5 次平均值作为监测点位的测量数据;监测位置离地面高度 1.7m 处。

4.4 监测仪器 EMR-300 电磁辐射分析仪,测量频率范围 $100\text{ kHz} \sim 3\text{ GHz}$ 。

4.5 监测时段 上午 9:00~11:00。

4.6 发信机运行工况 监测时选取发信机功率最大的运行工况,最大发射功率为 850W。选取发信机 2.1875MHz DSC 遇险安全频率。天线为竖笼天线,天线高度为 36m。

4.7 环境条件 天气:晴。

4.8 监测结果 山东某海岸电台发信台天线周围电磁辐射水平监测结果统计见表 3。

表 3 天线周围电磁辐射水平监测结果统计(地面水平环境)

监测点位个数	监测结果范围			天线地面投影点水平距离
	电场强度 (V/m)	功率密度 ($\times 10^{-4}\text{ W/m}^2$)	磁场强度 (A/m)	
8	1.01~6.35	41.0~1105.0	<0.017	50
8	1.41~3.12	60.0~255.0	<0.017	100
8	0.72~2.29	14.0~136.0	<0.017	150
8	0.55~1.12	9.0~37.0	<0.017	200
8	0.70~1.83	15.0~115.0	<0.017	250
8	0.74~1.09	17.0~36.0	<0.017	300
8	0.57~0.91	10.0~23.0	<0.017	350
8	0.64~1.36	12.0~50.0	<0.017	400
8	0.53~1.81	7.0~96.0	<0.017	450
8	0.52~0.78	7.0~18.0	<0.017	500
合计	0.52~6.35	7.0~1105.0	<0.017	50~500

由表 3 可以看出,海岸电台发信台周围 500m 范围内地面水平环境中,电场强度范围为 $(0.52 \sim 6.35)\text{ V/m}$,功率密度范围为 $(7.0 \sim 1105.0) \times 10^{-4}\text{ W/m}^2$,磁场强度范围小于 0.017 A/m ,均低于公众总的电磁辐射电场强度、磁场强度、功率密度标准限值(分别为 40 V/m 、 0.1 A/m 、 4 W/m^2)和单个项目公众照射电磁辐射电场强度、磁场强度、功率密度标准限值(分别为 17.89 V/m 、 0.045 A/m 、 0.8 W/m^2)。

5 安全距离理论估算

5.1 估算模式 根据《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),发信台发射信号的电场强度按下列公式计算:

$$E = \frac{300 \sqrt{PG}}{d} \cdot A \cdot F(\Delta \cdot \varphi) \quad (1)$$

$$A = 1.41 \frac{2 + 0.3X}{2 + X + 0.6X^2} \quad (2)$$

$$X = \frac{\pi d}{\lambda} \cdot \frac{\sqrt{(\varepsilon - 1)^2 + (60\lambda\sigma)^2}}{\varepsilon^2 + (60\lambda\sigma)^2} \quad (3)$$

式中 d —被测位置与发射天线的水平距离(km); P —发信机标称功率(kW); G —相对于接地基本振子(点源天线 $G=1$)的天线增益(倍数); A —地面衰减因子; $F(\Delta \cdot \varphi)$ —对应于垂直极化波(竖笼天线) $=1$; X —数量距离; λ —波长(m); ε —大地的介电常数(无量纲); σ —大地的导电系数 $1/(\Omega \cdot \text{m})$ 。

5.2 距离估算值 海岸电台周围电磁辐射环境预测有关的参数选取如下:

发信机标称功率 P 为 1kW,天线为竖笼天线,天线极化方式为垂直极化,天线增益为 7dBi,波长 λ 为 137.1m,台址的大地介电常数 ε 为 5,大地导电系数 σ 为 0.003。天线水平方向不同距离的电场强度预测结果见表 4。

表 4 天线水平方向电场强度预测结果

序号	与天线中心地面投影点的水平距离(m)	电场强度(V/m)
1	50	18.94
2	60	15.78
3	70	13.53
4	100	9.47
5	150	6.31
6	200	4.73
7	250	3.79
8	300	3.16
9	350	2.71
10	400	2.37
11	450	2.10
12	500	1.89

从预测结果可知,海岸电台发射天线在水平方向随着距离的增加,电磁辐射强度逐渐降低。距天线中心点 50~500m 处电场强度范围为 $(1.89 \sim 18.94)$,其中 60m 处的电场强度为 15.78 V/m ,低于本项目提出的单个项目公众照射电场强度为 17.89 V/m 的评价标准限值,所以安全防护距离为 60m。

采用的理论预测方法较为保守,即公式中所取的参数为:功率为发信机最大功率,增益为天线的最大增益且不考虑馈线损耗的情况下进行预测,预测结果能够说明实际情况,从保护公众和环境的角度分析,预测结果对公众和环境是安全的。

6 结论

在通过对山东某海岸电台发信台天线周围电磁辐射水平的监测和安全防护距离的理论估算,可以看出海岸电台发信台产生的电磁辐射主要在天线附近,只要满足安全防护距离的要求,其电磁辐射水平处于国家规定的限值内,对公众和环境是安全的。因此无论是对拟建或已运行的海岸电台,都要根据电台的技术性能指标、周围地理环境、建筑物规划布局,划定安全防护距离,避免对周围环境和公众造成不必要的伤害。

参考文献:

- [1] GB8702-88 电磁辐射防护规定[S].
- [2] HJ/T10.3-1996 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[S].
- [3] HJ/T10.2-1996 辐射环境保护管理导则-电磁辐射监测仪器和方法[S].

(收稿日期:2010-11-30)