

问题
讨论关于建立大中型电视、通信台、站的
电磁辐射环境评价问题

赵玉峰 于燕华 陈世晖

(北京环境物理污染控制研究中心 北京市劳动保护科学研究所)

由于广播、通信和电气、电子工业的发展而带来的电磁辐射对空间环境的污染问题,已经引起了人们的极大关注。

随着科学技术的进步,我国的广播电视与通信事业也正在迅猛发展。许多地方正在建立或将要建立大中型电视台及卫星通信地面站等设施。因此,一些地区提出了关于建立上述台、站所带来的电磁辐射环境污染与环境评价问题。根据我们进行过的若干台、站电磁辐射污染评价的体会认为,关于建立大中型广播电视、通信台、站的电磁辐射环境评价主要包括以下几个问题:

一、关于视频段与微波段电磁辐射是否对人体的健康构成危害与影响的问题^[1]

讨论电磁辐射是否对人体健康构成威胁,要考虑波型、频率、强度、作用时间等因素。从波型的角度来讲,具有相同的频率和辐射强度,脉冲波对机体的影响比连续波要严重些。从频率来讲,在相同的波型和辐射强度之下,生物学活性基本上与频率成正比。也就是说,微波所引起的生物学活性要大于甚高频(视频),甚高频又大于高频。微波对机体的影响要大些。从强度来讲,在一定强度的辐射作用下,可使人体产生温热作用,有益于人体健康;但强度超过一定的允许限度后,则有害于人体健康。因此,当视频、微波段的电磁辐射环境空间场强度超过环境标准时,就必须考虑电磁辐射长期作用于人体的有害影响——会对人体健康构成某

种威胁。特别是对电磁具有敏感性的人员,则有可能导致一些不良症状的发生。在一定强度的微波辐射作用下,可使人体产生剧烈的温升作用,破坏机体内的热平衡,造成对人体健康的危害。在视频和微波段,过量的电磁辐射会引起比较严重的神经衰弱,造成中枢神经系统机能障碍和植物神经功能紊乱。所以,在建立大中型广播电视、通信台、站时(包括卫星通信地面站),必须考虑随之而来的电磁辐射对周围环境的污染问题。采取积极有效的措施,保护好生产与生活环境。

二、关于视频段、微波段电磁辐射环境安全标准

欲要对广播电视与通信台、站的电磁辐射是否构成环境污染做出评价,首先涉及到视频段与微波段的电磁辐射环境安全标准。目前,国际上若干国家相继制定了视频段和微波段电磁辐射的环境安全标准。国际上通用的环境安全标准取值原则均为该频段作业安全标准的十分之一,即环境安全标准要比作业安全标准更加严格。现将几个主要国家的环境电磁辐射安全标准列于表1(视频、微波段)。

我国尚未制定电磁辐射环境安全标准。但是根据国际通用取值原则和国家标准局关于我国标准应与国际标准相符合的通知精神,我们认为在微波段选用5微瓦/厘米²作为现阶段评价微波辐射环境安全参考标准是

一些国家制定的电磁辐射环境安全标准

表 1

国 家	频 率 范 围	标 准	备 注
加 拿 大	10MHz~300GHz	1mW/cm ²	
捷 克	10MHz~30MHz	2.5V/m	
	30MHz~300MHz	1V/m	
	300MHz~300GHz	2.5μW/cm ² 1μW/cm ²	连 续 波 脉 冲 波
波 兰	10MHz~300MHz 300MHz~300GHz	7V/m 10μW/cm ²	固 定 场
苏 联	<100kHz	20V/m	室外允许标准
	100kHz~3MHz	室外允许标准10V/m 室内允许标准1V/m	
	3MHz~30MHz	室外允许标准4V/m 室内允许标准0.4V/m	
	30MHz~300MHz	室外允许标准2V/m 室内允许标准0.2V/m	
	>300MHz	室外允许标准1μW/cm ² 室内允许标准0.5μW/cm ² 室外允许标准5μW/cm ² 室内允许标准2μW/cm ²	脉 冲 波 脉 冲 波 连 续 波 连 续 波

妥当的。它介于国际上东西方国家的标准之间，基本为我国暂行的微波作业安全标准（50微瓦/厘米²）的十分之一。又鉴于全国高频防护协作组1974年至1978年关于“高频辐射卫生标准（八小时作业标准）”的研究统计结果及标准建议值类同于苏联此频段的安全标准，所以，在视频段选用苏联标准2伏/米作为现阶段评价视频段电磁辐射环境安全参考标准是妥当的。目前，上述参考标准均已在实践中使用。

三、建立大中型广播电视、通信台站的电磁辐射环境评价方法

（一）评价过程

拟建台站的电磁辐射环境评价过程大致如下：首先要了解和掌握拟建台站的工作频率、发射功率、天线型式及架设高度等主要参数；同时，还要了解台站周围环境情况，主要包括拟建台站距附近工厂、机关、学校

和居民住宅区的距离，该台站周围的地形、地貌、房屋、树木、特别是高层建筑物的情况，并作详细记录。因为地面上的树木、建筑物等设施对电磁波有吸收、反射和遮蔽作用，会给拟建台站周围空间电磁场分布状况带来很大影响。其次，根据所掌握的材料，进行理论分析或模拟测试（包括制定测试的具体方案和实施）。第三步，根据理论计算或模拟测试结果，提出具体的评价意见。评价意见主要包括下述内容：

1. 环境电磁辐射安全参考标准，
2. 根据电磁辐射的污染情况，提出拟建台站的选址是否合适的意见，
3. 拟建台站的安全保护区半径，
4. 拟建台站的安全静空距离（微波），
5. 拟建台站对周围建筑物标高的要求（微波）。

（二）理论计算

我们从理论上计算出拟建台站的电磁辐射安全保护区半径和辐射强度,就可以与上述评价标准进行比较。若计算结果(场强值)符合上述标准的要求,一般被认为是安全的,不会构成对人体的直接危害。环境电磁辐射场强度和安全防护区半径计算公式为:

1. 视频段辐射场强计算与保护区半径计算^[3]

(1) 场强计算

$$E = \frac{14\sqrt{GP}}{d} \sin \frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad (1)$$

式中 $h_1 h_2$ ——发、收天线高度(米);

λ ——波长(米);

d ——距发射天线的水平距离(米);

G ——发射天线的相对增益;

P ——发射功率(瓦)。

(2) 保护区半径计算

$$R \geq \frac{14\sqrt{GP}}{E_{\text{环}}} \quad (2)$$

式中 $E_{\text{环}}$ ——环境安全标准允许场强值(伏/米);

GP ——有效发射功率(瓦)。

2. 微波辐射场强计算与保护区半径计算

当微波发射天线未给出仰角时,即可认为是直射。在这种情况下就要求出保护区半径,在保护区半径之外则认为是安全的。

(1) 微波辐射场强计算

① 远近场分界半径 R_0 (米)

$$R_0 = \frac{2D^2}{\lambda} \quad (3)$$

式中 D ——天线直径(米);

λ ——波长(米)。

② 在 R_0 处的功率密度 P_0 (瓦/厘米²)

$$P_0 = \eta \frac{0.0218PA G}{D^2} \quad (4)$$

式中 η ——天线面积利用率;

P ——天线平均发射功率(瓦);

D ——天线直径(米);

ΔG ——方向性因子(以主瓣中心线方向上的方向性系数为1)。

③ 距发射天线 R 处的功率密度 P_A

$$P_A = P_0 f(x) \quad (\text{毫瓦/厘米}^2) \quad (5)$$

式中 $f(x)$ ——功率密度因子;

$$f(x) = 26.1 \left[1 - \frac{16}{\pi} x \sin \frac{\pi}{8x} + \frac{128}{\pi^2} x^2 \left(1 - \cos \frac{\pi}{8x} \right) \right]$$

$$\text{其中 } x = \frac{R}{R_0}$$

通过上式计算后,可求出拟建台站附近某点处的功率密度值。用它与环境安全参考标准5微瓦/厘米²相比,即可做出判断。

(2) 保护区半径计算(有两种方法)

$$\text{① } R = \sqrt{\frac{PA}{4\pi P_s}} \quad (\text{米}) \quad (6)$$

式中 P ——平均辐射功率(瓦);

A ——天线增益;

P_s ——距天线前方 R 处的辐射能量密度(此处取环境安全参考标准值5微瓦/厘米²)。

$$\text{② } R \geq R_0 \sqrt{\frac{P_0}{P_s}} \quad (\text{米}) \quad (7)$$

式中 P_s ——环境辐射安全参考标准值5微瓦/厘米²;

R_0 与 P_0 的计算方法分别同于上述微波辐射场强计算中的①和②。

3. 微波天线主视方向下的安全静空距离与建筑物标高的计算

当微波发射天线给出仰角时,就要计算主视方向下的安全静空距离与建筑物标高。只要保证足够的安全静空距离,并控制建筑物的高度,基本上就可以防止微波辐射对人体的直接危害。原则上,在安全静空距离范围内不应建造住宅区。

(1) 安全静空距离 d (米)

$$d = \left(\frac{D}{2} - \frac{D}{2.4} \log \frac{P_{\text{环}} D^2}{393P} - H_0 \cos \alpha \right) / \sin \alpha \quad (8)$$

式中 D ——天线直径(米);

$P_{\text{环}}$ ——允许功率密度(微瓦/厘米²);

P ——天线发射功率(瓦);

H_0 ——天线中心距地面高度(米);

α ——天线仰角。

(2) 微波天线主视方向下某点允许的建筑物标高 h (米)

$$h = (L - d) \operatorname{tg} \alpha \quad (9)$$

式中 L ——建筑物距发射天线的距离 (米);

d ——安全静空距离 (米);

α ——天线仰角。

(三) 模拟测试

在做大中型电视、通信台站的电磁辐射环境评价时,除了理论计算的方法之外,还可以进行场强模拟测试。根据测试结果提出具体的评价意见。这同样是一种可行的方法。

所谓模拟测试,就是根据拟建台站的相关参数及拟建地点周围环境情况,寻找一个与之类似的已建成的台站,对其辐射的空间场强进行测量。测量数据可作为拟建台站电磁辐射环境评价的依据。模拟测试的具体做法是:

1. 正确选择被测对象

进行模拟测试,首先要正确地选择被测对象。如果被测对象选择不当,模拟测试本身及测量所得数据都是没有意义的,不能作为评价依据。工作频率、发射功率及天线架设高度是选择被测对象的主要条件。被测对象的上述三个条件和拟建台站的参数越接近越好。

2. 正确选择测试仪器

在做模拟测试时,要根据拟建台站的工作频率来选择测试仪器。国内常用的测试仪器有下述几种:

(1) RR3型(远场)场强测量仪

①使用频率范围: 28~500兆赫。

②场强测量范围: 28兆赫为 9~110 (分贝),

500兆赫为 35~110

(分贝)。

③场强测量误差: ± 3 (分贝)。

④背景噪声引起的误差: 不超过 1 (分

贝)。

(2) DCHY-801型甚高频近区电场测量仪

①使用频率范围: 75~600兆赫。

②场强测量范围: 5~500伏/米。

③测量误差: $< 25\%$ 。

④使用条件: 环境温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$,

相对湿度 $\leq 80\%$ 。

(3) 微波漏能测试仪

①使用波长范围: 3.3~33厘米。

②功率密度测量范围: 0~30毫瓦/厘米²。

③指示器精度: 不大于满刻度的 $\pm 5\%$ 。

④使用条件: 环境温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$,
相对湿度 $65\% \pm 15\%$, 大气
压力 750 ± 30 毫米汞柱。

3. 测试方法^[2]

测试一般是采用梅花瓣法。这种方法是以前被测台站的发射天线为中心,在每间隔 45° 角的八个方位上进行不同半径的定点测量;也可根据拟建台站的实际情况选择其它的测试方位。但应注意选择空间开阔的地点进行布点测试。测试布点与发射天线的水平距离要根据拟建台站周围环境的实际情况来确定(如10米, 20米, 30米, 40米等)。在进行测试时,要做好测试记录。测试记录包括如下内容:

(1) 测试时间, (2) 所使用的仪器, (3) 参加测试人员, (4) 被测台站名称, (5) 被测台站功率, (6) 被测台站工作频率, (7) 被测台站发射天线架设位置及架设高度, (8) 测试数据(格式见表2), (9) 在测试工作中需要说明的若干问题。

在实际工作中,理论计算和模拟测试的方法最好同时使用,以提高评价的准确性和可靠性。

(下转第55页)

(上接第70页)

测试数据记录表 表 2

测试方式	北	东北	东	东南	南	西南	西	西北
距天线水平距离 (m)								
场强(V/m)								
地形、地貌								

对于拟建中的大中型广播电视、通信台站,在做电磁辐射环境评价的同时,应结合《关于划分大中城市无线电收发信区域和选

择电台场地暂行规定》、《收发信中心场地的技术要求》和《发射中心场地的技术要求》[(79)无发文53号]的有关规定精神,进行综合分析,妥当选址与精确设计,使大中型广播电视、通信台、站的建设与环境保护和城市规划相一致。

参 考 文 献

- [1] 赵玉峰, 环境电磁工程学, 40~50, 化学工业出版社, 北京, 1982。
- [2] 赵玉峰等, 无形的污染及防治, 37~60, 工人出版社, 北京, 1983。
- [3] 郑春瑞译, 新电波技术(上册), 86~100, 科学技术文献出版社, 北京, 1981。