

调查与评价

威海市广播电台电磁辐射环境影响的研究

路德明 温从江 王恕铨 王宝升 胡保革

(青岛海洋大学物理系, 青岛 266003)

摘要 通过理论分析计算和实地的模拟测试, 探讨场源辐射场强 E 随距离 r 的一次反比衰减规律。对 10kW 中波发射天线, 在 $r > 75\text{m}$ 的区域内, 地面附近 (距地面 2m 处), 场强 $E < 25\text{V/m}$, 不会超过国标 GB9175-88 中对长中短波规定的卫生要求的“二级标准”; 在 $r > 150\text{m}$ 的区域内, 地面附近场强 $E < 10\text{V/m}$, 符合国标卫生要求的“一级标准”; 但在 $r > 200\text{m}$ 范围内的高层建筑的外部 (例如楼顶平台) 则有可能超过国标规定; 对非接地的金属导体由于感应充电和二次辐射, 可能造成对人体的电热损伤。

关键词 环境影响评价, 电磁辐射, 广播电台, 电磁污染。

根据威海市统一规划, 威海市广播电台发射天线需从现址东涝台迁往新址槐云村。根据国家卫生部 1987 年发布的《环境电磁波卫生标准》(GB9175-88), 市环保局要求对新址电磁辐射环境影响做出预评价。笔者于 1992 年 6 月对现址和拟迁往的新址的环境电磁辐射水平进行了测试, 并做出了评价报告。此项工作在山东省首次开展, 可为今后开展全面电磁污染调查研究提供参考。

1 环境电磁污染场强测量方法

首先对威海市广播电台发射天线的现址和拟迁往的新址 (下简称“现址”和“新址”) 的自然环境、社会环境进行调查, 收集有关发射台的资料, 诸如发射塔高度、天线形式、工作频率、工作时间及覆盖范围等。同时进行主观调查, 听取现址周围居民, 发射台工作人员以及在附近施工的建筑工人的主观反映。其后拟定具体的测试方案, 测量现址电磁辐射水平, 和新址电磁辐射本底水平。最后为了预估天线置入新址后对周围环境的影响, 进行了模拟测试和理论计算。

1.1 布点方法

现址地形平坦开阔, 3 个铁塔式发射天线 (10kW 1 个, 1kW 2 个) 高度均为 87m, 其分布呈

准等腰三角形形状 (见图 1), 发射为全方向, 地平面下约 0.5m 处铺设地网 (呈辐射状, 每隔 1.5° 埋设长约 60—80m 的铜线构成), 以减少地损失。为此, 笔者采用梅花瓣式布点方法, 以 10kW 发射塔基为中心, 在间隔 45° 的 8 个方向上布点, 每方向上在距中心 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150, 180, 200, 250, 300m 处设测量点, 共 144 个点, 获得数据 4320 个。

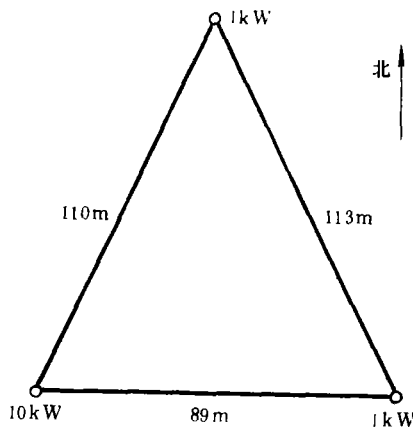


图 1 现址 3 座发射天线塔基分布平面示意图

对新址, 着重考虑对辐射污染敏感的区域进行有重点地布设测量点。如在山东大学分院

内、山大分校宿舍后院墙附近、建筑公司宿舍周围以及拟建的中学和停车场区域内设点,共 21 个,获测量数据 420 个。

1.2 测量时间

分别在上午(8:00—9:30),下午(17:00—18:30)、晚间(20:00—22:00)各测量一次。

1.3 测量仪器和观测读数时间

701 型三维场强计(武汉 701 所产品,误差小于 $\pm 1\text{db}$,测量前仪器经厂方校准),场强计天线置于距地面 2m 左右高处。读数观察时间 $\geq 15\text{s}$,即每隔 15s 读数一次,每个测量点每次测量时读取 10 个数据。

表 1 现址场强测量值¹⁾

距离 $r(\text{m})$	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	180	190	200	250	300
东北	40.2	41.2	42.0	38.2	32.4	30.0	26.3	22.1	26.4	17.4	15.7	14.5							
北	71.4	51.4	42.0	38.4	31.8	26.6	22.2	18.3	17.4	15.8	13.7	13.0	10.9	9.8			10.2	9.0	5.0
西北	99.3	63.6	48.0	28.7	22.0	19.2	17.8	15.7	12.7	11.4	10.0								
西	116.4	64.2	46.8	37.6	26.5	20.9	19.8	17.6	16.0	14.5	13.3	12.6							
西南	135.6	62.8	50.0	37.7	29.1	25.2	22.3	20.2	18.2	16.1	14.8	13.5							
南	131.1	62.8	50.6	45.2	35.9	32.1	30.5	29.4	27.4	21.2	19.2	17.3	15.5	8.6	3.5	2.0			
东南	104.8	43.2	40.5	40.0	30.2	25.8	27.5	26.0	25.4	24.8	24.2	19.9	15.0	11.6			6.0	1.8	

1) r 为距 10kW 发射天线的水平距离,场强计接收天线离地面高 2m,东方及其他方向中的某些点,因障碍物而未测

测量结果见表 1。

1.4 理论计算与模拟测试

为了预估发射天线置入新址后周围环境电磁辐射水平,进行理论计算与模拟测试。

对波长 200—2000m 的中波,在 $r < 150\text{km}$ 范围内接收的讯号完全靠地波。视地面为平滑的,且具有均匀的介电常数和电导率,场强可按下列公式进行理论计算^[1]:

$$E = \frac{2.45 \times 10^2}{r} \sqrt{P \cdot D \cdot W} \quad (1)$$

式中, E 为电场强度(V/m); P 为发射功率(kW); D 为方向因子; r 为测点与发射天线的水平距离(m); W 为衰减因子,它与地面的电性参数、电磁波波长以及距离 r 有关,可按(2)和(3)式计算:

$$W = \frac{2 + 0.3x}{2 + x + 0.6x^2} \quad (2)$$

$$x = \frac{\pi r}{\lambda} \cdot \frac{\sqrt{(\epsilon - 1)^2 + (60\lambda\sigma)^2}}{\epsilon^2 + (60\lambda\sigma)^2} \quad (3)$$

式中, x 为辅助参量(称数量距离), λ 为波长(m); ϵ 为介电常数, σ 为电导率($\Omega^{-1}\text{m}^{-1}$)。当 $\epsilon \gg 1$, $60\lambda\sigma \gg \epsilon$ 时,

$$x = \frac{\pi r}{60\lambda^2\sigma} \quad (4)$$

根据本工作实际情况,取 $\epsilon = 10$, $\sigma = 10^{-3}$

$\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $D = 1.5$, $\lambda = 248\text{m}$ 作为估计,为了简化计算,取 $P = 10\text{kW}$ 。理论计算结果见表 2, $E-r$ 曲线见图 2。

经验证明,在评价区域内,由于地面土质的电性参数、地形、植被、建筑物等诸多因素的影响,理论值与实测值有差异(这与有关文献*报道的情况相符)。为此本文着重进行实地模拟测试。

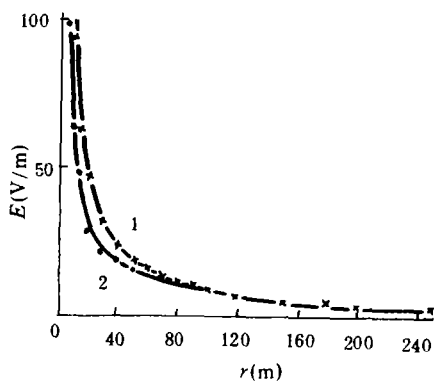


图 2 $E-r$ 曲线

1. 理论值 2. 西北方向实测值

* 北京劳动保护研究所电磁室,北京环境物理污染控制研究中心电磁室。北京市电磁辐射污染调查、分布规律与控制技术的研究。1988,2

表 2 场强的理论计算值

$r(m)^{1)}$	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	180	200	250	300	1000
$E(V/m)$	189	94.6	63.0	47.2	31.3	23.4	18.7	15.5	13.3	11.6	10.2	9.2	7.6	6.0	5.0	4.4	3.5	2.9	0.7

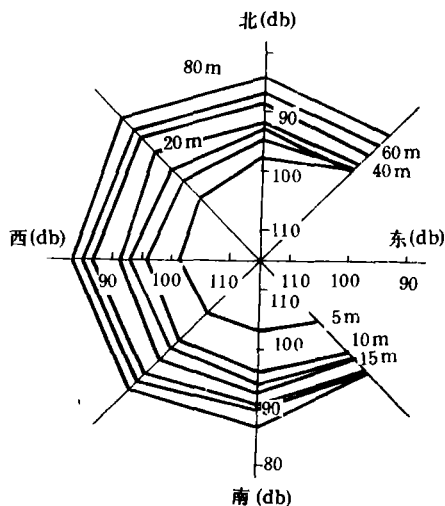
1) r 为距 10kW 天线的水平距离(m)

图 3 等距离场强分布图

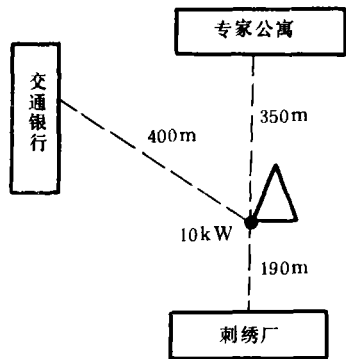


图 4 现址天线与周围主要建筑物位置关系平面示意图

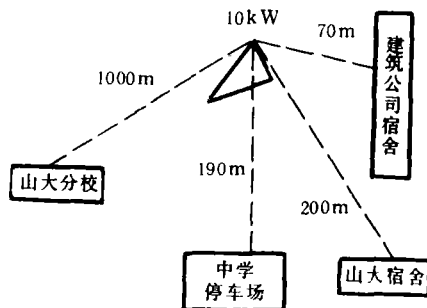


图 5 新址天线与周围主要建筑物位置关系平面示意图

现址和新址发射天线与周围主要建筑物相关位置如图 4 和图 5 所示。两址均处开阔平原地带,且地形地貌颇为相似。故以现址的电磁辐射作为对新址的模拟是合理可行的。因此,对现址附近的刺绣厂大楼、交通银行和专家公寓主体大楼施工工地分别设点作模拟测试。在每层楼选设 3 个测试点,每点分窗内外两个位置测量,楼顶平台选设一个测试点;每个测试点分别于白天和晚间各测一次。共设 40 个点,获数据 780 个,其平均值见表 3 和表 4。

表 3 刺绣厂大楼场强测量值(V/m)

楼层	测时	测 点					
		A		B		C	
		内	外	内	外	内	外
1	昼	0.85	0.82	0.87	0.84	0.57	0.68
	夜	0.31	0.32	0.31	0.33	0.31	0.31
2	昼	0.41	1.1	0.39	0.89	0.38	0.86
	夜	0.76	2.6	0.70	2.5	0.78	2.6
3	昼	0.91	4.7	1.2	4.8	1.3	4.0
	夜	0.87	4.6	1.2	4.6	0.96	4.5
4	昼	0.36	3.4	0.36	3.7	0.19	3.7
	夜	0.33	3.5	0.32	3.6	0.18	3.6
楼顶	昼	8.8	22.6	9.6	23.4	9.3	23.1
	夜		23.0	10.0	23.2	9.5	23.5
楼顶平台	昼		43.4				
	夜		44.2				

表 4 交通银行、专家公寓场强测量值(V/m)

楼层	交通银行大楼		专家公寓	
	上午	下午	上午	下午
1	0.19	0.39	0.61	1.27
2	1.04	1.23	0.43	0.82
3	1.30	2.04	0.19	0.97
4	0.99	3.47	0.18	0.99
5	0.78	6.50	0.28	1.60
6			0.34	7.60 ¹⁾

1) 顶部尚未安装,比较开阔

1.5 局部强场强点的特别测量

据建筑工地工人主观反映,工地塔吊挂钩有“麻电”、灼烫现象,为此对交通银行、专家公寓工地的塔吊挂钩处及钩体表面的场强做特别测量,其测量值见表 5。

表 5 塔吊挂钩附近场强测量值¹⁾

编 号	1#			2#			1#	
水平距离(m)	0.7	1.0	1.7	0.7	1.0	1.7	0.05	0.2
场强(V/m)	>275 145 72.3			>275 103 43.6			2.35	0.19
测量时间	17:00			17:00			9:30	
发射机状态	工作			工作			关机	

1) 1# 挂钩位于发射塔西北 200m(交通银行工地),离地面高度 1.2m;2# 挂钩位于发射塔北 300m(专家公寓工地),离地面高度 1.1m

3 数据处理

通过实地的各项测量,共获取原始数据 5530 个,对这些数据经计算机统计处理后,汇于表 1,表 3 和表 4 中;并依表 1 数据绘制 $E-r$ 曲线、等距离场强分布曲线(图 2、3)。为便于对照参考,将理论计算值的 $E-r$ 曲线一并绘于图 2 中;依塔吊的场强测量值做曲线,求出场强的外推值。

4 结果分析与评价

(1)从据场强测量值绘制的各个测量方向上的 $E-r$ 曲线(图 2 只给出西北方向的 $E-r$ 曲线)明显地看出,场源辐射 E 随距离 r 的增加而递减的衰减规律,基本上与理论计算的 $E \propto \frac{1}{r}$ 的变化规律相符合,尤其当 $r > 50\text{m}$ 时,理论曲线与实测曲线颇为接近。当然,由于地形、地貌和建筑物等因素的影响,在各测量方向上等距离点的场强大小有差异(见图 3),但这一衰减规律是一定的,表现出电磁污染的距离特性:距场源近,污染重,远离场源,污染轻。

据上述分析和实地的模拟测量可以预计,发射天线置入新址后,地面附近(距地面 2m 高处)场强值在 $r < 75\text{m}$ 的区域内,可超过国标 GB9175-88 中对长中短波规定的卫生要求的“二级标准”($E > 25\text{V/m}$),对人体可带来有害影响;

在 $r > 75\text{m}$ 的区域,不会超过国标卫生要求的“二级标准”;在 $r > 150\text{m}$ 的区域,符合国标规定的卫生要求的“一级标准”($E < 10\text{V/m}$)。例如山东大学分校院内($r = 1000\text{m}$),依模拟测试估计场强值小于 2V/m ,据理论计算估计场强值小于 1V/m ;山大宿舍后院墙外($r = 200\text{m}$),据模拟测量,其场强值约 $0.3-5\text{V/m}$,理论计算值约 4.5V/m ,楼内,室内由于墙壁的屏蔽,其场强值相应还要低些。因此新址发射天线的防护半径取 $r = 150\text{m}$ 为宜,至少不小于 100m 。

(2)在 $r < 200\text{m}$ 范围内的高层建筑的外部,例如楼顶平台,则有可能超过国标 GB9175-88 规定的“二级标准”(见表 3)。可见,若楼层较高(如五层以上),有可能受到较强的电磁污染。

(3)发射塔附近的建筑工地(交通银行、专家公寓工地)塔吊挂钩附近的电磁辐射相当强(表 5),大大超过国标,场强外推值达 1000V/m (测量时读数已超过仪器的最大量程 275V/m),因此,操作工人长时间处于强电磁场下作业,有损于健康。经笔者对发射天线工作时和关机时的对照测量(表 5)确定此现象与威海市广播电台广播同步发生。其原因主要是塔吊及相关部件接地不良造成挂钩金属二次辐射所致;金属块产生高频涡流易造成对人体的电热损伤。

5 结语

结合威海市广播电台发射天线的搬迁工程,对电磁辐射环境影响进行实地调查、模拟测量和理论计算,并就场源辐射场强 E 随距离的增加而递减的衰减规律进行了研究,理论的预计与实际的测量较为符合。依据国标 GB9175-88 中“对新建、改建或扩建电台、电视台和雷达站等发射天线,在其居民覆盖区内,必须符合‘一级标准’的要求”(对长、中、短波 $E < 10\text{V/m}$),经测量认为,就 10KW 中波发射天线而言,对居民的保护半径以 150m 为宜,起码不应小于 100m 。

参考文献

- 1 谢处方,电波与天线。北京:人民邮电出版社,1962:83—85

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

compounds.

Key words: pollution of indoor air, oxygen consumption, total organic compounds.

Development of a Novel Automatic Water Sampler.

Huang Juwen et al. (School of Environmental Engineering, Tongji University, Shanghai); *Chin. J. Environ. Sci.*, 14(6), 1993, pp. 63—65

For this development, computer technique was applied to the sampling instrument to realize the mankind-machine interaction, and to achieve the goal of intelligentization. Some reliable, lower cost elements for water sampling, memory and convention were used to realize auto-sampling. The control system of this sampling instrument adopted a monistic microprocess. The 8031 chip was used as a microprocessor, coordinated with peripheral interface circuits and function keyboard, to make it compact and low cost. The sampling and storage system consists of a wriggle pump, electromagnet, machanical transfer devices, water sample storage tank and container. This system has a simple structure with a smooth and steady operation and can be operated continuously or intermittently. Sampling time, sampling period and sampling bottle switching can be adjusted arbitrarily to collect water sample accurately, reliably and conveniently.

Key words: computer's technique, control, water sampling.

Determination of Trace Amounts of Se with Oscillopolarography.

Jiang Zhiliang et al. (Department of Chemistry, Guangxi Normal University, Guilin 541004); *Chin. J. Environ. Sci.*, 14(6), 1993, pp. 66—68

In 0.60mol/L acetic acid medium, the complex of Se(IV) and sulfanilic acid exhibits a sensitive and selective oscillopolarographic wave at -0.63 V vs. SCE. This provides a new oscillopolarographic method for the determination of Se in the range of 0.3—80ng/ml. The detection limit is achieved at 0.15ng/ml. Se in real samples was analysed by this method, with satisfactory results.

Key words: Se, sulfanilic acid, oscillopolarography.

Study on the Environmental Impact Caused by the Electromagnetic Radiation of Weihai Broadcasting Station.

Lu Deming et al. (Dept. of Physics, Qingdao University of Oceanography, Qingdao); *Chin. J. Environ. Sci.*, 14(6), 1993, pp. 69—72

The attenuation of the electrical field strength E of an electromagnetic source was investigated theoretically and experimentally. For the 10kW medium wave transmitter, the electrical field E is

less than 25V/m for distances $r > 75$ m near the ground (2m above the ground), which is lower than the "Second Class Standard" stipulated in the State Standard GB9175-88. For distances $r > 150$ m, the field strength near the ground is less than 10V/m, which is lower than the "First Class Standard". However, it is discovered from the measurements that at places such as the platforms on top of high buildings within 200m the field strength can be so strong that it exceeds the State Standard value, and that injures to human bodies can be caused by metal structures poorly earthed due to induction charge and secondary radiation.

Key words: environmental impact assessment, electromagnetic radiation, broadcasting station.

Vector-operator: A New Method for Environmental Quality Assessment and Environmental Management.

Wang Haifeng et al. (Institute of Environmental Science, Beijing Normal University, Beijing 100875); *Chin. J. Environ. Sci.*, 14(6), 1993, pp. 73—76

This paper deals with a systematical analysis on the common methods for environmental quality assessment and a new method suggested for environmental quality assessment, called Vector-Operator. This method, by mainly considering the most important environment elements while not neglecting other environment elements, uses some special arithmoprocess but maximal operator and cluster analysis. It is able to present better the real conditions of the environment. It is of general purpose and of comparability. It can be extended, repaired, modified and modelled. It not only serves effectively for science research but also provides a convenient means for decision-making, management and evaluation.

Key words: environmental assessment, environmental management, Vector-Operator.

Influence of Cloud on Solar Ultraviolet Radiation.

Bai Jianhui (Institute of the Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029); *Chin. J. Environ. Sci.*, 14(6), 1993, pp. 77—78

Cloud has an important effect on the solar ultraviolet radiation reaching the ground. Based on one year data in Xianghe Synthetical Observation station, an empiric epuation for calculating the solar ultraviolet radiation under cloudy sky conditions is obtained by using correlation analysis, and the results of the calculation are satisfactory. A simple analysis for the decrease in the solar ultraviolet radiation under cloudy sky conditions is given.

Key words: cloud, solar ultraviolet radiation, cloud fraction.