

移动通信基站电磁辐射时空分布及衰减特征

Space - time distribution & attenuation feature about electromagnetic radiation of mobile communications base station

张海鹏¹, 潘超², 夏远芬², 王圣², 田立泉³

(1. 南京信息工程大学 环境科学与工程学院, 江苏 南京 210042;

2. 国电环境保护研究院, 江苏 南京 210031; 3. 河北省环境保护厅, 河北 石家庄 050051)

摘要:根据理论计算公式和实测数据, 研究基站电磁辐射水平、垂直方向的衰减趋势, 分析影响基站电磁辐射时空分布的各种因素, 认为基站电磁辐射实际影响范围要远小于安全防护距离。

关键词:移动通信基站; 电磁辐射; 时空分布

Abstract: Based on theoretical calculation and actual measurement data, the attenuation tendency in horizontal and vertical direction of electromagnetic radiation from base station has been researched, and the influencing factors of the space - time distribution of electromagnetic radiation were analyzed. The conclusion showed that the practical influence of base station was much less than safe guarding distance.

Key words: mobile communications base station; electromagnetic radiation; space - time distribution

中图分类号: X591

文献标识码: B

文章编号: 1009 - 4032(2009)04 - 055 - 03

近年来, 我国移动通信事业迅猛发展, 2007年手机用户数量已经达到5.40亿, 预计到2010将增长到7.38亿^[1]。为保证通信网络的覆盖面和质量, 移动运营商建设了大量的移动通信基站, 不可避免地增大了环境电磁辐射水平, 使移动通信基站的电磁辐射问题逐渐引起社会和公众的广泛关注^[2]。

电磁辐射实际衰减形式复杂多样。一直以来, 模拟基站电磁辐射时空分布, 界定其影响范围是基站电磁辐射环境影响评价的重点和难点。研究移动通信基站电磁辐射时空分布特征和衰减规律, 对于移动通信基站环境影响评价具有重要的意义。

1 相关规章和标准

为防止电磁辐射污染, 保护环境、保障公众健康, 国家颁布了《电磁辐射防护规定》(GB8702 - 88)、《环境电磁波卫生标准》(GB9175 - 88)两项国家标准。1997年, 原国家环保局颁布了《电磁辐射环境保护管理办法》、《电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2 - 1996)及《电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T10.3 - 1996)。2007年, 国家环保总局印发了《移动通信基站电磁辐射环境监测方法(试行)》(环发[2007]114号), 进一步规范和加强了移动通信基站电磁辐射环境监测和管理工作。

2 基站电磁辐射的理论分布和影响因素

HJ/T10.2 - 1996中远场轴向功率密度的计算公式:

$$P_d = \frac{\sum PG}{4\pi r^2} \times 100 (\mu\text{W}/\text{cm}^2) \quad (1)$$

式中 P 为发射机平均功率, W; G 为天线增益, dB; r 为天线与被测点距离, m。

公式(1)显示, 电磁辐射(功率密度)与测点距离的平方成反比。也就是说, 在自由空间中单一移动通信信号是随距离的平方呈指数曲线衰减。

HJ/T10.3 - 1996中规定, 普通单个项目取GB8702 - 88中功率密度限值的1/5作为评价标准($8\mu\text{W}/\text{cm}^2$), 代入公式(1)可以推算出基站天线的安全防护距离。现实环境中, 因移动通信基站电磁辐射受多种因素的影响, 实际水平保护距离一般在30m左右、垂直保护距离在5m左右。移动通信基站电磁辐射影响因素有:

(1) 天线架设方式。基站的天线挂高、俯仰角、方位角决定了基站主辐射平面的位置^[3], 进而影响基站天线的水平保护距离和垂直保护距离。

(2) 地形地物。不同的地形、植被、建筑物可以使电磁波产生不同程度的吸收、反射、折射和绕射,

造成电磁辐射空间分布的不均匀,甚至产生区域性的超标或者信号盲区。

(3)话务量。话务量会影响基站电磁辐射水平,话务量大小与电磁辐射强度成正相关。

(4)其他因素。温度和湿度会对电磁辐射的传播特性及路径产生影响。大气中的气溶胶和悬浮物对电磁波有吸收和散射作用,可引起传播损耗。

3 基站电磁辐射的分布特征

移动通信基站的发射天线可分为全向天线和定向天线。全向天线对周围环境的辐射较为均匀,而定向天线具有强度较大的主轴效应,主瓣方向的电磁辐射明显大于非主瓣方向。此外,移动通信基站的电磁辐射还具有垂直和水平两个方向特性⁴。

3.1 水平方向衰减特征

移动通信基站辐射场分为近场区和远场区。在距离 r 满足下式时视为近场区,反之为远场区。

$$r \leq 2D^2/\lambda \quad (2)$$

式中 D 为天线最大线尺寸, m ; λ 为发射电磁波波长, m 。

对于 900 MHz 的移动天线,近场区距离一般为 $6 m^{[5]}$ 。由于近场区的电磁场强度较大,应重点关注。这里以典型基站 I 为例(技术参数详见表 1),该基站为农村平原站,周围地势平坦,除基站机房外无任何建筑物。

表 1 典型基站 I 技术参数

天线挂高 /m	标称功率 /W	增益 /W	俯仰角 /°	水平 半功率角/°	垂直 半功率角/°
21	20	16.5	3	65	9

在典型基站 I 的 A 扇区主瓣方向,距离 A 扇区天线垂直投影 0、0.5、2.5、5、10、15……50 m 处设监测点,监测结果见图 1。

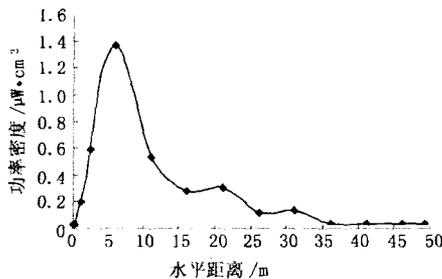


图 1 典型基站 I 电磁辐射水平方向变化趋势

由图 1 可知,典型基站 I 的电磁辐射值远小于评价标准,且在近场区较大,辐射强度波动性强。电磁辐射值随着测点距离的增加而逐渐变大,出现最大值后呈指数级衰减,并伴有一定的波动,35 m 以外趋于背景值水平。

3.2 垂直方向衰减特征

在城郊及农村地区,移动通信基站的立塔类型多为落地塔。这类基站电磁辐射的垂直分布虽然与天线挂高、增益、俯仰角、垂直半功率角等因素相关,但总体趋势与水平方向类似,呈波动衰减趋势;在城镇等人口密集区,为减少成本、节约土地,大多数移动通信基站的发射天线都设置在高层建筑的楼顶,立塔类型多为楼顶塔。

为了研究楼顶基站发射天线对高层建筑的垂直影响,选取建设在某 9 层楼顶的移动通信基站作为典型基站 II,其技术参数详见表 2。

表 2 典型基站 II 技术参数

天线挂高 /m	标称功率 /W	增益 /W	俯仰角 /°	水平 半功率角/°	垂直 半功率角/°
43	20	15.5	6	65	9

从典型基站 II 所在 9 楼顶开始,逐层布点。每层选取阳台、窗口、室内中央位置等多处监测点,取最大测量值,监测结果见图 2。

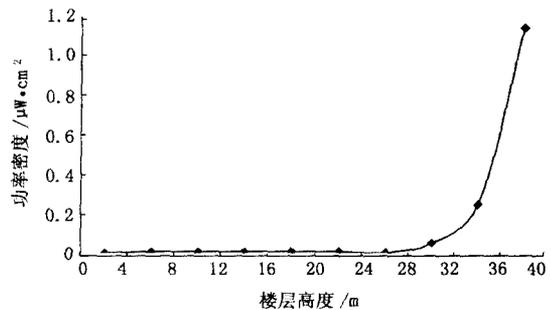


图 2 典型基站 II 电磁辐射垂直方向变化趋势

由图 2 可知,典型基站 II 的电磁辐射最大值出现于楼顶。由于楼层的阻挡、吸收,电磁辐射值随楼层降低迅速衰减,并趋同于背景值。此结果说明楼顶塔型基站电磁辐射对所在楼的室内空间影响较小,仅对楼顶空间有明显影响。

因此,对于设置移动通信基站的高层建筑,要做好楼顶通道的管理工作,在楼顶入口设立警示标记,禁止公众进入。

3.3 复合场强影响

复合场强是基站电磁辐射超标的重要原因,在分析这类基站电磁辐射影响时要考虑多个辐射源的复合影响。微波通讯、广电通讯、军事通信设施等电磁辐射源会在其周围环境中产生较大辐射背景值,与附近的移动基站形成复合场强。此外,目前基站共站址现象十分普遍,常常在一个站址附近有多个辐射源^[6],形成复合影响。以典型基站Ⅲ为例(参数详见表3),该基站为落地钢杆塔,GSM900和GSM1800天线共站架设,周围无明显障碍物。

表3 典型基站Ⅲ技术参数

类型	天线	标称	增益	俯仰角	水平		垂直
	挂高/m	功率/W	/W	/°	半功率角/°	半功率角/°	
GSM900	30	20	15.5	3	65		9
GSM1800	36	20	16.5	3	65		9

为了分别测量两种天线的辐射场强,采用场强仪EMR-300和SRM-3000对该基站天线进行选频测量,在距离天线垂直投影0、0.5、2.5、5、10、15……50m处设监测点,读取GSM900和GSM1800天线频段场强最大值。

根据《移动通信基站电磁辐射监测方法》(试行)规定,基站复合场强为两个或两个以上频率的电磁波复合在一起的场强,其值为各单个频率场强平方和的根值,可用下式表示。

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2} \quad (3)$$

$$S = E^2/377 \quad (4)$$

式中 E 为复合场强,V/m; E_1, E_2, \dots, E_n 为单个频率的场强值; S 为功率密度, W/m^2 。

根据测量值和公式(3)、(4),得出典型基站Ⅲ的环境电磁辐射值,结果见图3。

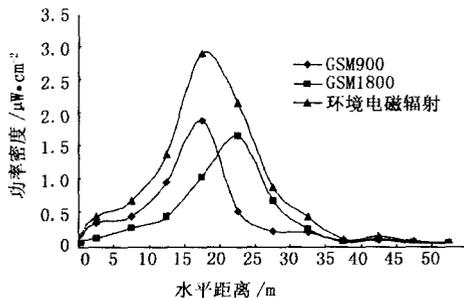


图3 典型基站Ⅲ环境电磁辐射

由图3可知,典型基站Ⅲ的GSM900天线挂高相对较低,增益也较小,首先出现辐射最大值,随后出现GSM1800的峰值,而环境电磁辐射峰值出现于两者之间,且大于GSM900和GSM1800峰值。可见,典型基站Ⅲ的电磁场复合影响大于单个电磁场,但环境电磁辐射值小于评价标准。因此,在新建基站选址时应充分考虑背景辐射影响,尽量避开现有辐射源,不在人口密集区及环境敏感区设置共站类移动基站。

4 结语

根据理论计算公式,基站电磁辐射水平随距离呈指数曲线衰减。实际传输过程中,基站电磁辐射受背景辐射、天线架设方式、地形地物、话务量、温度、湿度及大气环境等多种因素影响,在水平方向和垂直方向呈现出不同的时空分布特征。在水平方向上,电磁辐射值在天线近场区较大,波动性强;出现最大值后,其值随距离呈指数级波动衰减。楼顶塔型基站电磁辐射最大值出现在楼顶,遇到楼层阻挡后,电磁辐射会迅速衰减至背景值。

由移动通信基站电磁辐射的时空分布及衰减特征可知,电磁辐射的实际衰减速率远大于理论值,其实际影响范围也远小于安全防护距离。因此,只要在基站建设过程中合理选址,适当调整天线挂高和架设方式,就可以保证基站周围环境敏感点环境电磁辐射满足HJ/T10.3-1996中的标准限值。

参考文献:

- [1] IE Market Research. 2008年一季度移动预测;2008-2010年中国市场[EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/newmedia/2008-02/03/content_7560496.htm, 2008-02-03.
- [2] 陈昉, 陈成章, 年冀, 等. 广州市GSM移动电话基站发射电磁波对环境污染影响分析[J]. 中国环境监测, 2002, 18(2): 55-58.
- [3] 姜维国, 卜立军, 王学诚. GSM移动通信基站电磁辐射污染状况研究[J]. 环境监测管理与技术, 2006, 18(5): 35-38.
- [4] 王亚民, 张永富, 张金明. 移动通信基站电磁辐射环境监测布点的讨论[J]. 辐射防护通讯, 2002, 22(3): 27-29.
- [5] 陈继光, 温如春, 陈伟文. 移动通信基站电磁辐射影响因素分析[J]. 上海环境科学, 2002, 21(2): 118-121.
- [6] 王毅, 麻桂荣, 郭幼英. 移动通信网基站电磁辐射调研及居民环境超标原因分析[J]. 中国环境监测, 2002, 18(3): 44-46.

收稿日期:2009-04-30;修回日期:2009-06-17

作者简介:张海鸥(1981-),女,江苏如皋人,在职硕士研究生,研究方向为环境科学。E-mail:pezh@163.com