

移动通信基站的电磁环境影响分析与评价

王荣锁¹, 杨 本², 杨国陈¹

中图分类号: X837 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)04-0459-02

【摘要】 目的 以现场监测和理论估算为基础,分析移动通信基站对周围环境的影响,引导人们正确认识发射类电磁辐射污染源设备应用性与污染性并存的特点,及通信基站对周围公众和环境的影响。方法 简介移动通信网络构成、电磁辐射控制标准,移动通信基站周围环境监测及理论估算。结果 通过现场监测和理论分析,在近场范围内,电磁辐射水平均处于国家规定的限值内。结论 移动通信基站只要选址合理,其电磁辐射对周围环境和公众的影响不明显,对环境和公众是安全的。但应高度重视电磁污染源设备对人们的心理影响。

【关键词】 环保;电磁辐射;移动通信;基站;评价

移动通信是双方或多方中至少有一方处于非固定状态时所进行的通信,随着通信技术的不断发展,除具有语音通信基本功能外,还可实现传真、数据通信、图文通信等多种功能,基本可以满足任何人、任何时间、任何地方能同任何人进行任何方式的通信。但移动通信在给工作、生活带来快捷、便利和舒适的同时,也给人们的生存环境充满了“五彩缤纷”的电磁波。人类对电磁辐射的承受力有一个“度”,超过这个“度”,就会成为辐射污染并对人体健康带来危害。

对于移动通信基站等发射类电磁污染源,为了获得好的接收效果,必须采取加大发射功率、增大覆盖面积等各种措施,这恰恰又增加了电磁辐射对环境的影响。为了保护环境,只能采取各类技术措施减少电磁辐射对环境的影响,而又不能完全消除掉;只能采取相应的屏蔽措施,而又不能将其完全屏蔽掉。为满足使用目的必须要有电磁辐射,而电磁辐射却又带来辐射污染。因而,电磁辐射其应用性与污染性共存,这就是电磁辐射环境在监管等方面所面临的最大困惑。

1 移动通信基站概况

1.1 基站的组成及设备参数

1.1.1 基站组成 基站由机房、馈线和天线所组成。基站机房的主要设备有基站控制器、收发信机、功率放大器、耦合器、合路器、双工馈线等信号收发设备和电源柜、接地系统、空调器及备用电池组等辅助设备所组成。

1.1.2 基站设备参数 某小区基站设备的参数见表 1

表 1 某小区基站各设备参数

| 设备名称 | GSM | CDMA |
|--------------------|--------------|--------------|
| 发信机型号 | HORIZON | Model 0 |
| 标称功率 | 43 dbm(20W) | 43 dbm(20W) |
| 实际功率 | 40 dbm(10W) | 37 dbm(5W) |
| 使用频段 | 896~960 MHz | 870~880 MHz |
| 发信方式 | 双工 | 双工 |
| 天线离地高度 | 25m | 25m |
| 天线俯角 | 8°/8°/8° | 8°/8°/8° |
| 天线类型 | 双极化 | 双极化 |
| 天线方位角 (正北向为 0°) | 0°、120°、240° | 0°、120°、240° |
| 天线增益 | 17 dbi | 17 dbi |
| 馈线损耗 | 7.5 db | 7.5 db |
| 耦合损耗 | 0.5 db | 0.5 db |

作者单位: 1 山东省辐射环境管理站, 山东 济南 250117 2 青岛市环境监测站
作者简介: 王荣锁(1958~),男,山东泰安人,高级工程师,从事辐射环境管理工作。

1.2 移动通信网络组成 在我国,由于历史原因,现在共有两个系统网络: GSM系统网络(简称 G网)和 CDMA系统网络(简称 C网)。

1.2.1 GSM系统网络组成 GSM(CDMA技术,即时间分隔多路技术, Global System For Mobile Communications)数字蜂窝移动通信网络系统由交换系统(SS)、基站系统(BSS)、操作维护中心(OMC)和移动台(MS)组成。GSM系统是以各无线小区相互邻接构成的网络,由这些小区共同来完成服务区的覆盖。每个基站有一个基站控制器(BSC)控制一个或多个基站收发信台(BTS),一个收发信台由若干个收发信机组成,这些收发信机工作在一组与相邻小区频率不同的信道上。交换系统的移动业务交换中心(MSC)为多个基站控制器服务,完成与公用电话交换网(PSTN)、综合业务数据网(ISDN)、公用陆地移动网(PLMN)等网络之间的交换,实现整个服务区的覆盖,构成一个完整网络。

1.2.2 CDMA系统网络组成 CDMA(码分多址技术, Code-Division Multiple Access)与 GSM相比,其主要优势为:一是通话质量高,对人体辐射小,它的通话质量已与有线电话相差无几,而且能够最大限度避免 GSM网中存在的掉线、串音等弊端;二是因采用以拓频通信为基础的一种调制和多址通讯方式,其容量比模拟技术高 10 倍,超过 GSM网络约 4 倍,可减少基站数目;三是保密性强,CDMA技术曾一度应用在军事通信领域。此外,CDMA的数字控制信道还能支持诸如卫星通讯、多方通话、语音信箱等功能,可实现模拟网和 GSM网均不能做到的提供图像、视频和多媒体业务。

2 污染因素分析

2.1 水环境污染因素分析 基站备用电源选用密封蓄电池组,防止了漏液现象,机房地面不需要水冲洗,使用时也不散发硫酸雾,空调室外机需要冲洗,其用水量极少,因而废水、废气的环境污染可忽略不计。

2.2 室内设备的污染因素分析 移动通信基站由室外和室内两部分组成。室内部分有基站控制器、信号发射机、功率放大器、合路器、耦合器、双工器及部分馈线等设备。但在设计、制造这些设备时已采取了较好的屏蔽措施,一般不会对周围环境造成电磁辐射污染。

2.3 室外设备的污染因素分析 室外部分有馈线和收发天线。基站运行时,其发射天线向周围发射电磁波,使周围环境电磁辐射场强增高。

2.4 基站污染因子 电磁辐射。

3 电磁辐射控制与评价标准

3.1 标准限值 《电磁辐射防护规定》(GB8702-88)第 2 条

电磁辐射防护限值。职业照射:在每天 8 h工作期间内,电磁辐射场的场量参数在任意连续 6 m in内的平均值应满足表 2的要求。公众照射:在一天 24 h内,环境电磁辐射场的场量参数在任意连续 6 m in内的平均值应满足表 2的要求。

| 表 2 照射导出限值 | | |
|-------------|------------------------|-------------------|
| 频率范围 MHz | 功率密度, W/m ² | |
| | 职业照射 | 公众照射 |
| 30~3 000 | 2 | 0.4 ¹⁾ |

注: 1)0.4 W/m²=40μW/cm²。

3.2 标准规定 《电磁辐射环境影响评价方法和标准》(HJ/T10 3—1996)第 4.1款规定: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或已经造成的影响,还要包括已有背景电磁辐射的影响。总的受照射剂量限值不应大于国家标准《电磁辐射防护规定》的要求。第 4.2款规定: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总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。其他项目则取场强限值的 $1/\sqrt{5}$ 或功率密度限值的 1/5作为评价标准。

3.3 电磁辐射国外相关标准 列出部分国家相关标准,供参考。对于 GSM900MHz移动通信:

- 国际 IIRPA 1984年公众标准: 4.5W/m²;
- 美国 ANSI 1982年规定标准: 30W/m²;
- 英国、荷兰、瑞典、加拿大等规定标准: 100W/m²;
- 美国 NIOSH 1985年规定标准: 15W/m²。

比较可知,国际非电离辐射防护委员会 IIRPA向成员国推荐的标准是我国标准的 11.25倍;美国国家标准协会 ANSI标准是我国标准的 75倍等。国内目前现行的电磁辐射防护标准明显比国际标准及西方国家标准严格很多。

4 移动通信基站电磁辐射环境现状监测

- 4.1 监测项目 环境综合功率密度。
- 4.2 监测布点 按照《辐射环境保护管理导则—电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T10 3—1996)的测点布设原则,在有方向性天线辐射主瓣方向、多层建筑的部分楼层等布设监测点。在天线辐射主瓣方向上共布设 16个监测点。
- 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。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 100KHz—3GHz。
- 4.5 监测时段 9:00~11:00、14:00~16:00。
- 4.6 基站运行工况 监测时的运行工况见表 3。

| 表 3 某小区基站运行工况 | | | | | |
|---------------|-----|-------|-------|--------|-----------|
| | 载频数 | 控制信道数 | 话务信道数 | 当前话务量 | 最大话务量 |
| GSM | 6 | 6 | 42 | 18 erl | 42 erl |
| CDMA | 1 | 6 | 58 | 21 erl | 19.78 erl |

- 4.7 环境条件 天气:晴;
- 4.8 监测结果 某小区基站电磁辐射环境现状监测结果见表 4。

由表 4可以看出,基站在正常运行状况时,基站天线周围 200m内功率密度最大为 $370.2 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$ (点位 2.14.00~16.00 天线主瓣西南向 50m)。天线周围功率密度均明显低于环境综合功率密度 $40\mu\text{W/cm}^2$ 的标准限值和单个项目功率密度 $8\mu\text{W/cm}^2$ 的标准限值,同时也低于环境电磁波容许辐射强度分级标准中功率密度 $10\mu\text{W/cm}^2$ 的标准限值,属一级电磁辐射环境(安全区)。

表 4 某小区移动通信基站电磁辐射环境现状监测结果

| 监测 点位 | 功率密度 ($\times 10^{-4} \text{ W/m}^2$) | | 点位描述 |
|----------|---|-------------|--------------------------|
| | 9:00~11:00 | 14:00~16:00 | |
| 1 | 88.2 | 85.2 | 天线主瓣方向,西南 30m 服装城 5 楼平台 |
| 2 | 368.8 | 370.2 | 天线主瓣方向,西南 50m 服装城 5 楼平台 |
| 3 | 164.8 | 158.2 | 天线主瓣方向,西南 100m 服装城 5 楼平台 |
| 4 | 35.8 | 35.4 | 天线主瓣方向,西南 200m 服装城 5 楼平台 |
| 5 | 11.2 | 12.8 | 天线主瓣方向,西北 30m |
| 6 | 8.6 | 9.0 | 天线主瓣方向,西北 50m |
| 7 | 24.8 | 26.0 | 天线主瓣方向,西北 100m |
| 8 | 2.0 | 2.2 | 天线主瓣方向,西北 200m |
| 9 | 11.4 | 11.4 | 天线主瓣方向,正北 30m |
| 10 | 11.4 | 12.2 | 天线主瓣方向,正北 50m |
| 11 | 2.2 | 2.2 | 天线主瓣方向,正北 100m |
| 12 | <1.1 | <1.1 | 天线主瓣方向,正北 200m |
| 13 | 78.2 | 78.8 | 29 号楼一单元 401 距天线垂直距离 70m |
| 14 | 102.0 | 99.6 | 29 号楼一单元 502 距天线垂直距离 70m |
| 15 | 215.4 | 211.6 | 29 号楼一单元 602 距天线垂直距离 70m |
| 16 | 24.2 | 24.0 | 29 号楼五单元 302 距天线垂直距离 70m |

注:功率密度的检测下限为 0.00011W/m²。

5 移动通信基站安全距离理论估算

由于移动通信基站信号是由天线发射的,在天线附近划定保护距离是十分必要的。安全距离以理论计算为主,以基站发射功率最大、最不利条件情况下进行。

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)距离发射天线水平直线距离为 d(m)处的功率密度 S按下列公式计算:

$$S = PG/4\pi d^2 \tag{1}$$

式中: S——功率密度 (W/m²); P——天线辐射功率 (W); G——天线的功率增益 (dBi)。

5.2 距离估算值 式(1)中, P和 G可根据移动设备供应商提供的参数确定。

根据《电磁辐射防护规定》(GB8702—88),在 30~3 000 MHz频率范围内公众接受的电磁辐射总量规定不允许超过 0.4 W/m²。900 MHz移动通信基站产生的电磁辐射仅为电磁辐射总量的一部分。根据《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》(HJ/T10 3—1996)单个项目的影响可取功率密度限值的五分之一作为评价标准,即 $S = 0.4 \div 5 = 0.08 \text{ (W/m}^2\text{)}$ 。确定了 P、G、S的值,利用上式即可确定某种类型 GSM基站天线到人群的保护距离 d为 24 m。只要与天线的距离超过 24 m,电磁辐射水平就达到了国家电磁辐射防护规定,人们在这个距离以外生活和工作就可认为是安全的。

考虑定向天线最大俯角为 5°,则应确保天线主射方向上保护距离内建筑物高度低于天线挂高 1.2 m。

5.3 几点说明

(1)上述保护距离是在天线主射方向上估算的。假如偏离主射方向,天线增益 G将急剧下降,保护距离 d也将随之急剧减小。在这种条件下,即使离天线的距离小于上述保护距离估算值,也同样是安全的。

(2)假如电磁波有墙壁阻隔,则电磁波穿过一般砖墙要衰减 6 dB左右(为原来能量的 1/4),而穿过带钢筋的墙要衰减 20dB(为原来能量的 1/100),人们呆在室内将会更加安全。

(3)实际上,由于设备容量足够,加上 GSM系统有功率控制和非连续发射功能,每一扇区同时以全功率发射电磁波的可能性几乎是没的,即是说实际的天线辐射功率往往要小得多。

6 结论

通过对某小区移动通信基站的现场监测和理论分析可以看出,移动通信产生的电磁辐射主要在天线附近,只要基站天

核医学实验室表面材料去除放射性污染效果研究

李春英, 杜钟庆, 李 莉

中图分类号: R147 文献标识码: B 文章编号: 1004- 714X(2007)04- 0461- 02

【摘要】 目的 为防止放射性污染和扩散, 探讨核医学实验室表面材料的去污效果。方法 利用¹³¹I作为污染核素, FJ- 2207αβ表面污染仪测量去污前后的表面污染强度。结果 密度大、表面光滑, 吸附性差的材料有较好的去污效果。结论 应选用去污率大于90%的材料作为核医学实验室表面材料。

【关键词】 放射性污染; 表面材料; 核医学实验室

随着核技术和计算机技术的不断发展, 有条件的医院相继建立核医学实验室, 引进质子加速器、CT- PET SPECT(单光子发射计算机断层显像)、ECT PET(正电子发射计算机断层显像)等大型医用诊断仪器设备, 这些设备根据不同的要求, 需要使用各种开放型的放射性同位素(主要是液体)。由此会带来实验室内各种表面的放射性污染(地面、墙面、桌面、实验台表面、通风橱表面、仪器设备表面以及各种用具表面)。为此, 我们专门对核医学实验室的一些可能用到的表面材料进行去除放射性污染效果的调查。

1 实验材料与方法^[1]

- 1.1 仪器 表面污染使用西安二六二厂生产的 FJ- 2207型αβ表面污染测量仪(使用前经中国计量科学研究院刻度)测量去污前后的表面β污染强度。仪器用直径为5mm的⁹⁰Sr—⁹⁰Y标准源刻度, 2π方向的β计数效率为25.2%, 此外还有云齿锯、精密移液管、水枪等。
- 1.2 污染核素 选用¹³¹I作为表面放射性污染核素, 其半衰期为8.04d所选用的去污材料为水。
- 1.3 实验方法 所选用的表面材料尺寸大小均为100cm², 每种材料选择4个平行样, 将¹³¹I试剂均匀平铺在实验材料上(保证放射性溶液被实验材料充分吸收), 放置一段时间(放置时间的选择见表1)后, 再用水枪进行冲洗, 30s通过初始污染强度和冲洗后的残留污染强度结果计算出去污率。

2 结果与分析

- 2.1 污染放置时间的选择(表1) 对同种材料污染后进行不同放置时间后冲洗, 通过去污率来确定实验应选用的最佳污染放置时间。
- 经统计分析, 同种材料被¹³¹I污染后污染放置时间除5min与10min两者比较(P=0.175>0.05)不具有差异外, 其他组两两比较差异都有显著性, 说明污染放置5min后放射性药物可以被表面材料充分吸收, 因此根据最优化原则实验中污染放置时间选择5min。

作者单位: 天津市疾病预防控制中心, 天津 300011
作者简介: 李春英(1973~), 女, 天津市人, 工程师, 从事辐射卫生防护工作。

表1 花岗岩被¹³¹I污染后不同污染放置时间的去污率结果

| 编号 | 污染放置时间 (min) | 样品序号 | 一次去污率 (%) | 平均(%) |
|----|-----------------|------|--------------|-------|
| 1# | 1 | 1 | 94.4 | 94.25 |
| | | 2 | 94.1 | |
| | | 3 | 93.8 | |
| | | 4 | 94.7 | |
| 2# | 2 | 1 | 95.1 | 95.35 |
| | | 2 | 95.2 | |
| | | 3 | 95.6 | |
| | | 4 | 95.5 | |
| 3# | 5 | 1 | 90.0 | 90.5 |
| | | 2 | 89.0 | |
| | | 3 | 91.0 | |
| | | 4 | 91.1 | |
| 4# | 10 | 1 | 90.5 | 91.2 |
| | | 2 | 91.7 | |
| | | 3 | 91.7 | |
| | | 4 | 90.7 | |

2.2 各种表面材料的放射性污染去污率的测量结果见(表2)

- 29种实验材料经放射性药物污染后放置5min用水进行一次和二次冲洗后的去污率结果表明, 其中只有十分之一表面材料的一次去污率和二次去污率低于90%, 说明表面光滑、吸收性差的材料容易去除放射性污染。其中厚红地砖、蓝白花地砖和铅皮的表面粗糙去污率明显低于以上材料。
- 运用配对T检验对本组数据进行分析, 黑胶皮、彩钢板、厚红地砖、白色大理石、蓝白花地砖、花岗岩、中国黑石材、大理石(浅芝麻白)、白橡胶、油漆厚木板、黄烟地砖、蓝色地砖、PVC板等材料两次去污效果差异有显著性(P<0.05)。
- 2.3 不同材料去污效果比较 对于去污率高于90%的表面材料, 运用Tukey法对不同材料一次去污率和二次去污率进行两两比较, 其中PVC板、白色瓷砖、白纹墙砖、玻璃、大理石(树挂冰花)、大理石(浅芝麻白)、黑灰地砖、黑灰马可波罗地砖、黑色花岗岩、黄灰地砖、黄烟地砖、蓝色地砖、绿麻地砖、雅迪高橡胶地板、中国黑石材与花岗岩的一次去污率两两比较的结果差异有显著性(P<0.05)。其他表面材料的两两比较都没有任何差异, 说明花岗岩的一次去污率要低于以上几种表面材料。

线架设满足安全距离的要求, 其电磁辐射对环境的影响不明显, 因而对环境和公众是安全的。

“近场特性”是移动通信基站不同于其他电磁辐射污染源的主要特征, 且与天线的架设方式、下倾角、发射功率及主射束方向等诸多因素有关。因此在移动通信基站的选址时, 在满足其应用特性的同时, 应尽可能地使其主射束方向避开居民楼、

办公楼等电磁环境敏感目标。

需要说明的是, 随着生活水平和受教育程度的不断提高, 人们对电磁辐射环境的认知和要求也在不断提高, 实践已经证明, 电磁辐射除有种群效应和躯体效应以外, 其对人们的心理影响是存在的, 应引起有关部门的高度重视。

(收稿日期: 2007-05-08)