

南通市移动通信基站电磁辐射时空分布特征

姚颖, 武攀峰, 陆炜

(南通市环境监测中心站, 江苏 南通 226001)

摘要:为了解南通市移动通信基站电磁辐射时空分布特征,随机实测504个典型基站,着重从水平和垂直方向50 m范围内开展监测,并选取典型基站开展24 h连续监测。结果表明,南通市移动通信基站电磁辐射水平满足《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)中公众曝露控制限值要求;基站电磁辐射水平分布随距离增大呈现先增加后逐渐减小的趋势,地面最大投射点的距离基本为20~30 m;垂直方向最大监测值出现在与天线高度相近的楼层;24 h基站电场强度随时间呈明显变化,与话务量和数据流量分别进行相关性分析,相关系数为0.968 3和0.709 8,说明目前话务量仍是电磁辐射强度的重要影响因素。

关键词:移动通信基站;电磁辐射;水平方向;垂直方向;24 h变化规律

中图分类号:X837

文献标志码:B

文章编号 1674-6732(2016)06-0052-05

The Spatial and Temporal Distribution Features of Mobile Communication Base Stations in Nantong

YAO Ying, WU Pan-feng, LU Wei

(Nantong Environmental Monitoring Center, Nantong, Jiangsu 226001, China)

Abstract: To study the spatial and temporal distribution features of mobile communication base stations in Nantong, 504 typical base stations were monitored randomly within the scope of 50 meters horizontally and vertically. Some of them were selected for 24-hour monitoring. The research showed the intensity of electromagnetic radiation of mobile communication base stations in Nantong met the standard of GB8702—2014 in terms of public exposure. Its horizontal distribution also had a tendency of increase followed by a decrease with the progress of space. The projection points with maximum intensity were normally 20 to 30 meters far away from the base station horizontally. The vertical maximum intensity was detected at the parallel floors to the antenna. The electric field intensity of the 24-hour-monitored base stations varied obviously with time. After correlation analysis with respect to telephone traffic and data traffic, the correlation coefficients were 0.968 3 and 0.709 8 respectively, which indicated the former factor was still an important one that affected the electromagnetic radiation intensity.

Key words: Mobile communication base station; Electromagnetic radiation; Horizontal direction; Vertical direction; 24-hour variation pattern; Nantong

近年来,我国移动通信事业呈现爆发式增长,2015年3月,中国移动电话用户总数达12.9亿,4G用户达1.6亿^[1],移动通信基站(下称“基站”)的建设密度也随之迅速增加。

根据《南通市辐射环境质量报告书(2014年度)》,截至2014年底南通市共建基站7 479个,以南通市辖面积按8 000 km²计算,平均每km²就覆盖1个基站。

一方面,移动通讯已成为生活必需,人们对移动通讯信号要求高;另一方面,由于担心电磁辐射影响危害,基站建设受阻严重。现于2015年2月

6—7日随机选取南通市504个典型基站进行布点监测与分析,研究基站周围50 m范围内电磁辐射时空分布情况,以使公众了解南通地区基站电磁辐射影响及分布特征,并为移动基站布局规划及建设

收稿日期:2016-02-29;修订日期:2016-08-20

基金项目:江苏省环保科研基金资助项目(2014030);南通市科技计划-社会事业科技创新与示范基金资助项目(HS2014022);南通市“226工程”培养对象科研基金资助项目(2013007)

作者简介:姚颖(1982—),女,工程师,本科,从事环境监测与污染防治工作。

* 通讯作者:武攀峰 E-mail: wuda81@163.com

提供数据支撑。

1 研究方法

1.1 研究对象

根据南通市移动通信基站的实际建设情况,以市区、县城为主,兼顾乡镇地区,涵盖南通市3个区、4个县级市和2个县共9个行政区。随机选取504个典型基站进行现场实测,涉及具有代表性的楼顶抱杆等9种不同类型的基站,所测基站均为定向天线,有单一站,也有共址站,发射频率涵盖目前电信、移动、联通所有2G、3G网络(基站功率为15~20W/扇区,天线高度为9~80m,天线增益为12~18dBi,垂直半功率角为7~14°,水平半功率角为65~90°)。

1.2 测试仪器及方法

测试仪器采用德国Narda公司生产的非选频式NBM-550电磁分析仪,选用8号探头,量程0.01~800V/m,响应频率100kHz~3GHz。测试方法严格按照《移动通信基站电磁辐射环境监测

方法(试行)》(环发[2007]114号)。

1.3 点位布设

点位布设在天线主瓣方向上,天线投影地面(楼底或塔底)距离50m范围内,测量时段选在话务量较高的08:00—20:00(24h连续测量除外)。

1.4 数据统计与分析

现场测试共获取数据6386个,采用IBM SPSS22.0软件进行统计及相关性分析。由测得的电场强度按下式计算电磁辐射功率密度。

$$S = E^2 / Z$$

式中:S——功率密度,W/m²;

E——电场强度,V/m;

Z——自由空间的阻抗,取值377。

2 结果与讨论

2.1 基站周围水平方向电磁辐射分布特征

抽测504个基站,结果表明,地面水平50m范围内电磁辐射最大功率密度值为0.045W/m²,符合文献[2]中公众曝露控制限值,见表1。

表1 基站周围功率密度测试结果统计

10⁻² W/m²

塔形	平均高度/m	水平距离/m						
		0~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	
楼顶抱杆	31.2	最大值	3.3	2.5	3.2	4.5	2.3	1
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		中值	0.033	0.044	0.055	0.064	0.071	0.071
		平均值	0.127	0.117	0.116	0.126	0.120	0.102
		标准差	0.383	0.270	0.269	0.348	0.218	0.099
楼顶美化天线	36.8	最大值	0.33	0.69	2.3	1.2	1.2	0.52
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		中值	0.018	0.029	0.033	0.041	0.043	0.058
		平均值	0.039	0.050	0.065	0.069	0.078	0.084
		标准差	0.060	0.067	0.181	0.124	0.129	0.086
落地塔	42.6	最大值	0.52	0.27	0.32	0.28	0.41	0.22
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		中值	0.022	0.027	0.031	0.036	0.0405	0.039
		平均值	0.039	0.033	0.040	0.046	0.052	0.047
		标准差	0.059	0.029	0.043	0.039	0.051	0.033
楼顶拉线塔	31.2	最大值	0.3	0.66	2.4	0.83	0.35	0.32
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		中值	0.018	0.028	0.041	0.043	0.045	0.049
		平均值	0.041	0.049	0.089	0.070	0.074	0.077
		标准差	0.059	0.090	0.254	0.095	0.071	0.064
楼顶四角塔	34.0	最大值	0.52	0.18	0.14	0.14	0.15	0.18
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.011	0.022	0.028
		中值	0.043	0.0505	0.038	0.051	0.067	0.076
		平均值	0.093	0.061	0.054	0.057	0.072	0.087
		标准差	0.145	0.042	0.038	0.041	0.042	0.051

续表

塔形	平均高度/m	水平距离/m						
		0~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	
楼顶集束天线	24.6	最大值	0.11	0.74	0.67	1.4	0.57	0.63
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		中值	0.02	0.033	0.03	0.046	0.049	0.056
		平均值	0.030	0.062	0.071	0.093	0.078	0.084
		标准差	0.026	0.111	0.124	0.190	0.102	0.114
楼顶景观塔	37.9	最大值	0.18	0.19	0.18	0.2	0.22	0.27
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
		中值	0.033	0.0345	0.053	0.062	0.089	0.088
		平均值	0.049	0.054	0.061	0.075	0.093	0.107
		标准差	0.055	0.052	0.049	0.046	0.057	0.067
楼顶井字塔	25.8	最大值	0.15	0.18	0.22	0.34	0.31	0.41
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.013	0.021	0.023
		中值	0.019	0.084	0.11	0.14	0.091	0.0955
		平均值	0.049	0.085	0.107	0.137	0.112	0.116
		标准差	0.052	0.074	0.088	0.113	0.092	0.109
楼顶角钢塔	44.6	最大值	0.072	0.3	0.23	0.13	0.19	0.29
		最小值	0.011	0.011	0.011	0.011	0.047	0.032
		中值	0.027	0.057	0.0705	0.085	0.087	0.13
		平均值	0.034	0.085	0.077	0.078	0.102	0.130
		标准差	0.022	0.082	0.057	0.036	0.057	0.077

从地面水平分布变化来看,由于基站板状天线只能向一定角度范围辐射,在楼下近距离处形成辐射阴影,天线辐射能量不能直达阴影处,该处的功率密度为电磁环境本底值;之后受天线挂设高度及下倾角等影响,监测点位从近距离逐渐进入天线主瓣影响区域,功率密度出现最大值,当监测点位逐渐远离主瓣影响区域时,功率密度随距离增大而减小。

由此分析得出,基站电磁辐射功率密度值随距离增大基本呈现先增加后逐渐减小的趋势,这与文

献[3-7]结论基本一致,且地面最大值距离基站基本为 20~30 m,天线架设类型不同,分布特征有一定差异。

2.2 基站周围垂直方向电磁辐射分布特征

选取“长江一号”作为典型基站,该基站的技术参数见表 2。

对该基站地面水平距离 38 m 处的一幢 25 层建筑物进行逐层布点监测,每层选取阳台、窗口等处监测点,监测结果见图 1。

表 2 “长江一号”基站技术参数

天线架设类型	载频	功率/(W·扇区 ⁻¹)	天线高度/m	相对高度/m	天线俯角/°	天线增益/dBi	垂直/水平半功率角(°)
落地独杆塔	1/1/1	20	30		5/5/5	17	7/65

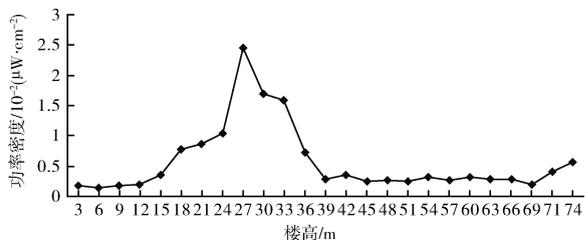


图 1 典型基站电磁辐射垂直方向变化趋势

由图 1 可见,功率密度值在 15 m(5 层)以下 < 0.003 5 W/m²,基本处于本底水平,之后随着楼

层的升高,呈现平稳上升趋势,在 27 m(9 层)处达到最大值 0.02 W/m²,随后逐渐降低,从 33 m(13 层)至顶层一直趋于稳定。根据表 2 可知,该典型基站天线高度为 30 m,天线俯角为 5°,垂直半功率角为 7°,天线下倾角较小。基站电磁辐射垂直分布最大功率密度值出现在与天线高度相近的楼层,之后随着楼层的下降或升高,监测值都呈下降趋势,并于背景值一致。

如果基站架设在楼顶边缘女儿墙上,存在一定下倾角并且水平保护距离不能满足要求的状况下,

对主瓣方向上邻近高度相近楼层的住户或者楼顶人员可达处,可能存在电磁辐射超标。针对这样的情况,可以通过增加基站的架设高度、改变主瓣方向、调整下倾角、加强楼顶管理等途径确保电磁辐

射环境满足标准要求。

2.3 典型基站 24 h 内电磁辐射分析

选取“标二基站”作为典型基站连续 24 h 监测,并对监测结果进行评价。基站参数见表 3。

表 3 典型基站基本参数

基站名称	天线架设类型	载频	功率 (W · 扇区 ⁻¹)	天线高度 /m	相对高度 /m	天线俯角 /°	天线增益 /dBi	垂直/水平半 功率角/°
标二基站	楼顶抱杆	4/4/4	20	31	8	5/5/5	13	7/65

该基站发射功率为 20 W,频率为 900 MHz,测点位于天线主瓣方向,距离基站 15 m 处。24 h 监测结果见图 2。基站电场强度随时间呈明显变化,01:00—07:00 电磁辐射功率密度呈现谷值,最低值约 1.55 V/m,08:00 后逐渐增大,峰值出现在 18:00,最大值为 1.89 V/m,22:00 以后又呈现明显下降趋势,这与大部分南通居民作息时间一致。

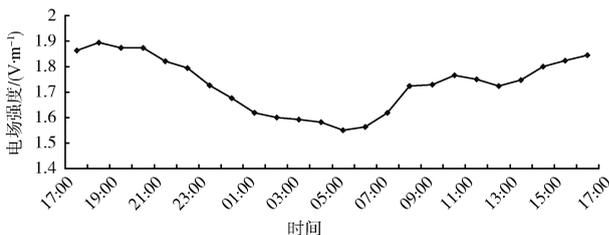


图 2 2015 年 2 月 6—7 日基站电场强度的日变化

文献[7]表明,话务量是影响电磁辐射强度的重要因素。随着智能手机的普及,数据流量也逐渐成为移动通信基站的主要业务统计单位。选取监测 24 h 内的话务量和数据流量进行统计分析,结果见图 3(a)(b)。

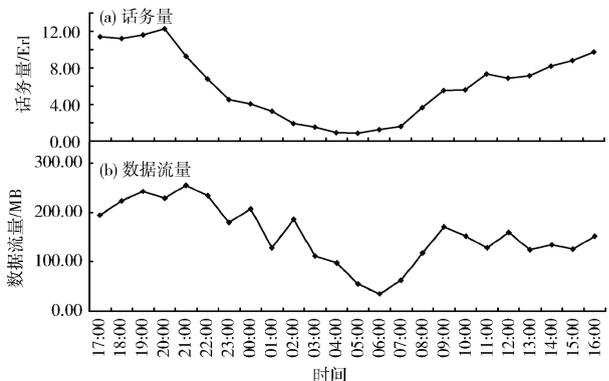


图 3 2015 年 2 月 6—7 日话务量、数据流量日变化

由图 3 可见,话务量的谷值在 01:00—08:00,峰值出现在 20:00;数据流量谷值出现在 06:00,峰值出现在 21:00。

对电磁辐射功率密度与话务量和数据流量分别进行相关性分析表明,相关系数分别为 0.968 3 和 0.709 8,说明目前南通地区话务量仍是电磁辐射强度的重要影响因素,这与很多学者的研究结果是一致的。

随着“宽带中国”战略^[8]的稳步推进以及 4G 业务的广泛普及,单个终端设备的信息传输量将大幅增加,移动通信数据流量将逐渐成为核心动力,移动互联网数据流量的高速增长将会是必然趋势。

3 结论

(1) 南通市移动通信基站电磁辐射水平符合《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)中公众曝露控制限值的要求。地面电磁辐射分布随距离增大呈现先增加后逐渐减小的趋势。基站水平方向对环境主要影响范围为天线主瓣方向,受天线架设高度及下倾角等影响,地面最大值距离基站为 20 ~ 30 m;

(2) 垂直方向上基站电磁辐射影响范围在天线主瓣方向的正对处,电磁辐射最大值出现在与天线高度最接近的楼层。针对基站架设在楼顶边缘女儿墙的情况,在水平距离不能满足的情况下,通过增加基站的架设高度、改变主瓣方向、调整下倾角等途径确保电磁辐射水平满足要求;

(3) 典型基站 24 h 内,话务量谷值为 01:00—08:00,峰值出现在 20:00,数据流量谷值出现在 06:00,峰值出现在 21:00。电磁辐射功率密度与话务量和数据流量的相关系数分别为 0.968 3 和 0.709 8。话务量仍是目前南通地区电磁辐射的主要影响因素,随着“宽带中国”战略的稳步推进以

及4G业务的广泛普及,移动通信数据流量将成为主导因素。

[参考文献]

- [1] 199IT.工信部:2015年3月中国移动电话用户总数为12.9亿,4G用户达1.6亿.[2015-04-29]http://news.zj.com/detail/2015/04/29/1575256.html.
- [2] 环境保护部,国家质量监督检验检疫总局.电磁环境控制限值:GB 8702—2014[S].北京:中国标准出版社,2014.
- [3] 陆炜,姚颖,武攀峰.楼顶式移动基站电磁辐射污染调查[J].环境监控与预警,2016,8(4):54-57.
- [4] 赵一亮,梅雯,秦勤.通讯基站环境电磁辐射监管平台设计及

运用[J].环境监控与预警,2016,8(1):68-70.

- [5] 张海鸥,潘超,夏远芬,等.移动通信基站电磁辐射时空分布及衰减特征[J].电力环境保护,2009,25(4):55-57.
- [6] 王淑娟.移动通信基站电磁辐射在环境中的分布研究[D].湖北:华中农业大学,2010.
- [7] 张邦俊,张莉,翟国庆,等.移动基站近距离区域电磁辐射污染分布特征[J].中国环境科学,2002,22(6):565-568.
- [8] 国务院办公厅.国务院关于印发“宽带中国”战略及实施方案的通知,国发[2013]31号[EB].(2013-8-1)[2013-8-17].http://www.gov.cn/zwgk/2013-08/17/content_2468348.htm

· 征订启事 ·

欢迎订阅 2017 年《环境科学导刊》

《环境科学导刊》,投稿及联系邮箱:ynhjx@yies.org.cn;电话(传真):0871-64142389;国内统一刊号:CN53-1205/X;国际标准刊号:ISSN1673-9655。

《环境科学导刊》(原云南环境科学)创刊于1982年,是云南省环境保护厅主管,云南省环境科学研究院主办,全国公开发行的环保科技期刊。本刊主要刊登环境科学学术性论文、环境科研报告及介绍环境工程应用技术的文章。主要栏目有:科研专题研究、环境管理、水环境保护、生态环境保护、污染防治、污染治理技术、农业环境保护、环境与人体健康、环境监测、环境影响评价等。适合所有从事环境保护工作的人员和大专院校有关专业的师生阅读,也可供规划、农、林、水、土、卫生等部门的有关人员参阅。

《环境科学导刊》为双月刊,每双月月末25日出版,全年定价60元,读者可通过邮局汇款到本刊编辑部或通过银行转账到云南省环境科学研究院订阅。

邮局汇款 邮政编码:650034 汇款地址:昆明市西山气象路王家坝23号 收款人:《环境科学导刊》杂志社
银行转账户名:云南省环境科学研究院(中国昆明高原湖泊国际研究中心) 开户行:中国建设银行昆明市西园南路支行

账号:53001615637050309169

欢迎订阅 2017 年《环境科技》

中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)

《环境科技》是由江苏省环保厅主管,江苏省徐州市环境监测中心站、江苏省环境科学研究院联合主办的集学术性与实用性于一体的环境科学技术类期刊,为“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)。国内统一刊号:CN32-1786/X,国际标准刊号:ISSN 1674-4829。

本刊以直接为环境污染防治实践服务为宗旨,重点报道环境科学最新实用技术、科研成果、治理开发及国内外最新信息与动态,内容涉及水、气、声、固等污染处理技术及清洁生产、生态保护等实用技术的推广应用。

常设栏目有:研究报告、污染防治、环境评价与规划、专论与综述、环境管理、环保论坛等,从多角度向读者介绍国内外环境保护新成果、新技术、新动态、新经验等。对环境保护管理、科研院所、污染防治技术开发设计、环保产业、工矿企业等部门从事环保工作的管理和专业技术人员以及大专院校师生均有较强的参考价值,欢迎有关单位和个人订阅。

本刊为双月刊,大16开国际标准版,80页,每逢双月25日出版。国内订价(含邮费)订价15元/期,全年90元。全国各地邮局均可订阅,也可以直接向本刊编辑部邮购。邮发代号:28-179。

邮局汇款 地址:徐州市新城区彭祖大道路西 收款单位名称《环境科技》编辑部 邮编:221018 电子信箱:jshjkj@126.com

电话:0516-85635681 85635682 传真:0516-85737126