

北京市某高层建筑高空电磁辐射环境影响分析

王璟

(北京市辐射安全技术中心,北京 100089)

摘要: 选取北京市某代表性高层居民楼顶平台作为高空电磁辐射环境水平监测点进行综合场强和选频监测,评价总体电磁辐射环境水平,并分析监测区域电磁辐射能量的来源。结果表明:该高空监测区域的电磁辐射环境总体水平低于国家规定的公众照射导出限值,但高于地面水平。监测区域主要受30 km外的中波台影响,其次是9 km外的中央电视塔。影响最大的是639 kHz频率的中波信号,占100 kHz~300 MHz总场强的95%以上,其次是1.28 MHz频率的中波信号。提出,开展敏感建筑物规划建设时,应考虑中波的传播特性和对环境的影响。

关键词: 高空电磁辐射; 环境影响; 电场强度; 中波; 北京市

中图分类号: X837; X820.3 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2014)01-0061-05

Analysis of Electromagnetic Radiation Environmental Impact in the High-altitude Area on A Typical High-rise Building in Beijing

WANG Jing

(Beijing Radiation Safety Technology Center, Beijing 100089, China)

Abstract: A typical high-rise building in Beijing was chosen as a monitoring area for learning about the electromagnetic radiation level in high-altitude environment. Wide-band and narrow-band monitoring instruments were used so as to estimate the general electromagnetic radiation environment level in monitoring area, and make clear of the sources from which the main electromagnetic energy was released as well. The results show that the general electric field intensity in this high-altitude area is below the reference level for general public limited by national standard, though it is above the ground level. The monitoring area is mainly impacted by Medium-wave Station, which is about 30 km away, and secondarily the Central TV Tower, which is about 9 km away. Medium-wave signals from the frequency of 639 kHz have the biggest influence, taking up over 95% of the total energy in the frequency band of 100 kHz~300 MHz, and secondarily the medium-wave signals from the frequency of 1.28 MHz. Some suggestions were also given based on the environmental protection perspective, such as, when sensitive buildings are constructed, the influence scope of medium wave should be taken into consideration because of its transmitting characteristics.

Key words: High altitude electromagnetic radiation; Environmental impact; Electric field intensity; Medium wave; Beijing

随着现代电磁技术的广泛应用以及城市化进程的加快,各种频率电磁波的交互作用使城市空域、公共建筑及居民住宅在内的各类场所的人为电磁能量显著增加^[1-2]。城市空域的电磁环境日益复杂,电磁辐射污染日趋严重^[3]。

环境中的电磁辐射主要由频率范围100 kHz~300 GHz的长波、中波、短波、超短波和微波引起

的人工电磁辐射,而这些电磁波主要应用于广播电视发射、无线电通信、雷达导航等领域。为了达到更远的通信距离和更好的通信效果,这些设施的发射天线都安装在比较高的地方。尤其是城市化进

收稿日期:2013-10-24; 修订日期:2014-01-13

作者简介:王璟(1979—),女,河南洛阳人,工程师,硕士,从事辐射环境监测与评价工作。

程的不断发展,这些设施的位置由原先的空旷地带逐渐转向城市居民区,有的甚至被高层建筑所包围。而高大建筑物的近侧,受电场畸变的影响,场强分布比较复杂^[4],所以分析高层建筑所处高空环境的电磁辐射已成为人们关心的问题。

1 北京市电磁辐射环境基本情况

北京地区电磁设施种类多、数量大、密度高,电磁环境较为复杂。目前已建成移动通信基站 2 万多个;各类广播电视发射台和中短波广播发射台 28 个;通信台、雷达站、卫星地球站 415 个。按照《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T 10.2-1996)中的方法要求,连续 6 a 开展了全市建成区 2 km × 2 km 的电磁辐射环境质量网格法监测,监测距地面 1.7 m ~ 2.0 m 高度的综合场强,全面掌握了北京市地面电磁辐射环境状况。结果显示,全市范围内 352 个监测点位中功率密度最大值为 0.07 W/m² (即电场强度 5.3 V/m),52% 的点位监测结果在 1.0 V/m ~ 5.3 V/m 之间,48% 的点位监测结果 < 1.0 V/m。

2 典型点位高空电磁环境监测

2.1 典型点位设置

为使高空电磁辐射环境监测具有一定的代表性,监测点位应选择在城区人口较密集,具有一定高度且周围比较空旷无遮挡的区域,应避开明显电磁设施,如手机通信基站等。因此,选取了石景山某小区高 75 m 高层居民楼顶平台(24 层)为监测区域。其西南面距离最近处(36 m)有与其同高的居民楼,楼上无其他通信设施。西北 3 km ~ 4 km 处可见北京西山,其余方向可视范围(约 10 km)内无明显与其同高或更高建筑物,视野空旷,所以该监测点对分析高层建筑电磁辐射水平具有典型性。楼顶平面图和监测点位见图 1。

2.2 监测方法及依据

对监测点位进行综合场强的监测,了解监测区域电磁辐射环境总体水平;对监测点位分别进行 100 kHz ~ 300 MHz 和 75 MHz ~ 3 GHz 的选频监测,确定重点分析频率范围和重点点位分析。监测依据为《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T 10.2-1996)中规定方法。

2.3 监测仪器

综合场强的测量采用德国 Narda 公司 NBM

550 非选频式宽带辐射测量仪并配 EF 0391 全向电场探头进行,其频率响应范围为 100 kHz ~ 3 GHz,仪器量程为(0.01 ~ 27 000) μW/cm² 即(0.2 ~ 320) V/m。选频测量采用德国 Narda 公司 SRM 3000 选频式辐射测量仪,工作频率 100 kHz ~ 3 GHz。天线选用德国 Narda 公司 3531/02 单向天线,频率范围为 100 kHz ~ 300 MHz,以及 3501/01 三维(全向)天线,频率范围为 75 MHz ~ 3 GHz。该仪器既可对任意频率进行选频测量,也可对任意频率范围的综合场强进行测量。

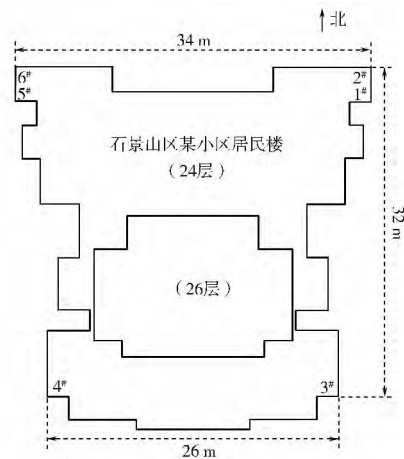


图 1 监测点位俯视示意

Fig. 1 Schematic diagram of monitoring sites (see from above)

2.4 限值标准

监测评价采用《电磁辐射防护规定》(GB 8702-88)规定的公众照射导出限值,不同频率范围的公众照射导出限值见表 1。对于 100 kHz ~ 3 GHz 频率范围综合场强的导出限值取功率密度的最小限值 0.4 W/m² (即电场强度 12 V/m)。

表 1 公众照射导出限值

Table 1 Reference levels for general public exposure

频率范围 f/MHz	电场强度 $E/(\text{V} \cdot \text{m}^{-1})$	磁场强度 $H/(\text{A} \cdot \text{m}^{-1})$	功率密度 $I/(\text{W} \cdot \text{m}^{-2})$
0.1 ~ 3	40	0.1	4.0 ^①
3 ~ 30	$67/\sqrt{f}$	$0.17/\sqrt{f}$	$12/f$ ^①
30 ~ 3 000	12 ^①	0.032 ^①	0.4
3 000 ~ 15 000	$0.22/\sqrt{f}$ ^①	$0.001/\sqrt{f}$ ^①	$f/7 500$
15 000 ~ 300 000	27 ^①	0.073 ^①	2

①供对照参考,不作为限值。

3 监测结果及分析

3.1 综合场强监测结果及分析

采用 NBM 550 非选频式宽带辐射测量仪对图 1 中所示的 6 个监测点位进行 100 kHz ~ 3 GHz 频段综合场强监测, 监测结果见表 2。

表 2 楼顶平台 6 个点位综合场强监测结果

Table 2 Monitoring results of wide-band field intensity for 6 sites on the top of the building

点位号	点位描述	电场强度 $E/(V \cdot m^{-1})$	功率密度 $I/(W \cdot m^{-2})$
1 [#]	24 层楼顶平台东北角南侧	6.9	0.13
2 [#]	24 层楼顶平台东北角北侧	8.7	0.20
3 [#]	24 层楼顶平台东南角	5.9	0.09
4 [#]	24 层楼顶平台西南角	5.8	0.09
5 [#]	24 层楼顶平台西北角南侧	6.3	0.11
6 [#]	24 层楼顶平台西北角北侧	7.6	0.15

从表 2 可以看出, 虽然各监测点综合场强结果均低于标准规定的公众照射导出限值的最小值 $0.4 W/m^2$ (即 $12 V/m$), 但均高于北京市连续 6 a 电磁辐射环境质量 $2 km \times 2 km$ 网格法近地面(距地面 $1.7 m \sim 2.0 m$) 监测的最大值 $0.07 W/m^2$, 测值最高的 2[#] 点位接近该地面最大测值的 3 倍。

3.2 选频监测结果及分析

为了弄清该高层楼顶所受电磁辐射能量的主要来源, 采用 SRM 3000 选频式辐射测量仪, 对图 1 中的 6 个点位分别进行 100 kHz ~ 300 MHz 和 75 MHz ~ 3 GHz 两个频率范围的频谱扫描。以综合场强值最大的 2[#] 点位为例, 其在两个频率范围的测试频谱分别见图 2—图 3。

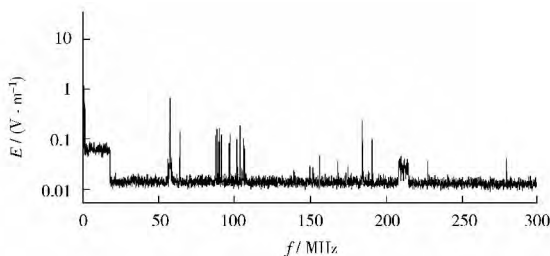


图 2 楼顶平台 2[#] 点位 100 kHz ~ 300 MHz 频段频谱
Fig. 2 Frequency spectrum in band of 100 kHz ~ 300 MHz at site 2[#] on the top of the building

图中清楚地反映出在 100 kHz ~ 3 GHz 频率范

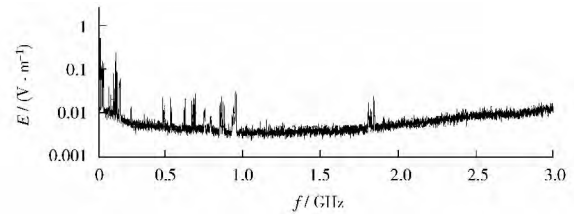


图 3 楼顶平台 2[#] 点位 75 MHz ~ 3 GHz 频段频谱
Fig. 3 Frequency spectrum in band of 75 MHz ~ 3 GHz at site 2[#] on the top of the building

围内各个频率的电磁波辐射贡献量较大的频率分量主要集中在小于 300 MHz 的频段, 100 kHz ~ 300 MHz 的场强积分为 $7.856 V/m$, 占 100 kHz ~ 3 GHz 频率范围综合场强的 91%。在大于 300 MHz 的频段, 所测得电场强度基本低于 $0.1 V/m$ 。楼顶其他点位的测量分析结果与 2[#] 点位的情况类似。

为了进一步分析电磁辐射能量的来源, 又对 2[#] 点位 100 kHz ~ 3 MHz 频率范围进行了选频测量, 其测试频谱见图 4。

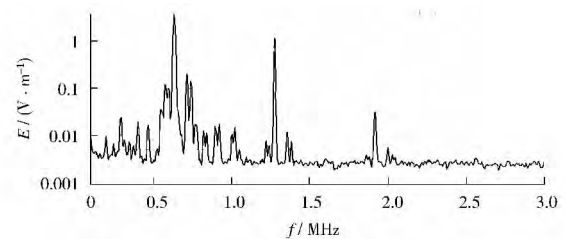


图 4 楼顶平台 2[#] 点位 100 kHz ~ 3 MHz 频段频谱
Fig. 4 Frequency spectrum in band of 100 kHz ~ 3 MHz at site 2[#] on the top of the building

图 4 可以看出, 对 2[#] 点位电磁辐射贡献量大的频率分量主要集中在 100 kHz ~ 2 MHz 频率范围, 主要为中波段(531 kHz ~ 1 602 kHz)。

表 3 列出了 6 个点位在 100 kHz ~ 300 MHz 和 75 MHz ~ 3 GHz 两个频率范围的综合场强值, 并给出了 100 kHz ~ 300 MHz 频率范围内主要频率上的场强值。可以看出, 所有点位受到的最大电磁辐射信号的频率为 639 kHz, 其次的电磁辐射信号频率 1[#]、3[#]、4[#] 点位为 57.8 MHz, 2[#]、5[#] 和 6[#] 点位为 1.28 MHz。所有点位 639 kHz 频率的电场强度均占各自综合场强的 95% 以上, 其余频率上的电场强度与之相比贡献很小。

表 3 楼顶平台 6 个点位的选频监测结果

Table 3 Monitoring results of narrow-band measurement of 6 sites on the top of the building

频率 f/MHz	各监测点电场强度 $E/(\text{V} \cdot \text{m}^{-1})$					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
100 kHz ~ 300 MHz 综合场强	6.7	7.9	5.3	4.9	5.7	6.3
75 MHz ~ 3 GHz 综合场强	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7
0.639	6.582	7.505	5.253	4.387	5.578	6.168
1.28	0.147	1.193	0.227	—	0.359	0.324
103.9	0.163	0.201	0.181	0.179	0.038	0.047
87.6	0.175	0.193	0.144	0.104	—	0.053
90.0	0.183	0.184	0.098	0.103	—	—
97.4	0.157	0.178	0.203	0.201	0.048	0.067
88.7	0.159	0.164	0.110	0.105	—	0.068
101.8	0.116	0.130	0.110	0.113	—	—
91.5	0.136	0.130	0.116	0.113	—	0.057
106.1	0.114	0.122	0.132	0.126	—	0.039
96.6	0.112	0.119	0.102	0.103	—	—
106.6	0.084	0.115	0.104	0.104	—	—
90.5	0.083	0.087	0.010	—	—	0.040
57.8	0.710	0.679	0.714	0.825	0.136	0.129
184.3	0.373	0.332	0.304	0.322	0.064	0.051
64.3	0.177	0.241	0.169	0.124	0.043	0.048
190.8	0.143	0.138	0.143	0.146	—	—

为进一步弄清对监测区域电磁辐射环境影响较大的不同频率信号的来源,对监测区域周边的电磁辐射设施进行了详细调查,确定了重要频率点的电磁设施发射源。

表 4 以 2[#] 点位为例,按照不同频率电场强度的大小顺序,给出了监测区域选频监测结果与北京市主要电磁设施发射源的对照表。

表 4 楼顶平台 2[#] 点位选频监测结果及不同频率信号来源对照表

Table 4 Sources of different frequency signal comparing with the result of narrow-band measurement at site 2[#] on the top of the building

序号	频率 f/MHz	节目	所属发射源	电场强度 $E/(\text{V} \cdot \text{m}^{-1})$	功率密度 $I/(\text{W} \cdot \text{m}^{-2})$
1	0.639	中央人民广播电台音乐之声	良乡 542 台	7.505	0.15
2	1.28	中央广播电台一套	良乡 542 台	1.193	3.78×10^{-3}
3	57.8	中央二台视频	中央电视台	0.679	1.22×10^{-3}
4	1.92	未查明	未查明	0.421	4.70×10^{-4}
5	184.3	中央八台视频	中央电视台	0.332	2.92×10^{-4}
6	64.3	中央二台音频	中央电视台	0.241	1.54×10^{-4}
7	103.9	北京交通广播	中央电视台	0.201	1.07×10^{-4}
8	87.6	北京文艺广播	中央电视台	0.193	9.88×10^{-5}
9	90.0	中央广播电台音乐之声	中央电视台	0.184	8.98×10^{-5}
10	97.4	北京音乐广播	中央电视台	0.178	8.40×10^{-5}
11	88.7	中国国际电台	中央电视台	0.164	7.13×10^{-5}
12	0.42	未查明	未查明	0.157	6.54×10^{-5}
13	190.8	中央八台音频	中央电视台	0.138	5.05×10^{-5}
14	101.8	中央人民广播电台都市之声	中央电视台	0.130	4.48×10^{-5}
15	91.5	中央国际广播电台 Easy FM	中央电视台	0.130	4.48×10^{-5}
16	106.1	中央人民广播电台中国之声	中央电视台	0.122	3.95×10^{-5}
17	96.6	中央人民广播电台经济之声	中央电视台	0.119	3.76×10^{-5}
18	106.6	北京人民广播电台有线亚洲流行音乐广播	中央电视台	0.115	3.51×10^{-5}
19	16.0	未查明	未查明	0.105	2.92×10^{-5}
20	0.97	未查明	未查明	0.101	2.71×10^{-5}

通过对该居民楼顶 6 个点位的选频测量和对 2[#] 点位的重点分析, 对该楼顶区域影响最大的是 639 kHz 和 1.28 MHz 的信号, 其余信号强度均小于 1 V/m。调查发现, 639 kHz 和 1.28 MHz 均是由该楼西南约 30 km 的良乡 542 中波台发出的, 其他频率大多来自该楼东面偏南约 9 km 外的中央电视塔发出的调频广播及电视信号, 其强度均明显小于中波信号。1[#] ~ 4[#] 点位由于处于中央电视塔方向的正面或侧面, 所以比位于背面的 5[#]、6[#] 点位受其影响要大。然而, 4[#] 点位虽然处在中波台的正面, 但比位于背面的 1[#] 和 2[#] 受其影响要小, 且 2[#] 点位受中波的影响最大, 这与中波传播时遇建筑物发生畸变效应有关。

如按理论计算, 在距离中波台 30 km 处, 中波电磁辐射电场强度应接近于 0。然而该高空监测区域中波电磁辐射的最大电场强度为 7.505 V/m, 影响较为显著, 这与中波的传播特性有关。中波广播的传播方式主要是地波传播即沿地球表面附近的空际传播, 服务半径一般不超过数百公里。地面上有各种障碍物, 根据波的特性, 当波长大于或相当于障碍物的尺寸时, 电波才能明显地绕到障碍物的后面继续传播。地面上的障碍物一般不太大, 中波能较好地绕过^[5]。中波在没有建筑物时空间垂直分布基本处于均匀状态, 由于其传播过程中的爬坡效应, 当途经高层建筑物时, 空间分布发生较大变化, 产生畸变效应, 建筑物附近空间局部区域场强增强。所以, 监测区域虽然距离中波台很远但仍受其电磁辐射影响。故此, 中波已成为城市环境, 特别是高层建筑所在高空环境的主要电磁辐射污染源, 在电磁辐射环境监测中需重点关注。

4 结论和建议

(1) 通过监测, 该区域高空环境的电磁辐射水平虽然符合《电磁辐射防护规定》(GB 8702-88) 规定的公众导出限值, 但要高于地面水平。

(2) 监测区域主要受其西南方向约 30 km 外的中波台的影响, 其次是东面偏南约 9 km 外的中央电视塔。影响最大的是 639 kHz 频率的中波信号, 占 100 kHz ~ 300 MHz 总场强的 95% 以上, 其次是 1.28 MHz 频率的中波信号, 中央电视塔发出的调频广播及电视信号的影响均明显要小。由于中波遇建筑物特别是高层建筑物时发生畸变效应, 所以即使在距离中波台很远的高空区域仍可能受到中波的影响。

(3) 在中波台附近进行城市发展建设, 尤其是建设居民住宅、医院、学校等敏感建筑物时, 一定要考虑中波地波的传输特性及其畸变效应, 对中波发射塔附近高层建筑的高度和距离进行严格控制, 充分做好环境评价, 确保公众工作生活环境安全, 保障公众健康。

[参考文献]

- [1] 管登高, 孙传敏, 孙遥, 等. 加强电磁环境保护, 提高城市电磁兼容水平[J]. 电讯技术, 2011, 51(4): 120-125.
- [2] 赵玉峰. 现代环境中的电磁污染[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [3] 孙遥, 徐冠立, 管登高, 等. 城市电磁环境污染及其防治对策[J]. 电讯技术, 2012, 52(4): 604-608.
- [4] 戈鹤山, 徐宁, 谢明. 中波广播电磁辐射环境影响水平预测模型的研究[J]. 卫生研究, 2005, 34(5): 631-632.
- [5] 徐辉, 王毅. 中波广播发射塔周边电磁环境场强分析[J]. 城市管理科技, 2005, 7(6): 246-247.

• 简讯 •

31 省份签署大气治污军令状 11 省重点考核 PM_{2.5}

环保部 2014 年 1 月 7 日与全国 31 个省(区、市) 签署了《大气污染防治目标责任书》, 明确了各地空气质量改善目标和重点工作任务, 进一步落实了地方政府环境保护责任, 为实现全国环境空气质量改善目标提供了坚实保障。

环保部有关负责人表示, 各省(区、市) 空气质量改善目标是目标责任书的核心内容。京津冀及周边地区(北京、天津、河北、山西、内蒙古、山东)、长三角、珠三角区域内的 10 个省及重庆市重点考核 PM_{2.5} 年均浓度下降情况, 其中北京、天津、河北确定了下降 25% 的目标, 山西、山东、上海、江苏、浙江确定了下降 20% 的目标, 广东、重庆确定了下降 15% 的目标, 内蒙古确定了下降 10% 的目标。其他 20 个省(区、市) 重点考核 PM₁₀ 年均浓度下降情况, 并根据各地环境质量状况, 将空气质量改善目标划分为 5 档: PM₁₀ 年均浓度远低于新空气质量二级标准的省份要求其持续改善, PM₁₀ 年均浓度接近二级标准或超标的省份, 根据超标程度, 要求其分别下降 5%、10%、12%、15%。

摘自 www.jshb.gov.cn 2014-01-08