

全国辐射环境监测网络射频综合场强测量比对

林兆丰 姚海云 朱玲 周滢 张荣锁

(环境保护部辐射环境监测技术中心 浙江省辐射环境监测站 浙江 杭州 310012)

摘要:在2011年全国辐射环境监测网络射频综合场强项目测量比对中,采用稳健统计方法对36家参比单位的78个比对测量结果进行统计分析。结果表明,全国各监测机构满意结果占87.3%,有问题结果占7.7%,离群结果占5%。对可能影响监测结果的若干因素进行了研究,如仪器型号等,反映了目前全国辐射环境监测网络射频电磁场测量项目的监测能力水平,为进一步开展质保工作提供了科学依据。

关键词:射频综合场强;测量比对;稳健统计分析;全国辐射环境监测网络

中图分类号:X837 文献标识码:C 文章编号:1006-2009(2012)04-0062-05

Intercomparison Tests for Integrated RF Field Intensity of National Radiation Environmental Monitoring Network

LIN Zhao-feng, YAO Hai-yun, ZHU Ling, ZHOU Yan, ZHANG Rong-suo

(Environmental Radiation Monitoring Technical Center of Ministry of Environmental Protection, Zhejiang Radiation Environmental Monitoring Station, Hangzhou, Zhejiang 310012, China)

Abstract: Intercomparison tests for Integrated RF Field Intensity of National Radiation Environmental Monitoring Network Program (2011) were described. The 78 measured values of intercomparison tests from 36 institutes were evaluated with robust statistics by organizer. Results showed that the 87.3% measured values were satisfactory, 7.7% questionable, and 5% unsatisfactory. Effects of several factors on integrated RF field intensity were discussed for example measuring equipment. The results of tests had objectively reflected the technological level of measurement, which would help with quality assurance in the future.

Key words: Integrated RF field intensity; Intercomparison test; Robust statistics analysis; National radiation environmental monitoring network

随着我国广电通信事业的开展,产生的电磁辐射环境问题也受到关注,要求各辐射环境监测机构对射频综合场强测量项目有较好的掌握,以提供准确可靠的数据。而测量比对是确定监测机构监测能力的有效方法,对于建立科学、合理的辐射环境监测能力评估体系,促进辐射监测能力建设,健全我国辐射环境监测体系^[1],具有重要的现实意义。

为检验全国辐射环境监测网络各成员单位对射频综合场强测量的掌握程度,识别各单位间存在的差异及影响监测数据的若干因素,从而提高测量数据的可比性,确保测量结果的准确可靠,环保部辐射环境监测技术中心根据环保部核安全司的要求,组织开展了“2011年全国辐射环境监测网络射

频电磁场测量比对活动”。

1 实施方案

1.1 参比单位

全国辐射环境监测网络省级成员单位均参加了比对活动,其中浙江站和江苏站各分两组技术人员,而北京站、山东站以及西藏站则分别用了两套不同型号的仪器进行了测量,因此按技术人员分组,共分成36个小组,北京、山东及西藏的小组则分别读取了两套数据,共计39套数据。

收稿日期:2012-02-18;修订日期:2012-06-21

作者简介:林兆丰(1980—),男,浙江杭州人,工程师,硕士,从事辐射环境监测与评价工作。

1.2 比对场地和点位设置

比对场地的选择原则为大型射频发射装置附近,周围无其他类似装置;交通便利,汽车可通达,路程距市区在1 h车程内,选择的场地距海口市政府约5.8 km。场地总体满足《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)的一般要求。根据以上选场原则及实验室间比对的程序^[2],组织方经实地勘察,确定比对场所为海口市府城中波发射台近场和远场2个点。

场地一:海口市府城中波发射台近场。该场地位于该中波台院内,以发射天线作为测量对象,测量点位设置在距离天线约150 m处,经纬度为110°20'44.84"E,19°59'09.16"N。

场地二:海口市府城中波发射台远场。该场地位于该中波台SSW方位处,以发射天线作为测量对象,测量点位设置在距离天线约1400 m处,经纬度为110°20'24.68"E,19°58'20.57"N。

1.3 测量方法

测量方法主要为《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)《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/T 10.3-1996)及《电磁辐射防护规定》(GB 8702-1988)。

1.4 仪器

现场测量比对仪器使用参数见表1。

表1 现场测量比对仪器使用参数

Table 1 Instrument parameters of the field measurement

序号	主机型号	电场探头型号	f/(电场探头)/MHz
1	NBM550	EF0391、E18.0	0.1~3 000
2	NBM520	EF0391	0.1~3 000
3	PMM8053A/B	EP300、EP330	0.1~3 000 0.005~3 000
4	EMR300	18C、Type18	0.1~3 000 0.3~3 000
5	EMR30	EP8C	0.1~3 000

1.5 环境参数

比对测量当日为阴天,自9:00至12:00。场地一比对测量阶段环境温度29.4℃~32.8℃,相对湿度76.7%~85.4%;场地二比对测量阶段环境温度29.4℃~32.8℃,相对湿度72.1%~86.4%。

1.6 结果评价方法

比对结果统计采用稳健统计技术的方法^[3],以减少极端值对平均值和标准偏差的影响。对测量项目统计下列总体统计量,结果总数(n)、中位值(M)、标准四分位间距(Normal IQR)、最小值(Min)和最大值(Max)。给出每个实验室(x_i)的 Z 比分数: $Z = (x_i - M) / \text{Normal IQR}$ 。根据 Z 比分数评价每个参加实验室的能力,依据如下: $|Z| \leq 2$ 为满意结果; $2 < |Z| < 3$ 为有问题结果; $|Z| \geq 3$ 为离群或不满意结果。

2 中波传播特性分析

测量对象中波的频段在535 kHz~1 605 kHz之间,服务半径一般不超过数百km。采用底部馈电(底部对地绝缘)的直立铁塔天线。根据服务范围,发射功率数十至数百kW不等。天线塔分为单

塔、双塔、四塔、八塔等几种形式。单塔天线,其水平面辐射是全向的,双塔天线为弱定向,四塔和八塔天线为强定向天线。单塔天线是1个以塔身为振子的底部馈电的垂直振子,它由钢桅杆、带绝缘的拉绳、底座绝缘、地网及放电球组成。

单塔天线在水平面内作无方向性辐射,在垂直面内0°仰角的辐射最大。这就是说,在水平面内的方向图与方位角无关,是一个圆;垂直面方向图和振子的高度有关^[4]。

海口中波台为2个单塔,其发射频率分别为756 kHz和954 kHz,该天线在水平面方向性为全向,辐射垂直极化波,天线在垂直面内的大部分能量是沿地面传播的,小部分能量以不同仰角向天空辐射,在晚间经电离层反射后再回到地面,称为天波。在天线塔附近的高场强区,天波场强远小于地波场强,从辐射防护角度看,只考虑地波场强即可。地面上有高低不平的山坡和房屋等障碍物,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,长波可以很好地绕过它们,中波也能较好地绕过,短波和微波由于波长较短,绕过障碍物的

本领很差。地波在传播过程中要不断消耗能量,而且频率越高(波长越短)损失越大,因此中波的传播距离不大,一般在几百 km 范围内,收音机在中波段一般只能收听到本地或邻近省市的电台。长波沿地面传播的距离要远得多,但发射长波的设备庞大,造价高,所以长波很少用于无线电广播,多用于海上超远程无线电通信和导航等^[5]。测量期间,海口中波台处于正常运行工况,比对测量工作能够顺利开展。单根铁塔天线布置见图 1(a)(b),不同高度的垂直振子的垂直方向的辐射见图 2。

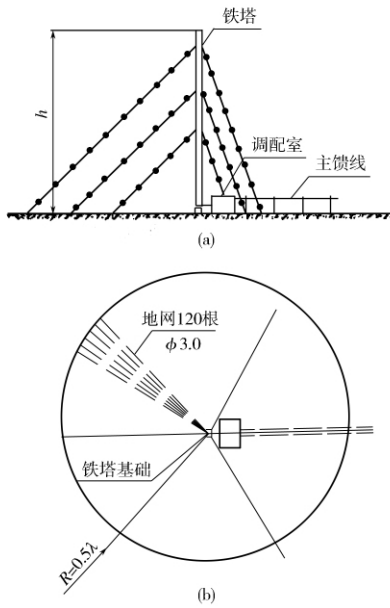


图 1 单根铁塔天线布置示意

Fig. 1 Arrangement of single tower antenna

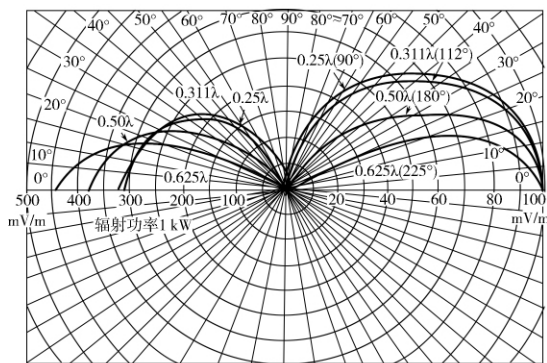


图 2 不同高度的垂直振子的垂直面方向辐射

Fig. 2 Vertical direction radiation of vertical oscillators at different high levels

3 结果与分析

3.1 比对结果

对比对测量结果进行统计分析,场地一射频综合场强的中位值为 6.45 V/m,变化范围为 5.33 V/m ~ 8.98 V/m; 场地二射频综合场强的中位值为 2.15 V/m,变化的范围为 1.86 V/m ~ 2.91 V/m。除 EMR300 频响范围为 0.3 MHz ~ 3 000 MHz 外,其余仪器频响范围为 0.1 MHz ~ 3 000 MHz。各仪器频响范围测量结果详见表 2。

表 2 射频综合场强测量结果 V/m

Table 2 Test results of RF integrated field intensity V/m

小组代码	仪器型号	场地一	场地二
L-01	NBM550/EF0391	6.80	2.35
L-02	PMM8053A/EP300	6.52	2.13
L-03	NBM550/EF0391	6.04	2.15
L-04	NBM550/EF0391	6.16	2.04
	PMM8053B/EP300	7.71	2.49
L-05	NBM550/EF0391	5.98	2.09
L-06	NBM550/EF0391	6.56	2.23
L-07	NBM550/EF0391	6.41	2.27
	EMR300/E18.0	6.29	2.09
L-08	NBM550/EF0391	6.11	2.21
L-09	PMM8053A/EP300	6.93	2.17
L-10	NBM550/EF0391	6.38	2.24
L-11	PMM8053B/EP300	6.93	2.64
L-12	PMM8053A/EP300	7.39	2.32
L-13	NBM550/EF0391	6.19	2.11
L-14	NBM520/EF0391	5.70	2.03
L-15	PMM8053A/EP300	6.25	2.02
L-16	EMR300/Type18	6.45	2.12
L-17	NBM550	6.20	1.98
L-18	PMM8053B/EP300	6.45	2.34
L-19	NBM550/EF0391	6.79	2.31
L-20	EMR300/18C	5.48	2.04
L-21	EMR300	6.06	2.12
L-22	NBM550/EF0391	6.30	2.05
	PMM8053A/EP300	7.20	2.36
L-23	PMM8053A/EP300	6.13	2.17
L-24	PMM8053A/EP330	6.81	2.11
L-25	EMR300	6.78	2.22
L-26	PMM8053B/EP300	7.59	2.23
L-27	PMM8053A/EP330	8.98	2.30
L-28	EMR300/18C	6.59	2.08
L-29	PMM8053B/EP300	8.32	2.91
L-30	EMR300	5.91	2.05
L-31	EMR300	6.21	2.01
L-32	NBM550/EF0391	6.22	2.04
L-33	EMR300/18C	6.52	2.21
L-34	PMM8053B/EP300	7.95	2.47
L-35	EMR300/18C	5.33	1.86
L-36	EMR30/EP8C	8.80	2.07

对各参比小组的2个测量值分别进行评价,计算其Z比分数。共36家单位参加了测量比对活动,得到测量数据共计78个,其中4个测量值为离群结果,占总数的5%;6个测量值为有问题结果,占总数的7.7%;其余均为满意结果,占总数的87.3%。从比对测量结果来看,大多数单位的测量值为满意结果,基本反映了目前全国辐射环境监测网络射频综合场强的测量技术水平,见表3。

表3 2011年全国射频综合场强比对各单位Z比分数情况汇总

Table 3 Z Scores of RF field intensity tests in 2011

小组代码	场地一 Z 比分数	场地二 Z 比分数	n(有问题) /个	n(离群) /个
L-01	0.68	1.21	0	0
L-02	0.14	-0.15	0	0
L-03	-0.81	0.00	0	0
L-04	-0.56	-0.69	2	0
	2.47	2.02		
L-05	-0.92	-0.35	0	0
L-06	0.22	0.46	0	0
L-07	-0.09	0.71	0	0
	-0.31	-0.36		
L-08	-0.67	0.33	0	0
L-09	0.93	0.12	0	0
L-10	-0.13	0.53	0	0
L-11	0.94	2.96	1	0
L-12	1.83	1.02	0	0
L-13	-0.51	-0.26	0	0
L-14	-1.47	-0.74	0	0
L-15	-0.40	-0.77	0	0
L-16	0.00	-0.16	0	0
L-17	-0.50	-1.00	0	0
L-18	0.00	1.14	0	0
L-19	0.67	0.96	0	0
L-20	-1.91	-0.69	0	0
L-21	-0.76	-0.16	0	0
L-22	-0.29	-0.58	0	0
	1.47	1.23		
L-23	-0.62	0.10	0	0
L-24	0.70	-0.27	0	0
L-25	0.65	0.42	0	0
L-26	2.23	0.45	1	0
L-27	4.95	0.92	0	1

续表

小组代码	场地一 Z 比分数	场地二 Z 比分数	n(有问题) /个	n(离群) /个
L-28	0.27	-0.45	0	0
L-29	3.65	4.56	0	2
L-30	-1.07	-0.61	0	0
L-31	-0.48	-0.87	0	0
L-32	-0.46	-0.64	0	0
L-33	0.13	0.32	0	0
L-34	2.93	1.89	1	0
L-35	-2.19	-1.74	1	0
L-36	4.59	-0.49	0	1

3.2 结果分析

3.2.1 离群结果、有问题结果与中位值比较

将离群结果、有问题结果与中位值进行比较。比中位值偏高的测量结果居多,且偏高的小组使用的仪器型号大部分为PMM8053。表明PMM8053测量结果较容易偏离,见表4。

表4 离群结果、有问题结果与中位值比较^①

Table 4 Comparison of outlier, questionable and median^①

序号	小组代码	仪器型号	场地一	场地二
1	L-04	PMM8053B/EP300	+	+
2	L-11	PMM8053B/EP300	A	+
3	L-26	PMM8053B/EP300	+	A
4	L-27	PMM8053A/EP330	++	A
5	L-29	PMM8053B/EP300	++	++
6	L-34	PMM8053B/EP300	+	A
7	L-35	EMR300/18C	-	A
8	L-36	EMR30/EP8C	++	A

①"++"表示离群结果较中位置偏高;"+"表示有问题结果较中位值偏高;"-"表示有问题结果较中位置偏低;"A"表示与中位值比较没有较大的偏高或偏低。

3.2.2 仪器型号对射频综合场强测量的影响

对不同型号仪器的测量结果分别进行统计。NBM550的标准偏差最小,而PMM8053和EMR300的标准偏差最大,表明NBM550的稳定性能总体优于PMM8053和EMR300。此外,PMM8053的均值最高,同样表明PMM8053测量结果较易偏高。由于NBM520和EMR30使用较少,统计的可比性不高,见表5。

表 5 不同型号仪器测量结果统计^①

Table 5 Test results statistics for different type of instruments^①

测量点位	项目	仪器型号	台数	最小值	最大值	平均值	标准偏差
场地一	$E(\text{射频}) / (\text{V} \cdot \text{m}^{-1})$	PMM8053	14	6.13	8.98	7.23	0.82
		NBM550	13	5.98	6.80	6.32	0.26
		NBM520	1	5.70	5.70	5.70	B
		ERM300	10	5.33	6.78	6.16	0.48
		ERM30	1	8.80	8.80	8.80	B
场地二	$E(\text{射频}) / (\text{V} \cdot \text{m}^{-1})$	PMM8053	14	2.04	2.64	2.24	0.17
		NBM550	13	1.98	2.36	2.14	0.13
		NBM520	1	2.22	2.22	2.22	B
		ERM300	10	1.86	2.91	2.22	0.30
		ERM30	1	2.07	2.07	2.07	B

①“B”表示仪器无法统计偏差。

3.2.3 射频综合场强测量值与支撑杆的关系

在选择测量方式时,组织方在某大型射频发射装置附近就测量仪器支撑方式、仪器之间相互影响

等因素,在场地一、场地二、场地三进行了测试。采用木质架、塑料架和手持 3 种方式进行仪器支撑方式影响测试,结果见表 6。

表 6 仪器支撑方式对综合场强测试影响

Table 6 Test influence of instrument support mode on integrated field intensity

测量仪器	支架	测量点位	1	2	3	4	5	平均值
仪器 1	木质架	场地一	0.84	0.92	0.78	0.81	0.91	0.85
	塑料架		0.85	0.75	0.78	0.81	0.84	0.81
	手持		1.26	1.28	1.30	1.24	1.27	1.27
仪器 2	塑料架	场地二	6.53	6.60	6.51	6.54	6.56	6.55
	手持		10.76	10.67	10.60	10.53	10.52	10.62
仪器 3	塑料架	场地三	2.81	2.78	2.80	2.81	2.79	2.80
	手持		5.25	5.21	5.19	5.22	5.21	5.22

测试结果表明,木质架与塑料架的射频综合场强结果未发现显著性差异,手持方式的测量结果差异最大,比用支撑架的结果偏大约 50% ~ 100%。原因可能是人体在环境中形成电导体,从而引起探头附近电场畸变致测量值偏高,因此,测量时选用支撑架比较合适。

响和干扰,尽量使用支撑杆固定仪器。比对测量结果分析对今后射频综合场强测量项目质保工作的开展提供了科学依据^[6]。

[参考文献]

4 结论

全国辐射环境监测网络测量比对满意结果占 87.3%,有问题结果占 7.7%,离群结果占 5%,客观地反映了目前全国辐射环境监测网络射频电磁场测量项目的监测能力水平。

同时,对测量结果进行分析发现,不同仪器型号的选择可能对测量结果产生一定的影响;测量射频综合场强时,除了要注意周围障碍物对测量值的影响外,也要注意手持仪器时人体对测量结果的影

[1] 邱祖楠. 完善应急监测网络 提高环境管理能力[J]. 环境监测管理与技术 2008 20(2): 4-6.

[2] 国家质量监督技术局. GB 15483.1-1999 利用实验室间比对的能力验证 第 1 部分: 能力验证计划的建立和运作[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.

[3] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS-GL02 能力验证结果的统计处理和评价指南[EB/OL]. [2011-06-12] http://www.cnas.org.cn/extra/col23/1153814692.pdf.

[4] 谢益溪. 无线电波传播: 原理与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.

[5] 毛钧杰, 刘培国. 电磁环境基础[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2010.

[6] 黄国夫, 杨维耿, 张瑜, 等. 辐射环境监测能力评估[J]. 环境监测管理与技术 2012 24(1): 5-7.