

# 环境电磁辐射测量比对

姚海云, 朱玲, 周滢, 张荣锁

(浙江省辐射环境监测站, 浙江 杭州 310012)

**摘要:**为考核辐射环境监测质量, 浙江省辐射环境监测站组织了 2010 年全省辐射环境监测网络环境电磁辐射测量比对。采用稳健 Z 比分数法评价测量数据的一致性。结果表明, 射频综合场强测量比对中, 9 台仪器测量结果满意, 1 台仪器测量结果离群。工频电磁场测量比对中, 有 9 台仪器测量结果满意, 2 台仪器测量结果离群。88% 的测量值为满意结果, 12% 为离群结果, 测量比对有效地发现了测量仪器存在的问题, 保证监测工作结果的准确性。

**关键词:** 环境电磁辐射; 射频综合场强; 工频电磁场; 测量比对; 测量仪器

中图分类号: X837 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2010)06-0073-03

## Measurement Comparison of Electromagnetic Environmental Radiation

YAO Haiyun, ZHU Ling, ZHOU Yan, ZHANG Rong-suo

(Zhejiang Radiation Environmental Monitoring Station, Hangzhou, Zhejiang 310012, China)

**Abstract** For assessment of radiation environmental monitoring quality, measurement comparison of environmental electromagnetic radiation was organized by Zhejiang Radiation Environmental Monitoring Station in radiation environmental monitoring network of Zhejiang province in 2010. The measurement results were analyzed by the Z-score method. The analysis of comparison results showed that 9 measuring instruments of RF integrated electric-field intensity were satisfied and 1 was outlier; 9 measuring instruments of power-frequency electromagnetic field were satisfied and 2 were outliers accordingly. 88 percent of the measured values were satisfied and the others were outliers. The comparison could effectively find defect of measuring instrument to sure the correct of electromagnetic radiation monitoring.

**Key words** Environmental electromagnetic radiation; RF integrated electric-field intensity; Power-frequency electromagnetic field; Measurement comparison; Measuring instrument

环境电磁辐射污染的纠纷和投诉数量呈现快速上升趋势<sup>[1-2]</sup>, 为了保证电磁辐射监测数据的准确, 必须做好电磁辐射测量的质量保证工作。测量比对是判定测量结果是否准确的有效方法<sup>[3]</sup>, 浙江省市级环境监测机构于 2010 年开展了射频综合场强、工频电场强度和工频磁感应强度测量比对工作, 以利发现电磁辐射监测存在的问题。

### 1 测量方法

#### 1.1 射频综合场强

参照《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)中的方法布点和测量。选择杭州北高峰的浙江省电视发射塔作为

测量对象, 在距离发射塔西北 500 m 和东南 800 m 各布设一个测量点, 测量时仪器探头距地面 1.7 m, 位于 2 m × 2 m 的网格点, 关闭测量人员随身携带的手机等电子产品, 无关人员远离测量仪器。

#### 1.2 工频电磁场强度

参照《500 kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》(HJ/T 24-1998)中的方法布点和测量。选择杭州市郊的 220 kV 高压线作为测量对象, 在中央导线驰垂最大处线路中心的地面

收稿日期: 2010-08-03; 修订日期: 2010-09-09

基金项目: 浙江省环境保护厅委托项目

作者简介: 姚海云(1976-), 男, 江西新干人, 工程师, 硕士, 从事辐射环境监测与质量保证工作。

投影点 10 m, 与线路平行的直线上布设 6 个测量点, 各点间相距 2 m。测量时仪器探头离地 1.5 m, 选择任意一个测量点, 无关人员远离测量仪器。

## 2 数据统计与评价方法

### 2.1 数据统计

鉴于测量数据的分散性, 采用稳健 Z 比分数法<sup>[4-5]</sup>评价测量数据的一致性。该法对极端值的处理有别于已往方法需用狄克逊 (Dixon) 法或格鲁布斯 (Grubbs) 法检验剔除异常数据, 然后计算统计值, 而是给异常数据赋较小的权, 降低其对平均值和标准差的影响。

计算中位值、标准 QR、稳健 CV%、最小值、最大值和极差, 计算每个参比方测量项目的 Z 比分数。

$$Z = \frac{A - \text{中位值}(A)}{\text{标准 QR}(A)}$$

式中: A 为参比方测量值, 标准 QR(A) 为四分位间距的 0.741 3 倍。

### 2.2 评价方法

参比方的测量水平采用 Z 比分数评价<sup>[6]</sup>。

|Z| ≤ 2 测量结果满意; 2 < |Z| < 3 测量结果存在问题, 鼓励参比方认真查找结果偏差较大的原因; |Z| ≥ 3 测量结果不满意, 为离群值。

## 3 比对结果

5 种型号 10 台仪器参加射频综合场强测量比对, 测量结果和 Z 值见表 1。

表 1 射频综合场强测量值和 Z 值汇总

Table 1 Results of RF integrated electric-field intensity and Z-score

仪器 型号	仪器频率 响应 f/MHz	测量点 1		测量点 2		评价
		测量值 E /(V·m <sup>-1</sup> )	Z 值	测量值 E /(V·m <sup>-1</sup> )	Z 值	
I	0.1~3 000	0.54	0.12	0.26	-0.19	满意
II	0.1~3 000	0.53	-0.12	0.28	0.58	满意
		0.58	1.10	0.30	1.35	满意
		0.56	0.61	0.30	1.35	满意
		0.49	-1.10	0.26	-0.19	满意
		0.60	1.59	0.25	-0.58	满意
		0.52	-0.37	0.26	-0.19	满意
III	0.1~3 000	0.52	-0.37	0.27	0.19	满意
IV	0.1~3 000	0.48	-1.35	0.22	-1.73	满意
V	0.1~5 000	0.74	5.03	0.41	5.59	2点离群

3 种型号 11 台仪器参加工频电磁场测量比对, 测量结果和 Z 值见表 2。

表 2 工频电磁场测量值和 Z 值汇总

Table 2 Results of power-frequency electromagnetic field and Z-score

仪器 型号	探头类型	工频电场强度		工频磁感应强度		评价		
		测量值 E /(V·m <sup>-1</sup> )	Z 值	测量值 B /nT	Z 值			
A	三维探头	500.8	-0.11	573.6	1.30	满意		
		488.6	-0.17	562.8	1.13	满意		
		B	三维探头	525.4	0.00	594.0	1.63	满意
				440.5	-0.38	502.0	0.15	满意
				483.7	-0.19	493.0	0.00	满意
				785.0	1.17	449.0	-0.71	满意
785.0	1.17	447.0	-0.74	满意				
785.0	1.17	449.0	-0.71	满意				
C	单向探头	440.6	-0.38	502.0	0.15	满意		
		2 010	6.70	484.0	-0.15	1点离群		
		1 820	5.84	246.0	-4.00	2点离群		

## 4 结果分析

在射频综合场强测量比对中, 9 台仪器测量结果满意, 1 台仪器测量结果离群, 离群值个数占测量总数的 10%。频率响应范围相同的 I 型~IV 型测量仪, 其测量值基本一致, 偏差较小; 频率响应范围偏大的 V 型测量仪, 其测量值也偏大。在 3 000 MHz~5 000 MHz 频率范围内存在雷达、微波等超高频电磁波<sup>[7]</sup>, I 型~IV 型测量仪无法测量。

在工频电磁场测量比对中, 有 9 台仪器测量结果满意, 2 台仪器测量结果离群, 离群值个数占总数的 18.2%。三维探头类型的工频电磁场测量仪的测量值均为满意, 而单向探头的测量值为离群。单向探头的 C 型测量仪为手持式仪器, 测量时与人的距离较近。比对过程中还发现, 三维探头与三脚架之间的支撑杆材质不同, 对测量结果的影响较大, 木质支撑杆的电场强度测量值是塑料支撑杆的 2 至 3 倍。原因可能是木质支撑杆受潮后, 使电场产生畸变影响了探头测量<sup>[8-9]</sup>。

## 5 结论与建议

37 个测量值为满意结果, 占总测量个数的 88%, 5 个测量值为离群结果, 占总测量个数的 12%。出现离群结果的主要原因是不同类型仪器

之间的性能差异,同一类型仪器的测量结果吻合性较好,不同类型仪器之间的差异较大。针对比对发现的问题,建议在射频综合场强测量时,应选用频率响应范围为 0.1 MHz~3 000 MHz 的仪器测量,不选用 0.1 MHz~5 000 MHz 的仪器测量。工频电磁场测量时,使用光纤连接读出器,可减少人为对被测电磁场的影响,数据更准确,同时,应选用配置三维探头和塑料支撑杆的仪器测量。

#### [参考文献]

- [1] 孙秀莲. 国内外电磁辐射监测技术概况及其发展趋势 [J]. 山东环境, 1995, 65(2): 5-6
- [2] 尚明昆, 梁丹丹. 浅谈电磁辐射与环境污染 [J]. 思茅师范高等专科学校学报, 2009, 25(6): 22-23
- [3] 赵福祥, 张起虹, 蔡新华, 等. 工频电磁场的测量比对 [J]. 电

力环境保护, 2008, 24(2): 58-59

- [4] 国家质量技术监督局. GB15483.1-1999 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
- [5] 王承忠. 实验室间比对的能力验证及稳健统计技术第五讲 稳健统计技术 (一) [J]. 理化检验-物理分册, 2004, 40(11): 589-593
- [6] 王承忠. 实验室间比对的能力验证及稳健统计技术第二讲 能力验证计划的运作和能力评价 [J]. 理化检验-物理分册, 2004, 40(8): 427-429
- [7] 朱重德. 电磁辐射污染与防护 [J]. 上海环境科学, 2004, 23(2): 81-86
- [8] 赵福祥, 张起虹, 蔡新华, 等. 测量工频电磁场应注意的问题 [J]. 环境监测管理与技术, 2007, 19(5): 57-58
- [9] 庄振明, 谢咏梅, 宋永忠. 解决电磁辐射分析仪测量值偏高的方法 [J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(4): 70-71

本栏目责任编辑 薛光璞 陈宝琳

(上接第 65 页)

表 4 精密度试验结果

Table 4 Test results of precision

样品	10.0 μg/L		50.0 μg/L		90.0 μg/L	
	标液	标液	标液	标液	标样 1	标样 2
测定值 ρ	10.3	49.5	88.0	49.0	85.3	
/(μg·L <sup>-1</sup> )	2	11.3	49.4	90.0	52.8	86.4
	3	10.1	50.6	87.7	52.0	79.5
	4	8.54	48.8	89.0	48.1	81.0
	5	10.4	50.8	89.9	51.9	85.1
	6	11.2	50.8	89.8	49.0	79.6
	7	9.97	51.0	90.0		
	8	9.91	50.3	88.7		
	9	8.30	50.4	91.5		
	10	10.8	50.4	90.3		
	测定均值 ρ	10.1	50.2	89.5	50.5	82.8
/(μg·L <sup>-1</sup> )						
	RSD %	9.8	1.4	1.3	3.9	3.8

## 2.7 实际水样测定与加标回收试验

将河水样品经 0.45 μm 滤膜过滤后,加硝酸酸化至 pH 值 ≤ 2,在上述条件下测定,并做加标回收试验,结果见表 5。

表 5 实际水样测定与加标回收试验结果

Table 5 Test results of sample analysis and spiked recovery

样品	1	2	3
测定均值 ρ/(μg·L <sup>-1</sup> )	—	—	—
加标量 ρ/(μg·L <sup>-1</sup> )	10.0	80.0	50.0
加标后测定均值 ρ/(μg·L <sup>-1</sup> )	9.79	83.0	50.9
回收率 %	97.9	104	102

## 2.8 标准样品测定

在上述条件下平行测定锑标准样品 [(1.47 ± 0.11) mg/L], 测定均值为 1.49 mg/L, 在保证值范围内,符合要求。

## 3 结语

采用石墨炉原子吸收分光光度法测定地表水中的锑,方法操作简便,抗干扰能力强,灵敏度高,精密度与准确度良好,对样品作适当预处理后还可用于废水中锑的检测。

#### [参考文献]

- [1] 国家环境保护总局. GB 3838-2002 地表水环境质量标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002
- [2] 中华人民共和国卫生部, 国家标准化管理委员会. GB 5749-2006 生活饮用水卫生标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006
- [3] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法 [M]. 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002 386-388
- [4] 吴宏, 黄德乾, 金焰, 等. 环境样品中铅、镉、汞、硒形态分析研究进展 [J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(4): 9-11
- [5] US EPA 200.9-1994 Determination of trace elements by stabilized temperature graphite furnace atomic absorption [S].
- [6] US EPA 204.2-1978, Antimony (AA, flame technique) [S].
- [7] US EPA 7041-1986, Antimony (atomic absorption, flame technique) [S].
- [8] 李付江, 刘萍, 刘岩. 石墨炉原子吸收法直接测定牛奶中硒 [J]. 环境监测管理与技术, 2005, 17(3): 34-35

本栏目责任编辑 姚朝英