

【辐射环境】

城市轻轨交通沿线电磁污染的分析 and 调查

范磊

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2009)02-0001-02

【摘要】 目的 了解城市轻轨产生的电磁污染情况。**方法** 根据城市轻轨电磁特性,按照相关电磁监测方法对其周围环境进行了监测。**结果** 高频综合电场强度和工频电场、工频磁场均符合标准。**结论** 轻轨机车运行时对沿线电磁环境影响较小,不会干扰周围居民的生活。

【关键词】 城市轻轨;电磁污染;监测结果

随着我国经济的高速发展和城市交通线路建设,城市轻轨交通作为解决大城市市内交通紧张的选择将日趋普及。轻轨交通沿线所经地段很多是居民区,与居民住宅很近,它所产生的电磁场直接影响周围环境,因此伴随着轻轨交通的大规模建设,人们越来越重视轻轨机车运行时沿线产生的电磁污染。

1 轻轨机车运行时的电磁污染分析

作者单位:江苏省辐射环境监测管理站,江苏 南京 210036

作者简介:范磊(1982~),男,江苏南京人,助理工程师,从事电磁辐射监测工作。

市内地面轨道交通一般称为轻轨交通,轻轨机车的电流回路示意图如图 1 所示。运行期间的电磁污染主要分为高频电磁污染和工频电场、工频磁场。

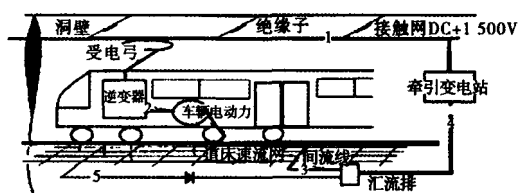


图 1 轻轨机车电流回路示意图

采用效率曲线法,计算公式:

$$A = (S/T - S_0/T_0) \cdot F \cdot F_2 \cdot HXB / (E \cdot Q \cdot F_1 \cdot P)$$

式中, S 为样品全能峰净面积, T 为样品测量时间, S_0 为本底谱全能峰净面积, T_0 为本底测量时间, HXB 为灰鲜比, E 为

全能峰效率, Q 为取样量, P 为全能峰分枝比, F 为采样修正, F_1 为存放修正, F_2 为测量修正。

3 比对结果^[3-6]

表 4 三台谱仪的测量结果比较

被测核素	标准值 (Bq/kg)		谱仪 A (Bq/kg)				谱仪 B (Bq/kg)				谱仪 C (Bq/kg)			
	值	误差%, K=2	值	误差%, K=2	比值	偏差	值	误差%, K=2	比值	偏差	值	误差%, K=2	比值	偏差
U-238	192.7	4.0	196	7.1	1.02	1.7%	179	18	0.93	-7.1%	192	16	1.00	-0.4%
Th-232	175.9	4.0	173	6.2	0.98	-1.6%	169	6.2	0.96	-3.9%	162	7.5	0.92	-7.9%
Ra-226	186.2	3.5	186	5.9	1.00	-0.1%	178	5.9	0.96	-4.4%	175	7.5	0.94	-6.0%
K-40	349.7	4.0	352	6.2	1.01	0.7%	360	6.3	1.03	2.9%	359	7.0	1.03	2.7%

注:比值 = 测量值/标准值。

表 5 三台谱仪的 U 检验结果^[4]

被测核素	U 检验 ⁽¹⁾		
	谱仪 C	谱仪 A	谱仪 B
U-238	0.21	0.4	0.02
Th-232	0.23	0.5	0.99
Ra-226	0.02	0.7	0.76
K-40	0.09	0.4	0.32

注:1) U 检验 = |测量值 - 标准值| / SQRT(U2 测量值 + U2 标准值), 表示测量准确度。

4 结论

综合分析以上数据,可以看出:

(1) U-238 的比值范围为 0.93 ~ 1.02, 测量偏差 (K=2) 为 0.4% ~ 7.1%; Th-232 的比值范围为 0.92 ~ 0.98, 测量偏差 (K=2) 为 1.6% ~ 7.9%; Ra-226 的比值范围为 0.94 ~ 1, 测量偏差 (K=2) 为 0.1% ~ 6.0%; K-40 的比值范围为 1.01 ~ 1.03, 测量偏差 (K=2) 为 0.7% ~ 2.9%。

(2) 对三台谱仪的测量结果进行了 U 检验, 结果表明, 各核素的 U 检验值均 < 1.96 (置信水平为 0.95)。

(3) ORTEC 的谱仪 A 和谱仪 B 效率曲线的拟合方式为 Pol-

ynomial (多项式拟合), CANBERRA 的谱仪 C 为 Dual (双曲拟合), 两个不同厂家的拟合计算方法对测量结果没有系统误差。

(4) 峰康比 (谱仪 A) 越大, 对低能 γ 射线 (U-238, 63.29 keV) 探测能力越强, 统计误差越小, 测量偏差越小。

(5) 通过对测量值与标准值的误差和比值分析, 经 U 检验, 证明测量结果与标准值符合较好, 证明了本实验室的检测方法可靠, 质控措施可行, 检测结果可信。

参考文献:

- [1] GB 11713-89, 用半导体 γ 谱仪分析低比活度 γ 放射性样品的标准方法 [S].
- [2] GB 11743-89, 土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法.
- [3] 王文海. 建材中放射性核素含量比对测量结果 [J]. 核电子学与探测技术, 2005, 7.
- [4] 黄治俭. 关于环境样品中 γ 能谱测量中质量控制的几个问题 [J]. 辐射防护, 1994, 9.
- [5] 衡俊华. 比对试验数据处理的 3 种方法 [J]. 金属制品, 2002, 12.
- [6] 符颖操. 实验室间比对结果分析统计方法的探讨 [J]. 理化检验 - 物理分册, 2006, 42.

(收稿日期: 2009-01-04)

1.1 高频电磁污染 高频电磁污染主要集中在 HF、VHF 和 UHF 波段,范围为轨道周围 50m ~ 80m 内的环境。主要分为两部分:

(1) 轻轨交通采用电力牵引,受电弓在接触网的导线上滑动,由于接触电阻的变化产生的电平相对稳定的频带很宽的无线电干扰电波;由分离的一系列脉冲产生的连续噪声,该脉冲系列的出现是随机的,其周期也有长有短,这类电磁波是在一般正常运行速度下产生的,此类成份随速度的提高而增加;因振动或接触导线有不光滑的地方,滑板和接触导线之间经常出现部分接触不良并形成火花放电,产生的孤立的脉冲干扰电波。滑板与接触导线间的射频干扰电流沿接触网传播并向空间辐射,其电磁辐射影响将随列车的运动。

(2) 地铁使用的通信、自动控制系统对周围电磁环境也会产生一定的影响,但其用电量较小,功率较低,在一般情况下产生的影响较小。

1.2 工频电场、工频磁场 目前轻轨交通采用交流变频调压技术(VVVF)^[1]作为传动系统,并且轻轨的照明等供电系统也会对周围电磁产生一定的影响。但由于电压较低,产生的影响较小。

2 电磁污染情况的调查

机车运行的路线分为地下段和高架段。当机车行驶在地下时,由于大地是良好屏蔽体,因此不会对周围居民产生电磁污染。当机车行驶在高架段时,车体、输变电设施全部暴露在空中,此时产生的电磁污染会影响周围居民的日常生活。因此电磁污染调查针对的主要是高架段周围的环境。

2.1 高频电磁污染

2.1.1 HF、VHF 和 UHF 频段的综合电场强度 当机车进出站时会进行加速或减速,可以认为这时地铁运行对周围电磁环境

影响最大,因此选取了 N 市轻轨起始/终点站南侧 150m 地点进行了监测,监测仪器选用德国 Narda 公司的 EMR-300 综合场强仪配备 18 号探头(频带宽度为(0.1-3 000) MHz),监测结果见表 1。监测结果表明,高架段在有机车通过时的电磁辐射功率密度为($1.7 \times 10^{-3} \sim 2.4 \times 10^{-3}$) W²/m,比无机车通过时的功率密度($1.5 \times 10^{-3} \sim 1.8 \times 10^{-3}$) W²/m 略有增加,但无明显变化,符合《电磁辐射防护规定》(GB8702-1988)^[2]对公众照射导出限值 0.4 W/m² 的要求。

表 1 轻轨高架段起始/终点站综合场强监测结果

序号	测点位置	功率密度(W ² /m)	
		无机车通过时	有机车通过时
1	距线路中心线东 5m	1.7×10^{-3}	2.4×10^{-3}
2	距线路中心线东 10m	1.8×10^{-3}	1.8×10^{-3}
3	距线路中心线东 30m	1.5×10^{-3}	1.7×10^{-3}
4	距线路中心线东 50m	1.5×10^{-3}	1.7×10^{-3}

2.1.2 电磁骚扰 集电弓与接触网出现小的跳动时产生电磁脉动、大跳动时产生较大电弧放电,从而引发较强的电磁辐射,对周围电磁信号产生骚扰。

由于城市电磁环境背景复杂,当汽车车流量较大时由车辆产生的电磁骚扰可以超过轻轨机车的骚扰。因此选取了车流量少的地区、在中午等车辆较少的时间段对 T 市的轻轨进行了监测^[3]。选用 R&S 公司 ES126 接收机配备 HL223 天线,采用峰值自动保持记录模式。典型地点的轻轨机车通过前后电磁骚扰场强测试图如图 2、图 3 所示。根据测试结果,环境场强电平值基本在 40 dBμV/m,而在轻轨机车通过时骚扰场强普遍增强,最高可达 60 dBμV/m。周围电视屏幕会出现白点状雪花,距离较近的某些区域可能出现短暂的破坏图像同步现象^[4]。

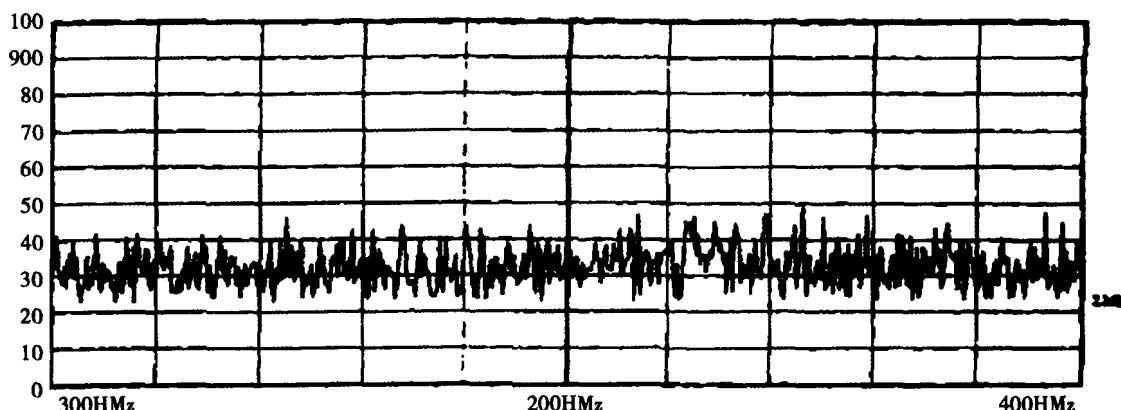


图 2 轻轨机车通过前(300~400) MHz 频段电磁骚扰场强图

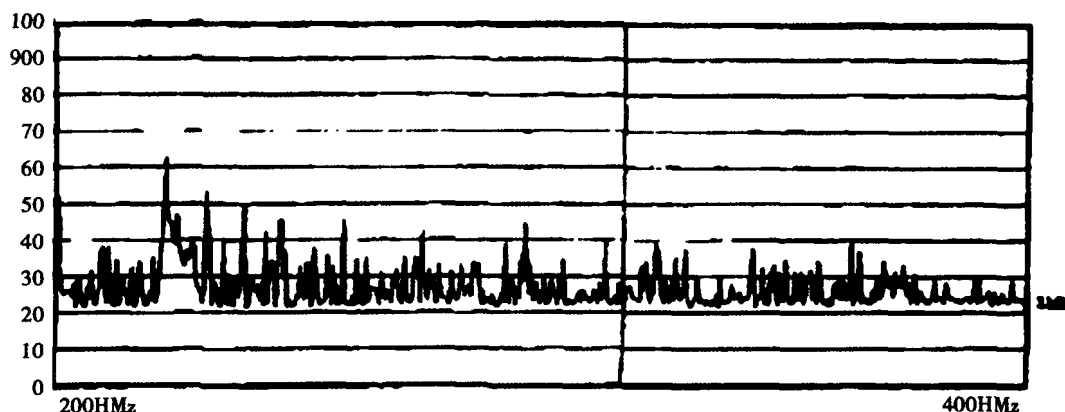


图 3 轻轨机车通过时典型(200~400) MHz 频段电磁骚扰场强图

2.2 工频电场、工频磁场 为调查轻轨机车运行时周围工频电场、工频磁场影响,选取了 N 市轻轨高架段起始/终点站附近和途中机车正常行驶时路过的最近两处居民点进行了监测。

监测仪器选用美国 Holaday 公司 HI-3604 工频场强仪,监测结果见表 2。

新一代 S 波段多普勒天气雷达电磁辐射环境影响分析

赵志勇, 杨国栋, 刘明海

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2009)02-0199-03

【摘要】 目的 通过对天气雷达周围环境现场监测和理论估算, 分析新一代 S 波段多普勒天气雷达对电磁辐射环境的影响, 为雷达选址和运行时的电磁辐射防护提供参考。方法 简介雷达系统组成及工作原理、电磁辐射评价标准、雷达周围环境现场监测和理论估算。结果 通过现场监测和理论分析, 只要满足安全防护距离要求, 其电磁辐射水平处于国家规定的限值内。结论 天气雷达只要选址合理, 周围划定安全防护距离, 其正常运行工况下的电磁辐射对周围环境和公众的影响低于国家的标准限值, 对公众和环境是安全的。

【关键词】 环保; 电磁辐射; 新一代天气雷达; 影响分析

1 天气雷达系统简介

1.1 组成及工作原理 新一代 S 波段多普勒天气雷达系统所选用的 (CINRAD-SC 型) 雷达是世界上较先进的 S 波段多普勒雷达。由雷达子系统 (RDA)、数据采集系统 (RPG)、主用户处理子系统 (PUP)、监控单元 (UCP)、在线标校装置五个相对独立的子系统组成。雷达是利用目标 (云雨等) 对电磁波的反射现象来发现目标并确定其位置的, 其中 RDA 子系统向天空发射信号, 并接收反射信号, 经信号处理、数据存档后, 通过光缆向 RPG 子系统传送基本数据的信息。RPG 子系统收到 RDA 子系统传输的基本数据后, 经一系列气象算法, 形成七十几种固定的图形、图像和数字式气象产品, 并存储基本数据和产品数据, 提供给 PUP 子系统。PUP 子系统向操作人员提供对 RPG 子系统的产品请求、显示、存储和分配等。UCP 子系统负责全机工作状态的监视和控制。

1.2 天气雷达设备参数 山东省某气象局天气雷达设备参数见表 1。

作者单位: 山东省辐射环境管理站, 山东 济南 250117
作者简介: 赵志勇 (1973~), 男, 山东滨州人, 工程师, 从事辐射环境监测与评价工作。

表 1 新一代 S 波段多普勒天气雷达主要性能指标

设备名称	技术性能指标	
发射机	工作频率	(2880 ± 10) MHz
	峰值功率	750kW
	发射机平均功率	1.35kW
	天线馈口峰值功率	350kW
	天线馈口平均功率	700W
天线	脉冲宽度	1μs, 4μs
	架设位置	气象局办公楼楼顶
	距离地面高度	59m
	海拔高度	70.4m
	形式	旋转抛物面
	反射体直径 (天线直径)	8.54m
	增益	≥44dB
	波速宽度	≤1.0°
	第一旁瓣电平	≤-29dB
	远端附瓣 (-10°以外)	≤-40dB
	方位角扫描范围	0°~360°
	天线扫描仰角	0.5°~30°
	极化方式	线性水平

表 2 轻轨高架段工频电场、工频磁场监测结果

序号		测点位置	无机车通过时		有机车通过时	
			工频电场(V/m)	工频磁场(mT)	工频电场(V/m)	工频磁场(mT)
1	始/终点站附近	距线路中心线 5m	4.33×10^{-3}	3.09×10^{-5}	4.46×10^{-3}	3.76×10^{-5}
2		距线路中心线东 10m	1.55×10^{-2}	3.78×10^{-5}	2.35×10^{-2}	4.09×10^{-5}
3		距线路中心线东 30m	1.34×10^{-2}	4.06×10^{-5}	1.67×10^{-2}	4.31×10^{-5}
4		距线路中心线东 50m	1.44×10^{-2}	3.48×10^{-5}	1.44×10^{-2}	3.68×10^{-5}
5	居民点 1#	距线路中心线东 30m	2.38×10^{-3}	1.52×10^{-5}	2.40×10^{-3}	1.55×10^{-5}
6		距线路中心线东 50m	1.93×10^{-3}	1.49×10^{-5}	1.94×10^{-3}	1.50×10^{-5}
7	居民点 2#	距线路中心线东 30m	1.86×10^{-3}	2.90×10^{-5}	1.90×10^{-3}	3.12×10^{-5}
8		距线路中心线东 50m	3.82×10^{-3}	1.99×10^{-5}	3.82×10^{-3}	2.10×10^{-5}

工频电场强度在 (1.90 × 10⁻³ ~ 2.35 × 10⁻²) 之间, 工频磁场强度在 (1.50 × 10⁻⁵ ~ 4.31 × 10⁻⁵) 之间, 工频电场、工频磁场环境监测结果均比较低, 符合《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》中工频电场 4kV/m, 工频磁场 0.1mT 的推荐限值要求。通过结果对比可以看出有列车通过时与无列车通过时相比, 工频电磁环境无明显变化。

视信号产生影响, 但由于现在城市都采用有线电视信号传输, 对周围居民影响有限。因此轻轨机车运行时对沿线电磁环境影响较小, 不会干扰周围居民的生活。

参考文献:

[1] 樊俊杰. 轻轨电车的由来与发展[J]. 电气牵引, 2002, (1).
[2] GB-8702-1988, 电磁辐射防护规定[S].
[3] 刘干禄, 刘志杰. 轻轨机车运行中产生的电磁辐射的测试方法探讨与研究[J]. 中国无线电, 2005.
[4] 刘文魁, 庞东编著. 电磁辐射的污染及防护和治理[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

3 结论

轻轨电车的电磁污染主要分为高频电磁污染和工频电场、工频磁场, 通过对我国目前运行的轻轨电车的实际调查可以看到轻轨沿线高频综合电场强度和工频电场、工频磁场均符合相关国家标准, 对环境影响较小; 高频电磁骚扰可能会对周围电