

电动车辆的电磁辐射测量标准的发展变化

徐立

(中国汽车技术研究中心 天津 300162)

武建刚

(北京交通大学 北京 100044)

1 概述

当前,电动汽车是重点关注发展的新型汽车,较燃料汽车,具有环保、替代以石油为主的燃料能源等优势。在我国,近些年相继推出了电动轿车、电动客车等各种以电力为驱动能源的车辆。就电动汽车的电磁骚扰而言,不同于一般的燃料汽车,以它的工作特性,更具有电磁骚扰特性,更应有可靠的电磁抗扰特性。为此,国家颁布了相应标准,在常用频率下,频率为 9kHz ~ 30MHz 执行 GB/T 18387-2001《电动车辆的电磁场辐射强度的限值和测量方法,宽带,9kHz ~ 30MHz》,该标准等同采用 SAE J551-5 JUN95 “performance levels and methods of measurement of magnetic and electric field strength from electric vehicles, broadband, 9kHz to 30MHz”;频率为 30MHz ~ 1000MHz 执行 GB 14023-2000《车辆、机动船和由火花点火发动机驱动的装置的无线电骚扰特性的限值和测量方法》,该标准等同采用 CISPR 12:1997 “Vehicles, motorboats and spark-ignited engine-driven devices—Radio disturbance of characteristics—Limits and methods of measurement”。以下谈谈 CISPR 12 和 SAE J551-5 的最新发展变化。

2 CISPR 12 的发展变化

CISPR 12 的最新修订版本为 CISPR 12 Ed5.1:2005,即 CISPR 第 12 号出版物第五版加第一修正文件。该版内容较 CISPR 12:1997(第四版)有根本变化,主要在于适用车辆的范围。车辆包括“装有独立电驱动和内燃机驱动系统的车辆”以及“装有混合动力系统的车辆”,既由内燃机、电驱动或两者共同驱动的车辆。内燃机驱动系统包括点火发动机系统和压燃发动机系统。标准名称变更为《车辆、船和由内燃机驱动的装置 无线电骚扰特性 限值和测量方法》。进一步明确了该标准的保护范围为“用

于保护除安装或邻近于车辆/船/装置以外的接收机”对于居住环境中使用的新型无线电发射机或接收机,距离车辆或装置在 10m 以内,不提供足够的保护。增加了标准的适用性判定方法“检查 CISPR 12 适用性的流程图”。此外,该标准内容不包括电动车辆充电时的电磁骚扰的测量。用户可以参考相关的 IEC 标准和 CISPR 标准。电磁骚扰的宽带限值和窄带限值、测量方法,CISPR 12 Ed5.1:2005 与 CISPR 12 Ed4:1997 相同。

此前,CISPR 12 中的车辆概念仅为火花点火发动机驱动系统的车辆,标准名称为《车辆、机动船和由火花点火发动机驱动的装置的无线电骚扰特性的限值和测量方法》。

3 SAE J551-5 的发展变化

SAE J551-5 最新修订版本为 SAE J551-5 JAN2004(下简称 JAN2004),较此前的版本有重大变化。由于 SAE J551-5 JUN95(下简称 JUN95)在制定电场和磁场辐射限值时没有考虑近场界问题,美国汽车工程师协会(SAE)在 1997 年对标准中 10m 法限值向 3m 法和 1m 法的转换模式进行了修订,在 JUN95 的基础上做了较大的改动,并出版了 SAE J551-5 DEC97(下简称 DEC97)代替 SAE J551-5 JUN95。在 2004 年,SAE J551-5 又作了最新修订,形成了 SAE J551-5 JAN2004。表 1 列举了 GB/T 18387-2001 和 SAE J551-5 相应版本对比情况。

SAE J551-5 JAN2004 与 DEC97 比较,变化不大,只是 JAN2004 较 DEC97 增加了第 9 条“页边标记”;另外 JAN2004 中删除了附录——ROD ANTENNA CALIBRATION(棒天线的校准)。

从表 1 可以看出,DEC97 和 JUN95 变化最大的部分为电场强度和磁场强度限值,如图 1、图 2 所示,DEC97 中限值考虑了天线在低频时的近场边界,限值在转换时作了详细分段,在各个频段内采用了不同转换因子。除此之外,在 DEC97 中,测量磁场

的环天线的位置由 1 m 改为 3 m，分析其原因主要是由于作为被测车辆尺寸较大，例如电动客车长度可达 12 m，且其外壳为金属材质，如天线和车辆的距离太近，二者之间会存在电磁耦合，将降低测

量结果的准确性；另外变化较大的内容是 DEC97 新增了车载充电器传导发射测量，并对其测量限值和电缆布线作了详细的规定。

表 1 GB/T18387-2001 与 SAE J551-5 的比较

项目		GB/T18387-2001(idt SAE J551-5 JUN95)	SAE J551-5 DEC97&JAN2004	
电磁场辐射发射	测定带宽	9kHz ~ 30MHz	9kHz ~ 30MHz	
	检波方式	峰值检波	峰值检波	
	仪器的最小扫描时间	9kHz ~ 150kHz : 100ms/kHz 150kHz ~ 30MHz : 100ms/kHz	9kHz ~ 150kHz : 100ms/kHz 150kHz ~ 30MHz : 100ms/kHz	
	测量仪器的带宽 (6dB)	9kHz ~ 150kHz : 200Hz 150kHz ~ 30MHz : 9kHz	9kHz ~ 150kHz : 200Hz 150kHz ~ 30MHz : 9kHz	
	测量天线	电场	1m 垂直单极子	1m 垂直单极子
		磁场	60cm 静电屏蔽环天线	60cm 静电屏蔽环天线
	天线位置设置	电场	置于地面上，距车辆最近部分 3m ± 0.1m	置于地面上，距车辆最近部分 3m ± 0.1m
磁场		天线中心距地面 1m ± 0.05m，距车辆最近部分 1m ± 0.2m	天线中心距地面 1m ± 0.05m，距车辆最近部分 3m ± 0.2m	
测量限值	电场	见图 1		
	磁场	见图 2		
车载充电器传导发射	测量带宽	无	450kHz ~ 30MHz	
	车辆与 LISN 连接线长度		1.5 ± 0.05m	
	LISN 接地线最大长宽比		7	
	测量限值		450kHz ~ 1.705MHz : 1mV 1.705MHz ~ 30MHz : 3mV	
附录	测量距离转换	无	SAE J551-5 测量距离从 10m 到 3m 限值换算的重新修订	

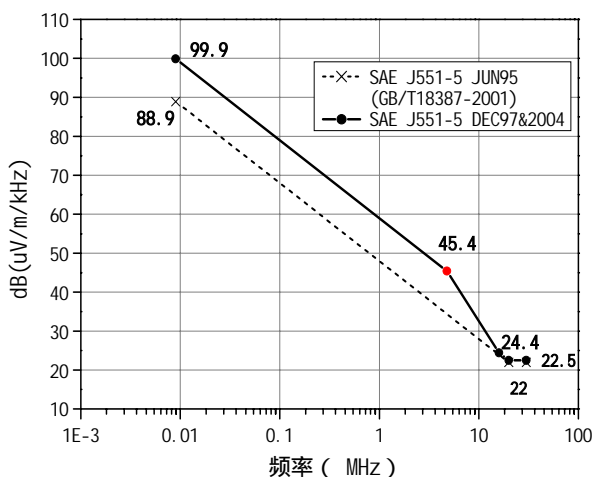


图 1 标准峰值脉冲的电场强度推荐限值

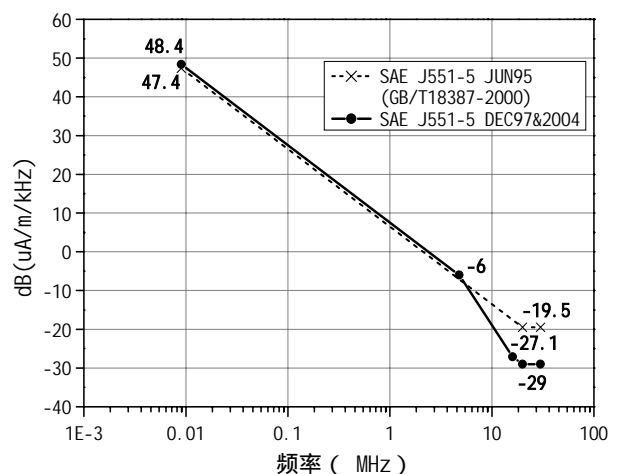


图 2 标准峰值脉冲的磁场强度推荐限值

4 电磁场辐射强度限值的变化

在 SAE J551-5 中，电磁场骚扰限值曲线和测量距离的变化是 DEC97 较 JUN95 变化最大的部分。

在 JUN95 中，没有考虑近场和远场对场强测量值影响不同，限值曲线直接按远场模式作了转换，即 3 m 法测量限值等于 10m 法测量限值加 10dB，1 m 法

测量限值等于 10 m 法测量限值加 20 dB。因此在 DEC 97 和 JAN 2004 中充分考虑了近场和远场对场强变化影响因数,修订了测量限值,见图 1 和图 2。

事实上,电场强度 E 与距离 r 成反比衰减,在近场条件下,即 $E \propto 1/r^2$;在远场条件下, $E \propto 1/r$ 。所以当源发射的是低频骚扰时,3m 法测量限值和 10m 法测量限值并不是 10dB 的恒定关系。须根据测量距离对于测量频率是近场还是远场进行不同的转换。DEC97 和 JAN2004 修订了测量限值,如图 1 中的实线所示。

磁场限值采用了同样方法转换。由于电场与磁场的近场和远场条件相同,所以二者限值转换过程也相同。此外由于 JUN95 中磁场测量时采用的测量距离为 1m,在 DEC97 和 JAN2004 中,磁场的测量距离由 1 m 改为 3 m,限值也做了相应更改。转换后的 3m 法的磁场测量限值曲线如图 2 中实线所示。

5 车载充电器传导骚扰发射测量

DEC97 与 JUN95 相比,除了测量限值的变化外,还增加了车载充电器的传导发射测量,测量方法除了应遵循 ANCI C63.4 外,特别强调人工电源网络(LISN)和车辆连接线的长度为 (1.5 ± 0.05) m, LISN 接地线的长宽比例最大为 7。

传导发射骚扰电压的限值,因车载充电器主要使用在商业场合,其限值要比普通场合的限值苛刻,如表 2 所示。

表 2 传导发射限值

频率	电平值
450kHz ~ 1.705MHz	1mv
1.705MHz ~ 30MHz	3mv

在 DEC97 和 JAN2004 中,增加了车载充电器的传导发射测量是很有必要的,因为对于常规充电方式,一般采用 AC/AC 变换器,经感应耦合充电,变换后的交流电基波为 (80 kHz ~ 350 kHz),由于充电功率大(可达 25kW),电流可达 40A,变换后的谐波发射将很严重,会对充电站的充电计费系统以及其他电子设备产生严重电磁干扰。

6 说明

基于国际标准 CISPR 12 发展变化,已将国家标准 GB14023-2000 进行修订,并等同采用 CISPR 12 Ed5.1:2005。新版 GB14023 将会对“装有混合动力系统的车辆”和“装有独立电驱动和内燃机驱动系统的车辆”提出技术要求。

基于 SAE J551-5 新版本的重大变化,应适时修订国家标准 GB/T18387-2001,及时解决电磁场辐射强度的限值未考虑近场边界问题,修正限值曲线。

此外,SAE J551-5 新版本中未考虑测试天线与车体的横向距离,由于天线方向图覆盖的范围是固定的,采用现行测试距离,车辆骚扰发射源位置的不确定性将会带来测量结果的不确定性,需要进一步研究,制定相关规则。参考文献(略)

(收稿日期:2005-11-01)