



中华人民共和国国家标准

GB/T 18387—2017
代替 GB/T 18387—2008

电动车辆的电磁场发射强度的限值和 测量方法

Limits and test method of magnetic and electric field strength from
electric vehicles

2017-05-12 发布

2017-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 限值要求	1
5 试验场地	3
6 试验仪器	3
6.1 概述	3
6.2 扫描接收机参数	3
6.3 天线	3
6.4 天线匹配单元	3
6.5 测功机	3
7 试验布置	4
7.1 电场天线接地	4
7.2 电场天线位置	4
7.3 磁场天线位置	4
8 试验程序	5
8.1 默认工作条件	5
8.2 试验步骤	6
8.3 试验报告	6
附录 A (资料性附录) 限值推导	7
附录 B (资料性附录) 初步观察	9
图 1 电场强度发射限值	2
图 2 磁场强度发射限值	2
图 3 天线相对于车辆的位置	4
图 4 径向和横向环天线的方向和位置	5
表 1 电场强度的发射限值	1
表 2 磁场强度的发射限值	2
表 3 扫描接收机参数	3
表 4 车辆运行模式	5
表 A.1 近场条件	8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 18387—2008《电动车辆的电磁场发射强度的限值和测量方法,宽带,9 kHz~30 MHz》,与 GB/T 18387—2008 相比,主要技术变化如下:

- 修改了标准名称;
- 修改了测试频段(见第 1 章);
- 修改了电磁场发射强度限值(见第 4 章);
- 删除了传导发射的限值要求及有关试验内容(见 2008 年版的 4.2);
- 修改了环天线的布置高度(见 7.3);
- 删除了垂直方向的磁场测量(见 2008 年版的 5.4.3);
- 修改了试验车辆的运行模式(见 8.1)。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本标准起草单位:中国汽车技术研究中心、北京新能源汽车股份有限公司、安徽安凯汽车股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司、郑州宇通客车股份有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、长城汽车股份有限公司、襄阳达安汽车检测中心、东风汽车公司、泛亚汽车技术中心有限公司、上海机动车检测中心、北汽福田汽车股份有限公司、华晨宝马汽车有限公司、浙江吉利汽车研究院有限公司、上汽大众汽车有限公司。

本标准主要起草人:丁一夫、周荣、柳海明、李波、葛飞、黄雪梅、程金华、刘欣、何云堂、李振山、周宇奎、邓福启、楚艳钢、王军、谢欢、王野、高新杰、股岳、马从海、刘新亮、杨烁、向云秀、艾龙才。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 18387—2001、GB/T 18387—2008。

电动车辆的电磁场发射强度的限值和 测量方法

1 范围

本标准规定了车辆的电场、磁场辐射发射强度的限值和试验方法,试验频率范围为 150 kHz~30 MHz。

本标准适用于纯电动汽车、混合动力电动汽车、燃料电池电动汽车等类型的电动车辆。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6113.101 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-1 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备

GB/T 6113.104 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-4 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 辐射骚扰测量用天线和试验场地

GB 14023—2011 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车外接收机的限值和测量方法

GB/T 29259 道路车辆 电磁兼容术语

3 术语和定义

GB/T 29259 界定的术语和定义适用于本文件。

4 限值要求

电场强度发射限值见表 1 和图 1,磁场强度发射限值见表 2 和图 2。限值推导的方法参见附录 A。

表 1 电场强度的发射限值

频率 f /MHz	峰值限值/dB(μ V/m)
0.15~4.77	$88.89 - 20\lg(f)$
4.77~15.92	$116.05 - 60\lg(f)$
15.92~20	$67.98 - 20\lg(f)$
20~30	41.96

表 2 磁场强度的发射限值

频率 f / MHz	峰值限值 / dB(μ A/m)
0.15~4.77	$37.36 - 20\lg(f)$
4.77~15.92	$64.52 - 60\lg(f)$
15.92~20	$16.45 - 20\lg(f)$
20~30	-9.57

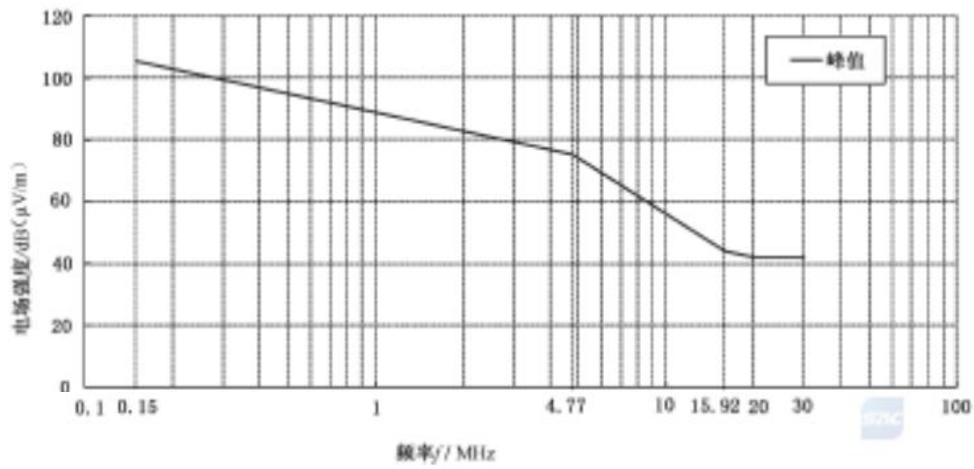


图 1 电场强度发射限值

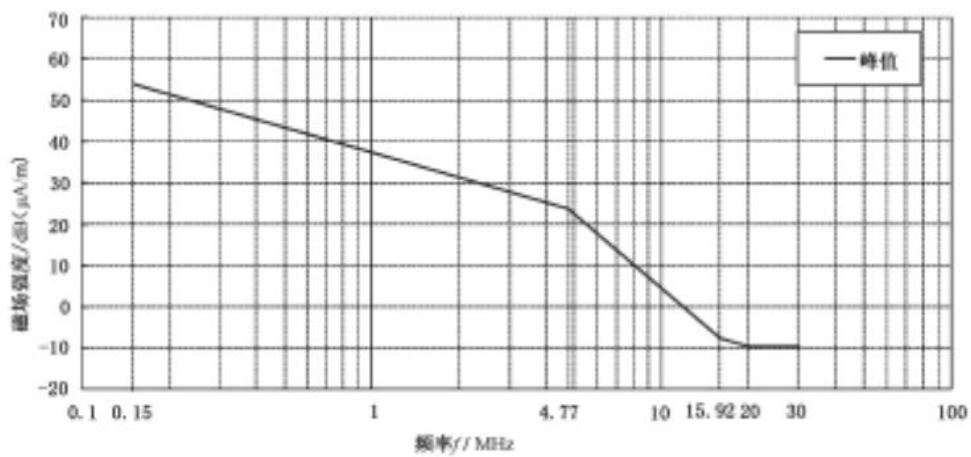


图 2 磁场强度发射限值

5 试验场地

测试场地为装有吸波材料的屏蔽室(ALSE),可以选择户外试验场地(OTS)进行试验,场地应符合 GB 14023—2011 的要求。

6 试验仪器

6.1 概述

测量仪器应满足 GB/T 6113.101 的要求。测量仪器的本底噪声应至少低于限值 6 dB。

注:使用无源天线时,为实现 6 dB 本底噪声的要求,可以在天线和扫描接收机之间加上一个前置放大器,注意放大器和接收机的过载特性。推荐使用带有有源匹配单元的天线,无需额外的前置放大器。

6.2 扫描接收机参数

扫描接收机带宽、步长和驻留时间参数设置见表 3。

表 3 扫描接收机参数

检波器	带宽/kHz	最大步长/kHz	驻留时间(最小)/ms
峰值	9	5	10

注:对某些信号(如低重复率或间歇信号)可能需要更低的扫描速率或多次扫描以确保测得最大值。

6.3 天线

天线应满足 GB/T 6113.104 的要求。下列天线适用于本标准:

- 电场天线:1 m 长的单极天线,垂直地面安装,配有天线匹配单元;
- 磁场天线:直径 60 cm 静电屏蔽环天线。

注:可以使用已知天线校正因子的单极天线和环天线产品。天线和接收机之间的衰减/增益宜进行适当的校正。

6.4 天线匹配单元

1 m 单极天线的匹配单元应根据 GB/T 6113.104 进行校准。应注意输入电压不超过匹配单元的额定脉冲输入或可能发生的过载。

6.5 测功机

测试场地配备的测功机应能保证所有驱动轮转速一致,转鼓最大速度应满足最大试验车速的要求。并且其能够提供典型持续的道路负载扭矩。测功机的转鼓应为金属材质,轴承支撑结构应和暗室地板接地。

7 试验布置

7.1 电场天线接地

匹配单元应安装在地平面上,以使接地电感最小。如果使用户外试验场地(OTS),制造商推荐的地网应放置于地面上并连接到长度至少为 2 m 的接地棒以确保电感最小。不允许使用通过天线电缆在接收机端接地的浮动地网。

7.2 电场天线位置

单极天线置于地面上,距车辆的最近部分 $3\text{ m} \pm 0.03\text{ m}$ 。如图 3 所示,测量时天线的四个位置如下:

- 车前和车后位置,并位于车辆的中心线上;
- 车辆左、右两侧位置,并位于前、后轴之间中线上。

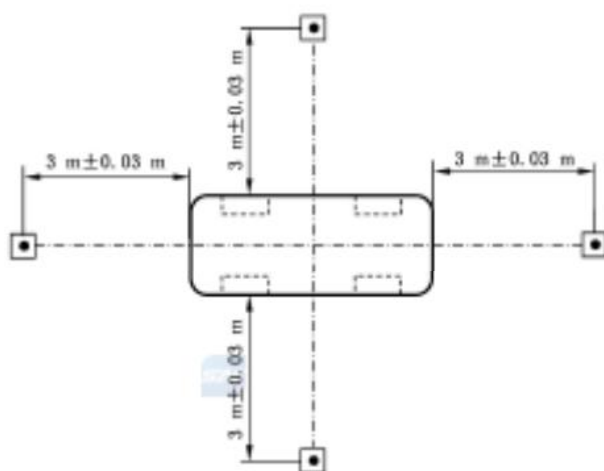


图 3 天线相对于车辆的位置

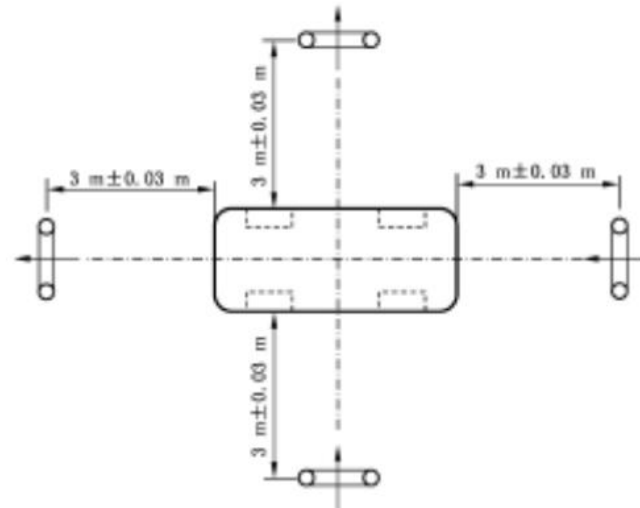
7.3 磁场天线位置

环天线中心距地面 $1.3\text{ m} \pm 0.05\text{ m}$,距车辆的最近部分 $3\text{ m} \pm 0.03\text{ m}$ 。环天线支架应能实现环天线的两个极化方向。用垂直于环平面的磁场矢量方向来表示极化方向(也是环天线最大响应的方向),如图 4 所示,环天线的方向为:

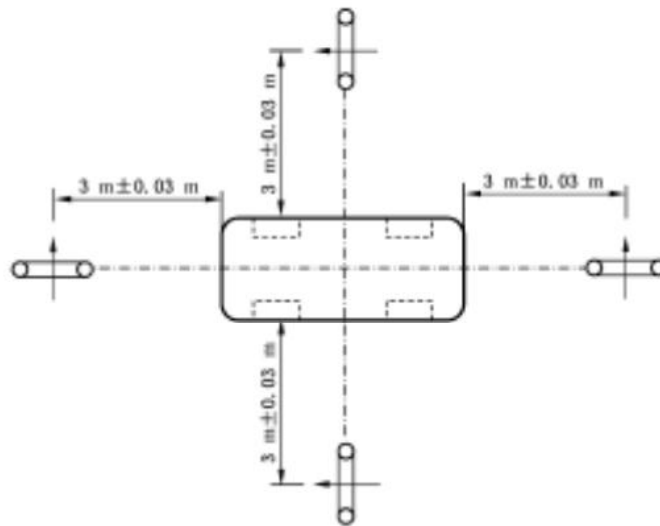
- 径向:环天线的最大磁场响应方向是垂直指向车辆的方向;
- 横向:环天线的最大磁场响应方向是水平的并垂直于径向方向。

天线与车辆的相对位置为:

- 车前和车后位置,并位于车辆的中心线上;
- 车辆左、右两侧位置,并位于前、后轴之间中线上。



a) 环天线径向方向



b) 环天线横向方向

图 4 径向和横向环天线的方向和位置

8 试验程序

8.1 默认工作条件

车辆运行模式见表 4。所有的运行模式中电驱动系统应处于驱动模式。与运行模式的偏离应在试验报告中详细记录。

表 4 车辆运行模式

运行模式	说明
低速	车速为 16 km/h,道路负荷按照车辆满载情况设置
高速	踩下加速器或设置巡航控制系统产生额定车速 70 km/h,道路负荷按照车辆满载情况设置。 如果车辆在电驱动系统工作情况下无法达到 70 km/h 的速度要求,车辆应工作于最大车速

注: 如果车辆无法在测功机上完成试验,可使用轮轴支架支起车辆进行试验。

8.2 试验步骤

试验前可进行初步观察,具体方法参见附录 B。试验步骤为:

- a) 道路负荷按照车辆满载情况设置,车速为 40 km/h 的稳定条件运行车辆;
- b) 按照 7.2 的要求布置单极天线,记录电场测量数据;
- c) 按照 7.3 的要求布置环天线,记录磁场的两个方向的测量数据;
- d) 依据步骤 b)和步骤 c)相对于限值的最大测量结果,确定最大发射方向。如果车辆的两个不同的侧面的最高电平大致相等,那么可以选择其中一个侧面作为最大辐射方向;
- e) 按照表 4 中的运行模式运行车辆;
- f) 在车辆最大发射侧面进行电场峰值扫描和磁场峰值扫描。

8.3 试验报告

试验报告应记录仪器设置、车辆最大发射侧面测量结果、车辆运行模式等。

附 录 A
(资料性附录)
限值推导

A.1 电场限值资料

宽带峰值脉冲的电场强度的推荐限值最初定义为 10 m 测量距离的限值,20 MHz 时带宽归一化 1 kHz,限值为 12 dB($\mu\text{V}/\text{m}$)并和频率成反比。基础性研究见式(A.1)。

$$L_{10\text{m_BB}}^E = 75.1 - 20\lg\left(\frac{f}{14}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{A.1})$$

式中:

f —— 频率,单位为千赫兹(kHz)。

将式(A.1)从相对于 14 kHz 的计算方式转变为相对于拐点频率 20 MHz 的计算方式,限值见式(A.2)。

$$L_{10\text{m_BB}}^E = 12.0 - 20\lg\left(\frac{f}{20}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{A.2})$$

式中:

f —— 频率,单位为兆赫兹(MHz)。

A.2 带宽归一化去除

基础性研究设定了接收电压和带宽固定比例关系,而汽车发射限值不使用归一化带宽,使用该比例关系去除归一化,同时保留原来的峰值电压限值。为了与目前的 GB 14023—2011 在 30 MHz 时带宽归一化 1 kHz 所对应的 12.4 dB($\mu\text{V}/\text{m}$)的峰值宽带限值保持一致,对限值进行小的改动,并去除归一化,限值见式(A.3)和式(A.4)。

$$L_{10\text{m}}^E = 12.4 + 20\lg(9) - 20\lg\left(\frac{f}{20}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{A.3})$$

$$L_{10\text{m}}^E = 31.5 - 20\lg\left(\frac{f}{20}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

式中:

f —— 频率,单位为兆赫兹(MHz)。

A.3 电场峰值限值

由于电场和磁场的近场测量时,与距离立方成反比的场分量占主导,所以使用三阶换算方法。近场的边界距离条件见式(A.5)。

$$d_{\text{NFB}}(f) = \frac{\lambda}{2\pi} = \frac{150}{\pi f} \quad \dots\dots\dots(\text{A.5})$$

近场频率范围见表 A.1,限值换算如下:

表 A.1 近场条件

测量距离	近场频率范围
10 m(基础性研究)	$f \leq 4.77$ MHz
3 m(本标准)	$f \leq 15.92$ MHz

a) $f > 15.92$ MHz 时的限值换算

对于 3 m 和 10 m 的测量距离均是远场,限值的换算与距离成反比,见式(A.6)、式(A.7)和式(A.8)。

$$L_{3m}^E = L_{10m}^E + 20\lg\left(\frac{10}{3}\right) \dots\dots\dots(A.6)$$

$$L_{3m}^E = 67.98 - 20\lg(f) \quad (15.92 < f < 20 \text{ MHz}) \dots\dots\dots(A.7)$$

$$L_{3m}^E = 41.96 \quad (20 \leq f < 30 \text{ MHz}) \dots\dots\dots(A.8)$$

b) $4.77 \text{ MHz} \leq f \leq 15.92 \text{ MHz}$ 时的限值换算

限值从 10 m 到近场边界进行换算时与距离成反比,从近场边界到 3 m 进行换算时与测试距离的立方成反比,见式(A.9)和式(A.10)。

$$L_{3m}^E = L_{10m}^E + 20\lg\left[\frac{10}{d_{\text{NFB}}(f)}\right] + 60\lg\left[\frac{d_{\text{NFB}}(f)}{3}\right] \dots\dots\dots(A.9)$$

$$L_{3m}^E = 116.05 - 60\lg(f) \dots\dots\dots(A.10)$$

c) $f \leq 4.77$ MHz 时限值换算

由于 3 m 和 10 m 的测量距离均位于近场区,因此限值的换算与距离的立方成比例,见式(A.11)和式(A.12)。

$$L_{3m}^E = L_{10m}^E + 60\lg\left(\frac{10}{3}\right) \dots\dots\dots(A.11)$$

$$L_{3m}^E = 88.89 - 20\lg(f) \dots\dots\dots(A.12)$$

A.4 磁场峰值限值

推荐的磁场强度限值都是通过与电场强度限值与自由空间波阻抗计算得出,见式(A.13)和式(A.14)。

$$L_{3m}^H = L_{3m}^E + 20\lg\left(\frac{1}{377}\right) \dots\dots\dots(A.13)$$

$$L_{3m}^H = L_{3m}^E - 51.53 \dots\dots\dots(A.14)$$

注:实际电场强度和磁场强度之间的换算关系不是自由空间波阻抗。限值选择这种换算关系是因为地面波或低角度天波干扰信号保护通常适用于这种换算关系。

附 录 B
(资料性附录)
初步观察

在测功机上进行发射测量之前,可以在路面上操作电动汽车,通过微弱的中波信号频道(如果车辆可收听长波的信号,则可使用长波信号)的收传来初步主观观察电动汽车的电磁辐射与操作模式之间的关系。初步观察可以使用车辆的内置天线和收音机,也可使用安装于车顶的单极天线和无线电接收机组成的临时接收系统。使用临时接收系统则应注意天线与车体的接地,无线电接收机宜使用独立电池运行。初步观察应在白天进行,在整个波段内至少选听三个微弱信号频道。
