



中华人民共和国国家标准

GB/T 33014.8—2020

道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射 电磁能的抗扰性试验方法 第 8 部分：磁场抗扰法

**Road vehicles—Component test methods for electrical/electronic disturbances
from narrowband radiated electromagnetic energy—
Part 8: Immunity to magnetic fields**

(ISO 11452-8:2015, Road vehicles—Component test methods for electrical
disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy—
Part 8: Immunity to magnetic fields, MOD)

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 33014《道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法》拟包括以下部分：

- 第1部分：一般规定；
- 第2部分：电波暗室法；
- 第3部分：横电磁波(TEM)小室法；
- 第4部分：大电流注入(BCI)法；
- 第5部分：带状线法；
- 第7部分：射频功率直接注入法；
- 第8部分：磁场抗扰法；
- 第9部分：便携式发射机法；
- 第10部分：扩展音频范围的传导抗扰法；
- 第11部分：混响室法。

本部分为 GB/T 33014 的第 8 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 11452-8:2015《道路车辆 窄带辐射电磁能引发的电骚扰的零部件试验方法 第 8 部分：磁场抗扰法》。

本部分与 ISO 11452-8:2015 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 33014.1 代替了 ISO 11452-1。

- 删除了 6.2.1 中的 MIL STD 461 F，并对相关内容进行了修改。

- 增加了公式(1)中变量 μ_0 含义的解释。

- 删除了 6.2.1、6.4 中用 AWG 表示的导线规格。

本部分做了下列编辑性修改：

- 为与我国技术标准体系一致，将标准名称修改为《道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第 8 部分：磁场抗扰法》；
- 按照 GB/T 1.1—2009 要求规范了第 1 章编写；
- 对国际标准中图 2、图 4 的图题进行了补充；
- 删除了国际标准第 5 章、第 7 章和第 8 章中的提示；
- 删除了国际标准的参考文献。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本部分起草单位：中国汽车技术研究中心有限公司、中国电子技术标准化研究院、上海电器科学研究院、襄阳达安汽车检测中心有限公司、长春汽车检测中心有限责任公司、上汽大众汽车有限公司、苏州泰思特电子科技有限公司、上海汽车集团股份有限公司技术中心、一汽-大众汽车有限公司、郑州宇通客车股份有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、华晨汽车集团控股有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、长城汽车股份有限公司、泛亚汽车技术中心有限公司、上海汽车集团股份有限公司商用车技术中心、惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司、广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院、南京汽车集团公司汽车工程研究院、北京奥德科汽车电子产品测试有限公司、浙江众泰汽车制造有限公司杭州分公司、

东南(福建)汽车工业有限公司、博世汽车部件(苏州)有限公司、大众汽车(中国)投资有限公司、捷豹路虎(中国)投资有限公司。

本部分主要起草人:许秀香、崔强、刘媛、刘克涛、林艳萍、丁一夫、胡小军、孙成明、刘新亮、王洪武、吴定超、卢长军、邓福启、李嘉博、李建才、王雨川、邹爱华、沈晓斌、何海云、张其东、杨河清、白云飞、沈长海、郑燕婷、王晓刚、陈波雷、董倩倩。

道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射
电磁能的抗扰性试验方法
第 8 部分：磁场抗扰法

1 范围

GB/T 33014 的本部分规定了电气/电子部件对连续窄带辐射电磁骚扰的抗扰试验方法——磁场抗扰法。

本部分适用于 M、N、O、L 类车辆(不限定车辆动力系统,例如火花点火发动机、柴油发动机、电动机)用电气/电子部件。

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 33014.1 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第 1 部分:一般规定(GB/T 33014.1—2016,ISO 11452-1:2005,MOD)

VG 95377-13:1993 电磁兼容性 测量装置和测量设备 测量天线、测量线圈和场探头(Electromagnetic compatibility—Measuring devices and measuring equipment—Measuring antennas, measuring coils and field probes)

3 术语和定义

GB/T 33014.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验条件

4.1 概述

本试验的适用频率范围为 0 Hz(DC)和 15 Hz~150 kHz。用户应指定频率范围内试验的严酷等级(参见附录 A)。

按照 GB/T 33014.1 的规定对下列标准试验条件进行设置,包括:

- 试验温度;
- 试验电压;
- 驻留时间;
- 试验严酷等级的定义。

4.2 频率步长

试验的单点频率应为 0 Hz(DC)、16.67 Hz、50 Hz、60 Hz、150 Hz 和 180 Hz,扫频试验时的频率步长(对数或线性)应不大于表 1 中规定的频率步长。若使用的频率步长与表 1 不同,应在试验报告中进

行记录。

注：16.67 Hz、50 Hz 和 60 Hz 的 5 次谐波也能进行试验。

表 1 最大频率步长

频段 kHz	线性频率步长 kHz	对数频率步长 %
0(DC)	—	—
0.015~0.1	0.01	10
0.1~1	0.1	10
1~10	1	10
10~150	10	10

若被测设备(DUT)的敏感度门限非常接近所选择的试验电平,在所关注的频率范围内,应减小频率步长以找到最小敏感度门限。

5 试验地点

不要求使用屏蔽室。

6 试验设备

6.1 概述

- 试验设备应由以下部分构成：
- 场发生装置:辐射环或亥姆霍兹线圈；
 - 磁场强度监测器；
 - 低频发生器；
 - 低频放大器(能驱动感性负载)；
 - 电压表；
 - 电流监测器；
 - 人工网络(可选,特征见 GB/T 33014.1)。

6.2 场发生装置

6.2.1 辐射环

推荐使用辐射环(不适于高等级的直流磁场),也可以使用类似的线圈。辐射环参数如下：

- 直径:120 mm；
- 匝数:20；
- 导线:直径近似为 2.0 mm。

对于高达 3 000 A/m 的直流磁场,需要使用特殊的线圈,其特性符合 VG 95377-13:1993。
距离辐射环的环平面 50 mm 时,环中电流为 I 的辐射环的磁通密度 $B_{50\text{ mm}}$,按公式(1)计算：

$$B_{50\text{ mm}} = \mu_0 H = 95 I \dots\dots\dots (1)$$

式中：

B ——磁通密度,单位为微特斯拉(μT)；

H ——磁场,单位为安培每米(A/m)；

95 ——常数,单位为伏特秒每安培平方米($V \cdot s / A \cdot m^2$);

I ——线圈电流,单位为安培(A);

μ_0 ——磁常数,真空中的磁导率,单位为亨利每米(H/m)。

距离辐射环的环平面 50 mm 时,环中电流为 I 的辐射环的磁场强度 $H_{50\text{ mm}}$,按公式(2)计算:

$$H_{50\text{ mm}} = 75.6 I \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

H ——磁场,单位为安培每米(A/m);

75.6 ——常数,单位为每米(/m);

I ——线圈电流,单位为安培(A)。

在整个频率范围内应给出辐射环的特性。在确定 DUT 试验计算的电流值时,应考虑线性特性。

6.2.2 亥姆霍兹线圈

理想情况下,亥姆霍兹线圈建立了一个均匀的磁场区域,其作用是将 DUT 暴露到均匀的磁场中。

线圈的半径由 DUT 的尺寸确定。为获得均匀的磁场($\pm 10\%$),线圈和 DUT 之间的空间尺寸关系应满足图 3。图 3 所示的均匀磁场区域最小应为 300 mm×300 mm×300 mm。

亥姆霍兹线圈间的距离为 R 时,系统中心的磁通密度 B 按公式(3)计算:

$$B = \mu_0 H = \frac{0.899 \times N \times I}{R} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

B ——磁通密度,单位为微特斯拉(μT);

N ——线圈中导线的匝数;

R ——线圈半径,单位为米(m);

I ——线圈电流,单位为安培(A);

H ——磁场,单位为安培每米(A / m);

μ_0 ——磁常数,真空中的磁导率,单位为亨利每米(H/m);

0.899——常数,单位为亨利每米(H/m)。

系统中心的磁场 H 按公式(4)计算:

$$H = \frac{0.7155 N \times I}{R} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

H ——磁场,单位为安培每米(A/m);

N ——线圈中导线的匝数;

R ——线圈半径,单位为米(m);

I ——线圈电流,单位为安培(A)。

所选线圈的载流容量和匝数应满足试验规范。

线圈的自谐振频率不应小于或等于 150 kHz 的上限频率。

在整个频率范围内应给出亥姆霍兹线圈的特性。在确定 DUT 试验计算的电流值时,应考虑线性特性。

6.3 电流监测器

通过使用钳式探头或通过测量分流电阻上的电压来监测电流,电流监测器应确保在 0 Hz(DC)和 15 Hz~150 kHz 的频率范围内测量的电流为真有效值。

可以使用的电流监测器有示波器、真有效值交流电压表或真有效值交流电流表。

6.4 磁场强度监测器

对辐射环法,使用的磁场强度监测器符合如下规定:

- a) 直流时,磁场强度监测器应为基于霍尔传感器的测量仪器,应能测量至少 3 000 A/m 的磁场强度。
- b) 当 $f \geq 15$ Hz 时,推荐的磁场强度监测器为满足如下规定的环形传感器:
 - 直径:40 mm;
 - 匝数:51;
 - 导线:直径近似为 0.071 mm 的 7 股丝包漆包线;
 - 屏蔽:静电屏蔽;
 - 修正因子:把传感器的线圈电压转换为磁场强度的校准系数。

在环形传感器中感应的开路电压 U 可通过高阻抗电压表测量,也可由公式(5)计算:

$$U = 2\pi f \times N \times A \times B \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- f ——频率,单位为赫兹(Hz);
- N ——线圈中导线的匝数;
- A ——线圈的横截面积,由线圈的平均直径计算得到,单位为平方米(m^2);
- B ——磁通密度,单位为特斯拉(T)。

通常磁场强度监测器在 15 Hz~150 kHz 时应能测量至少 1 000 A/m 的磁场强度。

6.5 DUT 的激励和监测

操纵 DUT 的执行器应尽量不影响 DUT 的电磁特性,如在按钮上使用塑料块、使用气动执行器(供气管路使用塑料管)等。

监测设备应使用光纤或高阻抗导线连接。如使用其他类型的连接,应尽量减少线间的相互作用,并记录导线的布置方向、长度和位置,以确保试验结果的可复现性。

应避免监测设备同 DUT 之间的任何电连接可能引起的 DUT 误动作。

7 试验布置

7.1 概述

试验区域应具备容纳所有试验设备的合适的空间尺寸,并应免受可能影响试验结果的任何骚扰。DUT 监测设备应距磁场发生器(辐射环或亥姆霍兹线圈)至少 2 m。磁场发生器应距离平行于线圈平面的金属表面至少 1 m。

7.2 电源

电源应符合 GB/T 33014.1 的规定。

7.3 试验线束和 DUT 的位置

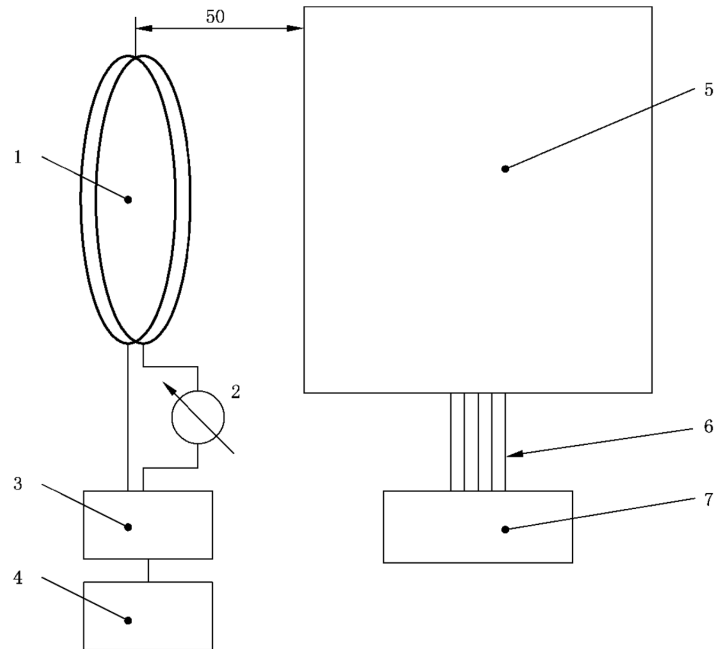
试验线束和 DUT 应放置的非导电的、低磁导率的非铁磁性的支撑物(如木桌)上。试验线束应尽可能减小线束(例如:双绞线)内部的耦合效应差异、减小对负载和电源的干扰。

7.4 辐射环法

试验配置如图 1 所示。DUT 的每一个表面应分割成 100 mm×100 mm 或更小的相等区域。辐射

环应距离每个区域中心 50 mm 且平行于 DUT 的表面。此外,辐射环还应放置在 DUT 每一个连接器及附带的磁敏感元件上,辐射环的放置应使其和磁敏感元件之间为最大耦合。

线束中所有导线的端接或开路应符合 DUT 的实际应用情况。应尽可能使用实际负载和执行器。
单位为毫米



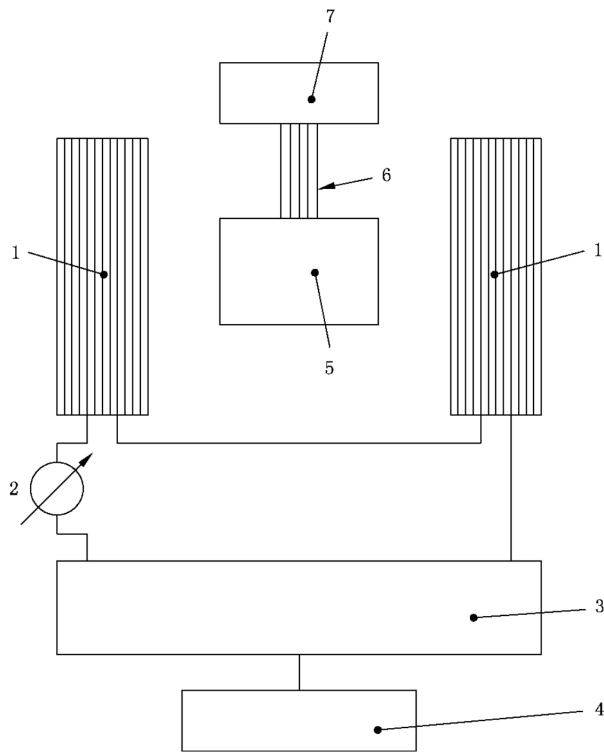
- 说明:
- | | |
|-----------------|----------|
| 1——辐射环; | 5——DUT; |
| 2——电流监测器; | 6——线束; |
| 3——低频放大器(如果需要); | 7——外围设备。 |
| 4——低频发生器/直流电源; | |

图 1 辐射环法的配置

7.5 亥姆霍兹线圈法

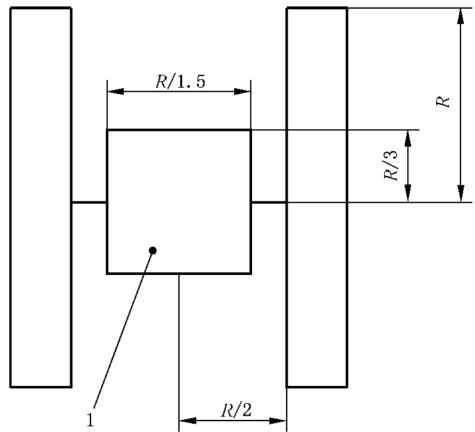
试验应按照图 2 和图 3 进行布置。DUT 应放置在非导电的低磁导率(μ_r 近似为 1)的材料上,位于亥姆霍兹线圈的均匀场区内,方向为三个主轴方向(X、Y 和 Z)之一。DUT 线束应垂直向下走线,远离线圈和监测设备。

线束中所有导线的端接或开路应符合 DUT 的实际应用情况。应尽可能使用实际负载和执行器。电源可通过 5 μ H/50 Ω 人工网络连接到 DUT。



- 说明：
- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1——线圈； | 5——DUT 或 磁场计(用于场的验证)； |
| 2——电流监测器； | 6——线束； |
| 3——低频放大器(如果需要)； | 7——外围设备。 |
| 4——低频发生器/直流电源； | |

图 2 亥姆霍兹线圈法的配置



- 说明：
- 1 —— 均匀场区域；
- R —— 线圈半径。

图 3 亥姆霍兹线圈

8 试验程序

8.1 概述

骚扰源和连接线束等的整体布局为标准试验条件。任何与标准试验条件的偏离,应在试验前商定,并在试验报告中记录下来。

DUT 应在车辆典型负载和其他实际条件下运行。这些运行条件应在试验计划中明确的定义,以确保试验的复现性。

对于辐射环法,DUT 的试验点应在试验计划中规定。

对于亥姆霍兹线圈法,DUT 试验时的方向(X、Y 和 Z 轴)应在试验计划中规定。

8.2 试验计划

在进行试验之前应制定试验计划,内容应包括:

- 试验方法;
- 试验布置;
- 辐射环法的试验点;
- 亥姆霍兹线圈法的 DUT 轴向;
- 特定的试验频率和频率范围;
- DUT 的运行模式;
- DUT 的验收准则;
- DUT 的监测条件;
- 试验严酷等级的定义;
- 试验报告的内容;
- 其他特别说明及与本部分试验方法的差异。

每个 DUT 应在最典型的条件下进行试验,即至少在待机模式和 DUT 所有功能处于工作的模式下进行试验。

8.3 试验方法

8.3.1 辐射环法

8.3.1.1 概述

试验前应在直流和一个频点进行验证,并以线圈中的电流为场验证和试验时的参考值。

试验分两个阶段进行:

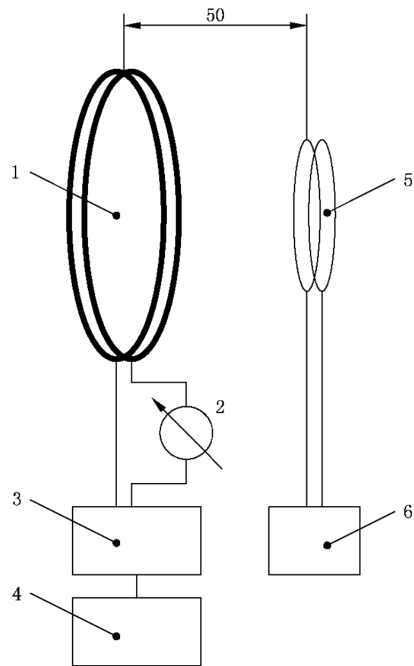
- 直流和一个频点的场验证(不带 DUT、线束和外围设备);
- 连接上线束和外围设备的 DUT 试验。

8.3.1.2 验证

应通过记录产生特定场强(场探头测得)所需的线圈电流,在直流和单个频点(例如:1kHz)对特定试验电平(场)进行定期验证。验证时应使用未调制的正弦波。

试验布置如图 4 所示。

单位为毫米



说明：

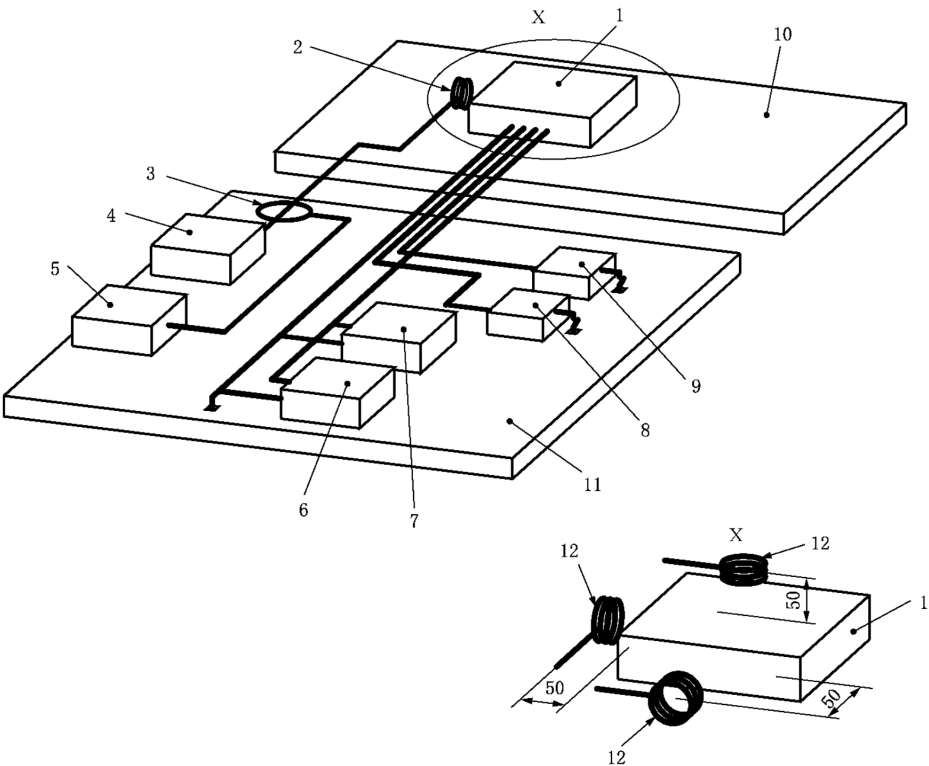
- 1——辐射环；
- 2——电流监测器；
- 3——低频放大器(若需要)；
- 4——低频发生器/直流电源；
- 5——传感器线圈/霍尔效应传感器；
- 6——高阻抗电压表。

图 4 辐射环法验证试验布置图

8.3.1.3 DUT 试验

试验时把试验计划中规定的试验电平施加给 DUT。试验应在三个轴向极化下进行。试验应按照图 5 进行布置。

单位为毫米



说明：

- 1——DUT；

2——辐射环；

3——电流探头；

4——发生器和放大器/直流电源；

5——示波器；

6——电源；
- 7——电池；

8——传感器；

9——动作执行器；

10——绝缘支撑物；

11——接地平板(若试验计划有要求)；

12——三个互相垂直的位置。

图 5 辐射环法的试验布置

8.3.1.4 程序

辐射线圈应距离运行的 DUT 上的试验点 50 mm,如图 5 所示。
施加规定的磁场电平。
在每一频点,DUT 的暴露时间至少为 1 s。
监控 DUT,应记录 DUT 出现故障时相应的频率和场强。
对 DUT 的其他试验点重复以上步骤。

8.3.2 亥姆霍兹线圈法

8.3.2.1 概述

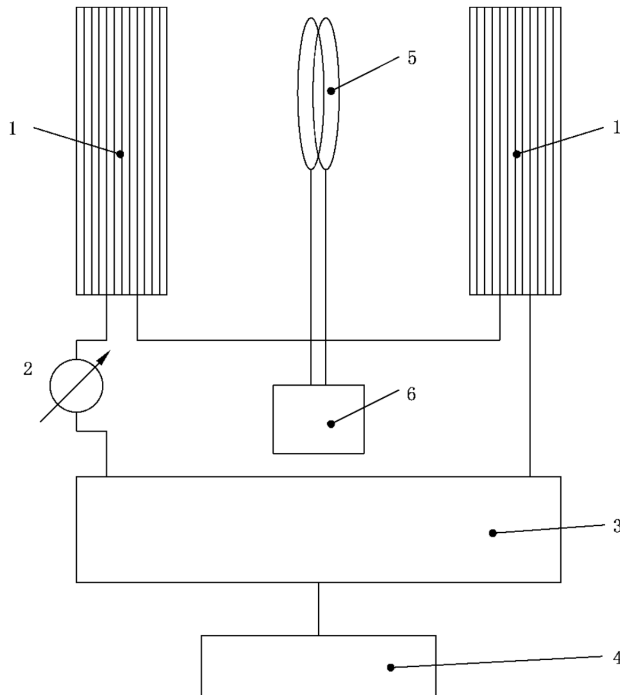
试验应使用替代法进行,线圈中施加的电流为场验证和试验时的参考值。
试验分两个阶段进行：
——场验证(不带 DUT、线束和外围设备)；
——连接上线束和外围设备对 DUT 进行试验。

场验证阶段需要确定产生特定场强所需的线圈电流。

8.3.2.2 验证

通过记录产生特定场强(场探头测得)所需的线圈电流,在特定试验电平(场强)对每个测试频点进行定期验证。进行验证时应使用未调制的正弦波。

试验布置如图 6 所示。



说明:

- 1——线圈;

2——电流监测器;

3——低频放大器(若需要);
- 4——低频发生器/直流电源;

5——传感器线圈/霍尔效应传感器;

6——高阻抗电压表。

图 6 亥姆霍兹线圈法的验证布置

8.3.2.3 DUT 试验

试验时把试验计划中规定的试验电平施加给 DUT 及相关线束。

将运行中的 DUT 放置在亥姆霍兹线圈的均匀场区内(见图 3)。

在每一频点,DUT 及相关线束的暴露时间至少为 1 s。

若 DUT 出现故障,应记录相应的频率和场强。

对 DUT 的其他两个方向(X、Y 或 Z)重复以上步骤。

8.4 试验报告

按照试验计划要求,试验报告应包括:试验设备、试验区域、被测系统、频率、试验等级、被测分系统相互作用以及其他试验相关信息。

附 录 A
(资料性附录)
功能特性状态分类(FPSC)和试验严酷等级

A.1 概述

本附录给出了试验严酷等级的示例,FPSC 的详细说明见 GB/T 33014.1。

A.2 试验严酷等级的分类

A.2.1 概述

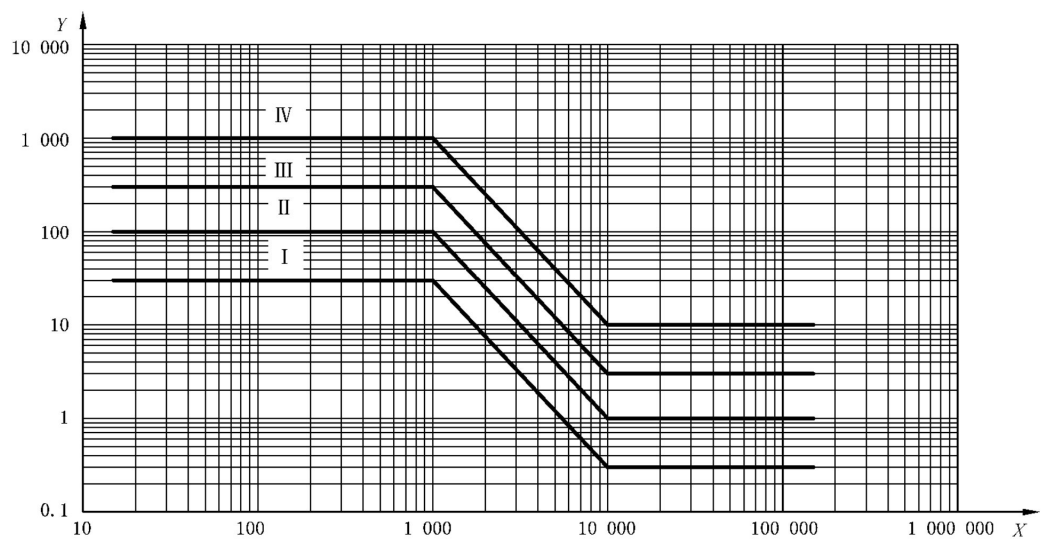
表 A.1、表 A.2、图 A.1 和图 A.2 给出了推荐的最低和最高严酷等级。

A.2.2 车内磁场

表 A.1 和图 A.1 给出了车内磁场试验严酷等级示例。

表 A.1 试验严酷等级示例(车内磁场)

频段 Hz	试验等级Ⅰ A/m	试验等级Ⅱ A/m	试验等级Ⅲ A/m	试验等级Ⅳ A/m	试验等级Ⅴ A/m
0(DC)	90	300	900	3 000	协商确定
15~1 000	30	100	300	1 000	
1 000~10 000	$30/(f/1\,000)^2$	$100/(f/1\,000)^2$	$300/(f/1\,000)^2$	$1\,000/(f/1\,000)^2$	
10 000~150 000	0.3	1	3	10	
注：f——频率,单位为赫兹(Hz)。					



说明：
X——频率(Hz)；
Y——磁场(A/m)；
I、II、III、IV——试验严酷等级(见表 A.1)。
注：图中未示出直流点。

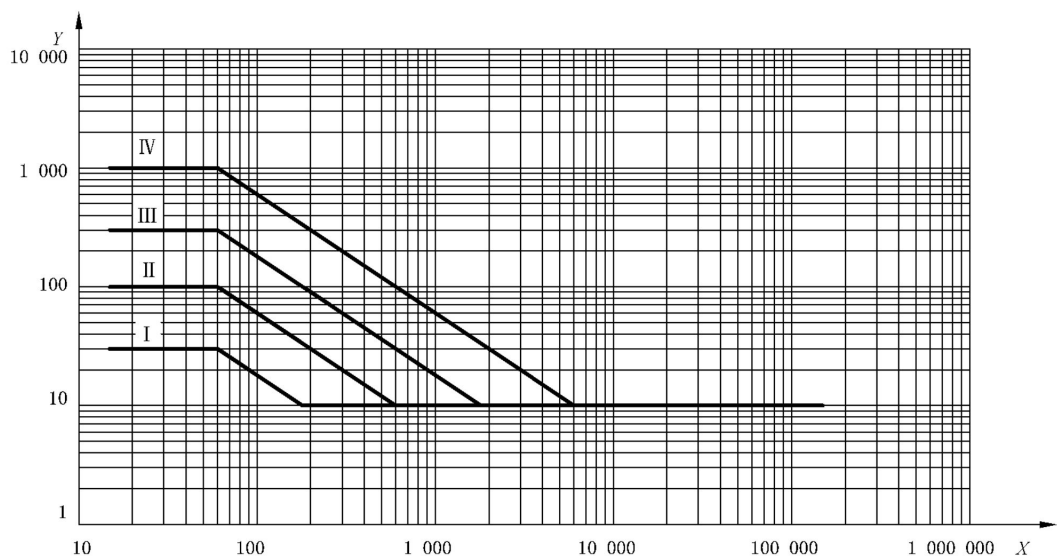
图 A.1 试验严酷等级和频段(车内磁场)

A.2.3 车外磁场

表 A.2 和图 A.2 给出了车外磁场试验严酷等级示例。

表 A.2 试验严酷等级示例(车外磁场)

频段 Hz	试验等级Ⅰ A/m	试验等级Ⅱ A/m	试验等级Ⅲ A/m	试验等级Ⅳ A/m	试验等级Ⅴ A/m
0(DC)	90	300	900	3 000	协商确定
15~60	30	100	300	1 000	
60~180	$30/(f/60)$	$100/(f/60)$	$300/(f/60)$	$1\,000/(f/60)$	
180~600	10				
600~1 800					
1 800~6 000					
6 000~150 000					
注：f——频率,单位为赫兹(Hz)。					



说明：

X ——频率(Hz)；

Y ——磁场(A/m)；

I、II、III、IV——试验严酷等级(见表 A.2)。

注：图中未示出直流点。

图 A.2 试验严酷等级和频段(车外磁场)

A.3 使用试验严酷等级的 FPSC 应用示例

在试验之前对每个 DUT 及其功能进行评估。供应商和车辆制造商之间协商确定 DUT 功能的类别、试验严酷等级和响应判据。将以上信息记录在试验计划中,并在完成试验后用于评估 DUT 的性能。

表 A.3 给出了试验严酷等级示例。对于车内磁场和车外磁场,试验严酷等级有所不同。

表 A.3 试验严酷等级示例

试验严酷等级	DUT 功能类别 1	DUT 功能类别 2	DUT 功能类别 3	DUT 功能类别 4
L_{4i}	等级 IV	—	—	—
L_{3i}	等级 III	等级 IV	—	—
L_{2i}	等级 II	等级 III	等级 IV	—
L_{1i}	等级 I	等级 II	等级 III	等级 IV

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射
电磁能的抗扰性试验方法
第 8 部分：磁场抗扰法
GB/T 33014.8—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2020 年 12 月第一版

*

书号: 155066 · 1-66779

版权专有 侵权必究



GB/T 33014.8—2020