



中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××.8—××××

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 disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy — Part 8: Immunity to magnetic fields

(ISO 11452-8: 2015, MOD)

(征求意见稿)

20××-××-×× 发布

20××-××-×× 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T ×××××《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》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 (RF) 功率直接注入法
- 第 8 部分：磁场抗扰法
- 第 9 部分：便携式发射机模拟法
- 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××××的第8部分。

本部分按照GB/T1.1—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 窄带辐射电磁能的电骚扰 零部件试验方法 第8部分：磁场抗扰法》进行制定。

本部分与ISO 11452-8的技术性差异及原因如下：

- 按GB/T1.1规定对第1章进行规范编写；
- 将原文引用的ISO 11452-1改为修改采用ISO 11452-1的GB/T××××.1；
- 引用文件增加了正文涉及的MIL STD 461 F所对应的GJB 151B-2013。
- 对图2的图题进行了补充，明确是 赫姆霍兹线圈法的配置，和图1对应起来。
- 对图4的图题进行了补充，明确是辐射环法验证试验布置图。

编辑性修改如下：

- 删除了原文的前言。

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/TC114) 归口。

本部分起草单位：/

本部分主要起草人：/

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

本部分规定了电气/电子部件对连续窄带辐射电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 33014.1-2016—×××× 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 (ISO 11452-1: 2005, MOD)

GJB 151B-2013 军用设备和分系统 电磁发射和敏感度要求与测量

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

3 术语和定义

GB/T 33014.1-2016界定的术语和定义适用于本部分。

4 试验条件

4.1 概述

本试验的适用频率范围为0Hz (DC)和15Hz~150kHz。用户应指定频率范围内的试验严酷等级,推荐的试验严酷等级见附录A。

下列标准试验条件应符合GB/T 33014.1-2016的规定。

- 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

试验的单点频率为0Hz (DC)、16.67Hz、50Hz、60Hz、150Hz和180Hz,扫频试验时的频率步长(对数或线性)应不大于表1中的规定步长。若使用的步长与表1不同时,应记录在试验报告中。

注: 16.67Hz、50Hz和60Hz的5次谐波也要进行试验。

表1 最大频率步长

频段 kHz	线性步长 kHz	对数步长 %
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

试验设备构成如下：

—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）。

6.2 场发生装置

6.2.1 辐射环

推荐使用GJB 151B-2013中的辐射环（不适于大的直流磁场），也可以使用类似的线圈。GJB 151B-2013中的线圈参数如下：

—直径：120mm；

—匝数：20；

—导线：直径近似为2.0mm。

对于高达3000A/m的直流磁场，要使用特殊的线圈，其特性可参考VG 95377.13:1993。

距离辐射环（见GJB 151B）的环平面50mm时环中电流为I的磁通密度 B_{50mm} 由下式1进行计算：

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

式中：

B—磁通密度，微特斯拉；

H—磁场，A/m；

I—线圈电流，A。

μ_0 —磁常数，真空中的磁导率，H/m。

距离辐射环的环平面50mm时环中的磁场强度 H_{50mm} 由下式2进行计算：

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

式中：

H—磁场，A/m；

I—线圈电流，A。

在整个频率范围内应给出辐射环的特性。应考虑其线性特性以确定DUT试验时电流的计算值。

6.2.2 亥姆霍兹线圈

理想情况下亥姆霍兹线圈能建立均匀的磁场区域（±10%），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，线圈和DUT之间的空间尺寸关系应满足图3。图3所示的最小均匀区域应为300mm×300mm×300mm。

赫姆霍兹线圈间的距离为R时，系统中心的磁通密度由下式计算：

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

式中：

B —磁通密度，微特斯拉；

N —线圈中导线的匝数；

R —线圈半径，m；

I —线圈电流，A；

H —磁场，A/m；

μ_0 —磁常数，真空中的磁导率，H/m。

系统中心的磁场由下式计算：

$$H = \frac{0.7155NI}{R} \quad (4)$$

式中：

N —线圈中导线的匝数；

R —线圈半径，m；

I —线圈电流，A。

所选线圈的载流容量和匝数应满足试验规范。

在整个频率范围内应给出亥姆霍兹线圈的特性。应考虑其线性特性以确定DUT试验时电流的计算值。

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0Hz（DC）和15Hz~150kHz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应符合如下规定：

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3000A/m的磁场强度。

b) 当 $f \geq 15\text{Hz}$ 时，磁场强度监测器的环形传感器应满足如下规定：

—直径：40mm；

—匝数：51；

—导线：直径近似为0.071mm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，也可由下式5计算：

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

式中：

f —频率，赫兹；

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， m^2 ；

B —磁通密度，特斯拉。

通常磁场强度监测器在15Hz~150kHz时应能测量至少1000A/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。如使用其它类型的连接，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

试验区域应有合适的空间尺寸，能够容纳所有的试验设备，不得有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（辐射环或赫姆霍兹线圈）至少2m。磁场发生器应距离平行于线圈平面的金属表面至少1m。

7.2 电源

电源应符合GB/T 33014.1-2016的规定。

7.3 试验线束和DUT的位置

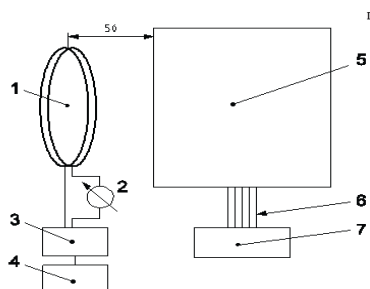
试验线束和DUT应放置在一个非导电的、低磁导率的非铁磁性的支撑物（如，木桌）上。试验线束（例如，双绞线）应尽可能减小线束内部的耦合效应差异、减小对负载和电源的干扰。

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100mm×100mm或更小的相等区域。辐射环应距离每个区域中心50mm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。尽可能使用实际负载和执行器。

单位：mm



图中：

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

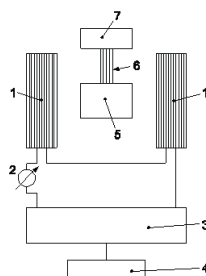
图1 辐射环法的配置

7.5 赫姆霍兹线圈法

试验配置如图2和图3所示。DUT应放置在一个非导电的低磁导率（ μ_r 近似为1）的材料上，位于赫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。

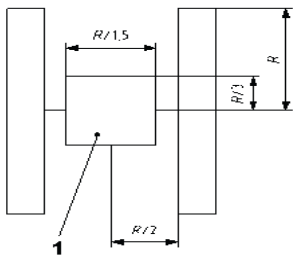
线束中所有导线的端接或开路应符合DUT的实际应用情况。尽可能使用实际负载和执行器。

电源可以通过5μ H/50Ω 人工网络连接到DUT。



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

图2 赫姆霍兹线圈法的配置



图中：
1—均匀场 区域；R—线圈半径。

图3 赫姆霍兹线圈

8 试验程序

8.1 概述

骚扰源和连接线束等的整体布局为规范的试验条件，与规范试验条件的任何偏离，要在试验前得到认可，并在试验报告中记录下来。

DUT应在典型负载并按车辆实际条件运行。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。

对于赫姆霍兹线圈法，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，包括以下内容：

- 试验方法；
- 试验布置；
- 辐射环法的试验点；
- 赫姆霍兹线圈法时 DUT 的轴向；
- 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；
- 其他特别说明及相对标准试验方法的差异。

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。

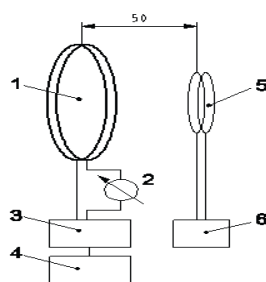
试验分两个阶段进行：

- 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

通过记录产生特定场强（场探头测得）所需的线圈电流，对于特定试验电平（场）应在直流和一个频点（如1kHz）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。



图中：

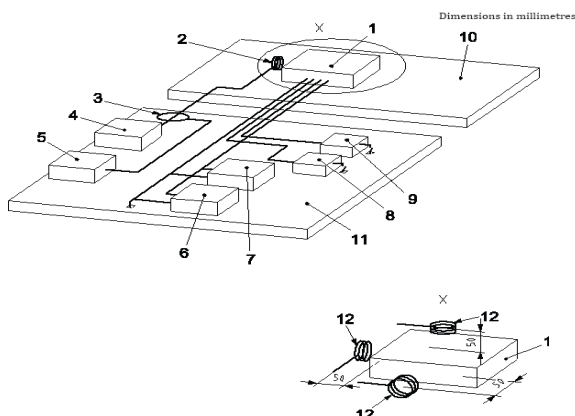
- 1—辐射环；2—电流监测器；3—低频放大器（若需要）；4—低频发生器/直流电源；
5—传感器线圈/霍尔效应传感器；6—高阻抗电压表

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。

试验布置如图5所示。



图中：

- 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50mm（见图1）。

施加规定的磁场电平。

在每一频点，DUT的暴露时间至少为1s。
若DUT出现故障，应记录相应的频率和场强。
对DUT的其他试验点重复以上步骤。

8.3.2 赫姆霍兹线圈法

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。

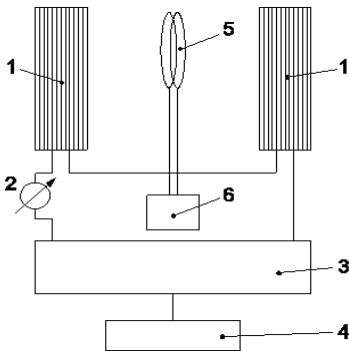
8.3.2.2 验证

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。

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及其相关线束。
将DUT放置在赫姆霍兹的均匀场区内并正常运行（见图3）。
在每一频点，DUT及其相关线束的暴露时间至少为1s。
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。



图中：
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 赫姆霍兹线圈法的验证布置

8.4 试验报告

按照试验计划要求，试验报告应包含下列信息：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)
功能执行状态分类 (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 GB/T 33014.1-2016。

A.2 试验严酷等级的分类

A.2.1 概述

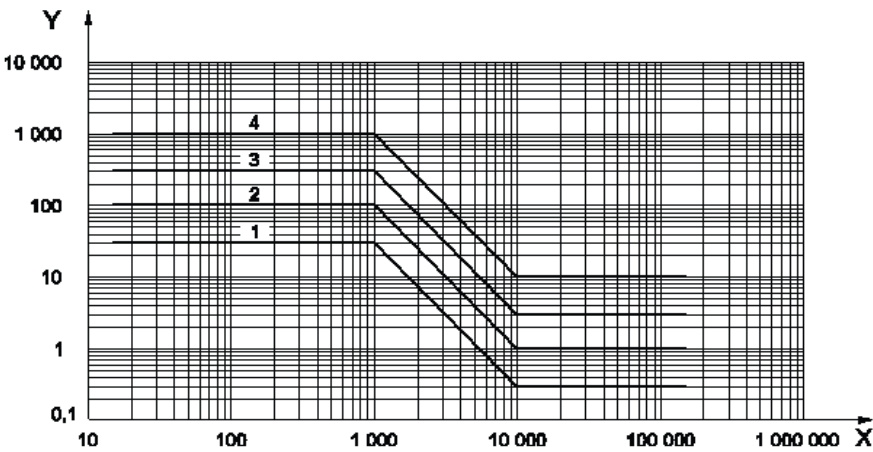
表 A.1、表 A.2、图 A.1 和图 A.2 给出了推荐的最低和最高严酷等级。

A.2.2 车内磁场

表 A.1 和图 A.1 给出了车内磁场试验等级示例。

表 A.1 试验等级示例 (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	3000	协商确定
15～1000	30	100	300	1000	
1000～10000	30/(f/1000) ²	100/(f/1000) ²	300/(f/1000) ²	1000/(f/1000) ²	
10000～ 150000	0.3	1	3	10	
注：f—频率，Hz。					



注：
X—频率 (Hz) ；
Y—磁场 (A/m) ；
I, II, III, IV—试验等级 (见表A.1) 。
图中未示出直流点的坐标。

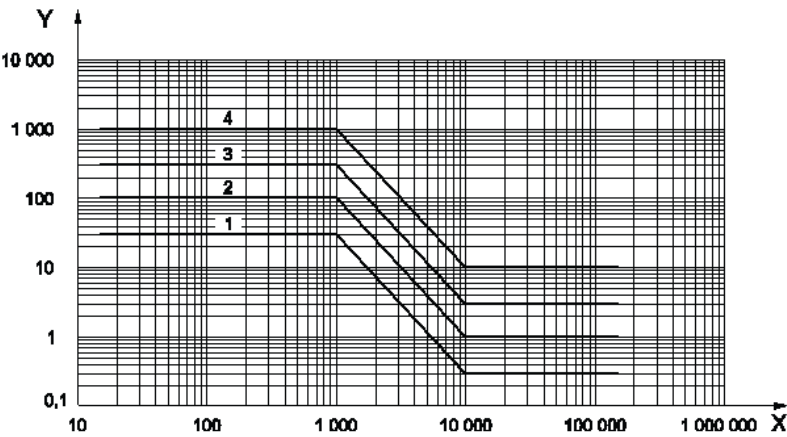
图A.1 试验等级和频段 (车内磁场)

A.2.3 车外磁场

表 A.2 和图 A.2 给出了车外磁场试验等级示例。

表 A.2 试验等级示例（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	3000	协商确定
15～60	30	100	300	1000	
60～180	30/(f/60)	100/(f/60)	300/(f/60)	1000/(f/60)	
180～600	10				
600～1800					
1800～6000					
6000～150000					
注：f—频率，Hz。。					



注：
X—频率（Hz）；
Y—磁场（A/m）；
I，II，III，IV—试验等级（见表A.2）。
图中未示出直流点的坐标。

图A.2 试验等级和频段（车外磁场）

A.3 使用试验严酷等级时 FPSC 的应用示例

DUT及其功能需要在试验前进行评估。供应商和车辆制造商应商定DUT功能的类别、试验严酷等级和响应判据。这些信息应在试验计划中规定，用于确定DUT的试验是否完成以及试验结果的评价。

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（表A.1和表A.2中的等级），表A.3中的试验严酷等级会有所不同。

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
L4	等级 IV	—	—	—
L3	等级 III	等级 IV	—	—
L2	等级 II	等级 III	等级 IV	—
L1	等级 I	等级 II	等级 III	等级 IV