



中华人民共和国国家标准

GB/T 36282—2018

电动汽车用驱动电机系统电磁兼容性 要求和试验方法

Electromagnetic compatibility requirements and test methods of drive
motor system for electric vehicles

2018-06-07 发布

2019-01-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	2
4.1 电磁辐射发射	2
4.1.1 宽带电磁辐射发射限值	2
4.1.2 窄带电磁辐射发射限值	2
4.2 抗扰度	3
4.2.1 电磁辐射抗扰度	3
4.2.2 沿电源线的瞬态传导抗扰度	3
4.2.3 静电放电抗扰度	3
5 试验方法	4
5.1 电磁辐射发射试验	4
5.1.1 宽带电磁辐射发射试验	4
5.1.2 窄带电磁辐射发射试验	6
5.2 抗扰度试验	6
5.2.1 电磁辐射抗扰度	6
5.2.2 电源线瞬态传导的抗扰度试验	9
5.2.3 静电放电抗扰度试验	10
6 试验报告	10
附录 A (规范性附录) 功能状态分类	11
附录 B (规范性附录) 抗扰试验等级	12
附录 C (资料性附录) 试验报告要求	13
参考文献	14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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。

本标准负责起草单位：中国汽车技术研究中心、安徽安凯汽车股份有限公司、安徽巨一自动化装备有限公司、浙江尤奈特电机有限公司、奇瑞新能源汽车技术有限公司、上海大郡动力控制技术有限公司、湖南中通客车股份有限公司、浙江谷神能源科技股份有限公司、深圳市汇川技术股份有限公司、上海电驱动股份有限公司、江门市地尔汉宇电器股份有限公司、北京汽车研究总院有限公司、北京理工大学。

本标准主要起草人：刘欣、柳海明、丁一夫、查保应、李波、付广胜、王志福、苟文辉、何云堂、付冠东、王征宇、吴庆森、洪登月、宋晨路、原晓霞、潘永健、梁新燕、李原。

电动汽车用驱动电机系统电磁兼容性 要求和试验方法

1 范围

本标准规定了电动汽车用驱动电机系统电磁兼容性要求和试验方法。

本标准适用于纯电动汽车、混合动力电动汽车和燃料电池电动汽车用驱动电机系统。

本标准对于 HV(高压)电源系统部件视为典型的全屏蔽系统。

注:电动汽车电源系统通常分为 2 种类型:第一种普通 LV(低压)系统,其典型结构特点为非屏蔽,第二种 HV 系统,其典型结构特点为屏蔽。

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 18384.3—2015 电动汽车 安全要求 第 3 部分:人员触电防护

GB/T 18655—2010 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值 and 测量方法

GB/T 19951 道路车辆 静电放电产生的电磁骚扰试验方法

GB/T 21437.2—2008 道路车辆 由传导和耦合引起的电磁骚扰 第 2 部分:沿电源线的电瞬态传导

GB/T 29259 道路车辆 电磁兼容术语

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 33014.2 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 2 部分:电波暗室法

GB/T 33014.4 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 4 部分:大电流注入(BCI)法

3 术语和定义

GB/T 29259 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

受试设备 equipment under test; EUT

本标准特指电动汽车用驱动电机系统。

3.2

低电压 low voltage; LV

对应于 GB/T 18384.3—2015 规定的 A 级电压。

3.3

高压 high voltage; HV

对应于 GB/T 18384.3—2015 规定的 B 级电压。

3.4

高压人工网络 high voltage artificial network; HV AN

串联在被测装置高压直流电源线上,在给定频率范围内为测量骚扰电压提供规定负载阻抗并使被测装置与电源相互隔离的装置。

4 要求

4.1 电磁辐射发射

4.1.1 宽带电磁辐射发射限值

EUT 宽带辐射发射限值在 30 MHz~1 000 MHz 频率范围见表 1 和图 1。

表 1 宽带电磁辐射发射限值^[1]

频率 f /MHz	30~75	75~400	400~1 000
场强/(dB μ V/m)	$62-25.13 \lg(f/30)$	$52+15.13 \lg(f/75)$	63
注:在 30 MHz~75 MHz 频率范围内,限值随频率的对数呈线性减小;在 75 MHz~400 MHz 频率范围内,限值随频率的对数呈线性增加。			

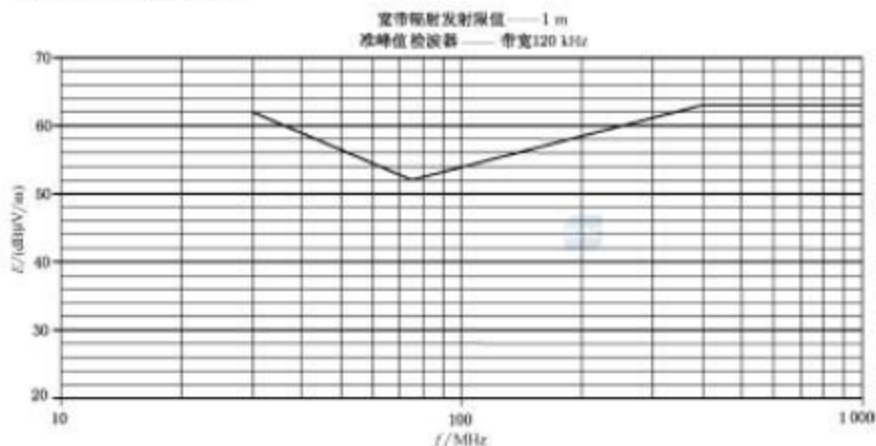


图 1 宽带电磁辐射发射限值

4.1.2 窄带电磁辐射发射限值

EUT 窄带电磁辐射发射限值在 30 MHz~1 000 MHz 频率范围见表 2 和图 2。

表 2 窄带电磁辐射发射限值

频率 f /MHz	30~75	75~400	400~1 000
场强/(dB μ V/m)	$52-25.13 \lg(f/30)$	$42+15.13 \lg(f/75)$	53
注:在 30 MHz~75 MHz 频率范围内,限值随频率的对数呈线性减小;在 75 MHz~400 MHz 频率范围内,限值随频率的对数呈线性增加。			

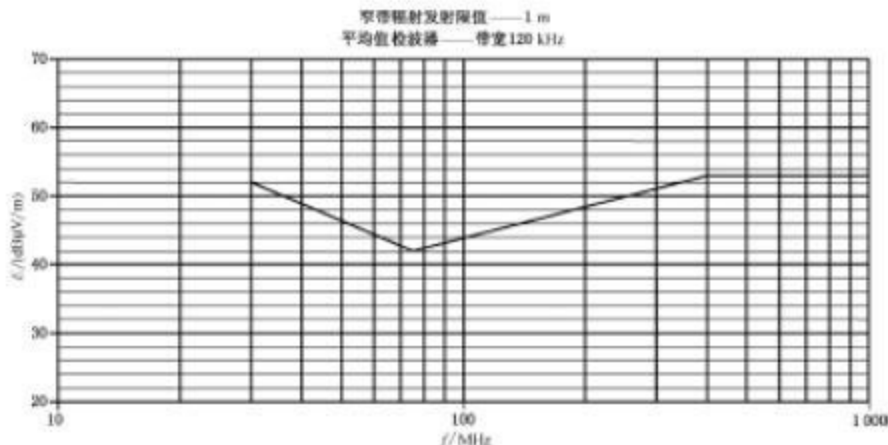


图2 窄带电磁辐射发射限值

4.2 抗扰度

4.2.1 电磁辐射抗扰度

在 20 MHz~2 000 MHz 频率范围内,依据 5.2.1 的规定采用大电流注入(BCI)法和电波暗室(ALSE)法进行试验。电磁辐射抗扰度试验等级及功能状态要求至少应满足表 3 的规定。功能状态见附录 A 中的 B 类要求。在模拟干扰信号施加过程中,EUT 的电机转速波动应不大于测试转速的 $\pm 10\%$,扭矩波动应不大于测试扭矩的 $\pm 10\%$ 。

表3 电磁辐射抗扰度要求

频率 f /MHz	试验方法	试验等级	功能状态
20~200	大电流注入(BCI)法	60 mA	B
200~2 000	电波暗室(ALSE)法	30 V/m	B

4.2.2 沿电源线的瞬态传导抗扰度

仅对 12 V 或 24 V 的 LV 模块进行试验。对于沿电源线传导的瞬态骚扰的抗扰试验等级及功能状态要求至少应满足表 4 的规定。试验等级定义见附录 B。

表4 对沿电源线瞬态传导的抗扰度

试验脉冲	抗扰试验等级	系统的功能状态
1	III	C
2a	III	B
2b	III	C
3a/3b	III	A
4*	III	B

* 脉冲 4 仅适用于使用 12 V 或 24 V 电源启动发动机的混合动力汽车用驱动电机系统。

4.2.3 静电放电抗扰度

在 EUT 不通电和仅 LV 供电的 2 种情况下分别进行直接接触放电和空气放电试验时,EUT 功能状态要求应满足表 5 的规定。

表5 静电放电抗扰度要求

工作状态	放电类型	试验等级	功能状态
不通电	直接接触放电	± 8 kV	C
	空气放电	± 15 kV	C
仅 LV 供电	直接接触放电	± 8 kV	A
	空气放电	± 15 kV	A

5 试验方法

5.1 电磁辐射发射试验

5.1.1 宽带电磁辐射发射试验

5.1.1.1 试验方法

本方法用于测试 EUT 产生的宽带电磁辐射发射。若无其他规定,在 30 MHz~1 000 MHz 频率范围内,则按 GB/T 18655—2010 中规定的方法进行试验。

5.1.1.2 试验状态

EUT 应处于正常工作状态,且转速为额定转速的 50%,扭矩为额定扭矩的 50%,机械输出负载达到持续功率的 25%。

当转速或扭矩达不到 EUT 试验状态时,可调整扭矩或转速以达到持续功率的 25%,并在试验报告中注明。

注:当无法满足功率要求时,可在试验报告中详细说明 EUT 的工作状态。

如 EUT 包含多个单元,单元之间的连接线宜使用原车上使用的连接线束;如果无法实现,电子控制单元和人工电源网络(AN)间的连接线长度应符合本标准规定。线束应按实际情况端接,并带实际负载和激励。

5.1.1.3 试验布置

试验布置图见图 3。

屏蔽配置应按照车辆的实际情况布置。通常所有屏蔽的 HV 部件应低阻抗正常接地(例如 AN、电缆、连接器等状态)。EUT 和负载均应接地。室外的 HV 电源应经由馈通滤波连接。

LV 负载模拟器按照 GB/T 18655—2010 中 6.4.2.5 的规定进行布置和接地连接,或者按照车上的实际接地状况接地。

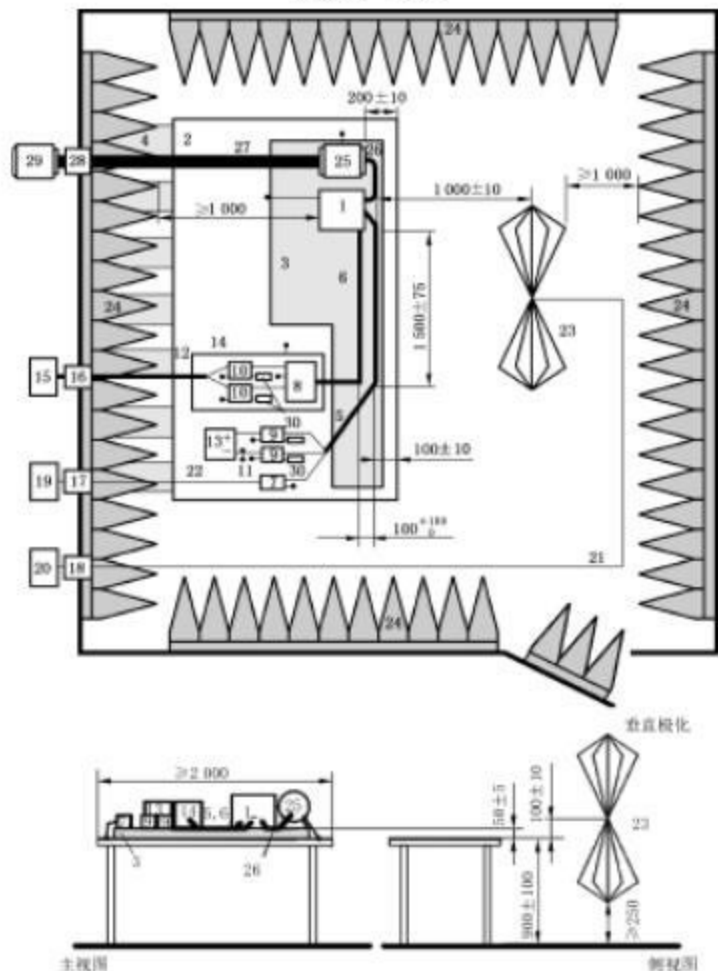
除非另有指定,否则与接地平面前端平行的 LV 线束、HV 线束的长度应分别为 $1\,500\text{ mm} \pm 75\text{ mm}$ 。LV 线束和 HV 线束的长度(包括连接器)应分别为 $1\,700^{+200}\text{ mm}$ 。HV 试验线束应与 LV 试验线束间距 100^{+100} mm 。

所有线束应放置在不导电性、低相对介电常数($\epsilon_r \leq 1.4$)材料上,距接地平面上方 $50\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 的位置。

HV 正极电源线和 HV 负极电源线可以是单根的同轴屏蔽线缆,或共用同一个屏蔽层。推荐使用车辆原装 HV 线束。电机三相线同样适用于本条规定。

除非另有规定,否则 EUT 壳体应直接或通过指定阻抗连接到接地平面。

为避免环境噪声的影响,应在试验之前进行环境噪声测试。环境噪声电平应比限值低 6 dB。



说明:

- | | |
|---|-------------------------|
| 1—EUT; | 16—电源线滤波器; |
| 2—接地平面(与暗室屏蔽体搭接); | 17—光纤馈通; |
| 3—低相对介电常数材料支撑($\epsilon_r \leq 1.4$)厚度
50 mm(电机可以使用非导电支撑); | 18—隔板连接器; |
| 4—接地带; | 19—激励和监测系统; |
| 5—LV线束; | 20—测量设备; |
| 6—HV线束(HV ⁺ 、HV ⁻); | 21—优质同轴电缆(50 Ω,例如双层屏蔽); |
| 7—LV负载模拟器; | 22—光纤; |
| 8—阻抗匹配网络(可选); | 23—双瓣天线; |
| 9—LV AN; | 24—RF吸波材料; |
| 10—HV AN; | 25—电机; |
| 11—LV电源线; | 26—电机三相电源线; |
| 12—HV电源线; | 27—机械连接(例如非导体连接); |
| 13—LV电源 12 V/24 V/48 V(位置可以选择); | 28—过滤的机械轴承; |
| 14—附加屏蔽盒; | 29—制动或驱动电机; |
| 15—HV电源(置于ALSE内的应屏蔽); | 30—50 Ω负载。 |

图3 使用双锥天线进行的辐射发射试验布置示例^[2]

5.1.1.4 试验要求

应在半电波暗室中进行测量,频率范围为 30 MHz~1 000 MHz。

应该分别在天线垂直极化和水平极化下进行测量。

可以使用频谱分析仪或扫描接收机进行测量,测量参数应按照 GB/T 18655—2010 中规定来设置。

为加快测试进度,可以使用峰值检波器进行扫描,但是当峰值测量结果超过 4.1.1 限值要求时,应使用准峰值检波器进行最终测试。

5.1.2 窄带电磁辐射发射试验

5.1.2.1 试验方法

本方法用于测试 EUT(例如以微处理器为核心的系统)产生的窄带电磁辐射发射。若无其他说明,在 30 MHz~1 000 MHz 频率范围内,则应按 GB/T 18655—2010 中规定的方法进行试验。

5.1.2.2 试验状态

HV 和 LV 正常供电,EUT 驱动模块处于待机状态,无输出功率。

5.1.2.3 试验布置

与 5.1.1.3 的试验布置要求相同,见图 3。

5.1.2.4 试验要求

应在半电波暗室中进行测量,频率范围为 30 MHz~1 000 MHz。

应该分别在天线垂直极化和水平极化下进行测量。

可以使用频谱分析仪或扫描接收机进行测量,测量参数应按照 GB/T 18655—2010 中规定来设置。

5.2 抗扰度试验

5.2.1 电磁辐射抗扰度

5.2.1.1 一般要求

采用电波暗室法和大电流注入(BCD)法相结合的方法进行试验。其中,在 20 MHz~200 MHz 频率范围内,采用大电流注入(BCD)法,抗扰试验强度应不低于 60 mA;在 200 MHz~2 000 MHz 频率范围内,采用电波暗室(ALSE)法,抗扰试验强度应不低于 30 V/m。

所有试验的频率步长(对数或线性)不得大于表 6 规定。每个测试频点的驻留时间不得小于 2 s。如检测机构与 EUT 供应商没有特殊规定,则试验信号的调制应满足:

- a) 调幅(AM):适用频率范围为 20 MHz~800 MHz,调制频率为 1 kHz,调制深度为 80%;
 - b) 脉冲调制(PM):适用频率范围为 800 MHz~2 000 MHz,脉宽为 577 μ s,周期为 4 600 μ s。
- 其他试验条件应符合 GB/T 33014.1 的规定。

表6 频率步长

频段 MHz	线性步长 MHz	对数步长 %
20~200	5	5
200~400	10	5
400~1 000	20	2
1 000~2 000	40	2

按照 GB/T 33014.4 采用“替代法”，使用电流注入探头将电流直接感应到 LV 连接线上进行抗扰度试验。电流注入探头应分别放置在与 EUT 连接器距离 150 mm、450 mm 和 750 mm 处。

应按 GB/T 33014.2 使用“替代法”建立试验场强，在天线垂直极化的情况下进行抗扰度试验。测试频率低于 1 000 MHz 时，测试天线应对正对线束的中间；测试频率大于或等于 1 000 MHz 时，测试天线应对正对 EUT 的控制器。

5.2.1.2 试验状态

EUT 应处于正常工作状态，且转速为额定转速的 50%，扭矩为额定扭矩的 50%，机械输出负载达到持续功率的 25%。

当转速或扭矩达不到 EUT 试验状态时，可调整扭矩或转速以达到持续功率的 25%，并在试验报告中注明。

注：当无法满足功率要求时，可在试验报告中详细说明 EUT 的工作状态。

5.2.1.3 试验布置

大电流注入(BCI)法试验布置图见图 4；电波暗室(ALSE)法试验布置图见图 5。

图 5 仅给出 EUT 使用频率在 1 GHz 以上时喇叭天线的试验布置示例，200 MHz~1 GHz 频率范围可以使用如双锥天线进行试验。

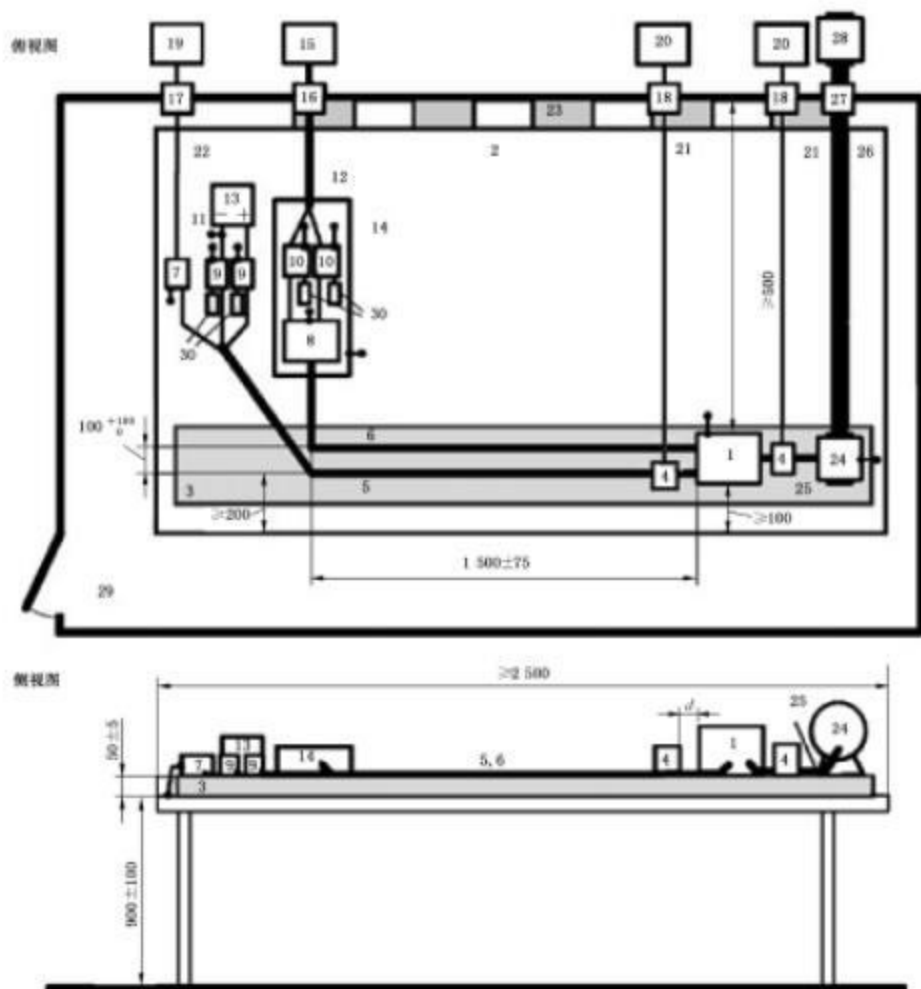
屏蔽配置应按照车辆的系列配置。通常所有屏蔽的 HV 部件应低阻抗正常接地(例如 AN、电缆、连接器等)。EUT 和负载应接地。室外的 HV 电源应经由馈通滤波连接。

除非另有指定，否则与接地平面前端平行的 LV 线束和 HV 线束的长度应分别为 1 500 mm ± 75 mm。LV 线束和 HV 线束的长度(包括连接器)应分别为 1 700⁺²⁰ mm。HV 试验线束应与 LV 试验线束间距 100⁺¹⁰ mm。车辆使用的原装 HV 线束可以选择使用。

所有线束应放置在不导电性、低相对介电常数材料($\epsilon_r \leq 1.4$)上，距接地平面上方 50 mm ± 5 mm 的位置。

除非另有规定，否则 EUT 壳体应直接连接到接地平面上。当通过指定阻抗连接到接地平面上时，应在试验报告中注明。

除非另有规定，否则注入探头仅置于 LV 线束上进行试验。

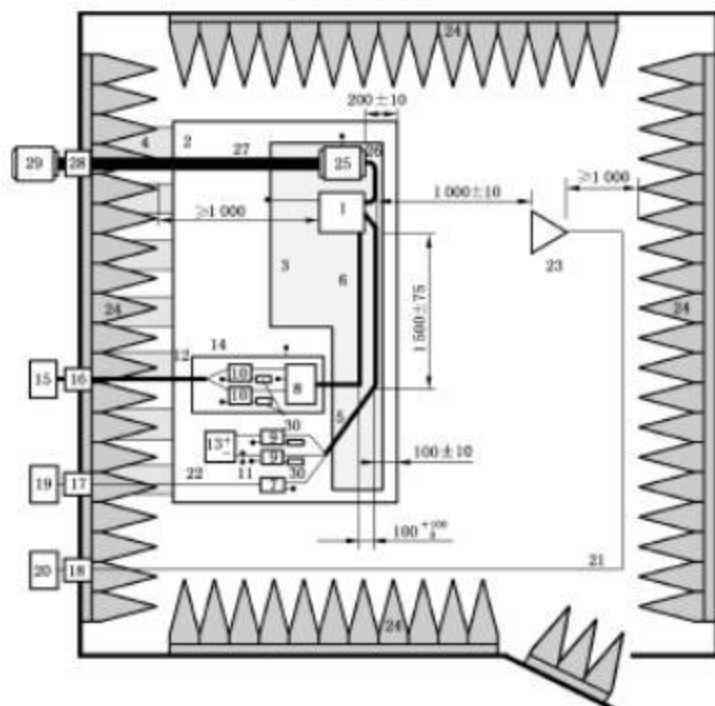


说明:

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1—EUT; | 16—电源线滤波器; |
| 2—接地平面; | 17—光纤通道; |
| 3—低相对介电常数材料支撑($\epsilon_r \leq 1.4$)厚度 50 mm; | 18—隔板连接器; |
| 4—电流探头; | 19—激励和监测系统; |
| 5—LV 线束; | 20—电磁抗扰测试设备; |
| 6—HV 线束; | 21—优质同轴电缆(50 Ω),例如双层屏蔽; |
| 7—LV 负载模拟器; | 22—光纤; |
| 8—阻抗匹配网络(可选); | 23—接地带; |
| 9—LV AN; | 24—电机; |
| 10—HV AN; | 25—电机三相电源线; |
| 11—LV 电源线; | 26—机械连接; |
| 12—HV 电源线; | 27—过滤的机械轴承; |
| 13—LV 电源; | 28—制动或驱动电机; |
| 14—附加屏蔽盒; | 29—屏蔽室; |
| 15—HV 电源(置于 ALSE 内的应屏蔽); | 30—50 Ω 负载。 |

注: $d = 150$ mm, 450 mm, 750 mm.

图4 采用BCI法的辐射抗扰度试验布置示例



说明:

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 — EUT; | 16 — 电源线滤波器; |
| 2 — 接地平面; | 17 — 光纤馈通; |
| 3 — 低相对介电常数材料支撑($\epsilon_r \leq 1.4$)厚度 50 mm; | 18 — 壁板连接器; |
| 4 — 接地带; | 19 — 激励和监测系统; |
| 5 — LV 线束; | 20 — 电磁抗扰测试设备; |
| 6 — HV 线束; | 21 — 优质同轴电缆(50 Ω), 例如双层屏蔽; |
| 7 — LV 负载模拟器; | 22 — 光纤; |
| 8 — 阻抗匹配网络(可选); | 23 — 喇叭天线; |
| 9 — LV AN; | 24 — RF 吸波材料; |
| 10 — HV AN; | 25 — 电机; |
| 11 — LV 电源线; | 26 — 电机三相电源线; |
| 12 — HV 电源线; | 27 — 机械连接; |
| 13 — LV 电源; | 28 — 过滤的机械轴承; |
| 14 — 附加屏蔽盒; | 29 — 制动或驱动电机; |
| 15 — HV 电源(置于 ALSE 内的应屏蔽); | 30 — 50 Ω 负载。 |

图 5 使用频率在 1 GHz 以上时使用喇叭天线的辐射抗扰度试验布置示例

5.2.2 电源线瞬态传导的抗扰度试验

按 GB/T 21437.2—2008 规定,应在 LV 电源线以及可能连接到 LV 电源线的其他连接线上施加试验脉冲 1, 2a, 2b, 3a, 3b 和 4。EUT 应处于待机状态, HV 和 LV 正常供电。试验过程中应对 EUT 的控制器实时进行监控。如有必要,应采取措施对辅助监控装置进行隔离。

5.2.3 静电放电抗扰度试验

按 GB/T 19951 规定进行试验。试验应依次进行 EUT 不通电状态和仅 LV 供电情况下的测试。

在 EUT 不通电状态时,模拟在装配过程中或维修时人体对 EUT 的直接放电,对 EUT 搬运时容易触及的(但不限于)凹形连接管脚、壳体、按钮、开关、显示屏、壳体上的螺母和开口施加放电。使用截面积为 $0.5\text{ mm}^2 \sim 2\text{ mm}^2$ 、长度不大于 25 mm 的绝缘实心金属丝引出凹形连接管脚。

如果一个连接器内有多个密集管脚,难以逐个施加放电时,要像凹形管脚一样,使用横截面积为 $0.5\text{ mm}^2 \sim 2\text{ mm}^2$ 、长度不大于 25 mm 的绝缘实心金属丝引出。

在 EUT 仅 LV 供电的情况下,不对 EUT 的连接器针脚及针座进行直接放电测试。对车内成员容易触及的表面、按键、开关、缝隙等位置进行试验。

各放电试验点在每种电压等级下承受至少 3 次正电压放电和 3 次负电压放电,放电间隔至少为 5 s。在每种电压等级下,EUT 的放电试验点先承受一种极性的放电试验,再承受相反极性的放电试验。在每连续 3 次放电期间和放电之后,检验 EUT 是否符合 4.2.3 的判据要求。

6 试验报告

除本标准要求记录到试验报告中的内容外,试验报告的其他要求参见附录 C。

附录 A
(规范性附录)
功能状态分类

A.1 目的

本附录规定了EUT的功能状态分类方法。所描述的状态仅适用于本标准给出的EUT抗扰性能测试。

A.2 EUT的功能状态分类

EUT的功能状态分类如下:

A类:EUT在施加骚扰期间和之后,能执行其预先设计的所有功能。

B类:EUT在施加骚扰期间,能执行其预先设计的所有功能;其中,除存储功能之外,可以有一项或多项的功能指标超出规定的偏差。在停止施加骚扰之后,所有功能自动恢复到正常工作范围内。

C类:EUT在施加骚扰期间,不执行其预先设计的一项或多项功能,但在停止施加骚扰之后能自动恢复到正常操作状态。

D类:EUT在施加骚扰期间,不执行其预先设计的一项或多项功能,在停止施加骚扰之后,需要通过简单的“操作或使用”复位动作,才能恢复到正常操作状态。

E类:EUT在施加骚扰期间和之后,不执行其预先设计的一项或多项功能,且如果不修理或不替换装置或系统,则不能恢复其正常操作。

注:此处的“功能”系指电气/电子系统执行的功能。

附录 B
(规范性附录)
抗扰试验等级

B.1 目的

本附录规定了 EUT 对沿电源线传导的瞬态骚扰的抗扰试验等级。

B.2 抗扰试验等级

EUT 对沿电源线传导的瞬态骚扰的抗扰试验等级应按表 B.1 和表 B.2 中规定的试验等级Ⅲ进行选择。

表 B.1 12 V 系统的抗扰试验等级

试验脉冲 ^a	试验等级Ⅲ U ₁ ^b V	最少脉冲数或 试验时间 ^c	短脉冲循环时间或脉冲重复时间	
			最小	最大
1	-75	500 个脉冲	0.5 s	5 s
2a	+37	500 个脉冲	0.2 s	5 s
2b	+10	10 个脉冲	0.5 s	5 s
3a	-112	1 h	90 ms	100 ms
3b	+75	1 h	90 ms	100 ms
4	-6	1 个脉冲	d	d

^a 试验脉冲, 如 GB/T 21437.2—2008 中 5.6 所述。
^b 幅度为 GB/T 21437.2—2008 中 5.6 每一试验脉冲所确定的 U₁ 值。
^c 耐久性试验的脉冲数量或试验时间。
^d 由于试验脉冲最少为 1 个, 因此未给出脉冲循环时间。当施加多个脉冲时, 脉冲之间应允许 1 min 的最小延迟时间。

表 B.2 24 V 系统的抗扰试验等级

试验脉冲 ^a	试验等级Ⅲ U ₁ ^b V	最少脉冲数或 试验时间 ^c	短脉冲循环时间或脉冲重复时间	
			最小	最大
1	-450	500 个脉冲	0.5 s	5 s
2a	+37	500 个脉冲	0.2 s	5 s
2b	+20	10 个脉冲	0.5 s	5 s
3a	-150	1 h	90 ms	100 ms
3b	+150	1 h	90 ms	100 ms
4	-12	1 个脉冲	d	d

^a 试验脉冲, 如 GB/T 21437.2—2008 中 5.6 所述。
^b 幅度为 GB/T 21437.2—2008 中 5.6 每一试验脉冲所确定的 U₁ 值。
^c 耐久性试验的脉冲数量或试验时间。
^d 由于试验脉冲最少为 1 个, 因此未给出脉冲循环时间。当施加多个脉冲时, 脉冲之间应允许 1 min 的最小延迟时间。

附 录 C
(资料性附录)
试验报告要求

为了保证上述试验的可重复性,试验报告宜包括:

- 受试设备、辅助设备的信息,例如商标、型号、序列号等;
- 受试设备、辅助设备的典型工作状态;
- 试验设备的信息,例如制造商、型号、序列号等;
- 试验的一般要求,例如试验布置、频率范围、测试等级、性能判据等;
- 试验时采用的特殊条件或要求,例如屏蔽外壳、不同的试验等级以及环境条件等;
- 由制造商和需求方定义的性能水平;
- 在测试干扰施加过程中或之后,受试设备上观察到的任何现象,和该现象持续的时间;
- 合格/不合格判定的基本原则;
- 受试设备的特殊使用条件,例如,电缆的长度或类型,屏蔽或接地,或工作条件等;
- 任何其他需要在试验报告中说明的问题。

参 考 文 献

- [1] ECE R10 Rev.5 Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility
 - [2] CISPR 25:2016 Vehicles, boats and internal combustion engines—Radio disturbance characteristics—Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers
-