

# 海马汽车 D 类零部件 EMC 验证标准

## 1 范围

本标准规定了海马汽车电器部件电磁兼容性的测试方法，容许发射的干扰限值以及抗干扰的要求范围。

本标准适用于海马汽车整车所使用的电气/电子部件及子系统部件，为保证整车内电器设备之间，以及整车和周围环境之间的电磁兼容性，满足电磁兼容法规而制定的。

供应商所开发的产品需在测试批准之前完成部件功能等级分类，并输出符合海马汽车要求的验证标准规范。测试之后符合本标准的要求，同时后续任何影响零部件电磁兼容性能的更改都需要增加相应的EMC测试进行重新验证。除满足本标准规定的要求外，供应商提供的电器部件在安装到汽车上后还必须满足海马汽车《整车电磁兼容性限值及其测试方法》要求。任何与本标准要求不一致的更改都必须获得海马汽车的认可，海马汽车保留审查和更改EMC验证标准的权力。

## 2 产品基本信息<sup>1</sup>

产品名称	(供应商填写)	商标	(供应商填写)
型号规格	(供应商填写)	生产单位全称	(供应商填写)
生产单位地址	(供应商填写)	测试实验室	(供应商填写)
硬件版本	(供应商填写)	软件版本	(供应商填写)
负责人	(供应商填写)	电话	(供应商填写)
装配车型	(供应商填写)	手机	(供应商填写)
E-mail	(供应商填写)	传真	(供应商填写)
电器类型	(供应商填写)	接地方式	(供应商填写)
供电电压	(供应商填写)	外壳材质	(供应商填写)
测试样品数量	(供应商填写)	试验计划时间 <sup>2</sup>	(供应商填写)

注 1：电器部件的类型根据电器部件分类表划分，接地方式说明是直接通过外壳接地还是通过地线接地。若通过地线接地，说明接地线的长度。

注 2：试验计划时间要求：零部件 EMC 性能测试和整改至少需要满足整车开发流程 ET2 阶段的整车公告测试时间要求。

## 3 产品照片

(供应商填写：产品与周边设备照片明细，包括必要的连接线束及附属机构，可以有多张照片。)

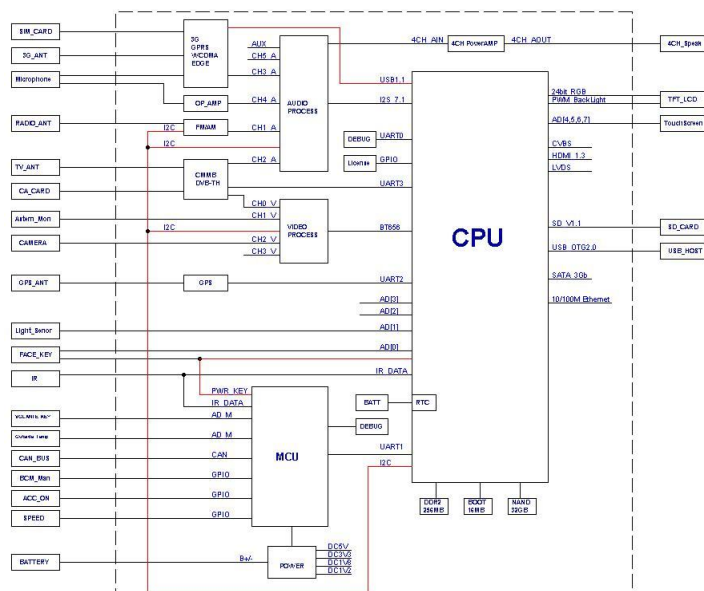


## 4 产品功能描述

功能简述		摄像头负责对车辆周边实时拍摄，并将影像传送到 AVM 主机。AVM 主机实时采集车辆运行状态，并对各摄像头的信号进行 A/D 转换，处理、拼接灯，输出所需的影像到显示屏，给驾驶员提供一个车辆 360° 全方位的环视（鸟瞰）影像，以减少汽车周边视觉死角，帮助驾驶员泊车辅助。		
产品功能详细描述		功能类型	负载说明	失效模式及抗扰度判定说明
功能 1	影像显示	显示画面	显示屏	I 级：无闪屏、花屏现象、无失真等现象
功能 2	.....	.....	.....	.....
功能 3	供应商填写	供应商填写	供应商填写	供应商填写

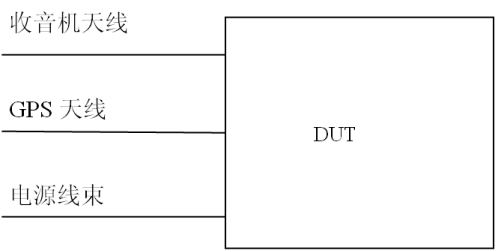
## 5 产品内部结构及说明

(供应商填写：说明产品的基本组成，以及产品的电气方框图，应包括完整的电路原理结构框图和接口处电路图。)



## 6 产品与外部设备连接原理图及说明

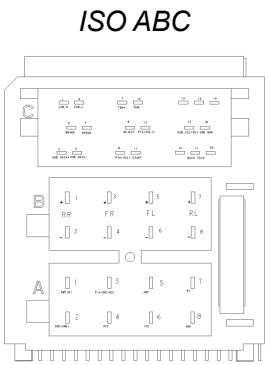
(供应商填写：将产品与外部设备连接原理图说明)



(例)

7 产品接口说明

7.1 插座型号及管脚外形



(例)

7.2 管脚说明

ISO ABC (A 部分)				
管脚序号	管脚名称	管脚信息说明 <sup>1</sup> (额定电压电流、占空比、频率等)	线缆颜色	负载说明
1	SW_IN1\线控输入 1	0.3A	紫/黄	
2	SWC_GND\线控接地端	0.3A		
3	PTA (SWC_IN2)免提	0.3A		
4	ACC_IN\电源输入端	3A		
5	ANT\无线输入端	12V		
6	ILL\背景光输入	1A		
7	BET\蓄电池输入端	CD10A		接 12V 电源
8	GND\接地端	CD10A		接地
ISO ABC (B 部分)				

管脚序号	管脚名称	管脚信息说明（额定电压电流、占空比、频率等）	线缆颜色	负载说明
1	RR+ (右后+)	3A		接 50W 4 欧喇叭+
2	RR- (右后-)	3A		接 50W 4 欧喇叭-
3	FR+ (右前+) 并联右高音喇叭+	3A		接 50W 4 欧喇叭+
.....	.....	.....	.....	.....
供应商填写	供应商填写	供应商填写	供应商填写	供应商填写

(例)

- 注：1）若接口负载为感性设备，需说明负载主要电气参数，包括额定电流、峰值电流等。需给出感性负载的驱动电路原理图；
- 2）若接口为通信网络，需说明所连接网络的主要参数，包括通信类型、通信速率等；
- 3）若接口为传感器信号的输入/输出，需说明传感器名称、信号类型。

## 8 内部主要电磁骚扰源说明

骚扰类型	主要骚扰模块	用途说明	骚扰模块主要电磁参数说明
宽带骚扰	LCD 背光	PWM 控制	<1MHz
	供应商填写	供应商填写	供应商填写
窄带骚扰	微处理器	中央处理单元	工作频率 20MHz
	晶振	提供时钟源	工作频率 20MHz
	多媒体处理器	中央处理单元	工作频率 720MHz
	晶振	提供时钟源	工作频率 12MHz
	.....	.....	.....
	供应商填写	供应商填写	供应商填写

(例)

- 注：1）电机类感性设备说明电机类型（有刷、无刷、步进等）、额定电压/电流、控制方式，若采用 PWM 控制说明脉冲频率；
- 2）窄带器件说明工作频率；
- 3）宽带骚扰电器主要指电机、继电器等感性设备；
- 4）窄带骚扰电器主要指微处理器、振荡器、开关电源等设备。

## 9 产品采取电磁兼容设计及抑制措施

序号	采取的电磁兼容设计及抑制措施 <sup>1</sup>	针对的电磁兼容问题
1	适当选用上下拉电阻	提升传导抗扰度
2	减小信号回路面积	降低辐射发射、提升辐射抗扰度
3	增大不同信号线间距	提升抗静电放电能力
4	增大端子走线线径	大电流注入
...	供应商填写	供应商填写

(例)

注：说明在设计时，结构、原理图、PCB 都在电磁兼容做如何处理。

## 10 产品测试模式说明

序号	测试状态 <sup>1</sup>	接地方式	实现功能	负载连接	备注
1	测试状态 1	接地线	功能 1: FM / AM	喇叭	1KHz 输入
2			功能 2 :GPS 导航	喇叭	1KHz 输入
3			功能 3 :影音播放	喇叭	1KHz 输入
4	供应商填写	供应商填写	功能 1: FM / AM	喇叭	
5			功能 2: GPS 导航	喇叭	
...			供应商填写	供应商填写	供应商填写

(例)

注：分别对每种工作状态进行说明并测试。

## 11 电磁兼容测试内容

并非所有电器部件都要进行规定的所有测试项目。根据电器部件 EMC 测试项选择表对不同测试状态的电器部件要进行的测试内容见下表（打√表档需要进行该项测试）。

测试内容	ID	测试状态 1	测试状态 2	测试状态 3	备注
辐射发射	RE	√	√		
传导发射电压法	CE	√	√		
传导发射电流法	CE	√	√		
瞬态传导发射	TCE	√	√		
辐射抗扰度	RI	√	√		
大电流注入	BCI	√	√		
磁场抗扰	RI02	√	√		
发射器射频抗扰	RI03	√	√		
瞬态传导抗扰度	TCI	脉冲 1	√	√	
		脉冲 2a	√	√	
		脉冲 2b	√	√	
		脉冲 3a	√	√	
		脉冲 3b	√	√	
		脉冲 4 等级 1	√	√	
		脉冲 4 等级 2	√	√	
		脉冲 5a	√	√	
		脉冲 5b	√	√	
信号/控制线的瞬态传导抗扰度	TCI02	√	√		
连续抗干扰	TCI03	√	√		

静电放电	ESD	√	√		
.....	供应商填写	供应商填写	供应商填写	供应商填写	供应商填写

(例)

电器部件 EMC 测试项选择表

项目	测试内容	依据标准	电器部件类型									
			无源模块	感性设备	电机		有源模块					
			P 型 <sup>1</sup>	R 型	BM 型	EM 型	A 型	AS 型	AM 型	AX/AY 型	AW 型	
发射类												
5.1	辐射发射 RE（电波暗室）	CISPR25			√	√	√	√	√	√	√	
5.2	传导发射 CE（电压法）	CISPR25			√	√	√	√	√	√		
5.3	传导发射 CE（电流法）	CISPR25			√	√	√	√	√	√		
5.4	瞬态电压发射 TCE	ISO7637-2		√	√	√				√		
抗扰度												
5.5	辐射抗扰度 RI（电波暗室法）	ISO11452-2				√	√	√	√	√	√	
5.6	大电流注入 BCI	ISO11452-4				√	√	√	√	√		
5.7	磁场抗扰	ISO11452-8				√ <sup>2</sup>			√			
5.8	发射器射频抗扰	ISO11452-9				√	√	√	√	√		
5.9	瞬态传导抗扰度 TCI	ISO7637-2 ISO16750-2	√			√	√		√	√		
5.10	信号/控制线的瞬态传导抗扰度	ISO7637-3				√	√	√	√	√		
5.11	连续抗干扰	ISO16750-2				√	√	√	√	√		
5.12	静电放电 ESD	ISO10605	√			√	√	√	√	√	√	

注：无源模块 P 的瞬态传导抗扰度测试仅针对由蓄电池直接供电的设备。

注 2：该测试仅适用于内置霍尔元件的电机。

电器部件分类表

P 型	仅包含无源器件（被动电子器件）的电器部件或模块 例如：电阻、电容、发光二极管、电加热器、电感、温控开关、LED
-----	--

R 型	感性装置。例如继电器、电磁阀和喇叭
BM 型	由电刷驱动的电机电。例如电刷式直流马达
EM 型	由电子器件控制的电机。例如：带防夹的玻璃升降器
A 型	含有有源器件（主动电子模块）的电器模块 例如：开关电源、微处理器控制器、模拟放大器和显示器
AS 型	由其它模块中的调节电源供电的电器部件或模块，这类器件通常是向控制器提供信号输入的传感器；带传感器的通过整流电源模块供电的电子器件。
AX 型	内部带有电机、继电器等感性设备的电器部件以及控制外部感性设备的电器部件等其余电器部件
AM 型	带磁性敏感器件或者与磁性敏感器件连接的电子器件或模块。例如霍尔转速传感器
AY 型	带磁性继电器的电子器件或模块(测试内容等同于 AX 部件)
AW 型	无线束连接的电器模块。例如遥控器

## 12 产品测试环境条件要求

除非本标准另有规定，否则电源电压应为 13.5（+ 0.5v/-1.0v）v 之间。

温度	(23±5.0) °C
湿度	20%~80%相对湿度 (RH) <sup>1</sup>

注 1：静电放电测试环境条件要求参照 ISO10605 规定，试验设施应置于温度为 (23±3) °C 和相对湿度为 20%~40%（首选为 20°C 和 30%相对湿度）的环境中。

## 13 产品负载要求

产品在测试时需要按照正常工作条件下进行测试，其中包括产品工作的周边，需要带正常工作时的负载进行测试，如果工作的负载对测试结果可能会造成影响，则可以换用静态负载（水泥电阻、喇叭等）进行测试。

## 14 产品功能等级要求

I 级：装置或系统在施加骚扰期间和之后，能执行其预先设计的所有功能（或满足规范图纸上的指定限值）；

II 级：装置或系统在施加骚扰期间，能执行其预先设计的所有功能；然而，可以有一项或多项指标超出规定的偏差，但不影响车辆的安全运行。所有功能在停止施加骚扰之后，自动恢复到正常工作范围内。存储功能（永久或临时存储器）应维持 I 级水平；

III 级：装置或系统在施加骚扰期间，不执行其预先设计的一项或多项功能，但不影响车辆的安全运行。且在停止施加骚扰之后能自动恢复到正常操作状态；

IV 级：装置或系统在施加骚扰期间，不执行其预先设计的一项或多项功能，直到停止施加骚扰之后，并通过简单的“操作或使用”复位动作，才能恢复到正常操作状态；

V 级：装置或系统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。

## 15 抗扰度试验等级要求

D 类零部件抗扰度的测试参数，功能等级要求如下表

测试内容		测试参数		功能等级要求		
辐射抗扰度		100V/m		I		
大电流注入		100mA		I		
磁场抗干扰		见测试过程要求		I		
发射器射频抗扰		测试等级 1		I		
		测试等级 2		III		
瞬态传导抗扰度		脉冲 1		III		
		脉冲 2a		I		
		脉冲 2b		III		
		脉冲 3a		I		
		脉冲 3b		I		
		脉冲 4 <sup>1</sup>	测试等级 1	I		
			测试等级 2	III		
		脉冲 5a		III		
脉冲 5b		III				
信号/控制线的瞬态传导抗扰度		快速瞬态脉冲和低速瞬态脉冲		I		
连续抗干扰		U <sub>pp</sub> =4v		I		
静电放电	工作状态	放电类型		电压等级	功能要求	静电放电点 <sup>2</sup>
	断电	非导体外壳空气放电		±8KV	I	供应商填写
		导体外壳接触放电		±6KV	I	供应商填写
		管脚接触放电		±4KV	I	供应商填写
	通电	传导位置接触放电		±4KV	I	供应商填写
				±6KV	I	供应商填写
				±8KV	I	供应商填写
		传导与非传导位置空气放电		±6KV	I	供应商填写
				±8KV	I	供应商填写
				±15KV	I	供应商填写
±20KV				I	供应商填写	
±25KV <sup>3</sup>	I	供应商填写				

注 1：对于启停过程中影响驾驶者主观感受的功能，需同时进行脉冲 4 的测试等级 1 和等级 2 测试，其他功能无测试等级 1 要求；对于在发动机启动过程中需要正常工作的功能，在测试脉冲 4 的测试等级 2 时电器件功能必



须满足性能等级 I 的要求。

注 2：需指出静电测试中静电枪的静电放电点位置，可用图示说明。

注3：仅对于从车外能直接接触到的位置而不接触汽车的任何部分（例如，门锁开关、头灯开关、仪表、前组合灯）的装置实施±25KV静电放电测试。

16 辐射发射、传导发射、瞬态发射试验等级要求

16.1 辐射发射标准限值要求

若测试频率小于 30MHz 时，采用垂直极化方式进行测试；若测试频率在 30MHz~2.5GHz 范围时，应该分别采用垂直和水平极化对 DUT 辐射发射进行测试；当测试频率大于 1GHz，天线正对 DUT 中心。

A、AS 类型的电器部件需要满足限值 A 要求；AX、EM 类型的电器部件需要同时满足限值 A 和限值 B 要求；BM 类型的电器部件需要满足限值 B 要求；被测电器部件除满足下表辐射发射限值要求外，如为出口欧盟车型电器部件还需满足表 7 的连续限值要求：

辐射发射限值要求<sup>1</sup>

频带	频率范围（MHz）	限值A，均值检波（dB μV/m）	限值 B，峰值检波（dB μV/m）
长波-调幅广播 LW	0.15~0.3	36	56
中波-调幅广播 MW	0.53~1.8	28	48
短波-调幅广播 SW	5.9~6.2	26	46
移动通信频带	26~54	26	46
移动通信频带	68~87	21	41
调频广播	87~108	24	44
移动通信频带	142~170	18	40
数字音频广播 DABIII	170~245	22	32
RKE	300~330	24	38
移动通信频带	380~470	24	44
DTTV	470~770	41	51
移动通信	820~960	30	50
DAB L 频段	1447~1494	24	34
GPS	1567~1583	16	-
GSM 800 <sup>2</sup>	860~895	30	50
EGSM/GSM 900	925~960	30	50
GSM 1800	1803~1882	30	50
GSM 1900	1850~1990	30	50
3G IMT 2000	1900~1992	30	50
3G IMT 2000	2010~2025	30	50
3G IMT 2000	2108~2172	30	50
SDARS	2320~2345	36	46
蓝牙	2400~2500	30	50

注 1：本标准测试限值参考 GB/T18655-2010 等级 4。

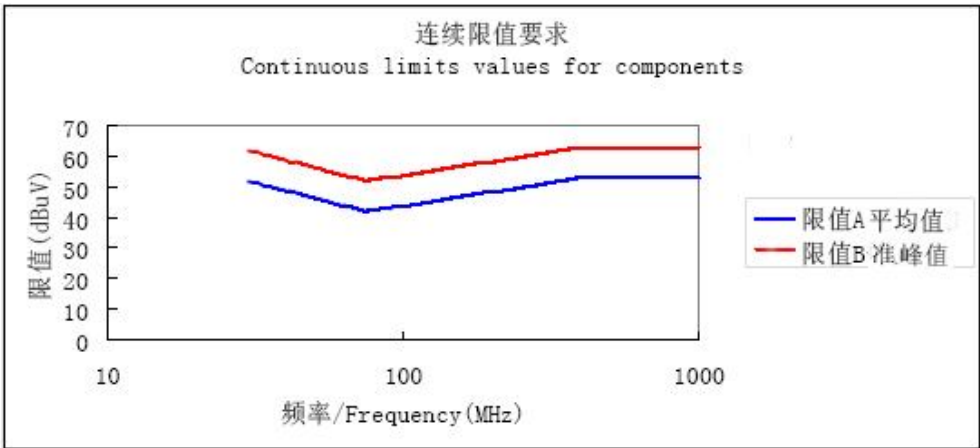
注 2：当车型配置含有带有 3G 模块的车载信息功能时，则电器部件需满足 GSM 和 3G 频带相关限值要求。否

则 GSM 和 3G 频段可不作要求。

连续限值要求<sup>1</sup>

频段	频率范围 (MHz)	限值 A, 均值检波 (dB μV/m)	限值 B, 准峰值检波 (dB μV/m)
M1	30~75	52-25.13log(f/30)	62-25.13log(f/30)
M2	75~400	42+15.13log(f/75)	52+15.13log(f/75)
M3	400~1000	53	63

注 1: f 为测量频率 (MHz)。  
注 2: 120KHz 带宽检波器 (准峰值和平均值)。  
注 3: 如无其他规定, 30MHz~1000MHz 范围内, 应按 GB/T 18655-2010 中规定的方法进行。



16.2 电源线传导发射标准限值要求

A、AS 类型的电器部件需要满足限值 A 要求；AX、EM 类型的电器部件需要同时满足限值 A 和限值 B 要求；BM 类型的电器部件需要满足限值 B 要求；电源线传导发射需要在 0.15MHz~108 MHz 的全频段范围内进行测试，其限值要求见下表：

电源线上传导骚扰限值

测试频带	频率范围 (MHz)	限值 A, 均值检波 (dBμV)	限值 B, 峰值检波 (dBμV)
长波-调幅广播 LW	0.15~0.3	64	90
/	0.3~0.53	84	84
中波-调幅广播 MW	0.53~1.8	44	70
/	1.8~5.9	64	90
短波-调幅广播 SW	5.9~6.2	39	65
/	6.2~26	59	65
移动业务 CB	26~28	34	56
/	28~30	34	56
移动业务 VHF	30~54	34	56
TV 频段 I	54~76	34	46
广播 FM	76~108	30	49

16.3 信号/控制线的传导发射限值要求

A、AS 类型的电器部件需要满足限值 A 的要求；AX、EM 类型的电器部件需要同时满足限值 A 和限值 B 要求；控制/信号线发射需要在 0.15MHz~108MHz 的全频带范围内进行测试，其限值要求见下表：

信号/控制线上传导电流限值

频带	频率范围（MHz）	限值 A，均值检波（dBuA）	限值 B，峰值检波（dBuA）
长波-调幅广播	0.15~0.3	60	80
	0.3~0.53	74	100
中波-调幅广播	0.53~2	42	62
	2~5.9	74	96
短波-调幅广播	5.9~6.2	39	59
	6.2~26	59	82
通信频带	26~54	30	50
	54~68	54	82
通信频带	68~87	24	44
调频广播	87~108	24	44

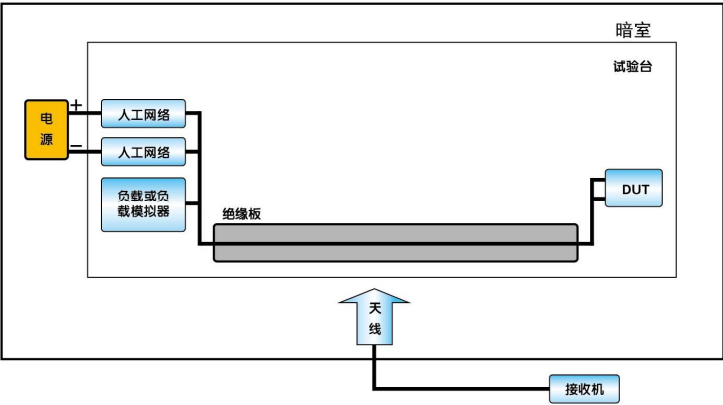
16.4 瞬态发射限值要求

本试验规定了 AX、BM、EM、R 类型电器部件的瞬态传导发射限值。电器部件在开关断开和闭合瞬间所产生的快变瞬态脉冲电压必须在-100V~+75V 之间。

17 测试过程

17.1 辐射发射

17.1.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考CISPR25或者GB18655）



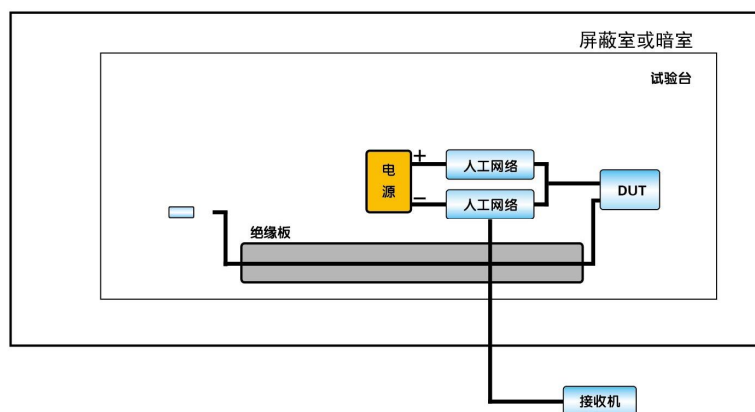
17.1.2 测试说明

电器部件辐射发射测试可参照 CISPR25 标准中的 ALSE（电波暗室）方法进行。其布置如图 7 至图 11 所示。

- DUT布置要求：在测试试验台中的DUT和任何电子设备从一个车用电池获取电源，电池负极需要与试验台接地面连接；如果DUT的外壳是金属，并且在被安装到汽车上时可以接地，那么在工作台测试期间，DUT应与试验台的金属面连接；如果DUT外壳在汽车中没有接地，并且安装在汽车上时不允许接地，那么在工作台测试期间，DUT应放置在绝缘支架上；如果对此不确定，DUT应在两种配置中测试，DUT及试验天线距离墙壁和天花板或吸波材料表面距离不小于1000mm
- 线束布置要求：检测线缆平行于接地平板边缘部分的长度应为 $1500\text{mm} \pm 75\text{mm}$ （连接线束总长不超过2000mm），面向天线边缘的距离为 $1000\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 。DUT和测试试验台的位置要求导线弯曲为 $90^\circ$  到 $135^\circ$  之间，电缆应放置在离测试台50mm的一个绝缘支架上。
- 模拟负载布置要求：最好将负载模拟器直接固定在接地平板上。如果负载模拟器外壳为金属，则外壳应与接地平板相连。另外，当负载模拟器装置外壳与接地平板地已电气搭接，且DUT的测试线束通过RF界面的路径连接到接地平板上时，负载模拟器也可以放置在靠近接地平板的位置或安装在电波暗室外。当负载模拟器放置在接地平板上时，负载模拟器的直流电源线应通过人工网络与负载模拟器连接。
- 天线布置要求：对于 $\leq 1000\text{MHz}$ 的测试频率，接收天线应放置在导线中间位置，对于在1000MHz以上的频率，接收天线中心应直接正对试验件。双锥天线、对数周期天线和喇叭天线等测量天线的相对中心应在接地平板以上 $100\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 处；拉杆天线的平衡板相对于接地平板的高度应为 $900\text{mm} \pm 100\text{mm}$ ，且拉杆天线的平衡板应与接地平板连接。天线的任何辐射部分距离地面不小于250mm。

## 17.2 传导发射电压法

### 17.2.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考CISPR25或者GB18655）



### 17.2.2 测试说明

电器部件电源线传导发射的测试可参照 CISPR25 标准中关于车辆零部件和模块的电压测量方法进行。电压测量为每一条（电源线和回线）都相对地进行测试，其一般布置如下图所示。

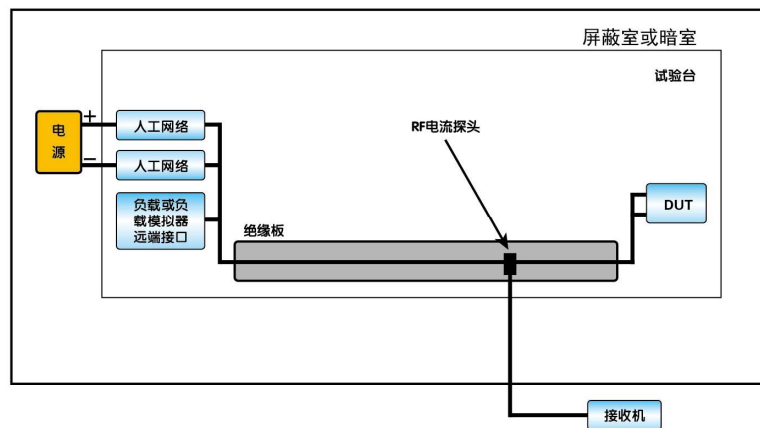
- DUT布置要求：模拟实际DUT安装结构时，若DUT的外壳不需与接地平面相连，则DUT应放置在绝缘支架上，DUT与试验台下边沿距离至少100mm, 当DUT外壳接地时，接地点距离接地平板边界至少100mm。与暗室上边沿侧吸波材料大于1000mm，
- 线束布置要求：每根受试电源线必须单独与人工网络相连，若测量有多个供电电源的DUT时，可以用一个AN将所有电源正极连接在一起，并用另一个AN将所有电源的负载连接在一起。人工网

络连接器与DUT连接器之间的电源线长度应为 $200\text{mm}+200/-0\text{mm}$ ，负载线束沿一条直线放置在绝缘支架上。为使电源和输入/输出导线之间的耦合最小，电源线和负载线束的垂直距离 $\geq 200\text{mm}$ ，负载线束长为 $1500\text{mm}\pm 75\text{mm}$ (包括弯折部分)，最长不超过 $2000\text{mm}$ ，所有导线（负载线束和电源线）应放置在距离接地平板边缘至少 $100\text{mm}$ 的位置。

- 模拟负载布置要求：最好将负载模拟器直接固定在接地平板上，如果负载模拟器外壳为金属，则外壳应与接地平板直接搭接。当模拟负载放置在接地平面上时，模拟负载的直流电源线应直接与电源相连而不通过人工网络。
- 被测样件及测试辅助设备中的电子硬件的供电需使用车载电池，蓄电池的负极须与接地平板连接在一起。

### 17.3 传导发射电流法

#### 17.3.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考CISPR25或者GB18655）



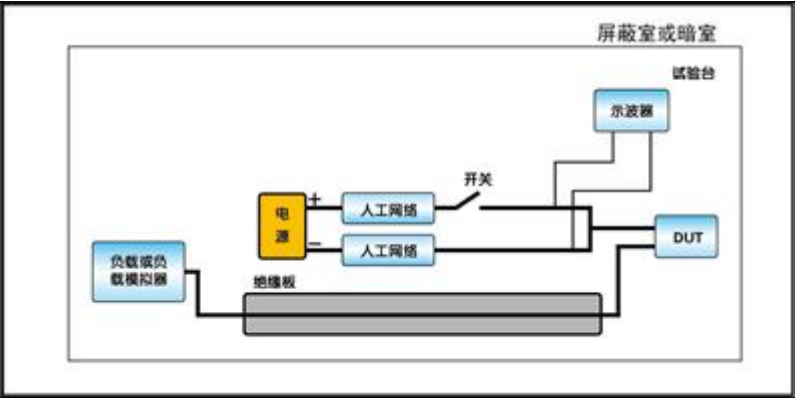
#### 17.3.2 测试说明

电器部件控制/信号线的传导发射的测试可参照 CISPR25 标准中关于车辆零部件和模块的电流探头测量方法进行。电流探头应圈住整个线束（除电源线及地线），在距离 DUT $50\text{mm}$  和  $750\text{mm}$  两处进行测量（最少进行  $50\text{mm}$  位置的测试）。其一般布置如下图所示。

- DUT 布置要求：DUT 模拟实际车辆结构，若 DUT 外壳不需与接地平面相连，则 DUT 应放置在绝缘支架上。DUT 各表面距离接地平面边界至少  $100\text{mm}$ 。DUT 外壳接地时，接地点距离接地平面边界至少  $100\text{mm}$ 。
- 线束布置要求：实验线束应彼此平行且靠近，检测线束应为 $1700^{+300}_{-0}\text{mm}$ 长，并且应放置在绝缘支架上。
- 模拟负载布置要求：根据 ISO 11452-4 的布置和接地要求。最好将负载模拟器直接放置在接地平板上。如负载模拟器为金属外壳，外壳与接地平板直接搭接。如 DUT 引出的试验线束穿过 RF 界面与接地平板搭接，负载模拟器可置于接地平板附近（外壳与接地平板搭接）或试验室外。如负载模拟器放在接地平板上，负载模拟器的直流电源线应通过 AN 进行连接。

### 17.4 瞬态传导发射

17.4.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考IS07637）



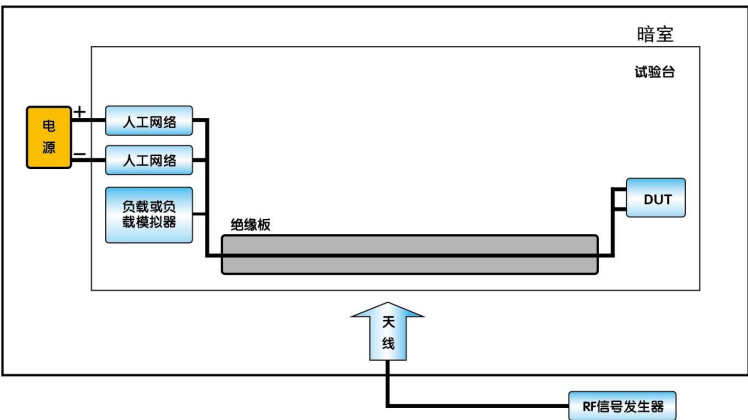
17.4.2 测试说明

电器部件电源线瞬态传导发射的测试可参照IS07637-2标准中的电压瞬态发射试验的快变脉冲测试方法。电器部件快变脉冲发射试验的一般布置如下图所示。

- DUT布置要求：DUT的电源应直接通过人工网络进行滤波处理。DUT的电源负极线中应串联一个机械开关或电子开关。机械开关或电子开关的选择应在测试计划中说明。 DUT应放置在绝缘支架上。如DUT外壳为金属且在实车上直接安装在车身上，则应布置在接地平板上，且可靠接地。DUT的接地方式应在测试计划及测试报告中描述。
- 线束布置要求：DUT与人工网络之间的线束长度 $200\text{mm} \pm 50\text{mm}$ ，除开关外应没有其他装置连接在DUT与人工网络之间。开关距离人工网络 $100\text{mm} \pm 25\text{mm}$ 。示波器探头距离DUT为 $50\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 。
- 测试方法要求：如果DUT是电机或执行器，那么测试过程中需给DUT施加一定的机械负载，不小于DUT额定负载的100%。AX、EM类型的电器部件，需要对测试计划中规定的实现功能时所产生的峰值瞬态电压进行测试并记录。AX、BM、EM、R类型的电器部件均需要对开关断开、闭合瞬间所产生的峰值瞬态电压进行测试并记录。

17.5 辐射抗扰度

17.5.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考 GB/T17619）



17.5.2 测试说明

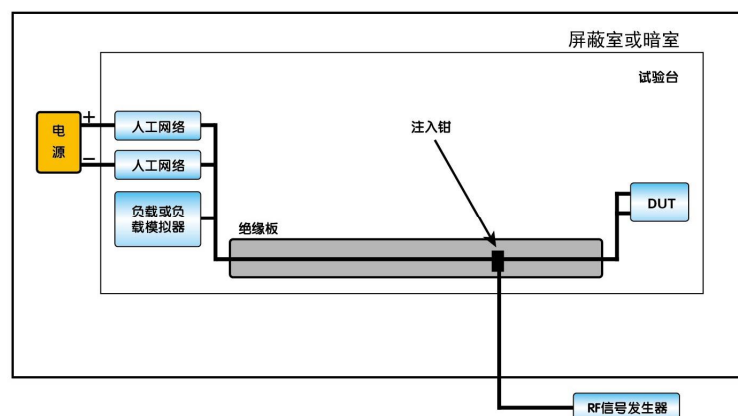
电器部件辐射抗扰度的测试可参照 ISO11452-2 标准中的 ALSE 测试方法。试验在电波暗室的台

架上进行，电器部件辐射抗扰度试验的一般布置如下图所示：

- DUT布置要求：DUT应放置在绝缘支架上。DUT的外壳不应与接地平板相连（模拟实际车辆结构的除外）。DUT表面距离接地平板边缘 $200\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ，与暗室上边沿侧吸波材料大于 $1000\text{mm}$ 。
- 线束布置要求：测试线束应沿着离天线最近的接地平板或桌子边缘布线，线束中心距测试台下边沿距离 $100\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ，平行于接地平板边缘的长为 $1500\text{mm} \pm 75\text{mm}$ ，最长不超过 $2000\text{mm}$ ；线束弯曲的角度应在 $90^\circ$  至 $135^\circ$  之间，测试线束应置于接地平板 $50\text{mm}$ 厚的绝缘垫上。
- 模拟负载布置要求：最好将负载模拟器直接放置在接地平板上。如负载模拟器为金属外壳，外壳与接地平板直接搭接，如DUT引出的试验线束穿过RF界面与接地平板搭接，负载模拟器可置于接地平板附近（外壳与接地平板搭接）或试验室外。如负载模拟器放在接地平板上，负载模拟器的直流电源线应通过AN进行连接。
- 天线布置要求：天线中心距测试线束中心距离为 $1000\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ，相位中心应位于DUT放置的接地平板上方至少 $100\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 处。天线的任何发射部分距离试验室地面不应小于 $250\text{mm}$ ，天线的辐射振子距离任何吸波材料大于 $500\text{mm}$ ，与屏蔽壳体的墙壁或天花板的距离不小于 $1500\text{mm}$ 。
- 测试方法要求：辐射抗扰度测试频率范围为 $200\text{MHz} \sim 3000\text{MHz}$ 。信号频率 $\leq 1000\text{MHz}$ 的测试时，发射天线应置于被测样件线束的中心位置正前方；大于 $1000\text{MHz}$ 时，天线中心应正对DUT中心。测试的极化方向包括水平和垂直方向测试，其中 $200\text{MHz} \sim 400\text{MHz}$ 只需测试垂直极化。当测试频率范围 $> 1000\text{MHz}$ 时，被测样件应在三个轴向分别进行测试。

## 17.6 大电流注入

### 17.6.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考 GB/T17619）



### 17.6.2 测试说明

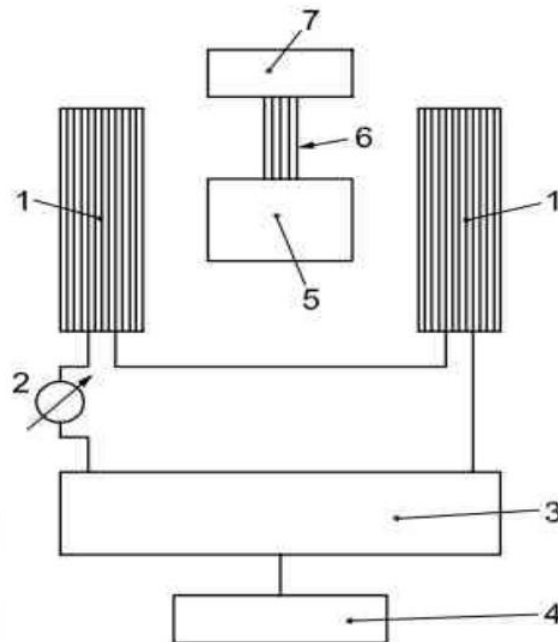
电器部件大电流的测试可参照 ISO11452-4 标准中的 BCI 测试方法中的替代法进行测试，利用电流注入探头将电流直接感应到连接线束进行抗扰性试验，注入探头由一个耦合钳组成，被测系统的线束从耦合钳中穿过，然后通过改变感应信号的频率进行抗扰性试验。检测在屏蔽室或电波暗室内进行，信号源输出的信号经过功率放大器输出到注入探头，产生符合特定要求的检测电平。电器部件大电流注入试验的一般布置如下图所示。

- DUT布置要求：DUT应放置在绝缘支架上。DUT的外壳不应与接地平板相连（模拟实际车辆结构的除外）。DUT表面距离接地平板边缘至少 $100\text{mm}$ ，DUT和其他任何金属部件（如屏蔽室的墙壁）距离至少 $500\text{mm}$ 。

- 线束布置要求：每一个DUT的电源线都应经过AN与供电电源相连。试验线束应直线放置，DUT和负载模拟器（或RF边界）之间试验线束的总长度应为 $(1000 \pm 10)$  mm，最长不超过2m。试验线束应放置在绝缘支架上，测试线束中心距测试台下边沿距离至少200mm。
- 模拟负载布置要求：最好将负载模拟器直接放置在接地平板上。如负载模拟器为金属外壳，外壳与接地平板直接搭接。如DUT引出的试验线束穿过RF界面与接地平板搭接，负载模拟器可置于接地平板附近（外壳与接地平板搭接）或试验室外。如负载模拟器放在接地平板上，负载模拟器的直流电源线应通过AN进行连接。
- 测试方法要求：连接端子的连接线束中所有导线依次穿过电流注入探头，如在测试中使用电流测量探头，应位于DUT连接器 $50\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 处，电流注入钳距DUT为150mm、450mm和750mm三处进行测试。

## 17.7 磁场抗干扰

### 17.7.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考 ISO11452-8）



赫尔姆霍兹圈法测试布置图

说明：

1、线圈 2、电流表 3、低频信号放大器 4、低频信号源 5、DUT 6、线束 7、外围设备

### 17.7.2 测试说明

- 测试设备必须满足 ISO11452-1 和 ISO11452-8 标准中的要求，DUT 和辅助设备的供电需使用车载蓄电池，该电池或电源的负极，应连接到地平面平板上。推荐使用直径为 120mm 赫尔姆霍兹圈进行测试。
- DUT 应放在一个木制平板或绝缘平板上。测试辅助设备和其他支持设备应安装在接地平板上，但测试辅助设备及接地平板与尔姆霍兹圈的距离不应小于 200mm。DUT 尺寸小于一个线圈半径的，线圈应该离开一个半径的距离。DUT 各表面距离相邻线圈至少为 50mm；对于 DUT 尺寸大于一个线圈半径的，线圈的距离应使得 DUT 面所在平面与两线圈中任一线圈所在平面至少 50mm，两线圈之间的距离不超过 1.5 倍半径。



- 如果 DUT 有附加的磁传感器，应对传感器进行单独的测试以验证 DUT 能够正常工作。

17.7.3 试验脉冲要求

EM、AM 类型的电器部件需由进行磁场抗干扰测试。DUT 直接暴露于下表所列出的磁场区域，任何可能被连接到被测样件的磁性传感器都应置于磁场领域中。测试应覆盖下表所列的频率，频率步进要求需满足下表的要求，驻留时间应至少为 2s（若 DUT 的功能响应时间很长，驻留时间可做相应延长，并记录在 EMC 测试计划）。

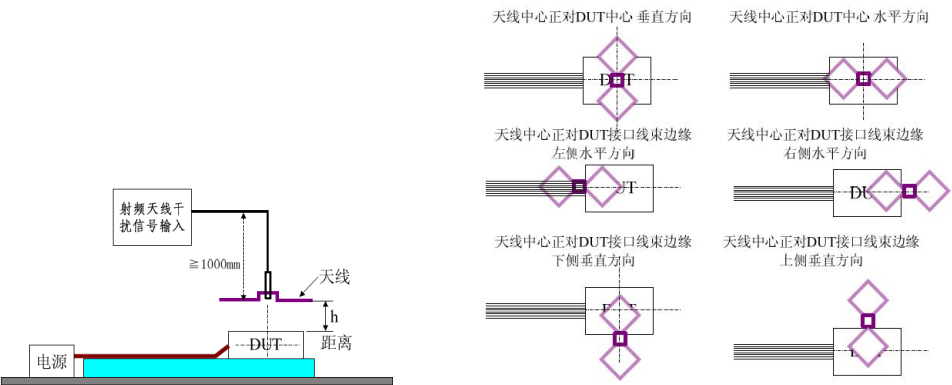
测试等级要求

频率范围（KHz）	最大线性步进（KHz）	测试等级（A/m）	性能等级要求
0.015~0.1	0.01	300	I
0.1~1	0.1	300	I
1~10	1	$300/(f/1000)^2$	I
10~150	10	3	I

17.8 发射器射频抗扰

17.8.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考 ISO11452-9）

测试可参照 ISO11452-9 标准中的测试方法，发射器射频抗扰测试过程中，发射器天线应按要求在不同位置进行变换测试，以测试各个方向的抗扰能力。发射器射频抗扰度测试的一般布置如下图：



17.8.2 试验脉冲要求

射频抗扰强度要求

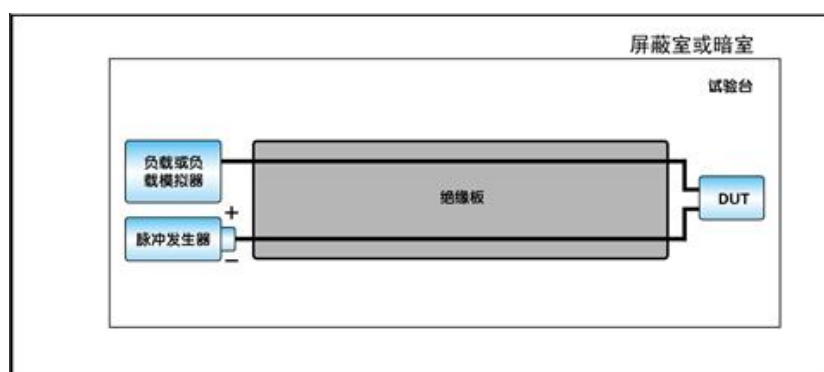
频段（MHz）	试验强度（瓦）		调制方式	步长（MHz）
	测试等级 1	测试等级 2		
360~480	4.5	9.0	PM, 18Hz, 50%	10
800~1000	7.0	14.0	PM, 217Hz, 12.5%	10
1600~1950	1.5	3.0	PM, 217Hz, 12.5%	20
1950~2200	0.75	1.5	PM, 217Hz, 12.5%	20
2400~2500	0.1	0.2	PM, 1600Hz, 50%	20
2500~2700	0.25	0.5	PM, 217Hz, 12.5%	20

射频抗扰性能等级要求

频段 (MHz)	测试等级1	测试等级2
360~480	I	III
800~1000	I	III
1600~1950	I	III
1950~2200	I	III
2400~2500	I	III
2500~2700	I	III

## 17.9 瞬态传导抗扰度

### 17.9.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考 IS07637）



### 17.9.2 测试说明

- 线束布置要求：DUT与负载模拟器之间的线束长度应为 $500\text{mm} \pm 100\text{mm}$ ，并应放置在绝缘支架上。
- DUT布置要求：被测样件及线束应置于接地平板 $50\text{mm}$ 厚的绝缘垫上。如果被测样件的外壳为金属材料且在实车上为接地安装，则被测样件应直接连接到接地平板之上，DUT与试验台下边沿距离为 $200\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 。
- 测试方法要求：在DUT和电阻 $R_v$ 断开状态下，调整试验脉冲发生器，以产生特点的脉冲极性、幅度、宽度和阻抗，选择适合的值，然后使DUT与脉冲发生器连接，同时断开示波器进行试验，电器部件瞬态传导抗扰度的测试可参照IS07637-2、IS016750-2标准中的测试方法。

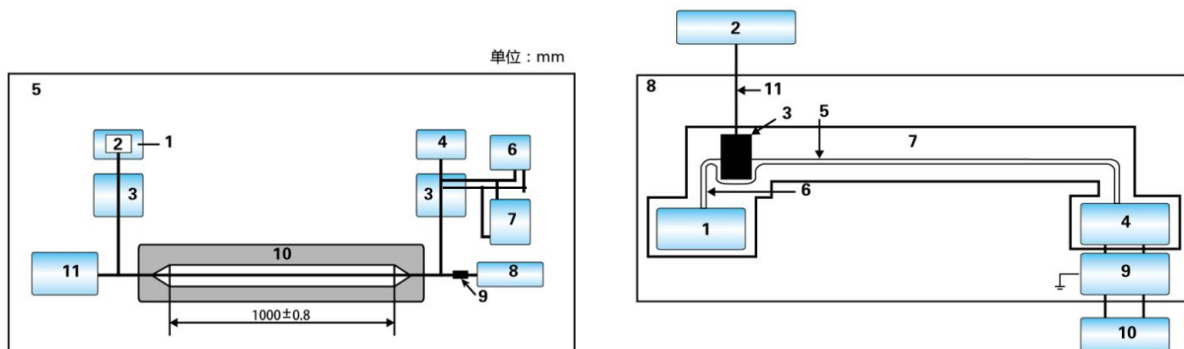
### 17.9.3 试验脉冲要求

脉冲	Us 电压	次数/时间	性能判据
1	-100V	5000 个脉冲	III
2a	+50V	5000 个脉冲	I
2b	+10V	10 个脉冲	III
3a	-150V	1 小时	I
3b	+100V	1 小时	I
4	8V	10 个脉冲	I
	6v	10 个脉冲	III

参数	5a	5b
$U_s$ (v)	79	79
$U_{s*}$ (V)	—	35
$t_r$ (ms)	5	5
$t_d$ (ms)	300	300
$R_i$ ( $\Omega$ )	0.5	0.5
脉冲数（每脉冲间隔 1 分钟）	10	5
性能判据	III	III

## 17.10 信号/控制线的瞬态传导抗扰度

### 17.10.1 布置图（以下为简略图，具体布置请参考 IS07637-3）



信号/控制线瞬态传导抗扰度CCC测试布置图

信号/控制线瞬态传导抗扰度ICC测试布置图

### 17.10.2 测试说明

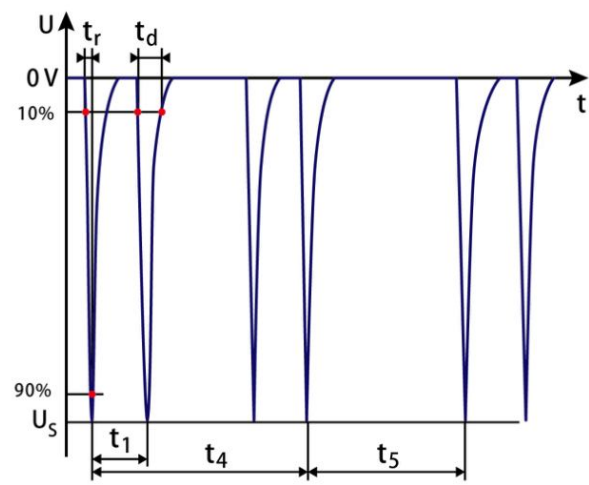
- 线束布置要求：除电源线和地线外，其余所有与被测件连接的线束都应被包含在耦合钳内，CCC 试验线束耦合长度为 1000mm。被测导线在 CCC 之外的部分应置于接地平板上方  $100\text{mm} \pm 20\text{mm}$ ，并线束弯曲的角度应在  $90^\circ \pm 15^\circ$  之间。如负载、传感器等需要接地，应尽可能使用最短的导线连接到接地平板。
- DUT 布置要求：如果 DUT 的外壳是金属，并且在被安装到汽车上时可以接地，那么在工作台测试期间，DUT 应与试验台的金属面连接；如果 DUT 外壳在汽车中没有接地，并且安装在汽车上时不允许接地，那么在工作台测试期间，DUT 应放置在绝缘支架上；如果对此不确定，DUT 应在两种配置中测试。DUT 和辅助装置与 CCC 之间的距离  $400\text{mm} \pm 50\text{mm}$ ，DUT 应连接到真实的操作装置（负载，传感器等）上。
- 测试方法要求：电器部件信号/控制线瞬态传导抗扰度的测试可参照 IS07637-3 标准中的测试方法。

### 17.10.3 试验脉冲要求

#### 17.10.3.1 快速脉冲 a、b

测试快速脉冲（和 IS07637-2 中规定的试验脉冲 3a 和 3b 对应）是模拟开关过程产生的电瞬态，

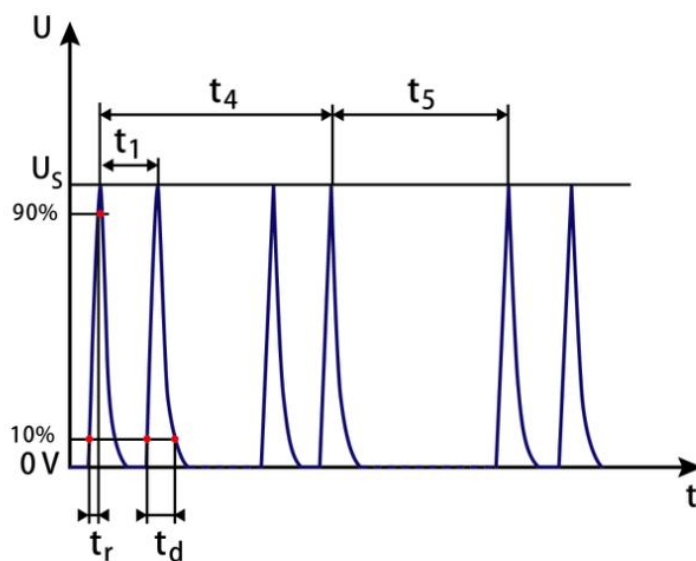
电瞬态的特性受线束的分布电容和电感的影响；快速脉冲 a 和 b 应用 CCC 方法测试：



快速瞬时试验脉冲a

快速瞬时测试脉冲 a 参数

参数	12V 系统	24V 系统
$U_p$ ( V )	13. 5	27
$U_s$ ( V )	-60	-80
$t_r$ (ns)	5	5
$t_d$ (us)	0. 1	0. 1
$t_1$ (us)	100	100
$t_4$ (ms)	10	10
$t_5$ (ms)	90	90
$R_i$ ( $\Omega$ )	50	50
脉冲时间 (min)	10	10



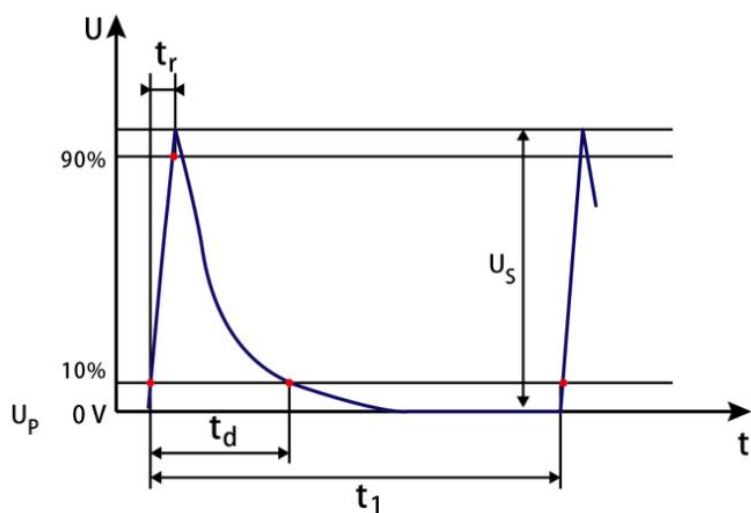
快速瞬态试验脉冲b

快速瞬态测试脉冲 b 参数

参数	12V 系统	24V 系统
$U_p$ ( V )	13.5	27
$U_s$ ( V )	+40	+80
$t_r$ (ns)	5	5
$t_d$ (us)	0.1	0.1
$t_1$ (us)	100	100
$t_4$ (ms)	10	10
$t_5$ (ms)	90	90
$R_i$ (Ω)	50	50
脉冲时间 (min)	10	10

### 17.10.3.2 低速瞬态试验脉冲

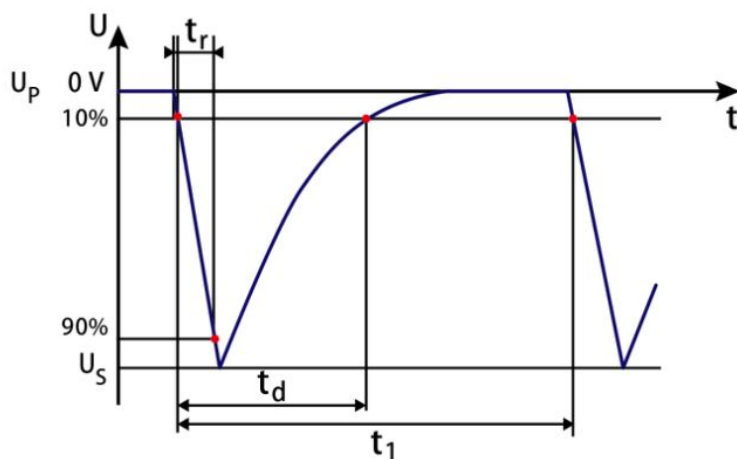
低速瞬态试验脉冲（和 ISO7637-2 中规定的试验脉冲 2a 和 2b 类似）模拟大电感负载电路中断出现的电瞬态，比如散热片马达，空调压缩机离合器等负载电路。



低速瞬时脉冲-正脉冲

参数:

$U_s=6\text{V}$ 、 $R_l=2\ \Omega$ 、 $t_l=0.5\text{s}\sim 5\text{s}$ 、 $t_d=0.05\text{ms}$ 、 $t_r\leq 1\ \mu\text{s}$ 、脉冲时间: 5min



低速瞬时脉冲-负脉冲

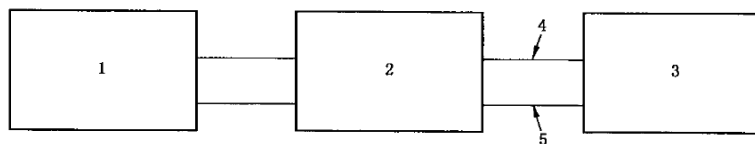
参数:

$U_s=-6\text{V}$ 、 $R_l=2\ \Omega$ 、 $t_l=0.5\text{s}\sim 5\text{s}$ 、 $t_d=0.05\text{ms}$ 、 $t_r\leq 1\ \mu\text{s}$ 、脉冲时间: 5min

## 17.11 连续抗干扰

### 17.11.1 测试说明

DUT 布置要求: DUT 及其线束应置于绝缘支架上, 如果 DUT 外壳为金属材料且在实车上为接地安装, 则 DUT 应直接连接到接地平板上。

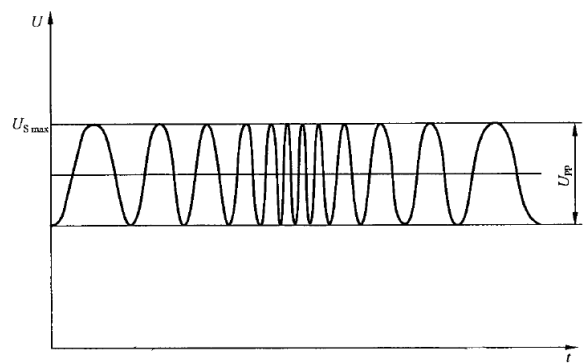


连续抗干扰DUT布置

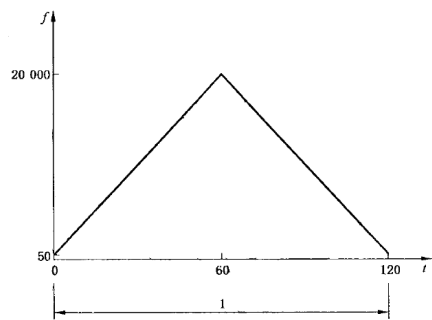
说明: 1、扫描发生器 2、可调制电源 3、DUT 4、电源正极 5、电源负极

### 17.11.2 试验脉冲要求

将满足下表的测试波形注入到 DUT 的电源正极线上。测试条件如下：



施加电压



扫频和频率范围

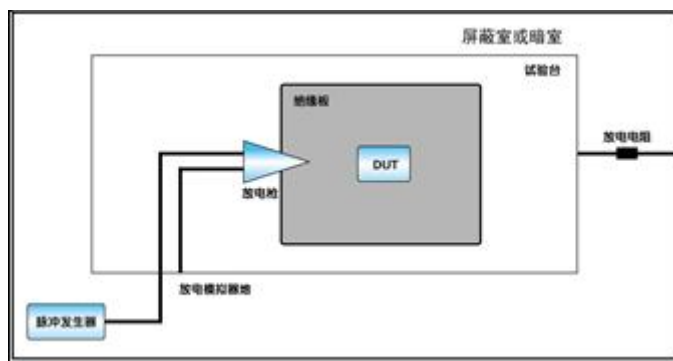
- l 1个循环；
- f 频率：Hz
- t 时间：s

连续抗干扰测试波形参数

参数	12V系统	24V系统
Usmax (v)	16	32
正弦电压 (v)	4	4
电源内阻 (mΩ)	50~100	50~100
频率范围 (Hz)	50~20000	50~20000
扫频类型	三角形，对数	三角形，对数
扫频持续时间 (s)	120	120
扫频次数 (连续)	5	5

17.12 断电状态静电放电

17.12.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考 GB/T19951）

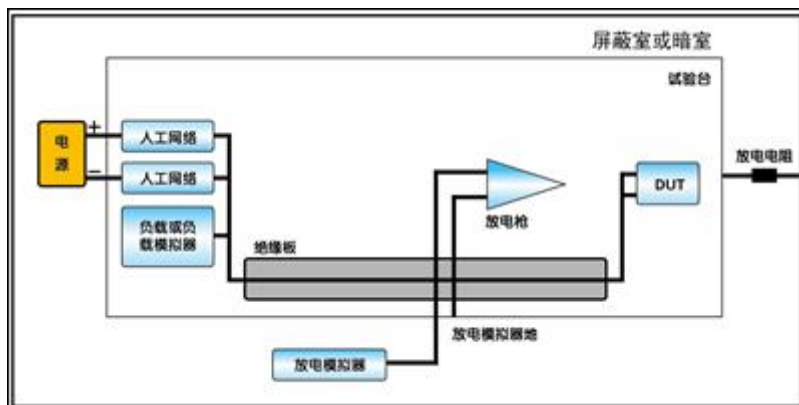


### 17.12.2 测试说明

- 布置要求：静电发生器主体距离 DUT 的距离不小于 200mm，可放置在试验实地上。DUT 应放置于 50mm 厚的绝缘体下，地平面要足够大，以保证 DUT 任何一边边缘距离地平面的边缘距离不小于 100mm，放电电阻连接点距离不小于 500mm，放电电阻为  $1\text{M}\Omega$ 。
- 静电放电发生器的参数为 150pF 和  $330\Omega$ 。
- 测试方法要求：
  - a) 在进行测试前，需要对静电放电产生器的放电电压进行标定。
  - b) 对 DUT 管脚进行放电：尽量不使用插针延长引脚，若使用，插针长度不大于 100mm，对 GPS 天线等所有接口实施静电放电。
  - c) 对 DUT 外壳进行放电：要对包装、安装、拆除过程中任何可能接触到的位置进行测试，尤其是前面板及显示屏、孔隙、接口。
  - d) 静电放电测试完成后，立即通电，检查所有功能及显示屏显示的内容，应能执行其预先设计的所有功能。
  - e) 在第一个放电位置和每个放电电压极性至少进行 5 次放电，两次放电之间的间隔不小于 5s。
  - f) 完成一次放电后，需要利用放电电阻接触放电位置释放电荷。
  - g) 完成一个放电电压的所有放电测试后，需要对 DUT 功能进行检测，在测试报告中需要说明 DUT 功能情况。

### 17.13 通电状态静电放电

#### 17.13.1 布置图（以下为简略图，具体摆放请参考 GB/T19951）



### 17.13.2 测试说明



- 线束要求：连接 DUT 和负载模拟器的线束长度为  $1500\text{mm} \pm 75\text{mm}$ 。
- 布置要求：静电放电测试台距离其它传导结构至少  $500\text{mm}$ 。测试台地平面应足够大，使得 DUT 的任何边缘距离地平面边缘的距离不小于  $10\text{mm}$ ，DUT 直接放在桌面上；测试线束应放置在  $50\text{mm}$  厚的绝缘体上，测试前需要对放电电压进行标定。
- 对于能够被车内驾驶员或乘客接触到的 DUT 的，在放电测试时采用的放电网络参数为： $330\text{PF}$  和  $2000\Omega$ ，对于在发动机舱或行李箱内能够被接触到的 DUT 放电测试时放电网络参数为： $150\text{pF}$  和  $2000\Omega$ ；放电电阻为  $1\text{M}\Omega$ 。
- 测试过程要求：
  - a) 在试验前, 确保 DUT 正常工作, 包括 DUT 的通讯功能 (例如: LIN、CAN), 对于测试过程中的接地方式 (近端接地还是远端接地) 需经海马产品开发部门批准。
  - b) 在 DUT 的表面同时实施接触放电和空气放电, 包括线束、接口以及车辆内乘客可直接接触的表面 (例如: 旋钮、按键、显示屏、外壳等等)。
  - c) 对于各个所需的放电电压, 应对每一指定放电点进行 5 次正极放电和 5 次负极放电。

## 18 验证计划

零件名/零部件号: xxxxx

供应商: xxxx

试验内容	ID	执行标准	试验方法 / 试验条件	评价基准	试验设备	试验地点	数量	试验周期	备注
辐射发射	RE	以此文件为准	ALSE 法 参照 16. 1	参照 16. 1	拉杆天线 HFH2-Z6 双锥天线 HK116 对数周期天线 HL223 喇叭天线 HF906 测量接收机 ESIB7 人工电源网络 NNBM8125BCI		2 个或以上	1 天	
传导发射 电压法	CE	以此文件为准	电源口传导发射 参照 16. 2	参照 16. 2	测量接收机 ESIB7 人工电源网络 NNBM8125BCI		2 个或以上	1 天	
传导发射 电流法	CE	以此文件为准	信号口 参照 16. 3	参照 16. 3	测量接收机 ESIB7 人工电源网络 NNBM8125BCI 电流钳 EZ-17		2 个或以上	1 天	
瞬态传导发射	TCE	以此文件为准	参照 16. 4	参照 16. 4	瞬态发射系统 AN5501 示波器 DP07254		2 个或以上	1 天	
磁场抗扰度	RI02	以此文件为准	参照 17. 5	参照 15			2 个或以上	1 天	

发射器射频抗扰	RI03	以此文件为准	参照 17. 8	参照 15		
辐射抗扰度	RI	以此文件为准	参照 17. 5	参照 15	天线 AT1080 天线 AT4510 功放 500A100A 功放 500W1000A 功放 50S1G4A	
大电流注入	BCI	以此文件为准	参照 17. 6	参照 15	功放 500W1000A 电流注入探头 9142-1N 电流注入探头 9144-1N	
信号/控制线的瞬态传导抗扰度	TCI02	以此文件为准	参照 17. 10	参照 15	瞬态抗扰度系统 NSG5500+PA5840	
瞬态传导抗扰度 TCI	脉冲 1	以此文件为准	参照 17. 9	参照 15	瞬态抗扰度系统 NSG5500+PA5840	
	脉冲 2a					
	脉冲 2b					
	脉冲 3a					
	脉冲 3b					
	脉冲 4					
	脉冲 5a					
	脉冲 5b					
连续抗干扰	TCI03	以此文件为准	参照 17. 11	参照 15		

静电放电	ESD	以此文件为准	参照 17. 12\17. 13	参照 15	静电枪 ESD30C	
供应商填写	供应商 填写	供应商填写	供应商填写	供应商 填写	供应商填写	供应

(例)