

QJ/GAC

企 业 技 术 标 准

QJ/GAC 1523.029-2010

电子电气零部件电磁兼容 通用试验规范

General Electromagnetic Compatibility Test Conditions for
Electrical/Electronic Components and Subsystem

2010-11-25 发布

2010-11-30 实施

广州汽车集团股份有限公司 发布

目 录

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验报告	3
4.1 试验样品数	3
4.2 试验报告	3
5 试验一般要求	3
5.1 试验环境	3
5.2 设备精度	3
5.3 试验电压	4
6 零部件试验项目选择	4
7 试验要求	5
7.1 电磁骚扰发射试验	5
7.1.1 确定 DUT 的限值符合性	5
7.1.2 频谱分析仪和接收机设置	6
7.1.3 辐射发射试验	8
7.1.3.1 试验设备和试验场地	8
7.1.3.2 试验方法	8
7.1.3.3 试验限值要求：	8
7.1.4 连续传导发射试验	11
7.1.4.1 试验设备和试验场地	11
7.1.4.2 试验方法	11
7.1.4.3 试验限值要求：	11
7.1.5 电瞬态传导发射	12
7.1.5.1 试验设备和试验场地	12
7.1.5.2 试验方法	12
7.1.5.3 试验限值要求	13
7.2 抗扰度试验	13
7.2.1 功能状态等级 (FSC) Functional Status Class (FSC)	13
7.2.2 功能重要性分类	13
7.2.3 确定 DUT 的抗扰度符合性	14
7.2.4 辐射抗扰度试 (ALSE)	15
7.2.4.1 试验设备和试验场地	15
7.2.4.2 试验方法	15
7.2.4.3 试验等级和试验结果要求	16
7.2.5 大电流注入 (BCI) 抗扰度	16
7.2.5.1 试验设备和试验场地	16
7.2.5.2 试验方法	16
7.2.5.3 试验等级和试验结果要求	17
7.2.6 磁场抗扰度	18
7.2.6.1 试验设备和试验场地	18

7.2.6.2	试验方法	19
7.2.6.3	试验等级和试验结果要求	19
7.2.7	沿电源线的电瞬态传导抗扰度	19
7.2.7.1	试验设备和试验场地	19
7.2.7.2	试验方法	20
7.2.7.3	试验等级和试验结果要求	20
7.2.8	除电源线外的导线通过容性或感性耦合的电瞬态抗扰度	20
7.2.8.1	试验设备和试验场地	20
7.2.8.2	试验方法	20
7.2.8.3	试验等级和试验结果要求	21
7.2.9	静电放电（ESD）抗扰度	21
7.2.9.1	试验设备和试验场地	21
7.2.9.2	试验方法	21
7.2.9.3	试验等级和试验结果要求	21

前 言

本标准是在国际相关标准基础上，根据本企业现况起草的。

本标准由广汽集团汽车工程研究院电子电气部提出和解释。

本标准由广汽集团汽车工程研究院技术管理部归口。

本标准由广汽集团汽车工程研究电子电气部负责起草。

本标准主要起草人：刘付彬。

本标准于 2010 年 11 月首次发布。

电子电气零部件电磁兼容通用试验规范

1 范围

本标准规定了汽车不同安装位置上电子电气零部件电磁兼容技术要求和试验方法。

本标准适用于所有直接安装在广汽集团乘用车上的电子电气零部件。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

CISPR 25	用于保护车载接收机的无线电骚扰特性的测试方法及限值
ISO 7637-1	由传导和耦合引起的电骚扰 第一部分-定义和一般描述
ISO 7637-2	由传导和耦合引起的电骚扰 第二部分-沿电源线的电瞬态传导
ISO 7637-3	由传导和耦合引起的电骚扰 第三部分-除电源线外的导线通过容性和感性耦合电瞬态发射
ISO 11452-1	零部件测试方法-窄带辐射的电磁能量产生的电磁干扰 第一部分-定义和一般描述
ISO 11452-2	零部件测试方法-窄带辐射的电磁能量产生的电磁干扰 第二部分-线性吸波屏蔽体
ISO 11452-4	零部件测试方法-窄带辐射的电磁能量产生的电磁干扰 第四部分-大电流注入
ISO 11452-8	零部件测试方法-窄带辐射的电磁能量产生的电磁干扰 第八部分-磁场抗扰度
ISO 10605	静电放电的电骚扰试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 电磁兼容 electromagnetic compatibility (EMC)

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物造成不能承受的电磁骚扰的能力。

3.2 电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。电磁骚扰可以是电磁噪音、无用信号或传播媒介自身的变化。

3.3 (对骚扰的) 抗扰度 Immunity (to a disturbance)

装置、设备或系统面临电磁骚扰不降低运行性能的能力。

3.4 被测设备 (DUT) Device Under Test (DUT)

作为试验对象的电子电气零部件。

3.5 宽带 broadband

3.5.1 (设备的)带宽 bandwidth (of an equipment)

设备或传输通道的给定特性偏离其参考值,但不超过某一规定值或比率时的频带宽度。

注:这个给定的特性可以是幅/频特性、相/频特性或时延/频率特性。

3.5.2 (发射或信号的)带宽 bandwidth(of an emission or signal)

任一带外频谱分量的电平都不超过参考电平的某一规定百分比的频带宽度。

3.6 宽带骚扰 broadband emission

带宽大于某一特定的测量设备或接收机带宽的发射。

注:若信号脉冲重复频率(Hz)小于仪器的测量带宽,则也被当作宽带发射来考虑。

3.7 窄带骚扰 narrowband emission

带宽小于特定测量设备或接收机带宽的发射。

注:若信号的脉冲重复率(Hz)大于仪器的测量带宽,则也被当作窄带发射来考虑。

3.8 接地(参考)平面 ground(reference)plane

将一个传导表面的势能作为公共的参考面。

3.9 平均值检波器 average detector (AV)

输出电压为信号包络线的平均值的检波器。

注:平均值必须采用特定的时间间隔。

3.10 峰值检波器 peak detector (PK)

输出电压为待测信号峰值的检波器。

3.11 准峰值检波器 quasi-peak detector(QP)

具有规定的电气时间常数的检波器,当施加规则重复等幅脉冲时,其输出电压是脉冲峰值的分数,并且此分数随脉冲重复率增加趋向于1。

3.12 (电磁)辐射 (electromagnetic)radiation

a) 能量以电磁波的形式从信号源发射到空间中的现象;

b) 能量在空间中以电磁波的形式传播。

注:更广义地,电磁辐射有时也可以涵盖电磁感应现象。

3.13 零部件的连续传导发射 component continuous conducted emissions

即存在于零部件/模块的电源线或其它引线中的静态噪声电压/电流,它们可能会骚扰车载接收机的接收能力。

3.14 瞬态 transient

在两相临稳定状态之间变化的物理量或物理现象,其变化时间小于所关注的时间尺度。

3.15 静电放电 electrostatic discharge; ESD

具有不同静电电位的物体相互靠近或直接接触引起的电荷转移。

3.16 接触放电方法 contact discharge method

试验发生器的电极保持与受试设备的接触并有发生器内的放电开关激励放电的一种试验方法。

3.17 空气放电方法 air discharge method

将试验发生器的充电电极靠近受试设备并由火花对受试设备激励放电的一种试验方法。

4 试验报告

4.1 试验样品数

本标准中的每项试验至少需要2个样品。

4.2 试验报告

试验报告需包含以下信息：

- 试验报告的编号、编制人和发布日期；
- 测试公司、测试人员和测试日期；
- DUT 件号和软件版本；
- 设备名称、厂家、型号和校准日期；
- 试验布置的照片；
- 测试数据；
- DUT所有工作模式；
- DUT需满足的限值或抗扰度测试等级；
- 测试设置示意图；
- DUT测试模式；
- DUT工作所需的输入信号、负载或传感器等；
- DUT测试监控设备和参数；
- 测试频率增长步长和每个频率点的驻留时间；
- 偏离标准描述
- 测试计划相关内容。

5 试验一般要求

5.1 试验环境

除非在试验方法中有特别说明，则试验按以下要求：

温度：(23±5)℃；

相对湿度：20%~80%。

5.2 设备精度

除非在试验方法中有特别说明，则试验设备误差按表 1 要求：

表 1 试验设备精度

试验设备测量值	精度
供电电压和电流	±5%
时间间隔和长度	±10%

表 1 试验设备精度（续）

电阻、电容、电感、阻抗	±10%
射频场强度、电场或磁场强度、注入电流、电源、能量、瞬态电压压幅度	+10% -0%

5.3 试验电压

除非在试验方法中有特别说明，则试验电压为：12.5V~14.0V。

6 零部件试验项目选择

DUT 需要同时通过以本规范的元器件测试要求和整车测试要求，不能以元器件测试取代整车测试。元器件和整车性能测试之间的关系取决于元器件的安装位置、线束长度、路径和接地状况以及天线系统。在元器件测试中，对元器件本身性能的评估允许优于装车评估。表 2 用以指导对电子元器件和子系统适用的测试项目选择。表 2 可能没有包含所有车载元器件。

表 2 零部件 EMC 试验项目选择表

试验项目		试验要求	有源电子模块						电机		无源模块	电感性部件
			A	AS	AM	AX	AY	AW	BM	EM	P	R
电磁骚扰 发射试验	辐射发射骚扰 (RE)	7.1.1	√	√	√	√	√	√	√	√		
	连续传导发射骚扰 (CE)	7.1.2	√	√	√	√	√		√	√		
	电瞬态传导发射骚扰	7.1.3				√	√		√	√		√
电磁骚扰 抗扰度试验	辐射抗扰度 (ALSE)	7.2.1	√	√	√	√	√	√		√		
	大电流注入 (BCI) 抗扰度	7.2.2	√	√	√	√	√			√		
	磁场抗扰度	7.2.3			√							
	沿电源线的电瞬态传导抗扰度	7.2.4	√		√	√	√			√	√	
	除电源线外的导线通过容性或感性耦合的电瞬态抗扰度	7.2.5	√	√	√	√	√			√		
	静电放电抗扰度	7.2.6	√	√	√	√	√	√		√	√	
有源电子模块： A：含有源电子器件的电子模块，例如模块中含有模拟运算放大器电路、开关电源、微处理器和显示器等。 AS：通过另一模块调整过电源供电的电子模块，例如给控制器提供输入信号的传感器等。 AM：含有磁敏感元器件或连接了外部磁敏感元器件的电子模块。 AX：电子模块，含有电气或电子控制的电机，或者控制外部电感装置（包括电子或电气控制的电机）。												

AY: 含有磁控继电器的电子模块。

AW: 没有连外部线束的电子模块, 例如 RKE 钥匙等。

电机:

BM: 电刷整流直流电机。

EM: 电子控制的电机

无源电子模块:

P: 由无源器件组成的电子部件, 无源器件指电阻、电容、电感、保护或钳位二极管、发光二极管 (LED) 和热敏电阻等。

电感性部件:

R: 继电器、螺线管和喇叭。

7 试验要求

7.1 电磁骚扰发射试验

电磁骚扰源可被划分为两类:

- a) 窄带骚扰源 (例如含有时钟、晶振、微处理器和显示器的数字逻辑电路的电子零部件);
- b) 宽带骚扰源 (例如电动马达和点火系统)。

注: 1、大多数车辆或电气电子零部件既是宽带骚扰源, 也是窄带骚扰源, 同时, 有些只是某单一的骚扰源。

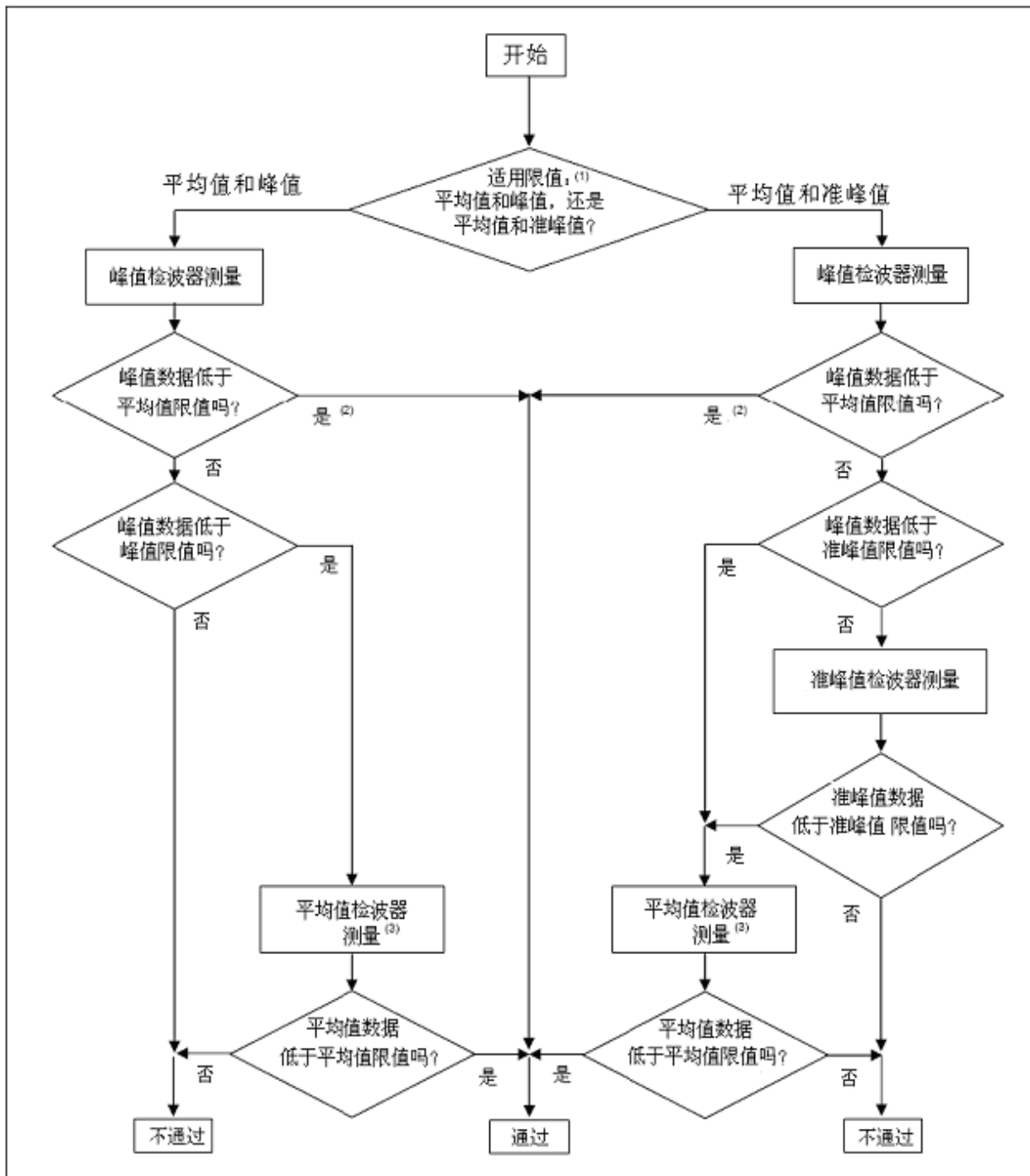
2、宽带骚扰源可分为短时宽带 (如喷水电机、后视镜调节电机、电动座椅电机和电动玻璃升降电机等) 和长时宽带 (如前刮水器电机、暖风机电机、发电机和冷却风扇等)。

7.1.1 确定DUT的限值符合性

任何情况下, DUT 都应符合平均值限值的要求。DUT还应符合峰值或准峰值限值的要求:

- a) 对于峰值和准峰值限值都规定的频段, DUT应符合峰值限值要求或准峰值限值要求;
- b) 对于仅规定峰值限值的频段, DUT应符合峰值限值要求。

为提高测试效率, 在更大的分辨率带宽条件下, 可以使用峰值检波器 (PK) 作为对所有波段进行预筛选。如果 PK 骚扰值在要求的限值之下, 则测试数据可以作为最终结果提交; 如果 PK 骚扰值在要求的限值之上, 则需要使用规定带宽和检波器, 对全部波段进行重新扫描。如图 1 所示。



注：1. 因为峰值检波器测量值总是高于或等于平均值检波器测量值，并且适用的峰值限值也总是高于或等于适用的平均值限值，因此单一检波器测量值可以简化和加快符合性判定进程。

2. 本流程图适用于各个单频点，举例来说，只有那些测量值在适用限值之上的频点才需要重新使用平均值或准峰值检波器测量。

图1 所有频段的符合性确定方法流程图

7.1.2 频谱分析仪和接收机设置

频谱分析仪扫描速率应设定用于CISPR频段和检波模式，最大扫描速率应符合CISPR16-2-3第1.0版的要求。频谱分析仪带宽应选择使得本底噪声至少比所选限值低6dB，扫描时间和带宽按表3要求设置。

表3 频谱分析仪参数

业务	频段范围 (MHz)	峰值检波		准峰值检波		平均值检波	
		RBW (-3dB)	扫描时间	RBW (-6dB)	扫描时间	RBW (-3dB)	扫描时间
中波和移动 业务	0.15~30	9/10 kHz	10 s/MHz	9 kHz	200 s/MHz	9/10 kHz	10 s/MHz
调频广播	76~108	100/120 kHz	100 ms/MHz	120 kHz	20 s/MHz	100/120 kHz	100 ms/MHz
移动业务	30~1000						
TV 频段	41~88						
	174~230						
	470~890						
DAB 频段	171~245	digital audio broadcast					
DTTV digital terrestrial TV	470~770	100/120 kHz	100 ms/MHz	N/A	N/A	100/120 kHz	100 ms/MHz
移动业务	1000~ 2500	100/120 kHz	100 ms/MHz	N/A	N/A	100/120 kHz	100 ms/MHz
GPS L1 民用	1567~ 1583	N/A	N/A	N/A	N/A	9/10 kHz	1 s/MHz
注：如果使用频谱分析仪测量峰值时，则视频带宽至少应3 倍于解析带宽（RBW）。							

数字音频广播
地面数字电视

扫描接收机驻留时间应设定用于CISPR频段和检波模式，最小驻留时间应符合CISPR16-2-3第1.0版的要求。扫描接收机带宽应选择使得本底噪声至少比所选限值低6dB，驻留时间、最大步长和带宽（BW）按表4要求设置。

表4 扫描接收机参数

业务	频段范围 (MHz)	峰值检波			准峰值检波			平均值检波		
		BW (-6dB)	步长	驻留时间	BW (-6dB)	步长	驻留时间	BW (-6dB)	步长	驻留时间
中波和移动业务	0.15~30	9 kHz	5 kHz	50 ms	9 kHz	5 kHz	1 s	9 kHz	5 kHz	50 ms
移动业务	30~1000	120 kHz	50 kHz	5 ms	120 kHz	50 kHz	1 s	120 kHz	50 kHz	5 ms
TV 频段	41~88									
	174~230									
	470~890									
DAB频段	171~245									
DTTV	470~770	120 kHz	50 kHz	5 ms	N/A	N/A	N/A	120 kHz	50 kHz	5 ms
移动业务	1000~2500	120 kHz	50 kHz	5 ms	N/A	N/A	N/A	120 kHz	50 kHz	5 ms
GPS L1 民用	1567~1583	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9 kHz	5 kHz	5 ms
注：对于无电子控制单元的电刷整流子马达产生的辐射，其最大步长可以增至规定带宽的5倍。										

7.1.3 辐射发射试验

辐射发射试验适用的部件种类：A、AS、AM、AX、AY、AW、EM、BM。

7.1.3.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 CISPR 25 版本 3.0 的相关要求。

频谱分析仪或接收机参数设置参照条款 7.1.2。

7.1.3.2 试验方法

7.1.3.2.1 DUT 应放在高于接地（参考）平面（ 50 ± 5 ）mm 的绝缘支架板上。然而，如果 DUT 外壳是金属，并且安装到车辆上是接地到车身上的，则测试时 DUT 需接地到高于接地（参考）平面上，以代表 DUT 实际装车使用情况。这种设置测试前须取得广汽研究院产品工程师同意，DUT 接地设置情况应该记录在 EMC 测试计划和测试报告中。

7.1.3.2.2 DUT 和在测试台上任何电子硬件应由车用电池供电，电池负极应连接到接地（参考）平面，电池可放在测试台上或者测试台下。

7.1.3.2.3 测试线束总长度应为（ $1700+300/-0$ ）mm，平行与接地（参考）平面前端的线束长度应为（ 1500 ± 75 ）mm，线束弯曲半径应该在 90° 和 135° 之间，如图 2 所示。线缆应放在高于参考地面 50mm 的绝缘支架上。

其余部分参照 CISPR 25 版本 3.0 相关要求。

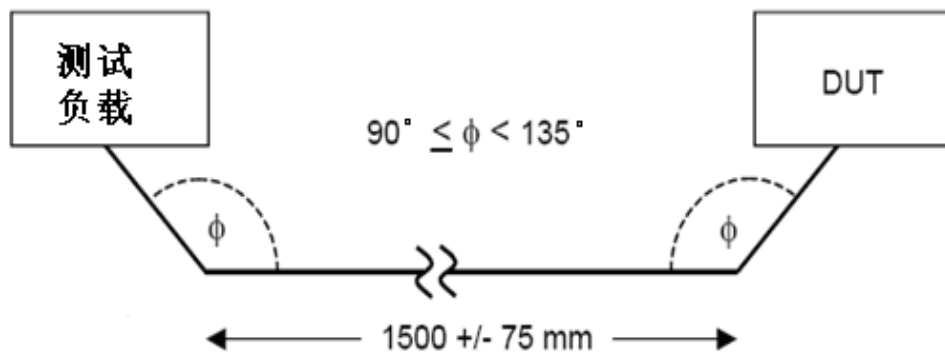


图 2 测试线束设置要求

7.1.3.3 试验限值要求：

- 窄带骚扰 DUT 不得超过表 5 等级 4 峰值限值和表 6 等级 4 平均值限值要求；
- 长时宽带骚扰 DUT 不得超过表 5 等级 3 准峰值限值和表 6 等级 3 平均值限值要求；
- 短时宽带骚扰 DUT 不得超过表 5 等级 2 准峰值限值和表 6 等级 2 平均值限值要求；
- GPS 零部件不得超过图 3 所示的限值要求。

表5 辐射发射准峰值或峰值限值-ALSE

业务/波段	频率范围 (MHz)	电场强度 dB(μV/m)									
		等级 1		等级 2		等级 3		等级 4		等级 5	
		峰 值	准峰 值	峰 值	准峰 值	峰 值	准峰 值	峰 值	准峰 值	峰 值	准峰 值
广播											
LW	0.15~0.30	86	73	76	63	66	53	56	43	46	33
MW	0.53~1.8	72	59	64	51	56	43	48	35	40	27
SW	5.9~6.2	64	51	58	45	52	39	46	33	40	27
FM	76~108	62	49	56	43	50	37	44	31	38	25
TV Band I	41~88	52	—	46	—	40	—	34	—	28	—
TV Band III	174~230	56	—	50	—	44	—	38	—	32	—
DAB III	171~245	50	—	44	—	38	—	32	—	26	—
TV BandIV/V	468~944	65	—	59	—	53	—	47	—	41	—
DTTV	470~770	69	—	63	—	57	—	51	—	45	—
DAB L band	1447~1494	52	—	46	—	40	—	34	—	28	—
SDARS	2320~2345	58	—	52	—	46	—	40	—	34	—
移动业务											
citizens band CB	20~28	64	51	58	45	52	39	46	33	40	27
VHF	30~54	64	51	58	45	52	39	46	33	40	27
VHF	68~87	59	46	53	40	47	34	41	28	35	22
VHF	137~138	59	46	53	40	47	34	41	28	35	22
VHF	142~175	59	46	53	40	47	34	41	28	35	22
UHF	380~512	62	49	56	43	50	37	44	31	38	25
keyless entry RKE 门禁遥控	300~330	56	—	50	—	44	—	38	—	32	—
RKE	420~450	56	—	50	—	44	—	38	—	32	—
UHF	820~960	68	55	62	49	56	43	50	37	44	31
GSM 800	860~895	68	—	62	—	56	—	50	—	44	—
EGSM/GSM900	925~960	68	—	62	—	56	—	50	—	44	—
GPS L1 民用	1567~1583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GSM1800(PCN)	1803~1882	68	—	62	—	56	—	50	—	44	—
GSM 1900	1850~1990	68	—	62	—	56	—	50	—	44	—
3G	1900~1992	68	—	62	—	56	—	50	—	44	—
3G	2010~2025	68	—	62	—	56	—	50	—	44	—
3G	2108~2172	68	—	62	—	56	—	50	—	44	—
蓝/802.11	2400~2500	68	—	62	—	56	—	50	—	44	—
注：在有多段使用相同限值时，用户必须选择适用的试验频段。当试验计划出现频段交叠时，试验计划应明确所适用的限值。											

表6 辐射发射平均值限值-ALSE

业务/波段	频率范围 (MHz)	电场强度 dB(μ V/m)				
		等级 1	等级 2	等级 3	等级 4	等级 5
		平均值	平均值	平均值	平均值	平均值
波段广播						
LW	0.15~0.30	66	56	46	36	26
MW	0.53~1.8	52	44	36	28	20
SW	5.9~6.2	44	38	32	26	20
FM	76~108	42	36	30	24	18
TV Band I	41~88	42	36	30	24	18
TV Band III	174~230	46	40	34	28	18
DAB III	171~245	40	34	28	22	16
TV BandIV/V	468~944	55	49	43	37	31
DTTV	470~770	59	53	47	41	35
DAB L band	1447~1494	42	36	30	24	18
SDARS	2320~2345	48	42	36	30	24
移动业务						
CB	20~28	44	38	32	26	20
VHF	30~54	44	38	32	26	20
VHF	68~87	39	33	27	21	15
VHF	137~138	39	33	27	21	15
VHF	142~175	42	36	30	24	18
UHF	380~512	42	36	30	24	18
RKE	300~330	42	36	30	24	18
RKE	420~450	42	36	30	24	18
UHF	820~960	48	42	36	30	24
GSM 800	860~895	48	42	36	30	24
EGSM/GSM 900	925~960	48	42	36	30	24
GPS L1 民用	1567~1583	34	28	22	16	10
GSM1800(PCN)	1803~1882	48	42	36	30	24
GSM 1900	1850~1990	48	42	36	30	24
3G	1900~1992	48	42	36	30	24
3G	2010~2025	48	42	36	30	24
3G	2108~2172	48	42	36	30	24
蓝牙/802.11	2400~2500	48	42	36	30	24
注：在有多多个频段使用相同限值时，用户必须选择适用的试验频段。当试验计划出现频段交叠时，试验计划应明确所适用的限值。						

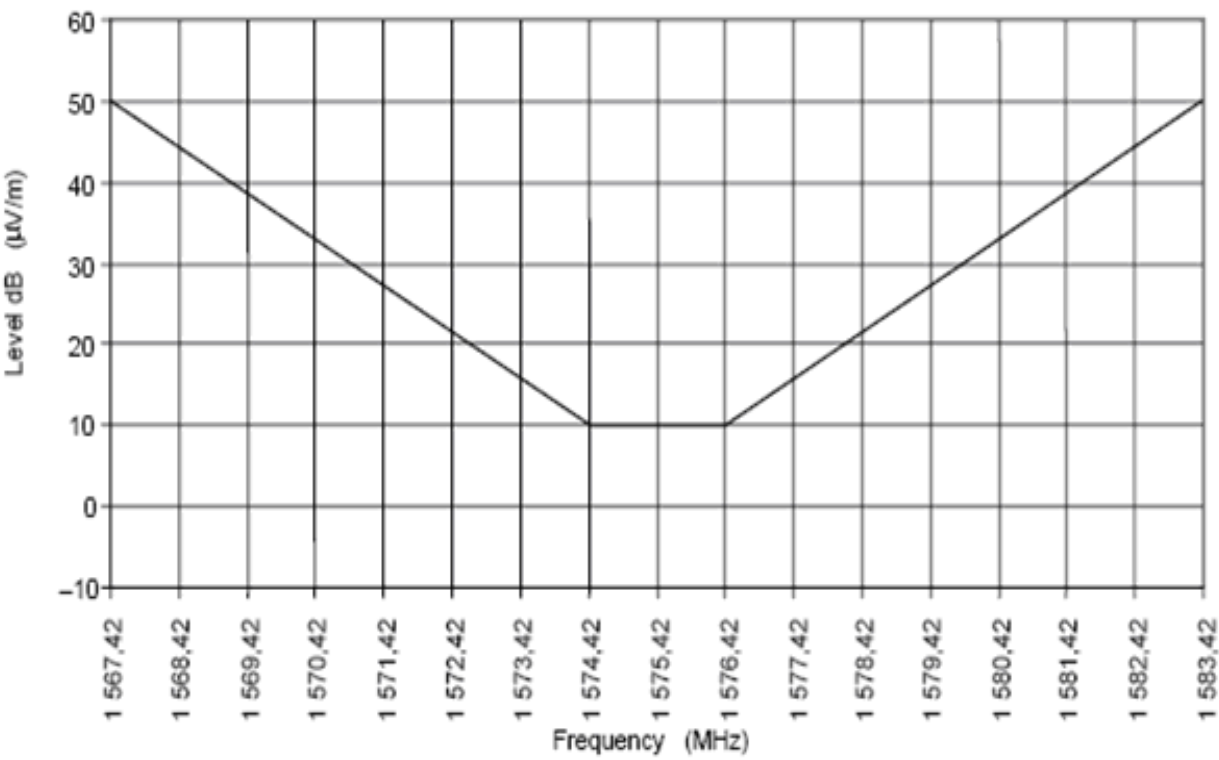


图3 GPS零部件1564.42MHz-1583.42MHz 辐射发射平均值限值示例-等级5

7.1.4 连续传导发射试验

连续传导发射试验适用的部件种类：A，AS，AM，AX，AY，AW，EM，BM。

7.1.4.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 CISPR 25 版本 3.0 相关要求。

频谱分析仪或接收机参数设置参照条款 7.1.2。

7.1.4.2 试验方法

采用电压法测试：

- a) DUT 远端接地（电源回线超过 200mm），电源线和电源回线对地的干扰电压都要测试。DUT 是近端接地（电源回线等于或小于 200mm），只需测试电源线对地的干扰电压；
- b) DUT 应放在高于接地（参考）平面（50±5）mm 的绝缘支架板上。然而，如果 DUT 外壳是金属，并且安装到车辆上是接地到车身上的，则测试时 DUT 需接地到接地（参考）平面上，以代表 DUT 实际装车使用情况。这种设置测试前须取得广汽研究院产品工程师同意。DUT 接地设置情况应该记录在 EMC 测试计划和测试报告中。

其余部分参照参照 CISPR 25 版本 3.0 相关要求。

7.1.4.3 试验限值要求：

- a) 窄带骚扰 DUT 不得超过表 7 等级 4 峰值限值和表 8 等级 4 平均值限值要求；
- b) 长时宽带骚扰不得超过 DUT 表 7 等级 3 准峰值限和表 8 等级 3 平均值限值要求；
- c) 短时宽带骚扰不得超过表 7 等级 2 准峰值限值和表 8 等级 2 平均值限值要求。

表 7 传导发射准峰值或峰值限值-电压测试法

业务/波段	频率范围 (MHz)	电场强度 dB(μV)									
		等级1		等级2		等级3		等级4		等级5	
		峰值	准峰值	峰值	准峰值	峰值	准峰值	峰值	准峰值	峰值	准峰值
广播											
LW	0.15~0.30	110	97	100	87	90	77	80	67	70	57
MW	0.53~1.8	86	73	78	65	70	57	62	49	54	41
SW	5.9~6.2	77	64	71	58	65	52	59	46	53	40
FM	76~108	62	49	56	43	50	37	44	31	38	25
TV Band I	41~88	58	—	52	—	46	—	40	—	34	—
移动业务											
CB	20~28	68	55	62	49	56	40	50	37	44	31
VHF	30~54	58	55	62	49	56	43	50	37	44	31
VHF	68~87	62	49	56	43	50	37	44	31	38	25

表8 传导发射平均值限值-电压测试法

业务/波段	频率范围 (MHz)	电场强度 dB(μV)				
		等级1	等级2	等级3	等级4	等级5
		平均值	平均值	平均值	平均值	平均值
广播						
LW	0.15~0.30	90	80	70	60	50
MW	0.53~1.8	66	58	50	42	34
SW	5.9~6.2	57	51	45	39	33
FM	76~108	42	36	30	24	18
TV Band I	41~88	48	42	36	30	24
移动业务						
CB	20~28	48	42	36	30	24
VHF	30~54	48	42	36	30	24
VHF	68~87	42	36	30	24	18

7.1.5 电瞬态传导发射

电瞬态传导发射试验适用的部件种类：AX、AY、BM、EM、R。

7.1.5.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 ISO 7637-2 的相关要求。

7.1.5.2 试验方法

7.1.5.2.1 DUT 应放在高于接地（参考）平面（50±5）mm 的绝缘支架板上。然而，如果 DUT 外壳是金属，并且安装到车辆上是接地到车身上的，则测试时 DUT 需接地到接地（参考）平面上，以代表 DUT 实际装车使用情况。这种设置测试前须取得广汽研究院产品工程师同意。DUT 接地设置情况应该记录在

EMC 测试计划和测试报告中。

7.1.5.2.2 如果 DUT 是电机或起动机，除了测试正常从“工作-不工作”和“不工作-工作”状况外，还需要在“堵转”状况下测试。除非有分析证明“堵转”状况不会发生。“堵转”时间不得超过 1s, 以防止线路中的保护装置（例如 PTC 电阻）中断 DUT 电流。

其余部分参照 ISO 7637-2 相关要求。

7.1.5.3 试验限值要求

电子电器零部件电源线上的电瞬态传导发射骚扰测试不得超过表9要求。

表 9 电瞬态传导发射骚扰限值

脉冲幅度	电压限值 (V)
正脉冲	+75
负脉冲	-100

7.2 抗扰度试验

7.2.1 功能状态等级 (FSC) Functional Status Class (FSC)

FSC 用以评价 DUT 在试验过程中和试验结束后最后检测中功能运行的状态。

等级A：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。

等级B：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。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。存储功能应维持A类水平。

等级C：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，但在停止施加骚扰之后能自动恢复到正常操作状态。

等级D：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，才能自动恢复到正常操作状态。

等级E：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。

注：此处的“功能”系指电气/电子系统执行的功能。

7.2.2 功能重要性分类

功能重要性分类用于指导DUT测试的等级强度和测试要求达到的功能状态等级。

电子部件/子系统功能在安全车辆操作方面的重要性分类：

I 类：提供方便的任何功能，能够提高车辆的操作或控制性能、但并非车辆操作或控制所必须的功能。

II 类：控制或影响车辆的主要操作或可能引起其他道路用户混乱的功能。以下功能都是属于 II 类产品功能：

a) 与车辆直接控制相关的功能

降级或改变：例如发动机、档位、刹车、悬挂装置、操控系统、限速装置；

影响司机的位置：例如， 座椅或方向盘的位置；

影响司机的视线：例如，前向大灯、挡风玻璃雨刮。

b) 与司机、乘客和其他道路使用者的保护相关的功能（例如，安全气囊和安全抑制系统）；

c) 受到干扰时会使司机或其他道路使用者产生混乱的功能：

视觉混乱：例如，方向指示器，刹车灯，后灯，报警器发出错误的信息；

听觉混乱：例如，防盗报警器、喇叭；

d) 与车辆数据总线功能性相关的功能：

降级或阻塞数据在车辆数据总线（用于为保证其他抗扰性相关的功能而必需的数据的传输）上的传输；

e) 受到干扰时会影响车辆法定数据的功能, 例如：转速图表，里程表。

7.2.3 确定 DUT 的抗扰度符合性

进行抗扰度测试时，先用level 2测试，如果DUT在某频率点功能出现偏差（或非正常现象），记录出现偏差的现象，并用以下方法来确定DUT在该频率点达到的抗扰度等级上限：

a) 降低等级强度，直到DUT功能回复正常（非正常现象消失）。

b) 每次以1dB逐渐增加，直到DUT功能偏差出差（或非正常现象出现）。这个等级就是DUT在该频率点达到的抗扰度等级上限。

测试按图4来确认DUT抗扰度符合性。

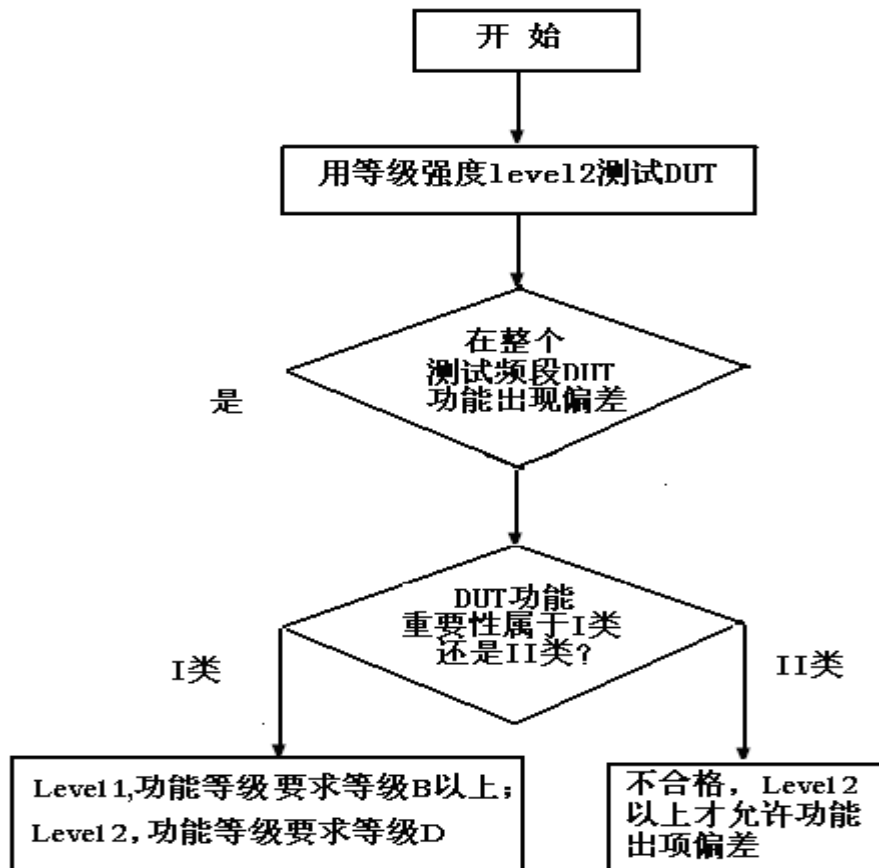


图4 DUT抗扰度符合性确认

7.2.4 辐射抗扰度试（ALSE）

试验适用的部件种类：A、AS、AM、AX、AY、AW、EM。

7.2.4.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 ISO 11452-2 和 ISO 11451-1 的相关要求。

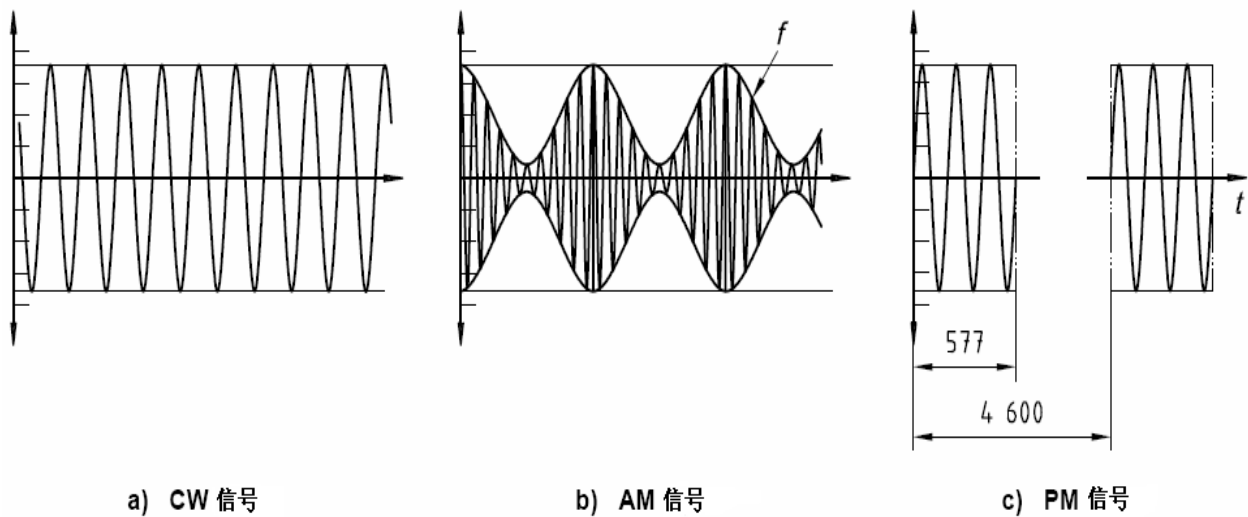
辐射抗扰度扫描频率按线性增长，最大步长不得大于表 10 要求。

表 10 辐射抗扰度频率增长步长

频率（MHz）	线性增长频率（MHz）
400~1000	20
>1000	40

测试波形调制方式分以下三种：

- a) 非调制正弦波(CW) 见图5 a)。CW测试频率:400MHz~2GHz。
- b) 1kHz 80%幅度调制正弦波（AM）见图5 b)。AM测试频率：400MHz~800MHz。
- c) 脉冲（ton=577 μ s, 周期=4600 μ s）调制正弦波（PM）见图5 c)。PM测试频率：800MHz~2GHz。



注：f 频率：1kHz；
t 时间，μ s。

图5 测试信号调制方式

7.2.4.2 试验方法

7.2.4.2.1 DUT 应放在高于接地（参考）平面（50±5）mm 的绝缘支架板上。然而，如果 DUT 外壳是金属，并且安装到车辆上是接地到车身上的，则测试时 DUT 需接地到接地（参考）平面上，以代表 DUT 实际装车使用情况。这种设置测试前须取得广汽研究院产品工程师同意。DUT 接地设置情况应该记录在 EMC 测试计划和测试报告中。

7.2.4.2.2 测试线束总长度应为（1700+300/-0）mm，平行与接地（参考）平面前端的线束长度应为（1500±75）mm。

7.2.4.2.3 所有频率调制驻留时间至少要求 2s。

其余部分参照 ISO 11452-2 相关要求。

7.2.4.3 试验等级和试验结果要求

DUT辐射抗扰度试验要求见表11，试验试验结果要求见表12。

表11 辐射抗扰度试验等级要求

频率（MHz）	辐射试验等级		调制方式
	Level 1（V/m）	Level 2（V/m）	
400～800	50	100	CW 和 AM
800～2000	50	100	CW 和 PM

表 12 辐射抗扰度试验试验结果要求

辐射等级	功能状态等级	
	I 类	II 类
Level 1（50 V/m）	等级 B	—
Level 2（100 V/m）	等级 D	等级 A

7.2.5 大电流注入（BCI）抗扰度

试验适用的部件种类：A、AS、AM、AX、AY、EM。

7.2.5.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 ISO 11452-4 和 ISO 11451-1 的相关要求。

大电流注入扫描频率按线性增长，最大步长不得大于表 13 要求。

表 13 辐射抗扰度频率增长步长

频率（MHz）	线性增长频率（MHz）
1～10	1
10～200	5
200～400	10

测试波形调制方式 CW 和 AM，两种调制方式在频率 1MHz～400MHz 都要测试。

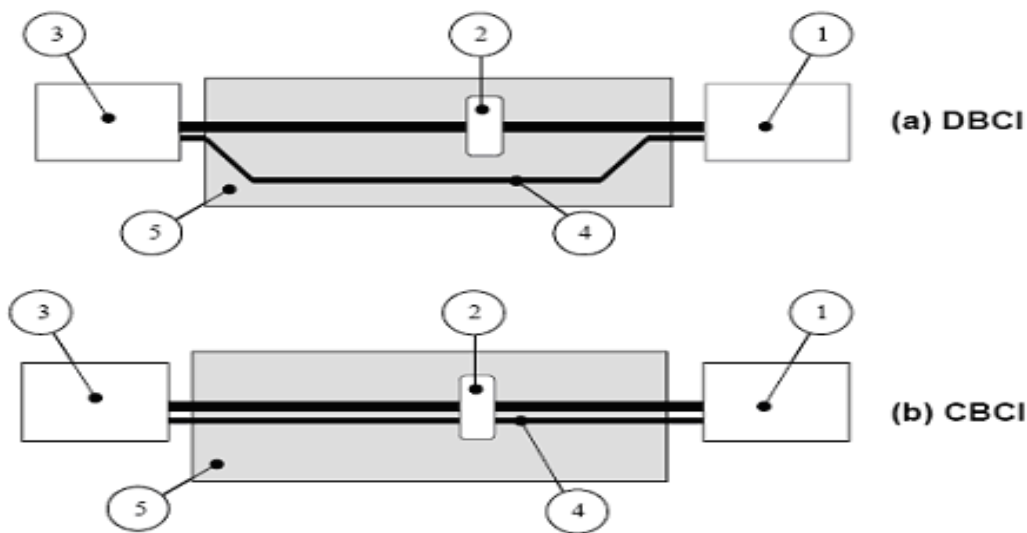
7.2.5.2 试验方法

7.2.5.2.1 测试根据 ISO 11452-4 的要求，采用校准过的探头注入方法（替代法）。

7.2.5.2.2 DUT 和测试负载由汽车电池供电，电池负极接到接地（参考）平面上。电池可放在接地（参考）平面上或者放在接地（参考）平面下面。

7.2.5.2.3 频率在 1MHz 至 30MHz 范围内，DUT 电源回（地）线应放在电流注入探头外部，如图 6(a) 所示，称为差模大电流注入（DBCI）。如果 DUT 是由其它模块供电的传感器，那么所有相关的线束都应放在电流注入探头内部。

- 7.2.5.2.4 频率在 30MHz 至 400MHz 范围内, DUT 的所有线束应放在电流注入探头内部, 如图 6(b) 所示, 称为共模大电流注入 (CBCI)。
- 7.2.5.2.5 测试频率为 1MHz 至 30MHz, 电流注入探头位置离 DUT 距离为 150mm 和 450mm。测试频率为 30MHz 至 400MHz, 电流注入探头位置离 DUT 距离为 450mm 和 750mm。
- 7.2.5.2.6 所有频率调制驻留时间至少要求 2s。
- 7.2.5.2.7 DUT 线束总长度为 1700 (+300/-0) mm。
- 7.2.5.2.8 电流注入探头应和接地 (参考) 平面绝缘。
- 7.2.5.2.9 如果不影响测试, 可以在距离 DUT 50mm 处放一个电流监测探头。电流监控探头应和接地 (参考) 平面绝缘。
- 7.2.5.2.10 如果 DUT 有多个接插件, 则每个接插件和测试负载间的线束都要分别单独测试。
- 其余部分参照 ISO 11452-4 相关要求。



注: 1 DUT 2 电流注入探头 3 测试负载 4 DUT 电源回(地)线 5 绝缘体

图 6 BCI 测试线束设置

7.2.5.3 试验等级和试验结果要求

DUT大电流注入抗扰度 (BCI) 试验等级要求见表14和图7, 试验试验结果要求见表15。

表 14 大电流注入抗扰度 (BCI) 试验等级要求

频率 (MHz)	大电流注入抗扰度 (BCI) 试验等级		调制方式
	Level 1 (mA)	Level 2 (mA)	
1~15	$64+30.61*\log(f)$	$70+30.61*\log(f)$	CW 和 AM
15~30	100	106	CW 和 AM
30-400	$100-9.781\log(f/30)$	$106-9.781\log(f/30)$	CW 和 AM

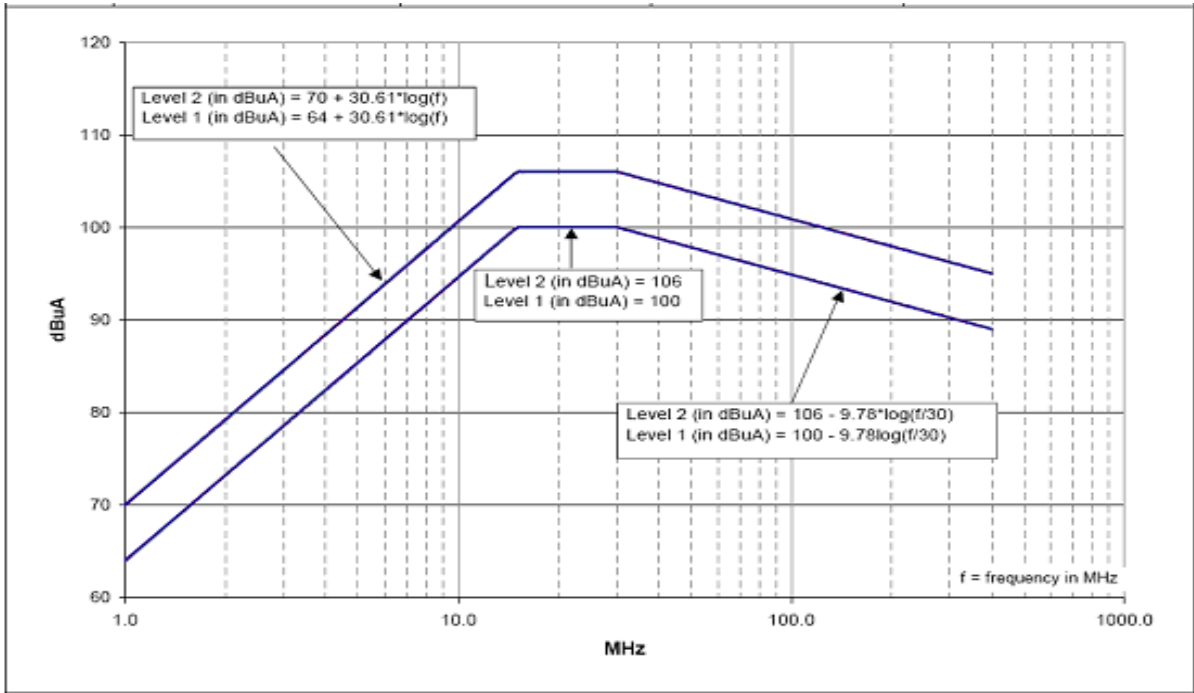


图 7 大电流注入（BCI）测试要求

表 15 大电流注入 (BCI) 试验结果要求

辐射等级	功能状态等级	
	I 类	II 类
Level 1	等级 B	—
Level 2	等级 D	等级 A

7.2.6 磁场抗扰度

试验适用的部件种类：AM。

7.2.6.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 ISO 11452-8 和 ISO 11452-1 的相关要求。

磁场抗扰度扫描频率按线性增长，最大增长步长不得大于表 16 要求。

表 16 频率增长步长

频率（kHz）	线性增长频率（kHz）
0.015~0.1	0.01
0.1~1	0.1
1~10	1
10~150	10

7.2.6.2 试验方法

7.2.6.2.1 测试按照 ISO 11452-8 的辐射环法或者赫姆赫兹线圈法来试验。

7.2.6.2.2 所有频率调制驻留时间至少要求 2s。

其余部分参照 ISO 11452-8 相关要求。

7.2.6.3 试验等级和试验结果要求

磁场抗扰度试验试验等级和试验结果要求见表 17 和图 8，对于功能重要性为 I 类的产品和 II 类产品，其试验结果要求功能状态等级 A。

表 17 磁场抗扰度试验等级和试验结果要求

频率 (kHz)	Level (dBpT rms)	功能状态等级	
		I 类	II 类
0.05~1	$165-20\log(f/0.05)$	等级 A	等级 A
1~10	139	等级 A	等级 A
10~150	$139-20\log(f/10)$	等级 A	等级 A

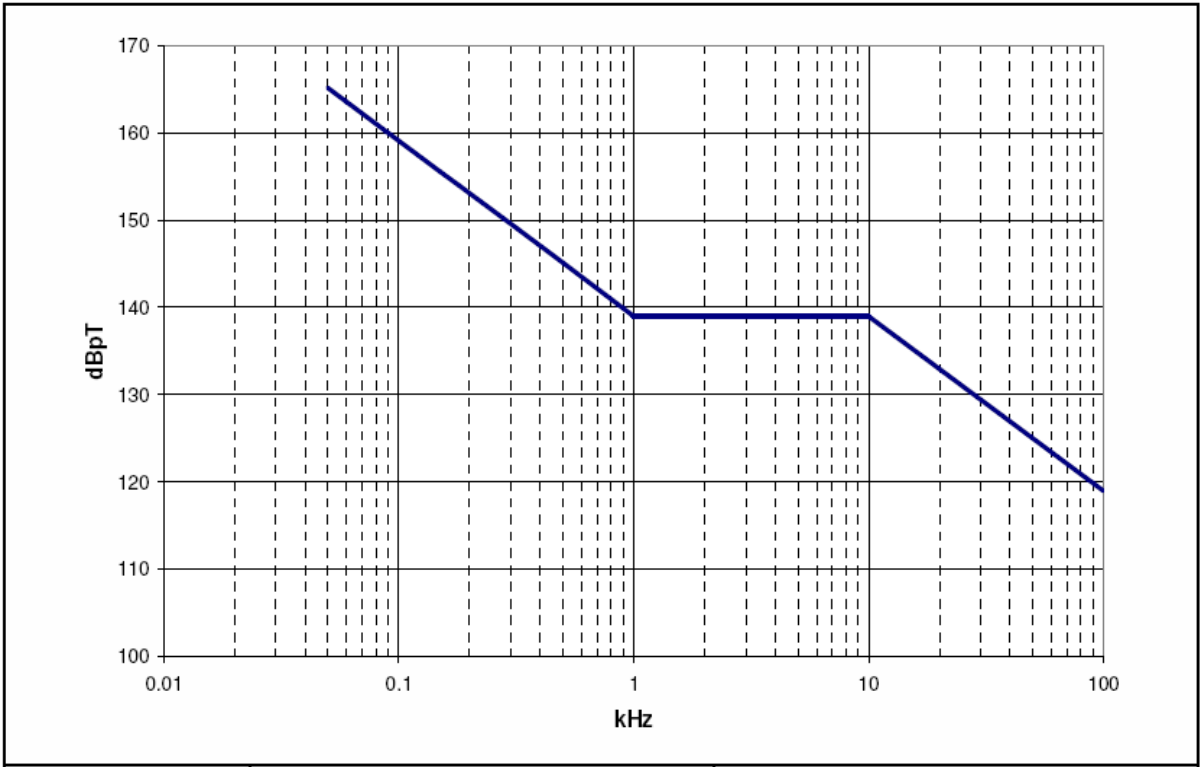


图 8 磁场抗扰度测试要求

7.2.7 沿电源线的电瞬态传导抗扰度

试验适用的部件种类：A、AM、AX、AY、EM、D。

7.2.7.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 ISO 7637-2 和 ISO 7637-1 的相关要求。

7.2.7.2 试验方法

脉冲 5b 的抛负载测试的内阻 $R_i=0.5\Omega$ ，测试前根据下面步骤校验：

- 移开抑制网络，校验开路无抑制抛负载电压波形满足表 18 的规定；
- 连接抑制网络，校验开路抑制抛负载电压波形满足表 18 的规定；
- 连接 2Ω 的负载，校验开路抑制抛负载电压幅值满足 $(+34\pm 0/1)V$ ， (U_a+U_{s*}) ；
- 用 DUT 代替 2Ω 的负载开始测试。

其余部分参照 ISO 7637-2 相关要求。

表 18 开路负载脉冲 5b 参数

参数	无抑制网络	抑制网络
瞬态电压幅值	$+100V\pm 10\%$ ， (U_a+U_s)	$(+34\pm 0/1)V$ ， (U_a+U_{s*})
t_d	$400ms\pm 30\%$	$400ms\pm 30\%$
t_r	$\leq 10ms$	$\leq 10ms$

7.2.7.3 试验等级和试验结果要求

试验脉冲波形参照 ISO7637-2 脉冲 1，脉冲 2a，脉冲 2b，脉冲 3a，脉冲 3b，脉冲 4 和脉冲 5b。电源线的电瞬态传导抗扰度等级和试验结果要求见表 19。

表 19 电源线的电瞬态传导抗扰度试验等级和试验结果要求

脉冲 编号	测试电压等级 U_s (V)	测试脉冲数量或 测试时间	脉冲循环周期 ^a		功能状态等级
			最小	最大	
1	-100	5000 个脉冲	0.5s	5s	等级 C
2a	+50	5000 个脉冲 SURGE	0.2s	5s	等级 A
2b	+10	10 个脉冲	0.5s	5s	等级 C
3a	-150	1h EFT	90ms	100ms	等级 A
3b	+100	1h	90ms	100ms	等级 A
4 ^b	$U_s=-7V$ ， $U_a=5V$	1 个脉冲	DIP -	-	等级 C
5b	$(34+0/-1)$	10 个脉冲	15s	2min	等级 D
<p>a 一般情况脉冲循环周期默认为最小时间。但脉冲循环周期必须满足 DUT 受到干扰后恢复到正常运转的时间。</p> <p>b 脉冲 4 仅适用于直接连电池 B+，而且发动机起动时已经上电的电子部件。</p>					

7.2.8 除电源线外的导线通过容性或感性耦合的电瞬态抗扰度

试验适用的部件种类：A、AS、AM、AX、AY、EM。

7.2.8.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 ISO 7637-3 和 ISO 7637-1 的相关要求。

7.2.8.2 试验方法

测试方法只需采用 ISO 7637-3 的电容耦合钳法（CCC method），直接电容耦合法（DCC method）和电感耦合钳法（ICC method）中的一种。选择测试方式的原则如表 20。

表 20 除电源线外的导线通过容性或感性耦合的电瞬态抗扰度试验方法运用

脉冲类型	CCC method	DCC method	ICC method
快脉冲 a 和快脉冲 b	适用	适用	不适用
正负慢脉冲	不适用	适用	适用

7.2.8.3 试验等级和试验结果要求

除电源线外的导线通过容性或感性耦合的电瞬态抗扰度试验等级和试验结果要求见表 21。

表 21 除电源线外的导线通过容性或感性耦合的电瞬态抗扰度试验等级和试验结果要求

测试脉冲	电压等级 U_s (V)	测试脉冲数量或测试时间	功能状态等级
快脉冲 a(DCC 和 CCC)	-150	10 min	等级 A
快脉冲 b(DCC 和 CCC)	+100	10 min	等级 A
正慢脉冲 (DCC)	+30	5 min	等级 A
负慢脉冲 (DCC)	-30	5 min	等级 A
正慢脉冲 (ICC)	+6	5 min	等级 A
负慢脉冲 (ICC)	-6	5 min	等级 A

7.2.9 静电放电（ESD）抗扰度

试验适用的部件种类：A、AS、AM、AX、AY、AW、EM。

静电放电（ESD）测试环境为：

环境温度：(25±10)℃，相对湿度：20%~60%，首选温度 20℃和相对湿度 30%。

7.2.9.1 试验设备和试验场地

试验设备和试验场地应符合 ISO 10605 的相关要求。

测试设备的电容/阻抗为 150pF/2000Ω 和 330pF/2000Ω。

7.2.9.2 试验方法

试验方法参照 ISO 10605 相关要求。

7.2.9.3 试验等级和试验结果要求

零部件静电测试分不通电和通电测试两种情况：

- a) 模拟电子部件在组装或维修时出现的静电放电干扰，这种情况是电子产品不通电状态下测试；试验等级和试验结果要求见表 22。测试完成后通电检查 DUT 的功能和参数是否符合要求。
- b) 模拟电子部件在车上通电正常使用时出现的静电放电干扰，试验等级和试验结果要求见表 23。

表 22 电子部件组装或维修状态静电放电试验等级和试验结果要求（不通电）

放电序号	放电类型	设备电容/阻抗	测试电压等级	每个极性最小放电次数	功能状态等级
1	接触放电	C=150pF, R=2000 Ω	$\pm 4\text{kV}$	3	等级 D
2 ^a	接触放电	C=150pF, R=2000 Ω	$\pm 6\text{kV}$	3	等级 D
3 ^a	空气放电	C=150pF, R=2000 Ω	$\pm 8\text{kV}$	3	等级 D
a 此放电序号不适用于电子部件接插件管脚。					

表 23 电子部件正常使用状态静电放电试验等级和试验结果要求(通电)

放电序号	放电类型	设备电容/阻抗	测试电压等级	每个极性最小放电次数	功能状态等级
1	空气放电	C=330pF, R=2000 Ω	$\pm 4\text{kV}$	3	等级 A
2	接触放电	C=330pF, R=2000 Ω	$\pm 4\text{kV}$	3	等级 A
3	空气放电	C=330pF, R=2000 Ω	$\pm 6\text{kV}$	3	等级 A
4	接触放电	C=330pF, R=2000 Ω	$\pm 6\text{kV}$	3	等级 C
5	空气放电	C=330pF, R=2000 Ω	$\pm 8\text{kV}$	3	等级 C
6	接触放电	C=330pF, R=2000 Ω	$\pm 8\text{kV}$	3	等级 C
7 ^a	空气放电	C=330pF, R=2000 Ω	$\pm 15\text{kV}$	3	等级 C
8 ^b	空气放电	C=150pF, R=2000 Ω	$\pm 25\text{kV}$	3	等级 C
a 此放电序号不适用于乘客正常使用时不能接触电子部件（包括诊断的接插件）。					
b 此放电序号仅适用于乘客在车厢外可以接触的电子部件（例如无匙进入、门锁开关和前大灯开关等）。					