

Q/DFXK

东风小康汽车有限公司企业标准

Q/DFXK 198—2018

代替Q/DFXK 198—2014

电器/电子部件及子系统 EMC 要求

2018-03-08 发布

2018-04-01 实施

东风小康汽车有限公司汽车技术中心 发布

目 次

前 言	II
1.范围	1
2.规范性引用文件	1
3.术语	1
4.试验方法选择及附加信息.....	2
4.1 按工作持续时间划分宽带骚扰源类型 见表 1	2
4.2 电器电子零部件分类见表 2.....	2
4.3 电器电子零部件 EMC 试验方法选择(表 3)	3
4.4 功能失效状态等级	4
4.5 试验环境条件	4
4.6 运行条件	4
4.7 供电电源	4
4.8 测试计划和测试报告	4
5.发射试验	5
5.1 电源线射频传导发射—电压法.....	5
5.2 辐射发射—天线测量法.....	5
5.3 瞬态电压发射	7
6 抗干扰试验	7
6.1 射频抗干扰—大电流注入.....	7
6.2 射频抗干扰—天线注入法.....	8
6.3 发射器射频抗干扰	9
6.4 低频磁场抗干扰	10
6.5 电源线瞬态抗干扰	10
6.6 I/O 线瞬态传导抗干扰	11
6.7 静电放电试验	12
附录 A 电器功能重要性等级分类.....	15
附录 B 瞬态波形描述	16
附录 C 瞬态测试发生器（脉冲 A1，A2 和 C）	21

前 言

本标准以符合国家标准和行业标准为前提，规定了东风小康汽车有限公司汽车电器电子零部件 EMC 要求。

本标准适用于东风小康汽车有限公司范围内汽车电子电器零部件 EMC 要求。同时在格式和内容的编排上符合 GB/T 1.1-2009 的规定。

本标准目的是满足汽车电器电子零部件国内市场要求(不包括欧盟市场)，以及满足产品质量要求。

本文件代替 Q/DFXK 198-2014，与 Q/DFXK 198-2014 相比，主要修订技术内容如下：

- 增加对发射器射频抗干扰测试；
- 修改磁场抗扰测试的测试频率及磁场强度
- 瞬态抗干扰增加脉冲 5a、5b、A1、A2、C；
- 修改无源模式静电放电试验要求描述；
- 附录 A 等级分类表中增加了新功能及部件；
- 附录 B 增加脉冲 A1、A2、C 的描述；
- 附录 C 增加瞬态发生器的规定。

本标准起草单位：东风小康汽车有限公司汽车技术中心。

本文件最终解释权归东风小康汽车有限公司汽车技术中心。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- Q/DFXK 198-2014。

电器/电子部件及子系统 EMC 要求

1. 范围

本标准规定了东风小康汽车有限公司汽车产品12V系统电器电子零部件的EMC要求。

本标准适用于东风小康汽车有限公司范围内所有汽车电子电器零部件和子系统的电磁兼容性。

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。

ISO 7637-2 Road vehicles —Electrical disturbance from conduction and coupling -Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only

ISO 7637-3 Road vehicles —Electrical disturbance from conduction and coupling -Part 3: Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via lines other than supply lines

ISO 10605 Road vehicles —Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge

ISO 11452-2 Road vehicles — Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy —Part 2: Absorber-lined shielded enclosure

ISO 11452-4 Road vehicles — Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy —Part 4:Harness excitation methods

ISO 11452-8 Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 8: Immunity to magnetic fields

ISO 11452-9 Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 9: Portable transmitters

GB/T 18655 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和测量方法

ISO 16750-2 Road vehicles - Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment - Part 2: Electrical loads

3. 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 电波暗室 Absorber-lined shielded enclosure (ALSE)

进行 EMC 天线注入和测量试验的屏蔽暗室，暗室的墙壁装有吸收电磁波材料。

3.2 人工网络 Artificial Network (AN)

试验中串接在电源线和设备之间，为骚扰电压的测量提供规定的负载阻抗，同时有隔离作用。

3.3 传导发射 Conducted emission(CE)

电器装置工作时产生稳态射频能量通过导线传播。

3.4 辐射发射 Radiated emission(RE)

电器装置工作时产生电磁波通过空间对外传播。

3.5 瞬态传导发射 Transient CE

电器装置工作时产生瞬态电压对外设备干扰。

3.6 瞬态传导抗干扰 Transient conducted immunity(Transient CI)

电器装置对外部瞬态电压抗干扰。

3.7 辐射抗干扰 Radiated immunity(RI)

电器装置对外界电磁波的抗干扰。

3.8E/E: Electrical and/or Electronic

电气和电子。

3.9I/O: Input and output

输入和输出。

3.10 耦合钳 Coupling Clamp

一种用于电流注入和测量的设备。

3.11 电磁兼容性 Electromagnetic Compatibility(EMC)

电器系统内各设备工作互不干扰。

3.12 电磁骚扰 Electromagnetic Interference(EMI)

电磁骚扰引起设备、传输通道或者系统性能下降。

3.13 电磁敏感度 Electromagnetic Susceptibility(EMS)

电器设备抗干扰能力。

3.14 待测设备 Equipment under test (EUT)

用来测试评估的电器设备。

3.15CISPR

国际无线电干扰特别委员会。

4. 试验方法选择及附加信息

4.1 按工作持续时间划分宽带骚扰源类型

车辆在行驶过程中一直工作的电器电子零部件，为连续型，见表1。

根据用户的需求打开，单次工作时间较长，一般大于1min的电器电子零部件，属于长时型。

根据用户的需求打开，单次工作时间较短，一般在1min之内的电器电子零部件，属于短时型。

表1

连续型	长时型	短时型
点火系统	雨刮电机	门窗电机
控制器	暖风电机	清洗电机
燃油喷射	后雨刮电机	后视镜电机
仪表调节器	空调压缩机	中控门锁
交流发电机	发动机冷却	电动座椅
注：对于短时型的辐射发射，峰值限值要求可以增加 6dB。		

4.2 电器电子零部件分类

见表 2。功能重要性等级分类参见附录 A。

表2

车辆电器电子零部件分类表		
无源模块	P:	仅包含无源器件的电器部件或模块。 例如：电阻、电容、发光二极管、电发热器。
有源模块	A:	电子模块和部件(带处理器)，例如：BCM、仪表、风扇控制器、主机、空调面板等
	AS	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。
	AM	包含磁敏感元件的模块或者是外部连接有磁敏感元件的模块。 例如：电磁传感器、霍尔传感器、工作频率在50Hz~300kHz 的器件。
	AX	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。
	AW	无外部线束的模块，例如遥控钥匙、TPMS 发射器。
电机类	BM:	电刷换向电机，例如：门窗电机、雨刮电机、暖风电机、后视镜调节电机、洗涤电机、电动天窗等
	EM	内部带有控制电路的电机。
感性设备	R:	继电器与电磁阀和喇叭。

4.3 电器电子零部件 EMC 试验方法选择

电器电子零部件EMC试验方法选择见表3。

表3

试验方法	无源模块	有源模块					电机		感性设备
	P	A	AS	AM	AX	AW	BM	EM	R
发射试验(EMI)									
电源线射频传导发射-电压法 GB/T18655		√	√	√	√		√	√	
射频辐射发射-天线测量法 GB/T18655		√	√	√	√	√	√	√	非必需
瞬态电压发射 ISO 7637-2					√		√	√	√
抗干扰试验(EMS)									
大电流注入法 ISO 11452-4		√	√	√	√			√	
天线注入法 ISO 11452-2		√	√	√	√			√	
发射器射频抗干扰 ISO 11452-9		√	√	√	√	√		√	
电源线瞬态抗干扰 ISO 7637-2	√	√		√	√			√	
电源线瞬态抗干扰 ISO 16750-2	√	√		√	√			√	
电源线瞬态抗干扰 脉冲 A1 A2 C		√							
I/O 线瞬态抗干扰 ISO 7637-3		√	非必需	√	√			√	

静电放电抗干扰 ISO 10605	√	√	√	√	√	√		√	
低频磁场抗干扰 ISO 11452—8		非必需	非必需	√	非必需	√		非必需	

注：电源线瞬态抗干扰脉冲 A1 A2 C 目前仅要求发动机控制器必须要测试。

4.4 功能失效状态等级

- A：试验中和试验后功能测试所有满足设计；
- B：试验中和试验后功能测试所有满足设计，但是试验中有一个或多个超过限值和公差要求，试验后会自动恢复正常值，存储器数据保持正常；
- C：试验中一个或多个功能失效，试验后会自动恢复正常；
- D：试验中一个或多个功能失效，试验后没有自动恢复正常，但通过复位可以恢复正常；
- E：试验中一个或多个功能失效，试验后不能自动恢复正常，只有通过替换器件。

4.5 试验环境条件

除非另有说明，试验的环境条件按照表4执行。

表4

温度	(23±5) °C
湿度	20%~80%相对湿度

4.6 运行条件

EUT 不同的运行条件能够影响发射测量的结果。在进行零部件/模块试验时，被测设备（EUT）应在典型负载和产生最大电磁发射工作条件下进行试验。在试验计划中，应规定运行条件。

为了确保零部件/模块在试验期间的运行是正确的，应使用外设接口单元来模拟车辆装置。依据指定的运行模式，EUT上所有重要的传感器和执行部件的连线都应与外设接口单元相连。外设接口单元应能够按照试验计划对EUT进行控制。

4.7 供电电源

除非在试验计划中特殊规定，否则应使用以下值进行试验。

$U_s=13.5(\pm 0.5)V$, 12V电气系统

电源应充分滤波，只有这样通过电源产生的射频噪声才有可能比试验计划规定的限值至少低6dB。

试验计划应规定，车用蓄电池应该与供电电源并联。

公差

除非另有说明，允许存在的公差按照表5执行。

表5

供电电压、电流	±5%
频率精度	±1%
幅度精度	±3dB
时间间隔、长度	±10%
电阻、电容、电感、阻抗	±10%

4.8 测试计划和测试报告

4.8.1 测试计划

测试计划中的任何与本规范不一致的改动均要在测试前征得东风小康电磁兼容工程师同意。

测试计划至少需要包含以下信息：

- 1) 零部件信息，如制造商、样式、序列号、软硬件版本等；
- 2) 每个管脚的电压、电流和阻抗信息；
- 3) 测试样本数量；
- 4) 需要进行的测试内容、功能等级和限值要求、工作状态；
- 5) 定义功能等级和失效的准则；

- 6) 重要的负载要求, 如CAN、LIN 总线, 电机等;
- 7) 重要的可能会影响DUT 测试的工作参数;
- 8) 负载模拟器信息;
- 9) 针对电磁兼容问题所采取措施的说明;
- 10) 供应商计划试验时间。

4.8.2 测试报告

测试报告应包含以下内容:

- 1) 产品基本信息;
- 2) 保证整个试验过程均符合本规范的声明及测试计划的要求;
- 3) 测试系统和测试过程中使用的所有负载详细文档信息和照片;
- 4) 测试过程中DUT 工作状态的信息;
- 5) 设备型号列表;
- 6) 抗扰度测试时, 产生异常动作的频带和异常动作的详细描述;
- 7) 所有测试数据、曲线和实验室背景噪声曲线。

5. 发射试验

5.1 电源线射频传导发射—电压法

5.1.1 试验布置

- 考查零部件电源线传导发射大小, 试验方法和试验设备满足 GB/T18655 的要求;
- 只对 EUT 电源线进行测量;
- 应用频率范围: 150kHz~108MHz。

按照 GB/T18655 布置

5.1.2 试验要求

AX和EM类产品应按总成/子系统状态合并进行测试。

为获得在整车上可接受的无线电接收效果, 电器部件需要同时满足限值A和限值B要求。见表6。

表 6

频带	频率范围 (MHz)	限值 A, 均值检 波 (dB μ V)	限值 B, 峰值检波 (dB μ V)
长波-调幅广播	0.15~0.3	70	90
	0.3~0.53	76	96
中波-调幅广播	0.53~1.8	50	70
	1.8~5.9	56	76
短波-调幅广播	5.9~6.2	45	65
	6.2~26	51	71
CB	26~28	36	56
	28~30	42	62
VHF	30~54	36	56
TV Band	54~68	36	46
VHF	68~87	30	50
调频广播	87~108	30	50

产品工程师需要确定产品的工作模式, 建议工作模式为最大发射状态。

5.2 辐射发射—天线测量法

5.2.1 试验布置

- 考查零部件辐射发射大小，试验方法和试验设备满足 GB/T18655 的要求；
- 应用频率范围：150kHz~2500MHz。

按照GB/T18655布置

5.2.2 试验要求

AX和EM类产品应按总成/子系统状态合并进行测试。

- 0.15MHz~30MHz 1m长的垂直单极天线（如果天线阻抗不是50Ω，应选用合适的天线匹配单元）；
- 30MHz~200MHz 一个双锥天线；
- 200MHz~1000MHz 一个对数周期天线。
- 1000MHz~2500MHz 一个喇叭或对数周期天线。
- 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。
- 产品工程师需要确定产品的工作模式，建议工作模式为最大发射状态。

为获得在整车上可接收的无线电接收效果，电器部件需要同时满足限值A和限值B要求，见表7。

表 7

频带	频率范围 (MHz)	限值 A, 均值检 波 (dB μ V/m)	限值 B, 峰值检波 (dB μ V/m)
长波-调幅广播	0.15~0.3	46	66
	0.3~0.53	52	72
中波-调幅广播	0.53~2	36	56
	2~5.9	42	62
短波-调幅广播	5.9~6.2	32	52
	6.2~26	38	58
CB	26~28	32	52
	28~30	38	58
VHF	30~54	32	52
	54~68	30	40
	68~87	27	47
调频广播	87~108	30	50
	108~142	36	56
VHF	142~171	27	47
DAB3	171~245	28	38
	245~300	36	50
RKE	300~330	30	44
	330~380	36	50
	420~450	30	44
UHF	380~512	30	50
DTTV/TV Band	512~820	43	53
UHF	820~960	36	56
	960~1447	42	62

表 7 续

频带	频率范围 (MHz)	限值 A, 均值检 波 (dB μ V/m)	限值 B, 峰值检波 (dB μ V/m)
----	---------------	---------------------------	--------------------------

DABL Band	1447~1494	30	40
	1494~1550	36	46
GPS	1550~1615	10	40
GALILEO	1615~1803	42	62
GSM/4G	1803~2172	36	56
4G	2172~2320	42	62
SDARS	2320~2345	36	46
4G	2345~2400	42	62
蓝牙	2400~2500	36	56

5.3 瞬态电压发射

- 考查零部件工作电源线瞬态电压发射大小，试验方法和试验设备满足 ISO 7637-2 的要求；
- 测量 EUT 瞬态电压传导发射的强度。

5.3.1 试验布置

按照 ISO 7637-2 的要求

测试过程：

- 1) 闭合开关使EUT上电，确认EUT正常工作。
- 2) 设置示波器时基分辨率为1ms/div。
- 3) 设置示波器触发模式为单个触发（single shot），设置触发电压为+10V。
- 4) 不断的断开闭合开关，直到电压脉冲能够触发示波器记录数据。
- 5) 将示波器触发电压修改为+40V。
- 6) 将时基分辨率修改为100us/div、1us/div，同时将示波器采样率调整到所选时基能够实现的最高等级，重复步骤4。
- 7) 断开闭合开关，测试记录最大峰值。进行 10 次测试。
- 8) 调整示波器的触发脉冲为-40V，重复以上步骤。

注：如设置示波器触发脉冲为±40V，电压数据不能触发示波器记录数据，则认为电器部件符合瞬态传导发射要求。

电源线断开引起的瞬态电压，应在DUT 稳定工作的状态下，断开开关S 时刻开始测量。重复性的瞬态电压，应在开关S 闭合的状态下进行。记录含有最大正幅度和最大负幅度的瞬态电压波形及相关参数。

5.3.2 试验要求

瞬态发射电压要求

- AX、BM、EM、R 类型的电器部件需要进行瞬态传导发射测试。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。
- 产品工程师需要确定产品的工作模式，建议工作模式为最大发射状态。

6 抗干扰试验

6.1 射频抗干扰—大电流注入

6.1.1 试验布置

- 考查零部件抗窄带电磁能量辐射的能力，试验方法和试验设备满足 ISO 11452-4 的要求；
- 试验频率范围为 1MHz~400MHz。

按照 ISO 11452-4 布置。

6.1.2 试验要求

大电流注入法试验要求

- 在 1MHz~400MHz 频率范围内，注入强度及参数见表 8 及图 1。

表 8-1

频段	测试等级 I	测试等级 II	测试等级 III	测试等级 IV	测试等级 V
MHz	mA	mA	mA	mA	mA
1 到 3	$60 \times F(\text{MHz}) / 3$	$100 \times F(\text{MHz}) / 3$	$150 \times F(\text{MHz}) / 3$	$200 \times F(\text{MHz}) / 3$	使用本标准此 部分的用户自 定义的值
3 到 200	60	100	150	200	
200 到 400	$60 \times 200 / F(\text{MHz})$	$100 \times 200 / F(\text{MHz})$	$150 \times 200 / F(\text{MHz})$	$200 \times 200 / F(\text{MHz})$	

功能为I 类和II 类电器部件处于等级II 的干扰电流下进行测试, III类电器部件应处于等级III的干扰电流下进行测试。

表8-2

频段 MHz	步长 MHz	调制方式	注入方式	探头位置
1 到 30	1	CW; AM 80%	差模	距 DUT 接插件 150mm 和 450mm
30 到 200	1	CW; AM 80%	共模	距 DUT 接插件 450mm 和 750mm
200 到 400	2	CW; AM 80%	共模	

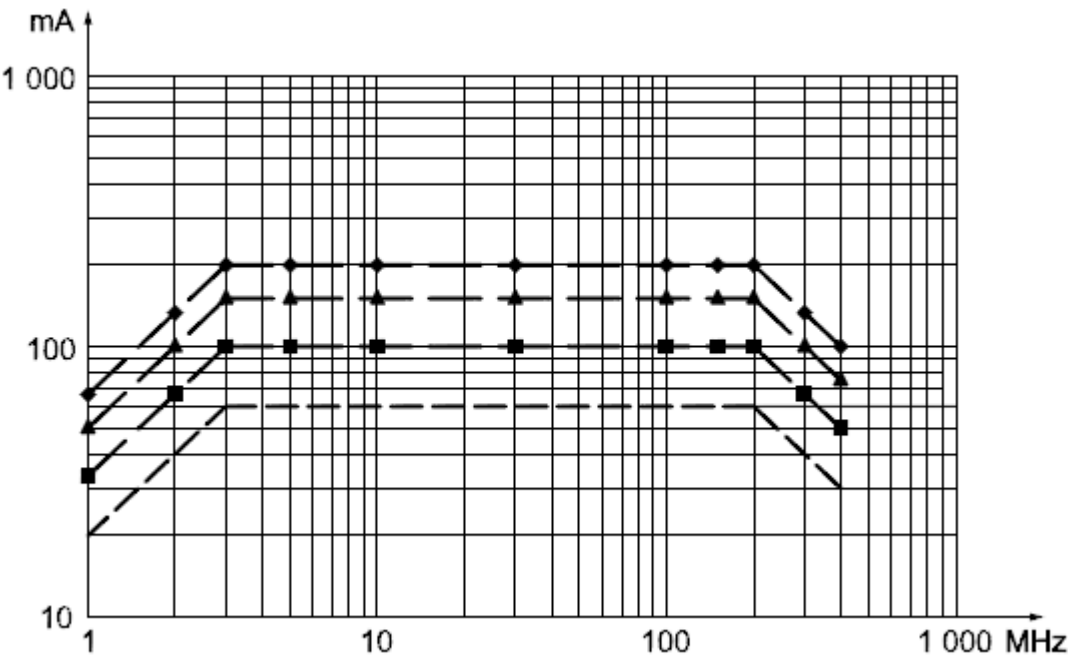


图 1



— 功能失效状态等级要求见表 9;

表 9

注入强度	功能 I 类	功能 II 类	功能 III 类
等级 II	A	A	
等级 III			A

— 产品工程师需要确定产品的工作模式。

6.2 射频抗干扰—天线注入法

6.2.1 试验布置

— 考查零部件抗窄带电磁能量辐射的能力, 试验方法和试验设备满足 ISO 11452—2 的要求;

— 试验频率范围选择为 80MHz~2000MHz。

按照ISO 11452-2布置。

测试频率大于400MHz时分别用水平极化和垂直极化方向测试。

6.2.2 试验要求

天线注入法试验要求

— 在 80M~2000MHz 频率范围内，注入强度见表 10；

表 10

频带 (MHz)	步长 (MHz)	调制方式	等级 1 (V/m)	等级 2 (V/m)
80~400	5	调幅 (AM)	50	100
400~800	5	调幅 (AM)	50	100
800~2000	10	脉冲调制 (PM)	50	100

— 功能失效状态等级要求见表 11；

表 11

注入强度	功能 I 类	功能 II 类	功能 III 类
50V/m	A	A	
100 V/m			A

— 产品工程师需要确定产品的工作模式。

6.3 发射器射频抗干扰

6.3.1 试验布置

试验模拟原车和客户的手持移动设备发射器产生的近场电磁场干扰，检测零部件抗扰能力；

按照ISO 11452-9布置。

6.3.2 试验要求

试验严酷等级要求见表12(如果在等级2条件下，产品性能状态能够达到状态A，则可以不进行等级1测试)，功能失效状态等级要求见表13。

表12

序号	测试频段 MHz	试验强度 (单位: 瓦)		调制方式	步长 MHz
		等级 1	等级 2		
1	360-480 RKE	4.5	9	PM, 18Hz, 50%	10
2	800-1000 4G/GSM	7	14	PM, 217Hz, 12.5%	10
3	1600-1950 GSM	1.5	3	PM, 217Hz, 12.5%	20
4	1950-2200	0.75	1.5	PM, 217Hz, 12.5%	20
5	2400-2500 蓝牙	0.1	0.2	PM, 1600Hz, 50%	20
6	2500-2700 4G	0.25	0.5	PM, 217Hz, 12.5%	20

表 13

序号	测试频段 MHz	等级 1			等级 2		
		功能失效状态等级			功能失效状态等级		
		I	II	III	I	II	III
1	360-480	A	A	A	/	B	B
2	800-1000	A	A	A	/	B	B
3	1600-1950	A	A	A	/	B	B
4	1950-2200	A	A	A	/	B	B

5	2400-2500	A	A	A	/	B	B
6	2500-2700	A	A	A	/	B	B

表 13-1 车载发射器射频抗扰度测试天线与 DUT 相对位置

DUT 外壳及线束描述	射频天线与 DUT 距离要求 (h)
DUT 外壳及线束距离车载发射器或距离用户可接触位置直线距离 200mm 以上	50mm
DUT 外壳及线束距离车载发射器 200mm 以内或用户可能接触到	10mm

6.4 低频磁场抗干扰

6.4.1 试验布置

- 考查零部件抗磁场抗干扰的能力，试验方法和试验设备满足 ISO 11452—8 的要求；
 - 试验频率范围：试验频率范围为 50Hz~300kHz。
- 按照 ISO 11452—8 布置。

6.4.2 试验要求

低频磁场抗扰度测试等级要求见表 14。

表 14

频率 f (kHz)	步长 (kHz)	磁场强度 (dBpT rms)	功能状态要求	
			功能 I 类	功能 II、III 类
0.05-1	0.05	$165-20 \log(f/0.05)$	A	A
1-10	0.5	139	A	A
10-100	5	$139-20 \log(f/10)$	A	A
100-250	5	147	A	A
250-300	5	144	A	A

产品工程师需要确定产品的工作模式。

6.5 电源线瞬态抗干扰

6.5.1 试验布置

考查零部件抗电源线瞬态电压脉冲的能力，试验方法和试验设备满足 ISO 7637—2 的要求，共有脉冲 1、2a、2b、3a、3b、5b 试验。

按照 ISO 7637—2 布置。

试验脉冲

试验脉冲 1：模拟电源与感性负载断开连接时所产生的瞬态现象。

见 ISO 7637-2。

试验脉冲 2a：模拟由于线束电感原因，使与 EUT 并联的装置内电流突然中断引起的瞬态现象。

见 ISO 7637-2。

试验脉冲 2b：模拟直流电机充当发电机，点火开关断开时的瞬态现象。

见 ISO 7637-2。

试验脉冲 3a 和 3b：模拟由开关过程引起的瞬态现象，这些瞬态现象的特性受线束的分布电容和分布电感的影响。

见 ISO 7637-2。

试验脉冲5a和5b：模拟抛负载瞬态现象，即模拟断开电池（亏电状态）的同时，交流发电机正在产生充电电流，而发电机电路上仍有其他负载时产生的干扰。抛负载可能产生的原因：因电缆腐蚀、接触不良或发动机正在运转时，有意断开与电池的连接。见ISO 16750-2及附录B。

试验脉冲A1和A2(包括A2-1和A2-2)和C(包括C-1和C-2)：这个试验与电源供电电路和控制电路内对瞬态传导的抗扰有关，不管是直接连接到12V电池或通过开关或负载间接连到12V电池。见附录B。

6.5.2 试验要求

电源线瞬态传导抗干扰试验脉冲试验严酷等级要求

电源线瞬态传导抗干扰试验严酷等级要求见表 15 及 16。

表 15

试验脉冲	试验等级 IV Us	最小脉冲数或者 试验时间	功能 I 类	功能 II、III 类
脉冲 1	—100V	500 个脉冲	C	C
脉冲 2a	37V	500 个脉冲	A	A
脉冲 2b	10V	10 个脉冲	C	C
脉冲 3a	—112V	1h	A	A
脉冲 3b	75V	1h	A	A
脉冲 5b	30V	5 个脉冲	C	A

注：有集中抛负载抑制的发电机选用 5b，没有集中抛负载抑制的发电机选用 5a。

表 16

瞬态脉冲	应用	测试等级	瞬态模式	最小脉冲数或者 试验时间	功能性能 状态
脉冲 A1	开关的电源电路最大电流<5A	见附录 B	Mode 1	120s	B
	控制电路		Mode 2	20s	B
脉冲 A2-1 脉冲 A2-2	开关的电源电路最大电流<5A		Mode 1	120s	B
脉冲 A2-1 脉冲 A2-2	控制电路		Mode 2 Mode 3	20s	B
脉冲 C-1 脉冲 C-2	所有电源电路最大电流 (<15A) 控制电路		Mode 2 Mode 3	20s	A

产品工程师需要确定产品的工作模式。

6.6 I/O 线瞬态传导抗干扰

6.6.1 试验布置

- 考查零部件抗 I/O 线瞬态电压脉冲的能力，试验方法和试验设备满足 ISO 7637—3 的要求；
- 对所有输出线和输入线进行测试；

容性耦合钳法（CCC）试验布置：

- 应用于脉冲 a 和 b；
- 不包括电源线。

按照 ISO 7637—3 布置。

6.6.2 试验脉冲

试验脉冲满足 ISO7637—3 的要求。

试验脉冲 a 和 b:

- 试验脉冲 a, 负脉冲;
见 ISO 7637-3。

- 试验脉冲 b, 正脉冲。
见 ISO 7637-3。

6.6.4 试验要求

测量系统和设备要求见 ISO 7637—3。

I/O 线试验脉冲要求和功能要求

- I/O 线瞬态传导抗干扰试验严酷等级要求见表 17;

表 17

试验脉冲	试 验 等 级 III	最小脉冲数或者 试验时间	功能 I 类	功 能 II、 III 类
脉冲 a	—40V	10min	B	A
脉冲 b	30V	10min	B	A

- 产品工程师需要确定产品的工作模式。

6.7 静电放电试验

6.7.1 试验要求

- 考查零部件抗静电放电的能力，试验方法和试验设备满足 ISO 10605 的要求;
- 试验分无源模式放电试验、EUT 工作模式直接耦合试验;

6.7.2 无源模式放电试验

- 试验中，待测器件不接电源和负载;
- 测试点：人在装配、拆卸过程中所有可能接触的平面和点;
- 试验后，进行功能测试。

6.7.2.1 试验布置

试验布置见图2。

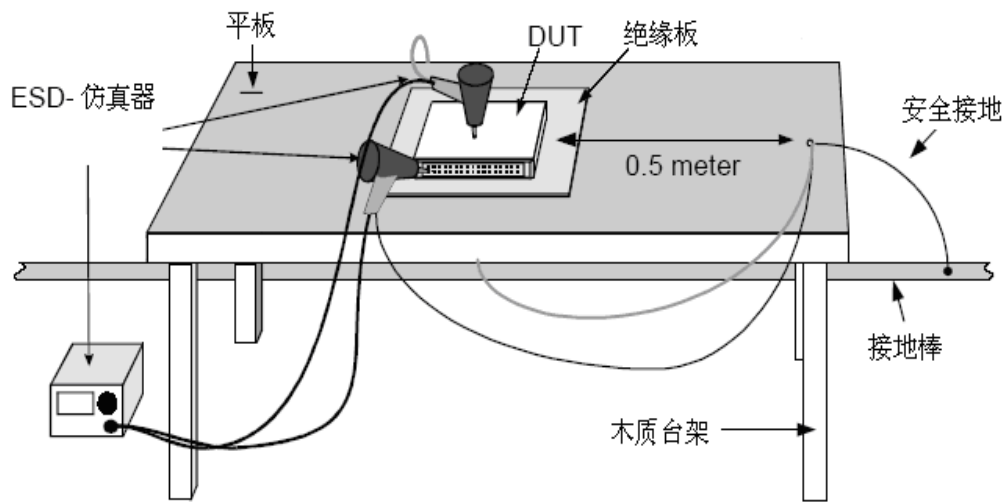


图 2 无源模式放电试验布置

6.7.2.2 试验要求

无源模式静电放电试验要求

— 静电放电抗干扰试验严酷等级要求见表 18;

表 18

放电类型	严酷等级	放电次数	功能失效等级
接触放电（管脚）	±3kV	3 次	A
接触放电（外壳为导体）	±6kV	3 次	A
空气放电（外壳为非导体）	±8kV	3 次	A

EUT功能未产生任何损害，测试完成后，EUT 功能符合设计要求，EUT 存储的数据正常。

6.7.3 有源模式下直接耦合

EUT 要在有源模式下，输入和输出都要连接。

6.7.3.1 试验布置

试验布置见图3。

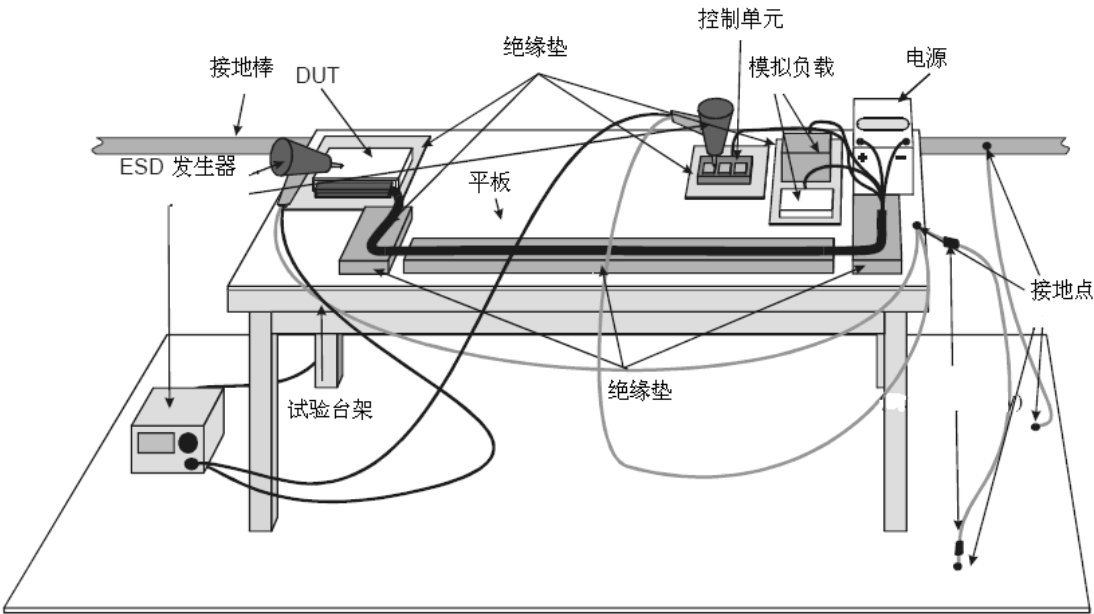


图 3 EUT 有源模式下放电试验台布置

6.7.3.2 试验要求

有源模式静电放电试验要求

— 静电放电抗干扰试验严酷等级要求见表 19，失效状态等级要求见表 20;

表 19

电器类型	传导和非传导位置 空气放电（kV）	传导位置 接触放电（kV）
功能 I 类电器部件	±6，±8，±15	±4，±6，±8
功能 II 类电器部件	±6，±8，±15，±20	±4，±6，±8
功能 III 类电器部件	±6，±8，±15，±20，±25	±4，±6，±8

注：每个放电类型、极性及电压等级要各进行三次放电试验。

表 20

测试电压 (kV)	功能 I 类	功能 II 类	功能 III 类
±25	—	—	A
±20	—	B	A
±15	C	B	A
±8	A	A	A
±6	A	A	A

附录 A
(规范性附录)
电器功能重要性等级分类

I 类：方便性功能和不在 II 或 III 类；

II 类：重要功能，但对车辆直接控制不是必须的；

III 类：强制性法规和有关人身安全及其非常重要的功能。

功能重要性等级划分举例（参考）。

表 A. 1

部件/总成	I	II	III
座椅	座椅调节、位置记忆和座椅加热	/	/
外部灯具	牌照灯和日间行车灯操作	大灯自适应调节/制动灯	/
内部灯具	内部灯操作	/	/
转向灯	/	转向灯操作	/
发动机冷却系统	/	冷却风扇	/
电动玻璃	/	/	电动车窗
车身系统	220V 电源	电动车门/BCM/天窗/无线充电	ON 档电源控制
发动机	加热喷嘴	发动机防盗/发动机故障指示	巡航控制/转速稳定性
油箱盖	油箱盖开启	/	/
空调	后挡风玻璃除霜/	/	前挡风玻璃除霜/
仪表指示/记录	仪表方便性指示	行车记录仪/HUD	仪表故障信息指示 里程表和速度表
转向系统	/	/	EPS/ESCL
雨刮	雨量传感器操作	前后雨刮	/
车联网	/	T-BOX	/
数据总线系统	/	数据总线系统	/
喇叭	/	喇叭操作	/
泊车	/	360 度全景	自动泊车
主动/被动安全系统	/	/	安全气囊/安全带
底盘及动力	/	EPB/4WD/LDW/LKP	自动驾驶控制系统
	/	TPMS/TCU	LKA/AEB/ABS/ESP

附录 B

(规范性附录)

瞬态波形描述

瞬态抗扰度测试的测试脉冲包括 ISO 7637-2 中描述的标准脉冲和未记录的通过电感负载的机电开关产生的非标准脉冲。这些非标准脉冲普遍存在于车辆的配电系统中。非标准脉冲受电感负载的影响较大，同时它还存在其它影响因素，如与电感负载在相同电路中的电阻、电容等负载也会产生一定的非标准脉冲。尽管与标准的 ISO 测试脉冲相比，这种产生非标准脉冲的方式并不具备重复性，但是经验表明，如仅使用标准的 ISO 脉冲进行测试，将会影响测试结果的准确性。

附录描述了本规范中瞬态脉冲的特性，在部件或子系统的初始设计期间当考虑这些信息。

B.1 测试脉冲 A1, A2, C

图 B.1 所示的是一个包含了用于开启或关闭电感负载（如电动门锁）开关的简化汽车电路图。图中 L_w 代指电池与点火开关之间的串联电感，且负载电感 L 远大于 L_w （通常为 $1\mu\text{H}/\text{m}$ ）。

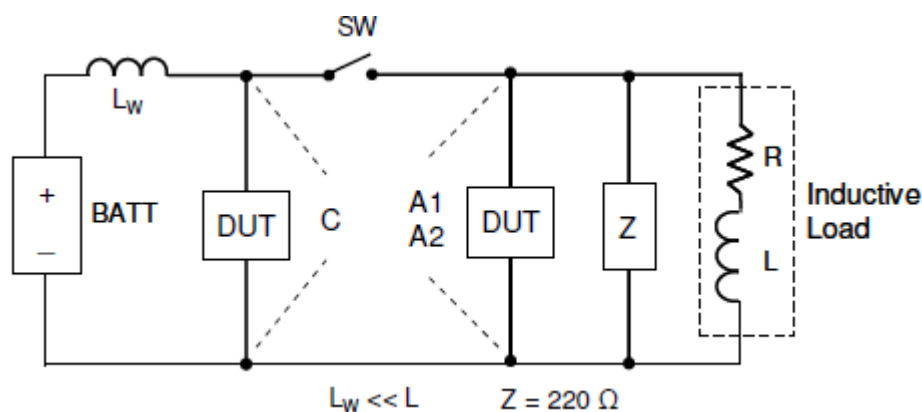


图 B.1

图中 A1 模拟由于高电流（1A-5A）感性负载开关所引起的电压瞬变脉冲，具体特性参数见图 B.2，其起峰值电压电平在 -250V 至 -300V 之间。Z 表示电路中其它电阻负载，并将其阻值设置为最小负载电阻 220Ω 。

A2 模拟由于低电流（ $<1\text{A}$ ）感性负载开关所引起的电压瞬变脉冲。由于脉冲 A2 易受到电路中其它负载阻值变化的影响，可以将脉冲 A2 视为两种脉冲的组合，分别为：

脉冲 A2-1：电路中中有开关感性负载和被测件（见图 B.3）；

脉冲 A2-2：电路中还有其他电子负载（如雨刷电机）的情况（见图 B.4）。

当不考虑外部电路效应时，瞬态电压（脉冲 A2-1）很大程度上是接触电弧的结果。该瞬变的特征为高频重复脉冲，正峰值电压电平在 +100V 至 +300V 之间，负峰值电压电平在 -280V 至 -500V 之间。单个脉

冲的持续时间（参见图 B-3b）可以在 100ns 至 1 μ s 之间变化。当触点断开时脉冲特性如图 B.3 所示，同样当闭合时开关触点反弹时，也可能产生类似的瞬变。通常我们将脉冲 A2-1 瞬变称为“骤冷弧瞬变”。

当外部电路主要是电容时，产生的瞬态（脉冲 A2-2）与脉冲 A2-1 区别较大。当开关断开时，会产生低频率的阻尼正弦瞬变（ $f_{res} \sim 2\text{kHz}$ ）。当开关在闭合期间接触反弹时，产生较高频率的阻尼正弦瞬态（ $f_{res} \sim 180\text{kHz}$ ），同时在这个阶段中，将会产生大约为 30 A_{p-p} 的电流瞬变（见图 B.4c）。鉴于这种情况，在准备测试脉冲 A2-2 时，示波器上应选择瞬态电流。

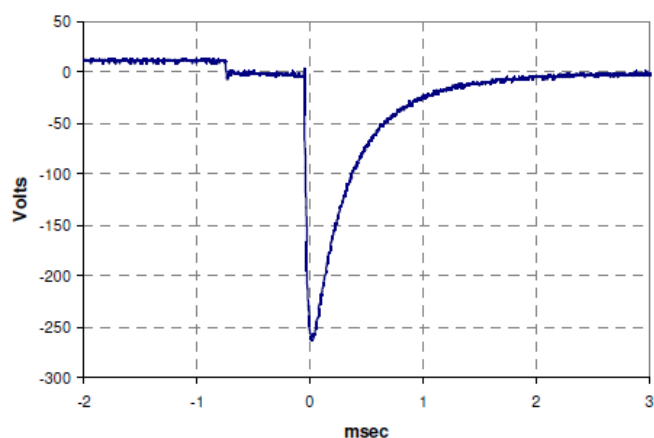


图 B. 2

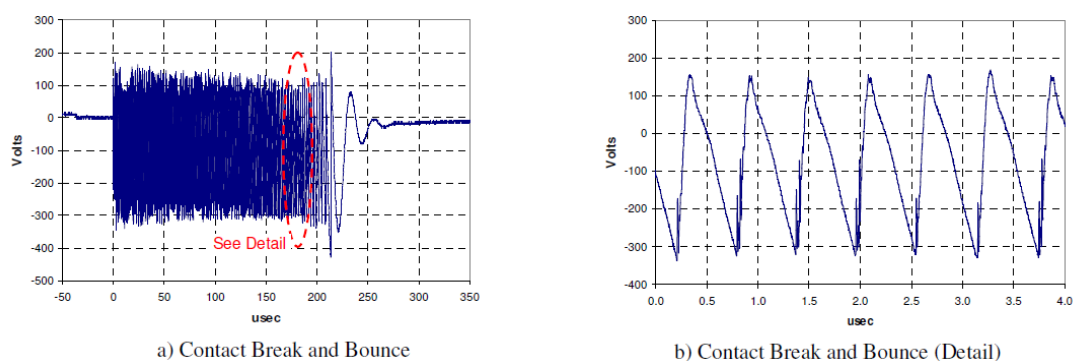


图 B. 3

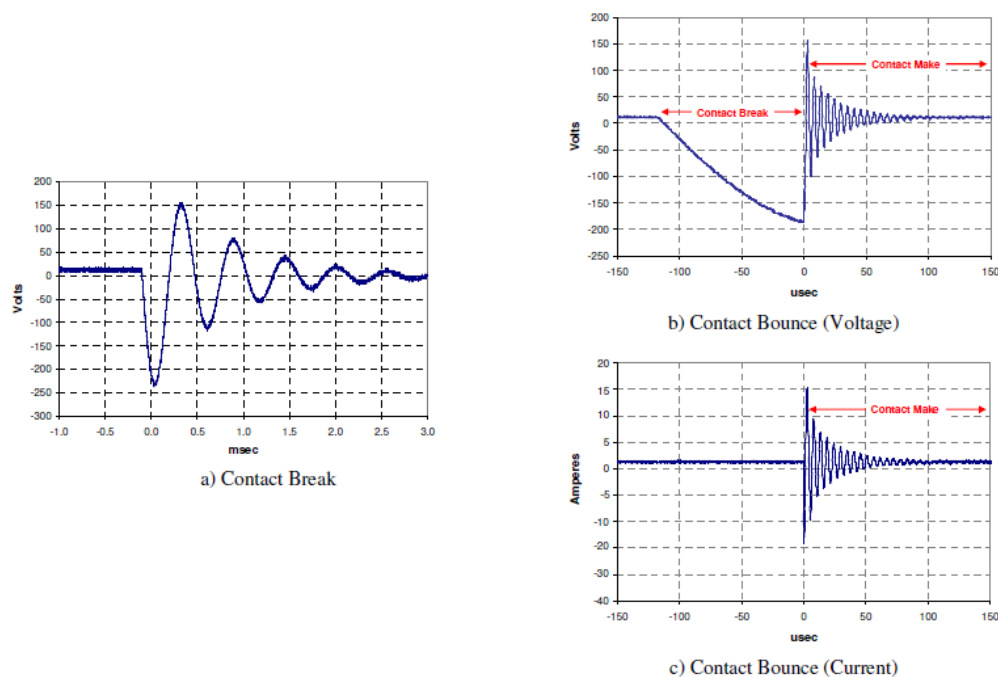


图 B. 4

测试脉冲 C 表示为在电感负载切换期间由于开关接触拱形和接触反弹而产生的电压瞬变。瞬态特性是串联电感和电弧（开关触点断开）或触点反弹时产生的电流的函数。脉冲 C 与脉冲 A2 直接相关。将这种相关性风别对应于脉冲 A2-1 和 A2-2 形成了脉冲 C-1 和脉冲 C-2。

脉冲 C-1：该瞬变的特征为高频阻尼正弦脉冲（ $f_{res} \sim 10 \text{ MHz}$ ），峰值正电压电平在+150V 至+250V 之间，峰值负电压电平在-280V 至-400V 之间。其特性图如 B. 5b 所示。

脉冲 C-2：该瞬变的特性为较低频阻尼正弦脉冲（ $f_{res} \sim 180 \text{ kHz}$ ），峰值正负电压约为 $\pm 150\text{V}$ 。正弦瞬态脉冲的持续时间约为 50 μs 。其特性图如 B. 5d 所示。

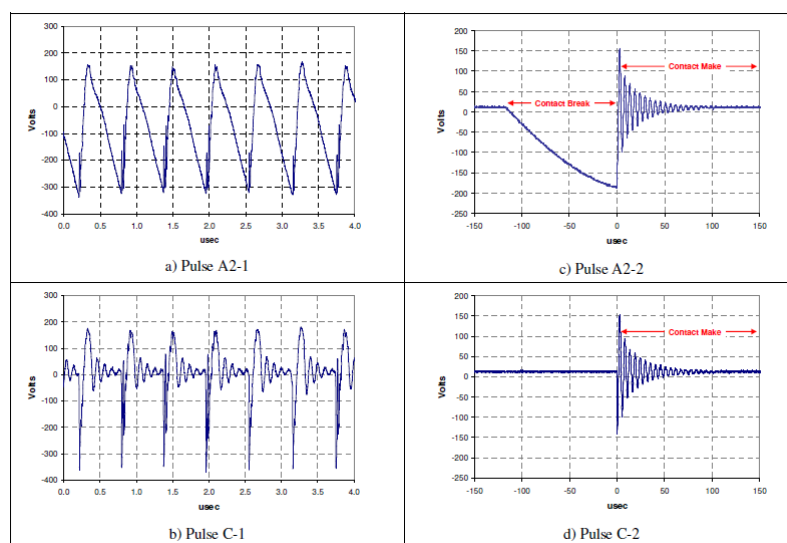


图 B. 5

B.2 瞬态测试模式（脉冲 A1、A2、C）

针对三种不同的脉冲，应用不同的瞬态模式，能更有利的对被测件进行测试。

模式 1 是以固定重复频率施加测试脉冲进行测试，其具体参数见表 B. 1。模式 1 可运用脉冲 A1 和脉冲 A2 对所有的被测件电路进行测试。

表 B. 1

瞬态脉冲	脉冲重复频率	持续时间
A1	0. 2Hz 10%占空比	120s
A2-1		
A2-2		

在模式 1 应用完成时，瞬态发生器输出电压将在 200ms 内返回到 U_A （13. 5V），以验证状态 II 的性能。

模式 2 是通过在一定的时间内随机的施加测试脉冲进行测试，其特性参数见图 B-13。模式 2 的测试脉冲是脉冲 A1，且只能是在被测件处于输入状态时进行测试使用。模式 2 的时间周期为 50ms。模式 2 测试完成时，瞬态发生器输出电压将在 200ms 内返回到 U_A （13. 5V），以验证状态 II 的性能。

模式 3 测试时使用的脉冲是随机脉冲串（见图 B-14），其施加脉冲的时间序列与模式 2 相同。模式 3 用到的测试脉冲有脉冲 A2-1、脉冲 A2-2、脉冲 C-1 和脉冲 C-2，周期为 50ms。模式 3 测试完成时，瞬态发生器输出电压将在 200ms 内返回到 U_A （13. 5V），以验证状态 II 的性能。

模式 1、模式 2 和模式 3 均是由附录 C 提供的瞬态发生器产生。

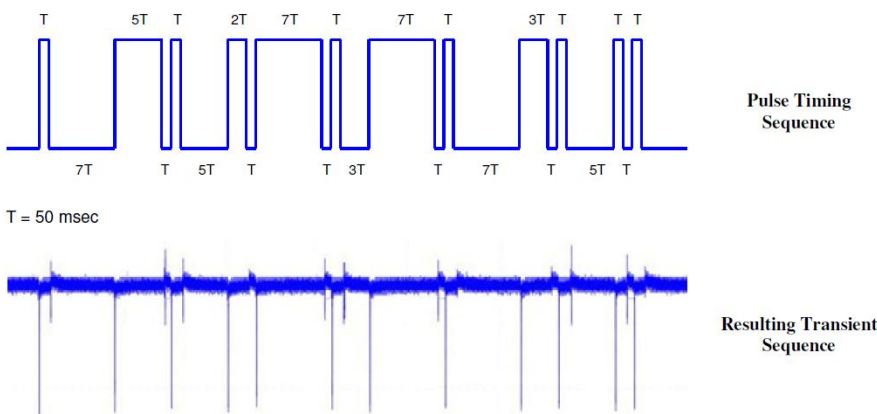


图 B. 6

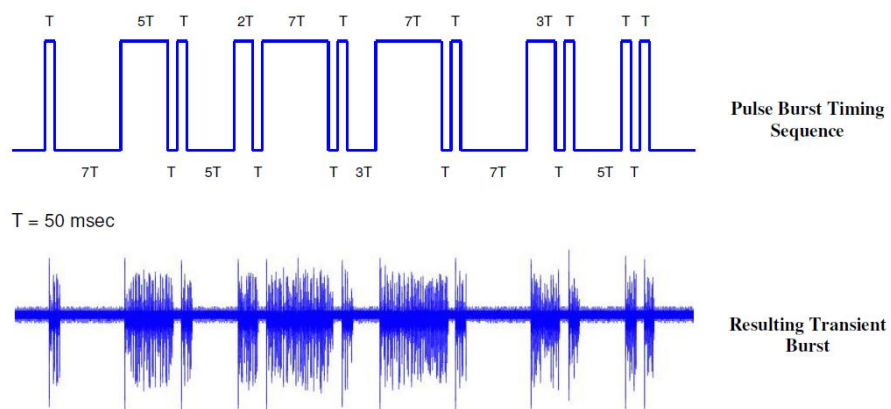
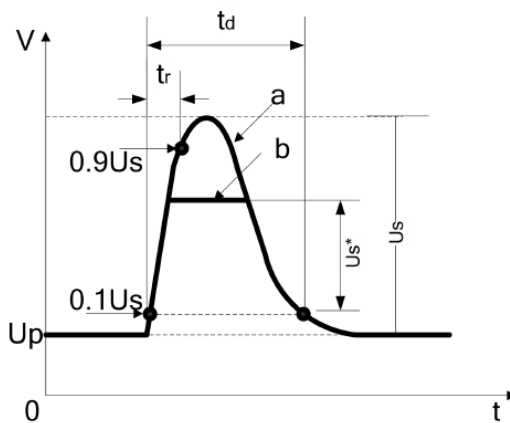


图 B. 7

表 B.2 脉冲 5b 波形参数

参数	12V 系统	24V 系统
U_p (V)	13.5	27
U_s (V)	30	123
U_s^* (V)	21.5	60
t_d (ms)	150	350
t_r (ms)	5	5
R_i (Ω)	0.5	1
脉冲间隔 (s)	20	20
脉冲数	5	5



附录 C
(规范性附录)
瞬态测试发生器（脉冲 A1，A2 和 C）

本节中提到的瞬态测试发生器生成的脉冲用于以下测试项目：

- 电源线瞬态抗干扰

图 C. 1 是在模式 1, 2 和 3 状态下产生瞬态脉冲 A1, A2 和 C 的发生电路。该电路包含未经东风小康 EMC 部门许可不能被替代的几个关键组件。这些组件在图中突出显示。通过简单的开关设置便于选择测试脉冲和操作模式。表 C. 1 总结了这些开关配置和相关的测试脉冲/工作模式。

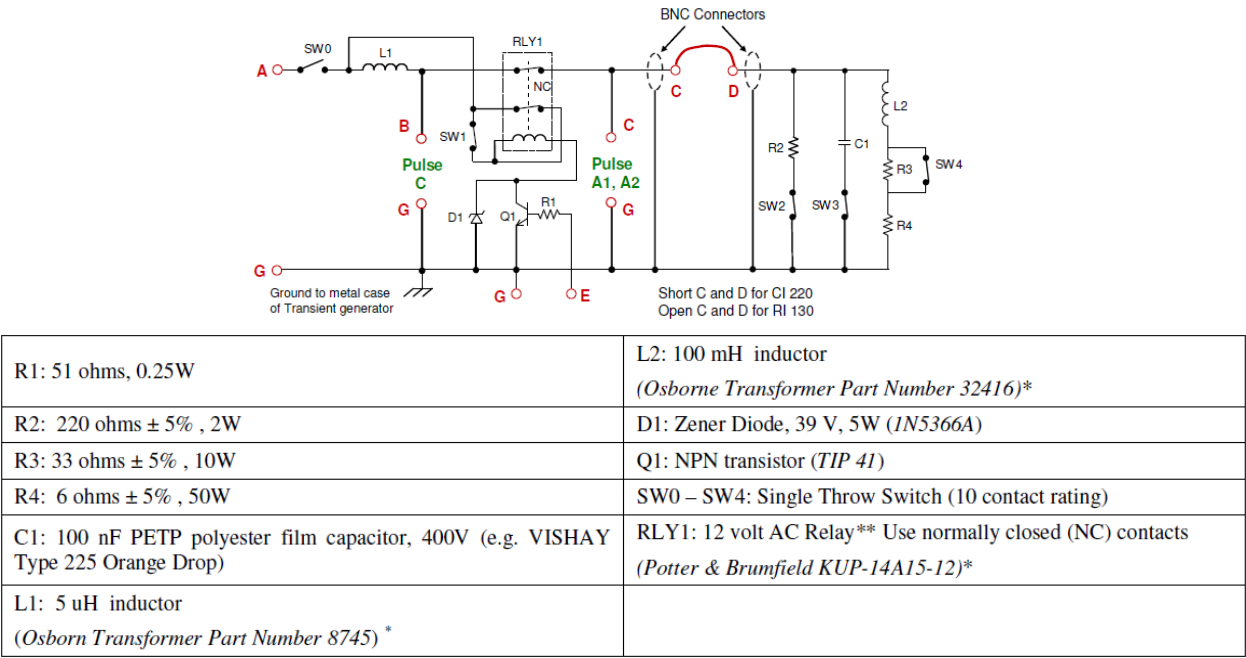


图 C. 1

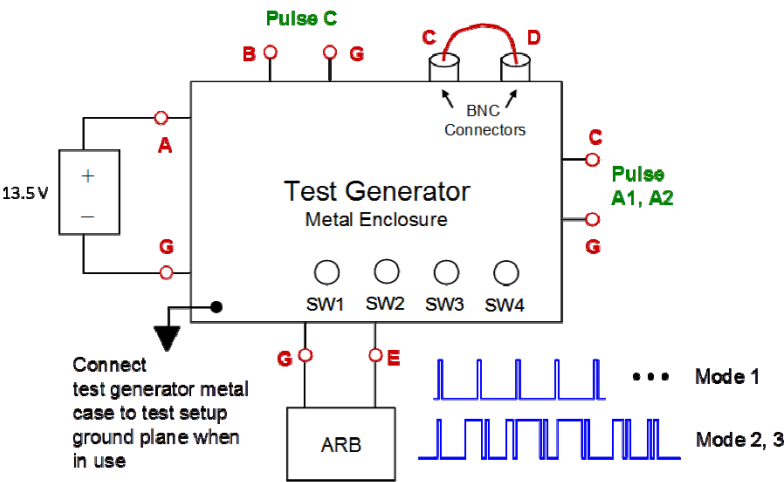


图 C. 2

表 C. 1

Pulse	Mode *	SW1	SW2	SW3	SW4
A1	1, 2	Closed	Closed	Closed	Closed
A2-1	1, 2	Closed	Open	Open	Open
A2-2	1, 2	Closed	Open	Closed	Open
A2-1	3	Open	Open	Open	Open
A2-2	3	Open	Open	Closed	Open
C-1	2	Closed	Open	Open	Open
C-2	2	Closed	Open	Closed	Open
C-1	3	Open	Open	Open	Open
C-2	3	Open	Open	Closed	Open

* See Annex D for description of Mode operating conditions

瞬态发生器推荐使用 Potter 和 Brumfield (P&B) 12 VAC 继电器。继电器的规格在表 C. 2 中列出。根据本规范, 也可以使用任何 12V AC 继电器进行这种测试。在使用替代继电器之前, 应进行电压测量, 并与本附件中所示的波形进行比较, 同时这些测量结果应由东风小康 EMC 部门审核和批准。

当这些继电器用于本规范中描述的目的时, 建议在使用 100 小时后更换继电器。

表 C.2

Contact Arrangement:	3 Form C, 3PDT, 3 C/O
Contact Current Rating (Amps.):	10
Coil Magnetic System:	Mono-stable
Coil Selection Criteria:	Nominal Voltage
Actuating System:	AC
Input Voltage (VAC):	12
Coil Suppression Diode:	Without
Coil Resistance (Ω):	18
Coil Power, Nominal (VA):	2.70
Mounting Options:	Plain Case
Termination Type:	.187 x .020 Quick Connect Terminals
Enclosure:	Enclosed
Contact Material:	Silver Cadmium Oxide
Approved Standards:	UL Recognized, CSA Certified