



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX-XXXX

---

**道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰**  
**第 3 部分：除电源线外的导线通过容性和感**  
**性耦合的电瞬态发射**

(ISO DIS 7637-3, IDT)

(征求意见稿)

200 - 发布

200 - 实施

---

中国国家标准化管理委员会 发布

# 前 言

GB/Txxxx《道路车辆--由传导和耦合引起的电骚扰》包括三个部分：

- 第 1 部分：定义和一般描述
- 第 2 部分：沿电源线的电瞬态传导
- 第 3 部分：除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态发射

本部分为 GB/Txxxx 的第 3 部分，采用 ISO DIS7637-3 进行制定。本部分与 ISO 7637-3 的一致性程度为等同，主要差异如下：

—按 1.1 要求进行了编辑性修改。

本部分附录 A、B 为规范性附录，附录 C、D 为资料性附录。

本部分由全国汽车标准化技术委员会提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：中国汽车技术研究中心

本部分参加起草单位：本部分主要起草人：

## 引言

仪器、装置及设备（DUTs）的抗扰度试验长期积累的经验表明试验需要模拟瞬时耦合现象才足以涵盖各种电干扰及电磁干扰。电磁兼容专家对该事实有普遍认识，而且许多公司已经进行了这种耦合测试。

快速电瞬态测试使用大量耦合到电子设备电路（特别是 I/O 电路）的快速瞬时信号组成的信号序列。快速上升时间、重复率及快速瞬时信号序列的低能量是对于试验来说是相当重要的。

慢电瞬态试验使用类似传导电瞬态的单个脉冲，适用于 DUT 定时器

在系统开发期间，车辆线束一般不可用而且车辆电子噪声未知。因此试验将在最不利条件下进行，此时存在该标准中描述的电容和电感耦合。

# 道路车辆—由传导和耦合引起的电骚扰

## 第 3 部分：除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态发射

### 1 范围

本部分建立一种试验方法，以评价 DUTs 对耦合到非电源电路的电瞬态的抗扰度。试验脉冲模拟快速瞬态骚扰和慢速瞬态骚扰，例如电感负载转换、继电器触点跳起等引起的瞬态骚扰。

本部分提供了三种方法：电容耦合钳（CCC）方法、直接电容耦合（DCC）方法和电感耦合钳（ICC）方法。它们的适用性如表 1 所示。慢速电瞬态试验和快速瞬态试验仅需选择一种方法。

表 1 试验方法适用性

瞬态类型	CCC 方法	DCC 方法	ICC 方法
4.3.2 的慢速脉冲	不适用	适用	适用
4.3.1 的快速脉冲 a 和 b	适用	适用	不适用

另外，确定推荐严酷电平。本部分适用于配备了标称电压 12、24 或 42 V 电气系统的道路车辆。电瞬态抗扰度的失效模式的严酷等级的分级见附录 A。

### 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。凡是标注日期的引用文件，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使用这些文件的最新版本。凡是不标注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T XXXXX.1-XXXX 道路车辆—由传导和耦合引起的电骚扰 第 1 部分：定义和一般要求（ISO 7637-1：2002，IDT）

GB/T XXXXX.2-XXXX 道路车辆—由传导和耦合引起的电骚扰 第 2 部分：沿电源线的电瞬态传导（ISO 7637-2：2004，IDT）

ISO 11452 - 4 道路车辆—窄带发射电磁能的电骚扰的零部件试验方法 第 4 部分：大电流注入（BCI）

### 3 试验程序

#### 3.1 概述

该部分描述了电子系统元件或待测设备(DUTs)对耦合电瞬态抗扰度的试验方法。

试验脉冲严酷电平由车辆制造商和零部件供应商在试验前双方商定。

给定的试验脉冲是典型脉冲，代表了实际可能出现在车辆中的电瞬态的大多数特征。

特殊情况下，需要使用额外的试验脉冲。如果设备依靠自身的功能或结构而不受车内类似电瞬态（本标准规定的脉冲）的影响，可能存在其他一些试验脉冲。规定特殊零部件所需的试验脉冲属于车辆厂商的职责。测试计划应规定：

- 所用的试验方法，
- 应用的试验脉冲，
- 测试脉冲振幅，
- 所用的脉冲数，
- DUT 操作方式，
- 线束（试验与产品比较），
- 如果使用电容耦合钳，电容耦合钳包含的导线；
- 直接耦合电容器法所用的导线；
- 直接耦合电容器法所用的电容值；
- 如果使用电感耦合钳，电感耦合钳的导线；
- 如果使用电感耦合方法，电感耦合钳的类型。

DUTs 的抗扰度评价推荐值可以从附录 A 的图表 A.1, A.2, A.3, A.4 和 A.5 中选择。

### 3.2 标准试验条件

在试验期间，环境温度应  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。除非标准里另外规定，时间、电阻和电容的容限是  $\pm 10\%$ 。除非标准另外规定，电压容限是  $+10\% / -0\%$ 。除非 ISO 7637 的这一部分的用户商定了其他值，电源电压取值应如表 2 所示，这些值应记录在试验报告中。

表 2 测试电压

系统标称电压 (V)	试验电压 (V)
12	$13.5 \pm 0.5$
24	$27 \pm 1$
42	$42 \pm 1.5$

### 3.3 接地平板

接地平板应是最小厚度 1 毫米的金属薄板（例如：铜，黄铜或镀锌钢）。接地平板的最小尺寸应是  $2\text{ m} \times 1\text{ m}$ ，然而最终尺寸取决于 DUT 和试验导线的尺寸。接地平板应与设备接地连接。

### 3.4 试验装备

DUT 根据规格布置并连接。根据车辆厂商和供应者之间的协议，DUT 应连接到使用试验导线或产品线束的本来的控制设备（负载，传感器等等）。如果 DUT 实际操作信号源不可用，则可模拟该信号源。被测器件应使用 0.05 到 0.1 m 厚的绝缘支架与地面分离，除非 DUT 外壳连接底盘而且有自己的接地。

根据厂家的安装说明 DUT 应连接到接地系统；可以没有另外的接地连接。

所有的负载、传感器等使用尽可能短的导线连接到接地面。

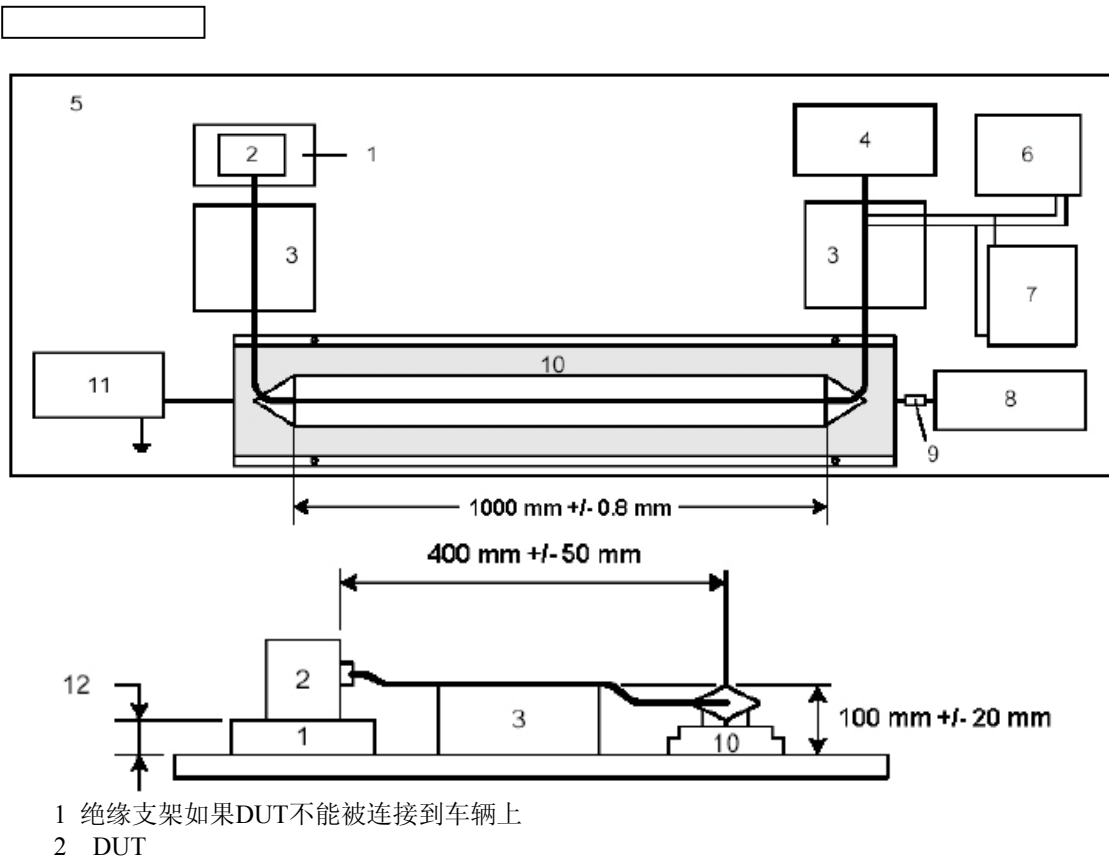
注意：为了最小化 DUT 无关的电容耦合，DUT 和其他的传导设备（例如屏蔽室的墙壁，除了试验装备下的接地面）的最短距离应大于 0.5 m。

#### 3.4.1 电容耦合钳（CCC）方法

CCC 方法适用耦合快速瞬时试验脉冲，特别适用于有中等数量或大量待测导线。此方法不耦合低速瞬时测试脉冲。

CCC 试验方法如图 1 所示。耦合电路包括 CCC，穿过其中的 DUT 所有导线的安装由车辆制造商和供应商协商决定（不包括或包括电源电路）。耦合长度是 1 m。

试验可以如图 1 所示进行，或者按照 ISO 11452 - 4 使用一条直导线



- 3 测试线束的绝缘支支架
  - 4 辅助设备（比如传感器，负载，配件）
  - 5 地平面
  - 6 电源
  - 7 电池
  - 8 示波器
  - 9 50Ω 衰减器
  - 10 安装在车辆上的CCC
  - 11 测试脉冲发生器
- 12所选尺寸应在测试计划中规定并记录于试验报告

图1 CCC方法试验布置

就试验导线的使用而言<sup>1</sup>，电源电路到耦合钳的接线应该有 1 m 长。DUT 和 CCC 之间的距离，外围设备和 CCC 之间的距离应在 (400±50) 毫米。导线的被测不分，即 CCC 之外的不分应置于接地面以上距离 (100±20) 毫米并且和 CCC 纵向轴的夹角为 90°±15°。

CCC 的铰链盖应尽可能放平以确保同放平的试验线束接触。

DUT 应放在作为脉冲发生器的 CCC 的同一端。

注：为了加强结果的可靠性，推荐线束的长度限制到 2 m。

若所用产品导线长度超过 2 m，连线不得盘绕，且束线应尽可能平放，应按照试验报告的规定布置。DUT 和 CCC 之间应保持最大距离 0.45m。

### 3.4.2 直接电容耦合（DCC）方法

使用推荐电容值的 DCC 方法中快速瞬态试验脉冲可以向 DUT 导线耦合同样电压。另外，使用推荐电容值时 DCC 方法耦合低速瞬态试验脉冲是有效的。

DCC 方法示意图如图 2。

当使用 DCC 方法时，当然要注意保证信号不失真（例如总线系统通信信号）。对于快速瞬态试验，DCC 方法的不利条件是导线需要分别试验。

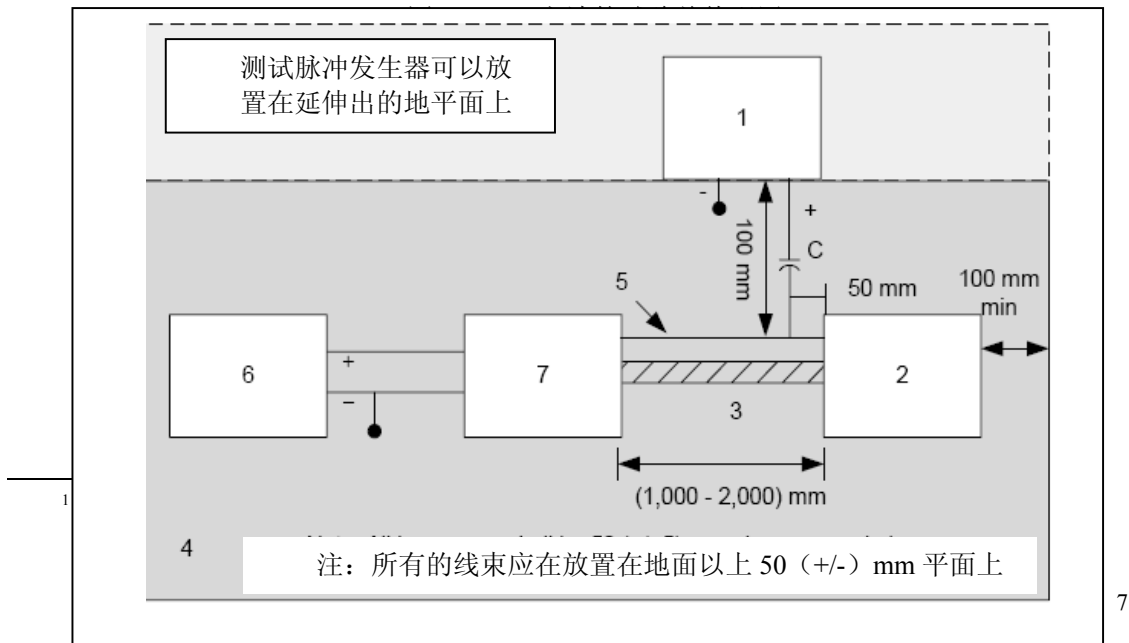


表 3 DCC 试验方法中电容器的值

试验脉冲	电容器值
快速瞬时试验脉冲	100 pF
低速瞬时试验脉冲	0,1 μF

### 3.4.3 电感耦合钳（ICC）方法

ICC 方法适用于耦合低速瞬态试验脉冲，特别适用于有中等数量或大量待测导线的 DUTs。

ICC 试验方法如图 3 所示。耦合电路包括 ICC，ICC 包进 DUT 所有的非接地线。一般说来接地线在 ICC 外，如果 DUT 在车辆上使用有一条单独的接地线则应穿过 ICC。接地线的放置应记录于试验报告。

试验可以如图 3 所示进行，或者按照 ISO 11452 - 4 使用一条直导线进行试验

多路连接器的 DUT 试验条件（所有的分支单独试验或个别分支试验）应规定于测试计划。

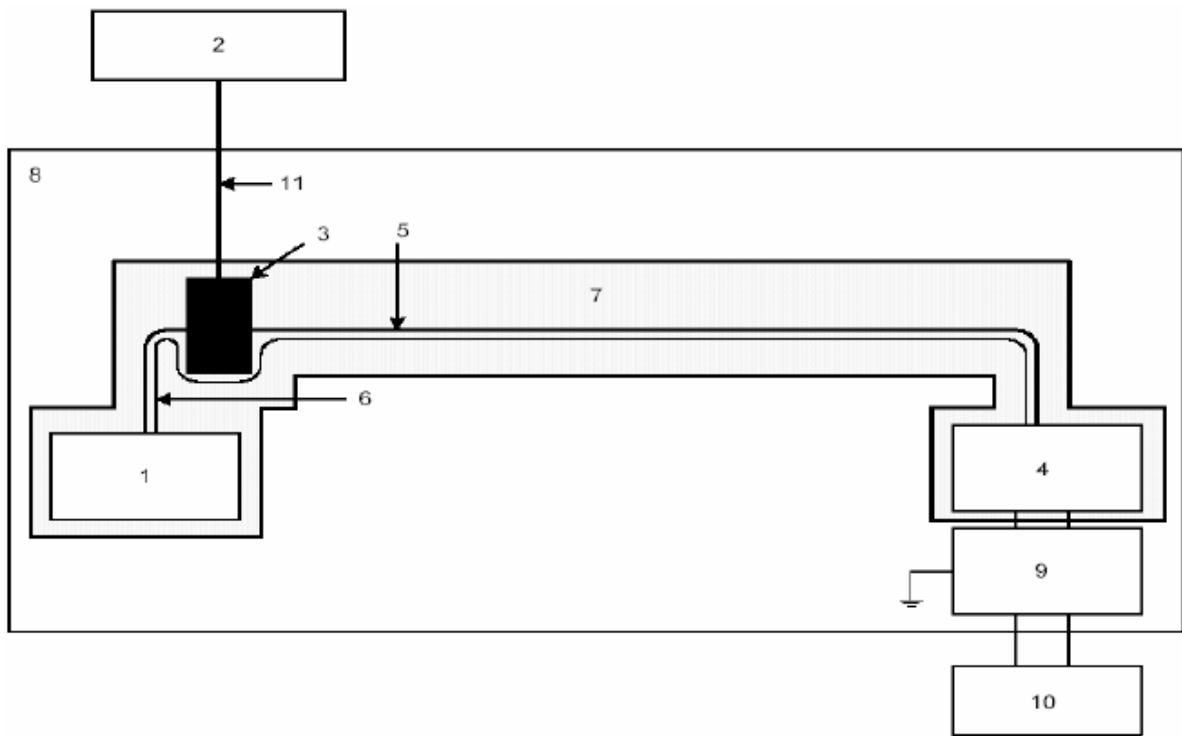


图 3 ICC 试验总体配置

图中：

- |   |                     |    |                    |
|---|---------------------|----|--------------------|
| 1 | DUT                 | 7  | 绝缘体 (50±10 毫米)     |
| 2 | 测试脉冲发生器             | 8  | 接地面                |
| 3 | ICC - 距离 DUT 150 mm | 9  | 电池                 |
| 4 | 外部设备                | 10 | 直流电源               |
| 5 | 试验线束- 不超过 2.0m      | 11 | 50Ω 同轴电缆 (最大 0.5m) |



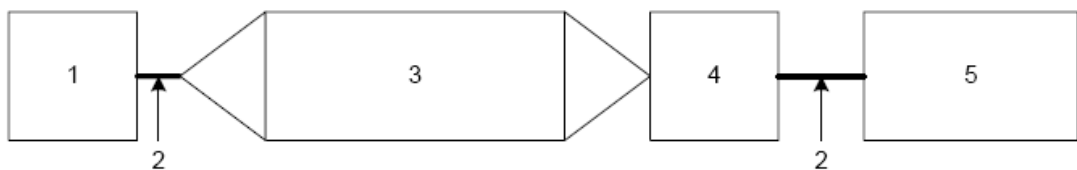
## 6 接地线

### 3.5 瞬态试验脉冲的应用- CCC 方法

使用  $50\ \Omega$  同轴电缆，试验脉冲发生器应连接到 CCC，CCC 另一端接  $50\ \Omega$  电阻。同轴电缆不能长于  $1\ \text{m}$ 。

试验脉冲发生器应在试验进行之前校准（参见图 4）。脉冲幅度使用示波器连接耦合钳进行校准，耦合钳端接  $50\ \Omega$  衰减器和  $50\ \Omega$  示波器。校准期间不允许导线穿过耦合钳。

$50\ \Omega$  同轴电缆连接  $50\ \Omega$  示波器和  $50\ \Omega$  衰减器进行电压测量。衰减器用于代替 CCC 终端电阻。示波器的阻抗应根据衰减器的规格选择。



图中：

- 1 测试脉冲发生器
- 2  $50\ \Omega$  同轴电缆
- 3 CCC
- 4  $50\ \Omega$  衰减器
- 5 示波器

图 4 试验脉冲幅值校准总体布置图- CCC方法

### 3.6 瞬态试验脉冲的应用- DCC 方法

对于 DCC 方法，脉冲发生器的特性的校验应先测量开路电压，然后测量脉冲发生器端接电阻的脉冲电压，电阻应按 GB/T XXXXX.2 的规定适合于脉冲。

发生器的输出端通过耦合电容串联。高阻抗示波器用来测量电容器输出端的开路峰值电压。调节发生器输出实现测试电平。

### 3.7 瞬态试验脉冲的应用- ICC 方法

试验脉冲发生器通过单条连接电缆或多条电缆连接电感耦合钳，电缆不得长于  $0,5\ \text{m}$ 。

与 CCC 和 DCC 方法不同，ICC 方法规定测试电平不使用脉冲发生器的开路电压。ICC 方法使用图 5 中校准试验设置测量的输出电压来规定测试电平。耦合脉冲必须满足 4.6 条的要求。有关判断电感耦合因素过程参见附录 B。

图中：

- 1 测试脉冲发生器
- 2 示波器-  $1\ \text{M}\ \Omega$  输入
- 3 ICC
- 4 短路
- 5 校准夹具（参见附录 C）
- 6  $50\ \Omega$  同轴电缆

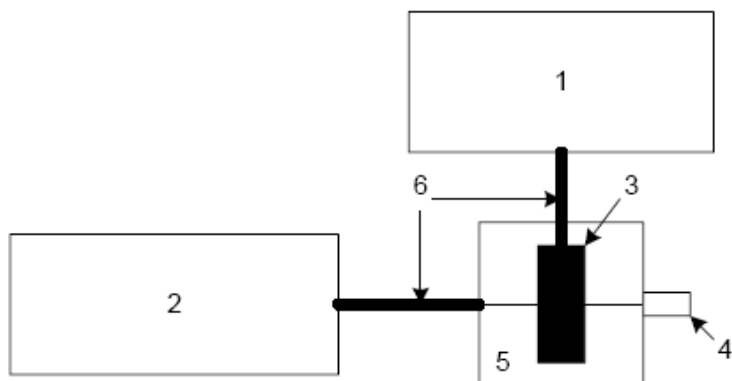


图 5 ICC校准的测试装置

## 4 测试仪器说明及规格

### 4.1 电源

试验使用 GB/T XXXXX.2 规定的电源。

### 4.2 示波器

试验使用 GB/T XXXXX.2 规定的示波器和探针。

### 4.3 试验脉冲发生器

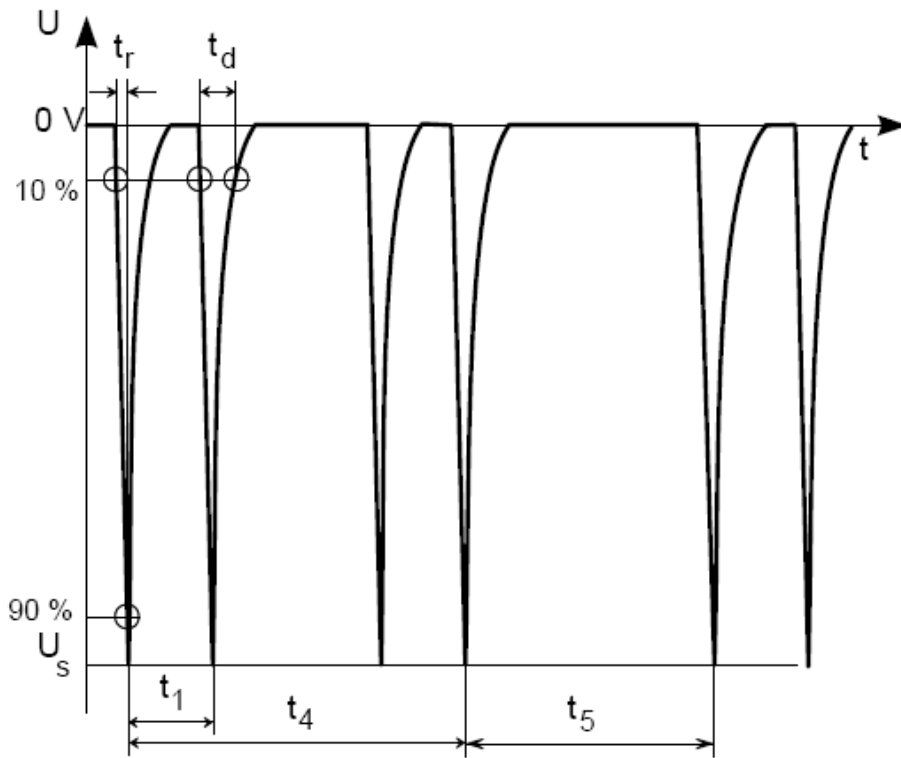
试验脉冲发生器应能够生成图 6、7、8 和 9 所示的试验脉冲，应在图中的限制范围内进行调整。

应使用 GB/T XXXXX.2 规定的脉冲发生器，依据 GB/T XXXXX.2 附录 D 进行波形校验。

#### 4.3.1 快速瞬态试验脉冲a和b

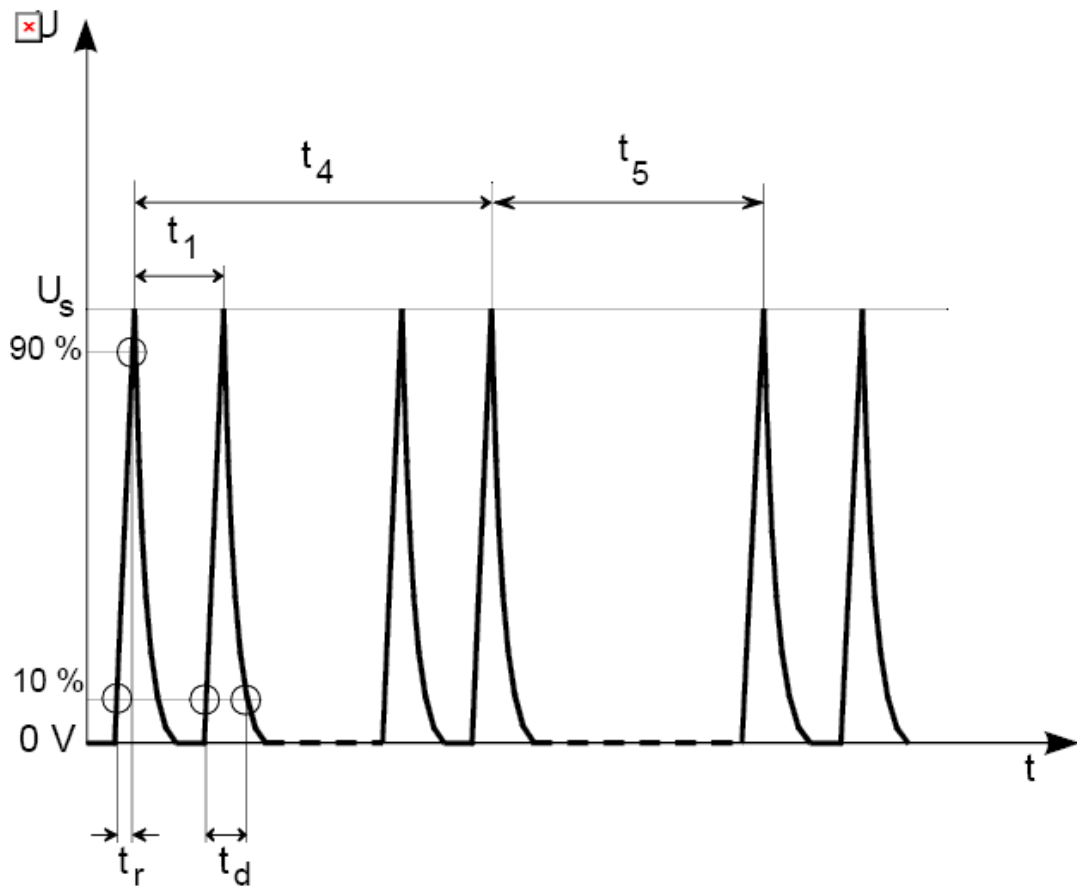
快速瞬态试验脉冲是模拟开关过程产生的电瞬态。电瞬态的特性受线束的分布电容和电感的影响。

脉冲形状和参数参见图 6 和图 7。



参数	12V 系统	24V 系统	42V 系统
$U_0$ in V	13.5	27	42
$U_s$ in V	参见表格 A.1	参见表格 A.2	参见表 A.3
$t_r$ in ns	5	5	5
$t_d$ in $\mu$ s	0.1	0.1	0.1
$t_1$ in $\mu$ s	100	100	100
$t_4$ in ms	10	10	10
$t_5$ in ms	90	90	90
$R_i$ in ohms	50	50	50

图 6 快速瞬时试验脉冲



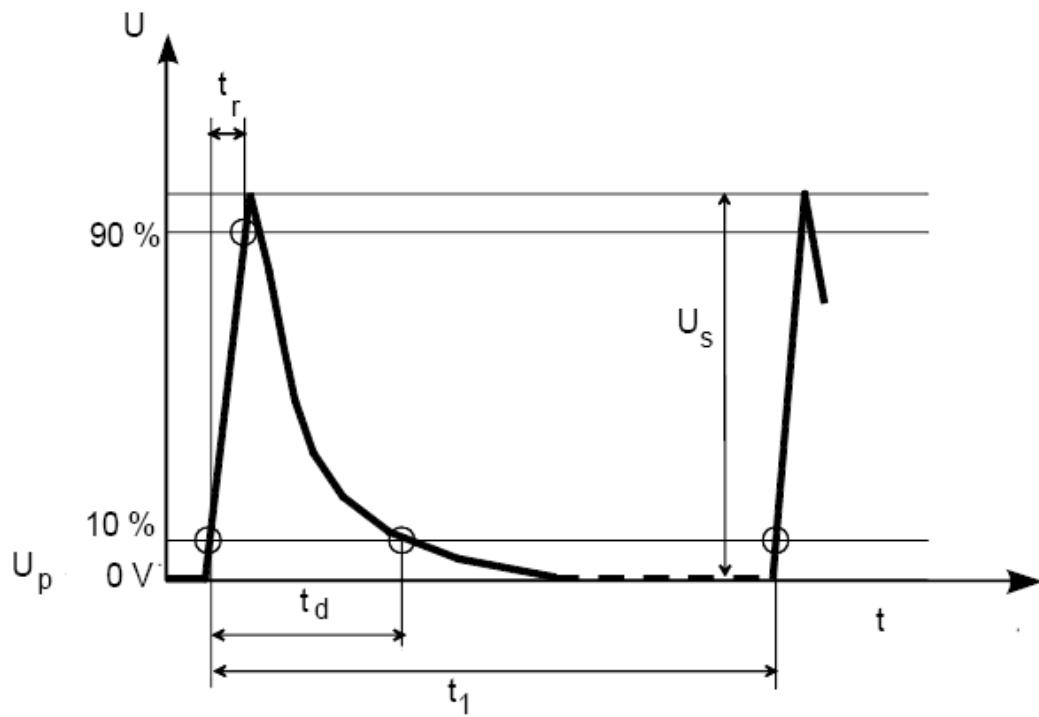
参数	12 V 系统	24 V 系统	42 V 系统
$U_b$ in V	13.5	27	42
$U_s$ in V	见表 A.1	见表 A.2	见表 A.3
$t_r$ in ns	5	5	5
$t_d$ in $\mu$ s	0.1	0.1	0.1
$t_1$ in $\mu$ s	100	100	100
$t_4$ in ms	10	10	10
$t_5$ in ms	90	90	90
$R_i$ in ohms	50	50	50

图 7 快速瞬时试验脉冲 b

#### 4.3.2 低速瞬态试验脉冲

低速瞬态试验脉冲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为负载。

脉冲形状和参数参见图 8 和图 9。



参数:

$V_s$  : 在测试计划中定义

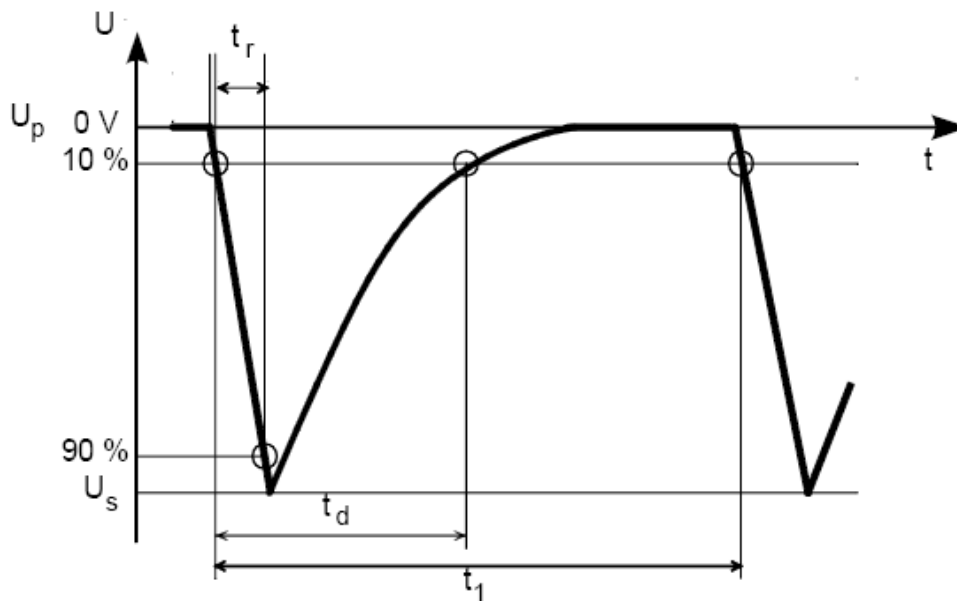
$R_l = 20 \text{ ohms}$

$t_1 = 0.5 \text{ s} \sim 5 \text{ s}$

$t_d = 0.5 \text{ ms}$

$t_r \leq 1 \mu\text{s}$

图 8 低速瞬时脉冲-有源



参数:

$V_s$  : 在测试计划中定义

$R_I = 2 \text{ Ohms}$

$t_1 = 0.5 \text{ s} \sim 5 \text{ s}$

$t_d = 0, .5 \text{ ms}$

$t_r \leq 1 \mu\text{s}$

图 9 低速瞬时脉冲-阴极

#### 4.4 电容耦合钳

和 DUT、线束和/或辅助设备没有任何电连接的被测电路使用 CCC 耦合试验脉冲方式。

CCC 耦合效率取决于电缆的直径和材料。

如图 10 所示的 CCC 材料可以是黄铜，铜或镀锌钢。

CCC 的两端应配备  $50\Omega$  同轴电缆连接盒。

使用 CCC 的推荐试验总体配置如图 1 所示。

CCC 的特性遵循：

- 电缆和钳之间的典型耦合电容：大约  $100 \text{ pF}$ （最大  $200 \text{ pF}$ ）；
- 导线的直径适用范围： $4 \text{ mm}$  到  $40 \text{ mm}$ ；
- 脉冲电压绝缘强度： $\geq 200 \text{ V}$ ；
- 阻抗（钳中没有导线穿过）： $(50 \pm 5) \Omega$ 。

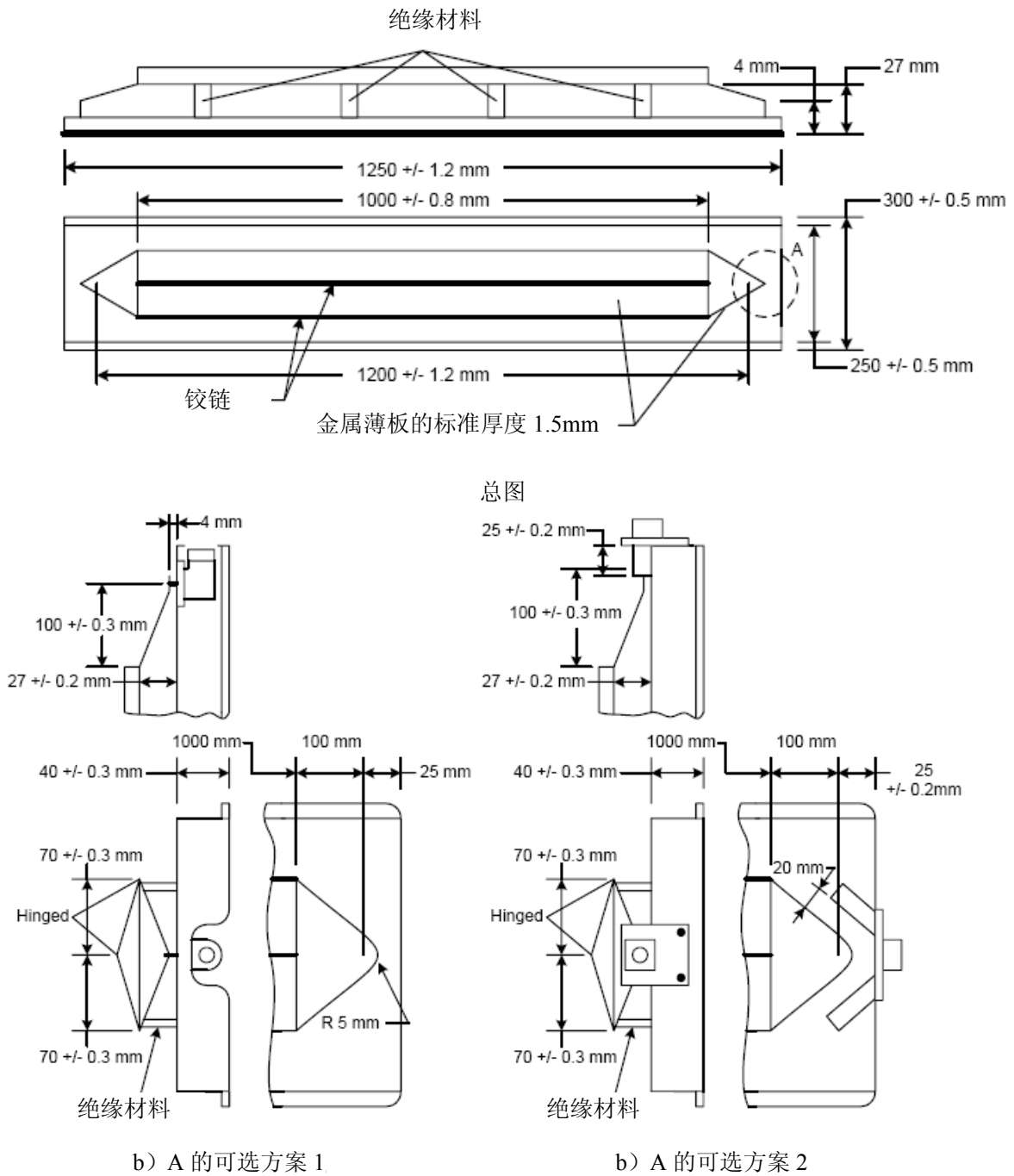


图10 电容耦合钳

#### 4.5 直接耦合电容

非极化的电容额定电压应为最大外加电压的至少两倍。电容值如表 4 所示，容限+ / - 10 %。

## 4.6 电感耦合钳

ICC 是特殊的大电流注入 (BCI) 探头。和 DUT、线束和/或辅助设备没有任何电连接的被测电路使用它的耦合试验脉冲方式。校准试验的总体布置 (参见图 5) 测量的耦合脉冲应该满足表 4 的要求

表 4 ICC - 耦合脉冲的特性

参数	12 V 系统	24 V 系统	42 V 系统
$t_d$ in $\mu\text{s}$	7 +/- 30%	7 +/- 30%	7 +/- 30%
$t_r$ in $\mu\text{s}$	$\leq 1, 2$	$\leq 1, 2$	$\leq 1, 2$



## 附录 A

(规范性附录)

### 失效模式严重程度分类

#### A.1 范围

这个附录的目是提供汽车的电子器件在标准描述的试验条件下功能状况的分类方法。

这个附录描述的方法仅适用于汽车电子器件应用标准所述的试验方法进行的台架试验。

#### A.2 概述

必须着重强调的是零部件或系统的试验条件仅代表 DUT 实际所处的环境，也就是说 DUT 在车辆中应用时的条件。这会确保敏感系统的可靠的工程设计和经济地优化设计。

也应注意本附录不是产品规格也没有产品规格的功能。然而，对于特殊被测器件，使用本附录内的概念并且谨慎应用以及制造商和使用者之间认真协商，本文有可能改进为功能状态规格书。事实上，本文也是对特殊 DUT 在特定瞬时骚扰的影响下如何运行的综述（参见条款 A.5）。

#### A.3 失效模式分类系统的要素

功能状态分类：DUT 处于某种电磁环境时的工作状态以及之后的工作状态。试验脉冲和方法：参考适于 DUT 的代表性试验脉冲和试验方法。在这种情况下所需信息参见本标准的主体部分。试验脉冲严格性：基本脉冲参数的严酷电平规格。

#### A.4 功能状态分类

##### A.4.1 概述

本要素描述了 DUT 试验期间和试验后的功能状态。

每个试验应说明最低功能状态。附加试验需求由供应商和车辆制造商协商决定。

下列任何分类都不允许无用操作。

A 类：

试验期间和试验后 DUT 设备/系统的所有功能和设计的一样正常。

B 类：

试验期间 DUT 的所有功能和设计一样正常工作，但是其中一个或多个功能超出规定容限。

试验后所有功能自动恢复正常范围。记忆功能应该归到 A 类。

试验期间 DUT 的某项功能必须和设计一样，某项功能可以超过规定容限都应由车辆制造商说明。

C 类：

试验期间 DUT 的一个或多个功能不能和设计的一样正常工作，但是试验后自动回到正常运

行。

D 类:

试验期间设备 / 系统的一个或多个功能不能依照设计正常工作, 试验后不能恢复正常工作, 通过一次“操作员 / 使用”复位动作才恢复正常。

E 类:

试验期间 DUT 的一个或多个功能不能依照设计正常工作, 试验后不能恢复正常工作, 只有进行修理或替换设备 / 系统。

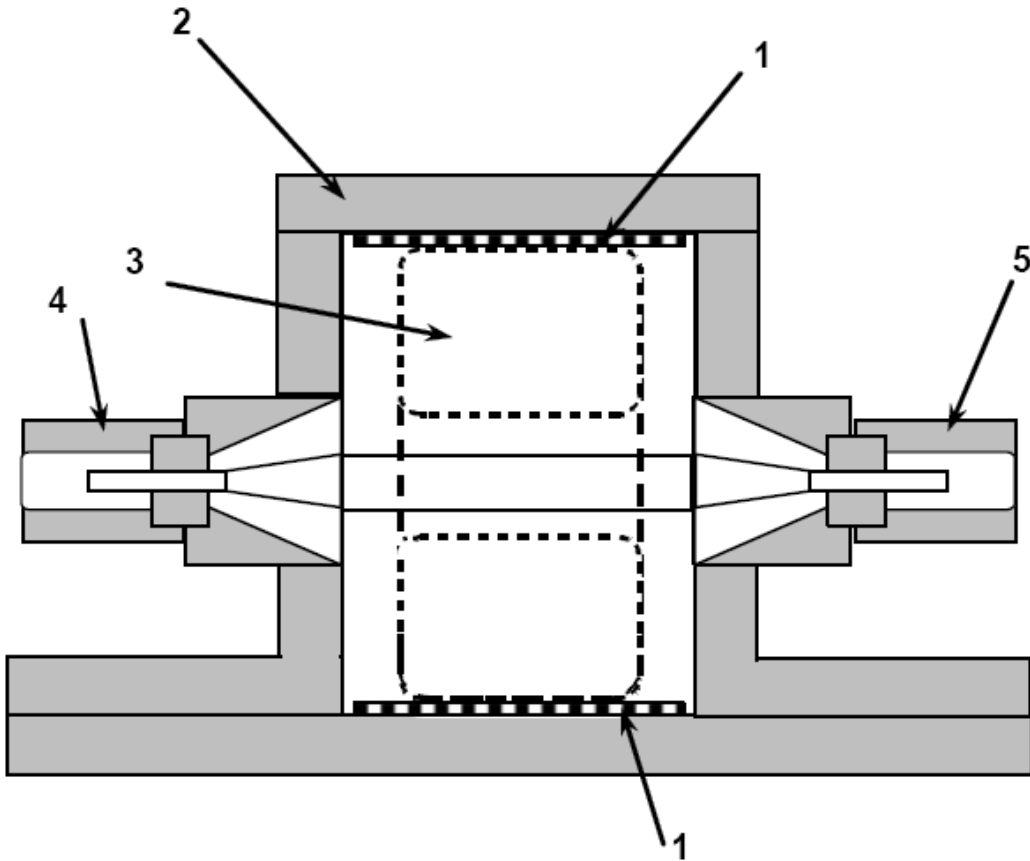
注: “功能”一词这里仅与电子控制系统功能有关。

## 附录 B

(规范性附录)

### ICC 试验方法中的校准夹具

校准夹具的物理尺寸应和被校准的注入探头兼容。



图中：

- 1 绝缘
- 2 可移动的金属盖
- 3 电流注入探头
- 4 同轴连接器
- 5 同轴连接器

图B.1 校准夹具示例

## 附录 C

### (资料性附录)

### 试验电平

#### C.1 试验脉冲的严酷性的分级

基于 12V 系统所有的 3 方法和 24V 系统快速瞬态脉冲方法的经验。42V 系统的值是从现有经验推出的。取得 24 和 42V 系统的经验值可以更新表格。

##### C.1.1 概述

推荐最小和最大严酷电平位于表 C.1 到表 C.3 的 I 和 IV 列。

试验电平和测试时间取值可以根据车辆制造商和供应商的协商选择这些值或者取中间某值。如果没有指定值，推荐从表 c.1 到表 c.3 的 I 列到 IV 列选择。

##### C.1.2 12V 电气系统

推荐值见表 C.1。

测试脉冲1)	可选择测试电平3)	测试电平Vs2) 4)				测试时间 (min)	脉冲循环时间 (ms)	
		I (min)	II	III	IV (max)		Min	Max
		-10	-20	-40	-60	10	100	100
快a (DCC和CCC)		+10	+20	+30	+40	10		
快b (DCC和CCC)		+8	+15	+23	+30	5		
DCC慢+		-8	-15	-23	-30	5		
DCC慢-		+3	+4	+5	+6	TBD		
ICC慢+		-3	-4	-5	-6	TBD		
ICC慢-								

- 1) 测试脉冲如 4.3
- 2) 表中的幅值是4.3每个测试脉冲定义的值Vs。
- 3) 电平值应在车辆制造商和供应商间达成一致。
- 4) Vs对于CCC方法参考CCC的输出或者对于DCC方法是开放电路的输出电压。

##### C.1.3 24 V 电气系统

测试脉冲1)	可选择测试电平3)	测试电平Vs2) 4)				测试时间 (min)	脉冲循环时间 (ms)	
		I (min)	II	III	IV (max)		Min	Max
		-14	-28	-56	-80	10	100	100
快a (DCC和CCC)		+14	+28	+56	+80	10	100	100
快b (DCC和CCC)								

DCC慢+		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
DCC慢-		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
ICC慢+		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
ICC慢-		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

- 1) 测试脉冲如 4.3
- 2) 表中的幅值是4.3每个测试脉冲定义的值Vs。
- 3) 电平值应在车辆制造商和供应商间达成一致。
- 4) Vs对于CCC方法参考CCC的输出或者对于DCC方法是开放电路的输出电压。

#### C.1.4 42 V 电气系统

测试脉冲1)	可选择测试电平3)	测试电平Vs2) 4)				测试时间 (min)	脉冲循环时间 (ms)	
		I (min)	II	III	IV (max)		Min	Max
快a (DCC和CCC)		-10 (-20)	-20 (-40)	-40 (-80)	-60 (-120)	10	100	100
快b (DCC和CCC)		+10	+20	+30	+40	10	100	100
DCC慢+		+8	+15	+23	+30	5		
DCC慢-		-8	-15	-23	-30	5		
ICC慢+		+3	+4	+5	+6	TBD		
ICC慢-		-3	-4	-5	-6	TBD		

- 1) 测试脉冲如 4.3
- 2) 表中的幅值是4.3每个测试脉冲定义的值Vs。
- 3) 电平值应在车辆制造商和供应商间达成一致。
- 4) Vs对于CCC方法参考CCC的输出或者对于DCC方法是开放电路的输出电压。

示例：这个示例是为了说明设备提供商怎么描述他所出售设备的性能。这个示例显示了设备所有可利用的测试脉冲和功能状态和他位于的测试安全类别。

注：当为了增强测试脉冲的安全性而测试设备时，应尽量避免来自以前测试累积效应的影响，如果同样的设备被用于所有的测试。

表 C.4

测试脉冲	关于测试的功能状态				评价
	I	II	III	IV	
Fast a	A	A	B	C	
Fast b	A	A	B	C	

示例：这个例子说明了用户怎么描述特殊设备的最小需要。这个例子由用于工程和购买须知的产品说明组成。

表 C.5

测试脉冲	测试电平	功能状态	测试时间	评价
------	------	------	------	----

	V		Min	
快 a	-60	C	10	
快 b	+40	C	10	

## 附录 D

(资料性附录)

### 感应耦合系数的估计

感应耦合系数k的估计需要用到表D1中线束的分类。

表D.1 图D1中线束的分类

线束直径	Set
$d \leq 11\text{mm}$	B11
$11\text{mm} < d \leq 15\text{mm}$	B15
$15\text{mm} < d \leq 20\text{mm}$	B20
$20\text{mm} < d \leq 25\text{mm}$	B25
$25\text{mm} < d \leq 30\text{mm}$	B30
$30\text{mm} < d \leq 35\text{mm}$	B35

在线束内部的公共路径定义耦合网络。耦合系数k取决于线束直径的参数（见图D1）。

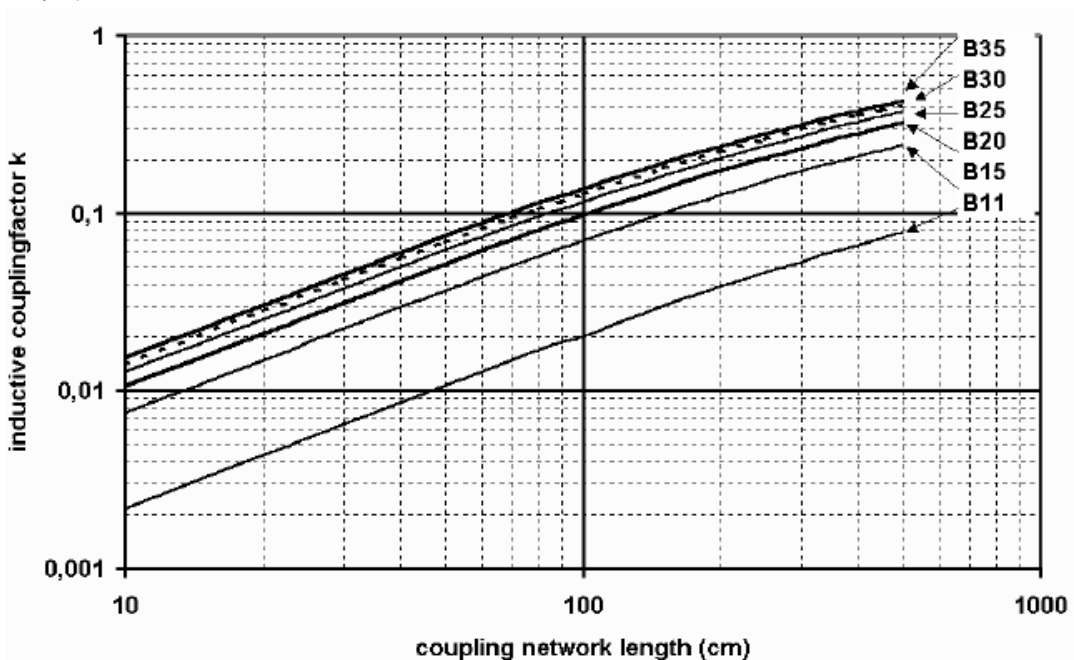


图 D.1- 慢瞬态测试脉冲时耦合系数、耦合网络长度和线束直径的关系

峰值干扰电压（测试电压  $U_{test}$ ）用下面的方程定义。

$$\hat{U}_{test} = k * \hat{U}_{switchoff}$$

其中：

k是感应耦合系数，见图D.1

$U_{switchoff}$ 是由开关产生的峰值电压。

$U_{test}$ 可以作为一个估计测试电平安全值，需要特殊的说明。使用程序3.7，信号发生器的输出电压可以分离出来。