



中华人民共和国国家标准

GB/T 21437.3—2021

代替 GB/T 21437.3—2012

道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第3部分： 对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性

Road vehicles—Test method of electrical disturbances from conduction and coupling—Part 3: Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via lines other than supply lines

(ISO 7637-3:2016, Road vehicles—Electrical disturbances from conduction and coupling—Part 3: Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via lines other than supply lines, MOD)

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验方法	1
4.1 概述	1
4.2 标准试验条件	2
4.3 接地平板	2
4.4 试验布置	2
4.5 容性耦合钳(CCC)法	3
4.6 直接电容器耦合(DCC)法	4
4.7 感性耦合钳(ICC)法	7
5 试验设备	9
5.1 电源	9
5.2 示波器和探头	10
5.3 瞬态脉冲发生器	10
5.4 容性耦合钳	13
5.5 直接电容器耦合	15
5.6 感性耦合钳	15
附录 A(规范性) ICC 法的校准夹具	16
附录 B(资料性) 试验脉冲严酷等级示例	17
B.1 一般规定	17
B.2 试验脉冲严酷等级	17
B.3 试验脉冲严酷等级分类应用示例	18
附录 C(资料性) 感性耦合系数的估算	19

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 21437《道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法》的第3部分。GB/T 21437 已经发布了以下部分：

- 第1部分：定义和一般规定；
- 第2部分：沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性；
- 第3部分：对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性。

本文件代替 GB/T 21437.3—2012《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》，与 GB/T 21437.3—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 对范围进行了简化，有关内容调整到 4.1 中(见第1章、4.1, 2012年版的第1章)；
- 标准适用范围删除了“42V”电气系统(见第1章, 2012年版的第1章)；
- 接地平板厚度由“最小为 1 mm”更改为“最小为 0.5 mm”(见 4.3, 2012年版的 3.3)；
- CCC 试验中“受试线束的长度不超过 2 m”更改为“受试线束总长度为 $1\,700^{+300}_0$ mm”(见 4.5.4, 2012年版的 3.4.2)；
- DCC 试验中“线束的长度应在 1 000 mm 和 2 000 mm 之间”更改为“线束的长度应为 $1\,700^{+300}_0$ mm”(见 4.6.4, 2012年版的 3.4.3)；
- ICC 试验中“试验线束(长度 ≤ 2 m)”更改为“线束长度应为 $1\,700^{+300}_0$ mm”(见 4.7.3, 2012年版的 3.4.4)；
- 增加了 DCC 法电平校准的具体方法和示意图(见 4.6.3)；
- 增加了 ICC 法电平校准的具体方法和示意图(见 4.7.2, 2012年版的 3.4.4)；
- 更改了 DCC 法试验布置, 分别给出了快速脉冲和慢速脉冲的不同布置方法(见 4.6.4, 2012年版的 3.4.3)；
- 快速脉冲由“快速脉冲 a、b”更改为“快速脉冲 3a、3b”，脉冲参数 t_r 、 t_d 有适当调整, 与 GB/T 21437.2 中脉冲 3a、3b 一致(见 5.3.3, 2012年版的 4.3.2)；
- 慢速脉冲由“慢速脉冲——正脉冲、负脉冲”更改为“慢速脉冲——正脉冲 2a、负脉冲 2a”，参数 t_r 、 t_1 有适当调整, 与 GB/T 21437.2 中脉冲 2a 一致(见 5.3.2, 2012年版的 4.3.3)。

本文件修改采用 ISO 7637-3:2016《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》。

本文件与 ISO 7637-3:2016 的技术性差异及原因如下：

- 对范围进行了修改和简化, 明确适用于 M、N、O、L 类车辆用电气/电子部件；
- 用规范性引用的 GB/T 21437.1 替换了 ISO 7637-1(见第3章), 以适应我国的技术条件、增加可操作性；
- 用规范性引用的 GB/T 21437.2 替换了 ISO 7637-2(见 4.5.2、5.2、5.3.1), 以适应我国的技术条件、增加可操作性；
- 删除了 ISO 7637-3:2016 中的“4.7.2 发生器验证”，不符合中文表达习惯且无实质内容, 后续条款顺延；
- 用规范性引用的 GB/T 33014.4 替换了 ISO 11452-4(见 4.7.3), 以适应我国的技术条件、增加

可操作性。

本文件做了下列编辑性改动：

- 将图 3 中 2 个分图的说明合并,将图 3 a)中“2”改为“2a”、“4”改为“4a”、“6”改为“6a”、“7”改为“8”,将图 3 b)中“2”改为“2b”、“4”改为“4b”、“6”改为“6b”;
- 对图 4 和图 5 的图题及编号做了调整;
- 将图 4 中 2 个分图的说明合并,将图 4 a)中“9”改为“9a”,将图 4 b)中“9”改为“9b”;
- 将图 5 中 2 个分图的说明合并,将图 5 a)中“9”改为“10”,将图 5 b)中的脚注“a,b”改为“b,c”;
- ISO 7637-3:2016 正文中对表 4 没有提及,本文件在 5.3.2 中补上;
- 规范了表 4、表 5 的表头;
- ISO 7637-3:2016 正文对附录 A 没有提及,本文件在 4.7 中增加了“附录 A 给出了校准夹具的示例”;
- 删除和调整了附录 B 一些重复或多余的注释,对附录 B 类别 1、类别 2、类别 3 给出了注释说明,便于理解使用。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本文件起草单位:中国汽车技术研究中心有限公司、中国电子技术标准化研究院、襄阳达安汽车检测中心有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、中国汽车工程研究院股份有限公司、长春汽车检测中心有限责任公司、上汽大众汽车有限公司、苏州泰思特电子科技有限公司、上海汽车集团股份有限公司技术中心、杭州远方电磁兼容技术有限公司、上海电器科学研究院、长城汽车股份有限公司、郑州宇通客车股份有限公司、奥德科机动车零部件检测(泰州)有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、上海汽车商用车技术中心。

本文件主要起草人:崔强、许秀香、刘欣、刘克涛、米进财、黄雪梅、周加康、刘新亮、胡小军、肖晶、涂辛雅、刘媛、楚艳钢、樊森、白云飞、邓福启、沈晓斌。

本文件于 2012 年首次发布,本次为第一次修订。

引 言

车辆在正常运行期间会产生电气骚扰和射频骚扰。这些骚扰信号频率范围宽并且可以通过传导、耦合或辐射的方式影响车载电气/电子部件和系统。

近年来,车辆大量安装了用于实现控制、监视和显示等各种功能的电气/电子部件和系统,其容易受到车辆自身电气/电子系统(例如:点火系统,发电机/交流发电机系统,电动机和执行器等)产生的骚扰而发生性能下降(暂时故障,甚至是永久损坏)。

GB/T 21437《道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法》旨在确立道路车辆用电气/电子部件的电瞬态传导发射和抗扰性试验方法,拟由 5 个部分构成。

- 第 1 部分:定义和一般规定。目的在于规定术语和定义、试验条件、功能特性状态分类等。
- 第 2 部分:沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性。目的在于规定沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性试验的试验设备、试验方法和要求等。
- 第 3 部分:对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性。目的在于规定耦合到非电源线电瞬态脉冲的抗扰性台架试验方法。
- 第 4 部分:沿高压屏蔽电源线的电瞬态传导发射和抗扰性。目的在于规定沿屏蔽高压电源线的电瞬态传导试验方法。
- 第 5 部分:脉冲发生器及验证方法的补充。目的在于确保测试结果具有可比性和可重复性。



道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第3部分： 对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性

1 范围

本文件规定了电气/电子部件对耦合到非电源线电瞬态脉冲的抗扰性的台架试验方法。
本文件适用于 M、N、O、L 类车辆用标称电压 12 V 或 24 V 的电气/电子部件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 21437.1 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第1部分：定义和一般规定(GB/T 21437.1—2021, ISO 7637-1:2015, MOD)

GB/T 21437.2 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第2部分：沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性(GB/T 21437.2—2021, ISO 7637-2:2011, MOD)

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(GB/T 33014.4—2016, ISO 11452-4:2005, MOD)

3 术语和定义

GB/T 21437.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验方法

4.1 概述

本文件描述了电气/电子部件[即，被测装置(DUT)]对耦合电瞬态脉冲抗扰性的三种试验方法：容性耦合钳(CCC)法、直接电容器耦合(DCC)法、感性耦合钳(ICC)法。试验需在试验室中进行。

试验瞬态脉冲模拟快速和慢速电瞬态骚扰，例如感性负载切换、继电器触点弹跳等引起的瞬态骚扰。本部分给出的试验脉冲均为典型脉冲，反映了车辆中可能出现的瞬态脉冲的主要特征。

如果电气/电子部件靠自身的功能或结构不会受到本部分规定的脉冲影响，试验中无需施加这些脉冲。需要额外施加的试验脉冲，由车辆制造商和零部件供应商协商进行定义。

试验计划至少应包括如下方面：

- 采用的试验方法；
- 施加的试验脉冲；
- 试验脉冲幅度；
- 试验脉冲数量；

- DUT 操作方式；
- 线束(产品线束或试验线束)；
- 使用容性耦合钳法时容性耦合钳所用的导线；
- 使用直接电容器耦合法时所用的导线；
- 使用直接电容器耦合法时采用的电容值；
- 使用感性耦合钳法时感性耦合钳所用的导线；
- 使用感性耦合钳法时感性耦合钳的类型。

DUT 的抗扰性评价试验严酷等级由车辆制造商和零部件供应商协商确定,可从附录 B 中选择。

表 1 给出了三种不同试验方法的适用性。可从慢速电瞬态脉冲试验方法和快速电瞬态脉冲试验方法中各选择一种适用 DUT 的方法。

表 1 试验方法适用性

瞬态类型	CCC 法	DCC 法	ICC 法
慢速脉冲 2a	不适用	适用	适用
快速脉冲 3a 和 3b	适用	适用	不适用

4.2 标准试验条件

如下标准试验条件应满足 GB/T 21437.1 的规定：

- 试验温度；
- 供电电压。

除特殊规定外,试验严酷电平的允差应为 $+10\%$ 。

4.3 接地平板

接地平板应为最小厚度 0.5 mm 的金属薄板(如紫铜、黄铜或镀锌钢板)。接地平板的最小宽度应为 1 000 mm,或整个试验布置下方的宽度(不包括电源和瞬态脉冲发生器)再加 200 mm,取两者中尺寸较大的平板。接地平板的最小长度应为 2 000 mm,或者整个试验布置下方的长度(不包括电源和瞬态脉冲发生器)再加 200 mm,取两者中尺寸较大的平板。

4.4 试验布置

DUT 应按要求布置并连接。按 4.5.4、4.6.4 和 4.7.3 中的描述使用试验线束或产品线束将 DUT 与其正常运行所使用的装置(负载、传感器等)进行连接。如无法使用 DUT 运行的实际信号源,可使用模拟信号源。

DUT 应放置在接地平板上方(50±5) mm 的非导电性、低相对介电常数($\epsilon_r \leq 1.4$)材料的绝缘支撑物上。如 DUT 以近端方式接地(接地线最大长度 200 mm),DUT 连接至接地平板的接地回线应在试验计划中规定。

DUT 的外壳接地应反映车辆安装情况并应在试验计划中规定。

所有线束应放置在接地平板上方(50±5)mm 的非导电性、低相对介电常数($\epsilon_r \leq 1.4$)材料的绝缘支撑物上,所有负载、传感器等的接地(接地线、金属外壳)尽可能使用最短的线连接到接地平板。

为了使 DUT 无关的容性耦合最小化,DUT 和所有其他的导电结构(试验布置下方的接地平板除外)例如屏蔽室墙壁的最短距离应大于 0.5 m。

4.5 容性耦合钳(CCC)法

4.5.1 概述

CCC法适用于耦合快速电瞬态试验脉冲,特别适用于带有中等或大量导线的DUT。此方法不适用于耦合慢速电瞬态试验脉冲。

4.5.2 发生器验证

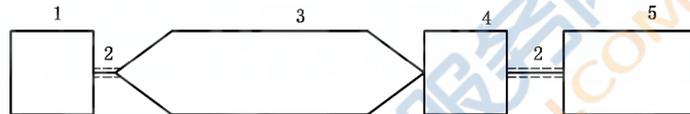
试验前应按GB/T 21437.2对瞬态脉冲参数(见表6、表7)进行验证。验证时应在端接 $50\ \Omega$ 的负载条件下进行。

4.5.3 瞬态脉冲电平校正

瞬态脉冲发生器应按图1进行连接。瞬态脉冲电平通过输入阻抗为 $50\ \Omega$ 示波器进行校正。

CCC(无内部连接电缆)输出端与示波器之间通过带有 $50\ \Omega$ 同轴电缆线的 $50\ \Omega$ 衰减器相连。在校正过程中不得有电缆通过耦合钳。严酷等级示例见附录B。

注:由于示波器和衰减器为 $50\ \Omega$ 负载,瞬态脉冲发生器的开路电压约是规定试验电压的2倍。



标引序号说明:

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1——瞬态脉冲发生器; | 4—— $50\ \Omega$ 衰减器; |
| 2—— $50\ \Omega$ 同轴电缆($\leq 1\ \text{m}$); | 5——示波器($50\ \Omega$ 输入阻抗)。 |
| 3——CCC; | |

图1 CCC法瞬态脉冲电平校正

4.5.4 DUT 试验

试验布置应满足4.4总体规定。CCC法的试验布置见图2。

穿过CCC的DUT线缆经协商确定并在试验计划中记录,其耦合长度为 $1\ \text{m}$ 。

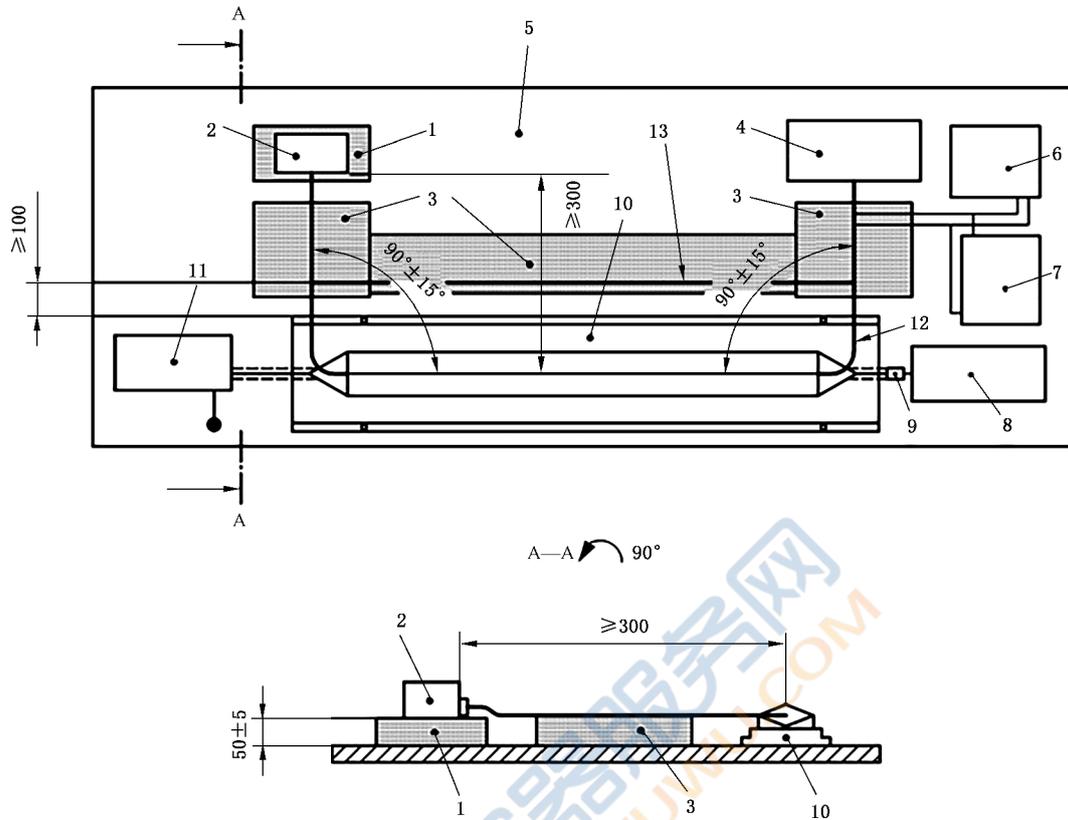
CCC方法中不包括 $12\ \text{V}/24\ \text{V}$ 电源线(正极线和回线),其他需要连接到辅助设备(如传感器)的回线或正极线应包含进去。如果辅助设备近端接地,不应包含近端接地连线。所有不包含的回线或正极线应在试验计划中注明。

位于CCC中的所有线缆应呈单层(典型值为10至20根线缆)平直放置,为测量DUT全部线缆,可进行多次试验。

CCC铰链盖应尽可能平放,确保与平放的受试线束尽可能多地接触。在CCC中应保持双绞线和屏蔽线的配置。带有多个连接器的DUT试验(所有连接器线束同时进行试验或单个连接器线束分别进行试验)或超过10根~20根线缆的线束试验应在试验计划中规定。

DUT和CCC之间以及外围设备和CCC之间的距离均应大于或等于 $300\ \text{mm}$ 。受试线缆在CCC之外的部分应置于接地平板上方 $(50\pm 5)\ \text{mm}$,并且和CCC纵向轴的夹角为 $90^\circ\pm 15^\circ$ 。试验中非受试线缆放置(无需直线放置)在耦合钳外、 $(50\pm 5)\ \text{mm}$ 高的绝缘支撑上,与耦合钳的最短距离为 $100\ \text{mm}$ 。上述规定长度之外的线缆布置应在试验计划中注明。

DUT与瞬态脉冲发生器应放在CCC的同一端。受试线束总长度为 $1\ 700^{+300}_0\ \text{mm}$ 。



标引序号说明：

- 1——绝缘支撑板；
- 2——DUT(接地在试验计划中规定)；
- 3——试验线束的绝缘支撑物；
- 4——模拟负载；
- 5——接地平板；
- 6——电源；
- 7——蓄电池；
- 8——示波器(50 Ω 输入阻抗)；
- 9——50 Ω 衰减器；
- 10——CCC；
- 11——瞬态脉冲发生器；
- 12——受试线缆；
- 13——非受试线缆。

图 2 CCC 法试验布置

4.6 直接电容器耦合(DCC)法

4.6.1 概述

DCC 法用电容器实现电瞬态的耦合。表 2 给出了耦合电容值,但用于耦合通信线(如 CAN 总线)的电容值除外,其应在试验计划中规定。无极性电容器电容值的允差为±10%、额定电压至少是施加电压的两倍、耗散因数应不大于 1%。

表 2 DCC 法采用的电容

试验脉冲	电容值
慢速电瞬态脉冲	0.1 μF
快速电瞬态脉冲	100 μF

4.6.2 发生器验证

瞬态脉冲参数(见图 8、图 9、图 10 和图 11)应按 GB/T 21437.2 在试验前进行验证。验证时应包括开路和带载两种情况。

当验证开路情况下快速瞬变脉冲特性时,建议使用一个 $1\text{ k}\Omega\sim 50\ \Omega$ 的适配器,然后连接输入阻抗为 $50\ \Omega$ 的示波器,这可使在开路情况下具有很短上升时间和持续时间的瞬态脉冲所引起的波动最小。

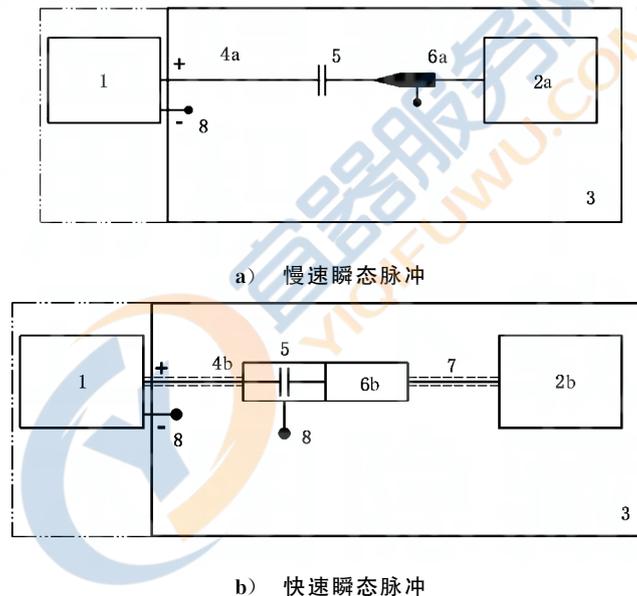
4.6.3 瞬态脉冲电平的校正

试验前,瞬态脉冲严酷等级(见附录 B 示例)应在电容器输出端进行校正:

——慢速瞬态脉冲应使用图 3a)的试验布置。瞬态脉冲电平应使用高阻抗的无源探头测量,探头应符合 GB/T 21437.2 的规定。

——快速瞬态脉冲应使用图 3b)的试验布置。电容器的输出端应连接 $1\text{ k}\Omega\sim 50\ \Omega$ 的适配器,然后连接到输入阻抗为 $50\ \Omega$ 的示波器。对通过适配器测量到的峰值脉冲电平进行修正,电容器应放置在接地的屏蔽盒中,使用 $50\ \Omega$ 同轴电缆与屏蔽盒连接。

信号发生器的接地应通过直流阻抗不大于 $2.5\ \text{m}\Omega$ 的搭接实现,搭接长度应小于 $100\ \text{mm}$ 。



标引序号说明:

- | | |
|--|--|
| 1 —— 瞬态脉冲发生器; | 5 —— 耦合电容器; |
| 2a —— 高阻抗输入示波器; | 6a —— 高阻抗无源电压探头(见 GB/T 21437.2); |
| 2b —— $50\ \Omega$ 输入阻抗示波器; | 6b —— $1\text{ k}\Omega\sim 50\ \Omega$ 适配器; |
| 3 —— 接地平板; | 7 —— $50\ \Omega$ 同轴电缆; |
| 4a —— 连接线; | 8 —— 接地连接(最大长度 $100\ \text{mm}$)。 |
| 4b —— $50\ \Omega$ 同轴电缆(最大长度 $500\ \text{mm}$); | |

图 3 DCC 法瞬态脉冲电平校正布置

4.6.4 DUT 试验

试验布置应满足 4.4 总体规定。DCC 法的试验布置见图 4。线束的长度应为 $1\ 700^{+300}_0\ \text{mm}$ 。

对快速瞬态脉冲试验,发生器应通过不超过 $500\ \text{mm}$ 长的 $50\ \Omega$ 同轴电缆连接到电容器。

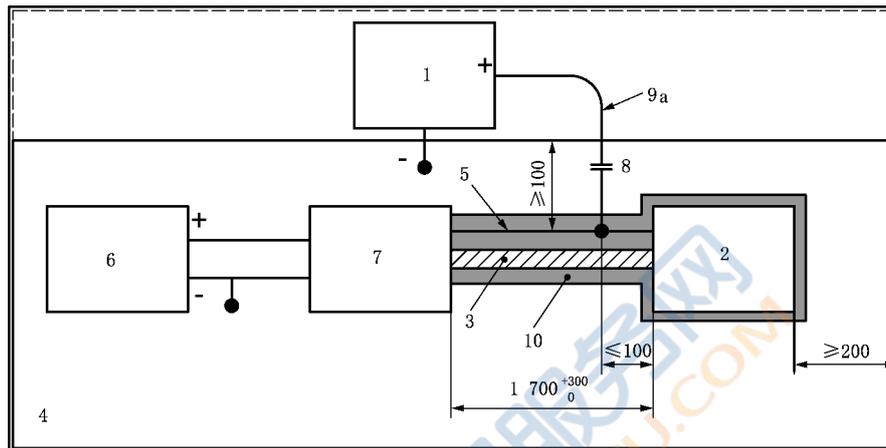
使用 DCC 方法,要对 DUT 每一条线缆进行单独试验。但对双绞线和平衡对称线(例如音响桥线,

CAN 通信线)进行试验时,应改为对所有线缆同时进行试验[图 5a)适用于慢速瞬态,图 5b)适用于快速瞬态]。需要注意的是不要影响 DUT 的有用信号。

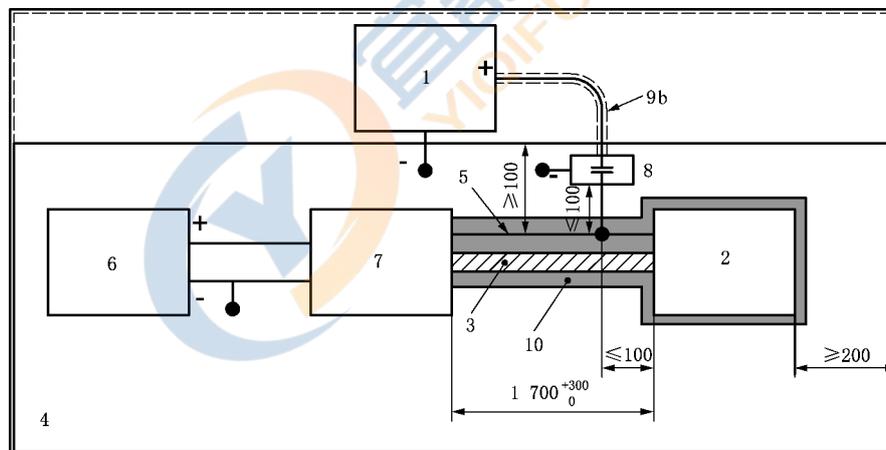
对慢速和快速瞬态脉冲试验,线缆/线束应放置在接地平板上方(50±5) mm 的非导电性、低相对介电常数($\epsilon_r \leq 1.4$)材料的绝缘支撑物上。

输入/输出线缆注入点和 DUT 之间的距离应不超过 100 mm。对快速脉冲,输入/输出线缆注入点和电容器屏蔽盒之间的距离应不超过 100 mm。输入/输出线缆与接地平板边缘之间的距离应不小于 100 mm。

单位为毫米



a) 慢速瞬态脉冲试验



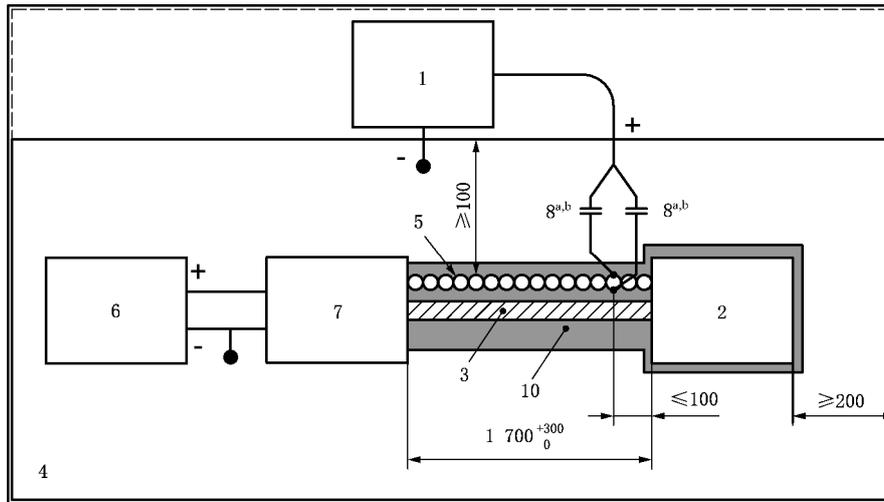
b) 快速瞬态脉冲试验

标引序号说明:

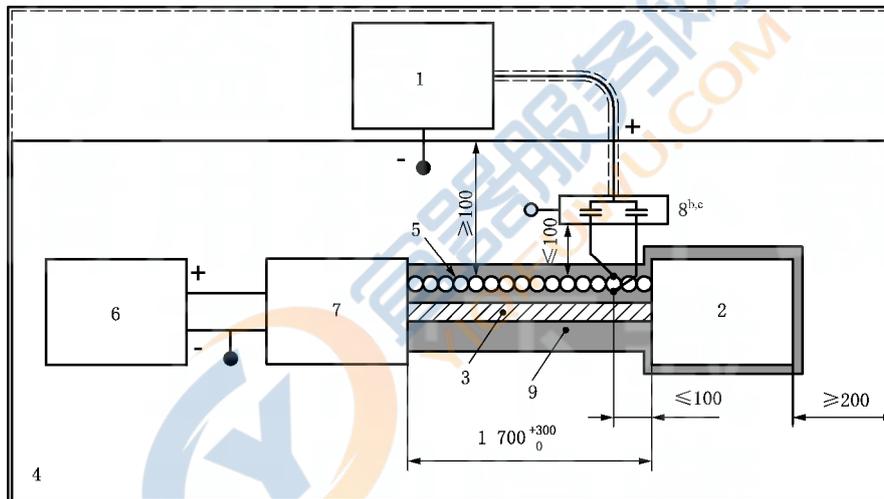
- | | |
|-----------------|---|
| 1 —— 瞬态脉冲发生器; | 7 —— 模拟负载; |
| 2 —— DUT; | 8 —— 高压无极性引线电容器(见表 2); |
| 3 —— 线束; | 9a —— 注入线; |
| 4 —— 接地平板; | 9b —— 50 Ω 同轴电缆(长度不超过 500 mm); |
| 5 —— 受试输入/输出线缆; | 10 —— 低相对介电常数($\epsilon_r \leq 1.4$)材料的绝缘支撑物。 |
| 6 —— 电源; | |

图 4 DCC 法试验布置

单位为毫米



a) 慢速瞬态脉冲试验



b) 快速瞬态脉冲试验

标引序号说明:

- | | |
|---------------|---|
| 1 —— 瞬态脉冲发生器; | 6 —— 电源; |
| 2 —— DUT; | 7 —— 模拟负载; |
| 3 —— 线束; | 8 —— 高压无极性引线电容器(见表 2); |
| 4 —— 接地平板; | 9 —— 50 Ω 同轴电缆(长度不超过 500 mm); |
| 5 —— 平衡对称线; | 10 —— 低相对介电常数($\epsilon_r \leq 1.4$)材料的绝缘支撑物。 |

^a 对慢速瞬态脉冲试验,推荐的电容器取值为 470 pF。

^b 选择电容器的容值时既要保证通信信号的正常传输,又要保证试验脉冲仍然能耦合到这些线缆中。

^c 对快速瞬态脉冲试验,推荐的电容器取值为 100 pF。

图 5 平衡对称线的试验布置

4.7 感性耦合钳(ICC)法

4.7.1 概述

ICC 法适用于耦合慢速电瞬态试验脉冲,特别适用于带有中等或大量受试线缆的 DUT。

4.7.2 瞬态脉冲电平校正

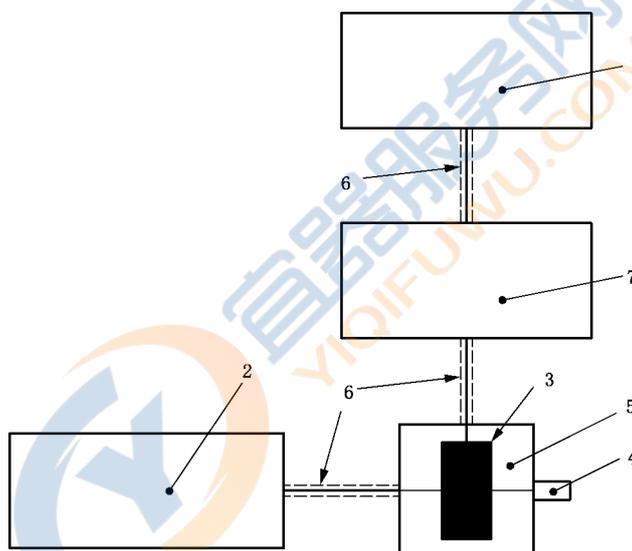
通过注入探头施加瞬态脉冲(图 8、图 9),按图 6 所示的试验布置通过高阻抗的示波器进行测量。瞬态脉冲的时域特性应满足表 3。

脉冲发生器的输出电压应通过图 6 所示的校准装置进行校正。需使用匹配网络(可选),可改变脉冲发生器的设置(如脉冲幅度和输入阻抗 R_i)使脉冲达到要求。

ICC 法的校准夹具应满足附录 A 的原则。附录 B 给出了试验严酷等级的示例。附录 C 给出了估算感应耦合系数的有关信息。

表 3 ICC 法瞬态脉冲特性

参数	12 V 系统	24 V 系统
t_d	$7(1 \pm 30\%) \mu s$	$7(1 \pm 30\%) \mu s$
t_r	$\leq 1.2 \mu s$	$\leq 1.2 \mu s$



标引序号说明:

- 1——瞬态脉冲发生器;
- 2——高阻抗示波器;
- 3——ICC;
- 4——短路电路;
- 5——校准夹具;
- 6——50 Ω 同轴电缆;
- 7——匹配网络(可选)。

图 6 ICC 法瞬态脉冲电平校正

4.7.3 DUT 试验

试验布置应满足 4.4 总体规定。

ICC 法的试验布置见图 7。耦合电路由能钳住所有信号线的 ICC 组成。DUT 的 12 V/24 V 供电线(接地线和电源线)不应包括在 ICC 中。从 DUT 到辅助设备(传感器、执行器等)的其他任何地线或电源线均应包含在 ICC 中。如果辅助设备以近地方式接地,接地连接应置于 ICC 之外。试验时 ICC 中包含的接地线和电源线的任何例外情况都应在试验计划中予以说明。

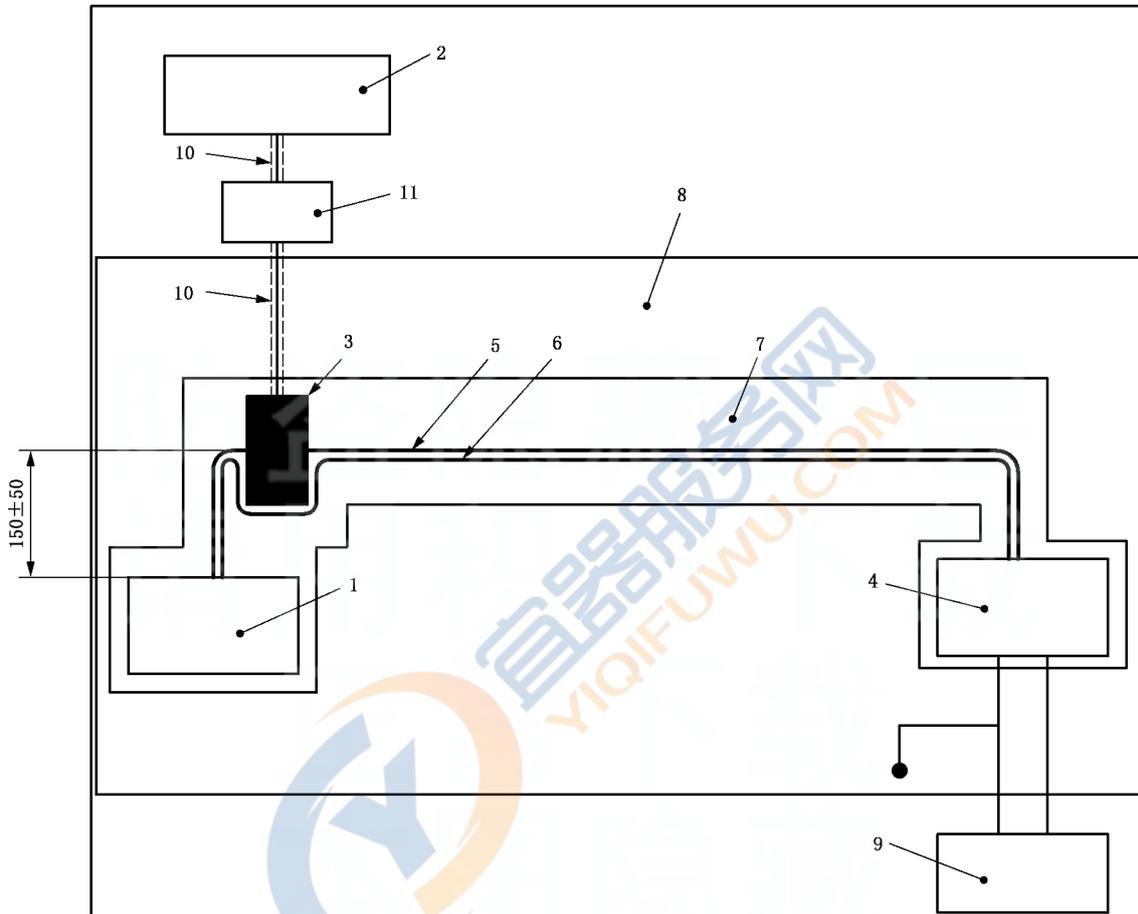
试验可按图 7 的布置进行,也可按 GB/T 33014.4 规定的平直线束布置进行。

DUT 有多个连接器时,试验条件(所有连接器线束同时进行试验或单个连接器线束分别进行试验)应在试验计划中规定。

线束应放置在接地平板上方(50 ± 5)mm 的非导电性、低相对介电常数($\epsilon_r \leq 1.4$)材料的绝缘支撑物上。线束长度应为 $1\,700^{+300}_0$ mm。ICC 中心距离 DUT 连接器(150 ± 50)mm。

负极性瞬态脉冲可通过反转线束上的注入探头来实现。

单位为毫米



标引序号说明:

- | | |
|---------------------|---|
| 1——DUT; | 7 ——低相对介电常数($\epsilon_r \leq 1.4$)材料的绝缘支撑物; |
| 2——瞬态脉冲发生器; | 8 ——接地平板; |
| 3——ICC; | 9 ——电源; |
| 4——模拟负载; | 10——50 Ω 同轴电缆; |
| 5——试验线束(DUT 电源线除外); | 11——匹配网络(可选)。 |
| 6——DUT 电源线; | |

图 7 ICC 法试验布置

5 试验设备

5.1 电源

应使用 GB/T 21437.2 规定的电源。

5.2 示波器和探头

除非另有规定,应使用 GB/T 21437.2 规定的示波器和探头。

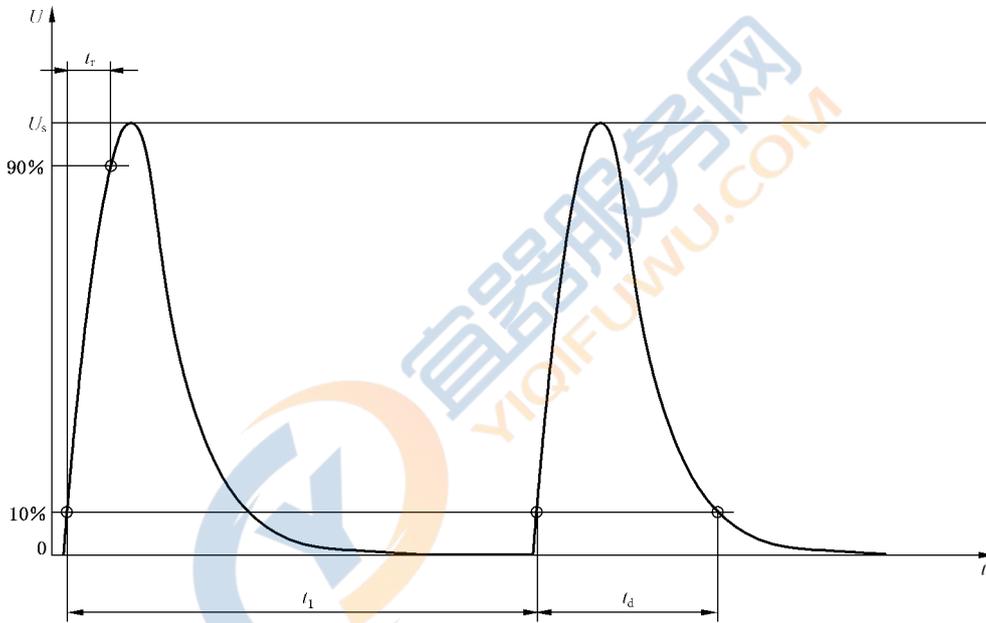
5.3 瞬态脉冲发生器

5.3.1 一般规定

应使用 GB/T 21437.2 规定的脉冲发生器并按其进行波形验证。其中试验电压 U_A 设置为 0 V。

5.3.2 慢速瞬态试验脉冲 2a

慢速瞬态试验脉冲用于模拟较大的感性负载电路断开时产生的瞬态脉冲,比如散热器风扇电机、空调压缩机、离合器等负载。负极性瞬态脉冲可通过切换发生器的输出连接来实现。脉冲波形见图 8、图 9,参数见表 4、表 5。



标引序号说明:

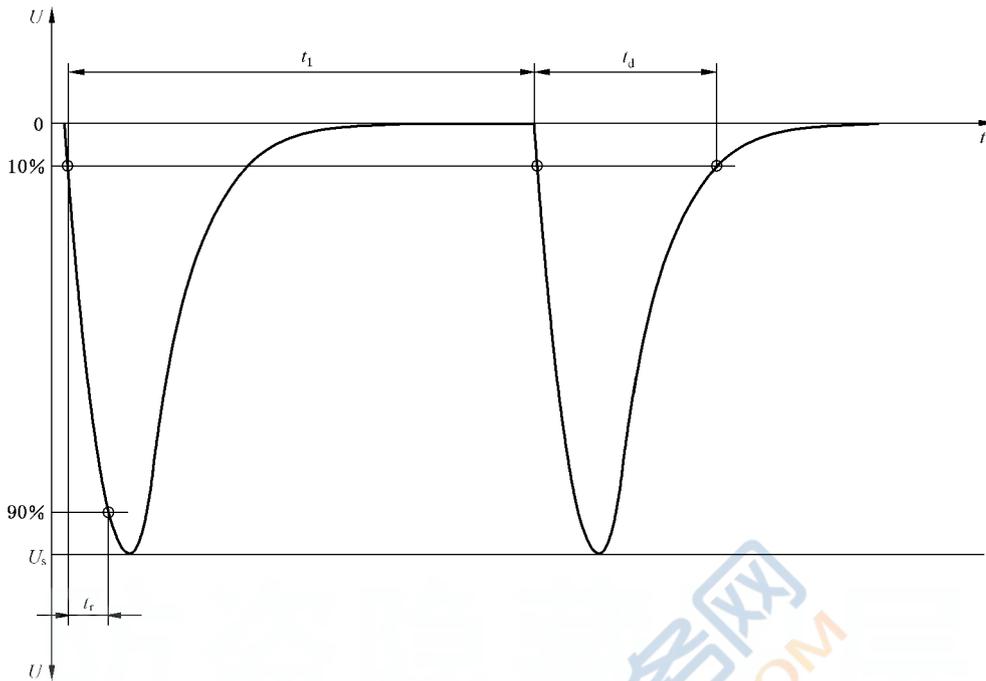
t —— 时间;

U —— 电压, V。

图 8 慢速瞬态脉冲 2a(正脉冲)

表 4 慢速瞬态脉冲 2a 参数(正脉冲)

脉冲参数	参数值
U_s/V	在试验计划中规定
$t_r/\mu s$	$1_{-0.5}^0$
t_d/ms	0.05
t_1/s	0.2~5
R_i/Ω	2



标引序号说明：
 t ——时间；
 U ——电压，V。

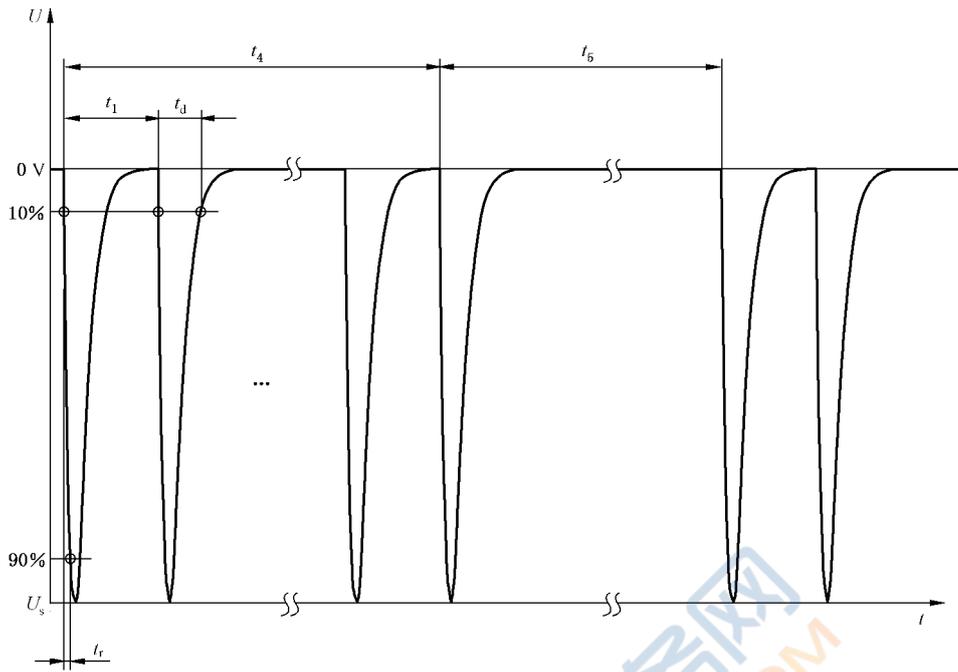
图 9 慢速瞬态脉冲 2a(负脉冲)

表 5 慢速瞬态脉冲 2a 参数(负脉冲)

脉冲参数	参数值
U_s/V	在试验计划中规定
$t_r/\mu s$	$1_{-0.5}^0$
t_d/ms	0.05
t_1/s	0.2~5
R_i/Ω	2

5.3.3 快速瞬态试验脉冲 3a 和 3b

快速瞬态试验脉冲模拟开关切换过程产生的瞬态脉冲。瞬态脉冲的特性受线束的分布电容和电感的影响。脉冲波形见图 10、图 11，参数见表 6、表 7。



标引序号说明：

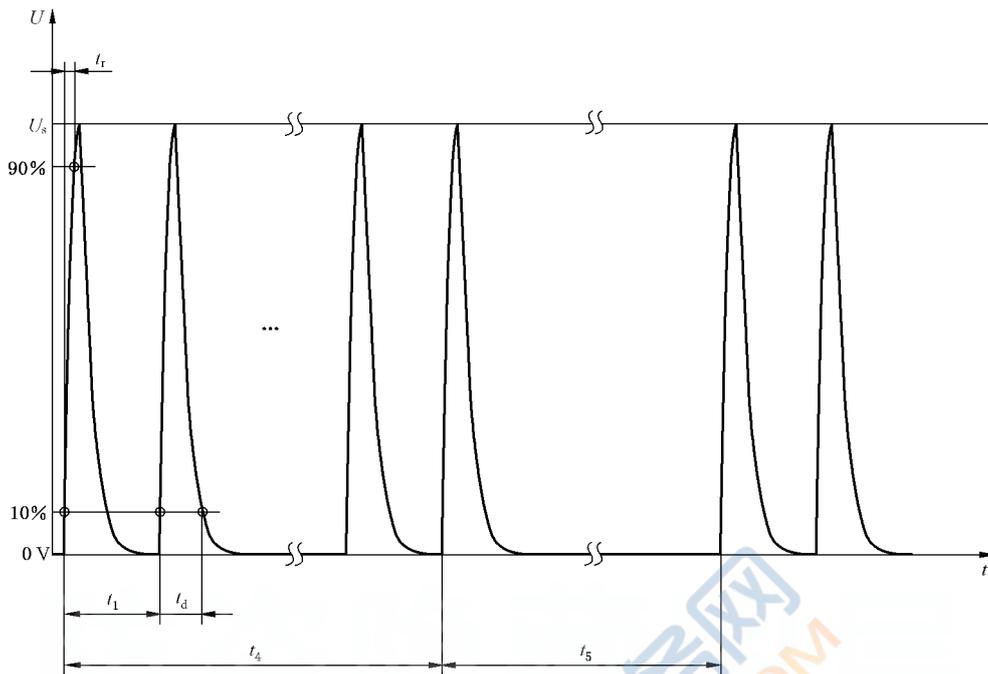
t ——时间；

U ——电压，V。

图 10 快速瞬态脉冲 3a

表 6 快速瞬态脉冲 3a 参数

参数	12 V 系统	24 V 系统
U_s/V	见表 B.1	见表 B.2
$t_r/\mu s$	5 ± 1.5	5 ± 1.5
t_d/ms	0.15 ± 0.045	0.15 ± 0.045
t_1/s	100	100
t_4/ms	10	10
t_5/ms	90	90
R_i/Ω	50	50



标引序号说明:

t ——时间;

U ——电压, V。

图 11 快速瞬态脉冲 3b

表 7 快速瞬态脉冲 3b 参数

参数	12 V 系统	24 V 系统
U_s/V	见表 B.1	见表 B.2
$t_r/\mu s$	5 ± 1.5	5 ± 1.5
t_d/ms	0.15 ± 0.045	0.15 ± 0.045
t_1/s	100	100
t_4/ms	10	10
t_5/ms	90	90
R_i/Ω	50	50

5.4 容性耦合钳

如图 12 所示的容性耦合钳(CCC),将试验脉冲耦合到被测电路,与 DUT、线束、辅助设备没有电连接。CCC 材料可以是黄铜、紫铜或镀锌钢。

CCC 特性如下:

- 电缆和耦合钳之间典型的耦合电容约为 100 pF;
- 瞬态脉冲电压绝缘强度: ≥ 200 V;
- 特性阻抗(耦合钳内无线缆): $(50 \pm 5)\Omega$ 。

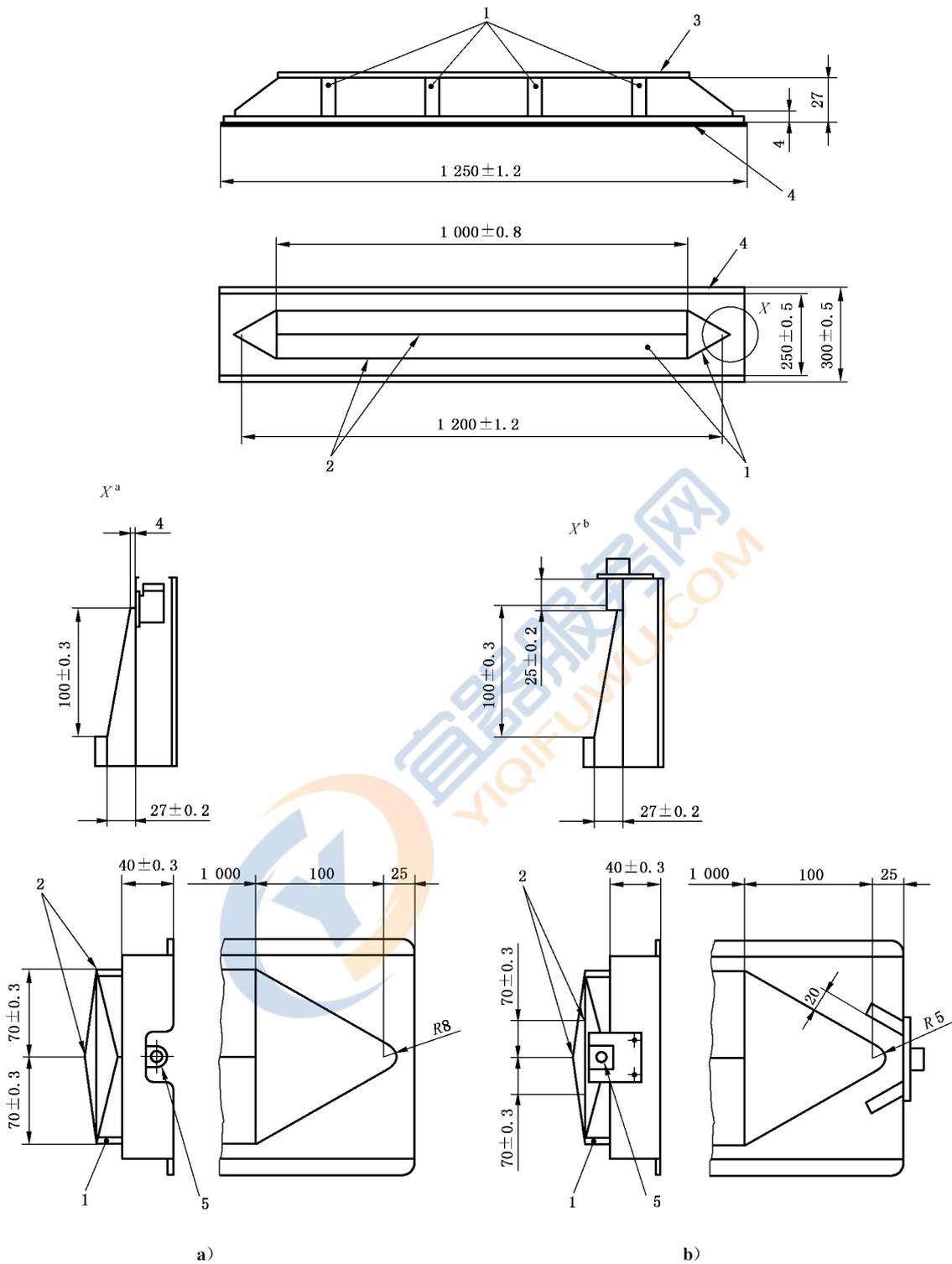


图 12 容性耦合钳

5.5 直接电容器耦合

采用无极性电容器,特性见表 2 规定。

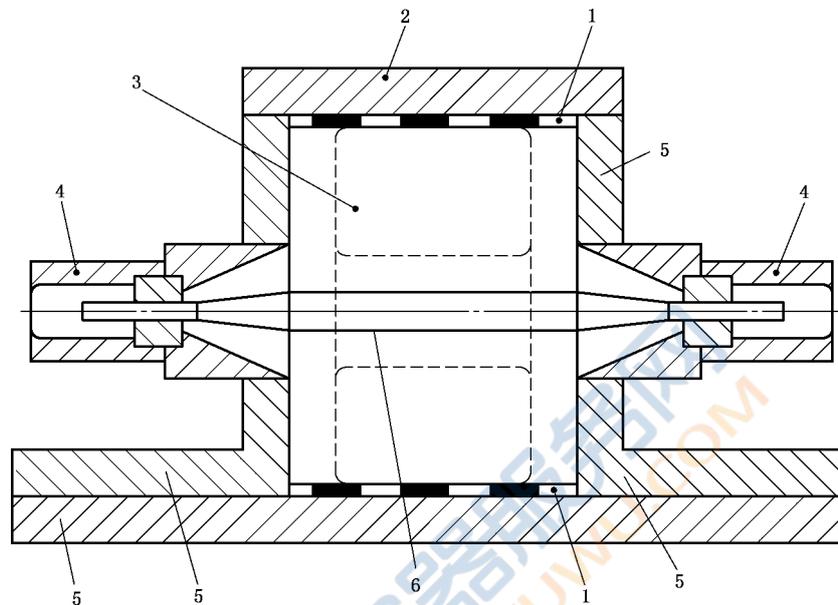
5.6 感性耦合钳

感性耦合钳(ICC)为适合于此试验的大电流注入(BCI)探头,将试验脉冲耦合到受试电路,与 DUT、线束、辅助设备均无电气连接。



附录 A
(规范性)
ICC 法的校准夹具

图 A.1 所示为采用 ICC 法时校准夹具的示例。校准夹具的物理尺寸应和被校准的注入探头兼容。



标引序号说明：

- 1——绝缘体；
- 2——可拆卸金属盖(试验夹具外导体)；
- 3——电流注入探头；
- 4——同轴连接器；
- 5——试验夹具外导体；
- 6——试验夹具内导体。

图 A.1 校准夹具示例

附录 B
(资料性)
试验脉冲严酷等级示例

B.1 一般规定

本附录给出了试验严酷等级示例,功能特性状态分类(FPSC)见 GB/T 21437.1 规定。

B.2 试验脉冲严酷等级

推荐的脉冲严酷等级见表 B.1 至表 B.3。按车辆制造商和零部件供应商协议,可在表中等级值之间选择电平和试验时间。在未定义电平值情况下,推荐使用表 B.1 至表 B.3 中等级 I 至等级 IV 的电平。

表中脉冲幅值 U_s 为:

- 对于 CCC 法为 CCC 的输出端电压;
- 对于 DCC 法为电容器的输出端电压;
- 对于 ICC 法为校准夹具输出端电压。

推荐的 12 V 系统试验脉冲严酷等级见表 B.1。

表 B.1 12 V 系统试验严酷等级

试验脉冲	试验等级 U_s				试验时间 min
	I	II	III	IV	
快 3a(DCC 和 CCC)	-30	-60	-80	-110	10
快 3b(DCC 和 CCC)	+18	+37	+60	+75	10
DCC 慢+	+8	+15	+23	+30	5
DCC 慢-	-8	-15	-23	-30	5
ICC 慢+	+3	+4	+5	+6	5
ICC 慢-	-3	-4	-5	-6	5

推荐的 24 V 系统试验严酷等级见表 B.2 所示。

表 B.2 24 V 系统试验严酷等级

试验脉冲	试验等级 U_s				试验时间 min
	I	II	III	IV	
快 3a(DCC 和 CCC)	-37	-75	-110	-150	10
快 3b(DCC 和 CCC)	+37	+75	+110	+150	10
DCC 慢+	+15	+25	+35	+45	5
DCC 慢-	-15	-25	-35	-45	5
ICC 慢+	+4	+6	+8	+10	5
ICC 慢-	-4	-6	-8	-10	5

B.3 试验脉冲严酷等级分类应用示例

严酷等级分类示例见表 B.3。对不同脉冲以及 12 V 和 24 V 电气系统,表 B.3 中的类别和试验严酷等级的选择可能是不同的。

表 B.3 试验脉冲严酷等级分类示例

试验严酷等级	类别 1	类别 2	类别 3
L ₄	等级 II	等级 III	等级 IV
L ₃	等级 II	等级 III	等级 III
L ₂	等级 II	等级 II	等级 III
L ₁	等级 I	等级 I	等级 II
注: 类别 1、类别 2、类别 3 由车辆制造商和零部件供应商协商确定。比如,类别 3 为影响安全或对驾驶意图有重大影响的功能。			



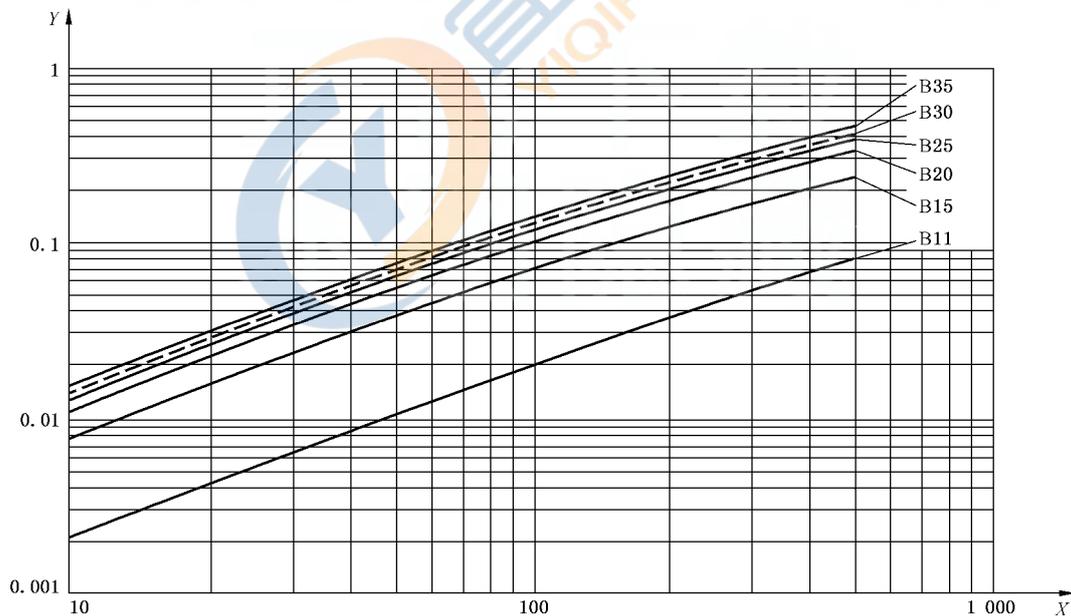
附 录 C
(资料性)
感性耦合系数的估算

感性耦合系数 k 的估值需要用到表 C.1 中线束的分类。

表 C.1 用于图 C.1 的线束分类

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

在线束内部线缆的公共路径(车辆上的可能耦合路径)定义为耦合网络。耦合系数 k 取决于线束直径的参数(见图 C.1)。



标引序号说明:

X —— 耦合网络长度, cm;

Y —— 感性耦合系数 k 。

图 C.1 慢速电瞬态试验脉冲感性耦合系数 k 、耦合网络长度和线束直径的关系

峰值干扰电压(试验电压) $U_{\text{试验}}$ 用式(C.1)定义。

$$U_{\text{试验}} = k \times U_{\text{切断}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

k ——感性耦合系数,如图 C.1 所示;

$U_{\text{切断}}$ ——由电路切断时产生的峰值电压。

峰值干扰电压 $U_{\text{试验}}$ 可为特殊配置估算试验严酷电平。使用 4.7.2 所述程序,即可获取信号发生器的输出电压(开路电压)。

