

前 言

GB/T 18802 的电信和信号网络的电涌保护器(SPD)目前包括以下两个部分:

- 性能要求和试验方法;
- 选择和使用导则。

本部分为第 1 部分,等同采用 IEC 61643-21:2000《低压冲击保护装置 第 21 部分:连接到电信和信号网络的浪涌保护器——性能要求和试验方法》(英文版)。在技术内容和编写规则与上述 IEC 标准等同。

本部分的附录 C 为规范性附录,附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本部分由中国电器工业协会全国雷电防护标准化技术委员会提出。

本部分由全国避雷器标准化技术委员会(SAC/TC 81)归口。

本部分由国家电力公司武汉高压研究所负责起草,四川中光防雷公司、中国电信集团公司湖南省电信公司参加起草。

本部分主要起草人:杨迎建、郎维川、王德言、李冬根。

本部分 2004 年首次发布。

引 言

本部分旨在确定用于保护电信和信号系统(如低压数据回路、音频和报警电路)的浪涌保护器(SPD)的要求。电信和信号系统可能会直接或通过感应而遭受雷电和电力线路故障的影响,致使系统因承受足够高的过电压或过电流或者两者同时作用而损坏。浪涌保护器(SPD)就是防止系统免遭由于雷电和电力线路故障产生的过电压和过电流作用的一种保护装置。本部分给出了一些试验项目和要求,根据这些试验和要求建立了对SPD进行试验和决定其性能的方法。

本部分中的SPD包括仅有过电压保护功能的装置和过电压过电流组合的保护装置。仅有过电流保护元件的保护装置不是本标准的内容,但这种装置在附录A中给出。

一个SPD可以由几个过电压和过电流保护单元组成,但所有SPD的试验是以“黑箱”为基础,即以SPD的端子数确定其试验程序,而不是由SPD的保护单元数决定。在第1.2节中给出了SPD的结构示意图。对于多路的SPD,每一路可以单独地进行试验,也可以根据需要同同时对多路进行试验。

本部分的试验条件和要求范围很宽,在使用时由用户自主决定。但1.3中给出了本部分中有关各类SPD的要求。本部分是一个性能标准,只对SPD能力提出要求,有关故障率及其解释由用户考虑。关于SPD的选用原则将包括在IEC 61643-22中。

如果SPD是一个单元件器件,则它必须满足有关标准以及本部分的要求。

低压电涌保护器 第 21 部分：电信和 信号网络的电涌保护器 (SPD) ——性能要求和试验方法

1 总则

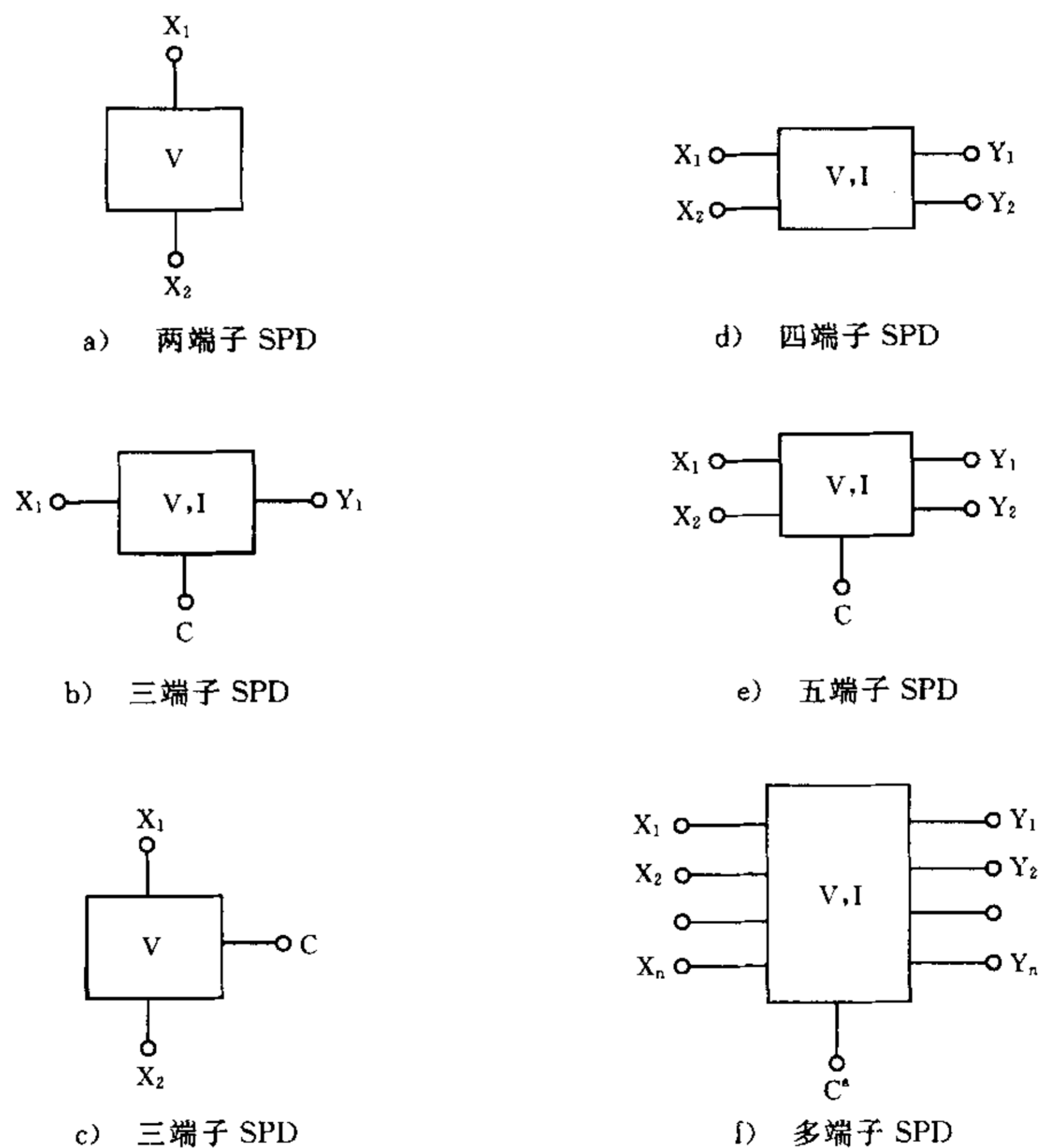
1.1 范围

本部分适用于对受到雷电或其他瞬态过电压直接或间接影响的电信和信号网络进行防护的浪涌保护器(以下称为 SPD—Surge protective device)。

这些 SPD 的作用是对连接到系统标称电压最高为交流 1 000 V(均方根值)、直流 1 500 V 的电信网络和信号网络的现代电子设备进行保护。

1.2 SPD 的结构

本部分所述 SPD 的结构如图 1 所示。每种 SPD 由一个或几个限压元件组成,并可包含限流元件。



a) 可能不提供公共端子 C。

V 限压元件；

$X_1, X_2 \dots X_n$ ——线路端子；

C——公共端子；

V, I——限压元件或限压元件与限流元件的组合；

$Y_1, Y_2 \dots Y_n$ ——被保护的线路端子。

图 1 SPD 的结构示意

1.3 本部分的使用

本部分考虑两类基本的 SPD。

第 1 类 SPD 内至少装有一个限压元件,但没有限流元件。图 1 中各种结构的 SPD 都属于这种类型。这些 SPD 应满足 5.1、5.2.1 和 5.3 的要求(见表 1)。图 1 b)、d)、e)和 f)所示的 SPD 的线路接线端子和对应的被保护的线路接线端子之间可包含有一个线性元件。这样的 SPD 也应满足 5.2.2 中适用的要求。

第 2 类 SPD 内装有限压元件和限流元件。图 1 b)、d)、e)和 f)所示的 SPD 的结构形式适用于带有限压元件和限流元件的 SPD。这种类型的 SPD 应满足 5.1、5.2.1、5.2.2 和 5.3 的要求(见表 1)。只装有限流元件的保护装置的结构见附录 A。

根据应用情况 SPD 还需满足一些附加的要求,在 5.2.3 和 5.4 中阐述了这些附加要求(见表 1)。

根据 SPD 在通信和信号网络中的应用情况,在 5.2.3 中提出了这些 SPD 可能需要遵守的传输试验。根据预计的 SPD 的用途,应从 5.2.3 中选择适用的传输试验。附录 B 对如何选择适用的传输试验提供了一般性的指导。

在 5.4 中提出了当 SPD 只在如 4.1 所述的不受控制的环境中使用时的环境要求。这些 SPD 应满足用户和制造商经过协商之后的那些要求。表 1 给出了各种类型的 SPD 应满足什么样的要求的例子。

附录 C 给出了试验顺序和被试样品的数量。

表 1 对 SPD 的一般要求

SPD 的类型	总要求 5.1	限压 5.2.1	限流 5.2.2	传输试验 5.2.3	机械特性 5.3	环境 5.4
只有限压功能的 SPD	有	有	无	无	有	无
具有限压和限流功能的 SPD	有	有	有	无	有	无
具有限压功能以及在接线端子之间有线性元件的 SPD	有	有	有	无	有	无
具有限压和限流功能以及增强传输能力的 SPD	有	有	有	有 (选择试验,见附录 B)	有	无
只有限压功能并打算在不受控制的环境中使用的 SPD	有	有	无	无或有 (选择试验,见附录 B)	有	有
具有限压、限流功能并打算在不受控制的环境中使用的 SPD	有	有	有	无或有 (选择试验,见附录 B)	有	有

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 18802 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 2423.4—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db: 交变湿热试验方法(eqv IEC 60068-2-30:1980)

GB 4208—1993 外壳防护等级(IP 代码)(eqv IEC 60529:1989)

GB 4943—2001 信息技术设备的安全(idt IEC 60950:1999)

GB/T 5169.11—1997 电工电子产品着火危险试验 试验方法 成品的灼热丝试验和导则(idt IEC 60695-2-1/1:1994)

- GB/T 14733.2—1993 电信术语 传输线与波导(eqv IEC 60050(726):1982)
- GB/T 14733.7—1993 电信术语 振荡、信号和相关器件(eqv IEC 60050(702):1992)
- GB/T 16896.1—1997 高电压冲击试验用数字记录仪 第一部分:对数字记录仪的要求(eqv IEC 61083-1:1991)
- GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第一部分:一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)
- GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(idt IEC 61000-4-5:1995)
- GB/T 17627.1—1998 低压电气设备的高电压试验技术 第一部分:定义和试验要求(eqv IEC 61180-1:1992)
- GB 18802.1—2002 低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第1部分:性能要求和试验方法(IEC 61643-1:1998, IDT)
- IEC 60999-1:1999 连接器件 铜导线 螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求 第1部分:0.2 mm²到(包括)35 mm² 导线用夹紧件的一般要求和特殊要求
- ITU-T Recommendation k.17:1988 为检验防外界干扰的装置在固体器件远供中继器上的试验
- ITU-T Recommendation k.30:1993 正温度系数(PTC)热敏电阻器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

型号 model number

在 SPD 上及其编制的文件中用于识别 SPD 的代码。

3.2

优选值 preferred values

用表列出的供各项试验优先选用的参数值。优选值的意义在于使用这些参数值促进了一致性和提供了在各种保护器件之间进行比较的手段。这些优选值也为使用电信和通信网络浪涌保护器的用户和制造商提供了一种有益的、共同的工程语言。但对于特殊用途,可要求使用不同于表中所列的优选值。

3.3

过载故障模式 overstressed fault mode

模式 1 在这种情况下,SPD 的限压部分已断开,限压功能不再存在,但是线路仍可运行;

模式 2 在这种情况下,SPD 的限压部分已被 SPD 内部一个很小的阻抗所短路,线路不可运行,但是设备仍受到短路保护;

模式 3 在这种情况下,SPD 的限压部分网络侧内部开路,线路不运行,但是设备仍然受到开路保护。

3.4

保护 protection

阻止过强的干扰电能量传播进入所设计的接口后面的方法和手段的应用。

3.5

电流响应时间 current response time

在特定的电流和特定的温度下限流元件动作所要求的时间。

3.6

最大持续运行电压 U_c maximum continuous operating voltage U_c

可连续施加在 SPD 端子上,且不致引起 SPD 传输特性降低的最大电压(直流或均方根值)。

3.7

最大中断电压 maximum interruption voltage

可施加在 SPD 限流元件上,且不致引起 SPD 特性降低的最大电压(直流或均方根值)。该电压可等于 SPD 的最大持续运行电压 U_c ,或可依据 SPD 内部限流元件的配置高于 SPD 的最大持续运行电压。

3.8

电涌保护器(SPD) surge protective device

用于限制瞬时过电压和泄放电涌电流的电器。它至少包含一个非线性的元件。也称浪涌保护器。

3.9

限压 voltage limiting

SPD 降低所有超过预定电压值的一种功能。

3.10

限流 current limiting

至少包含有一个非线性限流元件的 SPD 降低所有超过预定电流值的一种功能。

3.11

不可自恢复的限流 non-resettable current limiting

SPD 的只能限流一次的功能。

3.12

可自恢复限流 resettable current limiting

SPD 在动作后可以人为恢复限流的功能。

3.13

自恢复限流 self- resettable current limiting

在干扰电流消失后,SPD 能自动恢复限流的功能。

3.14

限压型 SPD voltage - clamping-type SPD

这种 SPD 在无浪涌存在时呈现高的分流阻抗,但随着浪涌电流和浪涌电压的增加其阻抗会不断减少。限压型 SPD 常用元件的例子有:压敏电阻和钳位二极管,这类浪涌保护器有时被称为“钳压型”SPD。

3.15

电压开关型 SPD voltage - switching-type SPD

在无浪涌时呈现高阻抗,当出现电压浪涌时其突变为极低阻抗的 SPD。通常采用放电间隙、气体放电管、晶闸管作这类 SPD 的组件。有时称这类 SPD 为“开关型”SPD。

3.16

电压保护水平 U_p voltage protection level U_p

表征一个 SPD 限制其两端电压的特性参数。该电压值大于冲击电压限制的最大实测值,由生产商确定。

3.17

多级 SPD multi-stage SPD

具有不止一个限压元件的 SPD。这些限压元件可以是被一系列元件在电气上分离开,也可以不是。这些限压元件可以是开关型的,也可以是限压型的。

3.18

盲点 blind spot

高于最大持续运行电压 U_c ,但可引起 SPD 不完全动作的工作点。所谓 SPD 的不完全动作是指一

个多级 SPD 在冲击试验时不是所有各级都能动作。这可造成 SPD 中的一些元件遭受过载。

3.19

交流耐受能力 a. c. durability

表征 SPD 容许通过规定幅值的交流电流,并耐受规定次数的特性。

3.20

冲击耐受能力 impulse durability

表征 SPD 容许通过规定的波形和峰值的冲击电流,并耐受规定次数的特性。

3.21

电流恢复时间 current reset time

一个自恢复限流器恢复到正常或静止状态所需要的时间。

3.22

额定电流 rated current

一个限流 SPD 在不引起限流元件动作特性产生变化的能持续流过的最大电流。

3.23

绝缘电阻 insulation resistance

SPD 指定的端子之间施加最大持续运行电压 U_c 时呈现的电阻。

3.24

回波损耗 return loss

反射系数倒数的模。一般以分贝(dB)来表示。

注:当阻抗可以确定时,回波损耗(单位:dB)由下式给出:

$$20\lg\text{MOD}[(Z_1 + Z_2)/(Z_1 - Z_2)]$$

式中:

Z_1 ——不连续处之前的传输线的特性阻抗或源的阻抗;

Z_2 ——不连续处之后的阻抗或从源和负荷之间的结合处看去的负荷阻抗(GB/T 14733.7—1993 中 07-25, 修改)。

3.25

误码率(BER) bit error ratio

在给定时间内,误码数与所传递的总码数之比。

3.26

插入损耗 insertion loss

由于在传输系统中插入一个 SPD 所引起的损耗。它是在 SPD 插入前传递到后面的系统部分的功率与 SPD 插入后传递到同一部分的功率之比。插入损耗通常用分贝(dB)来表示。(GB/T 14733.2—1993 中 06-07, 修改)。

3.27

近端串扰(NEXT) near-end crosstalk

串扰在被干扰的通道中传输,其方向与该通道中电流传输的方向相反。被干扰通道的端部基本上靠近产生干扰的通道的激励端,或与之重合。

3.28

纵向平衡(模拟音频电路) longitudinal balance(analogue voice frequency circuits)

组成一个线对的两根导线在电气上的对地对称。

3.29

纵向平衡(数据传输) longitudinal balance(data transmission)

一平衡电路中两个及两个以上导线的对地(或公共点)阻抗相似性的量度。该术语用来表示对共模

干扰的敏感度。

3.30

纵向平衡(通信和控制电缆) longitudinal balance(communication and control cables)

骚扰的对地共模电压(纵向的) V_s (r. m. s.)与受试 SPD 的合成差模电压(金属线的) V_m (r. m. s.)之比,以分贝(dB)来表示。

注:以 dB 表示的纵向平衡值由下式给出: $20\lg(V_s/V_m)$,式中的 V_s 和 V_m 是以同一频率测量的。

3.31

纵向平衡(电信) longitudinal balance(telecommunications)

骚扰的共模电压(纵向的) V_s 与受试 SPD 的合成差模电压(金属线的) V_m 之比,以分贝(dB)来表示。

4 使用条件和测试条件

4.1 使用条件

4.1.1 正常的使用条件

a) 大气压力

大气压力 80 kPa~160 kPa。这些大气压力代表的海拔高度为-500 m~+2 000 m。

b) 温度和湿度

对于不受控制的环境,温度范围为-40℃~+70℃。相对湿度范围为5%~96%。

对于受控制的环境,温度范围为-5℃~+40℃。相对湿度范围为10%~80%。

4.1.2 非正常的使用条件

在设计和应用于非正常使用条件下的 SPD 时,可能需要特别的考虑,并应提请制造商注意。

4.2 测试温度和测试湿度

当测试 SPD 某特性时,若事先已知某一特定器件的工艺使 SPD 对温度不敏感,则测试时可用的温度为 $23\text{℃}\pm 2\text{℃}$,相对湿度为45%~55%。在其他情况下,对温度敏感的 SPD 应在其所选用温度范围的极限温度处测试。依应用情况而定,所选的温度范围可比4.1的整个温度范围要窄。

对于特定的 SPD 工艺,所选择温度范围中只有一个代表最不利测试条件的极限温度可能是预先知道的。在这种情况下只应在代表最不利测试条件的极限温度下试验。对同样的 SPD 工艺,在进行第6章中所述的各种测试时,这个极限温度可能不同。

当要求在极限温度下测试时,SPD 应有足够的时间逐渐地加热或冷却到极限温度,以免其受到热冲击。除非另有规定,最少宜用1 h的时间。在试验前,应使 SPD 在规定的温度下保持足够的时间,以达到热平衡。除非另有规定,最少宜用15 min的时间。

4.3 SPD 测试

在测试本部分所包括的 SPD 时,应使用这些 SPD 在现场安装时使用的连接器或接线端子。另外,宜在这些 SPD 的连接器或接线端子处进行测量。对于那些带有接线座或插头的 SPD,其接线座或插头应是测试的一部分。在用接线座试验时,宜尽量靠近 SPD 的端部测量。用于测量的示波器应遵照 GB/T 16896.1—1997 的规定。

图1 c)、e)和 f)中的 SPD 都可有一个传导总冲击电流的公共分流元件(元件或导线),制造商应说明这个公共分流元件的最大冲击电流值。该冲击电流值的 $1/n$ 可能比每个线路端子的最大载流能力要小, n 等于线路端子的个数。对这些 SPD,应相对于公共端子同时试验所有的被测试的接线端子。对带有分隔的分流元件的 SPD,应分别在每个接线端子与公共端子之间进行测试。

有关试品的抽样数量和允许的故障率等要由用户和制造商之间进行协商。

4.4 波形允许误差

波形参数 A/B 的定义应遵照 GB/T 16927.1—1997 的规定(也请见 GB/T 17626.5—1999),A 是

波前时间(单位: μs), B 是半峰值时间(单位: μs)。表 2 列出了本部分所用波形的允许误差。

表 2 波形参数允许误差

波形参数	1.2/50 或 10/700 开路电压	8/20 或 5/300 短路电流	其他波形
峰值	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$
波前时间	$\pm 30\%$	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$
半峰值时间	$\pm 20\%$	$\pm 20\%$	$\pm 20\%$

5 要求

5.1 一般要求

下列要求适用于本部分包括的所有 SPD。

5.1.1 标志和编制的文件

a)~n)各项所列出的数据应标记在 SPD 上(按 5.1.2 所述),或编入在有关的文件中以及标注在包装盒上。在说明书中应对所用的任何缩略语加以说明。按第 6 章对 SPD 进行的各项试验的试验条件应在编制的文件中说明。

- a) 制造商名称或商标;
- b) 制造日期或产品系列号;
- c) 型号;
- d) 使用条件;
- e) 最大持续运行电压 U_c ;
- f) 额定电流;
- g) 电压保护水平 U_p ;
- h) 冲击复位时间(如适用时);
- i) 交流耐受能力;
- j) 冲击耐受能力;
- k) 过载故障模式;
- l) 传输特性;
- m) 有关可替换元件和放射性同位素使用的附加信息(如适用时);
- n) 串联电阻(如适用时)。

5.1.2 标志

SPD 应明确标记 5.1.1 中的以下几项:a)制造商名称或商标,b)生产过程的可追溯标记,c)型号和 e)最大持续运行电压。标志的材料在正常使用时应耐磨损,耐溶蚀。在编制的文件或包装盒上应包括有对任何特殊处理的说明。按 6.1.2 进行符合性检查。

5.2 电气特性要求

在按第 6 章的各条款试验时,SPD 应满足下列要求。

5.2.1 限压要求

对只包含有限压元件的 SPD 应符合 5.2.1 中的所有要求。对既含有限压元件又含有限流元件的 SPD,应符合 5.2.1 中的所有要求以及 5.2.2 中所有适用的要求。

当 SPD 的线路端和被保护的线路端之间包含有线性元件时,该 SPD 应符合 5.2.2 中适用的要求。

5.2.1.1 最大持续运行电压(U_c)

制造商应说明有关 SPD 的最大持续运行电压。应按 6.2.1.1 进行符合性检查。

5.2.1.2 绝缘电阻

这个特性应由制造商说明。应按 6.2.1.2 进行符合性检查。

5.2.1.3 浪涌电压限制

在表 3 规定的试验条件下,SPD 应把浪涌电压限制到规定的值。测得的限制电压不应超过规定的电压保护水平 U_p 。见 GB/T 17627.1—1998。

5.2.1.4 冲击复位时间

本要求仅适用于开关型 SPD。在施加按表 3 选取的冲击波后,SPD 应能灭弧并返回到它的静止状态。在施加这个冲击波期间,应把按表 4 选取的电压施加到 SPD 上。除非另有规定,SPD 应在 30 ms 或更短的时间内返回到它的高阻抗状态。

5.2.1.5 交流耐受试验

按 6.2.1.5 采用从表 5 选取的电流进行试验后,SPD 应满足 5.2.1 和 5.2.2(如适用时)中相关的要求。

5.2.1.6 冲击耐受试验

按 6.2.1.6 采用从表 3 选取的电流和电压波形进行试验后,SPD 应满足 5.2.1 和 5.2.2(如适用时)中相关的要求。

5.2.1.7 过载故障模式

当按 6.2.1.7 对 SPD 进行试验时,不应引起火灾、爆炸或触电危险,不应放出有毒烟气。

制造商应提供冲击电流(8/20 μ s)的值和导致出现如 6.2.1.7 所述故障模式的交流电流值。

5.2.1.8 盲点

如果从制造商那里得不到有关盲点的资料,或者希望对制造商的数据加以验证,则应按 6.2.1.8 所述的方法对多级 SPD 进行试验。

5.2.2 限流要求

当 SPD 由限压元件和限流元件组合而成时,限流元件应符合 6.2.2 中所有适用的要求。对线路端子间接有线性元件(例如,电阻器、电感器)的 SPD,应符合 5.2.2.1,5.2.2.2,5.2.2.7 和 5.2.2.8 的要求。

5.2.2.1 额定电流

制造商应规定额定电流。为了确认这个额定电流的值,应按 6.2.2.1 试验 SPD。在做试验时,不应引起 SPD 的限流元件运行特性的改变。

5.2.2.2 串联电阻

制造商应规定串联电阻的阻值及允许偏差。为了确认串联电阻的阻值,应按 6.2.2.2 对 SPD 进行试验。

5.2.2.3 电流响应时间

当按 6.2.2.3 试验时,限流元件应在不超过制造商规定的响应时间动作。表 6 给出了试验电流的优选值。见 ITU-T 建议 K.30-1993。

5.2.2.4 电流恢复时间

装有一个及以上的可自恢复限流元件的 SPD 应按 6.2.2.4 进行试验。除非另有规定,恢复时间或限流元件返回到它们的静止状态所需要的时间应小于 120 s。

这个要求不适用于装有可人为恢复限流元件的 SPD。

5.2.2.5 最大中断电压

本要求只适用于装有可自恢复或可人为恢复限流元件的 SPD。SPD 的制造商应规定这些限流元件的最大中断电压。最大中断电压按 6.2.2.5 进行试验来核实。在试验之后,限流元件的工作特性不应降低。

5.2.2.6 动作负载试验

本要求只适用于装有可自恢复或可人为恢复限流元件的 SPD。SPD 应能承受重复施加的最大中断电压。应从表 7 中选择足以使限流元件动作的电流。在经过这些试验之后,限流元件应满足 5.2.2.3 和 5.2.2.4 的要求。

5.2.2.7 交流耐受能力

SPD 应能承受反复施加规定的交流电流的作用,表 8 示出了交流电流的优选值。在经过这些试验之后,SPD 内的限流元件应满足 5.2.2.1,5.2.2.2 和 5.2.2.3 的要求。

5.2.2.8 冲击耐受能力

SPD 应能承受规定次数和规定峰值的冲击电流的作用,表 9 示出了优选值。按 6.2.2.8 施加这些冲击电流之后,SPD 的限流元件应满足 5.2.2.1,5.2.2.2 和 5.2.2.3 的要求。

5.2.3 传输特性要求

除了 5.2.1 和 5.2.2 的要求以外,SPD 视其在电信和信号系统中的应用情况(例如,声音、数据、图象),还可能需符合 5.2.3 的特定的要求。附录 B 给出了选择合适的传输特性试验的指导。

5.2.3.1 电容

制造商应说明指定端子之间的电容的值。应按 6.2.3.1 进行试验来确认。

5.2.3.2 插入损耗

应按 6.2.3.2 试验 SPD,以确定因 SPD 插入到试验系统中而引起发生器和测量设备之间的电压降低。

5.2.3.3 回波损耗

应按 6.2.3.3 试验 SPD。这将确定在规定的频率范围上由于 SPD 插入到匹配的传输线引起返回到信号源的信号的总量。

5.2.3.4 纵向平衡

应按 6.2.3.4 试验 SPD。该试验确定平衡电路中使用的 SPD 可接受最小的纵向平衡值。应在所考虑应用的频率范围内测量纵向平衡。

5.2.3.5 误码率(BER)

应按 6.2.3.5 试验 SPD。该试验确定了是否因 SPD 插入而在数字传输系统中引起误码。

5.2.3.6 近端串扰(NEXT)

应按 6.2.3.6 试验 SPD。该试验确定了由于 SPD 的插入而引起的从一个回路耦合到另一个回路的信号的总量。

5.3 机械特性要求

SPD 应符合下列的机械特性要求。但是,某些性能要求可为国家法规所取代。

5.3.1 接线端子和连接器

a) 接线端子和连接器应固定在 SPD 上,即使在拧紧和旋松夹紧螺钉或锁紧螺母时,接线端子和连接器也不应松动。应使用工具来拧紧和旋松夹紧螺钉或锁紧螺母。

b) 螺钉、载流部件和连接件

1) 无论是电气连接还是机械连接,都应能承受正常使用情况下出现的、以及大电流产生的机械应力。

安装时不要使用自攻丝型的螺钉固定 SPD。

通过直观检查其是否符合要求和按 6.3.1.2 进行试验。

2) 在设计电气连接时,除非金属部件具有足够的弹性以补偿绝缘材料的任何可能的收缩或变形,接触压力不应通过绝缘材料来传递(陶瓷、纯云母或其他具有同样特性的材料除外)。

通过直观检查其是否符合要求。

根据几何尺寸大小来考虑材料的适用性。

- 3) 载流部件或连接件,包括用于接地的导体(如有的话)的材料宜是:

——铜;

——对于冷加工零件,至少是含铜 58% 的合金;

——对于非冷加工零件,至少是含铜 50% 的合金,或是耐腐蚀性不比铜差并具有同样合适机械特性的其他金属或适当镀复层的金属。

在 GB 18802.1—2002 中包含有关于特殊接线端子的机械连接的要求。

- c) 外部连接件用的无螺钉型接线端子

- 1) 接线端子的设计和制造,应:

——每根导线是单独被夹紧的,且这些导线可同时或各自分别地接入或拆除。

——可牢固地夹紧所提供最大数目的导线。

- 2) 接线端子的设计和制造,应使其在夹紧导线时不会过度地损伤导线。

通过直观检查其是否符合要求。

- d) 绝缘穿刺连接外部导线

- 1) 绝缘穿刺的连接应为可靠的机械连接。

通过直观检查其是否符合要求和按 6.3.1.4 进行试验。

- 2) 对于产生接触压力的螺钉不应再作为固定其他的元件之用,尽管它们可使 SPD 固定或者防止其转动。

通过直观检查其是否符合要求。

- 3) 不应用软金属或容易塑性变形的金属制造螺钉。

通过直观检查其是否符合要求。

- e) 耐腐蚀金属

除了夹紧螺钉外,锁紧螺母、夹卡、止推垫圈、金属线和类似的零件,夹紧件应由耐腐蚀的金属制造(见 IEC 60999-1:1999)。

5.3.2 机械强度(安装)

应为 SPD 提供保证机械稳定性的合适的安装措施。

5.3.3 防止固体异物和水分的有害进入

在设计 SPD 时,应考虑其在 4.1 所述的使用条件下令人满意地运行。安装在户外的 SPD 应装在与玻璃、上釉陶瓷或其他可接受的能防止紫外线辐射、耐腐蚀、耐电蚀和耐漏电起痕材料制成的防护罩内,以避免天气的影响和防止固体异物进入。

任何两个具有不同电位的部件之间应具有足够的表面爬电距离。可采用国家技术法规中相关的规定。

5.3.4 防止触电

为防止触电(使带电部件不可触及),SPD 的设计应保证在使用场所安装时,不能接触到带电部件。对于最大持续运行电压 U_c 为交流 50 V(均方根值)或直流 71 V 以上的易触及的 SPD 来说,这个要求是正当的。

除了不易触及的一类 SPD 外,其他 SPD 的设计,都应考虑它们在按正常使用情况接线和安装时,即使把一些不借助工具就可以移动的部件移走之后,带电部件仍是不易触及的。(按 6.3.4 的绝缘部件试验进行检查)。

接地的端子之间的连接线,以及所有连接到这些端子的易触及的部件,应具有低的电阻。(见 GB 4208—1993)。

可采用国家技术法规中相关的规定。

5.3.5 防火

外壳的绝缘部件应是不易燃的,或是能自熄灭的。

可采用国家技术法规中的相关的规定。

5.4 环境要求

只在 4.1 所述不受控制的环境中使用的 SPD,下列环境要求应由用户和制造商之间协商确定。

5.4.1 耐高温和高湿度的能力

应把 SPD 暴露在温度为 80℃、相对湿度为 90% 的环境中。暴露的持续时间应从表 15 中选择。仅应对打算在不受控制的环境中使用的 SPD,按 6.4.1 进行试验。在试验之后,SPD 的限压元件应满足 5.2.1.2 和 5.2.1.3 的要求。如果受试 SPD 装有限流元件,则这些元件应满足 5.2.2.2 和 5.2.2.3 的要求。

如果除了 U_c 之外,SPD 的制造系列号相同,以及除了与规定的 SPD 的 U_c 相配合的限压元件和限流元件的额定电压有变化外,所使用的部件是相同的,那么应只对有最高的电压保护水平的 SPD 进行试验。

5.4.2 冲击浪涌下的环境循环试验

SPD 应在高湿度和有传导的冲击电流的条件下经受温度循环试验。应从表 16 中选取温度循环的类型。

在循环试验期间和试验之后,SPD 的限压元件应满足 5.2.1.2 和 5.2.1.3 的要求。如果受试 SPD 装有限流元件,则这些元件应满足 5.2.2.2 和 5.2.2.3 的要求。

试验仅对将使用于不受控制的环境中使用的 SPD,试验应按 6.4.2 进行。

如果除了 U_c 之外,SPD 的制造系列号相同,以及除了与规定的 SPD 的 U_c 相配合的限压元件和限流元件的额定电压有变化外,所使用的元件是相同的,那么只应对有最高的电压保护水平的 SPD 进行试验。

5.4.3 交流浪涌下的环境循环试验

在高湿度和有传导的交流电流的条件下,SPD 应经受温度循环试验。这些电流和它们的持续时间应从表 5 中选取。温度循环的类型应从表 16 中选取。

在循环试验期间和试验之后,SPD 的限压元件应满足 5.2.1.2 和 5.2.1.3 的要求。

如果除了 U_c 之外,SPD 的制造系列号相同,以及除了与规定的 SPD 的 U_c 值相配合的限压元件和限流元件的额定电压有变化外,所使用的元件是相同的,那么只应对有最高的电压保护水平的 SPD 进行试验。

6 型式试验

6.1 一般检查

6.1.1 标志和编制的文件

经过检查,标志和编制的文件应满足 5.1.1 的要求。

6.1.2 标志

对标志牌应进行检查验证。除了用压制、模制以及雕刻方法制造的标志牌以外,所有其他各种类型的标志牌应进行下列验证检验。

该检验是用手工把一块用水浸透的棉织品擦拭标志牌 15 s,然后再用一块在己酮溶剂(最大体积分数为 0.1%、贝壳松脂丁醇值为 29、起始沸点约 65℃、密度为 0.68 g/cm³)中浸泡过的棉织品擦拭标志牌 15 s。经过这个试验之后,标志牌应容易识读。

6.2 电气特性试验

6.2.1 限压试验

6.2.1.1 最大持续运行电压(U_c)

应在按 6.2.1.2 测试绝缘电阻的期间对 U_c 进行验证。

6.2.1.2 绝缘电阻

应按两种极性分别各测一次一对端子的绝缘电阻。试验电压应等于最大持续电压 U_c 。应测量流过被测端子间的电流。把试验电压除以测量电流得到绝缘电阻。绝缘电阻应等于或高于制造商给定的值。

6.2.1.3 冲击限制电压

试验 SPD 时,应把从表 3 中 C 类选取的冲击电压施加到适当的端子上。应根据冲击耐受试验(见 6.2.1.6)确定的 SPD 通流容量选择电流水平。应使用相同的冲击进行冲击限制电压和冲击耐受试验。

可用从 A1、B、C 和 D 类中选取的波形以及在 SPD 文件中列出的波形进行附加的试验。然而,这些试验是任选的,宜根据 SPD 应用情况而定。应根据制造商指出的 SPD 的通流容量选择电流水平。

除非另有规定,每个冲击试验要施加负极性冲击五次和正极性冲击五次。所使用的冲击发生器应具有从表 3 中选取的开路电压和短路电流。

表 3 冲击限制电压试验用的电压波形和电流波形

类别	试验类型	开路电压 ^a	短路电流	最小试验次数	被试验的端子
A1	很慢的上升率	≥ 1 kV 上升率 0.1 kV/s~100 kV/s	10 A, 0.1 A/ μ s~2 A/ μ s, ≥ 1000 μ s(持续时间)	不适用	X ₁ -C X ₂ -C X ₁ -X ₂ ^b
A2	AC	从表 5 中选择试验项目		单次循环	
B1	慢的上升率	1 kV, 10/1 000 μ s	100 A, 10/1 000 μ s	300	
B2		1 kV 或 4 kV, 10/700 μ s ≥ 1 kV,	25 A 或 100 A, 5/300 μ s 10 A, 25 A 或 100 A,	300	
B3		100 V/ μ s	10/1 000 μ s	300	
C1	快的上升率	0.5 kV 或 1 kV, 1.2/50 μ s	0.25 kA 或 0.5 kA, 8/20 μ s	300	
C2		2 kV, 4 kV 或 10 kV, 1.2/50 μ s	1 kA, 2 kA 或 5 kA, 8/20 μ s	10	
C3		≥ 1 kV, 1 kV/ μ s	10 A, 25 A 或 100 A, 10/1 000 μ s	300	
D1	高能量	≥ 1 kV	0.5 kA, 1 kA 或 2.5 kA, 10/350 μ s	2	
D2		≥ 1 kV	1 kA 或 2.5 kA, 10/250 μ s	5	

a 使用的开路电压可与 1 kV 不同。但应足以使被试的 SPD 动作。
b 如有要求时才试验 X₁-X₂ 端子。

在不带负载的情况下,测量每次冲击的限制电压。在适当的端子上测得的最大电压不应超过规定的电压保护水平 U_p 。在两次冲击试验之间应允许有充分的时间,以防止热量积累。应当理解不同的 SPD 将有不同的热特性,从而在两次冲击之间需要有不同的时间。

如有需要,可在图 1c)和 1e)所示的 X₁-X₂ 端子上施加冲击。

对图 1c)和 1e)所示的 SPD 应分别或同时以相同的极性对每对端子(X₁-C 和 X₂-C)进行试验。

带有公共分流元件的 SPD(参见 4.3)应测量没有施加冲击的线路端子上的电压。这个电压不应超

过电压保护水平 U_p 。

6.2.1.4 冲击复位时间试验

SPD 应按图 2 所示进行接线。可从表 4 但不限于从表 4 选择电源的电压和电流。这些电源表征了常用的系统值。对其他应用情况,应根据使用的电源电压和电流进行冲击复位试验。

应从表 3 的 B、C 和 D 类中选取冲击电压和冲击电流的波形,开路电压的峰值应足够大,以保证限压元件能动作。冲击电压的极性与电压源的极性相同。冲击复位时间定义为从施加冲击时开始至 SPD 返回到它的高阻抗状态的一段时间。

表 4 冲击复位时间试验用的电源电压和电流

电源开路电压/V	电源短路电流/mA
12	500
24	500
48	260
97	80
135	200 ^a

^a SPD 可并联有由 135 Ω ~150 Ω 的电阻和 0.08 μ F~0.1 μ F 的电容器组成的串联支路。

应施加三次冲击,每次冲击间隔的时间不大于 1 min,并应测量每次冲击的恢复时间,还应以相反的极性重复进行试验。

6.2.1.5 交流耐受试验

SPD 应按图 3 所示进行接线。应从表 5 选取交流短路电流。在两次试验之间应有足够的时间防止受试器件热量积累,注入电流要达到规定的次数。开路电压的幅值应足够大,以使 SPD 能完全导通。在试验前和完成注入要求次数的交流电流之后,SPD 应满足 5.2.1.2、5.2.1.3、5.2.1.4(如适用时)和 5.2.2.2 的要求。

从表 5 中选取的电流应施加到合适的端子上。

如有需要,可在图 1c)和 1e)所示 SPD 的 X_1 — X_2 端子上注入电流。

表 5 交流耐受试验用的电流优选值

48 Hz~62 Hz 每个被试验端子上的短路 电流(均方根值)/ A	试验持续时间/ s	试验次数	试验端子
0.1	1	5	X_1 —C X_2 —C X_1 — X_2 ^a
0.25	1	5	
0.5	1	5	
0.5	30	1	
1	1	5	
1	1	60	
2	1	5	
2.5	1	5	
5	1	5	
10	1	5	
20	1	5	

^a 如有需要时,才应试验端子 X_1 — X_2 。

对图 1c)和 1e)所示的 SPD 可分别对每对端子(X_1-C 和 X_2-C)进行试验。

对具有公共端子的 SPD 的试验参见 4.3。此外,对多端子 SPD 分别在每个线路端子与公共端子之间进行试验。

6.2.1.6 冲击耐受试验

应使用从表 3 中 C 类选取的冲击对 SPD 进行试验,并施加到从表 3 选择的合适的端子上。应使用与 6.2.1.3 的冲击限压试验相同的冲击。可用从 A1、B、C 和 D 类中选取的,以及在 SPD 文件中列出的其他冲击进行附加的试验。然而,这些试验是任选的,只有在对 SPD 合适的情况下才做这些试验。

SPD 应按图 4 所示进行接线。施加冲击电流要达到表 3 所规定的最少次数。在两次试验之间要有足够的时间,以防止受试器件热量积累。对一种极性的试验次数应为规定次数的一半,接着对相反极性做剩下的一半次数的试验。或者,对一半的试品做一种极性的试验,而另一半试品做相反极性的试验。在试验前和完成规定次数的试验之后,SPD 应满足 5.2.1.2、5.2.1.3(每种极性做一次冲击)、5.2.1.4(如适用时)和 5.2.2.2(如适用时)的要求。

如有需要,可在图 1c)和 1e)所示 SPD 的 X_1-X_2 端子上施加冲击电流。

对图 1c)和 1e)所示的 SPD 可分别对每对端子(X_1-C 和 X_2-C)进行试验。

对具有公共分流元件的 SPD 的试验参见 4.3。此外,对多端子 SPD,分别在每个线路端子与公共端子之间进行试验。

6.2.1.7 过载故障模式

为确定 SPD 是否进入如 3.3 所述的可接受的过载故障模式,应进行绝缘电阻试验、限制电压试验和串联电阻试验。SPD 应以安全的方式(不引起火灾、爆炸、触电危险或放射有毒烟气)处于过载故障模式。

应对 SPD 在冲击电流和交流电流的作用下的过载故障模式进行试验。对图 1c)和 1e)所示的 SPD 进行试验时,可分别对每对端子(X_1-C 和 X_2-C)进行试验。应采用不同的试品进行冲击电流和交流电流试验。

a) 冲击过电流试验

SPD 应按图 4 所示进行接线。应将制造商规定的 $8/20 \mu\text{s}$ 冲击电流 i_n 按如下公式施加到 SPD 上:

$$i_{\text{test}} = i_n(1 + 0.5N)$$

试验序号是从 $N=0$ 开始($i_{\text{test}} = i_n$)。对后续的每一个试验, N 增加 1。序号最大为 $N=6$ 。如果在这些试验之后,SPD 没有进入过载状态,则应利用交流电流进行过载故障模式试验。

b) 交流过电流试验

SPD 应按图 3 所示进行接线。交流过电流试验值应由制造商规定。电流应施加 15 min。开路电压(50 Hz 或 60 Hz)的幅值应足够高,以使 SPD 完全导通。试验结束时,安装的支架应能支承另一个 SPD。

6.2.1.8 盲点试验

为了确定在多级 SPD 中是否存在盲点,应使用一个新试品进行下列的试验:

- a) 选取在确定 U_p 时使用过的冲击波形,在施加冲击期间,用示波器测量冲击限制电压和电压波形图。
- b) 把开路电压降低至 a)中使用的电压值的 10%,同时用示波器监视施加到 SPD 的正极性冲击限制电压。限制电压波形应与 a)中的不同。如果不是这样,就选取一个较低的开路电压值。但是,该电压应大于最大持续运行电压 U_c 。
- c) 施加 a)中使用的电压值的 20%、30%、45%、60%、75%和 90%的正极性冲击,同时连续地监视冲击限制电压的波形。
- d) 在某一百分数的开路电压处,当冲击限制电压波形回到 a)中所确定的波形时,停止改变电压。
- e) 把开路电压减少 5%,再做试验。以后每次把开路电压减少 5%,直到获得 b)中记录的波形。

f) 用此开路电压值,施加两次正极性冲击和两次负极性冲击。

在进行了 a)~f) 项的试验之后,SPD 应满足 5.2.1.2 的要求。

6.2.2 限流试验

6.2.2.1 额定电流

SPD 应按图 5 所示进行连接。试验电压源应能提供足够的额定电流。频率应为 0 Hz(直流)、50 Hz 或 60 Hz。

在额定电流试验期间,限流功能(若有的话)应不起作用。对各种结构的 SPD,应通过调节电阻 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 来施加试验电流。被试验的限流功能通过额定电流的时间最少应达 1 h。在试验期间内,可接触的部件不应过热(见 GB 4943—2001 中的 4.5.1)。

6.2.2.2 串联电阻

SPD 应按图 5 所示进行连接。试验电源电压应小于制造商规定的最大中断电压。频率应为 0 Hz(直流)、50 Hz 或 60 Hz。

应通过调节电阻 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 使试验电流等于额定电流。电阻由 $(e - IR_s)/I$ 确定,式中 e 是电源电压, I 是按图 5 中电流表测量的额定电流。

6.2.2.3 电流响应时间

SPD 应按图 5 所示进行连接。试验电源电压应小于制造商规定的最大中断电压。频率应为 0 Hz(直流)、50 Hz 或 60 Hz。

对于每一种 SPD 结构,可通过调节电阻 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 使起始负荷电流等于额定电流。应允许 SPD 稳定在额定电流。稳定之后,应调小 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 以获得表 6 中所要求的电流值。对每一试验电流应记录限流功能的响应时间。响应时间是指从加电开始,直到电流减少至 10% 的额定电流为止的一段时间。如果试验电流超过限流元件的最大通流容量,那么试验电流应等于限流元件可耐受的最大电流。

表 6 试验响应时间用的电流

试验电流/A
1.5×额定电流
2.1×额定电流
2.75×额定电流
4.0×额定电流
10.0×额定电流

6.2.2.4 电流恢复时间

SPD 应按图 5 所示进行连接。试验电源电压应小于制造商规定的最大中断电压。频率应为 0 Hz(直流)、50 Hz 或 60 Hz。

对于每一种 SPD 结构,可通过调节电阻 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 使起始负荷电流等于额定电流。应允许 SPD 稳定在额定电流。稳定之后,应调小电阻 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 使负荷电流增加到能使 SPD 的限流元件动作的电流值。在电流减小到低于 10% 的额定电流之后,应在这种试验状态下保持 15 min。

然后,再把电阻 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 增加到它们的初始值。应当记录使负荷电流恢复到 90% 的额定电流时所用的时间,这个时间应小于 120 s。根据应用的情况,对于自恢复限流功能,可在电流低于额定电流的情况下进行试验。对于可自恢复的限流元件,电源电流被遮断的时间应小于 120 s。此后,可恢复的限流功能应通过 5 min 的额定电流,以保证限流功能恢复到其初始状态。

6.2.2.5 最大中断电压

SPD 应按图 5 所示进行接线。试验电压应为制造商规定的最大中断电压。频率应为 0 Hz(直流)、50 Hz 或 60 Hz。

应调节电阻 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 的值使得 SPD 的限流元件动作,并在该状态下应保持 1 h。SPD 的限流功能应满足 5.2.2.2、5.2.2.3 和 5.2.2.4 的要求。

6.2.2.6 动作负载试验

SPD 应按图 5 所示进行接线。试验电压应为制造商规定的最大中断电压。频率应为 0 Hz(直流)、50 Hz 或 60 Hz。

对于每一种 SPD 结构,利用短接来临时代替 SPD,应借助调节电阻 R_s 或 R_{s1} 和 R_{s2} 把负荷电流调整为从表 7 中选取的值,所选用的值应能实现限流功能。在 SPD 插入到电路中之后,注入试验电流,直到电流减少到低于 10%的额定电流时为止。

SPD 动作后,把电源断开至少 2 min,或者直到限流元件恢复到它的初始状态时为止。这种循环(施加试验电流,紧接着停电一段时间)应重复进行,直到达到表 7 列出的次数为止。

在最后一次循环之后,SPD 应满足 5.2.2.2、5.2.2.3 和 5.2.2.4 的要求。

表 7 动作负载试验电流的优选值

电流(直流或均方根值)/A	试验次数
0.5	60
1	10
3	5
5	5
10	3

6.2.2.7 交流耐受试验

SPD 应按图 6 所示进行接线。应从表 8 选取交流短路电流值。试验次数要达到规定的次数。在两次试验之间要有足够的时间,以防止受试器件热量积累。交流电源电压的峰值不应超过制造商规定的最大中断电压。在试验前和完成注入要求次数的交流电流之后,SPD 应满足 5.2.2.1、5.2.2.2 和 5.2.2.3 的要求。

电流可注入到从表 8 选择的合适的端子上。如果需要对三端子和五端子 SPD 进行试验时,电流可注入到 X_1-X_2 端子上。在试验三端子和五端子 SPD 时,可同时或分别地以相同的极性来试验未受保护侧的每对端子(X_1-C 和 X_2-C)。

表 8 交流试验电流的优选值

48 Hz~62 Hz 短路电流(均方根值)/A	试验持续时间/s	试验次数	试验端子
0.25	1	5	X_1-C X_2-C X_1-X_2
0.5	1	5	
0.5	30	1	
1	1	5	
1	1	60	
2	1	5	
2.5	1	5	
5	1	5	

6.2.2.8 冲击耐受试验

SPD 应按图 7 所示进行接线。应从表 9 选择冲击电压和冲击电流。试验次数要达到规定的次数。在两次试验之间要有足够的时间,以防止受试器件热量积累。对一种极性的试验次数应为规定次数的

一半,接着对相反极性做另一半次数的试验。或者,对一半的试品做一种极性的试验,而另一半试品做相反极性的试验。在试验前和完成规定次数的试验之后,SPD应满足5.2.2.1、5.2.2.2、5.2.2.3的要求。

应从表9中选取冲击电流并注入到合适的端子上。对三端子和五端子SPD进行试验时,电流可注入到 X_1-X_2 端子上。在试验三端子和五端子SPD时,可同时或分别地以相同的极性来试验未受保护的每对端子(X_1-C 和 X_2-C)。

在试验时,可能要求用小电流熔断器把 I^2t 水平降到SPD的额定值之内。电子限流器(例如以电弧方式工作的气体放电管)可设计成随最小保护的负荷阻抗或电压动作。如有需要,这种电子限流器应增加到试验电路中。

表9 冲击电流的优选值

开路电压	短路电流	试验次数	试验端子
1 kV	100 A,10/1 000	30	X_1-C X_2-C X_1-X_2
1.5 kV,10/700	37.5 A,5/300	10	
最大中断电压	25 A,10/1 000	30	
最大中断电压	ITU-T 建议 K17-1988,图 1/K17	10	
4 kV,1.2/50	2 kA,8/20	10	

6.2.3 传输特性试验

6.2.3.1 电容

SPD的电容用信号发生器测量,其选定的测量的频率为1 MHz,电压为1 V(均方根值),每次测量一对端子,所有未参与测量的端子连接在一起,并在信号发生器处接地。不应施加直流偏压。宜注意某些SPD的电容是与偏置电压有关的。在某些应用中,这种偏置电压可只出现于一对通信线的一条线上,从而导致电容明显不平衡。

6.2.3.2 插入损耗

插入损耗以dB表示,它是利用长度最长为1 m,并具有合适的特性阻抗的引导线来测量的。利用图8的电路进行测量。先采用短接来代替SPD,然后再插入SPD分别进行测量,测量值用分贝表示。插入损耗是两个测量值之间的差。表10列出了特性阻抗、频率范围和电缆的类型。推荐的试验电平是-10 dBm。

在传输的频率范围内,测得的图8中平衡-不平衡转换器和测试引入线的综合损耗不应超过3 dB。应在SPD预定使用的传输应用频率范围内测量和记录插入损耗。

表10 图8的标准参数

频率范围	特性阻抗 Z_0/Ω	电缆类型
300 Hz~4 kHz	600	双绞线
4 kHz~300 MHz	100 或 120 或 150	双绞线
≤ 1 GHz	50 或 75	同轴电缆
> 1 GHz	50	同轴电缆

6.2.3.3 回波损耗

回波损耗以dB表示,它是利用长度最长为1 m,并具有合适的特性阻抗的引入导线来测量的。利用图9的电路采用短接线来代替SPD,然后再插入SPD分别进行测量,测量值用分贝表示。表10列出了特性阻抗、频率范围和电缆的类型。推荐的试验电平是-10 dBm。

将信号施加到SPD上,在施加信号的端子上测量由于阻抗不连续而被反射回来的反射信号。应在SPD预定使用的传输应用频率范围内测量和记录回波损耗。

6.2.3.4 纵向平衡试验

图 10 示出了三端子、四端子和五端子 SPD 平衡试验的接线。对于四端子和五端子 SPD 应采用打开和关合开关 S1 两种情况来进行试验。表 11 示出了频率范围小于 190 kHz 的阻抗值。纵向平衡是施加的纵向电压 V_s 与受试 SPD 的合成电压 V_m 之比,以分贝为单位,用下式表示:

$$\text{纵向平衡} = 20\lg(V_s/V_m) \text{ dB}$$

式中信号 V_s 和 V_m 有相同的频率。除非另有规定,对模拟电路的 SPD,可在频率为 200 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz 和 4 000 Hz 处进行试验。对数字电路的 SPD 可在 5 kHz、60 kHz、160 kHz 和 190 kHz 处进行试验。如果 SPD 的纵向平衡值受到直流偏置电压的影响,那么在每个 SPD 端子处施加适当的直流偏压进行试验。

表 11 纵向平衡试验的阻抗值

f/kHz	Z_1/Ω	Z_2/Ω
<4	300	350
<190	55 或 67.5 ^a	.
^a 由制造商规定。		

当纵向平衡值取决于 SPD 的串联匹配电阻时,纵向平衡值可规定为串联电阻最大偏差的欧姆值或串联电阻之间差值的百分数。

6.2.3.5 误码率(BER)

图 11 示出了关于 BER 试验的发送回路和接收回路。对于 SPD 预定使用的数字传输应用中采用最大的伪随机位模式进行试验。测量在试验回路中带或不带 SPD 时的 BER。在每种情况下,应从表 12 选取测试时间。BER 测试器的发送和接收阻抗应等于传输应用的特性阻抗。

表 12 BER 试验的测试时间

伪随机位模式(R)	试验时间
$R < 64 \text{ kbit/s}$	1 h
$64 \text{ kbit/s} \leq R < 1\,554 \text{ kbit/s}$	30 min
$R \geq 1\,554 \text{ kbit/s}$	10 min

6.2.3.6 近端串扰(NEXT)

串扰是按图 12 在一个短的、端部接到 SPD 的平衡试验引入导线上测量的。一个平衡的输入信号施加到被 SPD 干扰的一条线路上,而在靠近试验引入导线端部测量被干扰线路上的感应信号。推荐的试验信号是 -10 dBm。

在传输频率范围内,平衡-不平衡转换器和试验引入导线综合的测量损耗不应超过 3 dB。应在 SPD 使用的传输频率范围内测量和记录近端串扰。

6.3 机械特性试验

6.3.1 接线端子和连接器

应验证组装在一起的端子是否满足 5.3.1 的要求。

6.3.1.1 一般试验程序

按制造商的建议安装 SPD,并防止 SPD 受到外部过热和过冷的影响。

除非另有规定,在采用最严格接线配置(例如最大或最小截面积)的导线连接到 SPD 的端子上时:

- 对既有线路端子又有被保护的线路端子的 SPD,应按表 13 选用导线;
- 对其他的 SPD,应按照制造商的说明书选用导线。

应把被试验的 SPD 固定在一块厚度约为 20 mm、刷有黑漆的暗色木板上。固定的方法应符合制造商建议的有关安装措施的要求。试验期间,不允许维修或拆卸试品。

6.3.1.2 带有螺钉的接线端子

通过直观检查其是否符合要求。对接在 SPD 的螺钉经过下面的试验进行检查。

拧紧和旋松螺钉：

——与绝缘材料螺纹相啮合的螺钉，10 次；

——对其他所有的情况，5 次。

旋入绝缘材料螺纹的螺钉或螺母每次要完全旋出之后再旋入。要使用合适的测试螺钉起子或扳手，并施加制造商所建议的力矩进行测试。拧紧螺钉时不应用力过猛。每次旋松螺钉后，要将导线取出。

试验时，螺钉连接件不应松动和发生诸如螺钉断裂、螺钉头部槽口、螺纹、垫圈和 U 形卡损坏等，这将影响 SPD 今后的使用。

此外，不要损坏外壳和盖板。

表 13 铜导线连接的截面积(用于螺钉型端子和无螺钉型端子)

SPD 的最大额定电流/A	被夹紧导线标称截面积的范围	
	mm ²	接线端子(美国线规号)
≤1	0.1~1	26~18
>1 和 ≤13	1~2.5	18~14
>13 和 ≤16	1~4	18~12

6.3.1.3 无螺钉型的接线端子

通过下述试验检查符合性。

对两端口 SPD，在接线端子上接入的新导线的类型和最大、最小截面积按表 13 选取；对一端口 SPD，按制造商提出的值选取。

沿每根导线轴向施加如表 14 所示的拉力，持续时间为 1 min。施力时不要用力过猛。

在试验期间，接线端子上的导线不应移动或有任何损坏的迹象。

表 14 无螺钉型接线端子的拉力

截面积 mm ²	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4
拉力 N	30	30	35	40	50	60

6.3.1.4 绝缘穿刺的连接

6.3.1.4.1 设计使用单芯导线的 SPD 端子的拉脱试验

通过下述试验检查符合性。

按 6.3.1.1 规定把最小或最大横截面积的新铜导线(无论是实心线还是绞股线，以最不利者为准)接入到端子上。如有螺钉的话，按制造商的建议拧紧。

导线接入和拆卸 5 次，每次都要用新导线。在每次接入之后，沿导线轴向施加一个表 14 中给出的拉力达 1 min，加力时不要过猛。

在试验期间，接线端子上的导线不应移动或有任何损坏的迹象。

6.3.1.4.2 设计使用多芯电缆的 SPD 端子的拉脱试验

按 6.3.1.4.1 对设计使用多芯电缆的 SPD 端子进行拉脱试验。只是拉力不是施加在单根缆芯上，而是施加在整个多芯电缆上。按下式计算拉力：

$$F = F(x) \sqrt{n}$$

式中：

F ——施加的总力；

n ——缆芯的根数；

$F(x)$ ——以单根导线截面积计的单根缆芯受到的拉力(见表 14)。

在试验时,电缆不应滑脱出端子。

6.3.2 机械强度(安装)

应通过检查证实 SPD 在安装和使用期间具有承受外力的合适机械强度。

6.3.3 防止固体异物和水分的有害进入

按 GB 4208—1993 进行试验,检查 IP 码。

6.3.4 防止触电

a) 绝缘部件

试品按正常使用情况安装,并接有最小截面积的导线。另外还要用最大截面积的导线重做试验。(见表 13)。在每个可能的位置按 GB 4208—1993 采用标准的试验指进行试验。

对于插入式 SPD(不用工具就可改变其接线),当插头部分地插入或全部插入插座时,在每个可能的位置采用标准的试验指进行试验。用验电指示器(电压大于 40 V 和小于 50 V)显示与有关部件的接触情况。

b) 金属部件

当 SPD 按正常使用情况安装和接线时,除用以固定底座、外壳和盖板与带电部件绝缘的小螺钉等物件外,可触及的金属部件应通过一个低阻连接线与大地连接。

将等于 1.5 倍额定电流或 25 A 的电流(取较大者,电流由空载电压不超过 12 V 的交流电源产生)依次施加在接地端子与各个可触及的金属部件之间。测量接地端子与可触及的金属部件之间的电压降,并根据电流和电压降计算电阻,电阻值不应超过 0.05 Ω 。

注:应注意测量探头的尖端与被试的金属部件之间的接触电阻不要影响试验结果。

6.3.5 防火试验

在下列条件下,按照 GB/T 5169.11—1997 中第 4 章~第 10 章进行灼热丝试验。

——在 850 $^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ 的温度下,对由绝缘材料制成,且在其上固定有载流部件和保护回路部件 SPD 的外部部件进行试验;

——在 650 $^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的温度下,对由绝缘材料制成的所有其他的外部部件进行试验。

对于本试验而言,平面型 SPD 的底座按外部部件考虑。对由陶瓷材料制成的部件,不做该试验。如果绝缘的部件是由相同的材料制造的,那么只对这些部件中的一件,在合适的灼热丝试验温度下进行试验。

进行灼热丝试验是为了保证在规定的试验条件下,试验的灼热丝不会引起绝缘部件着火;或者保证在规定的试验条件下,发热的试验灼热丝可能使其绝缘材料着火的部件只有有限的燃烧时间,从而不致由于火焰、燃烧的部件或受试部件烧熔溅落而扩大成火灾。

对一个试品进行试验,如有怀疑,则进一步对两个试品再做一次灼热丝试验。在试验期间,试品应摆放在最不适合其预定使用的位置上(与被测试的表面垂直的位置上)。

考虑到在规定的使用条件下发热的元件可能与试品接触的情况,灼热丝的前端应放在试品的这些规定的表面上。

如果试品上没有可见的火苗和持久地燃烧,或在灼热丝移走之后,试品上的火苗和燃烧在 30 s 内自行熄灭,则试品被认为通过了灼热丝试验。

薄棉纸不应着火或松木板不应被烤焦。

6.4 环境试验

6.4.1 耐受高温和高湿度的试验

SPD 应按表 15 选取的时间持续暴露在高温和高湿度的环境中,其温度为 85 $^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 90%。

应利用图 13 合适的试验电路对 SPD 进行试验。在整个试验过程中,应由交流或直流电源给 SPD

供电。电源电压应等于 5.2.1.1 规定的最大持续运行电压,该电源应有足够供 SPD 汲取电流的电流容量。经试验之后,应把 SPD 冷却到 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境温度。

表 15 耐受高温和高湿度试验测试持续时间的优选值

测试持续时间/d
10
21
30
56

6.4.2 冲击浪涌下的环境循环试验

SPD 应暴露在无凝结的环境中,其循环的持续时间与表 16 中选取的循环相对应。在试验期间,为了施加按表 3 中 C 类选取的足够大的开路电压,应使用具有表 3 规定特性的冲击发生器,

当选择循环 A 时,在连续的五天循环日中每天施加两次冲击电流,接着的后两天不施加冲击电流。而在选择循环 B 时,在循环的第一天和最后一天,每天应各施加两次冲击电流。在做每次冲击试验时,在表 16 给出的温度上限 T_1 时施加一次冲击电流,在表 16 给出的温度下限 T_2 时施加另一次冲击。应在温度上限或下限的恒定段中心前后 1 h 的范围内施加冲击。在同一天施加的冲击电流应具有相同的极性,但接着后面的一天应采用另一极性。该程序应重复进行,直到环境循环完成时为止。

应采用图 13 合适的试验电路对 SPD 进行试验。在整个循环中应由直流电源供电。该直流电源的正、负电压值不应超过 5.2.1.1 规定的额定电压。在施加冲击电流时,不应给 SPD 供直流电。

在每次施加冲击电流期间,应测量冲击限制电压。在每次冲击试验后的 1 h 之内应测量绝缘电阻。如果在已知 SPD 对直流电源的极性敏感的情况下,应测试正、负极性下的绝缘电阻。

在环境循环结束后的 1 h 内,SPD 应满足 5.2.1.2 和 5.2.1.3 的要求。

表 16 环境循环试验中温度和持续时间的优选值

循环类型	温度上限(T_1)/ $^{\circ}\text{C}$	温度下限(T_2)/ $^{\circ}\text{C}$	持续时间/周期
循环 A-图 14	32 ± 2	4 ± 2	30
循环 B-图 15 (根据 GB/T 2423.4—1993 中 6.3.3 修改 2)	40 或 55 ± 2	25 ± 3	5

6.4.3 交流浪涌下的环境循环试验

SPD 应暴露在无凝结的循环环境中,其循环的持续时间与表 16 中选取的循环相对应。在试验期间,应使用具有足够大开路电压的交流电压发生器,其短路电流从表 5 中选取。

当选择循环 A 时,在连续的五天循环日中每天施加两次浪涌电流,接着的后两天不施加浪涌电流。而在选择循环 B 时,在循环的第一天和最后一天,每天应施加两次浪涌电流。每天两次浪涌电流,一次在表 16 给出的温度上限 T_1 时施加,另一次在表 16 给出的温度下限 T_2 时施加。应在温度上限或下限的恒定段中心前后 1 h 的范围内施加交流浪涌。该程序应重复进行,直到环境循环完成时为止。

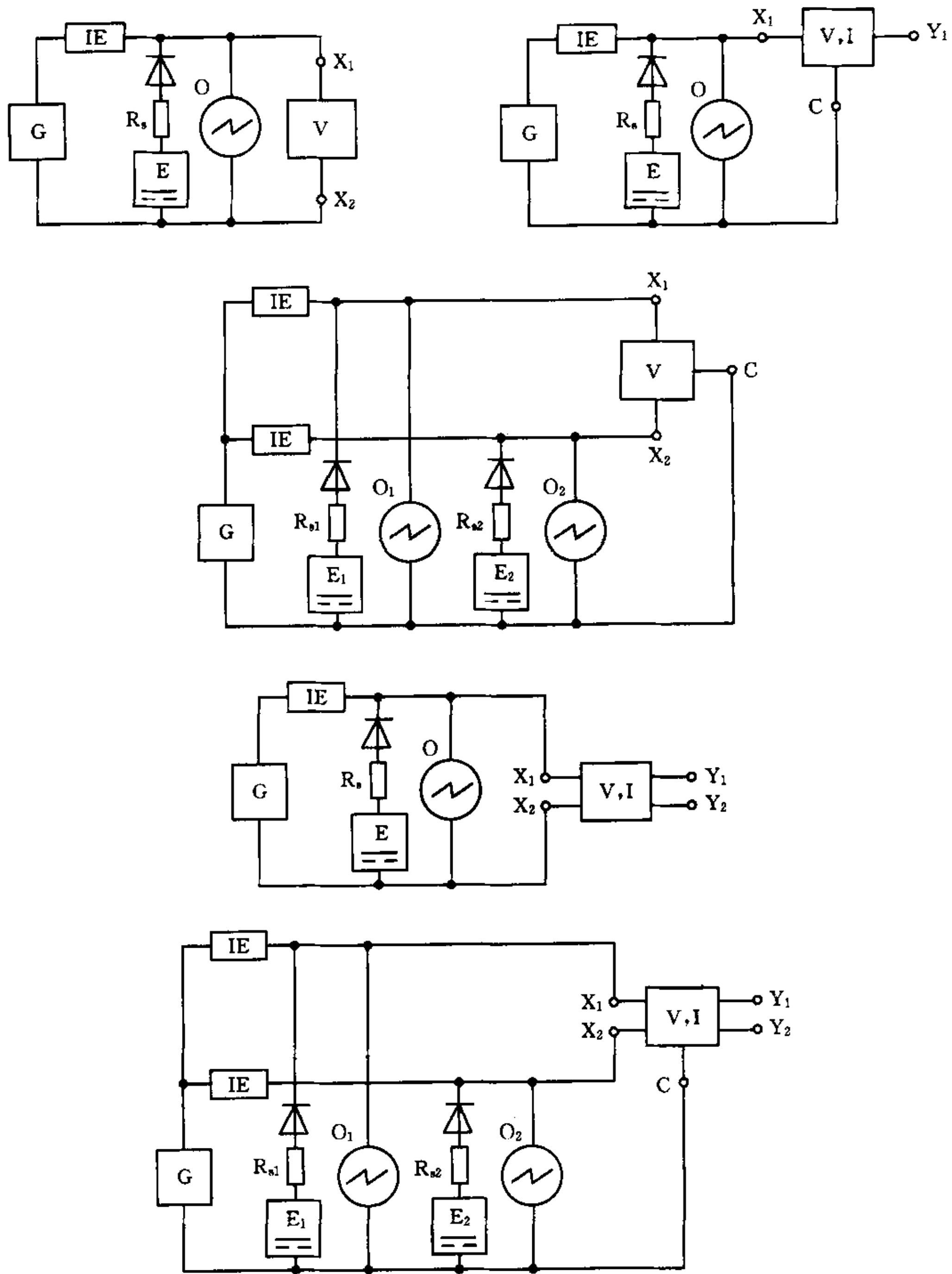
应采用图 13 合适的试验电路对 SPD 进行试验。在整个循环中应由直流电源供电。该直流电源的正、负电压值不应超过 5.2.1.1 规定的额定电压。在施加交流电流时,不应给 SPD 供直流电。

在每次施加电流期间,应测量交流限制电压。在每次交流浪涌试验后的 1 h 之内应测量绝缘电阻。如果在已知 SPD 对直流电源的极性敏感的情况下,应测试正、负极性下的绝缘电阻。

在环境循环结束后的 1 h 内,限压功能应满足冲击限制电压和绝缘电阻的要求。

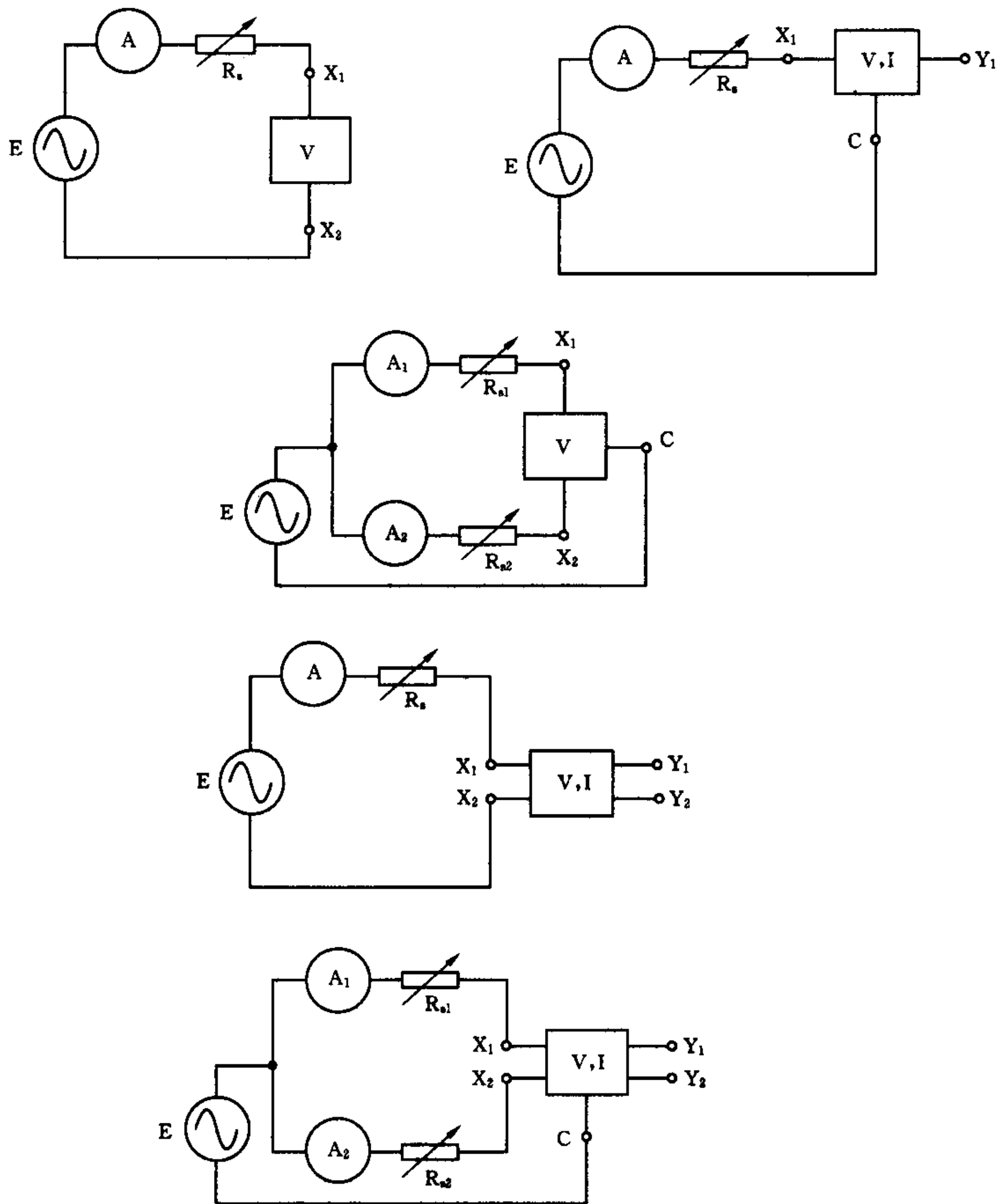
6.5 验收试验

验收试验按制造商和用户之间的协议进行。



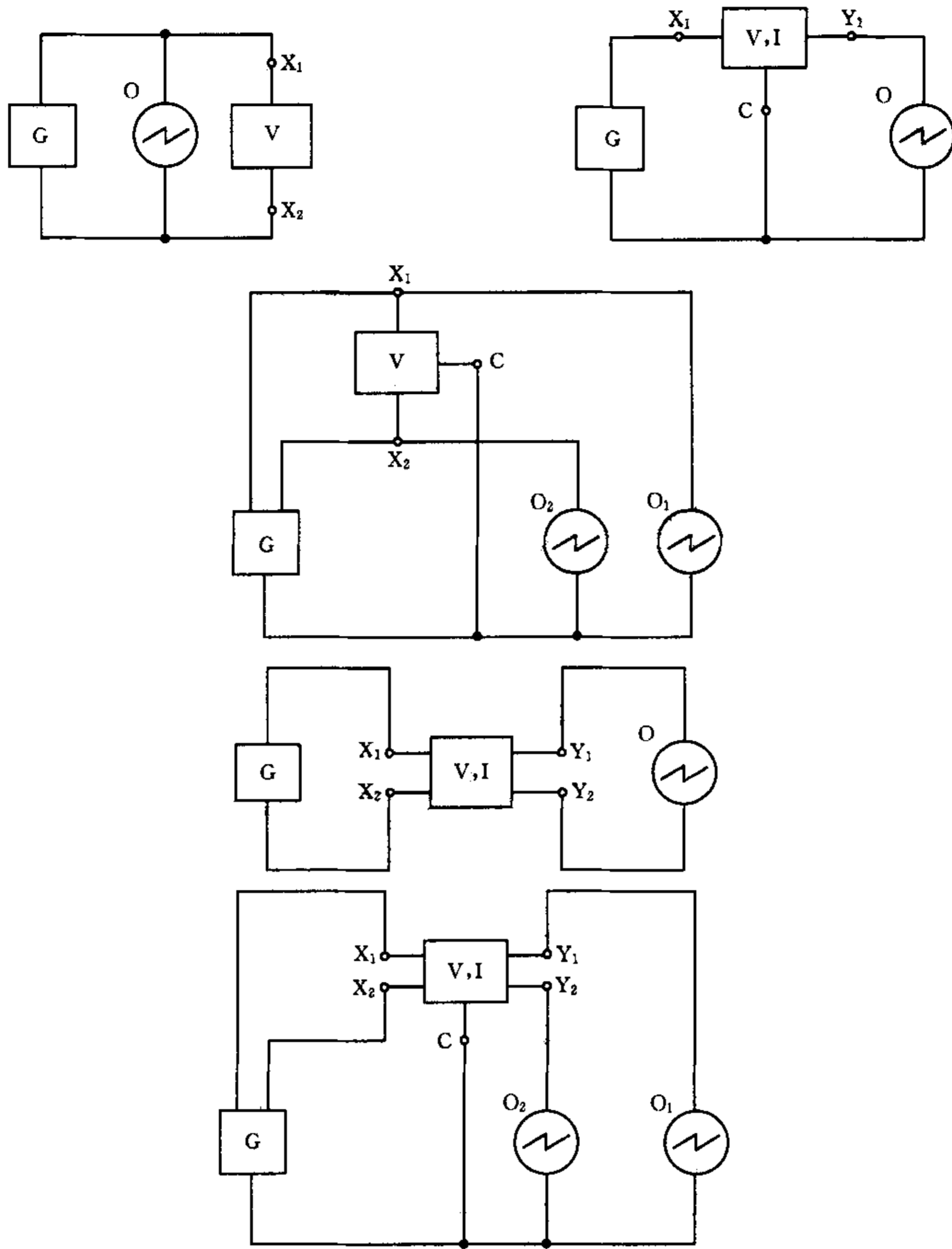
- O, O₁, O₂——示波器;
- E, E₁, E₂——直流电压源;
- G——冲击发生器;
- IE——隔离单元;
- R_s, R_{s1}, R_{s2}——无感电源电阻;
- V——限压元件;
- V, I——限压元件或限压元件与限流元件的组合;
- X₁, X₂——线路端子;
- Y₁, Y₂——被保护的线路端子;
- C——公共端子。

图 2 冲击复位时间的试验电路



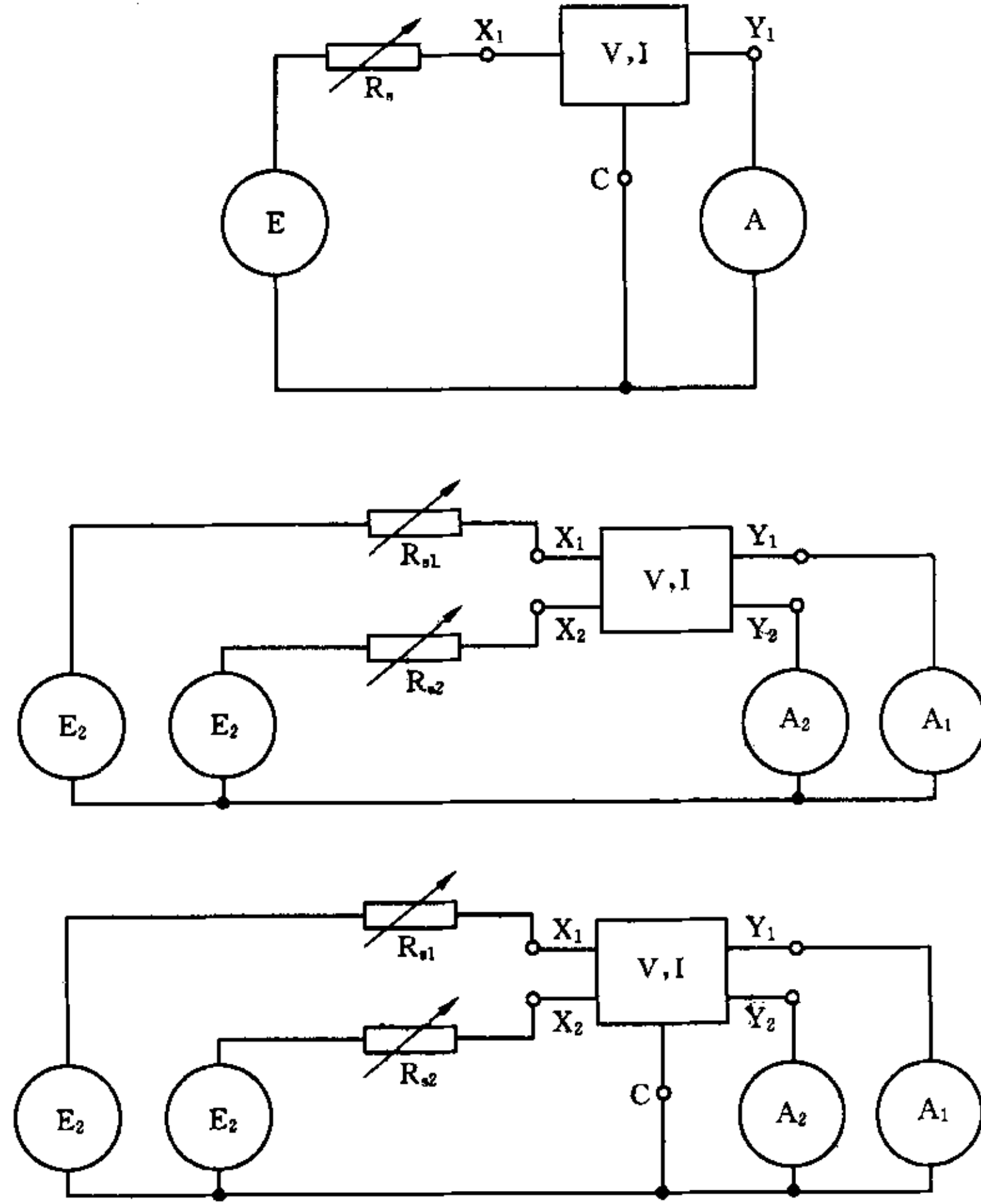
- A, A_1 , A_2 ——电流表;
- E——交流电压源;
- R_s , R_{a1} , R_{a2} ——无感电源电阻;
- V——限压元件;
- V, I——限压元件或限压元件与限流元件的组合;
- X_1 , X_2 ——线路端子;
- Y_1 , Y_2 ——被保护的线路端子;
- C——公共端子。

图 3 交流耐受试验和过载故障模式的试验电路



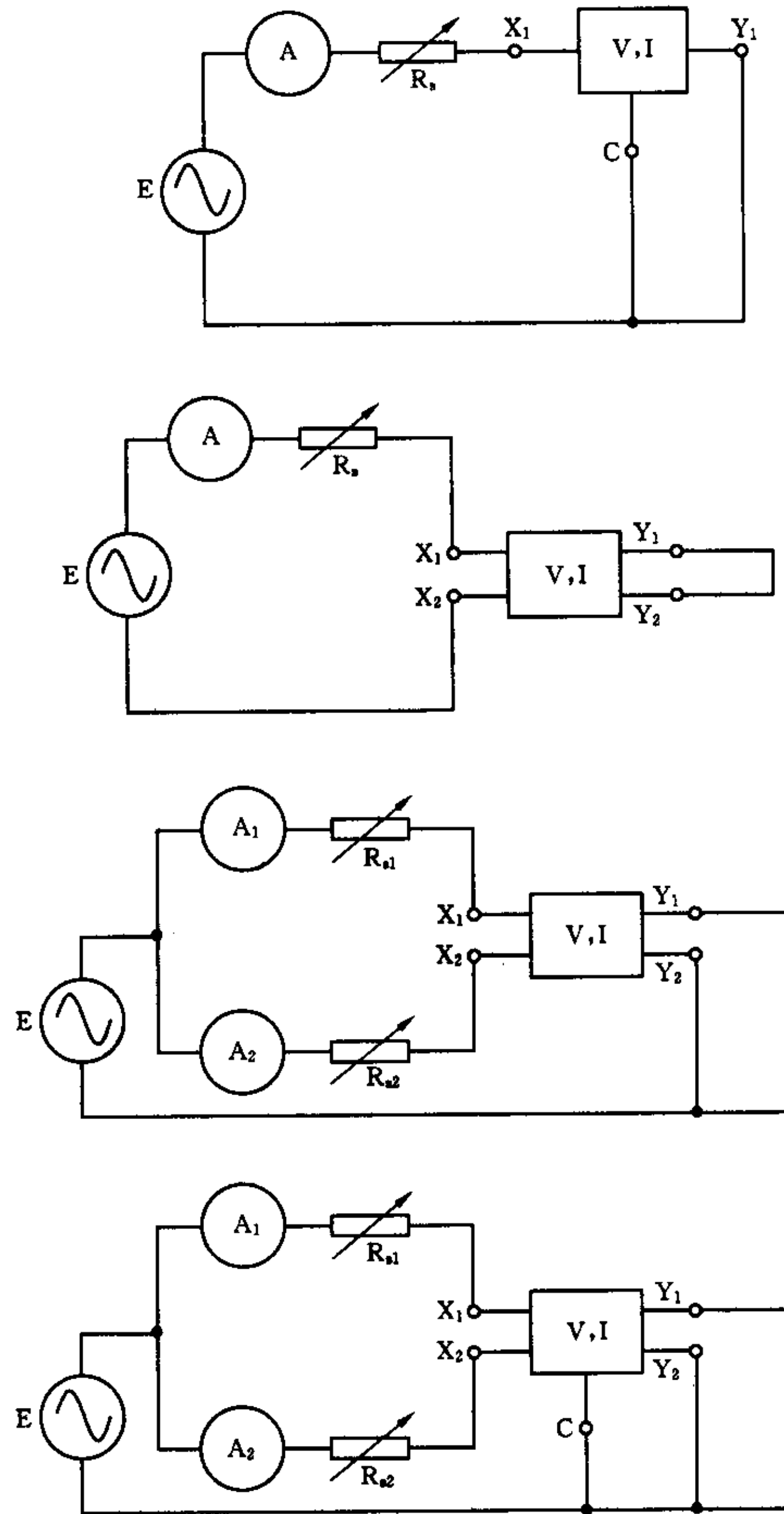
- O, O₁, O₂——示波器,用于冲击耐受试验期间监视 U_p ;
- G——冲击发生器;
- V——限压元件;
- V, I——限压元件或限压元件与限流元件的组合;
- X₁, X₂——线路端子;
- Y₁, Y₂——被保护的线路端子;
- C——公共端子。

图 4 冲击耐受试验和过载故障模式的试验电路



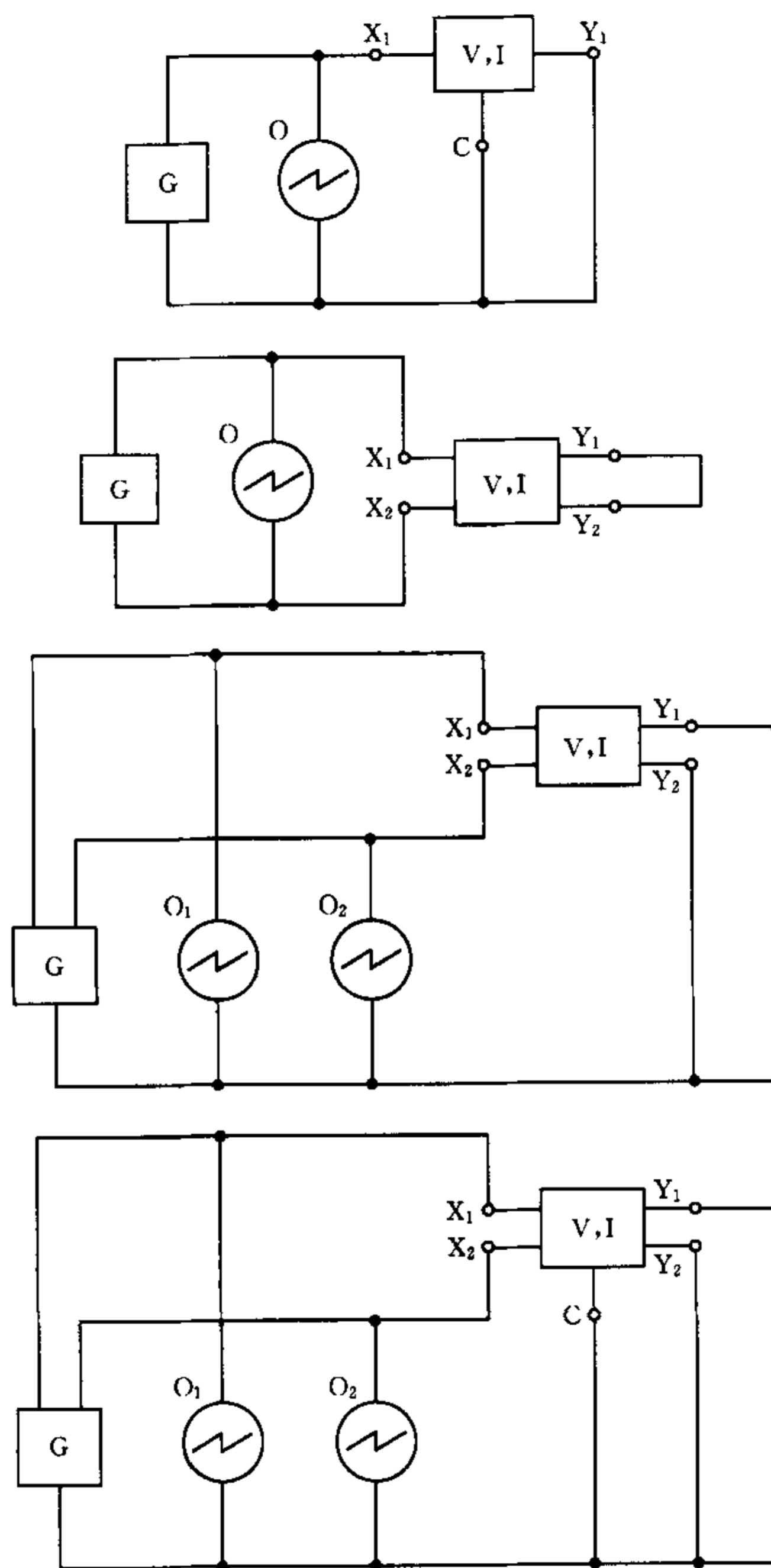
- A, A₁, A₂——电流表;
- E, E₁, E₂——交流电压源;
- R_s, R_{s1}, R_{s2}——无感电源电阻;
- V——限压元件;
- V, I——限压元件或限压元件与限流元件的组合;
- X₁, X₂——线路端子;
- Y₁, Y₂——被保护的线路端子;
- C——公共端子。

图 5 检验额定电流、串联电阻、响应时间、电流恢复时间、最大中断电压和动作负载的试验电路



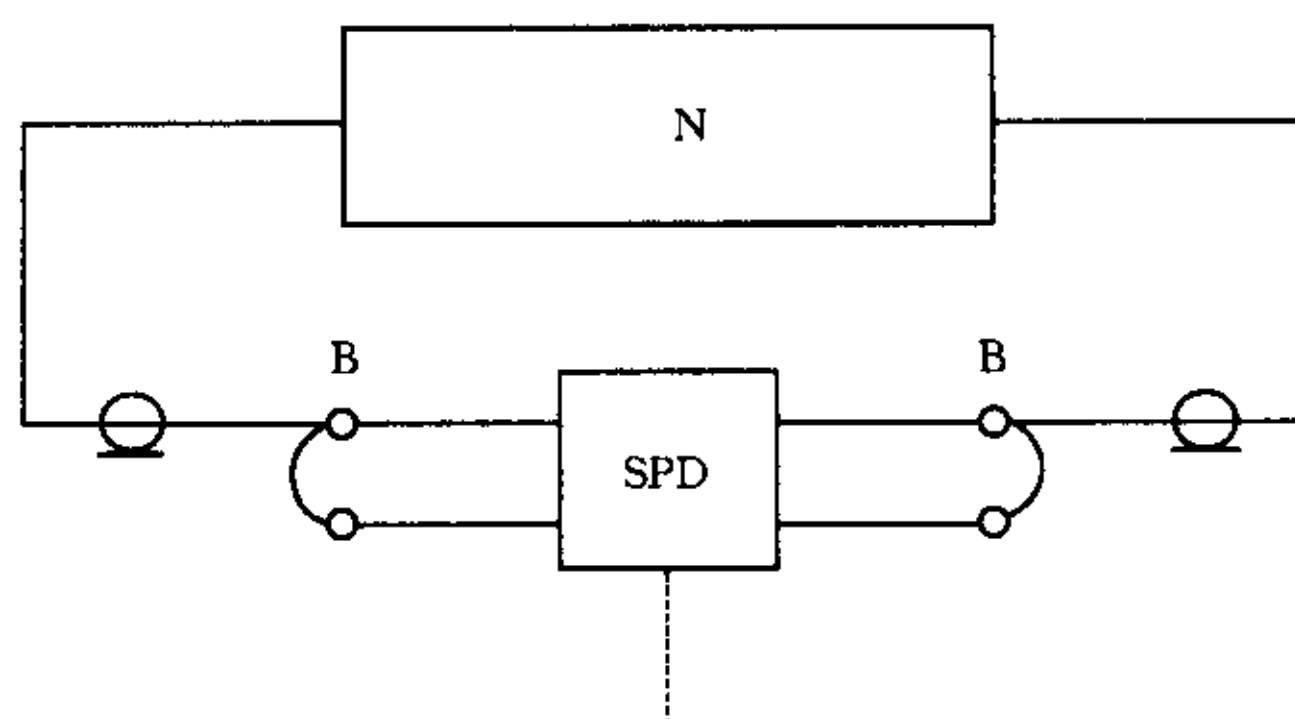
- A, A₁, A₂——电流表;
- E——交流电压源;
- R_s, R_{s1}, R_{s2}——无感电源电阻;
- V——限压元件;
- V, I——限压元件或限压元件与限流元件的组合;
- X₁, X₂——线路端子;
- Y₁, Y₂——被保护的线路端子;
- C——公共端子。

图 6 交流耐受试验电路



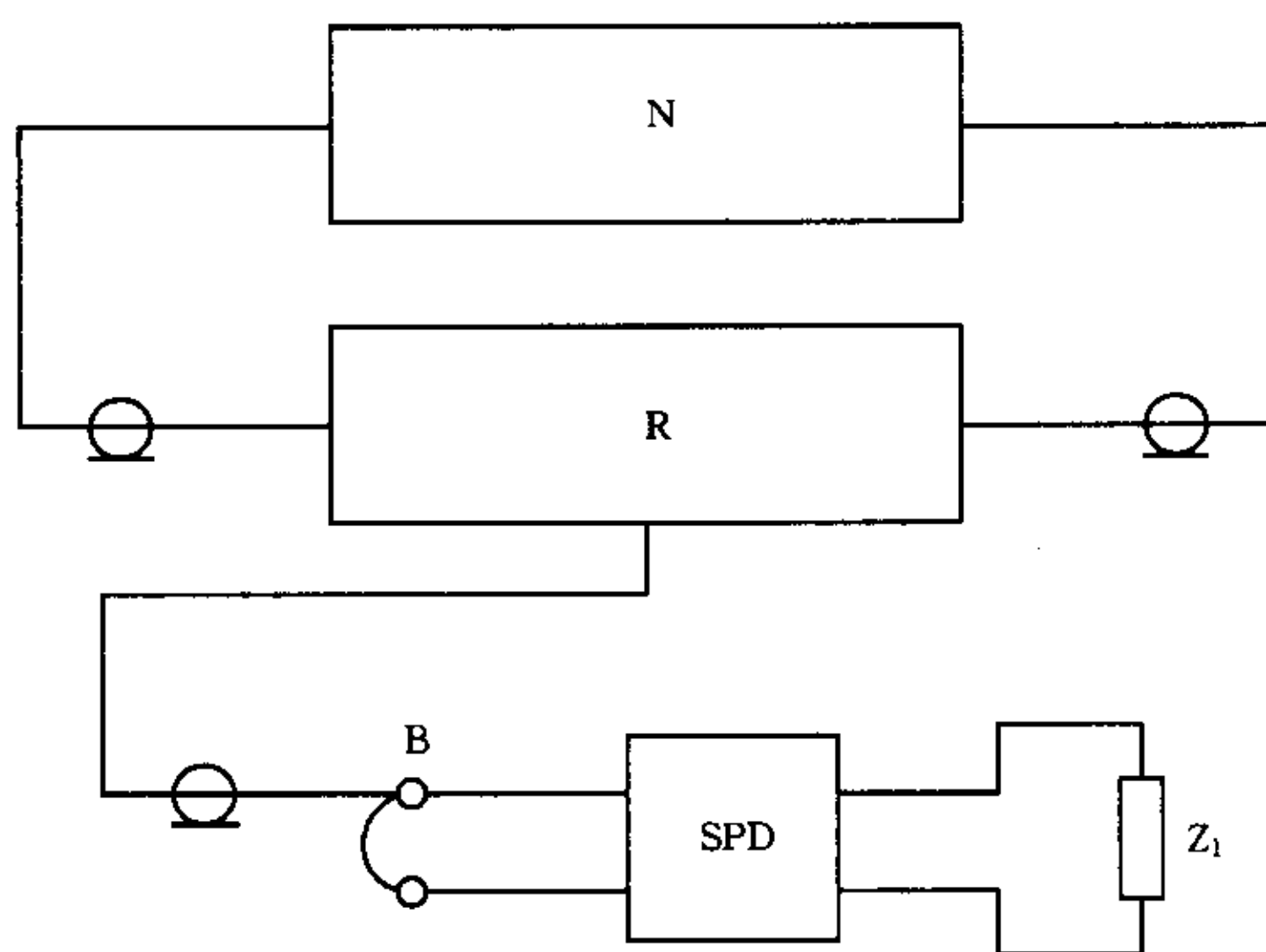
- O, O₁, O₂ —— 示波器;
- G —— 冲击发生器;
- V —— 限压元件;
- V, I —— 限压元件或限压元件与限流元件的组合;
- X₁, X₂ —— 线路端子;
- Y₁, Y₂ —— 被保护的线路端子;
- C —— 公共端子。

图 7 冲击耐受试验电路



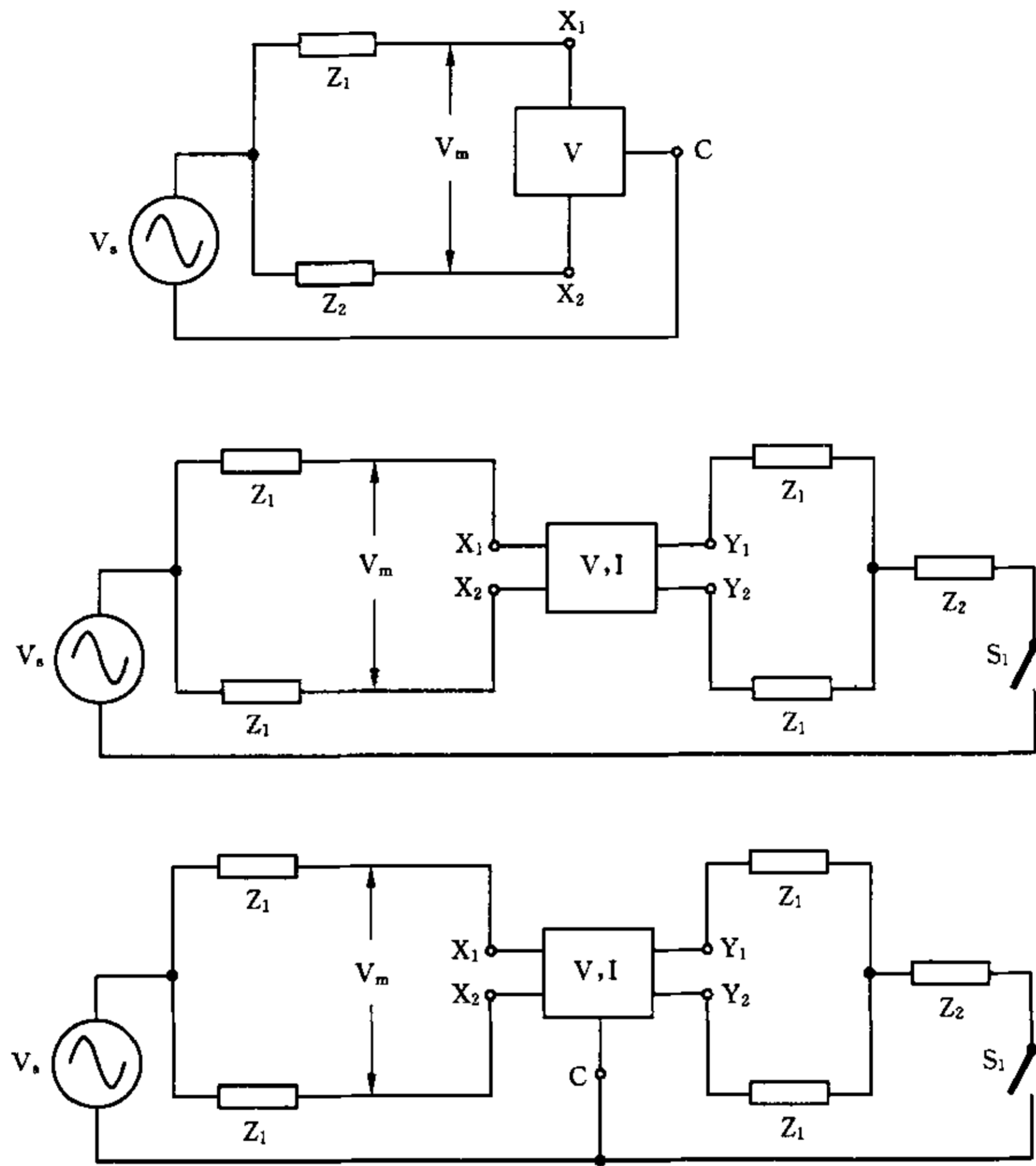
N——网络分析仪；
B——平衡-不平衡转换器。

图 8 插入损耗试验电路



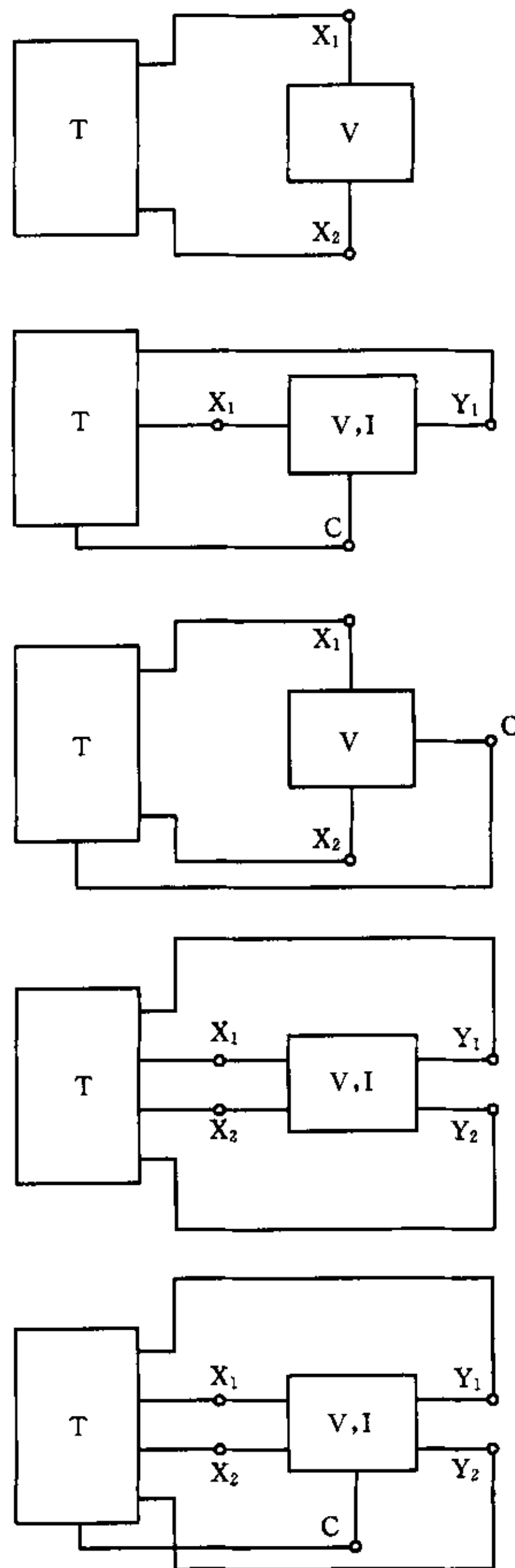
N——网络分析仪；
R——反射电桥；
B——平衡-不平衡转换器；
 Z_1 ——终端阻抗 100 Ω 或 120 Ω 或 150 Ω 。

图 9 回波损耗试验电路



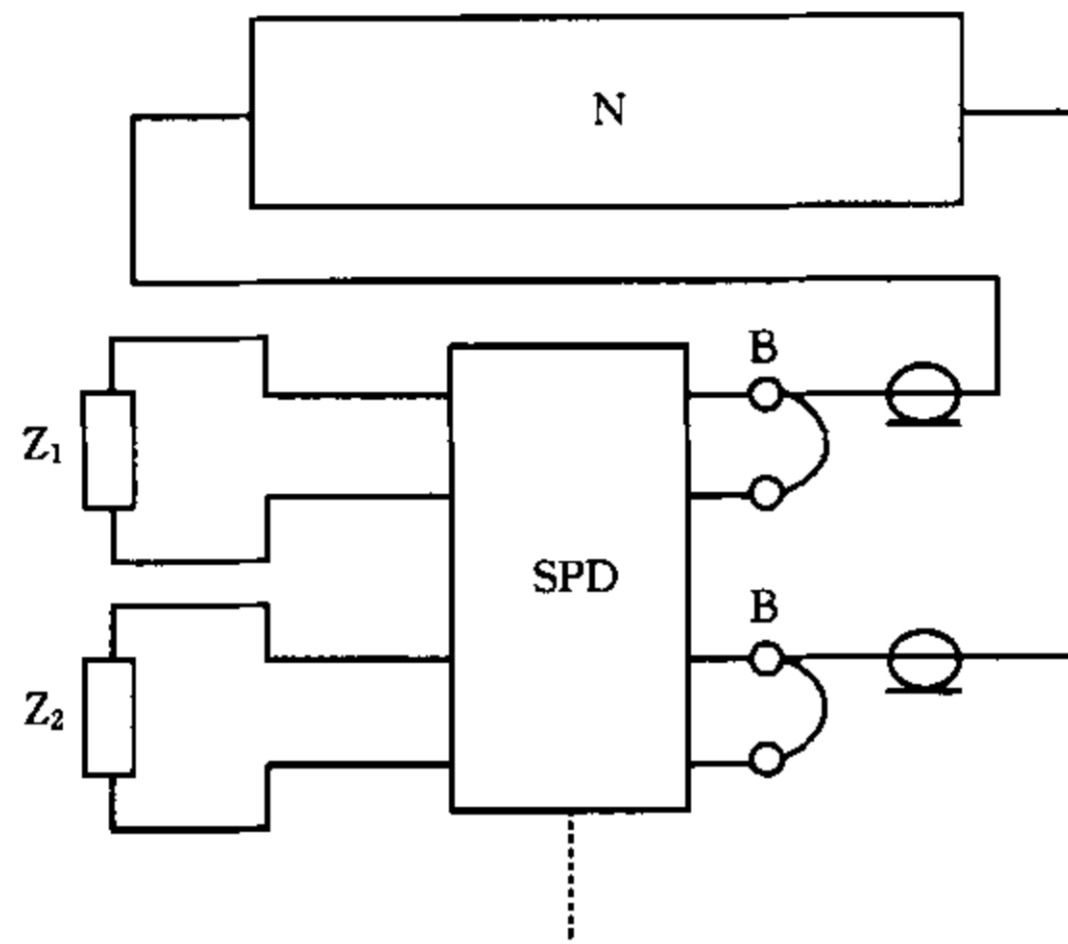
- V_s ——骚扰共模电压(纵向的);
- V_m ——差模电压(导线间);
- Z_1, Z_2 ——终端电阻;
- V ——限压元件;
- V, I ——限压元件或限压元件与限流元件的组合;
- X_1, X_2 ——线路端子;
- Y_1, Y_2 ——被保护的线路端子;
- C ——公共端子。

图 10 纵向平衡试验电路



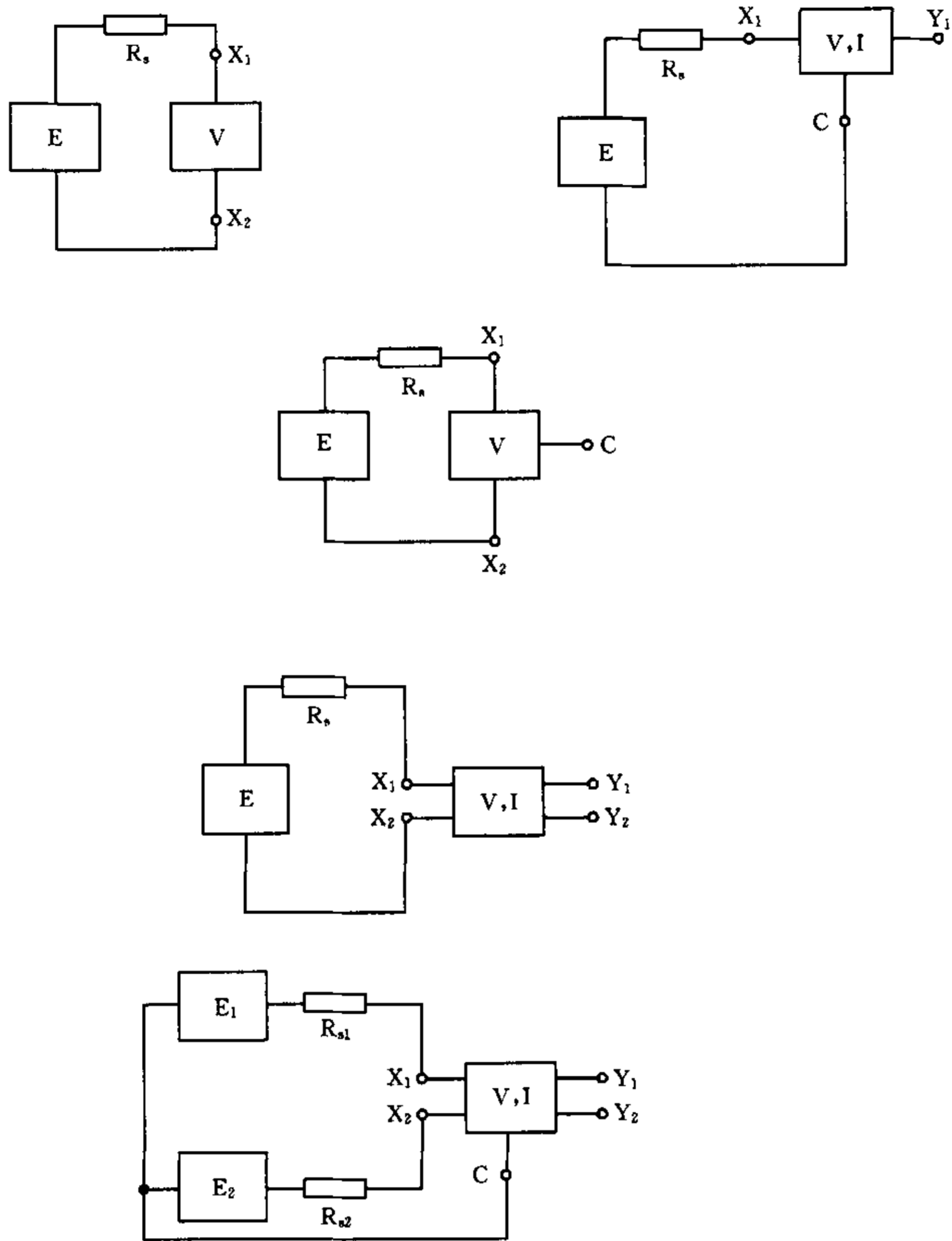
- T——BER 检测器；
- V——限压元件；
- V,I——限压元件或限压元件与限流元件的组合；
- X₁, X₂——线路端子；
- Y₁, Y₂——被保护的线路端子；
- C——公共端子。

图 11 检验误码率的试验电路



N——网络分析仪；
B——平衡-不平衡转换器；
 Z_1, Z_2 ——终端电阻。

图 12 近端串扰试验电路



- E, E_1, E_2 ——直流或交流电压源；
- R_s, R_{s1}, R_{s2} ——无感电源电阻；
- V ——限压元件；
- V, I ——限压元件或限压元件与限流元件的组合；
- X_1, X_2 ——线路端子；
- Y_1, Y_2 ——被保护的线路端子；
- C ——公共端子。

图 13 耐高温/高湿度试验和环境循环试验电路

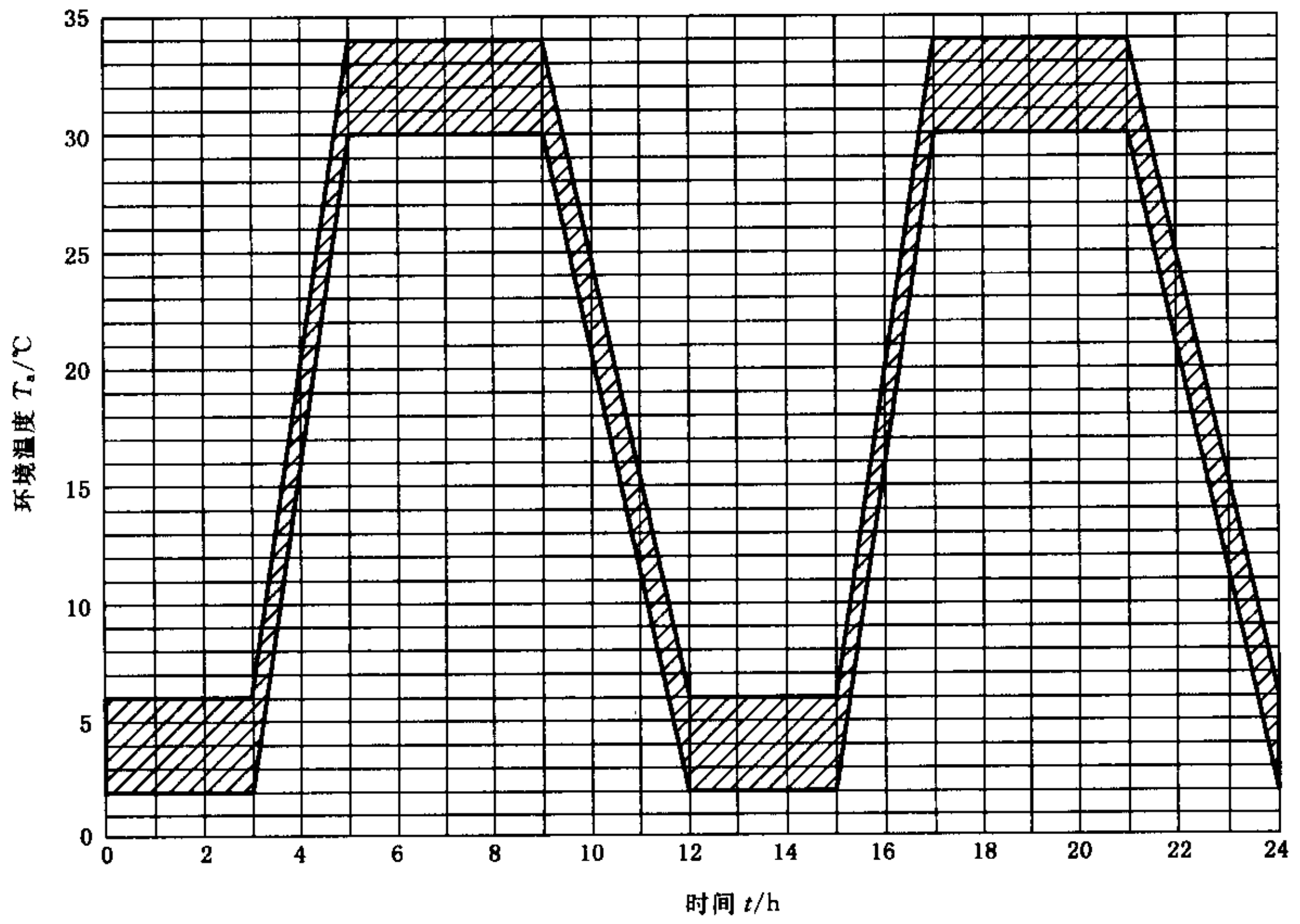
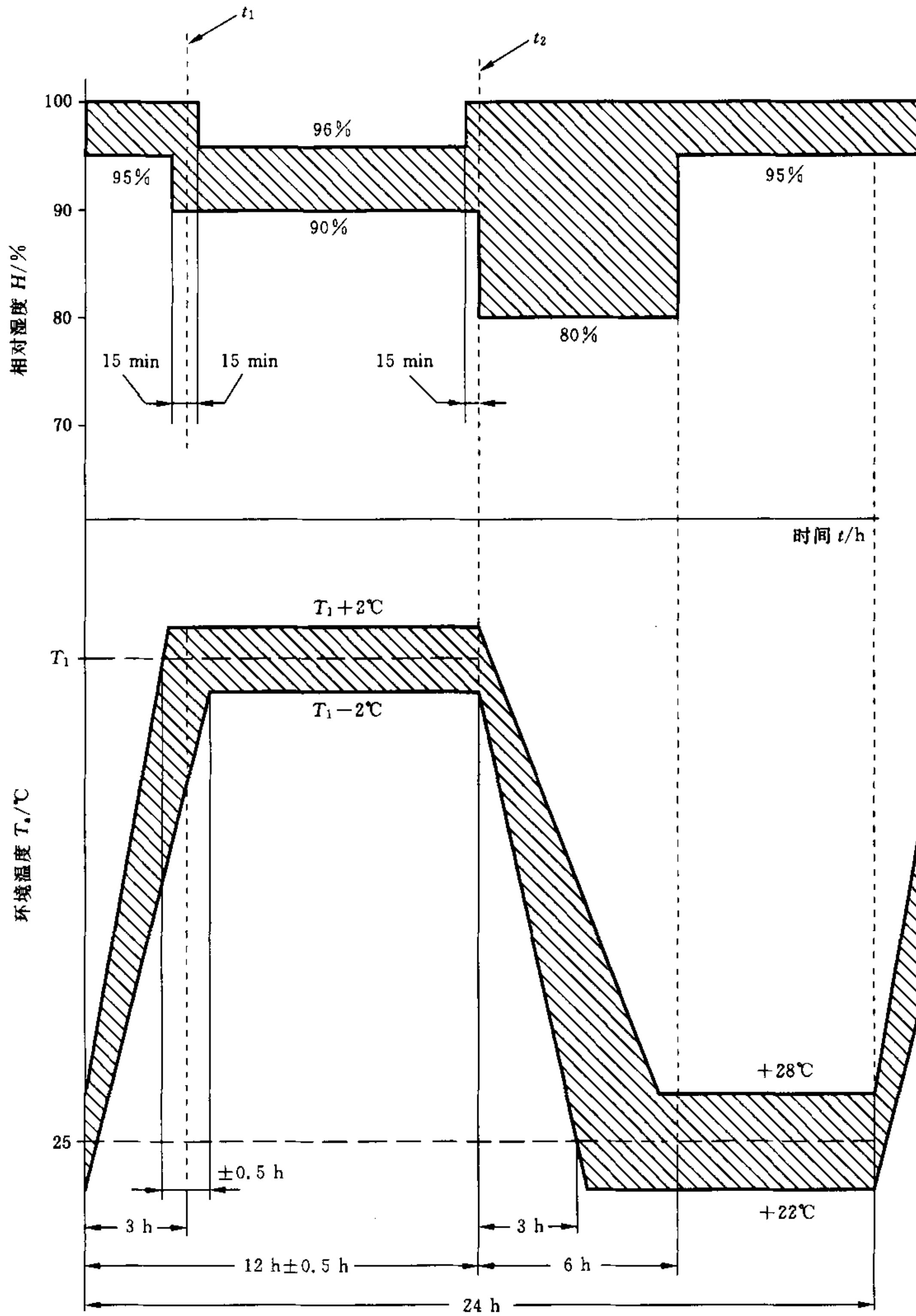


图 14 环境循环试验方案 A, $RH \geq 90\%$



T_1 ——上限温度，+40°C 或 +55°C；

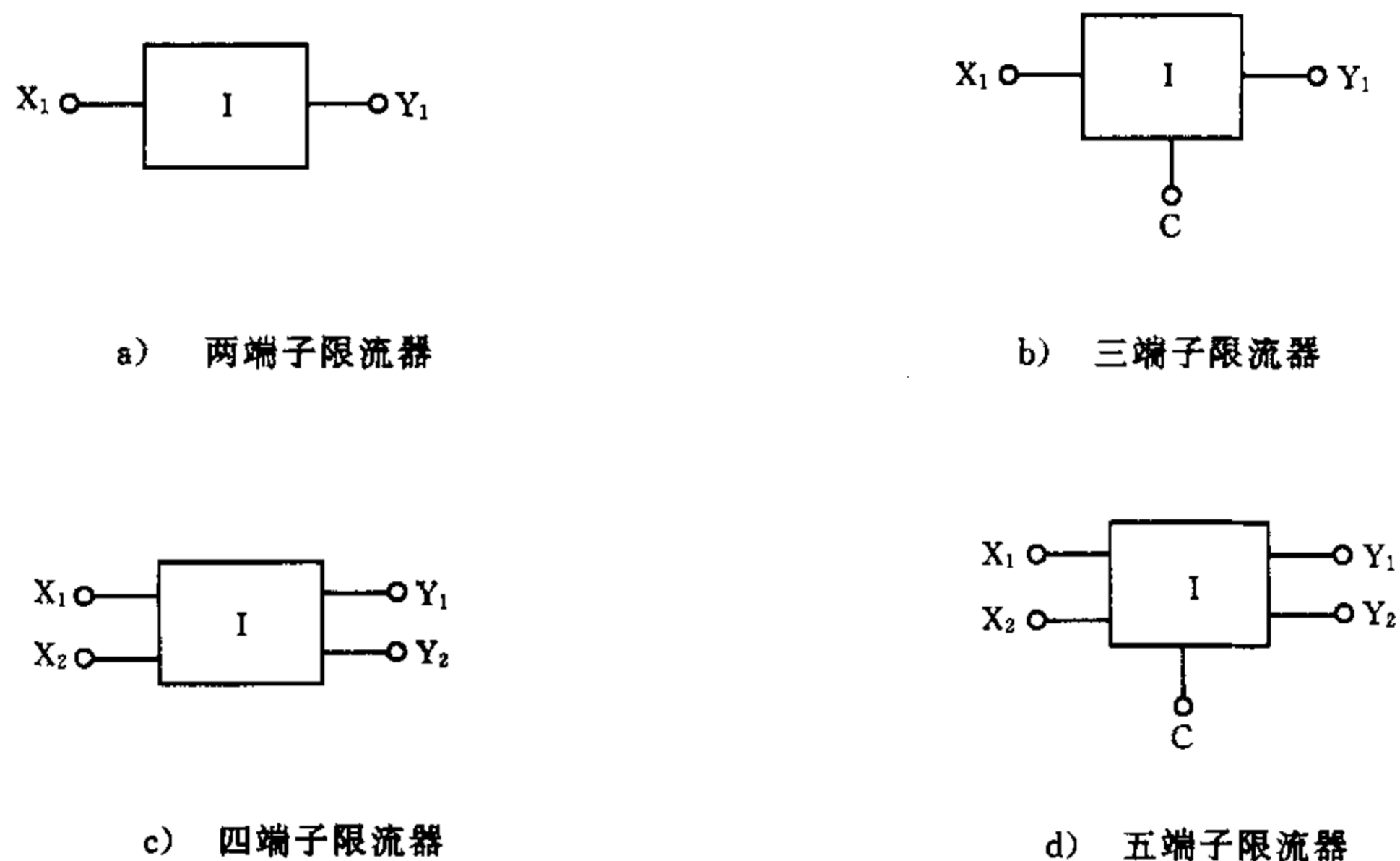
t_1 ——温度上升结束的时间；

t_2 ——温度下降开始的时间。

图 15 环境循环试验方案 B

附录 A
(资料性附录)
只带有限流元件的保护器件

图 A.1 示出了只带有限流元件的保护器件的结构。宜按 5.2.2 中合适的要求对这种器件进行试验。按 6.2.2 试验时所用的电压源的电压应小于或等于制造商规定的最大中断电压。视应用情况,电流保护器件也应按 6.3 进行试验和按 6.2.3 选择试验。



I——限流元件;
X₁, X₂——线路端子;
Y₁, Y₂——被保护的线路端子;
C——公共端子。

图 A.1 只带有限流元件的保护器件的结构

附录 B
(资料性附录)

合适的传输特性试验的选择

根据应用情况,采用从 6.2.3 中选择的试验项目对 SPD 进行试验。试验要求可从第 5 章对应的条款中找到。为了帮助使用者确定哪些试验是合适的,这里制定了表 B.1。

应用情况是按模拟(<20 kHz)、数字和视频信号来分类的。这个表是试验性的,使用者在决定对 SPD 进行什么样的试验之前,可能需要更加仔细地对他的传输系统进行分析。对于推荐做的试验,在表中标记有“X”,但是,对每一类来说(例如模拟类,<20 kHz),并非所有推荐的都需要试验。使用者宜从适合 SPD 工作的类别中选择试验项目。

表 B.1 适合于某些传输系统的 SPD 的试验

传输特性试验	模拟 (<20 kHz)	数字	视频
6.2.3.1 电容	X	X	X
6.2.3.2 插入损耗	X	X	X
6.2.3.3 回波损耗		X	X
6.2.3.4 纵向平衡	X	X	X
6.2.3.5 误码率(RER)		X	
6.2.3.6 近端串扰(NEXT)	X	X	X

附录 C
(规范性附录)
试验顺序

表 C.1 关于表 1 的试验顺序

试验序号	试验顺序
1	5.1,5.2.3,5.3,5.4
2	5.2.1,5.2.1.7
3	5.2.2

每一试验序号对三个试品进行试验。

参 考 文 献

- GB/T 2421—1999 电工电子产品环境试验 第1部分:总则
- GB/T 16927.2—1997 高电压试验技术 第2部分:测量系统(eqv IEC 60060-2:1994)
- IEC 60068-2-38:1974 环境试验 第2部分:试验 试验 Z/AD:温度/湿度组合循环试验
- IEC 60721-3-3:1994 环境条件的分类 第3部分:环境参数及其严酷度的分组 第3章:不受气候影响地区的稳定应用
- ISO/IEC 11801:1995 信息技术 用户大楼通信综合布线系统
- IEEE C62.36:1994 IEEE 标准——低压数据、通信和信号电路中使用的冲击保护器的试验方法 (ANSI)
- IEEE C62.64:1997 IEEE 标准——低压数据、通信和信号电路中使用的冲击保护器的技术规范
- ITU-T 建议 K.12:1995 用于保护电信设施的气体放电管的特性
- ITU-T 建议 K.20:1996 电信交换设备耐过电压和过电流的能力
- ITU-T 建议 K.21:1996 用户终端耐过电压和过电流的能力
- ITU-T 建议 K.28:1993 电信设备保护用半导体避雷器组件的特性
-