



中华人民共和国国家标准

GB/T 17702.2—1999
idt IEC 61071-2:1994

电力电子电容器 第2部分：熔丝的隔离试验、 破坏试验、自愈性试验及 耐久性试验的要求

Power electronic capacitors
Part 2: Requirements for disconnecting test
on fuses, destruction test, self-healing
test and endurance test

1999-03-23 发布

1999-10-01 实施

国家质量技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 力 电 子 电 容 器
第2部分：熔丝的隔离试验、
破坏试验、自愈性试验及
耐久性试验的要求

GB/T 17702.2—1999

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码：100045

电 话：68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
1999年9月第一版 1999年9月第一次印刷
印数 1—1 500

*

书号：155066·1-16131 定价 10.00 元

*

标 目 386—42

前 言

本标准等同采用国际标准 IEC 61071-2:1994《电力电子电容器第 2 部分:熔丝的隔离试验、破坏试验、自愈性试验及耐久性试验的要求》,本标准与相关标准协调一致。

本标准的附录 B 和附录 C 是标准的附录。

本标准的附录 A 和附录 D 是提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国电力电容器标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:西安电力电容器研究所。

本标准主要起草人:刘菁。

本标准委托全国电力电容器标准化技术委员会负责解释。

IEC 前言

1) IEC(国际电工委员会)是一个由所有国家电工委员会(IEC 国家委员会)组成的世界性标准化组织。IEC 的目标是促进电力和电子领域内所有标准化问题的国际间合作,为了这个目标,除了一些其他的活动外,IEC 出版国际标准。国际标准的制定工作委托给技术委员会,任何对所涉及的问题感兴趣的 IEC 国家委员会都可以参与此项制定工作。与 IEC 有协作关系的国际性的、政府性的和非政府性的组织也都可以参与此制定工作。IEC 与国际标准化组织(ISO)依照双方协商确定的条件紧密合作。

2) 由所有对该问题特别关切的国家委员会都参加的技术委员会所制定的 IEC 有关技术问题的正式决议或协议,尽可能地表达了对所涉及的问题在国际上的一致意见。

3) 这些决议或协议以标准、技术报告或导则的形式出版,以推荐物的形式供国际上使用,并在此意义上为各国家委员会所承认。

4) 为了促进国际上的统一,IEC 各国家委员会同意在其国家和地区标准中在最大可能范围内明显地采用 IEC 国际标准。IEC 标准与相应的国家或地区标准之间的任何差异,均应在国家或地区标准中明确指出。

5) IEC 不提供关于表示认可的标志手续,IEC 不可能对任何设备声称符合 IEC 的一项标准负责。

IEC 技术委员会的主要职责是制定国际标准。在特殊情况下,技术委员会可提议出版以下形式之一的技术报告。

——形式 1,尽管多次努力,而作为国际标准出版仍不能得到所需的支持时;

——形式 2,由于所述课题仍处于技术发展过程中或由于任何其他理由,将来而不是现在有可能就国际标准取得一致意见时;

——形式 3,技术委员会例行出版国际标准过程中收集到的各种资料,例如“工艺动态”。

形式 1 和形式 2 技术报告在出版后的三年内提交复审,以确定它们能否转为国际标准。形式 3 技术报告直到认为它们提供的数据不再有效和有用时才有必要复审。

IEC 1071-2 是形式 2 技术报告,它是由 IEC TC33(电力电容器)制定的。

本技术报告的正文以下列文件为依据:

国际标准草案	表决报告
33(SEC)143	33(SEC)156

有关投票赞成本技术报告的全部表决资料可在上表所示的表决报告中查到。

本文件作为电力电子电容器领域的“将来的标准供临时应用”,以形式 2 技术报告系列出版物出版(依据 IEC/ISO 导则第 1 部分中的 G3. 2. 2),因为迫切需要指导这一领域的标准怎样用来满足共同的需要。

本文件不视为“国际标准”,建议临时应用,以便搜集实际使用中的情况和经验。有关本文件内容的意见请寄到 IEC 中央办公室。

本形式 2 技术报告自发布之日起将在三年内复审,下述方案可供选择:再延长三年,转为国际标准,或者撤消。

附录 B 和附录 C 是本技术报告的组成部分。

附录 A 和附录 D 仅供参考。

目 次

前言 Ⅲ

IEC 前言 IV

1 总则 1

2 质量要求和试验 2

附录 A(提示的附录) 熔丝和隔离器的保护导则 7

附录 B(标准的附录) 内部熔丝隔离试验的试验方法 7

附录 C(标准的附录) 试验电压的波形 8

附录 D(提示的附录) 自愈性击穿试验使用的设备 9

中华人民共和国国家标准

电力电子电容器
第2部分：熔丝的隔离试验、
破坏试验、自愈性试验及
耐久性试验的要求

GB/T 17702.2—1999
idt IEC 61071-2:1994

Power electronic capacitors
Part 2: Requirements for disconnecting test
on fuses, destruction test, self-healing
test and endurance test

1 总则

1.1 范围

本标准适用于符合 GB/T 17702.1 的电力电子电容器,并对这些电容器规定了以下要求:

- 熔丝的隔离试验;
- 破坏试验;
- 自愈性试验;
- 耐久性试验。

1.2 引用标准¹⁾

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 17702.1—1999 电力电子电容器 第1部分:总则(idt IEC 61071-1:1991)

1.3 定义

1.3.1 内部隔离器 internal disconnecter

一种组装在电容器内部的,当电容器发生故障时用来切断电流通路的隔离器件。

注:这种器件通常用于自愈式电容器中。

1.3.2 外部过压力指示器 external overpressure detector

一种能指示内部压力异常增大并能间接切断电流通路的器件。

1.3.3 内部(元件)熔丝 internal(element)fuse

一种组装于电容器内部的,当发生击穿时能将一只元件或一组元件隔离开来的器件。

1.3.4 外部熔断器 external fuse

一种与电容器串联连接的,当发生击穿时能将单元隔离开来的器件。

采用说明:

1) 因 IEC 61071-2:1994 中的引用标准“IEC 68:环境试验”在正文中从未出现,故删去了这一引用标准。

2 质量要求和试验

2.1 试验类别

2.1.1 出厂试验

每一单元都应通过 GB/T 17702.1 中规定的出厂试验。

2.1.2 型式试验

型式试验包括：

- 熔丝的隔离试验(见 2.2)；
- 破坏试验(见 2.3)；
- 自愈性(SH)试验(见 2.4)；
- 耐久性试验(见 2.5)。

2.2 熔丝的隔离试验

2.2.1 概述

本试验适用于装有内部熔丝的非自愈式电容器。

熔丝与元件串联连接，一旦元件发生故障，熔丝用来隔离该元件，熔丝的电流和电压范围取决于电容器的设计，在某些情况下也取决于该熔丝所接入的电容器组的设计。

内部熔丝的动作通常决定于下列两个因素或其中之一：

- 与故障元件或单元相并联的元件或单元的放电能量；
- 通过熔丝的故障电流。

注：如果单元是由外部熔断器保护的，则进行试验时应带有由电容器制造厂提供的外部熔断器。

2.2.2 隔离要求

当元件在 u_1 和 u_2 电压范围内发生电击穿时，熔丝应能使故障元件隔离出来。其中 u_1 和 u_2 分别为在故障瞬间电容器单元端子之间电压的最低和最高值。

u_1 和 u_2 的推荐值如下：

$$u_1 = 0.8 U_N$$

u_2 ：见 GB/T 17702.1 的表 2

注：上述 u_1 和 u_2 的值是根据在元件电击穿的瞬间电容器单元端子间通常可能产生的电压确定的。如果 u_1 和 u_2 的值与上述值不同，则购买方应予以说明。

u_1 和 u_2 的值应作相应更改。

2.2.3 承受要求

动作以后，熔丝装置应能承受全元件电压，再加上因熔丝动作而产生的任何不平衡电压以及电容器寿命期间正常受到的任何短时限变过电压。

在电容器寿命期间内熔丝应能够：

- 连续通过 $1.1 I_{\max}$ 的最大单元电流；
- 承受单元的涌流；
- 通过因元件击穿而产生的放电电流；
- 承受放电试验(见 GB/T 17702.1 中 2.9)。

注：熔丝和隔离器的保护导则见附录 A。

2.2.4 试验程序

熔丝的隔离试验应如下进行。

施加上限直流试验电压 u_2 (见 2.2.2)直到至少一根熔丝熔断。然后立刻将电压降到 $0.8 U_N$ 直到另一根熔丝熔断。

应监控单元两端的电压。

在整个试验过程中应测量单元两端的电压。

如果紧临熔丝动作前和紧临熔丝动作后的电压相差超过 10%，则应与被试单元并联连接一个附加电容，重新进行试验。

制造厂可决定此重复试验在一个新单元上进行。

熔丝试验在一个完整的电容器单元上进行，如果内部只有一根熔丝，也可在两个单元上进行。

可采用附录 B 中列举的试验方法中的一种，也可采用其他的方法，选择权留给制造厂。

最好选用能在标准单元上进行试验的方法。

注

- 1 在上限电压下，允许有另外一根（或装有熔丝的直接并联的元件的十分之一的）接在完好元件上的熔丝损坏。
- 2 击穿后试验电压应保持几秒钟（至少 10 s），以保证熔丝确已起到隔离作用，而无需断开电源。
- 3 在特殊情况下，可能有必要延长试验直到两个或更多个电容器元件发生击穿。这时，在每一电压极限下的击穿次数由制造厂和购买方协商确定。耐受电压试验中施加的电压可能需要增加（见 2.2.7）。
- 4 在进行这一试验时，应当采取预防措施，以防止电容器单元可能发生的爆炸。
- 5 如果电容器内部元件串联连接，则建议在每一项试验后给所有的串联元件组放电。

2.2.5 电容的测量

试验后应测量电容以证明熔丝已熔断。

测量方法应具有能足以检测出由于一根熔丝熔断而引起电容变化的灵敏度。

2.2.6 外观检查

隔离试验后，外壳应不出现显著的变形。

应无渗漏。

2.2.7 电压试验

单元应承受耐受试验电压，历时 10 s，不得再有熔丝动作，除非制造厂和购买方按 2.2.4 注 3 的规定另有协议，此耐受试验电压一般等于 GB/T 17702.1 中表 2 内规定的试验电压。

2.3 破坏试验

2.3.1 概述

进行本试验是为了评定电容器寿命结束时的性能。

本试验适用于所有自愈式电容器。这类电容器应用符号 SH 或用符号 （见 GB/T 17702.1 中 5.1.1）标志。本试验也适用于无内熔丝的非自愈式电容器。

由内熔丝保护的非自愈式电容器应符合本标准 2.2 的规定，这类电容器传统上并长期以来一直成功地采用内熔丝保护，因此认为本试验与内熔丝试验（见 2.2）是等效的。

注

- 1 使用中配有过压力指示器而本身无断开器件的电容器应进行本试验，并应标明“仅在有过压力指示器的情况下才保证安全运行”。
- 2 有内熔丝自愈式电容器应进行本试验，而不进行 2.2 的试验。

2.3.2 交流电容器的试验程序

本试验应在电容器单元上进行。

当制造厂明确说明时，可使用通过了耐久性试验的电容器。

试验的原理是用一具有高内阻抗的直流电源来加速元件损坏，接着施加交流电压检验电容器的性能。

对于无内熔丝的非自愈式电容器可按附录 B 的方法来加速损坏。选择权留给制造厂。

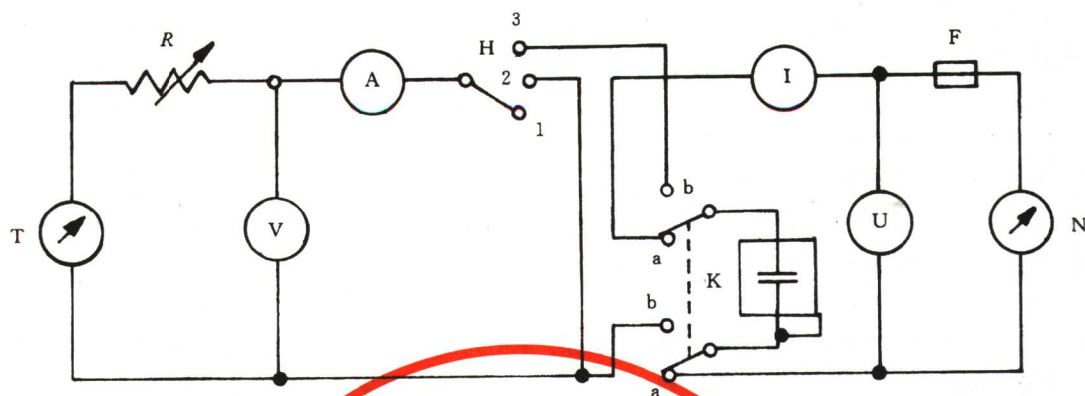


图1 进行破坏试验的电路

电容器应放置在一个温度等于电容器温度类别中最高环境空气温度的循环空气恒温箱中。

当电容器各个部位均达到恒温箱的温度后,按图1给出的电路进行以下的试验程序。

如果电容器是用过压力指示器进行保护的,则应使用由过压力指示器控制的断路器而不是用图1中的熔断器。

- 将选择开关H和K分别置于位置1和“a”,将交流电压源N整定为 $1.3 U_N$ 并记录电容器电流。
- 将直流电压源T整定到制造厂规定的值,然后将开关H置于位置2,并调节可变电阻器,以得到一个300 mA的直流短路电流。
- 将开关H置于位置3,开关K置于位置“b”,对电容器施加直流试验电压,直到电容器发生有效短路(电压表V指示大约为零,历时3~5 s)。
- 然后将开关K置于位置“a”,对电容器施加试验电压历时5 min,并再次记录电流值。

可能出现以下情况:

——电流表I和电压表U都指示零。在这种情况下应检查熔断器。如熔断器熔断,应予以更换。然后对电容器施加电压,如果熔断器再次熔断,则中断程序。如果熔断器不熔断,则仅使用开关K继续进行如c)项和d)项规定的试验程序。

——电流表I指示的电流为零,同时电压表U指示 $1.3 U_N$,在这种情况下中断程序。

——电流表I指示的电流大于零,在这种情况下继续施加如b)、c)和d)各项试验程序。

中断程序后,将电容器冷却到环境温度,并按GB/T 17702.1中2.6.1进行端子与外壳间的电压试验。

在电容器端子上,电压源N的短路电流应大于 $5 I_{max}$ 。

熔丝的额定电流 I_f 应不低于 $2 I_{max}$,通常最小值为125 A。

注

- 如果电容器单元是用来与其他单元并联连接的,进行试验时则应与电源N并联连接一相应的电容。
- 如果电容器单元太大或太小(额定电流 < 50 A)以致不能满足试验参数,则试验由制造厂和购买方协商进行。

2.3.3 直流电容器的试验程序

直流电力电子电容器在运行时通常在它们上面叠加有交流电流。

这些交流电流的频率一般不是50 Hz或60 Hz,主要取决于连接的电路和连接电容。

适用于这类电容器的、图1中的逼真的等效试验电源N很难获得。

在试验方法中,只有交流试验的经验。

由于缺乏经验,试验可由制造厂和购买方协商进行;如果没有其他协议,试验程序应按2.3.2,试验电源(见图1)应为叠加有50 Hz或60 Hz交流的直流。

2.3.4 试验要求

试验结束时,电容器外壳应是完整的,只有在满足下面条件的前提下,才允许排气孔正常动作或外

壳较小损伤:

a) 渗漏的液体物质可以湿润电容器的外表面,但不能成滴下落;

b) 电容器外壳允许变形和损伤,但不能破裂;

c) 不允许有火焰和/或火星从开口喷出。这一点可采用将电容器用纱布(粗棉布)裹起来的方法进行检验。纱布燃烧或烧焦即作为失效的判据。

注

1 试验过程中散发出过量的烟气可能是危险的。

2 熔丝和隔离器的保护导则在附录 A 中给出。

2.4 自愈性试验

本试验应在完整的单元上进行。

电容器应耐受端子间的电压试验,参见 GB/T 17702.1 中的 2.5.1。

施加的电压对交流电容器为交流,对直流电容器为直流。

如果在这段时间内发生的击穿少于 5 次,则应缓慢地升高电压直到从试验开始起发生了 5 次击穿为止,或直到电压达到 3.5 倍的额定电压。

如果电压达到 $3.5 U_N$ 时,发生的击穿仍少于 5 次,则由制造厂选择,或增加电压和/或提高温度继续试验,直到得到 5 次击穿;或中断试验,而在另一相同的单元上重新进行。

试验前后应测量电容,其值不允许有显著变化。

注

1 试验过程中的击穿可由示波器、声响法或高频试验法测得。具体地说,可使用附录 D 所示的自愈性击穿试验设备。

2 当比较试验前后所获得的测量电容的结果时,应考虑两个因素。

a) 测量的再现性;

b) 电介质的内部变化可能引起对电容器无损伤的小的电容变化。

3 如果被试元件与单元中使用的相同且其条件与单元中的相似,则按照制造厂和购买方的协议,本试验可以在作为单元一部分的单独元件上或元件组上进行。

4 考虑到特殊的使用条件,尤其是最大冲击电压,可采用不同于 3.5 的最大试验电压系数。

2.5 耐久性试验

进行耐久性试验是为了确定反复的过电压和过电流强度不致使电容器初始特性的改变超过规定值。

耐久性试验应至少在两台完整的单元或模型电容器上进行。

2.5.1 试验前单元的预处理

单元应在温度不低于 $+10^{\circ}\text{C}$ 的静止空气中耐受 $1.1 U_N$ 的电压,历时 16~24 h。

2.5.2 初始电容及损耗角正切测量

经预处理后,单元应在不通电状态下,在温度为 $(30 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的通风箱中放置至少 12 h。

施加电压 5 min 后,在相同的环境温度下按 GB/T 17702.1 的 2.3 进行测量。

2.5.3 充放电试验

试验单元应放置在温度为 $(20 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ 的静止空气中。

单元应耐受附录 C 中图 C1 中给出的电压波形的周期作用。

单元应耐受总计 1 000 次试验周期。周期间最大时间间隔为 5 min。

2.5.4 中间电容和损耗角正切测量

在完成充放电试验后,在与 2.5.2 相同的状态下进行测量。

2.5.5 过电压运行

在完成充放电试验后的两天内,在外壳温度为 $\theta_{\max} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下,单元应承受如下电压,历时至少 500 h;

——交流电容器: 50 Hz 或 60 Hz, $1.25 U_N$;

——直流电容器: $1.4 U_N$ 。

在 500 h 期间内, 允许电压中断不超过 10 次。每一次中断均不得超过 8 h。

注

- 1 应注意到过负荷运行本身不作为一个单独的试验, 而是用作一种检查手段, 表明在充放电试验期间可能已经产生的老化还没有构成永久性和致命的损伤。
- 2 如果外壳温度超过 θ_{max} , 则可采用强迫空气循环或液体槽进行冷却。

2.5.6 最后电容及损耗角正切测量

在完成过电压运行试验后的两天内, 按 2.5.2 中的规定进行测量。

2.5.7 验收准则

如果没有发生击穿, 则认为试验单元成功地通过了耐久性试验。

如果一台电容器损坏了, 则试验应重新进行且不允许损坏。

2.5.2, 2.5.4 和 2.5.6 所测得的电容之差: 对于非自愈式电容器应小于相当于一个元件击穿或一根内部熔丝动作之量; 对于自愈式电容器应小于 2%。

注: 为了能检验较长时期内电容器生产的均一性, 按 2.5.2, 2.5.4 和 2.5.6 测得的损耗应记入报告中。

附录 A

(提示的附录)

熔丝和隔离器的保护导则

熔丝与元件串联连接。一旦元件发生故障,熔丝用来隔离该元件。

元件击穿后,与其连接的熔丝将熔断,并把该元件和电容器其余部分隔离开来,使单元继续运行。当采用串联连接时,一根或多根熔丝的熔断将引起电容器组内部电压变化。

完好单元上的电压应不超过 GB/T 17702.1 中 3.1 给出的值。

一根或多根熔丝的熔断还可能引起单元内部电压变化,这取决于单元的内部连接。

由于熔丝熔断,串联组内的其余元件的工作电压将会有所升高,当有所要求时,制造厂应给出电压升高的详细说明。

由于电容器的自愈特性,击穿是不危险的,而且电流没有显著增大。但是,万一压力增大(例如由于热不稳定,这可能在电容器寿命临终时发生,或者在某些场合,也可能由于过度超载引起的自愈击穿过多所致),自愈式电力电子电容器应以内部隔离器或外部过压力指示器来保护。

内部隔离器或外部过压力指示器的性能是由相并联的单元数来决定的。当有要求时,制造厂应给出并联连接的最大单元数的详细说明。

附录 B

(标准的附录)

内部熔丝隔离试验的试验方法

可以使用 a)、b)、c)、d) 中的任一种试验方法或选用别的方法。

a) 元件的机械刺穿

元件的机械刺穿就是将一个钉子通过预先在外壳上钻好的孔强行打入元件。

注

- 1 不能保证仅仅只有一个元件刺穿。
- 2 为了限制沿着钉子或通过钉子打穿的洞对外壳放电的可能性,可使用由绝缘材料制造的“钉子”和/或在与外壳固定连接的或在试验时与外壳连接的元件上进行刺穿。

b) 元件的电击穿(第 1 种方法)

例如在试验单元内的一些元件的电介质层间插入插片,每一个插片连接到各自的端子上。

为使装有插片的元件击穿,在改装的元件的任一极板与插片之间施加一个足够高的冲击电压。在试验过程中,应记录电容器的电流和/或电压。

c) 元件的电击穿(第 2 种方法)

在试验单元内的某些元件的电介质层间插入一个与两个附加插片连接的短熔丝线,每一个插片连接到各自的绝缘端子上。

要使装有熔丝线的元件击穿,用一台充有足够能量的单独电容器对熔丝线放电,来激发元件击穿。在试验过程中,应记录电容器的电流和/或电压。

d) 元件的电击穿(第3种方法)

在制造时将单元内一个元件(或几个元件)电介质的一小部分除去并换成较差的电介质。
例如:除去膜-纸-膜电介质 $10 \sim 20 \text{ cm}^2$, 换成两层薄纸。

附录 C

(标准的附录)

试验电压的波形

参照下面的电路和曲线图, 给出的参数值及充放电顺序为:

将开关置于位置 1, 在 20 s 内使电容器 C_P 充电到制造厂规定的、在 $(0.9 \sim 1.2) U_N$ 范围内的某一电压值。

60 s 后将开关转换到位置 2, 历时 10 s。

制造厂调整时, 应调节电感值 (L) , 从而使第 1 个电流峰值 I_1 等于 2 倍冲击电流 (i_s) 。

电流衰减率 (K) 应不大于 30%。

$$K = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \times 100$$

然后再将开关转换到位置 1。

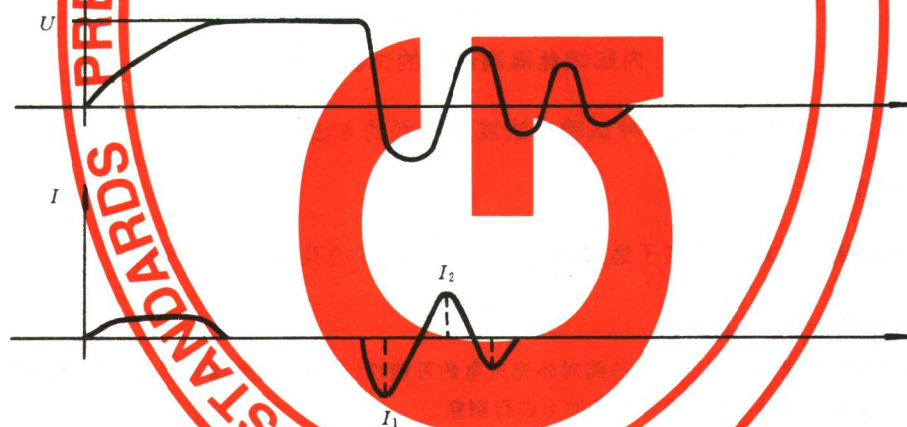


图 C1

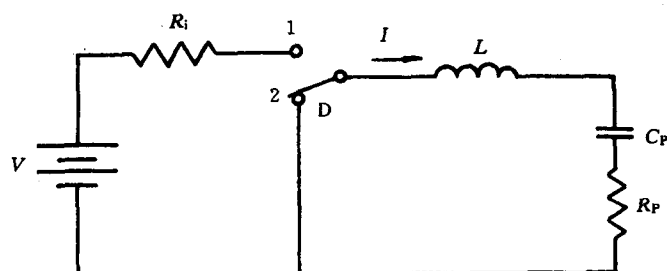
参考图 C1 和 C2 给出的符号, 可采用以下公式:

$$I_1 = U \sqrt{\frac{C_P}{L}}^{[1]}$$

$$\tau = \pi \sqrt{L \cdot C_P}$$

采用说明:

[1] IEC 61071-2:1994 中将此公式误印为 $I_1 = U \sqrt{\frac{L}{C_P}}$ 。



C_P —试验电容器; V —直流电源; R_i —内部电阻; L —电感; R_P —电感和连接线的杂散电阻; D —先开后合触点

图 C2

附录 D

(提示的附录)

自愈性击穿试验使用的设备

可采用其他的方法。

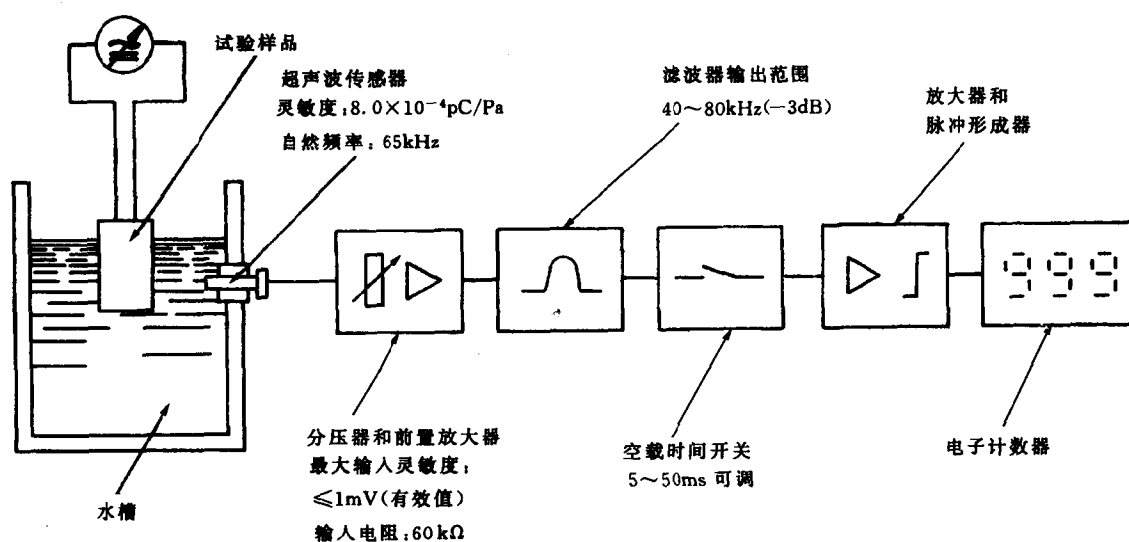


图 D1