



中华人民共和国国家标准

GB/T 17648—1998
eqv IEC 1294:1993

绝 缘 液 体 局部放电起始电压测定 试 验 程 序

Insulating liquids—
Determination of the Partial Discharge
Inception Voltage (PDIV)—
Test procedure

1998-12-21 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

**绝 缘 液 体
局部放电起始电压测定
试 验 程 序**

GB/T 17648—1998

*

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

无锡富瓷快速印务有限公司印刷
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 3/4 字数 11 千字

1999年7月第一版 1999年7月第一次印刷

印数 1—1 000

*

书号: 155066·1-15951 定价 8.00 元

*

标 目 378—28

前 言

本标准是根据国际电工委员会(IEC)出版物 IEC 1294(1993 年第一版)《绝缘液体 局部放电起始电压测定 试验程序》制定的,在技术内容上与其等效。因原文第 5 章内容在本标准第 7 章中已详细叙述,故在本标准中删除原文第 5 章内容。

本标准的附录 A 为提示的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国绝缘材料标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:西安交通大学。

本标准起草人:曹晓珑、徐阳、陈文桂。

本标准 1999 年 10 月首次发布。

本标准委托全国绝缘材料标准化技术委员会负责解释。

IEC 前言

1) IEC(国际电工委员会)是一个由各国家电工委员会(IEC 国家委员会)组成的世界性标准化组织。IEC 的目的是促进电气和电子领域内所有标准化问题的国际合作。为此目的,除了其他活动外,IEC 还出版国际标准并把制定国际标准的任务委托给各技术委员会。任何对所研究问题表示关切的 IEC 国家委员会都可以参加此制定工作,与 IEC 保持联络的国家的、政府的和非政府的组织也可参加此制定工作。根据两组织间协议确定的条件,IEC 与国际标准化组织(ISO)保持密切合作。

2) IEC 关于技术问题的正式决议或协议,是由对这些技术问题特别关切的各国家委员会代表组成的技术委员会制定的。对其中所研究的问题,尽可能地表达国际上一致意见。

3) 这些决议或协议以标准、技术报告或指南的形式出版,向国际上推荐使用并在这个意见上为各国家委员会所接受。

4) 为了促进统一,IEC 各国家委员会承诺,在其国家标准或地区标准中,尽可能明白无误地采用 IEC 国际标准。IEC 标准与相应国家标准或地区标准之间的任何差异,应在国家标准或地区标准中明确指出。

IEC 技术委员会的主要任务是制定国际标准。在特殊情况下,某技术委员会可以建议出版下述三种形式之一的技术报告:

形式 1:当历经反复努力之后,就出版某一国际标准还是得不到所需要的支持时;

形式 2:当所研究的问题仍处在技术发展过程中或由于其他原因,将来而不是现在有可能就国际标准达成协议;

形式 3:当某技术委员会已收集到与正式出版的国际标准不属于同一种类的某种资料时,例如“科技发展水平”。

形式 1 和形式 2 技术报告在出版后的三年内要对其进行复审以决定是否可以转化成国际标准,而形式 3 技术报告不需要对其复审,直至认为其提供的资料不再有效或不再有用。

IEC 1294 是由 CIGRE(国际大电网会议)第 15 技术委员会的第 2 工作组应原 IEC 10A 要求制定的。

本技术报告的文本源于下述文件:

委员会草案	表决报告
10(秘书处)315	10(秘书处)319

从上表指出的表决报告可以获悉有关投票赞成本技术报告的全部信息。

本报告按出版物的形式 3 技术报告系列出版(根据 IEC/ISO 导则 第 1 部分的 G4.2.3)不把本报告视为是一个“国际标准”。

目 次

前言 III

IEC 前言 IV

引言 1

1 范围 1

2 引用标准 1

3 定义 1

4 关于局部放电起始电压的一般说明 2

5 装置 2

6 试样处理和测量仪器的准备 3

7 试验程序 3

8 报告 4

9 精密度 4

附录 A(提示的附录) 测定绝缘液体局部放电起始电压的试验程序的介绍 5

中华人民共和国国家标准

绝缘液体 局部放电起始电压测定 试验程序

GB/T 17648—1998
eqv IEC 1294:1993

Insulating liquids—
Determination of the Partial Discharge
Inception Voltage (PDIV)—
Test procedure

引言

本标准陈述了一种表征绝缘液体当其承受高电应力时防止或抑制局部放电能力的新方法。制定本标准旨在帮助那些研究绝缘液体的实验室获取 GB/T 10065 与 IEC 897 以外的补充信息。

1 范围

本标准规定了一种测量局部放电起始电压(PDIV)的试验程序。该程序是最近发展起来的,用来描述绝缘液体承受高电应力时其性能变化的一组试验方法中的一个。

本标准适用于在中、高压电气设备中使用的所有类型的绝缘液体。但本标准中所述的设备可能不适用于 PDIV 值大于 70 kV 的液体,见附录 A(提示的附录)。

补充信息可以从下列文件中获得:析气性(GB/T 10065)、雷电脉冲击穿电压(IEC 897)以及广泛应用的电气强度测量(GB/T 507)。

2 引用标准

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 507—1986 绝缘油介电强度测定法(neq IEC 156:1963)

GB/T 6379—1986 测试方法的精密度 通过实验室间试验确定标准测试方法的重复性和再现性(neq ISO 5725:1981)

GB/T 7354—1987 局部放电测量(neq IEC 270:1981)

GB/T 10065—1988 绝缘液体在电应力和电离作用下的析气性测定方法(eqv IEC 628:1985)

IEC 897:1987 绝缘液体雷电脉冲击穿电压的测量方法

IEC 1072:1991 评价绝缘材料耐电树枝引发的试验方法

3 定义

本标准采用下列定义。

绝缘液体的局部放电起始电压 Partial Discharge Inception Voltage (PDIV)

按本标准,一种绝缘液体的局部放电起始电压(PDIV)指的是在规定条件下试验该液体样品时,发

生的视在电荷等于或大于 100pC 的局部放电的最低电压。

注：有关局部放电测量和定义的全部细节，可参阅 GB/T 7354。

4 关于局部放电起始电压的一般说明

使用针电极试验的经验表明：在被试验的液体内，局部放电首先出现在被称为 PDIV 的临界电压下，然后，局部放电量随施加电压呈对数规律增加。本标准所述的试验就是确定液体的局部放电起始电压(PDIV)。另外，还可用相同的试验装置，按放电量随电压增加情况对液体加以分类，但本标准不包括这种试验程序。

目前人们认为液体中的局部放电起始电压(PDIV)主要与液体的化学组成及性质相关，而由条件处理引起的影响较小。工频下在较均匀电场中的击穿电压测量(GB/T 507)通常与此相反。

5 装置

5.1 试验容器

图 1 所示的试验容器是与 IEC 897 所述的试验容器相同，但它带有不同的针电极和电极间隙。

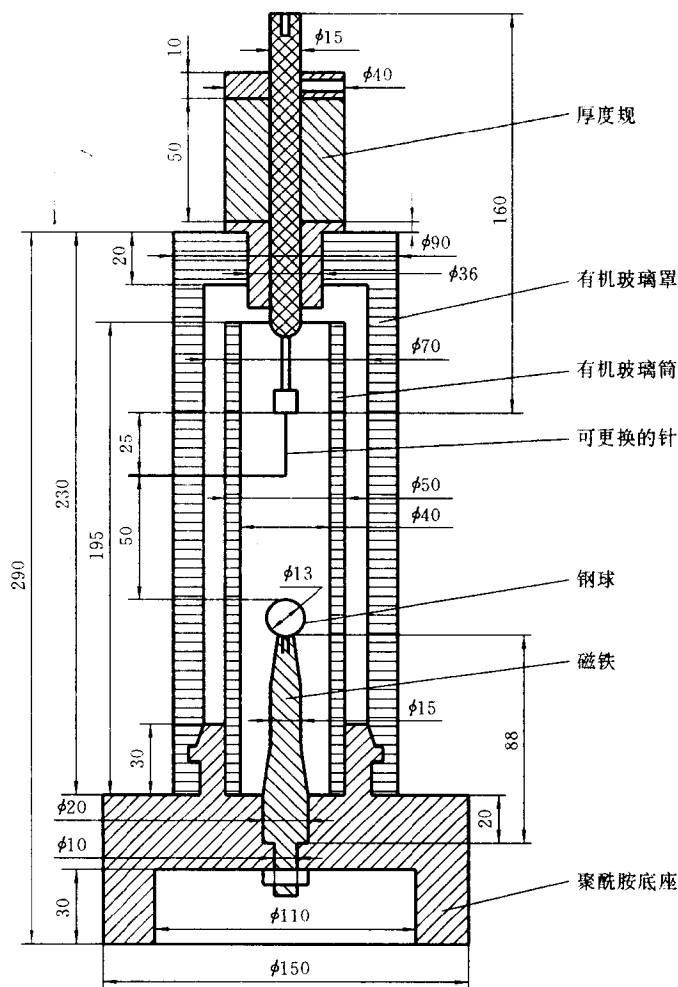


图 1 试验容器

5.1.1 试验容器是一个含有垂直间隙的容器。装入该试验容器内的液体的容量大约为 300 mL。容器内所用的绝缘材料应为高电气强度且与被试绝缘液体相容，并能耐受这些液体常用的溶剂和清洗剂。金属部件仅限于电极及其支承件。按 6.2.2 所述的方法检测时，在 70 kV 下试验容器应不发生放电。

5.1.2 试验容器应含有两个电极并形成可调节的针对球的排列。球电极应是一个直径为 12.5 mm~

13 mm 的轴承钢球。针电极应是一根如 IEC 1072 所述的尖端曲率半径为 3 μm 的针。

针与球的间隙设定为 50 mm $\pm$ 1 mm, 针伸出针夹头之外 25 mm $\pm$ 1 mm。这些尺寸如图 1 所示。

注: 当测量间隙时, 应注意不要损坏针尖。间隙的小误差不会影响到 PDIV, 但针的直径的微小变化则会严重影响到测量结果。试验针不得与球电极接触。

5.2 高压回路

高压回路应提供频率为 48 Hz $\sim$ 62 Hz 的可控制的交流电压直至满足最高试验电压的要求。与 5.1 所述的试验容器相联接的变压器输出端电压应达到 80 kV (有效值)。该电压应是正弦的并且峰值因数在 1.34 $\sim$ 1.48 范围内。试验设备应没有局部放电以满足 6.2.2 的要求。

5.3 局部放电测量装置

可采用商业上可提供的各种局部放电检测仪, 这些检测仪的典型频率响应范围为 10 kHz $\sim$ 300 kHz。不推荐把运行在更高频率下的仪器与本方法中的试验容器一起使用。可按 6.2.1 规定程序, 对上述检测仪进行校对。

5.4 清洗用溶剂

应根据被测液体的性质, 使用合适的技术等级的适用溶剂来清洗试验容器。例如: 环己烷可用来溶解许多烃类液体的残留物。在按第 7 章规定的程序试验之前, 推荐先用适量的已按 6.1 处理过的被试液体涮洗试验容器。

6 试样处理和测量仪器的准备

6.1 试样处理

在真空下通过瑞奇格 (Rachig) 或类似的塔柱以及合适滤料对被测液体进行处理。

典型的处理条件如下:

滤料: 5 μm 烧结多孔玻璃;

温度: 约 60 $^{\circ}\text{C}$;

真空度: 不大于 100 Pa。

处理完毕, 在真空下将该液体冷却到室温。如果需要, 也可让其仍在真空下留在处理容器内几小时。然后, 将处理容器内的液体填满每个容量为 2 L 的棕色玻璃瓶内并密封。

6.2 仪器准备

6.2.1 用一个合适的校正装置 (见 GB/T 7354 的有关部分规定), 依据视在放电量对局部放电 (PD) 测量装置进行校正。

6.2.2 按下述方法确定该仪器无局部放电: 把绝缘液体注入试验容器, 卸去试验针并施加最大要求的试验电压 5 min, 在此期间测出的放电量应不超过 50 pC。允许应用的、声的以及光的技术区分试样内放电和背景干扰。

7 试验程序

- a) 缓慢地将被测液体倾斜倒入干净的试验容器中;
- b) 在第一次施加电压之前, 让该液体在容器内静置 5 min;
- c) 联接试验容器与工频变压器。以 1 kV/s 的速度从零开始增加电压直至视在放电电荷等于或大于 100 pC 的局部放电出现, 记录该电压为 V_1 并快速地降至零;
- d) 对试验容器的每一次充液要重复测量以获得至少 10 次的测量值 ($V_1 \sim V_{10}$), 每次施加电压的时间间隔为 1 min。计算各测量值的平均值和标准差;
- e) 将试验容器内的液体倒空;
- f) 换上一根新针;
- g) 往试验容器内注入新的试样并重复 b) $\sim$ d) 步骤;

h) 如果测量的两个平均值之差超过重复性 r (见第9章),应再进行一组新的试验。不管第3组的结果如何,测量到此结束。

8 报告

报告两组符合重复性要求的平均值的平均数作为该试样的PDIV值。若两组试样结果的平均值之差超过重复性 r 的要求,则应报告三组测量值的平均数及范围。

报告还应包括下列内容:

- 样品鉴别和准备;
- 如所用试验容器与本报告所述的容器不同,须对所用容器作出说明;
- 局部放电(PD)测量装置的型号说明;
- 试验的组数;
- 每一组的PDIV的平均值(kV)及平均值的标准差;
- 其他不符合本标准所述程序的说明。

9 精密度

一般而言,当精密度试验的方法是采用GB/T 6379的程序时,就能把这些试验组合起来。含有五个实验室参加的联合验证(Round Robin Test)的结果(见表1)提供了所期望的(r 与 R)指示值。作为一个例子,由矿物油测得的这两个值是 $r=5$ kV(方均根值)和 $R=7$ kV(方均根值)。

r 值的利用有助于检查因使用有缺陷的针而引起的误差。因此,在本标准的第7章中规定:每当同样品的两组试验结果之差超过 r 值时,应选择重复试验。在采用正规的和正确的方法操作时,同样样品的20次测定中出现两个结果之差超过 r 值的次数平均说来不会超过一次。

表1 五个试验室对两种油的联合验证试验测得的PDIV值结果汇总

实验室	矿物油 1			矿物油 2		
	m (算术平均值) kV	σ (标准差) kV	σ/m (变异系数) %	m (算术平均值) kV	σ (标准差) kV	σ/m (变异系数) %
1	31.0	0.6	1.9	33.6	1.1	3.3
2	28.6	1.6	5.6	30.7	1.4	4.6
3	28.3	3.0	10.6	29.6	1.9	6
4	31.5	1.1	3.5	33.1	1.7	5.1
5	27.6	1.8	6.5	33.4	0.9	2.7

附录 A

(提示的附录)

测定绝缘液体局部放电
起始电压的试验程序的介绍

应用于电气设备中的绝缘液体,可能要求承受很高的电应力以防止在那些电场发散并由此增加电压值的地方开始放电。液体阻止或抑制局部放电的这种特性在许多应用中是很重要的。并发现在不同的化学结构液体中的运行特性之间变化很大。为了适应液体及液体添加剂在这种场合的应用,要求有一种评价局部放电起始性能的标准试验方法,用作质量保证、规范、产品开发及条件监控。对许多用户而言,PDIV 测量比那些目前常用的方法,如电气强度或雷电脉冲击穿电压,更加关系到液体的应用。而且,PDIV 试验比击穿电压试验更容易操作,这是由于该试验实际上是非破坏性的。因而,可在单个液体样品上进行大量单独测量并获得精确结果,而不需要频繁清洗试验容器和重新修整电极。

进行该试验所需要的放电检测仪器被广泛地应用于电气试验室中,在选择设备方面有很大自由。同样,试验容器也是基于现有类型。所要求的测量灵敏度 100 pC 是不难达到的,并且在许多试验室中业已证明这一灵敏度对广泛范围内的绝缘液体是有效的。灵敏度高于 100 pC 对试验无明显的好处。

PDIV 的测量受到电场分布形式影响且该试验要求使用一种具有规定的尖端曲率半径的针电极。显微技术可以用来测量曲率半径,但要配备非常高级的设备。因此,实际中更可取的办法是依靠制造针的精度。

与工频下击穿电压试验(IEC 156:1993《绝缘油介电强度测定法》)不同,应用针—球电极测量的 PDIV 是与诸如水分和微粒之类的污染关系不大。这是由于临界的高电场状态,只出现在非常少量的试验着的样品中,在本试验程序中,叙述了对液体的基本处理,目的是使得任何污染被控制在绝缘液体能可靠工作的正常范围内。

PDIV 试验程序业已成功地应用于广泛的液体,包括矿物油、酯、硅油及卤代液体。这些液体的局部放电起始电压在(20~70) kV 范围内。该试验对某些应用于电容器浸渍剂的高芳香烃的测量,没有提供令人满意的结果,因为这些浸渍剂的 PDIV 值高于规定极限 70 kV。

本试验方法的精密度,仅对绝缘矿物油进行了研究。在联合试验中,在五个实验室内以两种油样:一是环烷油;另一石蜡油,进行了试验。对每一种油,采用了每组测量 20 次的五组数据,每组数据对应于试验容器充一次被试验液体。这两种油给出非常类似的结果,在所有试验室内这些结果属于同一数量级。从汇总于表 1 的结果,取平均值约 30 kV 计算出重复性 $r=5$ kV 及再现性 $R=7$ kV(见 ISO 5725:1981《测试方法的精密度通过实验室间试验确定标准测试方法的重复性和再现性》),从而对一个有效试验提供了足够的精密度。(以上附录内容摘自 IEC 1294(1993,第一版))