

ICS 29.040.10

E 38

备案号：24193-2008

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1095 — 2008

变压器油带电度现场测试导则

Guide to on-site determination of electrostatic
charging tendency of transformer oil



2008-06-04发布

2008-11-01实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

变压器油击穿强度测试导则

前言	1
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 基本原理	1
4 现场测试方法	1
5 不适用范围	1

本导则由全国变压器标准化技术委员会归口。本导则由国家电网公司、中国电科院、中国电力科学研究院、中国电器工业协会、中国电机工程学会、中国科学院、中国计量科学研究院、中国科学院物理研究所、中国科学院电工研究所、中国科学院上海应用物理研究所、中国科学院核能安全研究所、中国科学院等单位共同起草。本导则由国家电网公司负责解释。

3 基本原理

本导则的基本原理是：通过测量所施加的电压与击穿电压计算，测量装置如图所示。试验是在一个由两个平行金属板组成的直角电极（内电极和外电极）间，当外电极带电时发生电荷分离，通过规定的油隙距离，施加恒定电压，通过测量施加于电极上的平均电场强度以及施加的试验电压，通过计算得到变压器油的击穿强度。

因为，电场强度 E 与击穿电压 U 的关系为 $E = U/d$ ，式中 d 为两电极间的距离，所以 $E = U/d$ ，即 $E = U/d$ 。

$$E = \frac{U}{d} \quad (1)$$

式中：

U ——外电极施加的试验电压，V； d ——两电极间的距离，mm。

若体积为 V 的平行板电容器通过外加电压可达到的场强为 E ，则电容器壳体内的电场强度为 E ，则有：

$$E = V/X \quad (2)$$

将入式(1)可得 $V/X = U/d$ ，即 $V = UX/d$ 。

$$P = UX^2C = UX^2D \times R \quad (3)$$

4 测量方法

4.1 测量装置与材料

测量装置（击穿仪）由以下几个部分组成：

——电源开关：要求灵敏度不低于 1×10^{-4} A。

——计数室：材质为不锈钢材料，外形尺寸： $600\text{mm} \times 200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，带盖支撑的小门，便于操作。

——可调流速计：调节范围为 $0\text{mL}/\text{min}$ ~ $5\text{mL}/\text{min}$ 。

——集电器：聚丙烯塑料密封材料，内径为 $\varphi 6\text{mm}$ ，无盐底座，具有密封橡胶垫圈，它连接在外壳内作为点极器。

——盖板：大圆环形之聚丙烯，尺寸为 $\varphi 60\text{mm}$ ，置于土壤器内底部，用于。

——止滑器：不锈钢材料，容积约为 1500mL 。

前　　言

- 本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2006 年行业标准项目计划的通知》（发改办工业〔2006〕1093 号）的安排制定的。
——本标准是在参考国内外有关资料及研究成果的基础上，针对变压器油流静电可能引起运行中变压器内部放电，为评估变压器内油的带电度（带电倾向）、规范现场测试方法和要求而制定的。
——本标准由中国电力企业联合会提出。
——本标准由电力行业电力变压器标准化技术委员会归口并负责解释。
——本标准起草单位：湖北省电力试验研究院、国网武汉高压研究院。
——本标准主要起草人：卢理成、胡惠然、王瑞珍、付锡年、张淑珍。
——本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

变压器油带电度现场测试导则

1 范围

本标准规定了运行中变压器油带电度的现场测试方法。

本标准适用于220kV及以上电压等级强迫油循环变压器油的带电度测量。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

带电度(带电倾向) electrostatic charging tendency

油在变压器内流动时,与固体绝缘表面摩擦会产生电荷。通常用油带电度来表示其产生电荷的能力。油流的带电度以电荷密度即单位体积油所产生的电荷量来表示,单位是 $\mu\text{C}/\text{m}^3$ 或 pC/mL 。

3 基本原理

变压器油的带电度,通过测量所产生的静电电荷进行测算计算,测量装置如图1所示。其原理是,当带电荷的变压器油流过集电器(内部装有滤纸)时,在油与滤纸界面发生电荷分离,流过滤纸后的油带正电荷,滤纸带负电荷。通过测量集电器上带电荷所形成的电流 I 以及油的流速 v ,通过计算得到变压器油带电度。

因为,电荷密度 $\rho = q/Q$

$$\rho = q/Q \quad (1)$$

式中:

q ——体积为 Q 的变压器油流过集电器时产生的电荷总量;

Q ——变压器油所占体积。

若体积为 Q 的变压器油全部流过集电器所需的时间为 t ,静电荷所形成的电流的平均值为 I ,则有:

$$q = I \times t \quad (2)$$

那么,式(1)可简化为:

$$\rho = I \times v Q = I(Q/t) = Iv \quad (3)$$

4 现场测试方法

4.1 测量装置与材料

测量装置(见图1)由以下几个部分组成:

——微电流计:要求灵敏度不低于 $1 \times 10^{-13}\text{A}$;

——屏蔽室:铜质或不锈钢材料,参考尺寸:600mm×400mm×500mm,带有可开闭的小门,便于操作;

——可调流速计:调节范围为 $0\text{mL/s} \sim 5\text{mL/s}$;

——集电器:铜质或不锈钢材料,内径为 $\phi 40\text{mm}$,内放滤纸,并有密封圈防渗漏。它是滤纸上负电荷的收集器;

——滤纸:天然纤维定量滤纸,尺寸为 $\phi 40\text{mm}$,置于干燥器内防潮、防尘;

——集油器:不锈钢材料,容积约为 1500mL 。

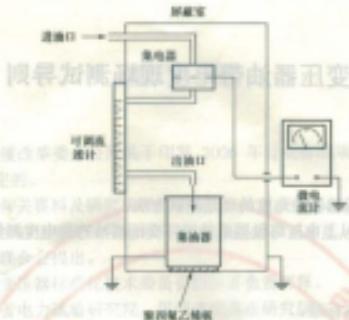


图 1 变压器油带电度测量装置示意图

4.2 测量方法及步骤

测量方法及步骤如下。

- 将测量仪器进油口用清洁干燥的耐油绝缘管接到变压器本体取样阀上，连接管长度不大于 1.5m；
- 通过可调流速计调节进入集电器内的油流速，油流速控制在 $1 \text{ mL/s} \sim 2 \text{ mL/s}$ ；
- 微电流计测量前需预热 30min，待流速稳定后进行微电流测量。记录油流速 v 和微电流计读数 I ；
- 测量需在变压器油泵开启并运行 2h 后进行，每隔 30min 测量一次，取三次测量值的平均值作为油的带电度；
- 被测试变压器改变运行工况后，需在新工况下运行 2h 后进行测量。

4.3 结果计算及报告

- 根据微电流计读数和流速计读数，按式(4)计算油带电度 ρ ：
- $$\rho = \frac{I}{v} \quad (4)$$

ρ —油带电度， $\mu\text{C/mL}$ 或 $\mu\text{C/m}^3$ ；

(a) 微电流计读数， A ；

(b) 流速计读数， mL/s 。

示例：测试某台变压器油，微电流计读数 $I = 60 \times 10^{-12} \mu\text{A}$ ，流速计读数 $v = 1.0 \text{ mL/s}$ ，则带电度：
 $\rho = 60 \times 10^{-12} \times 10^3 / 1.0 = 60 \mu\text{C/mL}$ 。

4.3.2 测试报告应包括：

——变压器主要参数：

——油牌号及产地：

——变压器的负荷、顶层油温：

——环境温度、湿度：

——油泵运行台数、油泵转速。

- 对某一台变压器，应将不同工况下的测试结果分别列出，以便比较，并尽量测量变压器在全部油泵运行时的油带电度。

中华人民共和国
电力行业标准
变压器油带电度现场测试导则
DL/T 1095—2008

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cpp.com.cn>)
北京博阳彩色印刷有限公司印刷

2008年10月第一版 2008年10月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.25印张 6千字
印数0001—3000册

统一书号 155083·202 1.00元
著者
本书封面贴有防伪标签，加热线后中心图案消失

本书如在包装袋上印制“此书为样书禁止流通”字样，即为盗版，切勿购买。

标准资料收藏家 www.17bzw.cn
会打字、5分钟快速自助建网站 www.17bzw.cn