

ICS 29.020

F 24

备案号: 53937-2016

DL

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1516 — 2016

## 相对介损及电容测试仪通用技术条件

General technical conditions of relative dielectric loss and capacitance tester

杭州高电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 发布

## 目 次

|               |    |
|---------------|----|
| 前言            | II |
| 1 范围          | 1  |
| 2 规范性引用文件     | 1  |
| 3 术语和定义       | 1  |
| 4 概述          | 1  |
| 5 技术要求        | 3  |
| 6 试验方法        | 4  |
| 7 检验规则        | 8  |
| 8 标志、包装、运输和贮存 | 9  |
| 9 供货成套性       | 9  |

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国高电压试验技术标准化分技术委员会归口。

本标准起草单位：国网安徽省电力公司电力科学研究院、中国电力科学研究院、国网浙江省电力公司电力科学研究院、广州供电局有限公司、国网湖南省电力公司电力科学研究院、江苏方天电力技术有限公司、国网四川省电力公司计量中心、国家高电压计量站、上海思创电器设备有限公司、保定卓正电气有限公司。

本标准主要起草人：陈自年、雷民、王贻平、叶剑涛、詹洪炎、朱琦、陆国俊、刘红、包玉树、袁恒、朱斌、杨东明、陈习文、冯晶。

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管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



## 相对介损及电容测试仪通用技术条件

### 1 范围

本标准规定了容性设备相对介损及电容测试仪的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存等要求。

本标准适用于容性设备相对介损及电容测试仪、容性设备带电测试仪（以下简称测试仪）的生产、检验、使用及维修。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6—2008 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

相对介损及电容测试仪 **relative dielectric loss and capacitance tester**

在运行电压下对同相的两台容性设备电流信号（或一个电流信号、一个电压信号）进行采集，测量其电容比值（电容量）和介质损耗因数相位差值等状态参量的仪器。

### 4 概述

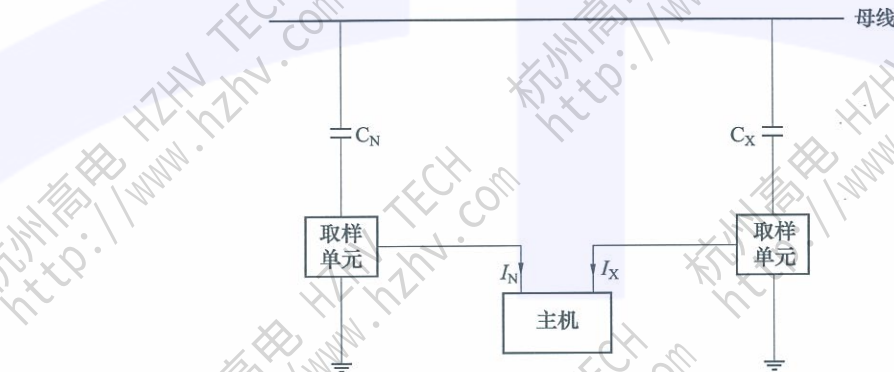
#### 4.1 测试仪的组成与功能

测试仪是状态检修工作中容性设备带电测量仪器，一般由取样单元、便携式主机等组成，有相对测量和绝对测量两种测量方法。

## 4.2 测量方法

### 4.2.1 相对测量法

选择与被试设备  $C_X$  同相的另一台电容型设备  $C_N$ ，通过设备末屏串联接入信号取样单元分别测量  $I_X$  和  $I_N$ ，计算电流基波信号的相位差值和幅值比值，从而获得  $C_X$  和  $C_N$  的相对介质损耗因数差值和相对电容量比值。测试仪由两路电流取样单元、测试引线和便携式主机组成。相对测量法测量原理图见图 1。



说明：

$C_X$ ——被试设备；

$C_N$ ——参考设备；

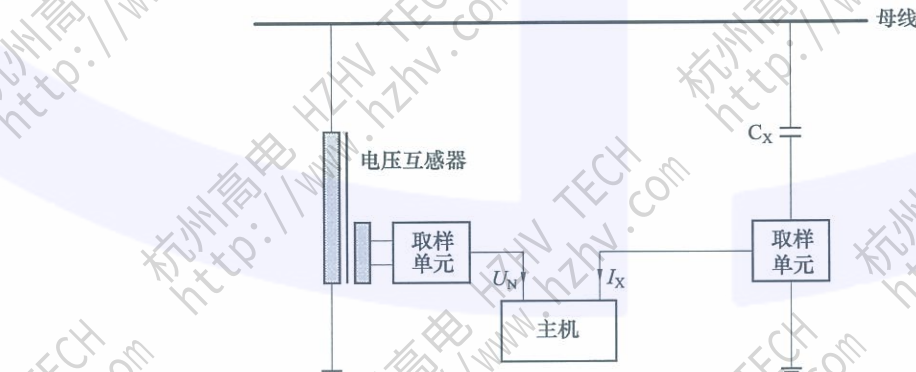
$I_X$ ——被试设备电流信号；

$I_N$ ——参考设备电流信号。

图 1 相对测量法测量原理图

### 4.2.2 绝对测量法

通过安装在电容型设备末屏引出线上和安装在同相电压互感器二次端子上的信号取样单元，分别获取  $C_X$  的  $I_X$  和  $U_N$ ，计算出两个基波信号的相位差值和幅值比值，从而获得被试设备的绝对介质损耗因数和电容量。测试仪由电流取样单元、电压取样单元和便携式主机组成。绝对测量法测量原理图见图 2。



说明：

$C_X$ ——被试设备；

$I_X$ ——末屏接地电流信号；

$U_N$ ——电压互感器二次电压信号。

图 2 绝对测量法测量原理图



## 5 技术要求

### 5.1 工作条件

#### 5.1.1 环境条件

测试仪的环境条件应满足以下要求：

- 环境温度： $(-25\sim 40)^\circ\text{C}$ ；
- 环境湿度：相对湿度小于 80%。

#### 5.1.2 供电电源

测试仪的供电电源应满足以下要求：

- a) 对采用交流工频电源供电的测试仪，在如下供电电源条件下应能正常工作：
  - 1) 电源电压： $220\text{V}$  ( $1\pm 10\%$ )；
  - 2) 电源频率： $50\text{Hz}$  ( $1\pm 2\%$ )；
  - 3) 电源波形畸变率：不大于 10%。
- b) 对采用直流电源供电的测试仪，电池持续工作时间应不小于 5h。

### 5.2 外观

测试仪外观应满足以下要求：

- 表面无划伤、裂痕及变形现象；
- 显示器显示清晰、无缺陷；
- 铭牌应清晰完整，接地旋钮直径不小于 5mm；
- 各开关、旋钮、按键操作灵活，无卡涩现象，固定部位应无松动。

### 5.3 安全性能

交流供电电源测试仪的安全性能应满足以下要求：

- a) 绝缘电阻。电源输入端对机壳的绝缘电阻大于  $20\text{M}\Omega$ 。
- b) 介电强度。电源输入端对机壳应能承受工频 2kV、历时 1min 的耐压，无击穿和飞弧现象。

### 5.4 测量误差要求

#### 5.4.1 电流、电压测量

测试仪的电流、电压测量范围应满足以下要求：

- 电流测量示值范围至少应包括  $1\text{mA}\sim 1000\text{mA}$ ，准确度等级不低于 2.0 级；
- 电压测量示值范围至少应包括  $0\text{V}\sim 300\text{V}$ ，准确度等级不低于 2.0 级。

#### 5.4.2 电容比值（电容值）、损耗因数测量

测试仪的电容值（电容比值）、损耗因数差值测量应满足以下要求：

- 电容比值示值测量范围至少应包括  $1\times 10^{-4}\sim 1\times 10^4$ ，准确度等级不低于 2.0 级；
- 电容值示值测量范围至少应包括  $10\text{pF}\sim 10\,000\text{pF}$ ，准确度等级不低于 2.0 级；
- 损耗因数差值示值测量范围至少应包括  $-10\%\sim 10\%$ ，准确度等级不低于 5.0 级。

## 5.5 环境适应性

测试仪的环境要求包含电源、温度、湿度、振动、冲击、包装运输六个方面。其中，电源试验应满足 GB/T 6587—2012 中 4.10 温度试验应满足温度试验组别第 II 组、湿度试验应满足湿度试验组别第 II 组、振动试验应满足振动试验组别第 II 组、冲击试验应满足冲击试验组别第 II 组，包装运输应满足 GB/T 6587—2012 中 4.8 的要求。

## 5.6 可靠性

测试仪的平均无故障工作时间 (MTBF) 应不小于 1000h。

## 5.7 电磁兼容

测试仪的电磁兼容性应满足 GB/T 18268.1，静电放电抗扰度试验应满足 GB/T 17626.2，射频电磁场辐射抗扰度试验应满足 GB/T 17626.3，电快速瞬变脉冲群抗扰度试验应满足 GB/T 17626.4，浪涌（冲击）抗扰度试验应满足 GB/T 17626.5，射频场感应的传导骚扰抗扰度应满足 GB/T 17626.6，工频磁场抗扰度试验应满足 GB/T 17626.8，电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验应满足 GB/T 17626.11 的要求。

# 6 试验方法

## 6.1 试验条件

测试仪的试验条件应满足以下要求：

- 环境温度：(20±5)℃；
- 环境湿度：相对湿度 30%~80%；
- 电源频率：50Hz (1±1%)；
- 电源电压：220V (1±5%)；
- 电源波形畸变率：不大于 5%。

## 6.2 外观检查

用目测方法检查，结果应满足本标准 5.2 的要求。

## 6.3 安全性能试验

交流供电电源的测试仪安全性能试验要求如下：

- a) 绝缘电阻试验。使用 500V 绝缘电阻表测量电源输入端对机壳的绝缘电阻，结果应满足 5.3a) 的要求。
- b) 介电强度试验。在电源输入端与机壳间施加 2kV 工频电压，历时 1min，结果应满足 5.3b) 的要求。

## 6.4 测量性能试验

### 6.4.1 检测用标准仪器设备

检测需要的标准仪器配置表应满足表 1 的规定。



表1 标准仪器配置表

| 试验项目               | 检测用标准及配套设备    | 准确度等级 |
|--------------------|---------------|-------|
| 电流、电压试验            | 电流、电压标准信号装置   | 0.5   |
| 电容比值（电容值）、损耗因数差值试验 | 虚拟介质损耗因数标准器   | 0.5   |
| 绝缘电阻试验             | 500V 绝缘电阻表    | 5     |
| 介电强度试验             | 2500V 工频耐压试验仪 | 3     |

#### 6.4.2 电流、电压测量试验

##### 6.4.2.1 一般要求

使用比测试仪电流、电压测量准确度高两个等级的标准装置，分别对测试仪的电流、电压进行测量。

##### 6.4.2.2 电流测量误差试验

电流值按量程范围均匀选取不少于 10 个测量点，用户也可根据现场实际测量范围选择测量点，按式（1）计算示值误差，结果应满足 5.4.1 的要求。

$$\delta_i = \frac{I_x - I_0}{I_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$I_x$ ——测试仪电流显示值；

$I_0$ ——标准装置电流实际值；

$\delta_i$ ——测试仪电流示值误差。

##### 6.4.2.3 电压测量误差试验

电压值按量程范围均匀选取不少于 10 个测量点，用户也可根据现场实际测量范围选择测量点，按式（2）计算示值误差，结果应满足 5.4.1 的要求。

$$\delta_U = \frac{U_x - U_0}{U_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$U_x$ ——测试仪电压显示值；

$U_0$ ——标准装置电压实际值；

$\delta_U$ ——测试仪电压示值误差。

#### 6.4.3 电容比值（电容值）、损耗因数差值误差试验

##### 6.4.3.1 电容比值（电容值）误差试验

电容比值（电容值）、损耗因数差值误差试验原理接线见图 3，按图 3 原理图接线，电容值按量程范围均匀选取不少于 10 个测量点，用户也可根据现场实际测量范围选择测量点，按式（3）计算示值误差，结果应满足 5.4.2 的要求。

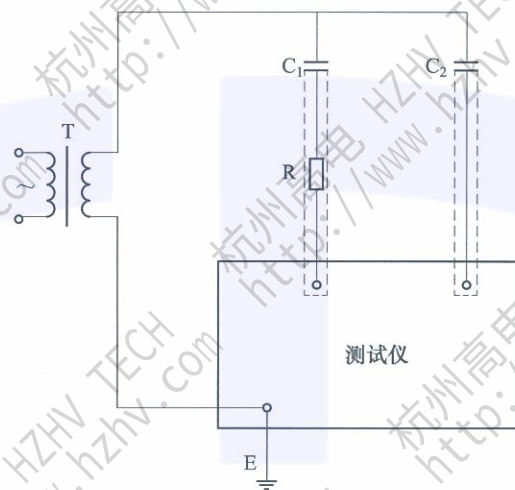
$$\delta_x = X_x - X_N \quad (3)$$

式中：

$X_x$ ——测试仪电容比值（电容值）显示值；



$X_N$ ——高压标准电容器电容实际值；  
 $\delta_x$ ——测试仪电容比值（电容值）试验误差。



说明：

T——交流试验电源；  
 $C_1$ 、R——高压损耗因数标准器；  
 $C_2$ ——高压标准电容器。

图 3 电容比值（电容值）、损耗因数差值误差试验原理接线

#### 6.4.3.2 损耗因数差值误差试验

按图 3 原理图接线，改变高压损耗因数标准器的不同损耗点，在测试仪测量范围内按均匀分布的原则选取不少于 10 个点的损耗值进行试验，用户也可根据现场实际测量范围选择测量点，按式（4）计算示值误差，结果应满足 5.4.2 的要求。

$$\delta_D = D_X - D_N \quad (4)$$

式中：

$D_X$ ——测试仪损耗因数差值显示值；  
 $D_N$ ——高压标准损耗器损耗实际值；  
 $\delta_D$ ——测试仪损耗因数差值试验误差。

### 6.5 环境适应性试验

#### 6.5.1 电源适应性试验

测试仪的电源频率与电压试验按 GB/T 6587—2012 中 5.12 方法进行，结果应满足 5.5 的要求。

#### 6.5.2 温度试验

测试仪的温度试验按 GB/T 6587—2012 温度试验组别第 II 组方法进行，结果应满足 5.5 的要求。

#### 6.5.3 湿度试验

测试仪的湿度试验按 GB/T 6587—2012 湿度试验组别第 II 组方法进行，结果应满足 5.5 的要求。

#### 6.5.4 振动试验

测试仪的振动试验按 GB/T 6587—2012 振动试验组别第 II 组方法进行, 结果应满足 5.5 的要求。

#### 6.5.5 冲击试验

测试仪的冲击试验按 GB/T 6587—2012 冲击试验组别第 II 组方法进行, 结果应满足 5.5 的要求。

#### 6.5.6 包装运输试验

测试仪的包装运输试验按 GB/T 6587—2012 中 5.10 的方法进行, 结果应满足 5.5 的要求。

### 6.6 可靠性试验

可靠性试验按 GB 11463—1989 表 1 中定时定数截尾试验方案的规定进行, 结果应满足 5.6 的要求。

### 6.7 电磁兼容试验

#### 6.7.1 静电放电抗扰度试验

按 GB/T 17626.2—2006 第 5 章试验等级 2 的要求进行静电放电抗扰度试验, 结果应满足 5.7 的要求。

#### 6.7.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按 GB/T 17626.3—2006 第 5 章试验等级 2 的要求进行射频电磁场辐射抗扰度试验, 结果应满足 5.7 的要求。

#### 6.7.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按 GB/T 17626.4—2008 第 5 章试验等级 2 的要求进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验, 结果应满足 5.7 的要求。

#### 6.7.4 浪涌(冲击)抗扰度试验

按 GB/T 17626.5—2008 第 5 章试验等级 2 的要求进行浪涌(冲击)抗扰度试验, 结果应满足 5.7 的要求。

#### 6.7.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按 GB/T 17626.6—2008 第 5 章试验等级 2 的要求进行射频场感应的传导骚扰抗扰度试验, 结果应满足 5.7 的要求。

#### 6.7.6 工频磁场抗扰度试验

按 GB/T 17626.8—2006 第 5 章试验等级 4 的要求进行工频磁场抗扰度试验, 结果应满足 5.7 的要求。

#### 6.7.7 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

按 GB/T 17626.11—2008 的要求进行电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验, 结果应满足标准 5.7 的要求。



7 检验规则

7.1 总则

测试仪的检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 检验条件

有下列情况之一的，测试仪应进行型式检验：

- a) 新产品鉴定投产前；
- b) 在生产中当设计、材料、工艺或结构等改变，且其改变可能影响产品的性能时，也应进行型式检验，此时的型式检验可以只进行与各项改变有关的检验项目；
- c) 停产 1 年以上恢复生产时；
- d) 国家质量监督机构要求进行质量一致性检验时。

7.2.2 抽样和合格判定规则

测试仪型式检验的抽样和合格判定规则应按照以下方法进行：

- a) 从出厂检验合格的产品中随机抽取 3 台为样品；
- b) 经过型式检验，全部样品都合格的，则判定该产品本次型式检验合格；
- c) 经过型式检验，有 2 台以上（包括 2 台）样品不合格的，则判定该产品本次型式检验不合格；
- d) 经过型式检验，有 1 台样品不合格的，则应加倍抽样，重新进行型式检验；如全部样品都合格，仍判定该产品本次型式检验合格，如第二次抽样样品仍存在不合格，则判定本次型式检验不合格。

7.3 出厂检验

每台测试仪应进行出厂检验，并在产品出厂时附产品检验合格证。

7.4 检验项目

测试仪的型式检验和出厂检验项目见表 2。

表 2 测试仪的型式检验和出厂检验项目

| 序号 | 检验项目    | 型式检验 | 出厂检验 |
|----|---------|------|------|
| 1  | 外观检查    | √    | √    |
| 2  | 安全性能检查  | √    | √    |
| 3  | 技术性能试验  | √    | √    |
| 4  | 环境适应性试验 | √    | ×    |
| 5  | 电磁兼容试验  | √    | ×    |
| 6  | 可靠性试验   | √    | ×    |

注：“√”表示规定应做的检验项目，“×”表示可不做的检验项目。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

产品铭牌应有下列明显标志：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 出厂编号；
- d) 出厂年月；
- e) 制造厂名；
- f) 测量范围；
- g) 准确度等级；
- h) 产品生产标准号。

### 8.2 包装

包装应符合 GB/T 191 的有关标志的规定，并标明“小心轻放”“向上”“防雨”等标志。

### 8.3 运输

产品应适于陆运、空运、水运（海运），运输装卸按包装箱上的标志进行操作。

### 8.4 贮存

包装完好的测试仪应满足 GB/T 25480 规定的贮存运输要求，长期不用的测试仪应保留原包装，贮存仪器的库房无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪的伤害。

## 9 供货成套性

随同测试仪供货应有的附件：

- a) 产品检验合格证；
- b) 装箱单；
- c) 使用说明书；
- d) 随机备件、附件；
- e) 其他有关的技术资料。



中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
相对介损及电容测试仪通用技术条件  
DL/T 1516—2016

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

\*

2016年7月第一版 2016年7月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 20千字  
印数 001—200册

\*

统一书号 155123·3141 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3141