

# 接触电流测试仪校准方法探讨

古建平

(深圳市计量质量检测研究院,深圳 510055)

**摘要:** 本文根据国家标准 GB/T 12113-2003《接触电流和保护导体电流的测量方法》中有关接触电流测量方面的内容,对接触电流测试仪的校准项目及校准方法提出了一整套方案,供同行参考。

**关键词:** 接触电流;接触电流测试仪;人体阻抗模型;校准项目;校准方法

**中图分类号:** TB971

**文献标识码:** A

## 0 引言

在家用电器、音频及视频电子设备、信息技术设备等产品的国家标准中,要求对产品的安全性能进行测试,其中涉及到产品漏电流的测试内容,需要使用接触电流测试仪。

在国内,按旧的电气安全标准生产的漏电流测试仪将会逐步被淘汰,接触电流测试仪的生产及使用越来越多,但至今还没有接触电流测试仪的校准规范。近几年,我们参考国家标准 GB/T 12113-2003《接触电流和保护导体电流的测量方法》中有关接触电流测量方面的内容,通过对国内外各厂家生产的接触电流测试仪的实际测试情况进行总结,提出下述接触电流测试仪的校准项目及校准方法,其目的是确保接触电流测试仪在实验室检测电气产品时,得到的数据是可信的。

## 1 接触电流测试仪校准项目及校准方法

### 1.1 校准项目的确定

接触电流测试仪主要由:试验电压输入端、试验电压输出端、试验电压极性转换开关、模拟人体阻抗的电路网络、试验电压测量指示电路和接触电流测量指示电路等6部分构成。

接触电流测试仪应可监测电气设备的工作电压(即试验电压)的大小;可提供符合标准要求的模拟人体阻抗电路,当模拟人体阻抗电路的测量端与电气设备的可触及零部件接触时,可测量流过模拟人体阻抗电路的电流大小。

根据接触电流测试仪的工作原理,结合国家标准 GB/T 12113-2003 中有关接触电流测量方面的内

容,确定接触电流测试仪的校准项目主要有:外观及功能性检查、试验电压示值误差和接触电流测试仪的性能校准(分为:初次校准和后续校准两部分)。

### 1.2 校准方法

#### 1.2.1 外观及功能性检查

测试仪的外观:通过目测,检查电压、电流指示器、测试用接线端子等是否正常。

试验电压极性转换开关:使用电压测试笔,检查极性转换开关是否正常转换。

#### 1.2.2 试验电压示值误差校准

接触电流测试仪试验电压指示值的最大允许误差为: $\pm 1\% \sim \pm 5\%$ ,使用的交流标准电压源的最大允许误差要优于 $\pm 0.2\%$ ,输出电压稳定性要优于 $0.1\%$ 。

由交流标准电压源提供频率为 $50\text{Hz}$ 的电压到被检测测试仪的试验电压输入端,交流标准电压源输出 $100\text{V}$ 、 $110\text{V}$ 、 $120\text{V}$ 、 $220\text{V}$ 、 $240\text{V}$ ,记录下被检测测试仪电压输出端的电压指示值。按式(1)求出示值误差。

$$\Delta = (U_x - U_0) / U_0 \times 100\% \quad (1)$$

式中, $\Delta$ 为试验电压示值误差; $U_x$ 为试验电压指示值; $U_0$ 为标准电压源输出示值。

#### 1.2.3 接触电流测试仪的性能校准

接触电流测试仪的性能校准,是用不同频率(取值为: $20\text{Hz}$ 、 $50\text{Hz}$ 、 $60\text{Hz}$ 、 $100\text{Hz}$ 、 $200\text{Hz}$ 、 $500\text{Hz}$ 、 $1\text{kHz}$ 、 $2\text{kHz}$ 、 $5\text{kHz}$ 、 $10\text{kHz}$ 、 $20\text{kHz}$ 、 $50\text{kHz}$ 、 $100\text{kHz}$ 、 $200\text{kHz}$ 、 $500\text{kHz}$ 和 $1\text{MHz}$ ,下同)的正弦波电流加到仪器测量网络的输入端,即国标 GB/T 12113-2003 中图3、图4和图5(下面简称图3、图4和图5)的端子A和B来测试。接触电流测试仪性能的校准分:初次校准和后续校准两部分。

初次校准的项目:测量网络输入阻抗、测量网络传输阻抗(即网络响应)。

后续校准的项目:测量网络的直流输入电阻、测量网络在不同频率下的输入电压和输出电压(或仪表指示的毫安值)。

初次校准可理解为接触电流测试仪生产出厂或维修后的校准;后续校准可理解为接触电流测试仪为日常使用过程中的定期校准。

### 1.2.3.1 初次校准

#### 1) 测量网络输入阻抗误差

使用10Hz ~ 2MHz频率范围的阻抗测试仪,阻抗测试仪的测量电流选择在2mA,测量不同频率下图3、图4和图5的A、B两端输入阻抗的实际值,输入阻抗的实际值与图中规定的标称元件值计算的理想值(参见GB/T 12113-2003附录L中:表L<sub>1</sub>、表L<sub>2</sub>和表L<sub>3</sub>)进行比较。按式(2)求出测量网络输入阻抗误差。

$$\delta = (Z_x - Z_0) / Z_0 \times 100\% \quad (2)$$

式中, $\delta$ 为测量网络输入阻抗误差; $Z_x$ 为测量网络输入阻抗实际值; $Z_0$ 为测量网络输入阻抗理论值。

#### 2) 测量网络传输阻抗误差

在使用10Hz ~ 2MHz频率范围的阻抗测试仪测量网络输入阻抗的同时,测试仪分别在图3、图4和图5的测量网络下,测得其输出电压的值,与图中规定的标称元件值计算的理想值(参见GB/T 12113-2003附录L中:表L<sub>1</sub>、表L<sub>2</sub>、表L<sub>3</sub>)进行比较。按式(3)、(4)求出测量网络传输阻抗误差。

$$Z_y = U / I \quad (3)$$

式中, $Z_y$ 为测量网络传输阻抗值; $U$ 为测量网络输出电压示值; $I$ 为测量网络输入电流的实际值。

$$\gamma = (Z_y - Z_0) / Z_0 \times 100\% \quad (4)$$

式中, $\gamma$ 为测量网络传输阻抗误差; $Z_y$ 为测量网络传输阻抗值; $Z_0$ 为测量网络传输阻抗理论值。

如果接触电流测试仪的测量网络输出显示为电流值时,需将电流示值除以500 $\Omega$ 转换为电压值,再按式(3)来运算。

### 1.2.3.2 后续校准

接触电流测试仪在初次校准后,还应定期对接触电流测试仪进行校准,以确保仪器的性能漂移不出现超出允许的误差限值。

#### 1) 测量网络的直流输入电阻误差

使用直流电阻测试仪直接在接触电流测试仪的测量网络输入端,即图3、图4和图5的A、B两端,测量其直流电阻值,实际值与理论值2k $\Omega$ 比较,按式(5)求出直流输入电阻误差:

$$\rho = (R_x - R_0) / R_0 \times 100\% \quad (5)$$

式中, $\rho$ 为直流输入电阻误差; $R_x$ 为直流电阻实际值; $R_0$ 为直流电阻理论值。

2) 测量网络的输出电压和输入电压之比(或输入电压与输出电压之比)

用10Hz ~ 2MHz频率范围的标准电压源(或阻抗测试仪),在图3、图4和图5的输入端(图中A和B端子),输入不同频率下的一恒定电压(推荐值:2V),同时在图中的输出端,接触电流测试仪指示出电压值(或指示电流值)(参见GB/T 12113-2003附录L中:表L<sub>4</sub>、表L<sub>5</sub>、表L<sub>6</sub>可换算成电压值),并将输出电压与输入电压之比(或输入电压与输出电压之比)的测量值与其理论值(参见GB/T 12113-2003附录L中:表L<sub>4</sub>、表L<sub>5</sub>、表L<sub>6</sub>)相比较,按式(6)、式(7)、式(8)求出各个点频率的误差:

$$B_x = U_{out} / U_{in} \quad (6)$$

$$\text{或} \quad B_x = U_{in} / U_{out} \quad (7)$$

$$\lambda = (B_x - B_0) / B_0 \times 100\% \quad (8)$$

式中, $U_{in}$ 为输入电压示值; $U_{out}$ 为输出电压示值; $\lambda$ 为输出电压与输入电压之比(或输入电压与输出电压之比)的误差; $B_x$ 为输出电压与输入电压之比(或输入电压与输出电压之比)的测量值; $B_0$ 为输出电压与输入电压之比(或输入电压与输出电压之比)的理论值。

## 2 结束语

接触电流测试仪通过上述方法校准,对接触电流测试仪的性能是否满足出厂技术指标要求,可以进行判断;也可以利用接触电流测试仪校准后的数据,给电气产品的安全性能测试中的漏电流的测量值提供修正依据,确保符合漏电流限值的电气产品不会被检测实验室判为不合格。

### 参考文献:

- [1] GB/T 12113-2003 接触电流和保护导体电流的测量方法(IEC 600990:1999, IDT). 北京:中国标准出版社,2004
- [2] GB 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全 第一部分:通用要求(IEC 60335-1:2004 (Ed4.1), IDT). 北京:中国标准出版社,2005
- [3] GB 8898-2001 音频、视频及类似电子设备 安全要求(eqv IEC 60065-1998). 北京:中国标准出版社,2001
- [4] GB 4943-2001 信息技术设备的安全(eqv IEC 60950-1999). 北京:中国标准出版社,2001
- [5] JJG 843-2007 泄漏电流测试仪. 北京:中国计量出版社,2007