

# JJG

## 中华人民共和国地方计量检定规程

JJG (粤) ××××—201×

---

### 接触电流测试仪

Touch Current Testers

( 征求意见稿修订 )

本稿完成日期:2013 年 12 月 20 日

201×—××—××发布

201×—××—××实施

---

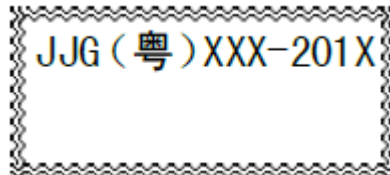
广东省质量技术监督局 发布



# 接触电流测试仪检定规程

Verification Regulation for

Touch Current Testers



---

归口单位：广东省质量技术监督局

起草单位：深圳市计量质量检测研究院

中国计量科学研究院

深圳市安规检测设备有限公司

本规程委托深圳市计量质量检测研究院负责解释。

本规程起草人：

古建平（深圳市计量质量检测研究院）

邵海明（中国计量科学研究院）

张国庆（深圳市计量质量检测研究院）

蔡卫平（深圳市计量质量检测研究院）

王敬喜（深圳市计量质量检测研究院）

梁波（中国计量科学研究院）

鲁国森（深圳市安规检测设备有限公司）

# 目 录

1	范围 .....	(1)
2	引用文件 .....	(1)
3	术语和计量单位 .....	(1)
3.1	术语 .....	(1)
3.2	计量单位 .....	(2)
4	概述 .....	(2)
5	计量性能要求 .....	(3)
5.1	接触电流基本示值误差 .....	(3)
5.2	准确度等级 .....	(3)
5.3	直流输入电阻 .....	(4)
5.4	输入阻抗 .....	(4)
5.5	频率响应 .....	(4)
5.6	试验供电电源电压示值误差 .....	(4)
5.7	试验供电电源电流示值误差 .....	(5)
5.8	试验供电电源功率示值误差 .....	(5)
5.9	预置报警功能 .....	(5)
6	通用技术要求 .....	(5)
6.1	外观检查 .....	(5)
6.2	功能性检查 .....	(5)
7	计量器具控制 .....	(6)
7.1	检定条件 .....	(6)
7.2	检定项目 .....	(7)
7.3	检定方法 .....	(7)
7.4	检定结果的处理 .....	(14)
7.5	检定周期 .....	(14)
附录 A	检定记录格式 .....	(15)
附录 B	检定证书/检定结果通知书内页信息及格式 .....	(22)
附录 C	接触电流测量网络 .....	(26)
附录 D	接触电流测量网络频率响应的测量方法 .....	(31)

# 引 言

JJF 1002-2010《国家计量检定规程编写规则》是本规程编制所依据的规则。

本规程参考了国家标准 GB / T 12113—2003 《接触电流和保护导体电流的测量方法》中所涉及的接触电流及接触电流测试仪的内容，该标准等同 IEC 60990: 1999《接触电流和保护导体电流的测量方法》(Methods of measurement of touch current and protective conductor current) 。

本规程参考了 IEC 60990: 1999《Committee of testing laboratories operational procedure: leakage (touch) current measurement instruments》中所涉及接触电流测试仪的校准内容。

本规程只对国家标准 GB / T 12113—2003 《接触电流和保护导体电流的测量方法》中给出的测量网络所构成的接触电流测试仪进行检定，这些测量网络是：

- 未加权的接触电流的测量网络，GB / T 12113中的图 3（等同IEC 60990 Fig 3）；
- 加权接触电流（感知电流和反应电流）的测量网络，GB / T 12113中的图 4（等同IEC 60990 Fig 4）；
- 加权接触电流（摆脱电流）的测量网络，GB / T 12113中的图 5（等同IEC 60990 Fig 5）。

## 接触电流测试仪

### 1 范围

本规程适用于涉及 GB/T 12113—2003 中的接触电流测量网络的接触电流测试仪、安全性能综合试验装置中的接触电流测试功能部分，以及用于接触电流测试的模拟人体阻抗电路的首次检定、后续检定和使用中检查。

### 2 引用文件

本规程引用下列文件

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法

GB/T 2900.1—2008 电工术语 基本术语

GB/T 2900.73—2008 电工术语 接地与电击防护

GB 3102.5—1993 电学和磁学的量和单位

GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

IECEE CTL-OP 113 Ed 1.1 Committee of testing laboratories operational procedure: Leakage (touch) current measurement instruments

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

### 3 术语和计量单位

#### 3.1 术语

##### 3.1.1

接触电流 touch current

当人或动物触及电气装置或电气设备一个或多个可触及部分时，通过其躯体的电流。

[ GB/T 2900.73-2008, IEV 195-05-21 ]

##### 3.1.2

感知电流阈值 perception-threshold-current

人体或动物身体能感知的流过其身体的最小电流值。

[ GB/T 2900.73-2008, IEV 195-03-07 ]

##### 3.1.3

摆脱电流阈值 let-go threshold (current)

人体能自主摆脱的通过人体的最大电流值。

[ GB/T 2900.73-2008, IEV 195-03-09 ]

### 3.1.4

测量网络 measuring network

由电阻器—电容器网络电路构成的人体阻抗模型。

注

- 1 测量网络电路详见本规程附录 C。
- 2 测量网络的输出端连接有一个电压表，此电压表应该满足 GB/T 12113-2003 中附录 G.2 的性能要求。详见本规程附录 C.3。
- 3 测量网络与其输出端连接的电压测量仪器或仪表应一起整体进行计量。详见 IEC60321-01 113 Ed 1.1 第 3 章。

### 3.1.5

输入阻抗 input impedance

测量网络的输入电压与输入电流之比。

注：见 GB/T 12113-2003 中附录 L 中的叙述。

### 3.1.6

传输阻抗 transfer impedance

测量网络的输出电压与输入电流之比。

注：见 GB/T 12113-2003 中附录 L 中的叙述。

### 3.1.7

频率响应 frequency response

测量网络的输出端与输入端所对应信号的频率函数关系。

## 4 概述

接触电流测试仪主要由测量网络、量程转换、交直流转换、放大、指示装置等组成。有的还具有过流保护、声光报警设置电路、试验时间设置电路。为了方便使用，有的还提供试验供电电源连接电路，此电路带有正常工作状态与单一故障工作状态的测量条件选取功能、带有试验电压、试验电流或试验功率测量功能。按指示装置形式分类，接触电流测试仪可分为数字式接触电流测试仪和模拟式接触电流测试仪。

接触电流测试仪用于：电气装置或电气设备的接触电流测量，它可以模拟人体接触到



被测电气装置或电气设备一个或多个可触及部分时，按正常工作状态或单一故障工作状态、产品安全标准要求的测量路径等条件，测量流过人体的电流大小。

## 5 计量性能要求

### 5.1 接触电流基本示值误差

接触电流基本示值误差应满足表 1 或表 2 中各准确度等级的最大允许误差要求。

### 5.2 准确度等级

接触电流示值的准确度等级划分为：2 级、2.5 级、3 级、5 级和 10 级五个级

5.2.1 数字式接触电流测试仪的接触电流示值最大允许误差应符合表 1 的规定，最大允许误差用相对误差表示。

表 1 数字式接触电流测试仪的准确度等级与最大允许误差

准确度等级 / 级	2	2.5	3	5	10
最大允许误差 / %	±2	±2.5	±3	±5	±10
误差系数 (a+b)	≤2	≤2.5	≤3	≤5	≤10

误差系数  $b$  值应不大于  $a$  值的 1/5。

数字式接触电流测试仪的接触电流示值误差公式用下列形式之一表示

a) 用绝对误差的形式表示

$$\Delta = \pm (a \% I_x + b \% I_m) \quad (1)$$

式中： $\Delta$  —— 接触电流测试仪的接触电流示值的绝对误差，mA；

$I_x$  —— 接触电流测试仪的接触电流示值，mA；

$I_m$  —— 接触电流测试仪的接触电流量程值，mA；

$a$  —— 与接触电流测试仪的接触电流示值读数有关的误差系数；

$b$  —— 与接触电流测试仪的接触电流量程有关的误差系数；

b) 用相对误差的形式表示

$$\gamma = \pm (a \% + b \% \frac{I_m}{I_x}) \quad (2)$$

式中： $\gamma$  —— 接触电流测试仪的接触电流示值的相对误差，%；

$I_x$  —— 接触电流测试仪的接触电流示值，mA；

$I_m$  —— 接触电流测试仪的接触电流量程值，mA；

$a$  —— 与接触电流测试仪的接触电流示值读数有关的误差系数；

$b$  —— 与接触电流测试仪的接触电流量程有关的误差系数；

5.2.2 模拟式接触电流测试仪的接触电流示值最大允许误差应符合表 2 的规定，最大允许误差用引用误差表示。

表 2 模拟式接触电流测试仪的准确度等级与最大允许误差

准确度等级 / 级	2	2.5	3	5	10
最大允许误差 / %	$\pm 2$	$\pm 2.5$	$\pm 3$	$\pm 5$	$\pm 10$

5.2.3 接触电流测试仪中不同的测量网络允许有不同的准确度等级。对多量程的接触电流测试仪，不同的量程允许有不同的准确度等级；对同一量程的不同频率测量范围，允许有不同的准确度等级。整机准确度等级包含基本示值误差和频率响应特性，并取最大级值。

### 5.3 直流输入电阻

测量网络直流输入电阻最大允许误差见表 3。

表 3 直流输入电阻最大允许误差

直流输入电阻标称值	最大允许误差
2000 $\Omega$	$\pm 1\%$

### 5.4 输入阻抗

测量网络输入阻抗最大允许误差见表 4。

表 4 输入阻抗最大允许误差

测量频率范围	输入阻抗标称值	最大允许误差
20 Hz $\leq f < 100$ kHz	见附录 C.2	$\pm 5\%$
100 kHz $\leq f \leq 1$ MHz	见附录 C.2	$\pm 10\%$

### 5.5 频率响应

测量网络频率响应误差的最大值，在测量频率范围内不超过接触电流示值的准确度等级。

### 5.6 试验供电电源电压示值误差

试验供电电源电压示值误差，对模拟指示的仪表，用引用误差表示，对数字指示的仪表，用相对误差表示。其最大允许误差见表 5。

表 5 试验供电电源电压示值最大允许误差

测量频率	电压测量范围	最大允许误差
50 Hz 或 60Hz	(30~300) V	±5 %

注：测量频率的选择可根据仪器使用需要确定。

### 5.7 试验供电电源电流示值误差

试验供电电源电流示值最大允许误差见表 6。

表 6 试验供电电源电流示值最大允许误差

测量频率	电流测量范围	最大允许误差
50 Hz 或 60 Hz	(0.1~20) A	±5 %

注：测量频率的选择可根据仪器使用需要确定。

### 5.8 试验供电电源功率示值误差

试验供电电源功率示值最大允许误差见表 7。

表 7 试验供电电源功率示值最大允许误差

测量频率	功率测量范围	最大允许误差
50 Hz 或 60 Hz	(0.1~6) kW	±5 %

注：测量频率的选择可根据仪器使用需要确定。

### 5.9 预置报警功能

具有声光报警功能的接触电流测试仪，其接触电流的报警预置误差应不超过±5%。

## 6 通用技术要求

### 6.1 外观检查

6.1.1 接触电流测试仪的面板、机壳或铭牌上应有以下主要标志和符号：产品的名称及型号、制造厂名称或商标、制造日期、出厂编号。所有的标志应清晰，接线端子完好，无影响仪器性能的损坏。

6.1.2 所有开关及按钮应灵活可靠。数字式测试仪显示笔划应完整无缺；模拟式测试仪指示表头的指针应升降平滑，无卡指针现象。

6.1.3 在接触电流测试仪中，接触电流测量网络，应有独立于试验电源电路的选择，可对接触电流测量网络按本规程的要求进行检定。

### 6.2 功能性检查

6.2.1 试验电源的极性转换功能应正常。

6.2.2 试验电源的接地与不接地转换功能应正常。

6.2.3 试验电源的零线正常连接状态与不连接状态的转换功能应正常。

## 7 计量器具控制

### 7.1 检定条件

#### 7.1.1 环境条件

室内温度： $(23 \pm 5)$  °C；相对湿度： $\leq 80\%$ ；

电源电压：电压变化不超过额定电压的 $\pm 10\%$ ，频率变化不超过额定频率的 $\pm 2\%$ 。

#### 7.1.2 检定设备

检定设备见表 8

表 8 检定设备一览表

序号	检定项目	标准器名称	主要计量特性
1	接触电流示值误差	标准交流电流源	输出频率范围：50 Hz、60 Hz 电流输出范围：(0.01~20) mA 电流输出最大允许误差： $\pm 0.5\%$
2	直流输入电阻	数字多用表	直流电阻测量范围：(0~2) k $\Omega$ 直流电阻测量最大允许误差： $\pm 0.1\%$
3	输入阻抗	LCR 测试仪	测量频率范围：20 Hz~1 MHz 阻抗测量范围：(0~3) k $\Omega$ 阻抗测量最大允许误差： $\pm 0.5\%$
4	频率响应	标准交流电压源	输出频率范围：10 Hz~1 MHz 电压输出范围：(0.01~20) V 电压输出最大允许误差： $\pm 0.5\%$
5	试验供电电源电压示值误差	标准交流电压源	输出频率范围：50 Hz 或 60 Hz 电压输出范围：(0.01~300) V 电压输出最大允许误差： $\pm 1.0\%$
		交流电压表	电压测量最大允许误差： $\pm 1.0\%$ ， $f$ ：50 Hz、60 Hz
6	试验供电电源电流示值误差	标准交流电流源	输出频率范围：50 Hz 或 60 Hz 电流输出范围：(0.01~20) A 电流输出最大允许误差： $\pm 1.0\%$
		交流电流表	电流测量最大允许误差： $\pm 1.0\%$ ， $f$ ：50 Hz、60 Hz
		交流电子负载（辅助设备）	电压范围：(0.01~300) V 电流范围：(0.01~20) A
7	试验供电电源功率示值误差	标准交流功率源	输出频率范围：50 Hz 或 60 Hz 功率输出范围：(0.01~300) V / (0.01~20) A 功率输出最大允许误差： $\pm 1.0\%$

7.1.3 由检定装置、环境条件、辅助设备引起的扩展不确定度（包含因子取  $k=2$ ）不超过被检接触电流测试仪最大允许误差绝对值的  $1/3$ 。

## 7.2 检定项目

检定项目见表 9。

表 9 检定项目一览表

检定类别 检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观与结构	+	+	+
功能性检查	+	+	+
接触电流基本示值误差	+	+	+
直流输入电阻	+	+	+
输入阻抗	+	+	-
频率响应	+	+	-
试验供电电源电压示值误差	+	+	-
试验供电电源电流示值误差	+	+	-
试验供电电源功率示值误差	+	+	-
预置报警功能	+	-	-

注：“+”表示需要检定的项目，“-”表示不需要检定的项目。

## 7.3 检定方法

### 7.3.1 外观检查

通过目测观察和手动操作，应符合 6.1 的要求。

### 7.3.2 功能性检查

通过数字多用表检查，6.2 的各个功能应正常。

### 7.3.3 接触电流基本示值误差

接触电流测试仪接触电流基本示值误差的测量按图 1 所示进行。

- 将标准交流电流源的输出高端与被检接触电流测试仪测量网络的 A 端相连接，标准交流电流源的输出低端与被检接触电流测试仪测量网络的 B 端相连接；
- 选择标准交流电流源的输出电流  $I_0$ ，施加到测量网络的 A、B 端，从接触电流测试仪可读到的接触电流示值  $I_x$ ，测量频率为 50 Hz 或 60 Hz；
- 测量点对数字式的接触电流测试仪在每个量程内均匀选取 3 至 5 个点。对模拟式

接触电流测试仪，在每个量程内选取有数字标示的刻度值。

- d) 接触电流基本示值误差，数字式接触电流测试仪用相对误差表示，按公式 (3) 进行计算，模拟式接触电流测试仪用引用误差表示，按公式 (4) 进行计算。

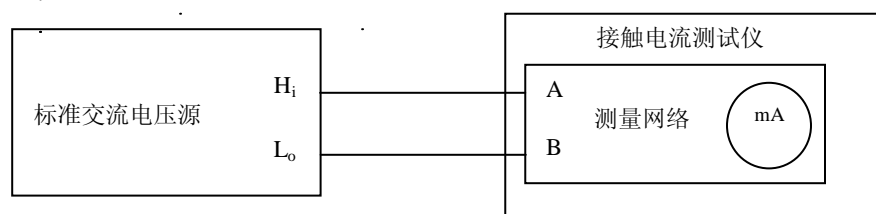


图 1 接触电流基本示值误差测量方法示意图

$$\gamma = \frac{I_x - I_0}{I_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中：  $\gamma$  —— 数字式接触电流测试仪的接触电流示值的相对误差，%；

$I_x$  —— 接触电流测试仪的接触电流示值，mA。

$I_0$  —— 接触电流测试仪的接触电流理论值，mA；

注：接触电流的理论值参见附录 D 的内容。

$$\gamma_m = \pm \left( \frac{I_x - I_0}{I_m} \right) \times 100\% \quad (4)$$

式中：  $\gamma_m$  —— 模拟式接触电流测试仪的接触电流示值的引用误差，%；

$I_x$  —— 接触电流测试仪的接触电流示值，mA；

$I_0$  —— 接触电流测试仪的接触电流示值的理论值，mA；

$I_m$  —— 接触电流测试仪的接触电流量程值，mA。

注：接触电流的理论值参见附录 D 的内容。

### 7.3.4 直流输入电阻

接触电流测试仪的测量网络直流输入电阻的测量按图 2 所示进行。

- a) 数字多用表选择直流电阻测量功能；
- b) 将数字多用表的测量端的高端和低端分别与待检接触电流测试仪测量网络的 A 端和 B 端相连接；
- c) 按待检接触电流测试仪中的不同测量网络（见附录 C.1），分别选择测量，分别记

录不同的测量网络直流输入电阻的测得值。

注：有的接触电流测试仪是用  $P_L$  和  $P_H$  符号来分别表示测量网络的 A 端和 B 端。

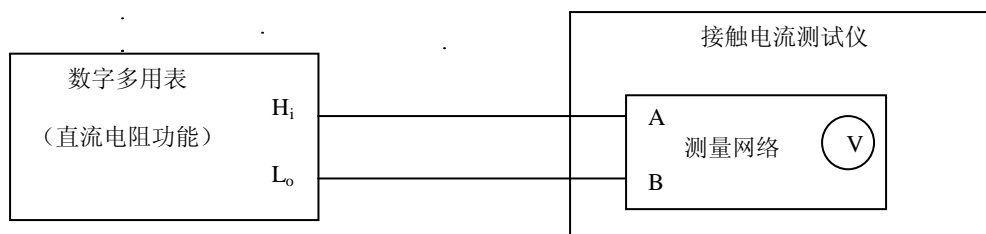


图 2 直流输入电阻测量方法示意图

直流输入电阻相对误差，按公式（5）进行计算。

$$\delta_1 = \frac{R_M - R_o}{R_o} \quad (5)$$

式中：  $\delta_1$ —— 直流输入电阻的相对误差，%；

$R_o$ —— 直流输入电阻理论值， $\Omega$ ；

$R_M$ —— 直流输入电阻测得值， $\Omega$ 。

### 7.3.5 输入阻抗

接触电流测试仪测量网络的输入阻抗按图 2 所示的方式进行测量。

- 将 LCR 测试仪的电流端及电压端的高端与被检接触电流测试仪测量网络的 A 端相连接；
- 将 LCR 测试仪的电流端及电压端的低端与被检接触电流测试仪测量网络的 B 端相连接；
- 设置交流阻抗 LCR 测试仪的阻抗测量电流电平：5 mA；
- 设置交流阻抗 LCR 测试仪测量频率点（按附录 C.2 给出的），可测量得到测量网络在不同频率下的输入阻抗测得值。测量点详见附录 C.2。

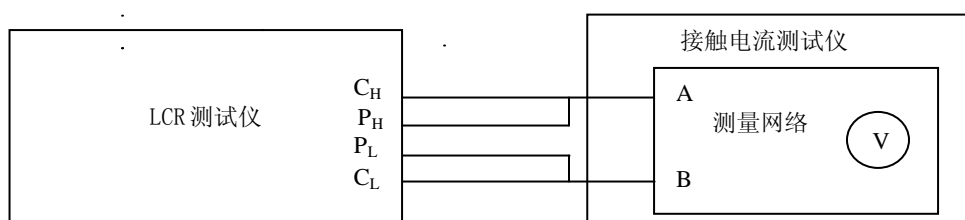


图 3 输入阻抗测量方法示意图

输入阻抗各测量点的相对误差，按公式（6）计算

$$\delta_2 = \frac{Z_M - Z_o}{Z_o} \quad (6)$$

式中：  $\delta_2$ —— 输入阻抗的相对误差，%；

$Z_o$ —— 输入阻抗理论值， $\Omega$ ；

$Z_M$ —— 输入阻抗测得值， $\Omega$ 。

### 7.3.6 频率响应

接触电流测试仪测量网络频率响应按图 4 所示的方式进行测量。

- a) 将标准交流电压源的输出高端与被检接触电流测试仪测量网络的 A 端相连接，标准交流电压源的输出低端与被检接触电流测试仪测量网络的 B 端相连接；
- b) 对应接触电流测试仪中不同的测量网络，按附录 D 提供的测量方法，来选择标准交流电压源的输出电压  $U_{in}$ ，施加到测量网络的 A、B 端，从接触电流测试仪可读到相应的接触电流示值  $I_x$ ，测量频率范围从 20 Hz 至 1 MHz；
- c) 测量频率点与输入阻抗测量要求相同；

测量网络频率响应的接触电流示值误差，数字式接触电流测试仪用相对误差表示，按公式（3）进行计算，模拟式接触电流测试仪用引用误差表示，按公式（4）进行计算。

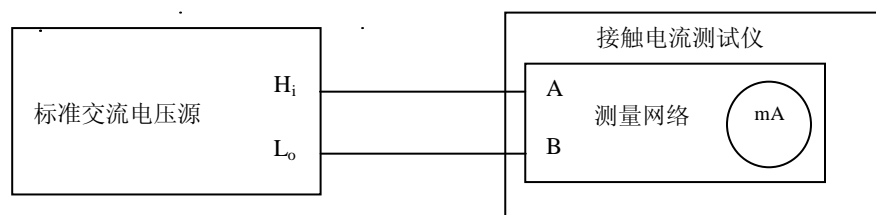


图 4 频率响应测量方法示意图

### 7.3.7 试验供电电源电压示值误差

根据接触电流测试仪的试验供电电源实际电路结构，其电压示值误差测量可分为标准电压源法和标准电压表法。

#### 7.3.7.1 标准交流电压源法

接触电流测试仪不提供试验电源输出，而有试验电压示值指示的，其误差测量按图 5a 所示进行。



- a) 将标准交流电压源输出端的高端和低端分别与接触电流测试仪的试验电源电压输入相线端 (L 端) 和零线端 (N 端) 相连接;
- b) 调节标准交流电压源的电压输出, 读取接触电流测试仪上指示的试验电压示值;
- c) 测量点不少于 5 个点 (在测量范围内均匀选取), 频率选择为 50 Hz 或 60 Hz。



图 5a 试验供电电源电压示值误差测量示意图

数字式电压表指示的测量结果按公式 (7) 进行计算, 求出其相对误差。

$$\eta_1 = \frac{V_x - V_o}{V_o} \times 100\% \quad (7)$$

式中:  $\eta_1$ —— 试验电压示值的相对误差, %;

$V_x$ —— 试验电压测量示值, V;

$V_o$ —— 试验电压测量实际值, V。

模拟式电压表指示的测量结果按公式 (8) 进行计算, 求出其引用误差。

$$\eta_m = \frac{V_x - V_o}{V_m} \times 100\% \quad (8)$$

式中:  $\eta_m$ —— 试验电压示值的引用误差, %;

$V_x$ —— 试验电压测量示值, V;

$V_o$ —— 试验电压测量实际值, V。

$V_m$ —— 电压表的量程, V。

### 7.3.7.2 标准交流电压表法

接触电流测试仪具有试验电源输出的, 试验电压示值误差的测量按图 5b 所示进行。

a) 将标准交流电压表的高端和低端分别与接触电流测试仪的电源输出端的相线端 (L 端) 和零线端 (N 端) 相连接;

b) 调节接触电流测试仪的电源电压输出至需要测量的电压值, 通过标准交流电压表读取此时试验电压示值的实际值;

c) 测量点不少于 5 个点 (在测量范围内均匀选取), 频率选择为 50 Hz 或 60 Hz。

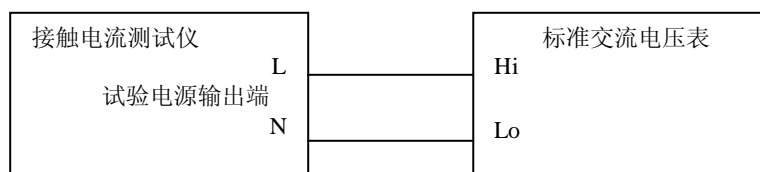


图 5b 试验供电电源电压示值误差测量示意图

数字式电压表指示的测量结果按公式 (7) 进行计算, 求出其相对误差。

模拟式电压表指示的测量结果按公式 (8) 进行计算, 求出其引用误差。

### 7.3.8 试验供电电源电流示值误差

根据接触电流测试仪的试验供电电源实际电路结构, 电流示值误差的测量可分为标准电流源法和标准电流表法。

#### 7.3.8.1 标准交流电流源法

接触电流测试仪不提供试验电源输出的, 而有试验电流指示的, 其示值误差测量按图 5a 所示进行。

a) 将标准交流电流源输出端的高端和低端分别与接触电流测试仪内供电电源电路上的电流表高端和低端相连接;

b) 调节标准交流电流源的输出, 读取接触电流测试仪上指示的试验电流示值;

c) 测量点不少于 5 个点 (在测量范围内均匀选取), 频率选择为 50 Hz 或 60 Hz。

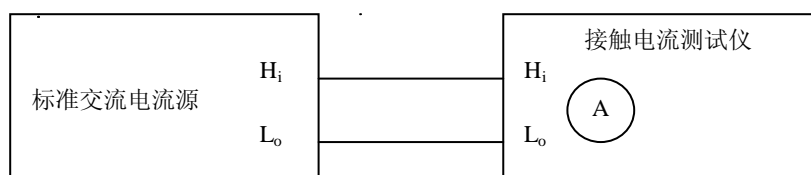


图 6a 试验供电电源电流示值误差测量示意图

测量结果按公式 (9) 进行计算, 求出其相对误差。

$$\eta_2 = \frac{I_x - I_o}{I_o} \times 100\% \quad (9)$$

式中:  $\eta_2$  —— 试验电流示值的相对误差, %;

$I_x$  —— 试验电流测量示值, A;

$I_0$ —— 试验电流测量实际值, A。

### 7.3.8.2 标准交流电流表法

接触电流测试仪内提供试验电源的, 试验电流示值误差的测量按图 6b 所示进行。

- a) 将标准交流电流表与接触电流测试仪的试验电源输出端的负载串联连接;
- b) 调节被检接触电流测试仪的试验电源电压输出, 或固定试验电源的输出电压, 改变负载的大小, 来获取需要的电流值, 并通过标准交流电流表读取接触电流测试仪上指示的试验电流示值的实际值;
- c) 测量点不少于 5 个点 (在测量范围内均匀选取), 频率选择为 50 Hz 或 60 Hz。

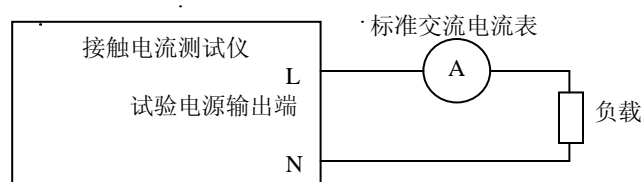


图 6b 试验供电电源电流示值误差测量示意图

测量结果按式 (9) 进行计算, 求出其相对误差。

### 7.3.9 供电电源试验功率示值误差

供电电源试验功率示值误差的测量按图 7 所示进行。将标准交流功率源电压输出端的高端和低端分别与接触电流测试仪内功率表的电压端高、低端相并联, 标准交流功率源电流输出端的高端和低端分别与接触电流测试仪内功率表的电流端高、低端相串联, 调节交流标准功率源输出, 读取接触电流测试仪上指示的试验功率示值。测量点不少于 5 个点 (在测量范围内均匀选取), 频率选择为 50 Hz 或 60 Hz。

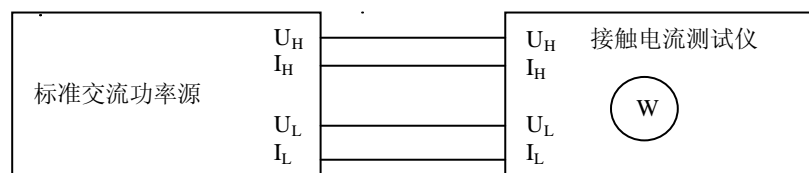


图 7 试验供电电源功率示值误差测量示意图

测量结果按式 (10) 进行计算, 求出其相对误差。

$$\eta_3 = \frac{P_x - P_o}{P_o} \times 100\% \quad (10)$$

式中： $\eta_3$ —— 试验功率测量示值的相对误差，%；

$P_x$ —— 试验功率测量示值，W；

$P_o$ —— 试验功率测量实际值，W。

### 7.3.10 预置报警

接触电流测试仪的预置报警功能测量方法：

- 在不同的接触电流测量量程选取一个报警预置值  $I_{set}$ ；
- 用标准交流电流源，输出频率为 50Hz 的交流电流，由小到大，逐步加大电流输出至被检接触电流测试仪报警为止，读取标准交流电流源的输出电流值  $I_o$ ；
- 预置报警相对误差按式 (12) 计算。

$$\sigma = \frac{I_{set} - I_o}{I_o} \times 100\% \quad (12)$$

式中： $\sigma$  —— 预置报警相对误差，%；

$I_{set}$  —— 预置报警设置值， $\mu A$  或 mA；

$I_o$  —— 预置报警实际值， $\mu A$  或 mA。

## 7.4 检定结果的处理

7.4.1 检定结果的数据应先计算后修约，保留的有效位数应与测量结果不确定度的有效位数相一致。由于数值修约引起的不确定度应不超过被检仪表允许误差绝对值的 1/10。

7.4.2 使用修约后的数值，判断接触电流测试仪是否符合本规程的技术要求。接触电流测试仪所有项目均符合本规程的要求时，判为合格，否则判为不合格。检定合格的出具检定证书，检定不合格的出具检定结果通知书。

7.4.3 检定证书和检定结果通知书应给出实际值，检定结果通知书还应指出不合格的项目。

## 7.5 检定周期

测试仪的检定周期一般不超过 1 年。根据使用条件或用户的要求，可缩短检定周期。

## 附录 A

## 检定记录格式

接触电流测试仪检定记录的内容及推荐的格式见图 A.1。

接触电流测试仪检定记录			第 页 共 页		
客户名称 _____		仪器名称 _____			
型号规格 _____	出厂编号 _____	制造厂名 _____			
技术依据 _____					
检定日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日		有效日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日			
检定地点 _____		环境条件：温度 _____ °C，相对湿度 _____ %			
标准器名称	测量范围	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	设备编号	检定/校准证书号	有效期至
<b>1 外观与结构检查</b>					
外观检查：符合规程要求 <input type="checkbox"/> / 不符合规程要求 <input type="checkbox"/> ： _____					
结构检查：符合规程要求 <input type="checkbox"/> / 不符合规程要求 <input type="checkbox"/> ： _____					

图 A.1 接触电流测试仪检定记录

### 接触电流测试仪检定记录

第 页 共 页

2 直流输入电阻: 见表 1

表 1 直流输入电阻

测量网络	理论值 Ω	测得值 Ω	相对误差 %	最大允许误差 %
未加权的接触电流的测量网络	2000			
加权接触电流 (感知电流或反应电流) 的测量网络	2000			
加权接触电流 (摆脱电流) 的测量网络	2000			

3 测量网络接触电流基本示值误差 ( $f=50\text{ Hz}$  或  $f=60\text{ Hz}$ ): 见表 2、表 3、表 4

表 2 未加权接触电流测量网络的接触电流基本示值误差

量程 / mA	理论值 / mA	示值 / mA	误差 / %	最大允许误差 / %

续图 A.1 接触电流测试仪检定记录

### 接触电流测试仪检定记录

第 页 共 页

表 3 加权接触电流（感知电流或反应电流）测量网络的接触电流基本示值误差

量程 /mA	理论值 /mA	示值 /mA	误差 /%	最大允许误差 /%

表 4 加权接触电流（摆脱电流）测量网络的接触电流基本示值误差

量程 /mA	理论值 /mA	示值 /mA	误差 /%	最大允许误差 /%

续图 A.1 接触电流测试仪检定记录

## 接触电流测试仪检定记录

第 页 共 页

## 3 测量网络输入阻抗: 见表 5、表 6、表 7

表 5 未加权接触电流的测量网络输入阻抗

测量频率 / Hz	理论值 / $\Omega$	测得值 / $\Omega$	相对误差 / %	最大允许误差 / %
20	1 998			
50	1 990			
60	1 986			
100	1 961			
200	1 857			
500	1 434			
1 000	979			
2 000	675			
5 000	533			
10 000	509			
20 000	502			
50 000	500			
100 000	500			
200 000	500			
500 000	500			
1 000 000	500			

表 6 加权接触电流 (感知电流或反应电流) 的测量网络输入阻抗

测量频率 / Hz	理论值 / $\Omega$	测得值 / $\Omega$	相对误差 / %	最大允许误差 / %
20	1 998			
50	1 990			
60	1 986			
100	1 961			
200	1 857			
500	1 433			
1 000	973			
2 000	661			
5 000	512			
10 000	485			
20 000	479			
50 000	477			
100 000	476			
200 000	476			
500 000	476			
1 000 000	476			

续图 A.1 接触电流测试仪检定记录



## 接触电流测试仪检定记录

第 页 共 页

表 7 加权接触电流（摆脱电流）的测量网络输入阻抗

测量频率 / Hz	理论值 / $\Omega$	测得值 / $\Omega$	相对误差 / %	最大允许误差 / %
20	1 998			
50	1 990			
60	1 986			
100	1 961			
200	1 858			
500	1 434			
1 000	976			
2 000	667			
5 000	515			
10 000	487			
20 000	479			
50 000	477			
100 000	476			
200 000	476			
500 000	476			
1 000 000	476			

## 4 测量网络频率响应: 见表 8、表 9、表 10

表 8 未加权接触电流的测量网络频率响应

测量频率 / Hz	理论值 / $\Omega$	测得值 / $\Omega$	相对误差 / %	最大允许误差 / %
20	500			
50	500			
60	500			
100	500			
200	500			
500	500			
1 000	500			
2 000	500			
5 000	500			
10 000	500			
20 000	500			
50 000	500			
100 000	500			
200 000	500			
500 000	500			
1 000 000	500			

续图 A.1 接触电流测试仪检定记录

接触电流测试仪检定记录

第 页 共 页

表 9 加权接触电流（感知电流或反应电流）的测量网络频率响应

测量频率 /Hz	理论值 /mA	测得值 /mA	误差 /%	最大允许误差 /%
20				
50				
60				
100				
200				
500				
1 000				
2 000				
5 000				
10 000				
20 000				
50 000				
100 000				
200 000				
500 000				
1 000 000				

表 10 加权接触电流（摆脱电流）的测量网络频率响应

测量频率 /Hz	理论值 /mA	测得值 /mA	误差 /%	最大允许误差 /%
20				
50				
60				
100				
200				
500				
1 000				
2 000				
5 000				
10 000				
20 000				
50 000				
100 000				
200 000				
500 000				
1 000 000				

续图 A.1 接触电流测试仪检定记录

## 接触电流测试仪检定记录

第 页 共 页

5 试验供电电源电压示值误差 ( $f=50\text{ Hz}$ ): 见表 11表 11 试验供电电源电压示值误差 ( $f=50\text{ Hz}$ )

量程 /V	示值 /V	实际值 /V	误差 /%	最大允许误差 /%

6 试验供电电源电流示值误差 ( $f=50\text{ Hz}$ ): 见表 12表 12 试验供电电源电流示值误差 ( $f=50\text{ Hz}$ )

量程 /A	示值 /A	实际值 /A	误差 /%	最大允许误差 /%

7 试验供电电源功率示值误差 ( $f=50\text{ Hz}$ ,  $\text{PF}=1$ ): 见表 13表 13 试验供电电源功率示值误差 ( $f=50\text{ Hz}$ ,  $\text{PF}=1$ )

量程 /W	示值 /W	实际值 /W	误差 /%	最大允许误差 /%

## 8 预置报警功能: 见表 14

表 14 预置报警功能

量程 /mA	设置值 /mA	实际值 /mA	误差 /%	最大允许误差 /%

-----  
续图 A.1 接触电流测试仪检定记录

## 附录 B

### 检定证书/检定结果通知书内页信息及格式

- B.1 检定证书/检定结果通知书内页应包含以下信息：
  - B.1.1 检定证书/检定结果通知书编号
  - B.1.2 检定所用计量基准或计量标准信息
    - B.1.2.1 计量基准或计量标准名称
    - B.1.2.2 测量范围
    - B.1.2.3 不确定度/准确度等级/最大允许误差
    - B.1.2.4 证书编号
    - B.1.2.5 检定证书有效期
  - B.1.3 检定条件
    - B.1.3.1 环境条件：温度、相对湿度等
    - B.1.3.2 检定地点
  - B.1.4 被检项目及检定结果
  - B.1.5 检定不合格项说明（只用于检定结果通知书内页格式）
  - B.1.6 页码
  - B.1.7 还可有附加说明部分

以上信息，除 B.1.7 条为可选择项，其余均为必备项。

## B.2 检定证书/检定结果通知书内页格式式样

## 检定证书/检定结果通知书第 2 页

证书编号××××××- ××××

检定机构授权说明

检定环境条件及地点:

温度	℃	地点	
相对湿度	%	其他	

检定使用的计量(基)标准装置

名称	测量范围	不确定度 / 准确度等级 / 最大允许误差	计量(基)标准 证书编号	有效期至

检定使用的标准器

名称	测量范围	不确定度 / 准确度等级 / 最大允许误差	检定 / 校准 证书编号	有效期至

第 页 共 页

B.3 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样

B.3.1 检定证书第 3 页

证书编号××××××- ××××

## 检定结果

被检项目及检定结果

--	--

第 页 共 页

B.3.2 检定结果通知书第 3 页

证书编号××××××-××××

## 检定结果

被检项目及检定结果

附加说明

说明检定结果不合格项

以下空白

第 页 共 页

附录 C

接触电流测量网络

C.1 接触电流测试仪的测量网络

未加权接触电流的测量网络见图 C.1，此图为 GB/T 12113 中的图 3。

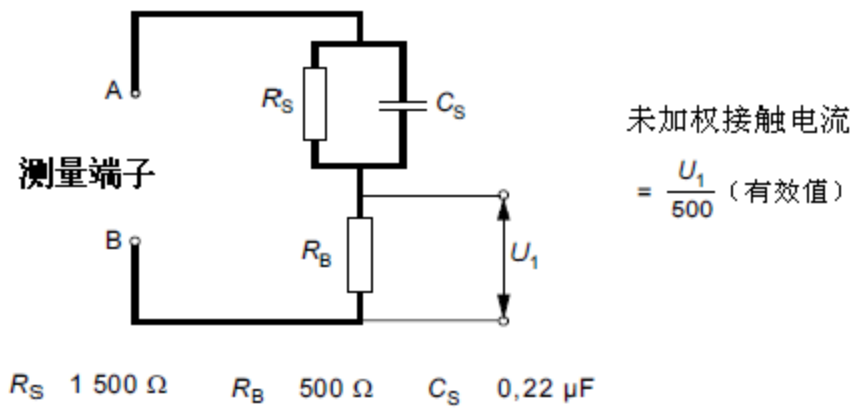


图 C.1 未加权接触电流的测量网络

加权的接触电流（感知电流或反应电流）的测量网络见图 C.2，此图为 GB/T 12113 中的图 4。

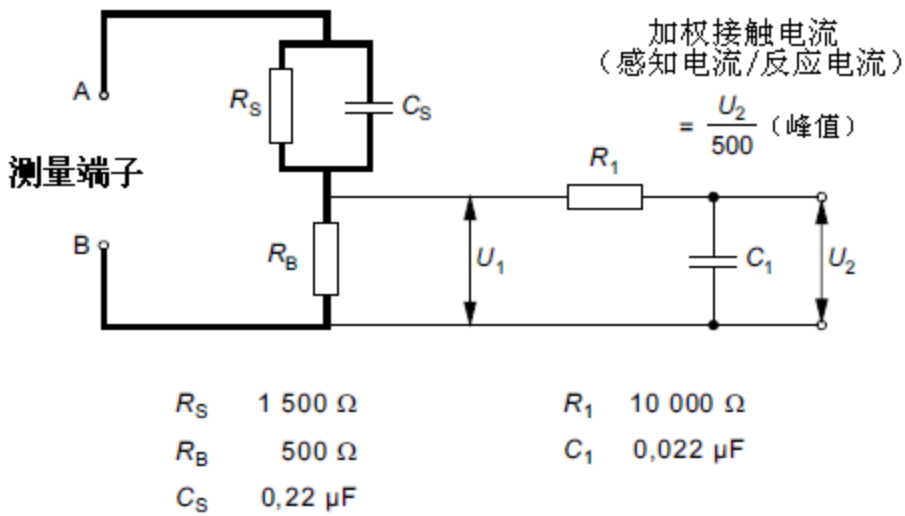


图 C.2 加权接触电流（感知电流或反应电流）的测量网络



加权接触电流（摆脱电流）的测量网络见图 C.3，此图为 GB/T 12113 中的图 5。

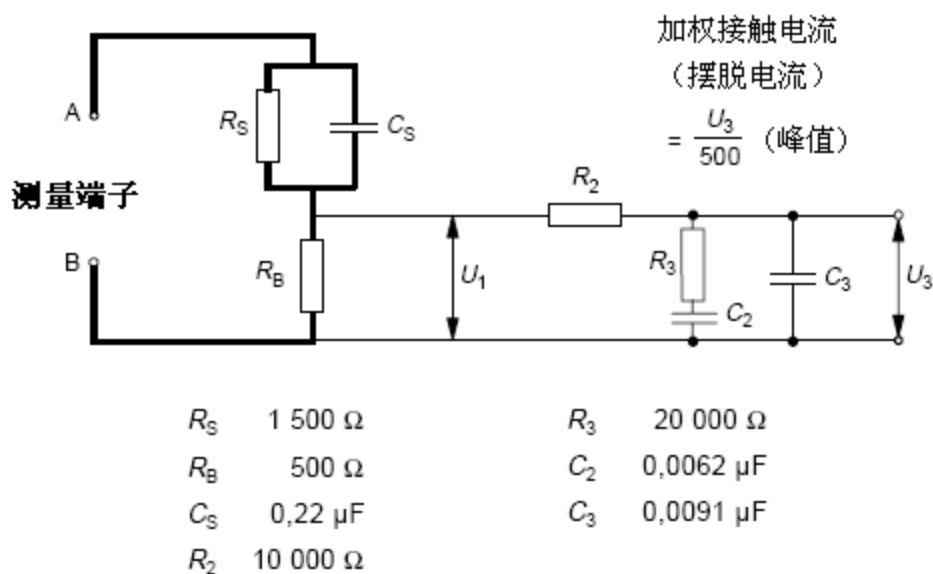


图 C.3 加权接触电流（摆脱电流）的测量网络

## C.2 接触电流测试仪测量网络所对应的输入阻抗及传输阻抗理论值

表 C.1 未加权接触电流测量网络的输入阻抗和传输阻抗的理论值

测量频率 / Hz	输入阻抗 / $\Omega$	传输阻抗 / $\Omega$
20	1 998	500
50	1 990	500
60	1 986	500
100	1 961	500
200	1 857	500
500	1 434	500
1 000	979	500
2 000	675	500
5 000	533	500
10 000	509	500
20 000	502	500
50 000	500	500
100 000	500	500
200 000	500	500
500 000	500	500
1 000 000	500	500

表 C.2 感知电流/反应接触电流测量网络的输入阻抗和传输阻抗的理论值

测量频率 / Hz	输入阻抗 / $\Omega$	传输阻抗 / $\Omega$
20	1 998	500
50	1 990	499
60	1 986	498
100	1 961	495
200	1 857	480
500	1 433	405
1 000	973	284
2 000	661	162.9
5 000	512	68.3
10 000	485	34.4
20 000	479	17.21
50 000	477	6.89
100 000	476	3.45
200 000	476	1.722
500 000	476	0.689
1 000 000	476	0.345

表 C.3 摆脱电流测量网络的输入阻抗和传输阻抗的理论值

测量频率 / Hz	输入阻抗 / $\Omega$	传输阻抗 / $\Omega$
20	1 998	500
50	1 990	499
60	1 986	499
100	1 961	496
200	1 858	484
500	1 434	427
1 000	976	340
2 000	667	251
5 000	515	144.3
10 000	487	79.9
20 000	479	41.2
50 000	477	16.63
100 000	476	8.32
200 000	476	4.16
500 000	476	1.666
1 000 000	476	0.833

## C.3 接触电流测试仪测量网络所对应的电压比理论值

表 C.4 未加权接触电流测量网络的电压比理论值

测量频率 / Hz	输出电压与输入电压的比值	输入电压与输出电压的比值	每毫安示值的输入电压
20	0.250	4.00	2.00
50	0.251	3.98	1.99
60	0.252	3.97	1.99
100	0.255	3.92	1.96
200	0.269	3.72	1.86
500	0.349	2.87	1.43
1 000	0.511	1.96	0.979
2 000	0.740	1.35	0.675
5 000	0.937	1.07	0.533
10 000	0.983	1.02	0.509
20 000	0.996	1.00	0.502
50 000	0.999	1.00	0.500
100 000	1.00	1.00	0.500
200 000	1.00	1.00	0.500
500 000	1.00	1.00	0.500
1 000 000	1.00	1.00	0.500

表 C.5 感知电流/反应接触电流测量网络的电压比理论值

测量频率 / Hz	输出电压与输入电压的比值	输入电压与输出电压的比值	每毫安示值的输入电压
20	0.250	4.00	2.00
50	0.251	3.99	2.00
60	0.251	3.99	1.99
100	0.252	3.96	1.98
200	0.259	3.87	1.93
500	0.282	3.54	1.77
1 000	0.292	3.43	1.71
2 000	0.246	4.06	2.03
5 000	0.133	7.50	3.75
10 000	0.0708	14.1	7.06
20 000	0.0360	27.8	13.9
50 000	0.0145	69.2	34.6
100 000	0.00723	138	69.1
200 000	0.00362	277	138
500 000	0.00145	691	346
1 000 000	0.000723	1382	691

表 C.6 摆脱电流测量网络的电压比理论值

测量频率 / Hz	输出电压与输入电压的比值	输入电压与输出电压的比值	每毫安示值的输入电压
20	0.250	4.00	2.00
50	0.251	3.99	1.99
60	0.251	3.98	1.99
100	0.253	3.95	1.98
200	0.261	3.83	1.92
500	0.298	3.36	1.68
1 000	0.348	2.87	1.44
2 000	0.377	2.65	1.33
5 000	0.280	3.57	1.79
10 000	0.164	6.09	3.04
20 000	0.0860	11.6	5.81
50 000	0.0349	28.7	14.3
100 000	0.0175	57.2	28.6
200 000	0.00874	114	57.2
500 000	0.00350	286	143
1 000 000	0.00175	572	286

### C.3 接触电流测试仪测量网络输出端电压表特性

为了在高达 1 MHz 时具有满意的性质，用来测量  $U_1$ 、 $U_2$  和  $U_3$  的装置应是一种具有下列特性的电压测量仪器：

——能响应下列测量值：

- 直流，在作直流测量时；
- 真有效值，在作有效值测量时；和
- 峰值，在作峰值测量时；

——输入电阻不小于 1 M $\Omega$ ；

——在作交流测量时输入电容不大于 200 pF；

——在作交流测量时频率范围从 15 Hz 到 1 MHz，或如果涉及更高频率时，则达到更高的频率；

——浮动或差动输入在高达 1 MHz 时的共模抑制至少为 40 dB。

## 附录 D

## 接触电流测量网络频率响应测量方法

以加权接触电流（感知电流或反应电流）的测量网络（见图 C.2）为例子，来说明测量网络频率响应的测量方法。

测量网络频率响应与测量网络传输阻抗有关，按照定义，测量网络传输阻抗为网络的输出电压与输入电流之比，计算方法见公式 D.1。

$$Z_T = \frac{U_{out}}{I_{in}} \quad (D.1)$$

式中： $Z_T$  —— 测量网络的传输阻抗， $\Omega$ ；

$U_{out}$  —— 测量网络的输出电压，mV；

$I_{in}$  —— 测量网络的输入电流，mA。

测量网络的输出电流是指接触电流，按 GB/T 12113-2003 定义为：测量网络的输出电压除以  $500 \Omega$ ，表示公式见公式 D.2。

$$I_{out} = \frac{U_{out}}{500 \Omega} \quad (D.2)$$

式中： $I_{out}$  —— 测量网络的输出电流，mA；

$U_{out}$  —— 测量网络的输出电压，mV。

由式 D.1 和式 D.2 可以导出式 D.3：

$$I_{out} = \frac{Z_T I_{in}}{500 \Omega} \quad (D.3)$$

式中： $I_{out}$  —— 测量网络的输出电流，mA；

$I_{in}$  —— 测量网络的输入电流，mA；

$Z_T$  —— 测量网络的传输阻抗， $\Omega$ 。

假设 20 Hz~200 kHz 时， $I_{in} = 10 \text{ mA}$ ，500 kHz~1 MHz 时， $I_{in} = 40 \text{ mA}$ ，通过附录 C 的表 C.2 查得不同频率点的传输阻抗理论值  $Z_T$ ，带入式 D.3 中求出不同频率点的测量网络输出电流理论值  $I_0 = I_{out}$ ，再根据附录 C 的表 C.5 中给出的每毫安示值的输入电压值，按照公式 D.4 求出不同频率点的输入电压值：

$$U_{in} = k_i \times I_0 \quad (D.4)$$

式中： $U_{in}$  —— 测量网络输入电压，V；

$I_0$  —— 测量网络输出电流理论值，mA；

$k_i$  —— 测量网络每毫安电流示值的输入电压，V/mA。

**D.1 数字式接触电流测试仪测量网络频率响应的测量**

数字式接触电流测试仪：最大允许误差： $\pm 2\%$  读数 ( $20 \text{ Hz} \leq f < 100 \text{ kHz}$ )，  
 $\pm 5\%$  读数 ( $100 \text{ kHz} \leq f \leq 1 \text{ MHz}$ )。

交流标准电压源：2.2 V ~ 22 V (20 Hz ~ 1 MHz)；误差：优于  $\pm 0.66\%$  输出值。

测量网络频率响应测量结果见表 D.1。

表 D.1 数字式接触电流测试仪测量网络的频率响应

频率 (kHz)	量程 (mA)	$I_0$ 理论值 (mA)	$I_x$ 示值 (mA)	相对误差 (%)	允许误差 (%)	备注 $U_{in}$ 输入电压值
对应输入10 mA						
0.02	10.00	10.00	10.093	0.9	$\pm 2$	20.000 V
0.05	10.00	9.98	10.074	0.9	$\pm 2$	19.960 V
0.06	10.00	9.96	10.030	0.7	$\pm 2$	19.820 V
0.1	10.00	9.90	9.974	0.7	$\pm 2$	19.602 V
0.2	10.00	9.60	9.658	0.6	$\pm 2$	18.528 V
0.5	10.00	8.10	8.166	0.8	$\pm 2$	14.337 V
1	10.00	5.68	5.721	0.7	$\pm 2$	9.7128 V
2	10.00	3.258	3.291	1.0	$\pm 2$	6.6137 V
5	3.00	1.366	1.378	0.9	$\pm 2$	5.1225 V
10	1.00	0.688	0.694	0.9	$\pm 2$	4.8573 V
20	1.00	0.344	0.347	0.9	$\pm 2$	4.7844 V
50	0.30	0.138	0.139	0.7	$\pm 2$	4.7679 V
100	0.30	0.069	0.070	1.4	$\pm 5$	4.7679 V
200	0.30	0.034	0.035	2.9	$\pm 5$	4.7527 V
对应输入40 mA						
500	0.30	0.055	0.055	0.0	$\pm 5$	19.0715 V
1000	0.30	0.028	0.027	-3.6	$\pm 5$	19.0716 V

**D.2 模拟式接触电流测试仪测量网络频率响应的测量**

模拟式接触电流测试仪：

量程：10 mA，3mA，1mA，0.3mA，（20 Hz ~ 1 MHz）；最大允许误差：±2% FS。

交流标准电压源：

输出电压范围：2.2 V ~ 22 V（20 Hz ~ 1 MHz）；误差：优于±0.66 % 输出值。

测量网络频率响应测量结果见表 D.2。

表 D.2 模拟式接触电流测试仪测量网络的频率响应

频率 ( kHz )	量程 ( mA )	$I_0$ 理论值 ( mA )	$I_x$ 示值 ( mA )	引用误差 ( % )	允许误差 ( % )	备注 $U_{in}$ 输入电压值
						对应输入10 mA
0.02	10.00	10.00	10.20	2.0	±2	20.00 V
0.05	10.00	9.98	10.10	1.2	±2	19.96 V
0.06	10.00	9.96	10.10	1.4	±2	19.82 V
0.1	10.00	9.90	10.05	1.5	±2	19.60 V
0.2	10.00	9.60	9.70	1.0	±2	18.53 V
0.5	10.00	8.10	8.10	0.0	±2	14.34 V
1	10.00	5.68	5.60	-0.8	±2	9.713 V
2	10.00	3.26	3.22	-0.4	±2	6.614 V
5	3.00	1.37	1.33	-1.3	±2	5.123 V
10	1.00	0.688	0.670	-1.8	±2	4.857 V
20	1.00	0.344	0.340	-0.4	±2	4.784 V
50	0.30	0.138	0.135	-1.0	±2	4.768 V
100	0.30	0.069	0.067	-0.7	±2	4.768 V
200	0.30	0.034	0.034	0.0	±2	4.753 V
						对应输入40 mA
500	0.30	0.055	0.054	-0.3	±2	19.07 V
1000	0.30	0.028	0.025	-1.0	±2	19.07 V