



云南省地方计量校准规范

JJF (滇) XXX—XXXX

电涌保护器安全巡检仪校准规范

Calibration Specification for Safety Patrol Instrument for
Surge Protector

XXXX 年 XX 月 XX 日发布

XXXX 年 XX 月 XX 日实施

云南省质量技术监督局 发布

电涌保护器安全 巡检仪校准规范

Calibration Specification for Safety

Patrol Instrument for Surge Protector

JJF(滇)xxx—xxxx

本规程经云南省质量技术监督局于 xxxx 年 xx 月 xx 日批准，并自
xxxx 年 xx 月 xx 日起施行。

归口单位：云南省质量技术监督局

起草单位：云南省计量测试技术研究院

本规范技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人:

何洪伟 (云南省计量测试技术研究院)

付昆鹏 (云南省计量测试技术研究院)

曾舒帆 (云南省计量测试技术研究院)

参加起草人:

牛跃红 (云南省计量测试技术研究院)

陈 勇 (云南省计量测试技术研究院)

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
3.1 恒流	(1)
3.2 起始动作电压	(1)
3.3 泄漏	(1)
3.4 直流击穿电压	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 误差	(2)
5.2 电气安全性能	(2)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 校准用主要设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 外观检查	(4)
7.2 导通功能测试	(4)
7.3 电涌保护器安全巡检仪绝缘电阻测试功能	(4)
7.4 起始动作电压 U_{1mA} 示值误差、恒流误差	(5)
7.5 泄漏电流 $I_{0.75U_{1mA}}$ 示值及 $0.75U_{1mA}$ 电压误差	(6)
7.6 电压上升速率	(7)
7.7 直流击穿电压 V_{sdc} 示值误差	(7)
7.8 绝缘电阻的测定	(7)
7.9 耐压试验	(7)
8 校准结果表达	(8)
9 复校时间间隔	(8)
附录 A 校准原始记录格式	(9)
附录 B 校准证书格式	(12)
附录 C 电涌保护器安全巡检仪测量不确定度	(15)

引言

本规范是根据 JJF 1071-2010《国家计量校准规程编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等计量技术规范进行编写。

本规范主要参考 GB/T9043-2008通信设备过电压保护用气体放电管通用技术条件、GB11032-2010交流无间隙金属氧化物避雷器、GB4793.1-2007测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第一部分：通用要求等技术规范，为新制定技术规范。

电涌保护器安全巡检仪校准规范

1. 范围

本规范适用于电涌保护器安全巡检仪以及恒流输出 1mA、起始动作电压 U_{1mA} 小于 2000V 数字式防雷元件测试仪的校准。

2. 引用文件

JJF1001-2011 通用计量术语及定义

JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF1071-2010 国家计量校准规范编写规则

GB11032-2010 交流无间隙金属氧化物避雷器

GB4793.1-2007 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第一部分：通用要求

GB/T9043-2008 通信设备过电压保护用气体放电管通用技术条件

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3. 术语

3.1 恒流 constant current

测量 U_{1mA} 时，防雷元件测试仪提供的 1mA 直流电流称为恒流。

3.2 起始动作电压 U_{1mA} pick-up voltage U_{1mA}

当流过氧化锌压敏电阻两端的电压为 $0.75U_{1mA}$ 时，氧化锌压敏电阻两端的电压。

3.3 泄漏电流 $I_{0.75U_{1mA}}$ leakage current $I_{0.75U_{1mA}}$

氧化锌压敏电阻两端的电压为 $0.75U_{1mA}$ 时，流过氧化锌压敏电阻的电流。

3.4 直流击穿电压 V_{sdc} DC breakdown voltage V_{sdc}

直流电压以 100V/s 的速率上升使放电管发生击穿时的电压值。

4. 概述

电涌保护器安全巡检仪是为了满足对在线运行电源避雷器（SPD）进行运行安全状态的全面的快速检测的专用仪表。电涌保护器安全巡检仪是一款集合了多种仪表测试功能的一款多功能、智能型便携式仪表。具有导通测试功能、绝缘电阻测试（兆欧表）功能以及防

雷元件测试仪功能。

防雷元件测试仪由试验电源、恒流源、恒压源、斜坡电压发生器、电流表、电压表、峰值电压表组成。

5. 计量特性

5.1 误差

5.1.1 起始动作电压 U_{1mA} 示值误差

电涌保护器安全巡检仪起始动作电压 U_{1mA} 示值误差见表 1。

表 1

测量范围 (V)	误差
0~100	$\leq \pm 2V + 1d$
101~1999	$\leq \pm 2\%RGD \pm 1d$

注：RGD 仪器读数，d—仪器最末位数所对应的值。

5.1.2 恒流误差

电涌保护器安全巡检仪提供的 $1000 \mu A$ (U_{1mA}) 测量电流的误差不大于 $5 \mu A$ 。

5.1.3 泄漏电流 $I_{0.75U_{1mA}}$ 示值误差

电涌保护器安全巡检仪在 $(0.1 \sim 199.9) \mu A$ 测量范围内，其泄漏电流的示值误差不大于 $2\%RGD \pm 2d$ 。

5.1.4 $0.75 U_{1mA}$ 误差

电涌保护器安全巡检仪测量泄漏电流时，提供的 $0.75U_{1mA}$ 测量电压的误差见表 1。

5.1.5 电压上升速率误差

电涌保护器安全巡检仪提供的测量电压上升速率为 $100V/s \pm 10\%$ 。

5.1.6 直流击穿电压 V_{sdc} 示值误差

电涌保护器安全巡检仪直流击穿电压在 5.1.4 条件下示值误差应符合表 1 要求。

5.2 电气安全性能

5.2.1 绝缘电阻

电涌保护器安全巡检仪的绝缘电阻值不小于 $20M\Omega$ 。

5.2.2 耐压试验

电涌保护器安全巡检仪在交流电压 50Hz、2.5kV 保持 1min 不应出现击穿或飞弧。

6. 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(23±5)℃。

6.1.2 湿度：不大于 75%RH。

6.1.3 应无影响设备正常工作的外电磁场。

6.2 校准用主要设备

表 2

序号	名称	测量范围	技术指标
1	直流电压表	输入阻抗 $\geq 10\text{M}\Omega$ ，(0~2000) V	不低于 0.2 级
2	直流电流表	输入阻抗 $\leq 100\Omega$ ，(0~2000) μA	不低于 0.1 级
3	标准分压器	(0~2000) V	不低于 0.2 级
4	绝缘电阻表检定装置	测量范围：电压 $\geq 5000\text{V}$ ，电阻 $\geq 100\text{M}\Omega$	不低于 0.5 级
5	耐电压测试仪	(0~5000) V	不低于 5 级
6	秒表	(0~99) s	不低于 0.01s
7	绝缘电阻表	500V，电阻 $\geq 20\text{M}\Omega$	不低于 10 级

7. 校准项目和校准方法

电涌保护器安全巡检仪的校准项目按表3中的规定

表 3 校准项目

校准项目	首次校准	后续校准	使用中校准
外观检查	+	+	+
导通功能*	+	+	+
电涌保护器安全巡检仪绝缘电阻测试功能*	+	+	+
起始动作电压 U_{1mA} 示值误差、恒流误差	+	+	—
泄漏电流 $I_{0.75U_{1mA}}$ 示值及 $0.75U_{1mA}$ 电压误差	+	+	—
电压上升速率	+	+	—
直流击穿电压 V_{sdc} 示值误差	+	—	—
绝缘电阻的测定	+	—	—
耐压试验	+	—	—
注： 表中“+”表示应校项目，“-”表示不校项目。标“*”项目防雷元件测试仪不需要做。			

7.1 外观检查

电涌保护器安全巡检仪、防雷元件测试仪外表不能有影响工作性能的机械损伤，应标有生产厂家（商标）、产品名称、型号、出厂编号。

7.2 导通功能测试

用一根短路线短接电涌保护器安全巡检仪面板上两个绿色接线端子，显示器应该显示“导通”，并发出“哒”声报警。

7.3 电涌保护器安全巡检仪绝缘电阻测试功能

7.3.1 电压误差的测试

按图 1 接线。电涌保护器安全巡检仪测量绝缘电阻所选择的电压档位 V_x 。把绝缘电阻表检定装置置于能够测量电压的档位，按“绝缘电阻”测试键，绝缘电阻表检定装置显示输出的电压 V_s 。被校电压误差为：

$$\Delta = V_x - V_s \quad (1)$$

式中： Δ —电涌保护器安全巡检仪电压示值误差；

V_x —电涌保护器安全巡检仪读数；单位：伏特（V）

V_s —绝缘电阻表检定装置读数。单位：伏特（V）

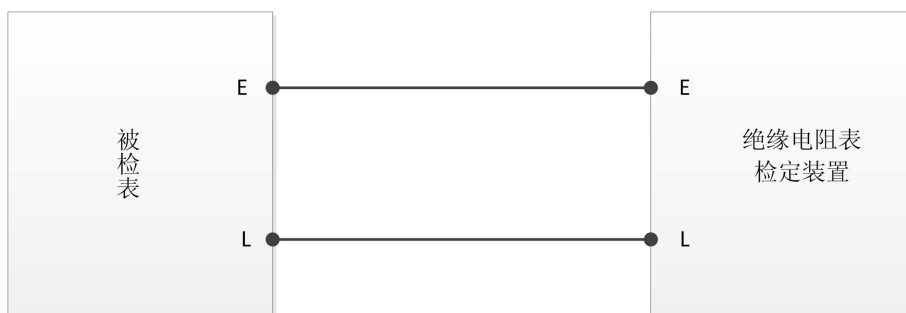


图 1 电压误差的测试接线图

7.3.2 绝缘电阻测试:

采用标准器法,按图 2 接线。

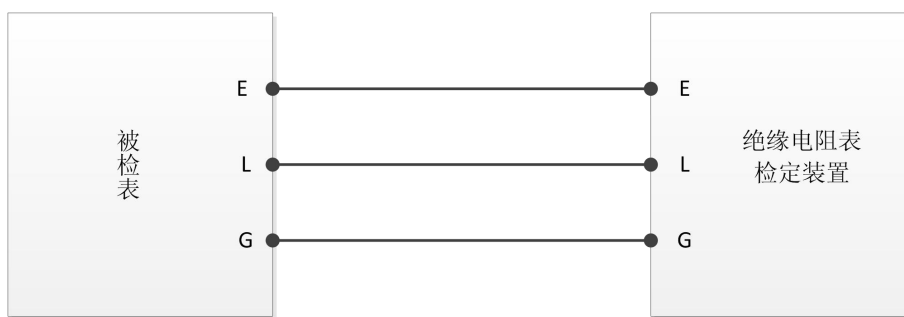


图 2 绝缘电阻校准接线图

在被校量程内均匀的选取 3~10 个点,并应包括下限和上限的接近值。调节绝缘电阻表检定装置的电阻值为 R_s ,被校电涌保护器安全巡检仪的显示值为 R_x ,被校示值的误差为:

$$\Delta = R_x - R_s \quad (2)$$

式中: Δ —电涌保护器安全巡检仪绝缘电阻示值误差;

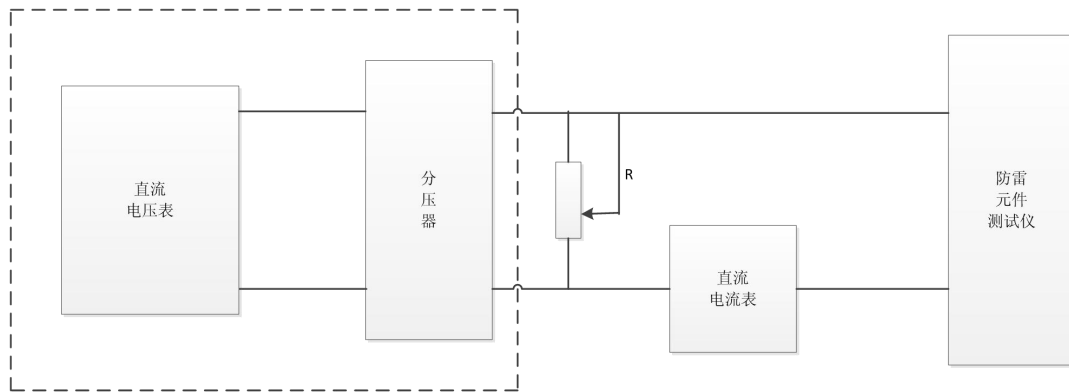
R_x —电涌保护器安全巡检仪读数;单位:欧姆(Ω)

R_s —绝缘电阻表检定装置读数。单位:欧姆(Ω)

7.4 起始动作电压 U_{1mA} 示值误差、恒流误差

将工作电压 $\geq 2000V$ 、功率 $\geq 2W$ 的线性电阻(建议采用压敏电阻类试品)与直流电流表串联接入电涌保护器安全巡检仪的测量回路。在 1000V 内将直流电压表直接接在线性电阻两端,大于 1000V 时,则利用标准分压器进行分压(见图 3),在下限至上限均匀选取不少于 5 个点进行校准,按(3)式计算为起始动作电压 U_{1mA} 示值误差。

同时读取直流电流表显示的电流值。

图3 起始动作电压 U_{1mA} 示值误差、恒流误差校准接线图

$$\Delta = X - X_0 \quad (3)$$

式中： Δ —电涌保护器安全巡检仪起始动作电压、恒流示值误差；

X —电涌保护器安全巡检仪读数；

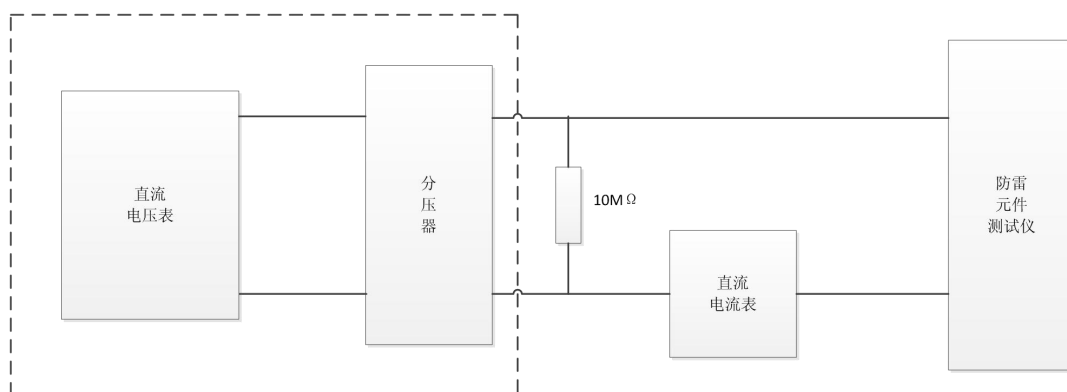
X_0 —直流电压（电流）表读数。

7.5 泄漏电流 $I_{0.75U_{1mA}}$ 示值及 $0.75U_{1mA}$ 电压误差

电涌保护器安全巡检仪在泄漏电流测量工作状态下，在电涌保护器安全巡检仪测量孔间串联接入 $10M\Omega$ 电阻（模拟被测量品，以方便泄漏电流校准点的选取）和直流电流表，同时将直流电压表（大于 $1000V$ 时并接分压器）并接在 $10M\Omega$ 电阻两端（见图4）。在泄漏电流测量范围下限至上限均匀选取不少于 5 个点来进行校准。

记下电涌保护器安全巡检仪的漏电流显示值与直流电流表的电流读数之间的示值误差按（3）式计算。

按下漏电流键并读取直流电压表 $0.75U_{1mA}$ 读数，记录其与 $0.75U_{1mA}$ 理论的差值。

图4 泄漏电流、 $0.75U_{1mA}$ 校准接线图

7.6 电压上升速率

设定电涌保护器安全巡检仪高压起始值（预置值），在启动仪器高压上升的同时，开始计时，在满 10s 的同时，模拟击穿点火（用测量线短接电涌保护器安全巡检仪测试孔）。记下电涌保护器安全巡检仪显示的电压值和秒表锁定的时间，按（4）式计算电压上升速率。

$$s = \frac{V_t - V_0}{t} \quad (4)$$

式中：s—电压上升率；

V_t —测量电压终止值；单位：伏特（V）

V_0 —测量电压起始值；单位：伏特（V）

t —秒表计时值。单位：秒（s）

7.7 直流击穿电压 V_{sdc} 示值误差

将 $5.1k\Omega$ 左右的电阻接在仪器一端测量孔上，仪器在 5.1.5 条件下（放电管直流击穿电压 V_{sdc} 预置状态下），预置电压到某一值，然后用电阻的另一端与仪器的另一测量孔短接，短接后仪器显示的电压和预置电压的差值 V_{sdc} 示值误差，按（1）式计算。在直流击穿电压 V_{sdc} 测量范围下限至上限均匀选取不少于 5 个点来进行校准。

7.8 绝缘电阻的测定

采用 500V 绝缘电阻表对电涌保护器安全巡检仪的绝缘电阻进行测量，测量电源线路与公共地之间的绝缘电阻值。

7.9 耐压试验

电涌保护器安全巡检仪处于非工作状态，开关置于接通位置，在测试仪电源带电级与机壳之间施加 50Hz、2.5kV 的交流电压，保持 1min 进行。

8. 校准结果表达

经校准的电涌保护器安全巡检仪或防雷元件测试仪，发给校准证书，加盖校准印章。

9. 复校时间间隔

电涌保护器安全巡检仪或防雷元件测试仪的复校时间间隔根据使用的具体情况确定，建议不超过 1 年。

附录 A

电涌保护器安全巡检仪/防雷元件测试仪校准原始记录格式

送校单位_____样品编号_____

名称：_____型号规格：_____出厂编号：_____

制造厂：_____

校准依据：_____

标准器名称：_____

设备编号：_____

校准地点：_____环境温度：_____℃，湿度：_____ %RH

调修记载：

一、 外观、显示及通电检查：

二、 导通功能测试（防雷元件测试仪无此项目）：

三、 电涌保护器安全巡检仪绝缘电阻测试功能（防雷元件测试仪无此项目）：

1. 电压测试 (V)：

标准示值	实测值

2. 电阻测试 (MΩ)：

标准示值	实测值

--	--

四、电涌保护器安全巡检仪/防雷元件测试仪功能测试：

1. 起始动作电压 U_{1mA} 示值误差、恒流误差 (mA)：

标准示值	实测值

2. 泄漏电流 $I_{0.75U_{1mA}}$ 示值及 $0.75U_{1mA}$ 电压误差 (V)：

标准示值	实测值

3. 直流击穿电压 V_{dc} 示值误差 (V)：

标准示值	实测值

4. 电压上升速率误差：

五、绝缘电阻：

六、工频耐压试验：

校准结果的不确定度： _____

证书编号： _____

校准日期： _____年____月____日

校准员： _____ 核验员： _____

附录 B

电涌保护器安全巡检仪/防雷元件测试仪校准证书内页格式

校准依据: _____

计量标准名称: _____

标准器名称: _____ 规格型号: _____

出厂编号: _____ 准确度等级: _____

标准器证书号: _____ 有效期至: _____ 年 _____ 月 _____ 日

校准条件: 温度: _____ °C 湿度: _____ %RH

一、外观、显示能力及通电检查:

二、导通功能测试(防雷元件测试仪无此项目):

三、电涌保护器安全巡检仪绝缘电阻测试功能(防雷元件测试仪无此项目):

1. 电压测试(V):

标准示值	实测值

2. 电阻测试(M Ω):

标准示值	实测值

--	--

四、电涌保护器安全巡检仪/防雷元件测试仪功能测试：

1. 起始动作电压 U_{1mA} 示值误差、恒流误差 (mA)：

标准示值	实测值

2. 泄漏电流 $I_{0.75U_{1mA}}$ 示值及 $0.75U_{1mA}$ 电压误差 (V)：

标准示值	实测值

3. 直流击穿电压 V_{sdc} 示值误差 (V)：

标准示值	实测值

4. 电压上升速率误差：

五、绝缘电阻：

六、 工频耐压试验：

校准结果的不确定度： _____

证书编号： _____

校准日期： _____年____月____日

校准员： _____ 核验员： _____

附录 C

电涌保护器安全巡检仪测量不确定度

1. 概述

1.1 环境条件：温度 22.6℃，相对湿度 60%

1.2 测量标准：电涌保护器安全巡检仪检定装置

1.3 被测对象：K-2766 型 2.0 级电涌保护器安全巡检仪

1.4 测量过程：将电涌保护器安全巡检仪检定装置与被检电涌保护器安全巡检仪按规定接线方式连接，由被检电涌保护器安全巡检仪产生一系列电压电流信号，用电涌保护器安全巡检仪检定装置对这些电压电流信号采用直接测量法进行测量，将被检电涌保护器安全巡检仪输出的示值与电涌保护器安全巡检仪检定装置的标准值之差做为检定误差。

1.5 评定结果的使用：符合上述条件的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定方法。

2. 数学模型

$$\Delta U = U_X - U_N$$

$$\Delta I = I_X - I_N$$

式中： U_X —被检系统电压测量值

U_N —标准系统电压测量值

I_X —被检系统电流测量值

I_N —标准系统电流测量值

3. 各输入量的标准不确定度的评定

输入量的标准不确定度来源主要有：

在重复条件下由对被测电涌保护器安全巡检仪和电涌保护器安全巡检仪检定装置的测量重复性引起的不确定度分项采用 A 类评定方法，并采用合并样本标准差；电涌保护器安全巡检仪检定装置的测量准确度引入的不确定度分项采用 B 类评定方法。

下面以 0.1 级电涌保护器安全巡检仪检定装置校准 2.0 级电涌保护器安全巡检仪为例介绍各标准不确定度分项的评定。

3.1 电流测量不确定度的评定

3.1.1 测量重复性引入不确定度分量

u_1 来自于测量重复性，该不确定度分项可以通过连续测量得到测量列，采用 A 类方法进行评定。

对 1 台等级 2.0 级电涌保护器安全巡检仪、在短时间内进行 10 次重复独立测量，得到 1 组测量数据（每次测量均重新接线），并设计为如表 1。

表 1 $I=1.000$ mA 被检泄漏电流测试仪各次测得数值

单位：mA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	u_1
0.997	1.004	1.001	0.997	0.993	0.998	0.991	0.996	0.998	1.000	0.0037

$u_1=0.0037$ mA，自由度 $\nu_1(I_{RP})=9$

3.1.2 电涌保护器安全巡检仪检定装置基本误差引入不确定度分量

该不确定度分项主要来源于电涌保护器安全巡检仪检定装置的最大允许误差。电涌保护器

安全巡检仪检定装置经过检定合格，其最大允许误差为 $\pm 0.1\% \times$ 读数，其半宽 $\alpha f = \pm 0.1\% \times$ 读数/2，在此区间可认为服从均匀分布，包含因子 $(k = \sqrt{3})$ 。

标准不确定度 $u_2 = (0.1\% \times 1) / 2\sqrt{3} = 0.00029\text{mA}$ ，估计 $\Delta u(I_{RP}) / u(I_{RP}) = 0.1$ ，其自由度 $\nu_2(I_{RP}) = 50$ 。

3.1.3 不确定度分量汇总

灵敏系数

误差测量数学模型：

$$\Delta I = I_X - I_N$$

灵敏系数：

$$C_{IX} = \Delta I / I_X = 1$$

$$C_{IN} = \Delta I / I_N = -1$$

表 2 是电涌保护器安全巡检仪电流误差测量结果的各不确定度分量汇总。同时计算出的有合成标准不确定度 U_C 、有效自由度 ν_{eff} 和扩展不确定度 U_{95} 。

表 2 电涌保护器安全巡检仪电流各不确定度分量汇总表 $I = 1.000\text{mA}$

不确定度来源	a_i	k_i	$U(x_i)$	c_i	$C_i u(x_i)$	ν_i
测量结果的重复性	/	/	0.0037	1	0.0037	9
检定装置最大允许误差	$0.1\% \times 1$	1.732	0.00029	-1	-0.00029	50

各输入量估计值彼此不相关，合成标准不确定度按 $U_C =$ 计算。

有效自由度按 $\nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{\nu_i}}$ 计算。

$$U_C = 3.7 \mu\text{A} \quad \nu_{\text{eff}} = 9$$

取置信概率 $p = 95\%$ ，查 t 分布表，覆盖因子 $k = 2$ ，

扩展不确定度 $U_{95} = 2 \times 3.7 \mu\text{A} = 7.4 \mu\text{A}$ ，

相对 $U_{95\text{rel}} = 7.4 \times 10^{-6} \times 100\% / 1 \times 10^{-3} = 0.74\%$ 。

3.2 电压测量不确定度的评定

3.2.1 测量重复性引入不确定度分量

u_1 来自于测量重复性，该不确定度分项可以通过连续测量得到测量列，采用 A 类方法进行评定。

对 1 台等级 2.0 级电涌保护器安全巡检仪在短时间内进行 10 次重复独立测量，得到 1 组测量数据（每次测量均重新接线），并设计为如表 3。

表 3 $U_X = 500\text{V}$ 被检电涌保护器安全巡检仪各次测得数值

单位：V

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	u_1
499.8	499.9	499.9	500.1	499.6	500.2	499.7	499.6	499.8	499.6	0.21

$u_1 = 0.21\text{V}$ ，自由度 $\nu_1(I_{RP}) = 9$

3.2.2 电涌保护器安全巡检仪检定装置基本误差引入不确定度分量

该不确定度分项主要来源于检电涌保护器安全巡检仪检定装置的最大允许误差。检电涌保护器安全巡检仪检定装置经过检定合格，其最大允许误差为 $\pm(0.3\% \times \text{读数})$ ，其半宽 $\alpha = \pm(0.3\% \times \text{读数})/2$ ，在此区间可认为服从均匀分布，包含因子 $(k=\sqrt{3})$ 。

标准不确定度 $u_2 = (0.3\% \times 500) / 2\sqrt{3} = 0.43\text{V}$ ，估计 $\Delta u(U_X) / u(U_X) = 0.1$ ，其自由度 $\nu_2(I_{RP}) = 50$ 。

3.2.3 不确定度分量汇总

灵敏系数

误差测量数学模型：

$$\Delta U = U_X - U_N$$

灵敏系数：

$$C_{UX} = \Delta U / U_X = 1$$

$$C_{UN} = \Delta U / U_N = -1$$

表4是电涌保护器安全巡检仪电压误差测量结果的各不确定度分量汇总。同时计算出的有合成标准不确定度 U_C 、有效自由度 ν_{eff} 和扩展不确定度 U_{95} 。

表4 电涌保护器安全巡检仪电压值各不确定度分量汇总表 $U_X = 500\text{V}$

不确定度来源	a_i	k_i	$U(x_i)$	c_i	$C_i u(x_i)$	ν_i
测量结果的重复性	/	/	0.21V	1	0.21	9
检定装置最大允许误差	$0.3\% \times 500$	1.732	0.43	1	0.43	50

各输入量估计值彼此不相关，合成标准不确定度按 U_C 计算。

有效自由度按 $\nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^2(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^2(y)}{\nu_i}}$ 计算。

$$U_C = 0.479\text{V} \quad \nu_{\text{eff}} = 58$$

取置信概率 $p=95\%$ ，查t分布表，覆盖因子 $k=2$ ，

扩展不确定度 $U_{95} = 2 \times 0.479\text{V} = 0.96\text{V}$ ，

相对 $U_{95\text{rel}} = 0.958 \times 100\% / 500 = 0.19\%$ 。

云南省
地方计量校准规范

电涌保护器安全巡检仪

JJF(滇)XXX—XXXX

云南省质量技术监督局发布

*

云南省质量技术监督局委托
云南省计量测试技术研究院印刷

版权所有 不得翻印

*

880mm×1230mm 16开本

XXXX年X月第1版 XXXX年X月第1次印刷

定价: XX元