



# 贵州省地方计量技术规范

JJF（黔） XX-2025

## 交流高压试验装置校准规范

Calibration Specification for AC High Voltage Test Devices

（报批稿）

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局 发布

# 交流高压试验装置校准规范

Calibration Specification for

AC High Voltage Test Device

JJF (黔) XX-2025

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

参加起草单位：贵州电网有限责任公司计量中心

黔西南州检验检测中心

贵州航天计量测试技术研究所

武汉微安电力科技有限公司

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

**本规范主要起草人：**杜鸿程（贵州省计量测试院）

汤鹤中（贵州电网有限责任公司计量中心）

王嵘瑜（贵州省计量测试院）

**参加起草人：**韦应恒（黔西南州检验检测中心）

黄贤武（贵州航天计量测试技术研究所）

叶 敬（贵州省计量测试院）

张劲松（武汉微安电力科技有限公司）

# 目录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(2)
5 计量特性.....	(2)
5.1 工频高压试验装置.....	(2)
5.1.1 电压示值误差.....	(3)
5.2.2 总谐波失真.....	(3)
5.1.3 短期稳定性.....	(3)
5.2 高压谐振试验装置.....	(3)
5.2.1 电压示值误差.....	(3)
5.2.2 总谐波失真 .....	(3)
5.2.3 短期稳定性.....	(3)
5.2.4 频率示值误差.....	(3)
6 校准条件.....	(3)
6.1 环境条件.....	(3)
6.2 测量标准及配套设备.....	(3)
6.3 其他条件.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(4)
7.1 校准项目.....	(4)
7.2 校准方法.....	(4)
8 校准结果的表达.....	(7)
9 复校时间间隔.....	(8)
附录 A 校准原始记录(推荐)格式样式 .....	(9)
附录 B 校准证书内页(推荐)格式样式.....	(11)
附录 C 电压示值测量测量不确定度评定示例.....	(13)

# 引 言

本规范依据国家计量技术规范JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、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》编制而成。

本规范为首次发布。

# 交流高压试验装置校准规范

## 1 范围

本规范适用于 15kV 以上电压等级的交流高压试验装置(包括:工频高压试验装置和高压谐振试验装置)的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件:

JJG 496-2016 工频高压分压器检定规程

JJG (军工) 71-2017 交流标准电压源

GB/T 16927.2-2013 高电压试验技术 第 2 部分: 测量系统

DL/T 848.2-2018 高压试验装置通用技术条件 第 2 部分: 工频高压试验装置

DL/T 849.6-2016 电力设备专用测试仪器通用技术条件 第 6 部分: 高压谐振试验装置

DL/T 1082-2008 高压实验室技术条件

凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于该规程; 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 工频高压试验装置 power frequency high voltage device

由功率调压单元(电工式调压器或功率电子调压电源)、单相升压变压器、高压测量系统及过电流、过电压保护单元组成(还可以包含无功补偿单元), 可产生单相工频高电压的成套试验装置。

### 3.2 高压谐振试验装置 high voltage resonant test device

通过调整试验回路中的电感、电容或(和)电源频率, 使其达到谐振状态的试验装置。

### 3.3 交流电压 alternating voltage

频率 20Hz~400Hz, 电压波形为实际正弦波的电压(波形接近正弦, 上下半波基本对称, 峰值与有效值之比在 1.34~1.48 之间)。

### 3.4 额定频率 rated frequency

高压谐振试验装置中变频电源或其他调压装置、励磁变压器、谐振电抗器、

谐振电容器和测量系统等各部件的额定参数对应的设计工作频率。

### 3.5 交流标准分压器测量系统 measuring system with AC voltage divider

由交流标准分压器、交流标准电压表组成的电压测量系统，测量结果由电压表示值乘以分压器分压比得到。

## 4 概述

交流高压试验装置通常包括工频高压试验装置和高压谐振试验装置。

### 4.1 工频高压试验装置

工频高压试验装置一般由功率调压单元、单相升压变压器、高压测量系统、（高压、低压）补偿装置、工频过（电压、过电流）保护单元组成。是用于对电力设备进行工频交流高电压试验的成套装置，装置组成如图 1 所示。

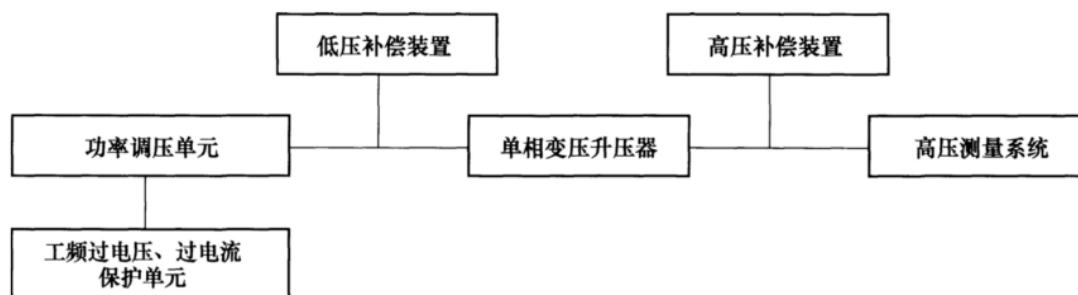


图 1 工频高压试验装置组成示意图

### 4.2 高压谐振试验装置

高压谐振试验装置一般由升压控制箱、励磁变压器、测量单元、补偿电容组成。它通过调整电源的频率或回路的电感，使得整套装置达到谐振状态产生高电压，从而满足相应电力试验电压等级的要求，其谐振频率范围一般为 20-300Hz。工作原理见图 2。

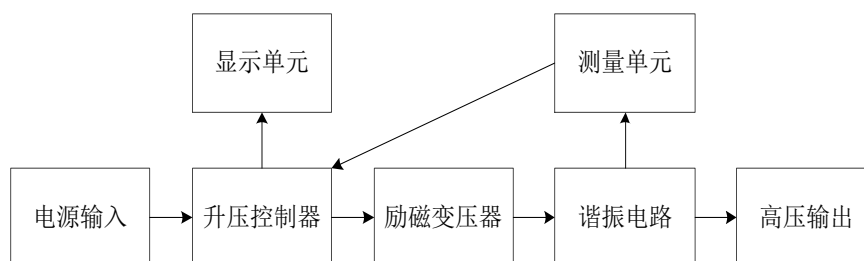


图 2 高压谐振试验装置组成示意图

## 5 计量特性

### 5.1 工频高压试验装置

### 5.1.1 电压示值误差

数显示工频高压试验装置电压测量最大允许误差不超过 $\pm 3\%$ ，指针示工频高压试验装置电压测量最大允许误差不超过 $\pm 5\%$ 。

### 5.1.2 总谐波失真

电压输出的总谐波失真一般不超过 5%。

### 5.1.3 短期稳定性

电压输出稳定性在 30min 内变化率不超过最大允许误差的 1/3。

## 5.2 高压谐振试验装置

### 5.2.1 电压示值误差

高压谐振试验装置电压测量最大允许误差不超过 $\pm 3\%$ 。

### 5.2.2 总谐波失真

电压输出的总谐波失真一般不超过 1%。

### 5.2.3 短期稳定性

电压输出稳定性在 30min 内变化率不超过最大允许误差的 1/3。

### 5.2.4 频率示值误差

频率示值误差一般不超过 $\pm 1.0\text{Hz}$

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$

6.1.2 相对湿度： $(35 \sim 80)\%$

6.1.3 电源电压： $(220 \pm 22)\text{V}$ ，电源频率： $(50 \pm 0.5)\text{Hz}$

6.1.4 实验室应配备接地线，校准场所应铺设绝缘胶垫，应配备避免外界干扰的隔离措施，且周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

### 6.2 测量标准及配套设备

#### 6.2.1 测量标准

标准设备的测量范围应覆盖被校交流高压试验装置的测量范围。

a) 交流标准分压器测量系统工作电压范围应覆盖被检装置工作电压范围，最大允许误差应不超过被检装置允许误差的 1/3。

b) 失真度仪 1.输入信号频率测量范围不小于  $3\text{Hz} \sim 1\text{kHz}$ ，总谐波失真测量



范围 0.01%~30%，总谐波失真测量准确度不低于 10 级。

c) 频率计输入信号频率测量范围不小于 3Hz~1kHz，准确度等级不低于 0.1 级。

### 6.2.2 配套设备

配套设备及技术要求见表 1

表 1 配套设备及技术要求

配套设备名称	技术要求	
	量程	准确度等级
绝缘电阻表	具有 500 V、2500 V 两个电压挡位	不低于 10 级
耐电压测试仪	5 kV	不低于 5 级

注：失真度仪和频率计输入电压测量范围应与分压器低压侧电压匹配。

### 6.3. 其他条件

校准交流高压试验装置时，操作人员应配带绝缘手套等相应安全防护措施。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

校准项目见表 2

表 2 校准项目一览表

序号	校准项目
1	电压示值误差
2	谐波失真
3	短期稳定性
4	频率示值误差

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 校准前准备

a) 外观检查。

外壳上的仪器名称、制造厂名或商标、型号、出厂编号等信息应齐全。被校交流高压试验装置的外形结构应完好，开关、调节旋钮、按键等操作灵活，应满足输出电压在额定电压范围内连续可调。外露件应无松动、损伤、脱落，各种功能标志应齐全明确。外壳上应有明显可靠的接地端子。

b) 工作正常性检查。

通电预热后, 按键、显示屏、测量仪表、各种状态指示灯(标志)应工作正常。

c) 绝缘水平检查。

用测量电压为 500V 的绝缘电阻表, 测量电源输入端对机壳的绝缘电阻, 测量结果应不小于 20MΩ。

用测量电压为 2500V 的绝缘电阻表, 测量交流高压试验装置的高压输出端子与接地端之间的绝缘电阻, 测量结果应不小于 100MΩ。

d) 耐压试验检查。

对交流高压试验装置中的控制箱电源输入端子与外壳之间施加 3kV 试验电压, 1 分钟内, 无击穿和飞弧现象。

## 7.2.2 电压示值误差的校准

### 7.2.2.1 工频高压试验装置的电压示值误差校准

校准原理如图 3。接通试验装置的控制箱电源, 确定试验装置电压指示处于零位后, 开始升压。对于数显式的试验装置, 校准点应在被校试验装置额定电压范围内, 均匀选择不少于 5 个点(额定电压的 20%、40%、60%、80%、100%测量点)。对于指针式的试验装置, 应校准每一个带有数字标尺的点, 并在电压上升和下降时各校准一次, 取两者的平均值, 示值误差按式(1)计算:

$$\Delta_U = \frac{U_x - U_s}{U_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中

$\Delta_U$  ——试验装置电压示值的相对误差, %;

$U_x$  ——试验装置电压显示值, kV;

$U_s$  ——电压标准值, kV。

### 7.2.2.2 高压谐振试验装置的电压示值误差校准

需根据实际情况在不少于一个谐振频率点下进行, 校准原理如图 3。接通试验装置的控制箱电源, 确定试验装置电压指示处于零位, 将试验装置回路调整至谐振状态。校准点应在被校试验装置额定电压范围内, 均匀选择不少于 4 个点(最高电压校准点应达到或接近被校试验装置额定电压)。电压示值误差按式(1)计算。

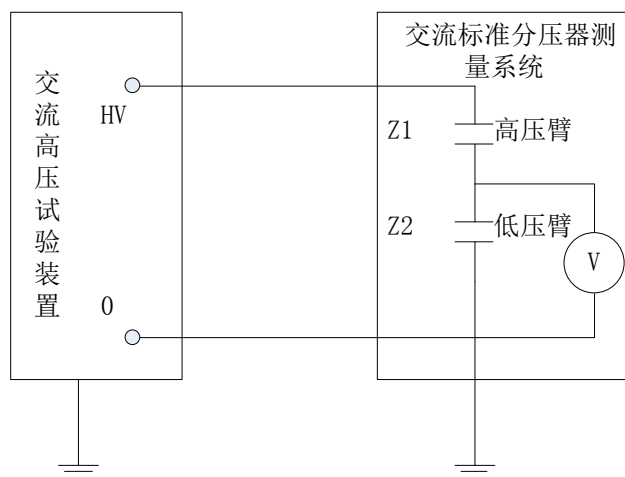


图3 电压示值误差校准原理图

### 7.2.3 短期稳定性

校准原理如图3。将交流高压试验装置电压升至额定电压的50%以上，记录此时交流标准分压器测量系统的电压值。交流高压试验装置连续运行10min，期间电压表每隔1min至少采样一次电压值，观察并记录实测电压的最大值和最小值。稳定性按式(2)计算：

$$\Delta_{sU} = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{\bar{U}} \times 100\% \quad (2)$$

式中

$\Delta_{sU}$  ——电压输出的短期稳定性，%；

$U_{\max}$  ——时间间隔内实测电压最大值，kV；

$U_{\min}$  ——时间间隔内实测电压最小值，kV；

$\bar{U}$  ——时间间隔内实测电压的算术平均值，kV。

### 7.2.4 总谐波失真

校准原理如图4，调节输出电压至额定值  $U_m$  的80%以上，记录此时失真度仪的读数。

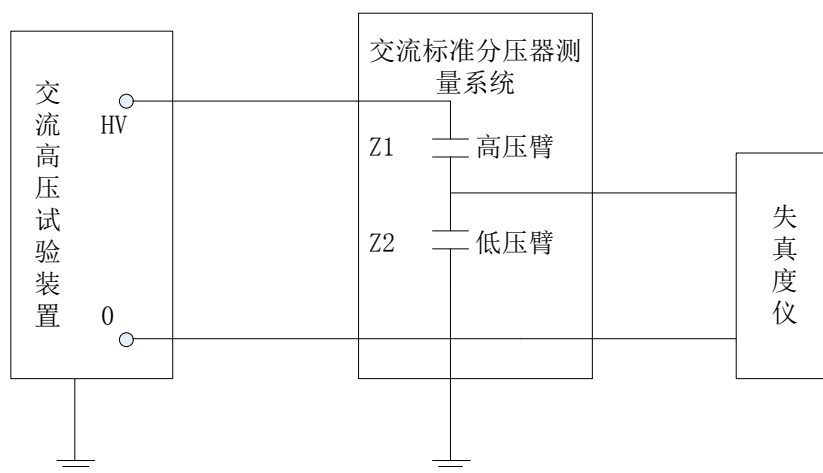


图4 总谐波失真校准示意图

### 7.2.5 频率示值误差

校准原理如图5,调节高压谐振试验装置输出电压至额定值  $U_m$  的50%以上,分别记录此时高压谐振试验装置、频率计读数,示值误差按式(3)计算

$$\Delta_f = f_x - f_s \quad (3)$$

式中

$\Delta_f$  ——高压谐振试验装置频率示值误差, Hz;

$f_x$  ——高压谐振试验装置频率显示值, Hz;

$f_s$  ——频率计显示值, Hz。

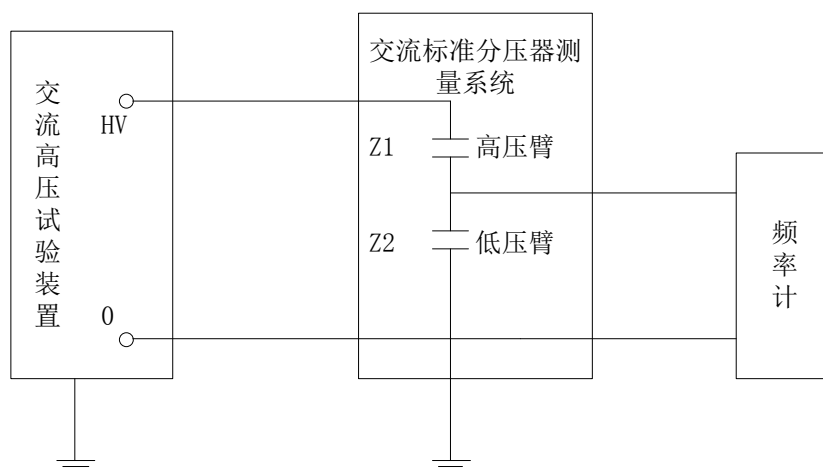


图5 频率校准示意图

## 8 校准结果表达

### 8.1 校准结果处理

校准结果应在校准证书上反映,校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题, 如“校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识 (如证书编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性或应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

## 8.2 校准记录与证书内页、不确定度评定

校准原始记录格式见附录 A, 校准证书内页格式见附录 B, 交流电压示值误差测量不确定度评定示例见附录 C。

## 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短由仪器使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此, 送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过 12 个月。

## 附录 A

# 校准原始记录格式

## 交流高压试验装置校准记录

证书编号: \_\_\_\_\_

共 页 第 页

送校单位: \_\_\_\_\_ 委托方地址: \_\_\_\_\_

仪器名称: \_\_\_\_\_ 制造单位: \_\_\_\_\_

规格型号: \_\_\_\_\_ 器具编号: \_\_\_\_\_ 准确度: \_\_\_\_\_

被校仪器状态 (完好“√”): 校准前: \_\_\_\_\_ 校准后: \_\_\_\_\_

校准依据: \_\_\_\_\_ 环境条件: 温度: \_\_\_\_\_ °C 相对湿度: \_\_\_\_\_ %

标准器名称	规格型号	出厂编号	有效期	备注

1.外观及功能性检查: \_\_\_\_\_

2.介电强度: \_\_\_\_\_

3.绝缘电阻: \_\_\_\_\_

4.电压示值误差

显示值 (kV)	实测值 (kV)	不确定度

5.总谐波失真

试验装置在电压为 \_\_\_\_\_ kV时, 谐波失真度为: \_\_\_\_\_,°

6.频率示值误差

电压设定值	显示值 (Hz)	实测值 (Hz)	不确定度

## 7.短期稳定性

显示值 (kV)	时间间隔	实测值 (kV)	
$V_{\max}$		$V_{\min}$	
$\delta_u = \frac{(U_{\max} - U_{\min})}{\bar{U}} \times 100\%$			

校准地点: ☐本院\_\_\_\_\_ ☐现场\_\_\_\_\_

校准员: \_\_\_\_\_ 核验员: \_\_\_\_\_ 校准日期: \_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

## 附录 B

## 校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准机构授权说明：				
校准环境条件及地点：				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 它		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)



证书编号 XXXXXX-XXXX

## 校准结果

1. 外观及功能性检查: \_\_\_\_\_

2. 介电强度: \_\_\_\_\_

3. 绝缘电阻: \_\_\_\_\_

4. 电压示值误差

序号	显示值 (kV)	实测值 (kV)

4. 短期稳定性:

5. 总谐波失真

试验装置在电压为\_\_\_\_\_kV时, 谐波失真度为: \_\_\_\_\_。

6. 频率示值误差

电压设定值	显示值 (Hz)	实测值 (Hz)	不确定度

以下空白

说明:

根据客户要求和校准文件的规定, 通常情况下 12 个月校准一次。

声明:

1. 仅对加盖“XXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。
3. 未经实验室书面批准, 不得部分复印证书。

## 附录 C

### 电压示值误差测量不确定度评定示例

#### C.1 概述

##### C.1.1 环境条件

温度：22.0 ℃，相对湿度：46%。

##### C.1.2 测量标准

交流标准分压器测量系统：测量范围：(0~200) kV，准确度等级：0.1 级

##### C.1.3 被测对象

交流高压试验装置：测量范围 (0~50) kV，分辨力：0.1kV，准确度等级：3 级

##### C.1.4 测量方法

采用直接测量法，用交流高压试验装置输出 10 kV 电压，用交流标准分压器测量系统记录被交流高压试验装置示值，计算示值误差。

#### C.2 测量模型

测量模型按公式 (C.1) 建立。

$$\Delta U = U_x - U_s \quad (C.1)$$

式中：

$\Delta U$ —电压示值误差；

$U_x$ —电压显示值，kV；

$U_s$ —电压标准值，kV。

#### C.3 不确定度传播率

由于各分量相互独立，故合成标准不确定度为：

$$u_c^2(\Delta U) = c_1^2 U_x + c_2^2 U_s$$

式中，灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta U)}{\partial U_x} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial(\Delta U)}{\partial U_s} = -1$$

#### C.4 标准不确定分量评定

##### C.4.1 测量重复性引入的不确定度分量 $u_1$

采用 A 类方法评定，调节交流高压试验装置输出交流电压至 10kV，记录交流标准分压器测量系统的电压示值，重复测量 10 次。电压测量结果见表 C.1。

表C.1 电压测量结果

测量次数	1	2	3	4	5
测量结果 /kV	10.01	10.02	10.03	10.00	10.01
测量次数	6	7	8	9	10
测量结果 /kV	10.01	10.01	10.00	10.01	10.02

算术平均值:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x = 10.012 \text{ kV}$$

单次实验结果的标准偏差:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2} = 9.18 \times 10^{-3} \text{ kV}$$

则测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_2 = s = 9.18 \times 10^{-3} \text{ kV}$$

C.3.2 由交流标准分压器测量系统示值误差引入的不确定度分量 $u_2$ 。

由校准证书给出的分压器测量系统最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ ,按均匀分布考虑,包含因子 $k=\sqrt{3}$ ,则:

$$u_2 = \frac{0.1\% \times 10}{\sqrt{3}} = 5.77 \times 10^{-3} \text{ kV}$$

C.3.3 由被校交流高压试验装置测量分辨力引入的不确定度分量 $u_3$ 。

被校交流高压试验装置的输出电压分辨力为 $0.1 \text{ kV}$ ,按均匀分布,取包含因子 $k$ 为 $\sqrt{3}$ ,则相对标准不确定度 $u_3$ 为

$$u_3 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} \approx 2.89 \times 10^{-2} \text{ kV}$$

#### C.4 合成标准不确定度的评定

##### C.4.1 主要标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量值(kV)
$u_1$	测量重复性	正态	$9.18 \times 10^{-3}$
$u_2$	交流标准分压器测量系统准确度	均匀	$5.77 \times 10^{-3}$
$u_3$	被校交流高压试验装置分辨力	均匀	$2.89 \times 10^{-2}$

#### C.4.2 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量互不相关,考虑到被交流高压试验装置读数的重复性和分辨力存在重复,  $u_1 < u_3$  将二者中较小值舍去,所以合成标准不确定度为:

$$u = \sqrt{u_2^2 + u_3^2} = 0.029 \text{ kV}$$

#### C.4.3 扩展不确定度:

取包含因子  $k=2$ , 则

$$U = k \times u = 2 \times 0.029 = 0.058 \text{ kV}$$

$$U_{\text{rel}} = 0.6\%, \quad k = 2$$

