

中华人民共和国工业和信息化部

电子计量技术规范

**JJF**(电子) XXXX─2022

剩余电压测试仪校准规范

Calibration Specification for Standard Residual Voltage Testers

（报批稿）

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

**中华人民共和国工业和信息化部** 发 布

剩余电压测试仪校准规范

Calibration Specification for

Residual Voltage Testers

**JJF(电子) XXXX**─**2022**

归 口 单 位：中国电子技术标准化研究院

主要起草单位：工业和信息化部电子第五研究所

参加起草单位：广州赛宝计量检测中心服务有限公司

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

邓志勇（工业和信息化部电子第五研究所）

王洪喜（工业和信息化部电子第五研究所）

李乐超（工业和信息化部电子第五研究所）

参加起草人：

许泳彬（广州赛宝计量检测中心服务有限公司）

吴凤绸（广州赛宝计量检测中心服务有限公司）

彭建武（广州赛宝计量检测中心服务有限公司）

目录

[1 范围 1](#_Toc105509399)

[2 引用文件 1](#_Toc105509400)

[3 术语 1](#_Toc105509401)

[3.1 剩余电压 1](#_Toc105509402)

[3.2 峰值断电 1](#_Toc105509403)

[3.3 断电时刻误差 1](#_Toc105509404)

[3.4 测试时间 1](#_Toc105509405)

[4 概述 2](#_Toc105509406)

[5 计量特性 2](#_Toc105509407)

[5.1 剩余电压 2](#_Toc105509408)

[5.2 交流输出电压 2](#_Toc105509409)

[5.3 交流输出电压持续（保持）时间 2](#_Toc105509410)

[5.4 断电时刻误差 2](#_Toc105509411)

[5.5 测试时间 2](#_Toc105509412)

[5.6 输入阻抗 3](#_Toc105509413)

[6 校准条件 3](#_Toc105509414)

[6.1 环境条件 3](#_Toc105509415)

[6.2 测量标准及其他设备 3](#_Toc105509416)

[7 校准项目和校准方法 4](#_Toc105509417)

[7.1 校准项目 4](#_Toc105509418)

[7.2 校准方法 4](#_Toc105509419)

[8 校准结果表达 10](#_Toc105509420)

[9 复校时间间隔 11](#_Toc105509421)

[附录A 12](#_Toc105509422)

[附录B 14](#_Toc105509423)

[附录C 16](#_Toc105509424)

引言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量名词术语》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次在国内发布。

剩余电压测试仪校准规范

# 1 范围

本规范适用于剩（残）余电压测试仪的校准，具有单一功能的峰值断电装置也可参照本规范对应的校准项目执行。

# 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 9706.1-2007 《医用电气设备第一部分：安全通用要求》

GB 4706.1-2005 《家用和类似用途电器的安全第一部分：通用要求》

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

# 3 术语

3.1 剩余电压 residual voltage

电气设备在拔断电源插头断电时，插头上各插脚之间以及每一插脚与设备外壳之间的残余电压，剩余电压产生是由于电气设备回路中储能器件放电的结果。

注：剩（残）余电压，它是一个衰减的过程电压，测试时测量的既不是峰值电压也不是有效值电压，而是瞬时电压。

3.2 峰值断电 Peak cut-off

为保证测试结果的一致性，剩余电压测试仪试样电源交流输出电压每次在电压峰值处断电。

3.3 断电时刻误差 cut-off time error

剩余电压测试仪试样电源交流输出电压的实际断电时刻相对于最近的相邻峰值时刻的误差。

3.4 测试时间 testing time

剩余电压测试仪试样电源交流输出电压的峰值断电时刻与剩余电压测量时刻之间的时间间隔。

# 4 概述

剩余电压测试仪是专门用于测量家用电器、医疗器械等电气设备断电后产生的残余电压的仪器，其主要由可调压试样电源、峰值断电电路、控制电路、测量电路组成，如图1所示。剩余电压测试仪的工作原理：可调压试样电源给被测电器设备供电，到达设定供电时间后，控制电路发出断电信号，峰值断电电路使试样电源在电压峰值处断电，断电后测量电路在规定的时间进行插脚间剩余电压的测量，当剩余电压测量值超出预置报警电压，仪器发出声光警报，同时根据需要仪器可设定反复循环多次测量。



图1 剩余电压测试仪结构框图

# 5 计量特性

5.1 剩余电压

测量范围：直流电压：10V～200V，最大允许误差：±(1%～10%)。

5.2 交流输出电压

测量范围：10V～250V，频率：45Hz～65Hz，最大允许误差：±(1%～10%)。

5.3 交流输出电压持续（保持）时间

测量范围：10s～99.9s，最大允许误差：±1s。

5.4 断电时刻误差

范围：-5ms～5ms，最大允许误差：±1ms。

5.5 测试时间

范围：1s～10s，最大允许误差：±(1%～5%)。

5.6 输入阻抗

范围：≥100MΩ，测试电压：50V～200V。

注：因不同被校设备的性能指标各不相同，具体的计量特性应以被校设备生产厂家的技术手册及该设备的具体选件配置为参考。以上计量特性不用于合格性判别，仅供参考。

# 6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：23℃±5℃；

6.1.2 相对湿度：≤80%；

6.1.3 供电电源：（220±11）V，（50±1）Hz；

6.1.4 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 直流标准电压源

直流电压：10V～200V；

最大允许误差：±(0.1%~3%)。

6.2.2 交流数字电压表

交流电压：10V～250V；频率：45Hz～65Hz；

最大允许误差：±(0.1%~3%)。

6.2.3 数字示波器

时间：10μs～99.9s；带宽≥100MHz；

最大允许误差：±0.1%。

6.2.4 电压探头

电压：10V～1kV；带宽≥50MHz。

6.2.5 标准计时器

时间：10s～99.9s；

最大允许误差：±0.2%。

6.2.6 高阻计

电阻：10MΩ～10GΩ；测试电压：50V～200V；

最大允许误差：±(2%~10%)。

# 7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表1。

表1 校准项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 |
| 1 | 外观及工作正常性检查 | 7.2.1 |
| 2 | 剩余电压 | 7.2.2 |
| 3 | 交流输出电压 | 7.2.3 |
| 4 | 交流输出电压持续（保持）时间 | 7.2.4 |
| 5 | 断电时刻误差 | 7.2.5 |
| 6 | 测试时间 | 7.2.6 |
| 7 | 输入阻抗 | 7.2.7 |

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

1. 被校剩余电压测试仪（以下简称被校测试仪）的外形结构应完好，不应有影响计量特性和操作安全的外观缺陷；
2. 被校测试仪的产品名称、制造厂家、仪器型号和编号等均应有明确标识；
3. 供电电压和频率等应有保证正确使用的必要标识；
4. 被校测试仪交流输出电压定时切断功能、预置电压报警功能、计数功能应可正常工作；
5. 应按照被校测试仪的使用说明书的要求和规定进行预热。

检查结果记录于附录A表A.1中。

7.2.2 剩余电压

7.2.2.1 采用标准源法直接测量，按图2连接，将直流标准电压源输出端与被校测试仪剩余电压测量端连接。

7.2.2.2 校准点的选取，应在10V到满量程范围内均匀选取不少于5个测量点，其中34V、60V为必选校准点。

7.2.2.3 被校测试仪设定为剩余电压测量功能，关闭报警功能，根据校准点设定直流标准电压源输出值，启动输出待示值稳定后，读取被校测试仪剩余电压示值，并记录于附录A表A.2中。



图2 剩余电压校准示意图

剩余电压示值误差按式（1）计算，并记录于附录A表A.2中。

 （1）

式中：

—被校测试仪剩余电压示值的绝对误差，V；

—被校测试仪的剩余电压示值，V；

—直流标准电压源的输出标准值，V。

7.2.3 交流输出电压

7.2.3.1 采用标准表法直接测量，按图3连接，将被校测试仪试样电源的交流电压输出端与交流数字电压表测量端连接。



图3 交流输出电压校准示意图

7.2.3.2 校准点的选取，应在10%~100%量程范围内均匀选取不少于5个测量点，其中110V,220V为必选校准点。

7.2.3.3 被校测试仪设定为交流输出电压功能，根据校准点调节被校测试仪的交流输出电压，分别读取被校测试仪的交流输出电压示值和交流数字电压表示值，并记录于附录A表A.3中。

交流输出电压示值误差按式（2）计算，并记录于附录A表A.3中。

 （2）

式中：

—被校测试仪的交流输出电压示值的绝对误差，V；

—被校测试仪的交流输出电压示值，V；

—交流数字电压表的示值，V。

7.2.4 交流输出电压持续（保持）时间

校准点的选取，应在大于20s时选择至少1个校准点，其中60s为必选点；小于等于20s时，选择至少一个校准点。

方法一：采用标准计时器直接测量。

调节交流输出电压为110V或220V，根据校准点，设定被校测试仪试样电源的交流输出电压持续（保持）时间，按下输出“启动”键的同时手动启动标准计时器开始计时，当发出供电切断信号时，手动终止计时，重复测量两次，取两次测量结果的平均值作为交流输出电压持续（保持）时间的实际值，并记录于附录A表A.4中。

交流输出电压持续（保持）时间设定值的绝对误差按式（3）计算，并记录于附录A表A.4中。

 （3）

式中：

—被校测试仪交流输出电压持续（保持）时间设定值的绝对误差，s；

—被校测试仪交流输出电压持续（保持）时间设定值，s；

—标准计时器的时间示值，s。

方法二：采用数字示波器直接测量。

按图4(a)连接，被校测试仪试样电源的交流电压输出端与电压探头输入端连接，电压探头输出端接数字示波器进行采样。被校测试仪设定为波峰或者波谷断电，调节交流输出电压为110V或者220V，根据校准点，设定被校测试仪试样电源的交流输出电压持续（保持）时间，数字示波器记录交流输出电压的波形。图4(b)为交流输出电压的波形，数字示波器读取交流输出电压断开时刻与开始时刻之间的时间间隔，按式（4）计算，并记录于附录A表A.4中。

 

图4（a）电压波形获取连接示意图 图4（b）交流输出电压波形图

交流输出电压持续（保持）时间设定值的绝对误差按式（5）计算，并记录于附录A表A.4中。

 （4）

 （5）

式中：

—被校测试仪交流输出电压持续（保持）时间设定值的绝对误差，s；

—被校测试仪交流输出电压的开始时刻，s；

—被校测试仪交流输出电压的断开时刻，s；

—被校测试仪交流输出电压持续（保持）时间设定值，s；

—示波器读取的交流输出电压断开时刻与开始时刻之间的时间间隔，s。

7.2.5 断电时刻误差

按图4(a)连接，被校测试仪试样电源的交流电压输出端与电压探头输入端连接，电压探头输出端接数字示波器进行采样。被校测试仪设定为波峰或者波谷断电，调节交流输出电压为110V或者220V，按下“启动”键，数字示波器记录被校测试仪试样电源的交流输出电压断电过程的波形。

断电时刻误差的获取，以最近相邻的峰值时刻为参考，以波谷断电为例，图5为波谷断电电压波形图，如图所示，当实际断电时刻滞后于最近波谷时刻时，数字示波器读取断电时刻与波谷时刻之间的时间间隔，即为断电时刻误差，此时断电时刻误差按式（6）计算，并记录于附录A表A.5中。



图5 波谷断电电压波形图

当实际断电时刻超前于最近波谷时刻时，由于数字示波器无法直接获取波谷时刻，而波谷时刻相对前面最近波峰时刻延迟1/2个周期，任意相邻波峰波谷的时间间隔为1/2个周期，如图5所示，数字示波器读取波峰时刻与相邻波谷时刻之间的时间间隔即为1/2个周期，按式（7）计算，则波谷时刻可按式（8）计算。

数字示波器读取实际断电时刻与相邻峰值时刻的之间的时间间隔，此时断电时刻误差按式（9）计算，并记录于附录A表A.5中。

 （6）

 （7）

 （8）

 （9）

式中：

—被校测试仪的断电时刻误差，s；

—被校测试仪交流输出电压的波谷时刻，s；

—被校测试仪交流输出电压的波峰时刻，s；

—被校测试仪交流输出电压的波谷时刻，s；

—被校测试仪交流输出电压超前于波谷的断电时刻，s

—被校测试仪交流输出电压滞后于波谷的断电时刻，s；

—被校测试仪交流输出电压波峰时刻与相邻波谷时刻之间的时间间隔，即1/2个周期，s；

—被校测试仪的交流输出电压超前于波谷的断电时刻与波峰时刻之间的时间间隔，s；

—被校测试仪的交流输出电压滞后于波谷的断电时刻与波谷时刻之间的时间间隔，s；

7.2.6 测试时间

7.2.6.1 按图4(a)连接，被校测试仪交流电压输出端与电压探头输入端连接，电压探头输出端接数字示波器进行采样。

7.2.6.2 校准点的选取，建议选取1s、2s、5s、10s校准点。

7.2.6.3 将被校测试仪设定为波峰或者波谷断电，调节被校测试仪的交流输出电压为110V或者220V；根据校准点，设定被校测试仪的测试时间，数字示波器记录被校测试仪供电、断电以及测试的整个过程的波形，如图6所示，根据获取的波形，读取被校测试仪的交流输出电压断电时刻与剩余电压测量时刻之间的时间间隔，按式（10）计算，并记录于附录A表A.6中。



图6 剩余电压测试仪供电、断电以及测试过程波形图

测试时间的误差按式（11）计算，并记录于附录A表A.6中。

 （10）

 （11）

式中：

—被校测试仪的测试时间设定值的绝对误差，s；

—被校测试仪的测试时间设定值，s；

—被校测试仪的交流输出电压的断电时刻，s；

—被校测试仪的剩余电压测试时刻，s；

—示波器读取的被校测试仪剩余电压测试时刻与交流输出电压断电时刻之间的时间间隔，s。

7.2.7 输入阻抗

按图7连接，将被校测试仪的剩余电压测量端与高阻计的测量端连接，被校测试仪处于开机状态，设定为剩余电压测量功能，高阻计的测试电压应尽可能大，但前提是不能超出剩余电压的最大测量范围，读取高阻计的电阻示值，即为被校测试仪的输入阻抗，并记录于附录A表A.7中。



图7 输入阻抗校准示意图

# 8 校准结果表达

校准完成后的仪表应出具校准证书。校准证书应至少包含以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准地点（如果与实验室的地址不同）；

d) 证书的唯一性标识（如编号），每页和总页数的标识；

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和应用有关时，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。

# 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过1年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，送校的单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

# 附录A

原始记录格式

一 外观及工作正常性检查

表A.1 外观及工作正常性检查

|  |
| --- |
| 外观检查： 合格□ 不合格□ |
| 工作正常性检查：合格□ 不合格□ |

二 剩余电压

表A.2 剩余电压

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准值 | 示值 | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

三 交流输出电压

表A.3 交流输出电压

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 示值 | 标准值 | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

四 交流输出电压持续（保持）时间

表A.4 交流输出电压持续（保持）时间

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定值 | 测量值 | | 标准值 | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

五 断电时刻误差

表A.5 断电时刻误差

|  |
| --- |
| 断电时刻误差： 测量不确定度： |

六 测试时间

表A.6 测试时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设定值 | 标准值 | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

七 输入阻抗

表A.7 输入阻抗

|  |
| --- |
| 输入阻抗： 测量不确定度： |

# 附录B

校准证书内页格式

一 外观及工作正常性检查

表B.1 外观及工作正常性检查

|  |
| --- |
| 外观检查： 合格□ 不合格□ |
| 工作正常性检查：合格□ 不合格□ |

二 剩余电压

表B.2 剩余电压

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准值 | 示值 | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

三 交流输出电压

表B.3 交流输出电压

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 示值 | 标准值 | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

四 交流输出电压持续（保持）时间

表B.4 交流输出电压持续（保持）时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设定值 | 标准值 | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

五 断电时刻误差

表B.5 断电时刻误差

|  |
| --- |
| 断电时刻误差： 测量不确定度： |

六 测试时间

表B.6 测试时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设定值 | 标准值 | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

七 输入阻抗

表B.7 输入阻抗

|  |
| --- |
| 输入阻抗： 测量不确定度： |

# 附录C

测量不确定度评定示例

**C.1 剩余电压测量不确定度评定**

C.1.1 测量方法

按规范中7.2.2校准，采用标准源法直接测量。

C.1.2 测量模型

在标准条件下，忽略温度、湿度、磁场等环境因素的影响，有：



式中：

—被校剩余电压测试仪剩余电压示值的绝对误差，V；

—被校剩余电压测试仪的剩余电压示值，V；

—直流标准电压源的输出标准值，V。

C.1.3 不确定度传播律

由于各输入量互不相关，对上式求偏导，则不确定度传播律为：



式中灵敏系数：，，则：。

C.1.4 主要不确定度来源

a. 直流标准电压源不准确引入的标准不确定度分量；

b. 被校剩余电压测试仪分辨力不足引入的标准不确定度分量；

c. 测量重复性引入的标准不确定分量。

C.1.5 标准不确定度评定

C.1.5.1 直流标准电压源不准确引入的标准不确定度分量

直流标准电压源经上级计量机构量值传递合格，根据说明书技术指标，直流电压60V的最大允许误差为±0.06V，则区间半宽度为0.06V，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.1.5.2 被校剩余电压测试仪分辨力不足引入的标准不确定度分量

被校剩余电压测试仪的分辨力为0.1V，则区间半宽度为0.05V，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.1.5.3 测量重复性引入的标准不确定分量

在重复性条件下，用直流标准电压源对被校剩余电压测试仪进行重复测量10次，测得数据如下表1：

表1 测得数据记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数（） | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测得值（V） | 60.5 | 60.7 | 60.5 | 60.8 | 60.6 |
| 次数（） | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测得值（V） | 60.4 | 60.7 | 60.5 | 60.7 | 60.4 |

测量结果的平均值：=60.6V

单次测量值的实验标准偏差：=0.14V

则：。

C.1.6 标准不确定度一览表

表2 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量 | 不确定度来源 | 概率分布 | 评定方法 | 灵敏系数 | 标准不确定度 |
|  | 直流标准电压源不准确引入 | 均匀 | B | -1 | 0.035V |
|  | 被校剩余电压测试仪分辨力不足 | 均匀 | B | 1 | 0.029V |
|  | 测量重复性 | 正态 | A | 1 | 0.14V |

C.1.7 合成标准不确定度

考虑到被校剩余电压测试仪的重复性和分辨力为同种影响量且相互影响，存在重复，在合成标准不确定度时将两者中的较小者舍去，则：



C.1.8 扩展不确定度

取，则剩余电压60V测量点校准结果的扩展不确定度为：

，

换算至相对扩展不确定度为：，。

**C.2 交流输出电压测量不确定度评定**

C.2.1 测量方法

按规范中7.2.3校准，采用标准表法直接测量。

C.2.2 测量模型

在标准条件下，忽略温度、湿度、磁场等环境因素的影响，有：



式中：

—被校剩余电压测试仪的交流输出电压示值的绝对误差，V；

—被校剩余电压测试仪的交流输出电压示值，V；

—数字多用表的交流电压示值，V。

C.2.3 不确定度传播律

由于各输入量互不相关，对上式求偏导，则不确定度传播律为：



式中灵敏系数：，，则：。

C.2.4 主要不确定度来源

a. 数字多用表测量不准确引入的标准不确定度分量；

b. 数字多用表分辨力不足引入的标准不确定度分量；

c. 测量重复性引入的标准不确定分量。

C.2.5 标准不确定度评定

C.2.5.1 数字多用表测量不准确引入的标准不确定度分量

数字多用表经上级计量机构量值传递合格，根据说明书技术指标，测量交流电压220V/50Hz的最大允许误差为±0.36V，则区间半宽度为0.36V，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.2.5.2 数字多用表分辨力不足引入的标准不确定度分量

数字多用表的分辨力为0.01V，则区间半宽度为0.005V，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.2.5.3 测量重复性引入的标准不确定分量

在重复性条件下，用数字多用表对被校剩余电压测试仪进行重复测量10次，测得数据如下表3：

表3 测得数据记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数（） | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测得值（V） | 220.55 | 220.38 | 220.66 | 220.33 | 220.17 |
| 次数（） | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测得值（V） | 220.25 | 220.19 | 220.35 | 220.67 | 220.21 |

测量结果的平均值：=220.38V

单次测量值的实验标准偏差：=0.19V

则：。

C.2.6 标准不确定度一览表

表4 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量 | 不确定度来源 | 概率分布 | 评定方法 | 灵敏系数 | 标准不确定度 |
|  | 数字多用表测量不准确引入 | 均匀 | B | -1 | 0.21V |
|  | 数字多用表分辨力不足 | 均匀 | B | 1 | 0.0029V |
|  | 测量重复性 | 正态 | A | 1 | 0.19V |

C.2.7 合成标准不确定度

考虑到测量重复性和分辨力为同种影响量且相互影响，存在重复，在合成标准不确定度时将两者中的较小者舍去，则：



C.2.8 扩展不确定度

取，则交流输出电压220V/50Hz校准结果的扩展不确定度为：

，

换算至相对扩展不确定度为：，。

**C.3 交流输出电压持续（保持）时间测量不确定度评定**

C.3.1 测量方法

按规范中7.2.4校准，采用直接测量法。

C.3.2 测量模型

在标准条件下，忽略温度、湿度、磁场等环境因素的影响，有：



式中：

—被校剩余电压测试仪交流输出电压持续（保持）时间设定值的绝对误差，s；

—被校剩余电压测试仪交流输出电压持续（保持）时间设定值，s；

—标准计时器的时间示值，s。

C.3.3 不确定度传播律

由于各输入量互不相关，对上式求偏导，则不确定度传播律为：



式中灵敏系数：，，则：。

C.3.4 主要不确定度来源

a. 标准计时器测量不准确引入的标准不确定度分量；

b. 标准计时器分辨力不足引入的标准不确定度分量；

c. 测量重复性引入的标准不确定分量。

C.3.5 标准不确定度评定

C.3.5.1 标准计时器测量不准确引入的标准不确定度分量

标准计时器经计量机构量值传递合格，根据说明书技术指标，测量时间60s的最大允许误差为±0.05s，则区间半宽度为0.05s，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.3.5.2 标准计时器分辨力不足引入的标准不确定度分量

标准计时器的分辨力为0.01s，则区间半宽度为0.005s，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.3.5.3 测量重复性引入的标准不确定分量

在重复性条件下，用标准计时器对被校剩余电压测试仪进行重复测量10次，测得数据如下表5：

表5 测得数据记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测得值（s） | 60.05 | 60.14 | 60.24 | 60.08 | 60.22 |
| 次数 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测得值（s） | 60.13 | 60.32 | 60.18 | 60.29 | 60.14 |

测量结果的平均值：=60.18s

单次测量值的实验标准偏差：=0.09s

取两次测量值的平均值作为测量结果，则：。

C.3.6 标准不确定度一览表

表6 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量 | 不确定度来源 | 概率分布 | 评定方法 | 灵敏系数 | 标准不确定度 |
|  | 标准计时器测量不准确引入 | 均匀 | B | -1 | 0.029s |
|  | 标准计时器分辨力不足 | 均匀 | B | 1 | 0.0029s |
|  | 测量重复性 | 正态 | A | 1 | 0.07s |

C.3.7 合成标准不确定度

考虑到重复性和分辨力为同种影响量且相互影响，为避免重复，在合成标准不确定度时将两者中的较小者舍去，则：



C.3.8 扩展不确定度

取，则交流输出电压持续（保持）时间60s校准结果的扩展不确定度为：

，

换算至相对扩展不确定度为：，。

**C.4 断电时刻误差测量不确定度评定**

C.4.1 测量方法

按规范中7.2.5校准，采用直接测量法。

C.4.2 测量模型

在标准条件下，忽略温度、湿度、磁场等环境因素的影响，有：



式中：

—被校剩余电压测试仪的断电时刻误差，s；

—数字示波器读取的被校剩余电压测试仪交流输出电压的实际断电时刻与相邻峰值时刻之间的时间间隔，s。

C.4.3 不确定度传播律

由于各输入量互不相关，对上式求偏导，则不确定度传播律为：



C.4.4 主要不确定度来源

a. 数字示波器测量不准确引入的标准不确定度分量；

b. 数字示波器分辨力不足引入的标准不确定度分量；

c. 测量重复性引入的标准不确定分量。

C.4.5 标准不确定度评定

C.4.5.1 数字示波器测量不准确引入的标准不确定度分量

数字示波器经计量机构量值传递合格，其在测量1个周期20ms内的最大允许误差为±0.02ms，区间半宽度为0.002ms，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.4.5.2 数字示波器分辨力不足引入的标准不确定度分量

数字示波器的分辨力为0.1ms，则区间半宽度为0.05ms，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.4.5.3 测量重复性引入的标准不确定分量

在重复性条件下，用数字示波器对被校剩余电压测试仪断电时刻误差进行重复测量10次，测得数据如下表7：

表7 测得数据记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测得值（ms） | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 0.4 |
| 次数 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测得值（ms） | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.5 |

测量结果的平均值：=0.44ms

单次测量值的实验标准偏差：=0.14ms

则：。

C.4.6 标准不确定度一览表

表8 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量 | 不确定度来源 | 概率分布 | 评定方法 | 灵敏系数 | 标准不确定度 |
|  | 数字示波器测量不准确 | 均匀 | B | -1 | 0.012ms |
|  | 数字示波器分辨力不足 | 均匀 | B | 1 | 0.029ms |
|  | 测量重复性 | 正态 | A | 1 | 0.14ms |

C.4.7 合成标准不确定度

考虑到重复性和分辨力为同种影响量且相互影响，为避免重复，在合成标准不确定度时将两者中的较小者舍去，则：



C.4.8 扩展不确定度

取，则断电时刻误差校准结果的扩展不确定度为：

，

**C.5 测试时间测量不确定度评定**

C.5.1 测量方法

按规范中7.2.6校准，采用直接测量法。

C.5.2 测量模型：

在标准条件下，忽略温度、湿度、磁场等环境因素的影响，有：



式中：

—被校剩余电压测试仪的测试时间设定值的绝对误差，s；

—被校剩余电压测试仪的测试时间设定值，s；

—数字示波器读取的被校剩余电压测试仪剩余电压测试时刻与交流输出电压断电时刻之间的时间间隔，s。

C.5.3 不确定度传播律

由于各输入量互不相关，对上式求偏导，则不确定度传播律为：



式中灵敏系数：，，则：

C.5.4 主要不确定度来源

a. 数字示波器测量不准确引入的标准不确定度分量；

b. 数字示波器分辨力不足引入的标准不确定度分量；

c. 测量重复性引入的标准不确定分量。

C.5.5 标准不确定度评定

C.5.5.1 数字示波器测量不准确引入的标准不确定度分量

数字示波器经计量机构量值传递合格，根据说明书技术指标，时间间隔测量最大允许误差为±0.1%，测量时间1s的最大允许误差为±1ms，则区间半宽度为1ms，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.5.5.2 数字示波器分辨力不足引入的标准不确定度分量

数字示波器的分辨力为1ms，则区间半宽度为0.5ms，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.5.5.3 测量重复性引入的标准不确定分量

在重复性条件下，用数字示波器对被校剩余电压测试仪的测试时间进行重复测量10次，测得数据如下表9：

表9 测得数据记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测得值（s） | 1.002 | 1.004 | 1.003 | 1.005 | 1.003 |
| 次数 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测得值（s） | 1.004 | 1.006 | 1.005 | 1.003 | 1.005 |

测量结果的平均值：=1.004s

单次测量值的实验标准偏差：=1.3ms

则：。

C.5.6 标准不确定度一览表

表10 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量 | 不确定度来源 | 概率分布 | 评定方法 | 灵敏系数 | 标准不确定度 |
|  | 数字示波器测量不准确 | 均匀 | B | -1 | 0.59ms |
|  | 数字示波器分辨力不足 | 均匀 | B | 1 | 0.29ms |
|  | 测量重复性 | 正态 | A | 1 | 1.3ms |

C.5.7 合成标准不确定度

考虑到重复性和分辨力为同种影响量且相互影响，为避免重复，在合成标准不确定度时将两者中的较小者舍去，则：



C.5.8 扩展不确定度

取，则测试时间1s校准结果的扩展不确定度为：

，

换算至相对扩展不确定度为：，。

**C.6 输入阻抗测量不确定度评定**

C.6.1 测量方法

按规范中7.2.7校准，采用直接测量法。

C.6.2 测量模型

在标准条件下，忽略温度、湿度、磁场等环境因素的影响，有：



式中：

—被校剩余电压测试仪的输入阻抗，Ω；

—高阻计的电阻示值，Ω。

C.6.3 不确定度传播律

由于各输入量互不相关，对上式求偏导，则不确定度传播律为：



C.6.4 主要不确定度来源

a. 高阻计测量不准确引入的标准不确定度分量；

b. 高阻计分辨力不足引入的标准不确定度分量；

c. 测量重复性引入的标准不确定分量。

C.6.5 标准不确定度评定

C.6.5.1 高阻计测量不准确引入的标准不确定度分量

高阻计经计量机构量值传递合格，根据说明书技术指标，100MΩ电阻测量的最大允许误差为±7MΩ，则区间半宽度为7MΩ，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.6.5.2 高阻计分辨力不足引入的标准不确定度分量

高阻计的分辨力为1MΩ，则区间半宽度为0.5MΩ，认为服从均匀分布，置信因子，则：



C.6.5.3 测量重复性引入的标准不确定分量

在重复性条件下，用高阻计对被校剩余电压测试仪的输入阻抗进行重复测量10次，测得数据如下表11：

表11 测得数据记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测得值(MΩ) | 112 | 115 | 117 | 113 | 115 |
| 次数 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测得值(MΩ) | 114 | 118 | 114 | 119 | 115 |

测量结果的平均值：=115MΩ

单次测量值的实验标准偏差：=2.2MΩ

则：。

C.6.6 标准不确定度一览表

表12 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量 | 不确定度来源 | 概率分布 | 评定方法 | 灵敏系数 | 标准不确定度 |
|  | 高阻计测量不准确引入 | 均匀 | B | 1 | 4.1MΩ |
|  | 高阻计分辨力不足 | 均匀 | B | 1 | 0.29MΩ |
|  | 测量重复性 | 正态 | A | 1 | 2.2MΩ |

C.6.7 合成标准不确定度

考虑到重复性和分辨力为同种影响量且相互影响，为避免重复，在合成标准不确定度时将两者中的较小者舍去，则：



C.6.8 扩展不确定度

取，则输入阻抗校准结果的扩展不确定度为：

，