

**中华人民共和国工业和信息化部** 发布

202X－XX－XX实施

202X－XX－XX发布

**交直流功率及谐波源校准规范**

(报批稿)

**Calibration Specification**

**of AC/DC power and harmonic source**

JJF（机械）1087－2022

**中华人民共和国工业和信息化部**

**机械计量技术规范**



**交直流功率及谐波源校准规范**

**Calibration Specification of**

**AC/DC power and harmonic source**

JJF（机械）1087－2022

归 口 单 位： 中国机械工业联合会

起 草 单 位： 甘肃电器科学研究院

本规范委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

孙文宝：[甘肃电器科学研究院］

燕 琦：[甘肃电器科学研究院］

尹 静：[机械工业第二十九计量测试中心站（天水）］

参加起草人：

张权：[甘肃电器科学研究院］

韩兴：[甘肃电器科学研究院］

王博：[机械工业第二十九计量测试中心站（天水）］

胡文婷：[机械工业第二十九计量测试中心站（天水）］

目 录

[引言 IV](#_Toc493753206)

[1 范围 1](#_Toc493753207)

[2 引用文件 1](#_Toc493753208)

[3 术语 1](#_Toc493753208)

[4 概述 2](#_Toc493753209)

5 计量特性 [2](#_Toc493753210)

6 校准条件 [2](#_Toc493753211)

[6.1 环境条件 2](#_Toc493753223)

[6.2 测量标准及其他设备 3](#_Toc493753224)

[7 校准项目和校准方法 4](#_Toc493753228)

[7.1 校准项目 4](#_Toc493753229)

[7.2 校准方法 4](#_Toc493753230)

[8 校准结果表达 9](#_Toc493753231)

[9 复校时间间隔 9](#_Toc493753232)

[附录A 谐波功率源测量不确定度评定示例 1](#_Toc493753236)0

[附录B 校准原始记录格式 1](#_Toc493753237)2

[附录C 校准内页格式 1](#_Toc493753237)4

[附录D 谐波计算公式 1](#_Toc493753237)7

**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。

本校准规范为首次发布。

交直流功率及谐波源校准规范

**1 范围**

本规范适用于能产生交直流电压、交直流电流、交直流功率、谐波电压、谐波电流、功率因数的交直流功率及谐波源的校准。

**2 引用文件**

本规范引用了下列文件：

JJF1667-2017 工频谐波测量仪校准规范

JJF1637-2017 多功能标准源校准规范

JJG(军工）6 交流标准功率源

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(包括所有的修改版)适用于本规范。

**3 术语和计量单位**

3.1 基波 fundamental

将非[正弦](http://www.so.com/s?q=%E6%AD%A3%E5%BC%A6&ie=utf-8&src=internal_wenda_recommend_textn" \t "_blank)[周期信号](http://www.so.com/s?q=%E5%91%A8%E6%9C%9F%E4%BF%A1%E5%8F%B7&ie=utf-8&src=internal_wenda_recommend_textn" \t "_blank)按[傅里叶级数](http://www.so.com/s?q=%E5%82%85%E9%87%8C%E5%8F%B6%E7%BA%A7%E6%95%B0&ie=utf-8&src=internal_wenda_recommend_textn" \t "_blank)展开，[频率](http://www.so.com/s?q=%E9%A2%91%E7%8E%87&ie=utf-8&src=internal_wenda_recommend_textn" \t "_blank)与原[信号频率](http://www.so.com/s?q=%E4%BF%A1%E5%8F%B7%E9%A2%91%E7%8E%87&ie=utf-8&src=internal_wenda_recommend_textn" \t "_blank)相同的量。

3.2 谐波 harmonic

是指电源中所含有的频率为基波的整数倍的电量，一般是指对周期性的非正弦电量进行傅里叶级数分解，其余大于基波频率的电量。

3.3 谐波含量 harmonic content

交流量中减去基波分量后所得到的量。

3.4 谐波次数 harmonic order

谐波频率与基波频率的整数比。

3.5 谐波含有率 harmonic ratio

周期性交流量中含有的第h次谐波分量的方均根值与基波分量的方均根值之比（用百分数表示）。

3.6 功率因数 power factor

在交流电路中，电压与电流之间的相位差(Φ)的余弦叫做功率因数，用符号cosΦ表示。

3.7 谐波功率 harmonic power

同频率的谐波电流和谐波电压构成的功率。

**4 概述**

交直流功率及谐波源能够稳定的输出基波频率为45Hz~60Hz，谐波次数1~60次非正弦周期信号，其参数有交直流电压、交直流电流、谐波电压、谐波电流、交直流功率和谐波功率等，主要用于校准交直流电压表、交直流电流表、交直流功率表、功率分析仪等测量仪器和各种类型配电终端的自动化测试。

**5 计量特性**

5.1 交直流电压：直流：±75mV~±1000V,交流：1V~1000V（45~65Hz）,准确度0.05级及以下。

5.2 交直流电流：直流：±10mA~±1000A,交流：1A~1000A（45~65Hz）,准确度0.05级及以下

5.3 功率因数：-1~0~1准确度： 0.05级及以下

5.4 频率：（45~65）Hz，允许误差±0.002 Hz及以下。

5.5 谐波电压：（2~60）次，总谐波含量0~40.00%。

5.6 谐波电流：（2~60）次，总谐波含量0~40.00%。

5.7 谐波功率：（2~60）次，总谐波含量0~40.00%。

5.8 相位： 0~359.99° 准确度0.05°。

以上各参数测量结果应满足厂家所提供的准确度要求，一般不优于说明书的准确度或最大允许误差。

**6 校准条件**

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（20±2）℃；

6.1.2 湿度：30%RH～75%RH；

6.1.3 电源电压：（220±22）V；

6.1.4 电源频率：（50±2.5）Hz；

6.1.5 电源电压波形畸变率：不大于5%。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 数字多用表

交直流电压10 mV～1000V，交直流电流1 mA～20A，其准确度、不确定度或最大允许误差不大于被校交直流功率谐波源的1/3。

6.2.2 直流电流比例标准

变比(5～1000) A /5A,1A，其准确度、不确定度或最大允许误差不大于被校交直流功率谐波源的1/3。

6.2.3 功率分析仪

交直流电压10 mV～1000V，交直流电流1 mA～1000A（配交直流CT1000A电流传感器），谐波次数（2～60）次，其准确度、不确定度或最大允许误差不大于被校交流谐波源的1/3。

6.2.4 电流互感器

变比(5～1000) A /5A,1A ，其准确度、不确定度或最大允许误差不大于被校交直流功率谐波源的1/3。

6.2.5标准相位表

相位 0～359.99°准确度：0.01°。

6.2.6频率计或其他符合要求测频率仪器

频率45Hz～65Hz其频率准确度、不确定度或最大允许误差不大于被校交直流功率谐波源频率准确度的1/3。

**7 校准项目和校准方法**

7.1 校准项目

校准项目表1中给出：

表1 校准项目

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 需校准项目 |
| 1 | 交直流电压 | + |
| 2 | 交直流电流 | + |
| 3 | 交直流功率 | + |
| 4 | 频率 | + |
| 5 | 单个谐波电压 | + |
| 6 | 单个谐波电流 | + |
| 7 | 谐波功率 | - |
| 注：1.“+”为需校准项目，“-”为首次校准需增加的项目或适用时，待参照标准确定。 | | |

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

被校准交直流谐波功率源应外观完好，各组成部分应功能正常、各开关和按钮灵活可靠，名称、生产厂家、型号、编号等信息等标识清晰。

在校准之前应该对被校谐波功率源按照说明书进行预热，开机后被校仪器应能正常工作，各种显示正确，各开关及功能键显示正常，量程切换正常，基本功能能正常工作。

7.2.2 交直流电压校准

校准连接线及校准点的选取：

数字多用表H

（标准） L

H交直流功率及谐波源

L（被校）

图 1

直流电压正极性基本量程选择3～5个校准点，正极性非基本量程选择2～3个校准点，最低点选择量程10%，最高点选择量程值或接近量程值，中间点均匀分布，各量程的负极性可只选取量程值或接近量程值的一个校准点。交流电压选取2～3个频率点（包含50Hz),每个量程选取2～3个校准点，最低点选择量程10%，最高点选择量程值或接近量程值，中间点均匀分布。三相仪器每相都需校准。或都可根据客户的要求进行校准点的选择。按照图1连接功率源和数字多用表，直流电压校准时选用低热电势测试线，以减小热电势对测量结果的影响，设置被校谐波功率源输出电压 ,记录数字多用表的电压读数，被校谐波功率源交直流电压误差按照公式（1）计算，测量结果应满足

 (1)

式中：

\_\_\_被校谐波功率源电压相对误差%

\_\_\_\_被校功率源电压输出示值V

\_\_\_数字多用表标准读数值V

7.2.3 交直流电流校准

交直流电流校准点的选择可参考交直流电压校准点的选择，按照图1连接连接交直流功率源及谐波源和数字多用表，设置被校仪器输出电流 ,记录数字多用表的电流读数，当被校交直流功率源及谐波源的电流量程大于数字多用表量程时按照图2校准，交流使用标准电流互感器，二次电流用数字多用表进行校准（或其他能满足要求的标准器进行校准），直流电流使用直流电流比例标准，二次电流用数字多用表进行校准（或其他能满足要求的标准器进行校准）被校功率源交直流电流误差按照公式(2)计算

 （2）

式中：

\_\_\_被校谐波功率源电流相对误差%

\_\_\_\_被校功率源电流输出示值A

\_\_\_数字多用表标准读数值A

H交直流功率及谐波源

L（被校）

H H

标准电流互感器/直流电流比例标准

L L

数字多用表H

（标准） L

图2

7.2.4交直流功率校准

方法一：按照图3连接功率源与功率分析仪，直流功率校准时电压、电流基本量程选取3～5个点，最低点选择量程10%，最高点选择量程值或接近量程值，中间点均匀分布，非基本量程可以选取量程上限点，交流功率源及谐波源校准时功率因数选择要覆盖1、0.5（L)、0.8(C),或都可根据客户的要求进行校准点的选择设置被校仪器输出电压 ,记录功率分析仪的功率读数，被校谐波功率源功率误差按照公式（3）计算

功率分析仪

（标准）

交直流功率及谐波源

（被校）

电 压

电 流

图3

 (3)

\_\_\_被校交直流谐波功率源功率相对误差%

\_\_\_\_被校交直流谐波功率源功率输出示值W

\_\_\_功率分析仪标准读数值W

方法二：交流谐波功率校准交流功率按照图4连接被校仪器，校准点的选择参考方法一，设置被校仪器输出功率 ,记录标准交流电压表读数、标准交流电流表读数, 标准电流表读数φ，被校仪器误差按照公式（4）计算

标准交流电压表

功率谐波源

标准交流电流表

标准相位表

图4 功率测量校准示意图

 (4)

式中：

\_\_\_被校交流谐波功率源的功率相对误差%

\_\_\_标准电压表读数值V

\_\_\_标准电流表读数值A

φ\_\_\_标准相位表读数值°

方法三：交直流谐波功率校准直流功率按照图5连接被校仪器，校准点的选择参考方法一，，设置被校仪器输出功率 ,记录标准直流电压表读数、标准直流电流表读数，被校直流功率源功率误差按照公式（5）计算

被校功率源













直 流 数 字

电流表

直 流 数 字

 电 压 表

图5

 (5)

式中：

\_\_\_被校谐波功率源的功率相对误差%

\_\_\_直流电压表读数值V

\_\_\_直流电流表读数值A

7.2.5频率校准

按照图6连接被校谐波功率源与频率计，在频率量程范围内均匀选取3～5点，量程上限、下限、50Hz必选或，或根据客户的要求进行校准点的选择。设置被校仪器输出频率 ,记录数字频率计读数，被校谐波功率源频率误差按照公式（6）计算

数字频率计H

（标准） L

H交直流功率及谐波源

L （被校）

图6 频率测量校准示意图

 (6)

式中：

\_\_\_被校仪器的频率误差Hz

\_\_\_\_被校仪器频率输出示值Hz

\_\_\_频率计频率读数值Hz

7.2.6 单个谐波电压校准

在谐波功率源电压量程内选择3～5个点作为基波电压，基波电压的频率一般情况选择50Hz,特殊用户可根据需要选择其他频率作为基波电压频率。谐波次数可以在2～60次之间选择，其中3、5、7、11次谐波必选，不同次数的谐波要分别进行试验。被校准的功率源如果是三相，应对每一相分别进行校准，校准点可参考单相。按照图7连接功率分析仪和谐波功率源，设置被校谐波功率源输出基波电压值,同时设置被校谐波功率源输出h次谐波电压值（或者h次谐波含有率值），记录功率分析仪所读基波电压值及h次谐波电压值（或谐波含有率值）。被校谐波功率源单个谐波电压误差按照公式（7）计算，或者也可按照谐波含有率误差计算

功率分析仪H

（标准） L

H交直流功率及谐波源

L（被校）

图 7

 （7）

\_\_\_被校谐波功率源谐波电压相对误差%

\_\_\_\_被校谐波功率源谐波电压输出示值V

\_\_\_功率分析仪标准读数值V

7.2.7 单个谐波电流校准

谐波电流的校准点选择可参考谐波电压。按照图7连接功率分析仪和谐波功率源，设置被校谐波功率源输出基波电流值,同时设置被校谐波功率源输出h次谐波电流值（或者h次谐波含有率值），记录功率分析仪所读基波电流值及h次谐波电流值（或谐波含有率值）。被校谐波功率源单个谐波电流误差按照公式（8）计算，或者也可按照谐波含有率误差计算

 （8）

\_\_\_被校谐波功率源谐波电压相对误差%

\_\_\_\_被校谐波功率源谐波电压输出示值A

\_\_\_功率分析仪标准读数值A

7.2.8 谐波功率校准

如图7连接功率分析仪和谐波功率源，按照被校谐波功率源的额定电压、额定电流作为基波功率的校准点或根据客户的要求进行校准点的选择。不同次数的谐波要分别进行试验。被校准的功率源如果是三相，应对每一相分别进行校准，校准点可参考单相。设置基波功率因数为1，谐波电压含有率10%，谐波电流含有率40%，谐波电压与基波电压同向，设置被校谐波功率源输出h次谐波的谐波功率值,，记录功率分析仪所读h次谐波的谐波功率值。被校谐波功率源谐波功率误差按照公式（9）计算

 (9)

式中：

\_\_\_被校谐波功率源的谐波功率误差W

\_\_\_\_被校谐波功率源h次谐波功率输出示值W

\_\_\_功率分析仪谐波功率读数值W

**8 校准结果表达**

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：

1. 标题，如“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
4. 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 送校单位的名称和地址；；
6. 被校对像的描述和明确标识；
7. 进行校准的日期；
8. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
9. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
10. 校准环境的描述；
11. 校准结果及其测量不确定度的说明；
12. 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
13. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
14. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。
15. 校准记录格式见附录B，校准证书内页格式见附录C。

**9 复校时间间隔**

建议复校时间间隔为1年。送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

**附录A** 谐波功率源不确定度评定报告

A1 功率源直流电压不确定度

**A1.1 概述**

环境条件：温度20.5℃，相对湿度：56%；

测量标准：数字多用表；

被测对象：谐波功率源；

校准点：谐波源输出直流电压100V,记录数字多用表的电压读数。

**A1.2 建立数学模型**

数学模型：

功率源电压示值误差为：



式中：

\_\_\_被校功率源电压相对误差%

\_\_\_\_被校功率源电压输出示值V

\_\_\_数字多用表标准读数值V

**A1.3 不确定度传播系数**

由方差公式**，

得到扫描频率误差方差为:；

灵敏度系数为:C1=,，C2=**。

**A1.4 不确定度分量来源分析**

影响功率源校准测量结果不确定度主要因素有：

（a）功率源测量重复性引入的不确定度；

（b）数字多用表最大允许误差引入的不确定度；

（c）数字多用表分辨力引入的不确定度；

A1.4.1 测量重复性的不确定度分量

我们对功率源直流电压100V值进行10次短期重复测量，得到以下表；

表A1 数字多用表10次测量数据

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 读数/V |
| 1 | 100.003 |
| 2 | 100.002 |
| 3 | 100.004 |
| 4 | 100.004 |
| 5 | 100.003 |
| 6 | 100.003 |
| 7 | 100.001 |
| 8 | 100.004 |
| 9 | 100.005 |
| 10 | 100.003 |

根据实验方差公式:

 1.14×10-3V

=1.14×10-3V

A1.4.2 数字多用表最大允许误差引入的不确定度分量

数字多用表经校准，符合技术指标要求，由数字多用表说明书得知该仪器交流电压100V的准确度为±（5.2ppm输出+0.25 ppm量程），，其最大允许误差为5.2×100××+0.25×200×=5.7×V

设其变化量R1为均匀概率分布，则标准不确定度为；

=0.00057/=3.29×10-4V

A4.3 数字多用表分辨力引入的不确定度分量

数字多用表100V分辨力为0.001V,取其半款0.0005 V为均匀概率分布引入的不确定度

其不确定度分量为:

 =0.0005/= 2.89×10-4V

**A1.5 标准不确定度一览表**

见表A2：

表A2 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |
| 电压 |  | 重复性 | 1.14×10-3V |
|  | 最大允许误差 | 3.29×10-4V |
|  | 分辨力 | 2.89×10-4 |

**A1.6 合成不确定度**

电压100V合成标准不确定度

uc(y)= ×10-3V

**A1.7 扩展不确定度**

电压100V选取扩展因子*k*=2，扩展不确定度为：

*U* = *k*uc(y) = 2×1.22×10-3V=2.44×10-3V

*Urel*=2.44×10-3V/100V=2.5×10-5

**A2 谐波功率源谐波电压测量不确定度**

**A2.1 概述**

环境条件：温度20.5℃，相对湿度：56%；

测量标准：功率分析仪；

被测对象：谐波功率源；

校准点：基波电压220V，基波频率50Hz,谐波电压110V，3次谐波

**A2.2 建立数学模型**

数学模型：

谐波功率源谐波电压示值误差为：



式中：

\_\_\_被校谐波功率源谐波电压相对误差%

\_\_\_\_被校谐波功率源谐波电压输出示值V

\_\_\_功率分析仪标准读数值V

**A2.3 不确定度传播系数**

由方差公式**，

得扫描频率误差方差为:，

灵敏度系数为:C1=,C2=*。*

**A2.4 不确定度分量来源分析**

影响谐波功率源谐波电压测量结果不确定度主要因素有：

（a）谐波功率源重复性引入的不确定度分量；

（b）功率分析仪最大允许误差引入的不确定度分量；

（c）谐波功率源分辨力引入的不确定度分量。

A2.4.1测量重复性的不确定度分量

我们对谐波功率源输出基波电压220V，基波频率50Hz,谐波电压110V，3次谐波

电压，功率分析仪进行测量3次谐波电压，进行10次短期重复测量，见表A2：

表A2 功率分析仪10次测量测量结果

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 读数/V |
| 1 | 110.22 |
| 2 | 110.25 |
| 3 | 110.29 |
| 4 | 110.28 |
| 5 | 110.22 |
| 6 | 110.29 |
| 7 | 110.28 |
| 8 | 110.20 |
| 9 | 110.26 |
| 10 | 110.25 |

3.20×10-2V

=3.20×10-2V

A2.4.2功率分析仪不确定度引入的不确定度分量

功率分析仪经校准，符合技术指标要求，由功率分析仪说明书得知该仪器交流电压100V的准确度为±（0.01%输出+0.03%量程），其最大允许误差为110×0.01%+0.03%×150=5.6×10-2V

=0.1%/=3.18×10-2V

A2.4.3 谐波功率源分辨力引入的不确定度分量

谐波功率源110V分辨率为0.01V,取其半款0.005 V为均匀概率分布引入的不确定度

其不确定度分量为:

 =0.005/= 2.89×10-3V

**A2.5 标准不确定度一览表**

见表B2：

表B2 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |
| 电压 |  | 重复性 | 3.20×10-2V |
|  | 最大允许误差 | 3.18×10-2V |
|  | 分辨力 | 2.89×10-3V |

**A2.6 合成不确定度**

谐波电压合成标准不确定度：

uc(y)= ×10-2V

**A2.7 扩展不确定度**

基波电压220V，基波频率50Hz,谐波电压110V，3次谐波

电压点选取扩展因子*k*=2，扩展不确定度为：

*U*=*k*uc(y)=2×4.38×10-2V=8.76×10-2V

*Urel*=8.76×10-2V/110V=8×10-4

**附录B**

**校准原始记录格式**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 原始记录编号: | | 样品编号: | |
| 收样日期： | | 委托方: | |
| 委托方地址： | | 器具名称: | |
| 制造厂/商: | | 出厂编号: | |
| 型号规格: | | | |
| 标准器名称: | 型号规格: | | 出厂编号: |
| 最大允许误差/准确度等级/标准器不确定度: | | 溯源机构及证书编号: | |
| 证书有效期： | |
| 环境条件： 温度： 相对湿度： | | 校准地点: | |
| 依据的技术文件: | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1、电压输出误差 | | | | | | | | |
| 相别 | 设定值（V） | | 输出值（V） | | 实测值（V） | | 误差（%） | |
| A |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |
| B |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |
| C |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |
| 测量结果的不确定度： | | | | | | | | |
| 2、电流输出误差 | | | | | | | | |
| 相别 | | 设定值（A） | | 输出值（A） | | 实测值（A） | | 误差（%） |
| A | |  | |  | |  | |  |
|  | |  | |  | |  |
|  | |  | |  | |  |
| B | |  | |  | |  | |  |
|  | |  | |  | |  |
|  | |  | |  | |  |
| C | |  | |  | |  | |  |
|  | |  | |  | |  |
|  | |  | |  | |  |
| 测量结果的不确定度： | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3、谐波电压 | | | | | | | | | | | | | | |
| 相别 | 谐波次数 | | | 谐波含量 | 设定值（V） | | 基波电压值（V） | | 谐波电压输出值（V） | | 谐波电压实测值（V） | | 误差（%） | |
| A |  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |
|  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |
|  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |
| 相别 | 谐波次数 | | | 谐波含量 | 设定值（V） | | 基波电压值（V） | | 谐波电压输出值（V） | | 谐波电压实测值（V） | | 误差（%） | |
| B |  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |
| 相别 | 谐波次数 | | | 谐波含量 | 设定值（V） | | 基波电压值（V） | | 谐波电压输出值（V） | | 谐波电压实测值（V） | | 误差（%） | |
| C |  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |
| 测量结果的不确定度：  注：谐波电压输出值和实测值也可以用谐波电压含有率来表示 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4、谐波电流 | | | | | | | | | | | | | | |
| 相别 | | 谐波次数 | 谐波含量 | | | 设定值（A） | | 基波电流值（A） | | 谐波电流输出值（A） | | 谐波电流实测值（A） | | 误差（%） |
| A | |  |  | | |  | |  | |  | |  | |  |
|  | | |  | |  | |  | |  |
|  |  | | |  | |  | |  | |  | |  |
|  | | |  | |  | |  | |  |
|  |  | | |  | |  | |  | |  | |  |
|  | | |  | |  | |  | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 相别 | 谐波次数 | | | 谐波含量 | | 设定值（A） | | | | 基波电流值（A） | | | 谐波电流输出值（A） | | | | 谐波电流实测值（A） | | | | 误差（%） | |
| B |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | | |  | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | | |  | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
| 相别 | 谐波次数 | | | 谐波含量 | | 设定值（A） | | | | 基波电流值（A） | | | 谐波电流输出值（A） | | | | 谐波电流实测值（A） | | | | 误差（%） | |
| C |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | | |  | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | | |  | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
|  | |  | | |  | | | |  | | | |  | |
| 测量结果的不确定度：  注：谐波电压输出值和实测值也可以用谐波电压含有率来表示 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5、频率 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 相别 | | | 电压值（V） | | | | | 设定值（Hz） | | | | 输出值（Hz） | | | | 实测值（Hz） | | | | 误差 | | |
| A | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
|  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
|  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
| B | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
|  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
|  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
| C | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
|  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
|  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |
| 测量结果的不确定度： | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6、功率 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 电压(V) | | | | 电流(A) | | | 功率因数cosφ | | | | 输出值（W） | | | | 实测值（W） | | | | 误差（%） | | | |
|  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | | |
|  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | | |
|  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | | |
| 7、谐波功率 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 基波电压(V) | | 基波电流  (A) | | | 谐波次数 | | | | 电压谐波含有率% | | 电流谐波含有率% | | | 输出值（W） | | | | 实测值（W） | | | | 误差（%） |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | |  | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | |  | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | |  | | | |  |

**附录C**

**校准证书内页格式**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 本次校准依据的技术文件（代号、名称）  Reference Documents For The Calibration（Code Name） | | | | | | |
| 被校测量器具信息说明： | | | | | | |
| 本次校准所使用的主要校准计量器具  Main Standards Of Measurement Used in The Calibration | | | | | | |
| 名称  Name | 编号  No. | 测量范围  Measuring Range | 不确定度/准确度等级/最大允许误差  Uncertainty/Accuracy Class/Maximum Permissible Error | 溯源机构及证书编号  Traceability agency and certificate number | | 有效期至  Effective date |
|  |  |  |  |  | |  |
| 校准地点：  Place | | | | | | |
| 环境温度：  Ambient Temperature | | 相对湿度：  Relative Humidity | | | 其 它：  Others | |
| 其它说明：  Remarks | | | | | | |
| 校准数据/结果  Data/Results Of Calibration | | | | | | |
| 数据结果请见下页 | | | | | | |

第×页 共×页

附录D 谐波计算公式

1) 第*h*次谐波电压含有率*HRU*R*h*R ：



式中： *U*R*h*R 为第*h*次谐波电压（方均根值）；

*U*R*1*R 为基波电压（方均根值）。

2） 第*h*次谐波电流含有率*HRI*R*h*R ：



式中： *I*R*h*R 为第*h*次谐波电流（方均根值）；

*I*R*1*R 为基波电流（方均根值）。

3） 谐波电压总含量*U*R*H*R ：



4） 谐波电流总含量*I*R*H*R ：



5） 电压总谐波畸变率*THD*R*u*R ：



6） 电流总谐波畸变率*THD*R*i*R ：

