



中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJF（机械） XXXX-XXXX

无线相量分析仪校准规范

Calibration Specification for Wireless Vector Network Analyzer

（报批稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

无线相量分析仪

校准规范

Calibration Specification for

Wireless Vector Network Analyzer

JJF（机械）XXXX-XXXX

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：甘肃电器科学研究院

参与起草单位：国网重庆市电力公司营销服务中心

甘肃省计量研究院

西安高压电器研究院股份有限公司

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：

燕 琦：[甘肃电器科学研究院]

王三强：[国网重庆市电力公司营销服务中心]

郭芮君：[甘肃省计量研究院]

参加起草人：

韩 兴：[甘肃电器科学研究院]

马 敏：[甘肃电器科学研究院]

臧奋强：[甘肃电器科学研究院]

李炳宏：[西安高压电器研究院股份有限公司]

目录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	1
5 校准条件.....	2
6 校准项目和校准方法.....	3
7 校准结果表达.....	9
8 复校时间间隔.....	9
附录 A.....	10
无线相量分析仪示值误差测量不确定度评定示例.....	10
附录 B.....	19
校准原始记录格式.....	19
附录 C.....	22
校准证书内页格式.....	22

引言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。本规范用于无线相量分析仪的校准。

本规范为首次发布。

无线相量分析仪校准规范

1 范围

本规范适用于无线相量分析仪的校准，无线高低压核相器的校准也可以参照执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059—2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1491—2014 数字式交流电参数测量仪校准规范

JJF 1587—2016 数字多用表校准规范

JJF 2040—2023 功率分析仪校准规范

GB 13398—2008 带电作业用空心绝缘管、泡沫充绝缘管和实心绝缘棒

DL/T 976—2017 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程

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 概述

无线相量分析仪是无线相位测量多功能仪表，专为 380V/220V 等低电压系统设计的核相设备。可以单机测量交流电压、交流电流及电压、电流之间的相位，通过无线连接，实现双机同步测量变电站内部不同位置之间电压、电流的相位以及进行无线 PT 核相、无线带负荷测试功能。其核心原理是通过无线方式传输和比对相位信号。它由两个无线采集器和一个接收主机组成，操作时，采集器通过探头直接接触待测线路，采集电压信号并转换为数字信息，再通过无线模块将数据发送出去；接收主机接收到两路信号后，由微处理器进行实时比对，计算出相位差值，并通过屏幕数字显示、声光信号等方式，直观地判断并显示两条线路是“同相”还是“异相”，从而实现安全、便捷的核相作业。

无线高压核相器是电力系统中用于检测两条高压线路相位是否一致的关键设备。其核心原理是通过无线方式传输和比对相位信号，主要分为近程和远程两种模式：近程核相利用无线电信号将两个探测器采集的相位数据发送至主机，由主机实时比对计算相位差，判断“同相”或“异相”；而远程核相则借助 GPS 卫星授时技术，使远距离的两台仪器实现纳秒级的时间同步，从而精确测量并计算两地线路的相位差。

4 计量特性

4.1 交流电压

交流电压测量范围: (0.01~1000) V, 最大允许误差: $\pm 0.2\%$ 量程;

4.2 交流电流

交流电流测量范围: (0.01~20) A, 最大允许误差: $\pm (0.3 \text{ 读数} + 0.2\% \text{ 量程})$;

4.3 频率

频率测量范围: 45 Hz~65 Hz, 最大允许误差: ± 0.5 Hz;

4.4 相位

相位测量范围: $0^\circ \sim 360^\circ$, 最大允许误差: $\pm 1^\circ$;

4.5 功率因数

功率因数测量范围: -1.00~1.00;

4.6 核相相位

相位范围: $0^\circ \sim 360^\circ$, 最大允许误差: $\pm 10^\circ$ 。

注:以上指标不作为合格性判别的依据,仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

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

5.1.2 湿度: $\leq 80\% \text{RH}$ 。

5.1.3 电源要求: $220 (1 \pm 10\%) \text{ V}$ 。

5.1.4 电源频率: $(50 \pm 0.5) \text{ Hz}$ 。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 多功能标准源

交流电压 1 V~1000 V, 准确度:0.05 级及以上;

交流电流 10 mA~20A, 准确度:0.05 级及以上;

功率因数:-1~0~1, 准确度:0.05 级及以上;

相位: $0^\circ \sim 360^\circ$, 准确度:0.05°及以上;

频率: (45~65) Hz, 允许误差 ± 0.002 Hz 及以上。

5.2.2 无线高压核相仪校验装置

工频输出电压: (0~600) kV, 允许误差: $\pm 3\%$;

相位: (0~360)°, 允许误差 $\pm 1^\circ$ 。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目

序号	项目名称	校准方法条款
1	交流电压	7.2.3
2	交流电流	7.2.4
3	功率	7.2.5
4	相位	7.2.6
5	频率	7.2.7
6	核相相位	7.2.8

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

6.2.1.1 外观及通电检查。目测或手动操作, 检查被校无线相量分析仪(含低压核相仪), 应符合以下要求:

- a) 外形结构完好, 无影响正常工作的机械损伤;
- b) 外露部件(面板、按钮、接线端子等)无松动;
- c) 标志清晰、正确, 并有接线图;
- d) 通电后显示字符段完整, 各测量功能、量程切换正常。

6.2.1.2 按被校无线相量分析仪的使用说明书要求进行开机预热和预调。

6.2.1.3 校准前对无线相量分析仪自检, 发射器、接收器电池电量充足, 连接无线通讯模块, 先用专用连接线将仪表主机和 GPS 同步时钟连接(有些设备内置 GPS, 不用再单独进行连接), 确认主机 GPS 信号正常, GPS 信号正常后发射器发生信号可远程核相。

6.2.1.4 绝缘杆交流耐压试验

对被校无线高压核相(仪)器配套使用绝缘杆施加电压, 试验电压加在绝缘杆的有效绝缘部分, 试验电压等级要求见表 2, 试验方法参照 DL/T976-2017 标准中的附录 B 进行。试验结果应无击穿、闪络及明显发热现象。

表 2 被校无线高压核相(仪)器操作杆工频耐压预防性试验参数

额定电压 kV	试验长度 m	工频耐压 kV	持续时间 min
10	0.4	45	1
20	0.5	80	
35	0.6	90	
110	1.0	220	
220	1.8	440	
330	2.8	380	3
500	3.7	580	

6.2.2 校准点的选取原则

校准点应覆盖所有量程并兼顾各量程之间的覆盖性及量程内的均匀性,取准确度最高量程为基本量程,其他量程为非基本量程。多测量单元配置的相量分析仪,每个测量单元均应校准。也可根据送检单位的实际校准需求选取校准点。

6.2.2.1 交流电压、交流电流校准点选取

选取 50 Hz 的频率点,基本量程选取不少于 3 个电压电流校准点,非基本量程选取不少于 2 个校准点;校准点应包括 100%点,且均匀分布。

6.2.2.2 功率校准点选取

在 50 Hz 频率点,选取 3 个功率因数,兼顾低功率因数和高功率因数,一般应包括 1、0.5 L 和 0.5 C。在电压基本量程下,电流逐量程选取不少于 3 个点作为交流功率校准点;在电压非基本量程,电流逐量程取不少于 1 个点为校准点(一般为 100%点)。

6.2.2.3 相位校准点选取

在 50 Hz 频率点,交流电压和电流为 1 个常用测量点时,整个相位测量范围内均匀选取不少于 5 个校准点,校准点应包含 30°。

6.2.2.4 频率校准点选取

在交流电压 100 V 或 220 V 下,整个频率测量范围内均匀选取不少于 5 个校准点,校准点应包含 50 Hz。

6.2.3 交流电压校准

a) 校准线路如图 1 所示

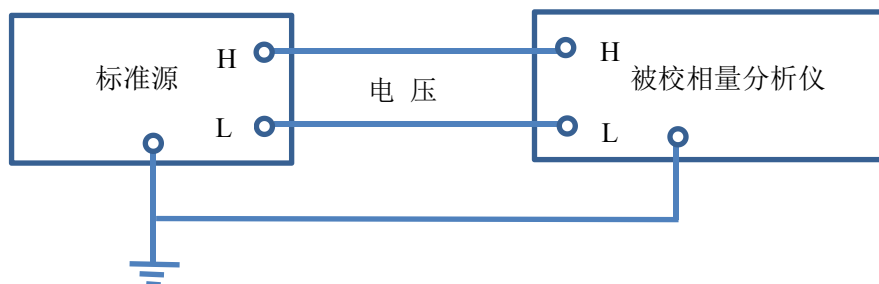


图 1 标准源法电压校准线路

b) 选择无线相量分析仪电压量程，根据校准点设定标准源的输出电压值，读取并记录被校无线相量分析仪的示值。设标准源输出电压标准值为 U_N ，被校无线相量分析仪的示值为 U_X ，则被校无线相量分析仪的示值误差按式(1)计算：

$$\Delta_U = U_X - U_N \quad (1)$$

被校无线相量分析仪的相对误差按式(2)计算：

$$r_U = \frac{\Delta_U}{U_N} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

Δ_U ——被校无线相量分析仪的电压示值误差，V；

r_U ——被校无线相量分析仪的电压相对示值误差，%；

U_X ——被校无线相量分析仪的电压示值，V；

U_N ——电压标准值（标准源输出电压值），V。

7.2.4 交流电流校准

a) 校准线路如图 2 所示

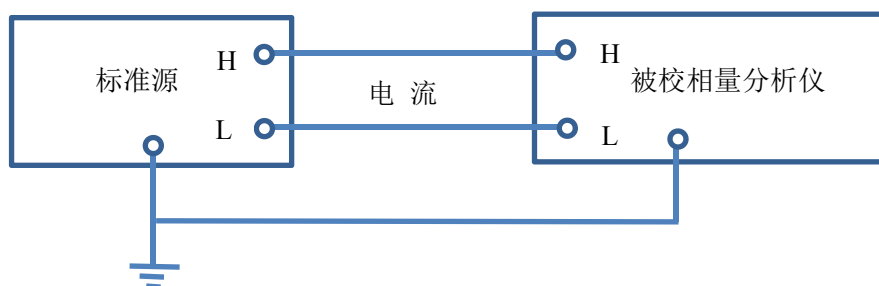


图 2 标准源法电流校准线路

b)选择无线相量分析仪电流量程，根据校准点设定标准源的输出电流值，读取并记录被校无线相量分析仪的示值。设标准源输出电流标准值为 I_N ，被校无线相量分析仪的示值为 I_X ，则被校无线相量分析仪的示值误差按式(3)计算：

$$\Delta_I = I_X - I_N \quad (3)$$

被校无线相量分析仪的相对误差按式(4)计算：

$$r_I = \frac{\Delta_I}{I_N} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

Δ_I ——被校无线相量分析仪的电流示值误差，A；

r_I ——被校无线相量分析仪的电流相对示值误差，%；

I_X ——被校无线相量分析仪的电流示值，A；

I_N ——电流标准值（标准源输出电流值），A。

6.2.5 功率校准

a) 校准线路如图 3 所示

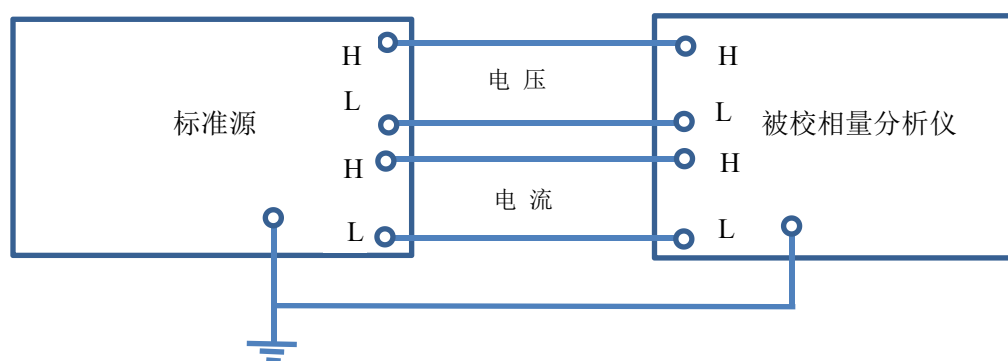


图 3 标准源法功率校准线路

b)分别选择无线相量分析仪电压量程和电流量程，设置频率和相位，根据校准点设定标准源的输出电压 U_N 和输出电流值 I_X ，读取并记录被校无线相量分析仪的示值。设标准源输出功率值 P_N ，被校无线相量分析仪的示值为 P_X ，则被校无线相量分析仪的示值误差按式(5)计算：

$$\Delta_P = P_X - P_N \quad (5)$$

6.2.6 相位校准

a) 校准线路如图 4 所示

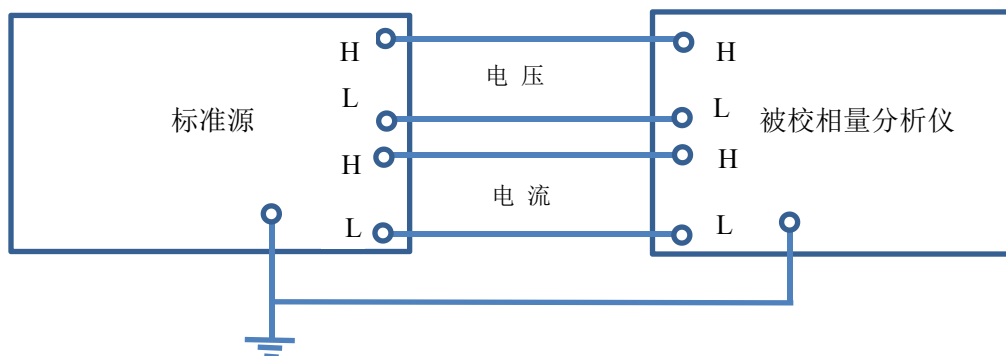


图 4 标准源法相位校准线路

b) 根据校准点设定标准源的输出频率、电压、电流和相位，读取并记录被校无线相量分析仪的示值。设标准源的输出相位值为 φ_N ，被校无线相量分析仪的示值为 φ_X 。被校相无线相量分析仪的示值误差按式(7)计算：

$$\Delta\varphi = \varphi_X - \varphi_N \quad (6)$$

式中：

$\Delta\varphi$ ——被校无线相量分析仪的相位示值误差，（°）；

φ_X ——被校无线相量分析仪的相位示值，（°）；

φ_N ——相位标准值（标准源输出相位值），（°）。

6.2.7 频率校准

a) 校准线路如图 5 所示

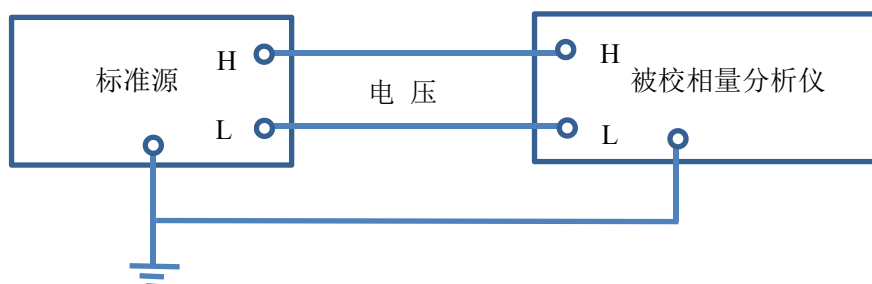


图 5 标准源法频率校准线路

b) 选择无线相量分析仪电压量程，根据校准点设定标准源的输出电压、输出频率，读取并记录被校无线相量分析仪的示值。设标准源输出频率值为 f_N ，被校无线相量分析仪的示值为 f_X 。被校无线相量分析仪的频率示值误差按式(8)计算：

$$\Delta_f = f_X - f_N \quad (7)$$

被校无线相量分析仪频率的相对误差按式(9)计算:

$$r_f = \frac{\Delta_f}{f_N} \times 100\% \quad (8)$$

式中:

Δ_f ——被校无线相量分析仪的频率示值误差, Hz;

r_f ——被校无线相量分析仪的频率相对示值误差, %;

f_X ——被校无线相量分析仪的频率示值, Hz;

f_N ——频率标准值(标准源频率输出值), Hz。

6.2.8 核相相位校准

根据校准点设定无线高压核相(仪)器校验装置的输出相位, 读取并记录被校无线高压核相(仪)器的示值。设无线高压核相(仪)器校验装置的输出相位值为 φ_N , 被校无线高压核相(仪)器的示值为 φ_X 。被校无线高压核相(仪)器的示值误差按式(10)计算:

$$\Delta\varphi = \varphi_X - \varphi_N \quad (9)$$

式中:

$\Delta\varphi$ ——被校无线高压核相(仪)器的相位示值误差, (°);

φ_X ——被校无线高压核相(仪)器的相位示值, (°);

φ_N ——相位标准值(无线高压核相(仪)器校验装置输出相位值), (°)。

7 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：

- 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) 校准证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及编号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- n) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

8 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。

无线相量分析仪在修理或调整后，应经校准才能使用。

附录 A

无线相量分析仪示值误差测量不确定度评定示例

A 1 电压不确定度

A 1.1 概述

环境条件：温度 20.0℃，相对湿度：42%；

测量标准：多功能标准源；

被测对象：无线相量分析仪；

校准点：100V。

A 1.2 建立测量模型

测量模型：

无线相量分析仪电压相对误差按 (A.1) 计算：

$$r_U = \frac{U_X - U_N}{U_N} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

r_U ——被校无线相量分析仪的电压相对误差，%；

U_X ——被校无线相量分析仪的电压示值，V；

U_N ——电压标准值（标准源输出电压值），V；

A 1.3 不确定度分量来源分析

影响无线相量分析仪校准测量结果不确定度主要因素有：

- (a) 无线相量分析仪测量重复性引入的不确定度；
- (b) 多功能标准源最大允许误差引入的不确定度；

A 1.3.1 测量重复性的不确定度分量 u_1

对无线相量分析仪电压 100V 进行 10 次重复测量，见表 A.1；

表 A.1 测量数据

序号	读数/V
1	100.14
2	100.12
3	100.11
4	100.08
5	100.14
6	100.12
7	100.08
8	100.11
9	100.14
10	100.06

$$s_n(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{10-1}} = 0.030 \text{ V}$$

$$u_1 = 0.030 \text{ V}$$

A 1.3.2 多功能标准源最大允许误差引入的不确定度分量 u_2

多功能标准源经校准，符合技术指标要求，多功能标准源的交流电压的准确度等级为 0.05%，其最大允许误差为 $\pm 0.05 \text{ V}$

设其变化量 R_1 为均匀分布，则标准不确定度为：

$$u_2 = 0.05/\sqrt{3} = 0.029 \text{ V}$$

A 1.4 标准不确定度一览表

见表 A.2：

表 A.2 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 u_x
电压	u_1	重复性	0.030 V
	u_2	最大允许误差	0.029 V

A 1.5 合成不确定度

合成标准不确定度

$$u_c(y) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.042 \text{ V}$$

A 1.6 扩展不确定度

电压 100V 选取扩展因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k u_c(y) = 2 \times 0.042 \text{ V} = 0.084 \text{ V}$$

$$U_{\text{rel}} = 0.084 \text{ V} / 100 \text{ V} = 8.4 \times 10^{-4}$$

A2 电流测量不确定度**A 2.1 概述**

环境条件：温度 20.0℃，相对湿度：42%；

测量标准：多功能标准源；

被测对象：无线相量分析仪；

校准点：5 A。

A 2.2 建立测量模型

测量模型：

电流相对误差按 (A.2) 计算：

$$r_I = \frac{I_X - I_N}{I_N} \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

式中：

r_I ——被校无线相量分析仪的电流相对误差，%；

I_X ——被校无线相量分析仪的电流示值，A；

I_N ——电流标准值（标准源输出电流值），A；

A 2.3 不确定度分量来源分析

影响无线相量分析仪电流测量结果不确定度主要因素有：

- (a) 无线相量分析仪重复性引入的不确定度分量；
- (b) 多功能标准源最大允许误差引入的不确定度分量。

A 2.3.1 测量重复性的不确定度分量 u_1

对无线相量分析仪 5 A 进行 10 次重复测量，见表 A.3：

表 A.3 测量数据

序号	读数/A
1	5.014
2	5.012
3	5.012
4	5.014
5	5.011
6	5.012
7	5.012
8	5.014
9	5.011
10	5.012

$$s_n(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{10-1}} = 0.020 \text{ A}$$

$$u_1 = 0.020 \text{ A}$$

A 2.3.2 多功能标准源最大允许误差引入的不确定度分量 u_2

多功能标准源经校准，符合技术指标要求，多功能标准源的交流电压的准确度等级为 0.05%，其最大允许误差为 $\pm 0.0025 \text{ A}$

$$u_2 = 0.0025 / \sqrt{3} = 0.0014 \text{ A}$$

A 2.4 标准不确定度一览表

见表 A.4:

表 A.4 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 u_x
电流	u_1	重复性	0.020 A
	u_2	最大允许误差	0.0014 A

A 2.5 合成不确定度

合成标准不确定度:

$$u_c(y) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.02 \text{ A}$$

A 2.6 扩展不确定度

选取扩展因子 $k=2$, 扩展不确定度为:

$$U = k u_c(y) = 2 \times 0.02 \text{ A} = 0.04 \text{ A}$$

$$U_{\text{rel}} = 0.04 \text{ A} / 5 \text{ A} = 8 \times 10^{-3}$$

A 3 相位不确定度**A 3.1 概述**

环境条件: 温度 20.0℃, 相对湿度: 42%;

测量标准: 多功能标准源

被测对象: 无线相量分析仪

校准点: 对相位 30° (频率 50Hz、交流电压 220V、交流电流 5A) 校准点进行校准。

A 3.2 建立测量模型

测量模型:

无线相量分析仪相位示值误差 (A.3) 计算:

$$\Delta\varphi = \varphi_X - \varphi_N \quad (\text{A.3})$$

式中:

$\Delta\varphi$ ——被校相量分析仪的相位示值误差, (°);

φ_X ——被校相量分析仪的相位示值, (°);

φ_N ——相位标准值 (标准源输出相位值), (°);

A 3.3 不确定度分量来源分析

影响无线相量分析仪校准测量结果不确定度主要因素有:

- (a) 无线相量分析仪测量重复性引入的不确定度;
- (b) 被校无线相量分析仪分辨力引入的不确定度;
- (c) 多功能标准源最大允许误差引入的不确定度;

A 3.3.1 测量重复性的不确定度分量 u_1

对无线相量分析仪相位 30° 进行 10 次重复测量, 见表 A.5:

表 A.5 测量数据

序号	读数/°
1	30.2
2	30.2
3	30.2
4	30.2
5	30.2
6	30.2
7	30.2
8	30.2
9	30.2
10	30.1

$$s_n(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{10-1}} = 0.11^\circ$$

$$u_1 = 0.11^\circ$$

A 3.3.2 被校无线相量分析仪分辨力引入的不确定度分量 u_2

根据说明书可知,被校无线相量分析仪相位 30° 下的分辨力为 0.1° ,采用 B 类评定,那么其区间半宽度为 $\alpha=0.05$,估计为均匀分布,包含因子 $k=\sqrt{3}$,则被校无线相量分析仪相位示值分辨力引入的标准不确定度为:

$$u_2 = 0.05^\circ / \sqrt{3} = 0.029^\circ$$

A 3.3.2 多功能标准源最大允许误差引入的不确定度分量 u_3

多功能标准源经校准,符合技术指标要求,多功能标准源的相位的最大允许误差为 $\pm 0.1^\circ$ 。

设其变化量 R_1 为概率分布,则标准不确定度为:

$$u_3 = 0.1^\circ / \sqrt{3} = 0.058^\circ$$

A 3.4 标准不确定度一览表

见表 A.6:

表 A.6 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 u_x
相位	u_1	重复性	0.11°
	u_2	分辨力	0.029°
	u_3	最大允许误差	0.058°

A 3.5 合成不确定度

合成标准不确定度

$$u_c(y) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.128^\circ$$

A 3.6 扩展不确定度

选取扩展因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k u_c(y) = 2 \times 0.128^\circ \approx 0.3^\circ$$

A 4 功率不确定度

A4.1 概述

环境条件：温度 20.5°C ，相对湿度：44%；

测量标准：多功能标准源

被测对象：无线相量分析仪

校准点：交流功率 1500W（300V、5A、 $\cos\varphi=1.0$ ）校准点进行校准。

A 4.2 建立测量模型

测量模型：

无线相量分析仪相位示值误差（A.4）计算：

$$\Delta_P = P_X - P_N \quad (\text{A.4})$$

式中：

Δ_P ——被校无线相量分析仪的功率示值误差，W；

P_X ——被校无线相量分析仪的功率示值，W；

P_N ——功率标准值（标准源功率输出值），W。

A 4.3 不确定度分量来源分析

影响无线相量分析仪校准测量结果不确定度主要因素有：

（a）无线相量分析仪测量重复性引入的不确定度；

(b) 多功能标准源最大允许误差引入的不确定度。

A 4.3.1 测量重复性的不确定度分量 u_1

对无线相量分析仪 1500W (300V、5A、 $\cos\varphi=1.0$) 进行 10 次重复测量, 见表 A.7:

表 A.7 测量数据

序号	读数/W
1	1500.1
2	1500.3
3	1500.0
4	1500.2
5	1500.2
6	1500.2
7	1500.1
8	1500.2
9	1500.4
10	1500.4

$$s_n(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{10-1}} = 0.15 \text{ W}$$

$$u_1 = 0.15 \text{ W}$$

A4.3.2 多功能标准源最大允许误差引入的不确定度分量 u_3

多功能标准源经校准, 符合技术指标要求, 多功能标准源的功率的最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ 。

设其变化量 R_1 为概率分布, 则标准不确定度为:

$$u_3 = 0.1\% \times 1500 \text{ W} / \sqrt{3} = 0.86 \text{ W}$$

A 4.4 标准不确定度一览表

见表 A.8:

表 A.8 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 u_x
功率	u_1	重复性	0.15 W
	u_2	最大允许误差	0.86 W

A 4.5 合成不确定度

合成标准不确定度

$$u_c(y) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.87 \text{ W}$$

A 4.6 扩展不确定度

选取扩展因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k u_c(y) = 2 \times 0.87 \approx 1.8 \text{ W}$$

附录 B

校准原始记录格式

样品编号：		证书编号：		收样日期：	
委托方：/			样品名称：		
委托方地址：					
制造厂/商：			出厂编号：		
型号规格：		精度等级：		测量范围：	
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：					
标准器名称：					
型号规格：			出厂编号：		
标准器不确定度/准确度等级：					
测量范围：					
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：					

校准项目

一、交流电压			
相别	示值 (V)	标准值 (V)	误差 (%)
本次校准的测量不确定度：			

二、交流电流

相别	示值 (A)	标准值 (A)	误差 (%)

本次校准的测量不确定度:

三、频率

示值	标准值	误差

本次校准的测量不确定度:

四、核相相位

示值	标准值	误差

本次校准的测量不确定度:

五、功率因数				
频率（Hz）	量程（V，A）	示值	标准值	误差（%）
本次校准的测量不确定度：				

校准人员：_____ 核验人员：_____ 校准日期： 年 月 日

以下空白

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/Accur acy 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