



广西壮族自治区地方计量技术规范

JJF(桂)60—2018

## 无线高压核相仪校准规范

Calibration Specification for Wireless high voltage phase comparators

广西市场监管局

2018—06—27发布

2018—08—01实施

广西壮族自治区质量技术监督局 发布

# 无线高压核相仪 校准规范

JJF(桂)60—2018

Calibration Specification for  
Wireless high voltage phase comparators

归口单位：广西壮族自治区质量技术监督局

主要起草单位：广西壮族自治区计量检测研究院

参加起草单位：广西天湖计量检测有限公司

本规范条文由广西壮族自治区质量技术监督局负责解释

本规范主要起草人：

刘 福 (广西壮族自治区计量检测研究院)

全学明 (广西壮族自治区计量检测研究院)

龙 波 (贵州省计量测试院)

凌 通 (广西壮族自治区计量检测研究院)

唐文发 (广西天湖计量检测有限公司)

参加起草人：

雷爱荣 (广西天湖计量检测有限公司)

许峒娜 (广西壮族自治区计量检测研究院)

范 俊 (广西壮族自治区计量检测研究院)

李 铭 (广西壮族自治区计量检测研究院)

张 强 (广西壮族自治区计量检测研究院)

# 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
4.1 相位角示值误差 .....	1
4.2 临界角示值误差 .....	2
5 校准条件 .....	2
5.1 环境条件 .....	2
5.2 测量标准及其它设备 .....	2
6 校准项目和校准方法 .....	3
6.1 校准项目 .....	3
6.2 校准方法 .....	3
7 校准结果表达 .....	6
8 复校时间间隔 .....	6
附录 A 相位角示值误差测量不确定度评定示例 .....	7
附录 B 校准原始记录格式 .....	10
附录 C 校准证书内页格式 .....	11
附录 D 核相仪绝缘杆有效绝缘长度及手柄测量方法 .....	13

## 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》编制而成。

本规范为首次发布。

广西市场监管局

# 无线高压核相仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于电压范围为交流 1kV~500kV 无线高压电容型核相仪（以下简称核相仪）的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

DL/T 976-2017 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程

DL/T 971-2017 带电作业用便携式核相仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡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 概述

核相仪，探测和指示在相同额定电压和频率下，两个已带电部位之间正确相位关系的便携式装置。

## 4 计量特性

### 4.1 相位角示值误差

相位角的示值误差不超过：±10°。

$$\Delta_{\delta} = \delta_x - \delta_0 \quad (1)$$

式中：

$\Delta_{\delta}$ ——核相仪相位角示值误差，°；

$\delta_x$ ——核相仪显示的相位角示值，°；

$\delta_0$ ——核相仪校准装置显示的相位角参考值，°。

## 4.2 临界角示值误差

临界角的示值误差不超过:  $\pm 10^\circ$ 。

$$\Delta_\varphi = \varphi_x - \varphi_0 \quad (2)$$

式中:

$\Delta_\varphi$ ——核相仪临界角示值误差,  $^\circ$ ;

$\varphi_x$ ——核相仪显示的临界角示值,  $^\circ$ ;

$\varphi_0$ ——核相仪校准装置显示的临界角参考值,  $^\circ$ 。

注: 由于校准不判断合格与否, 故上述计量特性要求仅供参考。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

5.1.1 环境温度:  $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ ;

5.1.2 环境湿度:  $(60 \pm 15)\% \text{RH}$ ;

5.1.3 气压:  $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$ ;

5.1.3 电源频率:  $(50 \pm 0.1) \text{ Hz}$ ;

5.1.5 其他: 无影响测量结果的振动、电磁干扰、强光、噪声等。

### 5.2 测量标准及其它设备

#### 5.2.1 钢卷尺

钢卷尺的标称长度不低于 5m, 最小分度为 1mm。

#### 5.2.2 耐压试验装置

耐压试验装置输出电压应符合 DL/T 976-2017 标准 5.1.2 条中对绝缘杆电气性能的要求, 最大允许误差:  $\pm 3\%$ 。

#### 5.2.3 核相仪校准装置

核相仪校准装置输出交流高电压值不低于被测核相仪额定电压值, 并连续稳定可调; 校准装置的相位输出范围( $0^\circ \sim 360^\circ$ )可调, 最小可调分度应小于被校对象分辨率的  $1/3$ , 其最大允许误差绝对值或扩展不确定度应小于被校对象基本误差限的  $1/3$ 。

## 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	6.2.1
2	绝缘杆有效绝缘长度及手柄长度	6.2.2
3	绝缘杆耐压强度	6.2.3
4	能使用的等级	6.2.4
5	相位角示值误差	6.2.5
6	临界角示值误差	6.2.6

### 6.2 校准方法

#### 6.2.1 外观及工作正常性检查

核相仪主机表面完整无裂纹和变形现象，各按键及开关操作灵活无卡涩，显示器显示清晰，无缺陷，能正常接收两只采集器传送的信号，铭牌标识清晰完整；核相仪采集器应无破裂，高压接触点牢靠，能正常发射采集到的信号；核相仪绝缘杆应光滑、无气泡、皱纹、开裂、杆段间连接牢固，可与采集器稳固连接。

#### 6.2.2 绝缘杆有效绝缘长度及手柄长度

核相仪绝缘杆的最短有效绝缘长度和手柄长度应符合 DL/T 971-2017 标准 4.2.2 条的要求。用钢卷尺测量核相仪绝缘杆有效绝缘长度和手柄长度，应不低于表 2 所规定的值，测量方法见附录 D。

表 2 绝缘杆有效长度

电压范围 (kV)	最短有效绝缘长度 (mm)	手柄最短长度 (mm)
$1 < U_n \leq 10$	700	115
$10 < U_n \leq 20$	800	115
$20 < U_n \leq 35$	900	115
$35 < U_n \leq 110$	1300	115
$110 < U_n \leq 220$	2100	115

表2 续

电压范围 (kV)	最短有效绝缘长度 (mm)	手柄最短长度 (mm)
220< $U_n$ ≤330	3100	115
330< $U_n$ ≤500	4000	115

注: 1、 $U_n$ : 核相仪标称电压。  
2、对于适用于多个电压等级的核相仪,  $U_n$ 为适用电压等级最高值。

### 6.2.3 绝缘杆耐压强度

对核相仪的绝缘杆部分进行工频耐压试验或操作冲击耐压试验, 试验电压等级要求见下表3, 试验方法参照 DL/T 976-2017 标准中的附录 B。试验结果应符合 DL/T 976-2017 标准中 5.1.2 条 b) 中无击穿、无闪络及无过热的要求。

表3 绝缘杆耐压强度要求

额定电压 (kV)	试验电极间距离 (m)	1min/3min 工频耐压 (kV)	操作冲击耐压 (kV)
10	0.40	45/—	—
20	0.50	80/—	—
35	0.60	95/—	—
66	0.70	175/—	—
110	1.00	220/—	—
220	1.80	440/—	—
330	2.80	—/380	800
500	3.70	—/580	1050

### 6.2.4 能使用的等级

核相仪能使用的等级应符合 DL/T 971-2017 标准 4.2.1 条中相应的能使用的等级要求。

- a) 将被校核相仪的两只信号采集器分别牢靠接触核相仪校准装置的两高压输出端, 打开核相仪主机及信号采集器电源开关。
- b) 调节核相仪校准装置输出电压和相位角关系至指定电压和指定相位角关系值, 若被校核相仪显示的相位角关系满足显示要求即判定被校核相仪符合相应的能使用的等

级。其显示的相位角关系应符合表 4 中的要求。

表 4 试验参数及显示要求

试验顺序		试验电压		被校核相仪显示要求
		高压电极 1	高压电极 2	
被校核相仪	1	$0.45U_{nmin}$	$0.45U_{nmin} 10^\circ$	正确相位关系
	2	$0.63U_{nmax}$	$0.63U_{nmax} 10^\circ$	正确相位关系
	3	$0.45U_{nmin}$	$0.45U_{nmin} \phi^\circ$	不正确相位关系
	4	$0.63U_{nmax}$	$0.63U_{nmax} \phi^\circ$	不正确相位关系

注: 1、 $U_{nmin}$ : 被校核相仪标称电压最小值。  
 2、 $U_{nmax}$ : 被校核相仪标称电压最大值。  
 3、 $\phi$ : 参照 DL/T 971-2017 标准 4.2.1 条中相应的 4 个等级取值。

### 6.2.5 相位角示值误差

- a) 将核相仪的两只信号采集器分别牢靠接触核相仪校准装置的两高压输出端, 打开核相仪主机及信号采集器电源开关。
- b) 调节核相仪校准装置输出相对地电压至  $U_r/\sqrt{3}$  ( $U_r$ : 核相仪额定电压), 调节核相仪校准装置输出两端高压相位角至额定值  $\delta_0$ , 记录核相仪显示屏指示的相位角值  $\delta_x$  (以两次重复测量的平均值作为相位角测量的结果)。测量的相位值选取一般为  $0^\circ$ 、 $120^\circ$ 、 $240^\circ$ , 也可根据客户需求增加校准点。测量结束后以式(1)计算相位角示值误差。
- c) 对于适用于多个电压等级的核相仪, 每个电压等级均需要进行 b) 项试验。

### 6.2.6 临界角示值误差

- a) 将核相仪的两只信号采集器分别牢靠接触核相仪校准装置的两高压输出端, 打开核相仪主机及信号采集器电源开关。
- b) 调节核相仪校准装置输出相对地电压至  $U_r/\sqrt{3}$  ( $U_r$ : 核相仪额定电压), 调节核相仪校准装置输出两端高压相位角至被校核相仪显示不正确的相位角关系(被校核相仪显示“不同相”或“异相”)时, 记录核相仪显示屏显示的相位角值  $\varphi_x$  和核相仪校准装置相位角参考值  $\varphi_0$  (以两次重复测量的平均值作为相位角测量的结果)。测量结束后以式(2)计算临界角示值误差。

- c) 对于适用于多个电压等级的核相仪, 每个电压等级均需要进行 b) 项试验。

## 7 校准结果表达

校准结果应在校准证书(报告)上反映, 校准证书(报告)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) 证书或报告的唯一性标识(如编号), 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和应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 对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) 校准证书和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, 不得部分复制证书或报告的声明。

测量不确定度的评定与表示参见附录 A, 校准原始记录格式见附录 B, 校准证书(报告)内页格式见附录 C。

## 8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 6 个月, 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

### 相位角示值误差测量不确定度评定示例

#### A.1 概述:

##### A.1.1 测量方法:

用满足本校准规范要求的校准装置，在规定的校准条件下，采用直接测量法，测量核相仪的相位角值  $\delta_x$ ，计算得出相位角示值误差。

##### A.1.2 测量标准:

标准设备名称	技术指标
高压核相仪校准装置	相位角度调节范围：(0.25~360)°
	最大允许误差：MPE: $\pm 1^\circ$
	分辨率：0.25°
高压核相仪校准装置（试验变压器）	电压调节范围：(0.1~200) kV
	准确度等级：3 级

##### A.1.3 被测对象:

被校设备名称	技术指标
无线高压核相仪	额定电压等级：35kV
	能使用的等级：A 级
	分辨率：1°

#### A.2 测量模型

##### A.2.1 相位角示值误差测量模型为：

$$\Delta_\delta = \delta_x - \delta_0$$

式中：

$\Delta_\delta$ ——核相仪相位角示值误差值，°；

$\delta_x$ ——核相仪显示的相位角示值，°；

$\delta_0$ ——核相仪校准装置显示的相位角参考值,  $^{\circ}$ 。

### A.2.2 方差及灵敏系数

$$u_c^2(\Delta_{\delta}) = c_1^2 u^2(\delta_x) + c_2^2 u^2(\delta_0)$$

式中, 灵敏系数  $c_1 = \partial(\Delta_{\delta})/\partial(\delta_x) = 1$ ;  $c_2 = \partial(\Delta_{\delta})/\partial(\delta_0) = -1$ 。

### A.3 测量不确定度的分量评定

在  $1/\sqrt{3}$  倍额定使用电压下, 对被校核相仪的相位角示值误差进行不确定度评定。

#### A.3.1 由校准装置准确度等级引入的不确定度分量 $u(\Delta_{\delta_1})$ , 用 B 类标准不确定度评定。

校准装置的最大允许误差 MPE:  $\pm 1^{\circ}$ , 则其不确定度区间半宽为  $1^{\circ}$ , 按均匀分布计算。

$$u(\Delta_{\delta_1}) = 1^{\circ}/\sqrt{3} = 0.578^{\circ}$$

#### A.3.2 由重复性引入的不确定度分量 $u(\Delta_{\delta_2})$ , 用 A 类不确定度评定。

对核相仪在  $120^{\circ}$  相位角点进行 10 次重复测量, 每次测量得到两组误差值, 取其平均值作为测量结果。得出该点下的相位角示值误差数据如下:

测量序号	1	2	3	4	5
误差值 ( $^{\circ}$ )	5	7	6	4	5
测量序号	6	7	8	9	10
误差值 ( $^{\circ}$ )	5	8	4	6	5

$$\bar{x} = \frac{1}{10} (5+7+6+4+5+5+8+4+6+5) = 5^{\circ}$$

$$\text{根据算术平均值标准偏差计算公式: } s(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 1.269^{\circ}.$$

由于每次测量由两组数据取得, 故由测量重复性引入的不确定度分量:

$$u(\Delta_{\delta_2}) = s(x_i)/\sqrt{2} = 0.898^{\circ}$$

### A.4 合成标准不确定度计算

#### A.4.1 输出量标准不确定度一览表

序号	标准不确定度分量	标准不确定度分类	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量( $^{\circ}$ )
1	$u(\Delta_{\delta_1})$	B	标准器准确度	均匀	0.587

2	$u(\Delta_{\delta_2})$	A	重复性	正态	0.898
---	------------------------	---	-----	----	-------

经过分析不确定度的来源，其各分量互为独立量，则：

$$u_c(\Delta_{\delta}) = \sqrt{\sum_{i=1}^2 u_i^2} = \sqrt{u(\Delta_{\delta_1})^2 + u(\Delta_{\delta_2})^2} = 1.1^\circ$$

#### A.5 扩展不确定度计算

取包含因子  $k=2$

$$U(\Delta_{\delta}) = k \times u_c(\Delta_{\delta}) = 2 \times 1.1^\circ = 2.2^\circ$$

#### A.6 测量不确定度报告

由上述分析得到：相位角示值误差的扩展不确定度为：

$$U(\Delta_{\delta}) = 2.2^\circ ; k=2$$

广西市场监管局

**附录 B****校准原始记录格式****无线高压核相仪校准原始记录格式**

证书编号:

委托单位 信 息	委托单位		地 址			
	联系人		联系 电话		邮 编	
被校仪器 信 息	仪器名称		型号 规格		能使用的等级	
	制造厂商		生产 日期		出厂 编号	
标准器 信 息	标准器名称	编 号	不确定度或准确度 等级或最大允许误差		证书号	有效 期至
校准信息	校准 地点		校准 员		核 验 员	
	校准 日期		温 度	℃	湿 度	%RH
	校准 依据	JJF(桂)60—2018《无线高压核相仪校准规范》				

校准结论及说明:

建议下次校准时间为××××年××月××日之前。

**校 准 结 果**

1、外观及工作正常性检查:			
2、绝缘杆有效绝缘长度及手柄长度:			
有效绝缘长度			
手柄长度			
3、绝缘杆耐压强度:			
4、能使用的等级:	<input type="checkbox"/> A 级 <input type="checkbox"/> B 级 <input type="checkbox"/> C 级 <input type="checkbox"/> D 级		
5、相位角示值误差:			
参考值 (°)	校准电压		
	示值 (°)	误差 (°)	测量不确定度
6、临界角示值误差:			
参考值 (°)	校准电压		
	示值 (°)	误差 (°)	测量不确定度

校准员:

核验员:

## 附录 C

## 校准证书内页格式

证书编号: ××××××—××××

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 他		
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	检定/校准 证书编号	证书有效期至

注:

1. ×××××仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
3. 未经实验室书面批准,不得部分复印证书。

第×页 共×页

## 校准结果

证书编号: ××××××—××××

1、外观及工作正常性检查:						
2、绝缘杆有效绝缘长度及手柄长度:						
3、绝缘杆耐压强度:						
4、能使用的等级:						
5、相位角示值误差:						
相位角示值误差:	校准电压					
	参考值(°)					
	示值(°)					
	误差(°)					
测量不确定度						
6、临界角示值误差:						
临界角示值误差:	校准电压					
	参考值(°)					
	示值(°)					
	误差(°)					
测量不确定度						
校准结果不确定度的评定和表述均符合 JJF1059.1-2012 的要求。						
敬告:						
1. 被校准仪器修理后, 应立即进行校准。						
2. 在使用过程中, 如对被校准仪器的技术指标产生怀疑, 请重新校准。						
3. 根据客户要求和校准文件规定, 通常情况下 <u>  </u> 个月校准一次。						

校准员:

核验员:

第×页 共×页

## 附录 D

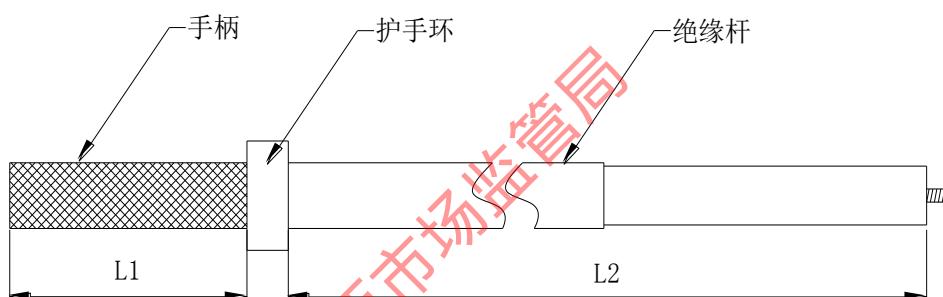
### 核相仪绝缘杆有效绝缘长度及手柄长度测量方法

#### D.1 核相仪绝缘杆有效绝缘长度测量:

使用满足规范要求的钢卷尺直接测量下图中核相仪绝缘杆有效绝缘长度 L2，其值应满足本校准规范 6.2.2 条表 2 的要求。

#### D.2 核相仪手柄长度测量:

使用满足规范要求的钢卷尺直接测量下图中核相仪手柄长度 L1，其值应满足本校准规范 6.2.2 条表 2 的要求。



注: L1: 核相仪手柄长度。

L2: 核相仪绝缘杆有效绝缘长度。

JJF(桂)60-2018

广西壮族自治区  
广西壮族自治区市场监督管理局

地方计量技术规范

无线高压核相仪校准规范

JJF(桂)60-2018

广西壮族自治区质量技术监督局颁布