

**甘 肃 省 地 方 计 量 技 术 规 范**

**JJF（甘）XXX－XXXX**

核相仪校准规范

**Calibration Specification for Phase Comparator**

小标宋 二号

（报批稿）

XXXX－XX－XX发布 XXXX－XX－XX实施

**甘 肃 省 市 场 监 督 管 理 局**发 布

核相仪校准规范

**Calibration Specification for Phase Comparator**

**JJF（甘）XXX－XXXX**

归口单位：甘肃省市场监督管理局

主要起草单位：甘肃省计量研究院

参与起草单位：中国测试技术研究院

广州计量检测技术研究院

广州电标仪器有限公司

本规范委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

董 刚 （甘肃省计量研究院）

邵雪飞 （甘肃省计量研究院）

唐 俊 （中国测试技术研究院）

参加起草人：

马青亮 （广州计量检测技术研究院）

彭德平 （广州电标仪器有限公司）

火兴斌 （甘肃省计量研究院）

目 录

[引 言 （](#_Toc26865)Ⅱ）

[1 范围 （](#_Toc18109)1）

[2 引用文件 （1）](#_Toc25537)

[3 术语 （1）](#_Toc23849)

[4 概述 （1）](#_Toc8451)

[5 计量特性 （2）](#_Toc26066)

[5.1 临界角标称值误差 （2）](#_Toc25732)

[5.2 相位角示值误差 （2）](#_Toc25732)

[5.3 频率测量误差 （2）](#_Toc25732)

[6 校准条件 （2）](#_Toc28092)

[6.1 环境条件 （2）](#_Toc25732)

[6.2 标准器及配套设备 （3）](#_Toc25732)

[7 校准项目和校准方法 （3）](#_Toc21036)

[7.1 校准项目 （3）](#_Toc25732)

7.2 [校准方法 （3）](#_Toc25732)

[8 校准结果表达 （6）](#_Toc29379)

[8.1 校准结果处理 （6）](#_Toc29379)

[8.2 校准结果的不确定度 （6）](#_Toc29379)

[9 复校时间间隔 （6）](#_Toc8185)

[附录A 核相仪校准记录（推荐）格式 （7）](#_Toc16722)

[附录B 校准证书内容及内页（参考）格式 （8）](#_Toc16013)

[附录C 相位角示值误差的不确定度评定 （11）](#_Toc13315)

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》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次发布。

核相仪校准规范

1 范围

本规范适用于交流1 kV～35 kV电力系统的带电作业用核相仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1491-2014 数字式交流电参数测量仪

JJF 1759-2019 低频移相器及相位发生器

GB/T 15945-2008 电能质量 电力系统频率偏差

DL/T 971-2017 带电作业用便携式核相仪

DL/T 976-2017 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程

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

3 术语

3.1 核相仪 phase comparator

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

3.2 电容型核相仪 capacitive phase comparator

用于探测和指示基于电流通过杂散电容接地相位关系的装置，有无引线的双杆型核相仪和带存储系统的单杆核相仪两种。

3.3 电阻型核相仪 resistive phase comparator

用于探测和指示基于电流通过电阻元件的相位关系的设备，为双杆核相仪，仅用于35kV及以下电压等级。

3.4 显示器 indicator

用来显示两个部件之间是否有正确相位关系的部件。

3.5 临界角 threshold angle

在两个相比较的部件之间给出一个改变信号表明不正确相位关系的最小相角。

4 概述

带电作业用便携式核相仪（以下简称核相仪）是用于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。

核相仪主要由两个测试元件和相位显示器组成。通过接收测试元件发出的信号，核相仪比较两线路的数据计算两线路的相位差值，判断同异相，并通过听觉或视觉的方式指示测量结果。电容型核相仪通常为无线式，原理示意图见图1，电容型核相仪进行近距离核相时，可同步收集两条线路中电压过零点的时间，然后进行比较得出相位差。在远距离进行核相时，通过使用卫星授时确定两条电压线路中过零点的时间比较得出相位差。电阻型核相仪通常为有线式，原理示意图见图2，电阻型核相仪根据广义交流电桥原理判断两条线路是否同相位。



图 1电容型核相仪原理图



图 2 电阻型核相仪原理图

5 计量特性

5.1 临界角标称值误差

最大允许误差不应超过±10°。

5.2 相位角示值误差

最大允许误差不应超过±10°。

5.3 频率测量误差

频率测量误差不超过±0.01 Hz。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境条件及要求如下：

a) 环境温度：15℃～35℃；

b) 相对湿度：≤80%；

c) 供电电压频率：50 Hz±1 Hz；

d) 无明显影响校准的振动、冲击以及其他电磁干扰。

6.2 标准器及配套设备

6.2.1 核相仪校准装置

核相仪校准装置输出交流高压值应不低于被测核相仪的最小工作电压。电压相位角的输出范围为（0°～360°）可调，其性能和技术指标应符合JJF 1759-2019的相关要求。

6.2.2 变频电源

变频电源的扩展不确定度应小于被校核相仪的最大允许误差绝对值的1/3。变频电源的输出范围要完全覆盖被校核相仪的测量范围。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目详见表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 | 绝缘杆交流耐电压试验 | 7.2.2 |
| 3 | 临界角校准 | 7.2.3 |
| 4 | 相位角示值误差① | 7.2.4 |
| 5 | 频率示值误差② | 7.2.5 |
| 注：  ①适用于具有相位角测量功能的核相仪。  ②适用于具有频率测量功能的核相仪。 | | |

7.2 校准方法

7.2.1 外观及通电检查

各部件应无明显损伤，连接可靠；指示器表面应光滑、平整，密封完好。在正常的操作位置及标准的光线、正常背景噪声的情况下，显示器的视觉指示应清晰可见、声响指示应清晰可辨。无线核相仪的采集器能正常发射采集信号。

核相仪应明确标记标称电压或标称电压范围、标称频率或标称频率范围、制造厂名称、型号、出厂编号、使用和绝缘性能试验日期。

核相仪的附件应齐全。绝缘杆内外表面应清洁、光滑，无划痕及硬伤，其最小有效绝缘长度应符合DL/T 976-2017中5.1.1的要求。连接线绝缘层应无破损、老化现象，导线无扭结现象。

7.2.2 绝缘杆交流耐电压试验

对被校核相仪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/T 976-2017 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 核相仪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 |

7.2.3 临界角校准

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以下试验。

a) 电容型核相仪

按图3接线，核相仪校准装置外壳接地，测试元件（信号采集器）在工作状态下，核相仪校准装置两电压输出端分别施加电压在两测试元件接触电极，电压值为被校核相仪说明书上启动电压，如无注明选取相对地220V。调整输出电压的相位角，直至核相仪的指示器以听觉或视觉表示不正确相位关系，记录此刻核相仪校准装置临界角参考值*Φ*N。



图3 电容型核相仪校准接线图

b) 电阻型核相仪

按图4接线，核相仪校准装置和被校核相仪主机外壳接地，核相仪校准装置两电压端分别施加电压在核相仪主机两连接引线端子上，电压值为被校核相仪说明书的临界电压，如无注明取相对地220V。调整输出电压的相位角，直至核相仪的指示器以听觉或视觉表示不正确相位关系，记录此刻核相仪校准装置临界角参考值*Φ*N。



图4 电阻型核相仪校准接线图

7.2.4 相位值校准

a) 校准点选择

核相仪的相位示值误差选点应至少包括0°、30°、120°、240°，也可根据客户需求增加点。

b) 相位示值误差的校准

电容型核相仪接线按图3所示，电阻型核相仪按图4所示。调节核相仪校准装置输出电压使被校核相仪在工作状态下，调节核相仪校准装置的输出电压相位角*Φ*n，被校核相仪的相位角显示值为*Φ*x，则被校核相仪相位示值误差*Δ*按式（1）计算：

Δ= *Φ*x- *Φ*n （1）

式中：

Δ——核相仪的相位角示值误差，°；

*Φ*x——核相仪的相位角显示值，°；

*Φ*n——标准器的相位角显示值，°。

7.2.5 相位值校准

a) 校准点选择

核相仪的相位示值误差选点应在频率测量范围内均匀选取不少于3个频率校准点。

b) 频率示值误差的校准

电容型核相仪接线按图3所示，电阻型核相仪按图4所示。调节核相仪校准装置输出电压使被校核相仪在工作状态下，调节核相仪校准装置电压频率*f*n，被校核相仪的频率显示值为*f*x，则被校核相仪相位示值误差Δ按式（2）计算：：

*Δf* = *f*x – *f*n （2）

式中：

*Δ* ——核相仪的频率示值误差，Hz；

*f*x ——核相仪的频率显示值，Hz；

*f*n ——标准器的频率显示值，Hz。

8 校准结果表达

8.1 校准结果处理

经校准的核相仪出具校准证书，校准证书应符合JJF 1071—2010中5.12的要求，并给出各校准项目名称和测量结果以及测量不确定度。校准原始记录（参考）格式见附录A，校准证书内容及内页（参考）格式见附录B。

8.2 校准结果的不确定度

传感器校准结果的不确定度按JJF 1059.1的要求评定，校准结果不确定度评定示例见附录C。

9 复校时间间隔

建议核相仪复校时间间隔不超过12个月。

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。

# 附录A

# 核相仪校准记录（推荐）格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 客户名称 | | | 任务单号 | |
| 客户地址 | | | | |
| 制造厂/商 | | | 出厂编号 | |
| 型号规格/测量范围 | | | 准确度等级/MPE | |
| 主要标准器名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 证书编号 | 有效日期至 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

校准所依据/参照的技术文件（代号、名称）：

校准环境条件 温度 ℃ 湿度 %RH 主要标准器使用前工作状况

校准地点 主要标准器使用后工作状况

校准项目

1. 外观及工作正常性检查：
2. 绝缘杆交流耐电压试验：
3. 临界角校准：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 示值/° | 不确定度*U* /°，*k*=2 |
| 校准电压/V | 实测值/° | 实测值/° |
|  |  |  |

四、 相位角校准：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准值 | 校准电压： V | |
| 示值/° | 不确定度*U* /°，*k*=2 |
|  |  |  |
|  |  |  |

五、 频率校准：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准值 | 校准电压： V | |
| 示值/° | 不确定度*U* /°，*k*=2 |
|  |  |  |
|  |  |  |

备注：

校准员 核验员 校准日期 年 月 日

# 附录B

# 校准证书内容及内页（参考）格式

B.1 校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

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（如编号），每页及总页数的标识；

e）送校单位的名称；

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) 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）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。B.2 校准证书内页（参考）格式

校 准 结 果

证书编号 XXXXXXXXXX

1. 外观及工作正常性检查：
2. 绝缘杆交流耐电压试验：
3. 临界角校准：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 临界角标称值/° | 校准电压： V | |
| 实测值/° | 不确定度*U*/° |
|  |  |  |
|  |  |  |

四、 相位角校准：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准值 | 校准电压： V | |
| 示值/° | 不确定度*U* /°，*k*=2 |
|  |  |  |
|  |  |  |

五、频率校准：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准值 | 校准电压： V | |
| 示值/° | 不确定度*U* /°，*k*=2 |
|  |  |  |
|  |  |  |

备注：

以下空白

# 附录C

# 相位角示值误差的不确定度评定

C.1 测量方法

C.1.1 环境条件：温度：21.0℃；相对湿度：40%RH。

C.1.2 测量标准：核相仪校准装置

C.1.3 被测对象：核相仪

C.1.4 测量过程：核相仪校准装置输出标准相位角：120°，被校核相仪测量相位角。

C.2 测量模型

Δ=*Φ*x-*Φ*n

式中:

——被校核相仪的相位角示值误差

*Φ*x——核相仪的相位角显示值

*Φ*n——标准器的相位角显示值

C.3 方差和灵敏系数

灵敏系数

C.4 测量不确定度评定

不确定度主要来源于重复性引入的不确定度分量 和标准器引入的不确定度分量。

C.4.1重复性引入的不确定度

核相仪校准装置输出相位角120°，在重复条件下校准120°，读取核相仪显示值，数据如下表所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 测量次数n | 测量值（°） |
| 1 | 124 |
| 2 | 125 |
| 3 | 124 |
| 4 | 126 |
| 5 | 124 |
| 6 | 124 |
| 7 | 125 |
| 8 | 125 |
| 9 | 126 |
| 10 | 125 |
| 平均值 | 124.8 |
|  | 0.79 |

在实际工作中取单次测量结果为最终结果，所以。

C.4.2 核相仪校准装置引入的不确定度

校准相位角120°时，核相仪校准装置的相位角最大允许误差为±1°，根据B类不确定度，*a*=1°，符合均匀分布，*k*=，则标准器引入的标准不确定度为：

C.4.3 合成标准不确定度

二者引入的不确定度分量不相关，合成不确定度为：

=1°

C.4.4 扩展不确定度

取*k*=2得：*U*=*ku*c=2°

JJF 0000-2024