

**甘 肃 省 地 方 计 量 技 术 规 范**

**JJF（甘）XXX－XXXX**

调频串联谐振试验装置校准规范

**Calibration Specification for Frequency series resonance device**

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

调频串联谐振试验装置

校准规范

**Calibration Specification for Frequency series resonance device**

**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：酒泉职业技术学院

中国核工业第五建设有限公司

中国核工业二三建设有限公司

本规范委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

王新明 （甘肃省计量研究院）

董 刚 （甘肃省计量研究院）

曹 杰 （酒泉职业技术学院）

参加起草人：

吴佳忆（甘肃省计量研究院）

于 坤（中国核工业第五建设有限公司）

范轩诚（中国核工业二三建设有限公司）

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 电压示值误差 （2）](#_Toc25732)

[5.2 总谐波失真 （2）](#_Toc25732)

[5.3 频率测量误差 （2）](#_Toc25732)

[5.4 短期稳定性 （2）](#_Toc25732)

[6 校准条件 （2）](#_Toc28092)

[6.1 环境条件 （2）](#_Toc25732)

[6.2 测量标准及配套设备 （2）](#_Toc25732)

[7 校准项目和校准方法 （3）](#_Toc21036)

[7.1 外观检查 （3）](#_Toc25732)

7.2 [电压示值误差 （3）](#_Toc25732)

[7.3 频率示值误差 （4）](#_Toc25732)

7.4 [总谐波失真 （4）](#_Toc25732)

[7.5 短期稳定性 （5）](#_Toc25732)

[8 校准结果表达 （5）](#_Toc29379)

[8.1 校准结果处理 （5）](#_Toc29379)

[8.2 校准结果的不确定度 （5）](#_Toc29379)

[9 复校时间间隔 （6）](#_Toc8185)

[附录A 调频串联谐振试验装置校准记录（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 电压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。

调频串联谐振试验装置校准规范

1 范围

本规范主要适用于电压等级10kV及以上、试验频率在30Hz~300Hz范围内的调频串联谐振试验装置计量性能的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 16927.1-2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求

GB/T 16927.2-2013 高电压试验技术 第2部分：测量系统

DL/T 849.6-2004 电力设备专用测试仪器通用技术条件 第6部分：高压谐振试验装置

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 调频串联谐振试验装置 frequency series resonance device

通过调整电感、电容或电源频率，使电容和电感达到谐振状态的来获得高电压的试验装置。

3.2 谐振电抗器 resonant reactor

与电容进行谐振以获得高电压的电抗器。

3.3 励磁变压器 exciter transformer

用于给电感电容谐振系统提供能量的变压器.

3.4 分压器 digital hv meter

由高压臂和低压臂组成的高低压转换装置。

3.5 总谐波失真 total harmonic distortion

试验装置中全部谐波能量与基波能量之比的平方根值。

3.6 谐振频率 resonant frequency

试验装置达到谐振状态时的频率。

4 概述

调频串联谐振试验装置一般由变频电源、励磁变压器、电抗器、补偿电容器和电容分压器组成。它能通过调整电源的频率或回路的电感，使得整套装置达到谐振状态以产

生高电压，从而满足相应电力试验电压等级的要求，其谐振频率范围一般为30Hz~300Hz，其主要技术指标是电压和频率。工作原理见图1。

变频电源

励磁变压器

电抗器

补偿电容器

电容分压器

高压  
输出

图1 调频串联谐振试验装置工作原理图

5 计量特性

5.1 电压示值误差

电压测量最大允许误差一般不超过±3%。

5.2 总谐波失真

电压输出的总谐波失真一般不超过1%。

5.3 频率示值误差

频率示值误差一般不超过±1.0Hz。

5.4 短期稳定性

电压输出稳定性一般不大于额定输出电压值的1%。

注：以上指标要求不用于合格性判断，对计量性能另有要求的设备，按有关技术文件规定的要求进行校准。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度：（5~35）℃，环境湿度：（30~85）%RH。

供电电源：电压变化不超过额定电压的±10%，频率变化不超过额定频率的±10%，总谐波畸变率：≤5%。

6.2 测量标准及配套设备

6.2.1 交流高压测量系统

交流高压测量系统及其辅助设备引起的电压测量扩展不确定度应不超过被校试验装置最大允许误差1/5。测量系统的频带范围应能覆盖被校试验装置的工作频率。

6.2.2 失真度仪

输入信号频率测量范围：不小于3Hz~1kHz，总谐波失真测量范围：0.01%~30%，总谐波失真测量准确度不低于10级。

6.2.3 频率计

输入信号频率测量范围：不小于3Hz~1kHz，准确度等级不低于0.1级。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观检查

试验装置外观应完好，铭牌上应明确标出产品名称、产品型号、出厂编号、制造厂名（或商标）、额定电压、额定容量，电感范围，电容范围，所有标志清晰明确。

高压输出部分具有良好密封性和防潮性，各种调节旋钮、按键灵活可靠，显示笔画应完整无缺。

电源控制箱及高压变压器金属外壳均应有明显的接地端子。接地端子及接地线必须满足设备安全与人身安全的要求。

7.2 电压示值误差

校准原理如图2所示。

调频串联谐振试验装置

交流高压测量系统

HV

0

V

图2 电压示值误差校准原理图

根据实际工况在不少于1个谐振频率点下进行，接通试验装置的变频电源，试验装置电压指示应处于零位，将试验装置调整至谐振状态。校准点应在试验装置额定电压20%~100%范围内，均匀选择不少于5个点（最高电压校准点应达到或接近被校试验装置额定电压)。电压示值误差按式(1)计算

 （1）

式中：

——试验装置电压示值的相对误差，%；

——试验装置电压示值，kV；

——标准器电压标准值，kV。

7.3 频率示值误差

校准原理如图3所示。

调频串联谐振试验装置

HV

0

频率计

交流高压  
测量系统

图3 频率示值误差校准原理图

调节试验装置的输出电压，记录频率计读数，示值误差按式（2）计算。

 （2）

式中：

——试验装置频率示值误差误差，Hz；

——试验装置频率显示值，Hz；

——频率计示值，Hz。

7.4 总谐波失真

校准原理如图4所示。

调频串联谐振试验装置

HV

0

失真度仪

交流高压  
测量系统

图4 总谐波失真校准原理图

调节试验装置输出电压至额定电压80%以上，记录此时失真度仪的读数。

7.5 短期稳定性

按照电压示值误差校准方式接线。将试验装置电压升至额定电压50%以上，记录此时交流高压测量系统的显示值。试验装置连续运行5min，每隔1min记录一次电压值，按照式（4）计算短期稳定性

 （4）

式中：

——试验装置电压输出短期稳定性，%；

——试验装置规定时间内实测电压最大示值，kV；

——试验装置规定时间内实测电压最小示值，kV；

——试验装置规定时间内实测电压平均值，kV。

8 校准结果表达

8.1 校准结果处理

经校准的调频串联谐振试验装置出具校准证书，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

调频串联谐振试验装置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

建议调频串联谐振试验装置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

# 调频串联谐振试验装置校准记录（推荐）格式

委托单位 任务单号

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

证书编号 有效日期至

校准依据的技术文件

校准的环境条件 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

1 外观和通电检查：

2 电压示值误差校准：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 量限 | 显示值（kV） | 实测值（kV） |
|  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 测量不确定度*U* *k*=2 | | |

3 频率示值校准

|  |  |
| --- | --- |
| 显示值（Hz） | 实测值（Hz） |
|  |  |
| 测量不确定度*U* *k*=2 | |

4 总谐波失真校准

电压为 kV时总谐波失真为： ，不确定度为： 。

5 短期稳定性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测量次数 | 示值 | 实测值 |
| 1 |  |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
| 4 |  |
| 5 |  |
| 稳定性： | | |

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

**校准证书（结果页）参考格式**

证书编号：XXXXXXXX

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1外观及功能性检查： | | | |
| 2电压示值误差： | | | |
| 量限 | 显示值（kV） | | 实测值（kV） |
|  |  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
| 测量不确定度*U* *k*=2 | | | |
| 3频率示值误差 | | | |
| 显示值（Hz） | | 实测值（Hz） | |
|  | |  | |
| 测量不确定度*U* *k*=2 | | | |
| 4 总谐波失真校准  电压为 kV时总谐波失真为： ，不确定度为： 。  5 短期稳定性 | | | |
| 测量次数 | 示值 | | 实测值 |
| 1 |  | |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
| 4 |  |
| 5 |  |
| 稳定性： | | | |
|  | | | |

（以下空白）

# 附录C

# 电压示值误差的不确定度评定

C.1 测量概述

C.1.1 评价依据：依据JJF 1059.1-2012《测量不确定度的评定与表示》标准进行评定。

C.1.2 测量环境：温度25℃，湿度：40%RH。

C.1.3 测量标准

交流高压测量系统，电压测量范围：（0~200）kV，准确度等级：0.2级。

C.1.4 被测对象

调频串联谐振试验装置，电压输出范围：（0~108）kV，分辨力：0.1kV。

C.1.5 测量方法

使用交流高压测量系统，在规定的校准条件下对一套调频串联谐振试验装置进行校准，分别读取试验装置的显示值与测量系统的显示值。

C.2 测量模型

电压示值误差测量模型：

 （C.1）

式中：

——试验装置电压示值的相对误差，%；

——试验装置电压示值，kV；

——标准器电压标准值，kV。

C.3 不确定度传播率

 （C.2）

式中：灵敏系数,

C.4 各输入量标准测量不确定度分量的评定

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度分量*u*1rel的评定

在规定测量条件下，调节试验装置达到谐振状态并输出试验电压为100kV,记录交流高压测量的测量值，对被校装置100kV点重复测量10次，测得结果如下：

表1 测量重复性数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 读数（kV） | 100.85 | 100.80 | 100.89 | 100.92 | 100.83 |
| 测量次数 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 读数（kV） | 100.89 | 100.94 | 100.86 | 100.83 | 100.88 |



标准偏差为

因此由测量重复性引入的不确定度分量：

C.4.2 被校试验装置分辨力引入的标准不确定度分量*u*2rel的评定

被校试验装置分辨力为0.1kV，不确定度区间半宽0.05kV，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量为：



因测量重复性与分辨力评定有重叠部分，取其大者为影响因素。

C.4.3 标准器引入的标准不确定度分量*u*3rel的评定

标准器的准确度等级为0.2级，在区间内可认为服从均匀分布，则标准器引入的标准不确定度分量为：



C.5 计算合成标准测量不确定度*u*c

C.5.1 各输入量标准不确定度分量汇总表

各输入量标准不确定度分量如表C.1所示。

表C.1标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | *u*1*rel* | A | 被校试验装置重复性带来的不确定度 | 正态 | 0.03% |
| 2 | *u*2*rel* | B | 被校试验装置分辨力带来的不确定度 | 均匀 | 0.03% |
| 3 | *u*3*rel* | B | 交流高压测量系统准确度带来的不确定度 | 均匀 | 0.12% |

C.5.2 计算合成标准测量不确定度*u*c

由于各输入量相互独立，则合成标准测量不确定度*u*c



C.6 计算扩展测量不确定度

取包含因子*k*=2，电压示值误差的扩展不确定度为：

 *k=2*