**中华人民共和国国家计量技术规范**

**JJF××××-××××**

伏秒发生器校准规范

**Calibration Specification for Volt-second Source**

20××-××-××发布 20××-××-××实施

**国家市场监督管理总局 发布**

伏秒发生器校准规范

Calibration Specification for Volt Second Generator

JJF ××××-××××

归 口 单 位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：中国测试技术研究院

参加起草单位：

本规程委托全国电磁计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

参加起草人：

目 录

[1 范围 1](#_Toc81582741)

[2 引用文件 1](#_Toc81582742)

[3术语和计量单位 1](#_Toc81582743)

[3.1零点电压 1](#_Toc81582744)

[3.2零点电压漂移 1](#_Toc81582745)

[4概述 1](#_Toc81582746)

[5 计量特性 2](#_Toc81582747)

[5.1零点电压 2](#_Toc81582748)

[5.2零点电压漂移 2](#_Toc81582749)

[5.3电压示值误差 2](#_Toc81582750)

[5.4脉冲宽度示值误差 2](#_Toc81582751)

[5.5磁通量示值误差 2](#_Toc81582752)

[6 校准条件 2](#_Toc81582753)

[6.1 环境条件 2](#_Toc81582754)

[6.2 测量标准及其他设备 2](#_Toc81582755)

[7 校准项目和校准方法 3](#_Toc81582756)

[7.1 校准项目 3](#_Toc81582757)

[7.2 校准方法 3](#_Toc81582758)

[8 校准结果的表达 6](#_Toc81582759)

[9 复校时间间隔 7](#_Toc81582760)

[附录A 测量不确定度评定示例 8](#_Toc81582761)

[附录B 校准原始记录格式 12](#_Toc81582762)

[附录C 校准证书内页格式 14](#_Toc81582763)

[附录D 伏秒发生器边沿磁通量误差测量方法 16](#_Toc81582764)

引言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《不确定度评定与表示》编制。

本规范是首次制定的国家计量校准规范。

伏秒发生器校准规范

# 1 范围

本规范适用于电压输出范围为1mV～10V，脉冲宽度输出为0.1ms～10s的伏秒发生器的校准。

# 2 引用文件

本规范引用以下文件。

JJF 1013 磁学计量常用名词术语及定义

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术语和计量单位

## 3.1零点电压

调零后伏秒发生器的输出电压。

## 3.2零点电压漂移

60s内输出零点电压输出的最大变化量。

# 4概述

伏秒发生器是一种可以输出标准脉冲幅度和脉冲宽度的仪器，常用于磁通计的校准。伏秒发生器一般由控制器、数模转换器（DAC）以及运算放大器等组成，如图1所示。控制器控制数模转换器（DAC）通过运算放大器输出标准脉冲幅度和脉冲宽度的脉冲，产生标准等量纲的磁通量，如公式（1）所示。



图1 伏秒发生器原理框图

(1)

式中：

*Φ*——伏秒发生器输出的磁通量，Wb；

——伏秒发生器输出的电压幅度，V；

——伏秒发生器输出的脉冲宽度，s。

# 5 计量特性

## 5.1零点电压

零点电压输出范围：-10μV ~ +10μV。

## 5.2零点电压漂移

零点漂移一般为：0.1μV ~ 5μV。

## 5.3电压示值误差

电压示值误差不超过其标称的最大允许误差，最大允许误差范围一般为：±（0.001~0.1）%。

## 5.4脉冲宽度示值误差

脉冲宽度示值误差不超过其标称的最大允许误差，最大允许误差范围一般为：±（1×10-8~1×10-3）。

## 5.5磁通量示值误差

磁通量示值误差不超过其标称的最大允许误差，最大允许误差范围一般为：±（0.001~0.1）%。

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

# 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：（20±2）℃；

b） 相对湿度：不大于75%；

c） 供电电源：（220±22）V，（50±1）Hz。

注：对于低准确度的伏秒发生器，环境温度条件按也可以参照仪器使用说明书中的规定。

## 6.2 测量标准及其他设备

校准所用仪器设备应经过计量技术机构检定（或校准），并在有效期内。

6.2.1 直流电压表

直流电压表的最大允许误差应不超过被校伏秒发生器输出电压最大允许误差的1/3。

6.2.2频率计数器

频率计数器的测量脉宽的最大允许误差应不超过被校伏秒发生器输出脉冲宽度最大允许误差的1/10。

6.2.3数字存储示波器

数字存储示波器的采样率满足被校伏秒发生器上升沿和下降沿采样的要求。

# 7 校准项目和校准方法

## 7.1 校准项目

表1 校准项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 |
| 1 | 零点电压 | 7.2.2 |
| 2 | 零点电压漂移 | 7.2.3 |
| 3 | 电压示值误差 | 7.2.4 |
| 4 | 脉冲宽度示值误差 | 7.2.5 |
| 5 | 磁通量示值误差 | 7.2.6 |

## 7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

检查被校伏秒发生器的外观及附件。被校伏秒发生器的外观应完好，无影响工作的机械损伤；不缺少影响正常工作的附件。

在进行伏秒发生器校准前，校准装置和被校伏秒发生器应当按说明书进行预热。

7.2.2零点电压

按图2连接，设置伏秒发生器处于无输出脉冲状态，对于有零位调节的伏秒发生器先调零，记录直流电压表的测量值为零点电压。



图2电压校准示意图

7.2.3零点电压漂移

记录60s内输出零点电压输出的最大变化量为零点电压漂移值。

7.2.4电压示值误差

对于伏秒发生器输出是固定点位的电压，每一点电压都要校准；对于电压连续可调的多量程伏秒发生器，一般应选择输出电压准确度最高的量程作为基本量程，其余量程为非基本量程；基本量程一般均匀选择3个点，非基本量程选择量程的20%和100%；也可根据客户要求增加或减少校准点。

按图2连接，设置伏秒发生器处于电压校准状态，根据校准点输出电压；记录直流电压表的测量值，电压示值误差按公式(2)计算：

(2)

式中：

——电压示值误差，V；

——电压示值，V；

——电压标准值，V；

电压相对示值误差按公式(3)计算：

(3)

式中:

——电压相对示值误差。

7.2.5脉冲宽度示值误差

对于伏秒发生器输出是固定点的脉冲宽度，每一点脉冲宽度都要校准；对于脉冲宽度任意设置的多量程伏秒发生器，一般应选择包含被校伏秒发生器脉冲宽度量程上下限的3个点，并使校准点在当前量程均匀分布，也可根据客户要求增加或减少校准点。



图3校准脉冲宽度示意图

按图3连接，设置伏秒发生器为正常输出脉冲状态,设定电压幅度为基本量程的满量程点，根据校准点设定脉冲宽度；频率计数器设置为脉宽测量模式，触发阈值设置为；启动伏秒发生器输出脉冲，记录频率计数器测量值；按公式(4)计算脉冲宽度示值误差：

(4)

式中：

——脉冲宽度示值误差，s；

——脉冲宽度示值，s；

——脉冲宽度标准值，s；

脉冲宽度相对示值误差按公式(5)计算：

(5)

式中:

——脉冲宽度相对示值误差。

7.2.6磁通量示值误差

输出电压幅度参照7.2.4选择校准点，输出脉冲宽度选择参照7.2.5选择校准点；标准磁通量按公式(6)计算：

(6)

式中：

*Φ0* ——磁通量标准值，Wb；

——电压标准值，V；

——脉冲宽度标准值，s；

磁通量的示值误差按公式(7)计算：

(7)

式中：

—— 磁通量示值误差，Wb；

—— 磁通量示值，Wb；

—— 磁通量标准值，Wb。

伏秒发生器边沿产生的磁通量误差影响校准结果时，按照附录D对校准结果进行修正。

示值误差按公式(8)计算：

(8)

式中:

—— 磁通量相对示值误差。

# 8 校准结果的表达

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）证书或报告的唯一性标示（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）本次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。

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。

# 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为12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 测量不确定度评定示例

磁通量示值误差测量结果不确定度评定

A.1 测量不确定度评定方法

根据JJF 1059.1规定的方法，对磁通量示值误差的校准结果进行测量不确定度评定。

A.2 测量模型

式中：

——磁通量示值误差，Wb；

——磁通量示值，Wb；

——输出的电压标准值，V；

——输出的脉冲宽度标准值，s;

A.3测量不确定度的主要来源

磁通量示值误差的测量不确定度的主要来源包括：

1. 电压测量值引入的标准不确定度*u* (*U*）；
2. 脉冲宽度测量值引入的标准不确定度*u*(*T*）。

由于各输入量间不相关，所以合成标准不确定度的计算公式为：

式中灵敏系数为：

A.4 各分量的标准不确定度评定

A.4.1电压测量值引入的标准不确定度

被校伏秒发生器输出电压测量值引入的标准不确定度由测量重复性引入的不确定度和直流电压表测量电压误差引入的不确定度误差组成。

A.4.1.1测量电压重复性引入的不确定度

伏秒发生器输出1V的电压重复性不确定度由实验标准差来表示，在重复条件下，用直流电压表连续测量10次电压的实验标准差：

V

则由测量重复性引入的标准不确定度为：

A.4.1.2直流电压表测量电压引入的不确定度

做10次测量的平均值为：

标准直流电压表测量该电压时的最大允许误差为:

标准直流电压表的不确定度为均匀分布，则

由于测量重复性引入的不确定度和直流电压表测量电压误差引入的不确定度不相关，所以

A.4.2输出脉冲宽度测量值引入的标准不确定度

输出脉冲宽度测量值引入的标准不确定度由测量重复性不确定度和频率计数器测量脉宽不确定度误差组成。

A.4.2.1测量脉宽重复性引入的不确定度

伏秒发生器输出1s的脉冲宽度重复性不确定度由实验标准差来表示，在重复条件下，用频率计数器连续测量10次脉宽的实验标准差：

所以

A.4.2.2频率计数器测量脉宽误差引入的不确定度

做10次测量的平均值为：

频率计数器在测量该脉宽时的最大允许误差为:

频率计数器引入的不确定度为均匀分布，则

由于测量重复性引入的不确定度和频率计数器测量误差引入的不确定度不相关，所以

A.4.3 不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度 | | 灵敏系数 | 标准不确定度分量(Wb) |
| 符号 | 数值 |
| 电压 |  |  |  |  |
| 脉冲宽度 |  |  |  |  |

A.5 合成标准不确定度

伏秒发生器输出的磁通量示值误差的合成标准不确定度：

A.6 扩展不确定度

伏秒发生器输出的磁通量示值误差的扩展不确定度：

式中： ——包含因子。

取*k*=2，则磁通量示值误差的扩展不确定度：

# 附录B 校准原始记录格式

伏秒发生器校准原始记录

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 委托单位 |  | | | | 记录编号 |  |
| 样品名称 |  | | | | 校准日期 |  |
| 型号规格 |  | | | | 校准地点 |  |
| 出厂编号 |  | | | | 环境温度 | ℃ |
| 制造厂家 |  | | | | 相对湿度 | % |
| 校准依据 |  | | | |  |  |
| 校准所使用的主要测量标准： | | | | | | |
| 名 称 | | 测量范围 | 出厂编号 | 不确定度/  准确度等级 | 证书编号 | 证书有效期至 |
|  | |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |

1.外观及工作正常性检查

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 结果 |
| 外观 |  |
| 工作正常性 |  |

2.零点电压

|  |  |
| --- | --- |
| 量程 | 零点电压/μV |
|  |  |

3.零点漂移

|  |  |
| --- | --- |
| 量程 | 零点漂移/μV |
|  |  |

4. 电压示值误差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程/V | 标准值/V | 示值/V | 示值误差/V | 测量不确定度/V  *k*=2 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

5. 脉冲宽度示值误差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程/s | 标准值/s | 示值/s | 示值误差/s | 测量不确定度/s  *k*=2 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

6. 磁通量示值误差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程/Wb | 标准值/ Wb | 示值 / Wb | 示值误差/Wb | 测量不确定度/Wb  *k*=2 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

# 附录C 校准证书内页格式

C.1校准证书第2页格式

证书编号××××-××××

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准机构授权说明 | | | | | |
| 本次校准所使用的主要校准器具： | | | | | |
| 名称 | 编号 | 测量范围 | 不确定度或准确度等级或最大允许误差 | 证书编号 | 有效期至 |
|  |  |  |  |  |  |
| 校准环境条件：  地点：  环境温度： ℃ 相对湿度： % 其它： | | | | | |
| 其它说明： | | | | | |

注：

1. ××××仅对加盖“××××校准专用章”的完整证书负责。
2. 本校准结果，仅对受校样品的本次校准有效。
3. 未经××××许可，不得部分复制本证书。

第×页，共×页

C.2校准证书校准结果页格式

证书编号××××-××××

校准结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.零点电压   |  |  | | --- | --- | | 量程 | 零点电压/μV | |  |  |   2.零点漂移   |  |  | | --- | --- | | 量程 | 零点漂移/μV | |  |  |   3.电压示值误差   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程/V | 标准值/V | 示值/V | 示值误差/V | 测量不确定度/V  *k*=2 | |  |  |  |  |  |   4.脉冲宽度示值误差   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程/s | 标准值/s | 示值/s | 示值误差/s | 测量不确定度/s  *k*=2 | |  |  |  |  |  |   5.磁通量示值误差   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程/Wb | 标准值/ Wb | 示值 / Wb | 示值误差/Wb | 测量不确定度/Wb  *k*=2 | |  |  |  |  |  |   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. 根据客户要求和标准文件的规定，通常情况下 个月校准一次。 |

校准员： 核验员：

第×页，共×页

# 附录D 伏秒发生器边沿对测量结果影响的修正方法

D.1伏秒发生器边沿磁通量误差测量方法



图D.1 测量边沿磁通量误差示意图

示波器捕获脉冲边沿按上图连接，设置伏秒发生器为脉冲输出状态，设定伏秒发生器输出脉冲电压幅度和脉冲宽度。调节示波器量程、采样速率（时基）和触发阈值，使信号在屏幕上得到幅度为屏幕有效高度约80%的稳定脉冲波形，且信号的上升时间能准确读取，捕获信号上升波形；按下示波器“保存”菜单键，选择“波形数据”参数，将上升沿波形数据以EXCEL的文件形式进行存储。伏秒发生器下降沿波形数据参照上升沿波形数据获取、存储。

D.2伏秒发生器边沿磁通量误差的计算方法



图D.2 计算边沿磁通量误差示意图

图D.2为计算伏秒发生器上升沿和下降沿边沿磁通量误差的示意图，图中阴影部分为边沿产生的磁通量误差来源，整个边沿误差计算按下式计算：

（1）

式中：

——边沿磁通量误差，Wb；

——从脉冲底部到脉冲幅度一半的上升沿磁通量，Wb；

——从脉冲幅度一半到脉冲顶部的上升沿磁通量，Wb；

——从脉冲顶部到脉冲幅度一半的下升沿磁通量，Wb；

——从脉冲幅度一半到脉冲底部的下升沿磁通量，Wb。

（2）

式中：

——从脉冲底部到脉冲幅度一半的采集数据的个数；

——采样时间间隔，s；

——从脉冲底部到脉冲幅度一半在第*i*点的采样值，V。

（3）

式中：

——伏秒发生器脉冲幅度；

——从脉冲幅度一半到脉冲顶部稳定处的采集数据的个数；

——采样时间间隔，s；

——从脉冲幅度一半到脉冲顶部第*j*点的采样值，V。

（4）

式中：

——伏秒发生器脉冲幅度；

——从脉冲幅度一半到脉冲顶部稳定处的采集数据的个数；

——采样时间间隔，s；

——从脉冲顶部到脉冲幅度一半第*k*点的采样值，V。

（5）

式中：

——从脉冲幅度一半到脉冲底部的采集数据的个数；

——采样时间间隔，s；

——从脉冲幅度一半到脉冲底部第*l*点的采样值，V。

D.3伏秒发生器边沿对测量结果影响的修正方法

当伏秒发生器边沿产生的磁通量误差不可忽略时，为了消除边沿引入的磁通量测量误差，需要对伏秒发生器的测量结果进行修正：

式中：

*Φ* ——修正后的磁通计测量值，Wb；

*Φc*——修正前的磁通计测量值，Wb。

——边沿磁通量误差，Wb；