

JJG

中国航天工业总公司航天计量检定规程

JJG (航天) 51 - 1999



20011652

交流标准电流源检定规程

Verification regulation for AC standard current source

1999 - 05 - 17 发布

1999 - 08 - 31 实施

中国航天工业总公司 发布

1 范围

1.1 主题内容

本检定规程规定了交流标准电流源的技术要求、检定条件、检定项目、检定方法、检定结果的处理和检定周期。

1.2 适用范围

本检定规程适用于新制造、新购置、使用中和修理后的交流标准电流源，也适用于多功能标准源交流电流功能的检定。

2 引用文件

本章无条文。

3 定义

本章无条文。

4 一般要求

4.1 被检测量器具的用途和原理

交流标准电流源（以下简称被检源）可作为交流电流的标准，用于检定交流电流表和交流电流源。其工作原理主要采用电压-电流转换原理。

4.2 技术要求

4.2.1 外观及附件

被检源的外观应完好，无影响正常工作的机械损伤，其附件和使用说明书应齐全。

4.2.2 工作正常性

通电后被检源应能正常工作，各种指示应正确，输出电流范围应符合要求。

4.2.3 技术指标

- a. 电流范围：10 μ A~20A；
- b. 频率范围：10Hz~20kHz；
- c. 电流示值误差：不优于 3×10^{-5} ；
- d. 电流稳定性：不优于 3×10^{-5} ；
- e. 负载调整率：不优于 1×10^{-5} ；

- f. 电流最高分辨力: 不优于 1nA;
- g. 频率示值误差: 不优于 1×10^{-5} ;
- h. 波形失真度: 不优于 1×10^{-4} 。

4.3 检定条件

4.3.1 环境条件

- a. 环境温度: 24h 误差和稳定性检定时为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 其它技术指标检定时为 $20 \pm 5^\circ\text{C}$;
- b. 相对湿度: 20%~75%;
- c. 大气压强: 86~106kPa;
- d. 交流供电电压: $220 \pm 22\text{V}$;
- e. 交流供电频率: $50 \pm 1\text{Hz}$;
- f. 其他: 周围无影响检定系统正常工作的机械振动和电磁干扰。应避免阳光直接照射。

4.3.2 检定用设备

检定所用设备必须经过计量技术机构检定合格, 并在有效期内。标准设备的测量范围要覆盖被检器具的测量范围。标准设备的不确定度应优于被检器具不确定度(允许误差极限)的三分之一。

- a. 标准交流数字电流表;
- b. 标准直流标准电流源;
- c. 电流分流器;
- d. 交直流电压转换仪;
- e. 标准交流标准电流源;
- f. 直流数字电压表;
- g. 交流数字电流表;
- h. 交流标准电阻;
- i. 标准交流数字电压表;
- j. 频率计;
- k. 失真度仪。

5 详细要求

5.1 检定项目

5.1.1 周期检定项目

- a. 外观及附件的检查;
- b. 工作正常性的检查;
- c. 电流示值误差。

5.1.2 首次检定项目

除周期检定项目外应增加如下项目:

- a. 电流稳定性;
- b. 电流最高分辨力;

- c. 频率示值误差;
- d. 负载调整率;
- e. 波形失真度。

5.1.3 修理后检定项目

除周期检定项目外, 可视修理情况增加有关的检定项目。

5.2 检定方法

5.2.1 外观及附件的检查

用目视法检查被检源的外观及附件, 其结果应符合 4.2.1 条的规定。

5.2.2 工作正常性的检查

5.2.2.1 被检源应在 4.3.1 条规定的条件下放置 24h 以上。

5.2.2.2 被检源各开关及各功能键的功能应正常。

5.2.2.3 按说明书要求通电预热, 检查各种电气工作性能。

5.2.2.4 用交流数字电流表从低量程到高量程检查被检源各量程的输出电流范围, 检查输出电流示值、频率显示和单位符号显示是否正常。

5.2.3 电流示值误差

交流标准电流源示值误差表示为 24h 误差、30d 误差、90d 误差、0.5a 误差或 1a 误差。若在某段时间之初经调整后, 测量示值误差合格, 在这段时间之中不作调整, 并且在这段时间之末再次测量示值误差合格, 则这段时间的示值误差合格。例如 24h 误差合格或 1a 误差合格。

5.2.3.1 选择检定点

a. 选被检源准确度最高的一个频率点, 对其基本量程的五至十个点 (包括量程上限点和十分之一量程点在内)、非基本量程的三至五个点 (包括量程上限点和十分之一量程点在内) 进行检定;

b. 在被检源每个频段的上下限频率上, 对每个量程的量程上限点和十分之一量程点进行检定;

c. 也可根据用户要求适当增加检定点。

5.2.3.2 比较测量法

5.2.3.2.1 比较测量法检定线路连接见图 1。

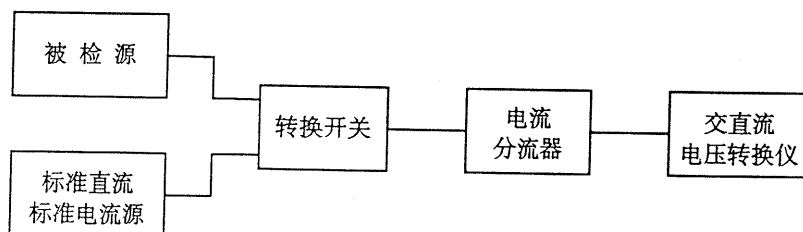


图 1

5.2.3.2.2 以交直流电压转换仪、电流分流器和标准直流标准电流源为检定标准装置, 测量被检源的输出电流 I_t , 测量结果为 I_r 。

5.2.3.2.3 按式 1 和式 2 计算被检源的电流示值误差。

$$\Delta I = I_t - I_r \dots\dots\dots (1)$$

$$\gamma_1 = \frac{I_t - I_r}{I_r} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中: ΔI ——被检源的电流示值绝对误差, A;

I_t ——被检源输出电流的示值, A;

I_r ——标准装置的电流测量结果, A;

γ_1 ——被检源的电流示值相对误差。

5.2.3.3 直接测量法

5.2.3.3.1 直接测量法检定线路连接见图 2。

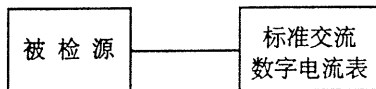


图 2

5.2.3.3.2 以标准交流数字电流表为检定标准装置测量被检源输出电流, 记录标准交流数字电流表读数 I_r 和被检源的输出电流 I_t 。

5.2.3.3.3 按式 1 和式 2 计算被检源的电流示值误差。

5.2.3.4 替代法

5.2.3.4.1 替代法检定线路连接见图 3、图 4。

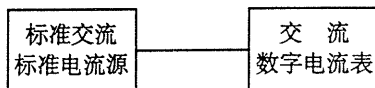


图 3

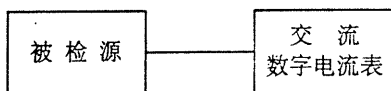


图 4

5.2.3.4.2 调标准交流标准电流源为检定点电流, 用交流数字电流表测量标准交流标准电流源的输出电流。记录交流数字电流表读数 I_1 和标准交流标准电流源输出电流的示值 I_2 。

5.2.3.4.3 调被检源为检定点电流, 用同一交流数字电流表测量被检源输出电流。记录交流数字电流表读数 I_3 和被检源读数 I_t 。

5.2.3.4.4 按式 3 和式 4 计算被检源的电流示值误差。

$$\Delta I = I_t - (I_3 - I_1 + I_2) \dots\dots\dots (3)$$

$$\gamma_1 = \frac{I_t - (I_3 - I_1 + I_2)}{I_3 - I_1 + I_2} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中: I_1 ——图 3 中交流数字电流表读数, A;

I_2 ——图 3 中标准交流标准电流源输出电流的示值, A;

I_3 ——图 4 中交流数字电流表读数, A。

5.2.3.5 电流电压转换法

5.2.3.5.1 电流电压转换法检定线路连接见图 5。

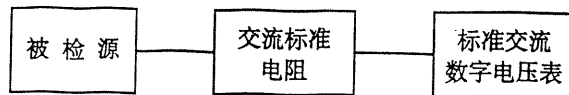


图 5

5.2.3.5.2 用标准交流数字电压表, 通过交流标准电阻测量被检源输出电流。记录标准交流数字电压表读数 U_r 和被检源输出电流示值 I_t 。

5.2.3.5.3 按式 5 和式 6 计算被检源的电流示值误差。

$$\Delta I = I_t - U_r / R_N \dots\dots\dots (5)$$

$$\gamma_I = \frac{I_t - U_r / R_N}{U_r / R_N} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中: U_r ——标准交流数字电压表读数, V;

R_N ——图 5 中的交流标准电阻值, Ω 。

5.2.3.6 检定方法选用

上述四种方法具有同等效力, 可根据设备具体情况选用。

5.2.4 电流稳定性

5.2.4.1 选择检定点

选准确度最高的一个频率点, 对每个量程的量程上限点进行检定。

5.2.4.2 测量方法

电流稳定性一般表示为 10min 稳定性或 24h 稳定性。检定线路与示值误差检定线路相同, 选择其中一种检定线路, 在上述时间内对于被检源同一示值观察相应标准值的变化, 按式 7 和式 8 计算被检源的稳定性。

$$\Delta I_{st} = I_{max} - I_{min} \dots\dots\dots (7)$$

$$\gamma_{st} = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_r} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中: ΔI_{st} ——被检源稳定性的绝对量, A;

I_{max} ——在一定时间内, 对被检源同一示值, 标准值的最大值, A;

I_{min} ——在一定时间内, 对被检源同一示值, 标准值的最小值, A;

γ_{st} ——被检源稳定性的相对量。

5.2.5 电流最高分辨力

5.2.5.1 选择检定点应选择最小量程的十分之一电流值, 最低频率点、最高频率点和准确度最高的频率点。

a. 按图 1 或图 3 连接检定线路, 检定所用标准装置的分辨力不大于被检源最高分辨力的三分之一;

b. 调被检源为检定点电流, 用检定所用标准装置测量这个电流值, 测量结果为 I_4 ;

c. 调被检源使其显示值在末位变化 1 个字, 记录标准装置的测量结果为 I_5 。

5.2.5.2 按式 9 计算被检源的最高分辨力。

$$\Delta I_{res} = |I_5 - I_4| \dots\dots\dots (9)$$

式中: ΔI_{res} ——被检源的最高分辨力, A;

I_4 ——被检源为检定点电流时, 检定装置的测量结果, A;

I_5 ——被检源末位变化 1 个字时, 检定装置的测量结果, A。

5.2.6 频率示值误差

5.2.6.1 选择检定点应选每个频率段最高频率点、准确度最高的频率点和最低频率点。

5.2.6.2 按图 6 连接检定线路, R_S 为取样电阻。

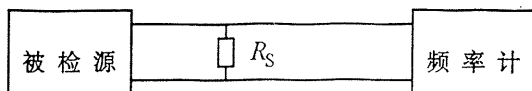


图 6

5.2.6.3 用频率计测量被检源输出电流频率值, 记录频率计读数 f_r 和被检源频率示值 f_i 。

5.2.6.4 按式 10 计算频率示值误差

$$\Delta f = f_i - f_r \dots\dots\dots (10)$$

式中: Δf ——被检源频率示值误差, Hz;

f_i ——被检源频率示值, Hz;

f_r ——频率计读数, Hz。

5.2.7 负载调整率

5.2.7.1 按图 7 连接检定线路, R_L 为负载电阻。

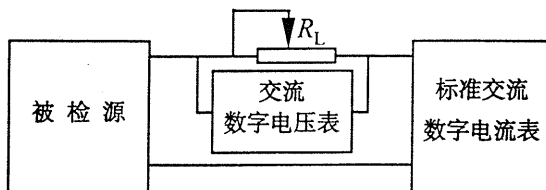


图 7

5.2.7.2 选择每个量程的满量程电流值, 准确度最高的频率点。

5.2.7.3 在被检源输入电压为 220V 时, 测量空载和额定负载两种情况下测量检定点的电流示值。

5.2.7.4 按式 11 计算负载调整率

$$S_L = \left| \frac{I_7 - I_6}{I_6} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中: S_L ——被检源的负载调整率;

I_6 ——被检源的空载输出电流, A;

I_7 ——被检源的额定负载输出电流, A。

5.2.8 波形失真度

5.2.8.1 按图 8 连接检定线路, R_S 为取样电阻。

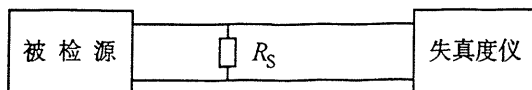


图 8

测量满载下检定点的失真度。

5.3 检定结果的处理和检定周期

5.3.1 检定结果的处理

经检定合格的被检源出具校准/检定证书, 不合格的要注明不合格的项目。

5.3.2 检定周期

交流标准电流源的检定周期为一年, 修理后应检定合格才能使用。

附加说明:

本规程由中国航天工业总公司提出。

本规程由中国航天工业总公司七〇八所归口。

本规程由中国航天工业总公司五院五一四所负责起草。

本规程主要起草人: 顾世红、赵文峰。

本规程主要审查人: 李继东、刘利华、孙全义。