

福建省地方计量技术规范

JJF (闽) 1076—2016

热继电器测试仪校准规范

Calibration Specification for testers of thermal electrical relays

2016-01-15 发布

2016-03-15 实施

福建省质量技术监督局 发布

**热继电器测试仪
校准规范**
**Calibration Specification for
testers of thermal electrical relays**

JJF (闽)1076—2016

本规范经福建省质量技术监督局于2016年01月15日批准,并自2016年03月15日起施行。

归口单位:福建省质量技术监督局

主要起草单位:福建省计量科学研究院

本规范委托起草单位负责解释

本规范主要起草人:

吕光明 (福建省计量科学研究院)

张杰梁 (福建省计量科学研究院)

参加起草人:

董小龙 (福建省计量科学研究院)

赵斯衍 (福建省计量科学研究院)

林 勇 (福建省计量科学研究院)

目 录

| | |
|-------------------------------|----|
| 引言..... | 1 |
| 1 范围..... | 2 |
| 2 引用文件..... | 2 |
| 3 概述..... | 2 |
| 4 计量特性..... | 2 |
| 4.1 基本误差..... | 2 |
| 4.2.2 输出电流稳定度..... | 3 |
| 4.3 试验持续(保持)时间..... | 3 |
| 4.4 绝缘电阻..... | 3 |
| 4.5 工频耐压试验..... | 3 |
| 5 校准条件..... | 3 |
| 5.1 环境条件..... | 3 |
| 5.2 校准用主要设备..... | 4 |
| 6 校准项目和校准方法..... | 4 |
| 6.1 校准前的准备工作..... | 4 |
| 6.2 基本误差校准..... | 5 |
| 6.2.3 输出电流稳定度..... | 6 |
| 6.3 试验持续(保持)时间的校准..... | 6 |
| 7 校准结果表达..... | 6 |
| 8 复校时间间隔..... | 7 |
| 附录 A 热继电器测试仪校准记录格式..... | 8 |
| 附录 B 热继电器测试仪校准结果内页格式..... | 9 |
| 附录 C 热继电器测试仪示值误差不确定度评定实例..... | 10 |

引 言

本规范按照 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》、JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》等基础性系列规范进行制定。在编写的过程中，参照 GB 3102.5 《电学和磁学的量和单位》的要求对各物理量和单位进行正确描述。

本规范主要参考 GB 14048.4-2010 《低压开关设备和控制设备，第 4-1 部分：接触器和电动机起动器机电式接触器和电动机起动器（含电动机保护器）》、GB/T 14598.15-1998 《电气继电器，第 8 部分：电热继电器》和 JB/T 8627-2007 《双金属片式热过载继电器》编制而成。

本规范为首次制定。

热继电器测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于单相和三相热继电器测试仪(以下简称测试仪)的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

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

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

GB 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全，第 1 部分：通用要求

GB 14048.4-2010 低压开关设备和控制设备，第 4-1 部分：接触器和电动机起动器
机电式接触器和电动机起动器（含电动机保护器）

GB/T 14598.15-1998 电气继电器，第 8 部分：电热继电器

JB/T 8627-2007 双金属片式热过载继电器

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

热继电器测试仪（又称为电动机保护器测试仪）是技术检测机构、科研部门、电力建设和检修部门的重要仪器设备，其主要用于热继电器的研究、测试和整定。热继电器测试仪的工作原理是通过测试热继电器状态发生变化时的电流值、从电流的施加到状态发生变化所持续（保持）时间等参数，来保证热继电器为电动机或其它电气设备提供保护。

4 计量特性

4.1 基本误差

热继电器测试仪输出电流最大允许误差用以下形式表示。

4.1.1 用绝对误差的形式表示：

$$\Delta = \pm(a\%I_x + b\%I_m) \quad (1)$$

式中： Δ —测试仪输出电流绝对误差；

I_x —测试仪输出电流示值；

I_m —测试仪电流满量程值；

a —与测试仪输出电流示值有关的系数；

b —与测试仪电流满量程值有关的系数。

4.1.2 用相对误差的形式表示：

$$\gamma = \pm(a\% + b\% \frac{I_m}{I_x}) \quad (2)$$

式中： γ —测试仪输出电流相对误差。

4.2 热继电器测试仪电流准确度等级

4.2.1 热继电器测试仪的准确度等级根据测试仪电流示值有关的系数 a 的大小来划分，共分为0.2级、0.5级、1.0级、2.0级，最少应有 $3\frac{1}{2}$ 位数字显示，且 $b \leq 0.2a$ 。

4.2.2 输出电流稳定度

测试仪的实验电流每分钟的最大变化值不应超过允许误差绝对值的1/2。

4.2.3 直流暂态分量

测试仪输出电流不应含有直流电流，交流中的直流暂态分量应小于相应点的最大允许误差。

4.3 试验持续（保持）时间

热继电器测试仪时间校准

| 校准点 (s) | 校准设备最大允许相对误差 (%) |
|--------------------|------------------|
| 1200 (或测试仪近最大计量时间) | ± 0.2 |
| 120 | ± 0.2 |
| 10 | ± 0.2 |

4.4 绝缘电阻

在非工作状态下，测试仪的电源端子对外壳的金属部分在500V直流电压下的绝缘电阻值不应低于20 M Ω 。

4.5 工频耐压试验

测试仪电源带电极与外壳之间施加50Hz、2.5kV正弦波电压，历时1min，应无闪烁、飞弧、击穿现象。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

5.1.2 相对湿度：不大于85%；

5.1.3 应无影响测试仪正常工作的外电场、外磁场；

5.1.4 供电电源:

- a) 电压: 变化不超过电源额定电压的 $\pm 10\%$;
- b) 频率: (50 ± 0.5) Hz;
- c) 波形: 正弦, 波形失真度不大于 5%。

5.2 校准用主要设备

5.2.1 交流数字电流表和标准电流互感器

交流电流的测量可选择交流数字电流表, 当交流数字电流表的量程无法满足要求时, 可选用标准电流互感器来扩展量程。所用的校准装置应能保证电流校准时的测量扩展不确定度 ($k=2$) 不超过测试仪输出电流最大允许误差的 $1/3$ 。

5.2.2 记忆示波器和秒表(或其它时间计量设备)

记忆示波器用于校准测试仪的计时功能, 当记忆示波器时间测量范围无法满足校准要求时, 可采用秒表(或其它时间计量设备)进行校准。

5.2.3 交直流电压表

交直流电压测量准确度应优于 0.1 级。

5.2.4 耐电压测试仪

耐压测试仪的准确度等级应不低于 5 级。

5.2.5 绝缘电阻表

绝缘电阻表的准确度等级应不低于 10 级。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前的准备工作

6.1.1 外观和通电检查

6.1.1.1 外观检查, 不能有影响工作性能的机械损伤, 测试仪上应标有产品名称、型号、制造厂名称或商标、出厂编号等。

6.1.1.2 测试仪应具有实时输出电流显示、试验计时等参数功能。

6.1.1.3 通电检查, 所有开关、按钮及输出端口应可靠。电气工作性能正常, 显示笔画应完整无缺。经预热后, 应能正常工作。

6.1.2 安全性能

6.1.2.1 绝缘电阻的测定

测试仪处于非工作状态, 开关置于接通位置。在电源带电极与外壳之间施加 500V 的直流实验电压, 测得的绝缘电阻应大于 $20 \text{ M}\Omega$ 。

6.1.2.2 工频耐压试验

测试仪处于非工作状态，开关置于接通位置。将耐压测试仪的漏电保护动作电流置于 5mA，两测试端分别与测试仪的工作电源端和外壳相连接。调节试验电压平稳上升到 2.5kV，保持 1min，不应出现闪烁、飞弧和击穿现象。

6.2 基本误差校准

6.2.1 输出电流的校准

采用交流数字电流表进行校准时，按图 1 进行接线。当交流数字电流表量程无法满足要求时，可采用其与标准电流互感器组成的测量系统（以下简称测量系统）进行校准，并按图 2 进行接线。一般情况下，校准点应根据热继电器测试仪电流量程进行选择。用于热继电器整定的基本量程范围内均匀选取 10 个校准点；在非基本量程取 3~5 个点，亦可根据用户要求进行选择校准点，但不得少于 3 个校准点。

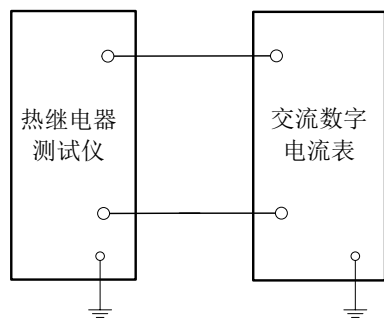


图 1 采用交流数字电流表校准时的接线图

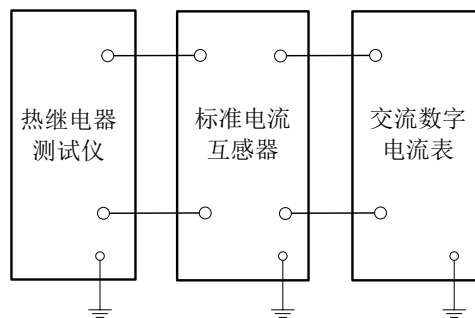


图 2 采用测量系统校准时的接线图

热继电器测试仪电流示值绝对误差按式 (3) 计算：

$$\Delta I = I - I_0 \quad (3)$$

式中：

ΔI — 测试仪电流示值误差；

I — 测试仪电流显示值；

I_0 — 标准器电流读数。

热继电器测试仪电流示值相对误差按式 (4) 计算：

$$\gamma_i = \frac{I - I_0}{I_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

γ_i — 热继电器测试仪电流的相对误差。

6.2.2 输出电流稳定度

测试仪应采用厂家电流输出所配专用线进行连接, 保证输出电流最大值应能达到测试仪最大输出要求。再选定热继电器 $1.5I_e$ 整定 (需长时间实验) 用最大电流值, 保持周围环境条件不变和输出不作调整, 在 1min 内, 测试仪输出电流最大变化值不应大于相应点的最大允许误差的 1/2。

按图进行接线, 调节热继电器测试仪输出电流到额定电流值, 1min 内读取电流表不少于 6 个读数, 并按式 (5) 计算出该测试仪输出电流最大变化值。

$$S_{I_x} = I_{\max} - I_{\min} \quad (5)$$

式中:

S_{I_x} —测试仪输出电流最大变化值;

I_{\max} —测试仪输出电流最大值;

I_{\min} —测试仪输出电流最小值;

6.2.3 直流暂态分量测试

直流暂态分量可在校准输出电流稳定度时, 通过测量直流电流和交流电流 (峰值) 比值得到。

6.3 试验持续 (保持) 时间的校准

在计时较短时可用记忆示波器进行校准 (500 秒内), 而计时较长 (500 秒以上) 可用秒表 (或其它时间计量设备) 校准。一般情况下校准 10、120 和 1200 秒 (或近最大计量时间), 试验持续 (保持) 时间间隔亦可根据用户要求选择测试点。热继电器测试仪时间间隔的示值误差按式 (6) 计算:

$$\Delta T = T_x - T_n \quad (6)$$

式中:

ΔT —测试仪试验持续 (保持) 时间间隔的示值误差;

T_x —测试仪试验持续 (保持) 时间间隔显示值;

T_n —测试仪试验持续 (保持) 时间间隔实际值。

7 校准结果

7.1 校准原始记录及证书的格式参见附录 A、附录 B

7.2 数据修约

被校测试仪的误差数据计算后,应采取 4 舍 5 入及偶数法则进行修约,末位数修约到被校测试仪基本误差极限的 1/10 位。判断测试仪的误差是否超过基本误差极限时,应以修约后的数据为依据。

7.3 校准结果应在校准证书上反应,校准证书至少包括以下信息:

- a) 标题:校准证书;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果不在实验室内进行校准);
- d) 校准证书的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- e) 送校单位的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期;
- h) 对校准所依据的技术规范的标识,包括名称及代号;
- i) 本次校准所使用的计量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准时环境的描述;
- k) 校准项目、校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 校准证书签发人的签名、核验人的签名、批准人的签名以及签发日期;
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- n) 未经实验室书面批准,不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般为 1 年。送检单位也可根据实际使用情况,自主决定复校时间间隔。

附录 C

热继电器测试仪输出电流示值误差评定实例

C1 热继电器测试仪输出电流示值误差评定分析

C1.1 概述

C1.1.1 测量环境：温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%。

C1.1.2 测量标准：标准电流互感器，数字多用表。

C1.1.3 被测对象：热继电器测试仪（1.0 级）。

C1.1.4 测量方法：以准确度为 0.05S 级、量限为 200A/1A 的标准电流互感器与 FLUKE 公司生产的 8508A 数字多用表组成标准电流测量系统，对热继电器测试仪输出电流 200A 点进行校准。

C1.2 测量模型

$$\Delta I = I_x - kI_0$$

式中： ΔI —示值误差；

I_x —热继电器测试仪输出电流值；

k —电流互感器的变比值；

I_0 —数字多用表读数值。

C1.3.1 标准不确定度分量的评定 u_1 C1.3.1.1 测量重复性引入的不确定度 u_{x1}

将标准电流互感器与数字多用表作为标准器，在 200A 交流电流档对热继电器测试仪输出电流进行校准，在重复条件下进行 10 次独立测量得到测量数据如表 C1.1 所示。

表 C1.1

| 次数 | 电流值(A) | 次数 | 电流值(A) |
|----|--------|----|--------|
| 1 | 200.21 | 6 | 200.25 |
| 2 | 200.22 | 7 | 200.29 |
| 3 | 200.27 | 8 | 200.23 |
| 4 | 200.23 | 9 | 200.22 |
| 5 | 200.21 | 10 | 200.26 |

根据公式

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_{xi} - \bar{I}_x)^2}{n-1}}$$

可得： $u_x = 0.0273A$ 。

C1.3.1.2 被测热继电器测试仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{x2} 评定

由于标准电流互感器和数字多用表组成的标准电流测量系统显示位数比被测多一个有效位数，因此其分辨力影响只有被测表的十分之一，且在重复测量中已经的得到体现，因此可不与考虑。被测热继电器测试仪 200A 点的最小分辨力为 0.01A，其在 $\pm 0.01A$ 的区间为均匀分布。

$$\text{故 } u_{x2} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058A$$

被测热继电器测试仪的重复性测量引入的不确定度 u_{x1} 比被测热继电器测试仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{x2} 大，因此采用被测热继电器测试仪的重复性测量引入的不确定度 u_{x1} 作为不确定度，即

$$u_1 = 0.0273A$$

C1.3.2 FLUKE 公司生产的 8508A 数字多用表交流电流示值误差引入的不确定度 u_2

按数字多用表说明书的技术要求，实验室环境温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 时，最大允许误差 $\varepsilon = \pm (\text{测量值的 } 0.062\% + \text{量程的 } 0.01\%)A$ ，当校准点为 1A 时，选择 2A 档，可得 $\varepsilon_1 = \pm (1 \times 0.062\% + 2 \times 0.01\%)A = \pm 0.00082A$ ，区间的半宽 $a = 0.00082A$ ，由该仪器的最大允许误差引入的不确定度可按均匀分布估计为：

$$u_2 = a/k = 0.00082A / \sqrt{3} = 0.000473A。$$

C1.3.3 标准电流互感器准确度引入的不确定度 u_3

标准电流互感器的准确度为 0.05S 级，在测量值为 200A 时的最大允许误差 ε 为 $\pm (200 \times 0.05\%)A = \pm 0.1A$ ，区间的半宽 $a = 0.1A$ ，由标准电流互感器准确度引入的不确定度可按均匀分布估计为：

$$u_3 = a/k = 0.1A / \sqrt{3} = 0.0577A。$$

C1.4 不确定度分量一览表 C1.2

表 C1.2

| 序号 | 来源 | 符号 | u_i (A) | 灵敏系数 c_i |
|----|-------------------|-------|-----------|------------|
| 1 | 测量重复性 | u_1 | 0.0279 | 1 |
| 2 | 数字多用表交流 电流示值误差 | u_2 | 0.000473 | -200 |
| 3 | 标准电流互感器 准确度 | u_3 | 0.0577 | -1 |

C1.5 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2 + (c_3 u_3)^2} = 0.114A$$

C1.6 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = k u_c = 2 \times 0.114A = 0.23A$$

C1.7 测量结果及其表示

用准确度为 0.05S 级、量程为 200A/1A 的标准电流互感器与 FLUKE 公司生产的 8508A 数字多用表组成交流标准电流测量系统校准热继电器测试仪输出电流为 200A 时，其示值误差的扩展不确定度：

$$U = 0.23A, k=2。$$

C2 热继电器测试仪输出电流示值误差不确定度分析

C2.1 概述

C2.1.1 测量环境：温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%。

C2.1.2 测量标准：仪表电能表检定装置校验仪，其电流测量准确度 0.05 级。

C2.1.3 被测对象：热继电器测试仪（1.0 级）。

C2.1.4 测量方法：测量采取被测对象输出电流至测量标准。

C2.2 测量模型

$$\Delta I = I_X - I_N$$

式中： ΔI —热继电器测试仪示值误差；

I_X —热继电器测试仪输出电流显示值；

I_N —仪表电能表检定装置校验仪读数值。

C2.3 各输入量的标准不确定度的评定

根据测量模型，被测仪表的不确定度将取决于输入量 u_X ， u_N 的不确定度。

C2.3.1 被测热继电器测试仪的重复性测量引入的不确定度 u_{X1} 的评定

输入量 u_{X1} 的标准不确定度的来源主要是由被测热继电器测试仪的重复性测量引起的。输出电流显示值为 100.00A，通过仪表电能表检定装置校验仪在重复条件测得 10 次实际电流值见表 C2.3。

表 C2.3

| 次数 | 电流值(A) | 次数 | 电流值(A) |
|----|--------|----|--------|
| 1 | 99.707 | 6 | 99.703 |
| 2 | 99.704 | 7 | 99.695 |
| 3 | 99.706 | 8 | 99.709 |
| 4 | 99.697 | 9 | 99.703 |
| 5 | 99.704 | 10 | 99.702 |

根据公式:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_{xi} - \bar{I}_x)^2}{n-1}}$$

可得: $u_{x1} = 0.0043A$ 。

C2.3.2 被测热继电器测试仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{x2} 评定

由于仪表电能表检定装置校验仪显示位数比被测多一个有效位数,因此其分辨力影响只有被测表的十分之一,且在重复测量中已经的得到体现,因此可不与考虑。被测热继电器测试仪 100A 点的最小分辨力为 0.01A,其在 $\pm 0.01A$ 的区间为均匀分布。

$$\text{故 } u_{x2} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058A$$

被测热继电器测试仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{x2} 比被测热继电器测试仪的重复性测量引入的不确定度 u_{x1} 大,因此采用被测热继电器测试仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{x2} 作为被测热继电器测试仪的重复性测量引入的不确定度:

$$\text{即 } u_x = 0.0058 A$$

C2.4 仪表电能表检定装置校验仪测量交流电流示值误差引入的不确定度 u_N

按仪表电能表检定装置校验仪说明书的技术要求,实验室环境温度为 $(20 \pm 5)^\circ C$ 时,最大允许误差 $\varepsilon = \pm$ (测量值的 0.05%+量程的 0.01%)A,当校准点为 100A 时,选择 100A 档,可得 $\varepsilon_1 = \pm (100 \times 0.05\% + 100 \times 0.01\%)A = \pm 0.06A$,区间的半宽 $a = 0.06A$,由该仪器的最大允许误差引入的不确定度可按均匀分布估计为:

$$u_N = a/k = 0.06A/\sqrt{3} = 0.0347A。$$

不确定度分量见表 C2.4

表 C2.4

| 序号 | 来源 | 符号 | u_i (A) | 灵敏系数 c_i |
|----|----------------------|-------|-----------|------------|
| 1 | 测试仪分辨力 | u_x | 0.0058 | 1 |
| 2 | 仪表电能表检定装置校验仪交流电流示值误差 | u_N | 0.0347 | -1 |

C2.5 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{(c_1 u_x)^2 + (c_2 u_N)^2} = 0.0352A$$

C2.6 扩展不确定度

取 $k=2$, 则扩展不确定度:

$$U=ku_c=2\times 0.0352\text{A}=0.071\text{A}$$

2.11 测量结果及其表示

用仪表电能表检定装置校验仪校准热继电器测试仪输出电流为 100A 时，其示值误差的扩展不确定度： $U=0.071\text{A}$ ， $k=2$ 。
