

直流电焊机现场校准规范

¹闵翔凤 ²杨大川 ³杜宏宇

¹辽宁东测检测技术有限公司; ²华能新能源股份有限公司辽宁分公司; ³辽宁东测检测技术有限公司

[摘要] 由于此设备没有相关的国家或地方校准规范, 故写此校准方法以提供计量校准使用。电焊机主要用于金属焊接, 焊接电流的大小直接关系到焊接件的质量, 对电焊机的校准, 主要是比较实测输出电流与电焊机仪表指示电流或调节器指标电流之间的关系。本校准规范主要用于电焊机上数显电流表和电压表的现场校准, 本校准规范随着测量和监控装置的更新将不断补充。

[关键词] 计量; 校准规范; 电流表; 电压表

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.1238

一、范围

本规范适用于直流电焊机的现场校准。

二、计量特性

1. 示值误差按产品技术指标的要求。

2. 示值重复性按产品技术指标的要求。

三、通用技术要求

(一) 仪器铭牌应标明其制造厂名、商标、名称、型号、规格、出厂编号以及出厂日期, 铭牌应清晰。

(二) 面板应完好、玻璃清晰、不存在任何影响测量性缺陷。

(三) 输出与输入线应紧密连接焊机, 不可出现脱落、松动等影响安全或影响测量准确性的缺陷。

四、计量器具控制

(一) 校准条件

1. 环境条件

校准室内温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, 相对湿度不超过80%, 焊机预热时间不少于10min。

2. 校准用设备

焊机电压表: 钳形电流表电压档或其它高准确度电压表, MPE: $\pm 1\%$ 。

焊机电流表, MPE: $\pm 1\%$ 。

电焊机负载箱或其它电功率负载装置或由电焊工生成稳定电弧。

(二) 校准项目及校准方法

1. 外观: 检查外观和各部分相互作用, 确定没有影响校准计量性能的因素后再进行校准。

2. 示值误差: 仪器按照仪器说明书对仪器进行预热。参照仪器说明书, 用直接比较法进行校准, 在常用范围内均匀选取校准点。用钳形电流表测量电流值, 用钳形电流表测量电压值、测量值与焊机仪表显示值或调节器的示值进行比较。调节电焊机输出电流为 I_X , 即显示值, 钳形电流表的显示读数为 I_N , 计算被测表的绝对误差。

$$\Delta = I_X - I_N$$

式中: Δ ——仪器示值误差;

I_X ——输出电流显示值;

I_N ——钳形电流表标准值。

3. 用可调或不可调负载作为输出负载: 用合适容量的导线将负载箱串接入电焊机的输出回路中(有多个负载箱时应将它们并联成一个)。调整焊接电流, 测量输出回路电流和输出电压。可用调负载时应测量3-5个点, 不可调负载测量1个点。

4. 人工生成稳定电弧作为负载时: 待人工生成的电弧比较稳定时, 读取3-5组数据取平均, 平均值作为该点测量值。

五、校准结果表达

经校准后的电焊机电流电压表, 出具校准证书。

六、复校时间间隔

一般情况下, 校准间隔建议为12个月。用户要求或损伤或有怀疑时应重新校准。

七、振筛机回转半径测量结果的不确定度分析

(一) 概述

1. 测量方法

仪器按照仪器说明书对仪器进行预热。参照仪器说明书, 用直接比较法进行校准, 在常用范围内均匀选取校准点。用钳形电流表测量电流值, 用钳形电流表测量电压值、测量值与焊机仪表显示值或调节器的示值进行比较。

2. 环境条件

校准室内温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, 相对湿度不超过80%, 焊机预热时间不少于10min。

(二) 测量模型

示值误差公式:

$$\Delta = I_X - I_N$$

式中: Δ ——仪器示值误差;

I_X ——输出电流显示值;

I_N ——钳形电流表标准值。

(三) 计量标准不确定度分量

1. 测量重复性引入的标准不确定度 u_1

输入量的不确定度来源主要是仪器测量重复性, 可以通过连续测量得到的测量列, 采用A类评定方法, 对100A连续独立重复测量10次, 得到测量值如下:

100.1A, 100.2A, 100.2A, 100.2A, 100.2A, 100.2A,
100.2A, 100.1A, 100.2A, 100.3A

测量结果的平均值为:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 100.19\text{A}$$

单次测量的标准偏差: $s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 5.67 \times 10^{-2}\text{A}$

平均值的实验标准偏差: $s(\bar{x}) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} = 3.28 \times 10^{-2}\text{A}$

则: $u(I_X) = s(\bar{x})$

$$= 3.28 \times 10^{-2}\text{A}$$

$$= 0.033\%$$

2. 由高精度钳形表准确度引入的标准不确定度 u_2

从高精度钳形表说明书可查到, 钳形表测量100A点的准确

度为：±2%，则测量100A点的最大误差为：±2%，即输入量的可能值分布区间的半宽 $a=2\%$ ，属均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，输入量估计值 I_N 的标准不确定度为：

$$u(I_N) = \frac{a}{k} = 0.012A = 0.012\%$$

(四) 合成标准不确定度

1. 主要标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(X_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(X_i)$	灵敏系数 C_i	分布特征
$u(I_x)$	钳形表的准确度	0.012%	-1	均匀分布
$u(I_N)$	测量重复性	0.033%	1	/

2. 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta) = \left[\frac{\partial V}{\partial I_x} \times u(I_x) \right]^2 + \left[\frac{\partial V}{\partial I_N} \times u(I_N) \right]^2 = [C_1 u(I_x)]^2 + [C_2 u(I_N)]^2$$

$$u_c = \sqrt{0.012^2 + 0.032^2} = 0.351A = 0.35\%$$

取 $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.35\% = 0.70\%$$

八、电压表测量结果的不确定度分析

(一) 概述

1. 测量方法

仪器按照仪器说明书对仪器进行预热。参照仪器说明书，用直接比较法进行校准，在常用范围内均匀选取校准点。用钳形电流表电压档测量电压值，与焊机仪表显示值或调节器的示值进行比较。

2. 环境条件

校准室内温度为 $(20 \pm 5)^\circ C$ ，相对湿度不超过80%，焊机预热时间不少10min。

(二) 测量模型

示值误差公式：

$$\Delta = U_x - U_N$$

式中： Δ ——仪器示值误差；

U_x ——输出电压显示值；

U_N ——钳形电流表标准值。

(三) 标准不确定度分量评定

1. 测量重复性引入的标准不确定度 u_1

输入量的不确定度来源主要是仪器测量重复性，可以通过连续测量得到的测量列，采用A类评定方法，对10V连续独立重复测量10次，得到测量值如下：

10.01V, 10.02V, 10.02V, 10.02V, 10.02V, 10.02V,

10.02V, 10.02V, 10.02V, 10.02V

测量结果的平均值为：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 10.019A$$

$$\text{单次测量的标准偏差: } s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 3.16 \times 10^{-3}A$$

$$\text{平均值的实验标准偏差: } s(\bar{x}) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} = 1.82 \times 10^{-3}A$$

$$\begin{aligned} \text{则: } u(I_x) &= s(\bar{x}) \\ &= 1.82 \times 10^{-3}A \\ &= 0.018\% \end{aligned}$$

2. 由高精度钳形表准确度引入的标准不确定度 u_2

从高精度钳形表说明书可查到，钳形表测量10V点的最大允许误差为：±1%

则测量10V点的最大误差为：±1%，即输入量的可能值分布区间的半宽 $a=1\%$ ，属均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，输入量估计值 U_N 的标准不确定度为：

$$u(U_N) = \frac{a}{k} = 0.0057A = 0.057\%$$

(四) 合成标准不确定度

1. 主要标准不确定度汇总表

2. 合成标准不确定度

标准不确定度分量 $u(X_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(X_i)$	灵敏系数 C_i	分布特征
$u(I_x)$	钳形表的准确度	0.057%	-1	均匀分布
$u(I_N)$	测量重复性	0.018%	1	/

3. 合成标准不确定度计算

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：

$$u_c^2(\Delta U) = \left[\frac{\partial V}{\partial U_x} \times u(U_x) \right]^2 + \left[\frac{\partial V}{\partial U_N} \times u(U_N) \right]^2$$

$$= [C_1 u(U_x)]^2 + [C_2 u(U_N)]^2$$

$$u_c = \sqrt{0.057^2 + 0.018^2} = 0.006A = 0.06\%$$

取 $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.06\% = 0.12\%$$

参考文献：

[1] JJF1001-2011 通用计量术语及定义
 [2] JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示
 [3] JJG(航天)38-1987 直流标准电流源检定规程
 [4] JJG445-86 直流标准电压源检定规程