



北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

工业中控系统设备电参数测量单元 在线计量校准规范

Specification for online measurement and calibration of electrical parameter
measurement units for industrial central control system equipment

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

工业中控系统设备电参数测量单 元在线计量校准规范

JJF(京) XX-XXXX

Specification for online measurement and calibration of
electrical parameter measurement units for industrial
central control system equipment

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：

本规程委托XXXX负责解释

目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量性能.....	(1)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 测量标准及其他设备.....	(2)
6 校准项目和校准方法.....	(2)
6.1 校准项目.....	(2)
6.2 校准方法.....	(3)
7 校准结果表达.....	(7)
8 复校时间间隔.....	(7)
附录 A 校准原始记录格式.....	(8)
附录 B 校准证书内页格式(第 2 页).....	(10)
附录 C 校准证书校准结果页格式(第 3 页).....	(11)
附录 D 示值误差表达式.....	(12)

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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的规定而制定。

本规范为首次发布。

工业中控系统设备电参数测量单元在线计量校准规范

1 范围

本规范适用于工业中控系统设备电参数测量单元中输入信号为直流 4mA~20mA 的可编程逻辑控制器模拟量以及工频范围内多功能电力仪表电能的在线校准。

2 引用文件

JJF 1472-2014 《过程仪表校验仪校准规范》

JJF 1491-2014 《数字式交流电参数测量仪校准规范》

JJF 1587-2016 《数字多用表校准规范》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用本规范；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 概述

本规范中的工业中控系统设备电参数测量单元（以下简称“测量单元”）仅包括可编程逻辑控制器和多功能电力仪表，是用来测量电流、电能等电信号的装置。广泛应用于自动化工程的产品工艺流程控制、用电设备的在线监测等。测量单元的原理框图如图 1，主要由信号调理电路、模数转换器、控制单元、通讯接口和中控显示组成。

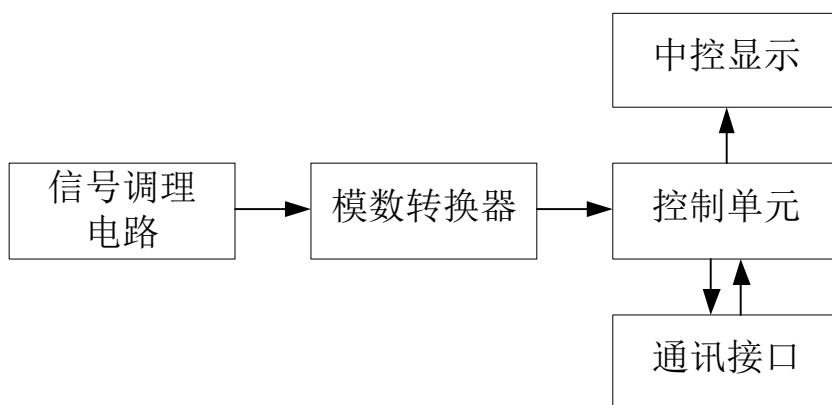


图 1 测量单元原理框图

4 计量性能

测量单元的电流、电能的示值误差按附录 D 计算，测量范围和最大允许误差见表 1。

表 1 测量范围和最大允许误差

功能	测量范围	最大允许误差 $\pm(a+b)$
直流电流	-20 mA~20 mA	$\pm 0.5\%$ 及以下
交流电能	$3 \times (57.7 \text{ V} \sim 220 \text{ V})$, $3 \times (1 \text{ A} \sim 5 \text{ A})$	$\pm 0.5\%$ 及以下

注：以上计量特性要求仅供参考，不作为判定依据

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.2 相对湿度： $(55 \pm 25)\%$ 。

5.1.3 供电电源：电压 $(220 \pm 22) \text{ V}$ ，频率 $(50 \pm 0.5) \text{ Hz}$ 。

5.2 测量标准及其他设备

校准各参数所用标准设备见表 2。

表 2 校准各参数所用标准设备

校准参数	标准源法	标准表法
直流电流	标准电流源	标准电流表
交流电能	电能标准源	标准电能表

注：除上表规定的标准设备外，也可使用其他符合上述要求的计量器具作为标准设备。

标准装置的扩展不确定度应小于被校测量单元的最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。标准装置的功能和测量范围要完全覆盖被校测量单元的功能和测量范围。

标准电流源输出直流电流时，所加负载从空载到满载时，电流输出值的相对变化量应满足其说明书要求。若说明书无要求，输出电流 20 mA 时，负载从 0Ω 增加到 $1 \text{ k} \Omega$ ，电流值的相对变化量的绝对值应不大于 0.05% 。

标准装置应该有良好的屏蔽和接地，以减小外界干扰。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

测量单元校准项目见表 3。

表 3 校准项目一览表

序号	校准项目	计量特性条款	校准方法条款
1	直流电流	4	6.2.3
2	交流电能	4	6.2.6

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

被校测量单元通电后中控系统应能清晰显示所测数据，按说明书要求进行接线。

根据被校测量单元的功能和测量范围，设置好标准器相应的功能和量程。

采用标准表法进行测量时，用电设备需稳定运转，被测信号 1min 的变化量不应超过测量单元的最大允许误差。

6.2.2 直流电流

6.2.2.1 校准点的选取

根据测量单元所测量传感器的输出电流，在测量单元测量范围内均匀选取不少于 5 个电流校准点，应包括 4mA、20mA 点，对测量单元的电流示值误差进行校准。标准表法的校准点根据传感器的实际输出电流大小选择。

6.2.2.2 标准源法

a) 接线如图 2 所示。

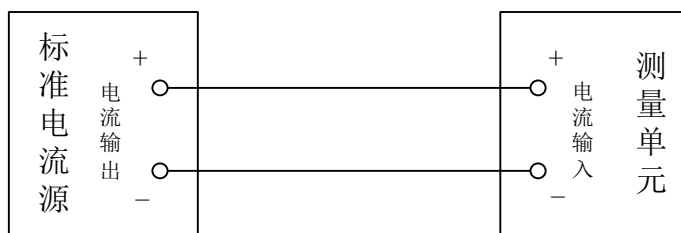


图 2 标准源法接线图

b) 调节标准源电流输出至校准点 I_N ，中控系统对应传感器显示值 A_x ，则被校测量单元的绝对误差 Δ 按公式 (1) 计算。

$$\Delta = A_x - A_N \quad (1)$$

相对误差 γ 按公式 (2) 计算。

$$\gamma = \frac{A_x - A_N}{A_N} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

Δ —— 被校测量单元电流绝对误差；

A_x —— 中控系统对应传感器显示值；

A_N —— 输出电流 I_N 时传感器理论值；

γ —— 被校测量单元相对误差。

输出电流 I_N 时传感器理论值 A_N 按公式 (3) 计算。

$$A_N = A_0 + \frac{I_N - 4}{S} \quad (3)$$

式中：

- A_0 —— 输入直流4mA时传感器理论值；
 I_N —— 电流标准值，mA；
 S —— 传感器灵敏度设定值，传感器输出/输入。

6.2.2.3 标准表法

a) 接线如图 3 所示。

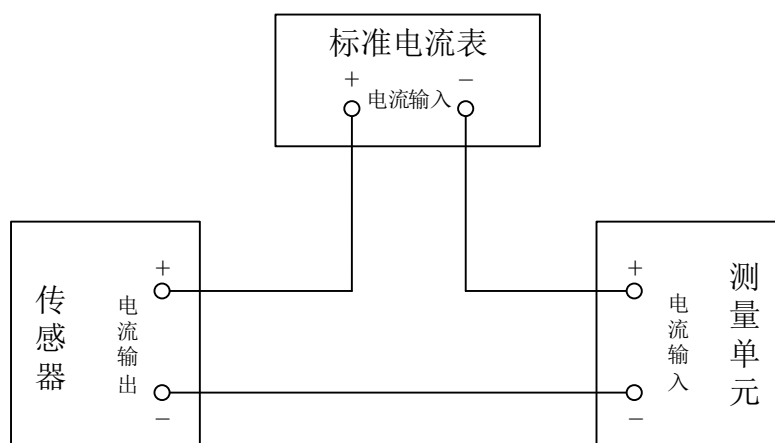


图 3 标准表法接线图

b) 传感器处于工作状态，标准电流表的显示值为 I_N ，中控系统对应传感器显示值 A_x ，则被校测量单元电流的绝对误差按式(1)计算，相对误差按式(2)计算。

6.2.3 交流电能

6.2.3.1 校准点的选取

一般选择 50Hz 频率，电压选择常用点(110 V, 220 V 或 380 V)，电流选择常用点进行电能示值误差的校准。交流电能的功率因数选择 1.0、0.5C(容性)、0.5L(感性)三个值。具有电能脉冲输出的测量单元采用脉冲比较法，没有电能脉冲输出的测量单元采用电能累积法。

6.2.3.2 脉冲比较法

a) 接线如图 4、图 5 所示。

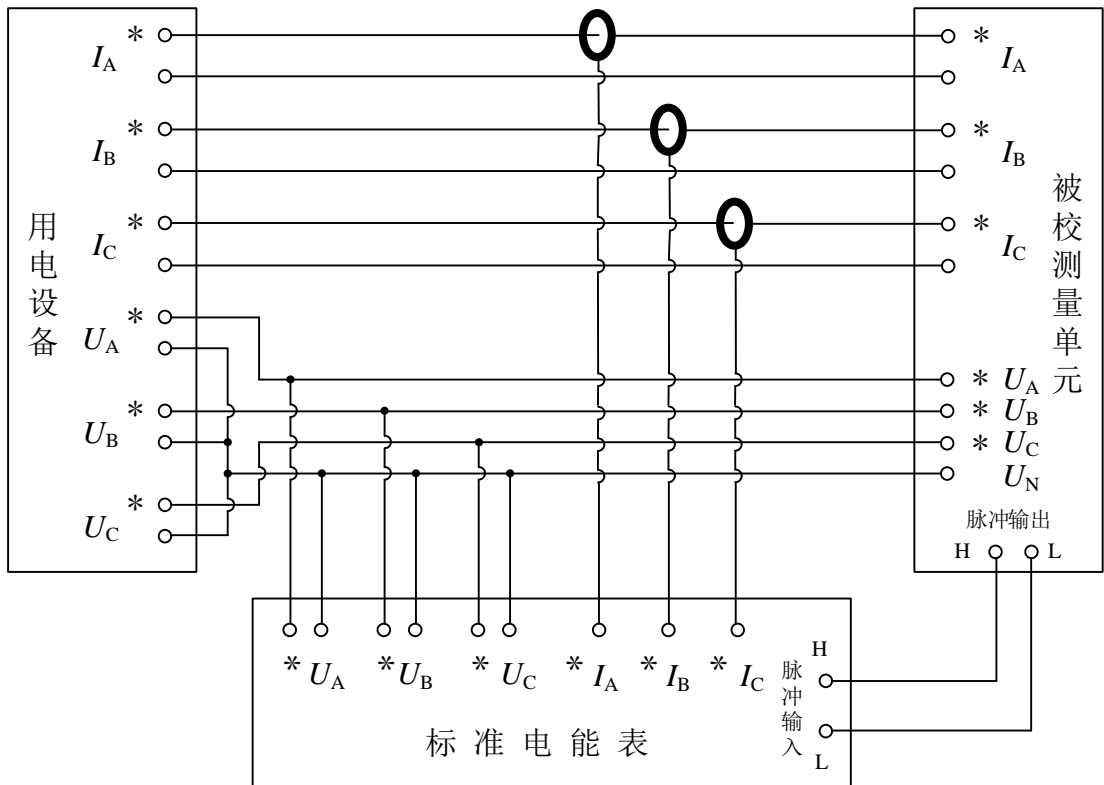


图4 电能脉冲比较法接线图(三相四线)

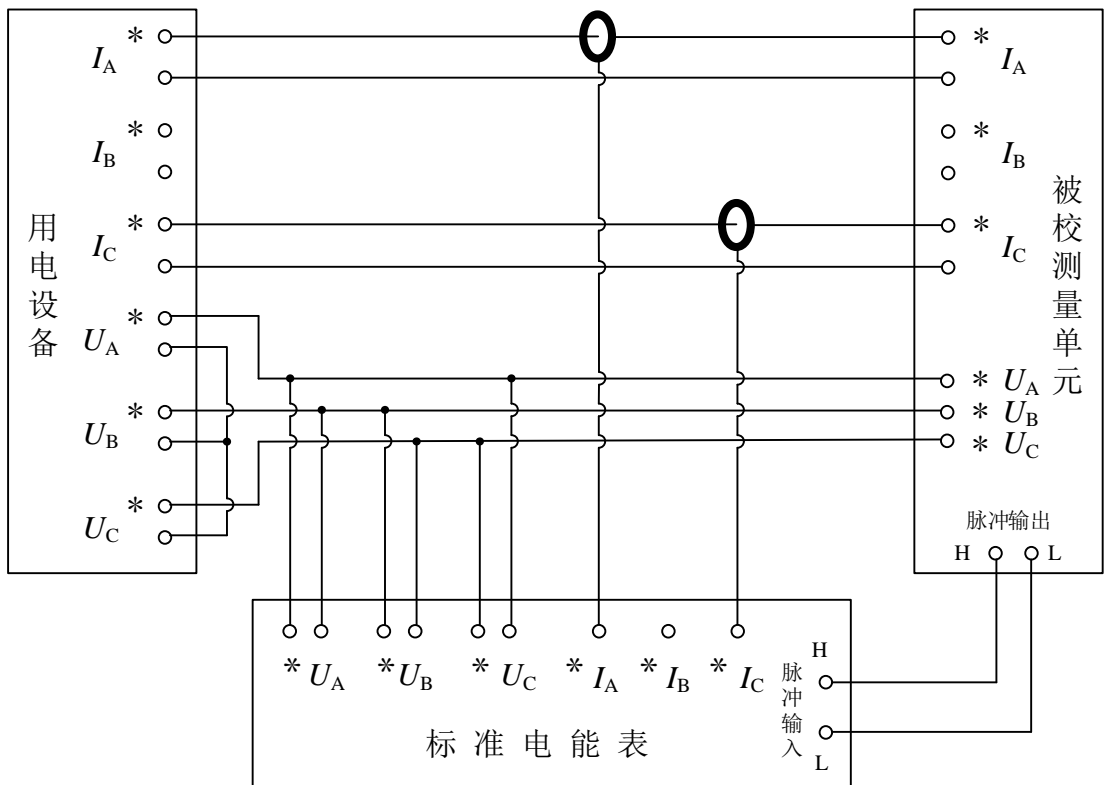


图5 电能脉冲比较法接线图(三相三线)

b) 启动用电设备，标准表和测量单元同步运行，待标准表所计算的电能误差稳定后，即可读数。被校测量单元电能相对误差 γ_E 按公式 (4) 计算。

$$\gamma_E = \frac{m_0 - m}{m} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

- γ_E —— 校测量单元的相对误差, %;
- m_0 —— 算定的脉冲数;
- m —— 实测脉冲数。

其中, m_0 按公式(5)计算。

$$m_0 = \frac{C_0 N}{C_L} \quad (5)$$

式中:

- C_0 —— 电能标准装置的(脉冲)仪表常数, imp/kWh;
- N —— 被校测量单元脉冲数;
- C_L —— 被校测量单元的(脉冲)仪表常数, imp/kWh。

6.2.3.3 电能累积法

a) 接线如图4、图5所示。

b) 启动用电设备,标准表和测量单元同步运行,运行的时间要足够长,以使得被校测量单元显示器末位数字代表的电能值与所累积电能值之比(%)不大于被校测量单元最大允许误差的1/10。

在相同时间间隔内,用标准表显示的电能与测量单元的电能增量相比较来确定电能误差,按公式(6)和公式(7)计算。

$$\Delta_E = E_x - E_n \quad (6)$$

$$\gamma_E = \frac{E_x - E_n}{E_n} \times 100\% \quad (7)$$

式中:

- Δ_E —— 被校测量单元电能绝对误差, kWh;
- E_x —— 被校测量单元显示值, kWh;
- E_n —— 标准表显示值, kWh;
- γ_E —— 被校测量单元电能相对误差, %。

7 校准结果表达

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：“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识（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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范偏离的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；
- 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。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过一年。复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素决定，送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。如果仪器经维修、更换重要部件或对仪器性能有怀疑时，应重新校准。

附录 A 校准原始记录格式

测量单元校准原始记录

证书编号：

被校仪器信息

委托单位名称			
委托单位地址			
委托仪器名称			
生产单位			
规格型号		仪器编号	

标准设备信息

标准器名称	测量范围	准确度等级、最大允许误差或不确定度	证书编号	有效期

本次校准所用测量标准的溯源性说明：

技术依据：

环境条件 温度： 相对湿度：

校准地点：

备注：

校准日期：

校准人员： 核验人员：

直流电流输入校准:

传感器功能	灵敏度、4mA输入理论值	标准值	理论值	显示值	测量不确定度 ($k=2$)

电能校准:

量程	设定值			标准值	显示值(电能误差)	测量不确定度 ($k=2$)
	电压	电流	$\cos\phi$			

附录 B 校准证书内页格式 (第 2 页)

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准机构授权说明				
校准环境条件及地点:				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 它		
校准所依据的技术文件 (代号、名称):				
校准所使用的主要测量标准:				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	检定/校准证 书编号	证书有效期至

注:

1. XXXXXX 仅对加盖“XXXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
3. 未经实验室书面批准, 不得部分复印证书。

附录 C 校准证书校准结果页格式 (第 3 页)

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准结果

1. 直流电流输入校准:					
传感器功能	灵敏度、4mA 输入理论值	标准值	理论值	显示值	测量不确定度 ($k=2$)

2. 交流电能:						
量程	设定值			标准值	显示值	测量不确定度 ($k=2$)
	电压	电流	$\cos\phi$			

校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF1059.1 的要求。

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. 根据客户要求和校准文件的规定, 通常情况下____个月校准一次。

校准员:

核验员:

附录 D 示值误差表达式

测量单元各参数的示值误差可以用公式(D.1)或公式(D.2)表示:

$$\Delta = \pm (a\%X_x + b\%X_m) \quad (\text{D.1})$$

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_x} = \pm (a\% + b\% \frac{X_m}{X_x}) \quad (\text{D.2})$$

式中:

- X_x —— 测量单元的读数值;
- X_m —— 测量单元的满度值;
- a —— 与读数值有关的误差系数;
- b —— 与满度值有关的误差系数;
- Δ —— 测量单元的绝对误差;
- γ —— 测量单元的相对误差。

a 和 b 一般应满足公式(D.3)关系:

$$a \geq 4b \quad (\text{D.3})$$

测量单元的准确度等级指数采用 $(a + b)$ 表示。

