

贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) 75-2023

运行中电子式电能表计量性能在线 监测校准规范

Calibration Specification for On-line Monitoring and
Calibration of Metering Performance of Electronic Watt-hour
Meters in Operation

(报批稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局发布

运行中电子式电能表计量性能 在线监测校准规范

JJF (黔) 75-2023

Calibration Specification for On-line
Monitoring and Calibration of Metering Performance of
Electronic Watt-hour Meters in Operation

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

贵州电网有限责任公司

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：

董 昱（贵州省计量测试院）

刘 磊（贵州电网有限责任公司）

陈光贵（贵州省计量测试院）

参加起草人：

王俊融（贵州电网有限责任公司）

龚 雪（贵州省计量测试院）

唐贤敏（贵州电网有限责任公司）

王嵘瑜（贵州省计量测试院）

目录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(2)
5 计量特性	(3)
5.1 计量功能要求	(3)
5.2 运行误差要求	(3)
6 校准条件	(4)
6.1 环境条件	(4)
6.2 参比标准	(4)
6.3 电能表在线校准平台	(4)
7 校准项目与校准方法	(4)
7.1 校准项目	(4)
7.2 校准方法	(5)
8 校准结果	(7)
8.1 校准数据修约	(7)
8.2 校准间隔	(8)
8.3 校准结果不确定度评定实例	(8)
8.4 校准结果出具	(8)
8.5 校准结果的应用	(8)
附录 A 校准结果不确定度评定示例	(9)
附录 B 校准证书格式	(12)
附录 C 电能表批与抽样规则	(13)
附录 D 电能表批评价报告样式	(15)

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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行编制。

运行中电子式电能表计量性能在线监测校准规范

1 范围

本规范适用于在对低压台区下运行中电子式电能表计量性能的在线监测校准，电能表状态更换的批次抽样及延期使用。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 596-2012 电子式交流电能表

GB/T 2828.2-2008 计数抽样检验程序第2部分：按极限质量（LQ）检索的孤立批检验抽样方案

GB/T 17215.211 交流电测量设备 通用要求、试验和试验条件 第11部分：测量设备

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

DL/T 1664-2016 电能计量装置现场检验规程

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

JJF 1001-2011 界定的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1 低压台区 voltage transformer district

（一台）10/0.4kV 变压器及其 0.4kV 配电网，由总表及用户分表共同组成的一个供电系统及其供电范围或区域。

3.2 采集成功率 acquisition success rate

计量自动化系统对低压台区使用中电能表每日零点自动冻结的电量数据进行采集，采集到数据的电能表数占台区下电能表总数的百分比。

3.3 运行误差 operating error

电能表在现场运行条件下的计量误差。

3.4 电能表在线校准平台 online calibration platform of electricity

meter

通过采集到的电能计量数据，基于能量守恒原理，构建电能表计量功能诊断与运行误差计算模型，并对使用中电能表进行在线校准的平台。

3.5 在线校准 online calibration

在规定条件下，运用电能表在线校准平台对使用中电能表的运行误差进行批量校准的一组操作。

3.6 现场核查 on-site verification

对在线校准平台输出的疑似运行误差超出限值或计量功能异常的电能表，按规定程序、方式进行的现场检查、核对、确认过程。

3.7 计量失准 metering failure

使用中电能表经现场核查并经实验室检定后确认为运行误差超出表 2 规定限值或计量功能异常的状态。计量功能异常包括飞走、倒走、停走、示值不平、时钟异常等电能表本体故障引起的异常。

3.8 电能表批 batch

电能表批是指为实施状态更换需要，而汇总起来的具有相同生产企业、型号、规格，出厂年份的使用中电能表的集合。

3.9 状态评价 state evaluation

根据电能表在线校准平台对电能表运行误差在线校准结果、现场核查结果、抽样检测结果等，对使用中电能表批状态进行的综合评价。

3.10 状态更换 state replaces

应用电能表在线校准平台开展使用中电能表在线校准及状态评价工作，根据结果对使用中的电能表进行更换。

4 概述

本规范基于能量守恒原理，采用电能表在线校准平台对低压台区中的每一只电能表的计量功能和运行误差进行在线监测和校准，结果作为初步判断电能计量失准的依据，经现场核查确认后可用于电能表状态评价和状态更换。

5 计量特性

5.1 计量功能要求

电能表计量功能见表 1。

表 1 电能表计量功能

计量功能	技术要求
电能表飞走	电能表当日冻结正向有功总电能示值不应大于当日用户可能的最大用电量。
电能表倒走	电能表当日冻结正向有功总电能示值不应小于前一日电能表日冻结正向有功总电能示值。
电能表停走	当负荷电流 $I > 0.05A$ 时, 电能表当日冻结正向有功总电能示值不应等于前一日电能表日冻结正向有功总电能示值。
电能表示值不平	电能表示值组合误差应符合 $ E - \sum E_{\lambda} \leq (\lambda - 1) \times 0.01$, 其中: E: 电能表日冻结有功总电能示值; E_{λ} : 电能表日冻结有功费率为 λ 的电能示值; λ : 电能表费率数。
电能表时钟	电能表的日期应准确, 其显示时间与国家授时中心(北京时间)指示的误差应优于 10min。

5.2 运行误差要求

电能表运行误差限值见表 2。

表 2 电能表运行误差限值

直接接入	经互感器接入 ^c	功率因数 ^b		电能表准确度等级	
				1	2
负载电流 ^a				工作误差限 (%)	
$0.1I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05I_n \leq I \leq I_{max}$	$\cos \varphi$	1	± 1.0	± 2.0
$0.1I_b \leq I \leq 0.2I_b$	$0.05I_n \leq I \leq 0.1I_n$		0.5L	± 1.5	± 2.5
$0.2I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1I_n \leq I \leq I_{max}$		(C)	± 1.0	± 2.0
^a I_b — 基本电流; I_{max} — 最大电流; I_n — 经电流互感器接入的电能表额定电流, 其值与电流互感器次级额定电流相同; 经电流互感器接入的电能表最大电流 I_{max} 与互感器次级额定扩展电流(1.2 I_n , 1.5 I_n 或 2 I_n)相同。 ^b 角 φ 是星形负载支路相电压与相电流间的相位差, L — 感性负载, C — 容性负载。 ^c 经互感器接入的宽负载电能表($I_{max} \geq 4I_b$ [如 $3 \times 1.5(6)A$]), 其计量性能仍按 I_b 确定。					

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：（-20~50）℃，相对湿度：≤90%。

6.2 参比标准

校准所用参比标准的准确度等级应满足表 3 的规定。

表 3 校准所用参比标准准确度等级

被校电能表准确度等级	1 级		2 级	
	电能表	电流互感器	电能表	电流互感器
参比标准准确度等级	0.5S 级	0.2S 级	1 级	0.5S 级

6.3 电能表在线校准平台

6.3.1 平台功能要求

电能表在线校准平台应能对采集成功率不低于 99%、采集的电量数据不少于 200 组的台区中的每一只电能表输出在线运行误差值，并对计量功能进行判断。

6.3.2 运行安全要求

电能表在线校准平台应具有软件防篡改和版本控制功能。

6.3.3 平台安全要求

电能表在线校准平台安全应满足 GB/T 22239—2019 规定的二级。电能表在线校准平台在校准过程中生成的原始数据应至少保存 6 年。

7 校准项目与校准方法

7.1 校准项目

校准项目一览表见表 4。

表 4 校准项目一览表

序号	校准项目
1	计量功能
2	运行误差
3	现场核查

7.2 校准方法

7.2.1 计量功能

通过采集的电能表运行数据，对电能表计量功能进行在线诊断。电能表计量功能异常诊断方法见表 5。

表 5 电能表计量功能异常诊断方法

计量功能异常事件	诊断方法
电能表飞走	<p>飞走系数 $EF > 1$ 则计量功能评价为失效，飞走系数由式 $EF = E1/E2$ 计算。</p> <p>式中：</p> <p>$E1$——电能表日电量，计算方法为：（当日正向有功总电能示值-前一日正向有功总电能示值）\times倍率；</p> <p>$E2$——用户日可能最大用电量，计算方法为：最大电流\times额定电压$\times 24h$。</p>
电能表倒走	<p>倒走系数 $ED < 0$，倒走系数由式 $ED = E3 - E4$ 计算。</p> <p>式中：</p> <p>$E3$——电能表当日冻结正向有功总电能示值；</p> <p>$E4$——前一日电能表日冻结正向有功总电能示值。</p>
电能表停走	<p>停走系数 $ET = 0$ 且 $I > 0.05A$，停走系数由式 $ET = E3 - E4$ 计算。</p> <p>式中：</p> <p>$E3$——电能表当日冻结正向有功总电能示值；</p> <p>$E4$——前一日电能表日冻结正向有功总电能示值；</p> <p>I——当日电流有效值的最大值。</p>
电能表示值不平	<p>示值不平系数 $ES > 0$，示值不平系数由式 $ES = E - \sum E_{\lambda} - (\lambda - 1) \times 0.01$ 计算。</p> <p>式中：</p> <p>E： 电能表日冻结有功总电能示值；</p> <p>E_{λ}： 电能表日冻结有功费率为 λ 的电能示值；</p> <p>λ： 电能表费率数。</p>
电能表时钟异常	<p>$\Delta t = t - t_{\text{标}}$，$\Delta t > 10\text{min}$。</p> <p>式中：</p> <p>$t$： 每只运行电能表时间；</p> <p>$t_{\text{标}}$： 北京时间。</p>

7.2.2 运行误差

以台区总表及配套设备作为参比标准,利用台区总表与被校电能表的定时冻结电量,基于电能表在线校准平台采用能量守恒定律建立方程组并求解得到运行电能表的在线校准误差。

注:在进行读取数据之前,确保现场电能表时间无问题。

台区拓扑结构如图 1 所示。

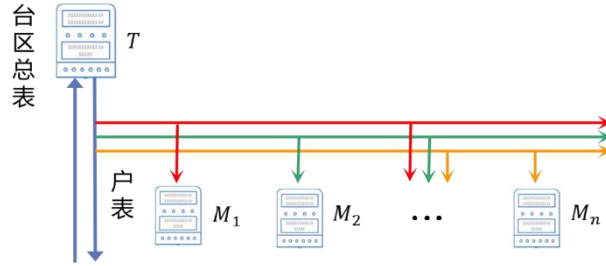


图 1 台区拓扑结构

基于能量守恒原理,计量周期 i 内总内表供电量按照公式 (1) 进行计算。

$$T(i) = \sum_{j=1}^n M_j(i)(1-\gamma_j) + \gamma_0 + L(i) \quad (1)$$

式中:

$T(i)$ ——计量周期 i 总表供电量;

n ——台区户表总数;

$M_j(i)$ ——计量周期 i 分表 j 用电量;

γ_j ——用户分表 j 的运行误差;

γ_0 ——台区固定损耗 (台区下变压器及电能表的电能损耗);

$L(i)$ ——台区线损,按照公式 (2) 计算台区线损。

$$L(i) = \sum_{j,k=1}^n \frac{\Delta M_j \Delta M_k}{\Delta t} \beta_{jk} \quad (2)$$

式中:

ΔM_j ——计量点 j 在计量周期 Δt 内的电量值;

ΔM_k ——计量点 k 在计量周期 Δt 内的电量值;

Δt ——计量周期时长;

β_{jk} ——与用户侧电压、功率因数及线路阻抗有关的一个待定常数。

以台区总表作为参比标准校准台区各用户分表，以台区总表代电量 $T'(i)$ 近似台区总电能量 $T(i)$ ，按照公式 (3) 计算近似台区总电能量。

$$T'(i) = \sum_{j=1}^N M_j(i)(1-\gamma_j) + \gamma_0 + L(i) \quad (3)$$

式中：

$T'(i)$ ——近似台区总电能量。

当台区积累 m 个周期的数据后，可由式 (3) 得到 m 个方程组成的方程组，方程组如公式 (4) 所列。

$$\begin{cases} M_1(1)(1-\gamma_1) + M_2(1)(1-\gamma_2) + \dots + M_n(1)(1-\gamma_n) + \gamma_0 + L(1) = T'(1) \\ M_1(2)(1-\gamma_1) + M_2(2)(1-\gamma_2) + \dots + M_n(2)(1-\gamma_n) + \gamma_0 + L(2) = T'(2) \\ M_1(3)(1-\gamma_1) + M_2(3)(1-\gamma_2) + \dots + M_n(3)(1-\gamma_n) + \gamma_0 + L(3) = T'(3) \\ \dots \\ M_1(m)(1-\gamma_1) + M_2(m)(1-\gamma_2) + \dots + M_n(m)(1-\gamma_n) + \gamma_0 + L(m) = T'(m) \end{cases} \quad (4)$$

公式 (4) 中， $M_j(i)$ 和 $T'(i)$ 为已知量，共包括 m 个方程，当 $m \geq n+2$ 时，可求解出未知量 γ_j ， $L(i)$ ， γ_0 ，计算得到台区各用户电能表运行误差。

7.2.3 现场核查

对电能表在线校准平台计算结果为计量功能异常且超过表 1 限值或运行误差超过表 2 限值的电能表进行现场核查，现场核查应排除接线错误、档案错误及非正常用电等非电能表自身软硬件问题引起的运行误差超差。

8 校准结果

8.1 校准数据修约

电能表运行误差修约间距见表 6，数据修约方法按 JJG 596-2012 的规定。

表 6 电能表运行误差修约间隔

电能表准确度等级	1 级	2 级
修约间隔 (%)	0.1	0.2

8.2 校准间隔

使用中电能表状态在线校准间隔一般不超过 30 天。

8.3 校准结果不确定度评定实例

校准结果不确定度评定示例见附录A。

8.4 校准结果出具

以台区为单位完成电能表批量校准后，应出具校准证书，校准证书格式参见附录 B。根据电能表批量校准的结果，可采用电能表批次抽样和概率统计办法，抽样规则见附录 C。由省级法定计量机构出具电能表批评价报告，评价报告格式见附录 D。

8.5 校准结果的应用

在计量行政部门的监督管理下，根据校准结果，判定为计量失准的电能表应及时更换；判定为合格的电能表可延长使用，首次延期时间为 4 年，之后每次延期使用时间不超过上一次延期时间的一半。

附录 A

校准结果不确定度评定示例

A.1 测量结果不确定度的来源

电子式交流电能表使用中状态在线校准的测量结果不确定度主要来源于：

- a) 被校电能表测量结果分散性引入的不确定度分量 u_A ；
- b) 由台区总表引入的不确定度分量 u_{B1} ；
- c) 由台区总表用电流互感器引入的不确定度分量 u_{B2} ；
- d) 由线损波动引入的不确定度分量 u_{B3} ；
- e) 由台区固定损耗引入的不确定度分量 u_{B4} 。

A.2 A类不确定度评定

不确定度分量 u_A ，以校准 DDSK1710-Z 型 2 级电子式交流有功电能表在使用中运行误差为例。

使用 1 只 0.5S 级三相电能表与 20 只 2 级电子式交流有功电能表组成被测台区，被校电子式交流电能表额定电压值为 220V，额定电流 5A，参比频率 50Hz，重复测量 10 次，运行误差测量结果如表 B.1 所示。

表 B.1 运行误差测量结果 (%)

序号	1	2	3	4	5
运行误差	-0.23	-0.17	-0.25	-0.22	-0.27
序号	6	7	8	9	10
运行误差	-0.19	-0.26	-0.22	-0.23	-0.25
平均值 \bar{x}	-0.23				
标准偏差 $s(x_k)$	0.0311				
A 不确定度分量 u_A	0.0311				

A.3 B类不确定度的评定

A.3.1 由台区总表引入的不确定度分量

台区总表准确度等级为 1%，按均匀分布考虑，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则由台区总表引入的不确定度分量为 $u_{B1} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.00577$ 。

A. 3.2 由台区总表用电流互感器引入的不确定度分量

台区总表用互感器准确度等级为 0.2%，按均匀分布考虑，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则由台区总表用电流互感器引入的不确定度分量为 $u_{B2} = \frac{0.002}{\sqrt{3}} = 0.00115$ 。

A. 3.3 由台区线损引入的不确定度分量

现场台区线损存在波动，实测一个月内台区日线损率如表 B.2 所示，计算一个月内台区日线损率标准偏差为 0.329%，计算结果作为由线损引入的不确定度分量为 $u_{B3} = 0.00329$ 。

表 B.2 一个月内台区日线损率实测值

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
日线损率	6.47	5.82	6.10	5.90	5.65	5.99	6.06	6.39	6.30	5.75
序号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
日线损率	5.41	5.74	5.75	5.66	5.80	5.78	5.15	5.48	5.75	5.76
序号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
日线损率	5.32	5.52	6.11	5.98	5.85	5.77	6.03	5.47	6.34	6.51

A. 3.4 由台区固损引入的不确定度分量

台区固损主要由电能表自身耗电引起，实验室测量，电能表功耗波动率的标准偏差为 0.0308%，该标准偏差作为由固损引入的不确定度分量，为 $u_{B4} = 0.000308$ 。

不确定度汇总表如表 B.3 所示。

表 B.3 B 类不确定度汇总表

不确定度来源	分布	k	标准不确定度分量 (%)
由台区总表引入的不确定度分量	均匀分布	$\sqrt{3}$	0.577
由台区总表用电流互感器引入的不确定度分量	均匀分布	$\sqrt{3}$	0.115
由台区线损引入的不确定度分量	正态分布	3	0.329
由台区固损引入的不确定度分量	正态分布	3	0.0308

A.4 合成标准不确定度

各标准不确定度完全不相关，则合成标准不确定度为

$$\begin{aligned}u_c &= \sqrt{u_A^2 + \sum u_{Bi}^2} \\ &= \sqrt{0.0311^2 + 0.577^2 + 0.115^2 + 0.329^2 + 0.0308^2} \% = 0.676\%\end{aligned}$$

A.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展标准不确定度为：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.676\% = 1.4\%。$$

A.6 不确定度的表述

该电子式交流有功电能表运行误差测量结果的不确定度为 1.4%， $k=2$ 。

附录 B

校准证书格式

证书编号 XXXXXXXXXXX-XX

校准证书

一、批量校准台区基本信息

所在台区名称		所在台区编号	
台区单相电能表(只)		台区三相电能表(只)	

二、参比标准信息

参比标准编号		参比标准型号规格	
准确度等级		参比标准有效期	

三、校准结果

1. 校准依据

本校准证书依据 JJF (黔) XXXX-2023 进行校准。

2. 校准结果

序号	电能表基本信息			校准结果		
	电能表编号	型号规格	准确度等级	计量功能	运行误差 (%)	现场核查

3. 校准结论

符合/不符合 JJF (黔) XXXX-2023 要求。

校准:

核验:

校准日期:

(以下空白)

第 X 页 共 X 页

附录 C

电能表批与抽样规则

C.1 批的形成

- C.1.1 形成批的电能表应外观无损坏、数据可正常抄读。
- C.1.2 形成批的电能表应根据相同生产标准和技术要求生产。
- C.1.3 形成批的电能表应具有同样品质、一致的软件版本、生产企业应出具产品一致性文件。
- C.1.4 形成批的电能表应具有相同的生产企业、型号、规格、准确度等级、出厂年份。
- C.1.5 形成批的电能表安装使用条件应符合电能表生产企业制定的要求，而且使用条件相仿。

C.2 抽样

C.2.1 样本的抽样必须遵循 GB/T 2828.2 的要求，按照随机抽取的原则，根据表 C.1 进行抽样。本规范采用极限质量水平 LQ=5%，使用方风险 10% 的抽样方案。

C.2.2 需拆回检定的样表有以下情况之一，则启用备用表，备用表数量不超过表 C.1 的要求，且不少于 3 只。

- 封印已被人为破坏的；
- 因各种原因无法拆下的；
- 拆下后不能被正常检定的；
- 拆除或运输过程中损坏的。

表 C.1 抽样的批、样本量、接收数及备用表数

序号	批量	样本量 n	不合格数 d		最多备用表数
			接受数 A_c	拒收数 R_e	
1	501~1200	80	1	2	16
2	1201~3200	125	3	4	25
3	3201~10000	200	5	6	40
4	10001~35000	315	10	11	63
5	35001~150000	500	18	19	100

当 $d \geq Re$, 拒绝该电能表批, 该批电能表不符合要求。

当 $d \leq Ac$, 接受该电能表批, 该批电能表符合要求。

附录 D

电能表批评价报告样式

报告编号

申请单位

评价单位

器具名称

制造单位

型号 / 规格

批准人

(报告专用章)

核验员

评价员

评价日期年月日

报告正文样式

报告编号

1. 评价依据：

2. 器具信息

批编号 批数量

型号规格 准确度等级

生产日期 安装地区

3. 抽样信息

样品数量：只 样品编号：（可附表）

备样数量：只 备样编号：（可附表）

4. 样品评价结果

合格数量：只 不合格数量：只

不合格样品编号、项目及内容：

A

B

5. 启用备样及其他情况说明：

6. 评价结论

本批次电能表共只，抽样数只，备样数只。经评价合格数只，不合格数只，不合格数不大于/大于本规范规定的接收只数，该批电能表符合/不符合规定，评价结论合格/不合格。

JJF (

XXXX-20