

DB 43

湖 南 省 地 方 标 准

DB43/T 1997—2021

数字化电能计量装置整体误差 检测技术规范

Entirety error inspection specifications of digital
electric energy metering devices

2021-02-20发布

2021-05-20实施

湖南省市场监督管理局 发布

目 次

前言..... III

1 范围 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 缩略语..... 2

5 技术要求..... 2

 5.1 数字化电能表工作误差..... 2

 5.2 模拟量输入合并单元工作误差..... 2

 5.3 电子式互感器工作误差..... 2

 5.4 数字化电能计量装置整体误差..... 3

 5.5 总电能示值组合误差..... 4

 5.6 数字化电能表时钟示值偏差..... 4

6 检测设备与条件..... 4

 6.1 检测设备要求..... 4

 6.2 检测条件..... 5

7 检测内容与方法..... 5

 7.1 检测项目..... 5

 7.2 检测方法..... 5

附录 A（资料性附录） 误差限制计算范例..... 8

附录 B（资料性附录） 误差检验原始记录..... 9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖南省市场监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：湖南省计量检测研究院、国网湖南省电力有限公司供电服务中心（计量中心）、怀化建南机器厂有限公司、国网湖南省电力有限公司营销部、邵阳市计量测试检定所、国网湖南省电力有限公司益阳供电分公司、国网益阳供电公司客户服务中心（计量中心）、国网湖南省电力有限公司岳阳供电分公司

本文件主要起草人：朱才溢、谢小军、李恺、解玉满、谈丛、黄红桥、王海元、杨方、汪凤娇、李鑫、肖湘奇、石剑均、曾强、贺俊宾、陈虹、文月月、刘飞翔、朱舟、欧阳洁、陈石东、李安喜、曾艳、王红亮、易明、赵迎庆。

数字化电能计量装置整体误差检测技术规范

1 范围

本文件规定了 50Hz 或 60Hz 电网中新装及运行中的数字化电能计量装置性能要求、整体误差检验要求、检验方法及检验结果的处理。

本文件适用于数字化电能计量装置的整体误差检验工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 17215.303—2013 交流电测量设备特殊要求第 3 部分：数字化电能表

GB/T 20840.7—2007 互感器第 7 部分：电子式电压互感器

GB/T 20840.8—2007 互感器第 8 部分：电子式电流互感器

DL/T 281—2012 合并单元测试规范

DL/T 282—2012 合并单元技术条件

DL/T 860.91 变电站通信网络和系统第 9-1 部分：特定通信服务影射（SCSM）-通过单向多路点对点串行通信链路的采样值

DL/T 860.92 变电站通信网络和系统第 9-2 部分：特定通信服务影射（SCSM）-通过 ISO/IEC8802-3 的采样值

DL/T 1394—2014 电子式电流、电压互感器检测装置技术条件

DL/T 1664—2016 电能计量装置现场检验规程

DL/T 1665—2016 数字化电能计量装置现场检测规范

3 术语和定义

GB/T 17215.303—2013、GB/T 20840.7—2007、GB/T 20840.8—2007、DL/T 282—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化电能计量装置 **digital electric energy metering device**

由数字化电能表、数字输出型电子式互感器（以下简称电子式互感器）或传统互感器及模拟量输入合并单元，以及连接他们的数字化传输回路组成的用于电能计量的装置。

3.2

模拟量输入合并单元 **merging unit with analogue input**

具备交流电压、交流电流模拟量输入通道的合并单元。

3.3

电子式互感器 **electronic instrument transformer**

一种装置，由连接传输系统和二次转换器的一个或多个电流或电压传感器组成，用以传输正比于被测量的量，供给测量仪器、仪表和继电保护或控制装置。在数字接口的情况下，由一组电子式互感器共用一台合并单元完成此功能。

[GB/T 20840.8—2007，定义 3.1.1]

3.4

比值误差 ratio error

电子式互感器测量电流/电压时出现的误差，它由于实际变比不等于额定变比而产生。[GB/T 20840.8—2007，定义 3.1.25]

3.5

相位差 phase displacement

对模拟量输出，为一次电流相量和二次输出相量的相位之差，相量方向选定为在额定频率下理想互感器的相位差角等于其额定值。当二次输出相量超前于一次电流相量时相位差为正值。它通常用分或厘弧表示。

对数字量输出，为一次端子某一电流的出现瞬时与所对应数字数据集在 MU 输出的传输起始瞬时之时间差(用额定频率的角度单位表示)。

[GB/T 20840.8—2007，定义 3.1.26]

3.6

相位误差 phase error

等于相位差减去由额定相位偏移和额定延迟时间构成的相位移。相位误差是对额定频率而言。

由于数字量输出要求与时钟脉冲同步，相位误差是时钟脉冲与数字量传输值对应的一次电压/电流采样瞬时之时间差(用额定频率的角度单位表示)。

相位误差通常用分或厘弧表示。[GB/T 20840.8—2007，定义 3.1.29]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ASDU：应用服务数据单元 (Application Service Data Unit) APPID：应用标识符 (Application Identifier)

MAC：媒体访问控制 (Media Access Control)

MU：合并单元 (Merging Unit) PPS：每秒脉冲 (Pulse Per Second)

SVID：采样值标识符 (Sampled Value Identifier)

5 技术要求

5.1 数字化电能表工作误差

数字化电能表的工作误差应满足 GB/T 17215.303—2013、DL/T 1665—2016 中技术要求。

5.2 模拟量输入合并单元工作误差

模拟量输入合并单元的电流、电压通道比值误差和相位误差应满足 DL/T 282—2012、DL/T 1665—2016 中技术要求。

5.3 电子式互感器工作误差

电子式电流互感器比值误差和相位误差应满足 GB/T 20840.8—2007、DL/T 1665—2016 中技术要求；
电子式电压互感器比值误差和相位误差应满足 GB/T 20840.7—2007、DL/T 1665—2016 中技术要求。

5.4 数字化电能计量装置整体误差

全数字化电能计量装置整体的有功测量相对误差应不超过式（1）的规定；

$$|\varepsilon| \leq \text{MAX} \left\{ \frac{(1 + \varepsilon_{\text{Wh}}) \cdot \sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot (1 + Uf_n) \cdot (1 + If_n) \cos(\theta_n + U\delta_n - I\delta_n) - \sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot \cos(\theta_n)}{\sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot \cos(\theta_n)} \right\} \dots\dots (1)$$

无功测量相对误差应不超过式（2）的规定。

$$|\varepsilon| \leq \text{MAX} \left\{ \frac{(1 + \varepsilon_{\text{Wh}}) \cdot \sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot (1 + Uf_n) \cdot (1 + If_n) \sin(\theta_n + U\delta_n - I\delta_n) - \sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot \sin(\theta_n)}{\sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot \sin(\theta_n)} \right\} \dots\dots (2)$$

式（1）、（2）中：

ε ——数字化电能计量装置整体的相对误差；

$\text{MAX} \{X\}$ ——变量 X 的最大值；

ε_{Wh} ——数字化电能表相对误差；

N ——数字化电能计量装置测量对象的相别数；

U_n ——实际工作电压；

I_n ——实际工作电流；

θ_n ——基波波形的功率因数角；

Uf_n ——电子式电压互感器比差；

If_n ——电子式电流互感器比差；

$U\delta_n$ ——电子式电压互感器角差；

$I\delta_n$ ——电子式电流互感器角差。

前端配置传统互感器的数字化电能计量装置整体的有功相对误差应不超过式（3）的规定；

$$|\varepsilon| \leq \text{MAX} \left\{ \frac{(1 + \varepsilon_{\text{Wh}}) \cdot \sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot (1 + UM_n) \cdot (1 + IM_n) \cos(\theta_n + U\sigma_n - I\sigma_n) - \sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot \cos(\theta_n)}{\sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot \cos(\theta_n)} \right\} \dots (3)$$

无功相对误差应不超过式（4）的规定。

$$|\varepsilon| \leq \text{MAX} \left\{ \frac{(1 + \varepsilon_{\text{Wh}}) \cdot \sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot (1 + UM_n) \cdot (1 + IM_n) \sin(\theta_n + U\sigma_n - I\sigma_n) - \sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot \sin(\theta_n)}{\sum_{n=1}^N U_n \cdot I_n \cdot \sin(\theta_n)} \right\} \dots (4)$$

式（3）、（4）中：

ε ——数字化电能计量装置整体的相对误差；

$\text{MAX} \{X\}$ ——变量 X 的最大值；

ε_{Wh} ——数字化电能表相对误差；

N ——数字化电能计量装置测量对象的相别数；

U_n	——实际工作电压；
I_n	——实际工作电流；
I_n	——基波波形的功率因数角；
UM_n	——电压合并单元比差；
IM_n	——电流合并单元比差；
$U\delta_n$	——电压合并单元角差；
$I\delta_n$	——电流合并单元角差。

上述 ε_{wh} , Uf_n , UM_n , If_n , IM_n , $U\delta_n$, $U\sigma_n$, $I\delta_n$, $I\sigma_n$ 应符合 GB/T 17215.303—2013、GB/T 20840.7—2007、GB/T 20840.8—2007、DL/T 282—2012、DL/T 1665—2016、DL/T 1664—2016 对数字化电能表、电子式互感器、常规互感器、模拟量输入合并单元基本误差的要求。针对数字计量装置整体误差限值的计算范例见附录 A

5.5 总电能示值组合误差

对于分时计量的电能表，计数器示值的组合误差应符合式（5）的规定。

$$\left| W_D - (W_{D1} + W_{D2} + \cdots + W_{Dn}) \right| \leq (n-1) \times 10^{-\alpha} \cdots \cdots (5)$$

式中：

W_D	——当前电子显示器总电能计数器的电能量；
$W_{D1}, W_{D2}, \cdots, W_{Dn}$	——当前各费率时段对应的计数器的电能量；
n	——费率数；
α	——电子显示总电能计数器小数位数。

5.6 数字化电能表时钟示值偏差

数字化电能表的时钟示值误差限应不超过 $\pm 5\text{min}$ 。

6 检测设备与条件

6.1 检测设备要求

进行数字化电能计量装置整体误差检测时，应满足以下条件：

- 电能表检测装置至少应比被检数字化电能表高两个准确度等级；
- 标准电流互感器至少应比被检电子式电流互感器高两个准确度等级，在现场检验环境条件下的实际误差不大于被检电子式电流互感器基本误差限值的 1/5；
- 标准电压互感器至少应比被检电子式电压互感器高两个准确度等级，在现场检验环境条件下的实际误差不大于被检电子式电压互感器基本误差限值的 1/5；
- 标准电流/电压互感器的二次实际负荷应在其额定负荷与下限负荷之间。
- 检测时，监视用电流、电压表的准确度等级应在 1.5 级以上，在同一量程的所有示值范围内，电流、电压表的内阻抗应保持不变；
- 光电采样器的技术要求应满足 DL/T 1664—2016；
- 升压设备由调压器、升压器（高压试验变压器或串联谐振升压装置）等组成，升流设备由调压器、升流器等装置组成，调压器应有足够的调节细度，其输出容量和电压应与升压器、升流器相适应；

6.2 检测条件

数字化电能计量装置整体误差检测时，应满足以下条件：

- a) 环境温度：-25℃～+55℃；
- b) 相对湿度：≤95%；
- c) 频率：50Hz±0.5Hz；
- d) 负荷波动：≤5%；
- e) 电压对额定电压的偏差不超过±5%；
- f) 电压和电流的波形失真度：≤5%；
- g) 用于检测工作的配套设备，如升压器、升流器、调压器、大电流电缆线、电压回路压降等接线所引起的测量误差，不应大于被检数字化电能计量装置误差限值的 1/10；
- h) 检测时电压、电流的参比条件及其允许偏差应满足 JJG 596 规定。

7 检测内容与方法

7.1 检测项目

数字化电能表计量装置整体误差检测的项目如表 1。

表 1 数字化电能表计量装置整体检验项目

序号	检测项目	检测类别 ^c	
		首次检测	后续检测
1	外观及通电检查	+	+
2	参数配置检查	+	-
3	基本误差测量	+	+
4	总电能示值组合误差测量 ^a	+	+
5	时钟示值偏差测量 ^b	+	+
a 适用于多费率电能表； b 适用于具有计时功能的电能表； c 表中符号“+”表示必检项目。“-”表示不检项目。			

7.2 检测方法

7.2.1 外观及通电检查

目测数字化电能计量装置外观，应无以下缺陷：

- a) 外观破损、潮湿，有放电痕迹；
- b) 无铭牌及铭牌信息不全；
- c) 端钮缺失、损坏、无标识；
- d) 基本按键功能不正常；
- e) 影响检测工作的其他缺陷。

7.2.2 参数配置检查

核查数字化电能表与对应的合并单元的参数配置是否一致，数字化电能表的运行状态是否正常。

7.2.3 基本误差测量

对于没有投运的数字化电能计量装置，采用虚负荷法进行整体基本误差测量，测量点参见表 2 所示。对已经投运的数字化电能计量装置，采用实负荷法进行现场检测。根据其不同的配置方式有对应的接线方式，主要分为全数字化电能计量配置、经传统互感器接入的数字化电能计量配置两种。

表 2 数字化电能计量装置整体基本误差测量负载点

计量类别	$\cos \theta=1$ ^a $\sin \theta=1$ (L 或 C)	$\cos \theta=0.5$ L $\cos \theta=0.8$ C $\sin \theta=0.5$ (L 或 C)	$\sin \theta=0.25$ (L 或 C)
有功	$1.2 I_n^b$ 、 I_n 、5% I_n 、1% I_n	$1.2 I_n$ 、 I_n 、10% I_n 、2% I_n	\
无功	$1.2 I_n$ 、 I_n 、5% I_n 、2% I_n	$1.2 I_n$ 、 I_n 、10% I_n 、5% I_n	I_n

a 各误差测量负载点均在参比电压条件下；
b I_n 为电子式电流互感器额定一次电流或模拟量输入合并单元额定输入电流。

7.2.3.1 全数字化电能计量配置

对于没有投运的全数字化电能计量装置，基于虚负荷法的整体误差检测接线如图 1。使用三相可调功率源，配合升流装置、升压装置产生相位可调的三相高电压和大电流，在电子式互感器一次侧升压升流。标准电压互感器、标准电流互感器、电能表检测装置接入检测回路，脉冲采集器获取数字化电能表输出脉冲，电能表检测装置计算数字化电能计量装置整体误差。

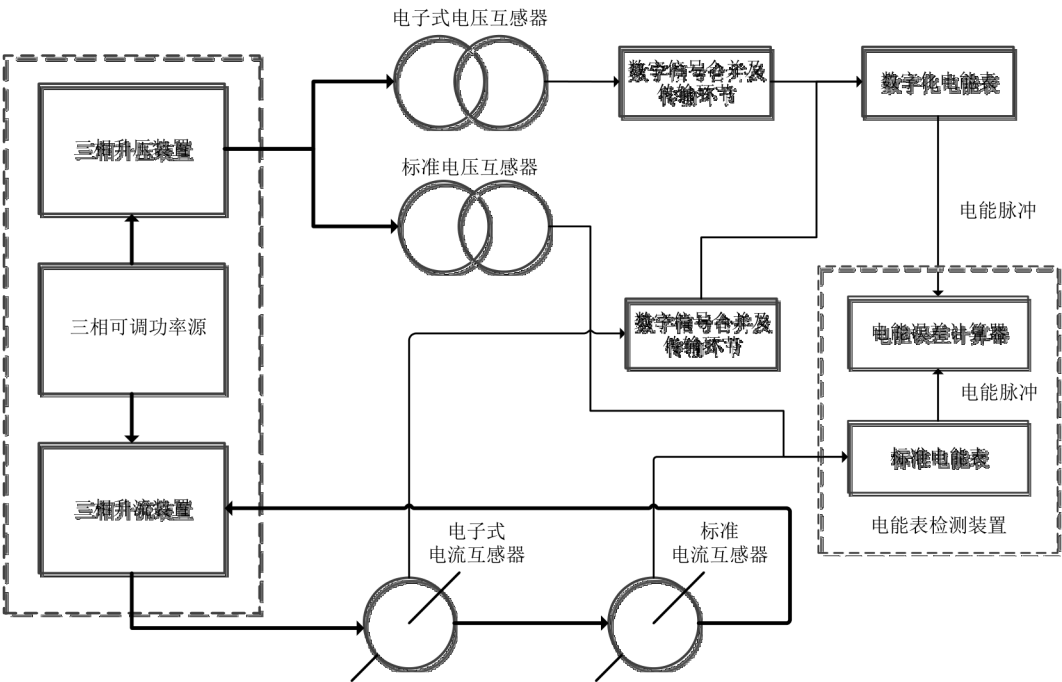


图 1 全数字化电能计量配置的整体误差检测接线

对于已经投运的全数字化电能计量装置，不宜开展实负荷下的整体误差检测。

7.2.3.2 经传统互感器接入的数字化电能计量配置

对于没有投运的经传统互感器接入的数字化电能计量装置，基于虚负荷法的整体误差检测接线如图 2。使用三相可调功率源，产生相位可调的三相电压和电流，输出至模拟量输入合并单元、电能表检测

装置，脉冲采集器获取数字化电能表输出脉冲，电能表检测装置计算数字化电能计量装置整体误差。

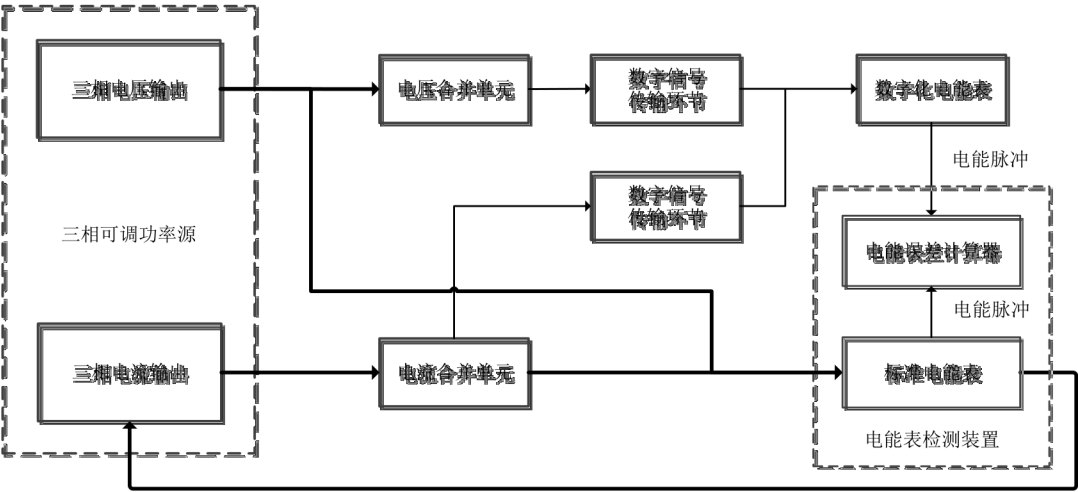


图 2 经传统互感器接入的数字化电能计量配置的虚负荷法误差检测接线

对于已经投运的经传统互感器接入的数字化电能计量装置，现场实负荷法检测接线如图 3。电能表检测装置接入检测回路，与模拟量合并单元同步接收电流、电压模拟量信号。脉冲采集器获取数字化电能表输出脉冲，电能表检测装置计算数字化电能计量装置整体误差。

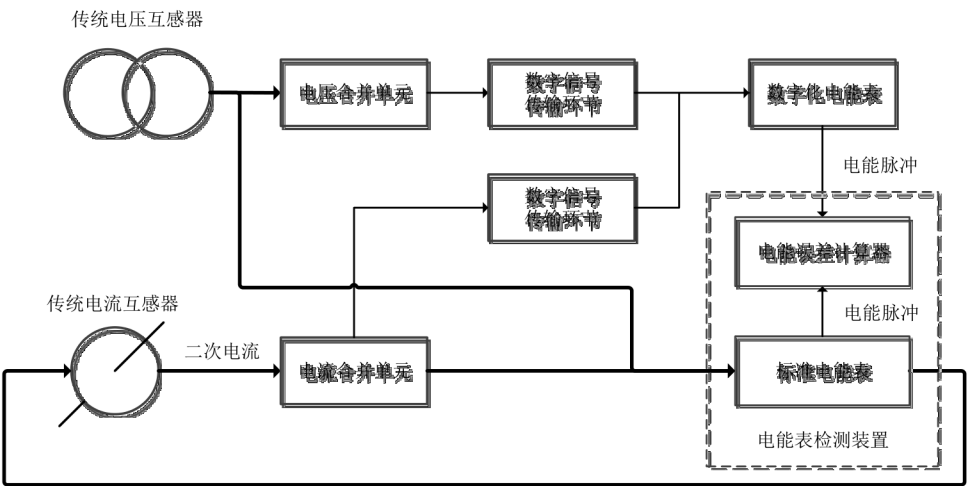


图 3 经传统互感器接入的数字化电能计量配置的实负荷法误差检测接线

7.2.4 检验结果处理

7.2.4.1 误差修约

按表 3 规定，误差检验数据以数字化电能表相应等级修约。

表 3 检测误差修约间距

准确度等级	0.05 级	0.1 级	0.2S 级	0.5S 级
修约间距	0.005	0.01	0.02	0.05

7.2.4.2 检验结果输出

检验结束，由检验单位给出检验结论，出具检验报告。检验原始记录格式参见附录表 B。

附 录 A
(资料性)
误差限值计算范例

以数字化电能计量装置常规配置的准确度为例，计算整体误差限值。数字化电能计量装置常规的准确度等级配置参见表 A.1，基于表 A.1 计算的整体误差限值参见表 A.2。

表 A.1 数字化电能计量装置常规准确度等级配置

电能计量装置类别	准确度等级
电子式电流互感器	0.2S
电子式电压互感器	0.2
模拟量输入电流合并单元	0.2S
模拟量输入电压合并单元	0.2
数字化电能表	0.2S

表 A.2 数字化电能计量装置整体误差限值^{ab}

类别	负载电流	功率因数 ^d		整体误差限（%）
有功	1% $I_n \leq I < 5\%$ I_n^c	$\cos\theta$	1	±1.15
	5% $I_n \leq I < 20\%$ I_n		1	±0.75
	20% $I_n \leq I \leq 120\%$ I_n		1	±0.60
	2% $I_n \leq I < 5\%$ I_n		0.8（C）	±3.49
	5% $I_n \leq I < 10\%$ I_n		0.8（C）	±2.32
	10% $I_n \leq I < 20\%$ I_n		0.8（C）	±2.12
	20% $I_n \leq I \leq 120\%$ I_n		0.8（C）	±1.71
	2% $I_n \leq I < 5\%$ I_n		0.5（L）	±2.33
	5% $I_n \leq I < 10\%$ I_n		0.5（L）	±1.60
	10% $I_n \leq I < 20\%$ I_n		0.5（L）	±1.40
	20% $I_n \leq I \leq 120\%$ I_n		0.5（L）	±1.14
无功	2% $I_n \leq I < 5\%$ I_n	$\sin \theta$ （L 或 C）	1	±3.48
	5% $I_n \leq I < 20\%$ I_n		1	±2.56
	20% $I_n \leq I \leq 120\%$ I_n		1	±2.41
	5% $I_n \leq I < 10\%$ I_n		0.5	±4.36
	10% $I_n \leq I < 20\%$ I_n		0.5	±3.85
	20% $I_n \leq I \leq 120\%$ I_n		0.5	±3.44
	10% $I_n \leq I < 20\%$ I_n		0.25	±5.96
	20% $I_n \leq I \leq 120\%$ I_n		0.25	±5.23

注：

a 按表 A.1 配置的全数字化电能计量装置或经传统互感器接入的数字化电能计量装置整体误差限均适用于本表；

b 表 A.2 的误差限处于参考电压条件下；

c I_n 为电子式电流互感器的额定电流，或模拟量输入电流合并单元的额定电流；

d 角度 θ 为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。

附 录 B
(资料性)
误差检验原始记录

B.1 采用虚负荷法的全数字化电能计量配置整体误差检验原始记录参见表 B.1。

表 B.1 采用虚负荷法的全数字化电能计量配置整体误差检验原始记录

客户名称				计量点名称				
测试地点				测试时间				
测试温度 (°C)				测试湿度 (%RH)				
被测设备	电子式电流互感器	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	额定电压 (kV)	额定电流 (A)	准确度
	电子式电压互感器	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	额定电压 (kV)	准确度	
	数字化电能表	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	规格	脉冲常数	准确度
标准设备	类别	生产厂家	设备型号	出厂编号	准确度等级	有效期	溯源证书	
	标准电压互感器							
	标准电流互感器							
	电能表检测装置							
外观及通电检查				参数配置检查				
总电能示值组合误差测量				时钟示值偏差测量				
整体误差检测	有功	$\cos \theta=1$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.05 I_n$	$0.01 I_n$	
			相对误差 (%)					
		$\cos \theta=0.5L$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.1 I_n$	$0.02 I_n$	
			相对误差 (%)					
		$\cos \theta=0.8C$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.1 I_n$	$0.02 I_n$	
			相对误差 (%)					
	无功	$\sin \theta=1$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.05 I_n$	$0.02 I_n$	
			相对误差 (%)					
		$\sin \theta=0.5$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.1 I_n$	$0.05 I_n$	
			相对误差 (%)					
		$\sin \theta=0.25$	负载	I_n				
			相对误差 (%)					
检测单位								
检测人员				核验人员				

B.2 采用虚负荷法的经传统互感器接入的数字化电能计量配置整体误差检验原始记录参见表 B.2。

表 B.2 采用虚负荷法的经传统互感器接入的数字化电能计量配置整体误差检验原始记录

客户名称				计量点名称				
测试地点				测试时间				
测试温度 (°C)				测试湿度 (%RH)				
被测设备	电流合并单元	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	额定电流 (A)	准确度	
	电压合并单元	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	额定电压 (V)	准确度	
	数字化电能表	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	规格	脉冲常数	准确度
标准设备	类别	生产厂家	设备型号	出厂编号	准确度等级	有效期	溯源证书	
	三相可调功率源							
	电能表检测装置							
外观及通电检查				参数配置检查				
总电能示值组合误差测量				时钟示值偏差测量				
整体误差检测	有功	$\cos \theta=1$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.05 I_n$	$0.01 I_n$	
			相对误差 (%)					
		$\cos \theta=0.5L$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.1 I_n$	$0.02 I_n$	
			相对误差 (%)					
		$\cos \theta=0.8C$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.1 I_n$	$0.02 I_n$	
			相对误差 (%)					
	无功	$\sin \theta=1$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.05 I_n$	$0.02 I_n$	
			相对误差 (%)					
		$\sin \theta=0.5$	负载	$1.2 I_n$	I_n	$0.1 I_n$	$0.05 I_n$	
			相对误差 (%)					
		$\sin \theta=0.25$	负载	I_n				
			相对误差 (%)					
检测单位								
检测人员				核验人员				

B.3 采用实负荷法的数字化电能计量配置整体误差检验原始记录参见表 B.3。

表 B.3 采用实负荷法的数字化电能计量配置整体误差检验原始记录

客户名称				计量点名称				
测试地点				测试时间				
测试温度（℃）				测试湿度（%RH）				
被测设备	电流合并单元	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	额定电流（A）	准确度	
	电压合并单元	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	额定电压（V）	准确度	
	数字化电能表	生产厂家	设备型号	出厂编号	出厂日期	规格	脉冲常数	准确度
标准设备	类别	生产厂家	设备型号	出厂编号	准确度等级	有效期	溯源证书	
	电能表检测装置							
外观及通电检查					参数配置检查			
总电能示值组合误差测量					时钟示值偏差测量			
整体误差检测	电能表显电压（V）	电能表显电流（A）	有功功率（W）	无功功率（Var）	功率因数	有功相对误差（%）	无功相对误差（%）	
	A:	A:						
	B:	B:						
	C:	C:						
检测单位								
检测人员					核验人员			