

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 7 月 31 日 (31.07.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/114150 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 35/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/089464
- (22) 国际申请日: 2013 年 12 月 15 日 (15.12.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310023075.7 2013 年 1 月 22 日 (22.01.2013) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。黑龙江省电力科学研究院 (HEILONGJIANG ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国黑龙江省哈尔滨市香坊区湘江路 7 号, Heilongjiang 150001 (CN)。
- (72) 发明人: 陆以彪 (LU, Yibiao); 中国黑龙江省哈尔滨市香坊区西大直街 92 号, Heilongjiang 150001 (CN)。王学伟 (WANG, Xuewei); 中国黑龙江省哈尔滨市香坊区湘江路 7 号, Heilongjiang 150001 (CN)。韩东 (HAN, Dong); 中国黑龙江省哈尔滨市香坊区湘江路 7 号, Heilongjiang 150001 (CN)。王琳 (WANG, Lin);

中国黑龙江省哈尔滨市香坊区湘江路 7 号, Heilongjiang 150001 (CN)。齐传凤 (QI, Chuanfeng); 中国黑龙江省哈尔滨市香坊区湘江路 7 号, Heilongjiang 150001 (CN)。吕华 (LV, Hua); 中国黑龙江省哈尔滨市香坊区湘江路 7 号, Heilongjiang 150001 (CN)。李鹏 (LI, Peng); 中国黑龙江省哈尔滨市香坊区湘江路 7 号, Heilongjiang 150001 (CN)。万静 (WAN, Jing); 中国黑龙江省哈尔滨市香坊区湘江路 7 号, Heilongjiang 150001 (CN)。

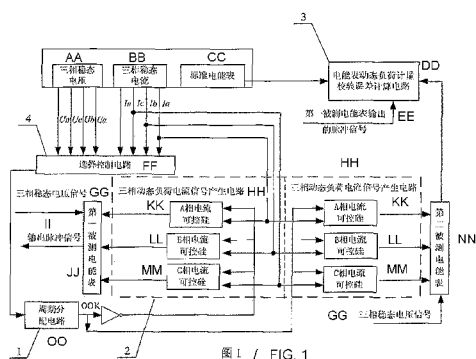
(74) 代理人: 哈尔滨市松花江专利商标事务所 (HARBIN SONGHUAJIANG PATENT TRADEMARK OFFICE); 中国黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 26 号四楼, Heilongjiang 150001 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[续页]

(54) Title: METHOD FOR CHECKING ELECTRIC ENERGY SEQUENCE PROPORTION DISTRIBUTION IN DYNAMIC MEASUREMENT CYCLE OF ELECTRIC ENERGY METER

(54) 发明名称: 电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法



AA THREE-PHASE STEADY VOLTAGE
BB THREE-PHASE STEADY CURRENT
CC STANDARD ELECTRIC ENERGY METER
DD THE DYNAMIC LOAD-MEASUREMENT-CHECKING ERROR-CALCULATING CIRCUIT OF THE ELECTRIC ENERGY METER
EE PULSE SIGNAL OUTPUTTED BY THE FIRST CHECKED ELECTRIC ENERGY METER
FF SELECTING CONTROL CIRCUIT
GG THREE-PHASE STEADY VOLTAGE SIGNAL
HH THE GENERATING CIRCUIT OF A THREE-PHASE DYNAMIC LOAD CURRENT SIGNAL
II OUTPUTTED PULSE SIGNAL
JJ FIRST CHECKED ELECTRIC ENERGY METER
KK A PHASE CURRENT CONTROLLABLE SILICON
LL B PHASE CURRENT CONTROLLABLE SILICON
MM C PHASE CURRENT CONTROLLABLE SILICON
NN SECOND CHECKED ELECTRIC ENERGY METER
OO PERIOD DISTRIBUTION CIRCUIT

(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of measuring the dynamic performance of an electric energy meter, being a method for checking electric energy sequence proportion distribution in the dynamic measurement cycle of an electric energy meter, solving the problem of inability to derive measurement tracing errors in existing measurement tests conducted on the dynamic performance of an electric energy meter by employing a power signal source to generate a dynamic load electric energy signal. The method employs a synchronous OOK periodic on-off control signal generated by a three-phase steady voltage signal or a three-phase steady current signal to dynamically distribute the three-phase steady current signal, utilizes a powered electronic device, such as a controllable silicon device, to realize control and generate transient, short-term and long-term dynamic period-varying load current signals, inputs the dynamic load electric energy into the tested electric energy meter in a discrete electric energy sequence manner, and calculates the dynamic load measurement checking error of the tested electric energy meter by acquiring the output pulses of a standard electric energy meter and the tested electric energy meter, thus realizing tracing of the dynamic load measurement test of the tested electric energy meter.

(57) 摘要:

[续页]

WO 2014/114150 A1



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,

根据细则 4.17 的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法, 属于电能表动态性能计量技术领域。本方法解决了现有对电能表的动态性能计量测试中, 采用功率信号源产生动态负荷电能信号, 无法给出计量溯源误差的问题。本方法采用由三相稳态电压或三相稳态电流信号产生的同步 OOK 周期通断控制信号对三相稳态电流信号进行动态分配, 利用可控硅等电力电子器件实现控制产生暂态、短时和长时三种呈周期变化的动态负荷电流信号, 将动态负荷电能以离散电能序列的形式输入至被测电能表, 通过收集标准电能表和被测电能表的输出脉冲来计算被测电能表的动态负荷计量校验误差, 并可实现对被测电能表的动态负荷计量测试溯源。

发明名称: 电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法

技术领域

- [1] 本发明涉及电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法, 属于电能表动态性能计量技术领域。

背景技术

- [2] 近些年来, 随着工业技术的发展, 电力系统中动态用电负荷不断增加, 如: 电气化铁道中使用的大功率硅整流设备、钢铁企业中使用的交流电弧炉和交流逆变器装置、石化与机械等行业中使用的大功率电力拖动设备和电机变频调速装置、建筑塔吊与焊接设备等。这些动态负荷主要表现为: 负荷瞬时电流剧烈、大范围地上下波动、出现随时间变化的次谐波等, 使电能表产生了较大的电能计量误差, 对供电和用电双方均造成了极大的经济损失。因此, 实现对目前广泛使用的电能表在动态负荷下的计量性能测试已成为一项亟待解决的新问题。
- [3] 目前, 各种原理的电能表都是针对稳态负荷情况设计、制造、测试和检验的, 不包含电能表在动态负荷条件下的试验。针对动态负荷情况, 不同厂家生产的电能表的动态计量特性没有得到充分的测试研究。目前对电能表动态特性的研究中, 用于电能表动态计量性能测试的动态负荷电能信号均是用功率信号源直接产生的, 这种产生动态负荷电能信号的方法缺少对电能表动态计量性能的测试溯源, 无法给出计量溯源误差。

对发明的公开

技术问题

- [4] 本发明是为了解决现有对电能表的动态性能计量测试中, 采用功率信号源产生动态负荷电能信号, 无法给出计量溯源误差的问题, 提供了一种电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法。

问题的解决方案

技术解决方案

- [5] 本发明所述电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法, 它采用三相稳态电

压信号或三相稳态电流信号通过周期分配电路产生同步通断控制信号OOK，该通断控制信号OOK通过三相动态负荷电流信号产生电路生成动态负荷电流信号，该动态负荷电流信号以离散电能序列的形式输入至被测电能表；所述三相动态负荷电流信号产生电路采用三相稳态电流信号作为工作电源；被测电能表采用三相稳态电压信号作为工作电源；

[6] 然后采集被测电能表输出的脉冲信号，同时采集标准电能表输出的脉冲信号，所述标准电能表在所述三相稳态电压信号和三相稳态电流信号下工作，采用电能表动态负荷计量校验误差计算电路对被测电能表输出的脉冲信号和标准电能表输出的脉冲信号进行计算，获得被测电能表的动态负荷计量校验误差，实现对被测电能表的动态负荷计量测试溯源。

[7] 所述同步通断控制信号 $OOK_s(t)$ 为：

[8]

$$s(t) = \sum_n a_n g(t - nT)$$

[9] 式中 a_n 为动态负荷电流信号的离散电能序列， n 为离散电能序列的序号， a_n 的表达式为：

[10]

$$a_n = \begin{cases} 1 & nT \leq t \leq (n+1)T, \text{ 电流信号通} \\ 0 & nT \leq t \leq (n+1)T, \text{ 电流信号断} \end{cases}$$

[11] t 为时间， T 为 50Hz 工频交流电周期，

[12]

$$\text{矩形窗函数 } g(t - nT) = \begin{cases} 1 & nT \leq t \leq (n+1)T \\ 0 & \text{其他} \end{cases}, \quad n \in N;$$

[13] N 为自然数；

[14] 同步通断控制信号OOK控制方式下第 n 个控制周期内的OOK动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 为：

[15]

$$i_{dn}(t) = a_n \cdot [\sqrt{2} I_{rms} \sin(\omega t - \varphi_n) + A \sin(\frac{m_1}{m_2} \omega t - \varphi_n)] ,$$

- [16] 式中 I_{rms} 为 OOK 动态负荷时域的电流有效值, ω 为 OOK 动态负荷时域的电流角频率, φ_n 为第 n 个控制周期内的 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 基波分量或谐波分量的初始角, A 为 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 谐波分量幅度, m_1 和 m_2 均为正整数, m_1/m_2 的比值为 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 的整数次谐波或分数次谐波;

- [17] $\omega = 2\pi f$, $f = 1/T = 50\text{Hz}$, $m_1, m_2 \in N^*$, N^* 为正自然数的集合, $A \in Q^*$, Q^* 为正有理数集合, 且 $nT \leq t \leq (n+1)T$, 当 m_1/m_2 为整数时, $i_{dn}(t)$ 中含有整数次谐波电流分量; 当 m_1/m_2 为分数时, $i_{dn}(t)$ 中含有非整数次谐波电流分量;

- [18] 动态负荷电流信号以离散电能序列 $\{ E_{di0}(n), E_{di1}(n), E_{di2}(n), \dots, E_{din}(n) \}$ 的形式输入至被测电能表, $E_{din}(n)$ 为同步通断控制信号 OOK 第 n 个控制周期内的动态负荷电能, $E_{din}(n)$ 以电能当量的形式表示为:

$$E_{din}(n) = [U_{rms} I_{rms} T \cos \varphi_n] \cdot a_n = E_q \cdot a_n ,$$

- [20] 式中 U_{rms} 为 OOK 动态负荷时域的电压有效值, E_q 为量化电能当量, 是某一校验输入条件下的量化电能当量;

- [21] 用 T_A 表示在 1 个同步通断控制信号 OOK 的导通期间里包含的 50Hz 正弦电流信号的整周期个数, 用 T_B 表示在 1 个同步通断控制信号 OOK 的关断期间里包含的 50Hz 正弦电流信号的整周期个数,

- [22] 当被测电能表被输入的动态负荷电流信号为 T_A 、 T_B 条件下的同步通断控制信号 OOK 时, 采集被测电能表输出的脉冲信号个数 N_A , 计算获得与被测电能表输出的脉冲信号个数 N_A 对应的标准电能表的算定脉冲个数 m_0 :

$$m_0 = \frac{3600 \times 1000}{C * K_I * K_U * K_J} * N_A * C_0 * \frac{T_A + T_B}{T_A} ,$$

- [24] 式中 C 为被测电能表输出脉冲常数, 单位为 P/kWh; K_I 为校验过程中标准电能表外接的电流互感器变比; K_U 为校验过程中标准电能表外接的电压互感器变

比； K_I 为接线系数， C_0 为标准电能表输出脉冲常数，单位为 P/WS；

- [25] 根据被测电能表在动态负荷电能条件下输出的标准脉冲个数 m ，获得被测电能表的动态负荷计量校验误差 γ 为：

[26]

$$\gamma = \frac{m_0 - m}{m} \times 100\% ;$$

- [27] 使被测电能表被输入的同步通断控制信号 OOK 在全通控制模式下，将三相稳态电压信号和三相稳态电流信号输入被测电能表，采集被测电能表输出的脉冲信号个数 N_s ，计算获得与被测电能表输出的脉冲信号个数 N_s 对应的标准电能表的算定脉冲个数 m_{s0} ：

[28]

$$m_{s0} = \frac{3600 \times 1000}{C * K_I * K_U * K_J} * N_s * C_0 ,$$

- [29] 根据被测电能表的给定计量稳态电能所对应的标准脉冲个数 m_s ，对被测电能表进行动态负荷计量测试溯源，其溯源误差 γ_s 为：

[30]

$$\gamma_s = \frac{m_{s0} - m_s}{m_s} \times 100\% .$$

发明的有益效果

有益效果

- [31] 本发明的优点：本发明能够有效反映电能表动态负荷计量性能以及电能表动态负荷计量性能测试溯源。它采用由三相稳态电压或三相稳态电流信号产生的同步 OOK 周期通断控制信号对三相稳态电流信号进行动态分配，利用可控硅等电力电子器件实现控制产生暂态、短时和长时三种呈周期变化的动态负荷电流信号，将动态负荷电能以离散电能序列的形式输入至被测电能表，通过收集标准电能表和被测电能表的输出脉冲来计算被测电能表的动态负荷计量校验误差，

并可实现对被测电能的动态负荷计量测试溯源。

- [32] 本发明建立了电能表动态负荷计量校验误差的计算方法，可将标准电能表的静态误差过渡到被测电能表的动态误差，通过对比分配到被测电能表的动态负荷电能的理论值、与被测电能表实际计量到的动态负荷电能值来计算给出被测电能表的动态负荷计量误差。

对附图的简要说明

附图说明

- [33] 图 1 是本发明所述电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法的原理框图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [34] 具体实施方式一：下面结合图1说明本实施方式，本实施方式所述电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法，它采用三相稳态电压信号或三相稳态电流信号通过周期分配电路1产生同步通断控制信号OOK，该通断控制信号OOK通过三相动态负荷电流信号产生电路2生成动态负荷电流信号，该动态负荷电流信号以离散电能序列的形式输入至被测电能表；所述三相动态负荷电流信号产生电路2采用三相稳态电流信号作为工作电源；被测电能表采用三相稳态电压信号作为工作电源；
- [35] 然后采集被测电能表输出的脉冲信号，同时采集标准电能表输出的脉冲信号，所述标准电能表在所述三相稳态电压信号和三相稳态电流信号下工作，采用电能表动态负荷计量校验误差计算电路3对被测电能表输出的脉冲信号和标准电能表输出的脉冲信号进行计算，获得被测电能表的动态负荷计量校验误差，实现对被测电能表的动态负荷计量测试溯源。
- [36] 本实施方式所述对被测电能表进行校验的方式，可用于对两个被测电能表的测量。只需将周期分配电路1产生同步通断控制信号OOK经过一个与非门来实现控制，即将分配电路1产生的同步通断控制信号OOK直接输入给与一个被测电能表对应的三相动态负荷电流信号产生电路2，分配电路1产生的同步通断控制信号OOK经过与非门变换后的信号输入给另一个被测电能表对应的三相动态负荷电流信号产生电路2。还可根据实际需要对测量情况进行相应的设置。

[37] 具体实施方式二：下面结合图 1 说明本实施方式，本实施方式为对实施方式一的进一步说明，本实施方式所述同步通断控制信号 $\text{OOK}_s(t)$ 为：

[38]

$$s(t) = \sum_n a_n g(t - nT)$$

[39] 式中 a_n 为动态负荷电流信号的离散电能序列， n 为离散电能序列的序号， a_n 的表达式为：

[40]

$$a_n = \begin{cases} 1 & nT \leq t \leq (n+1)T, \text{ 电流信号通} \\ 0 & nT \leq t \leq (n+1)T, \text{ 电流信号断} \end{cases}$$

[41] t 为时间， T 为 50Hz 工频交流电周期，

[42]

$$\text{矩形窗函数 } g(t - nT) = \begin{cases} 1 & nT \leq t \leq (n+1)T \\ 0 & \text{其他} \end{cases}, \quad n \in N;$$

[43] N 为自然数；

[44] 同步通断控制信号 OOK 控制方式下第 n 个控制周期内的 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 为：

[45]

$$i_{dn}(t) = a_n \cdot [\sqrt{2}I_{rms} \sin(\omega t - \varphi_n) + A \sin(\frac{m_1}{m_2} \omega t - \varphi_n)],$$

[46] 式中 I_{rms} 为 OOK 动态负荷时域的电流有效值， ω 为 OOK 动态负荷时域的电流角频率， φ_n 为第 n 个控制周期内的 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 基波分量或谐波分量的初始角， A 为 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 谐波分量幅度， m_1 和 m_2 均为正整数， m_1/m_2 的比值为 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 的整数次谐波或分数次谐波；

[47]

$\omega = 2\pi f$, $f = 1/T = 50\text{Hz}$, $m_1, m_2 \in N^*$, N^* 为正自然数的集合, $A \in Q^*$, Q^* 为正有理数集合, 且 $nT \leq t \leq (n+1)T$, 当 m_1/m_2 为整数时, $i_{dn}(t)$ 中含有整数次

谐波电流分量；当 m_1/m_2 为分数时， $i_{dn}(t)$ 中含有非整数次谐波电流分量；

- [48] 动态负荷电流信号以离散电能序列 $\{ E_{di0}(n), E_{di1}(n), E_{di2}(n), \dots, E_{din}(n) \}$ 的形式输入至被测电能表， $E_{din}(n)$ 为同步通断控制信号 OOK 第 n 个控制周期内的动态负荷电能， $E_{din}(n)$ 以电能当量的形式表示为：

$$[49] \quad E_{din}(n) = [U_{rms} I_{rms} T \cos \varphi_n] \cdot a_n = E_q \cdot a_n,$$

- [50] 式中 U_{rms} 为 OOK 动态负荷时域的电压有效值， E_q 为量化电能当量，是某一校验输入条件下的量化电能当量；

- [51] 用 T_A 表示在 1 个同步通断控制信号 OOK 的导通期间里包含的 50Hz 正弦电流信号的整周期个数，用 T_B 表示在 1 个同步通断控制信号 OOK 的关断期间里包含的 50Hz 正弦电流信号的整周期个数，

- [52] 当被测电能表被输入的动态负荷电流信号为 T_A 、 T_B 条件下的同步通断控制信号 OOK 时，采集被测电能表输出的脉冲信号个数 N_A ，计算获得与被测电能表输出的脉冲信号个数 N_A 对应的标准电能表的算定脉冲个数 m_0 ：

$$[53] \quad m_0 = \frac{3600 \times 1000}{C * K_I * K_U * K_J} * N_A * C_0 * \frac{T_A + T_B}{T_A},$$

- [54] 式中 C 为被测电能表输出脉冲常数，单位为 P/kWh； K_I 为校验过程中标准电能表外接的电流互感器变比； K_U 为校验过程中标准电能表外接的电压互感器变比； K_J 为接线系数， C_0 为标准电能表输出脉冲常数，单位为 P/WS；

- [55] 根据被测电能表在动态负荷电能条件下输出的标准脉冲个数 m ，获得被测电能表的动态负荷计量校验误差 γ 为：

$$[56] \quad \gamma = \frac{m_0 - m}{m} \times 100\% ;$$

- [57] 使被测电能表被输入的同步通断控制信号 OOK 在全通控制模式下，将三相稳态电压信号和三相稳态电流信号输入被测电能表，采集被测电能表输出的脉冲信号个数 N_S ，计算获得与被测电能表输出的脉冲信号个数 N_S 对应的标准电能表

的算定脉冲个数 m_{S0} :

[58]

$$m_{S0} = \frac{3600 \times 1000}{C * K_I * K_U * K_J} * N_S * C_0 ,$$

[59]

根据被测电能表的给定计量稳态电能所对应的标准脉冲个数 m_S , 对被测电能表进行动态负荷计量测试溯源, 其溯源误差 γ_S 为:

[60]

$$\gamma_S = \frac{m_{S0} - m_S}{m_S} \times 100\% .$$

[61]

本实施方式中, 校验过程中标准电能表外接的电流互感器用于进行电流变换和隔离, 标准电能表外接的电压互感器用于进行电压变换和隔离。

[62]

具体实施方式三: 本实施方式为对实施方式二的进一步说明, 本实施方式所述 T_A 和 T_B 的个数范围均为 1~2000。

[63]

具体实施方式四: 本实施方式为对实施方式一、二或三的进一步说明, 本实施方式所述三相动态负荷电流信号产生电路 2 为三相电流可控硅电路。

[64]

具体实施方式五: 本实施方式为对实施方式一、二、三或四的进一步说明, 本实施方式所述三相动态负荷电流信号产生电路 2 生成的动态负荷电流信号为暂态、短时和长时的动态负荷电流信号, 该暂态、短时和长时的动态负荷电流信号呈周期变化;

[65]

暂态动态负荷电流信号为: 在同步通断控制信号 OOK 的一个通断控制周期内, T_A 为 1~5 个;

[66]

短时动态负荷电流信号为: 在同步通断控制信号 OOK 的一个通断控制周期内, T_A 为 5~50 个;

[67]

长时动态负荷电流信号为: 在同步通断控制信号 OOK 的一个通断控制周期内, T_A 为 50~500 个;

[68]

本实施方式采用可控硅等电力电子器件来实现控制产生三相 OOK 动态负荷电流信号。所产生的三相 OOK 动态负荷电流信号用于控制产生三种类型的动态负

荷电能信号：

- [69] 暂态动态负荷电流信号：在 1 个 OOK 通断控制周期内，通周期数 T_A 范围为 1~5 个，即电流流通时间为 20ms~100ms，可反映快速冲击用电设备等的用电状况；
- [70] 短时动态负荷电流信号：在 1 个 OOK 通断控制周期内，通周期数 T_A 范围为 5~50 个，即电流流通时间为 100ms~1000ms，可反映中速冲击用电设备或波动负荷的用电状况；
- [71] 长时动态负荷电流信号：在 1 个 OOK 通断控制周期内，通周期数 T_A 范围为 50~500 个，即电流流通时间为 1s~10s，可反映通断用电设备或慢速波动负荷的用电状况。
- [72] 具体实施方式六：本实施方式为对实施方式一、二、三、四或五的进一步说明，本实施方式所述三相稳态电压信号或三相稳态电流信号通过选择控制电路 4 选择后输出与三相稳态电压信号或三相稳态电流信号对应的同步方波控制信号，该同步方波控制信号输出给周期分配电路 1 产生同步的通断控制信号 OOK。
- [73] 本实施方式中同步通断控制信号 OOK 可通过周期分配电路 1 采用以下控制模式产生：
- [74] 电压控制模式：由正弦稳态电压信号产生。三相四线接线条件下，由 A 相或 C 相相电压整形后的同步电压方波信号产生周期通断控制信号 OOK；三相三线条件下，由 AB 或 CB 线电压整形后的同步电压方波信号产生周期通断控制信号 OOK。
- [75] 电流控制模式：由正弦稳态电流信号产生。由 A 相、B 相或 C 相电流信号整形后的同步电流方波信号产生周期通断控制信号 OOK。
- [76] 全通控制模式：令可控硅等电力电子器件始终处于导通状态，将稳态三相电流信号输入至被测电能表。

权利要求书

[权利要求 1]

一种电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法，其特征在于，它采用三相稳态电压信号或三相稳态电流信号通过周期分配电路（1）产生同步通断控制信号OOK，该通断控制信号OOK通过三相动态负荷电流信号产生电路（2）生成动态负荷电流信号，该动态负荷电流信号以离散电能序列的形式输入至被测电能表；所述三相动态负荷电流信号产生电路（2）采用三相稳态电流信号作为工作电源；被测电能表采用三相稳态电压信号作为工作电源；然后采集被测电能表输出的脉冲信号，同时采集标准电能表输出的脉冲信号，所述标准电能表在所述三相稳态电压信号和三相稳态电流信号下工作，采用电能表动态负荷计量校验误差计算电路（3）对被测电能表输出的脉冲信号和标准电能表输出的脉冲信号进行计算，获得被测电能表的动态负荷计量校验误差，实现对被测电能表的动态负荷计量测试溯源。

[权利要求 2]

根据权利要求1所述的电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法，其特征在于，所述同步通断控制信号 $OOK_s(t)$ 为：

$$s(t) = \sum_n a_n g(t - nT)$$

式中 a_n 为动态负荷电流信号的离散电能序列， n 为离散电能序列的序号， a_n 的表达式为：

$$a_n = \begin{cases} 1 & nT \leq t \leq (n+1)T, \text{ 电流信号通} \\ 0 & nT \leq t \leq (n+1)T, \text{ 电流信号断} \end{cases},$$

t 为时间， T 为 50Hz 工频交流电周期，

$$\text{矩形窗函数 } g(t - nT) = \begin{cases} 1 & nT \leq t \leq (n+1)T \\ 0 & \text{其他} \end{cases}, \quad n \in N;$$

N 为自然数;

同步通断控制信号 OOK 控制方式下第 n 个控制周期内的 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 为:

$$i_{dn}(t) = a_n \cdot [\sqrt{2} I_{rms} \sin(\omega t - \varphi_n) + A \sin(\frac{m_1}{m_2} \omega t - \varphi_n)],$$

式中 I_{rms} 为 OOK 动态负荷时域的电流有效值, ω 为 OOK 动态负荷时域的电流角频率, φ_n 为第 n 个控制周期内的 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 基波分量或谐波分量的初始角, A 为 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 谐波分量幅度, m_1 和 m_2 均为正整数, m_1/m_2 的比值为 OOK 动态负荷时域瞬时电流 $i_{dn}(t)$ 的整数次谐波或分数次谐波;

$\omega = 2\pi f$, $f = 1/T = 50\text{Hz}$, $m_1, m_2 \in N^*$, N^* 为正自然数的集合, $A \in Q^*$, Q^* 为正有理数集合, 且 $nT \leq t \leq (n+1)T$, 当 m_1/m_2 为整数时, $i_{dn}(t)$ 中含有整数次谐波电流分量; 当 m_1/m_2 为分数时, $i_{dn}(t)$ 中含有非整数次谐波电流分量;

动态负荷电流信号以离散电能序列 $\{E_{di0}(n), E_{di1}(n), E_{di2}(n), \dots, E_{din}(n)\}$ 的形式输入至被测电能表, $E_{din}(n)$ 为同步通断控制信号 OOK 第 n 个控制周期内的动态负荷电能, $E_{din}(n)$ 以电能当量的形式表示为:

$$E_{din}(n) = [U_{rms} I_{rms} T \cos \varphi_n] \cdot a_n = E_q \cdot a_n,$$

式中 U_{rms} 为 OOK 动态负荷时域的电压有效值, E_q 为量化电能当量, 是某一校验输入条件下的量化电能当量;

用 T_A 表示在 1 个同步通断控制信号 OOK 的导通期间里包含的 50Hz 正弦电流信号的整周期个数, 用 T_B 表示在 1 个同步通断控制信号 OOK 的关断期间里包含的 50Hz 正弦电流信号的整周期个数,

当被测电能表被输入的动态负荷电流信号为 T_A 、 T_B 条件下的同步通断控制信号 OOK 时, 采集被测电能表输出的脉冲信号个数 N_A

，计算获得与被测电能表输出的脉冲信号个数 N_A 对应的标准电能表的算定脉冲个数 m_0 ：

$$m_0 = \frac{3600 \times 1000}{C * K_I * K_U * K_J} * N_A * C_0 * \frac{T_A + T_B}{T_A},$$

式中 C 为被测电能表输出脉冲常数，单位为 P/kWh； K_I 为校验过程中标准电能表外接的电流互感器变比； K_U 为校验过程中标准电能表外接的电压互感器变比； K_J 为接线系数， C_0 为标准电能表输出脉冲常数，单位为 P/WS；

根据被测电能表在动态负荷电能条件下输出的标准脉冲个数 m ，获得被测电能表的动态负荷计量校验误差 γ 为：

$$\gamma = \frac{m_0 - m}{m} \times 100\% ;$$

使被测电能表被输入的同步通断控制信号 OOK 在全通控制模式下，将三相稳态电压信号和三相稳态电流信号输入被测电能表，采集被测电能表输出的脉冲信号个数 N_S ，计算获得与被测电能表输出的脉冲信号个数 N_S 对应的标准电能表的算定脉冲个数 m_{S0} ：

$$m_{S0} = \frac{3600 \times 1000}{C * K_I * K_U * K_J} * N_S * C_0,$$

根据被测电能表的给定计量稳态电能所对应的标准脉冲个数 m_S ，对被测电能表进行动态负荷计量测试溯源，其溯源误差 γ_S 为：

$$\gamma_S = \frac{m_{S0} - m_S}{m_S} \times 100\%。$$

[权利要求 3]

根据权利要求2所述的电能表动态计量周期电能序列比例分配校验

法，其特征在于，所述 T_A 和 T_B 的个数范围均为1~2000。

[权利要求 4] 根据权利要求2或3所述的电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法，其特征在于，所述三相动态负荷电流信号产生电路（2）为三相电流可控硅电路。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法，其特征在于，
所述三相动态负荷电流信号产生电路（2）生成的动态负荷电流信号为暂态、短时和长时的动态负荷电流信号，该暂态、短时和长时的动态负荷电流信号呈周期变化；
暂态动态负荷电流信号为：在同步通断控制信号OOK的一个通断控制周期内， T_A 为1~5个；
短时动态负荷电流信号为：在同步通断控制信号 OOK 的一个通断控制周期内， T_A 为5~50个；
长时动态负荷电流信号为：在同步通断控制信号 OOK 的一个通断控制周期内， T_A 为50~500个。

[权利要求 6] 根据权利要求1、2、3或5所述的电能表动态计量周期电能序列比例分配校验法，其特征在于，所述三相稳态电压信号或三相稳态电流信号通过选择控制电路（4）选择后输出与三相稳态电压信号或三相稳态电流信号对应的同步方波控制信号，该同步方波控制信号输出给周期分配电路（1）产生同步的通断控制信号OOK。

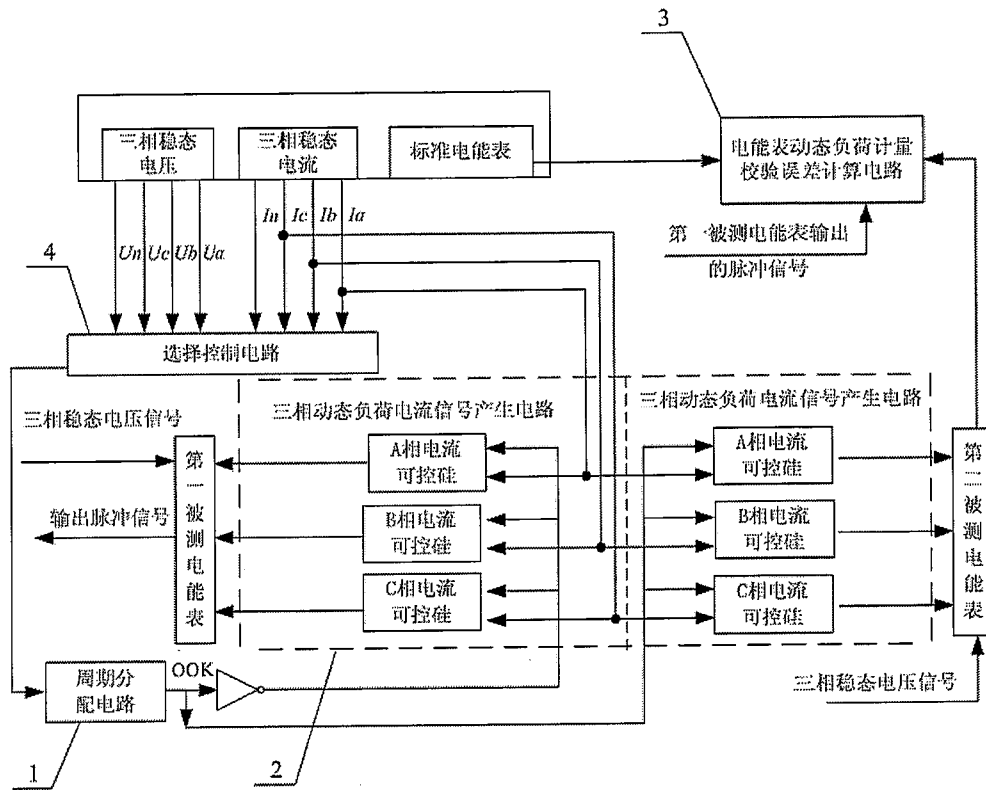


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/089464**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01R 35/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, CNTXT, DWPI, SIPOABS: energy measurement, detection, metering, electric energy, discrete, sequence, traceability, controllable silicon, energy meter, electrical meter, watt-hour meter, kilowatt hour meter, electrometer, calibrate, regulate, check, verify, correct, error, fallibility, deviation, offset, dynamic, load, current, source, producer, producing, production, generator, generation, generating, thyristor, silicon, control, controlling, controllable, period, cycle, cyclic, three phase, triphase, make-break, on-off, in-out

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103091659 A (HEILONGJIANG ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE), 08 May 2013 (08.05.2013), claims 1-6	1-6
A	CN 200962142 Y (WUHAN GUOCE S&T CO., LTD.), 17 October 2007 (17.10.2007), claim 1, description, page 1, line 23 to page 3, line 6, and figure 1	1-6
A	CN 1782730 A (ZIBO JIBAO MUTUAL INDUCTOR RESEARCH INSTITUTE), 07 June 2006 (07.06.2006), the whole document	1-6
A	CN 101526596 A (ZHENGZHOU WONDER ELECTRICAL POWER CO., LTD. et al.), 09 September 2009 (09.09.2009), the whole document	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 11 March 2014 (11.03.2014)	Date of mailing of the international search report 20 March 2014 (20.03.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer MIAO, Wen Telephone No.: (86-10) 62085340

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/089464

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101907697 A (WASION GROUP LIMITED), 08 December 2010 (08.12.2010), the whole document	1-6
A	JP 10-142306 A (TOSHIBA K.K.), 29 May 1998 (29.05.1998), the whole document	1-6
A	WO 97/44679 A1 (SOUTHPower LTD.), 27 November 1997 (27.11.1997), the whole document	1-6

International application No.
PCT/CN2013/089464

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/089464

A. 主题的分类

G01R 35/04 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G01R

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNKI, CNTXT, DWPI, SIPOABS: 电表, 电能表, 电度表, 电能计, 电度计, 电能计量, 校验, 检定, 校准, 校正, 校核, 检测, 计量, 动态, 负荷, 负载, 载荷, 荷载, 电流, 产生, 生成, 发生, 源, 电能, 离散, 序列, 溯源, 通断, 可控硅, 晶闸管, 晶体闸流管, 闸流晶体管, 闸流, energy meter, electrical meter, watt-hour meter, kilowatt hour meter, electrometer, calibrate, regulate, check, verify, correct, error, fallibility, deviation, offset, dynamic, load, current, source, producer, producing, production, generator, generation, generating, thyristor, silicon, control, controlling, controllable, period, cycle, cyclic, three phase, triphase, make-break, on-off, in-out

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103091659 A (黑龙江省电力科学研究院) 08.5 月 2013 (08.05.2013) 权利要求 1-6	1-6
A	CN 200962142 Y (武汉国测科技股份有限公司) 17.10 月 2007 (17.10.2007) 权利要求 1, 说明书第 1 页第 23 行-第 3 页第 6 行, 附图 1	1-6
A	CN 1782730 A (淄博计保互感器研究所) 07.6 月 2006 (07.06.2006) 全文	1-6
A	CN 101526596 A (郑州万特电气有限公司 等) 09.9 月 2009 (09.09.2009) 全文	1-6

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

11.3 月 2014 (11.03.2014)

国际检索报告邮寄日期

20.3 月 2014 (20.03.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

苗文

电话号码: (86-10) **62085340**

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/089464

C(续). 相关文件

类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 101907697 A (威胜集团有限公司) 08.12 月 2010 (08.12.2010) 全文	1-6
A	JP 特开平 10-142306 A (TOSHIBA K. K.) 29.5 月 1998 (29.05.1998) 全文	1-6
A	WO 97/44679 A1 (SOUTHPOWER LTD.) 27.11 月 1997 (27.11.1997) 全文	1-6

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/089464

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 103091659 A	08.05.2013	无	
CN 200962142 Y	17.10.2007	无	
CN 1782730 A	07.06.2006	CN 100520437 C	29.07.2009
CN 101526596 A	09.09.2009	CN 101526596 B	07.09.2011
CN 101907697 A	08.12.2010	CN 101907697 B	04.07.2012
JP 特开平 10-142306 A	29.05.1998	无	
WO 97/44679 A1	27.11.1997	AU 2917297 A	09.12.1997