



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104569902 B

(45)授权公告日 2017.04.19

(21)申请号 201410670746.3

(22)申请日 2014.11.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104569902 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(73)专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街86号

专利权人 国网湖南省电力公司

国网湖南省电力公司电力科学研究院

(72)发明人 陈浩 欧朝龙 陈福胜 申丽曼

李娥英 徐先勇 王伟能 向洁

李昂

(74)专利代理机构 长沙市融智专利事务所

43114

代理人 欧阳迪奇

(51)Int.Cl.

G01R 35/04(2006.01)

G01R 21/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102087352 A,2011.06.08,

CN 202189091 U,2012.04.11,

CN 202256487 U,2012.05.30,

CN 102608561 A,2012.07.25,

CN 101907666 A,2010.12.08,

CN 203551626 U,2014.04.16,

审查员 姜楠

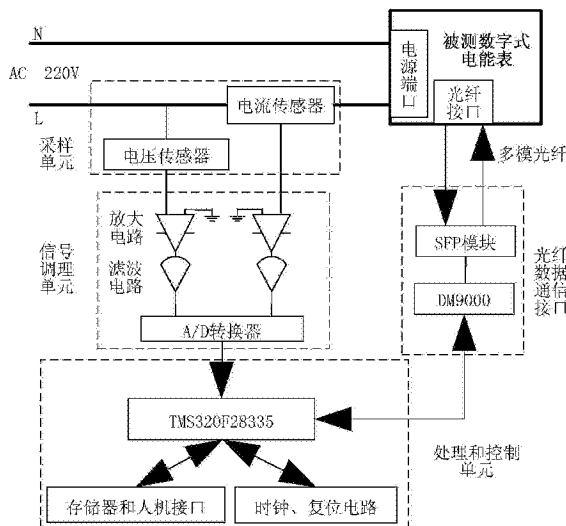
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种数字式电能表功耗测量装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种数字式电能表功耗测量装置及方法,置采用光纤数据通信接口与被测数字式电能表实时通信,可在数字式电能表的“计量模式”和“待机模式”下,实时采集被测数字式电能表电源回路电压、电流信号,采用快速傅里叶频域变换技术可以准确地分析出被测数字式电能表在“计量模式”和“待机模式”的实时功率消耗值,以判定其功耗是否符合相关技术要求。该方法比普通万用表仅测量电能表静态功耗的方法更具科学性,且具有更高的准确度,避免了复杂的接线和触电危险,测试过程全自动化,能够实时测量静态功耗、动态功耗,对被测数字式电能表交流电源电能质量进行有效评价,确保智能变电站设备的节能和可靠运行。



1. 一种数字式电能表功耗测量方法,其特征在于,设置采样单元、信号调理单元和处理控制单元,所述的采样单元连接被测数字式电能表所检测的电源回路并采集电源回路电压和电流信号,所述的信号调理单元连接采样单元并对所采集的电源回路电压和电流信号进行放大、滤波,并将电压、电流信号模拟量转换为对应的数字量,所述的处理控制单元连接信号调理单元,将时域信号通过快速傅里叶变换转换为频域信号并通过计算得到被测数字式电能表的功耗;

处理控制单元通过设置通信接口连接被测数字式电能表并控制被测数字式电能表在待机状态和计量状态间切换,以检测被测数字式电能表在待机状态和计量状态的功耗;

当检测被测数字式电能表计量状态功耗时,处理控制单元通过通信接口向被测电能表发送电压、电流数据帧,被测数字式电能表对所接收的电压、电流数据帧进行计量,处理控制单元测量被测数字式电能表在计量时的功耗,检测被测数字式电能表待机状态功耗时,处理控制单元停止发送电压、电流数据帧,被测数字式电能表停止计量进入待机状态,处理控制单元测量被测数字式电能表在待机时的功耗。

2. 根据权利要求1所述的一种数字式电能表功耗测量方法,其特征在于,对被测数字式电能表进行测量的步骤包括:

步骤一:设定采样频率 $f_s$ 和采样点数 $N_s$ ;

步骤二:对电源回路的电压、电流进行实时采样和模数转换得到电源端口电压、电流采样序列 $u(n)$ 、 $i(n)$ ,其中 $n=0,1,2\cdots N_s-1$ , $N_s$ 为设定的采样点数;

步骤三:对 $u(n)$ 、 $i(n)$ 进行快速傅里叶变换得到频域序列 $U(k)$ 、 $I(k)$ ,其中 $k=0,1,2\cdots N_s-1$ , $N_s$ 为设定的采样点数, $U_a$ 、 $U_b$ 分别为电压频域 $k$ 次分量的实部和虚部, $I_a$ 、 $I_b$ 分别为电流频域 $k$ 次分量的实部和虚部,且有:

$$U(k) = \sum_{n=0}^{N_s-1} u(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{N_s}kn} = U_a + jU_b \quad (1)$$

$$I(k) = \sum_{n=0}^{N_s-1} i(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{N_s}kn} = I_a + jI_b \quad (2)$$

步骤四:根据 $U(k)$ 、 $I(k)$ 计算被测数字式电能表电源端口的视在功率 $S$ 、有功功率 $P$ 、无功功率 $Q$ 和功率因数 $v$ ,其中,

$$P = U_{a0}I_{a0} + \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=1}^{N_s-1} [U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk}] \quad (3)$$

$$Q = \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=1}^{N_s-1} [U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk}] \quad (4)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5)$$

$$v = \frac{P}{S} \quad (6)$$

由式(1)和(2)取 $k=1$ 计算出基波电压 $U_1$ 、基波电流含量 $I_1$ ,以及取 $k=2,3,4\cdots N_s-1$ 计算各次谐波电压 $U_k$ 、谐波电流含量 $I_k$ ,由式(3)和(4)计算出基波和各次谐波功率,其中基波功率为

$$P_1 = U_{a1} \cdot I_{a1} + U_{b1} \cdot I_{b1} \quad (7)$$

$$Q_1 = U_{b1} \cdot I_{a1} - U_{a1} \cdot I_{b1} \quad (8)$$

各次谐波功率为,其中 $k=2,3,4\cdots N_s-1$ ,

$$P_k = U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk} \quad (9)$$

$$Q_k = U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk} \quad (10)$$

直流分量功率为

$$P_0 = U_{a0} I_{a0} \quad (11)$$

谐波总功率为

$$P = U_{a0} I_{a0} + \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=2}^{N_s-1} [U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk}] \quad (12)$$

$$Q = \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=2}^{N_s-1} [U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk}] \quad (13)。$$

## 一种数字式电能表功耗测量装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种数字式电能表功耗测量装置及方法。

### 背景技术

[0002] 智能变电站计量回路中,电子式互感实现电压、电流信号的采集、编码和串行传输,由合并单元对采样序列进行组帧、打包处理,依据IEC 61850规约传输采样数据,由数字式电能表对合并单元的数据包进行解析、计算,得到有功电能和无功电能值。随着我国智能变电站的全面推广,电能计量设备数字式水平越来越高,数字式电能表准确度高、功能强大的优点使之得到了越来越广泛的应用,但由于采用了光纤接口、以太网芯片等元器件,数字式电能表工作状态的功率消耗远远高于传统电能表,尤其在高速通信状态下、运算量较大时,某些型号数字式电能表瞬时功率消耗可达20W以上,约为传统电能表的3倍,当安装环境散热不当时,将引起电能表壳体的温升,影响电能表计量准确度和安全稳定运行,因此对数字式电能表工作时的功耗进行测量十分必要。传统测量功耗采用的是万用表法,即把万用表调到功率档,将其电压测量元件与被测电能表供电电压并联,电流测量元件串入供电回路中,人工读取万用表显示的功率值。该方法接线较复杂,且容易将电压、电流线接反,导致设备损坏和试验人员危险,同时测量时电能表并未通信和计量,处于待机状态,测量到的是静态功耗,而数字式电能表在通信和计量状态下的动态功耗要远高于待机时的静态功耗,因此传统方法测量的功耗值比电能表正常工作时的功耗值偏小,从而导致测试结果的误判。另一方面,由于电能表交流电源回路中电压、电流并非理想正弦波,存在各种谐波成分,传统的测量方法往往只针对电压、电流基波幅值,不能对交流电源的各次谐波进行有效分析,以至于不能合理地确定数字式电能表交流电源电能质量是否符合要求。因此,有必要研究一种数字式电能表功耗测量的新方法,实现对数字式电能表在计量和待机状态下动态功耗的测量和谐波功率测量,从而对数字式电能表的功耗指标进行有效检测。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是,针对现有数字式电能表本身功耗普遍偏大,且无有效手段对其在计量和通信状态下的动态功耗进行实时测量的难题,提供一种适合实验室检测的数字电能表功耗测量方法和实现装置。采用本发明可对智能变电站中数字式电能表的实时功率消耗进行测量,分析其在不同工作状态下的功耗情况,为数字式电能表电气性能指标评价提供有效手段,保证数字式电能表的高效率运行。

[0004] 为了实现上述技术目的,本发明的技术方案是:一种数字式电能表功耗测量装置,包括采样单元、信号调理单元和处理控制单元,所述的采样单元连接被测数字式电能表所检测的电源回路并采集电源回路电压和电流信号,所述的信号调理单元连接采样单元并对所采集的电源回路电压和电流信号进行放大、滤波,并将电压、电流信号模拟量转换为对应的数字量,所述的处理控制单元连接信号调理单元,将时域信号转换为频域信号并计算得到被测数字式电能表的功耗。

[0005] 所述的一种数字式电能表功耗测量装置,还包括通信接口,处理控制单元通过通信接口连接被测数字式电能表并控制被测数字式电能表在待机状态和计量状态间切换。

[0006] 所述的一种数字式电能表功耗测量装置,所述的采样单元包括电流传感器和电压传感器,所述的电流传感器和电压传感器分别连接被测数字式电能表所检测的电源回路,并分别采集电源回路电压和电流信号模拟量。

[0007] 所述的一种数字式电能表功耗测量装置,所述的信号调理单元包括依次连接的放大电路、滤波电路和A/D转换器,所述的放大电路连接采样单元,并将采样单元所采集的电压和电流信号模拟量放大后经滤波电路滤波,最后经A/D转换器转换为对应的数字量,A/D转换器连接处理控制单元并将数字量发送至处理控制单元。

[0008] 所述的一种数字式电能表功耗测量装置,所述的处理控制单元包括DSP控制器、存储器、人机接口、时钟电路和复位电路,所述的DSP控制器连接信号调理单元并接收转换后的电压和电流数字量,DSP控制器同时通过通信接口连接被测数字式电能表并控制被测数字式电能表在待机状态和计量状态间切换,分别得到不同状态下的电压、电流信号并通过计算得到功耗,DSP控制器通过连接存储器来存储测量数据,DSP控制器通过连接人机接口输出功耗计算结果,DSP控制器通过连接时钟电路和复位电路得到时钟信号和复位信号。

[0009] 一种数字式电能表功耗测量方法,设置采样单元、信号调理单元和处理控制单元,所述的采样单元连接被测数字式电能表所检测的电源回路并采集电源回路电压和电流信号,所述的信号调理单元连接采样单元并对所采集的电源回路电压和电流信号进行放大、滤波,并将电压、电流信号模拟量转换为对应的数字量,所述的处理控制单元连接信号调理单元,将时域信号通过快速傅里叶变换转换为频域信号并通过计算得到被测数字式电能表的功耗。

[0010] 所述的一种数字式电能表功耗测量方法,处理控制单元通过设置通信接口连接被测数字式电能表并控制被测数字式电能表在待机状态和计量状态间切换,以检测被测数字式电能表在待机状态和计量状态的功耗。

[0011] 所述的一种数字式电能表功耗测量方法,当检测被测数字式电能表计量状态功耗时,处理控制单元通过通信接口向被测电能表发送电压、电流数据帧,被测数字式电能表对所接收的电压、电流数据帧进行计量,处理控制单元测量被测数字式电能表在计量时的功耗,检测被测数字式电能表待机状态功耗时,处理控制单元停止发送电压、电流数据帧,被测数字式电能表停止计量进入待机状态,处理控制单元测量被测数字式电能表在待机时的功耗

[0012] 所述的一种数字式电能表功耗测量方法,对被测数字式电能表进行测量的步骤包括:

[0013] 步骤一:设定采样频率 $f_s$ 和采样点数 $N_s$ ;

[0014] 步骤二:对电源回路的电压、电流进行实时采样和模数转换得到电源端口电压、电流采样序列 $u(n)$ 、 $i(n)$ ,其中 $n=0,1,2\cdots N_s-1$ , $N_s$ 为设定的采样点数;

[0015] 步骤三:对 $u(n)$ 、 $i(n)$ 进行快速傅里叶变换得到频域序列 $U(k)$ 、 $I(k)$ ,其中 $k=0,1,2\cdots N_s-1$ , $N_s$ 为设定的采样点数, $U_a$ 、 $U_b$ 分别为电压频域 $k$ 次分量的实部和虚部, $I_a$ 、 $I_b$ 分别为电流频域 $k$ 次分量的实部和虚部。且有:

$$[0016] \quad U(k) = \sum_{n=0}^{N_s-1} u(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{N_s}k \cdot n} = U_a + jU_b$$

$$[0017] \quad I(k) = \sum_{n=0}^{N_s-1} i(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{N_s}k \cdot n} = I_a + jI_b ;$$

[0018] 步骤四：根据U(k)、I(k)计算被测数字式电能表电源端口的视在功率S、有功功率P、无功功率Q和功率因数v，其中，

$$[0019] \quad P = U_{a0}I_{a0} + \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=1}^{N_s-1} [U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk}] \quad (3)$$

$$[0020] \quad Q = \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=1}^{N_s-1} [U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk}] \quad (4)$$

$$[0021] \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5)$$

$$[0022] \quad v = \frac{P}{S} \quad (6)$$

[0023] 由式(1)和(2)取k=1计算出基波电压U<sub>1</sub>、基波电流含量I<sub>1</sub>，以及取k=2,3,4…N<sub>s</sub>-1计算各次谐波电压U<sub>k</sub>、谐波电流含量I<sub>k</sub>，由式(3)和(4)计算出基波和各次谐波功率，其中基波功率为

$$[0024] \quad P_1 = U_{a1} \cdot I_{a1} + U_{b1} \cdot I_{b1} \quad (7)$$

$$[0025] \quad Q_1 = U_{b1} \cdot I_{a1} - U_{a1} \cdot I_{b1} \quad (8)$$

[0026] 各次谐波功率为，其中k=2,3,4…N<sub>s</sub>-1，

$$[0027] \quad P_k = U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk} \quad (9)$$

$$[0028] \quad Q_k = U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk} \quad (10)$$

[0029] 直流分量功率为

$$[0030] \quad P_0 = U_{a0}I_{a0} \quad (11)$$

[0031] 谐波总功率为

$$[0032] \quad P = U_{a0}I_{a0} + \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=2}^{N_s-1} [U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk}] \quad (12)$$

$$[0033] \quad Q = \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=2}^{N_s-1} [U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk}] \quad (13)$$

[0034] 本发明的技术效果在于，采用通信接口与被测数字式电能表实时通信，可在数字式电能表的“计量模式”和“待机模式”下，实时采集被测数字式电能表电源回路电压、电流信号，采用快速傅里叶频域变换技术可以准确地分析出被测数字式电能表在“计量模式”和“待机模式”的实时功率消耗值，以判定其功耗是否符合相关技术要求。该方法比用普通万用表仅测量电能表静态功耗的方法更具科学性，且具有更高的准确度，避免了复杂的接线和触电危险，测试过程全自动化，能够实时测量静态功耗、动态功耗，对被测数字式电能表交流电源电能质量进行有效评价，确保智能变电站设备的节能和可靠运行。

[0035] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

## 附图说明

[0036] 图1为本发明的数字式电能表功耗测量方法及实现装置接线示意图；

[0037] 图2为测量方法流程图；

[0038] 图3为处理与控制单元硬件原理图。

## 具体实施方式

[0039] 如附图1所示,整个测量装置由采样单元、信号调理单元、处理和单元、光纤数据通信接口部分组成。被测数字式电能表为基于IEC 61850协议的光纤数字式电能表,采用交流220V供电。

[0040] 采样单元由高精度电压互感器和电流传感器采集220V电源回路的电压、电流信号,电压传感器采用0.2级精密电压互感器,一次输入电压50~300V,二次输出电压0.5~3V,用以采集被测数字式电能表供电回路电压信号,电流传感器采用0.2S级精密电流互感器,一次输入电流0.01~2A,二次输出电流1mA~200mA,负载能力10 $\Omega$ ,用以采集被测数字式电能表供电回路电流信号。

[0041] 所采集的电压、电流信号送到信号调理单元,信号调理单元采用低零漂、低噪声运算放大器构成的放大电路和滤波电路,以降低信号失真,保证良好的线性度,采用16位高精度A/D转换器将电压、电流模拟信号转换为幅值对应的数字信号。

[0042] 数字处理单元采用32位低功耗、高性能的高速数字信号处理器TMS320F28335为核心处理和单元,采用15MHz晶振,10倍频后系统工作主频为150MHz,完全满足实时处理和单元的要求,能够实现复杂的快速傅立叶变换和实时信号处理。采用TMS320F28335的高速I/O接口对A/D转换器进行实时控制,控制采样模式和采样频率,实现模拟量到数字量的转换,并读取转换的数字量。采用内部高速数据单元进行快速傅里叶变换,并计算出实时功率。采用高速I/O端口实现人机交互接口控制。采用高速外部总线与外部以太网控制芯片交换数据,依据IEC 61850数据帧格式发送和接收数据,与被测数字式电能表的实时通信,使其工作在计量和通信状态。

[0043] 光纤数据通信接口采用专用以太网控制芯片DM9000,能够实现10/100Mbps的TCP/IP高速网络通信,通过多模光纤与数字式电能表的通信接口相连,传输IEC 61850帧格式的电压、电流数字量,供数字式电能表计量。

[0044] 本发明的测量对象为智能变电站中安装的、220kV以下电压等级、基于IEC 61850规约的数字式电能表,具有光纤通信接口,采用数字式方式对采样数据进行数字滤波、数字积分等运算,从而准确地计算出有功电量和无功电量。

[0045] 数字式电能表功耗测试装置能够与被测数字式电能表实时通信,在数字式电能表工作于计量和通信状态,测量其实时消耗的视在功率、有功功率,准确度等级可达0.5%,并能测量电源回路功率因数、电压及电流谐波含量(最高可达21次谐波)等参数。

[0046] 如附图2所示,为本发明测量方法流程图。其测量流程为:

[0047] (1) 将被测电能表电源端子接到测量装置回路,电能表的光纤接口与测量装置数据接口相连。

[0048] (2) 启动测量装置,选择“计量”或“待机”测量模式,设定采样频率 $f_s$ 和采样点数 $N_s$ 。

[0049] (3) 在“待机模式”下,电能表上电后光纤接口处于待机状态,直接测量电源端口的静态功耗。

[0050] (4) 在“计量模式”下,激活光纤数据接口,通过多模光纤与被测电能表进行实时通信,数字式电能表接收测量装置发送的IEC 61850格式的电压、电流数据帧并进行计量,测量装置测量高速通信和电能计量状态下电能表的动态功耗。

[0051] (5) 对电源回路的电压、电流进行实时采样和模数转换得到电源端口电压、电流采样序列 $u(n)$ 、 $i(n)$ ,其中 $n=0,1,2\cdots N_s-1$ , $N_s$ 为设定的采样点数。

[0052] (6) 对 $u(n)$ 、 $i(n)$ 进行快速傅里叶变换得到频域序列 $U(k)$ 、 $I(k)$ ,其中 $k=0,1,2\cdots N_s-1$ , $N_s$ 为设定的采样点数, $U_a$ 、 $U_b$ 分别为电压频域 $k$ 次分量的实部和虚部, $I_a$ 、 $I_b$ 分别为电流频域 $k$ 次分量的实部和虚部。且有:

$$[0053] \quad U(k) = \sum_{n=0}^{N_s-1} u(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{N_s}k \cdot n} = U_a + jU_b \quad (1)$$

$$[0054] \quad I(k) = \sum_{n=0}^{N_s-1} i(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{N_s}k \cdot n} = I_a + jI_b \quad (2)$$

[0055] (7) 根据 $U(k)$ 、 $I(k)$ 计算电能表电源端口的视在功率 $S$ 、有功功率 $P$ 、无功功率 $Q$ 和功率因数 $v$ ,由式(3)和(4)中基波和各次谐波含量,进行基波和谐波功率测量。其中,

$$[0056] \quad P = U_{a0}I_{a0} + \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=1}^{N_s-1} [U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk}] \quad (3)$$

$$[0057] \quad Q = \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=1}^{N_s-1} [U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk}] \quad (4)$$

$$[0058] \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5)$$

$$[0059] \quad v = \frac{P}{S} \quad (6)$$

[0060] 由式(1)和(2)取 $k=1$ 计算出基波电压 $U_1$ 、基波电流含量 $I_1$ ,以及取 $k=2,3,4\cdots N_s-1$ 计算各次谐波电压 $U_k$ 、谐波电流含量 $I_k$ ,由式(3)和(4)计算出基波和各次谐波功率,其中基波功率为

$$[0061] \quad P_1 = U_{a1} \cdot I_{a1} + U_{b1} \cdot I_{b1} \quad (7)$$

$$[0062] \quad Q_1 = U_{b1} \cdot I_{a1} - U_{a1} \cdot I_{b1} \quad (8)$$

[0063] 各次谐波功率为,其中 $k=2,3,4\cdots N_s-1$ ,

$$[0064] \quad P_k = U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk} \quad (9)$$

$$[0065] \quad Q_k = U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk} \quad (10)$$

[0066] 直流分量功率为

$$[0067] \quad P_0 = U_{a0}I_{a0} \quad (11)$$

[0068] 谐波总功率为

$$[0069] \quad P = U_{a0}I_{a0} + \frac{2}{N_s^2} \sum_{k=2}^{N_s-1} [U_{ak} \cdot I_{ak} + U_{bk} \cdot I_{bk}] \quad (12)$$



$$[0070] \quad Q = \frac{2}{N_S^2} \sum_{k=2}^{N_S-1} [U_{bk} \cdot I_{ak} - U_{ak} \cdot I_{bk}] \quad (13)$$

[0071] (8) 进入下一个测量周期,并实时显示测量功率值。

[0072] 如附图3所示,为处理与控制单元硬件原理图。以TMS320F28335为处理和控制核心,采用15MHz有源晶振,经过内部10倍频后系统工作主频为150MHz,采用专用电源芯片TPS73HD301为DSP提供3.3V和1.8V电源,采用专用FLASH存储器芯片K9F6408U0C作为外部8M存储器,用于存放历史测量数据。TMS320F28335通过I/O口控制16位串行A/D转换器ADS8532,读取转换的数字量,采用专用电压基准源芯片AD586作为ADS8532的电压基准,其具有高精度、低温漂的特点,能够有效保证A/D转换器的转换精度。采用I/O端口控制人机交互接口,可以实时显示测量结果。采用外部总线与数据通信接口交互,光纤数据通信接口采用DM9000以太网控制芯片,配合SFP光电转换模块,该模块可支持10/100MHz通信速率,采用多模光纤作为通信信道,实现与数字式电能表的高速以太网通信,以测量计量模式下数字式电能表的动态功耗。

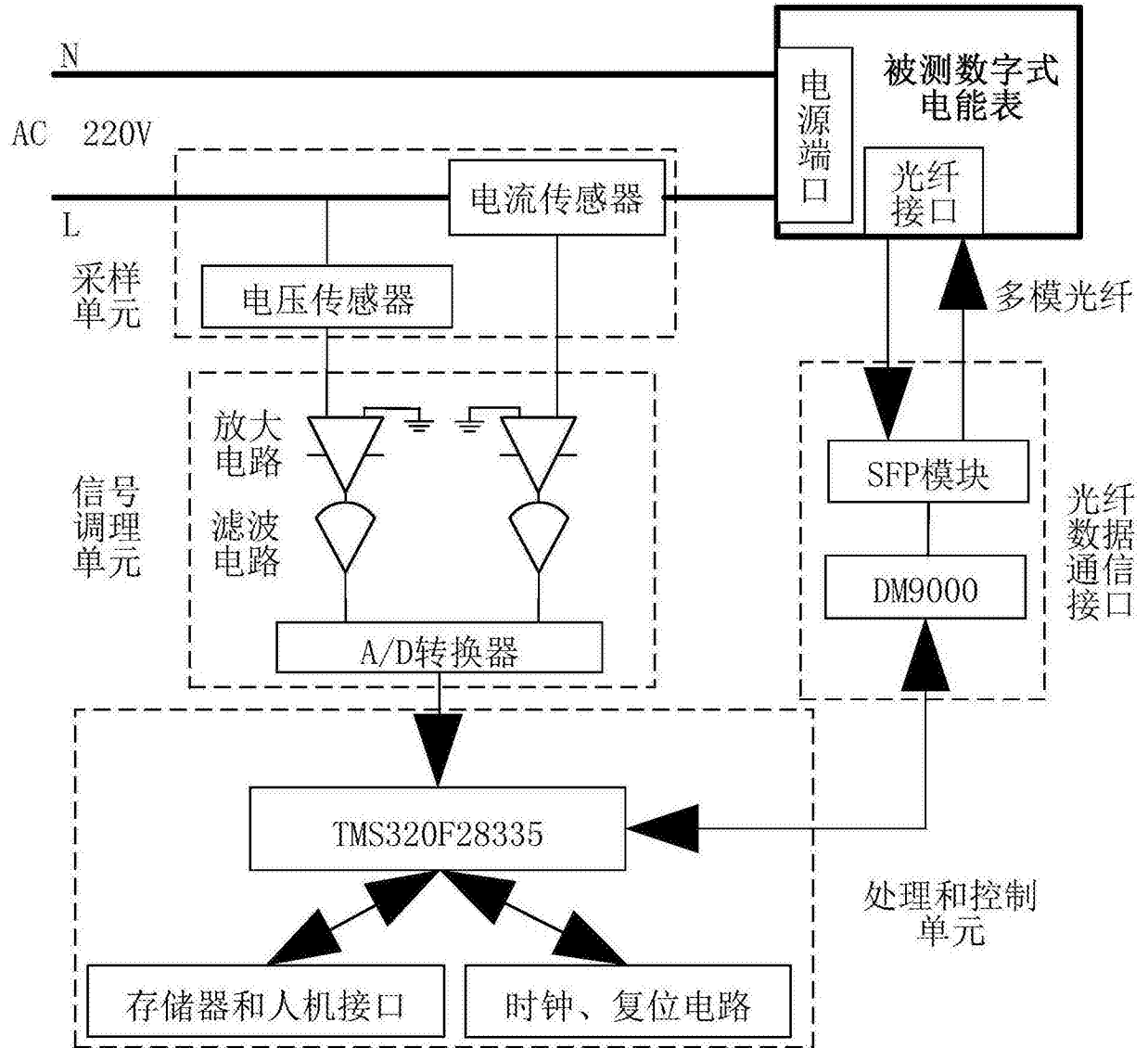


图1

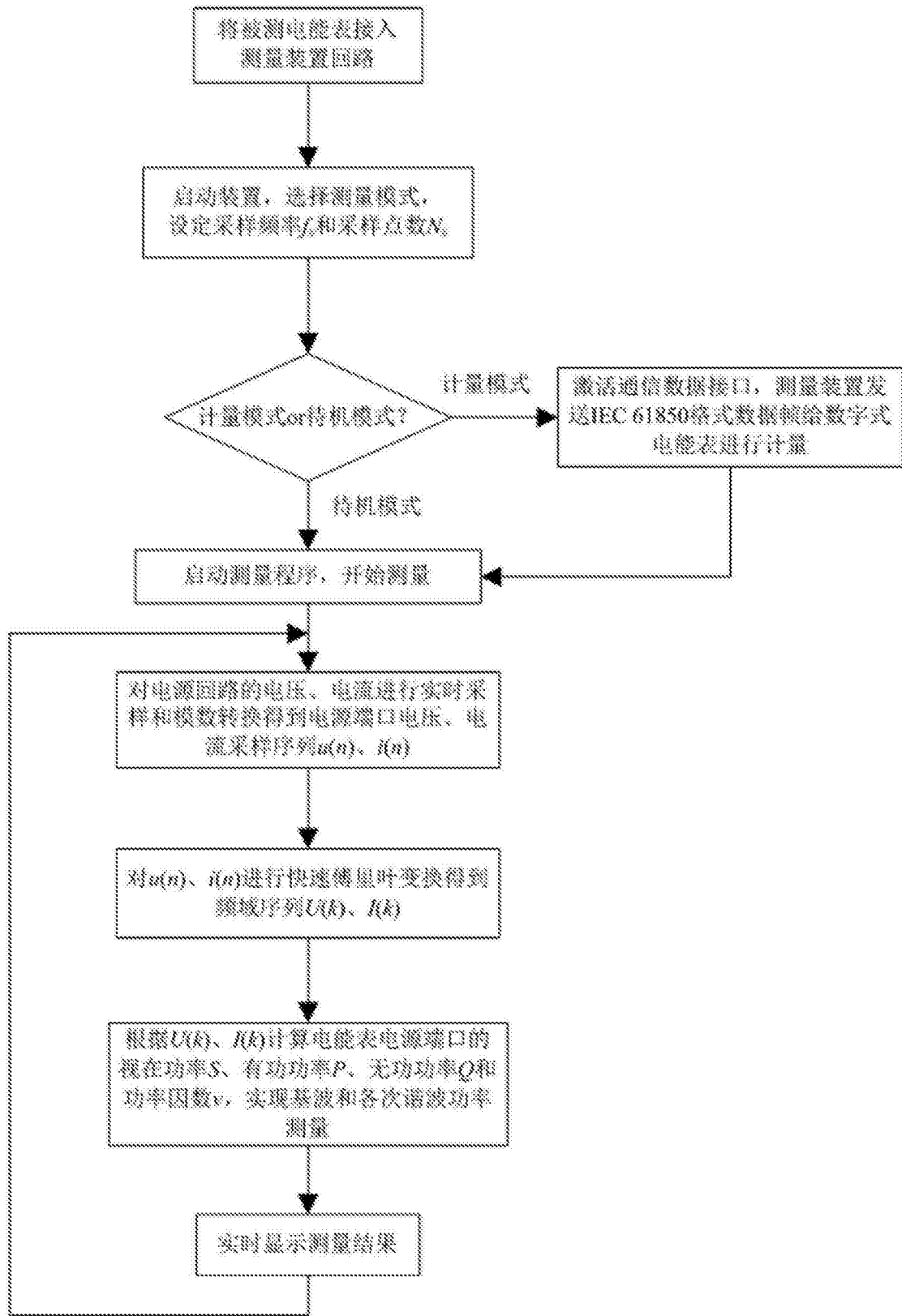


图2

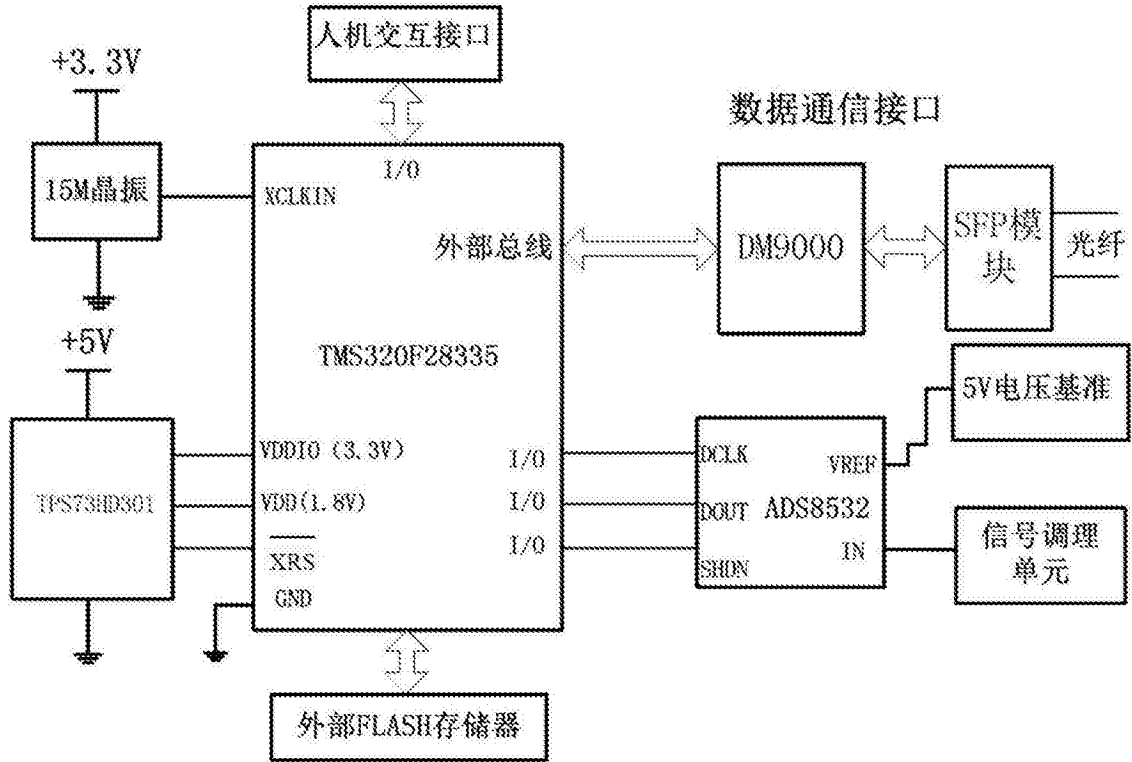


图3