

采用 HBS 总线传输信号的低压电能计量装置

王晓波，徐 兵

(南通供电公司，江苏 南通 226006)

摘 要：信号数字化是实现智能化电网的必然趋势。本文研究的是一种采用现场总线传输信号的低压计量装置，该方案解决了传统低压计量装置的种种弊端。HBS 总线特点为体现了分布、开放、互联、高可靠性的特点，便于施工，造价低，节约二次回路的铜导线。

关键词：电力；现场总线；智能化装置；嵌入式

0 引言

随着科技的发展，新技术、新规范的不断涌现。把数字技术运用到变电站中，是实现智能化电网的必然趋势。本文研究的是对传统低压计量装置的改进：把原来计量装置中二次回路电流和电压信号转换为各项数字信号参数来传输，主要部分是由三相电能采集装置和现场总线传输模块构成。其中三相电能采集装置内置电流互感器和嵌入式电能参数采集模块，通过现场总线 HBS 完成三相电能采集装置和显示器间之间的数据传输。

1 国内外研究水平综述

低压计量装置从过去到现在一直是互感器加电能表的计量方式，几十年的主要发展只是由原来的电磁感应式电表发展到现在使用的电子式电能表。互感器传输到电子式电能表的信号仍然是以模拟信号方式传输，这种信号传输方式已经完全不能适应智能化电网的发展要求。

国内多年以来，一直把计量装置的电能表和互感器作为两个独立的单元在研究，在提高计量精度、避免二次错误接线以及防范窃电上只是通过强调管理以及制定相关标准，按照规范来解决，其实操作性不强，无法解决上述这些实际工作中遇到的问题。

鉴于以上论述，本文介绍的是一种目前日趋于流行的，用现场总线来取代传统的多线、多隐患的接线方式，将电能表、二次回路、互感器合并为同一计量单元，通过 HBS 总线，最后由液晶显示器 LCD 来显示的计量装置。

2 本项目的研究价值

2.1 传统低压电能装置与新型电能装置接线图对比

本课题研究的总线传输信号的低压电能计量装置，技术先进，接线简单，所有电力参数都能保存在三相电能采集装置内，通过总线传输电能计量信号，解决了传统计量装置实际运行中的一些弊端（见图 1 和图 2）。

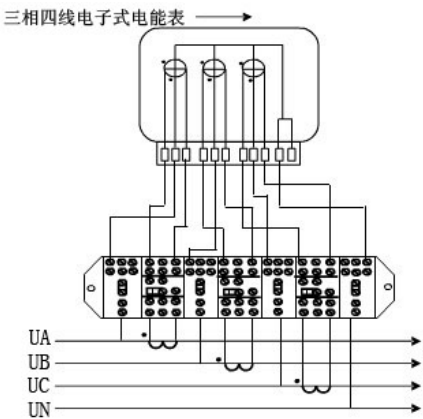


图 1 传统低压计量装置接线图

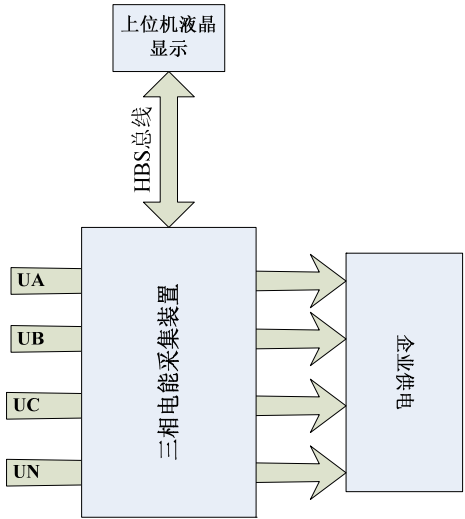


图 2 新型低压计量装置接线图

2.1.1 避免了计量错误接线的发生,解决了计量错误接线的难题

计量装置是由电能表、互感器、联合接线盒、二次回路构成,接线繁琐,维护点多,极易发生误接线,二次回路的错误接线又会引起电能表计量不正确。错误接线的方式理论上存在 72 种,而在实际工作中错误接线也可达 48 种之多。由于营销工种多,专业划分细,各类检查人员的专业不同,业务水平参差不齐,特别是专业检查时还要使用专用设备。所以许多错误接线难以被及时发现,长期得不到及时纠正,造成许多损失电量很难追回,由此对电力企业经济效益和社会效应造成了不可低估的影响。

在实际工作中,错误接线一旦证实,电量的退补数值通常按照理论公式计算,计算的前提是基于三相负载平衡情况下的,而实际工作中,我们知道,用户端三相负载实际上是难以达到平衡的,不言而喻,计算出来的电量值并不是一个真实值。用一个不真实的数据来与用户协商退补电量是不靠谱的,所以对用户以及电力企业来说都是不公平的。

所以要想从根本上解决错误接线引起的计量差错,只有去除二次回路连接线;

2.1.2 减小电能计量的综合误差,提高计量精度

电能计量装置由电能表、计量用电压、电流互感器及其二次回路构成。电能计量装置综合误差为电能表误差与计量用电压、电流互感器以及计量互感器二次回路压降合成误差的代数和。表达式如下:

$$\gamma = \gamma_b + \gamma_d + \gamma_e$$

其中:

γ 电能计量装置综合误差;

γ_b 电流、电压互感器合成误差;

γ_d 电流、电压互感器二次回路压降合成误差;

γ_e 电能表误差。

这三部分误差变化不仅有各自的特点和规律,而且由于接线方式、使用工作条件变化等因素引起的综合误差的计算方法亦有所不同。本系统采用的总线通讯的方式,由三相电能采集装置替代了传统低压电能计量装置。原来的接线多达 10 根,而本系统采用的三相电能计量装置接线时只需要一根信号传输线,减少了传输过程中电流损耗以及避免了电压压降的传输损耗。

新型三相电能采集装置区别于传统的三相电

能计量装置,把电压、电流互感器以及电能计量模块集成在三相采样端,直接将采集到的数据通过总线的方式给液晶显示器(LCD)显示,避免了互感器、联合接线盒以及二次回路造成的合成误差。即 $\gamma_d=0$ 的得到显著减小,在 γ_b 和 γ_e 没有变化的情况下,使得整个计量装置的综合误差得以明显的得到降低,计量精度和计量可靠性得以提高。

2.1.3 简化计量装置方案,便于装接人员的安装测量

针对本文所论述的总线通讯计量装置,装接人员只需要安装外接显示的总线的两根线即可。摒弃了传统的 10 跟线的接线模式,节约了大量铜导线也减少了安装人员的工作量,同时也省去了安装好以后还要核对二次接线的工作程序。

2.1.4 去除计量的二次回路,防范了窃电

相比于传统的计量装置,本文所采用基于总线通讯低压电能计量装置,能有效的防范用户窃电的发生。

由于传统计量方式存在的天然弊端以及管理中存在的不到位和不规范,在二次回路上的任何一个接点都有可能成为窃电隐患。断流、失压、短接电流回路以及使电压、电流回路接点接触不良,还有技术型窃电等等,可谓防不胜防。

采用基于总线通讯低压电能计量装置就可以很好地解决这些难题。三相电能采集装置为全封闭型装置,所有数据都存储在里面,显示仪表只是用来显示电能参数,即使信号线和显示仪表被拆除也不会影响计量。

2.2 系统结构简图

系统结构简图见图 3。

2.2.1 技术指标

运用总线通讯低压电能计量装置的总体技术指标:

- ① 用于数据传输的 HBS 总线,传输距离可达 200m,其工作速率为 9600bps,总线电压 12V;
- ② 符合电力企业审核指标;
- ③ 数字化输出,可输出:电压、电流、有功功率、无功功率、频率、电能等数据;
- ④ 计量芯片测量精度:有功测量满足 0.2s、0.5s,支持 IEC 62053-22,GB/T 17883-1998 标准;无功测量满足 2 级、3 级,支持 IEC 62053-23,GB/T 17882-1999 标准;提供电压和电流有效值参数,有效值精度优于 0.5%。

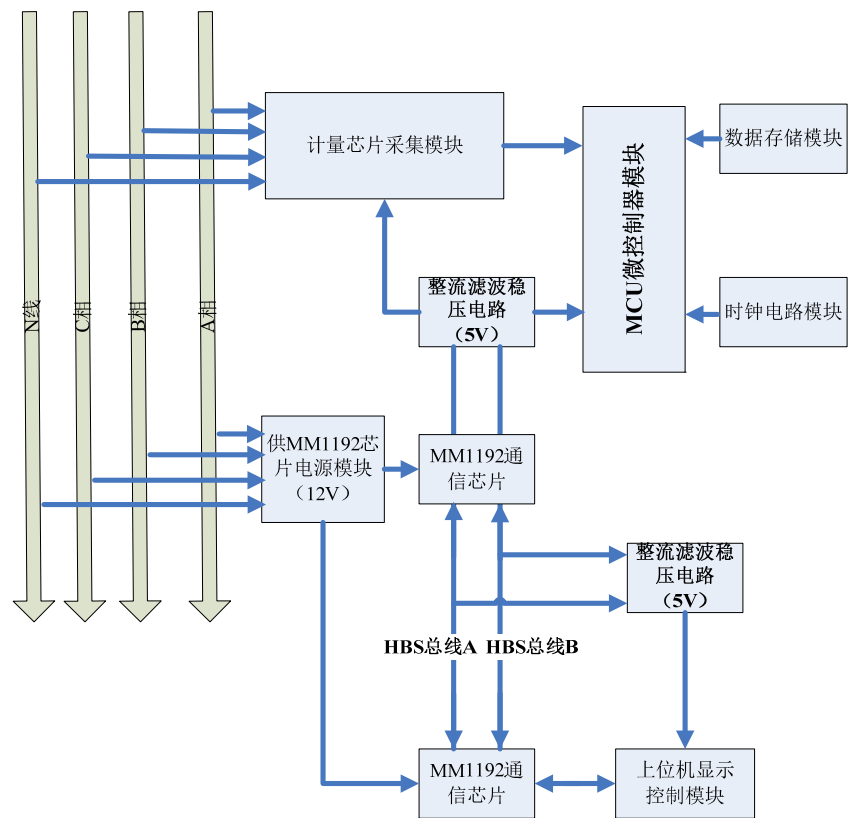


图 3 系统结构方框图

2.2.2 以总线通讯的低压电能计量装置各模块功能

(1) 计量芯片采集模块

低压电能计量装置的核心计量芯片采用 DSP 技术、以数字乘法器为核心的数字式计量芯片，它运用了高精度快速 A / D 转换器、可编程增益控制等最新技术；和传统芯片对比，这种芯片在计量精度、线性度、稳定性、抗干扰性、温度漂移和时间漂移等方面，数字式芯片远远优于传统的模拟芯片。该芯片内非线性测量误差小于 0.1%，测量精度可以达到 0.5 级。而 A/D 转换主要将采集电路采集到的模拟信号转换为数字信号输送给单片机进行处理。该系统可测量电压、电流、功率因数、有功功率、无功功率、有功电量、无功电量等信号，通过 SPI 总线将信号传送到单片机进行处理。该采集装置拥有精确度高、稳定性好、可高倍过载、功能扩展性好和环境适应性强等优势。

(2) 电源模块

本系统的电源模块主要取自电源测是取自三相电压，使用其中一相作为工作电源，即使在任意一相或两相失电情况下，仍然可以保证工作和计量，使整个系统安全可靠运行。A、B、C 三相取电压然

后都经过变压器、整流桥、滤波、7805 稳压电路到 5V，然后每一路都一个二极管串联后再将三路并联使用，当且仅当某相的电压最高时就采用该项作为工作电源，这样即使一相甚至两相电压为零，系统照样可以正常的工作。

(3) 总线通讯模块

本系统的通讯采用了现场总线的方式实现数据之间实时交换，用于短距离高速率的总线通讯，工作速率可达 9600bps。HBS 现场总线的主要优点：分布、开放、互联、高可靠性的特点，简化系统供电模块。外接零件少、设计简单。其工作时序图如图 4 所示。

(4) 数据的存储模块

数据存储主要功能是存储测得的电能数据，主要有电压、电流、功率因数、有功功率、无功功率、有功电量、无功电量等信号，保证停电后测量的数据不丢失。存储芯片采用内存为 512*8bit 的非易失性铁电存储芯片 FM25040，可读写一百亿次，数据保存能力为 10 年。其与单片机的通讯方式为 SPI 总线方式。

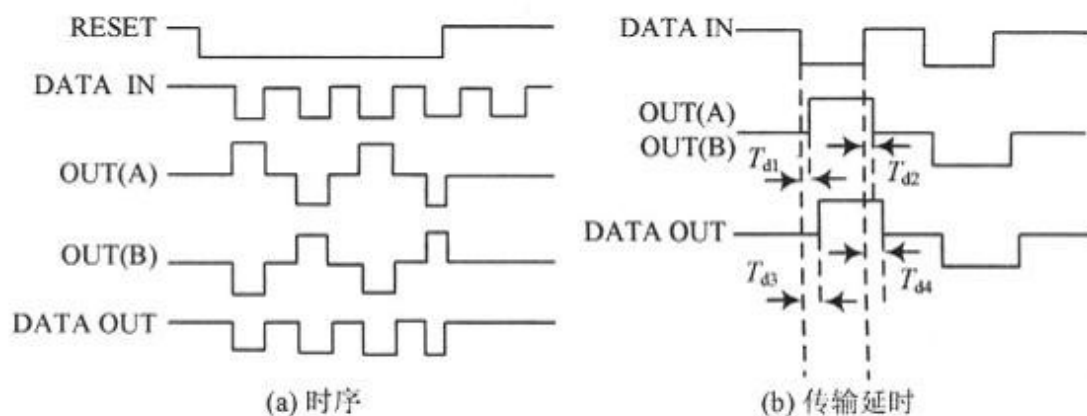


图4 工作时序图

(5) 时钟芯片模块

本系统的采用的时钟芯片主要是用于总个系统的时间显示和用户的分时计量电能。

(6) 液晶显示模块

本系统显示部分采用了友好的人机交换方式,通过可视化的液晶显示采集得到的电能参数,本系统的液晶采用视频尺寸达 73*39mm 的宽屏,显示分辨率达 128*64 点阵,并且内带字库。

2.2.3 系统主要工作原理

首先本系统的计量芯片采集模块对三相电压,电流进行采集。其中电压采集电路主要由限流电阻、电流互感器、分压电阻、RC 滤波电路组成。经相电压采集可将 220V 左右的交流电压信号转化为采集芯片所需的量程范围(正负 700mv)。电流采集是通过 0.2S 级精度、5A 的电流互感器输出一个 5A 以下的电流信号给电流采集电路,同样的将大电流转换为量程范围(正负 700mv)的电压提供给计量芯片进行处理。芯片进行 AD 转换后进行一系列的运算,得到电压、电流、功率因数、有功/无功功率等信号存储在寄存器里。由 MCU 微控制器对数据进行选择输出,主要方式是通过 SPI 总线传输到 M1192 芯片里,此时 MM1192 把电平信号进行编码,编码方式为 AMI 方式,然后传输到两根总线上进行传输,总线不仅传输了信号,而且给系统显示模块提供了工作电源。接收到的 MM1192 芯片把收到的总线信号进行解码成电平信号传给单片机微控制器进行数据的控制和显示功能。

3 装置的设计难点及创新的解决方法

3.1 电能计量装置设计难点问题

首先由于外在不确定因素会导致一相或两相电源失电,对于传统的电源模块,此类现象的发生,会导致系统不能正常工作,直接使整个系统处于瘫痪状态。属于本项目的研究难点之一。

其次用户端多年来采用的传统低压电能计量装置,按其接线方式存在的种种弊端对计量精度和安全运行问题在实际运行中的影响已经越加的明显和突出了,需要选择更加精确、安全、公平可靠的装置去替换。

3.2 电能计量装置创新性解决关键难点问题

根据目前现状和设计难点,本文针对性的提出了解决方案:

(1) 对于确保电源模块稳定工作问题,本系统研究的三相电能采集装置内置的电源模块取自三相系统电源,切换任一相作为工作电源电压,系统使用其中一相作为工作电源,即使在任意一相或两相意外失电的情况下,仍然可以保证整个系统安全可靠运行。

(2) 而对于传统的电力线传输和接线问题,本目标新立异的用到了现场总线 HBS 进行通讯,直接通过总线将计量装置和电能参数显示器进行高速通讯,接线简单,显示器不需要外接电源,由总线提供。同时将所有数据都存储在采集装置内,不会因为原来的电能表损坏而导致数据丢失。

(3) 最后对于如何显著提高精度的问题,本系统采用的了三相采集装置内置了电压、电流互感器以及电能计量模块,把该装置集成安装在三相采样端,直接将采集到的数据通过总线传输给液晶显示,对比于传统的计量装置,本装置避免了联合接线盒以及二次回路造成的合成误差。使得整个系统精度

能显著提高。

4 结束语

本文针对传统低压电能计量装置一些无法根除的弊端,采用了基于 HBS 总线通讯的设计方法实现了高效率、简易化、智能化的低压电能计量装置。论述了该方案的系统结构,对比性的突出了在传统的低压电能计量装置的缺点和不足,充分展示了本文所论述基于 HBS 总线传输信号的低压计量装置的优越性。

参考文献:

- [1] 颜浩南, 华晓红. 总线通道[J]. 高性能计算技术, 2004, 4(167): 27-30.
- [2] 唐玉麟. HBS 家庭总线的发展及应用开发技术[J]. 总线与电缆及应用技术, 1997(3): 10-17.
- [3] 张献华, 徐海深. 总线通道技术在存储设备中的应用研究[J]. 信息技术, 2004(3): 33-39.
- [4] MAXIM High-Frequency/Fiber Communications Group. MAX3735A Laser Driver Output Configurations, Part 1: DC-Coupled Optimization Techniques, 2003, 6.
- [5] 吴明光, 姬亚鹏. 基于 HBS 协议智能家居的设计[J]. 照明工程学报, 2003, 14(2): 48-51.
- [6] MITSUMI HBS- Compatible Driver and Receiver MM1192[Z].

作者简介:

王晓波 (1968-), 男, 江苏南通人, 本科, 从事高压用电检查工作;

徐 兵 (1971-), 男, 江苏南通人, 大专, 从事低压用电检查工作。