

基于 LabVIEW 的多参数电气监测系统

王 港 韩成浩 董健平
(吉林建筑大学电气与计算机学院)

摘要：随着我国供电问题的解决，用户的用电数据监测对保障人民用电的安全平稳运行有着十分重要的意义。本系统通过 STC 型单片机作为主控芯片，并通过 LabVIEW 软件进行实时监测，结合 MySQL 数据库进行数据储存。采用目前市面主流应用的电力行业标准 DL/T 645—2007 型多功能电表作为采集终端，此次系统采用 RS-485 标准串行电气接口结合 Modbus 通讯协议，针对终端设备的电压、电流、电能、功率等多参数电气数据进行采集。经实际调试，该系统具有稳定性高、交互性好、实用性强等特点，为多参数电气监测方向和电气消防安全方向提供了一种新的解决方案。

关键词：LabVIEW；电参数；MySQL 数据库；RS-485；Modbus 协议

0 引言

随着社会经济的迅猛发展，企业和居民对电力方面的需求量日益增多，用电范围逐渐扩大，这就导致电气数据信息量的急剧增长，人们获取设备用电信息十分困难^[1]。数据终端采集系统作为电力系统的核心终端部分，时刻都有大量数据需要采集^[2]。

数据终端采集系统需要对电压、电流、电能、功率等多种电气参数进行实时采集，随后上传到主站中进行存储，便于数据的后期处理^[3]。系统可以对用电信息进行分析处理，针对异常用电数据进行标记显示，以确保数据终端采集系统数据信息的有效性和精确性^[4]。随着电力系统的规模扩大以及用电需求的增加，电气数据采集变得越来越重要。电气数据的采集不仅对于电力系统的稳定运行和优化管理至关重要，也对于能源消费的节约和环保发展具有重要意义。因此，各高校和企业都在积极研究和应用相关技术，以

提升电气数据采集的效率和准确性。

另外，火灾多发生于住宅、生产、商场等人员密集且不易疏散的场所，且由于线路原因引起的电气火灾是火灾发生的主要原因。因此电气火灾在火灾消防领域是一个亟待解决的问题。而由于电气火灾的不确定性，所以针对电气火灾，最有效的监测手段就是能耗监测。因此综合多种需求和安全需要，设计一款基于 LabVIEW 的多参数电气监测系统。在监测电气参数的同时对电气事故进行预警，从而实现能耗调控和消防安全。

1 系统方案结构组成

本系统通过 STC8A8K64S4 型单片机作为底层硬件主控控制数据传输，在数据采集方面采用目前市面主流应用的电力行业标准 DL/T 645—2007 型多功能电表作为采集终端，此类型电表采用 RS-485 标准串

基金项目：吉林省科技发展计划项目（编号：20240302064GX），2*6-UPS 双足稳态步行消防机器人关键技术研究与应用。

行电气接口，因此采用 Modbus 协议作为此次项目的通讯协议。系统整体结构如图 1 所示，本系统主要包括以下几个组成部分：

1) 终端电表设备：终端电表作为数据的源头，通过 RS-485 总线与数据采集模块进行通信。终端电表可以是智能电表或者其他类型的电表，其内部嵌入了 RS-485 通信模块，能够将用电信息转化为可传输的数据格式，并通过总线发送给数据采集模块。

2) 数据采集模块：数据采集模块负责与终端电表进行通信，并将采集到的电气数据信息进行解析和处理。其主要功能包括与 RS-485 总线进行通信、解析终端电表发送的数据信息、对数据进行处理和筛选等。

3) 数据存储模块：数据存储模块用于存储采集到的电气数据信息，确保数据的完整性和安全性。使用 MySQL 数据库进行数据存储，为后续的数据分析和查询提供支持。

4) 上位机、串口屏等部分：上位机采用 LabVIEW 软件进行设计，通过与主控制器进行通信，实现对采集到的数据进行显示和操作。可通过界面显示终端电表的实时用电情况、绘制用电曲线图等，方便工作人员进行监测和分析。串口屏可以作为现场显示设备，将采集到的数据信息实时显示在工作现场，方便工作人员实时观测。

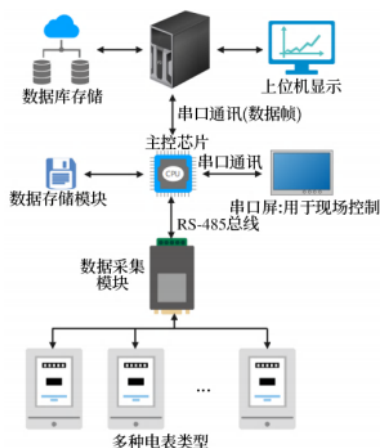


图 1 多参数电气监测系统整体结构图

2 系统硬件电路设计

2.1 主控制器电路设计

系统选用 STC8A8K64S4A12 单片机作为电路的主控芯片具有以下优势：一是在线仿真和自行更新应用程序，STC8A8K64S4A12 单片机可以作为仿真器进行在线仿真，方便调试和测试。同时，它还可以在系统上进行编程（ISP），用户可以自行更新应用程序，灵活性高。二是拥有丰富的外设接口，STC8A8K64S4A12 具有丰富的数字外设接口和模拟外设，可以满足实际设计需求。

2.2 通信电路设计

RS-485 总线通信电路是为实现电表下行通信数据采集而设计，电表遵循 DL/T645—2007 通讯规约采用 RS-485 标准串行电气接口实现电气信息传递。电路采用 SN75LBC184 芯片对 RS-485 总线进行差分数据传输。与其他同类型芯片相比，它抗静电冲击效果极强，能够承受高达 8kV 的静电放电冲击。芯片自带限斜率驱动保护，具备抗干扰特性，可以有效减少信号在线路传输中产生的高频分量，使输出信号边沿保持稳定。为保证线路可靠运行，电路设计时在 RS-485 总线 A、B 上添加上拉电阻和下拉电阻保证在管脚悬空时不易受到电磁干扰。电路原理图如图 2 所示。

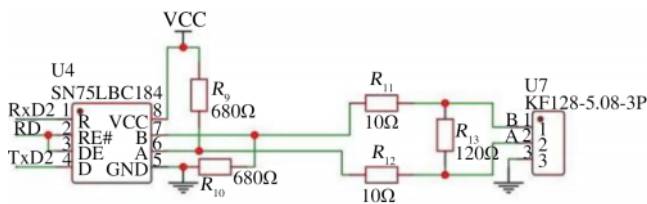


图 2 RS-485 总线通信电路原理图

3 系统软件设计

3.1 通讯传输数据帧

电气数据采集主要针对电表电气信息进行收集，包括有功总电能、电压、电流、功率等电气参数。电气采集流程：系统经初始化后允许串口通过 RS-485

总线依据电表协议以偶校验方式向电表发送对应数据帧，电表接收完成后对收到的数据后作出应答，将含有电气信息的数据帧经由串口通信返回串口，送到 MCU 进行处理，存储在数组当中以便后续数据传输。电气采集流程如图 3 所示。

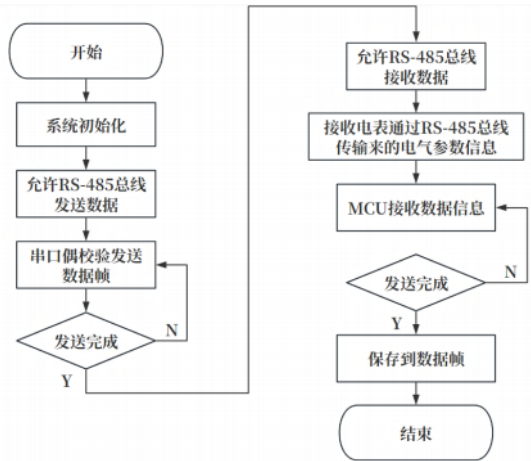


图 3 数据采集流程图

电力数据采集系统主要针对电表电气信号进行采集，包含有功的电能、电压、电流、功率因数等。系统采用的电表将由负载所产生的有关电压与电流的模拟信号经由 A/D 转换器转变为数字信号，算出有关电压、电流等的参数以完成测量任务。电表在收到单片机的读出或输入数据命令后，通过 RS-485 通讯电路传送电表数据，再把数据信号保存在 Falsh 中。

经过数据采集后，系统要往上位机传输采集到的电气参数数据。数据帧信息按照电能、电压、电流、功率的顺序进行采集，每隔 2s 循环采集一次，以此实现对电气的实时监测。由于数据发送量较大，上位机很难准确识别发送的起始位置，为了确保上位机能够准确识别电气数据的起始位置，此次系统使用了数据帧起始符和终止符，这样，在上位机接收到数据时，可以通过检测帧起始符来确定接收到一个新的数据帧，并提取出电气数据进行处理和监测。同时，通过检测帧结束符，可以确定一个数据帧的结束位

置，确保每次接收到的数据是完整的。通过在数据帧中添加帧起始符和结束符，可以准确地切分和识别发送的数据，从而实现对电气数据的实时监测。

向上位机发送的数据要经过数据处理才能向上传输。因此串口接收到的电表数据帧要依照 Modbus 协议，找到电气信息存放位置，将代表电气信息的元素从数组中提取出来，随后向上位机发送。上位机数据传输流程图如图 4 所示。

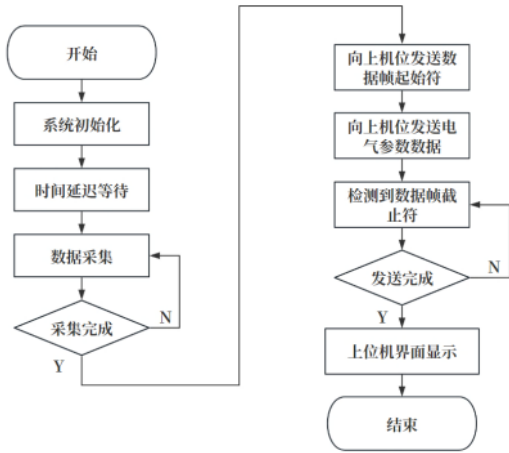


图 4 上位机数据传输流程图

3.2 现场显示界面设计

此次采用串口屏对电气进行现场数据采集显示操作，串口屏需要使用 USART HMI 软件进行界面设计，添加程序指令以及各种控件，实现电表数据展示功能。串口屏界面设计如图 5 所示。

在硬件上串口屏通过串口与 MCU 进行通信。更



图 5 串口屏界面设计

改 MCU 程序即可在任意时间使 MCU 向串口屏发送指令，通知串口屏切换到某一界面或更改控件属性。串口屏也可以直接发出命令，通过对控件设置自定义指令来与 MCU 进行通信。使用串口屏能够在现场快速查询到电气参数使用信息，方便用户查看。

3.3 上位机显示界面设计

上位机显示界面是将电气信息进行可视化处理，用户只需在上位机端就可实时观测到电气使用情况。上位机采用 LabVIEW 进行设计开发，它具有图形化编程的特点，利用软件可以实现真实仪器的功能，内嵌丰富的库函数和接口，便于实现现场数据的处理^[5]。上位机数据采集显示界面采用 LabVIEW 软件进行设计，首先需要配置设计串口通信功能：使用 LabVIEW 的串口通信模块，配置串口的通信参数，如波特率、数据位、停止位等。设置串口接收缓冲区大小和超时时间，以便及时接收完整的数据帧。实现数据的接收和解析，提取电能、电压、电流和功率数据。

通过以上的设计，可以实现串口数据的接收、解析和显示，以及图像的保存等功能。同时，根据实际需求和用户交互设计，可以添加其他控件和功能，以提升系统的实用性和用户体验。图 6 为上位机数据采集界面，能够观测到电气实时数据信息，这个界面将电压的波动情况直观地展示出来，使用户一目了然。

3.4 电气火灾监测设计

电气火灾在消防安全中属于一个重大难题，特别

是发生在住宅、工厂、商场等人口密度高且疏散相对困难的区域。

针对电气火灾的防控，除了常规的电气安全检查、定期维护保养之外，现代化监测手段是一种新兴方式。其中能耗监测是一种预防电气火灾的有效方法，它通过实时监测电路中的电流、电压、功率等参数，结合数据分析，可以在火灾隐患早期阶段就发现问题，其中针对电流、电压和功率三个方面的具体监测如下：①电流监测：监测电路中的电流大小，如果电流突然增加，尤其是超过正常工作电流的峰值很多倍，这可能是由于短路或者严重过载造成的，这两种情况都有可能引发火灾。②电压监测：监测电气线路的电压波动情况。电压异常下降可能是由于线路接触不良、绝缘破坏或其他故障，这些问题可能导致局部过热，进而诱发火灾。③功率监测：通过监测电路中的功率值，如果功率显著高于预期或出现不正常的上升趋势，说明电气设备可能处于过载状态，过载会导致设备发热，从而增加火灾风险。

结合三个方面的监测，在 LabVIEW 的软件编写上，通过设置三种参数的阈值上下限，并将三种参数的阈值报警进行耦合处理，最终在实际界面上展示为火灾报警的灯光和字样提醒。考虑现实环境因素，这里针对功率参数进行单方面突变，观察软件报警情况，如图 7 所示，功率参数异常后，报警灯亮起，提示“功率参数异常，谨防发生火灾”字样。

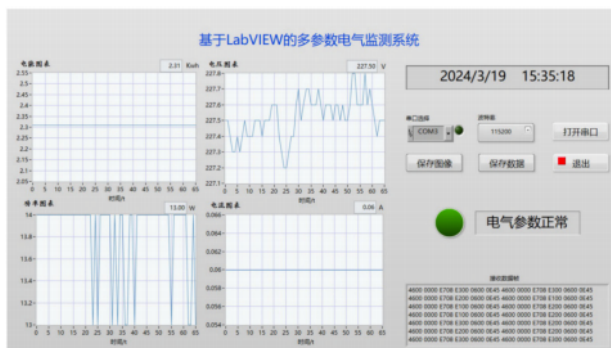


图 6 上位机数据采集界面



图 7 电气数据报警界面

3.5 数据库存储

数据存储采用 MySQL 数据库进行储存，MySQL 作为一种广泛使用的关系型数据库管理系统，它具有高性能、高可用、高扩展、高安全等特点，被应用于各种领域和场景中。此次采用 Navicat for MySQL 作为数据库存储软件，它是一套专为 MySQL 和 MariaDB 设计的高性能数据库管理及开发工具。Navicat for MySQL 使用了极好的图形用户界面（GUI），可以用一种安全和更为容易的方式快速和创建、组织、存取和共享信息。使用数据库进行数据存储，便于工作人员进行查看历史记录，查看电气峰值进行监测，从而分析设备使用情况。具体数据库存储部分如图 8 所示。

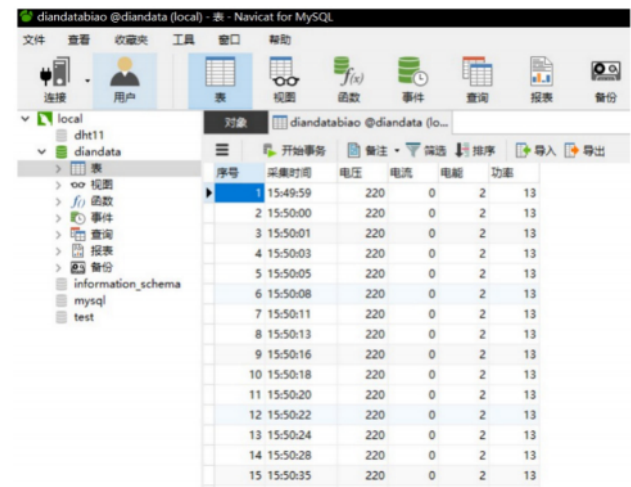


图 8 数据库存储界面

4 结束语

本文在智能化和大数据得到迅速发展的背景环境下，利用 LabVIEW 作为上位机软件，结合实际电表采集制作一款可以用于实时电表监测的系统设计。本次设计由 STC8 系列单片机作为主控芯片，

结合 MODBUS 通讯协议进行多参数电气采集，通过现场串口屏和 LabVIEW 软件进行显示，并且通过 LabVIEW 与 MySQL 数据库的链接，可以对于每年每月的电气峰值进行监测，实现了电表数据的实时采集、监测管理等功能。该系统可广泛应用于家庭或企业的电气数据监测中，以用于改善目前电表监测的信息化和智能化发展。通过对此系统的实际测试表现，能够较好地满足用户在实际使用中的需求，初步实现了一定的现实应用价值。

参考文献

[1] 杨志豪，陈向民，张静，等. 大数据环境下电力行业信息生态模型构建及应用研究 [J]. 情报科学，2020，38（5）：88-92.

[2] 曹国威. 用电信息采集系统电能数据异常原因探讨 [J]. 现代工业经济和信息化，2023，13（2）：306-307.

[3] 邓裕东，谢国荣，林永春，等. 基于四表集抄的用电信息采集系统研究 [J]. 电子测量技术，2019，42（1）：21-26.

[4] 张昕，孙莉，许高俊. 基于深度森林算法的异常用电行为检测方法 [J]. 电子设计工程，2022，30（19）：115-119.

[5] 周晓东，胡仁喜. LabVIEW2015 中文版虚拟仪器从入门到精通 [M]. 北京：机械工业出版社，2016：6-11.

（收稿日期：2024-05-22）