

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102436733 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201110317151. 6

G08C 17/02(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 10. 18

(71) 申请人 中国电力科学研究院

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路  
15 号

(72) 发明人 钟鸣 闫华光 王鹤 杨湘江  
章欣 王红梅 李德智 李涛永  
蒋利民 苗常海 何桂雄 周昭茂  
刘永顺

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有  
限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.

G08C 19/00(2006. 01)

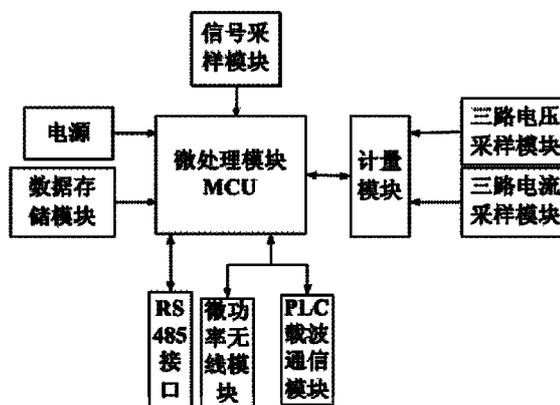
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种热工电量型能效数据采集终端

(57) 摘要

本发明提供一种热工电量型能效数据采集终端,终端包括微处理模块 MCU、数据存储模块、电源模块和 RS485 接口;微处理模块 MCU 与信号采样模块连接,电源模块为微处理模块 MCU 供电;数据存储模块、RS485 接口、微功率无线模块和 PLC 载波通信模块分别与微处理模块 MCU 双向连接;计量模块与所述微处理模块 MCU 双向连接;三路电压采样模块和三路电流采样模块分别与计量模块单向连接。本发明具有很强的抗干扰性,可靠性高;解决了热工量能效数据采集和传输难题,实现集群式部署、多种数据类型采集、多种接口传输等完全适应工业现场能效热工量的采集。该终端还考虑了不同工作环境需求,如通信模式采用微功率无线、PLC 等信号传输方式,并为未来主站的智能控制实现留下扩展接口。



1. 一种热工电量型能效数据采集终端,所述终端包括微处理模块 MCU、数据存储模块、电源模块和 RS485 接口;其特征在于:  
所述微处理模块 MCU 与信号采样模块连接,包括芯片时钟模块和 AD 转换模块;  
所述数据存储模块与所述微处理模块 MCU 双向连接;  
所述电源模块为所述微处理模块 MCU 供电;  
所述 RS485 接口、微功率无线模块和 PLC 载波通信模块分别与所述微处理模块 MCU 双向连接;  
计量模块与所述微处理模块 MCU 双向连接;  
三路电压采样模块和三路电流采样模块分别与所述计量模块单向连接。
2. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述信号采样模块是流量传感器、湿度传感器、压力传感器和温度传感器中的一种或多种传感器。
3. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述 RS485 接口为所述终端的标准配置接口,所述微功率无线模块和 PLC 载波通信模块的接口为可插拔式,两者在终端上共用同一个接口标准。
4. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述 AD 转换模块采用 12 位精度的 AD 转换器。
5. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述终端采用软时钟和网络对时结合的集约方式。
6. 如权利要求 5 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述终端将 4 或 8 路的所述信号采样模块采集并转换的 4 ~ 20mA 电流模拟信号输入其输入端口,或者采用 RS485 接口模块直接接收数字信号。
7. 如权利要求 6 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述终端通过主机或掌上机对每个所述端口设置抄收类型和曲线参数,和设置所述曲线参数的记录抄收时间的间隔缺省数值。
8. 如权利要求 7 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述终端的采集的精度为仪表性能分类的 B 级精度,或者不低于国标规定的 2.0 级精度。
9. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述电源模块采用 PT(Potential Transformer) 供电模式,以使得设备结构和端子排列紧凑。
10. 如权利要求 9 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述电源模块的测试对象为三相三线和三线四线制电路或高压。
11. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述微处理模块 MCU 包括主控芯片 U1,其具有 ARM Cortex\_M3 内核,操作频率最高可达到 100MHz。
12. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述数据存储模块与主控芯片 U1 通过 SPI 通讯接口连接,其包括 flash 存储器 U4 和铁电存储器 U5。
13. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述 RS485 接口模块包括 2 个 RS485 接口芯片,在所述 RS485 接口芯片和主控芯片 U1 之间用光电耦合器进行光电隔离,防止信号对主控芯片 U1 的干扰。
14. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述 PLC 载波通信模块与主控芯片 U1 双向连接,并与电力线 L、N 连接;其包括芯片 U10。

15. 如权利要求 1 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述计量模块包括计量芯片,所述三路电压采样模块和三路电流采样模块采样得到的信号输入所述计量芯片,经过所述计量芯片分析计算,输出各种电量参数。

16. 如权利要求 15 所述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述电量参数是功率因数、有功功率、无功功率、分(合)相有功、分(合)相无功和四象限无功等。

17. 如权利要求 8 述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述终端在所述微处理器 MCU 内进行电压曲线记录、电流曲线记录、功率曲线记录、跨月结算、电能量冻结、热工参数(流量、温度、压力和湿度)曲线记录、ABC 电流(压)偏差越限事件记录、上电、掉电、清零、断相、编程、校时事件记录以及失压(流)(全 ABC 相)事件记录等。

18. 如权利要求 17 述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述掉电事件记录指三相电压(单相表为单相电压)均低于电能表临界电压,且负荷电流不大于 5%额定电流的工况。

19. 如权利要求 18 述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述失压事件指在三相(或单相)供电系统中,某相负荷电流大于启动电流,但电压线路的电压低于电能表参比电压的 78%,且持续时间大于 1 分钟的工况。

20. 如权利要求 19 述的一种热工电量型能效数据采集终端,其特征在于:所述失流事件指在三相供电系统中,三相电压大于电能表的临界电压,三相电流中任一相或两相小于启动电流,且其他相线负荷电流大于 5%额定电流的工况。

## 一种热工电量型能效数据采集终端

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电工仪器仪表,具体讲涉及一种热工电量型能效数据采集终端。

### 背景技术

[0002] 节能产业的迅速发展给基础技术提出了极高的要求,完善、丰富、准确的基础数据是推动节能产业的整体健康发展的前提,是评价所有节能技术效果的关键。当前各种节能数据、能效信息混乱给节能产业带来很多潜在隐患。因此,亟待建立统一的能效数据采集中心,获取全面的节能服务行业数据,为节能行业发展提供数据支撑和技术保障,对节能项目进行监测和节能服务机构进行评估,为节能提供决策支撑。

[0003] 准确的能效基础数据主要依赖于现场实时采集,包括电量和非电量数据,需采用专用采集终端进行采集并传输。实际现场存在许多诸如流量、温度、湿度、压力等热工量而这些热工量又是评估能效的重要因素,亟待开发一种满足工业现场及能效监测要求的实时采集热工量的采集终端。

[0004] 申请号为 200920069055.2 的专利公开了无线数据采集终端,该终端包括射频识别模块、主控模块以及无线通信模块。该实用新型能够实现数据的无线采集和无线传输,具有实时性强、使用范围广、系统的传输容量大等特点。

[0005] 申请号为 200920236498.6 的专利公开了用于低压电力用户集中抄表系统的采集终端,其包括主控制器、存储模块、远程更新模块、载波调制模块、电源模块和 RS485 接口模块,该实用新型的目的在于提供一种可以在主站上操作实现远程系统更新的用于低压电力用户集中抄表系统的采集终端。

[0006] 申请号为 200920279096.4 的专利公开了一种电量管理系统用采集终端,该采集终端包括脉冲端口以及与手持机进行数据通信的通信单元,还包括 RS485 接口,且该 RS485 接口符合在该脉冲端口上。该实用新型提供的技术方案便于部署及扩展,提高采集效率,进而提高电量管理系统中电量采集传输的效率。

[0007] 申请号为 201020214236.2 的专利公开了一种安装模块化通信模块的专变采集终端,用以采集专变用户电能信息的装置。此终端包括显示屏、主板、通信接口和接线端子,主板上安装有远程通信模块和信号扩展接口模块,远程通信模块通过基板与主板上的远程终端接口连接,基板上安装有信号接收器。本专利将现有技术中每个专变采集终端内固化的远程通信模块和信号扩展接口模块都设计成插拔式的模块,制定统一的管脚,使得各种通信方式之间实现任意更换,大大减少了用户更换成本和施工难度。

[0008] 本发明人经长期潜心研究发现,尽管上述现有技术为热工型能效数据采集终端的研发提供了基础技术,但仍没有达到集群式部署、多种数据类型采集、多种接口传输等完全适应工业现场能效热工量采集的要求。

[0009] 本发明提供了一种技术方案,该方案通过集群式部署,采集多种热工量参数,并实现多种接口安全、稳定、可靠的传输,使能效热工量的实时采集和传输成为可能,为能效数据实时采集提供了技术保障。

## 发明内容

[0010] 本发明提供了一种热工电量型能效数据采集终端,实现群式部署、多种数据类型采集、多种接口传输等完全适应工业现场能效热工量的采集。

[0011] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0012] 一种热工电量型能效数据采集终端,所述终端包括微处理模块 MCU、数据存储模块、电源模块和 RS485 接口;

[0013] 所述微处理模块 MCU 与信号采样模块连接,包括芯片时钟模块和 AD 转换模块;

[0014] 所述数据存储模块与微处理模块 MCU 双向连接;

[0015] 所述电源模块为微处理模块 MCU 供电;

[0016] 所述 RS485 接口、微功率无线模块和 PLC 载波通信模块分别与微处理模块 MCU 双向连接;

[0017] 计量模块与所述微处理模块 MCU 双向连接;

[0018] 三路电压采样模块和三路电流采样模块分别与所述计量模块单向连接。

[0019] 所述信号采样模块是流量传感器、湿度传感器、压力传感器和温度传感器中的一种或多种传感器。

[0020] 所述 RS485 接口为所述终端的标准配置接口,所述微功率无线模块和 PLC 载波通信模块的接口为可插拔式,两者在终端上共用同一个接口标准。

[0021] 所述 AD 转换模块采用 12 位精度的 AD 转换器。

[0022] 所述终端采用软时钟和网络对时结合的集约方式。

[0023] 所述终端将 4 或 8 路的所述信号采样模块采集并转换的 4 ~ 20mA 电流模拟信号输入其输入端口,或者采用 RS485 接口模块直接接收数字信号。

[0024] 所述终端通过主机或掌上机对每个所述端口设置抄收类型和曲线参数,和设置所述曲线参数的记录抄收时间的间隔缺省数值。

[0025] 所述终端的采集的精度为仪表性能分类的 B 级精度,或者不低于国标规定的 2.0 级精度。

[0026] 所述电源模块采用 PT(Potential Transformer) 供电模式,以使得设备结构和端子排列紧凑。

[0027] 所述电源模块的测试对象为三相三线和三线四线制电路或高压。

[0028] 所述微处理模块 MCU 包括有主控芯片 U1,其具有 ARM Cortex\_M3 内核,操作频率最高可达到 100MHz。

[0029] 所述数据存储模块与主控芯片 U1 通过 SPI 通讯接口连接,其包括 flash 存储器 U4 和铁电存储器 U5。

[0030] 所述 RS485 接口模块包括 2 个 RS485 接口芯片,在所述接口芯片和主控芯片 U1 之间用光电耦合器进行光电隔离,防止信号对主控芯片 U1 的干扰。

[0031] 所述 PLC 载波通信模块与主控芯片 U1 双向连接,并与电力线 L、N 连接;其包括芯片 U10。

[0032] 所述计量模块包括计量芯片,所述三路电压采样模块和三路电流采样模块采样得到的信号输入所述计量芯片,经过所述计量芯片分析计算,输出各种电量参数。

[0033] 所述电量参数是功率因数、有功功率、无功功率、分（合）相有功、分（合）相无功和四象限无功等。

[0034] 所述终端在所述微处理器 MCU 内进行电压曲线记录、电流曲线记录、功率曲线记录、跨月结算、电能量冻结、热工参数（流量、温度、压力和湿度）曲线记录、ABC 电流（压）偏差越限事件记录、上电、掉电、清零、断相、编程、校时事件记录以及失压（流）（全 ABC 相）事件记录等。

[0035] 所述掉电事件记录指三相电压（单相表为单相电压）均低于电能表临界电压，且负荷电流不大于 5% 额定电流的工况。

[0036] 所述失压事件指在三相（或单相）供电系统中，某相负荷电流大于启动电流，但电压线路的电压低于电能表参比电压的 78%，且持续时间大于 1 分钟的工况。

[0037] 所述失流事件指在三相供电系统中，三相电压大于电能表的临界电压，三相电流中任一相或两相小于启动电流，且其他相线负荷电流大于 5% 额定电流的工况。

[0038] 与现有技术相比，本发明的有益效果在于：

[0039] 1. 抗干扰性强，可靠性高；

[0040] 2. 解决了热工量能效数据采集和传输难题，实现集群式部署、多种数据类型采集、多种接口传输等完全适应工业现场能效热工量的采集，为能效数据中心提供准确的能效基础数据，为国家和各级政府机构节能政策提供支撑；

[0041] 3. 本发明提供的技术方案充分考虑了不同工作环境需求，如采用了微功率无线、PLC 等信号传输通讯模式，并为未来主站的智能控制实现留下扩展接口。

## 附图说明

[0042] 图 1 是热工型能效数据采集终端的结构图；

[0043] 图 2 是微处理模块 MCU 的电路原理图；

[0044] 图 3 是数据存储模块的电路原理图；

[0045] 图 4 是 RS485 接口的电路原理图；

[0046] 图 5 是 PLC 载波通信模块的电路原理图；

[0047] 图 6 是计量模块的电路原理图；

[0048] 图 7 是三路电压采样模块的电路原理图；

[0049] 图 8 是三路电流采样模块的电路原理图。

## 具体实施方式

[0050] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0051] 如图 1 所示，一种热工电量型能效数据采集终端，所述终端包括微处理模块 MCU、数据存储模块、电源模块和 RS485 接口；

[0052] 所述微处理模块 MCU 与信号采样模块连接，包括芯片时钟模块和 AD 转换模块；

[0053] 所述数据存储模块与所述微处理模块 MCU 双向连接；

[0054] 所述电源模块为所述微处理模块 MCU 供电；

[0055] 所述 RS485 接口、微功率无线模块和 PLC 载波通信模块分别与所述微处理模块 MCU 双向连接；

- [0056] 计量模块与所述微处理模块 MCU 双向连接；
- [0057] 三路电压采样模块和三路电流采样模块分别与所述计量模块单向连接。
- [0058] 所述信号采样模块是流量传感器、湿度传感器、压力传感器和温度传感器中的一种或多种传感器。
- [0059] 所述 RS485 接口为所述终端的标准配置接口,所述微功率无线模块和 PLC 载波通信模块的接口为可插拔式,两者在终端上共用同一个接口标准。
- [0060] 所述 AD 转换模块采用 12 位精度的 AD 转换器。
- [0061] 所述终端采用软时钟和网络对时结合的集约方式。
- [0062] 所述终端将 4 或 8 路的所述信号采样模块采集并转换的 4 ~ 20mA 电流模拟信号输入其输入端口,或者采用 RS485 接口模块直接接收数字信号。
- [0063] 所述终端通过主机或掌上机对每个所述端口设置抄收类型和曲线参数,设置所述曲线参数的记录抄收时间的间隔缺省为 15min。
- [0064] 所述终端的采集的精度为仪表性能分类的 B 级精度,或者不低于国标规定的 2.0 级精度。
- [0065] 所述电源模块采用 PT(Potential Transformer) 供电模式,以使得设备结构和端子排列紧凑;PT 供电模式的供电电压在规定工作范围内变化时引起的允许误差改变量极限满足 GB/T17215.301-2007 的相关要求;允许误差范围是指电压在  $0.8U_n \sim 0.9U_n$  和  $1.1U_n \sim 1.15U_n$  范围内改变时引起电测量单元的允许误差改变值,不超过其规定工作范围内允许误差改变值极限的 3 倍,当电压低于 80% 额定电压时终端的误差在  $-100\% \sim +10\%$  的范围内变化。
- [0066] 所述电源模块的测试对象为三相三线和三线四线制电路或高压。
- [0067] 如图 2 所示,所述微处理模块 MCU 包括有型号为 LPC1765. LPC1765 的主控芯片 U1,其具有 ARM Cortex\_M3 内核,操作频率最高可达到 100MHz。ARM Cortex-M3 CPU 具有 3 级流水线和哈佛结构,带独立的本地指令和数据总线以及用于外设的稍微低性能的第三条总线。
- [0068] LPC1765Cortex-M3 微控制器的外设组件包含:256KB 的 Flash 存储器、64KB 的数据存储器、以太网 MAC、USB 主机 / 从机 / OTG 接口、8 通道的通用 DMA 控制器、4 个 UART、2 条 CAN 通道、2 个 SSP 控制器、SPI 接口、3 个 I2C 接口、2- 输入和 2- 输出的 I2S 接口、8 通道的 12 位 ADC、10 位 DAC、电机控制 PWM、正交编码器接口、4 个通用定时器、6- 输出的通用 PWM、带独立电池供电的超低功耗 RTC 和多达 70 个的通用 I/O 管脚。
- [0069] LPC1765 具有在系统编程 (ISP) 和在应用编程 (IAP) 功能的 256KB 片上 Flash 程序存储器。把增强型的 Flash 存储加速器和 Flash 存储器在 CPU 本地代码 / 数据总线上的位置进行整合,则 Flash 可提供高性能的代码；
- [0070] LPC1765 单个 3.3V 电源 (2.4V-3.6V)。温度范围为  $-40^{\circ}\text{C} \sim -85^{\circ}\text{C}$ ；
- [0071] 在本发明中,共使用了 UART0、UART0、UART1、UART2 和 UART3 共 4 个串口,其中 UART0 用于红外通信;UART1 用于载波 / 小无线通信;UART2 用于第二路 RS485 通信;UART3 用于第一路 RS485 通信。
- [0072] FLASH 存储器 U4 和铁电存储器 U5 通过 SPI 总线接在单片机的 SSP1 接口 P0.7、P0.8 和 P0.9 上,P0.5 和 P0.6 分别为 FLASH 存储器 U4 和铁电存储器 U5 的片选线。

[0073] P1. 19 连接 AT7022 计量芯片的状态指示管脚, P1. 20、P1. 23 和 P1. 24 为单片机和 AT7022 通过 SPI 总线通信的时钟线和信号线。

[0074] P1. 21 为 AT7022 的片选线, P1. 22 为 AT7022 的复位线, P2. 11 和 P2. 22 分别为 AT7022 有功脉冲和无功脉冲输出线。

[0075] P2. 3 输出 38K 调制波, 用于红外通信的调制。该引脚的输出使用了单片机内部的 PWM 输出功能。

[0076] 如图 3 所示, 所述数据存储模块与主控芯片 U1 通过 SPI 通讯接口连接, 其包括型号为 MX25L3206E 的 flash 存储器 U4 和型号为 PM25CL64 的铁电存储器 U5。

[0077] 所述存储器 U4 和 U5 存储  $7*96$  个点的曲线数据, 每个点存储 200 个 Byte, 共需  $185*7*96 = 122K$ 。事件记录每种事件记录 10 条, 每条事件 20 字节, 20 种事件共需 4K 字节。

[0078] 如图 4 所示, 所述 RS485 接口模块包括有 2 个型号为 SN65HV03082E0R 的 RS485 接口芯片, 由于增设了 FTC1/2/3/4 作为保护装置, 防止大电压和大电流对设备的损坏, 用以解决 RS485 接口的损坏、雷击等问题, RS485 接口可承受加载 220V 交流电 5 分钟不损坏。在型号为 SN65HV03082E0R 的芯片和主控芯片 U1 之间用光电耦合器进行光电隔离, 防止信号对主控芯片 U1 的干扰。

[0079] 如图 5 所示, 所述 PLC 载波通信模块与主控芯片 U1 双向连接, 并与电力线 L、N 连接; 其包括型号为 74HCT244 的芯片 U10。

[0080] 如图 6 所示, 所述计量模块包括型号为 ATT7022 的计量芯片, 所述三路电压采样模块和三路电流采样模块采样得到的信号输入所述计量芯片, 经过所述计量芯片分析计算, 输出各种电量参数。

[0081] 所述终端通过电压互感器 PT(Potential Transformer) 和电流互感器 CT(Current Transformer) 采集相(线)电压、相(线)电流和中性线电流, 再通过计量芯片运算处理获得所述电量参数;

[0082] 所述电量参数是功率因数、有功功率、无功功率、分(合)相有功、分(合)相无功和四象限无功等。

[0083] 所述终端在所述微处理器 MCU 内进行电压曲线记录、电流曲线记录、功率曲线记录、跨月结算、电能量冻结、热工参数(流量、温度、压力和湿度)曲线记录、ABC 电流(压)偏差越限事件记录、上电、掉电、清零、断相、编程、校时事件记录以及失压(流)(全 ABC 相)事件记录等。

[0084] 所述掉电事件记录指三相电压(单相表为单相电压)均低于电能表临界电压, 且负荷电流不大于 5% 额定电流的工况。

[0085] 所述失压事件指在三相(或单相)供电系统中, 某相负荷电流大于启动电流, 但电压线路的电压低于电能表参比电压的 78%, 且持续时间大于 1 分钟的工况。

[0086] 所述失流事件指在三相供电系统中, 三相电压大于电能表的临界电压, 三相电流中任一相或两相小于启动电流, 且其他相线负荷电流大于 5% 额定电流的工况。

[0087] 图 7 是三路电压采样模块的电路原理图, 分别为 A 相电压、B 相电压、C 相电压采样电路, 电压经过分压电阻分压, 并经过 2ma/2ma 电压互感器进行信号隔离, 输入给 V2PP 和 V2NN, 之后 V2P 和 V2N 输入给 AT7022 的电压采样管脚。

[0088] 图 8 是三路电流采样模块的电路原理图,分别为 A 相电流、B 相电流、C 相电流和零线电流的采样电路。以 A 相电流采样为例,电流经过 IAA 和 DLHGQ 输入,由变比为 300 : 1 的电流互感器进行信号转换,经过 R1 高精度采样电阻,将电流信号转换为电压信号, VREF 为 AT7022 输出的直流偏置电压,基准电压为 2.4V,调制好的电压信号通过 VIP 和 VIN 输入 AT7022 的 A 相电流采样管脚。

[0089] 所述终端具有很强的抗干扰特性,具备完善周密的电磁兼容性(机械结构、电源、PCB 走线、去耦、滤波、接地、光电隔离等方面),能够适应高低温和高湿等恶劣运行环境,具备完善周密的三级防雷措施(电源线、通信接口的防雷措施)。电磁兼容性符合 IEC61000-4 的规定的工业过程测量和控制装置的电磁兼容性(静电放电抗扰性试验、辐射电磁场抗扰性试验、电快速瞬变脉冲群抗扰性试验、外磁场影响、高频抗扰性试验)。

[0090] 最后应该当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所述领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者同等替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本申请待批的权利要求范围当中。

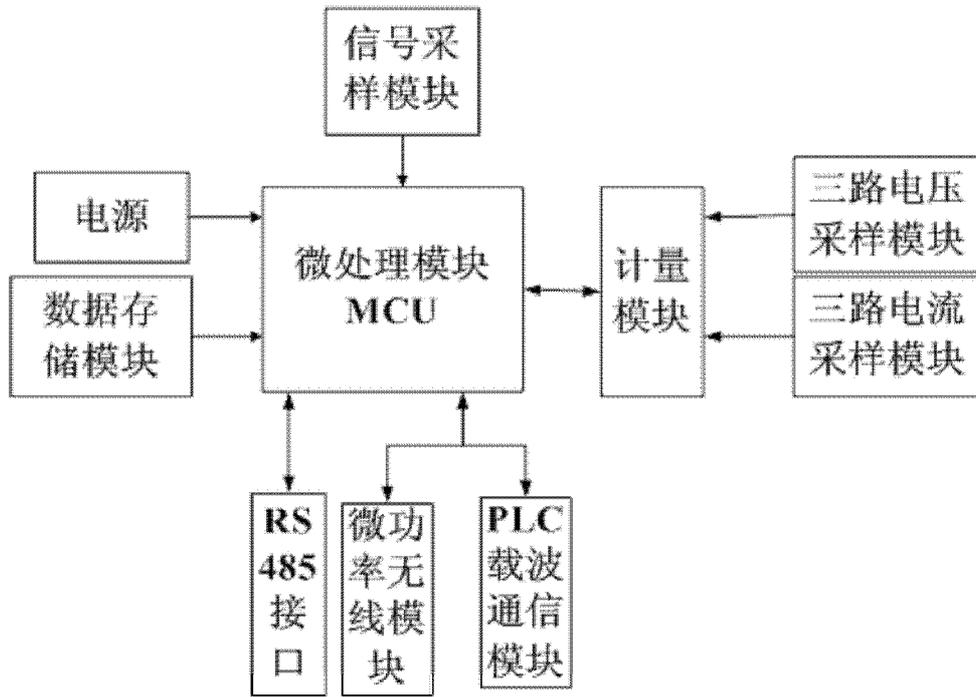


图 1

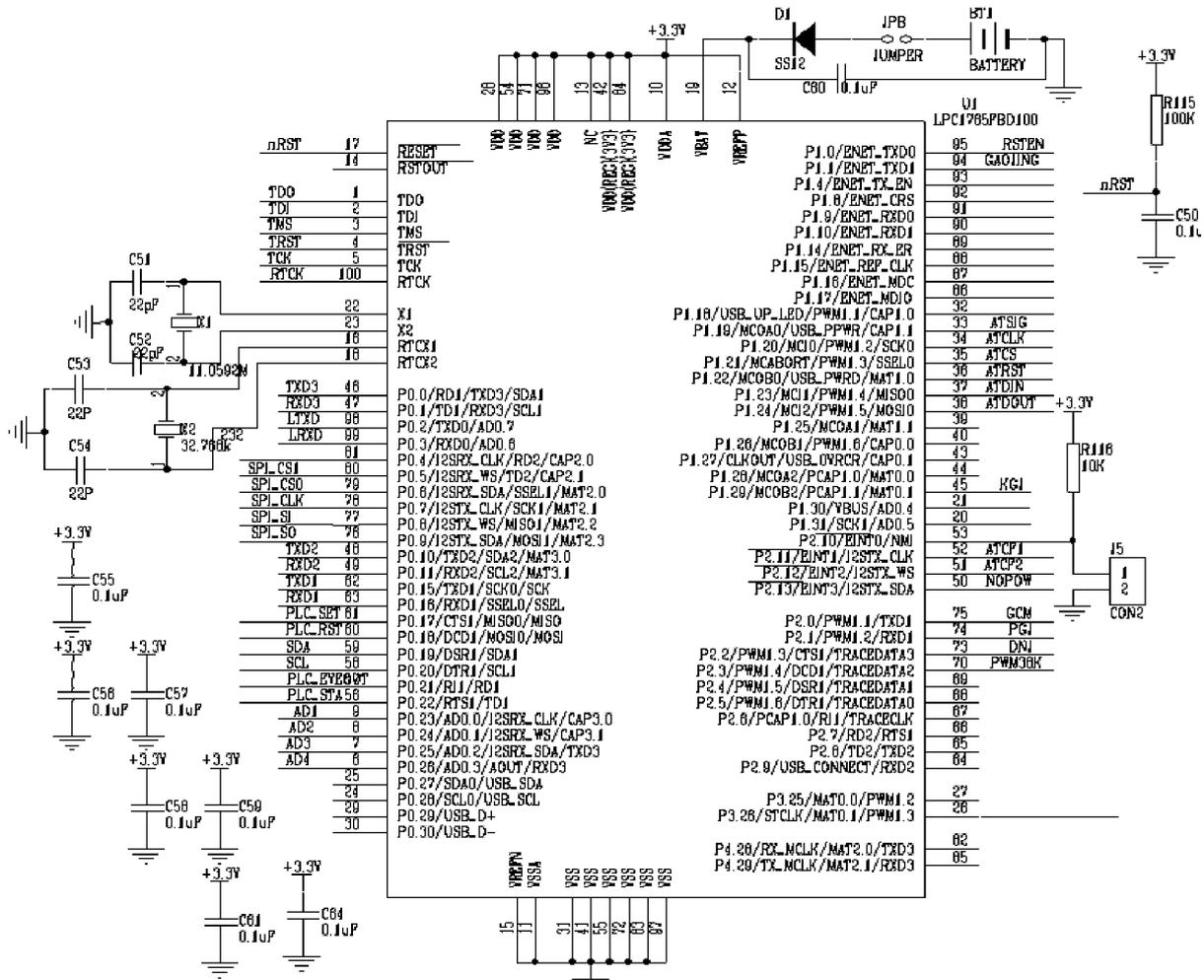


图 2

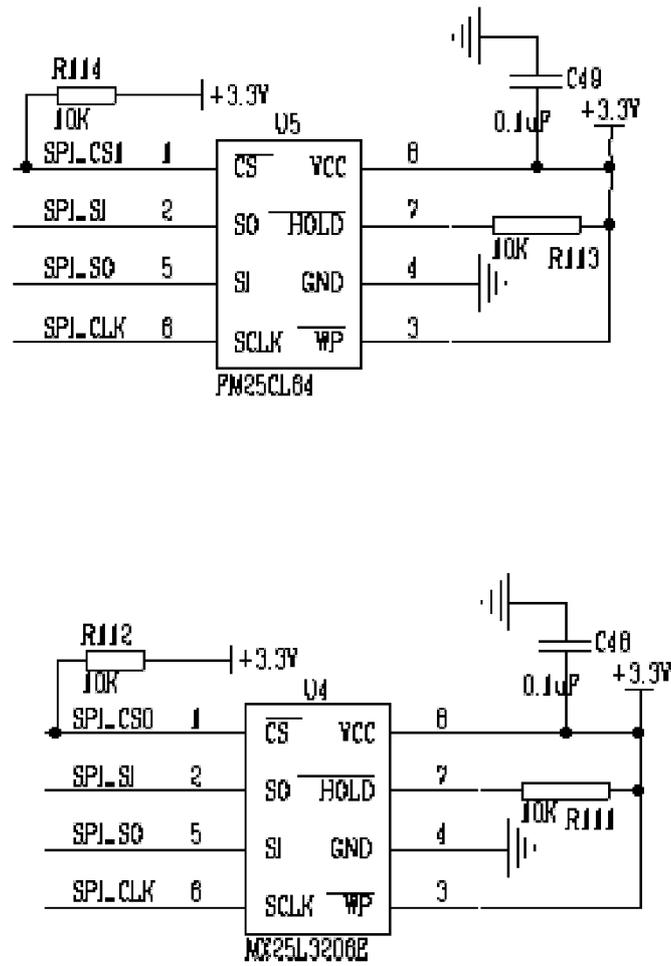


图 3

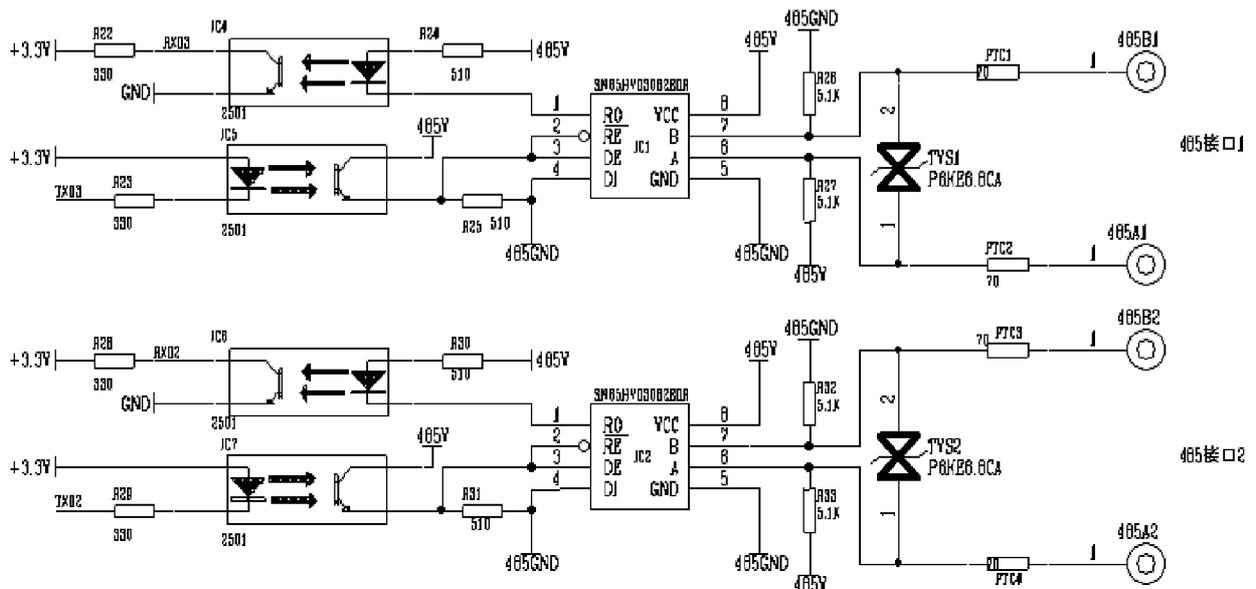


图 4

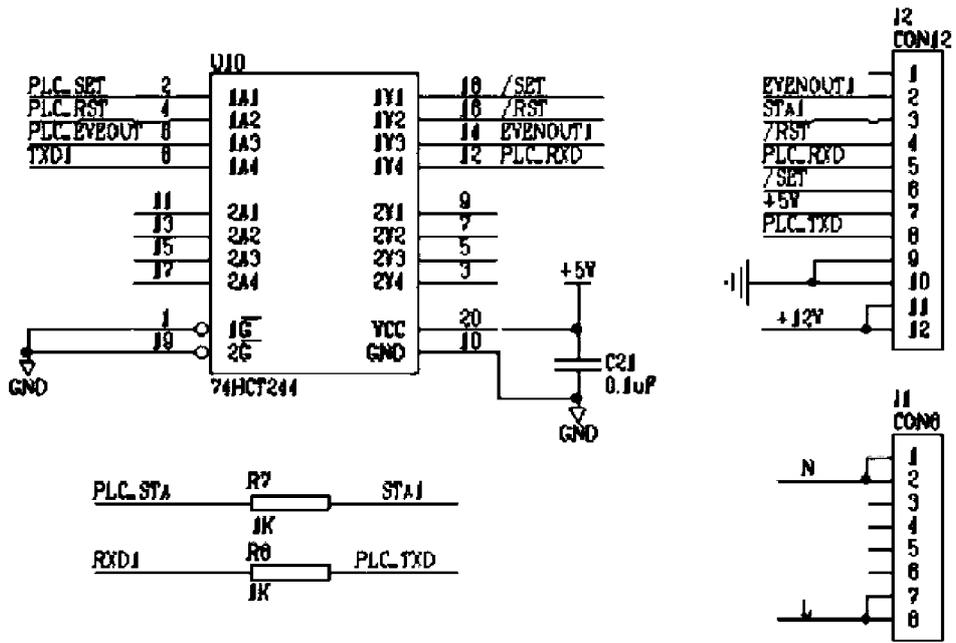


图 5

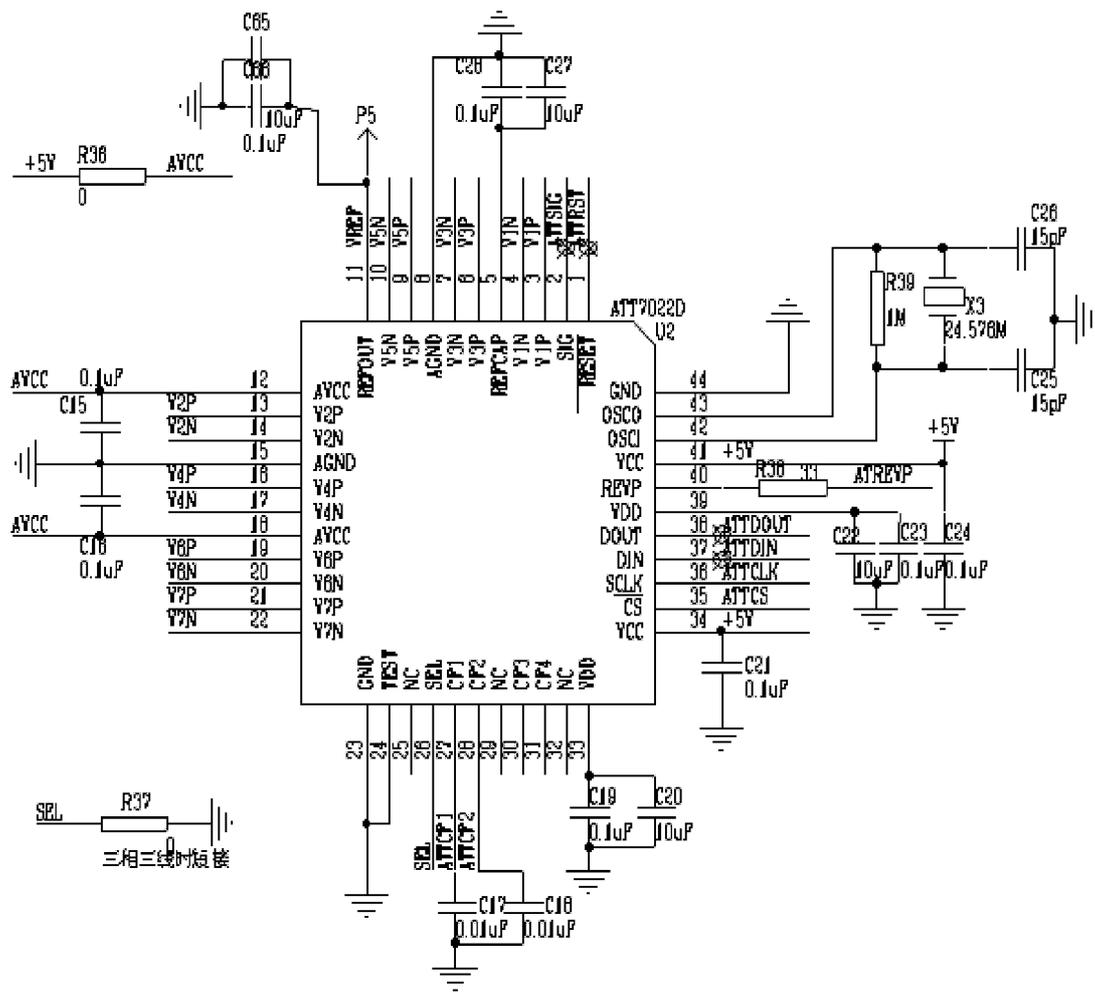


图 6

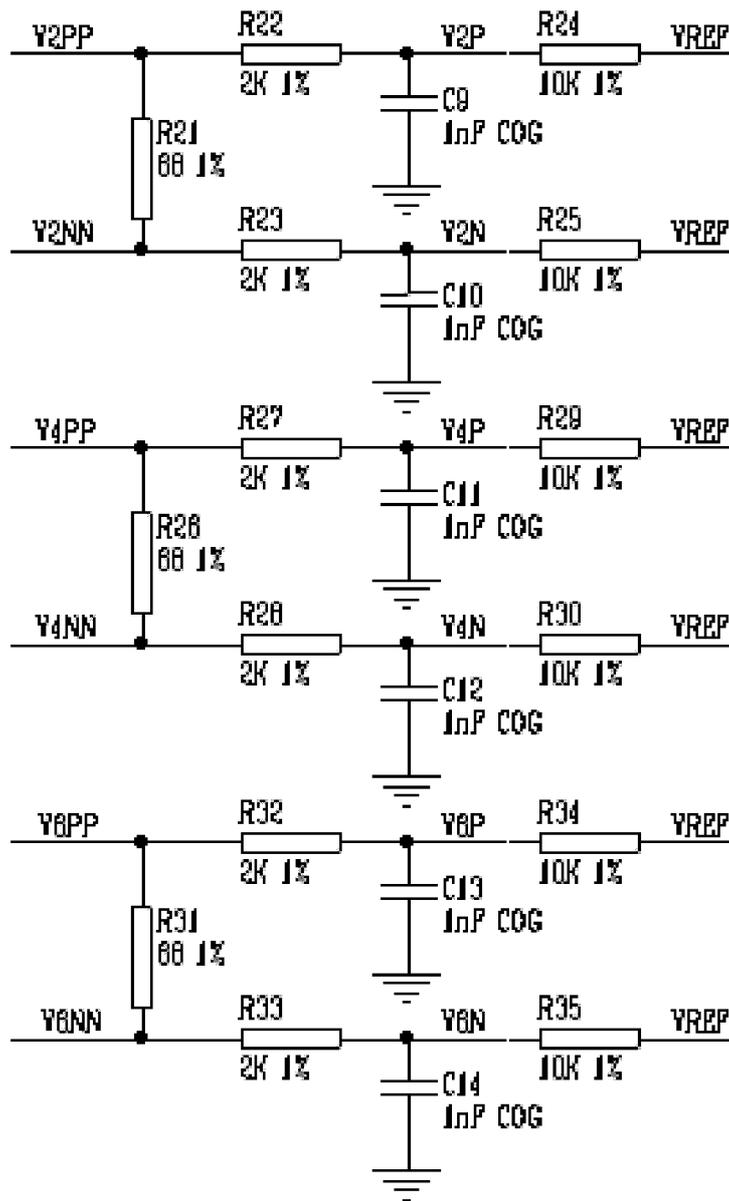


图 7

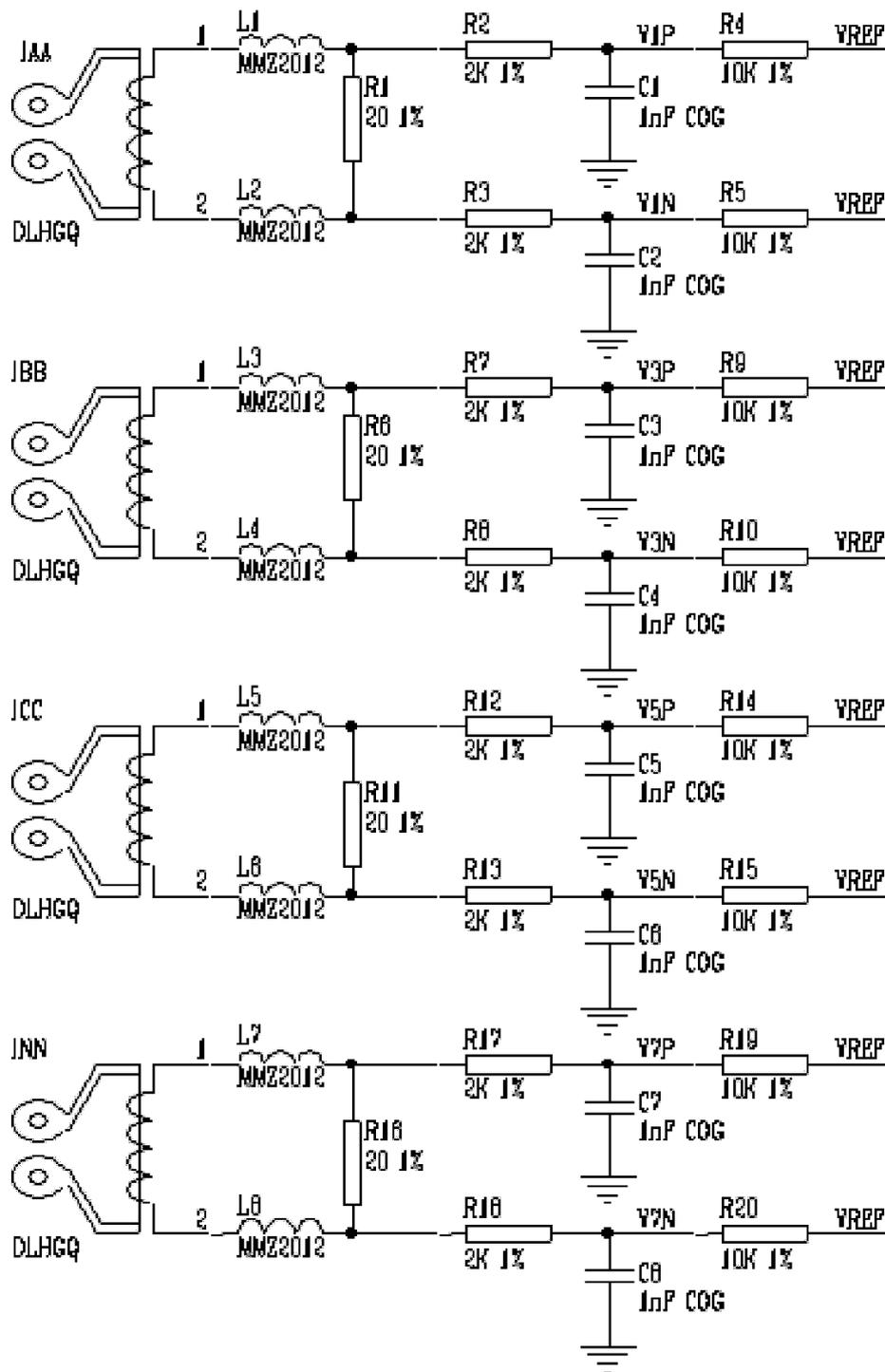


图 8