

一种用于电动汽车交流充电桩的低压保护测控单元

王汉林, 刘桂敏

(南京中德保护控制系统有限公司, 江苏 南京 210061)

摘 要: 为满足电动汽车充电的安全性和可靠性, 本文介绍了一种用于电动汽车交流充电桩的低压保护测控单元。其设计基于 DSP 高速的运算能力和丰富的外围电路, 文章在简述其结构的基础上, 对该装置针对充电桩的应用需求而特殊设计的功能部件进行了阐述, 最后列举了充电保护功能。

关键词: 充电; 电动汽车; 交流充电桩; 低压保护测控单元

0 引言

目前全球汽车工业为破解能源、环境的制约, 实现可持续发展, 都在以更加积极的姿态努力探索和推动交通能源动力系统的转型。近年来面对国际油价高位震荡和全球变暖节能减排的压力, 发展电动汽车作为实现交通能源转型的技术路线, 取得了国际社会的高度共识。电动汽车充电设施建设与此同时也上升为电动汽车产业发展的必要条件, 基础设施建设在即将到来的电动汽车时代将扮演重要角色。

作为充电基础设施的组成部分, 交流充电桩是一种利用专用充电接口为具有车载充电机的电动汽车提供交流电能的交流供电装置。针对交流充电桩的应用情况, 需要一种低压保护测控单元, 实现保护、测控、计量、通讯等功能, 能够通过专用人机界面控制充电, 并能及时的切除充电过程中的各种故障, 并对各种异常运行工况进行报警, 同时配合能量计费系统进行充电计费、能量管理等功能。

现有的常规低压继电保护装置都是针对电力系统应用特点而设计开发的, 其无法满足电动汽车交流充电桩的应用需求, 因此需要针对充电桩的特性重新研制一款新型低压保护测控单元, 满足充电的安全性和可靠性需求。本文介绍的低压保护测控单元原理先进、设计新颖、简洁美观、安全可靠、可维护性强、性价比高、采样频率快, 接线灵活, 硬件以 32 位的 DSP 芯片为核心, 外加必要的外围硬件电路组成, 利用 DSP 高速的运算能力和丰富的外围电路, 为数据的高速采集、处理和传输提供了强大的硬件基础。

1 装置的结构

装置采用完全模块化硬件平台, 符合 IECIEC 61969-2 电子设备机械结构规范, 其对增强平台的通用性, 提高装置的可维护性, 降低库存节约成本均十分有益。装置采用 35mm 标准导轨安装, 箱体为 ABS 塑料壳体, 将按功能分解, 可分成以下几个模块: 电源模块、交流采样模块、CPU 模块、开入模块和开出模块等。

CPU 模块采用了多层印制板及表面贴装工艺, 大大提高装置的可靠性及抗电磁干扰能力, 其原理示意图如图 1 示。其中 CPU 为高性能的 DSP 芯片, 它兼具高效率数字信号处理能力和 MCU (微程序控制器) 的实时控制能力, 60MHz 内核频率下可达 60 兆条指令/s (MIPS) 的运算速度, 采用哈佛结构, 将程序空间和数据空间分开编址, 支持并行处理。片内集成了相当容量的 FLASH、RAM 以及丰富的 I/O 模块, 并具有多个带输入捕捉的定时器, 中断管理功能强大。片外扩展了一片 128K×16 位高速 RAM 和 32K×8 位串行 EEPROM。数据采集系统由高可靠性的 14 的 A/D 转换器及滤波回路组成, 所采用的 A/D 转换芯片具有转换速度快、采样偏差小、超小功耗及稳定性好等特点。

交流采样模块包括电压输入和电流输入两个部分, 包含三相电压 (U_a 、 U_b 、 U_c)、三相电流 (I_a 、 I_b 、 I_c) 以及零序电流 ($3I_0$), 三相电流输入采用电缆穿芯式 CT。电压信号按常规接入, 电流信号输入则用两级不同增益的放大器分别接入 AD, 两级信号经 AD 转换后均进行傅氏运算计算幅值, 由 CPU 自动根据信号范围选择一级参与逻辑运

算。

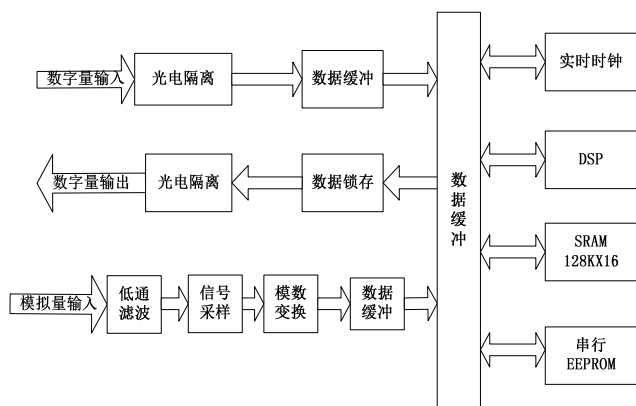


图1 CPU 原理示意图

开入模块用于采集开关量输入，本低压保护测控单元内部自带24V电源，因此仅需接入空接点就可以获取交流充电桩内交流接触器、空气开关、电磁锁、急停按钮等部件的状态信号，用于充电状态的监视和充电过程控制。

开出模块针对交流接触器控制采用两副接点，一副常开接点用于接触器合闸，另一副常闭接点用于接触器分闸，合闸时利用接触器的辅助接点组合成自保持回路。对于桩体灯箱的按时段控制和充电电缆的电磁锁切换控制，开出模块使用专用可频繁操控的PhotoMos继电器，保证其长期运行可靠性。

电源模块为模块化封装电源，防尘防潮防氧化，交、直流两用。外部输入电压经抗干扰滤波回路后，利用逆变原理输出本装置需要的三组直流电压，即5V、±12V和24V，三组电压均不共地，且采用浮地方式，同外壳不相连。其中，+5V为装置内部计算机系统的工作电源，±12V为数据采集系统电源，24V用于驱动继电器。

2 装置具体实施方式

低压保护测控单元的主要功能包括：充电控制功能、人机交互功能、模拟量采集功能、计量计费功能、状态量采集功能、通讯监测功能、保护功能以及其他辅助功能。下面就针对充电桩的应用需求而特殊设计的功能部件进行阐述。

2.1 两级电流采样

交流充电桩正常充电时，本低压保护测控单元实时采集充电电压和充电电流，一方面用于人机界面显示供用户查看，同时可通过通讯远传，另一方面计算充电电量用于计量计费。计量计费需要电流、

电压具有较高的测量精度，电力系统相关标准规定电压的精确测量范围为1.2倍的额定电压，电流的精确测量范围为2倍的额定电流，而由于发生短路时电流通常比较大，因此保护电流的测量范围为10至20倍额定电流不等。电压信号我们按常规采集，以A相电压信号输入为例，原理如图2所示，经一级运放后再低通滤波接入AD。而对于同一电流采样源，如何既能保证计量所需的测量精度，又能满足保护的测量范围成为亟需解决的难题。

为此对于电流采样我们采用两级不同增益的放大器分别接入AD，如图3所示，同样以A相电流信号输入为例，前一级IA O1满足保护所需范围，后一级IA O2满足测量精度，两级信号经AD转换后均进行傅氏运算计算幅值，由CPU自动根据信号范围选择其中一级参与逻辑运算。

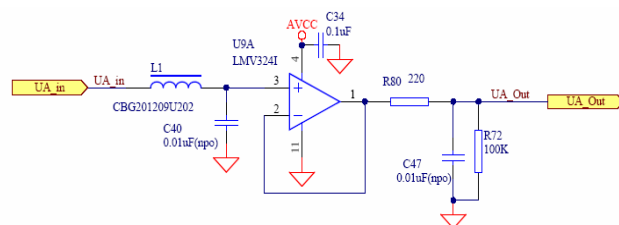


图2 电压采样原理图

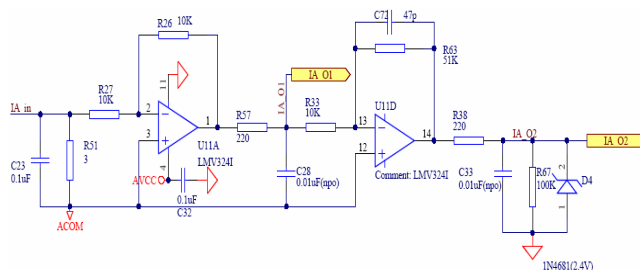


图3 电流两级采样原理图

2.2 充电过程控制

低压保护测控单元在电动汽车交流充电桩内的接线原理图如图4所示。交流充电桩采用交流220V电压作为充电电源，电源控制采用空气开关Q1加交流接触器KM的形式，空气开关Q1用于大电流短路保护，接触器KM用于正常回路分合，正常充电控制也是通过操控接触器来实现。

众所周知，接触器是一种应用广泛的开关电器，主要用于频繁接通或分断交、直流电路和大容量的控制电路，可远距离操作，其原理是利用线圈流过电流产生磁场，使触头闭合，以达到控制目的。为

使接触器闭合让充电桩输出电能，接触器线圈需长时间通电，低压保护测控单元则需提供一组继电器串接于该线圈回路中。因为充电桩充电时间较长，常常几个小时到十几个小时不等，为增长继电器寿命，本低压保护测控单元提供两副接点，一副常开接点 YK2 用于接触器合闸，另一副常闭接点 YK1 用于接触器分闸。合闸时利用接触器的辅助接点 KM1 组合成自保持回路，如图 5 所示，接触器线圈与常开接点 YK2、常闭接点 YK1、急停按钮 TA1 一起串接于交流 220V 回路中，用户插入充电电缆

启动充电后，本低压保护测控单元将闭合常开接点 YK2 使接触器线圈带电，此时接触器将吸合。接触器合上时其辅助接点 KM1 将同时闭合短接常开接点 YK2，接触器控制回路将自保持导通，此时可断开常开接点 YK2，从而使 YK2 无需长时间带电，延长其使用寿命。分闸时本低压保护测控单元仅需断开常闭接点 YK1 即可打开接触器，从而停止充电。紧急情况下，按下急停按钮 TA1 也可断开接触器线圈回路，实现紧急停止充电。

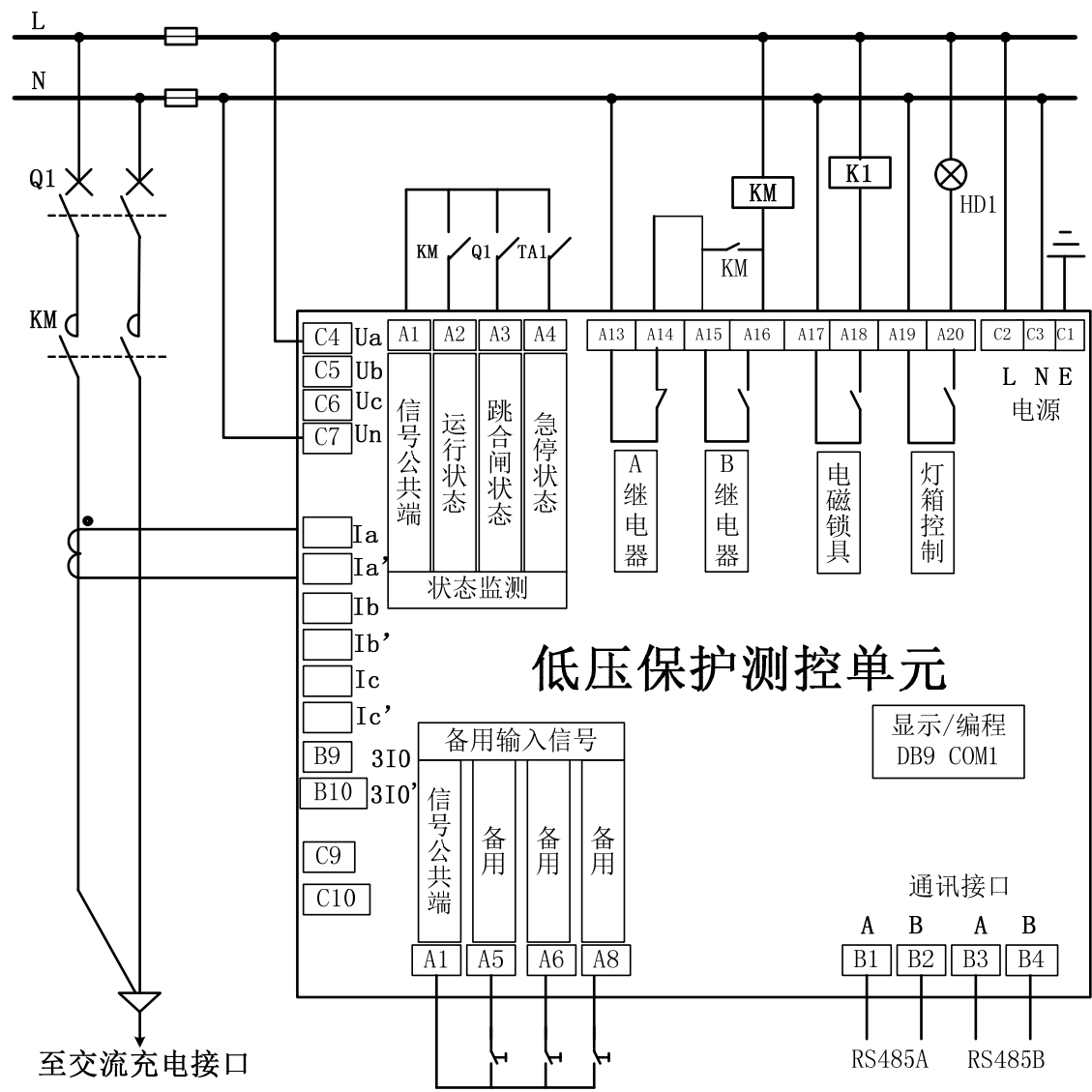


图 4 低压保护测控单元接线图

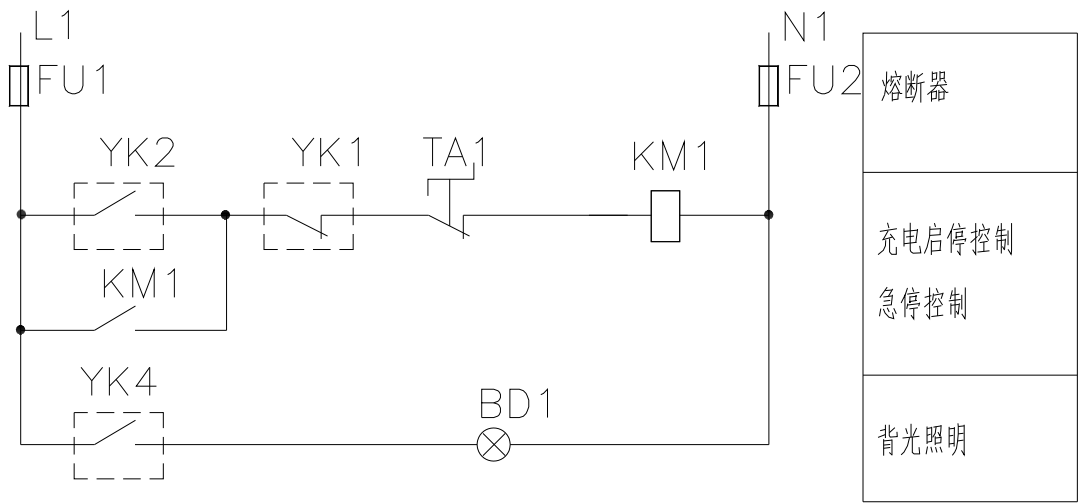


图 5 接触器控制回路原理图

2.3 充电保护功能

为保证充电安全和使用安全，低压保护测控单元的保护功能具体包括过电流保护、短路闭锁保护、电压异常保护、漏电流保护、过负荷保护、欠载保护、不对应保护等。其中过电流保护、电压异常保护、过负荷保护为常规继电保护功能，这里不作过多描述。

漏电流保护针对人体操作安全设计，当发生触电时，触电电流通过大地形成回路，导致充电电流的流入和流出不再平衡，此不平衡值如达到预定动作值，本低压保护测控单元将操控交流接触器切断电源。

因交流接触器的分断能力有限，在短路大电流情况下，接触器触头无法快速拉弧，接点有可能被烧毁损坏，此时低压保护测控单元应闭锁接触器以便让开气开关执行分断操作，此功能称为短路闭锁保护。

电动汽车充电快结束时常采用恒压充电，此时充电电流很小，因锂电池不能承受长时间的浮充充电，为防止电池受损本低压保护测控单元提供欠载保护功能，当判断出充电电流长时间低于设定值时将切断充电电源。

一些非正常工况，如充电结束后部分用户没有通过操作人机界面来切断电源就直接插拔充电电缆，为保证人身安全，本低压保护测控单元提供不

对应保护，当判断出接触器在合位而检测不到充电电缆位置信号时就切断电源，保证桩体不带电。

3 结束语

本低压保护测控单元的成功开发和应用，完全适用电动汽车交流充电桩的保护控制需求，保证了充电的可靠性和安全性，同时提高了充电设施的智能化、自动化水平，可以实现充电设施无人或少人值守运行，达到充电设施经济、安全、高效运行。

参考文献：

- [1] 鲁莽,周小兵,张维. 国内外电动汽车充电设施发展状况研究[J].华中电力,2010(5).
- [2] 王涛,张东华,贺智轶,等. 电动汽车充电桩的控制系统研究与设计[J].湖北电力,2011,35(1).
- [3] 中国南方电网有限责任公司. 电动汽车交流充电桩技术规范 Q/CSG 11516.4-2010[Z]. 中国南方电网有限责任公司,2010.

作者简介：

王汉林(1981-), 男, 江苏泰州人, 工程师, 从事电力系统及其自动化产品的研究与开发, E-mail: 14631908@qq.com;
刘桂敏(1977-), 女, 河南商丘人, 助理工程师, 从事电力系统的二次设计。