

防预付费电能表继电器烧坏装置的研制

马 林*, 王润成

(淄博光明电力服务有限责任公司, 山东 淄博 255000)

摘要: 近年来, 预付费电能表使用损坏频次呈缓慢上升趋势, 其主要原因是设备运行环境不稳定和客户私自调试操作导致, 造成预付费电能表使用寿命大幅度缩短和设备资源浪费。基于此, 结合实际案例分析, 设计出一种能够在延时时间到达后, 输出脉冲信号经过零输出控制模块的晶闸管断开脱扣线圈电源的装置, 可以达到线圈短时间得电的目的, 减少线圈的送电时间, 以此解决客户在负控处于通电状态的情况下, 频繁合闸造成负控继电器及跳闸开关线圈烧毁的问题。

关键词: 智能电能表; 传输延时; 常见故障

中图分类号: TM930.7

Development of Anti-burn Device for Relay of Prepaid Meter

MA Lin*, WANG Runcheng

(Zibo Guangming Electric Power Service Co., Ltd., Shandong Zibo 255000, China)

Abstract: In recent years, the damage frequency of prepaid meters is increasing slowly, because of the unstable operating environment and the private debugging by customers, so the lifespan of the prepaid meters is greatly shortened and the equipment resources are wasted. Based on this, an anti-burn device is designed that can disconnect the power supply of the tripping coil through the thyristor of the zero-output control module after the delay time is reached. The coil can be energized for a short period of time to reduce the power-on time. Therefore, the burning of the negative control relay and the tripping switch coil is solved, caused by frequent closing of meter when the negative control is in the energized state.

Keywords: smart meters; transmission delay; common faults

1 选择课题

预付费系统的应用解决了供电企业电费回收难题, 为企业节省了人力资源成本, 降低了供电企业的经营风险和管理成本^[1]。所以目前大部分电费回收采用预付费方式, 主要技术措施是采取负控终端控制客户开关分闸以此督促客户预交电费, 但在负控控制跳闸线圈跳开停电后, 有些客户在负控处于通电状态的情况下频繁合闸, 使开关内部线圈频繁得电失电, 线圈频繁受大电流冲击造成线圈烧毁, 线圈烧毁的同时负控内的中间继电器也因过流烧坏。因开关内的线圈烧坏, 开关不再受负控的控制, 从而送电成功, 致使负控预交电费措施失去作用, 严重影响电费的回收进度, 形成电费风险, 同时还给供电企业带来负控终端损坏的经济损失。

针对现有技术中存在客户欠费时, 频繁控制线

收稿日期: 2024-09-30

圈得电失电, 造成线圈烧毁的缺陷, 通过查阅资料发现, 针对断路器分合闸操作过程中线圈烧毁现象, 从断路器操作机构以及控制回路工作原理着手^[2], 改造预付费电能表与开关之间的接线方式, 以此来解决预付费电能表终端内的继电器和跳闸开关的跳闸线圈烧毁问题。

2 目标确认

QC小组通过查阅2023年1—12月预付费电能表和跳闸开关设备检修记录, 对预付费电能表和跳闸开关设备故障各个原因进行统计, 发现预付费电能表和跳闸开关使用期间损坏原因主要体现在预付费电能表连接线断线、跳闸开关线圈烧坏、继电器触点烧坏这几大问题上, 在其中跳闸开关线圈烧坏和继电器烧坏的占比高达95%, 基于此现象小组成员讨论得出解决预付费电能表继电器烧坏和跳闸开关线圈烧坏问题就是提升预付费电能表和跳闸开关使用寿命的有效途径。

3 提出方案

基于本次设计需求，QC 小组开展设计交流会，提出“加装中间保护装置”的总体方案，并绘制出方案设计图，见图 1。提出从跳闸开关保护、预付费电能表继电器保护、防误送保护 3 个方面入手完成方案的实施。

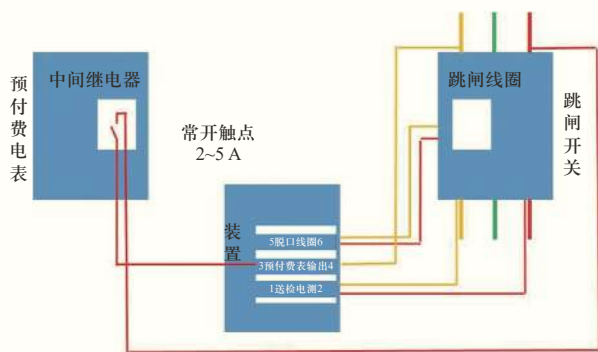


图1 装置方案设计图

在确立整体设计方案后小组根据各部分功能的需求对装置进行分析，将装置细化为多个组成部分，并对各部分所需实现的功能进行了详细划分，如下。

显示机构：可以明显显示设备当前状态，防止客户在不知道设备欠费的状态下对设备频繁送电。

过零控制机构：当机构接收到高电平输出信号时，会自动将脱扣线圈断开，防止瞬间电压过高烧坏设备。

延时保护机构：通过连接保护机构改变原设备的联结状态，并依靠延时模块，可以有效防止预付费电能表继电器、跳闸开关线圈烧毁，并将信息传输给显示机构，实时显示当前设备状态。

检测结构：可以满足设备检电需求，做到精确度高、反应迅速。

供电单元：为装置提供可靠稳定的电力供应。

4 方案实施

考虑到本次设计应满足跳闸开关保护、预付费电能表继电器保护、防误送保护 3 个需求，结合各个组成部分所能够实现的功能，小组讨论出总体方案如下。

4.1 模块选择

QC 小组对防预付费电能表继电器、跳闸开关线圈烧坏装置所需的组成模块进行逐一选择，

如下：

显示模块选择 LED 指示灯，其具有寿命长，抗震性强，光电转换效率高，高色显指数的特点，并且后续更换维护方便。

保护模块采用延时触发单元，可以更方便地实现 2 次延时功能的衔接，并且具有体积小、可塑性强的优点。

保护模块核心芯片的选用，通过实际测试以及查询网上材料后采用 NE555 芯片，典型的 555 时基电路中开机延时输出高电平电路，通过 555 时基电路组成的延时电路来产生指令的延时^[3]。只需要简单的电阻器、电容器即可完成特定振荡延时作用，具有计时精度高、可操作电源范围极大的特点。

信号检测模块选用光电耦合器，可以将预付费电能表送来的 AC 电压转换成 0~10 V 的 DC 信号，同时具有反应迅速、传输具有单向性、具有良好的电绝缘性能和抗干扰能力的特点^[4]。

电源模块采用宽电压的开关电源单元，有效解决了各种工况条件的问题^[5]。使设计装置能在交流 320~440 V 内正常工作。

4.2 制定方案

由预付费电能表发送的电压信号（220/380 V）通过接线端子送入接口单元和电源单元，这时的电路单元都得到工作电源的支持，电路单元启动，接收到接口单元的脉冲触发信号后启动单稳态延时程序^[6]。当延时时间到达后，输出脉冲信号经过输出控制单元的晶闸管断开脱扣线圈的电源，达到了线圈短时间得电的目的，减少了线圈的送电时间，避免了线圈烧毁的现象发生。

如果预付费电能表没有控制信号输出，整个控制电路没有得到电源供应。所有延时单元不工作，也就没有控制信号的输出，线圈不得电，也是停止状态。

当预付费电能表信号有输出，供电线路处在断电状态，人为送电，由送电检测电路单元产生的脉冲触发信号触发第一延时单元，经过一段时间的延时，再次触发第二延时单元，由第二延时单元产生的断电信号控制晶闸管的关断。这样就实现了送电几秒后再次脱扣跳闸的目的^[7]。只有预付费电能表充费后，没有控制信号的输出，才能真正的合闸送电。

4.3 模块设计及测试

4.3.1 信号检测单元

信号检测单元包括微控制器和接口电路，送电检测模块和接口电路均连接到微控制器；接口电路包括电阻 R1、电阻 R2、光电耦合器 U1、电阻 R3 和电容 C1；光电耦合器 U1 的第三引脚通过电阻 R3 连接到电源模块，光电耦合器 U1 的第三引脚连接到微控制器和微分电路，微分电路包括电容 C2 和电阻 R4，电容 C2 的第一端连接到光电耦合器 U1 的第三引脚，电容 C2 的第二端通过电阻 R4 连接到电源模块，电容 C2 的第二端连接到第一延时模块，具体电路简图见图 2、图 3。电路连接完成后对单元功能进行测试，可以实现 AC 电压转换成 DC 信号。

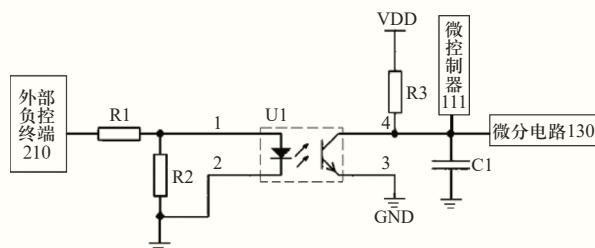


图2 信号检测单元电路简图

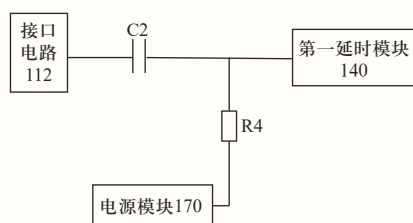


图3 微分电路电路简图

4.3.2 保护模块

将 2 个延时模块按电路见图进行连接，如图 4、图 5 所示，此模块为本装置的核心模块，通过将 NE555 芯片插进测试模块的 8 脚 IC 插座，观察测试模块的 LED 指示灯是否处于闪烁状态，如若 LED 指示灯处于闪烁状态则证明 NE555 芯片功能完好，可以正常使用。随后对 2 个延时模块进行功能测试，通过多次延时测试检测模块能否及时做出正确响应^[8]。

4.3.3 显示模块

显示模块是为了使客户可以直观了解到设备当前是否处于欠费状态，小组通过 2 组实验分别对其

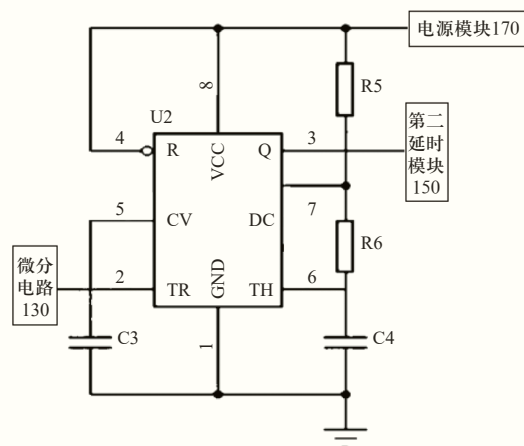


图4 第一延时模块电路简图

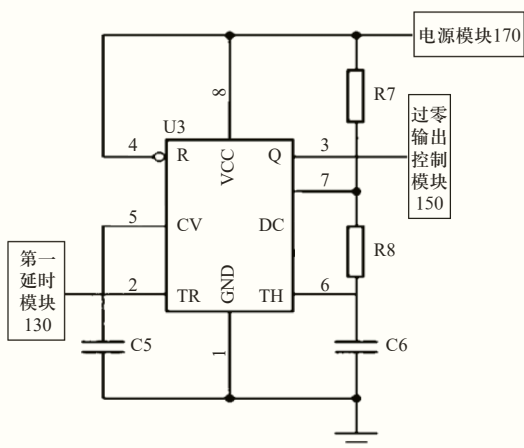


图5 第二延时模块电路简图

使用寿命和显示准确度进行了测试，通过测试结果得出在指示灯反应状态正确率为 100%，可以使测试人员迅速理解当前设备状态，并且其使用寿命满足本装置的需求^[9]。

4.3.4 跳闸开关线圈保护测试

将实验装置进行组装，组装实物图见图 6，并将装置调试至可以模拟设备故障的状态，接入电源对装置进行环境模拟测试。经测试装置可以在 2 次延时后断电，每次延时时间为 10 s，对装置进行多次重复实验得出实验结果与第一次结果无异，由此得出本装置可以实现对跳闸开关线圈的保护。

4.3.5 预付费电能表继电器保护测试

本次测试结果为：在电能表处于欠费状态下设备再次送电将会经延时后断电，且在设备未处于欠费状态时不会采取断电动作。通过多次模拟实验，小组得出装置可以实现预付费电能表继电器保护的结果。



图6 实验装置实物图

5 效果检测

2024年3月, QC小组将成果运用在5个运行预付费电能表的试验中, 进行目标值检验。小组成员对辖区内5位客户预付费电能表和跳闸开关之间上加装防预付费电能表继电器、跳闸开关线圈烧坏装置, 并对防预付费电能表继电器、跳闸开关线圈烧坏装置应用情况进行了跟踪、记录, 现场使用情况见图7。



图7 现场实验图

通过表1所示, 5组试验的平均结果可以得出结论, 防预付费电能表继电器、跳闸开关线圈烧坏装置完全发挥了其功能, 防预付费电能表继电器、跳闸开关线圈烧坏装置有效杜绝预付费电能表和跳闸开关运行故障问题的发生。

6 结束语

通过实验可以得出装置确实可以有效防止预付

表1 现场应用情况统计表

序号	客户名称	运行情况	拦截故障	实现目标
1	三一动能	正常	3	完成
2	市质监局	正常	1	完成
3	淄博铝厂	正常	2	完成
4	嘉亿置业	正常	2	完成
5	新星商厦	正常	0	完成

费电能表继电器、跳闸开关线圈烧坏。本装置的设计在经济效益上可以大幅度减少停电维修时间, 并减免大量抢修成本; 社会效益上可以使供电服务水平得到显著提高, 进一步保障了客户的正常生活和工作需要, 得到了广大客户的一致好评, 进一步树立了供电企业良好形象。

参考文献

- [1] 吕永升, 张啸宇, 王榕夕, 等. 联邦学习在新型电力系统中的应用与展望[J]. 综合智慧能源, 2024, 46(11):54-64.
- [2] 汪锦, 张啸宇. 基于LightGBM的家庭负荷虚假数据注入攻击检测模型[J]. 综合智慧能源, 2024, 46(11):1-9.
- [3] 赵海涛. 电梯常见故障的分类及标准化检修作业流程[J]. 家电维修, 2024(10):68-70.
- [4] 职小强. 光电开关在地铁列车自动清洗机中的应用分析[J]. 郑州铁路职业技术学院学报, 2024, 36(3):24-25, 32.
- [5] 孙超, 鲍军方, 纪晓杰, 等. 浅谈CGT-1型原棉杂质智能测试仪常见问题及解决方法[J]. 中国纤检, 2024(9):52-54.
- [6] 王炳璋. 船舶电气常见故障和维修方法[J]. 珠江水运, 2024(17):97-99.
- [7] 张泰日. 尿素造粒系统振动筛常见故障处理及优化改进[J]. 中氮肥, 2024(5):25-27, 52.
- [8] 汪光森, 王凯旋, 王康. 一种紧急事件优先插入的低延时高速传输策略[J]. 海军工程大学学报, 2024, 36(5):9-14, 105.
- [9] 王瑞荣. 全喂入多功能履带收割机的脱粒清选装置故障及技术处理方法[J]. 南方农机, 2024, 55(18):59-61.

作者简介

马林 (1989—), 男, 本科, 工程师, 主要从事电力营销技术研究工作, E-mail: 419190466@qq.com。

王润成 (2000—), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事电能计量和抄表收费工作, E-mail: 724968743@qq.com。

(责任编辑: 刘艳玲)

广告目录

封二·北京潞电科技发展有限公司试验中心
封三·2025年度《农村电气化》《农电管理》订阅单
封底·珠海许继电气有限公司