

一表多卡预付费电能表的设计与应用

李文俊

飞思卡尔半导体 MCU 应用设计中心

(南京润深电子有限公司, 南京大校场路 5 号 210005)

内容摘要: 本文从一表多卡预付费电能表的实际应用情况出发, 以排灌用表(浇地表)为实例, 详细介绍了一表多卡预付费电能表的设计要点及应用经验。此外, 本文还对一表多卡预付费电能表中的设计注意事项给予提醒, 还总结了一表多卡预付费电能表的一些运行经验。同时本文还给出一种一表多卡预付费电能表的成熟设计方案, 并对该方案的优缺点加以评估。

关键词: 浇地表 一表多卡 射频卡 MC68HC908JL8

一、引言

预付费电能表因为其独特的应用优势有着较为广泛的使用。预付费电能表按照使用场合来分可分为两大类, 一类是专用预付费电能表。简单地讲就是一表一卡, 即每个用户单独使用一只电表, 各个用户之间不能通用。每个电表只识别一个购电卡, 同时每个购电卡也只能在一只电能表上使用。第二类是公用预付费电能表。也就是一卡多表或者讲一表多卡。其最大的特点是多个用户共有一个人电表或者一个用户使用多个电表, 并且每个电表对每个用户进行单独计量收费。

一表多卡预付费电能表作为预付费电能表的一个分支也在越来越多的场合下使用。公用浇地表(即排灌用表)就是其一个较成功的例子。它不仅解决了收水费电费难的问题, 而且又杜绝了以往固定交多少钱任意用水的严重浪费现象, 符合社会节约用水的方针。

二、使用情况分析

一表多卡预付费电能表因其特定的使用环境, 使其与专用预付费电能表存在很多差别。

环境影响恶劣。一表多卡电能表一般安装在野外露天的环境, 沙尘、潮湿影响特别严重, 因此对电表的密封性能有着较高的要求。此外, 电表所在环境的干扰因素也很多, 对电表的电磁兼容性能也有特殊的要求。

使用频繁。一表多卡预付费电能表一般均为多个用户使用, 使用的频率较高。例如, 公用脱粒机用表在秋收农忙季节, 每天的使用次数相当多。而在平时几乎停止使用。其关键部件如卡座等可能是专用预付费表使用次数的几百倍。

维护困难。一表多卡预付费电能表的安装地点分散, 给维护工作带来很大的不便。用时给电表在抗攻击和防窃电方面提出了新的要求。由于维护工作困难, 对电表的可靠性和稳定性也有着严格的要求。

三、设计要点

针对上述使用特点, 一表多卡预付费电能表的设计上应优先考虑针对使用的

设计方案。设计时要重点对以下几点多加考虑。

选用密封性能好的电表结构件，防止湿气、沙尘的影响。对电表的印刷电路板采三防工艺处理。提高电表对恶劣环境及天气的耐受力。

关键元器件采用高质量的产品。对于易磨损的卡座等器件要使用寿命长的产品品牌，同时卡座上要有防止人为攻击的措施。如果有可能的话，可选用非接触卡,如射频卡，从根本上解决磨损问题。

加强电磁兼容设计，提高电表抗干扰的能力。一表多卡预付费电能表安装地点一般在变压器周围或末端，而且可能有高压线路经过，电磁干扰情况严重。

增强容错措施。强化对异常状态的处理，及时对电表及负载进行保护，防止异常状态进一步扩大。由于一表多卡预付电能表的使用频率高，出现故障的可能性也相对较高。电能表应能在出现异常的情况下保护故障现场，记录出现故障时的现场数据，以便在调查故障原因时提供参考。同时电能表还应及时转入禁止使用状态，强制管理人员维修或更换，防止更大的损失。

四、设计实例

根据一表多卡预付电能表的设计要点，下面介绍一种设计方案，该方案主要是面向农业排灌用电表而设计的，而且目前已经在广大农村大量使用，经过了实用考验。图 1 是电表的组成框图。

该方案采用数据计量芯片作为电表的计量部分，采用飞思卡尔半导体公司的

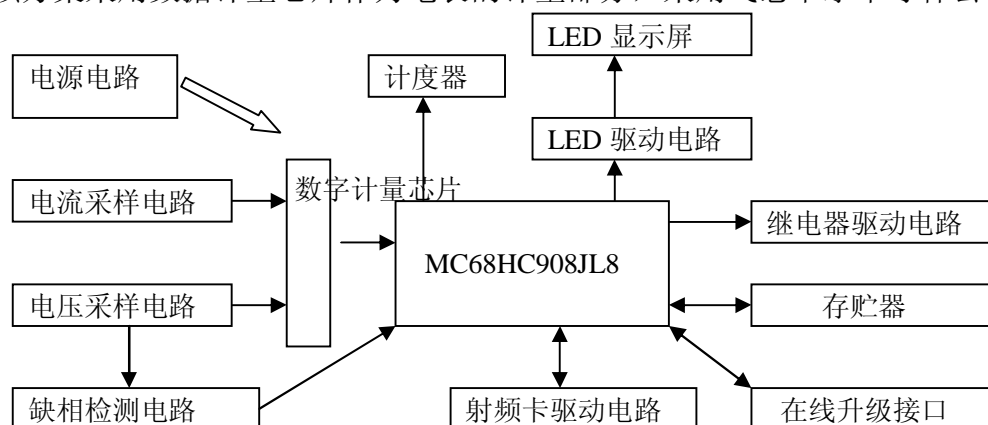


图 1: 方案组成框图

MC68HC908JL8 作为主处理 MCU，采用非接触卡作为购电卡，整个方案简单实用。

本方案的核心是MC68HC908JL8芯片。它是飞思卡尔半导体公司(原摩托罗拉半导体公司)比较成熟的一款单片机，在电表应用上已有先例，如多费率电能表等。它主要配置如下：

- 高性能 M68HC08 架构,
- 向前兼容M6805, M146805和 M68HC05系列代码
- 低功耗设计，完全静止模式，停止或等待模式。
- 最大总线频率
 - 在 5V 工作电压时8-MHz
 - 在 3V 工作电压时4-MHz
- 振荡器选择：
 - 晶体振荡器或外部输入

- RC振荡电路
- 8,192字节用户FLASH 存贮器并带有加密保护
- 256 字节片上RAM
- 两个双通道16位定时器模块 (TIM1 和 TIM2)，可工作在输入抓取、输出比较和PWM等工作方式；定时器2可使用外部输入时钟
- 13路8位ADC转换器
- 通用串行通讯接口模块 (SCI)
- 26 个通用I/O口：
 - 8 个带内部上拉电阻的键盘中断口
 - 11 LED 驱动
 - 2 个25mA 带上拉的开漏输出
- 可在线编程
- 系统保护特性：
 - 可选片上工作正常复位 (COP)，由内部独立RC振荡器驱动
 - 可选择3V或5V门限电压的低电压检测复位
 - 非法操作代码检测并复位
 - 非法地址检测并复位
- 外部复位管脚带内部上拉电阻及上电复位电路
- 外部中断IRQ管脚带有施密特触发电路并可编程上拉电阻
- 20脚、28脚、32脚多种封装型式

CPU08 内核包括以下配置：

- 增强型HC05结构
- 16 位寻址模式
- 16位偏移地址寄存器
- 内存到内存的数据传送
- 快速8位X8位的乘法指令
- 快速16位/8位的除法指令
- 二进制十进制转换指令
- 控制应用的优化结构
- 支持高效C语言编程

MC68HC908JL8不仅配置较好，性能稳定可靠，而且价格适中，在电能表价格越来越低的趋势下，比较适合用于预付费电能表。而且它可以在线编程，对于以后软件升级，增加功能提供方便的手段。

本方案的计量部分采用数字计量芯片ADE7752。它是美国AD公司的三相数字计量芯片，抗干扰好，且计量准确稳定。

本表采用双显示输出，即采用LED屏加计度器显示的模式。计度器显示总电量，LED屏显示剩余电量及其它提示信息。存贮器采用MICROCHIP的24系列EEPROM，保存设置参数及运行记录。控制输出部分采用普通继电器，并且有限流保护。

本方案的一个亮点是采用非接触卡的方式进行工作。由于一表多卡预付费电能表要频繁使用，特别时排灌用表更是频繁地输电取电，卡座极易磨损，造成接触不良，影响到电表正常使用。而采用非接触卡就没有此类情况发生。本方案中采用高速射频卡，读写速度相当快，避免因抖动造成读写不成功的现象。

除了一般的电磁兼容设计以外，在电源部分，本方案投入了很多精力，将

抗干扰及保护检测等等设计在内。

在硬件上，除了一些特别的保护措施外，一表多卡预付费电能表与普通一表一卡预付费电能表没有什么太大的区别。而在软件方面，一表多卡预付费电能表就有着自己的特色。该方案用作排灌用表的功能有：

- 计量有功电能并存贮，反向电能单独存贮并计入正向电量
- 输入电量允许用电，剩余电量为0时禁止用电
- 先插卡输入电量，再插卡取走剩余电量
- 一表多卡功能，一只电表能够接受多个用户的购电卡
- 一卡多表功能，一个用户的购电卡可以在多个电表上使用
- 划区功能，电表可设定某个区域的使用范围，超出范围的用户不允许使用电表
- 独占工作模式，电表中有用户剩余电量数据时，禁止其它用户使用，避免用户之间产生误会
- 当前剩余电量小于报警门限时，电表发出声光报警
- 当负荷超过限定功率时，断开继电器停止供电，保护负载设备及电表
- 延时保护功能，当电表接受用户电量后，在设定时间内未使用电能，电表将停止供电
- 表记故障报警功能，可通过介质操作解除，故障内容可查询
- 电卡操作成功及失败提示
- 控制保护功能，主要包括缺相保护、低压保护、过载保护等等
- 抗恶意攻击保护功能
- 用电记录功能，电表能记录最近使用的用户用电量情况
- 停用功能，当电表在某些情况下禁止使用时，如需要维护或遇到攻击不能恢复正常运行等情况下，可将电表设为停用状态，不接受任何购电卡，事后可恢复继续使用

五、运行经验

一表多卡预付费电能表与一表一卡的专用预付费电能表相比，使用范围及使用数量上均要小得多，因此及时总结经验教训显得尤为重要。我们根据客户的使用情况对农业排灌用电表进行了一些总结，以供参考。

A、管理极为重要。管理包括两个方面，一个是售电系统的管理，另一个是电表的管理。售电系统的管理包括对售电人员的设置，口令保护；对售电程序的规定及监控；对售电时间及售电地点的监管；用户资料的管理等方面。同时要有完备的规章制度对所有售电相关的活动进行规范，防止私电、人情电的发生。对电表的管理要做到档案齐备，定时巡察，专人管理等。档案齐备是指对现场使用的电表要有案可查，胸中有数，防止出现电表不受控状态。定时对所有在用电表进行巡察，及时发现问题，及时处理，降低因为发现故障晚而导致损失扩大的情况发生。专人管理是指每个电表均应有专人负责电表的运行维护工作，保证电表的正常使用。

B、电表的电磁兼容性能要好。电表的计量不应因受到干扰而改变。由于电表的使用环境相当差，电表因受干扰而计量不准的现象时有发生，因而造成了线损大的情况严重。

C、电表环境适应性要强。如浇地表一般安装在田间地头的机井旁边，尘土、潮湿现象相当多，电表不应受到环境影响，并准确计量。

D、要具备保护功能。保护功能包括电表的自我保护和负载设备的保护。

自我保护一方面指防止恶意攻击，恶意用电，另一方面是指当电表出现故障的情况下及时告警提示并停止继续使用，防止故障扩大。对负载设备的保护是指当电源不正常时停止供电，保护负载设备，防止因此损坏。如排灌用电表后接电机，当缺相或电压过高、过低时均容易损坏，电表如果能在上述情况下保护电机，会减少用户损失。

六、结束语

一表多卡预付费电能表由于其能够在特殊的情况下使用，并且方便供电管理部门和用户，受到了各方的欢迎。对于供电方，它解决了收费难的问题，同时提高了服务质量，制止了乱加价的发生，促进用电营业走向科学化、现代化、规范化管理轨道。对于用户而言，采用一表多卡电能表使用方便，可根据自己的需要交费购电和使用，减轻了负担，没有地中间环节的收费，实现了明明白白消费。

一表多卡预付费电表因其优点一定会从农业排灌、农业脱粒走向更广阔的应用领域。

参考文献:

- [1] GB/T18460-2001 IC 卡预付费售电系统
- [2] Freescale user data sheet 2000.12
- [3] 河北省电力公司农业排灌预付费电能表管理加法
- [4] 射频卡使用数据手册

作者简介:

李文俊，男，高级工程师，南京润深公司总经理，主要从事电表的研制及推广工作。