

基于 MSP430 系列单片机的智能无功补偿控制器

陈茂勇, 郭西进

(中国矿业大学, 江苏省徐州市, 221008)

[摘要] MSP430 系列单片机组成的智能无功补偿控制器具有极低的功耗、处理功能强大、丰富的片上外围模块, 方便高效的开发方式。智能无功补偿控制器由单片机、信号检测模块、输出控制模块、复合开关、电容器组、键盘、LCD 显示模块、存储模块、通讯模块和电源模块组成。该控制器根据低压侧总无功功率的大小, 实现电容器的自动投入和切除。该控制器具有性能高、价位低、配置灵活等特点。

[关键词] MSP430 系列单片机 无功补偿 智能控制

中图分类号: TM714.3 文献标识码: B 文章编号: 1000-7229(2005)06-0057-03

Intelligent Reactive Compensating Controller Based on MSP430 Microcontroller

Chen Maoyong, Guo Xijin

(China Mineral University, Xuzhou City, Jiangsu Province, 221008)

[Keywords] MSP430 serial microcontroller; reactive compensation; intelligent controller

由于配电网处于电网的末端, 用户多为低压用户, 许多用电器的功率因数很低, 且不带补偿装置, 这给电网带来很大的功率负担和额外线损。为维护电力系统稳定、保证电能质量和安全运行, 有必要对电网末端变压器进行就地无功补偿。下面介绍用德州仪器公司(TI)制造的 MSP430F149 单片机为核心构成的控制器, 实时监测电网的电压、电流, 并计算出有功、无功、功率因数, 根据用电负荷情况, 通过复合开关控制电容器组的自动投切, 实现无功功率的动态补偿, 且具有报警功能。该装置安装在电力配电变压器低压侧, 用于补偿配电变压器无功功率、改善配电变压器的无功潮流, 同时该装置还具有辅助调压的作用。

1 MSP430 系列单片机的特点

TI 公司推出的 MSP430F14x 系列是超低功耗、Flash 型、16 位单片机, 适合电池供电场合或手持设备。它的结构是“冯-诺依曼”型, RAM、ROM 和全部外围模块位于同一地址空间内, 其特点如下:

(1) 低功耗, 电压范围宽 (1.8 ~ 3.6 V), 在 1 MHz、1.8 V 条件下, 工作电流仅为 160 μ A, 备用时 0.1 μ A。这时 RAM 中的数据能有效保持, 真正达到

了微安级。MSP430F14x 单片机具有 5 种节能模式: LPM0、LPM1、LPM2、LPM3、LPM4, 这 5 种模式保证了极好的低功耗性能。

(2) 丰富的外围模块集成。以 MSP430F149 为例, 具有: 片内看门狗定时器、1 个精确的模拟比较器、2 个具有捕捉/比较寄存器的定时器、8 路 12 位 A/D 转换器、2 个串行通信接口、1 个硬件乘法器、6 个 I/O 端口 (每个有 8 个 I/O 口)、60 kB 的 Flash ROM、2 kB 的 RAM。

(3) 先进的在线编程技术、开发工具简便。所有型号都包含 JTAG (Joint Test Action Group) 标准测试接口 (IEEE1149 标准接口), 便于做片上的在线仿真。固化于 Flash 存储器内的程序易于在线升级和调试。

(4) 方便用户使用 C 语言进行程序设计, 支持汇编语言与 C 语言的混合编程模式。

2 控制器的硬件结构及工作原理

控制器由单片机、信号检测模块、输出控制模块、复合开关、电容器组、键盘及 LCD 显示模块、存储模块、通讯模块和电源模块组成, 结构如图 1 所示^[1]。

2.1 信号检测模块

该模块主要采集电网电压、电流信号, 它们分别

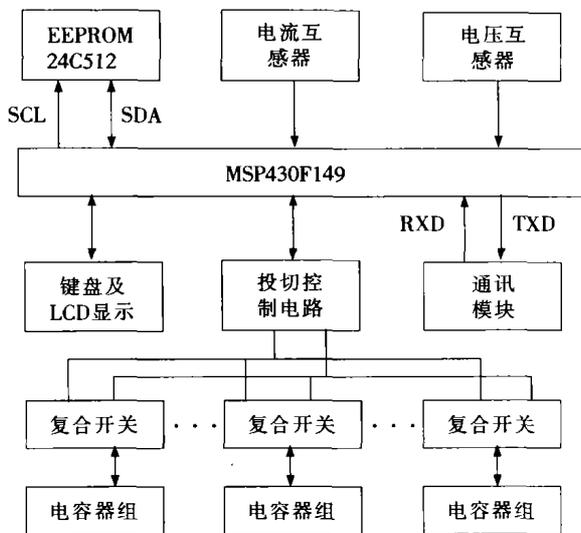


图1 控制器总体结构图

来自电压互感器和电流互感器的输出端,无需放大直接送至单片机的 A/D 输入端。A/D 转换基准电压为 +2.5V。由于模拟量的调整误差较大,本装置一次性调试结束后,具有自动校正功能,不必在现场再调。

2.2 存储模块

为了记录每相的电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数及电容器的投切时间,投切次数等,系统扩展了 2 片 24C512,以保存运行参数。其接口电路较简单,用单片机的 P2.0/ACLK 和 P2.1/TAIN-CLK 分别控制其数据线 SDA 和时钟 SCL,写允许 WP 接地。该装置可记录半年的历史数据、信息,历史数据包括每 0.5 h 的电压、电流、功率因素,每月的最大、最小值,调整次数及补偿电量等;历史信息包括电容器投切记录(及条件)、运行异常信息和主机运行信息等。历史信息对分析运行过程和主机行为过程是有力的佐证。

2.3 键盘和 LCD 显示模块

键盘和 LCD 显示是人机对话的重要手段。为降低成本,缩小控制器体积,本系统采用独立式键盘接口,使用多功能键,扩展 4 个按键。系统参数及信息显示采用点阵式液晶显示屏,由于需显示的数据较多,采用 240×64A 点阵模块,可同时显示 4 行,每行显示 15 个汉字。由于 MSP430F149 工作电压为 +3.3 V,而液晶显示屏工作电压为 +5 V,所以两者之间用 74LVC4245 进行电压转换。液晶模块具有背光显示,具有时间控制、自动关闭功能,以降低功耗、延长寿命。

2.4 输出控制模块

本装置用 2 种方式与控制开关连接:硬件接点方

式和通讯方式。使用接点方式可同时对 8 组 24 个单相电容器及 16 组三相电容器进行控制。用通讯方式可控制多组电容器并不受数量限制,可根据实际情况配置最理想的电容器组,达到最佳补偿效果。

电容器的投、切用复合开关控制,复合开关采用双向可控硅和磁保继电器双重控制。用双向可控硅可发挥零电压导通、零电流切断的高性能控制功能,防止电容器投、切过程中对电网的浪涌和设备的冲击,避免电容器两端产生过电压,延长电容器的寿命。用磁保继电器可发挥无触头压降、无功率损耗、高可靠性的控制性能。又设置微控制芯片可大大提高其控制性能,且体积小、容量大,节省安装空间。

2.5 通讯模块

与主控中心通讯时,主控机采用通讯协议与主控中心通讯,主控中心可把该装置作为配网自动化系统中的一个元件纳入控制系统中,减少了单独组网和开发系统软件的工作量。通讯协议采用多功能电能表通信规约(DL/T 645—1997)。该装置提供 1 个主控器通信口采集软件,用于下载数据等。

与复合开关通讯时,主控机与各复合开关之间采用 485 通信,各复合开关为 +12 V 供电。图 2 中,左边的 FHD 为单相组复合开关接线图,右边的 2 个 FHS 为三相组复合开关接线图。从图 2 可知,单相组复合开关电容器组只能星形连接,三相组复合开关电容器组可星形连接或三角形连接。

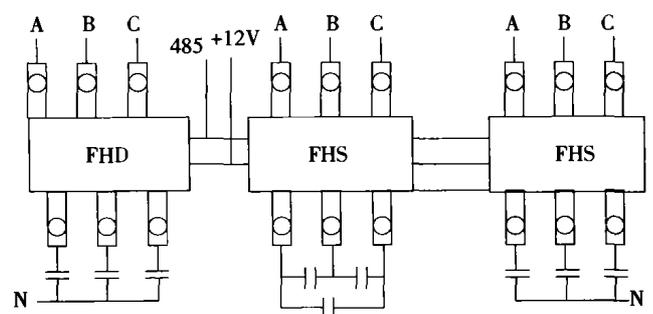


图2 单相组、三相组复合开关接线图

3 控制策略

投切控制不以功率因数为判据(可以功率因数为判据),因实际补偿是通过无功功率的投入实现,所以,以无功功率为判据补偿更科学^[1]。为使控制合理,依据低压侧总无功功率大小,实现电容器的自动投入和切除。从图 3 可知,控制器工作在阴影区时控制器不动作,当不满足此条件时,控制器靠投切一定数量的电容器来满足条件,使控制器工作在阴影区,达到平衡无功功率的目的。投切原则为:三相

