[电力系统]

一种应用于用电信息采集系统集中器的多级菜单实现方案

文/北京智芯微电子科技有限公司　郝伟琦　郑彬波　庞建民

由点阵液晶显示器及按键开关构成的用电信息采集系统集中器多级菜单用户界面实现方案，该方案易实现，便于开发及维护，描述了一个结构紧凑、实用的程序模型，可方便地移植至各种硬件平台，对用电信息采集系统集中器用户界面的开发有一定的参考意义。

带有微处理器的仪器的操作曾经是通过仪器面板上众多的功能键和数字键来实现人机交互的，程序用查询的方法扫描键盘或响应键盘中断的方法读取键值，然后跳转各分支程序去执行相应的功能子程序，完成相应的功能。使用者往往不得不借助厚厚的使用说明书来熟悉、知晓仪器面板上各种按键的定义和操作方法。随着微电子技术的发展及大屏幕点阵式液晶显示器的出现，使得智能化仪器的操作也向菜单式、傻瓜型迈进。通过液晶屏上的菜单选项，用面板上的几个按键就能完成仪器操作所必需的参数设置、命令执行等必要的人机交互。

本文介绍了一种应用于用电信息采集系统集中器的多级菜单人机交互界面的模块化软件开发方案，其主要思想是将人机交互界面分为菜单界面与功能界面两部分，使得功能界面开发人员可以只考虑具体功能实现，而不必考虑菜单系统的全局设计。将菜单设计以模块化的形式分离出来，便于多名开发人员协作开发。并且本文提出的多级菜单系统的数据结构简单易懂，易于菜单界面开发人员新增或更改菜单项，不会影响到功能界面的代码，能够满足I型集中器形式规范中对用户界面的基本要求，可以通过模块化开发提高整体开发效率，降低I型集中器的软件开发难度。并且此方案移植性较好，还可应用于其他拥有类似点阵液晶及按键的智能设备人机交互界面开发。

硬件平台

本文介绍的多级菜单人机交互界面是在符合用电信息采集系统形式规范要求的I型集中器上实现的。其中液晶屏采用8位并行总线方式驱动，背光可独立控制；配备有6个独立的物理按键，连接至主控芯片的GPIO，功能分别定义为“上”“下”“左”“右”“取消”“确认”，其硬件框图如图1所示。人机交互主要是通过液晶屏及按键实现，操作者通过按键选择不同菜单进入相应的功能页面，在液晶屏上进行显示输出。

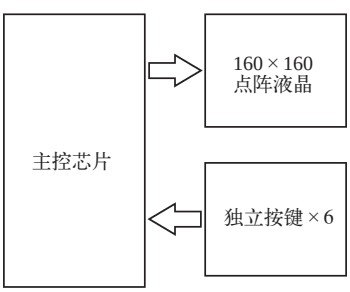

图1　硬件平台框图

液晶显示屏的驱动时序符合并行8080总线规范，又称之为Intel总线规范，控制信号包括CS（Chip Select）片选、RD(read) 读使能、WR(Write)写使能， RD、WR可以同时为高，不能同时为低。其中RD为低时表示要从LCD中读出数据在D0－D7脚上，WR为低时表示将当前D0－D7上的数据写入LCD。A0用于区分指令或数据。其读写时序如图2所示。

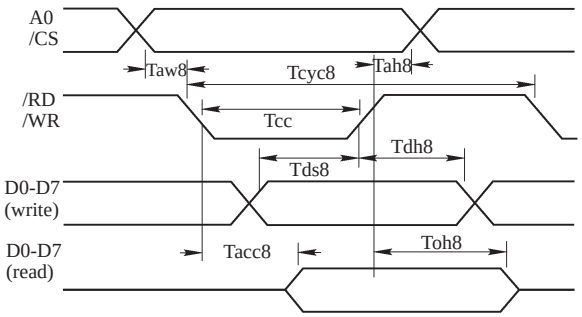

图2　点阵液晶驱动时序图

程序设计

1．菜单系统数据结构

为了便于菜单数据的管理，需要建立菜单系统的结构。本文提出的多级菜单实现方案需要建立两个结构体：菜单项结构体与菜单列表结构体。菜单列表内包括菜单项，每个菜单列表即为一个独立的菜单，拥有一个独立的菜单列表ID号。

对于每个菜单列表，菜单列表ID号MENU_list_code在系统中是唯一的，并且此ID号标识出了菜单列表的层级。菜单列表ID号的低半字节固定为0，主菜单的菜单列表ID号固定为0xfff0；二级菜单列表ID的低一个半字节为0，例如0x1000；三级菜单列表ID的低一个字节为0，例如0x1100；四级菜单列表ID的低半字节为0，例如0x1110。菜单列表ID同时还表达了菜单之间的层级继承关系，若有两个相差一级的菜单列表，且高级菜单列表的ID号与低级菜单列表的ID号的高比特部分完全相同，则可得知此低级菜单是高级菜单的下一级。

2．程序执行流程

程序启动后首先进行硬件初始化，待系统所有硬件初始化完成后调用菜单绘制函数，绘制主菜单列表，然后进入主循环。在主循环流程中，程序不断读取输入缓冲区，检测是否有有效的键盘事件发生。若发生有效的键盘事件，则将键盘事件代码传递给菜单处理函数。

菜单处理函数判断用户操作：若为光标移动指令则更新当前选择的菜单项，并刷新菜单，返回操作码为当前菜单列表的ID号；若为确认指令，则返回操作码为对应菜单项的功能码；若为返回指令，则返回操作码为上级菜单列表的ID号。

菜单处理函数的返回值被传递给操作码处理函数，根据相应的操作码执行不同的指令：更新菜单列表或执行功能界面。菜单列表更新完毕或功能界面执行完毕后，则进行下一轮的循环。程序执行流程如图3所示。

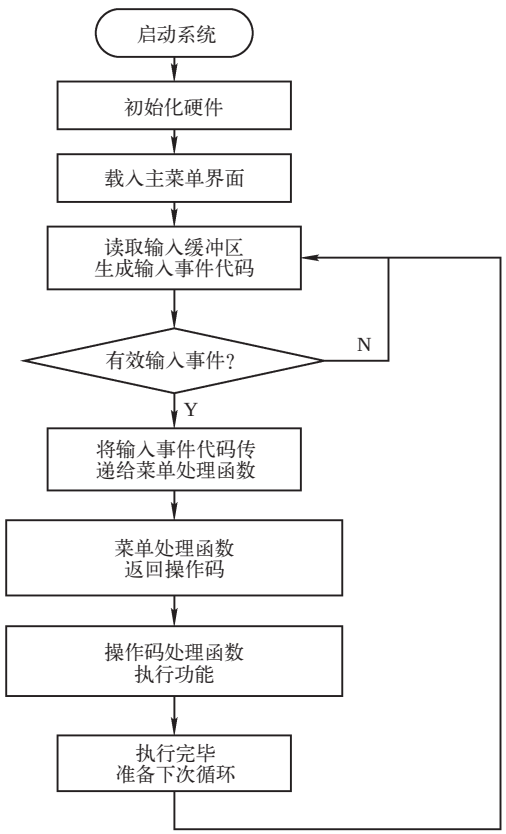

图3　人机界面程序流程图

3．菜单处理函数算法

菜单处理函数的程序执行流程如图4所示，程序所需参数为输入事件代码、当前菜单列表ID号、当前被选中的高亮菜单项编号。

若发生“光标上移”“光标下移”输入事件，则判定为菜单选择事件，菜单处理函数会更新菜单项编号，更改全局变量 menu_selected 的值，并根据菜单列表结构体中所存储的菜单项数量限制 menu_selected 的范围，防止菜单项选择越界。返回的操作码为当前菜单列表ID号。

若发生“返回”输入事件，则判定为菜单返回事件，可由当前菜单列表ID号计算出上级菜单

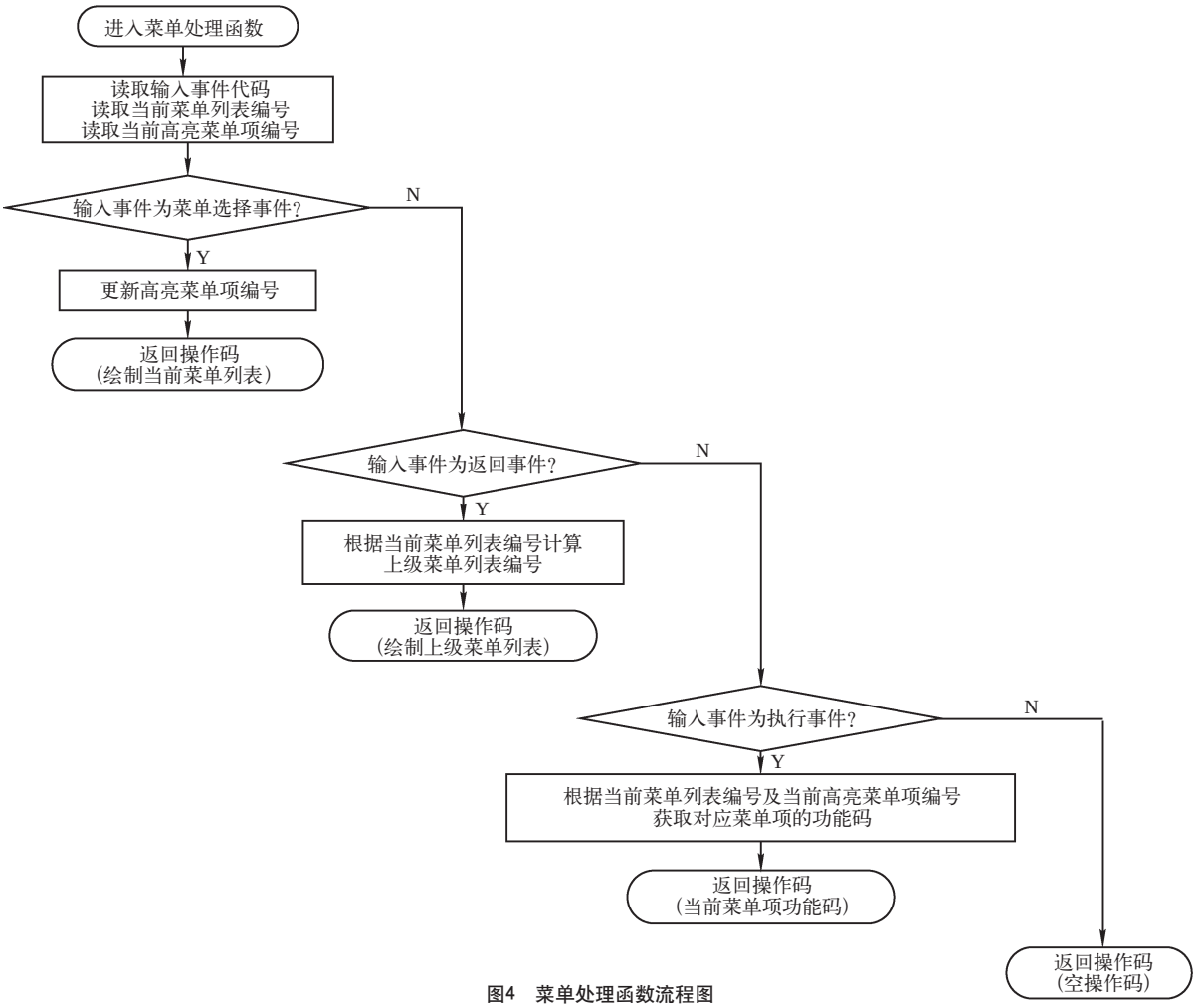

图4　菜单处理函数流程图

列表ID号，返回操作码为上级菜单列表的ID号。

若发生“确认”输入事件，则判定为菜单执行事件，根据当前菜单列表ID号及当前高亮的菜单项编号查找菜单数据数组对应菜单项的功能码，返回操作码为对应菜单项的功能码，且menu_selected 变量的值会重置为1。

4．操作码处理函数算法

操作码处理函数的输入数据为菜单处理函数的返回值，程序流程如图5所示。

操作码处理函数根据操作码的低半字节是否

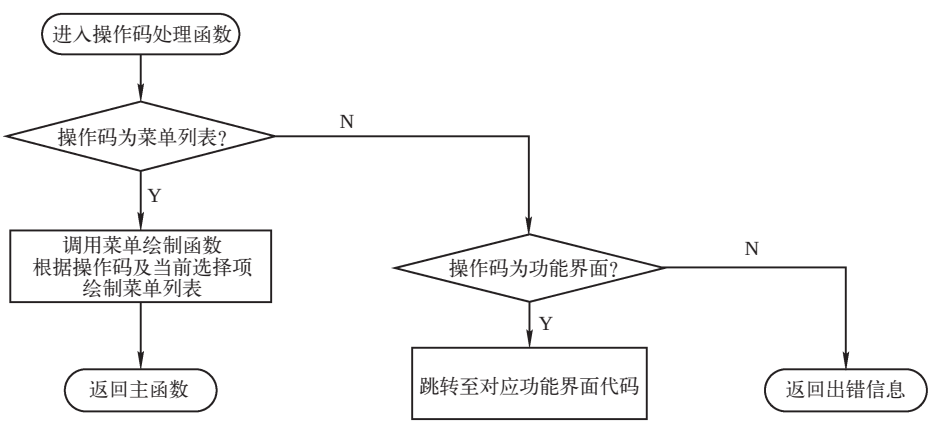

图5　操作码处理函数流程图

为0来判断下一步操作为更新菜单列表还是执行功能界面。若下一步操作为更新菜单列表，则调用菜单绘制函数，菜单绘制函数根据操作码以及当前选择项 menu_selected 变量的值在液晶屏上绘制菜单。若下一步操作为执行功能界面，则通过SWITCH－CASE结构跳转至对应功能界面执行，将系统控制权交给功能界面程序，菜单界面程序不再对输入事件做出响应。

5．程序运行结果

依照本菜单界面方案开发的程序已经在符合国网用电信息采集系统标准的I型集中器硬件平台上成功实现并验证，可正确地响应用户按键操作。图6为I型集中器液晶显示模块实物图，液晶屏显示主功能菜单界面。

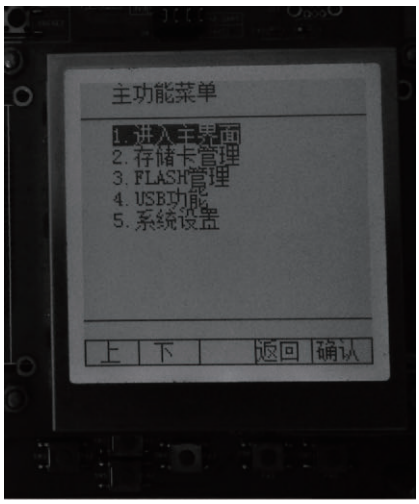

图6　主功能菜单界面

结束语

本文描述了一种应用于用电信息采集系统集中器的多级菜单人机界面，该方案基于I型集中器搭载的160×160点阵液晶及按键实现，其数据结构简单易懂，程序结构紧凑、易于维护。本方案抛弃了传统的链表式菜单结构，使用菜单列表的ID编码区分并管理菜单结构层级，程序可读性高，菜单列表分级清晰，易于添加或删除菜单列表及菜单项。该方案稳定可靠，已成功在一种数据采集装置上实现，并且此方案由C语言编写，可方便地移植至各种硬件平台，对电力系统所应用的智能化仪器仪表人机界面的开发有一定的参考意义。EA

（收稿日期：2020.06.05）
（编辑：朱金凤）

（上接第44页）

效，在适用范围内基本能完全根治谐波，但该策略使用率并不高，原因在于设备改造难度大、成本高和耗时长等。因此，在控制谐波的工作中，如果有其他方法可以选择，都不建议采用设备改造策略，但如果其他方法都不能处理谐波，则必须使用改造策略。设备改造适用于谐波源为电气设备的情况下，主要对变流器进行开发改造，如果改造成功，通过变流器能够对三相桥式整流电路的U、V、W相电流进行控制，使三者与电压相位相同，且功率因数接近1，这样就实现了谐波控制目的。

此外值得注意的是，以上两种策略是可以联合使用的，即假设出现了三相桥式整流电路谐波，可以先采用谐波补偿策略来进行治理，完成后采用检测策略确认电流状态，如果状态依旧处于谐波范畴，则在补偿策略基础上对设备进行改造，由此能最大限度地控制、消除谐波。而在两种策略的应用中，工作人员必须关注改造后设备的适用性，即某些改造策略中为了消除谐波或控制谐波，会对设备进行大幅度改造，导致改造后设备不再满足电网供电需求，甚至会产生新问题。因此，设备改造必须在保障设备性能的前提下使用。

结束语

综上所述，三相桥式整流电路谐波的危害重大，涉及电力配送、电力企业经济及电力安全范畴。因此，相关人员必须对该现象进行治理。对此本文采用数学方法构建了三相桥式整流电路谐波模型，通过模型展示了谐波检测逻辑，并依照逻辑提出了谐波检测策略，随后依照谐波原理阐述了两种谐波的控制策略，分析了控制策略的基本原理、应用方式，利用检测、控制策略能够确认谐波状况，并最大限度地进行控制，消除谐波危害。EA

（收稿日期：2020.07.05）
（编辑：朱金凤）