

文章编号:1007-6492(1999)02-0092-03

数控系统中内嵌式 PLC 编程软件的实现

库祥臣, 韩丰田, 侯伯杰, 黄明生, 刘 凯

(郑州工业大学机械与电子工程学院, 河南 郑州 450002)

摘 要: 为缩短内嵌式 PLC 的开发周期, 提高其通用性和扩充性, 用 C 语言建立了内嵌式 PLC 的集成编程环境。编程软件可以完成 PLC 信号定义、系统设置和梯形图的编译, 并形成一个完整的内嵌式 PLC 模块。采用双向链表的数据结构来描述和记录梯形图的各种信息, 以实现全屏编辑功能。该编程软件已成功应用于俄罗斯 539 数控仿型铣床。

关键词: 数控系统; 内嵌式 PLC; 信号定义; 双向链表; 梯形图; 编译

中图分类号: TP 391.73; TH 166 **文献标识码:** A

内嵌式可编程控制器(embedded PLC)具有结构紧凑、成本低廉等优点, 在中小型数控系统中得到了广泛的应用, 但也存在通用性不高、扩充性不强以及对用户透明度较差等问题。本文根据其工作原理, 用 C 语言建立了内嵌式 PLC 的集成编程环境, 使这些问题得到了较好的解决。

1 编程软件的功能和数据流向

编程软件的主要功能是在 I/O 接口卡和伺服控制卡等硬件平台上针对不同的数控系统来完成内嵌式 PLC 的软件编程任务。在编程软件的主界面中, 有“输入定义”、“输出定义”、“中间变量”、“参数设置”、“系统组成”、“梯形图”、“系统退出”等功能项, 其中“输入定义”和“输出定义”用来定

义输入信号和输出信号; “中间变量”用来定义 PLC 逻辑程序中用到的内部变量; “参数设置”用来设定数控系统所用的一些参数; “系统组成”的功能是把已经定义过的输入信号、输出信号、中间变量以及系统的参数根据所设计的数控系统的大小有选择地组合在一起, 并根据输入/输出点数的多少建立映射区^[1], 形成一个名字为 PLC.H 的磁盘文件, 供其他程序调用; “梯形图”选项用来对梯形图进行编辑和编译, 形成数控系统能够识别的代码。在本系统中, 该代码是一个名字为 CPLC.C 的 C 语言程序, 该程序能被数控程序或仿形数字化程序调用, 经过和 PLC 的函数库连接形成一个完整的可执行文件。编程软件的数据流向如图 1 所示。

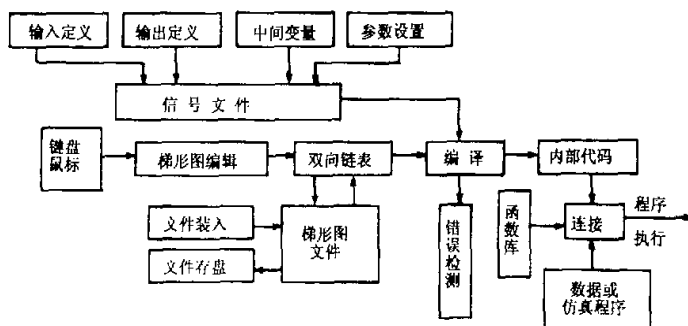


图1 内嵌式 PLC 编程软件数据流向图

收稿日期:1998-12-30; 修订日期:1999-02-30

基金项目:河南省科技攻关项目(988010250)

作者简介:库祥臣(1968-), 男, 河南漯河市人, 郑州工业大学硕士研究生。

2 信号定义

在编程软件的主界面中选择“输入定义”,其下拉式菜单有两个子功能“新建”和“打开”。“新建”就是对一块输入卡上的 32 路输入信号进行定义,此时屏幕上会给出提示信息,让用户键入输入卡的基地址,基地址的范围在 000H~3F7H 之间,并且不能与系统所占用的地址以及已经定义过的输入卡的地址相冲突,例如,用户键入的基地址为 330,则在屏幕上从上到下顺序排列出该输入卡上的 4 个口地址 330,331,332,333,每个口地址对应 8 路输入信号,用户可以对这些信号进行定义,信号定义完成后,按压 F2 键,则该输入卡的信号以 330.adr 文件名存于硬盘上。“打开”是用来对已经定义过的一块输入卡的信号从硬盘上调出并显示在屏幕上,以便用户查阅和修改。用同样的方法在“输出定义”中可以完成输出信号的定义。

3 梯形图的编辑和双向链表的存储结构

编程软件的“梯形图”选项用来进行梯形图的编辑和编译。本系统将梯形图的基本符号如动合触点、动断触点等归纳成 14 种基本图素^[2],图素代号为“A”~“N”,排列在屏幕右侧,供操作者选择。屏幕左侧为梯形图编辑窗口,光标可在该窗口内全屏幕搜索定位。梯形图的每行可编辑 9 列图素,操作者只需移动浅绿色的光标块到合适的位置,然后在此光标块上分别键入需要输入的图

素代码和该图素代码所对应的信号代码,即可在该位置画出相应的梯形图符号,并标有信号代码。梯形图的编辑有全中文界面和帮助信息,可实现的功能主要有:梯形图文件存盘、装载;图素的绘制、插入、删除;图形浏览;梯形图整行的插入、删除;错误检测;梯形图编译等。

由于梯形图的行数是不能预知的,因此,对梯形图的编辑采用动态数据存储,以双向链表数据结构来记录梯形图的所有信息,把梯形图的每行作为一个链结,其结构如下:

```
typedef struct ladder-editor
{int row; /* 该行绝对行号 */
BLOCK blk[9]; /* 该行各基本图素的信息记录 */
```

```
struct ladder-editor * prior; /* 前项指针 */
struct ladder-editor * next; /* 后项指针 */
}LAD;
```

其中,BLOCK blk[9]为结构体数组,每一项顺序记录着从第 1 列到第 9 列的基本图素信息,其中第 9 列限定为输出项,BLOCK 的结构如下:

```
typedef struct ladder-block
{char symbol; /* 图素代号 */
char code[8]; /* 信号代码 */
}BLOCK;
```

对梯形图的编辑可以通过对结构体 LAD 的前后项指针 * prior 和 * next 来进行,如图 2 所示。

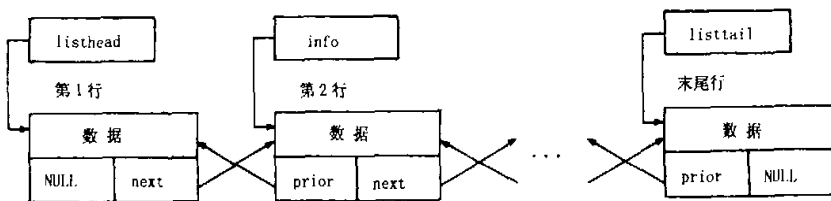


图2 梯形图双向链表数据结构图

双向链表结构存放在内存的堆中,所占用的内存空间在程序运行期间可以动态地变化。用两个全局指针变量 LAD * listhead 和 LAD * listtail 分别指向双向链表的链头和链尾,用全局性指针变量 LAD * info 来指向正在编辑的链结。一般情况下,一个完整的梯形图不可能在一个屏幕内全部显示出来,而只能以屏幕为单位一屏一屏地显示(本系统一屏幕显示 10 行),因此用 firstlin 来记录屏幕上当前显示的梯形图起始行,用 rellin 表示光标块所在行在当前屏幕上的位置,如果 rellin >

10 或 rellin < 1,则把当前屏幕的内容更换。整个梯形图通过 LAD 的前项指针 * prior 和后项指针 * next 按照行号顺序链结在一起。这样,对梯形图的各种操作,如修改、删除、插入等就转化为对双向链表的相应操作,例如删除梯形图的某行,实际上就是把内存中的梯形图双向链表的链结删除掉,并且这些操作均可用结构体指针的运算来实现^[3]。由于双向链表的每个链结都具有向前和向后的指针,既可向前查找,也能向后访问,因此各类操作十分灵活方便。

4 梯形图的编译

编辑好的梯形图,根据其双向链表中的图素代号和信号代码,可形成各种逻辑关系.利用编译程序,把这种逻辑关系编译成 C 程序^[4],以便嵌入到同样用 C 语言编制的数控程序或仿形数字

按照梯形图的梯级顺序进行,编译过程中要进行语法检查,主要是检查所编译的梯形图是否符合规定的格式,如果梯形图不符合格式要求,则会给出错误信息,同时,在编译过程中还要校验梯形图中的信号代码与信号定义模块 PLC.H 中所定义的信号是否一致,如果不一致,则提示该信号代码未定义.用户通过查看编译过程中所给出的错误信息,进行相应的修改,直到没有错误为止.梯形图编译程序的流程图如图 3 所示.

5 结束语

该编程软件简化了采用常规方法时要根据系统不同的硬件配置从底层进行设计的繁琐步骤,缩短了设计周期,提高了工作效率.从其在“数控仿形铣床”研制过程中的使用情况来看,取得了令人满意的效果,为系统的设计、安装和调试带来了极大的便利.

参考文献

- [1] 孙绍刚.智能化集成加工中心中内嵌式 PLC 的研究[D].郑州:郑州工业大学,1997.20-21.
- [2] 齐占庆.机床电气控制技术[M].北京:机械工业出版社,1994.149-151.
- [3] 王士元.C 高级实用程序设计[M].北京:清华大学出版社,1997.107-112.
- [4] 周 萍.嵌入式 PLC 的实现[J].机械与电子,1997(1):11-18.

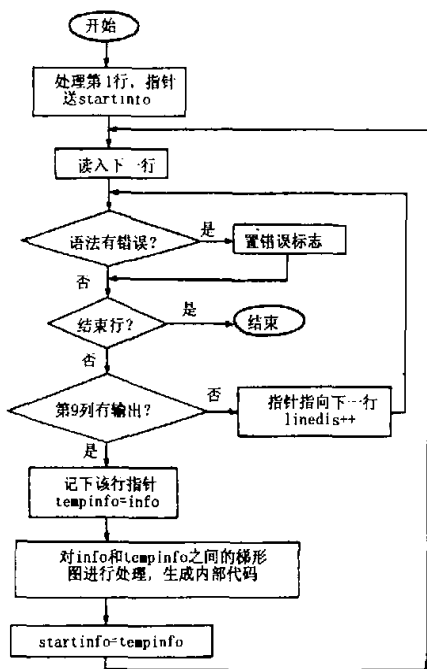


图 3 梯形图编译程序流程图

化程序中,完成机床的顺序控制.在梯形图编译时

A Solution to the Embedded PLC's Programmer in the CNC System

KU Xiang - chen, HAN Feng - tian, HO Bo - jie, HUANG Ming - sheng, LIU Kai

(College of Mechanical & Electronic Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to reduce the development cycle of embedded PLC and enhance it's general purpose and expansibility, we develop the programmer for the embedded PLC in C language. Using this software, we can define signals, choose parameters, compile ladder graphics and get an integrated program of PLC. With a double linked list data structure to describe and record different information of the ladder graphics, the full - screen editing function in the form of a Chinese menu is realized. The software has been successfully applied to the tracing milling machine tool.

Key words: CNC system; embedded PLC; signal definition; double linked list; ladder graphics; compile