

# 基于软 PLC 的自动控制系统的配置与实现

李伟<sup>a</sup>,杨利荣<sup>b</sup>

(西安航空职业技术学院 a. 航空制造工程中心, b. 计算机工程学院, 陕西 西安 710089)

**摘要:**针对大型、复杂数控机床的 PLC 控制系统的设计开发效率低的问题,提出一种基于软件实现的可编程逻辑控制器配置与组态的解决方案。该方案使用软件实现了集成的软 PLC 替代独立的 PLC,并通过硬件描述文件将 PLC 程序和控制系统的硬件分离,并通过模块库为 PLC 程序提高可调用、复用的功能块,提高开发效率。通过实例测试表明,所述的配置和组态方案具有良好的可行性。

**关键词:**PLC;嵌入式控制系统;输入输出地址矩阵;三轴联动;总线通讯

**中图分类号:**TP273 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2019)04-0206-03

## Configuration and Implementation of Automatic Control System Based on PLC

LI Wei<sup>a</sup>, YNAG Lirong<sup>b</sup>

(a. Aeronautical Manufacturing Center and b. Institute of Computer Engineering, Xi'an Aeronautical Polytechnic Institute, Xi'an 710089, China)

**Abstract:** The low efficiency exists in the design and development of PLC control system for large, complex numerical control machine tool. This paper puts forward a kind of programmable logic controller configured with the software. In the scheme, the software is used to achieve the integrated PLC instead of separate PLC, and through the hardware description file, the PLC program is kept separate from the hardware of the control system, and the module library is used to improve the calling and recalling function of the PLC programs, and the development efficiency. The result of the example test shows that this configuration scheme has good feasibility.

**Keywords:** PLC; embedded control system; input/output address matrix; triaxial linkage; bus communication

## 0 引言

传统的数控机床中,以人机接口作为主控制器,然后设定主轴装置和运动控制器。运动控制器负责控制进给驱动装置以及驱动电机<sup>[1-2]</sup>。正常情况下,嵌入式数控系统只负责进给驱动装置的控制和主轴设定等功能,对于润滑、液压、冷却等机床辅助设施,不提供管理控制,需要另外增加 1 台 PLC 装置来控制机床辅助设施<sup>[3-4]</sup>。故实际 1 台数控机床需要包含至少 2 个系统:嵌入式控制系统和 PLC 系统<sup>[5]</sup>。

PLC 的主要控制流程为接收辅助功能代码 M、主轴转速功能代码 S、刀具功能代码 T 等控制信息,完成对相关开关量的控制,并将对应的回复信号返回给嵌入式控制系统<sup>[6-7]</sup>。由于不同的数控机床硬件设计各不相同,因此需要设计不同的 PLC 控制程序。由于数控机床的辅助设备控制逻辑通常较为复杂,因此会直接影响数控机床新产品的投放市场时间<sup>[8]</sup>。

针对上述问题,本文提出从独立的可编程逻辑控制器(PLC)转换到集成在控制系统核心中的软 PLC 控制器的机床。这种转换使得控制程序和 PLC 硬件设计能够相对独立。在这种 PLC 控制系统中,可通过直接在编程环境

中更改软 PLC 控制器配置设置,使控制程序适应不同硬件设计所对应的不同组输入/输出模块的操作。

## 1 基于软 PLC 的控制系统的配置与算法

### 1.1 总体架构

基于软 PLC 的控制系统能够在需要经常修改、个性化和其他的限制条件下,使用现有运行功能良好的程序组合新的自动控制程序,以极具性价比的方式实现新的控制功能,极大减少数控机床的 PLC 程序的设计时间<sup>[9]</sup>。软 PLC 的功能模型如图 1 所示。

由图 1 知,在设计软 PLC 程序时,将系统开发的技术规范作为输入数据。数控机床系统的功能分布在 PLC 和基于软件的控制器之间<sup>[10]</sup>。两者之间通过 CNC-PLC 接口的控制指令来交互控制信息。软件控制器既执行核心数控系统与 PLC 之间的调度功能,又执行新增设备控制功能。

客户终端使用完整的功能块和连接到控制系统设备的配置作为输入/输出模块来生成控制 PLC 程序。生成的程序和设备配置被传送到驻留在控制系统核心中的软

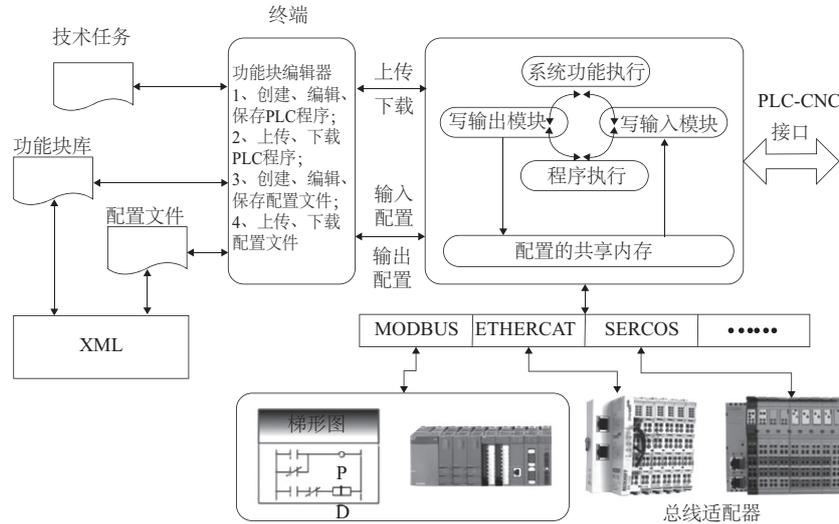


图 1 软 PLC 的功能模型

件控制器模块。在控制器周期的技术设备启动时,定期对远端设备的输入进行采样,执行控制算法,并设置相应的状态输出。与远端设备的输入和输出的数据同步通过共享内存机制来实现<sup>[11-13]</sup>。

## 1.2 PLC 控制系统的配置

由于软 PLC 系统与硬件独立的策略使 PLC 程序的开发成本和时间得到缩减,程序块能在不同程序之间复用,避免了昂贵、复杂的系统集成。同时采用开发的通讯协议,使得控制系统能够以极高的效率构建架构合理、具有弹性的工业实时控制系统。控制信息的交互机制采用共享内存,在控制器的每个执行周期内,硬件输入输出数据与控制系统内核同步,更新操作界面中的数据。

在控制程序中使用的逻辑地址与硬件模块的物理地址的比较,需要计算在全部数据阵列中标识每个输入/输出设备的配置参数。在开发配置输入/输出硬件时首先对相关概念进行确认。模块是在高速工业网络框架内具有唯一标识号的独立设备;插槽是模块的组成部分,使用一种信号(数字、模拟或类似信号)进行操作<sup>[14-15]</sup>。PLC 输入输出的配置过程如图 2 所示。

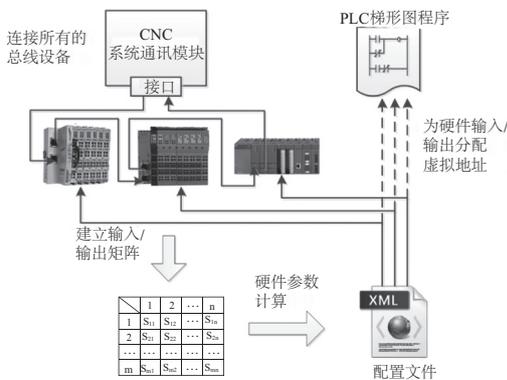


图 2 PLC 输入输出的配置过程

第 1 步,对连接到 CNC 系统核心的设备进行初始识

别。通信的程序模块启动在输入/输出模块上获取初始数据,识别制造商代码和型号并生成可用设备的列表。

第 2 步,将可用设备列表转换为硬件输入/输出设备矩阵。输入/输出设备是由头部(通信)模块和内部总线统一的输入/输出槽组成的组。输入插槽将物理信号(数字或模拟)转换为逻辑信号,以便随后将其同步到软件控制器核心中的共享存储器单元和数据处理单元。输出插槽通过共享存储器的机制将由控制器生成的逻辑信号重新转换为物理逻辑信号。每个插槽由 2 个参数表征,即由输入和输出数据量决定。单元矩阵作为可用硬件单元的最小单元与一个单独的输入/输出设备的一行相匹配。

第 3 步,计算硬件设备配置。大小为  $(S_s)_{ij}$  的共享存储单元的初始字节  $(N)_{ij}$  的地址是确定的。假定在任意第  $i$  个模块上的任意第  $j$  个插槽上的共享存储单元上存储一个数据包。那么对于任意第  $i$  个模块,其所有插槽上的共享存储单元上的数据总量  $(S_D)_i$  的计算公式为:

$$(S_D)_i = \sum_{j=1}^m (S_s)_{ij} \quad (1)$$

对于任意第  $i$  个模块,存储区的相对主字节的偏移量  $(O_D)_i$  被计算为前面模块第 1 个到第  $i-1$  个数据包偏移量的总和。默认情况下,输入初始字节偏移量  $(Off)$  为 204 800,输出偏移量  $(Off)$  256 000。任意字节的偏移量计算公式为:

$$(O_D)_i = Off + \sum_{k=1}^{i-1} (S_D)_k \quad (2)$$

对于任意第  $j$  个插槽,相对于第  $i$  个模块数据的初始字节的偏移量  $(O_S)_{ij}$  的计算公式为:

$$(O_S)_{ij} = \sum_{i=1}^{i-1} (S_D)_{ij} \quad (3)$$

初始字节  $(N)_{ij}$  的总数等于第  $i$  个模块相对于共享存储器零字节的主字节偏移和第  $j$  个插槽相对于第  $i$  个模块初始字节的主字节偏移之和,其计算公式为:

$$(N)_{ij} = (O_D)_i + (O_S)_{ij} \quad (4)$$

第 4 步,每个插槽的第 1 个字节的数量和每个插槽数据包总数是通过逻辑地址相关联。 $I_{xy}$  表示输入变量区域

的字节  $X$  的第  $Y$  位。 $Q_{xy}$  表示输出变量区域的字节  $X$  的第  $Y$  位。 $I_{B_x}$  表示输入变量区域的字节  $X(B_x)$ 。 $Q_{B_x}$  表示输出变量区域的字节  $X(B_x)$ 。

在控制程序的设计中,所提出的方法允许从输入/输出模块的类型和特定制造商中抽象出来。因此,可执行代码不是在编译时绑定到特定的平台,而是在运行时通过 XML 配置文件来定义行业和特定硬件模块使用的协议。

## 2 实例测试

软 PLC 基于嵌入式 Linux 系统搭建,并基于该软 PLC 系统设计一个三轴联动的自动控制系统。终端采用 CODESYS 开发环境,软 PLC 主站采用 OK335xS 开发板,控制从站基于 3 组欧姆龙伺服驱动器和伺服电机组建。总线协议采用 MODBUS。嵌入式 PLC 系统的人机交互界面设计如图 3 所示。

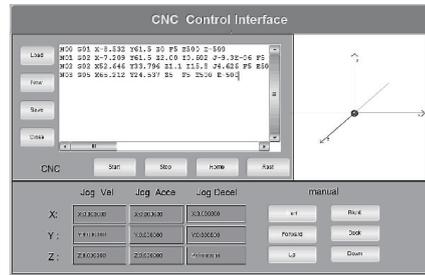


图 3 CNC 系统设计界面

在图 3 中左侧是加载、创建、保存配置文件的按钮。右侧的三维坐标可实时模拟跟踪三轴伺服系统的空间运行。

三轴联动自动控制系统的系统结构如图 4 所示,三轴联动运行自动控制装置的实体如图 5 所示。

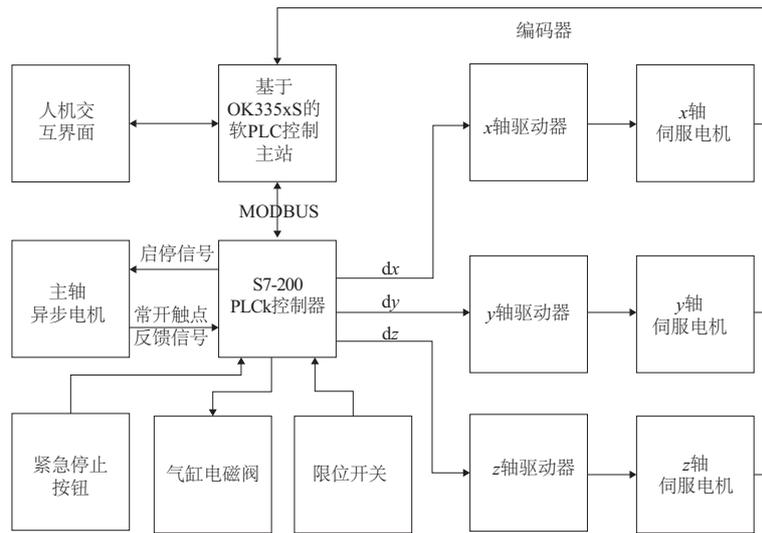


图 4 控制系统结构图

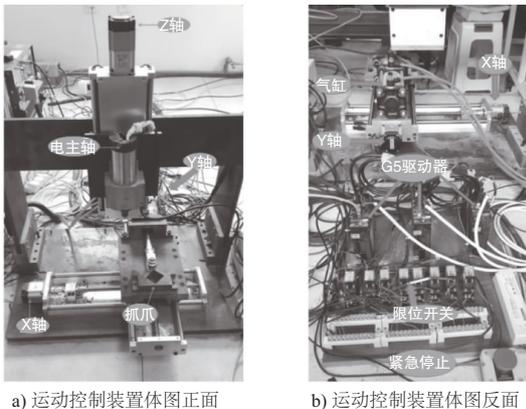


图 5 三轴联动自动控制装置实体

和硬件配置文件交叉编译形成最终供伺服控制器执行的代码,并把该代码上传至基于软 PLC 系统,并进行运行测试。



图 6 测试所用的 LOGO 模型

将控制装置通过总线适配器与软 PLC 系统连接,建立输入/输出矩阵,并形成三轴联动控制系统的硬件配置文件。为验证上述基于 PLC 自动控制系统配置和组态的正确性,在 CODESYS 开发环境中的 CNC 编辑器中创建生成图 6 所示 LOGO 模型的 PLC 代码。生成代码后,通过

经过测试,雕刻出的模型如图 7 所示。测试结果表明了基于嵌入式软 PLC 的联动自动控制系统具有编程简单、模块复用以及二次开发方便等优点。

(下转第 211 页)

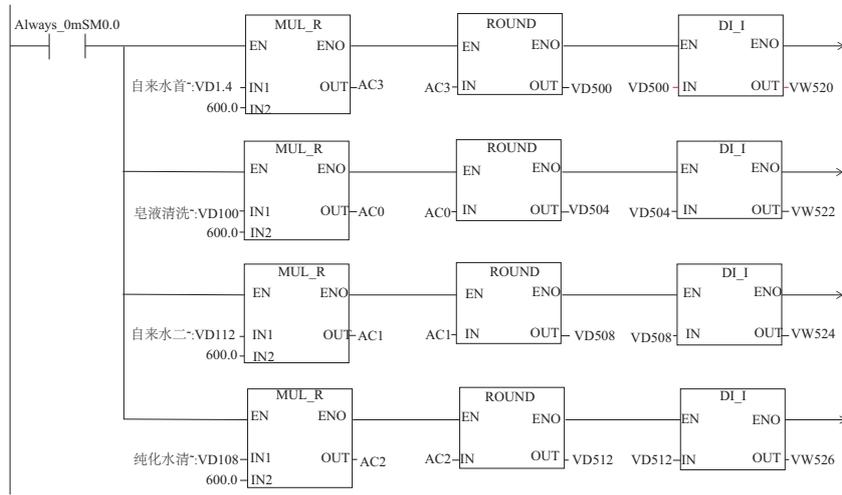


图 4 各个清洗项目清洗时长设定程序

参考文献:

[1] 蔡凤,解彦刚. 制药设备及技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2011.

[2] 张文明,华祖银. 嵌入式组态控制技术[M]. 北京:中国铁道出版社,2011.

[3] 西门子工业有限公司. SIMATIC S7-200 SMART 系统手册 [Z]. 北京:西门子工业有限公司, 2016.

[4] 李全江. 组态控制技术实训教程(MCGS)[M]. 北京:机械工业出版社,2016.

[5] 韩相争. 西门子 S7-200 SMART PLC 编程技巧与案例[M]. 北京:化学工业出版社,2017.

收稿日期:2018-11-27

(上接第 208 页)



图 7 测试结果

3 结语

本文提出了一种能够与控制系统硬件相独立的 PLC 自动控制系统的配置与组态方法。该方法利用建立硬件配置文件,将 PLC 程序与硬件分离,并通过模块库为 PLC 程序提高可调用、复用的功能块,为机床 PLC 控制程序的标准化以及开发自动化提供了实现思路,有效提升了 PLC 程序的开发效率。通过实例测试表明,本文所述的基于 PLC 自动控制系统的配置和组态思路具有较好的可行性。

参考文献:

[1] 赵粉荣. 基于 PLC 的数控组合机床的控制系统设计[J]. 自动化与仪器仪表,2017(9):117-119.

[2] 李宁,卢子广,罗启平. 镀铬槽液温度自动控制系统研究[J]. 电镀与精饰,2017,39(8):25-28.

[3] 孙永芳. 基于自动生产线上 PLC 的模块化设计[J]. 自动化

与仪器仪表,2017(7):87-88.

[4] 张秋雁,徐宏伟,周克,等. LabVIEW 在 PLC 功耗高精度动态测量中的应用[J]. 电测与仪表,2017,54(13):115-119.

[5] 刘小春. 基于 PLC 的水箱水位 PID 控制系统设计[J]. 装备制造技术,2017(6):171-173.

[6] 暴翔,何小刚. 基于模糊 PID 控制器的等速采样系统[J]. 煤炭技术,2017,36(6):273-275.

[7] 缪正成,倪晓春,金侠杰,等. 基于 PLC 与步进电机的装载机先导手柄阀测控系统开发[J]. 机床与液压,2017,45(8):159-162,176.

[8] 刘水,王致杰,王海群,等. 基于 PLC 的变频恒压供水系统[J]. 信息技术,2017(4):57-60.

[9] 王军华. 单神经元 PID 控制器在 PLC 中的实现[J]. 自动化应用,2017(4):59-60.

[10] 王国荣. 基于 PLC 的船舱内温度自动控制方法研究[J]. 舰船科学技术,2017,39(6):108-110,113.

[11] 陈进,施海涛,李桥. 基于 PLC 的船舶压载舱监控系统设计[J]. 自动化仪表,2016,38(3):30-32,36.

[12] 潘莲辉,张美义,甘桂裕,等. 模糊自整定 PID 控制方案在自动加药系统中的应用[J]. 化工自动化及仪表,2017,44(3):262-266.

[13] 李文宇,王延军,高飞,等. 滞后系统的一种改进 PID 控制方法[J]. 自动化与仪器仪表,2015(1):19-21.

[14] 黄从智,杜斌,郑青. 基于 PLC 的线性自抗扰控制算法设计与实现[J]. 控制工程,2015,24(1):171-177.

[15] 邓洁清,袁宇波. 基于 PLC 模块的变电站自动化测试仿真系统的实现及应用[J]. 电力系统保护与控制,2013,37(24):157-160.

收稿日期:2018-03-19