

PLC 在数控车床系统电气化改造设计中的应用

蒋军 易昊

(江苏联合职业技术学院徐州技师分院 江苏省徐州技师学院, 江苏 徐州 221151)

摘要: PLC 控制技术已被广泛的应用各个领域的工业控制, 而数控车床是高性能机电一体化产品, 但高精度数控车床价格昂贵, 而且在实际加工生产中有大量形状不太复杂、精度要求一般的零件, 这就需要精度一般的数控车床加工。我国现有大量可用的普通车床, 对这些车床进行数控化改造是用少的投资来提高生产效率、提高效益的有效途径。用 PLC 作为车床的数控系统, 有成本低、系统简单、调整方便等优点。

关键词: PLC, 数控车床, 数控系统, 输入输出点

CNC Lathe Based on PLC electrified Design

Abstract: PLC control technology has been widely applied in various fields of industrial control, and CNC lathes are high-performance mechanical and electrical integration products, but high-precision CNC lathes are expensive, but also in the actual processing of a large number of shapes too complex, precision general parts, which requires precision CNC lathe in general. China's current number of available common lathe, on the transformation of these lathes to CNC is a small investment to improve production efficiency and effectiveness of the effective way. As a CNC lathe with PLC systems, there are low cost, simple, easy to adjust and so on.

Keywords: PLC, CNC lathe, CNC systems, input and output points

随着电气技术的飞速发展, PLC 控制技术广泛的应用各个领域的工业控制, 通过用户程序控制生产工艺过程, 具有较高的稳定性和可靠性, 较强的实时处理能力, 使用简单维护方便。交流伺服以独特的定位精度和调速方式, 在各工业领域也得到了广泛的应用, 而在机床的应用则更具有代表性。

一、概述

原机床的电气控制系统主要包括工作台的主传动和刀架的移动以及进给机构的逻辑控制三大部分。工作台的拖动和刀架进给拖动是 70 年代改型的晶闸管——电动机组 (V—M) 系统, 逻辑控制普遍采用继电器控制。由于该机床使用频率高、线路复杂、耗电量大, 元器件老化严重故障率高, 运行质量低且对电网和机械的冲击很大, 维修麻烦。已无法满足现代生产的需求, 因此对电气控制系统进行全面的技术改造。机床数控电气化改造后除了对坐标轴进行位置伺服控制外, 还要对机床的主轴, 刀具和各种开关信号进行控制, 如对主轴的正, 反转, 启动和停止刀具交换, 工件夹紧和松开等控制。完成这一控制任务的装置就是可编程器 PLC。

二、PLC 控制

1 PLC 是整个机床的控制中心, 根据现场实际输入、输出点的作用和数量, 结合改造要求, PLC 选用日本三菱 FX2N-128MR 和 3 个扩展输入模块 FX2N-EYR, 1 个模拟输出模块 FX2N-4DA 对工作台进行速度控制, 4 个脉冲输出模块 FX2N-1PG 分别对四台交流伺服电机进行速度及定位控制; 同时还考虑预留了部分输入输出点, 满足日后的维护及系统的扩展。

PLC 程序编写过程中, 工作台用按钮来实现加速、减速, 通过 FX2N-4DA 来进行数—模转换为 590 提供给定电压的大小及极性的变化, 同时也为刀架进给量自动跟随工作台转速变化提供实时数据。刀架的调速则考虑把数字开关选定的进给脉冲量, 与工作台转速的脉冲量通过 PLC 进行浮点运算, 由 FX2N-1PG 输出结果脉冲, 实时改变进给电机的速率完成调速, 这样就实现了进给量大小自动跟随工

工作台转速进行比较精确的变化，操作人员可根据不同工件的加工要求，改变工作台的转速进给量也会自动跟随发生相应的变化，加工精度比人为的调节有了大幅度的提高。

另外，PLC程序的编制充分考虑操作指令和现场信号，整个操作变得比较简单，工作台的旋转、点动、变档、调速，刀架的进给、点动、快速移动以及横梁的控制，油泵以及相互的联锁保护和显示等功能均有PLC完成。

2 车床的PLC数控系统控制原理设计

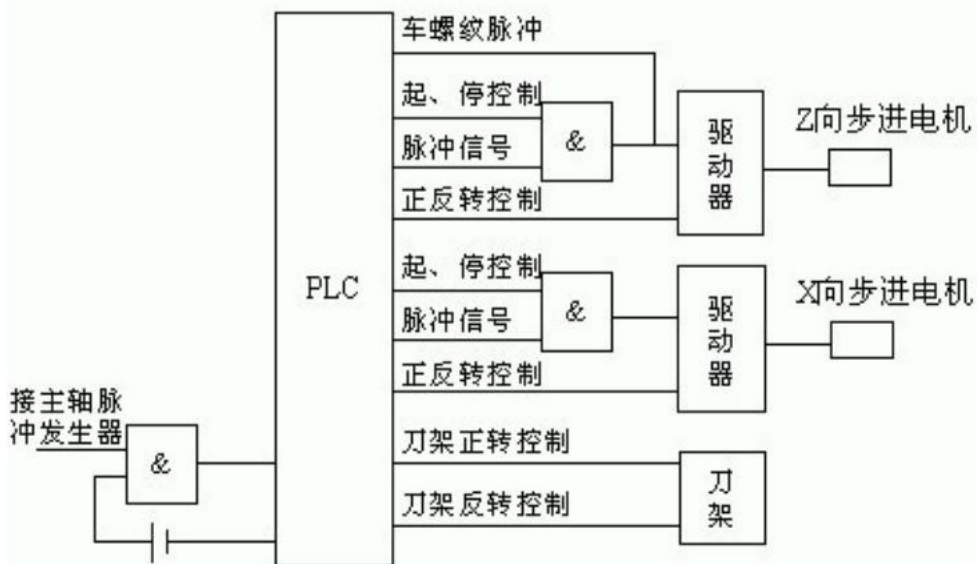


图 1 数控系统原理图

2.1 车床的操作要求

车床一般加工回转表面、螺纹等。要求其动作一般是X、Z向快进、工进、快退。加工过程中能进行自动、手动、车外圆与车螺纹等转换；并且能进行单步操作。

2.2 PLC数控系统需解决的问题

车床的操作过程比较复杂，而PLC一般只适用于动作的顺序控制。要将PLC用于控制车床动作，必须解决三个问题：

- 1) 如何产生驱动伺服机构的信号及X、Z向动作的协调；
- 2) 如何改变进给系统速度；
- 3) 车螺纹如何实现内联系传动及螺纹导程的变化。

将PLC及其控制模块和相应的执行元件组合，这些问题是可以解决的。

2.3 数控系统的控制原理

普通车床数控化改造工作就是将刀架、X、Z向进给改为数控控制。根据改造特点，伺服元件采用步进电机，实行开环控制系统就能满足要求。Z向脉冲当量取0.01mm，X向脉冲当量取0.005mm。选用晶体管输出型的PLC。驱动步进电机脉冲信号由编程产生，通过程序产生不同频率脉冲实现变速。X、Z向动作可通过输入手动操作或程序自动控制。车螺纹的脉冲信号由主轴脉冲发生器产生，通过与门电路接入PLC输入端，经PLC程序变频得到所需导程的脉冲。刀架转位、车刀进、退可由手动或自动程序控制。图1为数控系统原理图。

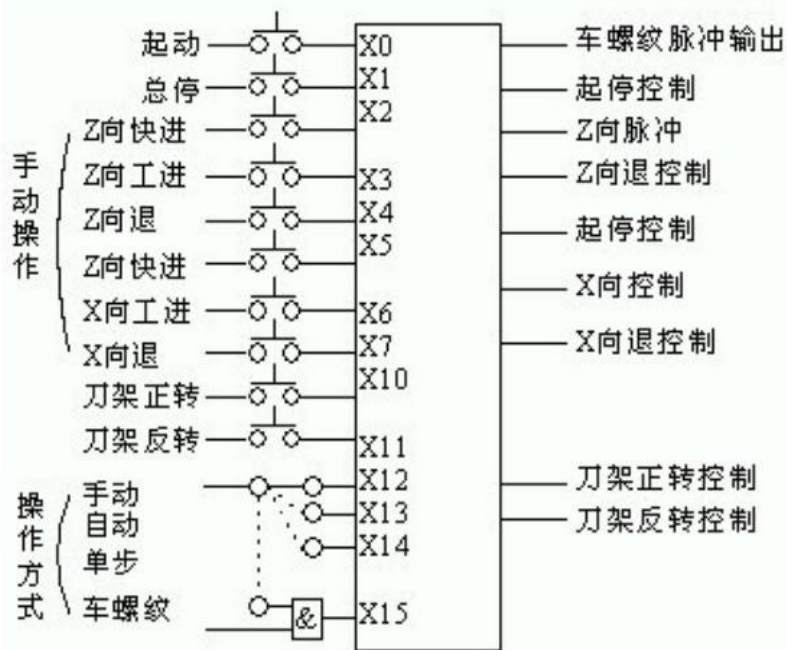


图 2 I/O 连接图

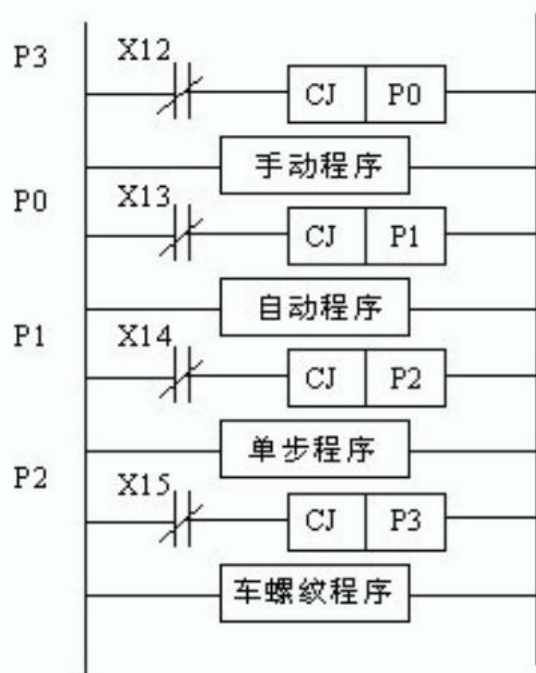


图 3 总程序框图

3 PLC 输入、输出 (I/O) 点数确定

所设计的车床操作为：起点总停、Z、X 向快进、工进、快退；刀架正、反转；手动、自动、单步、车螺纹转换。因此，输入需 14 点。根据图 1 得输出需 9 点。I/O 连接图如图 2 所示（以三菱 F1S-30MT）为例。

4 驱动程序（梯形图）设计

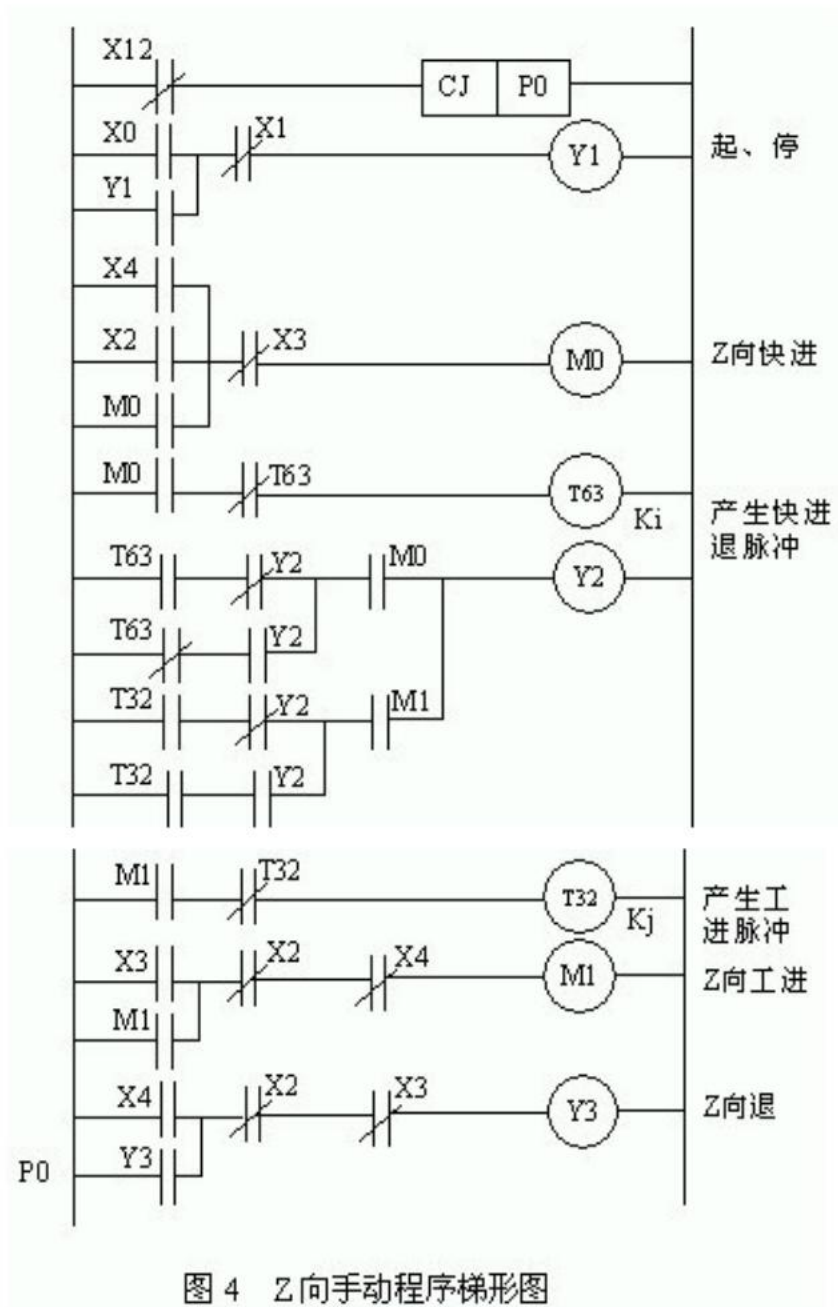


图 4 Z向手动程序梯形图

4.1 总程序结构设计

手动、自动、单步、车螺纹程序的选择采用跳转指令实现。图 3 是总程序结构框图。若合上 X12 (X13、X14、X15 断开)，其常闭断开，执行手动程序；若 X12 断开，X13 全上，程序跳过手动程序，指针到 P0 处，执行自动程序。

4.2 手动程序梯形图设计

手动程序、自动程序需根据具体零件设计，这里仅以 Z 向快进、工进、快退的动作为例加以说明。其梯形图如图 4 所示。

在执行手动程序状态下，按 X0，Y1 接通，作好起动准备。按 X2，辅助继电器 M0 接通。通过 T63 计时及 Y2 触点组合，产生频率为 $103/2i$ 的脉冲信号（ i 为计时时间，根据需要设定，单位为 ms），驱动 Z 向快进。当按下 X3 时（M0 断开），M1 接通，M1 与定时器 T32 组合使 Y2 产生频率为 $103/2j$ 的脉冲（ $j > i$ ），由 Y2 输出，实现工进。按下 X4 时，M0、Y3 同时接通，电机快速反转，实现快退。

限于篇幅，其它程序梯形图略。

三、结束语

数控车床在我国机械制造业中的应用正在迅速发展，但高精度数控机床价格昂贵，而且在实际生产中有大量形状不太复杂、精度要求一般的零件，这就需要精度一般的数控车床加工。同时，我国现有大量可用的普通车床，对这些车床进行数控化改造是用少的投资来提高生产效率、提高效益的有效途径。以前车床数控化改造用的是 Z80、8031 芯片作数控系统的核心部件，它的价格较贵且系统较复杂。用 PLC 作为车床的数控系统，有成本低、系统简单、调整方便等优点，必将会得到广泛应用。

参考文献

- (1) 李向东. 电气控制与 PLC. 【M】. 机械工业出版社. 2007
- (2) 祝红芳. PLC 及其在数控机床中的应用. 【M】. 人民邮电出版社. 2007
- (3) 张华宇. 数控机床电气及 PLC 控制技术. 【M】. 电子工业出版社. 2010

作者简介：蒋军（1980—），男，汉族，江苏省徐州市人，南京工业大学机械工程及其自动化专业，本科，工学学士，中国矿业大学控制工程硕士在读，助理讲师，数控车床操作工技师、维修电工技师，徐州市数控机床维修工高级技能考评员，曾获得 2011 年全国职业院校数控机床装调维修技能大赛三等奖，并指导学生获得 2011 年江苏省职业院校数控机床装调维修技能大赛第三名。

联系电话： 联系地址：江苏省徐州市九里区西郊丁楼江苏省徐州技师学院数控工程系

电子邮箱： 邮编： 221151

易昊（1983—），男，汉族，江苏省徐州市人，常州工学院电气工程及其自动化专业，本科，工学学士，助理讲师，数控机床维修高级工，目前主要从事数控机床 PLC 教学研究和学生管理工作。

联系电话： 联系地址：江苏省徐州市九里区西郊丁楼江苏省徐州技师学院数控工程系

电子邮箱： 邮编： 221151