

## 设计任务书

设计题目：车床控制线路的 PLC 改造

设计要求

1. 分析 CA6140 卧式普通车床的工作原理；
2. 设计 PLC 对 CA6140 卧式普通车床进行改造的硬件电路；
3. 设计 PLC 对 CA6140 卧式普通车床进行控制的软件程序；
4. 进行调试, 找出问题, 并改进设计；
5. 撰写毕业设计说明书。

设计进度要求：

- 第一周：        确定题目、准备资料、讲解课题；  
第二周：        收集 CA6140 卧式普通车床的资料；  
第三、四周：    方案设计；  
第五、六周：    调试修正；  
第七周：        写设计说明书；  
第八周：        打印报告、准备答辩。

指导教师（签名）：

## 摘 要

可编程控制器 (PLC Programmable Logic Controller) 是在继电器控制和计算机技术的基础上, 逐渐发展起来的以微处理器为核心, 集微电子技术、自动化技术、计算机技术通信技术为一体, 以工业自动化控制为目标的新型控制装置。PLC 应用技术具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点, 不仅可以取代继电器控制系统, 还可以进行复杂的生产过程控制以及应用于工厂自动化网络, 它已成为现代工业控制的四大支柱技术 (可编程控制器技术、机器人技术、CAD/CAM技术和数控技术) 之一。

PLC的功能主要是: 控制功能、数据采集、储存与处理功能、通信、联网功能、输入/输出接口调理功能、人机界面功能。在系统构成时, 可由一台计算机与多台 PLC 构成“集中管理、分散控制”的分布式控制网络, 以便完成较大规模的复杂控制。

本次设计的内容主要是利用 PLC 对 CA6140 型车床的电气控制部分进行改造。首先我对本设计进行总体的分析, 使自己有一个大致的总体概念, 然后仔细分析 CA6140 车床, 对车床主运动和进给运动还有其它的辅助运动, 进行分析。最后根据控制电路的线路图, 编译 PLC 的梯形图, 编译通过后, 利用 PLC 实验台进行实验仿真。此次设计还从被控对象的 I/O 点数和性价比高、综合成本低这几个主要原则出发, 主要进行了控制装置选型和导线的选择。改造后的机床在实现机床原有功能的基础上还增加了自动加工、自动换刀等多种功能。

关键词: 可编程控制器, CA6140 车床, 电气控制系统

# 目 录

摘要

分析 CA6140 车床的工作原理、用途、对车床的机械传动系统进行原理分析

第一章 CA6140 型卧式车床简介及电路分析

CA6140 型卧式车床简介

CA6140 型卧式车电路分析

第二章 普通车床控制线路改造的意义

第三章 CA6140 车床的改造的硬件设计与软件设计

PLC 的选型

I/O 分配表

PLC 控制系统外部接线图的设计

CA6140 车床的 PLC 控制梯形图设计

第四章 控制电路电气元件的型号选择

附录 元器件清单

结论

致谢

参考文献

分析 CA6140 车床的工作原理、用途，对车床机械传动进行原理分析

ca6140 普通车床属于通用机床，是升降台型卧式铣床，ca6140 主要用于单件小批生产和工具修理，也可用于成批生产中，是四川长征机床厂的传统产品。该机床基础铸件刚性好，精度保持性好，主轴传动和进给传动均采用 18 级齿轮变速，具有较宽的变速范围，因而机床具有很宽的加工范围。该铣床可以利用圆柱铣刀、端铣刀、片铣刀、角度铣沟槽刀及成形铣刀加工各种平面等，ca6140 若使用万能铣头圆工作台、分度头等附件时，可以扩大机床加工范围；利用插头，还可以完成插削工作。

由于 ca6140 是传统的普通车床，自动化程度不高，无法加工复杂型面，工作效率低，机床且使用年限已久，强电控制电路的很多元件都已呈现老化现象，故障率高。机床的导轨以及滑动丝杠、支承轴承等也有不同程度的磨损。各进给系统采用的是法兰盘式电动机，调速范围窄，ca6140 无法实现无级调速。加工精度已远远达不到要求。

现代机械制造业向着低消耗、高效率的方向发展，数控机床的设计与改造也成为工业发展的一个重要方向，通过机床数控改造使普通机床具有好的加工精度、高的生产效率。作为机床改造的用户，希望能够在选用软、硬件上具有较大的自由度。而作为机床生产厂商，机床面对市场的快速变化的需求，希望通过对数控系统性能的提高和低的价格来吸引客户的眼光。企业重新引进设备时都会遇到因不了 ca6140 解新设备是否能满足其加工要求，而引发一系列干扰正常生产的情况。改造则不然，可以精确地计算出机床的加工能力；另外，由于多年使用，操作者对机床的特性早已了解，在操作使用和维修方面培训时间短、见效快，改造的机床一安装好，ca6140 就可以实现全负荷运转。综上所述，对 ca6140 普通车床进行数控化改造，可扩大机床的加工范围，充分发挥该机床的加工能力，提高机床的生产效率。

数控机床在机械制造业中得到日益广泛的应用，对 X6132A 的数控化改造，是为了使其能适应同零件的自动加工，工序更加集中，更高的生产效率和加工精度，并且能完成复杂型面的加工，减轻人的劳动强度。

对机床进行改造，要求改造后的机床具有以下功能。

1) 纵向(X 轴)、横向(Z 轴)、垂直(Y 轴)三个方向能实现 3 轴联动。X、Y、Z 三个方向上同时可以动作，可以取得很高的效率，对加工曲面、球面可以取得比较高的精度。

2) 主轴能实现正、反转，启停系统自动控制和变速调节功能。数控机床要求主轴要有一定的转速和调速范围，以便采用不同的刀具、材料及加工不同要求的工件。与普通铣床相比，数控铣床的主轴在结构上相对比较简单，没有复杂的齿轮箱传动，变速功能全部或大部分由主轴电动机的无级调速来实现。

3) 在 X、Y、z 三个轴的正、负极限位置设置硬件限位保护。机床在运动过程中，三个轴的方向都必须有限位装置，防止超程而导致程序出现错误，无法正常完成加工。

4) 为了提高加工精度需设置回零参考点。数控机床回零参考点是 CNC 在进行插补计算时的一个重要依据。要准确加工出设计程序所需要的型面，必须要有零点参考，不然无法进行计算。一般机床零点都设在 X、Y、Z 三轴的正方向最大行程点上。

数控化改造并不将原有机床结构进行大量改动，而是在原有机床架构的基础上进行加装数控装置，更换电动机，重新布置电气柜等。因此，改造后机床分布

与原来的机床没有很大的差别。

### 主传动系统

数控铣床的主传动系统包括主轴电机、传动系统和主轴部件。由于数控铣床的变速功能全部或大部分由主轴电机的无级调速来完成，所以与普通铣床相比较，其主传动系统在结构上相对比较简单，省去了复杂的齿轮变速机构，或者只有二级或三级的齿轮变速系统用以扩大电动机无级变速的范围。

①主轴轴承配置。数控机床的主轴轴承配置形式主要有高刚度型和高速型两种。

I 高刚度型。前支承采用双列短圆柱滚子轴承和 60°角接触双向推力球轴承组合，后支承采用短圆柱滚子轴承，此配置形式大幅度提高了主轴的综合刚度，可实现强力切削，但 60°角的转速限制，因此多应用于中低速的数控机床的主轴上。

II 高速型。前后轴承采用高精度调心滚子轴承，该轴承具有良好的高速性能，主轴转速值可达  $1 \times 10^6 \text{ r/min}$ 。但是它的承载能力小因而适用于高速、轻载和精密的数控机床主轴中。

上述两种轴承要有合适的预紧量。预紧量的大小影响主轴的刚度，但过大的预紧量会增加功耗和发热，过小的预紧量会降低主轴刚度。

主轴轴承的润滑与冷却。主轴轴承的润滑和冷却是保证主轴正常工作的必要措施。为了尽可能减少主轴部件温升引起的热变形对机床工作精度的影响，通常利用润滑油循环系统把主轴部件的热量带走，使主轴部件与箱体保持恒定的温度。在某些数控机床上，采用专用的冷却装置，控制主轴箱温升。有些主轴轴承用高级油脂润滑，每加一次油脂可以使用 7~10 年。对于某些主轴要采用油气润滑、喷注润精和突入滚道润滑等措施，以保证在高速时的正常冷却、润滑效果。

### 进给传动系统

①滚珠丝杠螺母副。在数控机床上，将回转运动与直线运动相互转换的传动装置一般采用滚珠丝杠螺母副。滚珠丝杠螺母副的特点主要有以下几点：

a 传动效率高，一般为 0.92~0.98。

b 传动灵敏，摩擦力小，不易产生爬行。

c 具有可逆性，不仅可以将旋转运动转变为直线运动，而且可以将直线运动变成旋转运动。

d 轴向运动精度高，施加预紧力后，可消除轴向间隙，反向时无空行程。

e. 使用寿命长，制造成本高，不能自锁，垂直安装时需有平装置。

②导轨副。导轨副是数控机床的重要部件之一，它在很大程度上决定数控机床的刚度、精度与精度保持性。目前，数控机床上的导轨形式主要有 3 种：滑动导轨、直线滚动导轨、液体静压导轨。

I 滑动导轨。滑动导轨具有结构简单、制造方便、刚度好、抗震性高等优点，因此在数控机床上应用广泛。若采用金属对金属形式，则静摩擦系数大，动摩擦系数随速度变化而变化，在低速时易产生爬行现象。为提高导轨的耐磨性，改善摩擦特性，可通过选用合适的导轨材料、热处理方法等。

目前多数使用金属对塑料形式，称为贴塑导轨。贴塑滑动导轨的优点是塑料化学成分稳定、摩擦系数小、耐磨性好、耐腐蚀性强、抗震性好、相对密度小、加工成形简单，能在任何液体或无润滑条件下工作；其缺点是耐热性差、热导率低、热膨胀系数比金属大、在外力作用下易产生变形、刚性差、吸湿性大、影响尺寸稳定性。

II 直线滚动导轨。直线滚动导轨由一根长导轨(导轨条)和一个或几个精块组成。当滑块相对导轨条移动时，每一组滚珠都在各自的滚道内循环运动，其所受的负荷形式与滚动轴承类似。

### 1. 溜板部分的机动进给操作

CA6140 型车床的纵、横向机动进给(feed)和快速移动采用单手柄操纵。自

动进给手柄在溜板箱右侧，可沿十字槽纵、横扳动，手柄扳动方向与刀架运动方向一致。手柄在十字槽中央位置时，停止进给运动。在自动进给手柄顶部有一快进按钮，按下此钮，快移电动机工作，床鞍或中滑板按手柄扳动方向作纵向或横向快速移动；松开按钮，快移电动机停止转动，快速移动中止。溜板箱正面右侧有一开合螺母操作手柄，用于控制溜板箱与丝杠之间的运动联系。车削非螺纹表面时，开合螺母手柄位于上方；车削螺纹时，压下开合螺母手柄，使开合螺母闭合并与丝杠啮合，将丝杠的运动传递给溜板箱，使溜板箱、床鞍按预定的螺距(或导程)作纵向进给。车完螺纹应立即将开合螺母手柄扳回原位。

(1)用自动进给手柄作床鞍的纵向和中滑板的横向进给的机动进给练习。

(2)用手动进给手柄和手柄顶部的快进按钮作纵向、横向的快速移动操作。

(3)操作进给箱上的丝杠、光杠变换手柄，使丝杠回转，将溜板箱向右移动足够远的距离，扳下开合螺母，观察床鞍是否按选定螺距作纵向进给。扳下和抬起开合螺母的操作应果断有力，练习中体会手的感觉。

(4)左手操作中滑板手柄，右手操作开合螺母。两手配合动作练习每次车完螺纹时的横向退刀。

4. 操作车床主轴变速手柄得到各挡转速按车床主轴转速铭牌上的主轴转速标记，转动车床主轴变速手柄，调整主轴转速分别为  $16 \text{ r/min}$ 、 $450 \text{ r/min}$  和  $1400 \text{ r/min}$ ，确认后启动车床并观察。

2. 操作车床进给量手柄得到各挡进给量

按车床进给量铭牌确定选择纵向进给量为  $0.46 \text{ mm/r}$ 、横向进给量为  $0.20 \text{ mm/r}$  时手轮和手柄的位置，并进行调整。按前面步骤调整车床进给量手轮和手柄，使车床得到各挡进给量。

6. 操作车床尾座

尾座的结构中套筒用来安装顶尖、钻头 (drill) 等工具。

(1)沿床身导轨手动纵向移动尾座至合适位置，逆时针方向扳动尾座紧固手柄，将尾座固定。注意移动尾座时用力不要过大。

(2)逆时针方向转动套筒锁紧手柄(松开)，摇动手轮，使套筒作进、退移动。顺时针方向转动套筒锁紧手柄，将套筒固定在选定的位置。

3. 手动操作车床床鞍、中滑板、小滑板手柄

(1)摇动床鞍手柄，使床鞍向左或向右作纵向移动。手轮轴 t 的刻度盘圆周等分 300 格，手轮每转动一格，床鞍纵向移动  $1 \text{ mm}$ 。顺时针方向转动手柄时，床鞍向右运动；逆时针方向转动手柄时，床鞍向左运动。

(2)用左手、右手分别按顺时针和逆时针方向摇动中滑板手柄，使中滑板作横向进给和退出移动。中滑板丝杠上的刻度盘圆周等分 100 格，手柄每转过 1 格，中滑板横向移动  $0.05 \text{ mm}$ 。顺时针方向转动手柄时，中滑板向远离操作者方向运动(即横向进刀)；逆时针方向转动手柄时，中滑板向靠近操作者方向运动(即横向退刀)。

(3)用双手交替摇动小滑板手柄，使小滑板作纵向短距离的左、右移动。小滑板丝杠上的刻度盘圆周等分 100 格，手柄每转过 1 格，小滑板纵向移动  $0.05 \text{ mm}$ 。小滑板手柄顺时针方向转动时，小滑板向左运动；小滑板手柄逆时针方向转动时，小滑板向右运动。

(4)左手摇动车床床鞍手柄，右手同时摇动中滑板手柄，纵、横向快速趋近和快速退离工件。

(5)左手摇动中滑板手柄，右手同时摇动小滑板手柄。

#### 4. 启动车床

(1) 检查车床各变速手柄是否处于空挡位置，离合器(clutch)是否处于正确位置，操纵杆是否处于停止状态，确认无误后，合上车床电源总开关。

(2) 按下床鞍上的绿色启动按钮，电动机(electdc motor)启动。

(3) 向上提起溜板箱右侧的操纵杆手柄，主轴正转；操纵杆手柄回到中间位置，主轴停止转动；操纵杆手柄下压，主轴反转。

(4) 按下床鞍上的红色停止按钮，电动机停止工作。

### 第一章 CA6140 型卧式车床简介及电路分析

#### 第一节 CA6140 型卧式车床简介

CA6140 型卧式车床，其结构具有典型的卧式车床布局，它的通用性程度较高。加工范围较广，适合于中小型的各种轴类和盘套类零件的加工；能车削内外圆柱面、圆锥面、各种环槽、成形面及端面；能车削常用的米制、英制、模数制及径节制四种标准螺纹，也可以车削加大螺距螺纹、非标准螺距及较精密的螺纹；还可以进行钻孔、扩孔、铰孔、滚花和压光等工作。

#### CA6140 型卧式车床主要结构及运动情况

CA6140 型普通车床的主要组成部件有：主轴箱、进给箱、溜板箱、刀架、尾架、光杠、丝杠和床身。

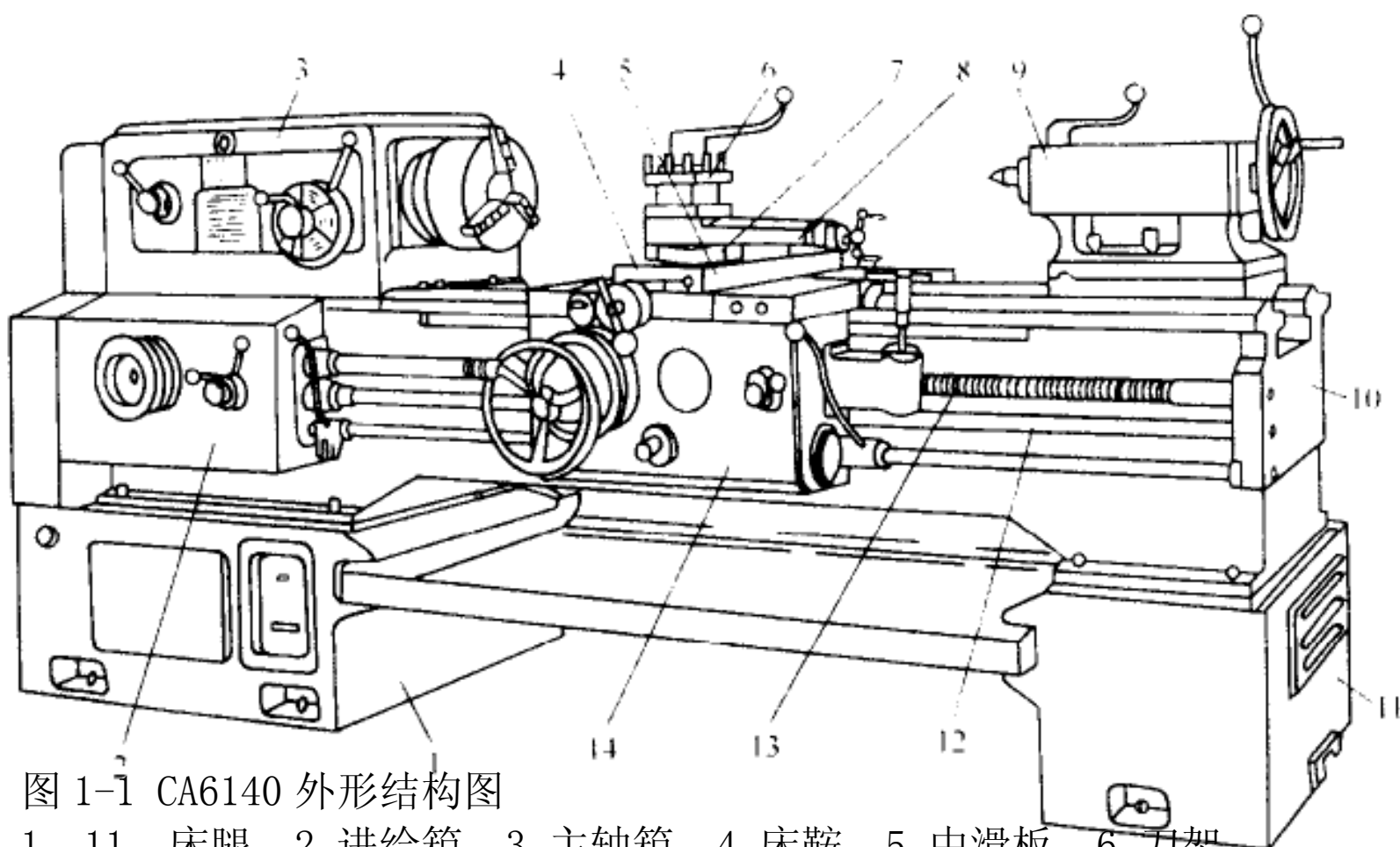


图 1-1 CA6140 外形结构图

1、11. 床腿 2. 进给箱 3. 主轴箱 4. 床鞍 5. 中滑板 6. 刀架  
回转盘 8. 小滑板 9. 尾座 10. 床身 12. 光杠 13. 丝杠 14. 溜板箱

#### 车床对电力拖动要求

(1) 主电动机 M1 (功率为 30kw)，完成主轴主运动和刀具进给运动的驱动，电动机采用直接启动的方式启动，可正反两个方向旋转，并可进行正反两个旋转方向的电气停车制动。为加工调整方便，还具有点动功能。

(2) 电动机 M2 拖动冷却泵，在加工时提供切削液，采用直接启动停止方式，并且为连续工作状态。

(3) 快速移动电动机 M3，电动机可根据需要使用，随时手动控制起停。

#### 控制线路特点与电气线路概述

##### (1) 控制线路的特点

① 控制线路装设有启动按钮和停止按钮。

- ②主电路、控制线路及照明线路的电源引入开关均采用隔离开关。
- ③由于电动机容量较小，所以三台异步电动机均采用直接起动控制线路。
- ④M1、M2 采用热继电器做过载保护。
- ⑤控制线路采取了电气措施，以防止发生电源短路事故。

### (2) 电气线路概述

主电路由三台三相异步交流电动机及其附属电路元件组成。三台异步电动机均采用接触器直接起动

M1 是主轴电机，功率为 7.5KW，由交流接触器 KM1 控制其起动与停止。热继电器 FR1 是过载保护电器。

M2 是冷却泵电动机，功率为 125W，由交流接触器 KM2 控制 M2，热继电器 FR2 是过载保护电器。

M3 是快速移动电动机，功率为 250W 接触器 KM3 控制 M3。

主电路电源电压为交流 380v，隔离开关 QS 作为电源引入开关。。短路保护电器是 FU1。控制线路电源电压为交流 110v，照明电压为 36v，由控制变压器 TC 提供电源。

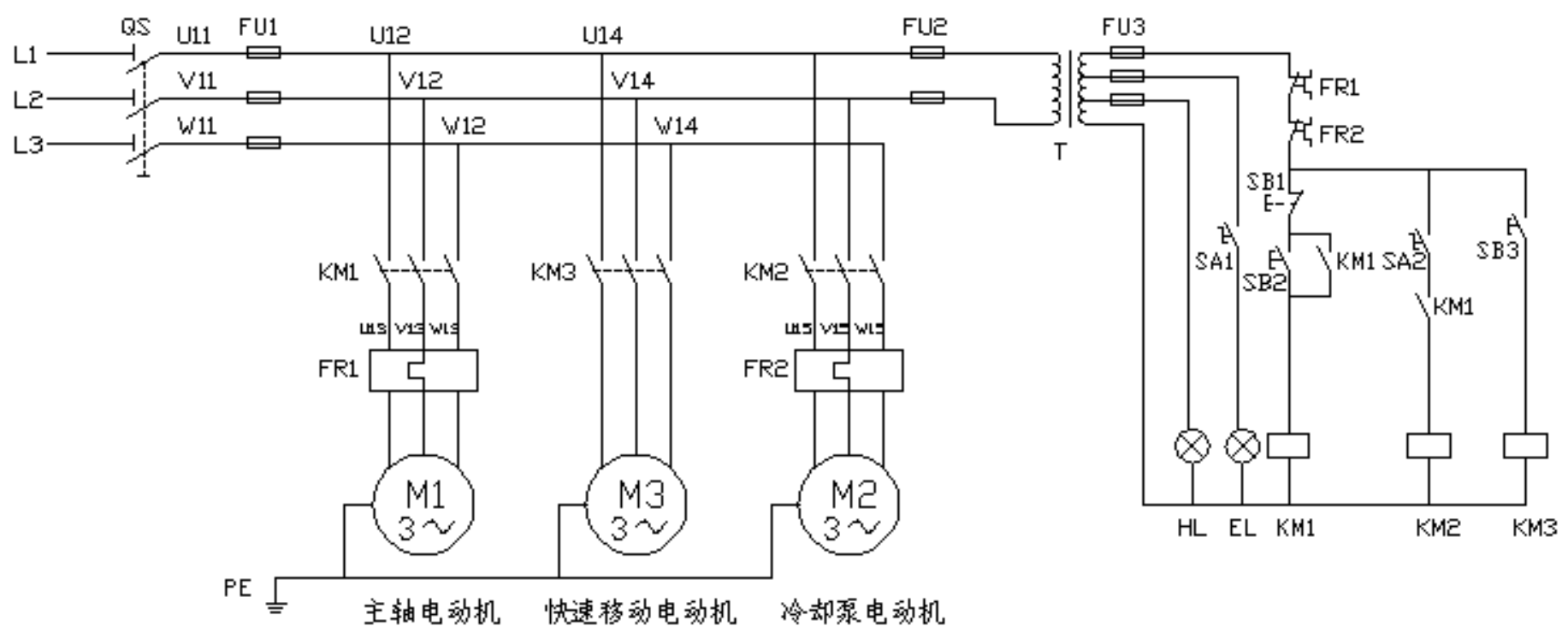


图 3.2CA6140 车床电气原理图

### CA6140 型卧式车床电路分析

#### (3) 主电路分析

图 3.2 所示的主电路中有三台电动机，隔离开关 QS 将 380V 的三相电源引入。主电路接线分三部分：第一部分由交流接触器 KM1 控制电动机 M1；第二部分由交流接触器 KM2 控制电动机 M2；第三部由交流接触器 KM3 控制电动机 M3。为保证主电路的正常运行，主电路中还设置了熔断器的短路保护环节和热继电器的过载保护环节。

#### (4) 控制电路分析

控制电路可分为主电动机 M1、电动机 M2、电动机 M3 的控制电路以及照明灯和控制电路工作指示灯的控制电路部分。

有图 3.2 可知，按下按钮 SB2，接触器 KM1 线圈通电，常开主触头闭合，电动机 M1 通电。同时，并联在按钮 SB2 两端的常开辅助触头也闭合。当松开按钮 SB2 时，由于常开辅助触头是闭合的，所以接触器 KM1 线圈继续保持通电状态，从而



保证了电动机 M1 连续运转。要使电动机 M1 停止运转，可按下停止按钮 SB1，切断线圈 KM1 电源，常开主触头与辅助触头均断开，电动机 M1 及控制电路均断电，电动机停止运行。

按下按钮 SB3，接触器 KM2 线圈通电，电动机 M2 通电。当松开按钮 SB3 时，接触器 KM2 线圈断电，使电动机 M2 停止运行。

在电动机 M1 运行的情况下，合上开关 SA2，接触器 KM3 线圈通电，电动机 M3 通电。断开开关 SA2，接触器 KM3 线圈断电，电动机 M3 停止运行。

合上开关 SA1，照明灯 EL 亮，断开开关 SA1，照明灯 EL 熄灭。

在隔离开关 QS 合上后，控制电路指示灯 HL 被点亮。在隔离开关 QS 断开后，控制电路指示灯 HL 熄灭。控制电路指示灯 HL 的状态受隔离开关 QS 的控制，与控制电路无关。

## 第二章 普通车床控制线路改造的意义

### 控制系统改造为 PLC 控制的意义

普通车床是应用非常广泛的金属切削工具，目前采用传统的继电器控制的普通车床在中小型企业仍大量使用。由于继电器系统接线复杂，故障诊断与排除困难，并存在：①触点易被电弧烧坏而导致接触不良，②机械方式实现的触点控制反映速度慢，③继电器的控制功能被固定在线路中，功能单一、灵活性差等缺点。因而造成了这些企业的生产率低下，效益差，反过来这些企业又没有足够的资金购买新的数控车床。因此，当务之急就是对这些普通车床进行技术改造，以提高企业的设备利用率，提高产品的质量和产量。由于可编程控制器（PLC）具有：①通用性、适应性强，②完善的故障自诊断能力且维修方便，③可靠性高及柔性等优点，且小型 PLC 的价格目前亦很便宜，因此在普通车床的控制电路改造中发挥了及其重要的作用。

可编程序控制器（PLC）以其完善的功能，很强的通用性，体积小及高可靠性等特点在各工矿企业得到广泛的应用。在工厂自动化系统中，PLC 被广泛采用为核心的控制器件。它既可组成功能齐全的自控系统控制整个工厂的运行，亦可单独使用作单机自动控制。它还是继电器控制柜的理想替代物。在生产工艺控制、过程控制、机床控制、组合机床自动控制等场合，PLC 占有举足轻重的地位。特别是在数控机床及大量的机床改造和老设备改造中，PLC 应用极其广泛。

PLC 是 20 世纪 70 年代以来以微处理器为核心，综合计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型工业自动控制，被广泛应用于各个领域，因为它具有几个突出的特点：可靠性高，抗干扰强；编程简单，易于掌握；功能完善，灵活方便；体积小，质量轻，功耗低。

### 第三章 CA6140 车床的改造的硬件设计与软件设计

#### 硬件设计

PLC（即可编程逻辑控制器，Programmable Logic Controller）是用来取代用于电机控制的顺序继电器电路的一种器件（图 1-1）。是由模仿原继电器控制原理发展起来的，二十世纪七十年代的 PLC 只有开关量逻辑控制，首先应用的是汽车制造行业。它以存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和运算等操作的指令；并通过数字输入和输出操作，来控制各类机械或生产过程。用户编制的控制程序表达了生产过程的工艺要求，并事先存入 PLC 的用户程序存储器中。运行时按存储程序的内容逐条执行，以完成工艺流程要求的操作。PLC 的 CPU 内有指示程序步存储地址的程序计数器，在程序运行过程中，每执行一步该计数器自动加 1，程序从起始步起，依次执行到最终步，然后再返回起始步循环运算。PLC 每完成一次循环操作所需的时间称为一个扫描周期。不同型号的 PLC，循环扫描周期在 1 微秒到几十微秒之间。

PLC 用梯形图编程，在解算逻辑方面，表现出快速的优点，在微秒量级，解算 1K 逻辑程序不到 1 毫秒。它把所有的输入都当成开关量来处理，16 位为一个模拟量。大型 PLC 使用另外一个 CPU 来完成模拟量的运算。把计算结果送给 PLC 的控制器。相同 I/O 点数的系统，用 PLC 比用 DCS，其成本要低一些。PLC 没有专用操作站，它用的软件和硬件都是通用的，所以维护成本比 DCS 要低很多。一个 PLC 的控制器，可以接收几千个 I/O 点。如果被控对象主要是设备连锁、回路很少，采用 PLC 较为合适。PLC 由于采用通用监控软件，在设计企业的管理信息系统方面，要容易一些。

PLC 在实际中用的很多。只要有工业的地方，就有 PLC 存在的机会。如果你就在机器制造、包装、物料输送、自动装配等行业中工作，那么你可能已经在使用它了。

如果没有的话，你就是正在浪费金钱和时间。几乎所有需要电气控制的地方都需要 PLC。

可编程控制器得以迅速发展和广泛使用的原因是由于它具有继电器接触器控制装置和通用计算机以及其他控制系统所不具有的特点：

- (1) 运行稳定、可靠性高、抗干扰能力强
- (2) 设计使用和维护方便

- (3) 编程御苑直观易学
- (4) 与网络技术相结合
- (5) 体积小、质量轻、能耗低

## 2 PLC 控制系统设计概述

### 2.1 PLC 控制系统设计要求

PLC 的内部控制结构与计算机、微机相似，但其接口电路不同，编程语言也不一致。因此 PLC 控制系统与微机控制系统开发过程不完全相同，需要根据 PLC 本身的特点、性能进行系统的设计。

为实现被控对象的工艺要求，以及生产效率和产品产量的进一步提高最大限度地发挥 PLC 控制系统的优势。

#### 2.1.1 流程图功能说明

- (1) 根据生产的工艺分析控制要求：如需要完成的动作（动作顺序、动作条件及必须的保护和联锁）、操作方式（手动、自动；连续、单周期及单步等）；
- (2) 根据控制要求确定所需要的用户输入、输出设备、据此确定 PLC 的 I/O 点数；
- (3) 选择 PLC；
- (4) 分配 PLC 的 I/O 接口，设计 I/O 电气接口接图；
- (5) 进行 PLC 程序设计，同时可进行控制台（柜）的设计和现场施工。在设计传统继电器控制系统时，必须在控制线路（接线程序）设计完成后，才能进行控制台（柜）设计和现场施工。采用 PLC 控制，可以使整个工程的周期缩短。

#### 2.1.2 PLC 程序设计的步骤

- (1) 绘制系统流程图；
- (2) 设计梯形图；
- (3) 根据梯形图编制程序清单；
- (4) 用编程器将程序键入到 PLC 的用户程序存储器中，并检验后键入的程序是否正确；
- (5) 调试和修改程序，直到满足要求为止；
- (6) 控制台现场施工完成后进行联合调试；
- (7) 编制技术文件。

### 2.2 PLC 系统设计流程图

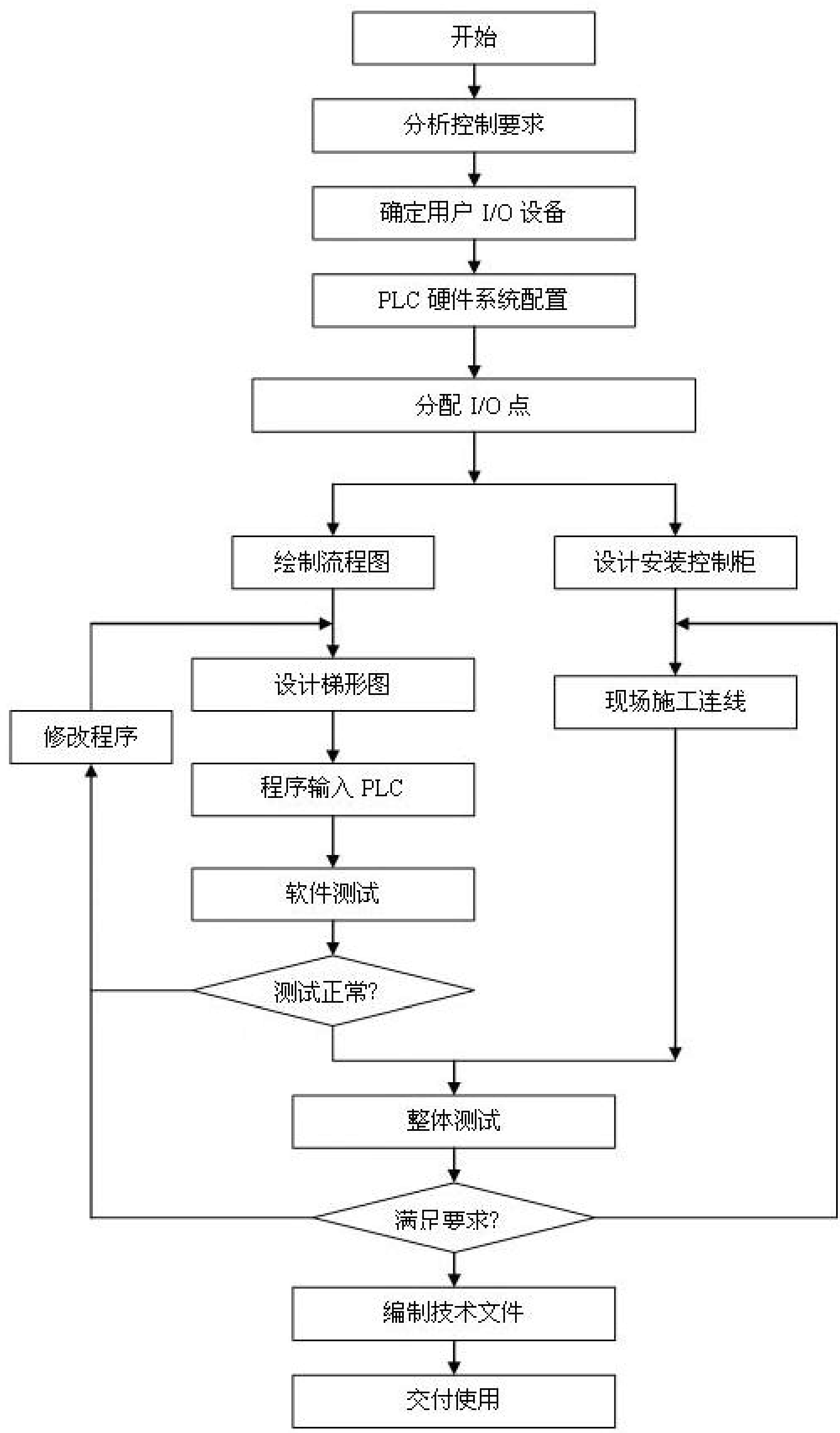


图 2.1 系统流程图

## 2.3 可编程控制器控制系统设计的基本步骤

### 2.3.1 系统设计的主要内容

- (1) 拟定控制系统设计的技术条件。技术条件一般以设计任务书的形式来确定，它是整个设计的依据；
- (2) 选择电气传动形式和电动机、电磁阀等执行机构；
- (3) 选定 PLC 的型号；
- (4) 编制 PLC 的输入/输出分配表或绘制输入/输出端子接线图；
- (5) 根据系统设计的要求编写软件规格说明书，然后再用相应的编程语言（常用图形）进行程序设计；
- (6) 了解并遵循用户认知心理学，重视人机界面的设计，增强人与机器之间的友善关系；
- (7) 设计操作台、电气柜及非标准电器元部件；
- (8) 编写设计说明书和使用说明书。

### 2.3.2 系统设计的基本步骤

可编程控制器应用系统设计与调试的主要步骤：

- (1) 深入了解和分析被控对象的工艺条件和控制要求
  - ①被控对象就是受控的机械、电气设备、生产线或生产过程。
  - ②控制要求主要指控制的基本方式、应完成的动作、自动工作循环的组成、必要的保护和联锁等。对较复杂的控制系统，还可将控制任务分成几个独立部分，这种可化繁为简，有利于编程和调试。
- (2) 确定 I/O 设备  
根据被控对象对 PLC 控制系统的功能要求，确定系统所需的用户输入、输出设备。常用的输入设备有按钮、选择开关、行程开关、传感器等，常用的输出设备有继电器、接触器、指示灯、电磁阀等。
- (3) 选择合适的 PLC 类型  
根据已确定的用户 I/O 设备，统计所需的输入信号和输出信号的点数，选择合适的 PLC 类型，包括机型、容量的选择、I/O 模块的选择、电源模块的选择等。
- (4) 分配 I/O 点  
分配 PLC 的输入输出点，编制出输入/输出分配表或者画出输入/输出端子的接线图。接着九可以进行 PLC 程序设计，同时可进行控制柜或操作台的设计和现场施工。
- (5) 设计应用系统梯形图程序  
根据工作功能图表或状态流程图等设计出梯形图即编程。这一步是整个应用系统设计的最核心工作，也是比较困难的一步，要设计好梯形图，首先要十分熟悉控制要求，同时还要有一定的电气设计的实践经验。
- (6) 将程序输入 PLC  
当使用简易编程器将程序输入 PLC 时，需要先将梯形图转换成指令助记符，以便输入。当使用可编程序控制器的辅助编程软件在计算机上编程时，可通过上下位机的连接电缆将程序下载到 PLC 中去。
- (7) 进行软件测试  
程序输入 PLC 后，应先进行测试工作。因为在程序设计过程中，难免会有疏漏的地方。因此在将 PLC 连接到现场设备上去之前，必需进行软件测试，以排除程序中的错误，同时也为整体调试打好基础，缩短整体调试的周期。
- (8) 应用系统整体调试

在 PLC 软硬件设计和控制柜及现场施工完成后，就可以进行整个系统的联机调试，如果控制系统是由几个部分组成，则应先作局部调试，然后再进行整体调试；如果控制调试中发现的问题，要逐一排除，直至调试成功。

#### (9) 编制技术文件

系统技术文件包括说明书、电气原理图、电器布置图、电气元件明细表、PLC 梯形图。

#### (10) 分配输入/输出点

一般输入点和输入信号、输出点和输出控制是一一对应的。分配好后，按系统配置的通道与接点号，分配给每一个输入信号和输出信号，即进行编号。在个别情况下，也有两个信号用一个输入点的，那样就应在接入输入点前，按逻辑关系接好线（如两个触点先串联或并联），然后再接到输入点。

#### (11) 确定 I/O 通道范围

不同型号的 PLC，其输入/输出通道的范围是不一样的，应根据所选 PLC 型号，查阅相应的编程手册，决不可“张冠李戴”。必须参阅有关操作手册。

#### (12) 内部辅助继电器

内部辅助继电器不对外输出，不能直接连接外部器件，而是在控制其他继电器、定时器/计数器时作数据存储或数据处理用。从功能上讲，内部辅助继电器相当于传统电控柜中的中间继电器。未分配模块的输入/输出继电器区以及未使用 1:1 链接时的链接继电器区等均可作为内部辅助继电器使用。根据程序设计的需要，应合理安排 PLC 的内部辅助继电器，在设计说明书中应详细列出各内部辅助继电器在程序中的用途，避免重复使用。参阅有关操作手册。

#### (13) 分配定时器/计数器

PLC 的定时器/计数器数量分别见有关操作手册。PLC 软件系统设计方法及步骤，PLC 软件系统设计的方法。在了解了 PLC 程序结构之后，就要具体地编制程序了。编制 PLC 控制程序的方法很多，这里主要介绍几种典型的编程方法。图解法编程，图解法是靠画图进行 PLC 程序设计。为此，不少 PLC 生产厂家在自己的 PLC 中增加了步进顺控指令。在画完各个步进的状态流程图之后，可以利用步进顺控指令方便地编写控制程序。

### 2.3.3 计算机辅助设计编程

计算机辅助设计是通过 PLC 编程软件在计算机上进行程序设计、离线或在线编程、离线仿真和在线调试等等。使用编程软件可以十分方便地在计算机上离线或在线编程、在线调试，使用编程软件可以十分方便地在计算机上进行程序的存取、加密以及形成 EXE 运行文件。

### 2.3.4 编制控制系统的逻辑关系图

从逻辑关系图上，可以反应出某一逻辑关系的结果是什么，这一结果又导出哪些动作。这个逻辑关系可以是以各个控制活动顺序为基准，也可能是以整个活动的时间节拍为基准。逻辑关系图反映了控制过程中控制作用与被控对象的活动，也反应了输入与输出的关系。

### 2.3.5 绘制各种电路图

绘制各种电路的目的，是把系统的输入输出所设计的地址和名称联系起来。这是很关键的一步。在绘制 PLC 的输入电路时，不仅要考虑到信号的连接点是否与命名一致，还要考虑到输入端的电压和电流是否合适，也要考虑到在特殊条件下运行的可靠性与稳定条件等问题。特别要考虑到能否把高压引导到 PLC 的输入端，把高压引入 PLC 输入端，会对 PLC 造成比较大的伤害。在绘制 PLC 的输出

电路时,不仅要考虑到输出信号的连接点是否与命名一致,还要考虑到 PLC 输出模块的带负载能力和耐电压能力。此外,还要考虑到电源的输出功率和极性问题。在整个电路的绘制中,还要考虑设计的原则努力提高其稳定性和可靠性。虽然用 PLC 进行控制方便、灵活。但是在电路的设计上仍然需要谨慎、全面。因此,在绘制电路图时要考虑周全,何处该装按钮,何处该装开关,都要一丝不苟。

### 2.3.6 编制 PLC 程序并进行模拟调试

在绘制完电路图之后,就可以着手编制 PLC 程序了。当然可以用上述方法编程。在编程时,除了要注意程序要正确、可靠之外,还要考虑程序要简捷、省时、便于阅读、便于修改。编好一个程序块要进行模拟实验,这样便于查找问题,便于及时修改,最好不要整个程序完成后一起算总帐。

## 3.1 PLC 的选型

PLC 是控制系统的核心部件,正确的选择 PLC 对整个控制系统技术经济性指标起着重要的作用。选型的基本原则是:所选的 PLC 应能够满足控制系统的功能需要。选型的基本内容应包括以下几个方面:

### (1) PLC 结构的选择

在相同功能和相同 I/O 点数的情况下,整体式 PLC 比模块式 PLC 价格低。

### (2) PLC 输出方式的选择

不同的负载对 PLC 的输出方式有相应的要求。继电器输出型的 PLC 可以带直流负载和交流负载;晶体管型与双向晶闸管型输出模块分别用于直流负载和交流负载。

### (3) I/O 响应时间的选择

PLC 的响应时间包括输入滤波时间、输出电路的延迟和扫描周期引起的时间延迟。

### (4) 联网通信的选择

若 PLC 控制系统需要联入工厂自动化网络,则所选用的 PLC 需要有通信联网功能,既要求 PLC 应具有连接其它 PLC、上位计算机及 CRT 等接口的能力。

### (5) PLC 电源的选择

电源是 PLC 干扰引入的主要途径之一,因此应选择优质电源以助于提高 PLC 控制系统的可靠性。一般可选用畸变较小的稳压器或带有隔离变压器的电源,使用直流电源是要选用桥式全波整流电源。

### (6) I/O 点数及 I/O 接口设备的选择

PLC 程序存储器的容量通常以字或步为单位,用户程序存储器的容量可以作粗略的估算。一般情况下用户程序所需的存储器容量可按照如下经验公式计算:

程序容量 =  $K \times \text{总输入点数} / \text{总输出点数}$

对于简单的控制系统,  $K=6$ ; 若为普通系统,  $K=8$ ; 若为较复杂系统,  $K=10$ ;

若为复杂系统,则  $K=12$ 。在选择内存容量是同样应留有裕量,一般是运行程序的 25%。不应单纯追求大容量,在大多数情况下,满足 I/O 点数的 PLC,内存容量也能满足。

车床电气控制系统所需的 I/O 点总数在 256 以下,属于小型机的范围,控制系统只需要逻辑运算等简单功能。主要用来实现条件控制和顺序控制。为实现 C650 车床上述的电气控制要求,所以 PLC 可以选择西门子公司的 S7-200 系列。它的价格低,体积小,非常适用于单价自动化控制系统,该机床的输入信号是开关量信号,输出是负载三相交流电动机接触器等。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/278004000123007000>