



PLC编程及应用



第一章 PLC简介

- PLC应用的广泛性与重要性;
- 什么是PLC;
- PLC实现的两大类控制;
- PLC的由来和历史;
- 国外主要的PLC厂商(??作业自己查一下);
- PLC的主要特点;
- PLC的一些高级话题(...)



PLC应用的广泛性与重要性

■ PLC应用的广泛性

- 现代流程工业(化工,电力,冶金等)
- 离散制造业(汽车,大型装备制造,家电行业)
- 物流(货舱控制)
- ...
- 农业,气象,航天领域...

■ PLC的重要性

- 重要专业课
- 必须掌握的工作技能

PLC是什么—PLC在工厂(感性认识)

某钢铁公司的工业加热炉现场



PLC是什么—PLC在工厂(感性认识)



某钢铁公司的锅炉
现场和加热炉现场





PLC 是什么?

Programmable logic controller 可编程逻辑控制器

计算机控制系统


- 基于单片机开发的测控装置
- 基于PC总线的工业控制计算机
- 基于DSP等专用处理器设计的运动控制系统

■ 集散控制系统 DCS

■ 现场总线 FCS

? Question:

PLC- the new controller ?
For industry application



Yes !!

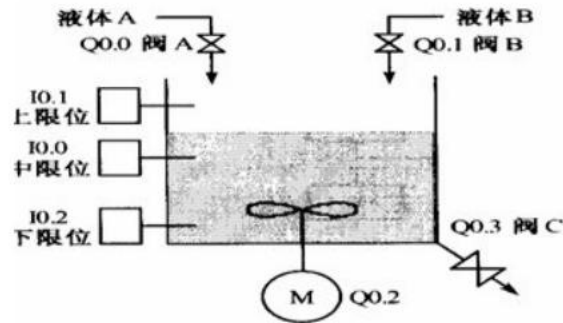


PLC是什么?-IEC的标准定义

- (1) 数字运算操作的电子系统,专为工业环境下应用设计的
- (2) 采用可编程程序存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算,顺序控制,定时、记数和算术运算操作的指令。
- (3) 通过数字式,模拟式的输入、输出控制各类型的机械或生产过程
- (4) 按易于使工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计.

PLC实现的两大类控制

■ 逻辑变量-顺序控制(下图所示)



■ 模拟量的调节(如PID)

- 如过程变量(如温度,流量,压力,液位)
- 广泛应用于冶金,化工,电力,食品...



PLC的由来和历史

关于PLC的疑惑

从我们对于实际的工厂自动化可以看出,PLC(programmable logic controller)是广泛用在自动化领域内的控制器.它不仅可以根据系统工艺要求实现工业过程的顺序控制,还可以实现温度,流量,压力,液位等模拟量的控制!

? **Question:** 为什么PLC即能控制模拟量又可控制逻辑变量,只强调可编程 **逻辑** 控制器

answer: PLC开始是从继电器逻辑控制而来的,主要是来实现顺序控制的,后来模拟量的控制是与DCS融合的结果,历史原因!

PLC的由来和历史

(1)继电器控制

它是用弱电信号控制强电的电力控制系统(如下图所示)

(2)问题

复杂; 故障查找和调试都是十分麻烦 ;通用性和灵活性差 ;项目改造工期长
费用高。

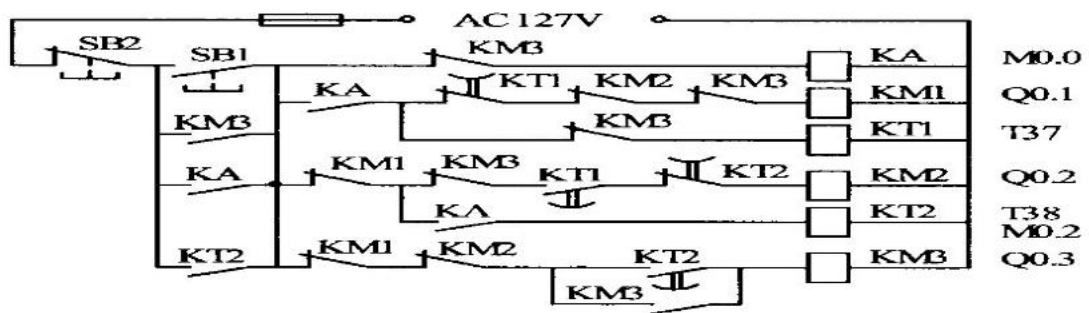


图 4-8 继电器电路图



PLC的主要特点

- 编程方法简单易学
- 功能强,性能价格比高
- 硬件配套齐全,用户使用方便,适应性强
- 可靠性高,抗干扰能力强
- 系统的设计,安装,调试工作量少
- 维修工作最小,维护方便
- 体积小,能耗低



可编程控制器发展趋势

- 高性能,高速度,大容量
- 微型化
- 分布式I/O和智能I/O
 - 分布式I/O灵活的连接现场设备
 - 解决远程控制与分散控制



可编程控制器发展趋势

- 可编程序控制器编程语言的标准化
- PLC的网络化
- 高速度、大容量
- 超大型、超小型两个方向发展
- 增强外部故障的检测与处理能力



PLC的一些高级话题

- PLC在整个现代的自动化工厂所处的地位,与工厂的综合自动化(后边展开).
- PLC,PC,工业PC,(甚至单片机,ARM,DSP,CPLD)有什么区别与联系?如果不仅仅考虑应用那么我们是否可以开发出PLC-国内浙大中控,安控等开发出PLC产品(??思考题).
- 基于PC的软PLC的研究方向与产品(siemense WinAC, 研华ADAM-5501/P30等)(作业查资料)
- 在PLC控制系统中所包含的
3C(computer,control,communication).

工厂综合自动化-简化

MIS, ERP, 资产管理



标准接口

SIMATIC PCS 7 工程师站



工业以太网

SIMATIC PDM:
- PROFIBUS-PA
- PROFIBUS-DP
- HART

控制器
S7-400



PROFIBUS-DP 现场总线

PROFIBUS DP

SIPOS 3, 5
SIPART DR
SIMOVERT
SIMOCODE

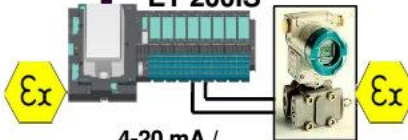
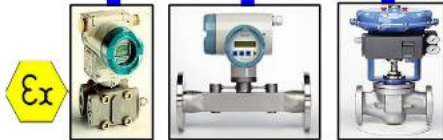
DP/PA-
Link



4-20 mA /
HART
I/O module

PROFIBUS-PA 现场设备

SITRANS P SITRANS P SIPART PS



4-20 mA /
HART





第2章

PLC的硬件结构与工作原理

2.1 PLC的硬件结构

1. 物理结构

■ 整体式PLC

CPU模块，I/O模块和电源模块
在一个箱形机壳内。

■ 模块式PLC

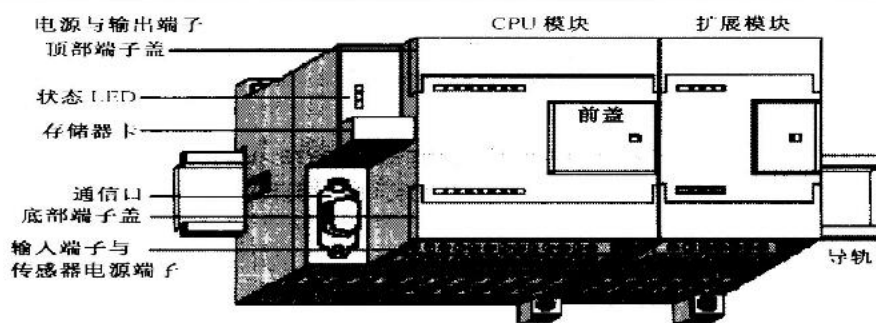


图 2-2 S7-200 PLC

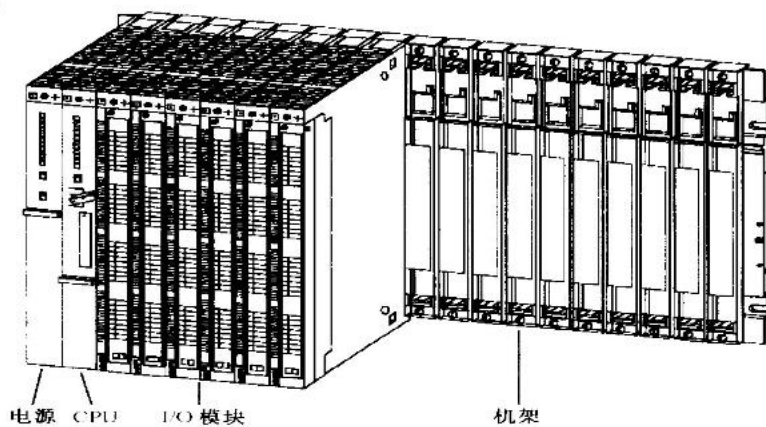
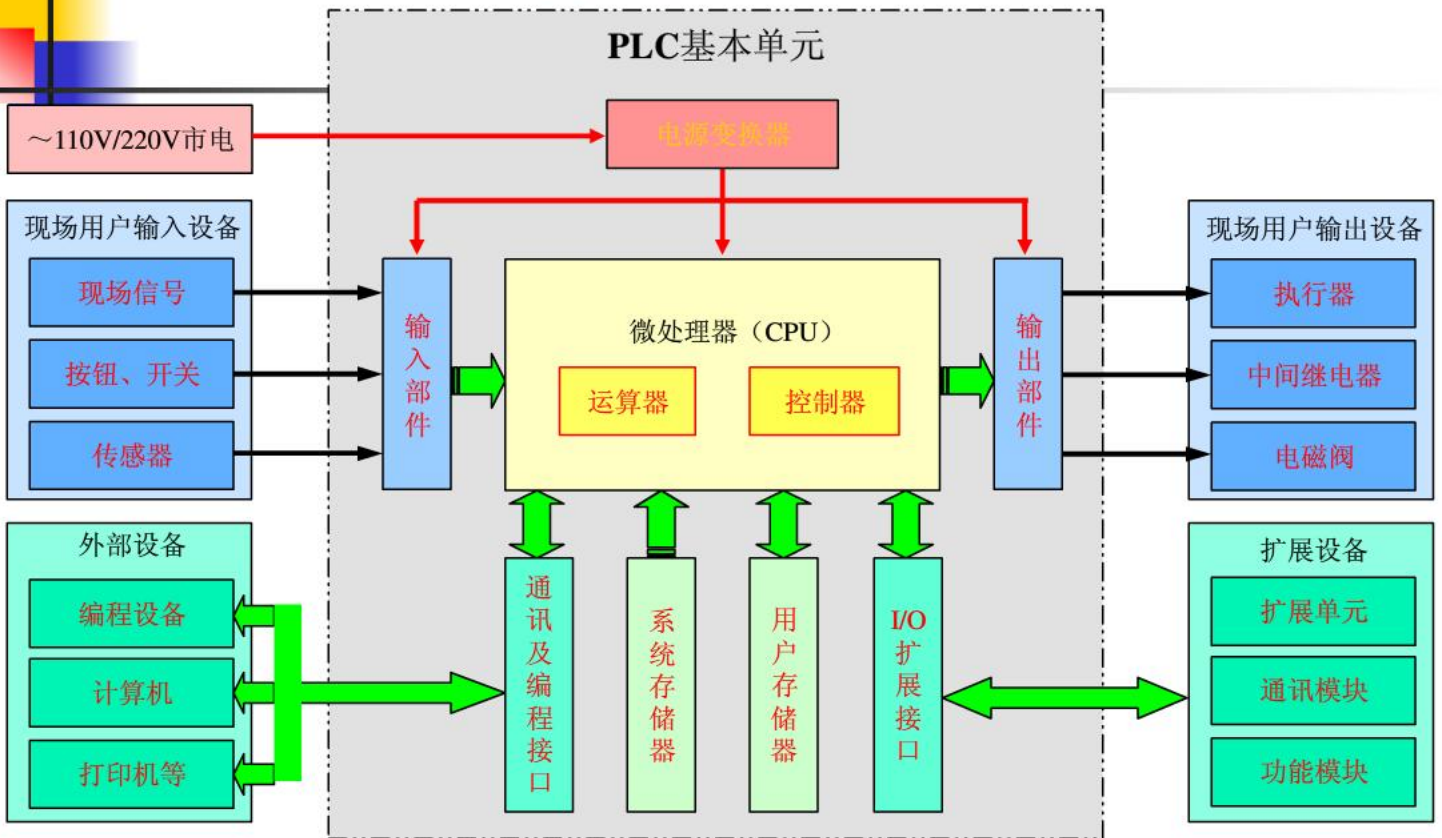


图 2-3 S7-400 模块式 PLC

二、PLC硬件系统组成



PLC系统结构示意图



2.CPU模块存储器

存储器系统包括：系统程序存储器和用户程序存储器。
系统程序是PLC的操作系统，存在ROM中。
用户程序是由用户编写的系统程序。

- 随机存储器（**RAM**）
读/写；掉电丢失；工作速度快；
- 只读存储器（**ROM**）
读/不能写，掉电保存
- 可以电擦除可编程的只读存储器（**EEPROM**）
读/写；非易失性；随机存取



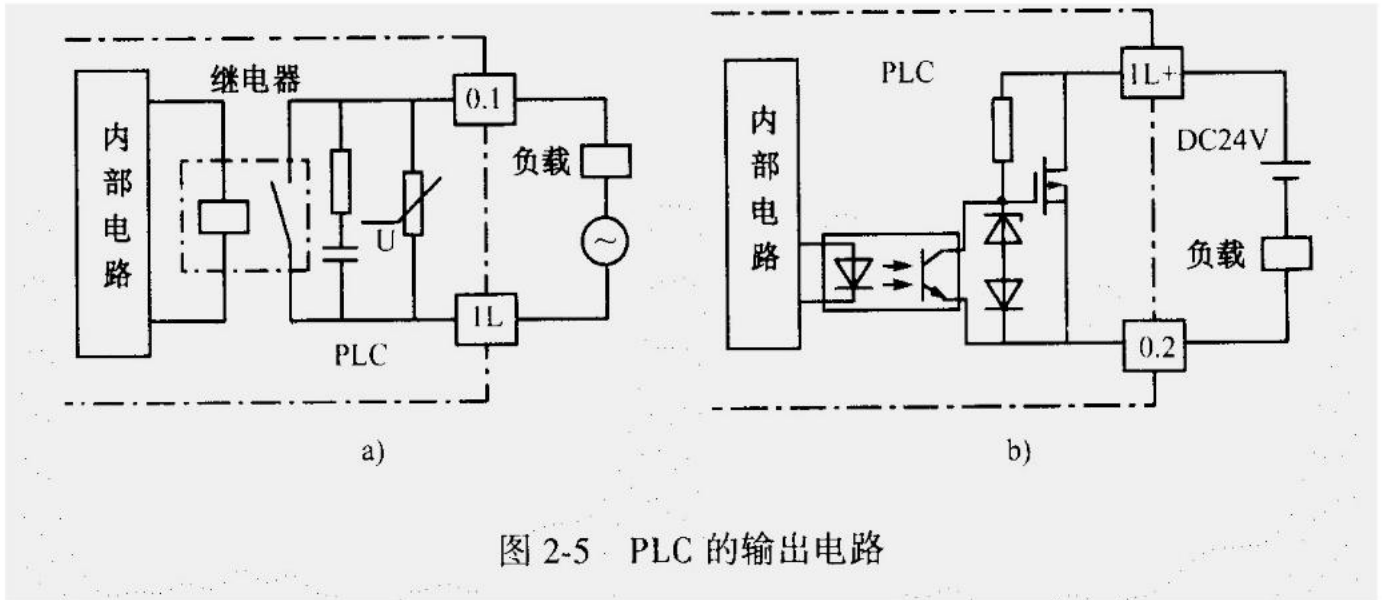
3. I/O模块

■输入模块（见图2-3）

- (1) 1M是同一组的输入点的内部电路公共点；
- (2) 内部有RC滤波电路；
- (3) 原理；
- (4) 包括直流输入和交流输出；

3. I/O模块

■ 输出模块 (见图2-4, 2-5)





输出模块

- 数字量输出电路的功率元件包括：小型继电器和场效应管
- 原理
- 特点
 - (1).**继电器输出模块电压范围广，承受过载能力强，速度慢
 - (2).**场效应管用于直流负载，可靠性高，反应速度快，寿命长，过载能力差。

2.2 PLC的工作原理

- 用触点和线圈实现逻辑运算

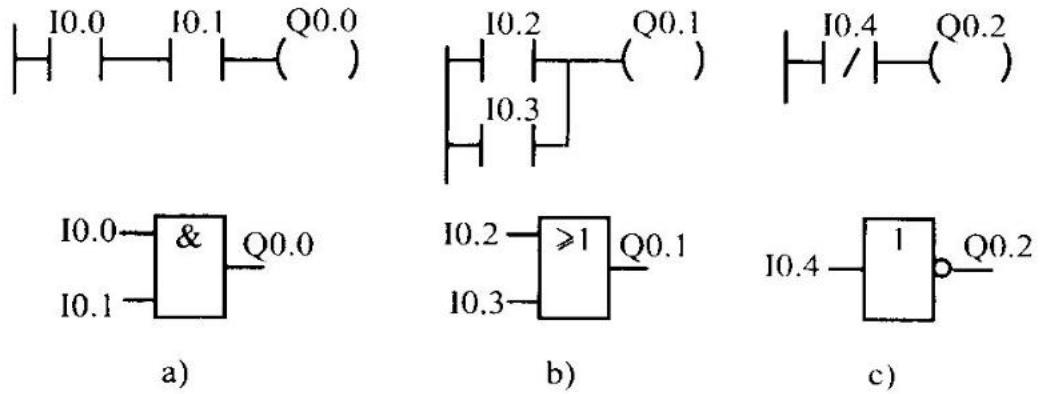


图 2-7 基本逻辑运算

a)与 b)或 c)非

1.用触点线圈实现逻辑运算

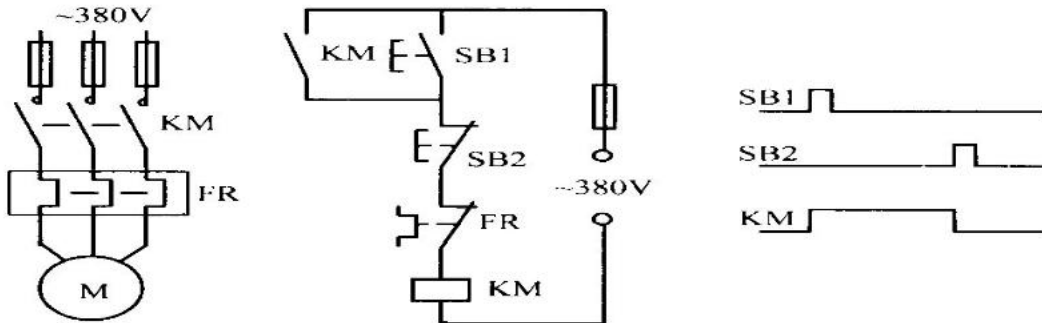


图 2-8 异步电动机控制电路

$$KM = (SB1 + KM) \bullet \overline{SB2} \bullet \overline{FR}$$

PLC的梯形图程序

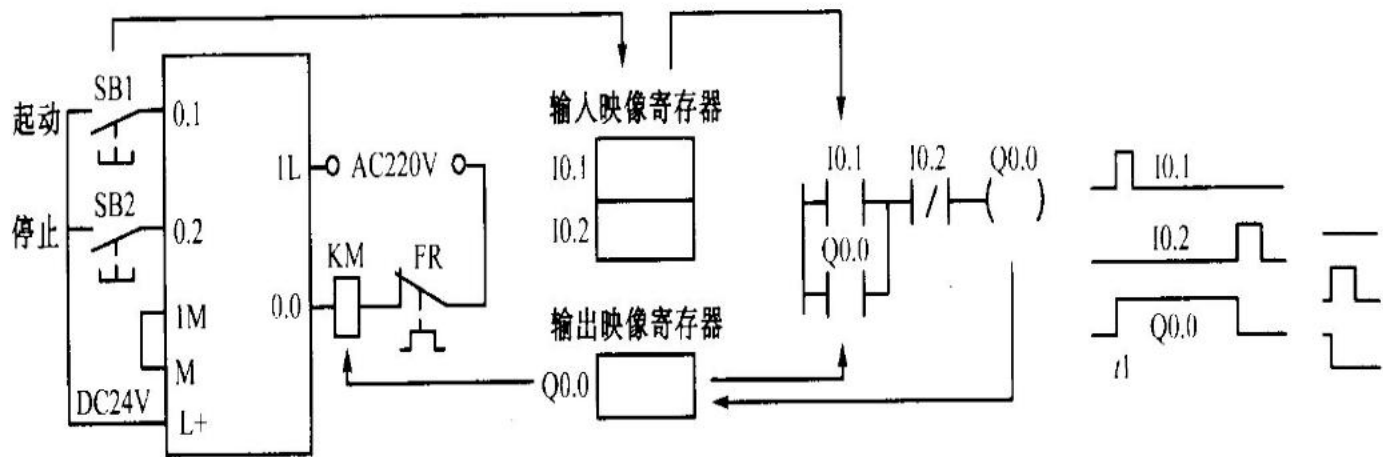


图 2-10 PLC 外部接线图与梯形图

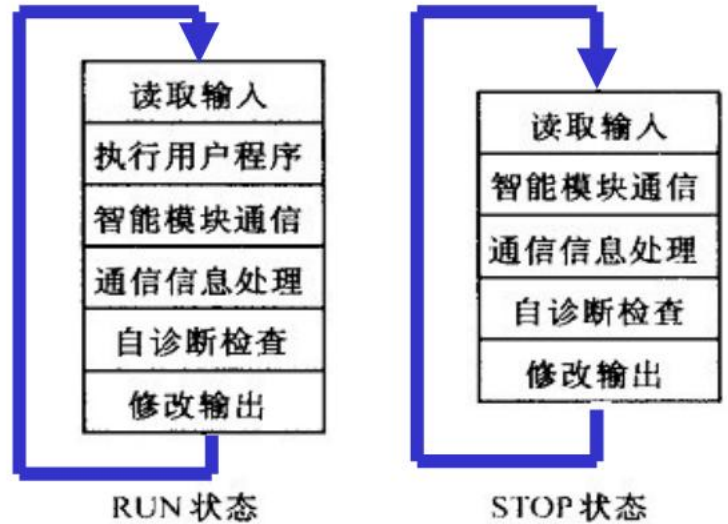


PLC的工作模式

- PLC的工作模式；
 - RUN**模式：执行用户程序；
 - STOP**模式：创建和编辑用户程序，设置**PLC**的硬件功能，并将用户程序和硬件设置信息下载到**PLC**
- 改变工作模式的方法；
 - 用模式开关改变工作方式；
 - 用**STEP7-Micro/WIN32**软件改变工作方式；
- 在程序中改变工作模式；

PLC工作原理

- 读取输入
- 执行用户程序
- 通信处理
- CPU自诊断测试
- 改写输出
- 中断程序的处理
- 立即I/O的处理



扫描过程



PLC工作原理

- 扫描工作方式
- 读取输入

(1)过程映像区

(2)读取过程：读取数字量输入的状态 (**ON/OFF**)

外部输入电路闭合：过程映像为**1**，梯形图常开触点接通，常闭触点断开；

外部输入电路断开：过程映像为**0**，梯形图常开触点断开，常闭触点接通；



PLC工作原理

- 执行用户程序

- (1) 读**I/O**映像寄存器以及其他位元件；
- (2) 执行指令，进行逻辑运算（从左到右,从上到下）；
- (3) 运算结果写入映像寄存器；

- 注意

- (1) 在程序执行过程中，输入变化不影响结果；
- (2) **I/O**映像寄存器优点；



PLC工作原理

- 通讯处理

处理从通信接口或智能模块接收到信息，读通信数据
放缓充区；

- **CPU**自诊断测试

- (1) 自动定期检查**CPU**模块操作和扩展模块操作；
- (2) 复位监控程序（看门狗程序）

- 改写输出

将输出过程映像寄存器的**0/1**状态传送到输出模块
并锁存起来



PLC工作原理

- 中断程序的处理

中断发生，**CPU**停止正常扫描工作模式，立即执行中断功能；

- 立即**I/O**的处理

直接存取**I/O**点；

(1) 立即读**I/O**指令读输入点值时，输入过程映像寄存器值不被更新；

(2) 立即写输出点，输出映像更新；



2.3 S7-200系列CPU

- S7-200新产品介绍；
- CPU模块；
- 数字量扩展模块；
- 模拟量扩展模块与热电偶，热电阻扩展模块；
- STEP7-Micro/WIN编程软件与显示面板

2.4 PLC的安装

- 模块的安装与拆卸
- 本机I/O与扩展I/O的地址分配
- S7-200的外部接线与电源的选择；

CPU224		模块 0	模块 1	模块 2	模块 3	模块 4			
		4 输入 4 输出	8 输入	4AI 1AO	8 输出	4AI 1AO			
10.0	Q0.0	12.0	Q2.0	13.0	AIW0	AQW0	Q3.0	AIW8	AQW2
10.1	Q0.1	12.1	Q2.1	13.1	AIW2		Q3.1	AIW10	
⋮	⋮	12.2	Q2.2	⋮	AIW4		⋮	AIW12	
11.5	Q1.1	12.3	Q2.3	13.7	AIW6		Q3.7	AIW14	

图 2-12 CPU224 的 I/O 地址分配举例

交流电源于直流电源的外部接线

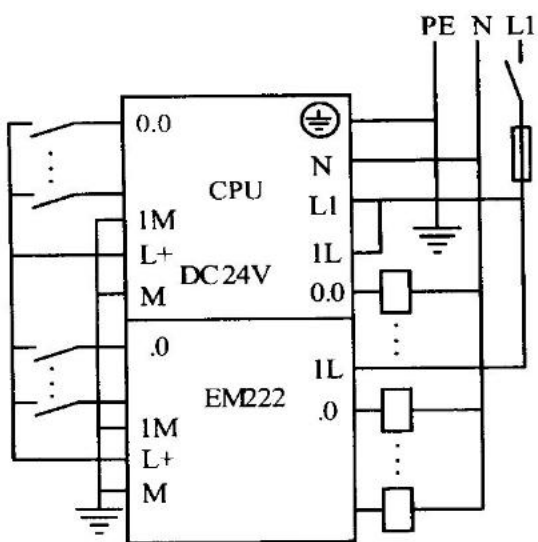


图 2-13 交流电源系统的外部接线

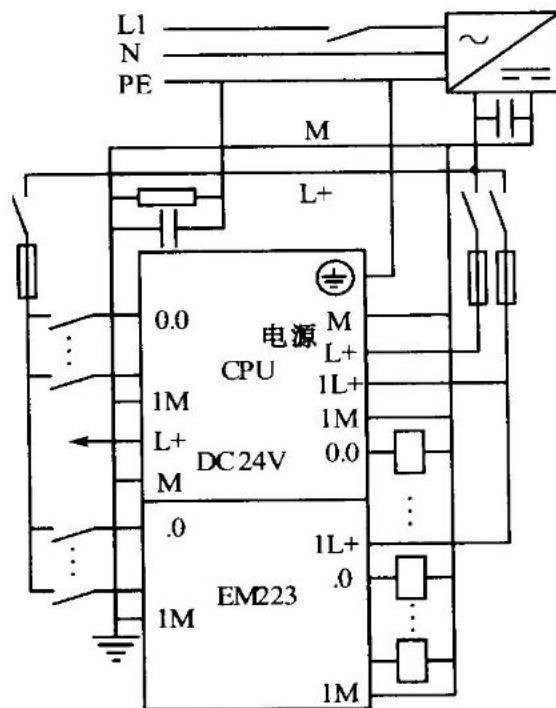


图 2-14 直流电源系统的外部接线

第3章

PLC的程序设计基础





主要讲解内容

- PLC的编程语言与程序结构;
- 存储器的数据类型与寻址方式;
- PLC编程的基本指令系统;
 - 位逻辑指令;
 - 定时器指令,计数器指令;
 - 传送指令,移位指令等;

3.1 PLC的编程语言与程序结构

- PLC编程语言的国际标准IEC61131-3
 - 顺序功能图 (SFC)：分析，设计的基本方法；
 - 梯形图 (LAD)：本门课程的主要方法；
 - 功能块图(FBD)
 - 指令表(STL)
 - 结构化文本(ST)

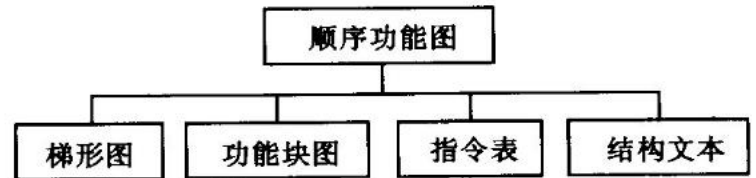


图 3-1 PLC 的编程语言

顺序功能图SFC与梯形图LAD

1. 顺序功能图 (SFC)

顺序功能图是分析，设计数字量控制的基本方法步，转化，动作是顺序功能图的三种元件。

2. 梯形图(LAD)

梯形图是使用最多的PLC编程语言。触点，线圈和方框图表示；

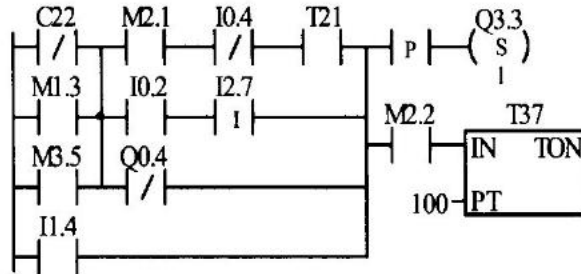


图 3-23 题 2 的图

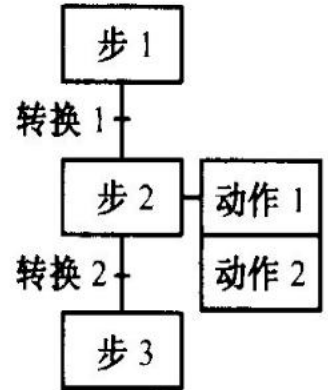


图 3-2 顺序功能图

语句表 (STL)

S7系列PLC将指令表称为语句表。

- (1) 使用与汇编语言相似的助记符的表达式
- (2) 语句表可以和梯形图相互转化

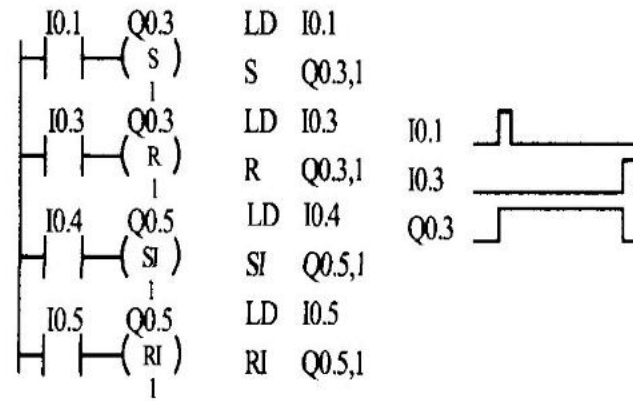


图 3-14 置位与复位



PLC的程序结构

■ PLC的程序结构

S7-200CPU的控制程序由主程序，子程序和中断程序组成；

- **主程序：(OB1)**每个项目只有一个主程序，在主程序中可以调用子程序和中断程序；
- **子程序：**可选的指令的集合，仅在被其他程序调用时执行。
- **中断程序：**中断程序不是被主程序调用，他们在中断事件发生时由操作系统调用；

3.2 存储器数据类型与寻址方式

■ 数据在存储器中存取方式

1. 位，字节，双字

2. 数据的存取方式

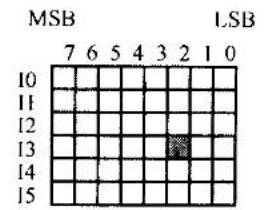


图 3-5 位数据的存放

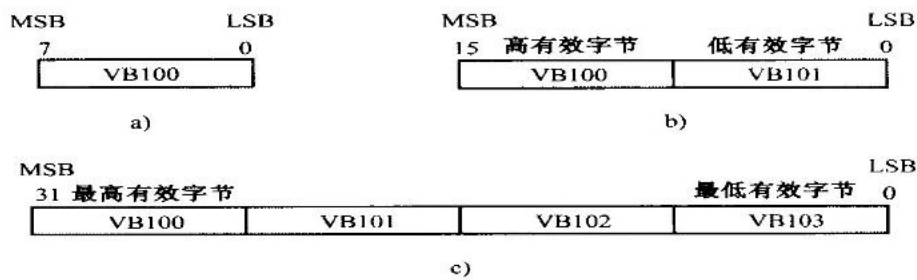


图 3-6 字、字节和双字对同一地址存取操作的比较

a) VB100 b) VW100 c) VD100



存储器数据类型与寻址方式

- CPU的存储区
 - 输入，输出过程映像（I/Q）
 - 变量存储器,位存储区（V/M）
 - 定时器，计数器，高速计数器（T/C/HC）
 - 累加器(AC),特殊寄存器(SM),顺序控制继电器(S)
 - 局部存储器(L)
 - 模拟量输入，模拟量输出（AI,AQ）



常数与字符串的表达格式

■ 常数的表示方法与范围

表 3-2 常数举例

常 数	举 例
十进制常数	20 047
十六进制常数	16 # 4E4F
ASCII 码常数	'Text'
实数或浮点数格式	+ 1.175 463E - 20(正数) - 1.175 463E - 20(负数)
二进制格式	2 # 1011 _ 0101



存储器的寻址方式

- 直接寻址（只讲此种寻址方式）

可以按照字节(B)，字(W)，双字(DW)方式存取
V,I,Q,M,S,SM存储器；

举例：VB100,VW100(VB100,VB101),
VD100(VB100,VB101,VB103,VB104)




输出指令与其他指令

- 输出
- 立即输出
- 置位，复位
- 立即置位，立即复位
- 其他指令（取反**NOT**,跳变，空操作）

S7-200常见梯形图指令

	常开触点		输出
	常闭触点		立即输出
	立即常开		置位
	取反		立即置位
	正跳变		复位
	负跳变		立即复位
	立即常闭		



立即置位与立即复位 ——(**SI**) ——(**RI**)

执行**SI**或**RI**指令时，从指定位地址开始的**N**个连续的物理输出点将被立即置位或复位，**N=1—128**

该指令只能用于输出量**Q**，新值被同时写入对应的物理输出点和输出过程映像区

立即触点：



立即触点指令只能用于输入量**I**，执行立即触点指令时，立即读入物理输入点的值，根据该点的值决定触点的接通/断开。

立即出点指令并不更新物理输入点对应的输入过程映像区的值

定时器与计数器指令

■ 定时器指令

(1) 接通延时定时器

接通延时定时器（TON）的使能输入端（**IN**）的输入电路接通时开始定时。当前值大于等于预置的设定值时，定时器位变为**ON**，梯形图中对应的定时器的常开触点闭合，常闭触点断开。达到设定值后，当前值仍然计数，直到最大值32767

输入电路断开后，定时器自动复位，当前值清零，定时器变为OFF。

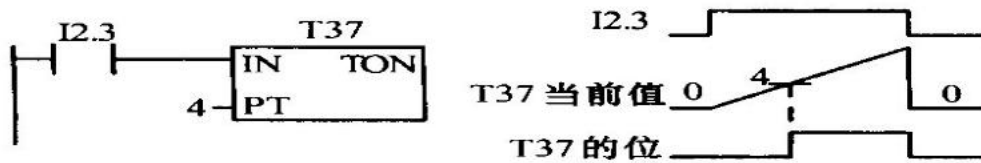


图 3-16 通电延时定时器

定时器与计数器指令

(2) 断开延时定时器指令

断开延时定时器(TOF),用来在IN输入电路断开后延时一段时间后,再使定时器变为OFF

接在定时器**IN**输入端的输入电路接通时,定时器位变为**ON**,当前值被清零。输入电路断开后,开始定时,当前值从0开始增大。当前值等于设定值,输出位变为**OFF**,当前值保持不变,直到输入电路接通。

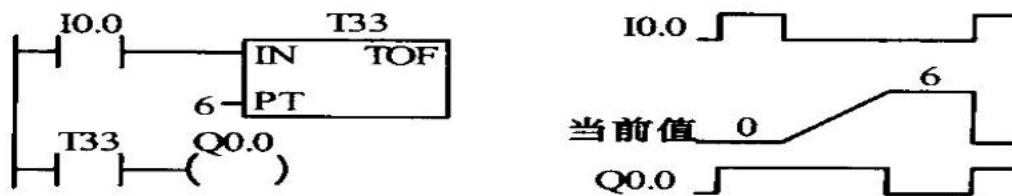


图 3-17 断电延时定时器

定时器与计数器指令

(3) 保持型接通延时定时器

保持型接通延时定时器的输入电路接通时，开始定时。当前值大于等于设定值时，定时器位变为ON，达到设定值后，当前值仍然继续计数直到达到32767

注意：只能用复位（R）指令来复位，使它当前值变为0，同时使定时器位为OFF

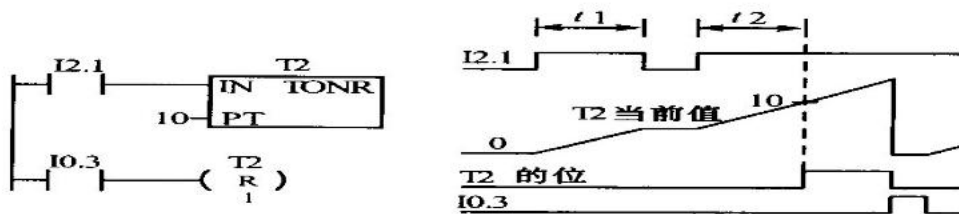


图 3-18 保持型通电延时定时器

定时器与计数器指令

■ 计数器指令

(1)加计数器(CTU)

当复位输入(R)电路断开,加计数器脉冲输入(CU)电路由断开变化为接通(即CU信号的上升沿),计数器的当前值加1,直至计数最大值32767。

当前值大于等于设定值(PV)时,计数器为被置1。当复位输入(R)为ON或执行复位指令时,计数器被复位,计数器位变为OFF,当前值被清零。



图 3-20 加计数器

定时器与计数器指令

■ 计数器指令

(2)减计数器(CTD)

在减计数脉冲的上升沿（从OFF到ON),从设定值开始，计数的当前值减1，减至0时，停止计数，计数器位被置1。装载输入（LD）为ON时计数器位被复位，并把设定值装入当前值。

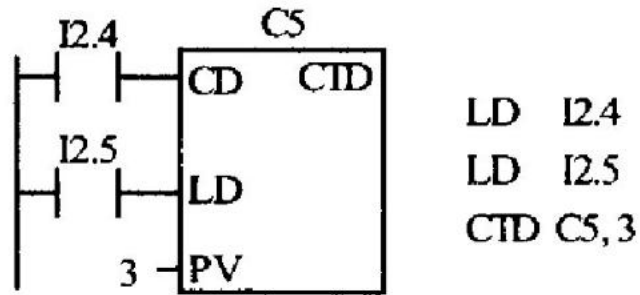


图 3-21 减计数器

定时器与计数器指令

■ 计数器指令

(2) 加减计数器(CTD)

在加计数脉冲（CU）的上升沿，计数器的当前值加1，在减计数脉冲输入（CD）的上升沿，计数器的当前值减1，当前值大于等于设定值时，计数器位被置位。当复位输入为ON时，或对计数器执行复位指令时，计数器被复位。

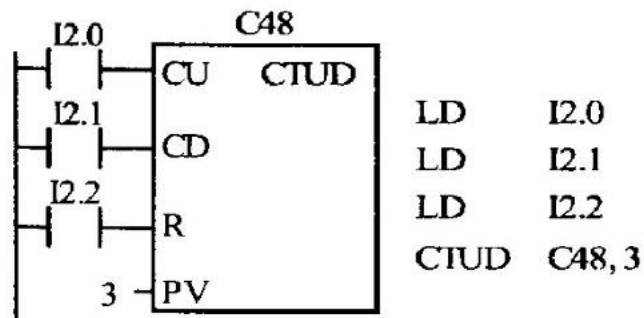


图 3-22 加减计数器



表 3-9 定时器与计数器指令

通电延时定时器	TON	T _{xxx} , PT
断电延时定时器	TOF	T _{xxx} , PT
保持型通电延时定时器	TONR	T _{xxx} , PT
加计数器	CTU	C _{xxx} , PV
减计数器	CTD	C _{xxx} , PV
加减计数器	CTUD	C _{xxx} , PV



数据传送指令

表 6-13 传送指令

指 令		描 述
MOVB	IN, OUT	传送字节
MOVW	IN, OUT	传送字
MOVD	N, OUT	传送双字
MOVR	IN, OUT	传送实数
BMB	IN, OUT, N	传送字节块
BMW	IN, OUT, N	传送字块
BMD	IN, OUT, N	传送双字块
SWAP	IN	字节交换
BIR	IN, OUT	字节立即读
BIW	IN, OUT	字节立即写

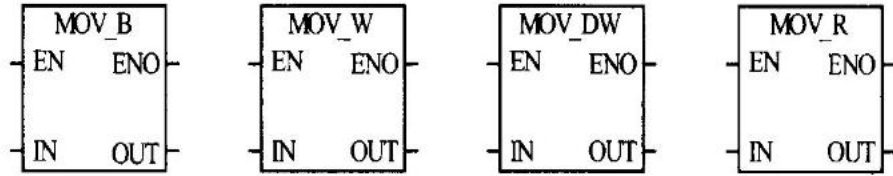


图 6-9 传送指令

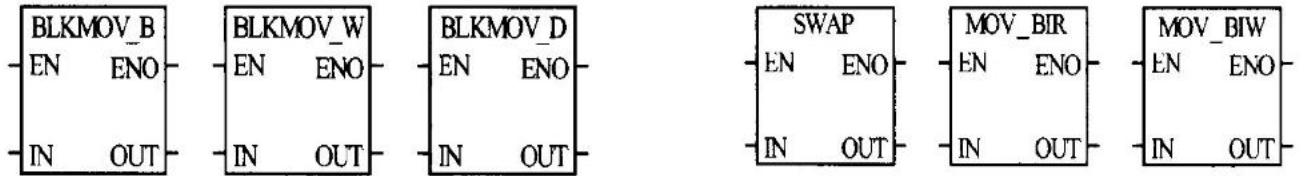


图 6-10 块传送指令

图 6-11 字节交换与立即读写指令



1. 字节,字和实数的传送

这些指令将输入的数据(1N)传送到输出(OUT), 传送过程中不改变数的大小.

2. 字节,字,双字的块传送指令

块传送指令将从输入地址(1N)开始的N个数据传送到输出地址(OUT)开始的N个单元, $N=1—255$, N为字节变量

3. 字节交换指令

字节交换SWAP(SwAp Bytes)指令交换输入字(1N)的高字节与低字节。



4. 字节立即读写指令

- 字节立即读MOV_BIR(Move Byte Immediate Read)指令读取IN输入端给出的1个字节的物理输入点(1B)，并将结果写入OUT。
- 字节立即写MOV_BIW(Move Byte Immediate Write)指令将输入(1N)给出的1字节数值写入OUT端给出的物理输出点(QB)。两条指令的IN和OUT都是字节变量。



移位与循环指令

表 6-14 移位与循环移位指令

指 令		描 述
SRB	OUT, N	字节右移位
SLB	OUT, N	字节左移位
SRW	OUT, N	字右移位
SLW	OUT, N	字左移位
SRD	OUT, N	双字右移位
SLD	OUT, N	双字左移位
RRB	OUT, N	字节循环右移
RLB	OUT, N	字节循环左移
RRW	OUT, N	字循环右移
RLW	OUT, N	字循环左移
RRD	OUT, N	双字循环右移
RLD	OUT, N	双字循环左移
SHRB	DATA, S_BIT, N	移位寄存器



移位指令与循环指令

- 移位指令将输入**IN**中的数据各位向右或向左移动**N**位后送给输出**OUT**,移位指令对移出位自动补 ‘0’
- 循环移位是环形的,即被移出来的位将返回到另一端空出的位置。

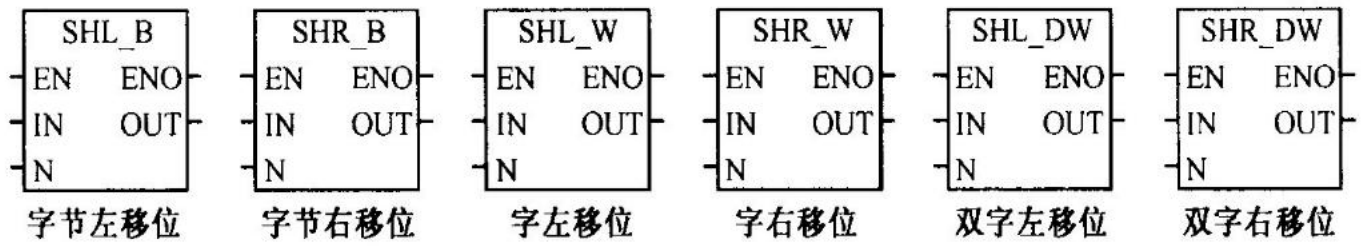


图 6-12 移位指令

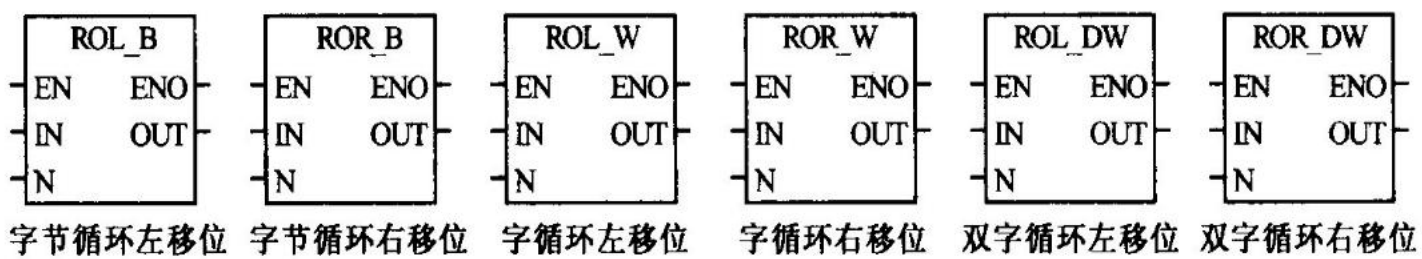


图 6-13 循环移位指令

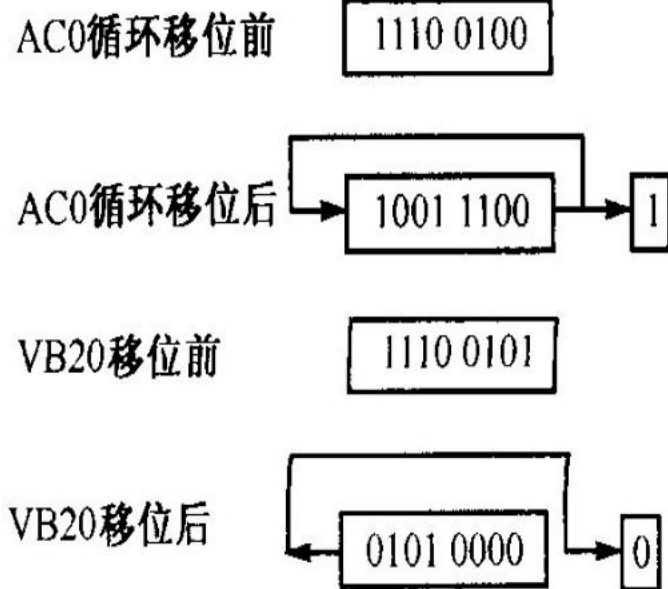
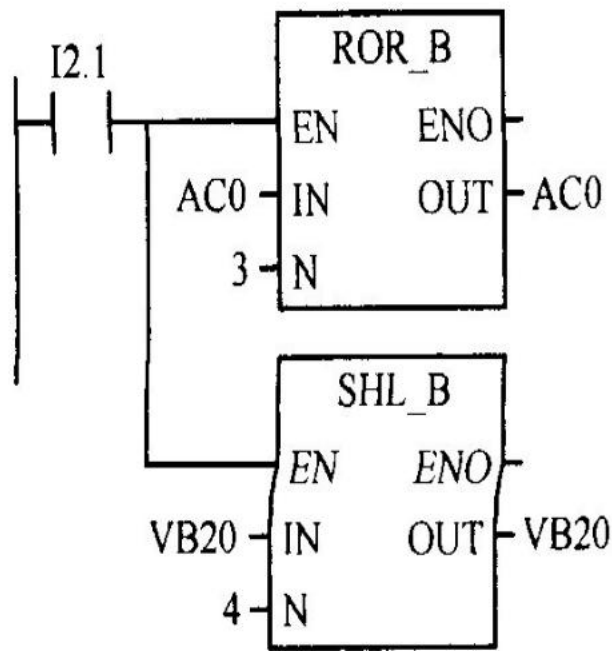


图 6-14 移位与循环移位指令



第4章 梯形图程序设计方法

4.1.1 梯形图的基本电路

1. 起动保持和停止电路

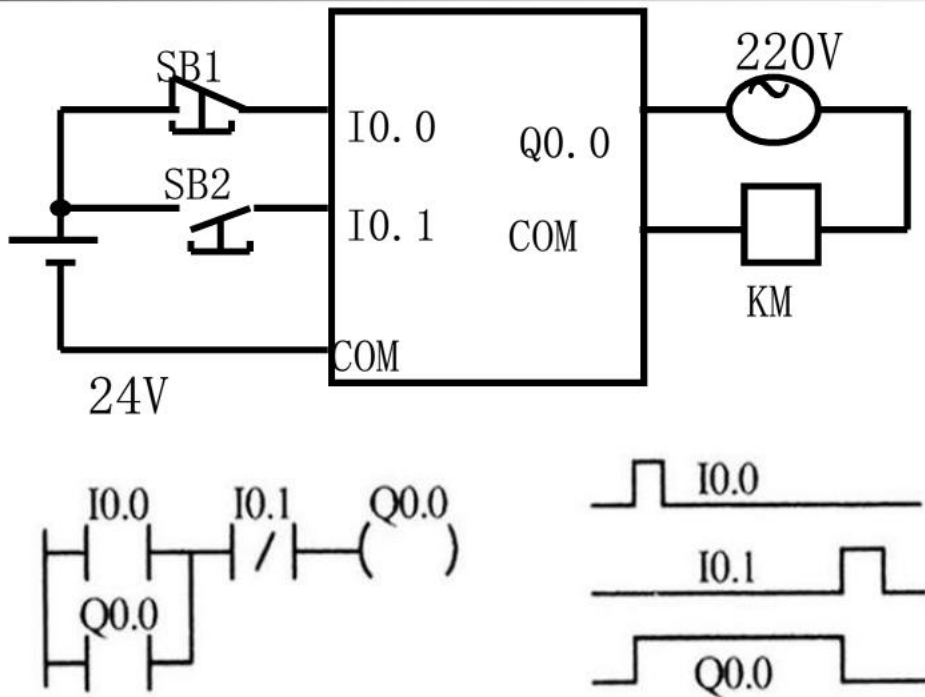
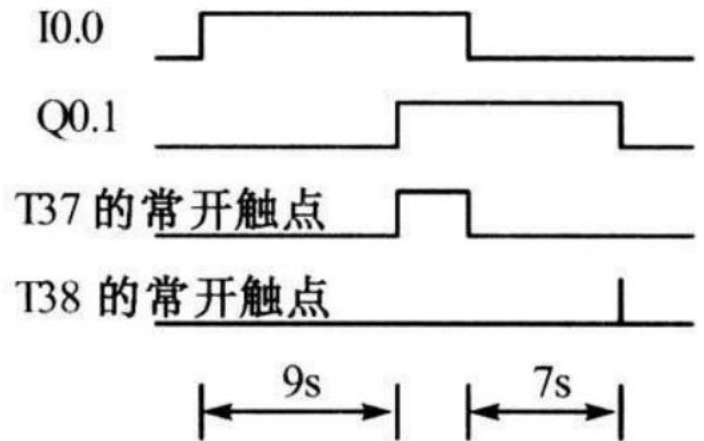
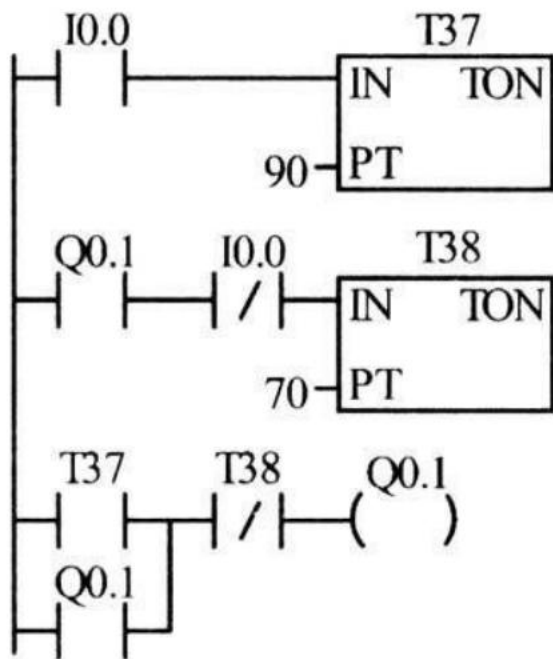


图 4-1 起保停电路

2. 延时接通 / 短开电路



3. 闪烁电路

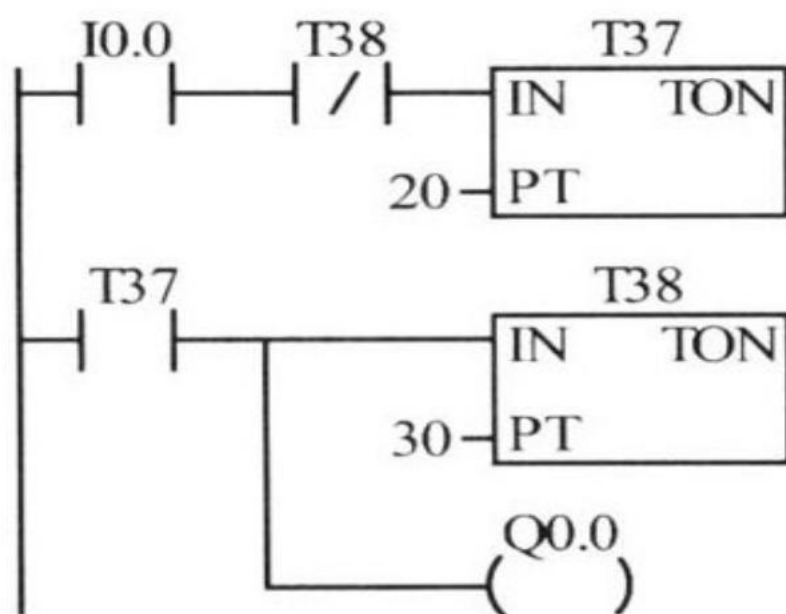
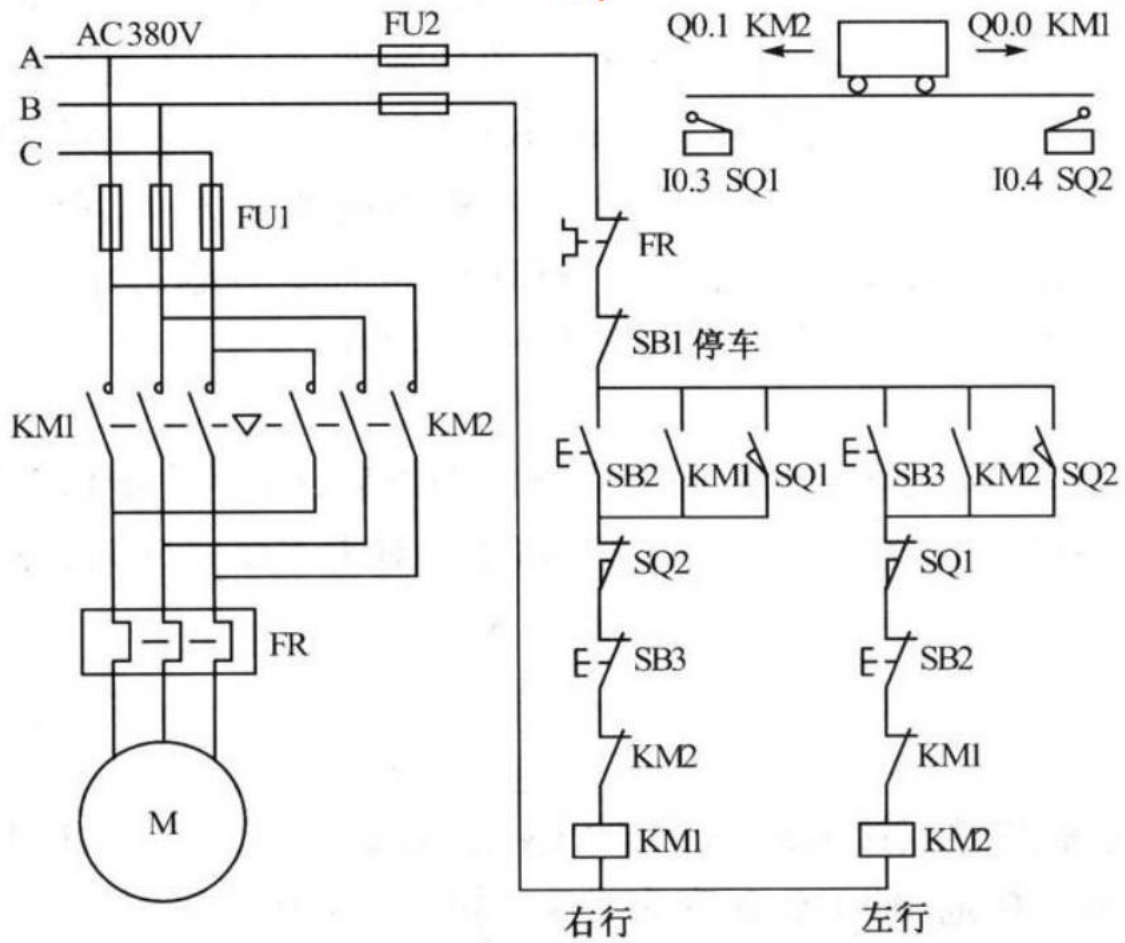


图 4-4 闪烁电路

4.1.2. 小车自动往返运动的梯形图设计



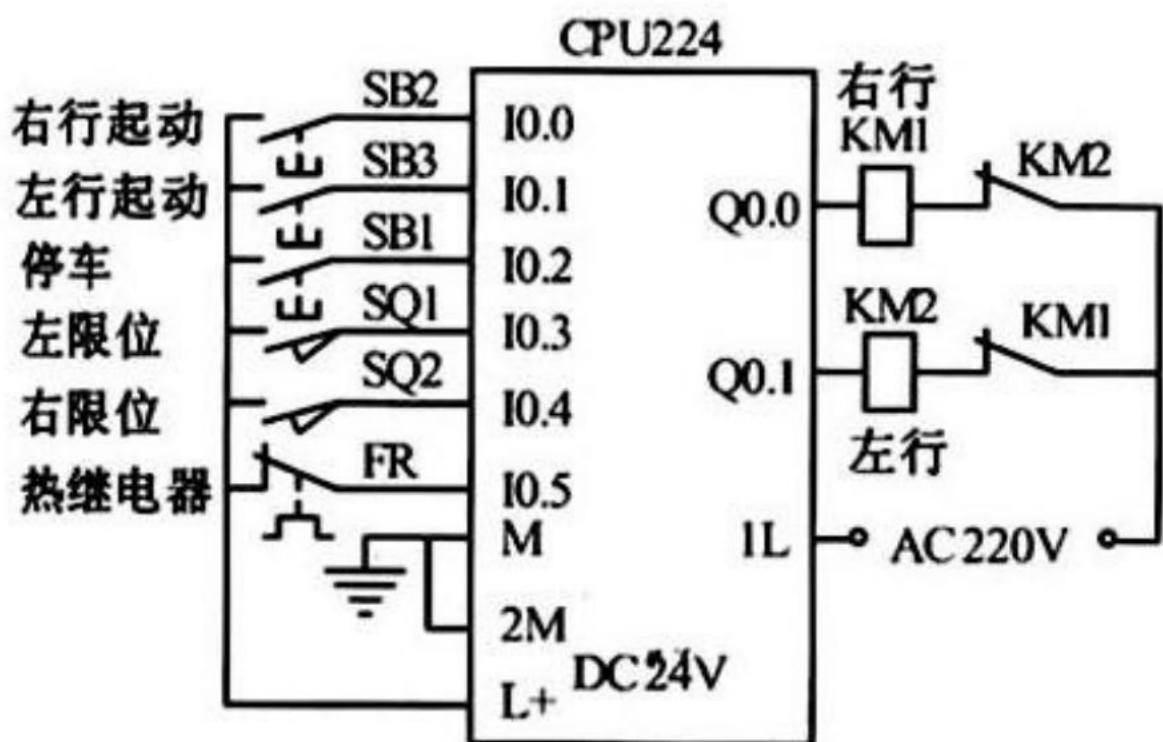


图 4-6 可编程序控制器的外部接线图



图 4-7 梯形图



4.2根据继电器电路图设计梯形图的方法

4.2.1 概述

用**PLC**的外部硬件接线和梯形图软件来实现继电器控制系统的功能。

特点：不需要改动控制面板，操作人员不用改变长期形成的操作习惯。

4.2.2 基本方法

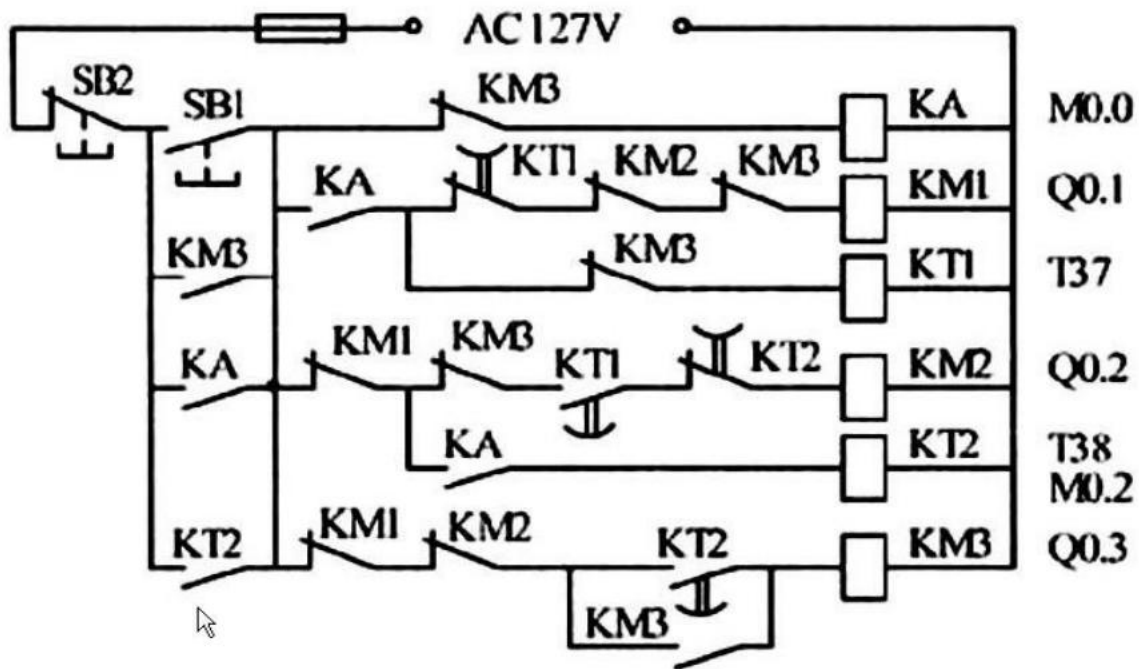
1) 了解和熟悉被控设备的工艺过程和机械的动作情况，根据继电器电路图分析和掌握控制系统的工作原理。

2) 确定可编程序控制器的输入信号和输出负载，对应的梯形图中的输入位和输出位的地址，画出可编程序控制器的外部接线图。

3) 确定与继电器电路图的中间继电器、时间继电器对应的梯形图中的存储器位(**M**)和定时器(**T**)的地址。

4) 根据上述对应关系画出梯形图。

例：是某三速异步电动机启动和自动加速的继电器控制电路图，图4-8、图4-9、图4-10。



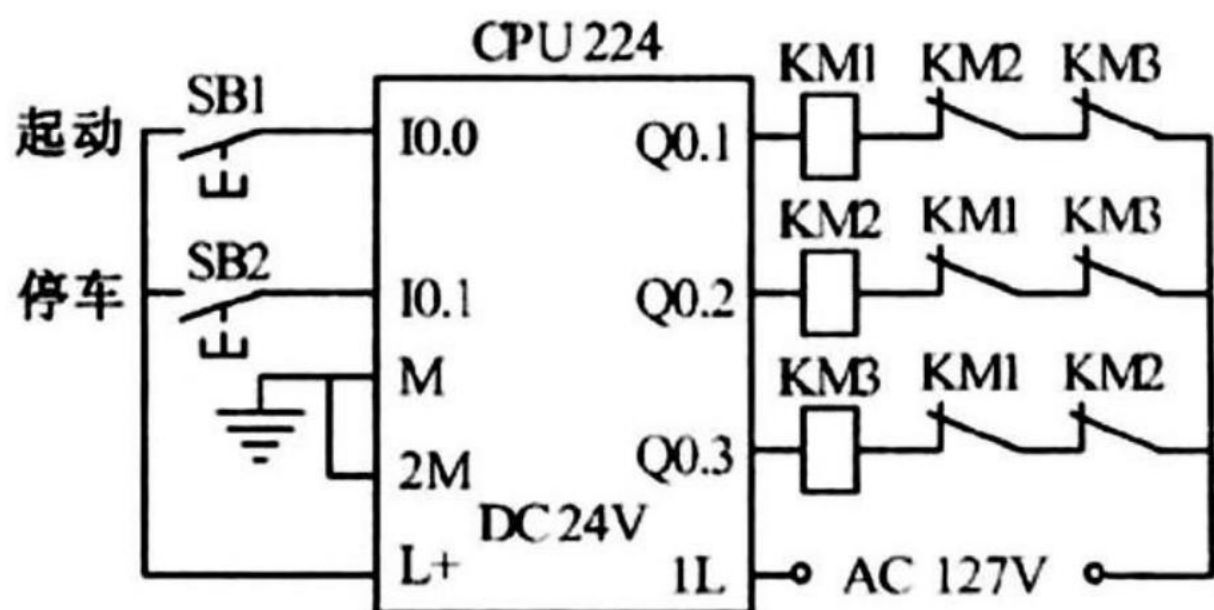



图 4-9 可编程序控制器的外部接线图

4.2.3 注意事项


遵守梯形图语言中的语法规则。

- 设置中间单元。
- **1)** 尽量减少可编程序控制器的输入信号和输出信号。
- **2)** 外部联锁电路的设立。
- **3)** 在串联电路中单个触点应放在右边，在并联电路中单个触点应放在下向。
- **4)** 外部负载的额定电压。



4.2.3. 继电器控制系统到PLC控制的转换处理

继电器控制系统转换为PLC控制时，要注意的转换方法，以确保转换后系统的功能不变。



(1) 对各种继电器、电磁阀等的处理

在继电器控制系统中，大量使用各种控制电器，例如交、直流继电器、电磁阀、中间继电器等。交、直流继电器、电磁阀的线圈是执行元件，要为它们分配相应的PLC输出继电器号。中间继电器可以用PLC内部的辅助继电器来代替。



(2) 对常开、常闭按钮的处理

在继电器控制系统中，一般启动使用常开按钮，停止用常闭按钮。用PLC控制时，启动和停止一般都用常开按钮。尽管使用那种按钮都可以，但画出的PLC梯形图却不同。



(3) 对热继电器的处理


若PLC的输入点较富裕，热继电器的常闭触点可占用PLC的输入点；若输入点较紧张，热继电器的信号可不输入PLC中，而直接接在PLC外部的控制电路中。



4.3 顺序控制设计法与顺序功能图

4.3.1 顺序控制设计法

1. 用经验设计法设计梯形图时，没有一套同定的方法和步骤可以遵循，具有很大的试探性和随意性，对于不同的控制系统，没有一种通用的容易掌握的设计方法。梯形图往往很难阅读，系统的维修和改进困难。



2. 定义： 所谓顺序控制，就是按照生产工艺预先规定的顺序，在各个输入信号的作用**F**，根据内部状态和时间的顺序，在生产过程中各个执行机构自动地有秩序地进行操作。



3. 顺序控制设计法的基本思想:

将系统的一个工作周期划分为若干个顺序相连的阶段，这些阶段称为步(**step**)，并用编程元件(**M**和**S**)来代表各步。

a. 步的划分:根据输出量的状态,在任何一步之内，各输出量的**ON / OFF**状态不变，但是相邻两步输出量的状态是不同的。

b. 转换条件:使系统由当前步进入下一步的信号。



4. 3. 2顺序功能图

1. 顺序功能图的由来

功用：描述控制系统的控制过程、功能和特性的一种图形，也是设计可编程序控制器的顺序控制程序的有力工具。

组成：步、有向连线、转换、转换条件、动作

2.步

1) 表示方法：用矩形方框，方框中可以用数字，编程元件的地址作为步的编号。图4-12是某组合机床动力头的进给运动示意图和输入输出信号时序图。

2) 初始步：与系统的初始状态相对应的步称为初始步，初始步用双线方框表示。

3) 与步对应的动作或命令。

4) 活动步：系统正处于某一步所在的阶段时，该步处于活动状态。



3. 有向连线与转换条件

1) 有向连线：从上到下或从左至右箭头不标，反之标出。

2) 转换：用有向连线上与有向连线垂直的短划线来表示，将相邻两步隔开。

3) 转换条件：转换条件是转换相关的逻辑命题，转换条件可以用文字语言、布尔代数表达式或图形符号标注在表示转换的短线的旁边。



4. 基本结构

- 1)** 单序列
- 2)** 选择序列
- 3)** 并列序列



5. 转换实现的基本规则

- **1) 转换实现的条件**
 - **(1)**该转换所有的前级步都是活动步。
 - **(2)**相应的转换条件得到满足。
- **2) 转换实现应完成的操作**
 - **(1)**使所有由有向连线与相应转换符号相连的后续步都变为活动步。
 - **(2)**使所有由有向连线与相应转换符号相连的前级步都变为不活动步。




6. 注意事项

(1)两个步绝对不能直接相连必须用一个转换将它们隔开。

(2)两个转换也不能直接相连必须用一个步将它们隔开。

(3)初始步一般对应于系统等待起动的初始状态，始步是必不可少。



(4)自动控制系统应能多次重复执行同一工艺过程，一般应有由步和有向连线组成的闭环，即在完成一次工艺过程的全部操作之后，应从最后一步返回初始步，系统停留在初始状态(单周期，图**4-12**)，在连续循环工作方式时，将从最后一步返回下一工作周期开始运行的第一步(图**4-17**)。

(5)只有当某一步的前级步是活动步时，该步才有可能变成活动步

第5章 顺序控制梯形图的设计方法

定义:根据顺序功能图设计梯形图的方法。

方法:使用起保停电路；以转换为中心；使用控制继电器。

5.1 使用起保停电路设计顺序控制梯形图的方法

1. 锅炉的鼓风机和引风机梯形图设计

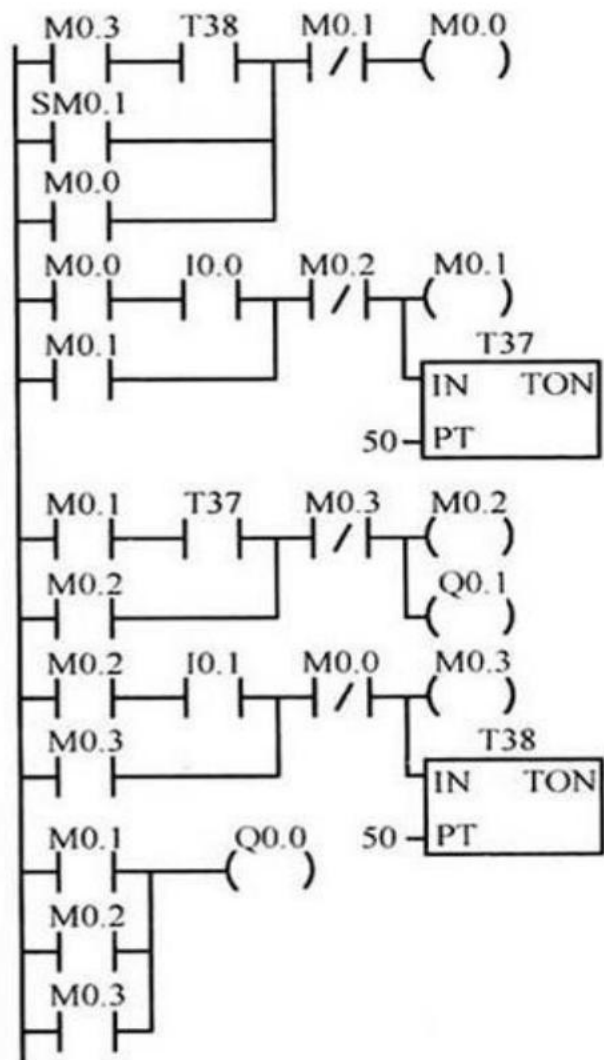
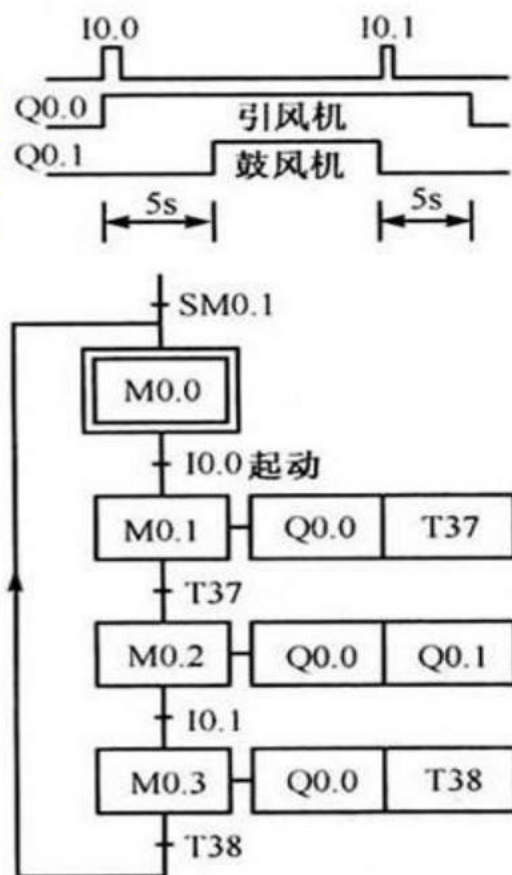


图 5-2 鼓风机和引风机的顺序功能图和梯形图



2. 输出电路的设计方法。：

■ **1)** 某一输出量仅在某一步中为**ON**，将它的线圈与对应步的存储器位（**M0.2**）的线圈并联。


■ **2)** 某一输出在几步中都为**ON**，将代表各有关步的存储器位的常开触点并联后，驱动该输出的线圈。（**M0.1**~**M0.3**的常开触点并联驱动**Q0.0**的线圈）



5.2以转换为中心的顺序控制梯形图 设计方法

1.梯形图与顺序功能图的对应关系

特点：这种设计方法特别有规律。在设计复杂的顺序功能图的梯形图时既容易掌握，又不容易出错。



注意：使用这种编程方法时，不能将输出位的线圈与置位指令和复位指令并联。



5.3使用**SCR**指令的顺序控制梯形图设计方法

5.3.1顺序控制继电器指令

顺序控制继电器**S**专门用于编制顺序控制程序。



装载顺序控制继电器 (**Load Sequence Control Relay**)指令**LSCR**

n: 表示一个**SCR**段即顺序功能图中的步的开始。

顺序控制继电器结束 (**sequence Control Relay End**)指令**SCRE**: 表示**SCR**段的结束。

顺序控制继电器转换 (**sequence Control Relay Transition**) 指令**SCRT n**:表示**SCR**段之间的转换, 即步的活动状态的转换。

- 
-
- 使用**SCR**时有如下的限制：不能在不同的程序中使用相同的**s**位；不能在**SCR**段中使用**JMP**及**LBL**指令，即不允许用跳转的方法跳入或跳出**SCR**段；不能在**SCR**段中使用**FOR**、**NEXT**和**END**指令。



- **5. 3. 2 编程方法**

- 某小车运动的梯形图设计。

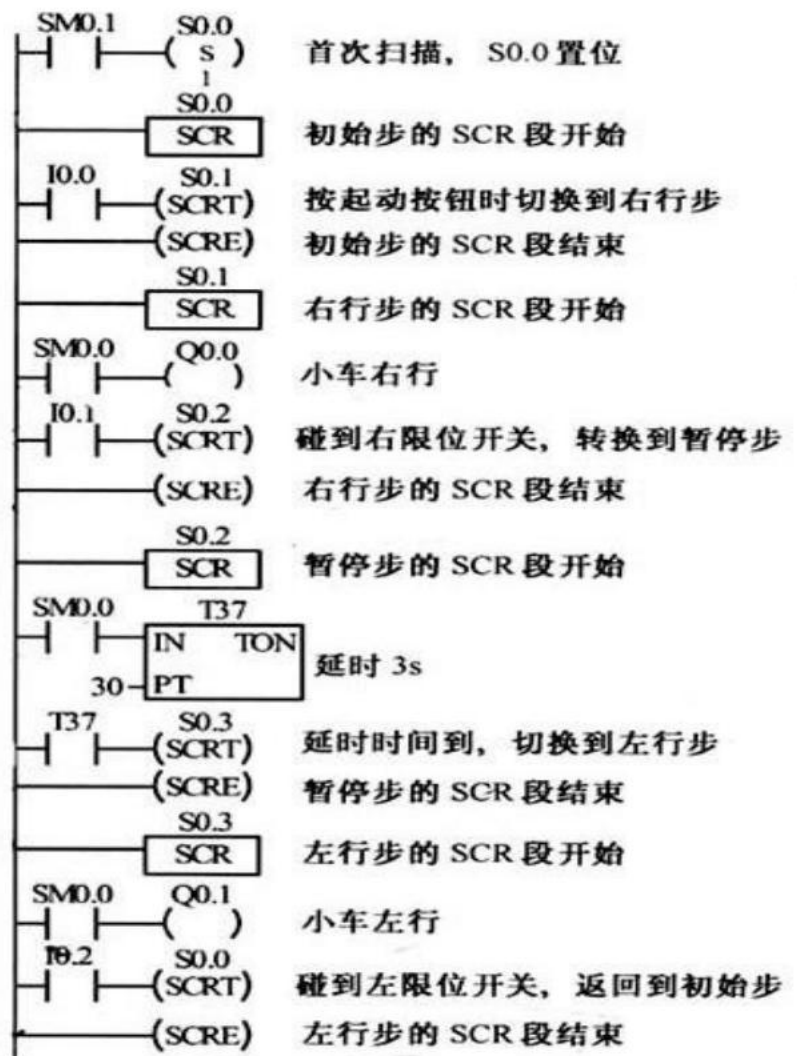
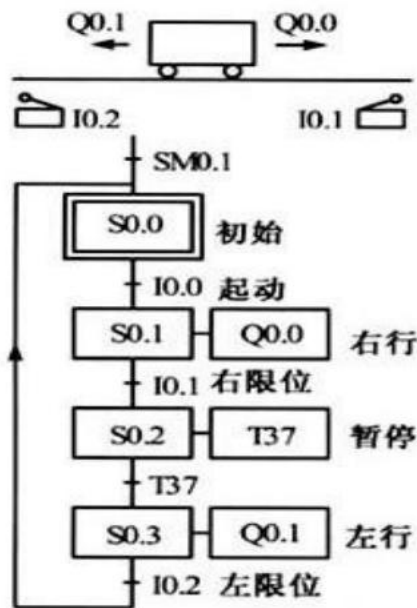



图 5-12 顺序功能图和梯形图



5.4 具有多种工作方式的系统的顺序控制梯形图设计方法

- 概述
- 多种工作方式：手动和自动(包括连续、单周期、单步、自动返回初始状态等)手动程序比较简单，一般用经验法设计，复杂的自动程序一般根据系统的顺序功能图用顺序控制法设计。

- 
- 梯形图总体结构：选择手动工作方式时手动开关**I2.0**为**1**状态，将跳过自动程序，执行公用程序和手动程序。选择自动工作方式时**I2.0**为**0**状态，将跳过手动程序，执行公用程序和自动程序。
 - 例：某机械手用来将工件从**A**点搬运到**B**点(图**5-16**)，控制面板（图**5-17**），外部接线图（图**5-18**）。

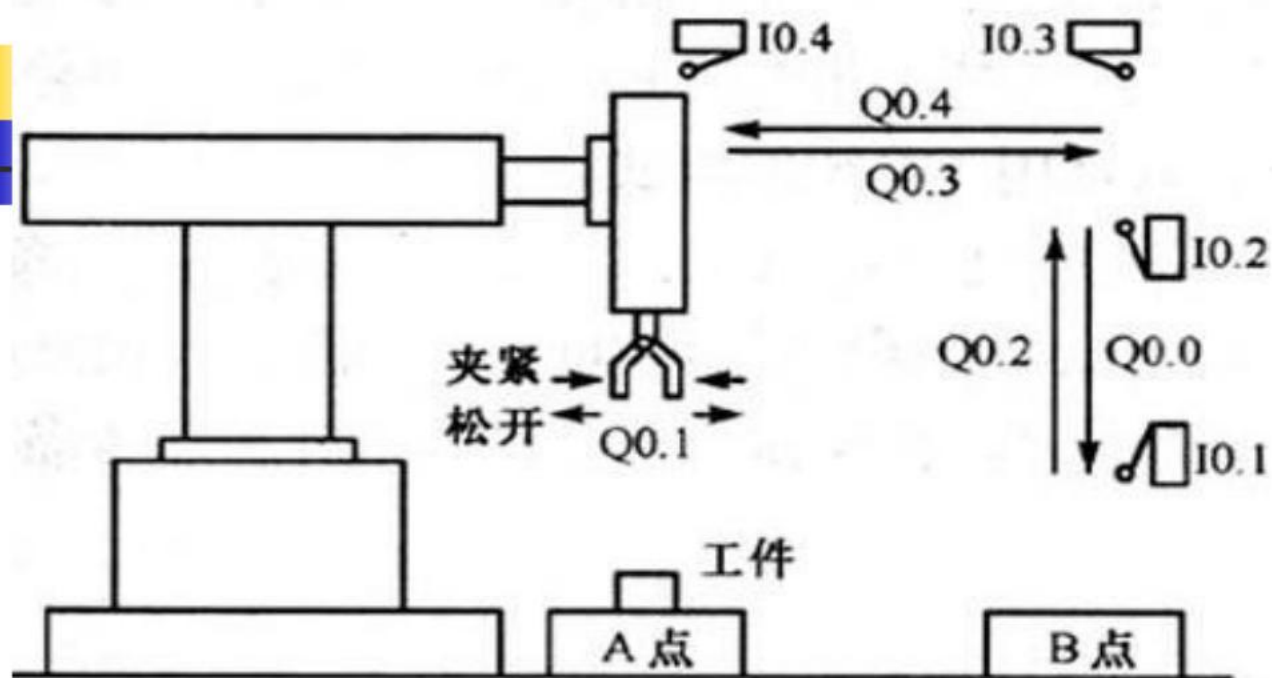


图 5-16 机械手示意图

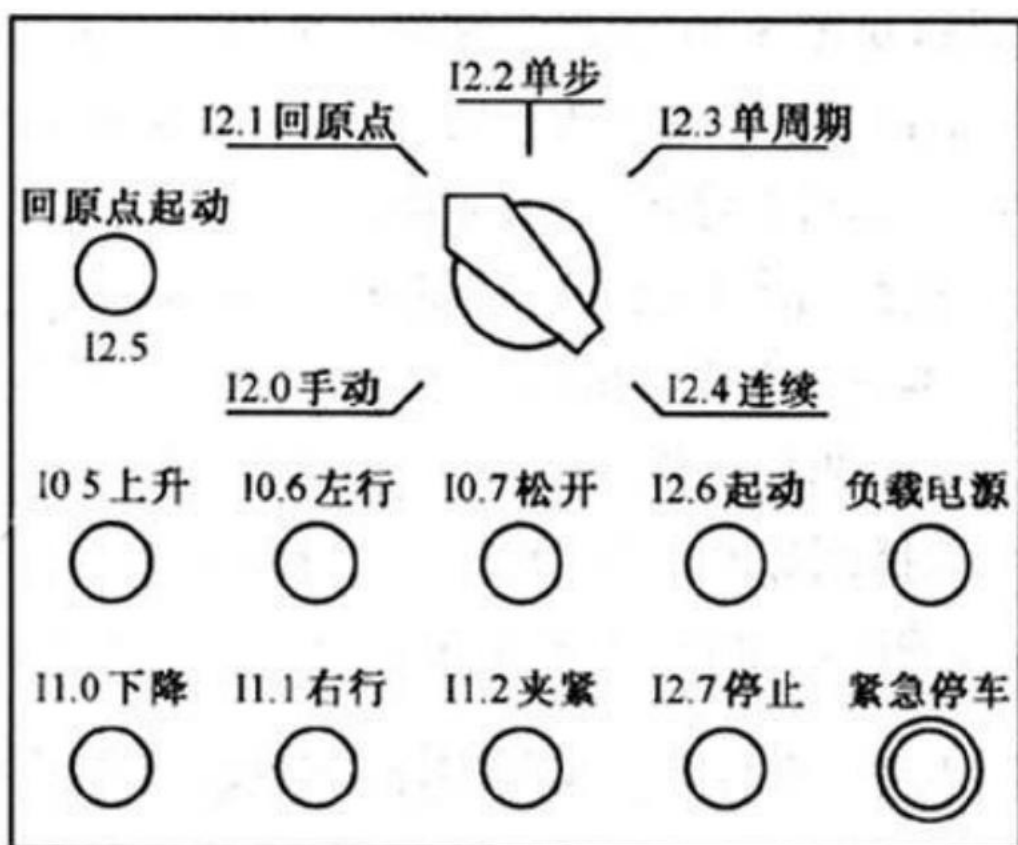
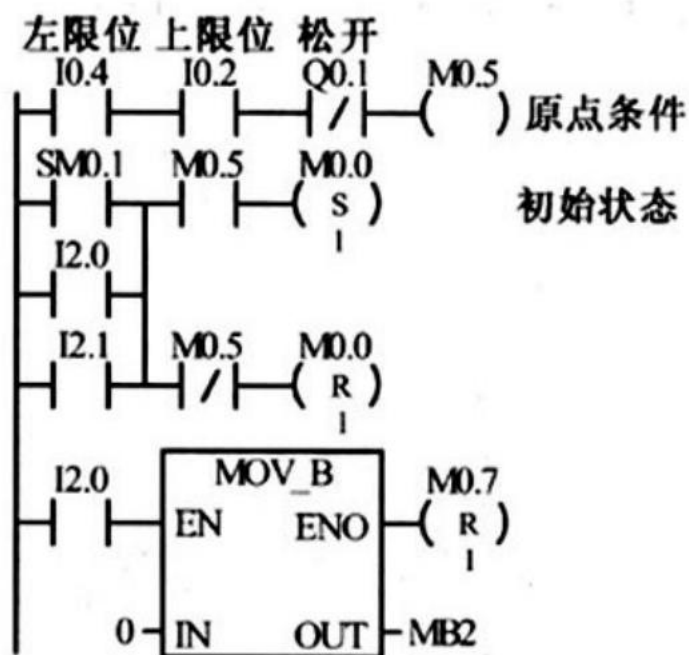


图 5-17 操作面板

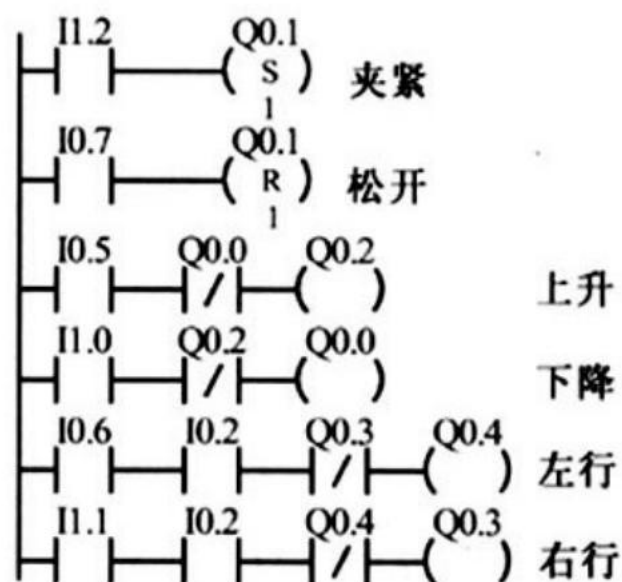


5.4.1 使用起保停电路的编程方法

- **1公用程序**
- 功用：(见图**5-19a**)自动程序和手动程序相互切换的处理。
- **2手动程序 (图5-19b)**
- **3.自动程序**
- 顺序功能图 (图**5-20**)
- 梯形图 (图**5-21**)
- **4.自动回原点程序**



a)



b)

图 5-19 公用程序与手动程序

a)公用程序 b)手动程序

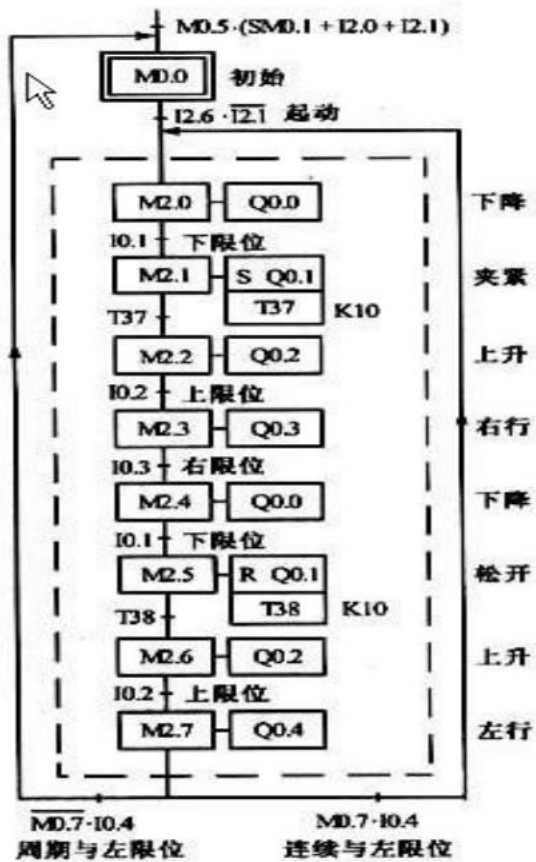


图 5-20 机械手自动控制顺序功能图

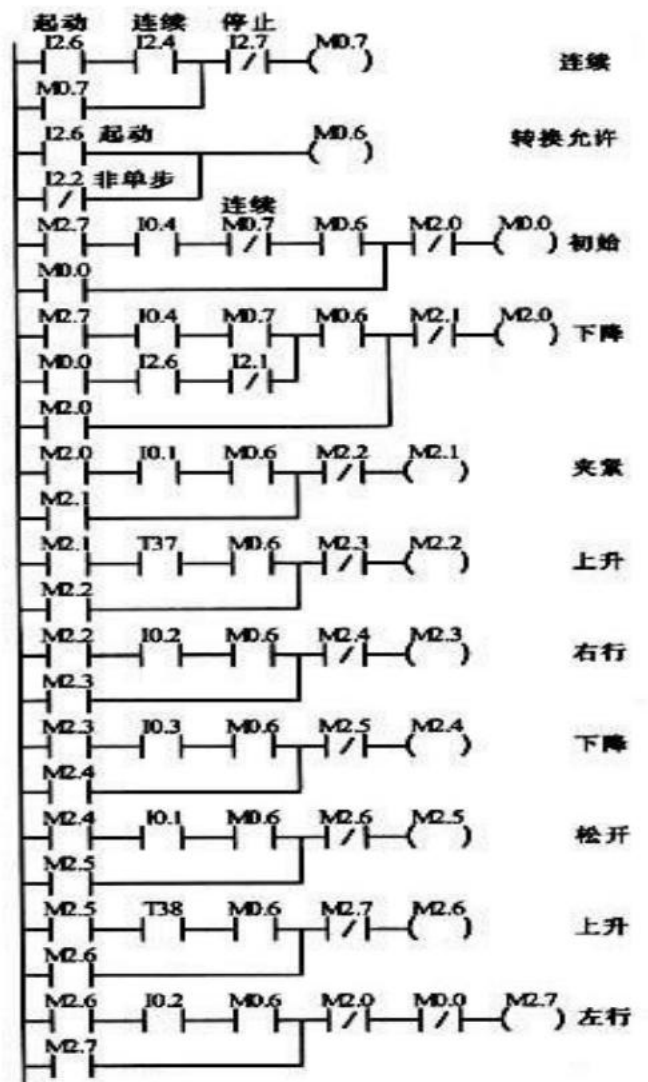
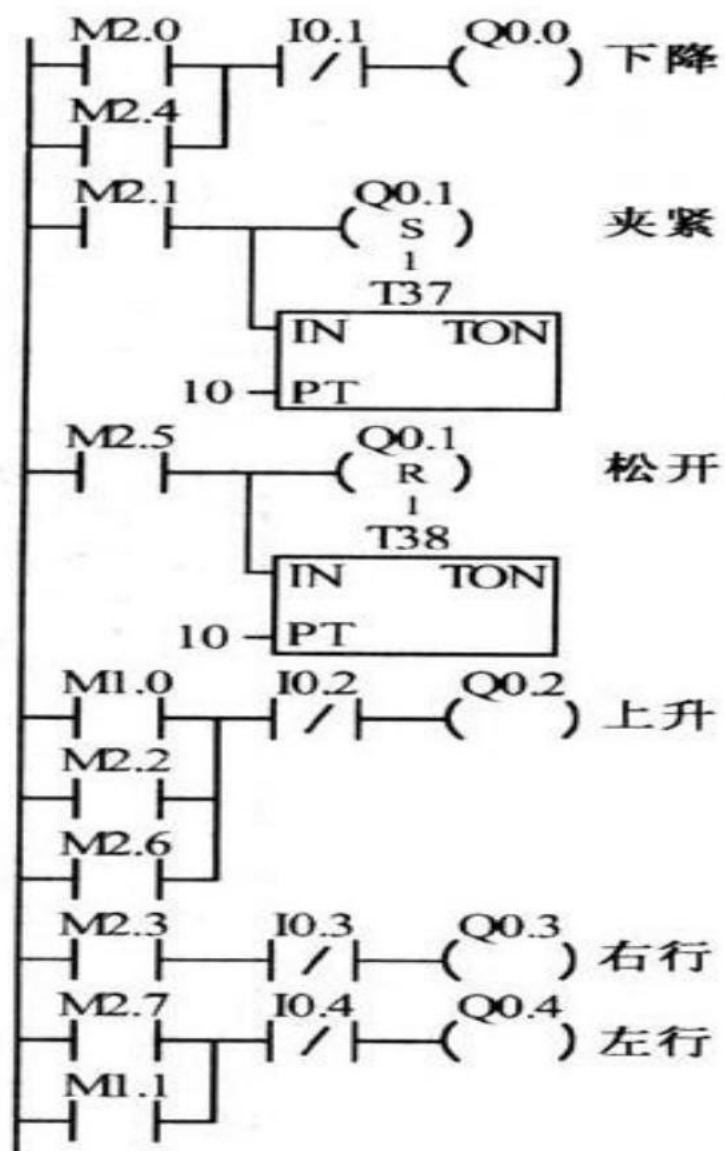


图 5-21 梯形图



第6章 可编程序控制器的功能指令

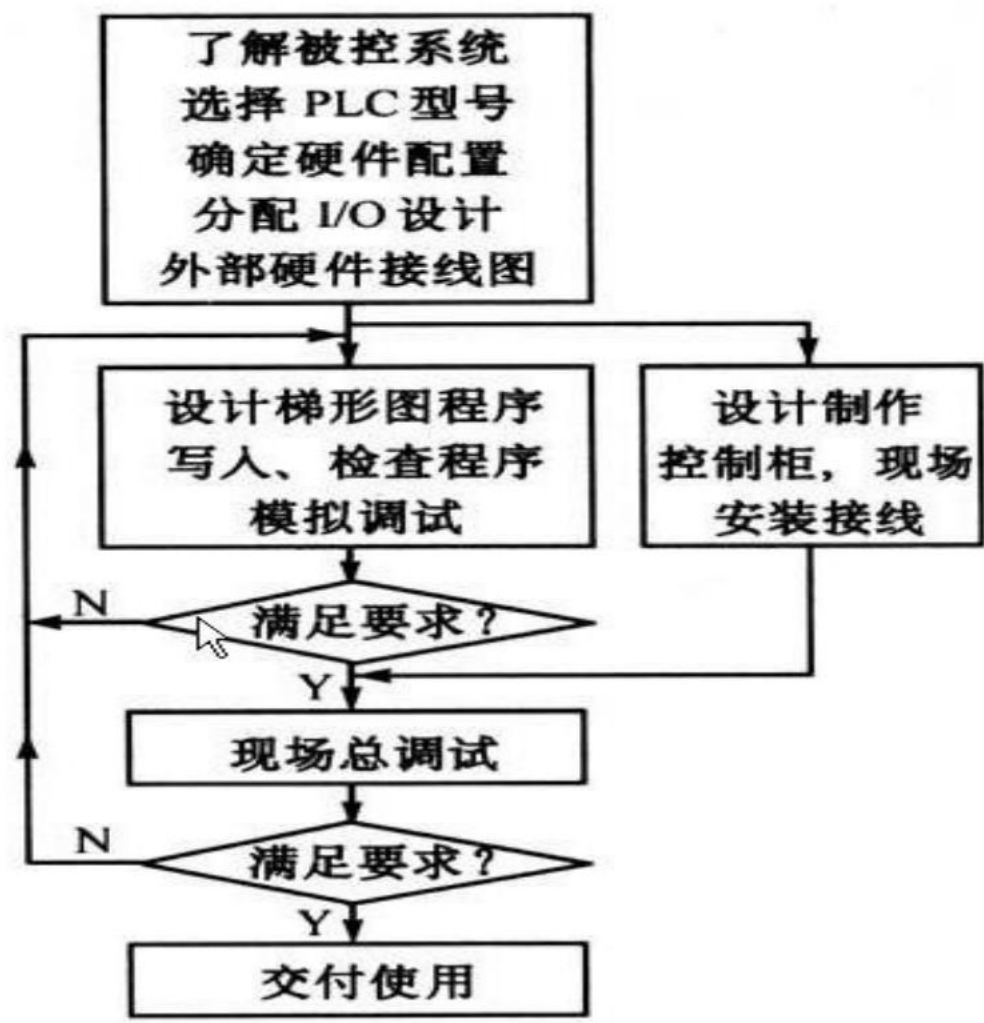
■ 概述

- 为了满足工业控制的需要，**PLC**生产厂家为**PLC** 增添了过程控制，数据处理和特殊功能指令，这些指令我们称为功能指令。
- 类型：传送、移位及填充指令；算术运算及逻辑运算指令；数据转换指令；高速处理指令；通信指令；**PID**指令。

第7章可编程序控制器在工业应用中的一些问题

■ 7.1 可编程序控制器控制系统的设计与调试步骤

- 可编程序控制器控制系统的设计调试过程如图所示。








7.1.1 深入了解被控制系统。

7.1.2 与硬件有关的设计

- **(1)**确定系统输入元件(如按钮、指令开关、限位开关、接近开关、传感器、变送器等)和输出元件(如继电器、接触器、电磁阀、指示灯等)的型号。
- **(2)**根据设备的操作任务和操作方式,确定操作面板所需的元件,如指示灯、数字显示装置、开关和按钮等,有的系统可能需要智能的操作员面板,如与**S7-200**配套的**TD200**文本显示器或有图形显示功能和触摸屏功能的操作员面板。

- 
- **(3)**确定可编程序控制器的输入点和输出点。列表统计可编程序控制器的输入信号和输出信号。在表中标明各信号的意义和类型，如信号是数字量还是模拟量，模拟信号的范围等。
 - **(4)**确定可编程序控制器的型号和硬件配置。如确定**CPU**模块的型号，扩展模块的型号和块数。

- 
- **(5)**给各输入、输出变量分配地址，梯形图中变量的地址与可编程序控制器的外部接线端子号是一致的。这一步为绘制硬件接线图作好了准备，也为梯形图的设计作好了准备。
 - **(6)**画出可编程序控制器的外部硬件接线图。给输入 / 输出变量分配好地址后，画出可编程序控制器的外部硬件接线图，以及其他电气原理图和接线图。

- 
- **(7)**画出工作站和控制柜面板的机械布置图和内部的机械安装图。
 - **(8)**建立符号表。符号表用来给存储器内的绝对地址命名，可对物理输入 / 输出信号和程序中用到的其他存储单元命名。建立符号表后可以在程序中显示各绝对地址的符号名，有利于程序的设计和阅读。



7.1.3 设计梯形图程序

首先应根据总体要求和控制系统的具体情况，确定用户程序的基本结构，画出程序流程图或数字量控制系统的顺序功能图。它们是编程的主要依据，应尽可能地准确和详细。

■ 较简单的系统的梯形图可以用经验法设计，复杂的系统一般采用顺序控制设计法。



7.1.4 梯形图程序的模拟调试

根据顺序功能图，用小开关和按钮来模拟可编程序控制器实际的输入信号，通过模块上各输出位对应的发光二极管，观察各输出信号的变化是否满足设计的要求。



7.1.5 现场调试

完成上述工作后，将可编程序控制器安装在控制现场，接入实际的输入信号和负载。在联机总调试过程中将暴露出系统中可能存在的传感器、执行器和接线等硬件方面的问题，以及可编程序控制器的外部接线图和梯形图设计中的问题，发现问题后在现场加以解决，直到完全符合要求。



7.1.6 编写技术文件

技术文件应包括：

- **(1)**可编程序控制器的外部接线图和其他电气图纸。
- **(2)**可编程序控制器的编程元件表，包括程序中使用的输入 / 输出位、存储器位、定时器计数器、顺序控制继电器等的地址、名称、功能，以及定时器、计数器的设定值等。
- **(3)**顺序功能图、带注释的梯形图和必要的总体文字说明。

7.3 可编程序控制器控制系统的可靠性措施

7.3.1 外部干扰的来源

(1) 控制系统供电电源的波动以及电源电压中高频谐波产生的干扰。

(2) 其他设备或空中强电场通过分布电容的耦合窜入控制系统引起的干扰。

(3) 邻近的大容量电气设备启动和停机时，因电磁感应引起的干扰。

(4) 相邻信号线绝缘降低，通过导线绝缘电阻引起的干扰。



■ 7.3.2 对电源的处理

- 7.3.3 安装与布线的注意事项
- 7.3.4 可编程序控制器的接地
- 7.3.5 强烈干扰环境中的隔离措施
- 7.3.6 可编程序控制器输出的可靠性措施
- 7.3.7 故障的检测与诊断