

向晓汉 主编 陆彬 副主编

西门子

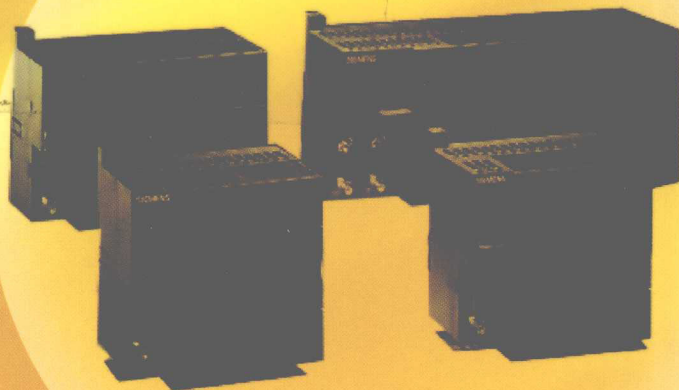


附赠光盘

PLC

S7-200/300/400/1200

应用案例精讲



化学工业出版社

向晓汉 主编 陆彬 副主编

西门子 PLC

S7-200/300/400/1200

应用案例精讲



化学工业出版社

· 北京 ·

(定价) 59.00元 5

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 PLC S7-200/300/400/1200 应用案例精讲 / 向晓汉
主编. —北京: 化学工业出版社, 2011.5

ISBN 978-7-122-10896-8

I. 西… II. 向… III. 可编程序控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 054176 号

责任编辑: 李军亮

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 边 涛

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 20¼ 字数 504 千字 2011 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 56.00 元 (附光盘)

版权所有 违者必究

FOREWORD

前言

随着计算机技术的发展，以可编程序控制器、变频器调速和计算机通信等技术为主体的新型电气控制系统已经逐渐取代传统的继电器电气控制系统，并广泛应用于各行业。

西门子（SIEMENS）PLC 在我国应用相当广泛，在机械、冶金、化工、印刷生产线等领域都有应用。西门子 PLC 产品包括 S7-200、S7-300、S7-400、S7-1200、工业网络、HMI 人机界面、工业软件等。西门子 S7 系列 PLC 体积小、速度快、标准化，具有网络通信能力，功能更强，可靠性更高。S7 系列 PLC 产品可分为微型 PLC（如 S7-200、S7-1200），小规模性能要求的 PLC（如 S7-300）和中、高性能要求的 PLC（如 S7-400）等。由于西门子 PLC 具有卓越的性能，因此在工控市场占有非常大的份额，应用十分广泛。

虽然 PLC 入门相对比较容易，但对于那些西门子 PLC 刚入门的读者来说，要系统掌握 PLC 的应用还不太容易（如 PLC 通信、运动控制、PID 控制等技术），因此，为了使读者能更好地掌握西门子的综合应用技术，我们在总结长期的教学经验和工程实践的基础上，联合企业相关人员，共同编写了本书。

我们在编写过程中，将一些生动的操作实例融入到书中，以提高读者的学习兴趣。本书具有以下特点：

① 用实例引导读者学习。本书内容全部用精选的实例讲解。例如，用实例说明现场总线通信实现的全过程；

② 所有的实例都包含软硬件的配置方案图、接线图和程序，而且为确保程序的正确性，这些程序都已经在 PLC 上运行通过。

③ 对于比较复杂的实例，随书光盘中都有录像和程序源代码。如工业以太网通信的硬件组态较复杂，就配有录像和程序源代码，便于读者学习。

本书由向晓汉主编，陆彬副主编，陆金荣高级工程师主审。其中第 1、5~7 章由无锡职业技术学院的向晓汉编写；第 2、3 章由无锡雪浪输送机械厂的刘摇摇编写，第 4 章由无锡雷华科技有限公司的陆彬编写。

由于编者水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

CONTENTS

目录

第 1 章 逻辑控制编程的编写方法与调试

1.1 顺序功能图	1
1.1.1 顺序功能图的画法	1
1.1.2 梯形图编程的原则	4
1.1.3 流程图设计法	6
1.2 应用实例	12
1.2.1 交通灯的 PLC 控制	12
1.2.2 液体混合的 PLC 控制	17
1.2.3 搬运站控制系统的设计	19
1.2.4 全自动洗衣机的 PLC 控制	24
1.3 程序的调试方法	29
1.3.1 硬件调试与诊断	29
1.3.2 用变量监控表进行调试	32
1.3.3 使用 PLCSIM 软件进行调试 (对于 S7-300/400)	36
1.3.4 使用 S7-200 SIM 软件进行调试 (对于 S7-200)	39

第 2 章 PLC 在过程控制中的应用

2.1 PID 控制简介	41
2.2 利用 PID 指令编写过程控制程序	43
2.2.1 电炉的温度控制	43
2.2.2 利用 PID 指令编写水箱的水位控制程序	61

第 3 章 PLC 在运动控制中的应用

3.1 PLC 控制步进电动机	64
3.1.1 直接使用 PLC 的高速输出点控制步进电动机	64
3.1.2 使用定位模块控制步进电动机	81
3.2 PLC 控制伺服系统	90
3.2.1 直接使用 PLC 的高速输出点控制伺服系统	90

3.2.2 使用现场总线控制伺服电系统	93
---------------------	----

第4章 PLC在变频器调速系统中的应用

4.1 西门子MM440变频器使用简介	104
4.1.1 认识变频器	104
4.1.2 西门子MM440变频器使用简介	105
4.2 变频器多段调速	109
4.3 变频器模拟量调速	114
4.3.1 模拟量模块的简介	114
4.3.2 电流信号调速(利用S7-200)	115
4.3.3 电压信号调速(利用S7-300)	117
4.4 变频器的通信调速	119
4.4.1 MM440变频器通信的基本知识	119
4.4.2 S7-200与MM440变频器的USS通信调速	121
4.4.3 S7-1200PLC与MM440的USS通信调速	126
4.4.4 S7-300与MM440变频器的场总线通信调速	132

第5章 PLC的PPI/MPI/Profibus和Modbus通信

5.1 通信基础知识	139
5.1.1 通信的基本概念	139
5.1.2 RS-485标准串行接口	141
5.1.3 OSI参考模型	142
5.2 SIMATIC NET工业通信网络	143
5.2.1 工业通信网络结构	143
5.2.2 通信网络技术说明	144
5.3 认识PPI协议	144
5.3.1 初识PPI协议	144
5.3.2 PPI主站的定义	145
5.4 S7-200系列PLC之间的PPI通信	146
5.4.1 方法1——用指令向导	146
5.4.2 方法2——用网络读/写指令	150
5.5 MPI通信	153
5.5.1 MPI通信概述	153
5.5.2 无组态连接通信方式	153
5.6 Profibus现场总线通信	160
5.6.1 Profibus现场总线概述	160
5.6.2 S7-300系列PLC与第三方设备的Profibus-DP通信	162
5.6.3 Profibus-DP连接智能从站的应用	174
5.7 Modbus通信概述	183

5.7.1	Modbus 通信概述	183
5.7.2	Modbus 传输模式	184
5.7.3	Modbus 消息帧	185
5.7.4	S7-200 PLC 间 Modbus 通信	186
5.7.5	S7-200 PLC 与 S7-1200 PLC 间的 Modbus 通信	192
5.7.6	S7-1200 间的 Modbus 通信	196

第 6 章 工业以太网通信

6.1	以太网通信概述	201
6.1.1	以太网通信简介	201
6.1.2	工业以太网通信简介	202
6.2	S7-200 PLC 的以太网通信	204
6.2.1	S7-200 PLC 间的以太网通信	204
6.2.2	S7-200 系列 PLC 与 S7-300 系列 PLC 间的以太网通信	217
6.2.3	S7-200 系列 PLC 与组态王的以太网通信	224
6.3	S7-1200 PLC 的以太网通信	232
6.3.1	S7-1200 系列 PLC 间的以太网通信	232
6.3.2	S7-1200 系列 PLC 与 S7-200 系列 PLC 间的以太网通信	239
6.3.3	S7-1200 系列 PLC 与 S7-300 系列 PLC 间的以太网通信	246
6.4	S7-300/400 系列 PLC 的以太网通信	251
6.4.1	西门子工业以太网通信方式简介	251
6.4.2	S7-300/400 工业以太网通信举例	252

第 7 章 西门子 PLC 其他应用技术

7.1	电源需求计算	268
7.1.1	S7-200 的电源需求计算	268
7.1.2	S7-1200 的电源需求计算	269
7.2	高速计数器的应用	270
7.2.1	高速计数器的简介	270
7.2.2	高速计数器在转速测量中的应用	272
7.3	PWM	280
7.3.1	PWM 功能简介	280
7.3.2	PWM 功能应用举例	281
7.4	程序的下载方法	284
7.4.1	S7-200 系列 PLC 的程序下载方法	284
7.4.2	S7-1200 系列 PLC 的程序下载方法	303
7.4.3	S7-300 系列 PLC 的程序下载方法	304

参考文献

第1章 逻辑控制编程的编写方法与调试

本章介绍顺序功能图的画法、梯形图的禁忌以及如何根据顺序功能图用基本指令、功能指令、复位/置位指令和顺控指令四种方法编写逻辑控制的梯形图，并用实例进行说明。最后讲解了程序的调试方法。

1.1 顺序功能图

1.1.1 顺序功能图的画法

顺序功能图 (Sequential Function Chart, SFC) 又叫做状态转移图，它是描述控制系统的控制过程、功能和特性的一种图形，同时也是设计 PLC 顺序控制程序的一种有力工具。它具有简单、直观等特点，不涉及控制功能的具体技术，是一种通用的语言，是 IEC (国际电工委员会) 首选的编程语言，近年来在 PLC 的编程中已经得到了普及与推广。在 IEC848 中称顺序功能图，在我国国家标准 GB 6988—1986 中称功能表图。西门子称为图形编程语言 S7-Graph 和 S7-HiGraph。

顺序功能图是设计 PLC 顺序控制程序的一种工具，适合于系统规模较大，程序关系较复杂的场合，特别适合于对顺序操作的控制。在编写复杂的顺序控制程序时，采用 S7-Graph 和 S7-HiGraph 比梯形图更加直观。

顺序功能图的基本思想是：设计者按照生产要求，将被控设备的一个工作周期划分成若干个工作阶段 (简称“步”)，并明确表示每一步要执行的输出，“步”与“步”之间通过指定的条件进行转换，在程序中，只要通过正确连接进行“步”与“步”之间的转换，就可以完成被控设备的全部动作。

PLC 执行顺序功能图程序的基本过程是：根据转换条件选择工作“步”，进行“步”的逻辑处理。组成顺序功能图程序的基本要素是步、转换条件和有向连线，如图 1-1 所示。

(1) 步

一个顺序控制过程可分为若干个阶段，也称为步或状态。系统初始状态对应的步称为初始步，初始步一般用双线框表示。在每一步中施控系统要发出某些“命令”，而被控系统要完

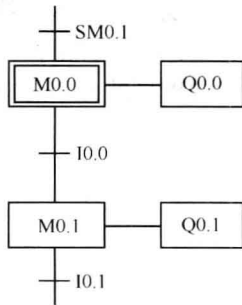


图 1-1 顺序功能图

成某些“动作”，“命令”和“动作”都称为动作。当系统处于某一工作阶段时，则该步处于激活状态，称为活动步。

(2) 转换条件

使系统由当前步进入下一步的信号称为转换条件。顺序控制设计法用转换条件控制代表各步的编程元件，让它们的状态按一定的顺序变化，然后用代表各步的编程元件去控制输出。不同状态的“转换条件”可以不同，也可以相同，当“转换条件”各不相同，在顺序功能图程序中每次只能选择其中一种工作状态（称为“选择分支”），当“转换条件”都相同时，在顺序功能图程序中每次可以选择多个工作状态（称为“选择并行分支”）。只有满足条件状态，才能进行逻辑处理与输出，因此，“转换条件”是顺序功能图程序选择工作状态（步）的“开关”。

(3) 有向连线

步与步之间的连接线就是“有向连线”，“有向连线”决定了状态的转换方向与转换途径。在有向连线上有短线，表示转换条件。当条件满足时，转换得以实现，即上一步的动作结束而下一步的动作开始，因而不会出现动作重叠。步与步之间必须要有转换条件。

图 1-1 中的双框为初始步，M0.0 和 M0.1 是步名，I0.0、I0.1 为转换条件，Q0.0、Q0.1 为动作。当 M0.0 有效时，输出指令驱动 Q0.0。步与步之间的连线称为有向连线，它的箭头省略未画。

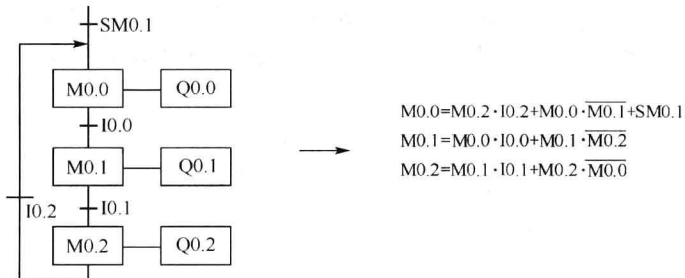
(4) 顺序功能图的结构分类

根据步与步之间的进展情况，顺序功能图分为以下 3 种结构。

① 单一顺序 单一顺序动作是一个接一个地完成，完成每步只连接一个转移，每个转移只连接一个步，如图 1-2 (a) 所示。根据顺序功能图很容易写出代数逻辑表达式，代数逻辑表达式和梯形图有对应关系，由代数逻辑表达式可写出梯形图，如图 1-2 (b) 所示。图 1-2 (c) 和图 1-2 (b) 的逻辑是等价的，但图 1-2 (c) 更加简洁（程序的容量要小一些），因此经过 3 次转化，最终的梯形图是图 1-2 (c)。

② 选择顺序 选择顺序是指某一步后有若干个单一顺序等待选择，称为分支，一般只允许选择进入一个顺序，转换条件只能标在水平线之下。选择顺序的结束称为合并，用一条水平线表示，水平线以下不允许有转换条件，如图 1-3 所示。

③ 并行顺序 并行顺序是指在某一转换条件下同时启动若干个顺序，也就是说转换条件实现导致几个分支同时激活。并行顺序的开始和结束都用双水平线表示，如图 1-4 所示。



(a)

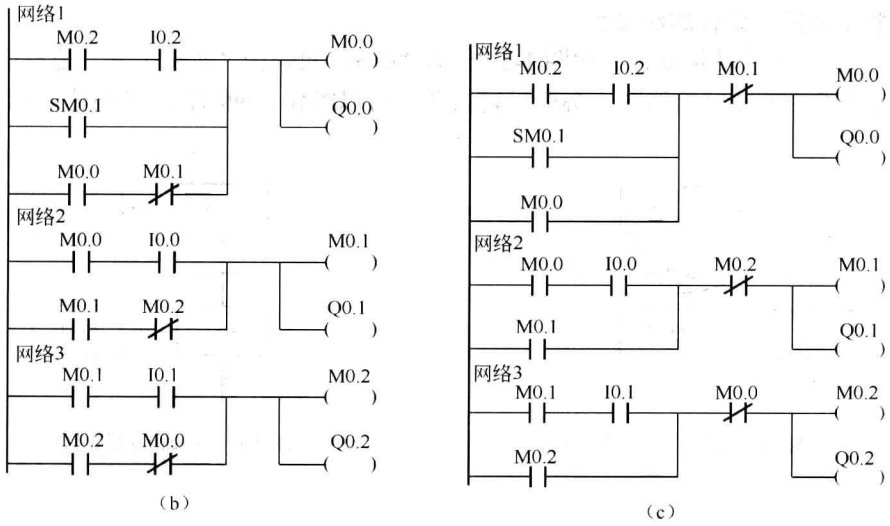


图 1-2 单一顺序

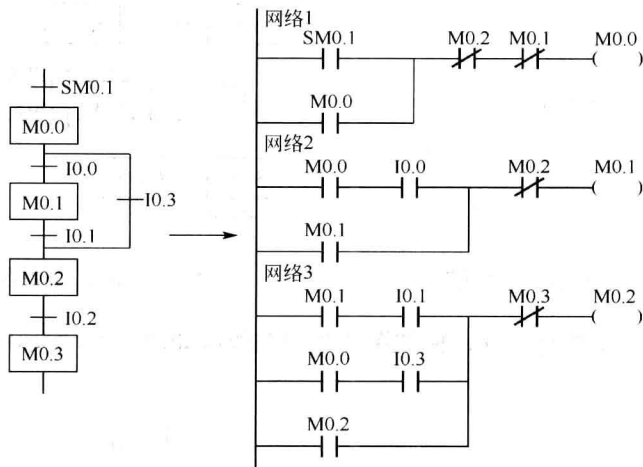


图 1-3 选择顺序

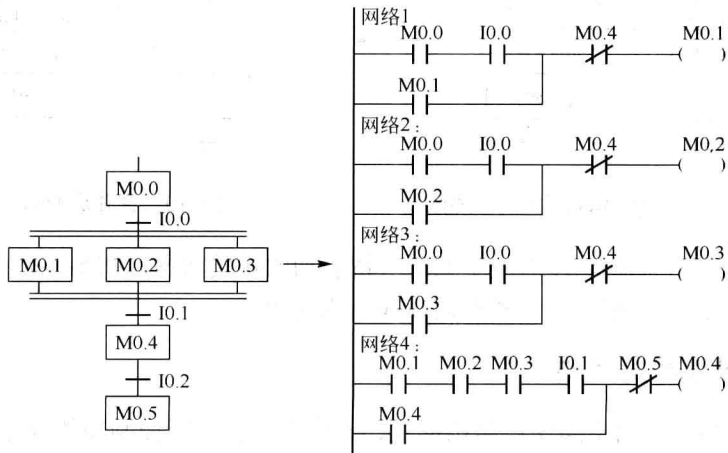


图 1-4 并行顺序

(5) 顺序功能图设计的注意点

① 状态之间要有转换条件，如图 1-5 所示，状态之间缺少“转换条件”是不正确的，应改成如图 1-6 所示的顺序功能图。必要时转换条件可以简化，应将图 1-7 简化成图 1-8。

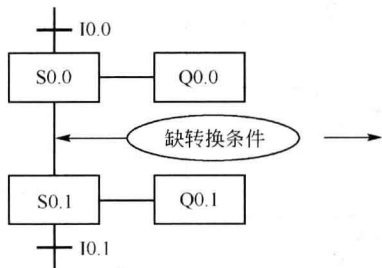


图 1-5 错误的顺序功能图

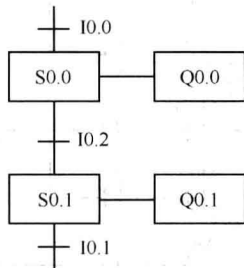


图 1-6 正确的顺序功能图

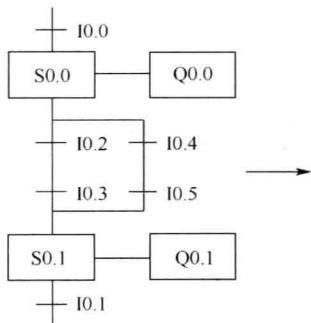


图 1-7 简化前的顺序功能图

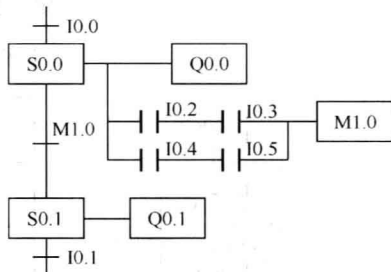


图 1-8 简化后的顺序功能图

② 转换条件之间不能有分支，例如图 1-9 应该改成如图 1-10 所示的合并后的顺序功能图，合并转换条件。

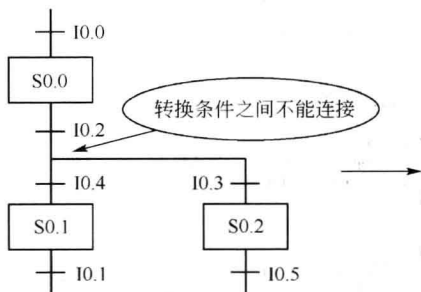


图 1-9 错误的顺序功能图

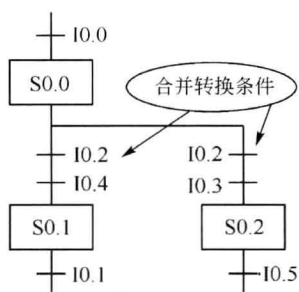


图 1-10 合并后的启动图

- ③ 顺序功能图中的初始步对应于系统等待启动的初始状态，初始步是必不可少的。
- ④ 顺序功能图中一般应有步和有向连线组成的闭环。

1.1.2 梯形图编程的原则

尽管梯形图与继电器电路图在结构形式、元件符号及逻辑控制功能等方面相类似，但它们又有许多不同之处，梯形图有自己的编程规则。

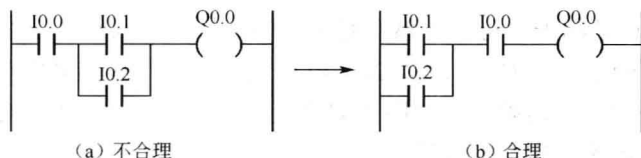


图 1-14 梯形图 (4)

⑧ PLC 的输入端所连的电器元件通常使用常开触点,即使与 PLC 对应的继电器-接触器系统原来使用的是常闭触点,改为 PLC 控制时也应转换为常开触点。如图 1-15 所示为继电器-接触器系统控制的电动机的启/停控制,图 1-16 所示为电动机的启/停控制的梯形图,图 1-17 所示为电动机启/停控制的接线图。可以看出:继电器-接触器系统原来使用常闭触点 SB1 和 FR,改用 PLC 控制时,则在 PLC 的输入端变成了常开触点。

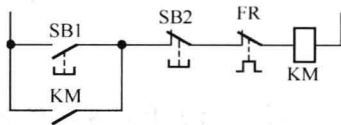


图 1-15 电动机启/停控制图

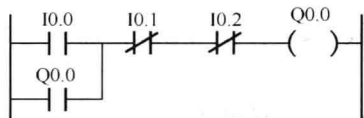


图 1-16 电动机启/停控制的梯形图

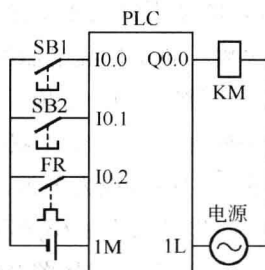


图 1-17 电动机的启/停控制的接线图

【关键点】 图 1-17 的梯形图中 I0.1 和 I0.2 用常闭触点,否则控制逻辑不正确。若读者一定要让 PLC 的输入端的按钮为常闭触点输入也可以(一般不推荐这样使用),但梯形图中 I0.1 和 I0.2 要用常开触点,对于急停按钮必须使用常闭触头,若一定要使用常开触头,从逻辑上讲是可行的,但在某些情况下,有可能急停按钮不起作用而造成事故,这是读者要特别注意的。另外,一般不推荐将热继电器的常开触点接在 PLC 的输入端,因为这样做占用了宝贵的输入点,最好将热继电器的常闭触点接在 PLC 的输出端,与 KM 的线圈串联。

1.1.3 流程图设计法

对于比较复杂的逻辑控制,用经验设计法就不合适,适合用流程图设计法。流程图设计法无疑是应用最为广泛的设计方法。流程图就是顺序功能图,流程图设计法就是先根据系统的控制要求画出流程图,再根据流程图画梯形图,梯形图可以是基本指令梯形图,也可以是顺控指令梯形图和功能指令梯形图。因此,设计流程图是整个设计过程的关键,也是难点。

(1) 利用基本指令编写梯形图指令

用基本指令编写梯形图指令,是最容易被想到的方法,不需要了解较多的指令。采用这种方法编写程序的过程是先根据控制要求设计正确的流程图,再根据流程图写出正确的布尔表达式,最后根据布尔表达式画基本指令梯形图。以下用一个例子讲解利用基本指令编写梯形图指令的方法。

【例 1-1】 如图 1-18 所示的折边机由 4 个气缸组成，一个下压气缸、两个翻边气缸（由同一个电磁阀控制，在此仅以一个气缸说明）和一个顶出气缸，其接线图如图 1-19 所示。其工作过程是：当按下复位开关 SB1 时，YV1 得电，下压气缸向上运行，到上极限位置 SQ1 为止；YV3 得电，翻边气缸向右运行，直到右极限位置 SQ3 为止；YV6 得电，顶出气缸向上运行，直到上极限位置 SQ6 为止，三个气缸同时动作，复位完成后，指示灯以 1s 为周期闪烁。工人放置钢板，此时压下启动按钮 SB2，YV5 得电，顶出气缸向下运行，到下极限位置 SQ5 为止；接着 YV2 得电，下压气缸向下运行，到下极限位置 SQ2 为止；接着 YV4 得电，翻边气缸向左运行，到左极限位置 SQ4 为止；保压 0.5s 后，YV3 得电，翻边气缸向右运行，到左极限位置 SQ3 为止；接着 YV4 得电，翻边气缸向左运行，到左极限位置 SQ4 为止；接着 YV1 得电，下压气缸向上运行，到上极限位置 SQ1 为止；YV6 得电，顶出气缸向上运行，顶出钢板，到上极限位置 SQ6 为止，一个工作循环完成。请画出流程图和梯形图。

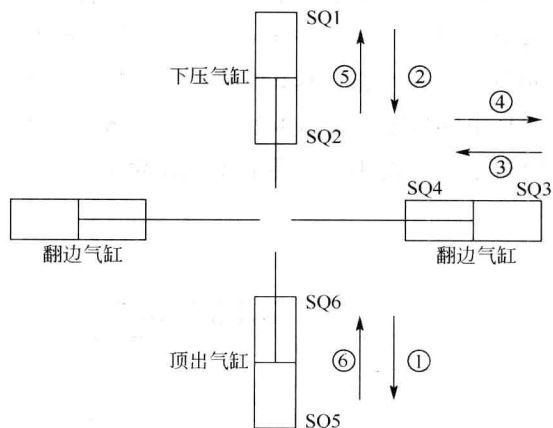


图 1-18 折边机示意图

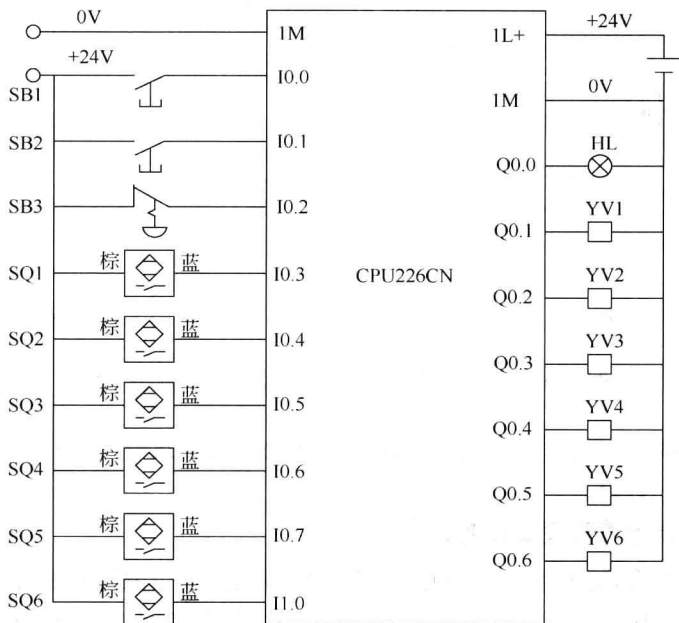


图 1-19 折边机接线图

【解】 这个运动逻辑看起来比较复杂，如果不掌握规律，则很难设计出正确的梯形图，一般先根据题意画出流程图，再根据流程图写出布尔表达式，如图 1-20 所示。布尔表达式是

有规律的,当前步的步名对应的继电器(如M0.1)等于上一步的步名对应的继电器(M0.0)与上一步的转换条件(I0.2)的乘积,再加上当前步的步名对应的继电器(M0.1)与下一步的步名对应的继电器非的乘积($\overline{M0.2}$),其他的布尔表达式的写法类似,最后根据布尔表达式画出梯形图,如图1-21所示。在整个过程中,流程图是关键,也是难点,而根据流程图写出布尔表达式和画出梯形图比较简单。

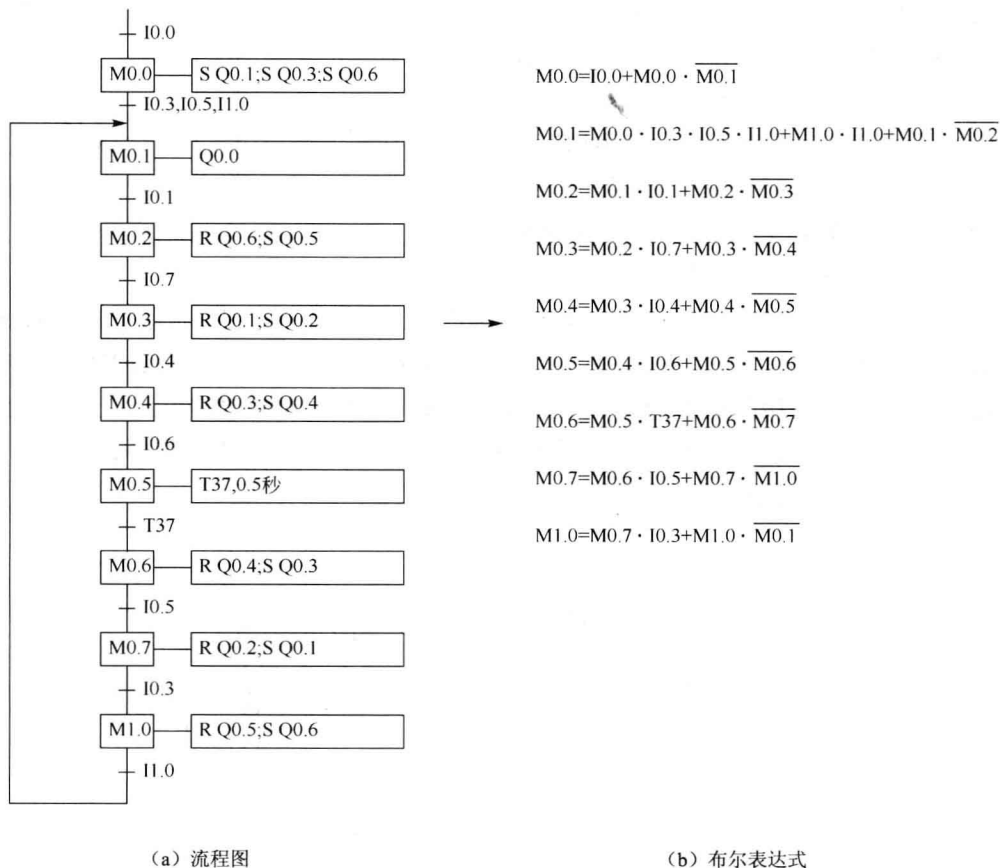


图 1-20 折边机的流程图和布尔表达式对应关系图

这个问题的解决方案仅考虑到自动控制,但解决方案中没有手动控制功能,读者可以考虑一下如何改进以上方案。

(2) 利用顺控指令编写逻辑控制程序

流程图和顺控指令梯形图有一一对应关系,利用顺控指令编写逻辑控制程序有固定的模式。顺控指令是专门为逻辑控制设计的指令,利用顺控指令编写逻辑控制程序是非常合适的。以下用一个例子讲解利用顺控指令编写逻辑控制程序。

【例 1-2】 用顺控指令编写例 1-1 的程序。

【解】 流程图如图 1-22 所示,程序如图 1-23 所示。

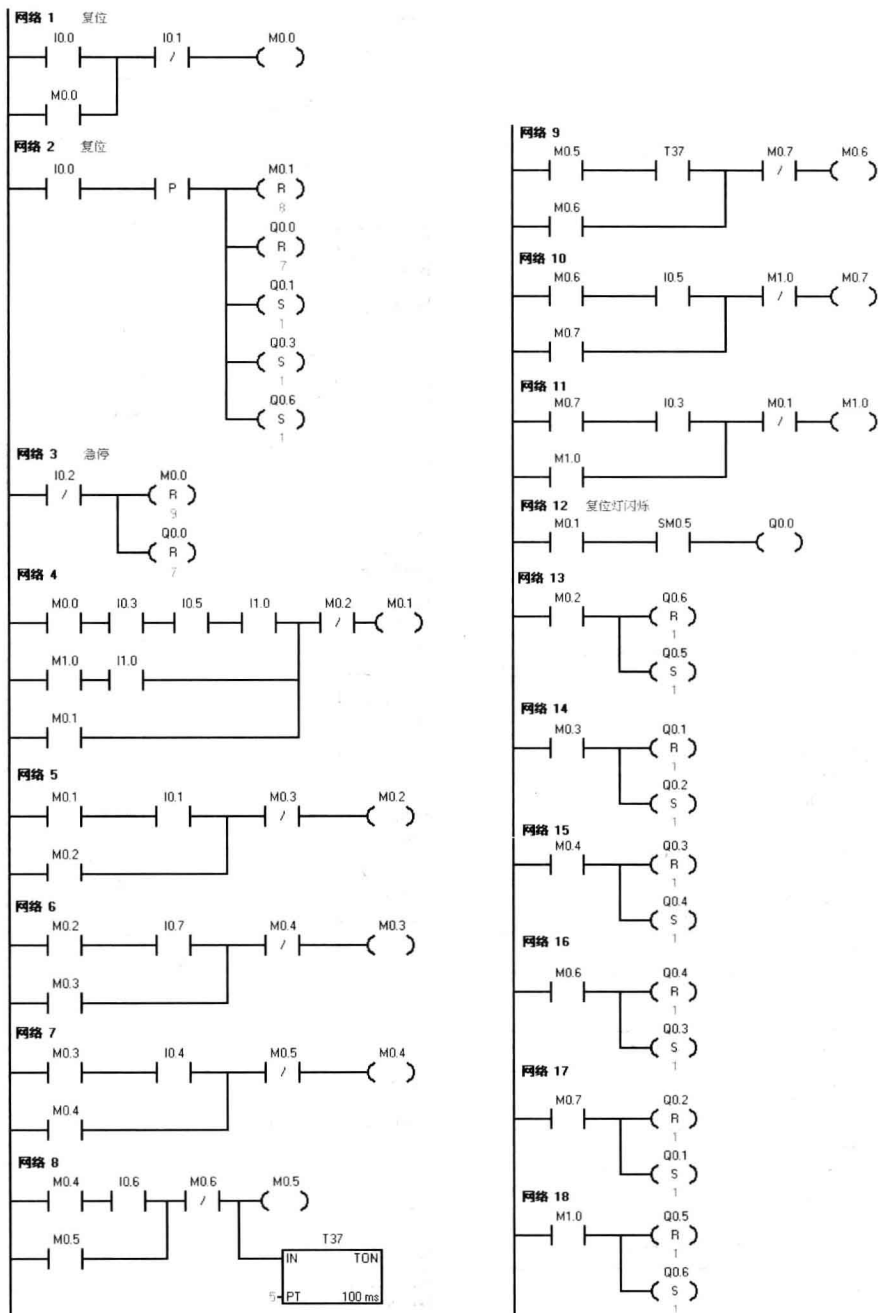


图 1-21 折边机的梯形图

(3) 利用功能指令编写逻辑控制程序

西门子的功能指令有许多的特殊的功能，其中功能指令中的移位指令和循环指令非常适合用于顺序控制，用这些指令编写程序简洁而且可读性强。以下用一个例子讲解利用功能指令编写逻辑控制程序。

【例 1-3】 用功能指令编写例 1-1 的程序。

【解】 梯形图如图 1-24 所示。

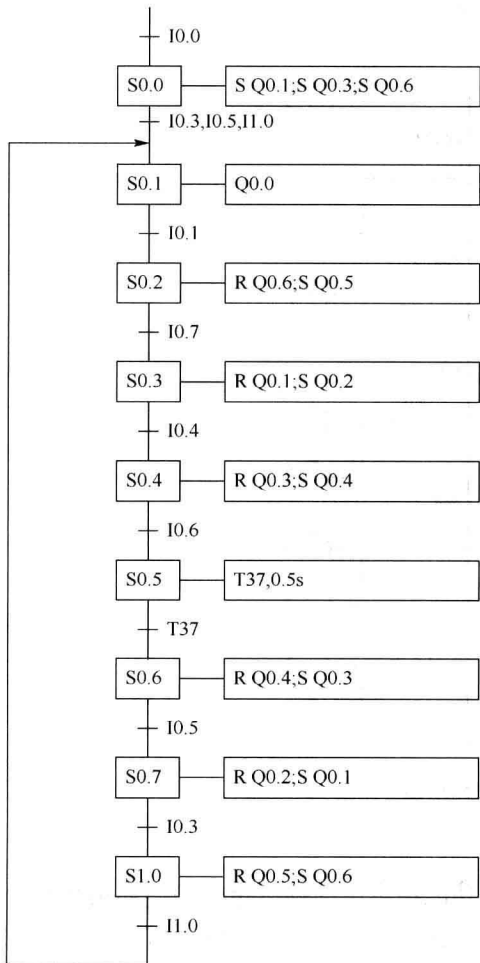


图 1-22 折边机的流程图

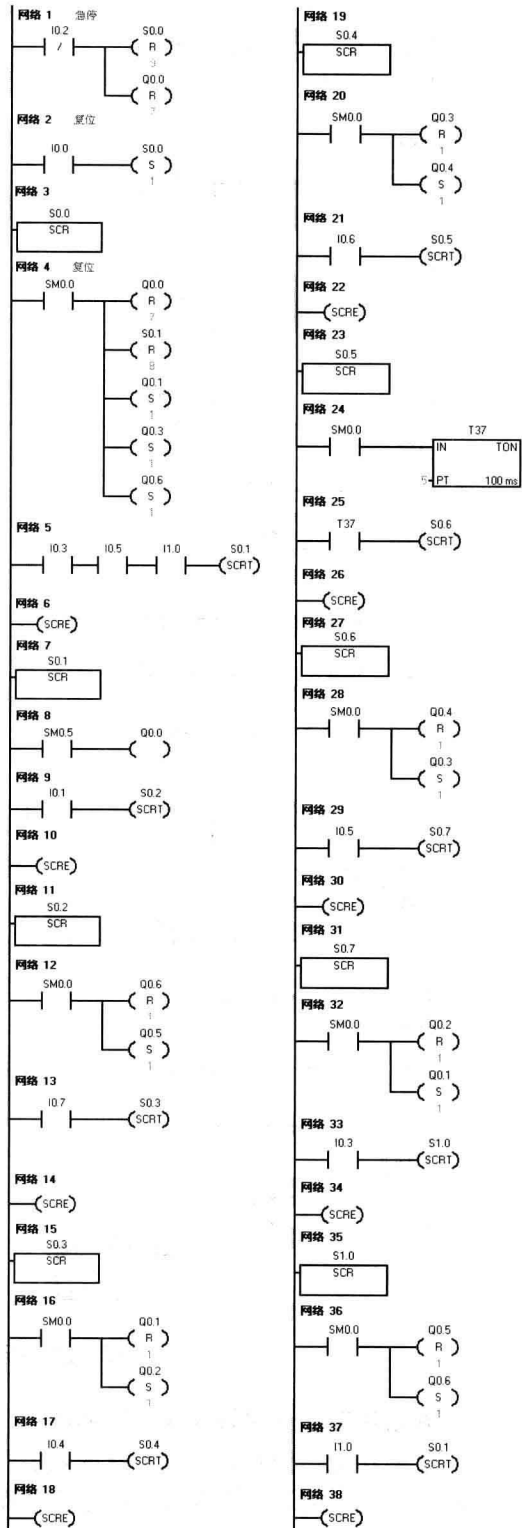


图 1-23 折边机的程序