

电气信息工程丛书

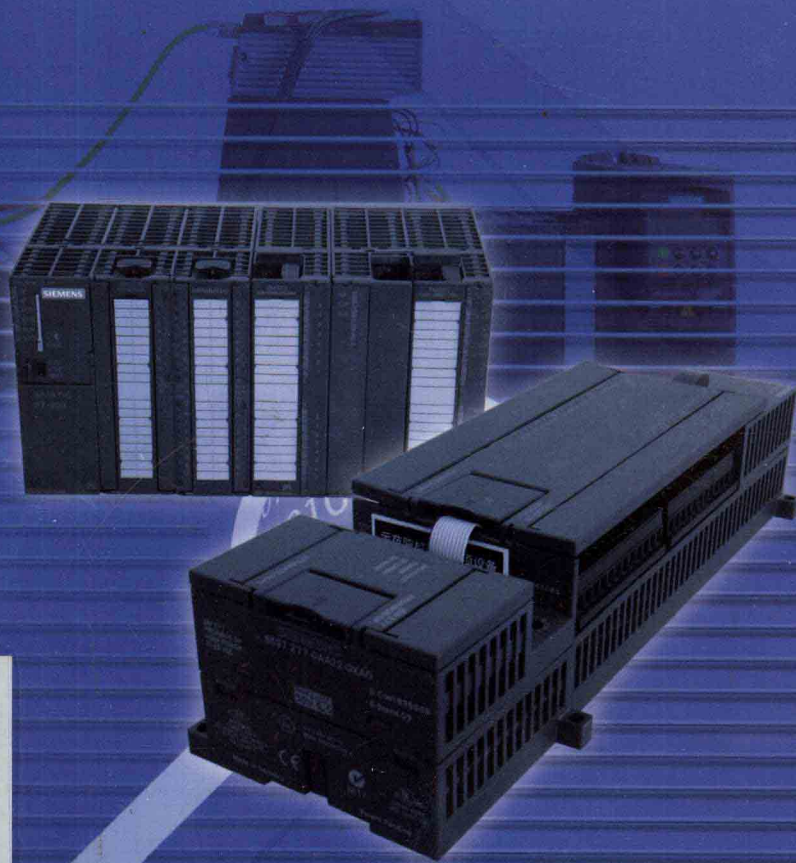
# 西门子 PLC

## 高级应用实例精解

主 编 向晓汉

副主编 陆 彬

参 编 郑贞平 晁广安 李润海



本书附有配套资源

下载网址：[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

- 重点实例源程序
- 操作过程视频文件

电气信息工程丛书

# 西门子 PLC 高级应用实例精解

主 编 向晓汉

副主编 陆 彬

参 编 郑贞平 晁广安 李润海



机械工业出版社

本书通过实例全面讲解西门子 S7-200/S7-1200/S7-300 PLC 的高级应用。内容包括梯形图的编程方法、PLC 在过程控制中应用、PLC 在运动控制中的应用、PLC 的通信及其通信模块的应用、PLC 在变频器调速系统中的应用、S7-200/S7-1200/S7-300 PLC 的程序下载方法、PLC 软件仿真和 PLC 故障诊断。书中实例都用工程实际的开发过程详细介绍,便于读者模仿学习。每个实例都有详细的软件、硬件配置清单,并配有接线图和程序。本书所附配套资源中有重点实例源程序和操作过程视频文件。

本书既可供 PLC 工程技术人员阅读,也可供高校教师和学生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

西门子 PLC 高级应用实例精解 / 向晓汉主编. —北京:机械工业出版社, 2010.1

(电气信息工程丛书)

ISBN 978-7-111-29304-0

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(2009)第 231545 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:时 静

责任编辑:时 静

责任印制:洪汉军

北京市朝阳展望印刷厂印刷

2010 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·23.5 印张·582 千字

0001-3500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29304-0

定价:42.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

随着计算机技术的发展,以可编程序控制器、变频器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。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。但相当多的读者反映:在学会了西门子 PLC 的入门知识之后,对于 PLC 的通信、PLC 在过程控制中的应用和 PLC 在运动控制中的应用等“高级”技术还是无从下手,感觉很难。为此,我们在总结长期的教学经验和工程实践的基础上,联合相关企业人员,共同编写了本书,以期帮助广大读者更好地掌握相关知识。

本书与其他相关书籍相比,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进行讲解。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。为确保程序的正确性,书中程序均在 PLC 上运行通过。

(3) 对于比较复杂的实例,为便于读者学习,在本书所附配套资源中配有录像。如工业以太网通信的硬件组态较复杂,便配有组态过程的录像和程序源代码。

(4) 本书实例容易进行工程移植。

全书共分六章。第 1、3、4 章由无锡职业技术学院的向晓汉编写;第 2 章由无锡小天鹅公司的李润海和无锡职业技术学院的向晓汉共同编写;第 5 章由无锡雷华科技有限公司的陆彬编写;第 6 章由无锡邦正自动化技术公司的晁广安和无锡职业技术学院的郑贞平编写。本书由向晓汉任主编,陆彬任副主编。陆金荣高级工程师任主审。在编写过程中,无锡职业技术学院机电教研室的教师对本书提出了许多宝贵的意见和建议,在此深表感谢!

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

# 目 录

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 前言                              | 1   |
| 第 1 章 梯形图的编程方法                  | 1   |
| 1.1 功能图                         | 1   |
| 1.1.1 功能图的画法                    | 1   |
| 1.1.2 梯形图编程的原则                  | 4   |
| 1.2 逻辑控制的梯形图编程方法                | 6   |
| 1.2.1 经验设计法                     | 7   |
| 1.2.2 流程图设计法                    | 8   |
| 第 2 章 PLC 在过程控制中的应用             | 14  |
| 2.1 PID 控制简介                    | 14  |
| 2.2 利用 PID 指令编写电炉的温度控制程序        | 16  |
| 2.2.1 利用 S7-200 PLC 进行电炉的温度控制   | 16  |
| 2.2.2 利用 S7-300 PLC 进行电炉的温度控制   | 25  |
| 2.3 利用 FM355S 闭环控制模块对电炉进行温度控制   | 31  |
| 2.4 利用 PID 指令编写水箱的水位控制程序        | 40  |
| 第 3 章 PLC 在运动控制中的应用             | 44  |
| 3.1 PLC 在步进电动机控制中的应用            | 44  |
| 3.1.1 直接使用 PLC 的高速输出点控制步进电动机    | 44  |
| 3.1.2 使用定位模块控制步进电动机             | 66  |
| 3.2 PLC 在伺服控制中的应用               | 75  |
| 3.2.1 直接使用 PLC 的高速输出点控制伺服系统     | 75  |
| 3.2.2 使用现场总线控制伺服系统              | 79  |
| 第 4 章 PLC 的通信及其通信模块的应用          | 90  |
| 4.1 通信基础知识                      | 90  |
| 4.2 PPI 通信                      | 94  |
| 4.2.1 PPI 协议                    | 94  |
| 4.2.2 两台 S7-200 PLC 之间的 PPI 通信  | 97  |
| 4.2.3 多台 S7-200 PLC 之间的 PPI 通信  | 103 |
| 4.3 自由口通信                       | 108 |
| 4.3.1 自由口通信简介                   | 108 |
| 4.3.2 S7-200 PLC 之间的自由口通信       | 110 |
| 4.3.3 智能设备与 S7-200 PLC 之间的自由口通信 | 116 |
| 4.4 PLC 的 PRIFIBUS 现场总线通信       | 119 |
| 4.4.1 PRIFIBUS 现场总线概述           | 119 |



|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| 4.4.2        | S7-200 PLC 与 S7-300 PLC 间的现场总线通信           | 125        |
| 4.4.3        | S7-300 PLC 与 S7-300 PLC 间的现场总线通信           | 137        |
| 4.4.4        | 多台 S7-300 PLC 间的现场总线通信                     | 148        |
| 4.4.5        | S7-300 PLC 与智能模块间的现场总线通信                   | 162        |
| 4.5          | MPI 通信                                     | 169        |
| 4.5.1        | MPI 通信简介                                   | 169        |
| 4.5.2        | S7-200 PLC 与 S7-300 PLC 间的 MPI 通信          | 170        |
| 4.5.3        | S7-300 PLC 与 S7-300 PLC 间的 MPI 通信          | 177        |
| 4.5.4        | S7-300/400 PLC 与 S7-400 PLC 间的 MPI 通信      | 187        |
| 4.6          | 工业以太网通信                                    | 191        |
| 4.6.1        | 以太网通信简介                                    | 191        |
| 4.6.2        | 工业以太网通信简介                                  | 192        |
| 4.6.3        | S7-200 PLC 间的以太网通信                         | 193        |
| 4.6.4        | S7-200 PLC 与 S7-300 PLC 间的以太网通信            | 206        |
| 4.6.5        | S7-300 PLC 间的以太网通信                         | 214        |
| 4.6.6        | S7-1200 PLC 间的以太网通信                        | 231        |
| 4.6.7        | S7-200 PLC 与 S7-1200 PLC 间的以太网通信           | 238        |
| 4.6.8        | S7-300 PLC 与 S7-1200 PLC 间的以太网通信           | 244        |
| 4.7          | Modbus 通信                                  | 250        |
| 4.7.1        | Modbus 基本知识                                | 250        |
| 4.7.2        | S7-200 PLC 间的 Modbus 通信                    | 251        |
| 4.7.3        | S7-200 PLC 与 S7-1200 PLC 间的 Modbus 通信      | 256        |
| <b>第 5 章</b> | <b>PLC 在变频器调速系统中的应用</b>                    | <b>261</b> |
| 5.1          | 西门子 M440 变频器使用简介                           | 261        |
| 5.1.1        | 认识变频器                                      | 261        |
| 5.1.2        | 西门子 M440 变频器使用简介                           | 263        |
| 5.2          | 变频器多段调速                                    | 267        |
| 5.3          | 变频器模拟量调速                                   | 271        |
| 5.3.1        | 模拟量模块简介                                    | 271        |
| 5.3.2        | 电流信号调速 (利用 S7-200 PLC)                     | 273        |
| 5.3.3        | 电压信号调速 (利用 S7-300 PLC)                     | 275        |
| 5.4          | 变频器的通信调速                                   | 278        |
| 5.4.1        | MM440 变频器通信的基本知识                           | 278        |
| 5.4.2        | S7-200 PLC 与 MM440 变频器的 USS 通信调速           | 281        |
| 5.4.3        | S7-300 PLC 与 MM440 变频器的现场总线通信调速            | 285        |
| 5.4.4        | S7-300 PLC 通过 PROFIBUS 现场总线修改 MM440 变频器的参数 | 291        |
| 5.5          | 综合应用                                       | 296        |
| <b>第 6 章</b> | <b>西门子 PLC 的其他应用技术</b>                     | <b>318</b> |
| 6.1          | 程序的下载方法                                    | 318        |





|  |     |
|--|-----|
| 6.1.1 S7-200 PLC 的程序下载方法 .....           | 318 |
| 6.1.2 S7-300 PLC 的程序下载方法 .....           | 335 |
| 6.2 西门子 PLC 的故障诊断 .....                  | 343 |
| 6.2.1 S7-300 PLC 使用状态和用出错 LED 进行诊断 ..... | 343 |
| 6.2.2 使用 STEP7 的软件诊断功能进行硬件诊断 .....       | 344 |
| 6.2.3 外部故障的排除方法 .....                    | 355 |
| 6.3 高速计数器的应用 .....                       | 358 |
| 6.3.1 高速计数器简介 .....                      | 358 |
| 6.3.2 高速计数器在转速测量中的应用 .....               | 361 |
| 6.4 仿真软件的应用 .....                        | 363 |
| 6.4.1 S7-200 PLC 的仿真软件的使用 .....          | 364 |
| 6.4.2 S7-300 PLC 的仿真软件的使用 .....          | 365 |
| 参考文献 .....                               | 369 |

# 第 1 章

## 梯形图的编程方法

本章介绍功能图的画法、梯形图编程的原则以及如何根据功能图用基本指令、功能指令、顺控指令和复位置位指令四种方法编写逻辑控制系统的梯形图。

### 1.1 功能图

#### 1.1.1 功能图的画法

功能图 (SFC) 是描述控制系统的控制过程、功能和特征的一种图解表示方法。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。

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, 如该步处于激活状态, 则称为活动步。

##### 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”是功能图程序选择工作状态 (步) 的“开关”。

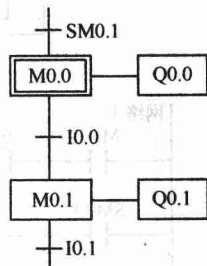


图 1-1 功能图





### 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. 功能图的结构分类

根据步与步之间的进展情况，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 1-2a 所示。根据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 1-2b 所示。图 1-2c 和图 1-2b 的逻辑是等价的，但图 1-2c 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 1-2c。

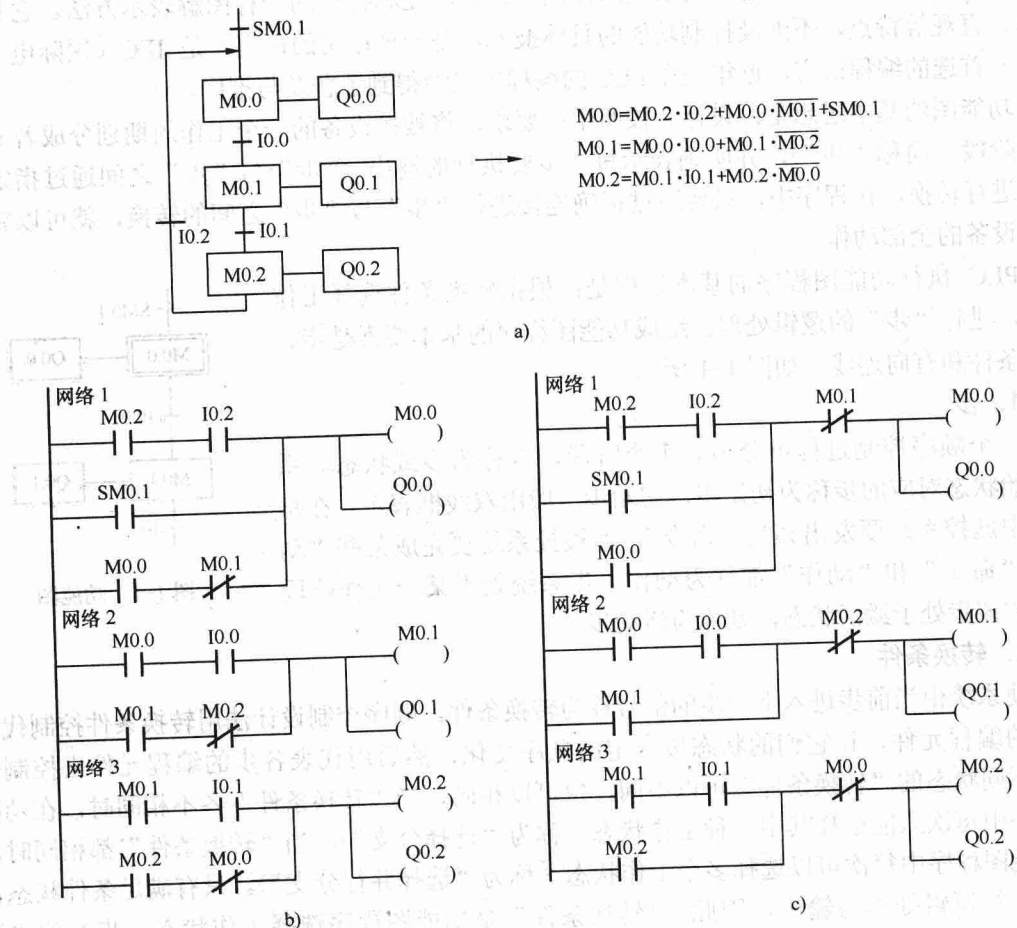


图 1-2 单一顺序



### (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。

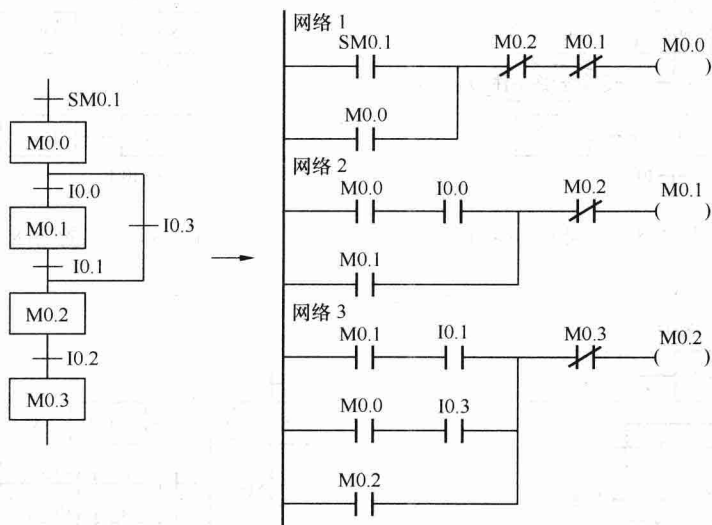


图 1-3 选择顺序

### (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。

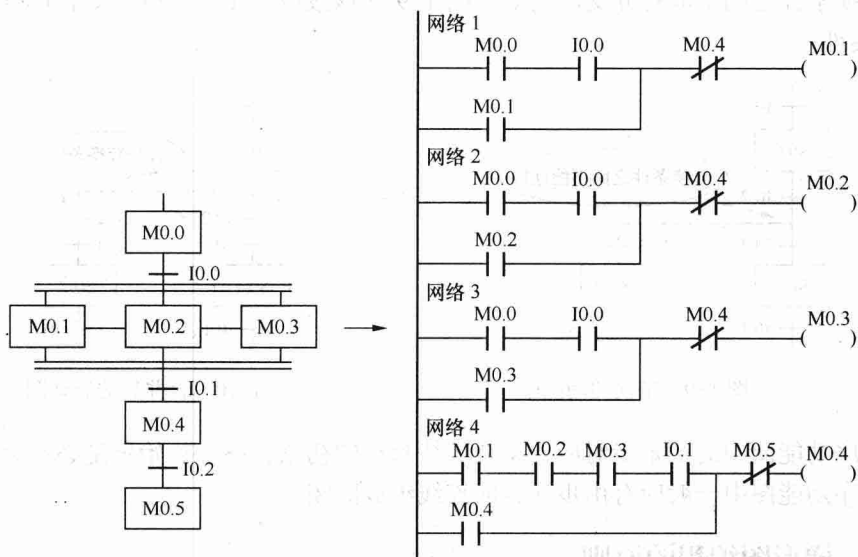


图 1-4 并行顺序



### 5. 功能图设计的注意点

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

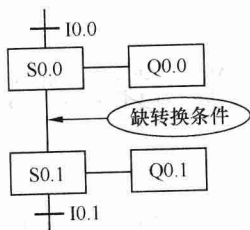


图 1-5 错误的功能图

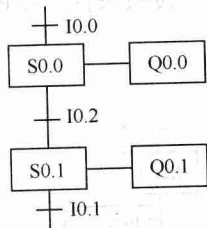


图 1-6 正确的功能图

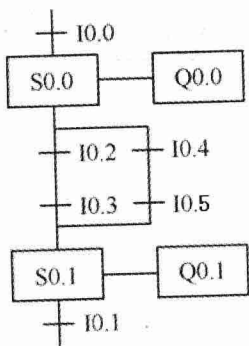


图 1-7 简化前的功能图

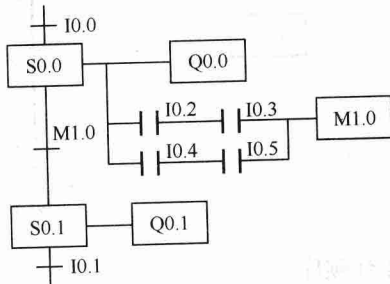


图 1-8 简化后的功能图

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 所示合并后的功能图，合并转换条件。

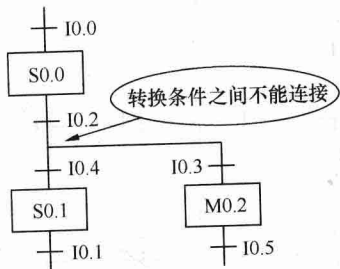


图 1-9 错误的功能图

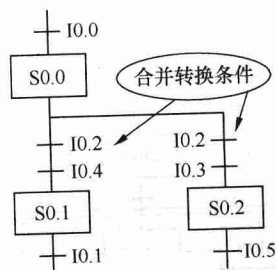


图 1-10 合并后的启动图

- ③ 顺序功能图中的初始步对应于系统等待起动的初始状态，初始步是必不可少的。
- ④ 顺序功能图中一般应有由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。



① 每一逻辑行总是起于左母线，然后是触点的连接，最后终止于线圈或右母线（右母线可以不画出）。这仅仅是一般原则，S7-200 PLC 的左母线与线圈之间一定要有触点，而线圈与右母线之间则不能有任何触点，如图 1-11 所示。但 S7-300 PLC 的与左母线相连的不一定是触点，而且其线圈不一定与右母线相连。



图 1-11 梯形图

a) 错误 b) 正确

② 无论选用哪种机型的 PLC，所用元件的编号必须在该机型的有效范围内。例如 S7-200 PLC 的辅助继电器默认状态下没有 M100.0，若使用就会出错，而 S7-300 PLC 则有 M100.0。

③ 梯形图中的触点可以任意串联或并联，但继电器线圈只能并联而不能串联。

④ 触点的使用次数不受限制，例如，只要需要，辅助继电器 M0.0 可以在梯形图中出现无限制的次数，而实物继电器的触点一般少于 8 对，只能用有限次。

⑤ 在梯形图中同一线圈只能出现一次。如果在程序中，同一线圈使用了两次或多次，称为“双线圈输出”。对于“双线圈输出”，有些 PLC 将其视为语法错误，绝对不允许（如三菱 FX 系列 PLC）；有些 PLC 则将前面的输出视为无效，只有最后一次输出有效（如西门子 PLC）；而有些 PLC 在含有跳转指令或步进指令的梯形图中允许双线圈输出。

⑥ 西门子 PLC 的梯形图中不能出现 I 线圈。

⑦ 对于不可编程梯形图必须经过等效变换，变成可编程梯形图，如图 1-12 所示。

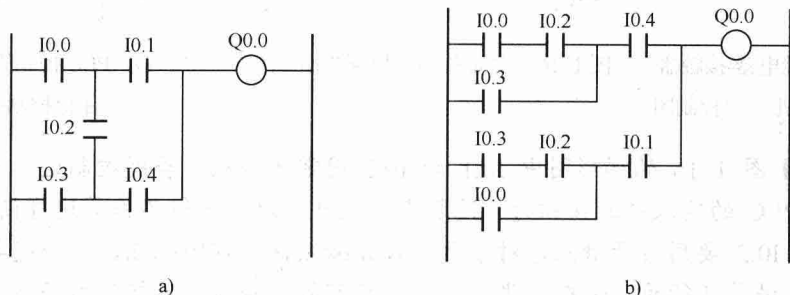


图 1-12 梯形图

a) 错误 b) 正确

⑧ 有几个串联电路相并联时，应将串联触点多的回路放在上方，归纳为“多上少下”的原则，如图 1-13 所示。在有几个并联电路相串联时，应将并联触点多的回路放在左方，归纳为“多左少右”原则，如图 1-14 所示。这样所编制的程序简洁明了，语句较少。但要注意图 1-13a 和图 1-14a 的梯形图逻辑上是正确的。

⑨ 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-接触器控制的电动机的启/停控制图，图 1-16 所示为电动机的启/停控制的梯形图，图 1-17



所示为 PLC 控制的电动机启/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，改为 PLC 控制时，在 PLC 的输入端变成了常开触点。

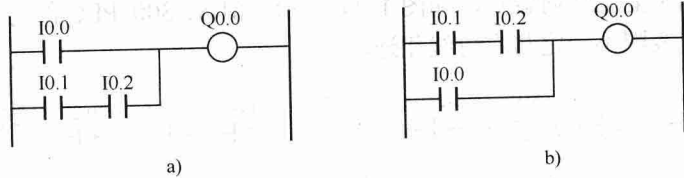


图 1-13 梯形图  
a) 不合理 b) 合理

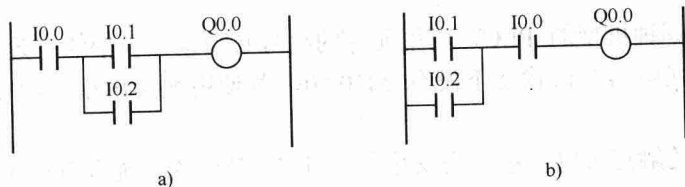


图 1-14 梯形图  
a) 不合理 b) 合理

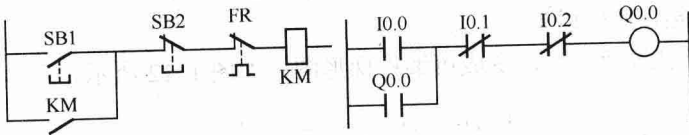


图 1-15 继电器-接触器控制的电动机启/停控制图

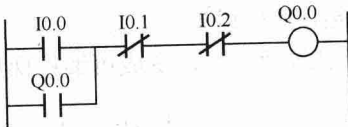


图 1-16 电动机启/停控制的梯形图

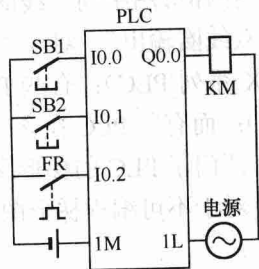


图 1-17 PLC 控制的电动机的启/停控制的接线图

**【关键点】**图 1-16 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点，若一定要使用常开触点，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。

## 1.2 逻辑控制的梯形图编程方法

相同的硬件系统，由不同的人设计，可能设计出不同的程序，有的人设计的程序简洁、而且可靠，而有的人设计的程序虽然能完成任务，但较复杂，PLC 程序设计是有规律可循的，下面将介绍两种方法——经验设计法和流程图设计法。



### 1.2.1 经验设计法

在一些典型的梯形图的基础上，根据具体的对象对控制系统的具体要求，对原有的梯形图进行修改和完善。这种方法适合有一定的工作经验的人，这些人手头有现成的资料，特别在产品更新换代时，使用这种方法比较节省时间。下面举例说明这种方法的思路。

**【例 1-1】** 图 1-18 为小车运输系统的示意图和 I/O 接线图，SQ1、SQ2、SQ3 和 SQ4 是限位开关，小车在 SQ1 处装料，10s 后右行，到 SQ2 后停止，卸料 10s 后左行，碰到 SQ1 后停下装料，就这样不停循环工作。限位开关 SQ3 和 SQ4 的作用是当 SQ2 或者 SQ1 失效时，起保护作用。SB1 是启动按钮，SB2 是停止按钮。

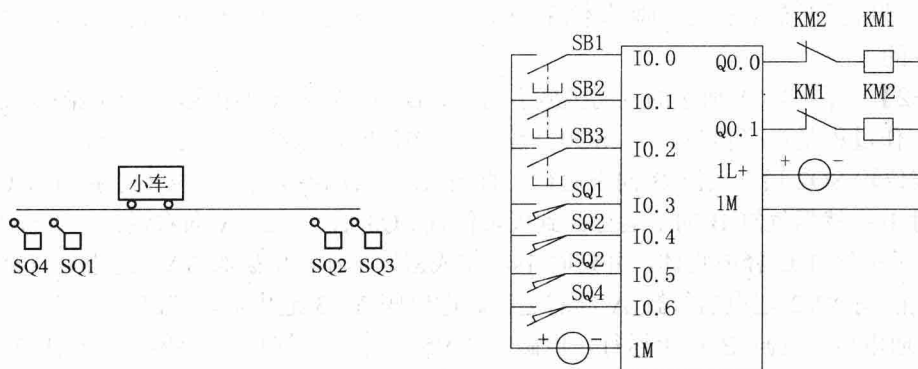


图 1-18 小车运输系统的示意图和 I/O 接线图

**【解】** 小车的左行和右行是不能同时进行的，因此有联锁关系，与电动机的正、反转的梯形图类似，因此先画出电动机正、反转控制的梯形图，如图 1-19 所示，再在这个梯形图的基础上进行修改，增加四个限位开关的输入，增加两个定时器，就变成了图 1-20 所示的梯形图。

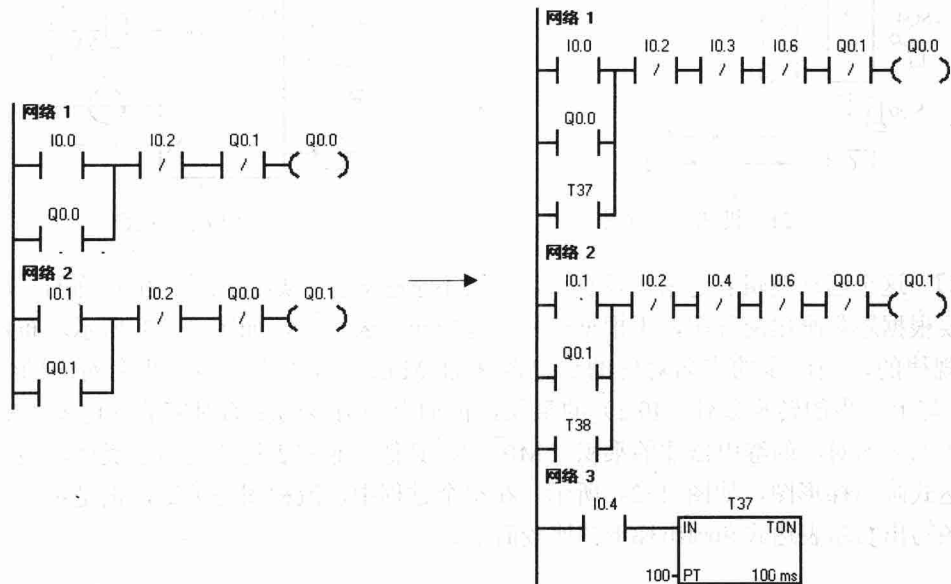


图 1-19 电动机正、反转控制的梯形图

图 1-20 小车运输系统的梯形图





## 1.2.2 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了，应采用流程图设计法。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 1-2】** 如图 1-21 所示的气动机械手由 A、B、C 3 个气缸组成，其接线图如图 1-22 所示。其工作过程是：当接近开关 SQ0 检测到有物体时，系统开始工作，气缸 A 向左运行；到极限位置 SQ2 后，气缸 B 向下运行，直到极限位置 SQ4 为止；接着手指气缸 C 抓住物体，延时 1s；然后气缸 B 向上运行；到极限位置 SQ3 后，气缸 A 向右运行；到极限位置 SQ1，此时手指气缸 C 释放物体，并延时 1s，完成搬运工作。电磁阀 YV1 通电后气缸 A 向左运行，电磁阀 YV2 通电后气缸 A 向右运行，电磁阀 YV3 通电后，气缸 B 向下运行，电磁阀 YV4 通电后，气缸 B 向上运行，电磁阀 YV5 通电后，气缸 C 夹紧，电磁阀 YV5 断电，气缸 C 松开。请画出接线图、流程图和梯形图。

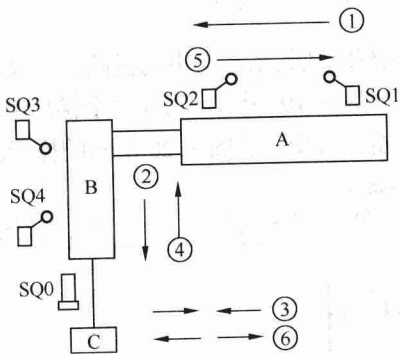


图 1-21 机械手示意图

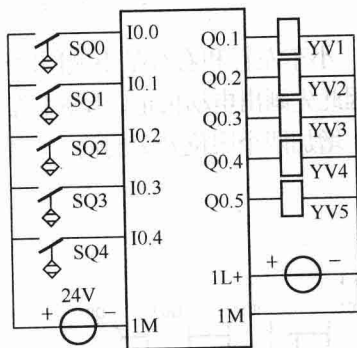


图 1-22 机械手接线图

**【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，一般先要根据题意画出流程图，再根据流程图写出布尔表达式，如图 1-23 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 1-24 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。

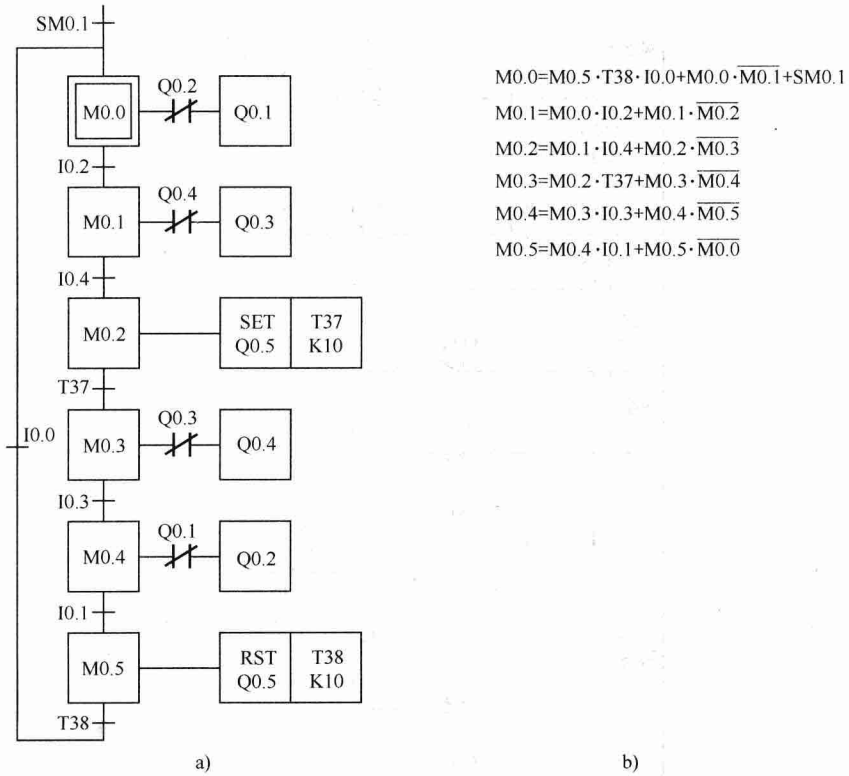


图 1-23 机械手的流程图和布尔表达式对应关系图

a) 流程图 b) 布尔表达式

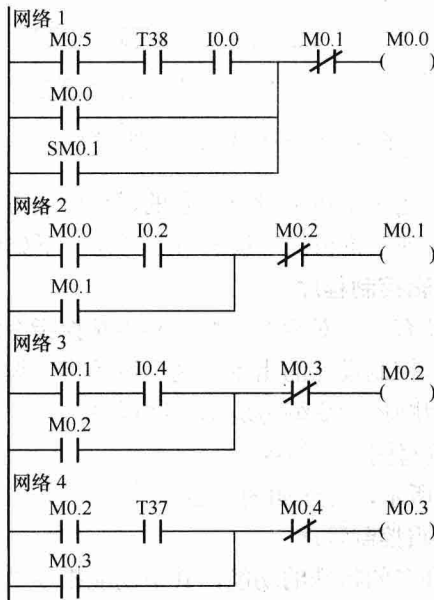


图 1-24 机械手的梯形图

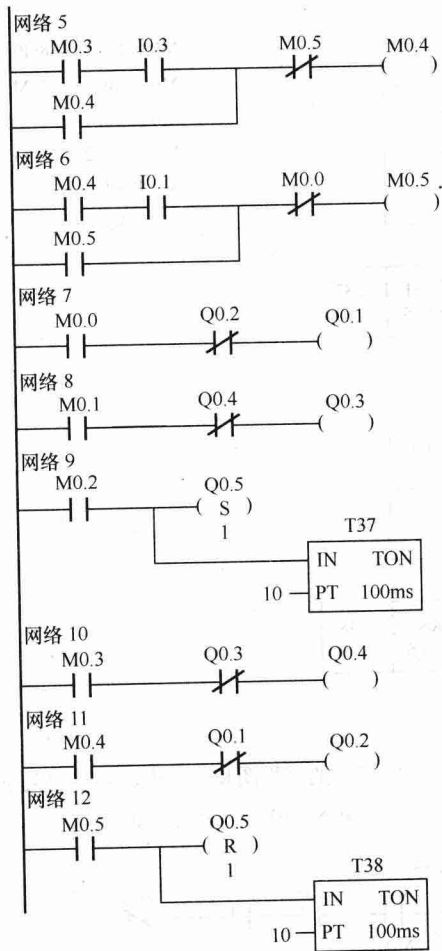


图 1-24 机械手的梯形图 (续)

这个问题的解决方案仅从逻辑上讲是没有问题的，但解决方案中没有启动按钮，也没有复位和急停功能，因此是没有使用价值的。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的关系，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 1-3】** 用顺控指令编写例 1-2 的程序。

**【解】** 流程图如图 1-25 所示，程序如图 1-26 所示。

## 3. 利用功能指令编写逻辑控制程序

西门子的功能指令中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。