

工控经典应用实例

# 西门子S7-200系列

# PLC应用 100例

• 郑凤翼 主编 • 兰秀林 副主编 •



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

工控经典应用实例

# 西门子 S7-200 系列 PLC 应用 100 例

郑凤翼 主 编  
兰秀林 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以西门子 S7-200 系列 PLC 为例,从识图的角度出发,以基本 PLC 应用的梯形图为例,详细地介绍了识读 PLC 梯形图的方法和技巧,以帮助广大电气技术人员、电工人员提高识读 PLC 梯形图的能力。掌握识读 PLC 梯形图的方法和技巧是本书的重点。本书内容包括:三相异步电动机的 PLC 控制, PLC 在一般机械设备控制中的应用,物料传送车、传送带的 PLC 控制, PLC 在建筑设备控制中的应用,机械手、大小铁球分选系统和交通信号灯的 PLC 控制,灯光、密码锁、抢答器、饮料机和洗衣机的 PLC 控制,中断指令、高速计数器指令、高速脉冲输出指令和 PID 指令的应用。

本书适合广大初、中级电气技术人员和电工人员阅读,也可供相关专业高等院校、职业技术学校的师生阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-200 系列 PLC 应用 100 例/郑凤翼主编. —北京:电子工业出版社,2012.10  
(工控经典应用实例)

ISBN 978-7-121-18478-9

I. ①西… II. ①郑… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 213489 号

策划编辑:富 军

责任编辑:韩玉宏

印 刷:

装 订:北京京科印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:22 字数:605 千字

印 次:2012 年 10 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:49.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

# 前 言

可编程序控制器通常简称为 PLC，是近年来发展迅速的工业控制装置，已广泛应用于工业企业的各个领域。PLC 是以微处理器为基础，综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型的通用工业自动控制装置。因此，PLC 技术是广大电气技术人员、电工人员必须掌握的一门专业技术。

本书以西门子 S7-200 系列 PLC 为例，从识图的角度出发，以基本 PLC 应用的梯形图为实例，详细地介绍了识读 PLC 梯形图的方法和技巧，以帮助广大电气技术人员、电工人员提高识读 PLC 梯形图的能力。掌握识读 PLC 梯形图的方法和技巧是本书的重点。本书的识图实例实用性强，覆盖面宽。通过识图实例的引导，达到举一反三、触类旁通的效果，使读者通过识图练习，能够读懂更多更新的 PLC 梯形图。

本书内容包括：三相异步电动机的 PLC 控制，PLC 在一般机械设备控制中的应用，物料传送车、传送带的 PLC 控制，PLC 在建筑设备控制中的应用，机械手、大小铁球分选系统和交通信号灯的 PLC 控制，灯光、密码锁、抢答器、饮料机和洗衣机的 PLC 控制，中断指令、高速计数器指令、高速脉冲输出指令和 PID 指令的应用。

本书语言精练、内容丰富，分析详细、清晰，在内容上力求简明实用，并采用深入浅出、图文并茂的表达方式，通俗易懂。本书适合广大初、中级电气技术人员和电工人员阅读，也可供相关专业高等院校、职业技术学校的师生阅读参考。

本书主要由郑凤翼、兰秀林编写，参加编写的还有耿立文、郑丹丹、孟庆涛、齐宝霞、李艳、刘新善、李红霞、王晓琳、温永库、苏阿莹、徐占国、冯建辉、杨洪升等。

在本书的编写过程中，编者参考了一些书刊杂志，并引用了其中的一些资料，难以一一列举，在此一并向有关作者表示衷心的感谢！

编 者

# 目 录

第 1 章 三相异步电动机的 PLC 控制 .....	1
第 1 节 导读 .....	1
【例 1-1-1】应用 1 个定时器编写的瞬时接通、延时断开控制程序 .....	2
【例 1-1-2】应用两个定时器编写的延时接通、延时断开控制程序 .....	3
【例 1-1-3】应用基本指令编写的单一故障报警控制程序 .....	4
【例 1-1-4】应用基本指令编写的集中与分散控制程序 .....	6
第 2 节 三相笼形异步电动机单向运行的 PLC 控制 .....	8
【例 1-2-1】停止优先控制 .....	8
【例 1-2-2】启动优先控制 .....	9
【例 1-2-3】克服启动按钮出现不能弹起、接触器未吸合故障的电动机控制程序 .....	9
【例 1-2-4】用置位、复位指令编程的控制程序 .....	10
【例 1-2-5】用跳变指令编程的电动机启停控制 .....	11
【例 1-2-6】点动/连动的电动机启停控制 .....	11
【例 1-2-7】利用辅助中间继电器的点动/连动的电动机启停控制 .....	12
【例 1-2-8】用置位、复位指令编程的具有过载报警的电动机单向运行的 PLC 控制 .....	12
【例 1-2-9】电动机单向间歇运行的 PLC 控制 .....	14
【例 1-2-10】用上升沿（正跳变）触发指令编程的单按钮控制电动机启停 .....	14
【例 1-2-11】用计数器指令编程的单按钮控制 .....	16
【例 1-2-12】用 RS 触发器和上升沿触发指令组成的单按钮电动机启停控制 .....	16
【例 1-2-13】停电后再通电禁止输出程序 .....	17
第 3 节 三相笼形异步电动机可逆运行的 PLC 控制 .....	18
【例 1-3-1】用一般指令编程的电动机正、反转控制 .....	18
【例 1-3-2】用上升沿触发指令编程的电动机正、反转控制 .....	19
【例 1-3-3】采用 RS 触发器指令实现的三相异步电动机正、反转控制 .....	20
【例 1-3-4】电动机正、反转的 PLC 控制 .....	21
【例 1-3-5】电动机正、反转间歇运行的 PLC 控制 .....	24
【例 1-3-6】行程开关控制的自动循环控制 .....	26
第 4 节 三相笼形异步电动机减压启动的 PLC 控制 .....	28
【例 1-4-1】电动机 Y - $\Delta$ 减压启动控制 .....	28
【例 1-4-2】电动机 Y - $\Delta$ 减压启动控制（Y - $\Delta$ 切换失电控制） .....	30
【例 1-4-3】电动机的 Y - $\Delta$ 控制 .....	32
【例 1-4-4】减小星形连接接触器启动电流冲击的电动机 Y - $\Delta$ 控制 .....	34
【例 1-4-5】具有开机复位、报警等功能的电动机 Y - $\Delta$ 控制 .....	35

【例 1-4-6】	三相感应电动机的串电阻减压启动控制	38
【例 1-4-7】	三相感应电动机的串自耦变压器减压启动控制	39
第 5 节	三相笼形异步电动机制动的 PLC 控制	40
【例 1-5-1】	电动机可逆运行反接制动控制	40
【例 1-5-2】	电动机单管能耗制动控制	42
第 6 节	三相绕线转子异步电动机的 PLC 控制	44
【例 1-6-1】	三相绕线转子异步电动机串电阻启动控制	44
【例 1-6-2】	三相绕线型感应电动机串频敏变阻器启动控制	46
第 7 节	多电动机的 PLC 控制	48
【例 1-7-1】	两台电动机交替运行的 PLC 控制	48
【例 1-7-2】	具有手动/自动控制功能的 3 台电动机 $M_1 \sim M_3$ 的启停控制	50
【例 1-7-3】	3 台电动机顺序延时启动、逆序延时停止控制	53
【例 1-7-4】	用顺序控制指令编程的 3 台电动机 $M_1 \sim M_3$ 的 PLC 控制	54
【例 1-7-5】	用移位寄存器指令编程的 4 台电动机顺序启动、逆序停止的 PLC 控制	59
第 2 章	PLC 在一般机械设备控制中的应用	66
第 1 节	钻床电气控制电路的 PLC 改造	66
【例 2-1-1】	深孔钻组合机床的 PLC 控制	66
【例 2-1-2】	双头钻床的 PLC 控制	71
第 2 节	风机的 PLC 控制	74
【例 2-2-1】	通风机监控运行的 PLC 控制	74
【例 2-2-2】	锅炉引风机和鼓风机的 PLC 控制	76
第 3 节	电动葫芦和简易起重机的 PLC 控制	78
【例 2-3-1】	电动葫芦升降测试系统的 PLC 控制	78
【例 2-3-2】	简易桥式起重机的 PLC 控制	81
第 4 节	剪板机和 U 形板折板机的 PLC 控制	85
【例 2-4-1】	用置位、复位指令编程的剪板机的 PLC 控制	85
【例 2-4-2】	用顺序控制指令编程的剪板机的 PLC 控制	89
【例 2-4-3】	U 形板折板机的 PLC 控制	94
第 5 节	弯管机、造粒机和毛皮剪花机的 PLC 控制	101
【例 2-5-1】	弯管机的 PLC 控制	101
【例 2-5-2】	造料机摇振的 PLC 控制	104
【例 2-5-3】	毛皮剪花机的 PLC 控制	107
第 6 节	化工生产过程的 PLC 控制	110
【例 2-6-1】	某轮胎内胎硫化机的 PLC 控制	110
【例 2-6-2】	阀门组多周期原料配比控制系统的 PLC 控制	114
第 7 节	多种液体混合装置的 PLC 控制	120
【例 2-7-1】	用置位、复位指令编程的多种液体混合装置的 PLC 控制	120
【例 2-7-2】	用启保停电路模式编程的多种液体混合装置的 PLC 控制	124

【例 2-7-3】用顺序控制指令编程的液体混合装置的 PLC 控制 .....	127
<b>第 3 章 物料传送车、传送带的 PLC 控制 .....</b>	<b>131</b>
<b>第 1 节 物料传送车的 PLC 控制 .....</b>	<b>131</b>
【例 3-1-1】单处卸料运料小车自动往返的 PLC 控制 .....	131
【例 3-1-2】用置位、复位指令编程的单处卸料运料小车自动往返的 PLC 控制 .....	133
【例 3-1-3】用顺序控制指令编程的多种工作方式的单处卸料运料小车运行的 PLC 控制 .....	135
【例 3-1-4】两处卸料运料小车的 PLC 控制 .....	141
【例 3-1-5】用功能指令编程的台车之呼车的 PLC 控制 .....	145
<b>第 2 节 物料传送带的 PLC 控制 .....</b>	<b>151</b>
【例 3-2-1】3 级传送带顺序启动、逆序停止的 PLC 控制 .....	151
【例 3-2-2】带式输送机循环延时顺序启动、延时逆序停止的 PLC 控制 .....	154
【例 3-2-3】4 条皮带机的 PLC 控制 .....	158
<b>第 4 章 PLC 在建筑设备控制中的应用 .....</b>	<b>165</b>
<b>第 1 节 仓库大门和自动门的 PLC 控制 .....</b>	<b>165</b>
【例 4-1-1】仓库大门的 PLC 控制 .....	165
【例 4-1-2】使用启保停电路编程的自动门 PLC 控制 .....	168
<b>第 2 节 供水系统的 PLC 控制 .....</b>	<b>173</b>
【例 4-2-1】水塔供水系统的 PLC 控制 .....	173
【例 4-2-2】根据压力上、下限变化由 4 台水泵进行恒压供水的 PLC 控制 .....	178
<b>第 3 节 喷泉的 PLC 控制 .....</b>	<b>181</b>
【例 4-3-1】普通喷泉的 PLC 控制 .....	181
【例 4-3-2】花样喷泉的 PLC 控制 .....	185
【例 4-3-3】波浪式喷泉的 PLC 控制 .....	190
<b>第 5 章 机械手、大小铁球分选系统和交通信号灯的 PLC 控制 .....</b>	<b>198</b>
<b>第 1 节 机械手和大小铁球分选系统的 PLC 控制 .....</b>	<b>198</b>
【例 5-1-1】用子程序和移位寄存器指令编程的机械手的 PLC 控制 .....	198
【例 5-1-2】大小铁球分选系统的 PLC 控制 .....	211
<b>第 2 节 交通信号灯的 PLC 控制 .....</b>	<b>218</b>
【例 5-2-1】用相对时间编程的十字路口交通信号灯的 PLC 控制 .....	219
【例 5-2-2】用绝对时间编程的十字路口交通信号灯的 PLC 控制 .....	223
【例 5-2-3】人行横道交通信号灯的 PLC 控制 .....	228
<b>第 6 章 灯光、密码锁、抢答器、饮料机和洗衣机的 PLC 控制 .....</b>	<b>236</b>
<b>第 1 节 灯光的 PLC 控制 .....</b>	<b>236</b>
【例 6-1-1】由时钟序列通过计数器产生不同时间切换点的 3 组彩灯循环的 PLC 控制 .....	236
【例 6-1-2】用顺序控制指令编程的舞台灯光的 PLC 控制 .....	240

【例 6-1-3】采用时钟脉冲结合计数器编程的彩灯的 PLC 控制 .....	241
【例 6-1-4】彩灯闪烁与循环的 PLC 控制 .....	246
【例 6-1-5】天塔之光的 PLC 控制 .....	250
第 2 节 密码锁和抢答器的 PLC 控制 .....	255
【例 6-2-1】用计数器指令与比较指令编程的密码锁的 PLC 控制 .....	255
【例 6-2-2】简单的 3 组抢答器的 PLC 控制 .....	257
【例 6-2-3】较复杂的 3 组抢答器的 PLC 控制 .....	260
【例 6-2-4】带数码管显示的竞赛抢答器的 PLC 控制 .....	264
第 3 节 饮料自动售货机和洗衣机的 PLC 控制 .....	275
【例 6-3-1】饮料自动售货机的 PLC 控制 .....	275
【例 6-3-2】全自动洗衣机的 PLC 控制 .....	283
<b>第 7 章 中断指令、高速计数器指令、高速脉冲输出指令和 PID 指令的应用 .....</b>	<b>290</b>
第 1 节 中断指令及其应用 .....	290
7.1.1 中断 .....	290
7.1.2 中断指令的应用 .....	293
【例 7-1-1】处理 I/O 中断程序 .....	293
【例 7-1-2】处理定时中断程序 .....	295
【例 7-1-3】主程序、子程序和中断程序编程举例之一 .....	298
【例 7-1-4】主程序、子程序和中断程序编程举例之二 .....	299
【例 7-1-5】利用定时中断实现 8 位彩灯循环左移 .....	301
【例 7-1-6】模拟量的定时采集 .....	303
第 2 节 高速计数器指令及其应用 .....	304
7.2.1 高速计数器 .....	304
7.2.2 高速计数器指令的应用 .....	313
【例 7-2-1】正交 4 倍计数速率高速计数器的应用编程 .....	313
【例 7-2-2】用测频率方法测量电动机的转速 .....	315
第 3 节 高速脉冲输出指令及其应用 .....	317
7.3.1 高速脉冲输出 .....	317
7.3.2 高速脉冲输出指令的应用 .....	325
【例 7-3-1】PWM 应用之一 .....	325
【例 7-3-2】PWM 应用之二 .....	326
【例 7-3-3】单段 PTO 操作 .....	330
【例 7-3-4】多段 PTO 操作 .....	332
第 4 节 PID 控制 .....	334
7.4.1 PID .....	334
7.4.2 PID 指令的应用 .....	339
【例 7-4-1】供水水箱的 PLC 控制 .....	339
<b>参考文献 .....</b>	<b>344</b>



# 第 1 章

## 三相异步电动机的 PLC 控制

### 第 1 节 导 读

本书的写作特点如下。

#### 1. 在 PLC 的 I/O 接线图、梯形图和语句表中添加注解说明

在不改变原有 PLC 的 I/O 接线图、梯形图和语句表的基础上，对每个编程元件（电器元件）都添加注解说明，解释和说明该编程元件的作用。由于已在 PLC 的 I/O 接线图、梯形图和语句表中对每个编程元件都添加了注解说明，因此，一般来讲，在文字叙述中，就不再介绍该编程元件的作用了。

#### 2. 编程元件线圈、动合触点、动断触点的表示

每个编程元件都有线圈、动合触点、动断触点，它们均用同一文字符号表示，在梯形图中可由图形符号来区别，在语句表中可由指令助记符来区别，但在文字叙述中，就不易区别了。为此，由在文字符号前加前缀来区别三者，不加前缀表示线圈，加“◎”前缀表示动合触点，加“#”前缀表示动断触点。例如，“I0.0”表示输入继电器线圈，“◎I0.0”表示输入继电器 I0.0 的动合触点，“#I0.0”表示输入继电器 I0.0 的动断触点。

#### 3. 编程元件在梯形图和语句表中位置的表示

在梯形图中分梯级（或称段），在语句表中分段（或称逻辑行）。在语句表中，逻辑行由自然行组成，并且段与梯级相对应。梯级与段用方括号“[]”表示，方括号内的阿拉伯数字表示梯形图的梯级，也表示语句表的段。

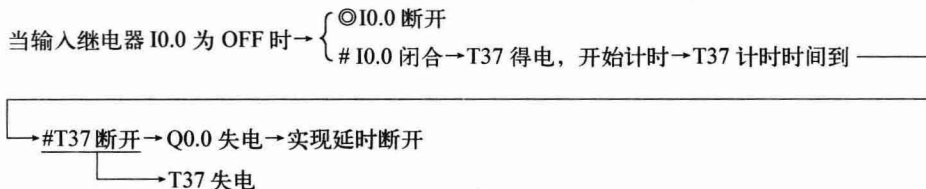
可在编程元件的线圈、触点的后面加方括号，如#I0.0[1]、Q0.1[5]、◎T0[8]。其中，#I0.0[1]表示输入继电器 I0.0 的动断触点在梯形图的第 1 梯级和语句表的第 1 段；Q0.1[5]表示输出继电器 Q0.1 的线圈在梯形图的第 5 梯级和语句表的第 5 段；◎T0[8]表示定时器 T0 的动合触点在梯形图的第 8 梯级和语句表的第 8 段。

#### 4. 扫描过程顺序的描述

识读 PLC 梯形图和语句表的过程同 PLC 扫描用户过程一样，应按扫描过程顺序来



## 2) 延时断开



## 【例 1-1-2】应用两个定时器编写的延时接通、延时断开控制程序

## 1. 梯形图和时序图

用两个定时器的延时接通、延时断开控制的梯形图和时序图如图 1-1-2 所示。电路用 I0.0 控制 Q0.1, 要求在 I0.0 变为 ON, 再过 3s 后, Q0.1 才变为 ON, 即延时接通; I0.0 变为 OFF, 再过 5s 后, Q0.1 才变为 OFF, 即延时断开。Q0.1 用启保停电路 (见本章第 2 节) 来控制。

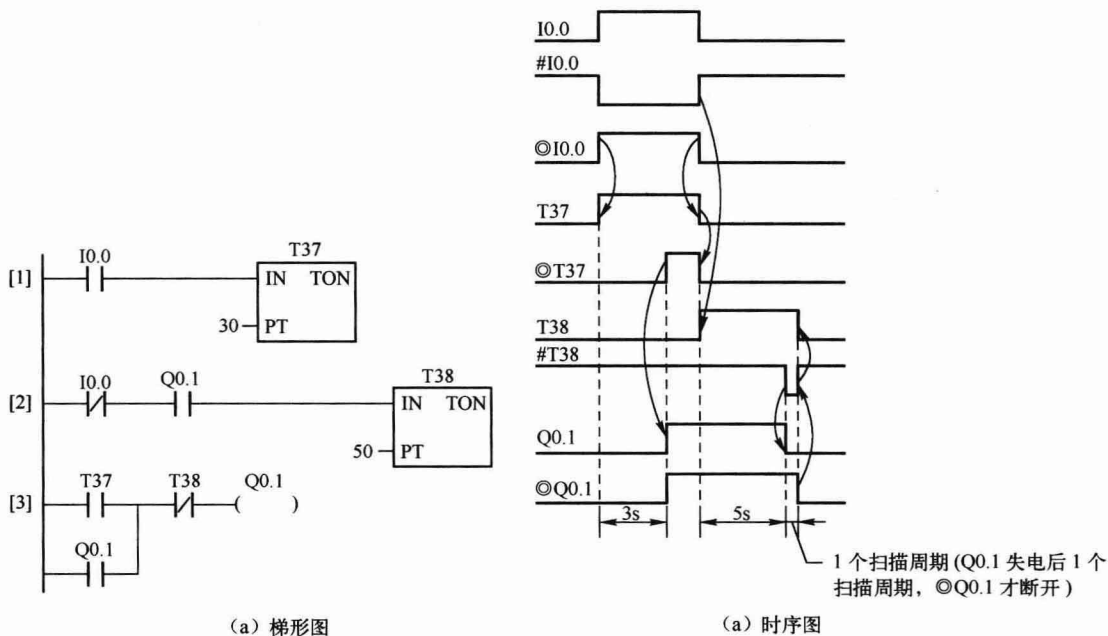
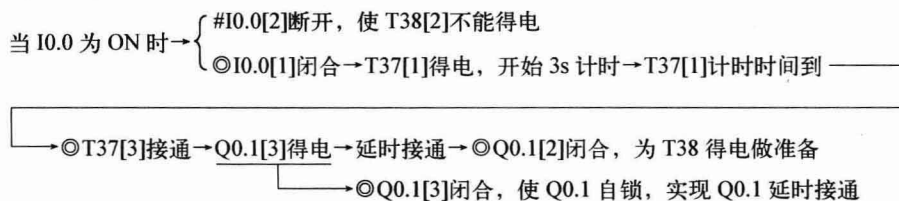


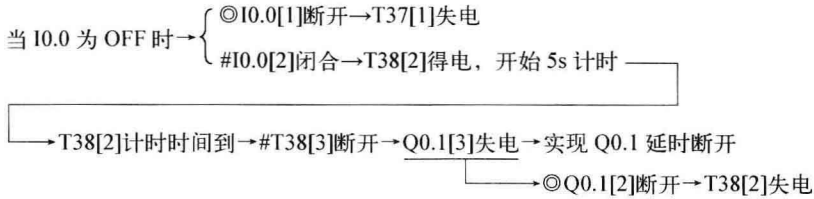
图 1-1-2 用两个定时器的延时接通、延时断开控制的梯形图和时序图

## 2. 电路工作过程

## 1) 延时接通



2) 延时断开



【例 1-1-3】应用基本指令编写的单一故障报警控制程序

1. 控制要求

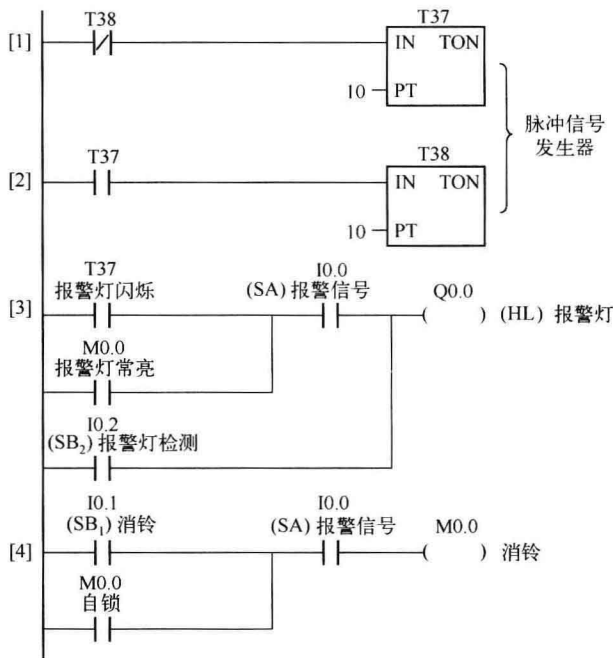
当故障发生时, 报警灯闪烁, 报警电铃 (或蜂鸣器) 鸣响。操作人员知道故障发生后, 按消铃按钮, 把电铃关掉, 报警灯从闪烁变为长亮。故障消失后, 报警灯熄灭。另外, 还应设置试灯、试铃按钮, 用于平时检测报警灯和电铃的好坏。

2. PLC 的 I/O 配置、梯形图和时序图

PLC 的 I/O 配置如表 1-1-1 所示。报警控制的梯形图和时序图如图 1-1-3 所示。

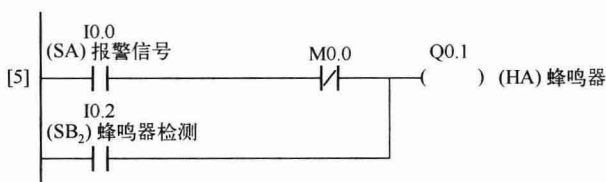
表 1-1-1 PLC 的 I/O 配置

输入设备		输入继电器	输出设备		输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SA	报警输入条件	I0.0	HL	报警灯	Q0.0
SB <sub>1</sub>	报警响应消铃按钮	I0.1	HA	蜂鸣器	Q0.1
SB <sub>2</sub>	报警灯、蜂鸣器检测信号	I0.2			

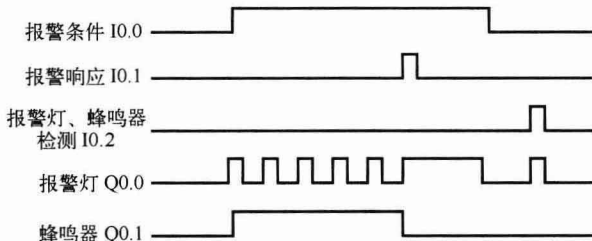


(a) 梯形图

图 1-1-3 报警控制的梯形图和时序图



(a) 梯形图(续)



(b) 时序图

图 1-1-3 报警控制的梯形图和时序图(续)

由梯形图可看出, T37[1]和 T38[2]组成脉冲信号发生器, 由 T37 的动合触点 $\odot$ T37[2]提供周期为 2s、脉宽为 1s 的脉冲信号。根据梯形图可得出 Q0.0、Q0.1 的得电条件、失电条件, 如表 1-1-2 所示。

输出 Q0.0 为报警灯, Q0.1 为蜂鸣器。输入点 I0.0 为报警输入条件, 即 I0.0 为 ON 时要求报警。输入条件 I0.1 为报警响应。I0.1 接通后 Q0.0 报警灯从闪烁变为常亮, 同时 Q0.1 报警蜂鸣器关闭。输入条件 I0.2 为报警灯、蜂鸣器检测信号。I0.2 接入则 Q0.0 和 Q0.1 接通。

表 1-1-2 Q0.0、Q0.1 的得电条件、失电条件

输出继电器	得电条件	失电条件	功能
Q0.0	$\odot$ T37 和 $\odot$ I0.0 均闭合	$\odot$ T37 或 $\odot$ I0.0 断开	报警灯闪烁
	$\odot$ M0.0 和 $\odot$ I0.0 均闭合	$\odot$ M0.0 或 $\odot$ I0.0 断开	报警灯常亮
	$\odot$ I0.2 闭合	$\odot$ I0.2 断开	报警灯检测
Q0.1	$\odot$ I0.0 和 $\#$ M0.0 均闭合	$\odot$ I0.0 或 $\#$ M0.0 断开	报警信号
	$\odot$ I0.2 闭合	$\odot$ I0.2 断开	蜂鸣器检测

### 3. 电路工作过程

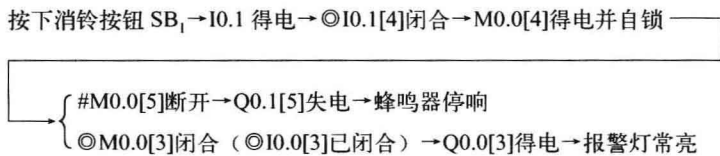
根据表 1-1-2 可看出, 有 3 种情况可使 Q0.0 得电, 有两种情况可使 Q0.1 得电。

#### 1) 报警

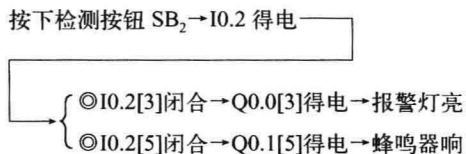
当有报警信号时, SA 闭合 $\rightarrow$ I0.0 得电

$\left\{ \begin{array}{l} \odot \text{I0.0[3] 闭合} \rightarrow \text{通过 } \odot \text{T37[3] 使 Q0.0[3] 间歇得电} \rightarrow \text{报警灯闪烁} \\ \odot \text{I0.0[5] 闭合} \rightarrow \text{通过 } \# \text{M0.0[5] 使 Q0.1[5] 得电} \rightarrow \text{蜂鸣器响} \end{array} \right.$

2) 按下消铃按钮



3) 检测



【例 1-1-4】应用基本指令编写的集中与分散控制程序

1. 梯形图

在多台单机组成的自动线上，有在总操作台上的集中控制和在单机操作台上分散控制的连锁。集中与分散控制的梯形图如图 1-1-4 所示。I0.2 为选择开关，以其触点为集中控制与单机分散控制的连锁触点。当 I0.2 为 ON 时，为单机分散启动控制；当 I0.2 为 OFF 时，为集中总启动控制。在两种情况下，单机操作台和总操作台都可以发出停止命令。I0.1 为总停止或集中控制停止按钮，I0.3 为集中控制启动按钮，I1.0、I1.1 分别为单机 A 的启动、停止按钮，I2.0、I2.1 分别为单机 B 的启动、停止按钮。

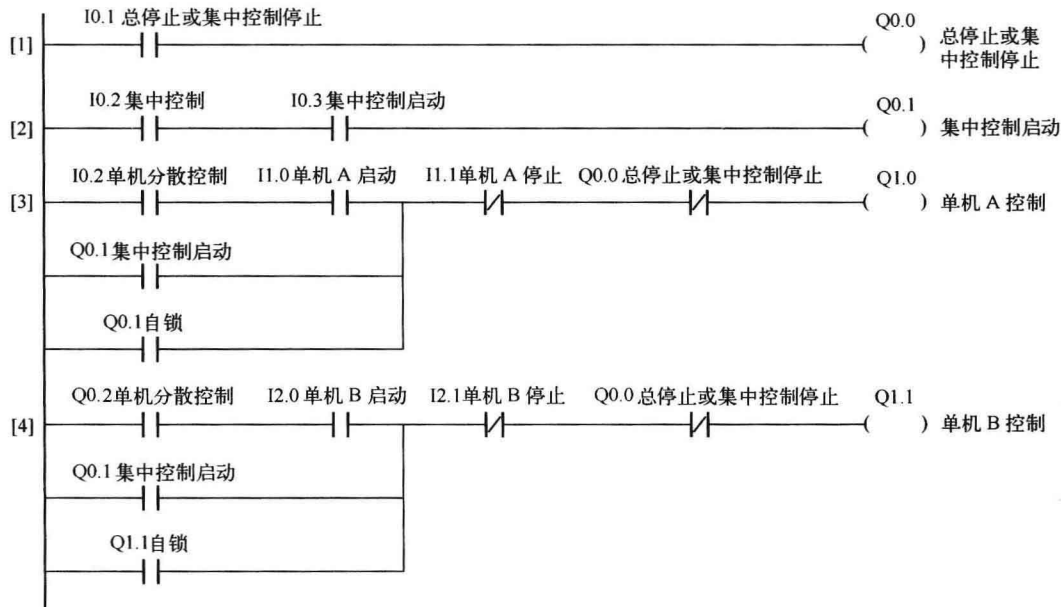
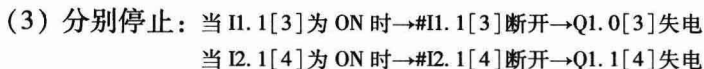
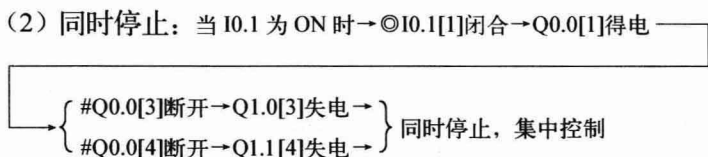
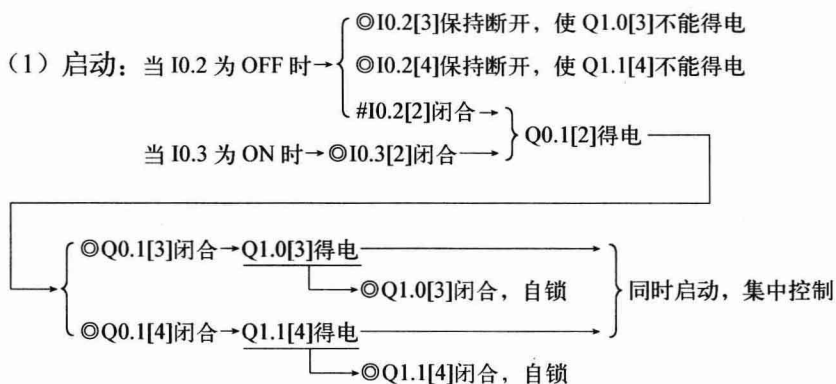


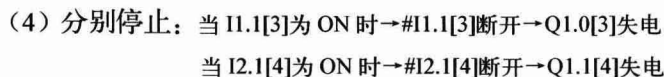
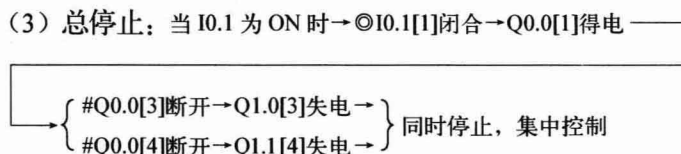
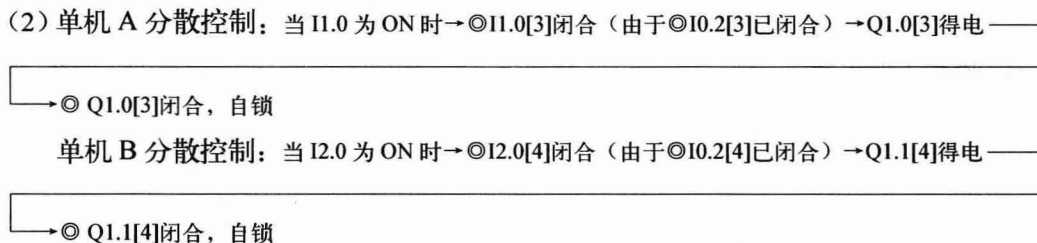
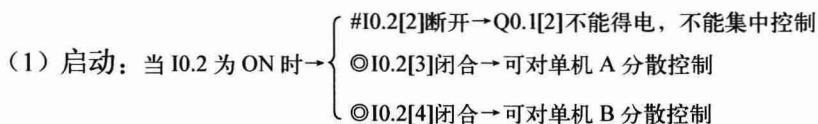
图 1-1-4 集中与分散控制的梯形图

## 2. 电路工作过程

### 1) 集中控制



### 2) 分散控制



## 第 2 节 三相笼形异步电动机单向运行的 PLC 控制

### 【例 1-2-1】 停止优先控制

#### 1. 梯形图和时序图

为确保安全，通常电动机的启动和停止控制总是选用如图 1-2-1 所示的停止优先控制程序。对于该程序，若同时按下启动和停止按钮，则停止优先。无论启动按钮  $SB_1$  ( $I0.0$ ) 按下与否，只要按下停止按钮  $SB_2$  ( $I0.1$ )，则输出  $KM$  ( $Q0.0$ ) 必失电，因此，称这种电路为失电优先的自锁电路。这种控制方式常用于需要紧急停车的场合。

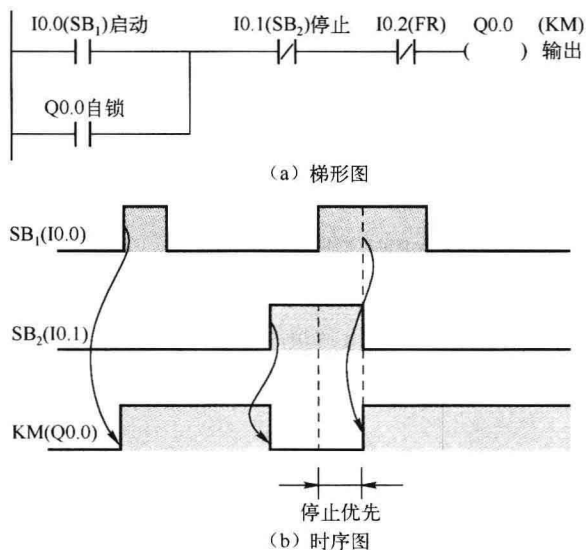


图 1-2-1 停止优先控制的梯形图和时序图

#### 2. 电路工作过程

##### 1) 启动

按下启动按钮  $SB_1 \rightarrow I0.0$  得电  $\rightarrow$   $\odot I0.0$  闭合  $\rightarrow Q0.0$  得电  $\rightarrow KM$  得电  $\rightarrow$  电动机启动运行  
 $\rightarrow \odot Q0.0$  闭合，自锁

当  $Q0.0$  得电后，由于与  $\odot I0.0$  并联的  $\odot Q0.0$  闭合，因此，松开  $SB_1$  后，虽然  $\odot I0.0$  断开，但由于  $\odot Q0.0$  已闭合，使  $Q0.0$  继续保持得电，这就是自锁，或者说，该电路具有“记忆”功能。

##### 2) 停机

按下停止按钮  $SB_2 \rightarrow I0.1$  得电  $\rightarrow \#I0.1$  断开  $\rightarrow Q0.0$  失电  $\rightarrow KM$  失电  $\rightarrow$  电动机停止运行  
 $\rightarrow \odot Q0.0$  断开，解除自锁

##### 3) 过载保护

过载时， $FR$  闭合  $\rightarrow I0.2$  得电  $\rightarrow \#I0.2$  断开  $\rightarrow Q0.0$  失电  $\rightarrow KM$  失电  $\rightarrow$  电动机停止运行  
 $\rightarrow \odot Q0.0$  断开，解除自锁



在实际电路中,启动信号和停止信号可能由多个触点组成的串、并联电路提供。如图 1-2-1 所示的梯形图表示最基本的单元电路,它包含了一个梯形图支路的所有要素。

(1) 使支路的输出线圈得电(置 1)的条件,此处为 I0.0。

(2) 使支路的输出线圈保持的条件,此处为 Q0.0。

(3) 使支路的输出线圈失电(置 0)的条件,此处为 I0.1。

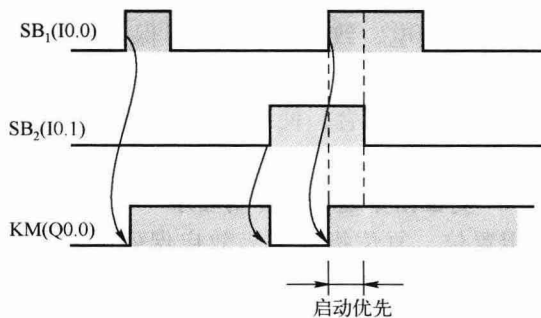
为了以后的叙述方便,将这一梯形图表示的电路叫做启保停电路。

### 【例 1-2-2】启动优先控制

对于有些控制场合(如消防水泵的启动),需要选用如图 1-2-2 所示的启动优先控制程序。对于该程序,若同时按下启动和停止按钮,则启动优先。无论停止按钮 SB<sub>2</sub>(I0.1)按下与否,只要按下启动按钮 SB<sub>1</sub>(I0.0),则输出 KM(Q0.0)得电,从而启动负载。



(a) 梯形图



(b) 时序图

图 1-2-2 启动优先控制的梯形图和时序图

### 【例 1-2-3】克服启动按钮出现不能弹起、接触器未吸合故障的电动机控制程序

#### 1. 梯形图

当按下启动按钮 SB<sub>1</sub>后,电动机开始运行,但是如果启动按钮出现故障不能弹起,按下停止按钮电动机能够停止运行,一旦松开停止按钮,电动机又马上开始运行了。这种情况在实际生产时是不允许的。另外,输出继电器 Q0.0 得电后,若接触器 KM 未动作,则应发出报警信号,并使 Q0.0 失电。采用如图 1-2-3 所示的梯形图即可解决这两个问题。其中 I0.2 为接在 I0.2 端子的 KM 的辅助动合触点。

#### 2. 电路工作过程

按下启动按钮 SB<sub>1</sub>→I0.0 得电→◎I0.0[1]闭合,正跳变触点检测到 I0.0 的上升沿,使 Q0.0[1]得电并自锁,KM 得电,电动机启动运行。按下停止按钮 SB<sub>2</sub>→I0.1 得电→#I0.1[1]断开,使 Q0.0[1]失电,电动机停止运行。此时即使按钮 SB<sub>1</sub>(I0.0)没能马上断开仍然闭