

图解西门子 S7 系列 PLC 应用丛书

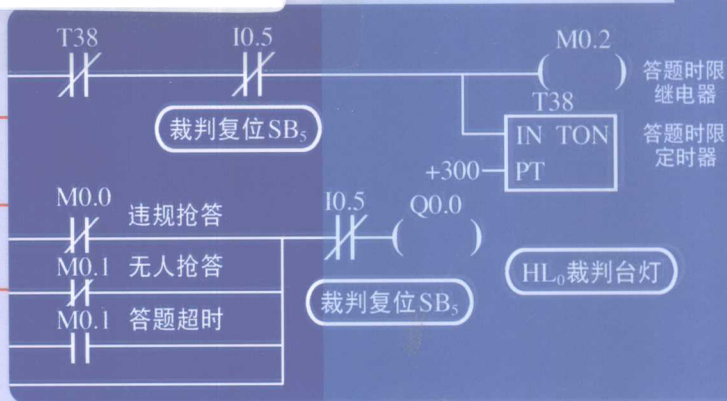
例说识读 PLC 梯形图的方法与技巧

▲ 基本控制程序梯形图

▲ 时间原则控制梯形图

▲ 移位原则控制梯形图

▲ 顺序控制梯形图



■ 孟庆涛 郑凤翼 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

图解西门子 S7 系列 PLC 应用丛书

例说识读 PLC 梯形图的方法与技巧

孟庆涛 郑凤翼 编著

电子工业出版社

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,以常用的基本的 PLC 梯形图为例,详细地介绍以定时器、计数器、移位、循环移位、移位寄存器、顺序和循环控制、跳转子程序指令为主线或以它们的组合为主线编写的 PLC 梯形图的识读方法和技巧,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。

本书编写方法新颖,内容通俗易懂,适合自学 PLC 的工程人员阅读,也可供相关院校师生参考。

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

例说识读 PLC 梯形图的方法与技巧 / 孟庆涛, 郑凤翼编著. —北京:电子工业出版社, 2010. 5
(图解西门子 S7 系列 PLC 应用丛书)

ISBN 978 - 7 - 121 - 10815 - 0

I. ①例… II. ①孟… ②郑… III. ①可编程序控制器 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 080862 号

策划编辑: 富 军

责任编辑: 毕军志

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

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 × 1 092 1/16 印张: 19.25 字数: 492.8 千字

印 次: 2010 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 39.00 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 zltts@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,是近年发展迅速的工业控制装置。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。由于它具有功能强、可靠性高、使用灵活方便、易编程以及适合工业环境下应用等一系列优点,在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面应用越来越广泛。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门技术。

本书以西门子 S7—200 系列 PLC 为例,从识图的角度出发,以常用的基本的 PLC 梯形图为例,详细地介绍了识读 PLC 梯形图的方法和技巧。

本书所介绍的实例是以定时器、计数器、移位、循环移位、移位寄存器、顺序控制、跳转、子程序指令为主线或以它们的组合为主线编写的梯形图,并且按照识读基本控制程序梯形图(第 2 章)、识读按时间原则编程的顺序控制和循环控制梯形图(第 3 章)、识读按移位原则编程的顺序控制和循环控制梯形图(第 4 章);识读单序列、选择序列合并行序列的顺序控制梯形图(第 5 章);识读程序控制指令梯形图(第 6 章);识读较复杂的梯形图(第 7 章)的分类进行编写。对每类梯形图与每个示例的梯形图都给出识读的方法和技巧,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。

对同一控制过程,有的采用不同的指令或不同的电路程式进行编程,以加深读者对指令和电路程式编程的理解。

掌握识读 PLC 梯形图的方法和技巧是本书的重点。本书的识图示例,其实用性强,覆盖面宽。通过识图示例的引导,达到举一反三、触类旁通,使读者通过识图练习,能够读懂更多更新的 PLC 梯形图。

本书介绍的识读梯形图的方法和技巧,同样适用于识读其他类型 PLC 的梯形图。

本书在写法上尽量运用图解的方法,图、文相辅相成。本书文字精练、通俗易懂、内容丰富,分析详细、清晰。

本书由孟庆涛、郑凤翼编著,参加编写的还有李艳、徐占华、徐东旭、徐占国、郑丹丹、温永库、王晓琳、冯建辉、杨洪升、李红霞、耿立文、苏阿莹、张继研。

在本书写作过程中,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,在此一并向有关书刊杂志的作者表示衷心的感谢。

编著者

目 录

第 1 章 导读	1
1.1 本书写作特点	1
1.2 识读 PLC 梯形图和指令语句表的方法和步骤	2
1.2.1 分析控制对象	2
1.2.2 梯形图的结构分析	3
1.2.3 梯形图的分解	3
1.2.4 集零为整,综合分析	4
1.2.5 识读 PLC 梯形图示例	4
第 2 章 识读基本控制程序梯形图	10
2.1 自锁、互锁和联锁控制程序梯形图	10
2.1.1 自锁控制(启动、保止、停止电路,简称启—保—停电路)	10
2.1.2 用置位/复位指令或 RS/SR 触发指令来等效启—保—停电路的控制	16
2.1.3 不能同时动作的互锁控制(优先控制)和联锁控制	20
2.2 识读延时、定时、计数、分频和振荡控制梯形图	23
2.2.1 定时器指令和计数器指令	23
2.2.2 延时、定时、计数控制	25
2.2.3 脉冲序列信号的产生	34
2.3 识读报警控制梯形图	37
2.4 识读两种状态转换控制梯形图	41
2.4.1 两种状态相互转换的控制	41
2.4.2 两种状态连续相互转换的控制	44
2.4.3 两种状态单向转换的控制	48
第 3 章 识读按时间原则编程的顺序控制和循环控制梯形图	55
3.1 识读用多定时器产生时间切换点的顺序控制梯形图	55
3.2 识读通过时钟序列产生不同的时间切换点,实现对被控系统的顺序控制梯形图	81
第 4 章 识读按移位原则编程的顺序控制和循环控制梯形图	99
4.1 识读用移位指令编程的顺序控制和循环控制梯形图	99
4.1.1 左移指令和右移指令	99
4.1.2 识读示例	100
4.2 识读用循环移位指令编程的顺序控制和循环控制梯形图	109
4.2.1 循环左移指令和循环右移指令	109
4.2.2 识读示例	110
4.3 识读用移位寄存器指令编程的顺序控制和循环控制梯形图	135

4.3.1	移位寄存器指令	135
4.3.2	识读示例	138
第5章	识读单序列、选择序列合并行序列的顺序控制梯形图	164
5.1	顺序功能图	164
5.1.1	顺序功能图的组成要素	164
5.1.2	顺序功能图中转换实现的基本规则	165
5.1.3	顺序功能图的基本结构	166
5.1.4	将顺序功能转换成梯形图	168
5.2	识读使用启—保—停电路模式编制的顺序控制梯形图	170
5.2.1	编程方法	170
5.2.2	识读示例	176
5.3	识读以转换条件为中心编制的顺序控制梯形图	193
5.3.1	编程方法	193
5.3.2	识读示例	196
5.4	识读使用 SCR 指令编制的顺序控制梯形图	209
5.4.1	顺序控制指令及使用顺序控制指令的编程方法	209
5.4.2	识读示例	213
第6章	识读程序控制指令编程的梯形图	225
6.1	识读跳转与标号指令编程的梯形图	225
6.1.1	跳转与标号指令	225
6.1.2	识读示例	226
6.2	识读子程序编程的梯形图	240
6.2.1	子程序	240
6.2.2	识读示例	240
第7章	识读较复杂的梯形图	264
7.1	识读饮料自动售货机和交通信号灯的控制梯形图	264
7.2	识读电动机、U形板折板机和机械手的控制梯形图	278
	参考文献	301



1.1 本书写作特点

1. 在 PLC 的 I/O 接线图、梯形图和语句表上添加注解说明

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

2. 电路工作过程(即扫描过程顺序)的描述

采用电器元件和编程元件动作顺序和文字叙述相结合的方法来说明梯形图和语句表,进而说明电路的工作原理。

3. 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,在指令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,为此在文字符号前加前缀来区别,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。

4. 编程元件在梯形图中位置的表示

梯形图由网络(又称程序段或梯级),与其相对应的语句表也由网络(又称程序段或逻辑行)组成。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,也表示指令语句表中的段。

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



1.2 识读 PLC 梯形图和指令语句表的方法和步骤

对一般的 PLC 控制系统,都给出 PLC 控制电路与梯形图。PLC 控制电路包括 PLC 控制电路主电路与 PLC 外部的 I/O 接线。这就是识读 PLC 梯形图的原始资料。

1.2.1 分析控制对象

1. 明确控制要求

首先必须深入了解、详细分析、认真研究被控对象(机械设备、生产线或生产过程等)的工艺流程的特点与控制要求,明确控制任务。

控制要求是指控制的方式,所要完成的动作时序与动作条件,应具备的操作方式(如手动、半自动、自动;连续或断续等),必要的保护措施和联锁等。

2. 看 PLC 控制电路的主电路

进一步了解工艺流程和对应的执行装置和元器件。

3. 看 PLC 控制系统的 I/O 配置表和 PLC 的 I/O 接线图

在没有给出输入/输出设备定义和 I/O 配置的情况下,应根据 PLC 的 I/O 接线图或梯形图,做出输入/输出设备定义和 I/O 配置。

PLC 的 I/O 配置表和 PLC 的 I/O 接线是连接 PLC 控制电路主电路和 PLC 梯形图的纽带。

4. 通过 PLC 的 I/O 配置表或 PLC 的 I/O 接线图了解梯形图

接触器-继电器电路图中的交流接触器、电磁阀和信号灯等执行机构用 PLC 的输出继电器来控制,它们的线圈接在 PLC 的 I/O 接线的输出端。按钮、控制开关、限位开关、接近开关等用来给 PLC 提供控制命令和反馈信号,它们的触点接在 PLC 的 I/O 接线的输入端。

(1) 根据用电器(如电动机、电磁阀或信号灯等)在主电路中的控制电器(如接触器、继电器)主触点的文字符号,在 PLC 的 I/O 接线图中找出相应控制电器的线圈,并可得知控制该控制电器的输出继电器,再在梯形图中找到该输出继电器的网络(梯级或程序段),并将相应输出设备的文字代号标注在梯形图中输出继电器的线圈及其触点旁。

(2) 根据 PLC I/O 接线的输入设备及其相应的输入继电器,在梯形图找出输入继电器的动合触点、动断触点,并将相应输入设备的文字代号标注在梯形图中输入继电器的触点旁。值得注意的是,在梯形图和语句表中,没有输入继电器的线圈。

在 PLC 的 I/O 接线图中有许多行程开关和转换开关,以及压力继电器、温度继电器等,这些电器元件也以输入继电器的形式出现,它们没有吸引线圈,其触点的动作是依靠外力或其他因素实现的,因此必须先把引起这些触点动作的外力或因素找到。其中行程开关由机械联动机构来触压或松开,而转换开关一般由手工操作。这样,使这些行程开关、转换开关的触点,在设备运行过程中处于不同的工作状态,即触点的闭合、断开情况不同,以满足不同的控制要求,

这是看图过程中的一个关键。

这些行程开关、转换开关的触点的不同工作状态,单凭看电路图难以弄清楚,必须结合设备说明书、电器元件明细表,明确该行程开关、转换开关的用途;操纵行程开关的机械联动机构;触点在不同的闭合或断开状态下电路的工作状态,等等。

1.2.2 梯形图的结构分析

(1) 采用一般编程方法还是采用顺序功能图编程方法。采用顺序功能图的单序列结构还是选择序列结构、并行序列结构,使用启—保—停电路模式编程、置位(R)—复位(S)指行编程还是用顺控控制指令(LSCR-SCRT-SCRE)进行编程。

(2) 找出使用功能指令编写的程序段。例如,用程序跳转指令 JMP-LBL、循环指令 FOR-NEXT、调用子程序指令 CALL-RET、移位指令 SHL_X 与 SHR_X、循环移位指令 ROL_X 与 ROR_X、移位寄存器指令 SHRB 等编写的程序段,并确定其主要编程元件是如何形成的。

1.2.3 梯形图的分解

1. 采用逆读溯源法将多负载(如多电动机电路)分解为单负载(如单电动机)电路

无论多么复杂的梯形图,都是由一些基本单元构成的。按主电路的构成情况,利用逆读溯源法,把梯形图分解成与主电路的用电器的(如电动机)相对应的几个基本单元,每一个基本单元可以是梯形图的一个梯级(包含一个输出元件)或几个梯级(包含几个输出元件)。

根据主电路中控制负载的控制电器的主触点文字符号,在 PLC 的 I/O 接线图中找出控制该负载的接触器线圈的输出继电器,再在梯形图和指令语句表中找出控制该输出继电器的线圈及其相关电路,这就是控制该负载的局部电路。

在梯形图中,很容易找到该输出继电器的线圈电路及其得电、失电条件,但引起该线圈的得电、失电条件及其相关电路就不容易找到,可采用逆读溯源法去寻找。

(1) 在输出继电器线圈电路中串、并联的其他编程元件触点,这些触点的闭合、断开就是该输出继电器得电、失电的条件。

(2) 由这些触点再找出它们的线圈电路及其相关电路,在这些线圈电路中还会有其他接触器、继电器的触点,等等。

(3) 如此找下去,直到找到输入继电器(主令电器)为止。

值得注意的是,当某编程元件得电吸合或失电释放后,应把该编程元件的所有触点所带动的前后级编程元件的作用状态全部找出,不能遗漏。

找出某编程元件在其他电路中的动合触点、动断触点,这些触点为其他编程元件的得电、失电提供条件或者为互锁、联锁提供条件,引起其他电器元件动作,驱动执行电器。

2. 分解电路的注意事项

(1) 若电动机主轴连接有速度继电器,则该电动机按速度控制原则组成停车制动电路。

(2) 若电动机主电路中接有整流器,表明该电动机采用能耗制动停车电路。

1.2.4 集零为整,综合分析

利用顺读跟踪法,再利用顺读跟踪法把基本单元电路串联起来。

采用顺读跟踪法分析整个电路,综合分析时应注意以下几方面。

(1) 分析 PLC 梯形图和语句表的过程同 PLC 扫描用户过程一样,从左到右、自上而下,按梯级或程序段的顺序逐级分析。

(2) 值得指出的是,在程序的执行过程中,在同一周期内,前面的逻辑运算结果影响后面的触点,即执行的程序用到前面的最新中间运算结果;但在同一周期内,后面的逻辑运算结果不影响前面的逻辑关系。该扫描周期内除输入继电器以外的所有内部继电器的最终状态(线圈导通与否、触点通/断与否)将影响下一个扫描周期各触点的通与断。

只有在在一个扫描周期的输出刷新阶段,CPU 才将输出映像寄存区中的状态信息转存到输出锁存器中,刷新其内容,改变输出端子上的状态,然后再通过输出驱动电路驱动被控的输出设备(负载),这才是 PLC 的实际输出,这是一种集中输出的方式。输出设备的状态要保持一个扫描周期。

(3) 某编程元件得电,其所有动合触点均闭合、动断触点均闭合。某编程元件失电,其所有已闭合的动合触点均断开(复位),所有已断开的动断触点均闭合(复位)。因此编程元件得电、失电后,要找出其所有的动合触点、动断触点,分析其对相应编程元件的影响。

值得注意的是,这些编程元件有的可能立即得电动作,有的并不立即动作而只是为其得电动作做准备。

(4) 在继电器—接触器控制电路中,停止按钮和热继电器均用动断触点,为了与继电器接触控制的控制电路相一致,在 PLC 梯形图中,同样也用动断触点,这样一来,与输入端相接的停止按钮和热继电器触点就必须用动合触点。在识读程序时必须注意这一点。

(5) 继电器电路图中的中间继电器和时间继电器的功能用 PLC 内部的辅助继电器和定时器来完成,它们与 PLC 的输入继电器和输出继电器无关。

(6) 设置中间单元。在梯形图中,若干个线圈都受某一触点串、并联电路的控制,为了简化电路,在梯形图中可设置用该电路控制的辅助继电器,辅助继电器类似于继电器电路中的中间继电器。

(7) 时间继电器瞬动触点的处理。除了延时动作的触点外,时间继电器还有在线圈得电或失电时马上动作的瞬动触点。对于有瞬动触点的时间继电器,可以在梯形图中对应的定时器的线圈两端并联辅助继电器,后者的触点相当于时间继电器的瞬动触点。

(8) 位存储器 SMO.0、SMO.1、SMO.4、SMO.5 的作用。

(9) 外部联锁电路的设立。为了防止控制正、反转的两个接触器同时动作,造成三相电源短路,除了在梯形图中设置与它们对应的输出继电器的线圈串联的动断触点组成的软互锁电路外,还应在 PLC 外部设置硬互锁电路。

1.2.5 识读 PLC 梯形图示例

在分析 PLC 控制系统的工作过程时,可以将它想象成一个继电器控制系统中的控制箱,其外部接线图描述了这个控制箱的外部接线,梯形图或语句表是这个控制箱的内部“线路

图”,梯形图中的输入继电器和输出继电器是这个控制箱与外部世界联系的“接口继电器”,这样就可以用分析继电器电路图的方法来分析 PLC 控制系统。在分析时可以将梯形图或语句表中输入继电器的触点想象成对应的外部输入器件的触点或电路,将输出继电器的线圈想象成对应的外部负载的线圈。外部负载的线圈除了受梯形图的控制外,还可能受外部触点的控制。

下面以 3 台电动机的延时顺序启动、分别定时关机或同时关机的顺序控制为例进行分析。

控制要求 该电路有 3 台电动机,每隔 10min 启动一台,每台运行 8h 后自动关机,运行过程中可随时使电动机同时停机。

PLC 的 I/O 配置、梯形图

PLC 的 I/O 配置 输入:IO. 0 为启动按钮 SB_1 、IO. 1 为停止按钮 SB_2

输出:QO. 1 ~ QO. 3 为接触器 $KM_1 \sim KM_3$

梯形图如图 1-2-1 所示。

识读方法与技巧

1. 在梯形图上,找出与输入设备、输出设备相对应的输入继电器、输出继电器

根据 PLC 的 I/O 配置,在梯形图上,根据输入继电器的标志符 I,找出与输入设备 SB_1 、 SB_2 相对应的输入继电器的触点 IO. 0[1]、IO. 1[1]、IO. 1[4]、IO. 1[7];再根据输出继电器的标志符 Q,找出与输出设备 $KM_1 \sim KM_3$ 以及输出继电器的线圈 QO. 1 ~ QO. 3[1]、[4]、[7],并标记在图 1-2-2 中。

这样,就可以找出 QO. 1 ~ QO. 3 的得电、保持与失电条件,如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 QO. 1 ~ QO. 3 的得电、保持与失电条件

输出继电器	得电条件	保持条件	失电条件
QO. 1[1]	◎IO. 1[1](SB_1)闭合	◎QO. 1[1] 闭合	#IO. 1[1](SB_2)或#C1[1]断开
QO. 2[4]	◎T37[4] 闭合	◎QO. 2[4] 闭合	#IO. 1[1](SB_2)或#C2[4]断开
QO. 3[7]	◎T38[7] 闭合	◎QO. 3[7] 闭合	#IO. 1[1](SB_2)或#C3[7]断开

由此可见,利用定时器指令 T37[2]、T39[5]控制电动机 $M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$ 延时启动;利用定时器指令与计数器指令(T38[2]与 C1[3]、T40[5]与 C2[6]、T41[8]与 C3[9])配合控制电动机 M_1 、 M_2 或 M_3 运动 8h 后自动停机。

2. 采用逆读溯源法进行分析

根据表 1-2-1,采用逆读溯源法进行分析。

1) $M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$ 的延时启动

若使电动机 M_1 启动← KM_1 得电吸合←QO. 1[1]得电←◎IO. 0[1]闭合←IO. 0 得电←启动按钮 SB_1 闭合。这样,按下启动按钮 SB_1 ,使 QO. 0[3]得电并自锁→ KM_1 得电吸合→电动机 M_1 启动。

若使电动机 M_2 启动← KM_2 得电吸合←QO. 2[4]得电←◎T37[4] 闭合←T37[2]得电←QO. 1[2]闭合。这样,QO. 0[1]得电后,使电动机 M_1 启动,同时使 T37[2]得电,通过 T37 使 QO. 1[4]得电→使电动机 M_2 启动,实现 $M_1 \rightarrow M_2$ 延时启动。

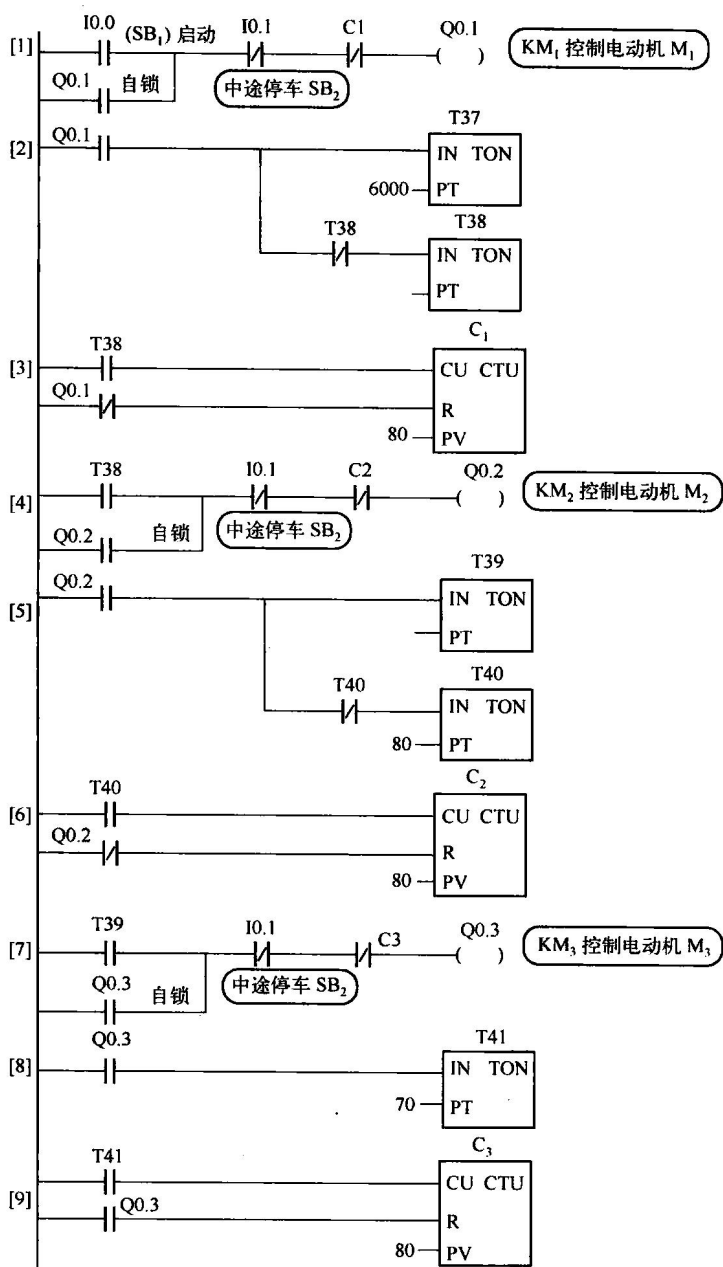


图 1-2-1 梯形图

若使电动机 M₃ 启动←KM₃ 得电吸合←Q0.3[7] 得电←T39[7] 闭合←T38[5] 得电←Q0.2[2] 闭合。这样, Q0.2[4] 得电后, 使电动机 M₂ 启动, 同时使 T39[5] 得电, 通过 T39 使 Q0.3[7] 得电→使电动机 M₃ 启动, 实现 M₂→M₃ 延时启动。

由此可见, 按下启动按钮 SB₁, 能够实现 3 台电动机的顺序延时启动。

2) M₁、M₂ 或 M₃ 工作 8h 后自动停机

若使电动机 M₁ 运行 8h 后停止运动←KM₁ 失电释放←#C1[1] 断开←C1[3] 计数 80 次←T38[3] 闭合 80 次←T38[2] 自复位定时器, 应工作 80 次←Q0.1[2] 闭合。这样, Q0.0[1]

电动机 M_1 、 M_2 运行 8h 后停止运动的工作过程与 M_1 电动机相同,不再赘述。

3. 识读要点

1) 电动机 M_1 的控制

(1) 输入继电器 $I0.0$ 的动合触点 $\odot I0.0[1]$ 是控制 M_1 启动的触点,输入继电器 $I0.1$ 的动断触点 $\#I0.1[1]$ 是控制 M_1 中途停机的触点;计数器 $C1$ 的动断触点 $\#C1[1]$ 控制 M_1 运行 8h 后自动停机;输出继电器 $Q0.1$ 控制 M_1 运行并自锁。

(2) 电动机 M_1 启动后,定时器 $T37$ 、 $T38$ 开始计时。 $T33$ 计时时间为 600s (10min),其动合触点 $\odot T37[4]$ 用于控制电动机 M_2 启动。定时器 $T38$ 和计数器 $C1$ 联用,起定时扩展作用,定时时间为 $360s \times 80 = 8h$,其动断触点 $\#C0[1]$ 控制电动机 M_1 运行 8h 后自动停机。定时器 $T38$ 是自动复位,计数器 $C1$ 在 $Q0.1$ 失电后复位。

2) 电动机 M_2 的控制

(1) 由定时器 $T37$ 的动合触点 $\odot T37$ 启动电动机 M_2 (在 M_1 启动 10min 后 M_2 启动),计数器 $C2$ 的动断触点 $\#C2[4]$ 控制电动机 M_2 运行 8h 后自动停机。

(2) 定时器 $T40$ 与计数器 $C2$ 联用,其动断触点 $\#C3[7]$ 控制 M_3 运行 8h 后自动停机。

3) 电动机 M_3 的控制

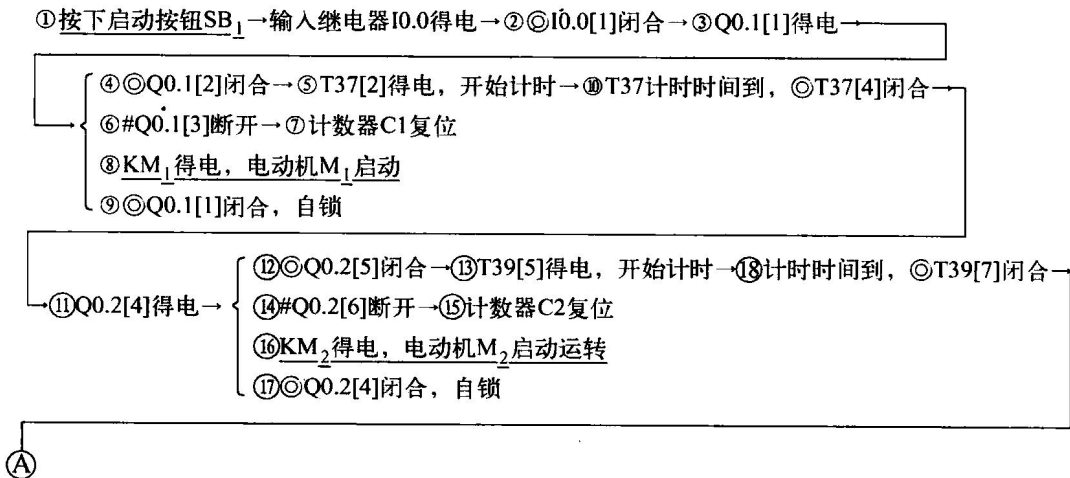
(1) 由定时器 $T39$ 的动合触点 $\odot T39[7]$ 启动电动机 M_3 ,计数器 $C3$ 的动断触点 $\#C3[7]$ 控制 M_3 在 8h 后自动停机。

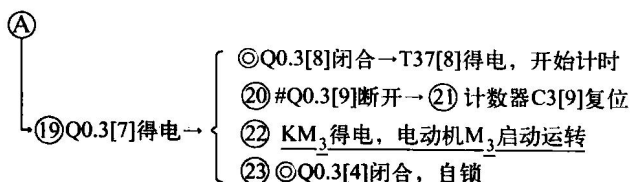
(2) 定时器 $T41$ 与计数器 $C3$ 联用,其动断触点 $\#C3[7]$ 控制 M_3 运行 8h 后自动停机。

电路工作过程

1. 顺序延时启动、同时停车的控制过程

PLC 上电后: $\#Q0.1[3]$ 闭合,计数器 $C1[3]$ 清零; $\#Q0.2[6]$ 闭合,计数器 $C2[6]$ 清零; $\#Q0.3[9]$ 闭合,计数器 $C3[9]$ 清零。

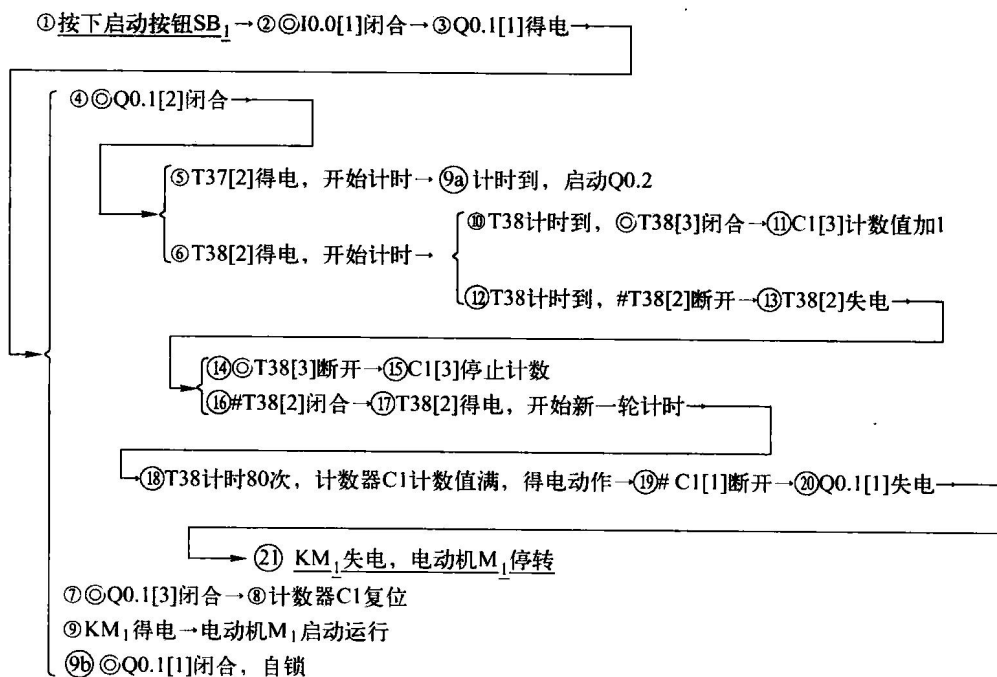




电动机同时停机: 按下中途停机按钮 SB₂ → 输入继电器 I0.1 得电 → # I0.1[1]、# I0.1[4]、# I0.1[7] 均断开 → Q0.1、Q0.2、Q0.3 失电 → KM₁、KM₂、KM₃ 失电 → 电动机 M₁、M₂、M₃ 停转。

2. 每台电动机运行 8h 后自动停机控制

以电动机 M₁ 为例介绍运行 8h 后自动停机控制。





2.1 自锁、互锁和联锁控制程序梯形图

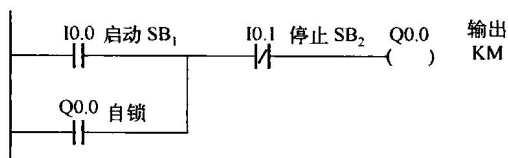
2.1.1 自锁控制(启动、保止、停止电路,简称启—保—停电路)

自锁控制程序是 PLC 电路中最基本的控制环节,常用于内部存储器、输出继电器的控制电路。

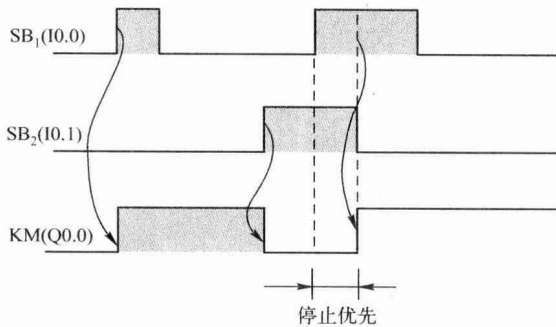
电动机的启动与停止是最常见的控制,通常需要设置启动按钮、停止按钮及接触器(暂不考虑过载保护热继电器)等进行控制。

【例 2-1-1】 停止优先控制程序

为确保安全,通常电动机的启、停控制总是选用图 2-1-1 所示的停止优先控制程序。对于该程序,若同时按下启动按钮和停止按钮,则停止优先。



(a)



(b)

图 2-1-1 停止优先控制的梯形图(a)和时序图(b)

无论启动按钮 SB_1 (I0.0) 是否闭合, 只要按下停止按钮 SB_2 (I0.1), 输出 $Q0.0$ (KM) 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。

这一梯形图最主要的控制特点是具有“记忆”功能, 按下启动按钮, I0.0 的动合触点接通, 如果这时未按停止按钮, I0.1 的动断触点接通, $Q0.0$ 的线圈“通电”, 它的动合触点同时接通。放开启动按钮, I0.0 的动合触点断开, “能流”经 $Q0.0$ 的动合触点和 I0.1 的动断触点流过 $Q0.0$ 的线圈, $Q0.0$ 仍为 ON, 这就是所谓的“自锁”或“自保持”功能。按下停止按钮, I0.1 的动断触点断开, 使 $Q0.0$ 的线圈“断电”, 使其动合触点断开, 以后即使放开停止按钮, I0.1 的动断触点恢复接通状态, $Q0.0$ 的线圈仍然“断电”。为了以后叙述方便, 将这一梯形图叫做启—保—停电路。它是梯形图中最基本的单元电路, 包含了一个梯形图支路的所有要素。

- (1) 使支路的输出线圈启动(置1)的条件, 此处为 I0.0;
- (2) 使支路的线圈保持的条件, 此处为 $Q0.0$;
- (3) 使支路的线圈停止(置0)的条件, 此处为 I0.1。

【例 2-1-2】 启动优先控制程序

对于有些控制场合(如消防水泵的启动), 需要选用图 2-1-2 所示的启动优先的控制程序。对于该程序, 若同时按下启动按钮和停止按钮, 则启动优先。

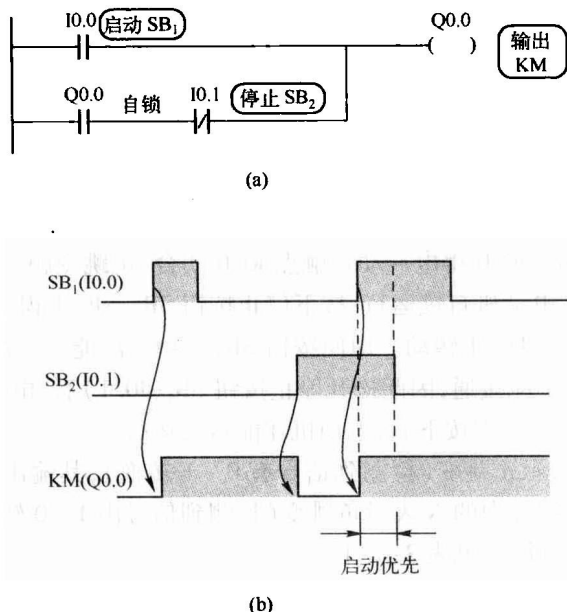


图 2-1-2 启动优先控制的梯形图(a)和时序图(b)

不论停止按钮 SB_2 (I0.1) 按下与否, 只要按启动按钮 SB_1 (I0.0), 便可使输出 KM ($Q0.0$) 得电, 从而启动负载。对于有些应用场合, 如报警设备、安全防护及求援设备等, 需要有准确可取的启动控制, 即无论停止按钮是否处于闭合状态, 只要按下启动按钮, 便可启动设备。

【例 2-1-3】 多地点控制

对于同一个控制对象(如一台电动机)在不同地点、用同样控制方式实现的控制称为多地控制。其方法可用并联多个启动按钮和串联多个停止按钮来实现, 如图 2-1-3 所示。图中的