



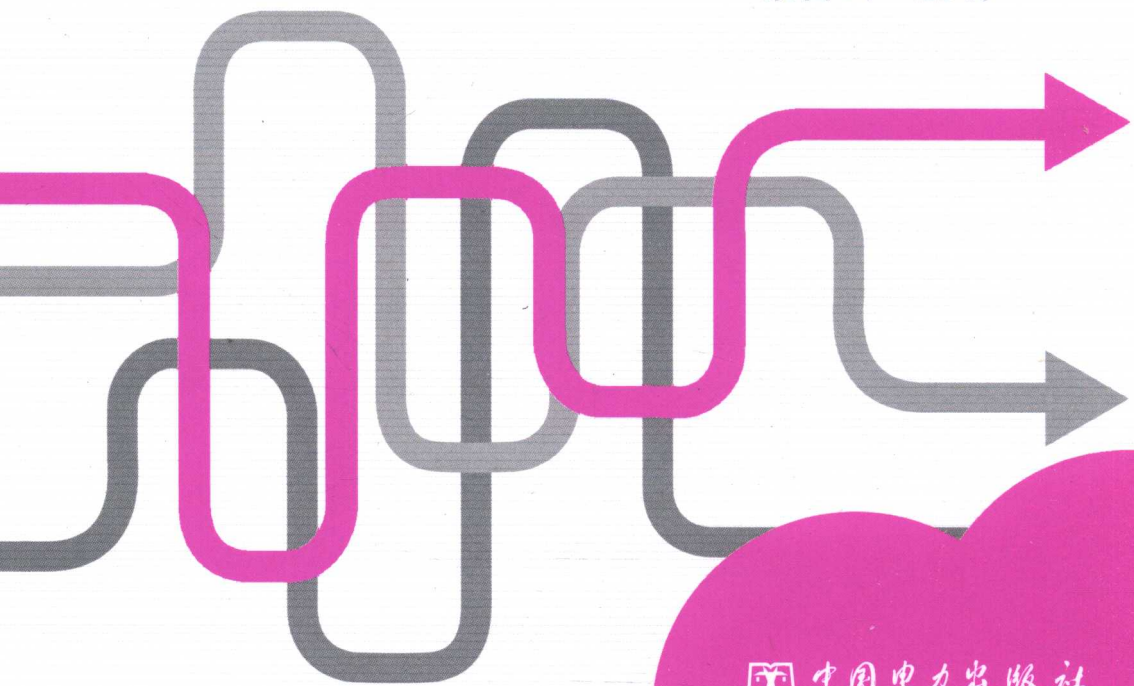
电工技能**自学成才**系列

双色版

PLC技术

十日通

蔡杏山 主编

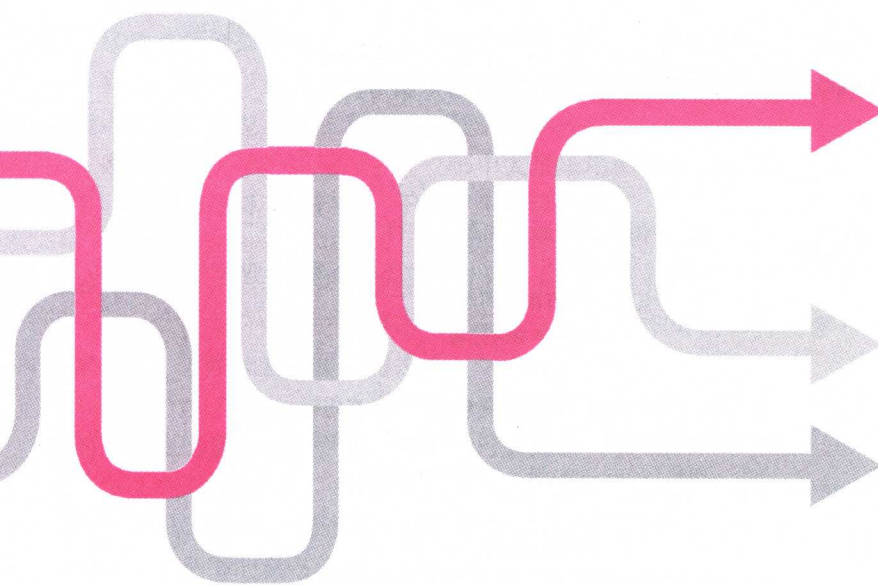


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电工技能**自学成才**系列

PLC技术 十日通

蔡杏山 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以三菱 PLC 为例,将 PLC 应用技术分为十天的学习内容讲述,可帮助读者快速入门。主要内容包括 PLC 入门、三菱 FX 系列 PLC 硬件接线与软元件说明、三菱编程与仿真软件的使用、基本指令的使用及实例、步进指令的使用及实例、应用指令使用详解、模拟量模块的使用和 PLC 通信等。

本书语言通俗易懂、内容实用、图文并茂、章节篇幅合理,读者只要具有初中文化程度,就能通过阅读本书而快速掌握 PLC 技术。本书可作为学习 PLC 技术的自学图书,也适合用做职业院校机电类专业的 PLC 技术教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 技术十日通/蔡杏山主编. —北京:中国电力出版社, 2015. 7

(电工技能自学成才系列)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 7285 - 6

I. ①P… II. ①蔡… III. ①plc 技术 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 040424 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 7 月第一版 2015 年 7 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 19.75 印张 403 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

电工是一种热门工种，小到室内简单的照明线路安装，大到工厂大型复杂电气设备的安装检修，只要是用电场合，常常能见到电工人员的身影。正因为社会对电工人才需求量大，故很多人选择学习电工技能。学习电工技能主要有三种方式，分别是在社会上的职业培训机构学习、跟有经验的电工师傅学习和自学，不管哪种学习方式，都需要一本容易读懂且实用的学习图书。

为了让读者能够轻松、快速学好电工技能，我们推出了“电工技能自学成才系列”丛书，它们适合作自学图书，也适合作培训教材。本套丛书主要有以下特点：

◆**基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本套丛书。

◆**语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，图书阅读起来感觉会十分顺畅。

◆**内容解说详细。**考虑到自学时一般无人指导，因此在编写过程中对书中的知识技能进行详细解说，让读者能轻松理解所学内容。

◆**采用图文并茂的表现方式。**书中大量采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得非常轻松，不易产生阅读疲劳。

◆**内容安排符合认识规律。**本书按照循序渐进、由浅入深的原则来确定各章节内容的先后顺序，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。

◆**章节篇幅分配合理。**每本书都分为十章（即十天的学习内容），各章内容篇幅力求相同，方便读者安排学习进度。

◆**突出显示知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。

◆**网络免费辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录易天电学网：www.eTV100.com，观看有关辅导材料或向老师提问进行学习，读者也可以在该网站了解本套丛书的新书信息。

《PLC技术十日通》为本套丛书中的一种，主要内容包括 PLC 入门、三菱 FX 系列 PLC 硬件接线与软元件说明、三菱编程与仿真软件的使用、基本指令的使用及实例、步进指令的使用及实例、应用指令使用详解、模拟量模块的使用和 PLC 通信等。

本书在编写过程中得到了许多教师的支持，其中蔡玉山、詹春华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、刘元能、蔡理峰、邵永亮、朱球辉、何彬、蔡任英和邵永明等参与了资料的收集和部分章节的编写工作，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者



目录

前言

第1日	PLC入门	1
一	认识 PLC	1
(一)	什么是 PLC	1
(二)	PLC 控制与继电器控制比较	2
二	PLC 分类与特点	4
(一)	PLC 的分类	4
(二)	PLC 的特点	5
三	PLC 的基本组成	6
(一)	PLC 的组成方框图	6
(二)	PLC 各部分说明	6
四	PLC 的工作原理	10
(一)	PLC 的工作方式	10
(二)	PLC 用户程序的执行过程	11
五	三菱 FXGP/WIN - C 编程软件的使用	12
(一)	软件的安装和启动	12
(二)	程序的编写	13
(三)	程序的转换与传送	16
六	PLC 控制系统开发举例	18
(一)	PLC 控制系统开发的一般流程	18
(二)	电动机正反转的 PLC 应用系统开发举例	18
第2日	三菱FX系列PLC硬件接线与软元件说明	22
一	概述	22
(一)	三菱 FX 系列各类型 PLC 的特点	22
(二)	三菱 FX 系列 PLC 型号的命名方法	23
(三)	三菱 FX _{2N} PLC 基本单元面板说明	24

二	三菱 FX PLC 的硬件接线	26
(一)	电源端子的接线	26
(二)	三菱 FX _{1S} /FX _{1N} /FX _{1NC} /FX _{2N} /FX _{2NC} /FX _{3C} PLC 的输入端子接线	27
(三)	三菱 FX _{3U} /FX _{3G} PLC 的输入端子接线	30
(四)	无触点接近开关与 PLC 输入端子的接线	32
(五)	三菱 FX 系列 PLC 的输出端子接线	34
三	三菱 FX 系列 PLC 的软元件说明	36
(一)	输入继电器 (X) 和输出继电器 (Y)	37
(二)	辅助继电器 (M)	37
(三)	状态继电器 (S)	41
(四)	定时器 (T)	41
(五)	计数器 (C)	43
(六)	高速计数器	46
(七)	数据寄存器 (D)	49
(八)	变址寄存器 (V、Z)	50
(九)	常数 (K、H)	50

第3日 三菱编程与仿真软件的使用 51

一	编程基础	51
(一)	编程语言	51
(二)	梯形图的编程规则与技巧	52
二	三菱 GX Developer 编程软件的使用	54
(一)	软件的安装	54
(二)	软件的启动与窗口及工具说明	59
(三)	创建新工程	62
(四)	编写梯形图程序	63
(五)	梯形图的编辑	67
(六)	查找与替换功能的使用	70
(七)	注释、声明和注解的添加与显示	73
(八)	读取并转换 FXGP/WIN 格式文件	76
(九)	PLC 与计算机的连接及程序的写入与读出	77
(十)	在线监视 PLC 程序的运行	81
三	三菱 GX Simulator 仿真软件的使用	83
(一)	安装 GX Simulator 仿真软件	83
(二)	仿真操作	85
(三)	软元件监视	87
(四)	时序图监视	87

一	基本指令说明	89
(一)	逻辑取及驱动指令	89
(二)	触点串联指令	90
(三)	触点并联指令	90
(四)	串联电路块的并联指令	91
(五)	并联电路块的串联指令	92
(六)	边沿检测指令	93
(七)	多重输出指令	94
(八)	主控和主控复位指令	97
(九)	取反指令	98
(十)	置位与复位指令	99
(十一)	结果边沿检测指令	100
(十二)	脉冲微分输出指令	101
(十三)	空操作指令	102
(十四)	程序结束指令	102
二	PLC 基本控制线路与梯形图	103
(一)	启动、自锁和停止控制的 PLC 线路与梯形图	103
(二)	正、反转联锁控制的 PLC 线路与梯形图	105
(三)	多地控制的 PLC 线路与梯形图	106
(四)	定时控制的 PLC 线路与梯形图	107
(五)	定时器与计数器组合延长定时控制的 PLC 线路与梯形图	109
(六)	多重输出控制的 PLC 线路与梯形图	110
(七)	过载报警控制的 PLC 线路与梯形图	111
(八)	闪烁控制的 PLC 线路与梯形图	112
三	喷泉的 PLC 控制系统开发实例	113
(一)	明确系统控制要求	113
(二)	确定输入/输出设备, 并为其分配合适的 I/O 端子	114
(三)	绘制喷泉的 PLC 控制线路图	114
(四)	编写 PLC 控制程序	114
(五)	详解硬件线路和梯形图的工作原理	114
四	交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例	117
(一)	明确系统控制要求	117
(二)	确定输入/输出设备并为其分配合适的 PLC I/O 端子	117
(三)	绘制交通信号灯的 PLC 控制线路图	118
(四)	编写 PLC 控制程序	118

(五) 详解硬件线路和梯形图的工作原理	119
---------------------------	-----

第5日	步进指令的使用及实例	121
------------	-------------------	------------

一 状态转移图与步进指令	121
(一) 顺序控制与状态转移图	121
(二) 步进指令说明	122
(三) 步进指令在两种编程软件中的编写形式	124
(四) 状态转移图分支方式	124
(五) 用步进指令编程注意事项	125
二 液体混合装置的 PLC 控制系统开发实例	126
(一) 明确系统控制要求	126
(二) 确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	127
(三) 绘制 PLC 控制线路图	128
(四) 编写 PLC 控制程序	128
(五) 详解硬件线路和梯形图的工作原理	129
三 简易机械手的 PLC 控制系统开发实例	131
(一) 明确系统控制要求	131
(二) 确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	132
(三) 绘制 PLC 控制线路图	132
(四) 编写 PLC 控制程序	133
(五) 详解硬件线路和梯形图的工作原理	134
四 大小铁球分检机的 PLC 控制系统开发实例	136
(一) 明确系统控制要求	136
(二) 确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	137
(三) 绘制 PLC 控制线路图	137
(四) 编写 PLC 控制程序	138
(五) 详解硬件线路和梯形图的工作原理	139
五 交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例	141
(一) 明确系统控制要求	141
(二) 确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	142
(三) 绘制 PLC 控制线路图	142
(四) 编写 PLC 控制程序	142
(五) 详解硬件线路和梯形图的工作原理	143

第6日	应用指令使用详解一	147
------------	------------------	------------

一 应用指令的格式与规则	147
(一) 应用指令的格式	147

(二) 应用指令的规则	148
二 程序流程控制指令	150
(一) 条件跳转指令 (CJ)	150
(二) 子程序调用 (CALL) 和返回 (SRET) 指令	152
(三) 中断指令	152
(四) 主程序结束指令 (FEND)	154
(五) 刷新监视定时器指令 (WDT)	155
(六) 循环开始与结束指令	155
三 传送与比较指令	156
(一) 比较指令	156
(二) 区间比较指令	157
(三) 传送指令	157
(四) 移位传送指令	158
(五) 取反传送指令	158
(六) 成批传送指令	159
(七) 多点传送指令	160
(八) 数据交换指令	160
(九) BCD 码转换指令	161
(十) 二进制码转换指令	161
四 四则运算与逻辑运算指令	162
(一) 二进制加法运算指令	162
(二) 二进制减法运算指令	163
(三) 二进制乘法运算指令	164
(四) 二进制除法运算指令	164
(五) 二进制加 1 运算指令	166
(六) 二进制减 1 运算指令	166
(七) 逻辑与指令	166
(八) 逻辑或指令	167
(九) 异或指令	167
(十) 求补指令	168
五 循环与移位指令	168
(一) 循环右移指令	168
(二) 循环左移指令	169
(三) 带进位循环右移指令	170
(四) 带进位循环左移指令	170
(五) 位右移指令	171

(六) 位左移指令	172
(七) 字右移指令	172
(八) 字左移指令	173
(九) 先进先出(FIFO) 写指令	174
(十) 先进先出(FIFO) 读指令	174

第7日 | 应用指令使用详解二 176

一 数据处理指令	176
(一) 成批复位指令	176
(二) 解码指令	176
(三) 编码指令	177
(四) 1 总数和指令	178
(五) 1 位判别指令	179
(六) 平均值指令	179
(七) 报警置位指令	180
(八) 报警复位指令	180
(九) 求平方根指令	180
(十) 二进制整数转换为浮点数指令	181
二 高速处理指令	181
(一) 输入/输出刷新指令	181
(二) 输入滤波常数调整指令	182
(三) 矩阵输入指令	183
(四) 高速计数器置位指令	184
(五) 高速计数器复位指令	185
(六) 高速计数器区间比较指令	185
(七) 速度检测指令	186
(八) 脉冲输出指令	187
(九) 脉冲调制指令	187
(十) 可调速脉冲输出指令	188
三 方便指令	188
(一) 状态初始化指令	188
(二) 数据查找指令	189
(三) 绝对值式凸轮顺控指令	190
(四) 增量式凸轮顺控指令	191
(五) 示教定时器指令	192
(六) 特殊定时器指令	193

(七) 交替输出指令	193
(八) 斜波信号输出指令	194
(九) 旋转工作台控制指令	195
(十) 数据排序指令	198

第8目 应用指令使用详解三 200

一 外部 I/O 设备指令	200
(一) 十键输入指令	200
(二) 十六键输入指令	201
(三) 数字开关指令	203
(四) 七段译码指令	204
(五) 带锁存的七段码显示指令	206
(六) 方向开关指令	208
(七) ASCII 码转换指令	209
(八) ASCII 码打印输出指令	210
(九) 读特殊功能模块指令	211
(十) 写特殊功能模块指令	211
二 外部设备 (SER) 指令	212
(一) 串行数据传送指令	212
(二) 八进制位传送指令	214
(三) 十六进制数转 ASCII 码指令	214
(四) ASCII 码转十六进制数指令	216
(五) 校验码指令	217
(六) 模拟量读出指令	219
(七) 模拟量开关设定指令	219
(八) PID 运算指令	220
三 浮点运算与高低位变换指令	223
(一) 浮点运算指令	223
(二) 高低位变换指令	224
四 时钟运算指令	224
(一) 时钟数据比较指令	224
(二) 时钟数据区间比较指令	225
(三) 时钟数据加法指令	226
(四) 时钟数据减法指令	227
(五) 时钟数据读出指令	228
(六) 时钟数据写入指令	229

五	格雷码变换指令	230
(一)	有关格雷码的知识	230
(二)	二进制码 (BIN 码) 转格雷码指令	231
(三)	格雷码转二进制码指令	231
六	触点比较指令	232
(一)	触点比较 LD* 指令	232
(二)	触点比较 AND* 指令	233
(三)	触点比较 OR* 指令	234

第9日 | 模拟量模块的使用 236

一	模拟量输入模块 FX _{2N} -4AD	236
(一)	外形	237
(二)	接线	237
(三)	性能指标	237
(四)	输入/输出曲线	239
(五)	增益和偏移说明	239
(六)	缓冲存储器 (BFM) 功能说明	240
(七)	实例程序	243
二	模拟量输出模块 FX _{2N} -4DA	245
(一)	外形	245
(二)	接线	245
(三)	性能指标	246
(四)	输入/输出曲线	247
(五)	增益和偏移说明	247
(六)	缓冲存储器 (BFM) 功能说明	248
(七)	实例程序	251
三	温度模拟量输入模块 FX _{2N} -4AD-PT	253
(一)	外形	253
(二)	PT100 型温度传感器与模块的接线	253
(三)	性能指标	254
(四)	输入/输出曲线	255
(五)	缓冲存储器 (BFM) 功能说明	255
(六)	实例程序	257

第10日 | PLC通信 259

一	通信基础知识	259
(一)	通信方式	259

(二) 通信传输介质	262
二 通信接口设备	263
(一) FX _{2N} -232-BD 通信板	263
(二) FX _{2N} -422-BD 通信板	265
(三) FX _{2N} -485-BD 通信板	267
三 PLC 通信	269
(一) PLC 与打印机通信 (无协议通信)	269
(二) 两台 PLC 通信 (并联连接通信)	272
(三) 多台 PLC 通信 (N: N 网络通信)	276

附录A	三菱FX系列PLC的特殊软元件 (辅助继电器M、数据寄存器D)	284
------------	--	------------

附录B	三菱FX系列PLC指令系统	292
------------	----------------------	------------



PLC 入门

一 认识 PLC

(一) 什么是 PLC

PLC 是英文 Programmable Logic Controller 的缩写，意为可编程序逻辑控制器，是一种专为工业应用而设计的控制器。世界上第一台 PLC 于 1969 年由美国数字设备公司（DEC）研制成功，随着技术的发展，PLC 的功能越来越强大，不仅限于逻辑控制，因此美国电气制造协会（NEMA）于 1980 年对它进行重命名，称为可编程控制器（Programmable Controller），简称 PC，但由于 PC 容易和个人计算机 PC（Personal Computer）混淆，故人们仍习惯将 PLC 当作可编程控制器的缩写。

图 1-1 列出了几种常见的 PLC。

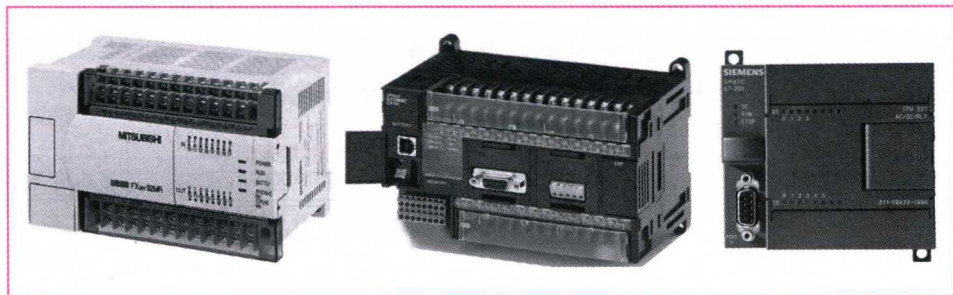


图 1-1 几种常见的 PLC

由于可编程序控制器一直在发展中，至今尚未对其下最后的定义。国际电工学会（IEC）对 PLC 最新定义为：可编程控制器是一种数字运算操作电子系统，专为在工业环境下应用而设计，它采用了可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字的、模拟的输入和

输出, 控制各种类型的机械或生产过程, 可编程控制器及其有关的外围设备, 都应按易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

(二) PLC 控制与继电器控制比较

PLC 控制是在继电器控制基础上发展起来的, 为了让读者能初步了解 PLC 控制方式, 下面以电动机正转控制为例对两种控制系统进行比较。

1. 继电器正转控制

图 1-2 是一种常见的继电器正转控制线路, 可以对电动机进行正转和停转控制。电路工作原理说明如下:

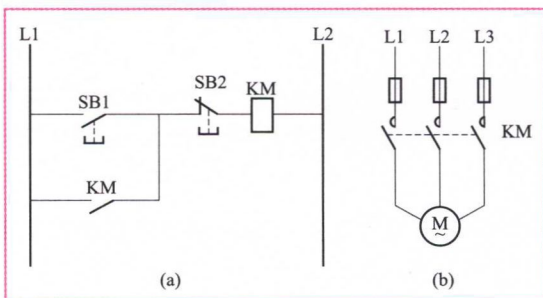


图 1-2 继电器正转控制线路

(a) 控制电路; (b) 主电路

按下启动按钮 SB1, 接触器 KM 线圈得电, 主电路中的 KM 主触点闭合, 电动机得电运转, 与此同时, 控制电路中的 KM 动合自锁触点也闭合, 锁定 KM 线圈得电 (即 SB1 断开后 KM 线圈仍可得电)。

按下停止按钮 SB2, 接触器 KM 线圈失电, KM 主触点断开, 电动机失电停转, 同时 KM 动合自锁触点也断开, 解除自锁 (即 SB2 闭合后 KM 线圈无法得电)。

2. PLC 正转控制

图 1-3 是 PLC 正转控制线路, 它可以实现图 1-2 所示的继电器正转控制线路相同的功能。PLC 正转控制线路也可分作主电路和控制电路两部分, PLC 与外接的输入、输出部件构成控制电路, 主电路与继电器正转控制主线路相同。

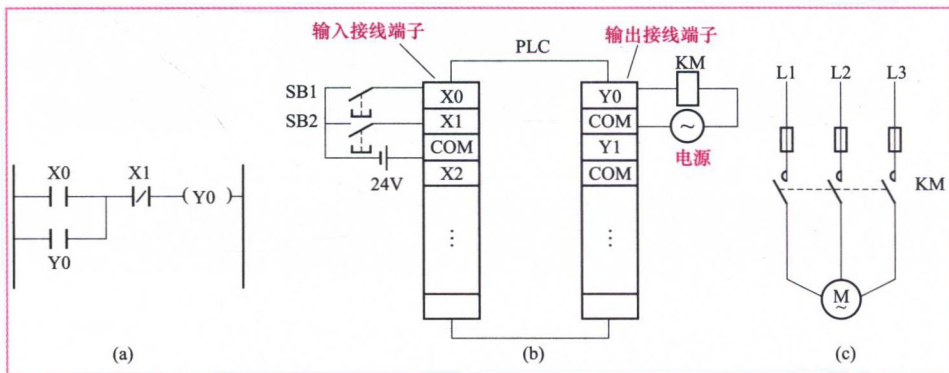


图 1-3 PLC 正转控制线路

(a) 梯形图程序; (b) 控制电路; (c) 主电路

在组建 PLC 控制系统时,先要进行硬件连接,再编写控制程序。如图 1-3 (b) 所示,PLC 输入端子连接 SB1 (启动)、SB2 (停止) 和电源,输出端子连接接触器线圈 KM 和电源。PLC 硬件连接完成后,再在电脑中使用专门的 PLC 编程软件编写如图 1-3 (a) 所示的梯形图程序,然后通过电脑与 PLC 之间的连接电缆将程序写入 PLC。

PLC 软、硬件准备好后就可以操作运行。操作运行过程说明如下:

按下启动按钮 SB1, PLC 端子 X0、COM 之间的内部电路与 24V 电源、SB1 构成回路,有电流流过 X0、COM 端子间的电路,PLC 内部程序运行,运行结果使 PLC 的 Y0、COM 端子之间的内部电路导通,接触器线圈 KM 得电,主电路中的 KM 主触点闭合,电动机运转,松开 SB1 后,内部程序维持 Y0、COM 端子之间的内部电路导通,让 KM 线圈继续得电 (自锁)。

按下停止按钮 SB2, PLC 端子 X1、COM 之间的内部电路与 24V 电源、SB2 构成回路,有电流流过 X1、COM 端子间的电路,PLC 内部程序运行,运行结果使 PLC 的 Y0、COM 端子之间的内部电路断开,接触器线圈 KM 失电,主电路中的 KM 主触点断开,电动机停转,松开 SB2 后,内部程序让 Y0、COM 端子之间的内部电路维持断开状态。

3. PLC、继电器和单片机控制的比较

PLC 控制与继电器控制相比,具有改变程序就能变换控制功能的优点,但在简单控制时成本较高,另外,利用单片机也可以实现控制。PLC、继电器和单片机控制系统的比较见表 1-1。

表 1-1 PLC、继电器和单片机控制系统的比较

比较内容	PLC 控制系统	继电器控制系统	单片机控制系统
功能	用程序可以实现各种复杂控制	用大量继电器布线逻辑实现循序控制	用程序实现各种复杂控制、功能最强
改变控制内容	修改程序较简单容易	改变硬件接线、工作量大	修改程序,技术难度大
可靠性	平均无故障工作时间长	受机械触点寿命限制	一般比 PLC 差
工作方式	顺序扫描	顺序控制	中断处理,响应最快
接口	直接与生产设备相连	直接与生产设备相连	要设计专门的接口
环境适应性	可适应一般工业生产现场环境	环境差可靠性和寿命会降低	要求有较好的环境,如机房、实验室、办公室
抗干扰	一般不用专门考虑抗干扰问题	能抗一般电磁干扰	要专门设计抗干扰措施;否则易受干扰影响
维护	现场检查,维修方便	定期更换继电器,维修费时	技术难度较高