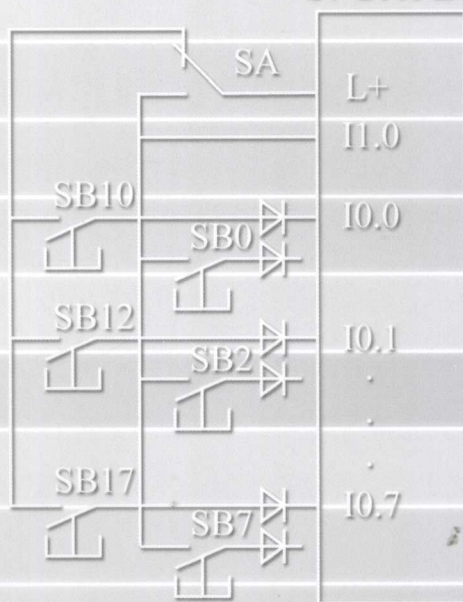


可编程控制器 (PLC) 原理与应用

王文义 宓哲民 陈文轩 陈文耀 编著
张继研 审校

S7-200PLC



可编程控制器(PLC) 原理与应用

王文义 宓哲民 陈文轩 陈文耀 编著
张继研 审校

科学出版社

北京

图字: 01-2009-6282 号

内 容 简 介

本书的主要内容包括可编程逻辑控制器概论、FX2N/3U 系列可编程逻辑控制器、程式书写器、电脑连线编程软件、基本指令详解、顺序功能流程图及步进梯形图、应用指令详解、PLC 应用实例及 PLC 图形监控等。

本书对三菱 PLC 技术的讲述可谓从基础知识到实例应用一应俱全,讲解地详细透彻,可读性及实际应用的操作性强。

本书可以作为高等院校及培训学校工业自动化、电气工程及其自动化、机电一体化、自动控制、计算机应用等专业师生的参考用书,也可供相关工程技术人员阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器(PLC)原理与应用/王文义等编著;张继研审校. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-026066-6

I. 可… II. 王… 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 212405 号

责任编辑:孙力维 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 1 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2010 年 1 月第一次印刷 印张: 27 1/4

印数: 1—4 000 字数: 540 000

定 价: 43.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

可编程控制器(PLC)的研发目的在于替代传统意义上以继电器控制线路为主的顺序控制。它使用可编程的存储器来存储指令,除具备诸如逻辑运算、顺序、计时、计数及数学演算等功能之外,也可通过数字或模拟的输入/输出或特殊功能模块来控制各式各样的机械或工作程序。因此,只要改变其软件程序即可改变其控制的顺序,轻易地完成控制上的不同需求。

近来由于半导体及微处理机科技的日新月异,使 PLC 的发展趋于两极化,小型 PLC 朝轻、薄、短、小方向发展,并增添了许多应用指令。中、大型 PLC 则逐渐使用 32 或 64 位微处理机、多重 CPU 及大容量存储器,使扫描速度更为快速,数学运算、数据处理与网络通信等功能大为增强,应用指令在使用上更为方便。此外 PLC 也可与 PC 连线操作,加以人机界面的提供,更可进行工作程序或整个系统的图形监控,故除了单机的控制之外,更易于达成整厂自动化的目标。因此,PLC 目前正广泛应用于工厂自动化(FA)及柔性制造系统(FMS)中,应用领域覆盖了汽车工业、机械、钢铁工业、冶金、纺织、石油、化工、食品制造、自动仓储、故障诊断及系统监控等各行各业,堪称为机电一体化的利器、产业自动化的先锋。

PLC 的机种不断推陈出新,曾经广为流行的三菱 F1(士林 A1)及欧姆龙 C20 等机种,如今早已成为古董。取而代之的则是轻、薄、短、小,但功能强大的微小型 PLC。虽然 PLC 的指令随各厂牌、机种而异,但其基本原理及应用指令则大同小异,而且在一般日常程序设计及应用上也以基本指令搭配部分便利的应用指令即可达成所需动作要求及功能。本书虽以三菱 FX 系列 FX2N/3u PLC 指令说明与实例为主,其他厂牌或机种的 PLC 也可适用。

本书由 4 位作者共同编写而成,各人负责章节如下:王文义负责编写第 7 章;宓哲民负责编写第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 6 章、第 9 章、第 10 章;陈文耀负责编写第 2 章、第 3 章、第 5 章;陈文轩负责编写第 8 章。本书由浅入深,覆盖 PLC 概论、常用的基本应用指令,并附上为数众多的实用程序说明与实例及高级应用——人机界面和 VB 图形监控。本书适合作为技职院校相关的 PLC 基础、高级课程教材,以及从事产业自动化或机电控制等相关技术人员的自学参考用书。因系利用各人课余或训练之暇编写而成,其中的学习范例历经多次测试、修改方才得以完成,期盼本书在学习的过程中能助您一臂之力。因吾等才疏学浅,若有任何疏漏或谬误之处,尚祈各位专家、学者不吝指正。

目 录

第 1 章 可编程控制器概论	1
1.1 可编程控制器由来	1
1.2 可编程控制器定义	1
1.3 PLC 体系结构及其特性	2
1.4 PLC 与单片机的区别	4
1.5 PLC 的优点	5
1.6 PLC 国际标准(IEC_61131)及 PLCopen 组织	5
1.7 PLC 的应用及发展	8
1.7.1 PLC 的应用	8
1.7.2 PLC 的发展趋势	9
第 2 章 FX2N/3U 系列可编程控制器	11
2.1 前 言	11
2.2 三菱 PLC 型号辨识方法	12
2.3 FX2N 内部各种元件介绍	14
2.3.1 输入接点(X)	16
2.3.2 输出接点(Y)	17
2.3.3 内部辅助继电器(M)	18
2.3.4 状态继电器(S)	19
2.3.5 计时器(T)	20
2.3.6 计数器(C)	21
2.3.7 数据寄存器(D)	26
2.3.8 变址寄存器(V,Z)	26
2.3.9 指针(P,I)	27
2.3.10 常量(K,H)	28
2.3.11 FX2N 元件摘要	28
2.4 电源回路	28
2.5 输入回路	30
2.6 输出回路	33
2.6.1 继电器输出	33

2.6.2 晶体管输出	34
2.6.3 固态继电器输出	35
2.7 面板指示灯	35
2.8 维护与检查	36
2.9 常用特殊内部辅助继电器及特殊数据寄存器	37
2.9.1 PLC 运转状态	37
2.9.2 时钟脉冲	38
2.9.3 标志位	40
2.9.4 模式设置	41
2.9.5 步进状态	42
2.9.6 中断禁止	43
2.9.7 错误信息	43
2.10 欧规机种输入端回路	44
2.11 FX3U 简介	46
第 3 章 手持编程器	49
3.1 手持编程器按键说明	49
3.2 手持编程器操作模式	50
3.3 程序编辑	52
3.4 程序语法检查	53
3.5 程序监视模式	54
3.6 程序测试模式	54
3.7 HPP 按键操作综合练习	56
3.7.1 基本指令	56
3.7.2 SFC	63
3.7.3 应用指令	64
3.8 问题研讨	66
第 4 章 计算机编程软件	69
4.1 FXGP_WIN-T	69
4.2 GX	89
4.3 梯形图程序测试软件	117
4.4 问题研讨	119
第 5 章 基本指令说明及实例	125
5.1 程序编写方式	125
5.2 梯形图的组成	127
5.3 基本指令	130
5.4 扫描周期时间	142

5.5	设计梯形图注意事项	145
5.6	基本指令使用示例	150
5.6.1	直流负载启动及停止控制	150
5.6.2	三相感应电动机启动及停止控制	152
5.6.3	三相感应电动机正反转控制	154
5.6.4	三相感应电动机Y- Δ 启动控制	158
5.6.5	寸动与续动控制	160
5.6.6	顺序启动瞬间停止	162
5.6.7	顺序启动逆序停止	164
5.6.8	顺序启动顺序停止	165
5.6.9	水位控制	166
5.6.10	延时动作控制	167
5.6.11	周期性循环动作控制	170
5.6.12	小便池冲水器控制	171
5.6.13	24小时定时器	172
5.6.14	自动定量封装	173
5.7	FX3U 新增基本功能	174
第6章	顺序功能图及步进梯形图	177
6.1	顺序功能图的原理及特性	177
6.2	SFC 基本体系结构	178
6.3	SFC 的特点	179
6.4	步进指令及步进梯形图	180
6.5	FXGP_WIN-T 中的 SFC 编程及在线监控	182
6.6	GX 中的 SFC 编程	189
6.7	SFC 与梯形图的转换技术	198
6.8	SFC 应用范例	201
第7章	应用指令说明及实例	249
7.1	应用指令的阅读通则	249
7.2	应用指令说明及实例	250
7.2.1	程序流程	251
7.2.2	数据传送及比较	255
7.2.3	四则运算及逻辑运算	268
7.2.4	循环及移位	281
7.2.5	数据处理	300
7.2.6	高速数据处理	311
7.2.7	方便指令	316

7.2.8	外部元件设置及显示	329
7.2.9	万年历时钟设置及显示	338
7.2.10	触点比较指令	345
7.3	FX3U 新增基本功能及应用指令	352
7.3.1	新增基本功能	352
7.3.2	新增应用指令	354
7.4	问题研讨	356
第 8 章	PLC 应用实践及程序设计范例	359
8.1	电动机故障报警控制	359
8.2	两部电动机自动交替运转控制	362
8.3	单相感应电动机瞬间停电再启动控制	365
8.4	单相感应电动机正反转控制	368
8.5	冲床机自动计数直流刹车控制	371
8.6	三相感应电动机正反转Y- Δ 启动控制	374
8.7	三相感应电动机定时正反转Y- Δ 启动控制	377
8.8	自动启停控制	385
第 9 章	PLC 图形监控	395
9.1	PLC 图形监控概述	395
9.2	通用型人机界面	396
9.3	PLC 通用型人机界面图形监控	397
9.4	人机界面图形监控学习范例	398
9.4.1	电动机启动停止控制	398
9.4.2	PLC 旋转骰子	403
9.5	PLC VB 图形监控	408
9.6	FX2N 系列 PLC 与 PC 连线	411
9.7	VB 通信控件 MScmm	411
9.8	PLC VB 图形监控学习范例	413
9.8.1	电动机启动停止控制	413
9.8.2	PLC 旋转骰子	418
参考文献		425

第 1 章

可编程控制器概论

1.1 可编程控制器由来

1968 年美国通用汽车公司(GM)考虑到汽车市场愈加崇尚流行、新颖、美观、安全及舒适条件,有必要适时开发新车种,并改变现有汽车外观,以迎合消费者及市场的需求。但新车种的开发,往往涉及生产线的更改,因而导致与控制系统有关的继电器逻辑控制线路势必要进行部分变动或全盘更新,既费时费力又不经济。因此 GM 根据用户观点提出一个良好工业控制器所应具备的条件,包括程序编写简易;安装与维修方便;可靠度高;体积小;可将相关数据传输至计算机并加以处理;成本与传统的继电器控制线路不相上下;输入电压可以直接采用 AC 115V;输出额定功率可达 AC 115V/2A 以上;硬件体系结构可灵活性扩充;程序存储器容量也可视实际需要予以扩充。

1969 年美国数字设备公司(DEC)率先研发出第一台符合上述条件的可编程控制器 PDP-14,之后美国 MODICON 公司也发表了类似的控制器 084。此后各工业先进国家先后投入符合上述条件的工业控制器研制,并陆续开发出各式各样的可编程控制器。

1.2 可编程控制器定义

可编程控制器在发展之初,被命名为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC),其研发目的在于替换以继电器为主的顺序控制。美国电机制造协会(NEMA)在 1978 年正式将其命名为可编程控制器(Programmable Controller, PC),并对其进行如下所述的定义:可编程控制器是一种数字式的电子设备,它使用可编程的存储器来存储指令,除了具备诸如逻辑运算、顺序、计时、计数及数学演算等功能之外,也可通过数字或模拟的输入/输出模块控制各式各样的机械或生产过程。一个数字计算机若用于执行与可编程控制器相同的功能的话,也可视其为一部可编程控

制器,但鼓型或机械式顺序控制器则不属于可编程控制器范畴。

1987年2月国际电机技术协会(IEC)颁布了可编程控制器标准第三次草案,该草案中对可编程控制器的定义如下:可编程控制器是一种特别适合在工业环境之下操作而设计的数字式电子设备,它使用可编程的存储器来存储指令,除了具备诸如逻辑运算、顺序控制、计时、计数及数学演算等功能之外,也可通过数字或模拟的输入/输出模块控制各类型机械或生产过程。可编程控制器及其外围设备,在设计时应考虑其应与整个工业系统连接成一体,且其功能可视实际需要加以扩展。

IEC定义特别着眼于可编程控制器是特别适合在工业环境下操作而设计的,因此它应具有很好的保护措施以防范各种内在及外部的干扰,诸如结构屏蔽、滤波电路设计、电源稳压与保护、信号隔离、突波吸收以及良好的接地。此外它也指出了可编程控制器应采用模块式结构,有利于系统安装与维修,且可视实际需要予以灵活扩充。

可编程控制器英文简称为PC,由于它与时下流行的个人计算机(Personal Computer, PC)英文简称相同,在使用及称呼上容易发生混淆不清,故可编程控制器的英文简称一般均沿用其最初命名时的PLC。

1.3 PLC 体系结构及其特性

1.1 PLC 体系结构

各厂牌 PLC 外观或许有些差异,但其主要体系结构大致如图 1.1 所示。

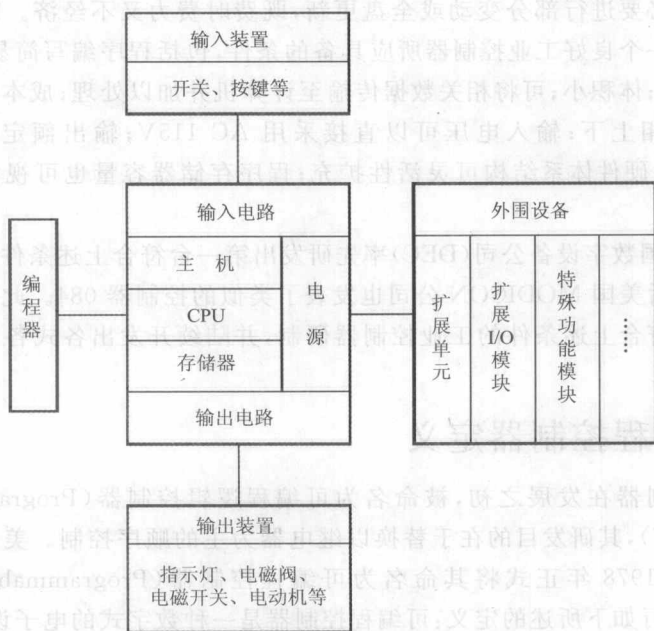


图 1.1 可编程控制器体系结构

2. 组成单元

(1) 编程器

用于设置主机的工作模式,一般而言可分为下列三种模式。

① 程序输入及编辑(PROGRAM)。例如,程序清除、指令输入、删除、插入、查找、程序语法检查。

② 程序执行(RUN)。

③ 程序监控(MONITOR)。

在程序执行过程中可以监视各指令执行之后,外部或内部接点的 ON/OFF 状态、强制(FORCE)I/O 接点的 ON/OFF 状态、计时器/计数器的当前值、设置值或数据寄存器中的相关数值。

(2) 输入接口电路

用于检测外接的各种输入设备,例如,开关(SW)、按钮(PB)、光电开关、接近开关、极限开关(LS)、数字式数字开关(DSW)等接点的 ON/OFF 状态,并驱动对应的发光二极管(LED),使其在 PLC 外部面板进行同步显示。输入接口电路一般均使用光电耦合器,以消除外部噪声干扰。

(3) 主机

① 中央处理单元(CPU)。CPU 为 PLC 的核心元件,它以扫描(Scan)的方式检测各种输入设备的接点状态或数据,依据编程器所键入程序进行逻辑判断或数学运算,之后经过输出接口电路驱动相关负载。

② 存储器。

- 只读存储器(ROM)。用来存储系统的工作程序、监督程序或各种系统参数等,其内容并不会随电源消失或暂时中断而有所改变。

- 随机存取存储器(RAM)。用来存储用户程序,其存储容量以字符作为单位。PLC 的 RAM 早期大多均采用 CMOS RAM,近来则多使用 EEPROM,且用锂电池作为备用电源,以备一旦停电时继续维持正常供电,保存 RAM 在停电之前的程序内容或数据。

(4) 电源

大部分 PLC 电源均属于内藏式,少数 PLC 需要独立电源模块。PLC 电源一般均使用交流电源,其输入电压范围为 80~260V,交流电源经整流、滤波及稳压之后,供应主机所需的 DC 5V 电源及外接传感器(Sensor)所需的 DC 24V 电源。

(5) 输出接口电路

用于驱动相对应的各种输出设备,例如,指示灯(PL)、电磁阀(Sol)、电磁接触器(MC)、电磁开关(MS)、电动机等各负载,同时也能驱动相对应的 LED,在 PLC 外部面板进行同步显示。输出接口电路一般也使用光电耦合器,以消除噪声干扰。

输出接口电路根据负载种类可分为以下几类。

① 晶体管(T)输出模块:用于驱动直流负载。

② 固态继电器(S)输出模块:用于驱动交流负载。

③ 继电器(R)输出模块:可用于驱动直流或交流负载。

(6) 外围设备

外围设备包括扩展单元、扩展 I/O 模块等,用于外部 I/O 点数的扩展。

特殊功能模块有以下几类。

① 程序存储用的 EPROM 或 EEPROM 存储器。

② 数据通信模块或网络连接(Link)模块。

③ 信号转换模块,例如,模拟转数字信号(A/D)模块、数字转模拟信号(D/A)模块或温度模块。

④ 与伺服系统搭配使用的定位控制模块。

⑤ 过程控制用的比例、积分及微分(PID)控制模块。

1.4 PLC 与单片机的区别

微型计算机基本结构包括三部分,即 CPU、存储器和输入/输出端口。单片机主要是将微型计算机的结构安装于同一芯片或集成电路(IC)上而形成的微型计算机,因其大都用于控制方面,故又称为微型控制器。功能较强的单片机,内部除了 CPU、存储器和 I/O Port 输入/输出端口之外,还包含了计时器、计数器、串行传输接口、A/D 转换器、D/A 转换器等。由于其体积小、配线简单、价格低廉,故推出后便广泛应用于工业控制及家电产品中。

在使用单片机时,必须对微型计算机原理有基本的了解,此外还要学习相关硬件电路设计及汇编语言。目前已有厂商开发出适合于单片机使用的线路实例仿真器(ICE),其中附有专为 PLC 应用而研发的编译器,可以用来编译、测试已设计完成的 PLC 指令,并将测试成功的程序存储到单片机内,加上适当设计的输入、输出接口电路后即可从事一般的电机自动控制。

PLC 与单片机的主要区别见表 1.1。

表 1.1 PLC 与单片机的主要区别

PLC	单片机
特别适合在工业环境下操作,具有较强的抗干扰能力	适合在一般环境下操作,抗干扰能力不如 PLC
有专用编程器,可以输入特定编程语言	使用键盘输入汇编语言或与梯形图相对应的指令
输入设备可直接连接各种开关、按键或传感器	需设计适当输入接口电路才能连接各种开关、按键或传感器
输出设备可直接驱动各种交、直流负载	需设计适当输出接口电路才能驱动各种交、直流负载
无需了解微型计算机基本原理,只要具备基础控制知识即可将顺序控制电路转换成编程语言	若无专属编译器,则需要了解微型计算机基本原理,并熟悉汇编语言程序设计
程序修改具有灵活性,测试容易	程序修改不便,测试不易
价格比单片机高	价格便宜

1.5 PLC 的优点

PLC 使用软件程序替换硬件控制线路,因此只要改变其软件程序即可改变其控制的顺序,从而轻易地达成控制上的不同需求。基于上述缘由,通用汽车公司最初的诉求(良好工业控制器所应具备的条件),就成为 PLC 的主要优点。

1. 程序编写容易

只要具备基础控制原理即可将传统继电器控制转换成 PLC 梯形图编程语言,易学易用,即学即用,无需再学习其他程序语言或进行冗长的培训。

2. 安装与维修方便

外接的各种输入/输出设备,例如,开关、按钮、指示灯、电磁开关等接点的 ON/OFF 状态,可不必借助三用电表而由主机面板上的 I/O 状态 LED 直接显示出来,有助于故障判断及排除,缩短生产在线的待机时间,争取时效。

3. 可靠性高

PLC 使用 CPU 作为其核心元件,信号处理则使用光电耦合器,故可以消除噪声干扰,可靠性高于传统的继电器控制线路。

4. 体积小

PLC 内部电子元件大多由 IC 所构成,且由于半导体科技的日新月异,故体积远小于传统的继电器控制线路。

5. 可通过 PC 或人机界面(HMI)实现系统监控

经过网络连接模块或 PLC 主机上的通信端口(RS-232C, RS-422, RS-485 等),可将相关数据传输至 PC 或人机界面(HMI)上加以显示或做进一步处理。

6. 成本低廉

由于半导体科技的不断进步,加上工厂自动化的大力发展,故 PLC 制造成本逐渐下降,销售量则逐年攀升,早已凌驾于传统继电器控制线路之上。

7. 适用电压范围广,输出容量大

电压变动范围为 AC 80~260V,使用方便,输出容量大,输出模块可搭配各类型负载。

8. 扩充容易

输入/输出模块可灵活组合,存储器容量也可视实际需要加以扩充,且扩充时对系统而言,变动幅度不大。

1.6 PLC 国际标准(IEC_61131)及 PLCopen 组织

1. PLC 国际标准

虽然 PLC 具有上述许多优点,但是由于各厂牌、机种的 PLC 的定义、特性、功能、

可靠性、相关编程语言及通信协议等未能统一,导致各制造厂商在硬件体系结构及软件程序方面各行其是,不像 PC 一般有所谓兼容性(Compatible)PLC 的存在,以致于形成使用和推广上的一大致命伤。有鉴于此,IEC 的学者、专家们,历经长期的研讨,终于制定了 PLC 国际标准——IEC_1131,后经修正并更名为 IEC_61131。

IEC_61131 国际标准共分为五大部分,说明如下。

(1) 一般信息

定义 PLC 的术语,以及 PLC 的主要功能体系结构。

(2) 设备及测试需求

设备测试项目包括环境条件测试(温度、湿度、灰尘等)、电气性能(静电干扰、瞬间冲击电压等)、机构、交直流电源、输入及输出功能、微处理器功能、远距离输入及输出功能、绝缘及接地、系统自检及诊断等。PLC 制造厂商必须提供设备测试时的相关条件及产品认证等相关文件,通过上述全部测试,合格之后才能取得 IEC_61131 标准认证。

(3) 编程语言

61131-3 定义了下述 5 种程序语言。

① 梯形图(LD)。梯形图是目前使用最为广泛的程序语言,基本上需要熟悉机械的动作顺序并先行画出控制回路后,再将继电器控制电路中的 a 接点、b 接点、电路串并联及线圈等予以符号化,从而形成梯形图。基本的电动机启动、停止控制电路如图 1.2 所示,经转换成梯形图后则如图 1.3 所示。由图 1.3 可知,梯形图结构与传统的继电器顺序控制电路非常类似。一般而言,除非 PLC 的编程器本身可以将梯形图直接写入,或经过 PC 支持 PLC 的在线编程软件以梯形图直接编程,否则必须将梯形图转译成相关指令后,再由编程器键入并发送至 PLC 存储器中。

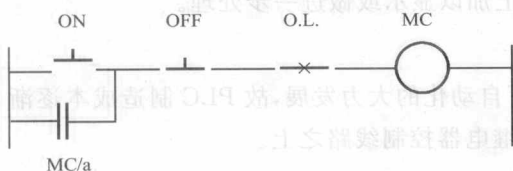


图 1.2 基本的电动机启动、停止控制电路

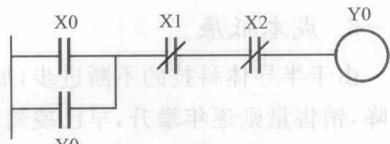


图 1.3 电动机启动、停止控制电路的梯形图

② 功能块图(FBD)。程序语言由一些已事先定义好的功能方块所组成,并经过适当连接从而构成完整电路,它特别适合于说明控制元件中数据或数据的流程,功能块图主要用于欧洲各国,典型的功能块图编程如图 1.4 所示。

③ 指令表(IL 或 SL)。指令表是一种低级语言,它是由布尔代数式及基本逻辑演变而来,主要是由一些助记符号所组成,包括与(AND)、或(OR)、非(NOT)、计时器、计数器等基本指令,以及移位、比较、加、减、乘、除等数学运算和一些便利的应用指令。对应于图 1.3 的电动机启动、停止控制,电路的指令编程如图 1.5 所示。

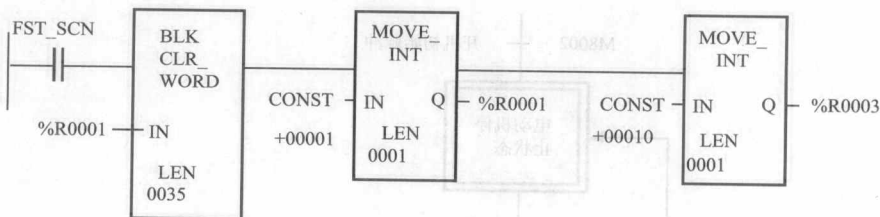


图 1.4 功能块图编程

④ 结构文本(ST)。结构文本是一种高级语言,由于 PLC 可通过数据通信网络与 PC 在线操作,以执行工作程序或整个系统的图形监控,故有部分属于高阶的 PLC 在程序编辑上,已开始使用高级程序语言。例如,数学运算、数据传输、子程序、循环及一些具备条件式判断的分支等,使用指令或梯形图编程时非常不便,此时使用结构文本较为简易,其编程语言格式如图 1.6 所示。

```
LD    X0
OR     Y0
ANI    X1
ANI    X2
OUT    Y0
```

图 1.5 电动机启动、停止控制
电路的指令编程

```
IF..... THEN..... ELSE
CASE
WHILE..... DO
CALL
REPEAT..... UNTIL
```

图 1.6 结构文本编程语言格式

⑤ 顺序功能图(Grafcet/SFC)。

一般的 PLC 都是以传统继电器控制回路为基础发展而来,再将其转换成一般梯形图或指令表,即可实现其控制。但如此所完成的控制回路除了原程序设计者之外,一般用户往往不容易理解其动作流程,也就是说程序的可读性较低,一种专门针对机械动作的流程而设计的编程语言——顺序功能图(SFC)也就应运而生。

顺序功能图是把机械动作或步骤一步步分解成顺序功能图的组成元素,即状态、动作和转移条件,然后再依其动作顺序连接起来,以完成整体的机械动作。顺序功能图最初是由法国 Telemecanique 公司研发而成,广泛用于欧洲各国,并成为 IEC 标准编程语言(IEC 848)。由于顺序功能图具有编程容易、系统仿真测试与故障维修方便、状态编程极富灵活性及图表本身即为文件说明等优点,故 IEC 将其列为 PLC 的标准编程语言之一(IEC 61131-3),美国还将其定为 NEMA 标准。

电动机的启动、停止控制电路的顺序功能流程图如图 1.7 所示。

上述 5 种程序语言中,属性为图形编程语言的有梯形图、功能块图与顺序功能图;属性为文本编程语言的有指令表与结构文本编程语言。

(4) 用户指南

对于 PLC 用户而言,通过使用指南可以帮助用户正确地选购 PLC,并在安全的环境下操作 PLC。

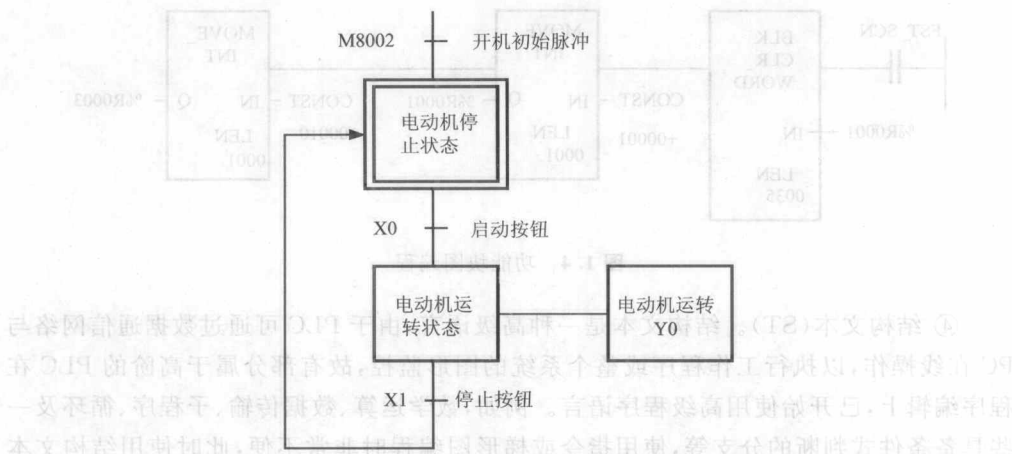


图 1.7 电动机启动、停止控制电路的顺序功能流程图

(5) 通信

此标准涉及 PLC 与其他终端元件、不同厂家 PLC 的相互通信及 PLC 与上位 PC 等设备间的通信,或遵循国际标准组织(ISO)所颁布的通信协议。

2. PLCopen 组织

PLCopen 是由 PLC 制造工会、控制系统协会以及愿意遵行 PLC 标准编程语言的机构于 1992 年在荷兰成立的一个组织,其主要目的是促使 PLC 国际标准成为所有控制系统中的 PLC、工业级计算机(IPC)和分散式控制系统(DCS)的一种开放式标准,其成立的宗旨如下。

- ① 统一有关 PLC 标准疑义的解释,促进 PLC 标准的实施。
- ② 促使用户的软件程序可以在不同的系统中进行交(转)换。
- ③ PLC 编程语言是否符合 IEC_61131-3 标准的认证。
- ④ 拟定一个开放式的标准接口,作为程序编辑、测试和执行时的参考。

1.7 PLC 的应用及发展

1.7.1 PLC 的应用

PLC 在发展初期,由于其成本较传统继电器控制线路高,使其在应用上较不易被一般用户所接受。但近年来由于半导体科技的日新月异,使得微处理机及其他 IC 等相关元件的价格日渐降低,而功能则越发增强,除了加、减、乘、除等算术演算,以及比较、数据处理等功能和其他便利的应用指令外,加上数据通信网络的构成,使得 PLC 不但可以与 PC 连线操作,还因其提供人机界面,更可作为工作程序或整个系统的图形监控,故除了单一机器的控制之外,更易于实现整厂自动化的目标,因此 PLC 目前已广泛应用于工厂自动化(FA)及柔性制造系统(FMS)中,应用领域覆盖了汽车工业、机械、钢铁工业、冶金、纺织、石油、化工、食品制造、物流、故障诊断及系统监控等各行

各业,堪称为机电一体化的利器、产业自动化的先锋。

PLC 在应用上大致可分为下列几种类型。

1. 顺序控制

PLC 的研发,主要在于用软件程序替换传统上以继电器为主的电机顺序控制系统,故 PLC 在这一方面的应用目前依然最为广泛,且具有主导性地位。

2. 过程控制

PLC 通过模拟输入/输出模块,可以控制制造过程中的各种模拟信号,例如,温度、压力、流量、速度等参数,此外也可搭配 PID 等控制模块进行精确的闭回路控制。

3. 位置控制

由于目前的 PLC 大都具有一组以上的高速计数器(HSC)输入端子,故能接收高速脉冲或译码器所产生的快速脉冲输入信号,若再配合一轴或多轴位置控制模块和电动机驱动器,则 PLC 也可经过步进电动机或伺服电动机,进行高精度的定位控制。

1.7.2 PLC 的发展趋势

目前,国内、外的产业结构,已由劳动力密集形态转移至技术密集形态,各业界为了解决人力资源难求及工资不断上涨的问题,一方面努力提高产品附加价值及竞争力;另一方面,低成本、省力化及自动化已成为大家一致追求的目标。PLC 由于其性能优越、可靠性高、程序编写容易、安装与维修方便,且只要改变其软件程序即可改变其控制的顺序,从而轻易地达成控制上的不同需求,故自推出以来深受用户喜爱,近年来更大量地运用于电力系统训练、故障检测、配电自动化及电厂遥控、系统监控中。PLC 的发展趋势如下。

1. 国际标准编程语言制定

IEC_61131-3 标准在图形编程语言方面,采用梯形图(LD)及功能块图(FBD),在文本编程语言方面,则采用指令表(IL)及结构文本编程语言(ST),此外顺序功能图(SFC)也列为标准编程语言,美国也将 IEC_61131-3 定为 NEMA 标准。

2. 扩充具有灵活性

PLC 的组成已由整体式结构向模块式发展,用户可以根据不同需求加以组合,并可随时选购所需特殊功能模块,或即时更新故障模块,故扩充时具有灵活性。

3. 数据传输、处理与通信网络创建

(1) 数据传输、处理与系统监控

为了满足 FA 及 FMS 的需求,必须提升 PLC 与 PC 间的网络通信速度及功能,目前已采用光纤作为传输媒体,以满足远程 I/O 模块控制。PLC 经过通信或连接模块,可使数据在 PLC、PC 或 CNC 之间互相传输并进行进一步处理,以充分达成系统分散控制、在线即时(ON LINE, REAL TIME)集中监控的目的。

(2) 通信协议制定与通信网络创建