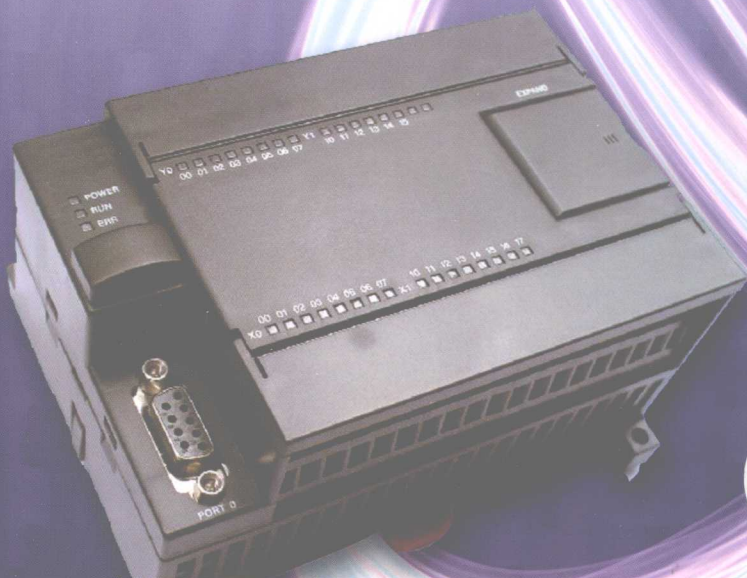
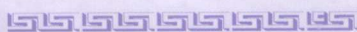




中等职业教育示范专业规划教材

PLC应用技术 项目教程

王新宇 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠电子教案
及程序源代码

中等职业教育示范专业规划教材

PLC 应用技术项目教程

主 编 王新宇

参 编 冯忆红

图书在版编目(CIP)数据

PLC应用技术项目教程/王新宇主编. —北京:机械工业出版社, 2009.3

中等职业教育示范专业规划教材

ISBN 978-7-111-38214-5

I. P… II. 王… III. ①可编程控制器—专业学校—教材 I. TP323

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第019730号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100027)

责任编辑:高 蕾 封面设计:董永明 责任校对:李 敏

封面设计:曹 颖 版式设计:曹 颖

北京中美印刷有限公司印刷

2009年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·10印张·240千字

0 001 3 000册

标准书号: ISBN 978-7-111-38214-5

定价: 19.00元



凡购本书,如有错页、漏页、缺页、倒页等,均由本社负责调换。

邮购热线: (010)88379830 9511 88379813

编辑热线: (010)88379195

机械工业出版社

本书适用于理论实践一体化教学模式。在内容编排上,以日本三菱公司的 FX_{2N} 系列 PLC 为例,将 PLC 的各常用指令的使用规则及编程方法融入到具体的操作实例中。具体项目设计有:PLC 的基本使用方法、PLC 控制七段数码管的显示、PLC 控制三相异步电动机的连续运行、PLC 控制三相异步电动机的点动与连续运行和正反转、PLC 控制通风机监控系统、PLC 控制三相异步电动机的 Y- Δ 减压起动、PLC 控制液体自动混合装置、PLC 控制交通信号灯、PLC 控制运料小车的运行、PLC 控制化学反应装置、PLC 控制搬运机械手、PLC 控制停车场停车位等。力求让学生在“做中学,学中做”的过程中,轻松、高效地掌握 PLC 的使用技巧,同时能对 PLC 在工业生产、日常生活的主要应用有所了解。

本书可作为中职学校机电类、电子类及其他相关专业的教材,也可作为相关企业技术人员的入门读物和职业技能培训教材。

为方便教学,本书免费提供电子版程序代码和电子教案,凡选用本书作为教材的学校均可来电索取,咨询电话:010-88379195。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用技术项目教程/王新宇主编. —北京:机械工业出版社,2009.3
中等职业教育示范专业规划教材
ISBN 978-7-111-26244-2

I. P… II. 王 III. 可编程序控制器—专业学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 019730 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:高倩 版式设计:霍永明 责任校对:李婷
封面设计:鞠杨 责任印制:邓博
北京中兴印刷有限公司印刷
2009 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·10 印张·240 千字
0 001—3 000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-26244-2
定价:19.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294
购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010)88379195
封面无防伪标均为盗版

前 言

PLC 应用案例解密 19 1 目录

前言

88 行波控制

[结束语]

附录

可程序控制器 (Programmable Controller) 是在传统的继电-接触器控制系统基础上, 融合计算机技术和通信技术, 专门为工业控制而设计的微型计算机, 具有结构简单、性能优越、可靠性高、灵活通用、易于编程、使用方便等一系列优点, 在工业上得到了越来越广泛的应用。学习和掌握可程序控制器技术已成为工业自动化工作者的一项迫切任务, 因此, 在职业学校中的电气类、机电类专业都已开设了 PLC 课程。

近年来, 项目式教学改革不断深入, 也越来越受到从事职业教育者的普遍关注。模块化教学理念是以“技能操作为核心”, 提倡“以用促学, 学以致用”的教学思想。针对职业学校学生的特点, 专业教材的编写上力求做到务实求真、重实践、轻理论, 将各个抽象的知识点融入实际案例中。从而激发学生的学习兴趣, 寓教于乐, 提高学生的动手能力、分析能力和创新能力。

本书共有 13 个项目, 其内容涉及 PLC 在工业生产、日常生活中最典型的应用, 例如七段数码管的显示、三相异步电动机的连续控制、通风机的监控系统、液体混合装置的控制、交通信号灯控制系统、运料小车控制、搬运机械手控制、停车场停车位控制等。通过实际项目的训练, 学生可以循序渐进地掌握三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的所有基本指令、步进指令及一些常用功能指令用法, 也可以逐步掌握开发基于 PLC 的控制系统的设计思路。

本书中每个项目的安排, 既考虑到其独立性、完整性, 又考虑到所包含的知识点能承上启下。与项目任务相关联的必要知识点放在“知识链接”中, 此外为了拓宽学习思路, 丰富知识内容, 还设计了“知识拓展”环节, 为了考察学生对所学知识的运用和掌握情况, 培养学生的独立解决问题的能力, 每个项目还设计了“技能检验”环节。

本书由安徽省合肥市职业教育中心王新宇老师主编, 并编写了绪论、项目 1~项目 11, 项目 12、项目 13 及附录由安徽省合肥市职业教育中心冯忆红老师编写。同时, 冯忆红老师对全书的内容、结构及文字提出了许多宝贵的建议。在本书编写过程中, 我们查阅和参考了其他一些资料和文献, 从中得到了很多帮助和启示, 在此表示衷心感谢。

由于编者的理论水平和实际经验有限, 书中难免存在缺点和错误, 殷切希望广大读者批评指正。编者 E-mail: wangxinyu1002@sohu.com。

[结束语]

编 者

1 寄存器寻址

1.1 指令的寻址

2 寄存器寻址

2.1 指令的寻址

目 录

前言	
绪论	1
项目 1 可编程序控制器的使用	7
[知识链接]	
1. PLC 的外部结构	
2. 输入/输出软继电器	
3. 灯控电路的梯形图设计	
4. PLC 输入/输出设备的接线方式	
5. 计算机编程 (FXGP 软件的使用)	
[知识拓展]	
1. 手持编程器的认识	
2. 手持编程器的编程操作	
项目 2 PLC 控制七段数码管的显示	20
[知识链接]	
1. 数字逻辑关系与梯形图的设计	
2. 基本逻辑指令的用法	
3. 七段数码管数字显示的梯形图设计	
[知识拓展]	
1. 功能指令的表示	
2. 七段译码指令 SEGD 的应用	
项目 3 PLC 控制三相异步电动机连续运行	29
[知识链接]	
1. 三相异步电动机连续控制的梯形图设计	
2. PLC 起动、保持和停止控制方式	
3. 置位 SET 和复位 RST 指令的应用	
4. 事件分析设计法	
[知识拓展]	
1. 交替输出指令 ALT 的功能	
2. 交替输出指令实现分频输出	
项目 4 PLC 控制三相异步电动机点动与连续运行	38
[知识链接]	
1. PLC 的工作原理	
2. PLC 执行程序的过程分析	
3. 辅助继电器 M	
4. 三相异步电动机点动与连续运行控制的梯形图设计	
[知识拓展]	
特殊辅助继电器的应用	
项目 5 PLC 控制三相异步电动机的正反转	48
[知识链接]	
1. 经验设计法	
2. PLC 联锁控制	
3. 栈指令 MPS、MRD、MPP 的应用	
4. 三相异步电动机正反转控制的梯形图设计	
[知识拓展]	
1. 主控指令 MC、MCR 的基本用法	
2. 主控指令的嵌套使用	
项目 6 PLC 控制三相异步电动机 Y- Δ 自动减压起动	59
[知识链接]	
1. 定时器 T 的种类与基本用法	
2. 定时器 T 的基本应用电路	
3. 三相异步电动机 Y- Δ 自动减压起动的梯形图设计	
[知识拓展]	
1. 数据寄存器 D	
2. 数据传送指令 MOV 的用法	

项目 7 PLC 控制通风机监控系统 68

[知识链接]

1. 脉冲发生器电路
2. 通风机监控系统的梯形图设计

[知识拓展]

脉宽调制指令 PWM 的用法

项目 8 PLC 控制交通信号灯 75

[知识链接]

1. 顺序控制
2. 顺序步进控制
3. 循环顺序输出控制
4. 时序波形图设计法
5. 交通信号灯的梯形图设计

[知识拓展]

1. 位左移指令 SFTL 的用法
2. 位移位指令的应用举例

项目 9 PLC 控制液体自动混合装置 ... 86

[知识链接]

1. 脉冲输出指令 PLS、PLF
2. 计数器 C 的基本用法
3. 液体混合装置的梯形图设计

[知识拓展]

1. 双向计数器的特点
2. 高速计数器的特点

项目 10 PLC 控制运料小车的运行 97

[知识链接]

1. 功能图的特点
2. 功能图的构成要素
3. 运料小车运行的功能图设计
4. 步进指令与功能图的转换

[知识拓展]

1. 跳转与重复的编程方法
2. 复位处理的编程方法
3. 跳转与重复的应用举例

项目 11 PLC 控制化学反应装置 107

[知识链接]

1. 选择结构功能图
2. 并行结构功能图
3. 分支与汇合组合编程
4. 化学反应装置的功能图设计

[知识拓展]

1. 子程序调用指令的基本用法
2. 子程序调用指令的应用举例

项目 12 PLC 控制搬运机械手 118

[知识链接]

1. 状态初始化指令 IST
2. 机械手多种工作方式运行的程序设计

[知识拓展]

1. 条件跳转指令 CJ 的用法
2. 跳转指令的应用举例

项目 13 PLC 控制停车场停车位 131

[知识链接]

1. 比较指令 CMP
2. 加 1 指令 INC
3. 减 1 指令 DEC
4. 停车场停车位的梯形图设计

[知识拓展]

1. 加、减、乘、除算术运算指令
2. 速度检测指令 SPD 的应用

附录 141

- 附录 A FX 系列 PLC 的特殊辅助继电器
 附录 B FX 系列 PLC 基本指令及步进指令
 附录 C FX_{2N} 系列 PLC 功能指令
 附录 D FX 系列 PLC 错码一览表

参考文献 151

绪 论

可编程程序控制器 (PLC) 是以微处理器为核心, 将自动控制技术、计算机技术和通信技术融为一体而发展起来的崭新的工业自动化控制装置。目前 PLC 已基本替代了传统的继电器控制而广泛应用于工业控制的各个领域, 成为工业自动化领域中最重要控制装置。

1. PLC 的产生与定义

在可编程序控制器出现之前, 工业生产中广泛使用的电气自动控制系统是继电器控制系统, 由于其设备体积大, 触点寿命低, 可靠性差, 接线复杂, 改接麻烦, 维护和排故困难等缺点, 不能适应现代社会制造工业的飞速发展。20 世纪 60 年代, 世界上第一台可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller) 诞生于美国的汽车制造业, 目的是用来取代继电器电气控制系统, 以执行逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能。随着计算机技术的不断发展, 其功能逐渐扩大, 不再是原来意义上的以逻辑控制为主的功能, 后来把“逻辑”二字去掉了, 叫做可编程序控制器 (Programmable Controller), 曾经一度简称为 PC, 但是为了避免与个人计算机的简称 (Personal Computer) 相混淆, 现在仍然把可编程序控制器简称为 PLC。

1987 年 2 月, 国际电工委员会 (IEC) 在可编程序控制器的标准草案中作了如下定义: “可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境应用而设计。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, 并通过数字式和模拟式的输入输出, 控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关外围设备, 都应按易于与工业控制系统连成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。”

2. PLC 的特点

PLC 之所以得到迅速发展和广泛应用, 关键是它具有独特的优点。

(1) 可靠性高, 抗干扰能力强 可编程序控制器是专为工业控制而设计的, 在硬件与软件两方面上采用了屏蔽、滤波、隔离、诊断和自动恢复等措施。这些措施大大地提高了 PLC 的可靠性和抗干扰能力, 其平均无故障时间可达 2 万到 5 万小时以上。

(2) 编程直观、简单 PLC 有多种编程语言可供选用, 许多国家生产的 PLC 把梯形图作为第一用户程序, 梯形图是从清晰直观的继电器控制线路演化过来的一种编程语言, 其特点是易学易懂, 便于修改, 有一定基础的技术人员在短时间内都可以学会。

(3) 功能完善, 适应性好 PLC 不仅具有数字量和模拟量的输入/输出、顺序控制、定时计数等功能, 还具有算术运算、数据处理、通信联网、记录与显示等功能。另外, 当生产工艺改变或设备更新后, 不必大量改变 PLC 的硬件设备, 只需改变相应的程序, 就可以满足新的控制要求。

(4) 使用方便, 易于维护 PLC 体积小、重量轻、便于安装, 其输入端子可直接与各种开关量和传感器连接, 输出端子通常也可直接与各种继电器连接。PLC 维护方便, 有完善的自诊断功能和运行故障指示装置。PLC 的编程器使用简便, 可以方便、快捷地实现程序的调试与修改。

3. PLC 的分类

目前国内外各厂家生产的 PLC 产品种类繁多, 型号各异, 市场普遍使用的有日本三菱公司的 F 系列、OMRON 公司的 C 系列、德国西门子公司的 S 系列, 以及国内嘉华公司的 JH 系列等。虽然 PLC 产品型号、性能各有不同, 但通常可以按照 I/O 点数、结构、性能来分类。

(1) 按照 PLC 的 I/O 点数和存储器容量分类 为适应不同的工业生产应用要求, PLC 所处理的输入输出信号数量不一样。一般将一路信号叫作一个点, 将输入点数和输出点数的总和称为机器的点数。因此, 按 I/O 点数、内存容量和功能来分, 将 PLC 分为以下五个等级, 如表 0-1 所示。

表 0-1 PLC 分类

类 型	I/O/点	存储卡容量/KB (K 步)	机 型
微型	<64	<2	三菱 FX _{1S} 系列
小型	64~128	2~4	三菱 FX _{2N} 系列
中型	128~512	4~16	三菱 A _{1N} 系列
大型	512~8192	16~64	三菱 A _{3N} 系列
超大型	>8192	>64	西门子 S ₆ -155U

(2) 按结构形状分类 根据硬件的结构不同, 可以将 PLC 分为整体式和模块式两种。整体式又称单元或箱体式。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 部件都集中装在一个机箱内, 其结构紧凑、体积小、价格低。一般微型、小型 PLC 采用这种结构, 它由不同 I/O 点数的基本单元组成。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般配备有特殊功能单元, 如模拟量单元、位置控制单元等, 使机器的功能得以加强。

模块式结构是将 PLC 各部分制成若干个单独的模块, 如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块和其他各种功能模块。由于模块式结构, 其装配方便, 便于扩展和维修。一般大中型 PLC 都采用模块式结构, 有的小型 PLC 也采用这种结构。

有的 PLC 将整体式和模块式结合起来, 称为叠装式 PLC。它除基本单元和扩展单元外, 还有扩展模块和特殊功能模块, 配置更加灵活。

4. PLC 的基本组成

(1) 中央处理单元 (CPU) 中央处理单元是 PLC 的核心, 主要采用通用微处理器 (如 8080、8086、80386 等)、单片机 (如 8031、8096 等) 或双极位片式微处理器 (如 AM2900、AM2901、AM2903 等) 三种类型。PLC 的档次越高, CPU 的位数也越多, 运算的速度也越快, 功能指令越强。如 FX₂ 系列 PLC 使用的微处理器是 16 位的 8096 单片机。

在 PLC 中 CPU 是按照固化在 ROM 中的系统程序执行工作的。它能实现监测和诊断电源、内部电路工作状态、用户程序中的语法错误等, 并采用循环扫描工作方式执行用户程序。

(2) 存储器 PLC 内部配有系统程序存储器和用户存储器。系统存储器用于存放 PLC 内部系统的管理程序, 用户存储器用于存放用户编制的控制程序。PLC 采用 CMOS-RAM 存储器、EPROM 或 E²PROM 存储器固化系统管理程序和用户程序。E²PROM 是一种电可擦除的只读存储器, 既可以字节擦除, 也可以整片擦除, 使用 E²PROM 无需电池就能实现掉电保护。

(3) 输入/输出单元 (I/O 接口电路) 输入单元和输出单元简称 I/O 单元, 它们是联系外部设备和 CPU 单元的桥梁。PLC 有了 I/O 单元就可以将各种开关、按钮和传感器等直接接到 PLC 的输入端, 也可以将各种执行机构 (如电磁阀、继电器、接触器等) 直接接到 PLC 的输出端。

PLC 内 CPU 所处理的信号只能是标准电平, 而实际生产过程中的信号是多种多样的, 控制系统所要配置的执行机构驱动电平也是多种多样的, 因此, I/O 接口电路具有电平转换作用。另外, 在 I/O 单元中, 用光耦合器、光敏晶闸管、小型继电器等器件来隔离 PLC 的内部电路和外部的 I/O 电路, 起到隔离和滤波作用, 有效防止外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能对 PLC 内部元器件的损坏。

在使用 PLC 时, 需考虑输出电路的三种主要形式: 继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出。

1) 继电器输出, 如图 0-1 所示。PLC 输出电路内为小型继电器, 其优点是电压范围宽, 导通压降小, 价格也便宜, 可以控制交流负载, 也可以控制直流负载。但其缺点是触点寿命短, 触点断开时有电弧产生, 容易产生干扰, 响应速度慢。

继电器作为 PLC 的输出电路, 当 PLC 有输出信号时, 使继电器线圈得电, 其触点吸合, 则驱动外部负载工作。因此, 继电器可以将 PLC 内部电路与外部负载电路电气隔离。

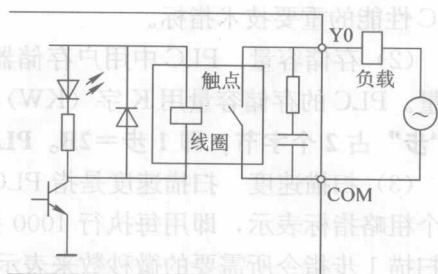


图 0-1 继电器输出电路

2) 晶体管输出, 如图 0-2 所示。其优点是寿命长, 无噪声, 可靠性高, 响应快。但其缺点是价格较高, 过载能力差。

晶体管作为 PLC 的输出电路, 是通过光电耦合器控制晶体管截止或饱和, 从而控制负载电路的通断。PLC 内部电路与外部负载电路通过光电耦合器进行隔离。

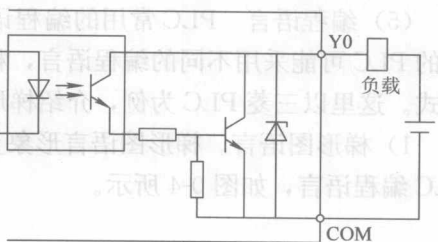


图 0-2 晶体管输出电路

3) 晶闸管输出, 如图 0-3 所示。其优点也是无触点, 寿命长, 无噪声, 可靠性高, 可驱动交流负载。缺点是价格高, 过载能力较差。

(4) 电源单元 PLC 的供电电源一般为 AC220V, 也可采用 DC24V 供电。PLC 对电源的稳定度要求不高, 一般允许在士 (10%~15%) 的范围内波动。其 CPU 单元和 I/O 单元由 PLC 内部的稳压电源供电。小型的 PLC 电源和 CPU 单元是一体的, 中大型的 PLC 都有专门的电源单元。有些 PLC 的电源部分还有 DC24V 输出, 用于对外部传感器供电, 但电流是毫安级。

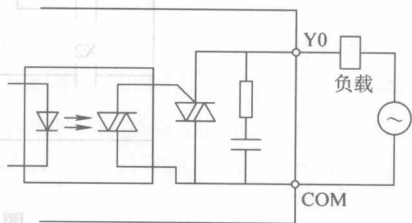


图 0-3 晶闸管输出电路

(5) 编程器 编程器将用户程序送入 PLC 的存储器, 是 PLC 最重要的外部设备。编程器不仅用于编程, 还可以利用它进行程序的修改、检查、监视等。目前主要有手持式编程器

和计算机编程两种方式。手持式编程器不能直接输入和编辑梯形图，只能输入和编辑指令语句。它体积小，价格便宜，通常需联机操作。而计算机作为编程工具，可使用编程软件在计算机上直接编辑梯形图和指令语句，并实现不同编程语言之间的转换。计算机编程可以存盘和打印，还可以通过网络实现远程编程和传送。

5. PLC 的主要技术指标

(1) I/O 总点数 I/O 点数是指 PLC 的外部输入、输出端子数。PLC 的输入、输出有开关量和模拟量两种。对于开关量用最大的 I/O 点数表示，而对于模拟量则用最大的 I/O 通道数表示。

电源及各 COM 等端子是不能作为 PLC 的输入/输出端子计入的。I/O 总点数是描述 PLC 性能的重要技术指标。

(2) 存储容量 PLC 中用户存储器的容量，一般远小于通用计算机中用户存储器中的容量。PLC 的存储容量用 K 字 (KW)、K 字节 (KB) 作单位之外，更多用“步”作单位。1“步”占 2 个字节，即 1 步=2B。PLC 中有的指令仅占 1 步，有的指令占 2 步或更多步。

(3) 扫描速度 扫描速度是指 PLC 执行一次用户编辑程序所需的时间。一般情况下用一个粗略指标表示，即用每执行 1000 条指令所需要时间来估算，通常为 10ms 左右，也有用扫描 1 步指令所需要的微秒数来表示，即 $\mu\text{s}/\text{步}$ 。

(4) 内部寄存器 PLC 内部寄存器用来存放输入/输出变量的状态、逻辑运算的中间结果、定时器、计数器的数据。其种类多少、容量大小，将影响到用户编程的效率。因此，内部寄存器的配置及容量也是衡量 PLC 硬件功能的一个指标。

(5) 编程语言 PLC 常用的编程语言有梯形图、指令语句、功能图、高级语言等。不同的 PLC 可能采用不同的编程语言，相互不兼容，但多数 PLC 首选梯形图作为主要的编程方式。这里以三菱 PLC 为例，介绍梯形图和指令语句的特点。

1) 梯形图语言。梯形图语言形象直观、逻辑关系明显、实用，是目前使用最多的一种 PLC 编程语言，如图 0-4 所示。

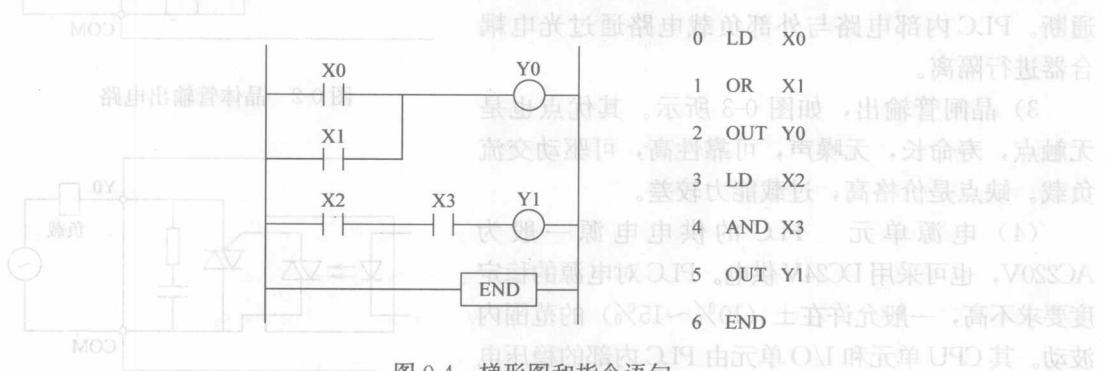








图 0-4 梯形图和指令语句

梯形图中的各个继电器都不是物理器件，这些器件实际上是 PLC 内部的电子电路和存储器，它是具有特有的、形象化的符号来表示 PLC 程序抽象的逻辑关系，反映了 PLC 内部存储器位的逻辑状态，通常被称为“软继电器”。所谓软继电器，是指 PLC 中可以被程序使用的功能性器件，可以将这些软继电器理解为具有不同功能的内存单元，对这些单元的操作，

就相当于对内存单元进行读写。由于 PLC 的设计初衷是为了替代继电器、接触器控制，所以许多名词仍借用了继电器、接触器控制中经常使用的名称，如 FX 系列 PLC 中的软继电器有输入继电器 X、输出继电器 Y、辅助继电器 M、定时器 T、计数器 C 等。如表 0-2 所示，PLC 软继电器符号与实际物理器件符号的关系。

表 0-2 PLC 软继电器符号与物理继电器符号的对比

继电器	触点与线圈	常开触点	常闭触点	线圈
物理继电器				
PLC 软继电器				

注意：PLC 内部存储器的某位为“1”时，表示相应的触点闭合或相应的软继电器线圈得电；某存储器为“0”时，表示对应的触点断开或线圈失电。

PLC 梯形图是由左右母线（右母线可省略）、逻辑行及其各个软继电器构成。在 PLC 梯形图中每个逻辑行有一个或多个支路，并有一个输出元件（软线圈）。逻辑行左边是触点的组合，表示驱动输出的条件，最右边的元件必须是输出元件。触点不能出现在线圈的右边，如图 0-5 所示。



图 0-5 触点不能出现在线圈的右边

另外，对于复杂的电路，还需要注意触点应画在水平线上，不要画在垂直线上。如图 0-6 桥式电路不能直接编程，必须画出相应的等效梯形图。

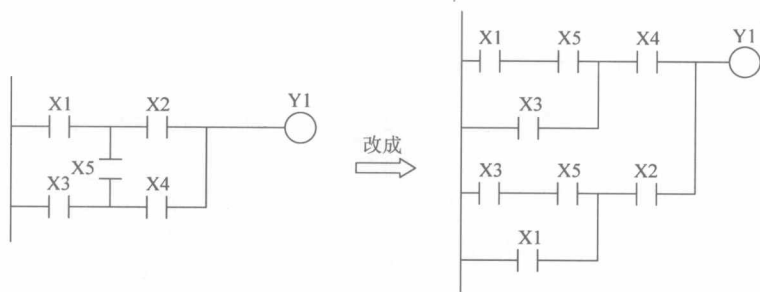


图 0-6 桥式电路的处理

2) 指令语句。这种编程语言是一种和计算机汇编语言类似的助记符语言形式，它用一系列的操作指令组成语句表将控制流程描述出来，并通过编程器送到 PLC 中，如图 0-4 中的指令语句。它最大的缺点就是不直观，难以理解整个程序控制的过程，所以通常在 PLC 程序设计时，先用梯形图进行编程，再由梯形图转换为指令语句。

指令语句表是由若干条语句组成的程序，每一条语句由步序号、操作码和操作数组成。

图 1-1 简单的灯控电路

项目 1 可编程序控制器的使用

[学习目标]

1. 认识三菱 FX_{2N}-48MR 可编程序控制器的外部结构。
2. 理解 PLC 输入 X、输出 Y 软继电器的意义和用法。
3. 掌握 PLC 输入/输出 (I/O) 端口分配方法。
4. 学习梯形图简单的编程方法。

[技能目标]

1. 会正确安装、连接 PLC 外部输入和输出设备。
2. 会使用 FXGP 软件编辑梯形图和输入指令语句。

[实操训练]

1. 项目任务分析

简单的灯控电路，如图 1-1 所示。开关 SA1、SA2 并联控制灯 HL1，按钮 SB1 控制灯 HL2，按钮 SB2 与 SB1 串联控制灯 HL3。采用 PLC 实现控制。

2. 参考操作步骤

1) 熟悉 PLC 的外部结构。主要包括输入、输出 (X/Y) 端口、编程器接口、运行方式开关及 LED 功能指示灯等。

2) 分配 I/O 端口。按实际的输入设备、输出设备的控制功能与个数，逐一分配 PLC 的输入与输出端口，如表 1-1 所示。

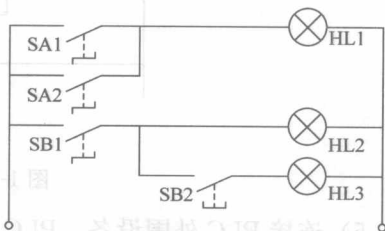


图 1-1 简单的灯控电路

表 1-1 输入/输出端口分配

输 入		输 出	
输入设备名称	输入端口	输出设备名称	输出端口
开关 SA1	X0	灯 HL1	Y0
开关 SA2	X1	灯 HL2	Y1
按钮 SB1	X2	灯 HL3	Y2
按钮 SB2	X3		

3) 画 PLC 输入/输出 (I/O) 接线图。接线图如图 1-2 所示。

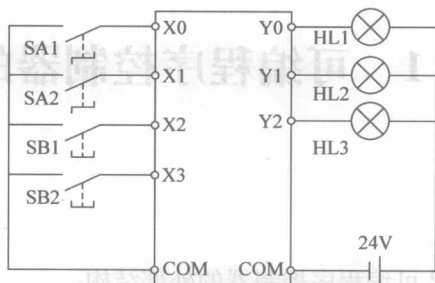


图 1-2 I/O 接线图

4) 设计梯形图。梯形图如图 1-3 所示。

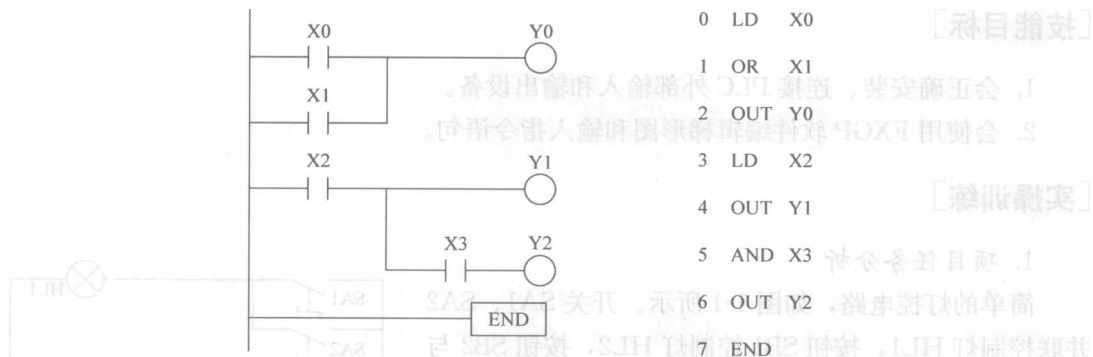


图 1-3 PLC 编程梯形图和指令语句

5) 连接 PLC 外围设备。PLC 关机状态下, 根据 I/O 接线图, 正确连接输入和输出设备 (开关 SA1、SA2, 按钮 SB1、SB2, 三盏灯 HL1~HL3 和电源)。

6) 写入程序。打开 PLC 电源, 将方式开关置于 STOP 状态下, 通过 FXGP 软件计算机编程 (或手持编程器编程), 绘制梯形图或直接输入所给出的指令语句, 并将指令语句写入 PLC 中。

7) 运行 PLC。将方式开关置于 RUN 状态下, 运行程序。操作开关 SA 与按钮 SB, 观察 PLC 控制结果。

[知识链接]

1. PLC 的外部结构

(1) 三菱 FX 系列 PLC 命名方式 FX 系列 PLC 是三菱公司后期的产品。三菱公司的可编程序控制器分为 F、F₁、F₂、FX₂、FX₀、FX_{0N} 和 FX_{2C} 几个系列, 其中 F 系列是早期产品。

FX 系列的 PLC 基本单元和扩展单元的型号由字母和数字组成, 其格式为: FX□—□□□□, 其中方框的含义如图 1-4 所示。

FX□-□□□□

- 特殊品种的区别
- 输出形式
- 单元类型
- I/O总点数
- 系列序号

图 1-4 FX 系列可编程序控制器型号命名的基本格式

- 1) 系列序号。有 0、1、2、0N、2C，如 FX₁、FX₂、FX_{0N}等。
- 2) I/O 总点数。14~256。
- 3) 单元类型。M——该模块为基本单元；E——输入、输出混合扩展单元或扩展项目；EX——输入扩展项目；EY——输出扩展项目。
- 4) 输出形式。R——继电器输出；S——双向晶闸管输出；T——晶体管输出。
- 5) 特殊品种区别。D——直流电源，直流输入；A——交流电源，交流输入或交流输入项目；S——独立端子（无公共端）扩展项目；H——大电流输出扩展项目；V——立式端子排的扩展项目；F——输入滤波器 1ms 的扩展项目；L——TTL 输入型扩展项目；C——接插口输入输出方式。

若无特殊品种区别，通常为 AC 电源，DC 输入，横式端子排，继电器输出为 2A/点，晶体管输出为 0.5A/点，晶闸管输出为 0.3A/点。

例如：FX_{2N}-48MR 表示为 FX_{2N} 系列，I/O 总点数为 48 点，该模块为基本单元，采用继电器输出。

(2) FX_{2N}-48MR 可编程序控制器外部结构 可编程序控制器的种类和型号有很多，外部的结构也各有其特点，但不管哪种类型的 PLC，外部结构基本包括输入输出端口（用于连接外围输入、输出设备）、PLC 与编程器接口、PLC 执行方式开关、LED 指示灯（包括输入输出指示灯、电源指示灯、PLC 运行指示灯、PLC 程序自检错误指示灯），以及 PLC 通讯连接与扩展接口等，如图 1-5 所示。

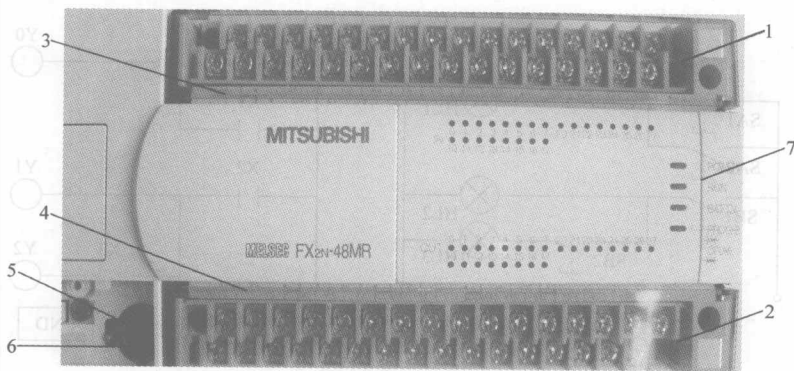


图 1-5 FX_{2N}-48MR 可编程序控制器外部结构

- 1——输入 X 端口 2——输出 Y 端口 3——X 端口标识 4——Y 端口标识
- 5——方式开关 6——编程器接口 7——LED 指示灯

2. 输入/输出软继电器

PLC 内部有许多由电子电路和存储器组成的具有不同功能的器件，正如在继电器控制电路中，经常使用到的交流接触器 KM、时间继电器 KT、中间继电器 KA 等。

在使用 PLC 时，需要和外部设备进行硬件连接的软继电器只有输入 X 和输出 Y 继电器，其他软继电器只能通过程序加以控制。这里仅介绍输入/输出软继电器的特点。

(1) 输入继电器 X 输入继电器用 X 表示，它的特点是：**其状态由外部控制设备的信号所驱动，直接反映外部设备的状态，不受 PLC 程序的控制。**其量值只能有两种状态，当外接设备闭合时，则内部相应的输入存储器位为“1”；当外接设备断开时，则内部输入存储器对应的位为“0”。编程时，其常开、常闭触点可以无限次的重复使用。

(2) 输出继电器 Y 输出继电器用 Y 表示，其特点是：**状态受 PLC 程序的控制，一个输出继电器对应于输出单元外接的一个物理继电器或执行设备。**它是 PLC 向外部负载传递控制信号的器件，若输出存储器某位的状态为“0”，则对应的 Y 输出端口的外部设备不工作；若输出存储器某位的状态为“1”，则驱动对应的 Y 输出端口的外部设备工作。编程时，每个输出继电器的常开、常闭触点都可以无限次的重复使用。

注意：

1) FX 系列 PLC 的所有软继电器中只有输入 X 和输出 Y 继电器采用八进制编号，其他软继电器都是采用十进制编号。如 FX_{2N}-48MR 的端口编号为：X000~X007、X010~X017、X020~X027 以及 Y000~Y007、Y010~Y017、Y020~Y027，其中输入端口 24 点，输出端口 24 点。

2) 输出继电器的初始状态为“0”，即为断开状态。

3. 灯控电路的梯形图设计

绪论中已详细介绍了 PLC 常用的编程语言“梯形图”及其特点，这里学习最基本的梯形图编程方法。

由于梯形图是形象化的编程语言，其所有图形符号均是用来表示 PLC 内部存储器位的工作状态。在设计时，仍然采用了继电器电气原理图的设计方法，根据受控对象的功能要求，按照一定的控制逻辑关系便可以编写出梯形图。如图 1-6 所示，梯形图设计基本上是按照实际电路的逻辑关系——对应而来。

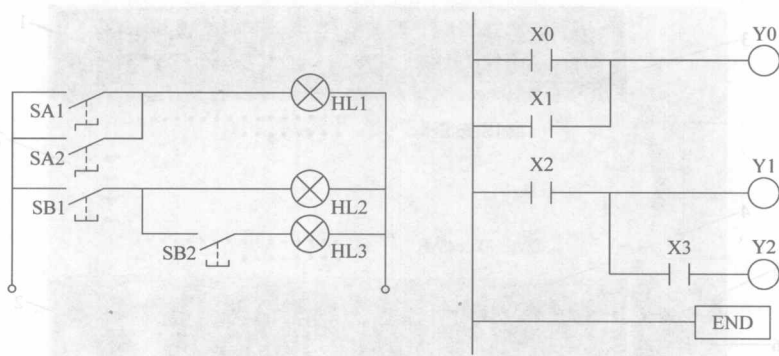


图 1-6 PLC 灯控电路梯形图

图中 X0~X3 触点分别表示输入开关 SA 和按钮 SB 的状态，Y0~Y2 输出线圈分别驱动

外部的灯。因此，在分析读图时，可以采用形象的分析方法，即“假想电流法”。假设有一个电流从左母线流向右母线，并按照梯形图逻辑执行的顺序是从上到下，从左到右，这种分析方法如同继电器控制电路的分析。

注意：图 1-3 所示指令语句中的程序结束指令 END，用于程序的结束，无操作数。PLC 执行用户程序步时，从第一步扫描至 END 指令，END 以后的程序则不再执行。

4. PLC 输入/输出设备的接线方式

(1) 输入输出接线方式

1) 汇点式。在连接输入或输出设备时，全部输入点或输出点汇集成一组，共用一个公共端 COM 和一个电源。如图 1-2 所示，其 I/O 接线方式即为汇点式。

2) 分隔式。将输入点或输出点分成 N 组，每组有一个公共端 COM 和一个独立的电源。电源均由用户提供，可根据实际负载确定选用直流或交流电源，如图 1-7 所示。

分隔式常用于输出设备的接线方式。由于在实际应用中，PLC 外部负载种类不同，所使用的电源也不同，因此，必须采用分隔式接法。例如，FX_{2N}-40MR 的输出端口 Y0 的公共端是 COM0，Y1 公共端 COM1，Y2、Y3 共用 COM2 公共端，Y4、Y5、Y6、Y7 共用 COM3，Y10、Y11、Y12、Y13 共用 COM4，Y14、Y15、Y16、Y17 共用 COM5。

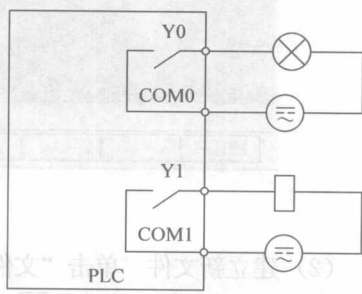


图 1-7 分隔式输出接线方式

(2) 绘制 I/O 接线图 PLC 控制系统中，通常需要用户操作外部输入设备，给 PLC 提供输入信号，再由 PLC 程序执行来完成对外部输出设备的控制。正确连接外部设备是非常重要的，需先画出 PLC 电路的 I/O（输入/输出）接线图，然后再按图接线。

由于与外部设备进行硬件连接的软继电器只有输入 X 和输出 Y 继电器，因此一般梯形图中有几个 X、Y 软继电器的编号，就代表有几个相应的输入、输出设备。如图 1-8 所示，梯形图中虽然出现了 M 辅助继电器，但它仅受内部程序控制，与外部设备无关，因此不需要考虑。因图 1-8a 中输入继电器 X 编号有两个，输出继电器 Y 编号也只有两个，若输入设备为按钮 SB，输出设备为灯 HL，则 I/O 接线图可如图 1-8b 所示。

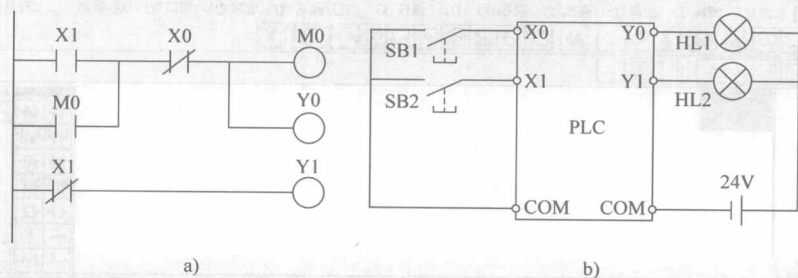


图 1-8 梯形图与 I/O 接线图

5. 计算机编程 (FXGP 软件的使用)

通用计算机作为编程器，采用专用的编程软件进行编程、绘制梯形图、监控 PLC 运行等，其功能完善、使用方便。以实操训练中的梯形图为例，介绍在 FXGP 软件中创建或编