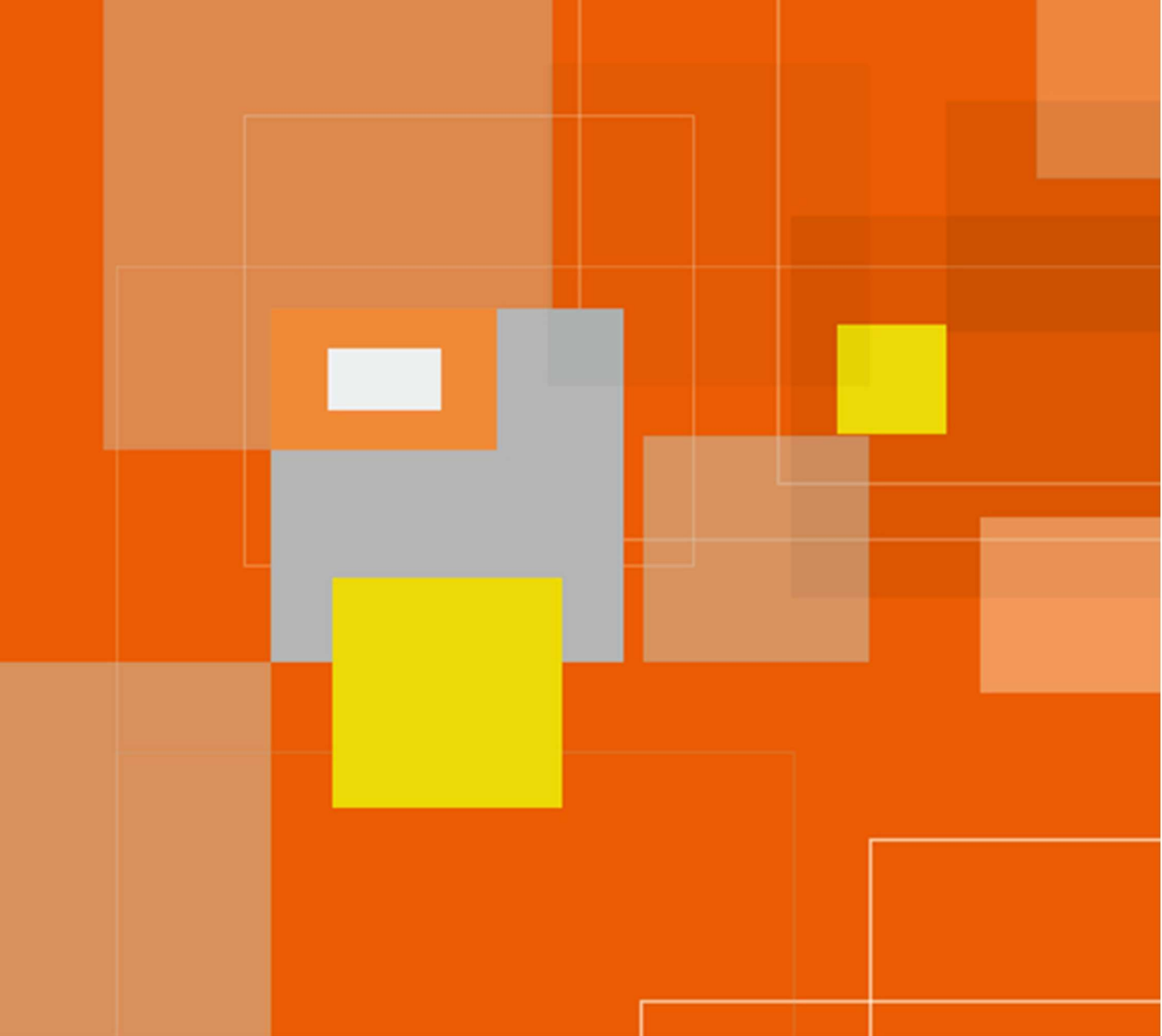




PLC 应用技术

● 主编 许火勇 黄 伟



北京理工大学出版社

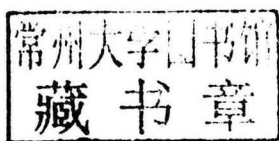
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

PLC 应用技术

主 编 许火勇 黄 伟

副主编 梁 莹 黄贤聪 杨正强

黄文进 黎振浩



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用技术 / 许火勇, 黄伟主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2018.6
ISBN 978-7-5682-5857-9

I. ①P… II. ①许… ②黄… III. ①PLC 技术—教材 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 149628 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 6

字 数 / 141 千字

版 次 / 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

定 价 / 31.00 元

责任编辑 / 张鑫星

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

本书以机电（电气自动化）岗位工作任务分析为基础，以维修电工（中级、高级）职业技能等级考核标准为依据，以综合职业能力培养为目标，以典型工作任务为载体，以学生为中心，运用一体化课程开发技术规程，根据典型工作任务和工作过程设计课程教学内容和教学方法。课程在编写过程中根据企业岗位和教学需求设计教材内容，使知识技能点的深度、难度、广度与实际需求相匹配，并依据行业发展趋势淘汰陈旧过时的内容，补充新知识、新技术、新设备、新材料等方面的内容，保证教材的科学性和规范性。

本书共设计了 6 个项目、14 个学习任务，每个学习任务下设计了若干个学习活动，每个学习活动通过多个教学环节来完成。每个学习活动都尽可能使用图片、实物照片、表格等形式将知识点生动地展示出来。逐步培养学生的专业能力、方法能力、社会能力和职业素养，实现“做学合一”的工学结合课程理念。

本书具备以下特点：

（1）任务驱动。通过学习任务的方式，引导学生进行自主学习，充分利用教材学习与互联网搜索等学习方式，提高学生学习的积极性。

（2）做学合一。以工作任务为中心，实现理论与实践的一体化教学，将理论知识点融入具体的项目实践，实现“做中学”“学中做”相结合。

（3）培养四大能力。任务分析能力、程序编写能力、现场调试能力以及排除故障能力。

（4）引入职业标准。工作任务选取与设计中参考并融入了维修电工中、高级职业技能鉴定的内容，使该课程同时满足维修电工中、高级职业资格培训需要。

（5）课程的必要性。本书为机电（电气自动化）、数控、电子电工类学生必修的专业核心课，为后续专业课程的学习提供理论基础。

本书的完成是团队协作的结果，具体分工如下：许火勇老师编写了项目 1、项目 2 的内容，并负责全书的统稿工作，黄伟老师编写了项目 3 的内容，并负责全书的编排模式设计；梁莹老师编写了项目 4 的内容，黄贤聪、杨正强老师编写了项目 5 的内容，黄文进、黎振浩老师编写了项目 6 的内容。

本书在编写过程中，广州超远机电科技有限公司等企业单位也给予大力支持与帮助，在此一并衷心感谢。

因编写水平和经验有限，书中难免存在不足和错误之处，恳请各位专家和读者批评指正。

编 者

目 录

项目 1 PLC 基础知识	1
任务 1 认知 PLC	1
任务 2 GX DEVELOPER 编程软件的使用	13
项目 2 三相异步电动机 PLC 改造	21
任务 1 手电钻 PLC 控制改造	21
任务 2 自动卷闸门 PLC 控制改造	25
任务 3 卷扬机 PLC 控制改造	28
任务 4 消防泵 PLC 控制改造	32
项目 3 时序控制	38
任务 1 闪烁灯控制	38
任务 2 四节皮带运输机控制	45
项目 4 步进顺序控制	52
任务 1 机械手 PLC 控制	56
任务 2 交通灯控制	60
项目 5 功能指令	66
任务 1 高压风机控制	66
任务 2 简易密码锁控制	70
任务 3 音乐喷泉控制	74
项目 6 全自动洗衣机控制	79
任务 1 全自动洗衣机控制	79
参考文献	89

项目 1 PLC 基础知识

本项目的主要目的是了解 PLC 在实际生产、生活中的应用；掌握 PLC 的基本功能、结构及工作原理；熟悉 GX DEVELOPER 编程软件的使用。



项目目标

知识目标

- (1) 会描述 PLC 的结构及工作原理。
- (2) 会说出 PLC 的外部端口。
- (3) 会描述 PLC 在实际生产、生活中的应用。

能力目标

- (1) 会进行 PLC 选型、I/O 接口分配。
- (2) 能看懂 PLC 接线图，并能根据接线图进行 PLC 外部接线。
- (3) 能进行 PLC 编程软件的操作。

素质目标

- (1) 养成独立思考和动手操作的习惯。
- (2) 养成小组协调合作的能力和互相学习的精神。

任务 1 认知 PLC



任务目标

- (1) 描述 PLC 的结构及工作原理。
- (2) 能说出 PLC 的含义、品牌型号和代表含义。
- (3) 描述 PLC 在实际生产、生活中的应用。
- (4) 会进行 PLC 选型、I/O 接口分配，能看懂 PLC 接线图，并能根据接线图进行 PLC 外部接线。



工作任务

- (1) 观看 PLC 在工业生产、现实生活中的应用录像，描述 PLC 的应用。
- (2) 参观 PLC 实训室，说出 PLC 的品牌及型号。
- (3) 观看一个开关控制一盏彩灯的 PLC 演示实验，描述 PLC 的结构及工作原理。
- (4) 根据电动机正反转控制电路图（图 1-1），完成 PLC 外部接线。

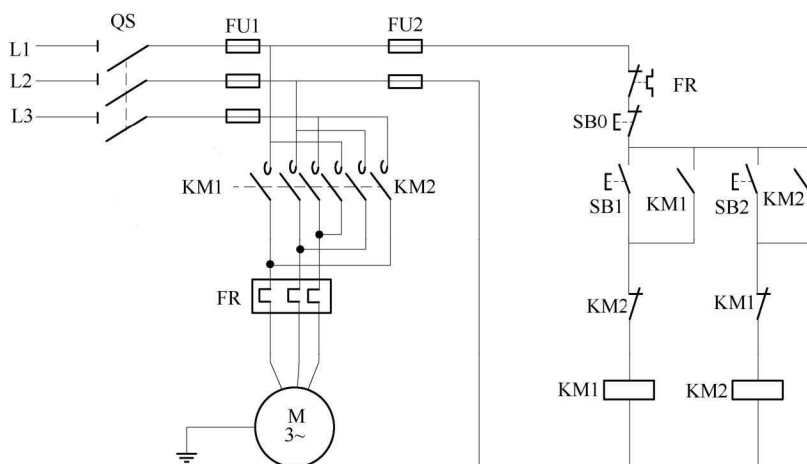


图 1-1 电动机正反转控制电路图



知识链接

一、PLC 的分类及特点

可编程控制器简称 PLC（Programmable Logic Controller），在 1987 年国际电工委员会（International Electrical Committee）颁布的《PLC 标准草案》中对 PLC 做了如下定义：PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩展其功能的原则而设计。

1. PLC 的分类

（1）按产地分，PLC 可分为日本系列、欧美系列、韩国系列、中国系列等。其中，日本系列具有代表性的为三菱、欧姆龙、松下、光洋等；欧美系列具有代表性的为西门子、A-B 自动化、通用电气、德州仪表等；韩国系列具有代表性的为 LG 等；中国系列具有代表性的为合利时、浙江中控等。

（2）按点数分，PLC 可分为大型机、中型机及小型机等。大型机一般 I/O 点数（输入/输出端子数）大于 2 048 点，具有多 CPU，16 位/32 位处理器，用户存储器容量 8~16 KB，具有代表性的为西门子 S7-400 系列、通用公司的 GE-IV 系列等；中型机一般 I/O 点数为 256~2 048 点；单/双 CPU，用户存储器容量 2~8 KB，具有代表性的为西门子 S7-300 系列、三菱 Q 系列等；小型机一般 I/O 点数小于 256 点，单 CPU，8 位或 16 位处理器，用户存储器容量 4 KB 以下，具有代表性的为西门子 S7-200 系列、三菱 FX 系列等。

（3）按结构分，PLC 可分为整体式和模块式。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O（输入/输出）接口等部件都集中装在一个机箱内，具有结构紧凑、体积小、价格低的特点；小型 PLC 一般采用这种整体式结构。模块式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元（又称主机）和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口以及与编程器或 EPROM

写入器相连的接口等；扩展单元内只有 I/O 和电源等，没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般还可配备特殊功能单元，如模拟量单元、位置控制单元等，使其功能得以扩展。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活，可根据需要选配不同规模的系统，而且装配方便，便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来，构成所谓叠装式 PLC。

(4) 按功能分，PLC 可分为低档、中档、高档三类。低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能；还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能；主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。中档 PLC 除具有低档 PLC 的功能外，还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能；有些还可增设中断控制、PID 控制等功能，适用于复杂控制系统。高档 PLC 除具有中档 PLC 的功能外，还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等；高档 PLC 机具有更强的通信联网功能，可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统，实现工厂自动化。

2. PLC 的特点

(1) 可靠性高，抗干扰能力强。

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产工艺制造，内部电路采取了先进的抗干扰技术，具有很高的可靠性。一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。从 PLC 的机外电路来说，使用 PLC 构成控制系统，和同等规模的继电器接触器系统相比，电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一，因此故障率大大降低。此外，PLC 带有硬件故障自我检测功能，出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中，应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序，使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样，整个系统具有极高的可靠性。

(2) 配套齐全，功能完善，适用性强。

PLC 发展到今天，已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品，可以用于各种规模的工业控制场合。除了具有逻辑处理功能以外，现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力，可用于各种数字控制领域。近年来，PLC 的功能单元大量涌现，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中，加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展，使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

(3) 易学易用，深受工程技术人员欢迎。

PLC 作为通用工业控制计算机，是面向工矿企业的工控设备。它接口容易，编程语言易于工程技术人员接受；梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。这些都为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制提供了方便。

(4) 系统的设计、建造工作量小，维护方便，容易改造。

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时使其维护也变得容易起来；更重要的是，使同一设备经过改变程序进而改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

(5) 体积小, 重量轻, 能耗低。

以超小型 PLC 为例, 新近研发的品种底部尺寸小于 100 mm, 重量小于 150 g, 功耗仅数瓦。由于体积小, 很容易装入机械内部, 使 PLC 成为实现机电一体化的理想控制设备。

3. PLC 的应用领域

目前, PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业, 使用情况大致可归纳为以下几类。

1) 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域, 它取代传统的继电器电路, 实现逻辑控制、顺序控制, 既可用于单台设备的控制, 也可用于多机群控及自动化流水线, 如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2) 模拟量控制

在工业生产过程中, 有许多连续变化的量, 如温度、压力、流量、液位和速度等, 都属于模拟量。为了使可编程控制器处理模拟量, 必须实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块, 使可编程控制器用于模拟量控制。

3) 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说, 早期直接用于开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构, 现在一般使用专用的运动控制模块, 如可驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能, 广泛用于各种机械及机床、机器人、电梯等场合。

4) 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机, PLC 能编制各种各样的控制算法程序, 完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大、中型 PLC 都有 PID 模块。目前, 许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

5) 数据处理

现代 PLC 具有数学运算 (含矩阵运算、函数运算、逻辑运算), 数据传送, 数据转换, 排序, 查表, 位操作等功能, 可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较, 完成一定的控制操作, 也可以利用通信功能传送到别的智能装置, 或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统, 如无人控制的柔性制造系统; 也可用于过程控制系统, 如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

6) 通信及联网

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着计算机控制的发展, 工厂自动化网络发展得很快, 各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能, 纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通信接口, 使通信非常方便。

二、PLC 的结构及工作原理

1. PLC 的结构

PLC 的种类繁多，功能和指令系统也各不相同，但其结构（图 1-2）及工作原理大同小异，通常都是由主机、输入/输出（I/O）接口、电源、编程器、输入/输出（I/O）扩展接口和外部设备接口等几个主要部分组成。



图 1-2 PLC 的结构

1) 主机

主机部分包括中央处理器（CPU）、系统程序存储器 and 用户程序及数据存储器。CPU 是 PLC 的核心，它用以运行用户程序、监控输入/输出接口状态、做出逻辑判断和进行数据处理，即读取输入变量，完成用户指令规定的各种操作，将结果送到输出端，并响应外部设备（如编程器、电脑、打印机等）的请求以及进行各种内部判断等。PLC 的内部存储器有两类，一类是系统程序存储器，主要存放系统管理和监控程序及对用户程序做编译处理的程序，系统程序已由厂家固定，用户不能更改；另一类是用户程序及数据存储器，主要存放用户编制的应用程序及各种暂存数据和中间结果。

2) 输入/输出（I/O）接口

I/O 接口是 PLC 与输入/输出设备连接的部件。输入接口接收输入设备（如按钮、传感器、触点、行程开关等）的控制信号。输出接口是将经主机处理后的结果通过功放电路去驱动输出设备（如接触器、电磁阀、指示灯等）。I/O 接口一般采用光电耦合电路，以减少电磁干扰，从而提高可靠性。I/O 点数即输入/输出端子数，是 PLC 的一项主要技术指标，通常小型机有几十个点，中型机有几百个点，大型机将超过千点。

3) 电源

图 1-2 中电源是指为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电子电路工作所配置的直流开关稳压电源，通常也为输入设备提供直流电源。

4) 编程器

编程器是 PLC 的一种主要的外部设备，用于手持编程，用户可用于输入、检查、修改、调试程序或监视 PLC 的工作情况。除手持编程器外，还可通过适配器和专用电缆线将 PLC 与电脑连接，并利用专用的工具软件进行电脑编程和监控。

5) 输入/输出 (I/O) 扩展接口

I/O 扩展接口用于连接扩充外部输入/输出端子数的扩展单元和基本单元 (即主机)。

6) 外部设备接口

外部设备接口可将编程器、打印机、条码扫描仪等外部设备与主机相连, 以完成相应的操作。

2. PLC 的工作原理

PLC 是采用“顺序扫描, 不断循环”的方式进行工作的。即在 PLC 运行时, CPU 根据用户按控制要求编制好并存储于用户存储器中的程序, 按指令步序号 (或地址号) 做周期性循环扫描, 如无跳转指令, 则从第一条指令开始逐条执行用户程序, 直至程序结束; 然后重新返回第一条指令, 开始新一轮新的扫描。在每次扫描过程中, 还要完成对输入信号的采样和对输出状态的刷新等工作。

PLC 扫描的一个周期必须包括输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段。

PLC 在输入采样阶段: 首先以扫描方式按顺序将所有暂存在输入锁存器中的输入端子的通断状态或输入数据读入, 并将其写入各对应的输入状态寄存器中, 即刷新输入; 随即关闭输入端口, 进入程序执行阶段。

PLC 在程序执行阶段: 按用户程序指令存放的先后顺序扫描、执行每条指令, 执行的结果再写入输出状态寄存器中, 输出状态寄存器中所有的内容随着程序的执行而改变。

PLC 在输出刷新阶段: 当所有指令执行完毕, 输出状态寄存器的通断状态在输出刷新阶段送至输出锁存器中, 并通过一定的方式 (继电器、晶体管或晶闸管) 输出, 驱动相应输出设备工作。

三、三菱 FX 系列 PLC 的硬件组成及指令系统

1. 硬件组成

三菱 FX 系列 PLC 是将一个微处理器、一个集成电源和数字量 I/O 点集成在一个紧凑的封装中, 从而形成一个功能强大的微型 PLC, 如图 1-3 所示。

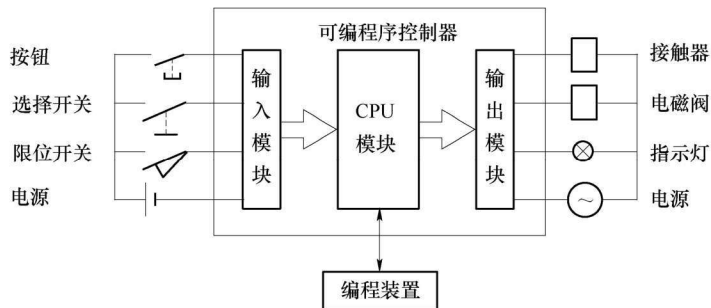


图 1-3 FX 系列 PLC

CPU: 负责执行程序 and 存储数据, 以便对工业自动控制任务或过程进行控制。

输入和输出时系统的控制点: 输入部分从现场设备中 (如传感器或开关) 采集信号, 输出部分则控制泵、电动机、指示灯以及工业过程中的其他设备。

电源: 向 CPU 及所连接的任何模块提供电力支持。

通信接口：用于连接 CPU 与上位机或其他工业设备。

状态指示灯：显示 CPU 的工作模式，本机 I/O 的当前状态以及检查出的系统错误。

2. 指令系统

1) 常用基本指令（表 1-1）

表 1-1 常用基本指令

名 称	助记符	目 标 元 件	说 明
取指令	LD	X, Y, M, S, T, C	常开接点逻辑运算起始
取反指令	LDI	X, Y, M, S, T, C	常闭接点逻辑运算起始
线圈驱动指令	OUT	Y, M, S, T, C	驱动线圈的输出
与指令	AND	X, Y, M, S, T, C	单个常开接点的串联
与非指令	ANI	X, Y, M, S, T, C	单个常闭接点的串联
或指令	OR	X, Y, M, S, T, C	单个常开接点的并联
或非指令	ORI	X, Y, M, S, T, C	单个常闭接点的并联
或块指令	ORB	无	串联电路块的并联连接
与块指令	ANB	无	并联电路块的串联连接
主控指令	MC	Y, M	公共串联接点的连接
主控复位指令	MCR	Y, M	MC 的复位
置位指令	SET	Y, M, S	使动作保持
复位指令	RST	Y, M, S, D, V, Z, T, C	使操作保持复位
上升沿产生脉冲指令	PLS	Y, M	输入信号上升沿产生脉冲输出
下降沿产生脉冲指令	PLF	Y, M	输入信号下降沿产生脉冲输出
空操作指令	NOP	无	使步序做空操作
程序结束指令	END	无	程序结束

2) 线圈驱动指令 LD、LDI、OUT

LD 为取指令，表示一个与输入母线相连的动合接点指令，即动合接点逻辑运算起始。

LDI 为取反指令，表示一个与输入母线相连的动断接点指令，即动断接点逻辑运算起始。

LD、LDI 两条指令的目标元件是 X、Y、M、S、T、C，用于将接点接到母线上。这两条指令可以与后述的 ANB 指令、ORB 指令配合使用，也可使用在分支起点。

OUT 是驱动线圈的输出指令。它的目标元件是 Y、M、S、T、C。OUT 指令可以连续使用多次，但对输入继电器不能使用。

OUT 指令后，通过接点对其他线圈使用 OUT 指令称为纵输出或连续输出。这种连续输出如果顺序没错，可以多次重复。

LD、LDI 是一个程序步指令，这里的一个程序步即一个“字”。OUT 是多程序步指令，程序步多少要视目标元件而定。当 OUT 指令的目标元件是定时器和计数器时，必须设置常数“K”。

3) 接点串联指令 AND、ANI

AND 为与指令，用于单个动合接点的串联。

ANI 为与非指令，用于单个动断接点的串联。

AND 与 ANI 都是一个程序步指令，它们串联接点的个数没有限制，也就是说，这两条指令可以多次重复使用。这两条指令的目标元件为 X、Y、M、S、T、C。

4) 接点并联指令 OR、ORI

OR 为或指令，用于单个动合接点的并联。

ORI 为或非指令，用于单个动断接点的并联。

OR 与 ORI 指令都是一个程序步指令，它们的目标元件是 X、Y、M、S、T、C，这两条指令都是一个接点。需要两个以上接点串联连接电路块的并联连接时，要用后述的 ORB 指令。

OR、ORI 是从该指令的当前步开始，对前面的 LD、LDI 指令并联连接；并联的次数无限制。

5) 串联电路块的并联连接指令 ORB

两个或两个以上接点串联连接的电路称为串联电路块。串联电路块并联连接时，分支开始用 LD、LDI 指令，分支结束用 ORB 指令。ORB 指令与后述的 ANB 指令均为无目标元件指令，而两条无目标元件指令的步长都为一个程序步。ORB 有时也称为“或块指令”。

ORB 指令的使用方法有两种：一种是在要并联的每个串联电路后加 ORB 指令；另一种是集中使用 ORB 指令。对于前者分散使用 ORB 指令时，并联电路块的个数没有限制，但对于后者集中使用 ORB 指令时，这种电路块并联的个数不能超过 8 个（即重复使用 LD、LDI 指令的次数限制在 8 次以下），所以一般不推荐用后者编程。

6) 并联电路的串联连接指令 ANB

两个或两个以上接点并联连接的电路称为并联电路块，分支电路并联电路块与前面电路串联连接时，使用 ANB 指令。分支的起点用 LD、LDI 指令，并联电路结束后，使用 ANB 指令与前面电路串联。ANB 指令也称“与块指令”。ANB 指令无操作目标元件，是一个程序步指令。

7) 主控及主控复位指令 MC、MCR

MC 为主控指令，用于公共串联接点的连接；MCR 为主控复位指令，即 MC 的复位指令。在编程时，经常遇到多个线圈同时受到一个或一组接点控制。如果在每个线圈的控制电路中都串联同样的接点，将多占用存储单元，应用主控指令可以解决这一问题。使用主控指令的接点称为主控接点，它在梯形图中与一般的接点垂直。它们是与母线相连的动合接点，是控制一组电路的总开关。

MC 指令是 3 程序步，MCR 指令是 2 程序步，两条指令的操作目标元件是 Y、M，但不允许使用特殊辅助继电器 M。

8) 置位与复位指令 SET、RST

SET 为置位指令，使动作保持；RST 为复位指令，使操作保持复位。SET 指令的操作目标元件为 Y、M、S。而 RST 指令的操作目标元件为 Y、M、S、D、V、Z、T、C。这两条指令是 1~3 个程序步。用 RST 指令可以对定时器、计数器、数据寄存、变址寄存器的内容清零。

9) 脉冲输出指令 PLS、PLF

PLS 指令在输入信号上升沿产生脉冲输出，而 PLF 在输入信号下降沿产生脉冲输出。这两条指令都是 2 程序步，它们的目标元件是 Y 和 M，但特殊辅助继电器不能做目标元件。使用 PLS 指令，目标元件 Y、M 仅在驱动输入接通后的一个扫描周期内动作（置 1）。而使用

PLF 指令，目标元件 Y、M 仅在驱动输入断开后的一个扫描周期内动作。

使用这两条指令时，要特别注意目标元件。例如，在驱动输入接通时，PLC 由运行到停机再到运行，此时 PLS M0 动作，但 PLS M600（断电时，电池后备的辅助继电器）不动作。这是因为 M600 是特殊保持继电器，即使在断电停机时，其动作也能保持。

10) 空操作指令 NOP

NOP 为空操作指令，是一条无动作、无目标元件的 1 程序步指令。空操作指令使该步序做空操作。用 NOP 指令替代已写入指令，可以改变电路。在程序中加入 NOP 指令，在改动或追加程序时可以减少步序号的改变。

11) 程序结束指令 END

END 为程序结束指令，是一条无目标元件的 1 程序步指令。PLC 反复进行输入处理、程序运算、输出处理。若在程序最后写入 END 指令，则 END 以后的程序就不再执行，直接进行输出处理。在程序调试过程中，按段插入 END 指令，可以按顺序扩大对各程序段动作的检查。采用 END 指令将程序划分为若干段，在确认处于前面电路块的动作正确无误之后，依次删去 END 指令。需要注意的是，在执行 END 指令时，也刷新了监视时钟。

四、PLC 控制系统的设计与故障诊断

1. 分析被控对象

根据生产的工艺过程分析控制要求，分析被控对象的工艺过程及工作特点，了解被控对象机、电之间的配合，确定被控对象对 PLC 控制系统的控制要求。如需要完成的动作（动作顺序、动作条件、必需的保护和连锁等），操作方式（手动、自动、连续、单周期、单步）等。

2. 确定输入/输出设备

根据系统的控制要求，确定系统所需的输入设备（如按钮、位置开关、转换开关等）和输出设备（如接触器、电磁阀、信号指示灯等），并据此确定 PLC 的 I/O 点数。

3. 选择 PLC

选择 PLC 包括对 PLC 的机型、容量、I/O 模块、电源的选择。

4. 分配 I/O 点

分配 PLC 的 I/O 点，画出 PLC 的 I/O 端子与输入/输出设备的连接图或对应表（可结合确定输入/输出设备进行）。

5. 设计软件及硬件

根据 I/O 分配表，连接输入端、输出端的电气元件，并通过 GX-DEVELOPER 编程软件完成程序的编写。

6. 联机调试

联机调试是指将模拟调试通过的程序进行在线统调。

7. 整理技术文件

整理的技术文件包括设计说明书、电气安装图、电气元件明细表及使用说明书等。

五、PLC 的应用及展望

1. PLC 的国内外状况

世界上公认的第一台 PLC 是 1969 年由美国数字设备公司（DEC）研制。限于当时的元

器件条件及计算机发展水平,早期的 PLC 主要由分立元件和中小规模集成电路组成,可以完成简单的逻辑控制及定时、计数功能。20 世纪 70 年代初出现了微处理器。人们很快将其引入可编程控制器,使 PLC 增加了运算、数据传送及处理等功能,完成了真正具有计算机特征的工业控制装置。为了方便熟悉继电器、接触器系统的工程技术人员使用,可编程控制器采用和继电器电路图类似的梯形图作为主要编程语言,并将参加运算及处理的计算机存储元件都以继电器命名。此时的 PLC 是微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物。

20 世纪 70 年代中期至末期,可编程控制器进入实用化发展阶段,计算机技术已全面引入可编程控制器中,使其功能发生了飞跃。更高的运算速度、超小型体积、更可靠的工业抗干扰设计、模拟量运算、PID 功能及极高的性价比奠定了它在现代工业中的地位。20 世纪 80 年代初,可编程控制器在先进工业国家中已获得广泛应用。这一时期,可编程控制器发展的特点是大规模、高速度、高性能、产品系列化;另一个特点是世界上生产可编程控制器的国家日益增多,产量日益上升。这标志着可编程控制器已步入成熟阶段。

20 世纪末,可编程控制器的发展特点是更加适应现代工业的需要。从控制规模来说,这个时期发展了大型机和超小型机;从控制能力来说,诞生了各种各样的特殊功能单元,用于压力、温度、转速、位移等各式各样的控制场合;从产品的配套能力来说,生产了各种人机界面单元、通信单元,使应用可编程控制器的工业控制设备的配套更加容易。目前,可编程控制器在机械制造、石油化工、冶金钢铁、汽车、轻工业等领域的应用都得到了长足的发展。我国可编程控制器的引进、应用、研制、生产是伴随着改革开放开始的。最初是在引进设备中大量使用可编程控制器;之后则在各种企业的生产设备及产品中不断扩大 PLC 的应用;目前,我国自己已可以生产中小型可编程控制器。上海东屋电气有限公司生产的 CF 系列、杭州机床电气厂生产的 DKK 及 D 系列、大连组合机床研究所生产的 S 系列、苏州电子计算机厂生产的 YZ 系列等多种产品已具备一定的规模并在工业产品中获得了应用。此外,无锡华光公司、上海乡岛公司等中外合资企业也是我国比较著名的 PLC 生产厂家。可以预知,随着我国现代化进程的深入,PLC 在我国将有更广阔的应用天地。

2. PLC 未来展望

进入 21 世纪,PLC 得到了更大的发展。从技术层面来看,计算机技术的新成果会更多地应用于可编程控制器的设计和制造上,会有运算速度更快、存储容量更大、智能更强的品种出现;从产品规模来看,会进一步向超小型及超大型方向发展;从产品的配套性来看,产品的品种会更丰富,规格会更齐全,完美的人机界面、完备的通信设备会更好地适应各种工业控制场合的需求;从市场层面来看,各国各自生产多品种产品的情况会随着国际竞争的加剧而打破,会出现少数几个品牌垄断国际市场的局面,会出现国际通用的编程语言;从网络的发展情况来看,可编程控制器和其他工业控制计算机组网构成大型的控制系统是可编程控制器技术的发展方向。目前的计算机集散控制系统(Distributed Control System, DCS)中已有大量的可编程控制器应用。伴随着计算机网络的发展,可编程控制器作为自动化控制网络和国际通用网络的重要组成部分,将在工业及工业以外的众多领域发挥越来越大的作用。



任务实施

- (1) 观看 PLC 在工业生产、现实生活中的应用录像,描述 PLC 的特点及其应用。
- (2) 参观 PLC 实训室,将 PLC 的品牌及型号填写于表 1-2 中。

表 1-2 PLC 的品牌及型号

序号	品牌	型号
1		
2		

(3) 观看一个用开关控制一盏彩灯的 PLC 控制演示实验, 认识 FX3U 系列 PLC 主机, 描述 PLC 的结构及其工作原理。

- ① 描述 FX3U 系列 PLC 主机的外形和结构。
- ② 描述 FX3U 系列 PLC 主机的面板:
 - a. 电源输入端口和信号输入接口;
 - b. 电源输出端口和信号输出接口;
 - c. 面板上的各个信号指示灯;
 - d. 打开面板盖和外围设备接线插座盖板, 熟悉各外设接口和 RUN/STOP 开关。
- ③ 描述 PLC 的结构及其工作原理。

(4) 根据电动机正反转控制电路图 (图 1-1)、I/O 接口分配表 (表 1-3) 以及 PLC 安装接线图 (图 1-4), 完成 PLC 外部接线。

- ① I/O 接口分配表, 如表 1-3 所示。

表 1-3 I/O 接口分配表

输入点编号	所连接的主令电器	输出点编号	所控制负载
X000	停止按钮 SB0	Y001	正转接触器 KM1
X001	正转启动按钮 SB1	Y002	反转接触器 KM2
X002	反转启动按钮 SB2		

- ② PLC 安装接线图, 如图 1-4 所示。

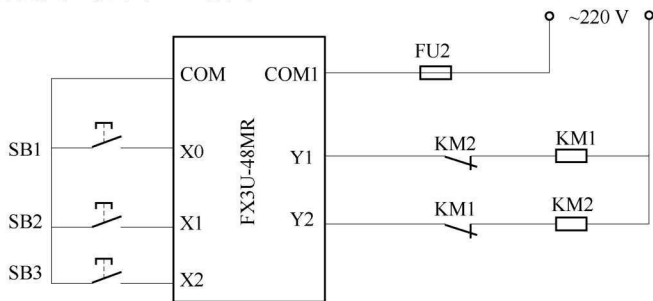


图 1-4 PLC 安装接线图

- ③ 完成 PLC 外部接线。



任务评价

一、自我评价 (40 分)

由学生根据项目完成情况进行自我评价, 评分值记录于表 1-4 中。

表 1-4 自我评价表

任务内容	配分	评分标准	扣分	得分
1. 接线	40 分	PLC I/O 接口、电源接口接线正确可得满分，接线错误每处可酌情扣 2~3 分		
2. 情况记录	10 分	记录完整且正确可得满分，不完整或出错每处可酌情扣 2~3 分		
3. 语言表达	30 分	任务描述清晰、完整、正确可得满分，语言表达欠缺可酌情扣 2~3 分		
4. 安全、文明操作	20 分	(1) 违反操作规程，产生不安全因素，可酌情扣 7~10 分； (2) 迟到、早退、工作场地不清洁，每次扣 1~2 分		
总评分=（1~4 项总分）×40%				

签名: _____ 年 ____ 月 ____ 日

二、小组评价（30分）

由同一小组实训同学结合自评的情况进行互评,将评分值记录于表 1-5 中。

表 1-5 小组评价表

任务内容	配分	得分
1. 实训记录与自我评价情况	20 分	
2. 对实训室规章制度学习与掌握情况	20 分	
3. 相互帮助与协助能力	20 分	
4. 安全、质量意识与责任心	20 分	
5. 能否主动参与整理工具、器材和清洁场地	20 分	
总分=（1~5 项总分）×30%		

参加评价人员签名：_____年 月 日

三、教师评价（30分）

由指导教师结合自评和互评的结果进行综合评价,并将评价意见与评分值记录于表 1-6 中。

表 1-6 教师评价表

教师总体评价意见:	
教师评分 (30 分)	
总评分=自我评分+小组评分+教师评分	

教师签名: _____ 年 ____ 月 ____ 日