

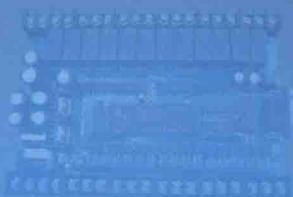


职业教育改革与创新系列教材
ZHIYE JIAOYU GAIGE YU CHUANGXIN XILIE JIAOCAI

PLC 综合应用技术

PLC ZONGHE YINGYONG JISHU

周文煜 苏国辉 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件

职业教育改革与创新系列教材

PLC 综合应用技术

主编 周文煜 苏国辉
参编 赵茂林 曾庆乐 谭 雪
主审 李乃夫



机械工业出版社

本书为职业教育课程改革与创新系列教材之一。采用理论实践一体化的编写方法来安排教学内容,以三菱 FX_{2N} 系列 PLC 为依托,主要介绍 PLC 与传感器、变频器、触摸屏等的综合应用,实现电动机、气缸等输出执行部分的自动化控制。主要内容包括:认识可编程序控制器、应用基本指令实现电动机点动运行、应用基本指令实现电动机单向连续运行、应用定时器功能实现电动机星形—三角形减压起动、应用计数器功能实现气缸计数运行、应用磁性传感器控制实现双作用气缸自动往返运行、应用步进指令实现供料站自动运行、应用并行及分支步进指令实现加工站自动运行、应用初始化状态指令实现机械手全功能运行、应用变频器与 PLC 实现传送带多段速运行、应用传感器与 PLC 实现工件自动分拣、应用触摸屏与 PLC 实现电动机正反转运行等 12 个任务。

全书内容由浅入深,通过学习,掌握 PLC 的工作原理、硬件结构、指令系统、编程软件和仿真软件使用方法,同时融合生产工艺基本知识、安全生产的基本知识、设备调试的基本知识等。编写以实用性、先进性、可读性为原则,重点放在对学生的综合能力的培养,从而达到提高学生学习兴趣 and 效率以及易学、易懂、易上手的目的,真正实现机电一体化。

本书可作为职业院校机电类专业的教材,也可供相关专业从业人员参考。为方便教学,本书配有免费电子教案,凡选用本书作为教材的单位,均可登录 www.cmpedu.com 注册、下载。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 综合应用技术/周文煜,苏国辉主编. —北京:机械工业出版社, 2012.2

职业教育改革与创新系列教材

ISBN 978-7-111-36811-3

I. ①P… II. ①周…②苏… III. ①PLC 技术—职业教育—教材
IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 276912 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:王 娟 责任编辑:王 娟 版式设计:石 冉
责任校对:闫玥红 责任印制:杨 曦
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷
2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm · 11.25 印张 · 276 千字
0001—3000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-36811-3
定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心 : (010)88361066 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部 : (010)68326294 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部 : (010)88379649 封面无防伪标均为盗版

读者购书热线:(010)88379203

前 言

可编程序控制器 (PLC) 是以计算机技术为核心的通用工业自动控制装置, 它将传统的继电—接触器控制技术与计算机技术、通信技术结合在一起, 具有抗干扰能力强、可靠性高、性能价格比高且编程方便等特点。基于这些突出优点, PLC 被广泛地应用到工业自动控制、机电一体化、传统产业改造等诸多领域中。

本书从实际应用的角度出发, 立足于职业教育人才培养目标, 突出职业教育培养生产一线技能型人才的教學特点, 针对 PLC 所涉及的相关技术, 深入介绍 PLC 及相关外设之间各方面知识, 注重工业中的实际应用, 由浅入深、循序渐进, 实现初学者从入门到自我提高的过程。

本书采用任务驱动的编写形式, 将各知识点的讲授分解到各个任务中, 通过不同的任务, 将知识点与技能训练融合在一起。教学内容以“必需”和“够用”为度, 采用“做中学、学中做”的做、学、教一体化的教学模式, 将 PLC、电气控制、传感器、变频器、触摸屏、气动技术等内容编写在一起, 体现相关知识和学科在机电一体化设备应用关联性和系统性。

全书共分 12 个学习任务, 选用三菱 FX_{2N} 系列 PLC, 从硬件的选用、安装到软件的编程、仿真、监控, 从基本逻辑指令、步进顺控指令到初始化状态指令分别进行详细介绍, 同时还介绍了常用低压电器、常用控制电路的安装及 PLC 控制的转换方式以及三菱 FR-E740 变频器、三菱 GOT-F940 型触摸屏、常用气动元件与控制回路的综合应用等。

本书的教学时数建议为 120 学时, 其中学习任务 1、2、5、6、7、8、9、12 为 6 学时, 学习任务 3、4 为 4 学时, 学习任务 10、11 为 24 学时, 机动 (或作其他教学安排) 16 学时。

本书由周文煜、苏国辉主编, 赵茂林、曾庆乐、谭雪参编, 由李乃夫担任本书的主审。

多年来相关教材编写一直在进行不懈的改革与探索, 以使其更适应于职业教育教学改革的需要和人才培养的要求, 本书只是其中的一次努力和尝试。因限于编者的水平, 书中仍难免会有错误及不当之处, 欢迎读者及同行对本书提出意见并给予指正。

编 者

目 录

前言

任务 1 认识可编程序控制器	1
任务 1.1 了解 PLC 应用及功能特点	1
任务 1.2 认识 PLC 内部结构及工作原理	6
任务 1.3 认识三菱 FX 系列 PLC	9
任务 1.4 完成 FX 系列 PLC 控制系统外部 接线	13
任务 1.5 观察 PLC 控制设备运行并检查 线路	14
任务 2 应用基本指令实现电动机点动 运行	15
任务 2.1 选择与检测电器元件	16
任务 2.2 安装三相异步电动机点动控制 电路	23
任务 2.3 设计 PLC 控制程序	29
任务 2.4 输入 PLC 控制程序	29
任务 2.5 调试与监控 PLC 控制程序运行 ..	34
任务 3 应用基本指令实现电动机单向 连续运行	39
任务 3.1 选择与检测电器元件	40
任务 3.2 安装三相异步电动机单向连续 运行控制电路	44
任务 3.3 学习 PLC 的基本逻辑 指令 (一)	45
任务 3.4 设计 PLC 控制程序	49
任务 3.5 输入 PLC 控制程序	50
任务 3.6 运行、调试 PLC 控制程序	52
任务 4 应用定时器功能实现电动机 星形—三角形减压起动	55
任务 4.1 安装三相异步电动机星形—三角形 减压起动控制电路	56
任务 4.2 学习 PLC 的基本逻辑 指令 (二)	60
任务 4.3 设计 PLC 控制程序	65
任务 4.4 运行、调试 PLC 控制程序	67
任务 5 应用计数器功能实现气缸计数	

运行	71
任务 5.1 认识气动传动系统	72
任务 5.2 连接气动回路	79
任务 5.3 学习 PLC 的基本逻辑 指令 (三)	82
任务 5.4 设计 PLC 控制程序	86
任务 5.5 调试 PLC 控制程序	87
任务 6 应用磁性接近开关实现双作用 气缸自动往返运行	89
任务 6.1 认识磁性接近开关	90
任务 6.2 连接气动、电动回路	92
任务 6.3 设计运行程序	94
任务 6.4 调试运行程序	94
任务 7 应用步进指令实现供料站自动 运行	96
任务 7.1 认识光电接近开关、电感式接近 开关及电容式接近开关	97
任务 7.2 连接电气回路	101
任务 7.3 学习步进顺序控制指令	103
任务 7.4 设计步进控制程序	108
任务 7.5 调试步进顺序控制程序	110
任务 8 应用并行、分支指令实现加工站 自动运行	112
任务 8.1 认识短行程气缸、手指气缸	114
任务 8.2 连接加工站的控制回路	115
任务 8.3 学习并行及选择性步进顺序控制 指令	117
任务 8.4 设计 PLC 控制程序	120
任务 8.5 调试加工站运行的控制系统	122
任务 9 应用初始化状态指令实现机械 手全功能运行	124
任务 9.1 认识三位五通电磁换向阀	125
任务 9.2 连接机械手控制回路	126
任务 9.3 学习全功能步进顺序控制 指令	128
任务 9.4 设计 PLC 控制程序	130

任务 9.5 调试机械手全功能运行控制系统	134	回路	155
任务 10 应用变频器与 PLC 实现传送带多段速运行	136	任务 11.3 设定变频器参数	157
任务 10.1 认识变频器	137	任务 11.4 设计 PLC 控制程序	158
任务 10.2 安装变频器控制的电动机电路	140	任务 11.5 调试自动分拣单元控制系统	160
任务 10.3 操作变频器	143	任务 12 应用触摸屏与 PLC 实现电动机正反转运行	162
任务 10.4 设定变频器的基本参数	146	任务 12.1 认识三菱 GOT-F940 型触摸屏	163
任务 10.5 设计传送带的 PLC 控制程序	149	任务 12.2 完成触摸屏、PLC 与计算机的连接	165
任务 10.6 调试传送带控制系统	151	任务 12.3 设计应用程序	166
任务 11 应用传感器与 PLC 实现工件自动分拣	153	任务 12.4 调试触摸屏、PLC 控制电动机正反转运行系统	172
任务 11.1 认识光纤传感器	154	参考文献	174
任务 11.2 安装自动分拣单元的控制			

任务 1

认识可编程序控制器



任务要求

认识可编程序控制器（PLC）及其工作方式



课时分配

建议课时：6 课时。



学习目标

应知

- (1) 了解 PLC 的产生、应用、特点、分类等。
- (2) 了解 PLC 的基本结构和工作原理。
- (3) 了解 PLC 内部元器件的种类及编号。
- (4) 了解 PLC、继电器—接触器控制、单片机控制的区别。

应会

- (1) 能在教师现场监护和指导下通电运行 PLC。
- (2) 会区分 PLC 输入/输出元器件。
- (3) 会根据端子接线图、PLC 控制原理图和接线图检查 PLC 输入/输出元器件的接线。



任务介绍

本任务要了解 PLC 应用及功能特点、内部结构及工作原理，对三菱系列 PLC 有基本认识，能分辨 PLC 的 I/O 口，会根据接线图进行 PLC 外部接线。所用工具及与器材明细见表 1-1。

表 1-1 工具与器材明细表

序号	类别	名称	规格型号	数量	备注
1	器材	三菱 PLC	FX _{2N} -48MR	1 台	
2		模拟自动生产线	YL335B	1 台	



任务 1.1 了解 PLC 应用及功能特点

可编程序控制器简称 PLC，是 20 世纪 60 年代以来发展极为迅速、应用极为广泛的工业控制装置，是现代工业自动控制的首选产品，与机器人、CAD/CAM（计算机辅助设计/计

算机辅助制造) 并称为生产自动化的三大支柱。

在 PLC 出现前, 生产线主要采用继电器—接触器控制系统, 修改一条生产线, 要更换许多硬件设备, 进行复杂的接线, 既造成了浪费, 又拖延了施工周期, 增加了产品的成本。于是人们开始寻找并试图研制一种新型的通用控制设备。1968 年美国通用汽车 (GM) 公司首先进行了公开招标, 提出 10 项指标:

- 1) 编程简单, 可在现场修改和调试程序;
- 2) 维护方便, 各部件最好采用插件方式;
- 3) 可靠性高于继电器—接触器控制柜;
- 4) 设备体积小于继电器—接触器控制柜;
- 5) 数据可以直接送给管理计算机;
- 6) 成本可与继电器—接触器控制系统相竞争;
- 7) 输入电压是 115V 交流电;
- 8) 输出电压也是 115V 交流电, 输出电流达 2A 以上, 能直接驱动电磁阀;
- 9) 系统扩展时, 原系统只需做很小的变动;
- 10) 用户程序存储容量可扩展到 4KB。

美国数字电子公司 (DEC) 中标, 于 1969 年研制成功一台符合要求的控制器, 称为可编程程序控制器, 在通用汽车公司的汽车装配生产线上试验并获得成功。

美国电气制造商协会于 1980 年把这种控制器正式命名为可编程程序控制器 (Programmable Controller), 英文缩写为 PC。为了与个人计算机 (Personal Computer, PC) 相区别, 就在 PC 中间加入了 L (Logical), 从而简写成 PLC。

PLC 的出现, 引起了世界各国关注。日本于 1971 年引进 PLC 技术, 德国于 1973 年引进 PLC 技术, 我国于 1974 年开始研制 PLC, 1977 年应用到生产线上。

国际电工委员会 (ICE) 于 1987 年 2 月颁布的草案中将 PLC 定义为: PLC 是一种数字运算操作的电子系统, 专为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、计数和算术等操作指令, 并通过数字式或模拟式的输入/输出, 控制各种类型的机械动作过程。PLC 及其相关设备, 都应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设计。

1.1.1 PLC 应用领域

PLC 的应用非常广泛, 目前, 在国内外已广泛应用于钢铁、冶金、化工、轻工、食品、电力、机械、交通运输、汽车制造、建筑、环保、公用事业等各行各业。

PLC 按不同的控制类型, 已成功应用于以下几个方面:

1. 开关量顺序控制

这是 PLC 最广泛的应用领域, 也是 PLC 最基本的控制功能, 可用来取代继电器-接触器控制系统, 既可用于单台设备的控制, 也可用于多机群控制和自动化生产线控制, 如机床电气控制、电梯自动控制、自动化生产线、数控机床、交通灯等。

2. 模拟量过程控制

除开关量外, PLC 还能控制连续变化的模拟量, 如压力、速度、流量、液位、电压和电流等模拟量。通过各种传感器将相应的模拟量转化为电信号, 然后通过 A-D 模块将它们转

换为数字量，送到 PLC 处理。处理后的数字量再通过 D-A 的转换为模拟量进行输出控制，如通过专用的智能 PID 模块实现模拟量的闭环过程控制。这一功能主要应用在恒压供水系统、锅炉温度控制等控制系统中。

3. 运动控制

PLC 提供了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，通过这些模块可实现直线运动或圆周运动的控制。这一功能主要用于各类机床、机器人、装配机械等进行运动控制。

4. 数据处理

PLC 提供了各种数学运算、数据传送、数据转换、数据排序以及位操作等功能，可以实现数据采集、分析和处理。这些数据可通过通信系统传送到其他智能设备，也可利用它们与存储器中的参考值进行比较，或利用它们制作各种要求的报表。数据处理功能一般用于各种行业的大、中型控制系统。

5. 通信功能

为适应现代化工业自动化控制系统的需要——集中及远程管理，PLC 可实现与 PLC、单片机、打印机及上级计算机互相交换信息的通信功能。

1.1.2 PLC 控制与其他控制方式比较

1. PLC 与继电—接触器控制比较

传统的继电—接触器控制只能进行开关量的控制，而 PLC 既可进行开关量控制，又可进行模拟量控制，还能与计算机联成网络，实现分级控制。

在 PLC 编程语言中，梯形图使用最广泛。梯形图与继电—接触器控制原理十分相似，基本沿用了继电—接触器控制电路的元器件符号，仅个别地方有些不同。PLC 控制与继电—接触器控制系统相比主要有以下几点区别：

(1) 组成器件不同 继电—接触器控制电路是由许多硬件继电器、接触器组成的，而 PLC 则是由许多“软继电器”组成。传统的继电—接触器控制系统本来有很强的抗干扰能力，但由于运用了大量的机械触头，受其物理性能疲劳、尘埃的隔离性及电弧的影响，系统可靠性大大降低。PLC 采用无机触头的逻辑运算技术，复杂的控制由 PLC 内部运算器完成，故寿命长、可靠性高。

(2) 触头的数量不同 继电器的触头数较少，一般只有 4~8 对；而“软继电器”可供编程的触头数有无限对。

(3) 控制方法不同 继电—接触器控制系统是通过元件间的硬接线来实现的，控制功能就固定在电路中。PLC 控制功能是通过软件编程来实现的，只要改变程序，功能即可改变，控制非常灵活。

(4) 工作方式不同 在继电—接触器控制电路中，当电源接通时，电路中各继电器所处的受制约状态是固定的，由电路的逻辑状态决定，而且一旦决定，其功能是单一的。在 PLC 中，各“软继电器”都处于周期性循环扫描接通中，每个“软继电器”受制约的时间是短暂的，一条语句就可以改写软继电器的状态。

2. PLC 与单片机比较

PLC 的核心就是一台单片机，在单片机外围配置了相应的接口电路（硬件）和配置了

监控程序（软件），但它又和单片机控制系统有所不同：

（1）PLC 具有高可靠性 PLC 是从硬件和软件两个方面来解决可靠性的问题，如采用光电隔离、数字滤波、电磁屏蔽等措施来提高 PLC 的可靠性。单片机与之相比，这方面比较逊色，它在运行过程中很容易受到外界环境的干扰。

（2）PLC 编程方便，易于使用 PLC 可以采用梯形图编程，而梯形图就是从实际的继电器—接触器控制电路原理图演变来的，因此这种图形编程方式易懂易编；单片机采用专门的编程语言，指令多，关系复杂，对使用者要求具有较高计算机编程能力和接口技术。

（3）PLC 与其他装置配置连接方便 PLC 的接口原则就是使用外部接线，电平转换尽量少。一般 PLC 的输出有继电器型、晶体管型和晶闸管型三种，它们直接与相关的电器元件相连。另外 PLC 还配置了 A-D、D-A、RS232 等接口电路，不要用户来考虑具体的设置问题。而用单片机构成一个控制系统时，用户则需要考虑电平转换、滤波、功率放大等问题。

（4）PLC 多用于过程控制 与之相比，单片机则多用于实时控制系统。

1.1.3 PLC 的特点

PLC 以其抗干扰能力强、可靠性高、性价比高且编程简单而广泛地应用在现代化的自动生产设备中，担负着生产线的大脑——微处理单元的角色。

PLC 是由工业专用微型计算机、输入/输出电路、保护及抗干扰隔离电路等组成的控制装置。由于它具有可编程的功能，且基本输入/输出端口全部使用开关量，因而完全可以替代继电器—接触器控制系统和由分立元件构成的控制系统。从应用角度来看，PLC 具有如下特点：

（1）可靠性高 PLC 的输入/输出端口可采用继电器或光耦合器件等，即基本输入/输出点均为开关量，同时附加有隔离和抗干扰部件，具有很高的抗干扰能力，因而能在比较恶劣的环境下可靠工作。

（2）体积小 PLC 在制造时采用了大规模集成电路和微处理器，用软件编程替代硬件连线，达到了小型化、便于安装的目的。

（3）通用性好 PLC 采用了模块化结构，一般有 CPU 模块、电源模块、通信模块、PID 模块、模拟输入/输出模块等。用这些模块可以灵活地组成各种不同的控制系统。对不同的控制系统，只需选取不同的模块设计相应的程序即可。

（4）使用方便、灵活 对于不同的控制系统，当控制对象及输入/输出硬件结构选定后，若要改变控制方式或对控制对象作一些改动，只需修改相应程序即可，无须对系统连线作较大的修改，从而减少了现场调试的工作量，提高了工作效率。

1.1.4 PLC 分类

PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同。对 PLC 的分类可以根据结构、功能的差异等进行大致分类。

1. 按 I/O 点数分类

PLC 按其 I/O 点数多少一般可分为以下三类。

（1）小型 PLC I/O 点数为 256 点以下，用户程序存储容量小于 8KB 小型 PLC 可以连

接开关量和模拟量 I/O 模块以及其他各种特殊功能模块,能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网等功能。例如,西门子公司的 S7-200、日本欧姆龙公司的 C20、三菱公司的 FX 系列等都属于小型 PLC。

(2) 中型 PLC I/O 点数在 512 ~ 2048 点之间。中型 PLC 除了具有小型机所能实现的功能外,还具有更强大的通信联网功能、更丰富的指令系统、更大的内存容量和更快的扫描速度。例如,西门子公司的 S7-300、欧姆龙公司的 C-500、GE 公司的 GE-Ⅲ、三菱公司的 A1S 系列等。

(3) 大型 PLC I/O 点数为 2048 点以上。大型 PLC 具有极强的软件和硬件功能、自诊断功能、通信联网功能,它可以构成三级通信网,实现工厂生产管理自动化。另外大型 PLC 还可以采用三个 CPU 构成表决式系统,使机器具有更高的可靠性。如西门子公司的 S7-400、欧姆龙公司的 C-2000、GE 公司的 GE-Ⅳ、三菱公司的 K3 等。

2. 按结构分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式 PLC 整体式 PLC 如图 1-1 所示,它将 CPU、I/O 接口、电源、通信等部件集成到一个机壳内。整体式 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相连的接口。扩展单元内只有 I/O 接口和电源等,没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。另外还配备特殊功能单元,如模拟量单元、位置控制单元等,使其功能得以扩展。整体式 PLC 一般都是小型机。

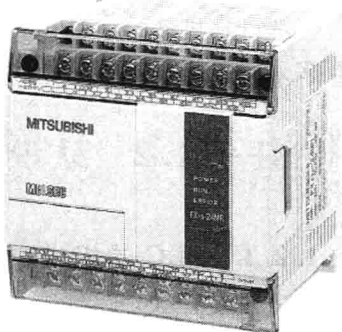


图 1-1 整体式 PLC

(2) 模块式 PLC 模块式 PLC 如图 1-2 所示。模块式 PLC 是将 PLC 的每个工作单元都制成独立的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。模块式 PLC 由母板(或框架)以及各种模块组成。把这些模块按控制系统需要选取后,安插到母板上,就构成了一个完整的 PLC 系统。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。例如,西门子公司的 S7-300 系列、S7-400 系列 PLC 都采用模块式结构形式。

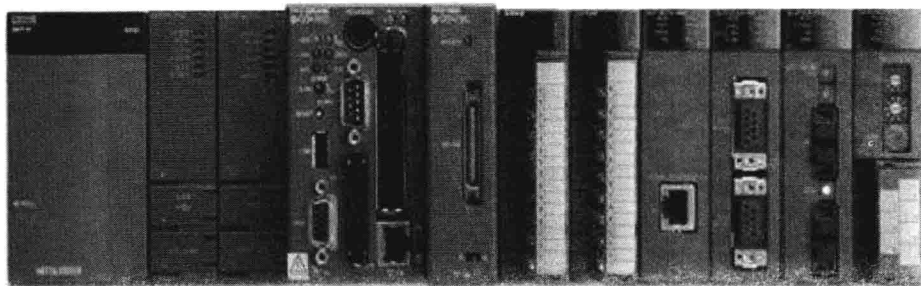


图 1-2 模块式 PLC

3. 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同, 可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

(1) 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, 还可有少量的模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。低档 PLC 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。

(2) 中档 PLC 除具有低档 PLC 的功能外, 还具有较强的模拟量 I/O、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 (比例、积分、微分控制) 控制等功能, 以适用于复杂控制系统。

(3) 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、函数、表格、CRT 可编程控制器原理与应用显示、打印和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。

一般低档机多为小型 PLC, 采用整体式结构, 中档机可为大、中、小型 PLC, 其中小型 PLC 多采用整体式结构, 中型和大型 PLC 多采用模块式结构。



任务 1.2 认识 PLC 内部结构及工作原理

1.2.1 PLC 的组成

PLC 的类型繁多, 功能和指令系统也不尽相同, 但结构与工作原理则大同小异, 通常由主机、输入/输出接口、电源、外部设备接口和扩展接口等几个主要部分组成。PLC 基本组成如图 1-3 所示。

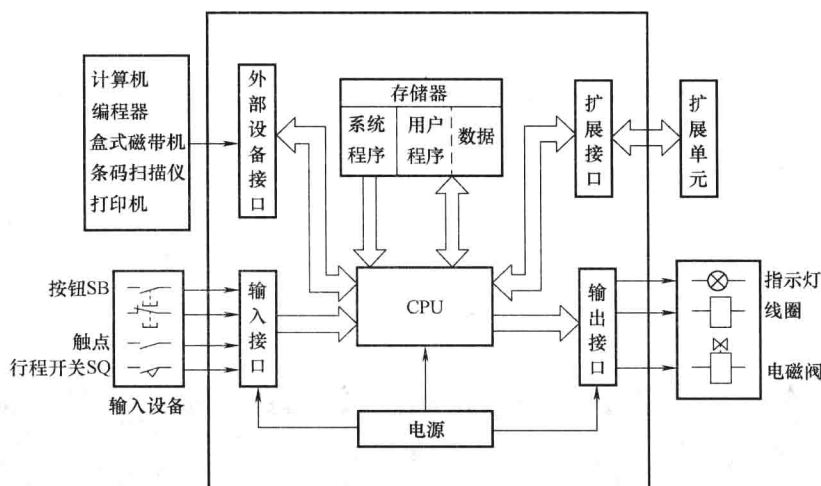


图 1-3 PLC 的基本组成

1. 中央处理器 CPU

CPU 是 PLC 的核心部件, 也是 PLC 进行逻辑运算及数学运算并协调整个系统工作的部件。

2. 存储器

存储器是用于存放系统编程序及监控运行程序、用户程序、逻辑及数学运算的过程变量及其他所有信息的部件。

3. 输入/输出 (I/O) 接口

I/O 接口是 PLC 主机与现场输入/输出设备之间连接的桥梁。

(1) 输入接口电路 输入接口用于接收和采集现场设备（如按钮、传感器、限位开关等）的各种输入信号，使之参与用户程序的运算。为了减小电磁干扰、提高 PLC 工作的可靠性，输入接口一般采用光耦合电路。

通常 PLC 的输入信号可以是直流、交流或交直流信号。输入电路电源可以由外部提供，也可以由 PLC 内部提供。采用外部电源的直流、交流输入接口电路如图 1-4 所示。当输入开关闭合时，其一次电路接通，发光二极管发光，同时光耦合器中的发光二极管使光敏晶体管导通，信号进入内部电路。

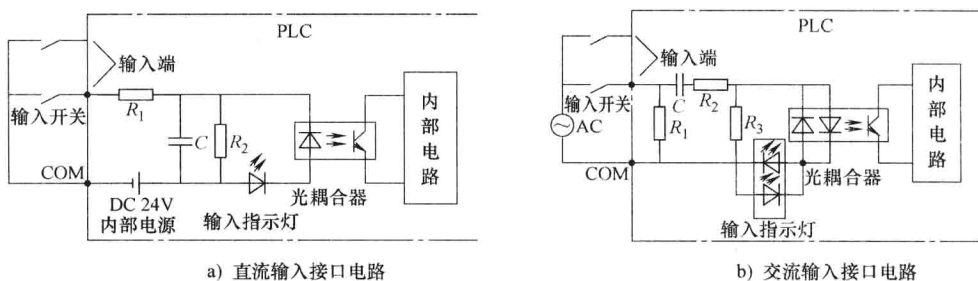


图 1-4 直流、交流输入接口电路

(2) 输出接口电路 输出接口电路用于将主机处理的结果驱动显示灯、电磁阀、继电器、接触器等各种被控设备，实现电气控制。输出接口也采用光电隔离电路，一般有继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出三种。

1) 继电器输出的负载电流大于 2A，响应时间为 8~10ms，机械寿命大于 10^6 h。可用于驱动直流或低频交流负载。内部参考电路如图 1-5 所示。

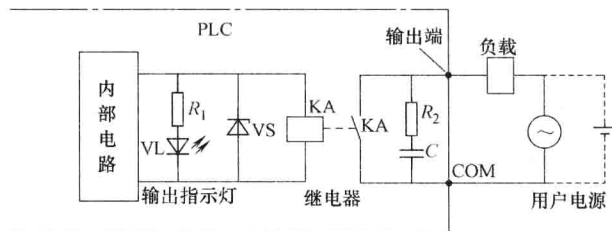


图 1-5 继电器输出内部参考电路

2) 晶体管输出的负载电流约为 0.5A，响应时间小于 1ms，可驱动 36V 以下的直流负载。内部参考电路如图 1-6 所示。

3) 晶闸管输出一般采用三端双向晶闸管，其耐压较高，带负载能力强，可驱动高频较大功率交流负载。内部参考电路如图 1-7 所示。

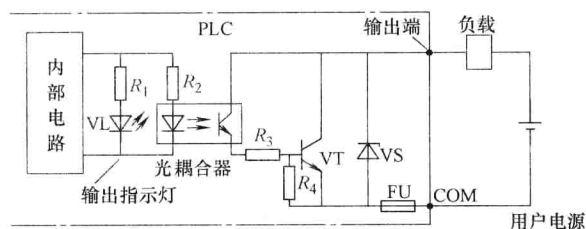


图 1-6 晶体管输出内部参考电路

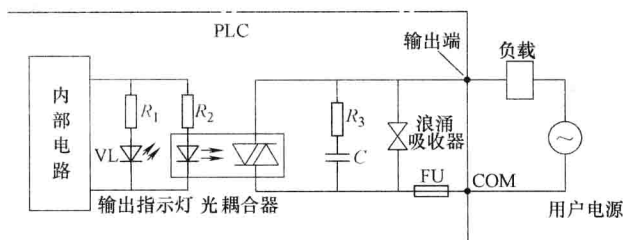


图 1-7 晶闸管输出内部参考电路

4. 电源

PLC 内部为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电路配备了直流开关稳压电源，同时一般也为输入传感器提供 24V 直流电源。输入/输出回路的电源一般相互独立，以避免来自外部的干扰。

5. 扩展接口

扩展接口用于系统扩展，可连接 I/O 扩展单元、A-D 模块、D-A 模块和温度控制模块等。

6. 外部设备接口

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

1.2.2 PLC 的工作原理

PLC 采用周期循环扫描的工作方式，其扫描过程如图 1-8 所示。这个过程一般包括五个阶段：内部处理、通信操作、输入处理、执行程序、输出处理。当 PLC 运行方式开关置于运行（RUN）时，执行所有阶段；当 PLC 运行方式开关置于停止（STOP）时，不执行后三个阶段，此时可进行通信操作、内部处理等。进行一次全过程扫描所需的时间称为扫描周期。

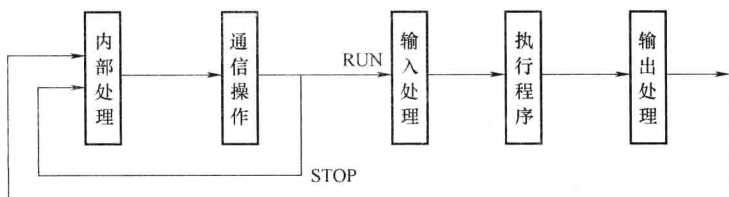


图 1-8 PLC 扫描过程

1. 内部处理

CPU 检查主机硬件和所有输入模块、输出模块,在运行模式下,还要检查用户程序存储器。如果发现异常,则停止并显示错误。如果自诊断正常,则继续向下扫描。

2. 通信操作

在通信操作阶段,CPU 自检并处理各通信端口接收的信息,完成数据通信任务。即检查是否有计算机、编程器的通信请求,若有则进行相应的处理。

3. 输入处理

输入处理又称为输入采样。在此阶段,PLC 首先扫描所有输入端口,依次读入所有输入状态和数据,并将它们存入输入输出映像寄存器的相应单元内。输入处理结束后,转入用户程序执行和输出处理阶段。在这两个阶段中,即使输入状态和数据发生变化,输入输出映像寄存器中的相应单元状态和数据也不会改变。

4. 执行程序

在用户程序执行阶段,PLC 总是按由上而下的顺序依次扫描用户程序(梯形图),当程序指令涉及输入、输出状态时,PLC 从输入映像寄存器“读入”上一阶段采集的对应输入端口的状态,从元件映像寄存器“读入”对应元件(“软继电器”)的当前状态,并进行逻辑运算,然后把逻辑运算的结果存入元件映像寄存器中。

5. 输出处理

当扫描用户程序结束后,PLC 就进入输出处理阶段。在此期间,CPU 按照输入输出映像寄存器内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路,再经输出电路驱动相应的外设。



任务 1.3 认识三菱 FX 系列 PLC

1.3.1 FX_{2N} 系列 PLC 简介

FX_{2N} 系列 PLC 的外部结构如图 1-9 所示。它主要由三部分组成,即外部接线(输入/输出接线端子)部分、指示部分和接口部分。

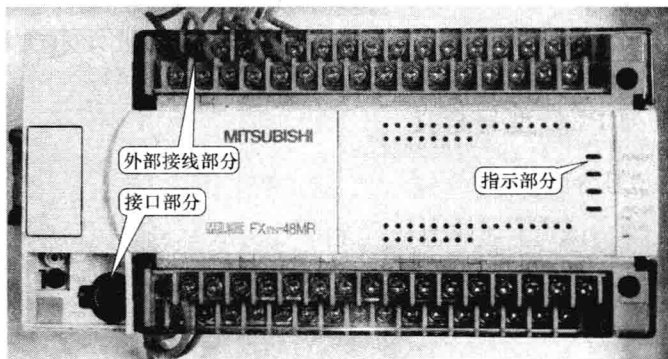


图 1-9 PLC 外部结构图

(1) 外部接线部分 外部接线部分包括 PLC 电源(L、N)端子、输入用直流电源(24+、COM)端子、输入端子(X)、输出端子(Y)、运行控制(RUN/STOP)和接地端子等。该部分主要完成电源、输入信号和输出信号的连接,如图 1-10 所示。

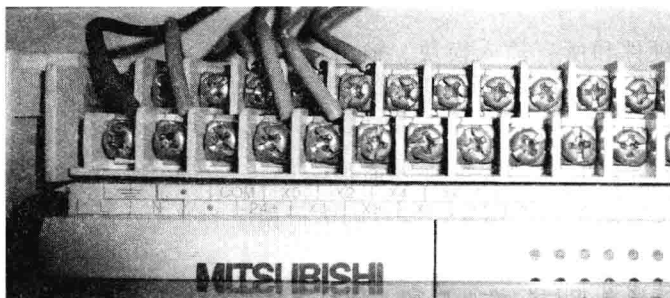


图 1-10 PLC 外部接线部分

(2) 指示部分 指示部分包括各输入/输出端子的状态指示、机器电源指示 (POWER)、机器运行状态指示 (RUN)、用户程序存储器后备电池指示 (BATT.V)、程序错误指示 (PROG-E) 以及 CPU 出错指示灯 (CPU-E) 等, 用于反映 I/O 端子和机器状态, 如图 1-11 所示。

(3) 接口部分 FX_{2N} 系列 PLC 有多个接口, 主要包括编程器接口、存储器接口、扩展接口、特殊功能模块接口等。另外还设置了一个 PLC 运行模式转换开关。它有 RUN 和 STOP 两个位置: RUN 使 PLC 处于运行状态 (RUN 指示灯亮); STOP 使 PLC 处于停止状态。在 PLC 处于停止状态时, 可进行用户程序的录入、编辑和修改, 如图 1-12 所示。

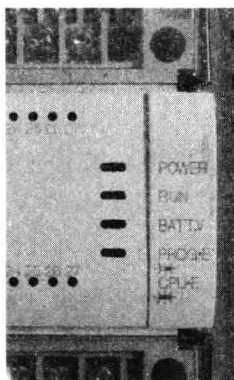


图 1-11 PLC 的指示部分

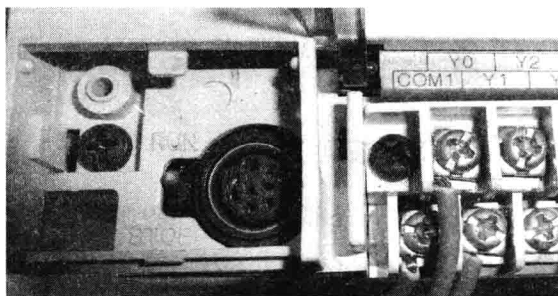
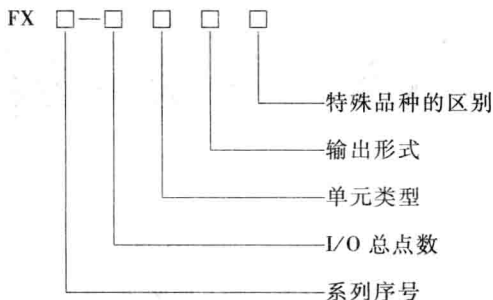


图 1-12 PLC 编程器接口及运行模式转换开关

1.3.2 FX 系列 PLC 型号含义

FX 系列 PLC 的型号含义如下:



(1) 系列序号 (也称序列号) 0、0S、0N、2、2C、1S、2N、2NC、3U。

(2) I/O 总点数 输入/输出合计点数, 10 ~ 256 点。

(3) 单元类型

- 1) M——基本单元;
- 2) E——输入/输出混合扩展单元及扩展模块;
- 3) EX——输入专用扩展模块;
- 4) EY——输出专用扩展模块。

(4) 输出形式

- 1) R——继电器输出 (有触点, 交直流负载两用);
- 2) T——晶体管输出 (无触点, 直流负载用);
- 3) S——晶闸管输出 (无触点, 交流负载用)。

(5) 特殊品种的区别

- 1) 无符号: 交流 100/220V 电源, 直流 24V 输入 (内部供电);
- 2) D: 直流电源, 直流输入;
- 3) UA1: 交流电源, 交流输入;

若特殊品种一项无符号, 说明通指交流 100/220V 电源、直流 24V 输入 (内部供电)。

例如: FX_{2N}-48MR 含义为 FX_{2N} 系列, 输入/输出总点数为 48 点, 继电器输出, 交流 100/220V 电源, 直流 24V 输入的基本单元。

1.3.3 FX 系列 PLC 的内部元器件及编号

FX 系列 PLC 内部的编程元器件, 也就是支持该机型编程语言的软元件, 分别称为继电器、定时器、计数器等, 但它们与真实元件有很大差别, 称它们为“软继电器”。一般情况下, X 代表输入继电器, Y 代表输出继电器, M 代表辅助继电器, T 代表定时器, C 代表计数器, S 代表状态寄存器, D 代表数据寄存器等。

1. 输入继电器 (X)

输入继电器是 PLC 接收外部输入设备开关信号的端口, 即通过输入继电器将外部输入信号状态读入输入映像寄存器中。它只能由外部信号驱动, 不能由程序内部指令来驱动。输入继电器的触点数在编程时没有限制, 即可有无数对动合和动断触点供编程使用。

FX 系列 PLC 的输入继电器以八进制进行编号, FX_{2N} 系列 PLC 输入继电器的编号范围为 X000 ~ X267 (184 点)。例如 X000 ~ X007、X010 ~ X017、X020 ~ X027 等。

2. 输出继电器 (Y)

输出继电器是把 PLC 内部信号输出传送给外部负载 (用户输出设备)。输出继电器线圈只能由 PLC 内部程序的指令驱动, 其线圈状态传送给输出端口, 再由输出端口对应的硬触点来驱动外部负载动作。它有线圈和触点, 与输入继电器一样, 有无数对动合和动断触点供编程使用, 但在一个程序中, 每个输出继电器的线圈只能使用一次。

FX 系列 PLC 的输出继电器也是八进制编号, FX_{2N} 系列 PLC 输出继电器的编号范围为 Y000 ~ Y267 (184 点)。例如 Y000 ~ Y007、Y010 ~ Y017、Y020 ~ Y027 等。

3. 辅助继电器 (M)

辅助继电器也称中间继电器, 它没有向外的任何联系, 不能直接驱动外部负载, 只供内