



国家中等职业教育改革发展示范学校项目建设成果
赵县职教中心电子电器应用与维修专业课程校本教材

可编程控制器

KEBIAN CHENGXU KONGZHIQI

主 编 李建伟



河北科学技术出版社

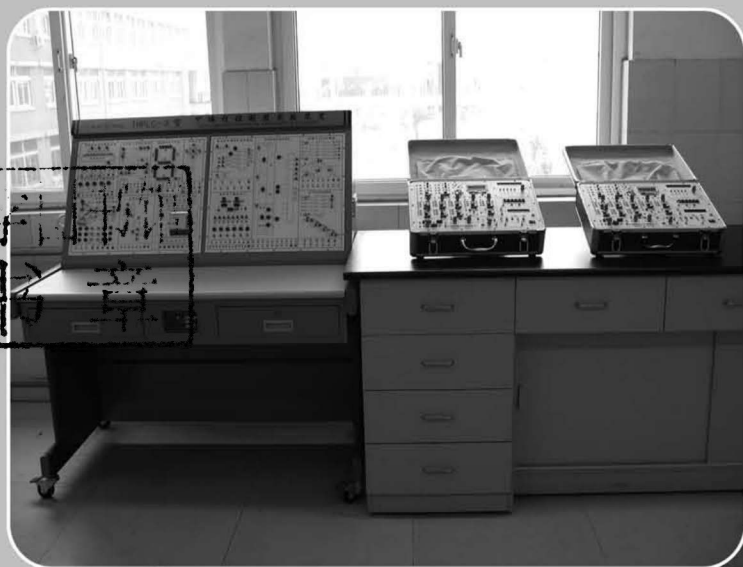


国家中等职业教育改革发展示范学校项目建设成果
赵县职教中心电子电器应用与维修专业课程校本教材

可编程控制器

KEBIAN CHENGXU KONGZHIQI

主 编 李建伟



河北科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

可编程控制器 / 李建伟主编. -- 石家庄: 河北科学技术出版社, 2015. 5

ISBN 978 - 7 - 5375 - 7509 - 6

I . ①可… II . ①李… III . ①可编程序控制器 - 中等专业学校 - 教材 IV . ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015) 第 083777 号

可编程控制器

李建伟 主编

出版发行	河北科学技术出版社
地 址	石家庄市友谊北大街 330 号 (邮编: 050061)
印 刷	石家庄燕赵创新印刷有限公司
开 本	787 × 1092 1/16
印 张	6. 25
字 数	160 000
版 次	2015 年 5 月第 1 版
	2015 年 5 月第 1 次印刷
定 价	15. 00 元

国家中等职业教育改革示范学校项目建设成果
赵县职教中心电子电器应用与维修专业课程校本教材

电子电器应用与维修专业教材编写委员会

主 任：李建伟

副主任：武建波 董西霞 顾英辉 罗兴海 李现华

委 员：张晓燕 靳海方 刘春华 王海霞

高利华 赵县兴柏药业集团总工

王华伟 赵县环保局工程师

王国贞 河北工业职业技术学院电气自动化教授

李 辉 赵县安全生产管理局工程师

总主编：李建伟

《可编程控制器》编写人员

主 编：李建伟

副主编：王海霞

编 委：孟慧丽 任巧娜 张文娜

王国贞 河北工业职业技术学院电气自动化教授

高利华 赵县兴柏药业集团总工

编写说明

国家中等职业教育改革发展示范学校课程体系建设，在原有学校课程建设的基础上，经过专业教师反复的企业调研，形成了较为完整的调研报告和人才培养方案，方案成型后，邀请企业技术人员、管理人员、中职学校部分专业教师 and 高校部分专家对专业调研报告和人才培养方案进行了论证、修改和完善。

针对定稿的人才培养方案，由专业组全体教师、企业技术人员共同参与，结合岗位的工作过程制定了理实一体化专业课程标准。

该书由学校专业组骨干教师执笔，部分企业技术人员参与，结合了学校、企业现有设备的实际，查阅了大量的资料进行编写，最后经电子电器应用与维修专业教材编写委员会审核通过。

前 言

QIAN YAN

可编程控制器是综合了计算机技术、自动控制技术和通讯技术的一门新兴技术，是实现工业生产、科学研究以及其他各个领域自动化的重要手段之一，应用十分广泛。

本书从实用角度出发介绍了 PLC。从 PLC 初步认识到内部结构，从常用指令到功能指令，从简单编程到实例讲解，从编程软件了解到熟练运用等几个方面对其进行了详细地讲解。

本书作者是长期从事 PLC 教学的教师，在授课和实际摸索中从实用角度出发，以通俗易懂的语言对 PLC 进行了详细的介绍。全书共分八个任务：任务一是用 PLC 实现小灯亮灭控制，任务二是电动机单方向运行控制，任务三是轧钢机传送带正反向运行控制，任务四是传送带顺次运行控制，任务五是音乐喷泉控制，任务六是十字路口交通灯控制，任务七是舞台灯光控制，任务八是液体混合控制。本书主要是针对实训编写的，在实训内容之前加入了该实训所需的知识。使本书的结构和理论基础系统化，并更具有科学性和先进性。

本书注重精选内容，结合实际、突出应用。在编排上循序渐进、由浅入深；在内容上，力求简明扼要，图文并茂，通俗易懂，便于教学和自学。

本书可供有关从事 PLC 方面工作的工程技术人员和长期从事电气控制专业的电工及技术人员阅读，同时也适合于中等职业学校电子类的学生和老师做教材使用。

由于编者水平有限，书中如有错误和不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 3 月

任务一	用 PLC 实现小灯亮灭控制	(1)
任务二	电动机单方向运行控制	(20)
任务三	轧钢机传送带正反向运行控制	(31)
任务四	传送带顺次运行控制	(38)
任务五	音乐喷泉控制	(45)
任务六	十字路口交通灯控制	(57)
任务七	舞台灯光控制	(67)
任务八	液体混合控制	(78)

任务一

用 PLC 实现小灯亮灭控制

教学目标

1. 知识目标

- (1) 了解 PLC 结构、组成、工作原理。
- (2) 了解 PLC 程序指令结构。
- (3) GX – Developer 编程软件基础及通信设置。

2. 能力目标

- (1) 会识读 PLC 的型号名称。
- (2) 会安装 PLC。
- (3) 能进行 I/O 分配。
- (4) 能完成硬件接线。
- (5) 能完成简单控制电路的 PLC 程序输入。



任务引入

日常生活中，我们经常遇到日光灯的亮灭、手电筒的亮灭、交通信号灯的亮灭等控制。现将开关对某信号灯的亮灭控制通过 PLC 来实现，即要求 PLC 运行时，开关闭合，信号灯点亮；开关断开，信号灯熄灭；如果 PLC 停止运行，无论开关如何动作，信号灯一直熄灭。



知识链接

一、PLC 简介

PLC 英文全称 Programmable Logic Controller，中文全称为可编程逻辑控制器，定义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的。它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作



等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。

在工业生产过程中，大量的开关量顺序控制，它按照逻辑条件进行顺序动作，并按照逻辑关系进行连锁保护动作的控制，及大量离散量的数据采集。传统上，这些功能是通过气动或电气控制系统来实现的。1968 年美国 GM（通用汽车）公司提出取代继电气控制装置的要求，第二年，美国数字公司研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置，首次采用程序化的手段应用于电气控制，这就是第一代可编程序控制器。随着计算机技术的发展，它的功能已非常强大。目前 PLC 早已不局限于处理开关量的逻辑控制，它同样能进行模拟量采集、运算及处理，同时通过模块的扩展，它还能处理定位、称重、通信等功能，它具有丰富的输入/输出接口，并且具有较强的驱动能力。但可编程控制器产品并不针对某一具体工业应用，在实际应用时，其硬件需根据实际需要进行选用配置，其软件需根据控制要求进行设计编制。所以它的准确功能应定义为可编程控制器，Programmable Controller（PC）。但为了和个人电脑 PC（personal computer）区别还一直沿用 PLC 的简称。

二、PLC 特点及分类

1. PLC 主要特点

（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，故障也就大大降低。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也就不奇怪了。

（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，编程语言易于为工程技术人员接受。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,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打开了方便之门。

(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,新近出产的品种底部尺寸小于 100mm,重量小于 150g,功耗仅数瓦。由于体积小很容易装入机械内部,是实现机电一体化的理想控制设备。

2. PLC 的分类

(1) 按硬件的结构类型分类。

整体式结构:整体式结构又称为基本单元。整体式 PLC 将 CPU 模块、I/O 接口模块、电源模块等封装在一个箱型机壳内,它体积小、价格低、功能固定。整体式 PLC 配备有许多特殊功能的模块,完成功能扩展。

模块式结构:大、中型 PLC 多采用模块式结构,由机架与模块组成。可以根据功能要求灵活选择配置所需的模块。

(2) 按应用规模及功能分类。为了适应不同工业生产过程的应用要求,可编程控制器能够处理的输入/输出信号数是不一样的。一般将一路信号叫做一个点,将输入点数和输出点数的总和称为机器的点。按照点数的多少,可将 PLC 分为小型、中型、大型等类型。

(3) 按生产厂家分类。目前生产 PLC 的厂家较多,较有影响的,在中国市场占有较大份额的公司有:德国西门子公司、日本三菱公司、日本 OMRON 公司、美国 AB (Allen - Bradley) 公司、美国莫迪康公司 (施耐德) 等。

三、FX PLC 的硬件

1. PLC 硬件

PLC 的类型繁多,但结构则大同小异,通常由主机、输入/输出接口、电源、编程器扩展器接口和外部设备接口等几个主要部分组成,如图 1-1 所示。

(1) 中央处理单元 (CPU)。中央处理单元 (CPU) 是 PLC 的控制中枢。它按照 PLC 系统程序赋予的功能接收并存储从编程器键入的用户程序和数据;检查电源、存储器、I/O 以及警戒定时器的状态,并能诊断用户程序中的语法错误。当 PLC 投入运行时,首先它以扫描的方式接收现场各输入装置的状态和数据,并分别存入 I/O 映像区,然后从用户程序存储器中逐条读取用户程序,经过命令解释后按指令的规定执行

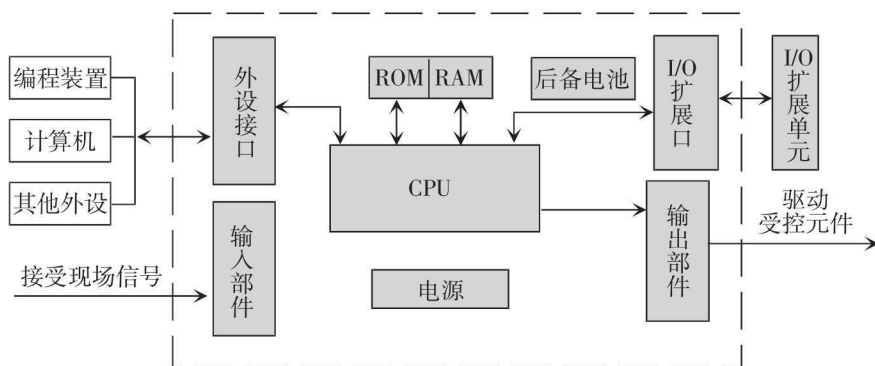


图 1-1 PLC 主要硬件

逻辑或算术运算的结果送入 I/O 映象区或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕之后，最后将 I/O 映象区的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置，如此循环运行，直到停止运行。

为了进一步提高 PLC 的可靠性，近年来对大型 PLC 还采用双 CPU 构成冗余系统，或采用三 CPU 的表决式系统。这样，即使某个 CPU 出现故障，整个系统仍能正常运行。

(2) ROM/RAM。ROM: 系统存储器，内部固化了厂家的系统管理程序与用户指令解释程序，不能删改。RAM: 用户存取器，用于存储用户编写的程序，可由用户控制需要进行删改。

(3) 输入输出接口电路。现场输入接口电路由光耦合电路和微机的输入接口电路，是 PLC 与现场控制的接口界面的输入通道。用于连接各类开关、按钮和传感器等，接收外来元件如开关、按钮、传感器输入的接通或断开的开关量信号，或电位器、传感器等数值连续变化输入的模拟量信号。

现场输出接口电路由输出数据寄存器、选通电路和中断请求电路集成，PLC 通过现场输出接口电路向现场的执行部件输出相应的控制信号。如连接指示灯、接触器线圈、电磁阀线圈等执行元件，输出 PLC 的程序指令并驱动执行元件。

(4) 电源。为 PLC 内部提供工作电源。同时也为外部元件提供一个容量不大的 DC 24V 的电源。

(5) 其他。PLC 设置有通信接口与外部设备（如计算机、触摸屏等）进行通信连接。PLC 还装有扩展接口，在有需要时可以接上各种功能扩展卡，增加 PLC 的功能。

2. FX PLC 型号名称

FX 系列 PLC 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，从而形成了一个功能强大的微型 PLC，具体见图 1-2。

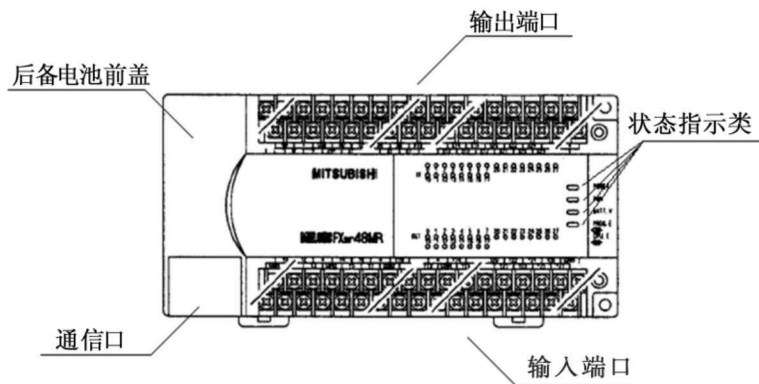
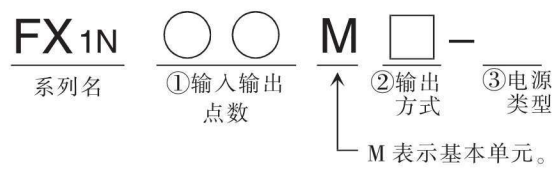


图 1-2 FX PLC 外形

FX PLC 型号名称体系及其种类如图 1-3 所示。



- 型号名称构成中的①~③表示以下的规格。
 - ①输入输出合计点数：参照和览表。
 - ②输出方式：R=继电器输出（有触点，交流、直流负载两用）
T=晶体管输出（无触点，直流负载用）
 - ③电源类型：001=AC 电源型（电源电压：AC100~240V）
D=DC 电源型（电源电压：DC12~24V）

图 1-3 FX PLC 型号含义

3. FX PLC 工作原理

PLC 的类型繁多，功能和指令系统也不尽相同，但工作原理则大同小异。其示意图如图 1-4 所示。

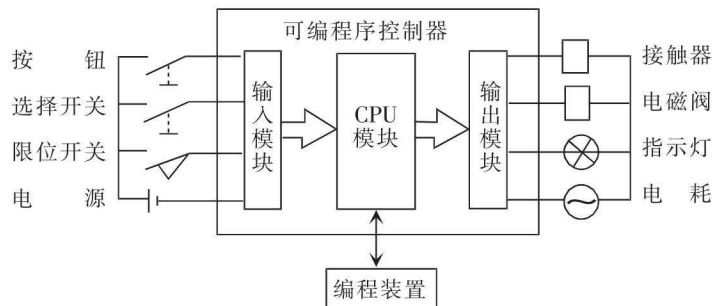


图 1-4 工作原理示意图

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于用户存储器中的程序，按指令步序号（或地址号）作周期性循环扫描，如无跳转指令，则从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序，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 的扫描一个周期必经输入采样、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。

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寄存器中，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。

四、FX PLC 的编程软件

1. 软件安装

解压缩 GX Developer 压缩包。

(1) 进入解压缩后文件的文件夹，安装 EnvMEL 子文件夹下的 Setup，会弹出提示信息，默认即可。安装过程如图 1-5 所示。



图 1-5 EnvMEL 环境安装

(2) 安装结束后，然后返回，按圈中按钮，即可返回上一级目录，如图 1-6 所示。



图 1-6 返回上层文件夹

(3) 进入 Developer 文件夹，安装里面的 setup，如图 1-7 所示。



图 1-7 安装 Developer

(4) 在弹出的对话框中按“确定”→“下一个”，操作过程如图 1-8 所示。

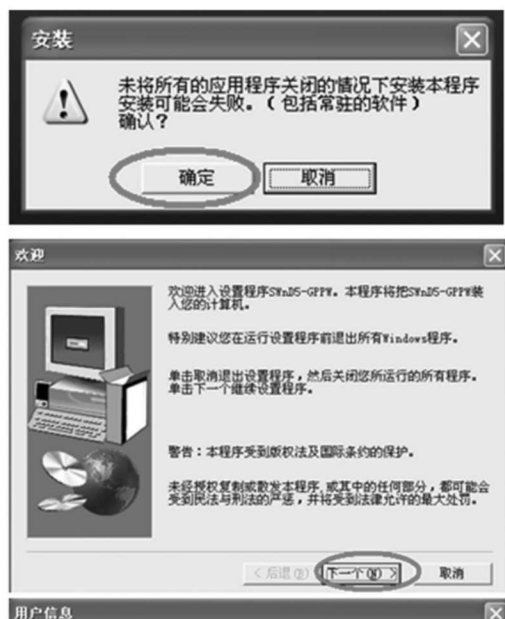


图 1-8 安装确认



(5) 接着会弹出用户信息填写对话框，如图 1-9 所示。

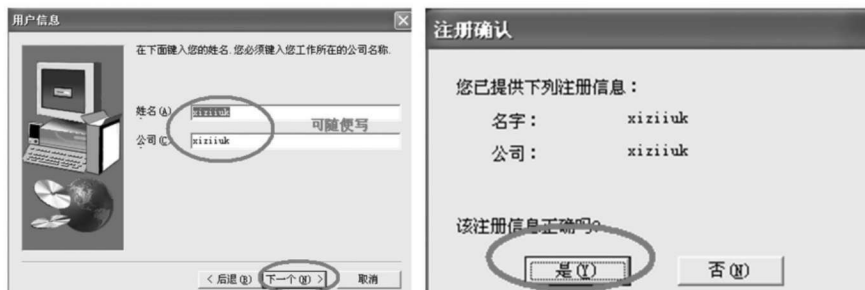


图 1-9 用户信息填写对话框

(6) 接着要输入产品序列号。如图 1-10 所示。打开 SN 文件，复制里面的数字到上面的框里面，点“下一个”即可。



图 1-10 输入序列号

(7) 接着会依次弹出以下部件选择对话框，如图 1-11 所示。



图 1-11 结构化文本部件选择对话框

(8) 监视专用部件选择对话框如图 1-12 所示，此时绝对不能勾选，否则只能用来监视，而不能进行程序的编制。



图 1-12 监视专用部件选择对话框

(9) 其他部件选择及安装路径选择对话框如图 1-13 所示。在路径选择对话框中，可以通过点击“浏览”更改安装路径。

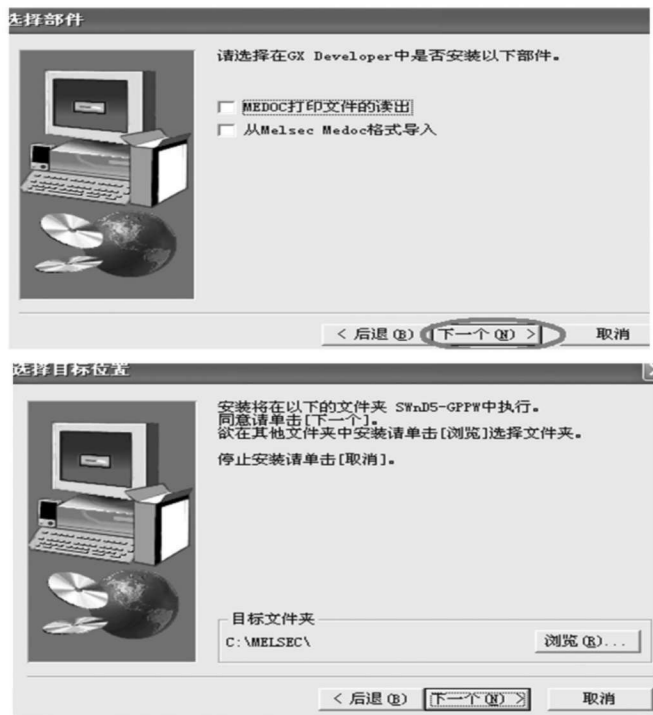


图 1-13 安装选择对话框

步骤 7 到步骤 9 可以选择默认。

(10) 弹出文件安装进程对话框如图 1-14 所示。