

中国煤炭教育协会
教学与教材
建设委员会

中等职业教育规划教材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

可编程序控制器原理与应用

● 主 编 姜玉柱



煤炭工业出版社

中等职业教育规划教材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

可编程序控制器原理与应用

主 编 姜玉柱

副主编 白生威

参 编 周中艳 杨 斌 仇红祥

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器原理与应用/姜玉柱主编. —北京: 煤炭工业出版社, 2009.3

中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-5020-3431-3

I. 可… II. 姜… 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 (2008) 第 162158 号

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 17¹/₄

字数 403 千字 印数 1—5,000

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

社内编号 6236 定价 32.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(煤矿机电类专业)

主 任 何富贤

副主任 何全茂 刘秀艳 郭 雨 卢芳革

委 员 (按姓氏笔画排序)

王纪风	王国文	王瑞捧	田树钰	关书安	刘英才
刘胜利	朱庆华	余升平	吴文亮	李 佳	陆 红
姜宏勋	郝敬豪	钟 诚	潘连彪	魏 良	魏晋文

前 言

为贯彻《教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成厅[2008]4号)精神,加快煤炭专业技能型人才的培养,满足煤炭行业发展对人才的迫切需求,依托煤炭职业学(院)校建立煤炭行业技能型人才培养培训基地,培养面向煤矿生产企业一线,具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好的职业道德,了解矿山企业生产的全过程,掌握本专业的基本专业知识和技能,具有从事矿山机电设备的生产运行、维护检修的中级技能型人才,中国煤炭教育协会组织煤炭职业学(院)校专家、学者编写了机电工程配套系列教材。

《可编程序控制器原理与应用》一书是矿山机电专业中等职业教育国家规划教材中的一本,可作为中等职业学校机电专业可编程序控制器原理与应用课程教学用书,也可作为在职人员培养提高的培训教材。

本书由江苏省徐州机电工程高等职业学校姜玉柱主编,其编写了编写说明、项目一、项目六;河南工程技术学校白生威任副主编,其编写了项目七、项目八的模块1;江苏省徐州机电工程高等职业学校周中艳编写了项目三、项目四、项目五;山西雁北煤炭工业学校杨斌编写了项目二;河南焦作市教育局仇红祥编写了项目八的模块2、模块3、模块4;全书由姜玉柱和周中艳统稿。

中国煤炭教育协会职业教育
教学与教材建设委员会

2009年2月

编写说明

可编程序控制器简称 PLC，在自动化控制领域中，PLC 是一种重要的控制设备。目前，世界上有 200 多厂家生产 300 多种 PLC 产品，应用在汽车（23%）、粮食加工（16.4%）、化学/制药（14.6%）、金属/矿山（11.5%）、纸浆/造纸（11.3%）等行业，已成为现代工业自动化三大支柱之首。

矿山对矿山设备的要求越来越高。矿山设备不断更新，不断进步，可靠性、易操作性、可监视性、易维护性已是最基本的要求了。用继电器搭成的控制电路因其可靠性差，不易维护，不易监视，已逐步淘汰。现在迫切需要可靠性高，易维护，易操作，可监视；并且价格不高这样的控制器来代替继电器搭成的电路。随着电子技术、软件技术、控制技术飞速发展，小型可编程序控制器发展迅猛，性能很高，价格较低，与继电器搭成的控制电路比，具有非常大的优势。目前，许多矿山设备已选用了小型可编程序控制器控制。

目前，职业学校都已将 PLC 技术纳入教学，并且随着教学改革的发展，PLC 教学正向着更深层次发展。PLC 技术课程是一门理论性较深、实践性较强的专业课程，课程教学的总体思路是采用模块化的项目课程教学法，项目按照 PLC 的知识体系结构来设置，每个项目中的模块是并列关系，每个模块从不同方面来完成项目中的内容。大部分课程应该在可编程序控制器实验室进行，通过理论讲解与实际操作一体化的综合训练方式，使学生在较短时间内达到以下目标：

- （1）掌握可编程序控制器原理在工业控制系统中的应用。
- （2）能够使用可编程序控制器改造继电器控制系统。
- （3）具有维护与管理自动化生产线的基本能力。
- （4）为今后从事现代软生产线控制技术的应用与开发打下基础。
- （5）掌握 PLC 的基本原理，能够阅读 PLC 的程序，分析 PLC 控制系统，能够根据生产实际的需要，设计相应的 PLC 控制系统，编写相应的程序。
- （6）树立理论联系实际、实事求是的科学态度，培养学生的创造思维和分析问题、解决问题的能力。

由于编写时间仓促，加之作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大师生及读者批评指正。

编者

2009 年 2 月

目 次

项目一 PLC 应用基础	1
模块 1 PLC 构成的交通灯控制系统接线	1
模块 2 PLC 构成的交通灯控制系统编程	13
模块 3 PLC 构成的交通灯控制系统的监控、调试和运行	23
项目二 基本顺序指令的应用	34
模块 1 电动机启停、正反转控制	34
模块 2 用 PLC 构成 4 组抢答器系统	40
模块 3 用 PLC 构成多种液体自动混合系统	45
项目三 基本功能指令的应用	53
模块 1 电动机 Y/ Δ 降压启动控制系统	53
模块 2 砂处理生产线系统	60
模块 3 自动送料装车系统	69
项目四 控制指令的应用	78
模块 1 机械手控制系统	78
模块 2 PLC 在多机系统自动切换控制中的应用	89
项目五 比较指令的应用	105
模块 1 谷物烘干机控制系统	105
模块 2 邮件分拣控制系统	119
项目六 高级指令的应用	135
模块 1 正火炉和回火炉的自动控制	135
模块 2 广告牌闪烁彩灯控制系统	149
项目七 三菱机型 PLC 的应用	168
模块 1 PLC 构成的指示灯控制系统接线	168
模块 2 PLC 构成的指示灯控制系统编程、监控、调试和运行	177
模块 3 电动机过载保护及报警控制系统	187
模块 4 用 PLC 构成霓虹灯控制系统	197

模块 5 3 台电动机手动、自动启停控制系统	207
项目八 西门子机型 PLC 的应用	215
模块 1 PLC 构成的异步电动机两地控制系统接线	215
模块 2 PLC 构成的异步电动机两地控制系统编程、监控、调试和运行	222
模块 3 绕线式异步电动机按时间原则启动控制	233
模块 4 用 PLC 构成钻孔动力头控制系统	244
附录 I FP0 系列 PLC 特殊继电器表	253
附录 II FX _{0S} 、FX _{0N} 和 FX _{2N} 型 PLC 可以使用的功能指令	256
附录 III S7-200 的指令系统	260
参考文献	265

项目一 PLC 应用基础

终极目标

能按 PLC 接线图进行正确接线，能熟练使用编程软件对 PLC 进行设置、控制、编程、监控和调试。

促成目标

1. 能按 PLC 构成的控制系统接线图进行正确接线。
2. 能使用编程软件进行编程。
3. 能使用编程软件对 PLC 进行设置和控制，能使用编程软件进行编程、监控和调试。

模块 1 PLC 构成的交通灯控制系统接线

终极目标

能根据 PLC 构成的交通灯控制系统接线图进行正确接线。

促成目标

1. 能够识别 FP0-C16 型 PLC 控制面板的结构，熟悉用途。
2. 能将 FP0-C16 型 PLC 的电源输入端与电源模块的输出端正确连接。
3. 能够识读 PLC 构成的交通灯控制系统接线图。
4. 能够根据 PLC 构成的交通灯控制系统接线图将输入、输出设备和 PLC 连接。
5. 能利用输入、输出接口电路的结构原理解释输入、输出设备与 PLC 的连接。

一、工作任务

PLC 构成的交通灯控制系统接线。

二、实践操作

1. 识别 FP0-C16 型 PLC 控制面板的结构

FP0-C16 型 PLC 的实物图如图 1-1 所示，控制面板的前面板和侧面板如图 1-2 所示。

外部部件的名称和功能：

- (1) 状态指示发光二极管（图 1-2 中 1），这些发光二极管显示 FP0 的操作状态。
- (2) 模式开关（图 1-2 中 2），此开关改变 FP0 的操作模式。
- (3) 编程口（RS232C）（图 1-2 中 3），此口用于连接编程工具。

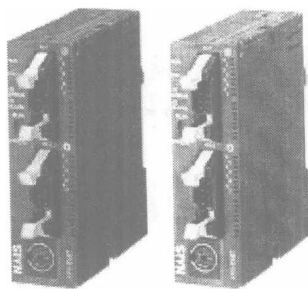
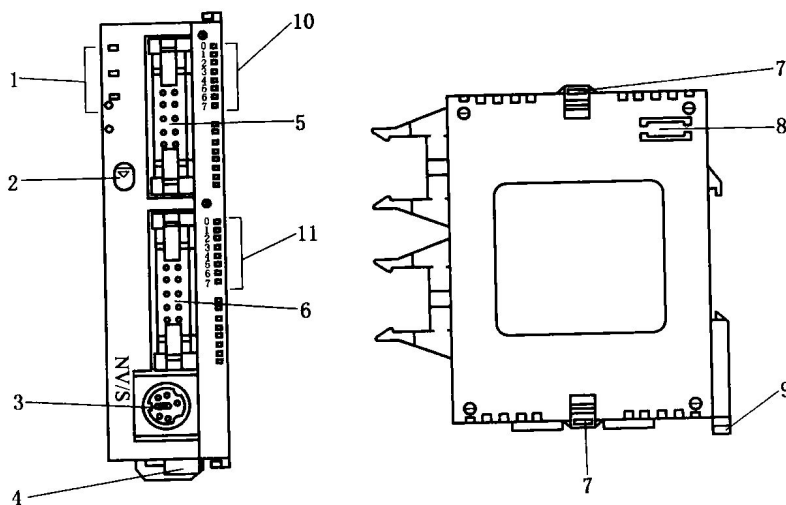


图 1-1 C16T / C16P (端子型) PLC



1—状态指示发光二极管；2—模式开关；3—编程口；4—电源连接器；5—输入连接器（10 脚）；6—输出连接器（10 脚）；
7—扩展钩；8—扩展连接器；9—DIN 轨安装杆；10—输入指示发光二极管；11—输出指示发光二极管

图 1-2 前面板和侧面板图

- (4) 电源连接器（图 1-2 中 4），连接时使用提供的电缆（AFP0581）。
- (5) 输入连接器（10 脚）（图 1-2 中 5），输入电压是 24V DC。
- (6) 输出连接器（10 脚）（图 1-2 中 6），使用 MIL 型连接器作为 5 输入和 6 输出连接器。
- (7) 输入连接器（10 脚×2），输入电压是 24V DC。
- (8) 输出连接器（10 脚×2），使用 MIL 型连接器作为 7 输入和 8 输出连接器。“3.6MIL 连接器类型的接线”。
- (9) 扩展钩（图 1-2 中 7），它们被用来紧固扩展单元，也被用于在平整型安装板上安装（AFP0804）。
- (10) 扩展连接器（图 1-2 中 8），它将扩展单元连接至控制单元的内部电路。

(11) DIN 轨安装杆 (图 1-2 中 9), 允许简便地安装至 DIN 轨上, 此杆也用于在窄长安装板 (AFP0803) 上的安装。

(12) 输入指示发光二极管 (图 1-2 中 10), 指示输入的通断状态。

(13) 输出指示发光二极管 (图 1-2 中 11), 指示输出的通断状态。

2. 连接 PLC 电源线

使用 AFP0581 电缆连接电源模块提供的 24V DC。

3. 输入设备与 PLC 连接

将输入设备和电源串联后接在 I/O 分配时分配给该设备的输入端和 COM 端之间。使用直流电源时, COM 端接电源正极。

4. 输出设备与 PLC 连接

将输出设备和电源串联后接在 I/O 分配时分配给该设备的输出端和 COM 端之间。使用直流电源时, COM 端接电源正极。

5. 通电

电源接通后, 当模式开关在 PROG 位置时, PROG 发光二极管亮; 当模式开关从 PROG 切换到 RUN 时, RUN 发光二极管亮。

三、问题探究

问题一 PLC 的组成包括哪些? 工作原理是什么?

可编程序控制器的组成基本同计算机一样, 由电源部件、中央处理机、输入接口、输出接口及外围设备接口构成。图 1-3 所示为可编程序控制器结构框图。

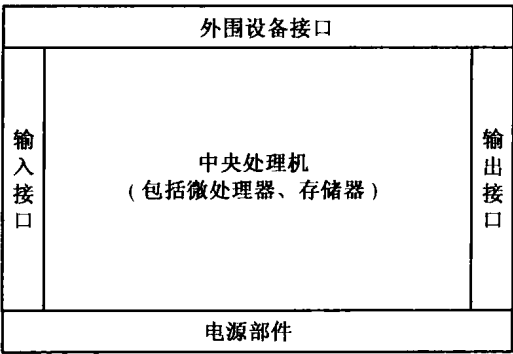


图 1-3 可编程序控制器结构框图

1. 输入接口

输入接口是可编程序控制器与控制现场的接口界面的输入通道。

2. 输出接口

输出接口接收主机的输出信息, 并进行功率放大和隔离, 经过输出接线端子向现场的输出部分输出相应的控制信号。

3. 微处理器

中央处理机包括微处理器和存储器等。微处理器是具有运算和控制功能的大规模集成电路，又称 CPU，它控制所有其他部件的操作，是 PLC 的核心。其作用如下：

(1) 按照系统程序赋予的功能接收并存储由编程器键入的用户程序和数据，诊断电源及程序控制器内部电路的工作状态和编程中出现的语法错误。

(2) 用扫描方式工作。监视和接收现场输入信号，从存储器中逐条读取并执行用户程序，完成用户程序所规定的逻辑或算术运算等操作，根据运算结果控制输出。

不同型号的可编程序控制器可能使用不同种类的微处理器。常用的通用微处理器有单片机和双极型位片式微处理器。在小型可编程序控制器中大多采用 8 位微处理器，中型机中多采用 16 位微处理器，大型机中多采用高速位片机，不同的微处理器只能执行各自的机器语言所编写的程序。

4. 存储器

存储器是具有记忆功能的半导体集成电路，用于存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他信息。系统程序是控制和完成可编程序控制器各种功能的程序，由控制器制造厂家编写。用户程序是根据生产过程和工艺要求设计的控制程序，由可编程序控制器的使用者编写。

可编程序控制器中使用的存储器有 ROM、RAM 和 EPROM。

(1) 只读存储器 ROM。只读存储器中一般存放着系统程序。系统程序具有开机自检、工作方式选择、键盘输入处理、信息传递和对用户程序的翻译、解释等功能。系统程序关系到可编程序控制器的性能，由制造厂家用微机的机器语言编写并在出厂时已固化在 ROM 或 EPROM（紫外线可擦除 ROM）芯片中，用户不能直接读取。

(2) 随机存储器 RAM。随机存储器又称可读可写存储器。读出时，RAM 中的内容仍保持不变。写入时，新写入的信息覆盖了原来的内容。因此，RAM 用来存放既要读出又需经常修改的内容。可编程序控制器中 RAM 一般存放用户程序、逻辑变量和其他一些信息。

用户程序是在编程工作方式下，用户从键盘上输入并经过系统程序编译处理后放在 RAM 中的。用户程序设计语言不同于微处理器的机器语言，它简单、直观、易懂、容易掌握。用户真正要掌握的就是可编程序控制器程序设计语言 and 应用程序的正确编制，而不需要学习计算机的专业知识和机器语言。在用户程序设计和调试过程中要经常进行读写操作。所以，用户程序要放在 RAM 中，RAM 中还要有若干单元用来存放逻辑变量，这些逻辑变量用可编程序控制器的术语来说，就是它的可编程序器件如输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器、保持继电器、定时器和计数器等。此外，还有一部分 RAM 单元用来保存输入、输出状态表及可编程序控制器工作时要使用的其他信息。

RAM 中的内容在掉电后要消失，所以可编程序控制器对 RAM 提供有备用电池供电电路。一般备用电池是锂电池，使用期 3~5 年。如果调试通过的用户程序要长期使用，可用专用的 EPROM 写入器把程序固化在 EPROM 芯片内，再把该芯片插入可编程序控制器上的 EPROM 专用插座中。

不同型号可编程序控制器的存储器容量是不同的。在可编程序控制器的技术特性中，通常给出的是与用户编程和使用有关的指标如可编程序器件数，允许用户程序的最大长度等。这些指标间接地反映了 RAM 的容量，至于 ROM 容量则与可编程序控制器的种类和性

能有关。

5. 外围设备接口

外围设备不能直接与中央处理机相连，必须通过可编程序控制器的外围设备接口才能与中央处理机连接。常用的接口有外存储器接口，用于与 EPROM 和盒式磁带机的连接、远程通信接口以及与 CRT、打印机连接的接口等。

6. 电源部件

电源部件将交流电压信号转换成微处理器、存储器及输入、输出部件正常工作所需要的直流电源。由于可编程序控制器主要用于工业现场的自动控制，直接处于工业干扰的影响之中，所以，为了保证可编程序控制器内主机可靠工作，电源部件对供电电源采用了较多的滤波环节，还用集成电压调整器进行调整以适应交流电网的电压波动，对过电压和欠电压都有一定的保护作用。另外，采用了较多的屏蔽措施来防止工业环境中的空间电磁干扰。常用的电源电路有串联稳压电路、开关式稳压电路和设有变压器的逆变式电源。供电电源的电压等级常见的有：AC 100V、200V，DC 100V、48V、24V 等。

以上 6 部分组成的总体称为可编程序控制器，简称 PLC，是一种可根据生产需要人为灵活变更控制规律的控制装置，它与各种生产机械配套可组成各种工业控制设备，实现对生产过程或某些工艺参数的自动控制。由于 PLC 主机实质是一台工业专用微机，并具有普通微机所不具备的特点，使它成为各种开环、闭环系统控制器的首选方案之一。

综上所述，PLC 主机在构成实际系统时，至少需要建立以下两种双向的信息交换通道，即完成主机与生产机械之间，主机与人之间的信息交换。在与生产现场进行连接后，含有工况信息的电信号，通过输入通道送入主机，经过处理，计算产生输出控制信号，通过输出通道控制执行元件工作。

外围设备完成人机对话工作。其中编程器是很重要的外围设备之一，它可用来写入和读出用户程序，并可监控 PLC 的运行状态。

建立合理的 PLC 控制系统，首先要明确控制目的，根据控制要求充分熟悉现场的工艺过程，正确地选择输入信号和设备，正确地确定输出信号和执行部件。在熟悉 PLC 器件、工作原理和指令系统的基础上，就能编制出正确的用户程序。

可编程序控制器靠执行用户程序来实现控制要求。我们将进行运算、处理、输入和输出步骤的助记符号称为指令，把实现一定功能的指令集合称为程序。为了便于执行程序，在存储器中设置了输入状态表寄存器区和输出状态表寄存器区，分别保存执行程序之前的各输入端状态和执行程序过程中及结果的状态。PLC 以循环扫描方式工作。

PLC 对用户程序的执行过程是以微处理器的周期性循环扫描，集中采样、程序执行、集中输出的方式进行的。PLC 开始运行时，首先清除输入、输出状态寄存器原来的内容，然后进行自诊断，自检 CPU 及 I/O 组件，确认工作正常后开始循环扫描。

PLC 的每一个扫描过程分为 3 个阶段，如图 1-4 所示。

第一阶段为输入采样阶段。这是 PLC 循环扫描的第一阶段。不论输入端接线与否，CPU 顺序读取全部输入端，将读出的输入继电器的状态（接通 1，断开 0）写入输入状态表（即输入寄存器）中。

第二阶段为程序执行阶段。CPU 进行用户程序扫描。CPU 按存放顺序，逐步地读取指令，并根据输入、输出状态表中的内容和有关数据执行指令，将执行结果写入输出状态表

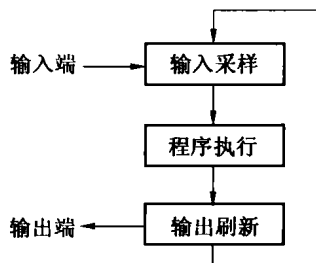


图 1-4 PLC 的循环扫描示意图

（即输出寄存器）中。

第三阶段为输出刷新阶段。全部指令执行完之后，把输出状态表中所有输出继电器的 1（通）、0（断）状态，经过输出部分送到输出锁存电路，以驱动输出继电器线圈，控制执行部件的相应动作。然后，CPU 又返回去进行下一个循环的扫描。

PLC 的这种顺序扫描工作方式简单、直观，也简化了用户程序的设计。由于 PLC 在程序执行阶段只是根据输入、输出状态表中的内容进行，与外电路相隔离，为 PLC 的可靠运行提供了保证。

PLC 完成一个完整工作周期，即从读入输入状态到发出输出信号所用的时间称为扫描时间或扫描周期。PLC 的扫描周期与 PLC 的时钟频率（CPU 工作由时钟控制）、用户程序的长短及系统配置有关。一般输入采样和输出刷新只需要 1~2ms，所以扫描时间主要由用户程序执行的时间决定。通常扫描时间在十至几十毫秒之间，这对工业控制对象来说几乎是瞬时完成的。在 PLC 内部设有扫描周期监视定时器，监视每次扫描是否超过规定的时间。如果主机出现故障，扫描时间变长，会发出报警信号；超过一定限度，PLC 将停止工作，并发出报警信号。

由于输入信号只在输入阶段读入，在程序执行阶段，即使输入信号发生变化，输入状态表的内容也不会改变，所以在本次循环不能得到响应，这就是 PLC 的输入、输出响应的滞后现象。最大滞后时间为 2~3 个扫描周期，具体与编程方法有关。这种滞后响应，在一般工业控制系统中是完全允许的。某些需要输入、输出快速响应的场合，可以采用快速响应模块、高速计数模块以及中断处理措施来尽量减少滞后时间。在继电接触器控制系统中不存在此类时间滞后现象。

PLC 的信息刷新方式，因机型不同而有差别，前面所介绍的是一般情况。有的 PLC 除了在输入采样阶段更新输入状态表的内容外，还在程序执行阶段，定时采样更新。有些 PLC 的输出刷新，除了在输出阶段进行外，在程序执行阶段有输出指令的地方立即进行一次输出刷新，以实现输入、输出快速响应。

问题二 PLC 的输入、输出接口电路是什么样的结构？

1. 输入接口电路

输入接口由光电耦合输入电路组成，光电耦合输入电路隔离输入信号，防止现场的强

电干扰进入微机，有许多种可编程序控制器还增加有滤波环节来增强抗干扰性能。输入接口电路分直流、交流和交直流 3 种，如图 1-5、图 1-6 和图 1-7 所示。将输入设备和电源串联后接在 I/O 分配时分配给该设备的输入端和 COM 端之间，便构成了 PLC 控制系统的输入部分。输入回路的电源可以用 PLC 电源部件提供的直流 100V、48V、24V 电压，也可由独立的交流电源 220V 和 100V 供电。

2. 输出接口电路

可编程序控制器的输出元件有 3 种形式，即晶体管输出、晶闸管输出和继电器输出，如图 1-8、图 1-9 和图 1-10 所示。前一种属接点型输出，后两种是无触点输出。用户可根据执行部件的需要来选择。将输出设备和电源串联后接在 I/O 分配时分配给该设备的输出端和 COM 端之间，便构成了 PLC 控制系统的输出部分。继电器输出类型的输出接口电路构成的输出部分由与内部控制电路隔离的输出继电器的外部动合触点、输出接线端子和外部电路组成，用来驱动外部负载。

PLC 内部控制电路中有许多输出继电器，每个输出继电器除了有为内部控制电路提供编程使用的动合、动断接点外，还为输出电路提供一个动合触点与输出接线端相连。驱动外部负载的电源由外部电源提供。在 PLC 输出端子上，有接输出电源用的公共端 (COM)。

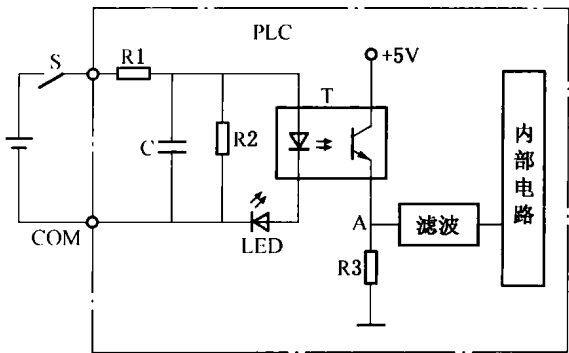


图 1-5 直流输入接口电路

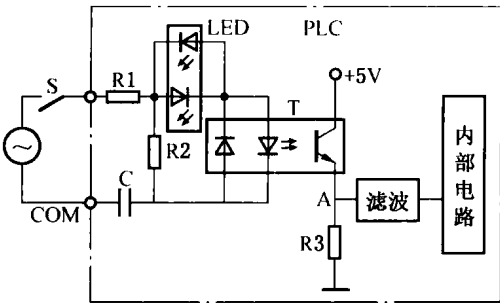


图 1-6 交流输入接口电路

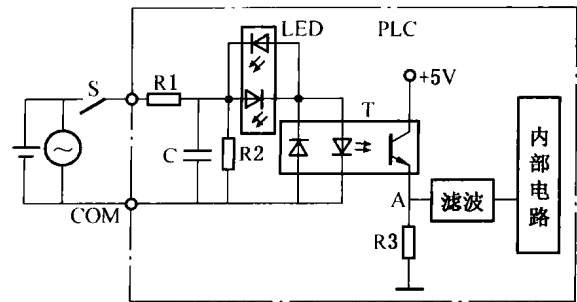


图 1-7 交直流输入接口电路

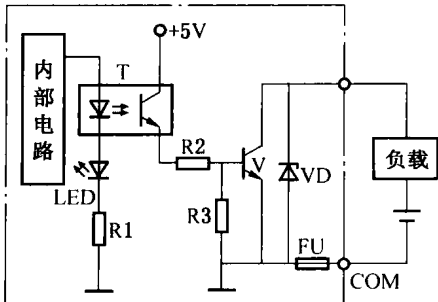


图 1-8 晶体管输出接口电路

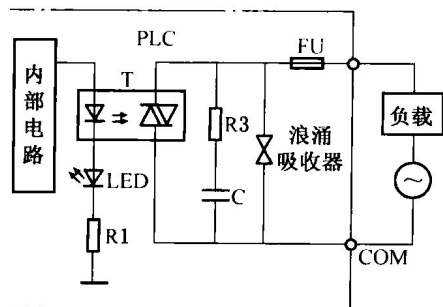


图 1-9 晶闸管输出接口电路

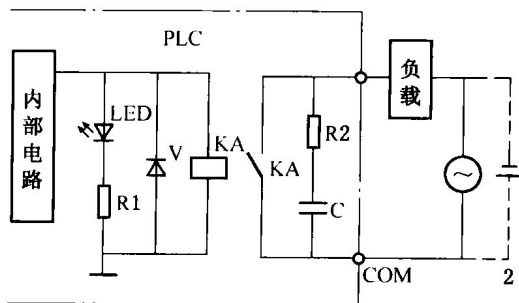


图 1-10 继电器输出接口电路

问题三 FP0 系列 PLC 的控制面板包括哪些结构？有什么特性？

FP0 系列 PLC 的控制面板如图 1-11 所示。

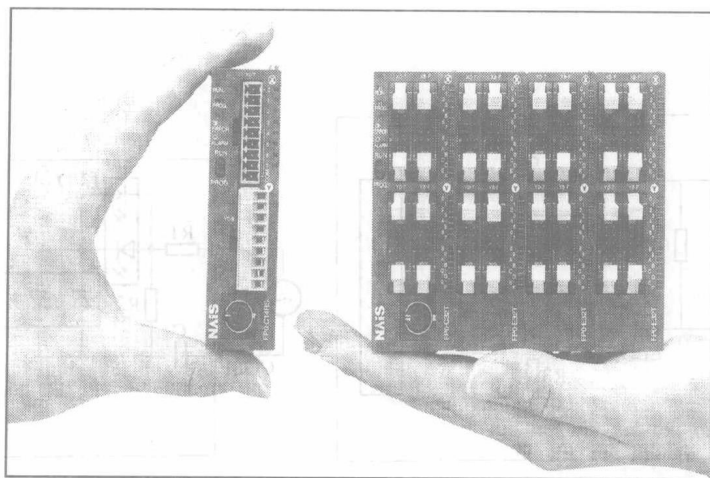


图 1-11 FP0 系列 PLC 前面板

FP0 系列 PLC 的控制面板的特性如下：

(1) 小型尺寸 $W25\text{mm} \times H90\text{mm} \times D60\text{mm}$ 。在尺寸方面优越于一般的小型 PC 机，在与其他设备的组装方面，贡献显著。

(2) 最大可扩展至 3 单元 128 点。采用了无须扩展电缆的堆叠扩展方式。扩展 3 单元时宽度仅为 105 mm，非常节省空间。

(3) 扫描时间约 1ms 的高速运算。500 步的程序只需 1ms 就可处理完毕。处理速度可充分满足小型 PLC 的需求。

(4) 适合小型体积的端子形状。继电器输出型为欧式端子台，可拆卸端子台后进行接线作业，晶体管输出型附有散线连接器。

(5) 程序容量达 10KB。

四、知识拓展

1. PLC 的产生、现状及发展动向

传统的生产机械自动控制系统是继电器和接触器组成的控制系统，简称继电控制系统。继电控制系统是用导线把一个个继电器、接触器、开关及其触点按一定的逻辑关系连接起来构成的控制系统。这种连线方式又称为布线逻辑，具有结构简单、价格低廉、容易操作和对维护技术要求不高的优点，特别适用于工作模式固定、控制要求比较简单的场合，所以至今还在使用，目前在我国应用也比较广泛。

随着工业生产的迅速发展，市场竞争激烈，产品更新换代的周期日趋缩短，新产品不断涌现，生产机械、加工规范和生产加工线也必须随之而改变，控制系统经常需要作新的配置。但继电控制系统的布线连接不易更新、功能不易扩展已成为生产发展的障碍，当控制对象比较多、要求比较复杂时，由于系统的器件多、体积庞大、可靠性差而不能满足生产的要求。因此，迫切需要新型先进的自动控制装置。20 世纪 60 年代出现了半导体逻辑元件装置，利用半导体二极管、三极管和中小规模集成电路构成的逻辑式顺序控制器，具有体积小、无触点、可靠性较高、动作顺序变更比较方便等优点，但是控制规模较小，编制程序不够灵活。当时，还曾有过用小型计算机来实现工业控制装置。但由于当时计算机对使用环境要求较高，现场的输入、输出信号与计算机不匹配，计算机程序的编制复杂，一般工程技术人员不容易运用自如，加上造价高，所以没有得到广泛应用。1969 年新一代工业控制设备——可程序逻辑控制器 PLC (Programmable Logic Controller) 应运而生。

第一台 PLC 是美国数字设备公司研制生产的，并成功地应用到美国通用汽车公司 (GM) 的生产线上。它既具有继电控制系统的外部特性，又有计算机的可编程性、通用性和灵活性，并开创了自动控制设备的新局面。由于当时技术所限，使用的器件集成度不高、器件数量多、体积大，只用来取代继电系统，在功能上仅限于执行继电控制逻辑、定时和计数等。

20 世纪 70 年代中期，随着大规模集成电路和微型计算机技术的发展，美国、日本、德国等把微处理器引入 PLC，使可程序逻辑控制器具有更多的计算机功能，不仅用软件编程取代了硬连线逻辑，还增加了数字运算、数据处理和数据通信功能，并且做到了小型化。在编程方面采用了面向生产、面向用户的语言，打破了以往必须具有计算机专业知识的人员使用计算机编程的限制，使广大工程技术人员以及具有电工知识的人员乐于接受和应用，所以得到了迅速而广泛的推广。20 世纪 80 年代国外工业界把引进了微处理器的可程序逻辑控制器正式命名为可程序控制器 (Programmable Controller，简称为 PC)。在我国一部分技术人员为了与个人计算机 (Personal Computer，简称 PC) 区别开来，仍把可程序控制器简称为 PLC。本教材中为了叙述方便，简称为 PLC。

1985 年 1 月，国际电工委员会对可程序控制器给出如下定义：“可程序控制器是一种数字运算的电子系统，专为工业环境下应用而设计。它采用可程序的存储器，用来在内部存储执行逻辑运算、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、模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可程序控制器及其有关设备，都应按易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩充的原则设计。”

可程序控制器的发展相当迅速，在发达国家的应用几乎覆盖所有工业企业行业，PLC 的销售额年增长率在 20% 以上，PLC 品种已多达数百种，世界上几十家著名的电气工厂都