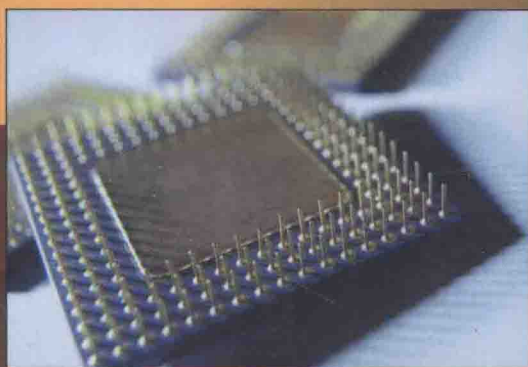


DIANGONG DIANGONG

全国中等职业技术学校电工类专业通用教材

可编程序控制器 及其应用



全国中等职业技术学校
电工类专业通用教材

可编程序控制器及其应用

劳动和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器及其应用/王国海主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2001
全国中等职业技术学校电工类专业通用教材

ISBN 7-5045-2985-0

I. 可…

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 (2001) 第 13391 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 唐云岐

*

新华书店经销

北京印刷集团有限责任公司印刷二厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11 印张 273 千字

2001 年 7 月第 1 版 2006 年 1 月第 10 次印刷

印数: 40100 册

定价: 15.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

说 明

为了更好地适应全国技工学校的教学需求，劳动和社会保障部培训就业司于1999—2000年组织全国有关学校的高级讲师、生产实习指导教师以及行业专家，对技工学校电工类专业的教学计划及相关课程的教学大纲进行了修订。根据新的教学计划和教学大纲，我们组织了相应教材的修订（新编）工作。

这次教材修订（新编）工作的重点主要在以下几个方面。

第一，坚持以能力为本位，重视实践能力的培养，突出职业技术教育特色。根据电工类专业毕业生所从事职业的实际需要，确定学生应具备的能力结构与知识结构。对教材内容的深度、难度作了较大程度的调整，较多地采用定性分析，弱化了定量分析计算。在保证学生具有必备的专业基础知识的同时，加强实践性教学内容，为培养学生的实际工作能力提供了条件。

第二，吸收和借鉴各地技工学校教学改革的成功经验，部分专业课教材的编写采用了理论知识与技能训练一体化的模式，使教材内容更加符合学生的认知规律，保证理论与实践的密切结合。

第三，大力更新教材内容，使之具有时代特征。根据科学技术发展对劳动者素质提出的新的要求，在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，体现教材的先进性。

第四，贯彻国家关于职业资格证书与学业证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识、技能要求，确实保证毕业生达到中级技能人才的培养目标。

这次教材的修订（新编）工作得到北京、上海、天津、辽宁、江苏、浙江、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、四川、陕西等省、市劳动和社会保障厅（局）以及有关学校的大力支持，我们表示诚挚的谢意。

劳动和社会保障部教材办公室

2001年4月

简 介

本书根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《可编程序控制器及其应用教学大纲》(2000)编写,供全国中等职业技术学校电工类专业使用。本书选用日本三菱公司生产的 FX 系列 PLC 作为典型机种,进行硬件和软件方面的介绍,主要内容有:可编程控制器的构成及工作原理、FX 系列可编程控制器的系统配置、基本指令及其编程、步进顺控指令、功能指令、可编程控制器应用及上机指导等。

本书也可作为职工培训教材及技术工人更新知识的自学用书。

本书由王国海、沈蓬编写,王国海主编;张毓麟、陈志新审稿,张毓麟主审。

目 录

绪论	(1)
第一章 可编程控制器的构成及工作原理	(4)
§ 1—1 可编程控制器的结构	(4)
§ 1—2 可编程控制器控制系统的组成	(7)
§ 1—3 可编程控制器的工作原理与编程语言	(11)
§ 1—4 可编程控制器的性能指标与分类	(14)
习题	(16)
第二章 FX 系列可编程控制器的系统配置	(17)
§ 2—1 FX 系列可编程控制器的基本构成	(17)
§ 2—2 辅助继电器与特殊继电器	(21)
§ 2—3 定时器与计数器	(24)
习题	(31)
第三章 基本指令及其编程	(32)
§ 3—1 基本指令介绍	(32)
§ 3—2 可编程控制器编程的基本规则	(49)
§ 3—3 编程实例	(53)
习题	(65)
第四章 步进顺控指令及其编程	(69)
§ 4—1 顺序控制及状态流程图	(69)
§ 4—2 步进顺控指令及编程方法	(73)
§ 4—3 编程实例	(89)
习题	(95)
第五章 功能指令	(99)
§ 5—1 功能指令的基本格式	(99)
§ 5—2 常用功能指令简介	(102)
§ 5—3 编程实例	(118)
习题	(129)

第六章 可编程控制器应用举例.....	(132)
§ 6—1 可编程控制器组成的控制系统实例.....	(133)
§ 6—2 可编程控制器使用中应注意的问题.....	(149)
习题.....	(151)
附录.....	(153)
附录 1 编程器及其使用	(153)
附录 2 实验指导	(163)

绪 论

一、可编程序控制器的发展概况

可编程序控制器 (Programmable Controller, 简称 PC), 是在继电顺序控制基础上发展起来的以微处理器为核心的通用自动控制装置。

20 世纪 60 年代以前, 用以对工业生产进行自动控制的最先进的装置就是继电控制盘, 这对当时生产力的发展确实发挥了很大的作用, 但以继电控制盘为核心元件的自动顺序控制系统有许多固有的缺陷。一是这种系统利用布线逻辑来实现各种控制, 需要使用大量的机械触点, 系统运行的可靠性较差; 二是当生产的工艺流程改变时要改变大量的硬件接线, 为此要耗费许多人力、物力和时间; 三是功能局限性大; 四是体积大、耗能多。这些缺陷大大限制了它的应用范围。当人类历史跨入 20 世纪 60 年代后, 在工业生产中迫切需要一种使用方便灵活、运行安全可靠、功能完善的新一代自动控制装置。电子技术和计算机技术的发展为此提供了有力的硬件支持。

1968 年, 美国通用汽车公司为了增强其产品在市场竞争力, 不断更新汽车型号的需要, 率先提出采用可编程序的逻辑控制器取代硬件接线的控制电路的设想, 并对外公开招标。1969 年第一台可编程序的逻辑控制器 (Programmable Logical Controller, 简称 PLC) 问世了。PLC 的最大特点是控制过程以程序方式存放在存储器内, 只要修改存储器中的程序就能改变生产工艺的控制过程, 而不需要对硬件连线作多大的改变。改变程序的方式要比改变硬件连线的方式容易得多, 所以 PLC 很快就被其他行业所采用。

随着电子技术和计算机技术的迅猛发展, 集成电路的体积越来越小, 功能越来越强。20 世纪 70 年代初, 微处理机问世, 70 年代后期, 微处理机被运用到 PLC 中, 使 PLC 的体积大大缩小, 功能大大加强, 更多地具有计算机的功能。PLC 采用了微电脑技术后就正式更名为 PC, 即可编程序控制器, 现在人们普遍称可编程序控制器为 PLC 是为了避免与广泛使用的个人计算机的简称 PC 相混淆, 本教材中考虑到习惯问题, 仍将可编程序控制器简称为 PLC。

1969 年美国通用汽车公司将第一台可编程序的逻辑控制器投入生产线中使用, 取得了满意的效果, 引起了世界各国的关注。继日本、德国之后, 我国于 1974 年开始研制可编程序控制器。目前全世界已有数百家生产可编程序控制器的厂家, 产品种类已达 300 多种。可编程序控制器无论在应用范围还是控制功能上其发展都是始料未及的, 远远超出了当时的设想和要求, 目前可编程序控制器正朝着智能化、网络化方向发展。

二、可编程序控制器的功能特点

PLC 是电子技术、计算机技术与继电逻辑自动控制系统相结合的产物。它不仅充分发挥了计算机的优点, 以满足各种工业生产过程自动控制的需要, 同时又照顾到一般电气操作人员的技术水平和习惯, 采用梯形图或状态流程图等编程方式, 使 PLC 的使用始终保持大

众化的特点。

PLC 可以用于单台机电设备的控制，也可用于生产流水线的控制。使用者可根据生产过程和工艺要求编制控制程序。程序运行后，PLC 就根据现场输入信号（按钮、行程开关、接近开关或其他传感信号），按照预先编入的程序对执行机构（如电磁阀、电动机等）的动作进行控制。

PLC 的型号繁多，各种型号的 PLC 功能不尽相同，但目前的 PLC 一般都具有下列功能：

(1) 条件控制 PLC 具有逻辑运算功能，它能根据输入继电器触点的与 (AND)、或 (OR) 等逻辑关系决定输出继电器的状态 (ON 或 OFF)，故它可代替继电器进行开关控制。

(2) 定时控制 为满足生产工艺对定时控制的要求，一般 PLC 都为用户提供足够的定时器，如三菱 FX2 型 PLC 共有 256 个定时器。所有定时器的定时值可由用户在编程时设定，即使在运行中定时值也可被读出或修改，使用灵活，操作方便。

(3) 计数控制 为满足对计数控制的需要，PLC 向用户提供上百个功能较强的计数器，如 FX2 型 PLC 可向用户提供 241 个计数器。其中 6 个高速计数器，121 个电池后备计数器。所有计数器的设定值可由用户在编程时设定，且随时可以修改。

(4) 步进控制 步进顺序控制是 PLC 的最基本的控制方式，但是许多 PLC 为方便用户编制较复杂的步进控制程序，设置了专门的步进控制指令。如 FX2 型 PLC 中拥有上千个状态元件，为用户编写较复杂的步进顺控程序提供了极大的方便。

(5) 数据处理 PLC 具有较强的数据处理能力，除能进行加减乘除四则运算甚至开方运算外，还能进行字操作、移位操作、数制转换、译码等数据处理。

(6) 通信和联网 由于 PLC 采用了通信技术，可进行远程的 I/O 控制。多台 PLC 之间可进行同位链接 (PLC Link)，还可用计算机进行上位链接 (Host Link)，接受计算机的命令，并将执行结果告诉计算机。一台计算机与多台 PLC 可构成集中管理、分散控制的分布式控制网络，以完成较大规模的复杂控制。

(7) 对控制系统的监控 PLC 具有较强的监控功能，它能记忆某些异常情况或在发生异常情况时自动终止运行。操作人员通过监控命令，可以监视系统的运行状态，可以改变设定值等，方便了程序的调试。

可编程序控制器被认为是真正的工业控制计算机，在工业自动控制系统中占有极其重要的地位，最重要的原因是它具有如下独特的优点：

(1) 可靠性高 可编程序控制器的平均无故障时间可达几十万小时，这是一个难以置信的数字，也就是说，一台可编程序控制器可连续运行 30 多年不出故障，大概到目前为止没有一种工业控制设备有如此高的可靠性。一般来说，可编程序控制系统中发生的故障绝大多数是由传感器、执行器等外围部件所造成的。有些公司已公布不将可靠性作为一项指标了，因为对可编程序控制器来说，这一指标已无多大意义。

(2) 编程方便 对一般电气控制线路，可采用梯形图编程，这种编程方式与实际电路原理图非常接近，即使是普通的工人，也能在较短的时间内掌握。

对于较复杂的控制系统，为简化编程，许多型号的可编程序控制器都设置了步进顺控指令、流程图指令、功能指令等指令系统，大大加快了系统开发速度。

从硬件方面来说，使用可编程序控制器时，其输入输出的接线只需一把螺钉旋具即可完

成，而不需自制特殊的接口电路，一般在实验室编程模拟调试后，在现场很快就能安装调试成功。

(3) 对环境要求低 可编程序控制器可在较大的温度、湿度变化范围内正常工作，抗震动、抗冲击的性能好，对电源电压的稳定性要求较低，特别是抗电磁干扰能力强，因此可用在较恶劣的工业环境中。这一点较之一般单片机控制系统尤为突出。

(4) 与其他装置配置连接方便 可编程序控制器与其他装置、配置的连接基本都是直接的。

输入量可以是开关量也可以是模拟量。对于开关量，输入可以是无源触点（如按钮等）或集电极开路的晶体管输出（如接近开关等）。对于模拟量，只要模拟信号电平在一定的范围内（通常为 10 V 或 20 mA），就可以按要求自由设置转换特性，而不需要另外进行电平转换，甚至可直接接收热电偶的输出信号。

输出驱动外部电路，有继电器、晶闸管、晶体管等几种不同形式，可直接接各种不同类型的负载。

对于数据通信，只须同轴电缆和普通 RS232 或 RS422 接口即可，而不必由用户来考虑数据通信方面的技术问题。

可编程序控制器是一种综合性能优异的新一代自动控制装置。可编程序控制器的应用是当今中等职业技术学校电工专业学生应掌握的新技术之一，因此本课程是电工专业一门重要的专业课。通过本课程的学习，应了解可编程序控制器的基本构成和工作特点，熟悉基本指令及其编程方法，了解以可编程序控制器为核心的控制系统的组成和编程技巧。结合实验操作，还应对可编程序控制系统的组成及运行等有较全面的了解，巩固和加深对课堂所学知识的理解，提高实际操作技能和分析解决问题的能力，以适应科学技术的发展对技术工人的要求。

本课程的实践性和技术理论性都很强，学习时应注重理论联系实际，在熟悉基本指令编程方法的基础上，深入学习步进指令及功能指令的编程方法，循序渐进。

第一章 可编程控制器的构成及工作原理

可编程控制器作为自动控制系统中的一个核心部件，要使它能在控制系统中充分发挥其功能，就必须了解可编程控制器的结构及其工作原理。本章主要介绍可编程控制系统的组成，可编程控制器的结构、工作原理等，并对可编程控制器的编程语言、性能指标作简要介绍。

§ 1—1 可编程控制器的结构

可编程控制器的硬件组成与微型计算机相似，其主机由 CPU、存储器、输入/输出接口、电源等几大部分组成。此外根据用户的需要而配备的各种外部设备如编程器、图形显示器、微型计算机等都可通过通信接口与主机相连。

图 1—1 是可编程控制器的硬件结构示意图。

一、中央处理器

中央处理器简称为 CPU。与一般计算机一样，CPU 是核心，在整机中起到类似于人的神经中枢的作用，对可编程控制器的整机性能有着决定性影响。随着微电子技术的迅速发展，单片机以其体积小、可靠性和性能价格比高等优势受到了人们的特别关注，目前大多数小型 PLC 都用 8 位或者 16 位单片机作 CPU。

单片机本身包含了一台计算机必需的部件，如：CPU，存储器 RAM、ROM，I/O 接口，时钟

CTC 等。有的单片机还带有 A/D、D/A 转换器，内部资源十分丰富。单片机在 PLC 中的功能分成两部分，一部分是对系统进行管理，如自诊断、查错、信息传送、时钟、计数刷新等，另一部分是读取用户程序、解释指令、执行输入输出操作等。

二、存储器

可编程控制器的存储器分为系统程序存储器和用户存储器两种。

1. 系统程序存储器

系统程序存储器用来存放制造商为用户提供的监控程序、模块化应用功能子程序、命令解释程序、故障诊断程序及其他各种管理程序。

系统程序直接影响着 PLC 的整机性能。系统程序需要永久保存在 PLC 中，不能因关机、停电或其他部分出现故障而改变其内容。因此，制造商都将系统程序固化在只读存储器 ROM 中，作为机器的一部分提供给用户，用户无法改变系统程序的内容。

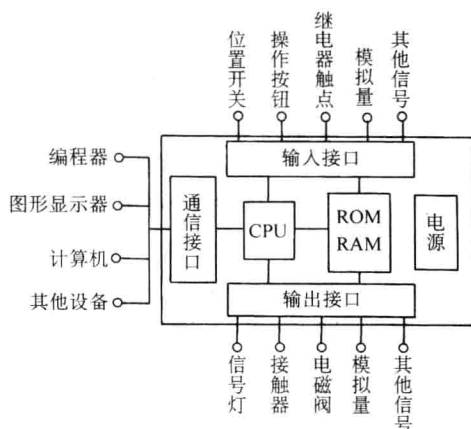


图 1—1 PLC 的硬件结构示意图

2. 用户存储器

用户存储器是专门提供给用户存放程序和数据的，所以用户存储器通常又分为用户程序存储器和数据存储器两个部分。

用户存储器有 RAM、EPROM、E²PROM 三种类型。随机存储器 RAM 一般都是 CMOS 型的，耗电极微。在可编程控制器中，通常都用锂电池作后备，这样在失电时也不会丢失程序。为防止由于错误操作而损坏程序，在程序调试完成后，还可用 EPROM 或 E²PROM 将程序固化。EPROM 的缺点是在写入和擦除时都必须要用专用的写入器和擦除器，用户使用很不方便，所以目前用得最多的是 E²PROM，它采用电擦除的方法，写入和擦除时只需编程器即可，而不用其他专用装置。

用户程序存储器用来存放用户编写的应用程序。通常情况，PLC 的控制对象有一定的稳定性，所以控制内容和相应的控制程序也是相对稳定不变的。根据这一特点，调试成熟的用户程序一般都存储在 EPROM 或 E²PROM 中，如果需要改变程序就需要重写或更换 EPROM 或 E²PROM。

数据存储器用来存放控制过程中需要不断改变的信息，如输入/输出信号、各种工作状态、计数值、定时值、运算的中间结果等。这些数据在 PLC 运行期间总是不断改变的，只能用可以随意读写的随机存储器 RAM 来存放。

三、输入接口电路

输入输出信号有开关量、模拟量、数字量三种类型，用户涉及最多的是开关量，所以本教材主要介绍开关量接口电路。

可编程控制器的一大优点是抗干扰能力强。在可编程控制器的输入端，所有的输入信号都是经过光电耦合并经 RC 电路滤波后才送入 PLC 内部放大器的。采用光电耦合和 RC 滤波的措施后能有效地消除环境中杂散电磁波等造成的干扰，而且光耦的输入输出具有很高的绝缘电阻，能承受 1 500 V 以上的高压而不被击穿，所以 PLC 中的这种抗干扰手段已为其他电路所采用。

图 1—2 是采用光电耦合的开关量输入接口电路原理图。图中，当现场开关闭合时，光耦中的发光二极管因有足够的电流流过而发光，光耦输出端的光敏三极管导通，A 点为高电平，经反相器反相后 B 点为低电平，LED 因有电流流过而发光。LED 用于指示相应的输入接点状态，其发光时表明相应的输入接点处在接通状态。

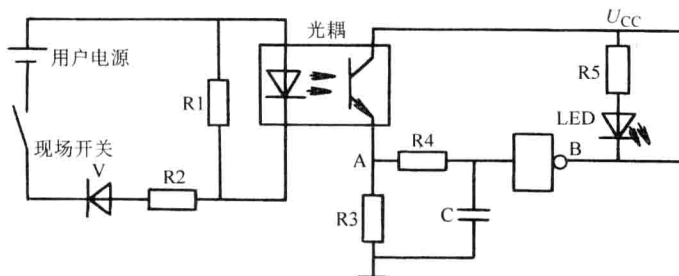


图 1—2 输入接口电路

分析图 1—2 可知，开关量输入接口电路的主要参数是输入电流。现场开关闭合时，必须有足够的电流流入光耦输入端，使光敏三极管完全导通；而当现场开关断开时，必须保证

流入光耦输入端的电流足够小，以保证光耦输出端的光敏三极管可靠截止。不同型号的 PLC 对输入可靠动作的电流都有明确规定，使用时不可草率。

四、输出接口电路

可编程控制器的输出有三种形式：一种是继电器输出，一种是晶闸管输出（SSR 型），一种是晶体管输出。

1. 输出接口电路的隔离方式

继电器输出型是利用继电器线圈与输出触点，将 PLC 内部电路与外部负载电路进行电气隔离；SSR 输出型是采用光控晶闸管，将 PLC 的内部电路与外部负载电路进行电气隔离；晶体管输出型是采用光电耦合器将 PLC 内部电路与输出晶体管进行隔离的。无论哪种隔离方式都能有效地防止因外部电路故障而波及到内部电路，保证 PLC 的输出安全可靠。

2. 输出接口电路的主要技术参数

(1) 响应时间 响应时间是表示 PLC 输出器件从 ON 状态转变为 OFF 状态，或从 OFF 状态转变为 ON 状态所需要的时间。继电器型响应时间最长，从输出继电器的线圈通电或断电到输出触点 ON 或 OFF 的响应时间均为 10 ms；SSR 型从光控晶闸管获得驱动信号或失去驱动信号到晶闸管完全导通或完全截止的时间在 1 ms 以下；晶体管型从光耦获得驱动信号或失去驱动信号到输出晶体管完全导通或完全截止的时间在 0.2 ms 以下（24 V、200 mA 时）。

(2) 输出电流 继电器型具有较大的输出电流，一般对电压为 AC 250 V 以下的电路驱动纯电阻负载的能力为 2 A/点，晶闸管型和晶体管型输出电流都较小。具体参数不同型号的 PLC 有所不同，使用时应认真阅读产品说明书。特别应该注意的是，对于感性负载，由于在断开的瞬间会产生较高的自感电势，因此在考虑 PLC 的输出电流时应留有余地。此外对交流电路中的感性负载应在负载两端并接 RC（一般 R 取 120 Ω ，C 取 0.1 μF ）浪涌吸收电路，对直流电路中的感性负载要在负载两端并接续流二极管（图 1—3）。

(3) 开路漏电流 开路漏电流指 PLC 输出处于 OFF 状态时，输出回路中的电流。继电器型输出为 OFF 时没有漏电流。晶闸管输出型由于在 PLC 内部与输出晶闸管并联了 RC 吸收支路，故将引起开路漏电流，此开路漏电流可能使 PLC 外部所接的小型继电器保持吸合，应加以重视。晶体管输出型开路漏电流一般较小（100 μA 以下），一般不会造成输出误动作。

3. 输出公共端

PLC 的输出端子有两种接法：一种是输出端无公共端，每一路输出都是各自独立的；另一种是若干路输出构成一组，共用一个公共端，各组的公共端用编号区分如 COM1、COM2…，各组公共端间相互隔离。

对共用一个公共端的同一组输出，必须用同一电压类型和同一电压等级，但不同的公共点组可使用不同的电压类型和电压等级。如假设输出端每四个分为一组，共用一个公共端，Y0~Y3 共用 COM1，Y4~Y7 共用 COM2，Y0~Y3 使用的电压可以为 AC 220 V，Y4~Y7 使用的电压可以为 DC 24 V。

4. 输出连接举例

图 1—3 所示为各路独立的输出方式，图 1—4 所示为每四路输出共用一个公共端的输出方式。

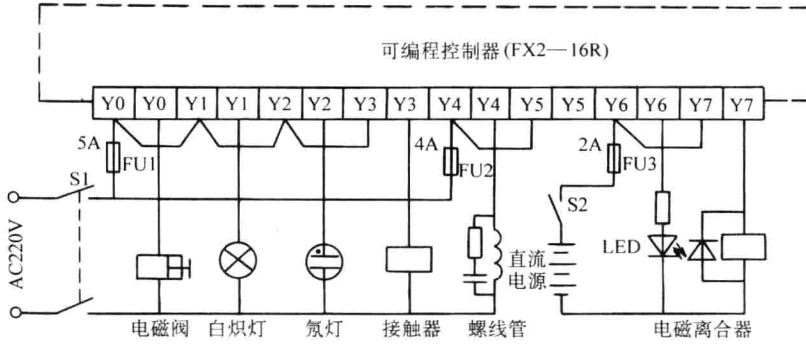


图 1—3 各路输出独立的输出方式

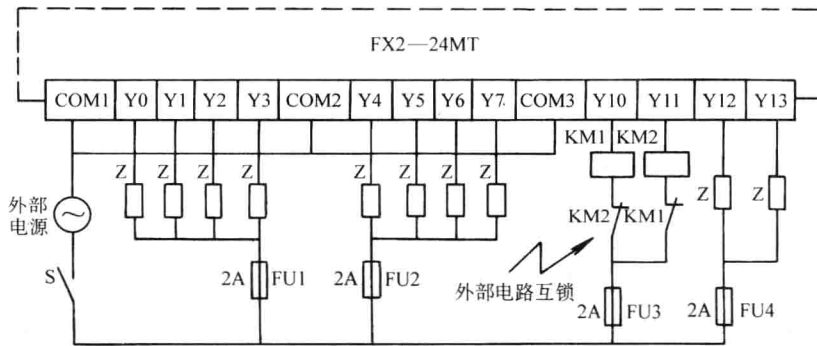


图 1—4 每四路共用一个公共端的输出方式

五、电源

一般小型 PLC 的电源输出分为两部分。一部分供 PLC 内部电路工作，另一部分用于向外提供给现场传感器等工作。与其他电子设备一样，电源是非常重要的部分，它的性能如何将直接影响 PLC 的功能和可靠性。

PLC 对电源的基本要求是：

- (1) 能有效控制、消除电网电源带来的各种噪声。
- (2) 不会因电源发生故障而导致其他部分产生故障。
- (3) 能在较宽的电压波动范围内保持输出电压稳定。
- (4) 电源本身的功耗应尽可能低，以降低整机的温升。
- (5) 内部电源及 PLC 向外提供的电源与外部电源间应完全隔离。
- (6) 有较强的自动保护功能。

目前 PLC 都采用开关电源，性能稳定、可靠。对数据存储单元常采用锂电池作断电保护后备电源，锂电池的工作寿命大约为 5 年。

§ 1—2 可编程控制器控制系统的组成

一、可编程控制系统的组成

以可编程控制器为核心单元的控制系统的称为可编程控制系统。可编程控制系统一般由控

制器、编程器、信号输入部件、输出执行部件等组成，如图 1—5 所示。

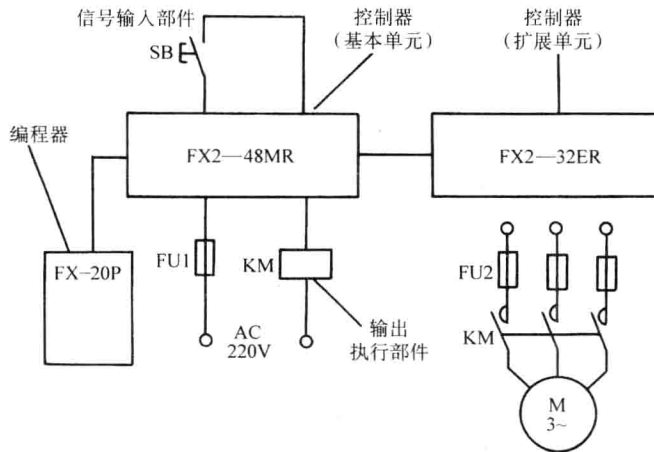


图 1—5 PLC 控制系统的组成

二、可编程控制系统中各部分的作用

1. 控制器

控制器是控制系统的核心，它将逻辑运算、算术运算、顺序控制、定时、计数等控制功能以一系列指令形式存放在存储器中，然后根据检测到的输入条件按存储的程序，通过输出部件对生产过程进行控制。例如，在图 1—5 所示的控制系统中，控制器用扫描方式检测输入部件 SB 是否闭合，而 SB 闭合只是一个外部条件，即输入条件，在这个条件的作用下电动机 M 将如何运转，这又由预先编制的程序决定。因此，检测输入部件的状态如何、输出部件将以怎样的方式工作等都是控制器的职能。

通常所说的控制器一般多指基本单元。在基本单元的输入输出点数不够时，可增加扩展单元。有时只需增加输入点数或输出点数，可采用增加扩展模块的方法。扩展单元与基本单元的最大区别是，基本单元内有 CPU 与存储器，扩展单元没有，因此基本单元是控制系统必须具有的装置。扩展模块与扩展单元的区别是，扩展模块内部没有电源，必须由基本单元或扩展单元提供。

2. 编程器

编程器是开发、维护可编程自动控制系统不可缺少的外部设备。各生产厂家都为自己的 PLC 系列产品开发专用的编程器，所以不同系列的可编程控制器其编程器一般是不能通用的。

编程器在系统中的作用是：对可编程控制器进行编程、发出命令和监视可编程控制器的工作状态等。所以，编程器的工作方式有下列三种：

(1) 编程方式 编程器在这种方式下可以把用户程序送入 PLC 主机的内存，也可对原有的程序进行显示、修改、插入、删除等编辑操作。

(2) 命令方式 此方式可对 PLC 发出各种命令，如向 PLC 发出运行、暂停、出错复位等命令。

(3) 监视方式 此方式可对 PLC 进行检索，观察各个输入、输出点的通、断状态和内部线圈、计数器、定时器、寄存器的工作状况及当前值，也可跟踪程序的运行过程，对故障进行监测等。

目前常用的编程器有手持式简易编程器、便携式图形编程器和微型计算机等。其中手持式简易编程器（参见附录图 1—2）价格低、体积小、使用最普及，特别适用于一般自动控制系统的编程和现场调试。便携式图形编程器体积较手持式大，其优点是显示屏大，一屏可显示多行梯形图，但由于性价比不高，使它的应用和发展受到了很大的限制。用微型计算机编程是最直观、功能最强大的一种编程方式，它可以在微型计算机上直接用梯形图编程或用指令编程，并且可对梯形图和指令进行相互转换，编好的程序可直接存入计算机的硬盘或软盘中，如果需要也可将程序打印输出。利用计算机编程的最大优点是可以充分利用计算机的硬件资源，降低编程器的成本，提高程序的可读性。如三菱公司产的 FX 系列可编程控制器配接 RS232 转换后，在计算机中运行 MELSEC - MEDOC 软件即可实现上述功能。

3. 信号输入部件

信号输入部件是指安装在现场的按钮、行程开关、接近开关，以及各种传感器等。信号输入部件的作用是接收系统的运行条件，并将这些条件传送给 PLC。

工程中用得最多的是按钮、行程开关、接近开关等输入部件，但现在已有许多系列的可编程控制器能接收温度、压力等传感器送出的模拟量，这是可编程控制器能在自控领域得到迅速发展的重要因素。

4. 输出执行部件

输出执行部件是指接触器，以及安装在现场的电磁阀等，其作用是在 PLC 输出驱动下控制设备的运行。输出执行部件是 PLC 的直接控制对象。

三、可编程控制系统的特点

可编程控制器作为一种通用的自动控制装置，它在控制系统中具有一些独特的优点。例如，在不改变系统硬件接线的情况下，通过改变程序的办法，可改变被控对象的运行方式，这在继电器控制系统中是无法实现的。PLC 所具有的这一特点大大提高了控制系统的灵活性，特别对那些需要经常改变生产工艺的自动流水线有着重大的实际意义。可编程控制器的上述特点可通过如下例子来说明。

图 1—6 所示是物料传送系统电气控制原理图，其功能是：带料斗的小车在 A 处装满物料后，按下小车前进按钮 SB1，小车前进，到达 B 处时撞块压合行程开关 SQ1，小车停止运动；卸完物料后，按下后退按钮 SB2，小车后退，退至 A 处，撞块压合行程开关 SQ2，小车停止运动，等待下一次送料。为了提高生产效率，现要求将原控制电路改为自动控制，具体改造的要求是：

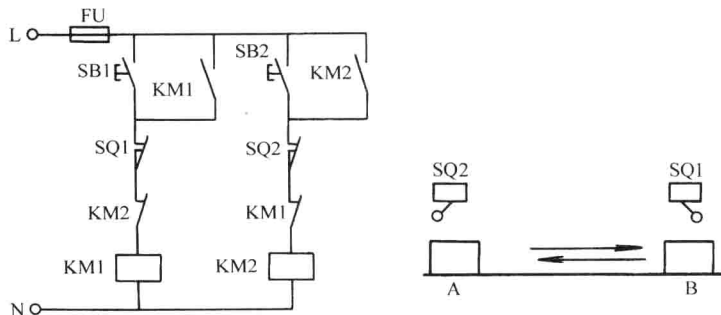


图 1—6 物料传送系统电气控制原理图

- (1) 按启动按钮后，小车即开始在 A、B 间作自动往复运动；
- (2) 在 A、B 处分别停留适当的时间，此时间可调整，以适应装卸物料的需要；
- (3) 每送完 10 车，小车就停在 A 处准备下一次循环。

图 1—7 所示是根据上述改造要求而设计的控制电路。采用继电器控制方式作这样的技术改造势必要在硬件上作较大的改变（线路的改动、器件的增加等）。如果采用 PLC 控制系统，同样是完成上述要求的技术改造，只需改编程序即可，而在硬件接线上可以不变。图 1—8a 所示

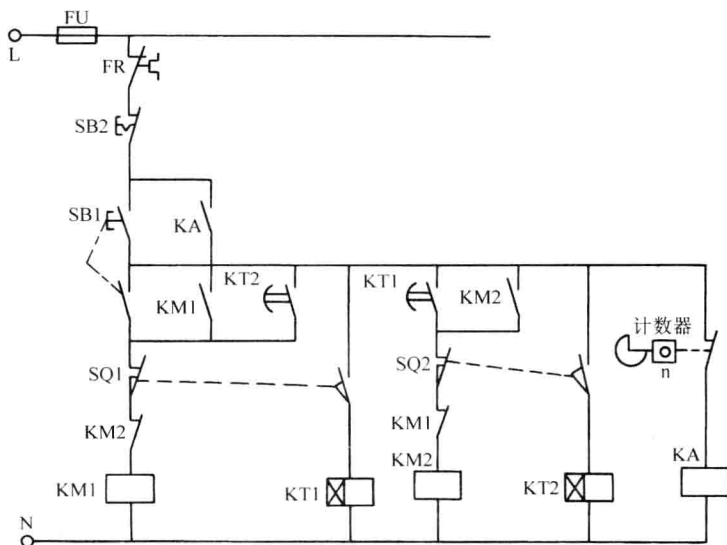


图 1—7 功能改变后的物料传送系统电气控制原理图

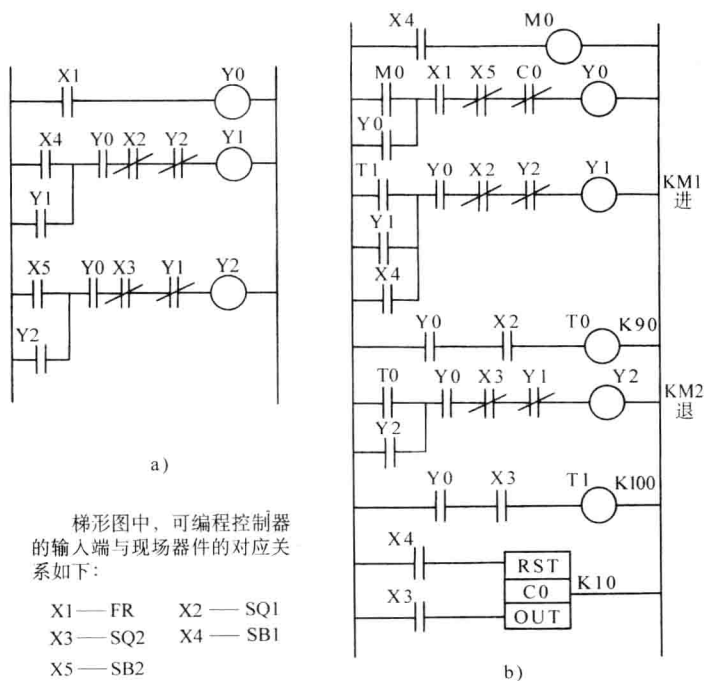


图 1—8 梯形图