

电气工程及自动化应用丛书

PLC

技术与应用

● 程 周 主编

福建科学技术出版社

华北水利水电学院图书馆



208619921

电气工程及其自动化应用丛书

TP332.3

C798

PLC

技术与应用

● 程周 主编



福建科学技术出版社

861992

图书在版编目(CIP)数据

PLC 技术与应用/程周编著. —福州:福建科学技术出版社,2004. 1
(电气工程及自动化应用丛书)
ISBN 7-5335-2253-2

I. P… II. 程… III. 可编程序控制器
IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 079012 号

书 名	PLC 技术与应用 电气工程及自动化应用丛书
作 者	程周
出版发行	福建科学技术出版社(福州市东水路 76 号,邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福建新华印刷有限公司
开 本	720 毫米×980 毫米 1/16
印 张	14.75
字 数	290 千字
版 次	2004 年 1 月第 1 版
印 次	2004 年 1 月第 1 次印刷
印 数	1—4 000
书 号	ISBN 7-5335-2253-2/TN·293
定 价	22.00 元

书中如有印装质量问题,可直接向本社调换

编辑的话

——写在《电气工程及自动化应用丛书》出版之时

经济全球化的大潮，已使我国跻身制造大国，并逐步成为世界制造中心之一。在这期间，以电子信息技术为代表的高新技术迅猛发展，带动和提升了传统的工业技术产业，新技术、新设备不断涌现。同时，这也引起现代社会职业岗位结构的调整，产生了一些技术含量较高的新岗位，并对人才的结构、素质和能力提出了新要求。

电气工程及自动化技术，一端承接着信息技术革命最新的成果，另一端服务于几乎所有的工业部门，是当今最为活跃的技术领域之一。其从业者更需要不断汲取新知识、新技术，不断提高分析能力、创新能力和实践能力。我们编辑出版这套《电气工程及自动化应用丛书》，就是为从事这一领域的工程技术人员及相关专业的院校师生提供一套实用的新技术读本。他们有一定的专业理论基础，更希望获得新技术资料，以及指导工程实践的经验。因而本丛书采取理论从略、应用从详的原则，“淡化”理论知识，“强化”实际技能，从工程实例入手，重点介绍电气工程及自动化领域中的实用技术和新产品应用，将理论与实践紧密结合起来，以提高读者的分析能力和动手能力。我们的努力能否获得预期的效果，还有待时间的检验。

本丛书现已出版《PLC 技术与应用》、《变频器控制技术与应用》、《电气控制技术与应用》、《电机技术与应用》、《电力电子技术与应用》、《数控编程与加工工艺》等六种，今后我们还将根据技术的发展与需求，进一步出版新的图书品种，也希望广大专家学者、工程技术人员提出建议，共同参与编写，为推广普及电气工程与自动化新技术而努力。

前 言

可编程序控制器 (Programmable Controller) 是伴随计算机技术而迅速发展、广泛普及和应用的新型工业自动控制装置。它以微型计算机为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术,在工业生产的程序控制和过程控制中显示出极大的优越性,是当今发达国家工业自动控制的标准设备。

在控制功能方面,可编程序控制器与单片机或通用微机相比,其工作更可靠,且编程简单、使用方便、应用设计和调试周期短,能在恶劣的工业环境下和强电系统一起工作,很容易实现机电一体化。由于可编程序控制器具有较大灵活性和可扩展性,因此被广泛应用在机械制造、冶金、化工、交通、电子、纺织、印刷、食品加工、建筑等工业领域。

本书以欧姆龙的 C 系列 P 型机和 CPM1A 系列机为例,重点介绍其指令系统、编程技术与系统设计方法、应用实例、系统的安装与接线、故障的诊断与排除等。

本书由安徽省职业技术学院程周主编,桂树国编写了第二章,周海鹏编写了第三章。全书图稿由杨林国、马斌绘制。在本书编写中,得到了常辉、周洪颖、李乃夫、周元一、郑晓峰等同志的大力帮助和支持,在此一并表示感谢。

因编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 5 月

目 录

第一章 PLC 的组成与工作原理

第一节 概述.....	(1)
一、什么是 PLC	(1)
二、什么是 PLC 的编程语言	(6)
三、PLC 与继电器-接触器控制系统的比较	(7)
第二节 PLC 的组成	(10)
一、PLC 的组成框图与中央处理器	(10)
二、存储器	(12)
三、输入/输出接口.....	(13)
四、其他部件	(16)
第三节 PLC 的工作原理	(17)
一、PLC 的循环扫描工作方式	(18)
二、PLC 的 I/O 滞后现象	(19)
第四节 PLC 的技术与性能指标	(20)
一、PLC 的主要技术指标	(20)
二、OMRON 系列产品的主要性能指标	(22)
三、常见 PLC 的性能指标.....	(23)

第二章 欧姆龙 C 系列 P 型 PLC 的指令系统

第一节 结构与内部器件	(25)
一、结构特点	(25)
二、内部器件	(30)
第二节 基本指令	(34)
一、指令的格式、逻辑符号和编程操作	(34)
二、使用注意事项	(35)
三、基本指令的编程格式	(36)
四、编程实例	(38)
第三节 专用(功能)指令	(43)
一、指令的格式、逻辑符号和编程操作	(43)
二、使用注意事项	(45)

三、专用指令的编程格式	(49)
四、编程实例	(52)

第三章 欧姆龙 CPM1A 系列 PLC 的指令系统

第一节 结构与内部器件	(64)
一、结构特点	(64)
二、内部器件	(75)
第二节 基本指令	(85)
第三节 应用指令	(85)
一、常用的应用指令	(85)
二、数据传送和数据比较指令	(86)
三、数据移位和数据转换指令	(88)
四、数据运算指令	(92)
五、子程序控制指令	(95)
六、高速计数器控制指令	(96)
七、脉冲输出控制	(99)
八、中断控制指令	(100)
九、步进控制指令	(103)
十、特殊指令	(104)

第四章 PLC 的编程与系统设计

第一节 编程技术	(105)
一、基本编程原则	(105)
二、程序的简化	(107)
三、基本功能电路	(111)
四、I/O 点数扩展技术	(117)
第二节 系统设计方法	(123)
一、设计步骤	(123)
二、顺序控制设计法	(125)
三、其他设计法	(131)

第五章 欧姆龙编程器及其使用

第一节 PRO15 编程器及其应用	(139)
一、PRO15 编程器	(139)
二、PRO15 编程器的使用	(141)
第二节 PRO01 编程器及应用	(148)

一、PRO01 编程器	(148)
二、PRO01 编程器的使用	(150)

第六章 PLC 的应用实例与系统接线

第一节 PLC 的应用实例	(160)
一、自动生产线产品检查	(160)
二、生产线检测瓶签	(161)
三、顺序起、停多台电机控制	(162)
四、仓库自动超声、光电控制门	(164)
五、自动送料小车控制	(165)
六、分段传送带电动机控制	(166)
七、轧钢机钢坯轧制	(167)
八、自动售货机控制	(169)
九、折板机控制	(171)
十、十字路口交通灯控制	(175)
十一、专用机床的控制	(182)
十二、搬运机械手控制	(184)
十三、三种液体自动混合控制	(191)
第二节 欧姆龙 PLC 的安装与系统接线	(195)
一、C 系列 P 型机的硬件安装	(195)
二、C 系列 P 型机的系统接线	(199)
三、CPM1A 的系统接线	(201)

第七章 PLC 系统故障的诊断与排除

第一节 PLC 故障的分类及诊断方法	(208)
一、PLC 常见故障的分类	(208)
二、PLC 故障的类型及诊断方法	(210)
三、锂电池的维护	(213)
第二节 PLC 的硬件故障诊断与排除	(213)
一、系统硬件故障诊断与排除	(213)
二、CPU 单元的故障诊断与排除	(217)
三、I/O 单元的故障诊断与排除	(218)
四、PLC 的噪声故障	(221)
参考文献	(224)

第一章 PLC 的组成与工作原理

在现代化的生产设备中，各种控制装置是由开关量、脉冲量以及模拟量进行控制的。例如起停电机、开闭电磁阀、对产品计数以及对温度、压力、流量等工艺参数的设定与控制等，过去是用继电器或分立的电子线路来实现的，而生产的发展又向自动控制设备提出了通用性强、易于修理、可靠性高以及价格低廉等要求。传统控制设备采用的固定接线法等存在着许多局限性，难以适应各项新的控制要求，为此可编程序控制器便应运而生。

第一节 概述

一、什么是 PLC

(一) PLC 的特点

可编程序控制器简称 PC，它经历了可编程序矩阵控制器 PMC、可编程序顺序控制器 PSC、可编程序逻辑控制器 PLC 和可编程序控制器 PC 几个不同时期。为与个人计算机 (PC) 相区别，很多企业和学术著作中仍沿用可编程序逻辑控制器 (PLC) 这个老名字。在本书中我们约定，PLC 是可编程序控制器 (Programmable Controller) 的简称。

PLC 是一种数字运算的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器，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。PLC 及其有关设备，都是按易与工业控制器系统联成一体、易于扩充功能的原则设计。

PLC 是一种以微处理技术为基础，将控制处理规则存储于存储器中，应用于以控制开关量为主或包括控制参量在内的逻辑控制、机电运动控制或过程控制等工业控制领域的新型工业控制装置。

PLC 采用面向控制过程、面向现场问题的“自然语言”进行编程，具有十分灵活的控制方式。伴随着大规模集成电路的迅速发展，微处理器技术和通讯技术的迅速提高，PLC 技术的发展正逐步成为工业生产自动化三大支柱 (PLC 技术、机器人技术和 CAD/CAM 技术) 之一，在当前和未来的工业控制中起到重要作用。

今后的 PLC 将主要朝着超小型、专用化、低价格、高速多功能和分布式自动化网络方向发展。其特点如下：

1. 抗干扰能力强，可靠性高

在继电器控制系统中，器件的老化、脱焊、触点的抖动以及触点的电弧等现象是不可避免的，所以系统的可靠性不高，且维修工作耗资费时。而在 PLC 控制系统中，大量的开关动作由无触点的半导体电路完成，且在硬件和软件方面都采取了强有力的措施，使产品具有极高的可靠性和抗干扰能力，故 PLC 可以直接安装在恶劣的工业环境现场而稳定地工作。

PLC 在硬件和软件方面主要采取以下措施来提高其可靠性。

(1) 采用光电隔离措施，可有效隔离输入/输出间、内部与外部电路间的联系，减少故障和误动作。

(2) 对电源变压器、CPU、编程器等主要部件均采用严格措施进行屏蔽，以防外界干扰。PLC 主机的输入电源和输出电源均可以相互独立，对供电系统及 I/O 线路采用了较多的滤波环节。供电电路中多用 LC、 π 型滤波电路，对高频干扰有良好的抑制作用，可有效地减少电源之间的干扰。

(3) 采用循环扫描工作方式，进一步提高抗干扰能力。

(4) 内部采用“监视器”电路，当检测到故障情况时，立即把状态存入寄存器，并以软、硬件配合对寄存器进行封闭，禁止对寄存器的任何操作，以防止寄存器内容被破坏；一旦检测到外界环境正常，便可恢复到故障前的状态，继续原来的处理工作。

(5) 采用密封防尘抗震的外壳封装及内部结构，可适用于恶劣环境。

(6) 一般 PLC 产品可抗 1kV、 $1\mu\text{s}$ 的窄脉冲干扰，提高了其平均无故障工作时间。

2. 采用模块化组合结构

PLC 采用模块化组合结构，使系统构成十分灵活，可根据需要任意组合，易于维修，易于实现分散式控制，可缩短平均修复时间。

3. 软件功能强

PLC 内部包括时序电路、计数器、主继电器、移位寄存器及中间寄存器等，能够方便地实现延时、锁存、比较、跳转和强制 I/O 等功能。PLC 可进行逻辑运算、算术运算、数据转换、顺序控制、顺序模拟运算、显示、监控、打印及报表生成等功能，并具有完善的输入、输出系统，能适应各种形式的开关量和模拟量的输入、输出控制，还可以与其他计算机系统和控制设备共同组成控制系统，实现成组数据传送、矩阵运算、闭环控制、排序与查表、函数运算及快速中断等功能。

4. 灵活性和通用性强

继电器控制系统的控制电路要使用大量的控制电器，需要通过人工布线、焊接、组装来完成电路的连接，如果工艺要求稍有改变，控制电路必须随之相应变动，耗时且费力。PLC 是利用存储在机内的程序实现各种控制功能的，因此当控制功能改变时只需修改程序即可，极少甚至不必改动外部接线。一台 PLC 可以用

于不同的控制系统中，只需改变其中的程序，其灵活性和通用性是继电器控制电路所无法比拟的。

5. 编程语言简单易学

虽然 PLC 是以微型计算机技术为核心的控制装置，但是不要求使用者精通计算机方面复杂的硬件和软件知识。大多数 PLC 采用类似继电器控制电路的“梯形图”语言编程，清晰直观，简单易学。

6. 使用维护方便

PLC 的输入、输出接口是已按不同需求做好的，可直接与控制现场的设备相连接。输入接口可以与各种开关、传感器连接；输出接口具有较强的驱动能力，可以直接与继电器、接触器、电磁阀等连接。不论是输入接口或输出接口，使用都很简单。PLC 具有很强的监控功能，利用编程器、监视器或触摸屏等人机界面可对 PLC 的运行状态、内部数据进行自诊断和监控，可以迅速查到故障并及时给予排除。

(二) PLC 的应用领域

1. 开关量的逻辑控制

PLC 的开关量逻辑控制已逐步取代传统的继电器逻辑控制装置，应用于单机或多机控制系统以及自动化生产线上。PLC 控制开关量的能力很强，所控制的输入、输出点数，少则几十点，多的可达到几百、几千、甚至几万点。由于 PLC 能联网，所以点数几乎不受限制，所控制的逻辑包括组合、时序、延时、高速计数等。用 PLC 进行开关量控制的领域包括冶金、机械、纺织、轻工、化工等。

2. 模拟量的闭环控制

对于模拟量的闭环控制系统，要有模拟量的输入输出点，以便采样输入和调节输出，实现过程控制中的 PID 调节或模糊控制调节，形成闭环系统。PLC 系统能实现对温度、流量、压力、位移、速度等参量的连续调节与控制。常用的模拟量 I/O 模块，不仅可以实现 A/D 和 D/A 转换，还可以进一步构成闭环，实现 PID 过程调节。而针对 PID 闭环调节，又有专门的模块，往往还引入了智能控制。目前除大型机、中型机具有此功能外，一些公司的小型机也具有这种功能，如 OMRON 公司的 CQM1 机和松下电工的 FP1 机等。

3. 数字量的智能控制

PLC 具有接收和输出高速脉冲的功能，再配备相应的传感器（如旋转编码器）或脉冲伺服装置（如环型分配器、功放、步进电机），其控制系统就能实现数字量的智能控制。较高级的 PLC 还专门开发了数字控制模块、运动单元模块等，可实现曲线插补功能。新型的运动控制单元，能够对步进电动机或伺服电动机进行单轴或多轴的位置控制。

4. 数据处理

PLC 具有数据传送、排序、查表搜索、位操作以及逻辑运算、函数运算、矩

阵运算等多种数据采集、分析、处理的功能。有些公司将 PLC 的数据处理功能与计算机数值控制 (CNC) 设备的功能紧密结合在一起, 开发了用于 CNC 的 PLC 产品。

PLC 可在控制现场进行数据采集, 目前较普遍采用的方法是 PLC 加上触摸屏, 既可随时观察采集下来的数据, 又能及时进行统计分析。有的 PLC 本身就具有数据记录单元, 如 OMRON 公司的 C200H α , 可利用一般的便携计算机的存储卡, 插入到该单元中保存采集到的数据。

5. 通信

随着网络的发展和计算机集散控制系统的逐步普及, PLC 的网络化通信产品被大量推出。这些产品解决了 PLC 之间、PLC 与其扩展部分之间、PLC 与上级计算机之间或其他网络间的通信问题, 实现由上位计算机对 PLC 的管理或编程。PLC 也能与智能仪表、智能执行装置 (如变频器等) 进行联网和通信, 互相交换数据并实施 PLC 对其的控制。有些公司还开发了专门的网络产品, 如 A-B 公司的高速数据通道 DH 和 DH+、SIEMENS 公司的 SINEC 局域网等。通过这些产品, 可将 PLC、计算机、各种外设组成局域网, 环网可套非环网, 环网与环网可桥接, 网间的结点可直接或间接接地、通信和交换信息。

PLC 具有强大的联网通信功能, 把 PLC 分布到控制现场, 实现各 PLC 控制站间的通信以及上、下层间的通信, 从而实现分散控制、集中管理的目的。这样的系统实际上就是 PCS (过程控制系统) 系统。有的企业把全厂的自动化系统组成通信网络, 从而组成计算机集成制造系统。

(三) PLC 的分类

PLC 的种类很多, 其实现的功能、内存容量、控制规模、外形等方面均存在较大差异。因此, PLC 的分类没有严格的统一标准, 这里只是按照其结构形式、控制规模、应用领域等进行大致分类。

1. 按结构分类

PLC 按其硬件的结构形式可以分为整体式和组合式。整体式 PLC 外观上是一个长方形箱体, 又称箱体式 PLC。组合式 PLC 在硬件构成上具有较高的灵活性, 其模块可以像积木一样进行组合, 构成具有不同控制规模和功能的 PLC, 因此它又称为模块式 PLC。

(1) 整体式 PLC。整体式 (箱体式) PLC 的 CPU、存储器、输入输出都安装在同一机体内, 如欧姆龙 (OMRON) 公司的 C20P、C40P、CPM1A、CPM2A 等产品。它们的特点是结构简单、体积小、价格低、输入输出点数固定、实现的功能和控制规模固定, 但灵活性较低。

(2) 组合式 PLC。组合式 (模块式) PLC 采用的是总线结构, 即在一块总线底板上有若干个总线槽, 每个总线槽上可安装一个 PLC 模块, 不同的模块实现不同的功能。PLC 的 CPU 和存储器设计在一个模块上, 有时把电源也放在这一模块

上，该模块在总线上的安装位置一般是固定的。其他模块可根据 PLC 的控制规模、实现的功能选择安装在总线板的其他任一总线槽上。组合式 PLC 的特点是系统构成的灵活性较高，可构成具有不同控制规模和功能的 PLC。

2. 按控制规模分类

PLC 的控制规模主要是指开关量的输入输出点数及模拟量的输入输出路数，但主要以开关量的点数计数。模拟量的路数可折算成开关量的点数，一般一路模拟量相当于 8~16 点开关量。根据 I/O 控制点数的不同，PLC 大致可分为微型机、小型机、中型机、大型机及超大型机。

(1) 微型机：控制点数在 100 点以下，如 OMRON 的 C 系列 P 型机等。

(2) 小型机：控制点数在 250 点左右，如 OMRON 的 CMP2A 系列等。

(3) 中型机：控制点数在 500~1000 点左右，如 OMRON 的 C200H 机（约 700 点）、C200Ha 机（约 1084 点）等。

(4) 大型机：控制点数在 1000 点以上，如 OMRON 的 C1000H 机（约 1024 点）、C2000H 机（约 2048 点）等。

(5) 超大型机：控制点数可达上万吨，甚至几万吨。如美国通用电气（GE）的 90-70 机，其控制点数可达 24000 点以上。

3. 按应用领域分类

PLC 不仅应用于工厂，而且已渗透到产业界的每个角落，其应用领域包括机械、食品、造纸、运输、水处理、高层建筑、公共设施、农业和娱乐业等，如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 PLC 的应用领域

机械	食品	造纸
机床	仓库控制	包装纸输送线
自动生产机械	配料控制	瓦楞纸冲装机
自动装配机	包装机控制	自动包装机
运输	水处理	建筑
传送带生产线控制	水滤清控制	楼房空调控制
装载输送机控制	上下水道控制	楼房防灾警报设备控制
吊车控制	废液处理控制	立体停车场控制
公共设施	农业	娱乐业
隧道排气控制	喷灌控制	照明控制
垃圾处理设备控制	喷水控制	霓虹灯控制
过滤、清洗设备控制	温室控制	剧场舞台的自动控制

二、什么是 PLC 的编程语言

PLC 的程序结构为典型的块式结构，应用软件的形成只需要编辑这个过程，其余由系统软件自动完成。利用编程器的按键、显示和内部编辑、监控等软件的支持，可使 PLC 程序的调试变得容易。因此，一般 PLC 编程语言的主要特点有：图形化指令结构；明确的变量和常数；简化的程序结构；应用软件形成过程简便；程序调试容易等。

不同厂家 PLC 的编程语言各不相同，大致有梯形图语言和语句表语言两大类，有的 PLC 还支持流程图 CSF 语言编程。

(一) 梯形图语言

梯形图语言采用的图形与实际继电器接触器控制系统的控制线路图相似，具有很强的直观性和形象感。简单的 PLC 逻辑控制系统的梯形图与有触点的电气原理图几乎没有差别。图 1-1-1 所示为电气原理图与 PLC 梯形图的比较，其中图 (a) 是带有自

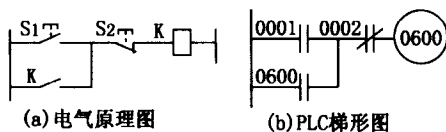


图 1-1-1 电气原理图与 PCL 梯形图

锁触点的线圈控制原理图，图 (b) 则是相应的 PLC 梯形图。

由图可见，在电气原理图中，线圈 K 通电与否（数据逻辑通电为“1”，断电为“0”）取决于开关 S_1 、 S_2 及触点 K 的接通或断开（逻辑关系）。要使线圈 K 通电（为“1”），必须使 S_1 或 K 动作闭合（为“1”），且 S_2 复位，其常闭触点闭合（复位为“0”，但常闭触点表示逻辑非，即“0”的非为“1”，表示闭合）。在 PLC 梯形图中，要使输出线圈 0600 输出高电平，则内部存储器单元 0001 存储的值应为“1”或 0600 存储的值为“1”，且 0002 存储的值则应为“0”，才能继续保持线圈 0600 的值为“1”。线圈 0600 的值为“1”，则可以通过输出接口输出高电平，从而使外部线圈通电。这说明 PLC 的梯形图可以通过执行程序对内部数据存储器单元存储的数值进行逻辑运算，从而实现原理图中需要硬件开关及触点才能实现的控制功能。

(二) 语句表语言

PLC 的语句表语言采用助记符来表示，一般由操作码和操作数组成。操作码表示的是指令需要完成的操作功能，操作数为变量或常数。

例如，将图 1-1-1 (b) 所示梯形图用语句表语言来表示，其程序如下：

序号	指令	数据（地址）	说明
1	LD	0001	将动合触点 0001 与母线相连
2	OR	0600	并联动合触点 0600
3	AND-NOT	0002	串联动断触点 0002
4	OUT	0600	输出 0600 线圈
5	END		程序结束

三、PLC 与继电器-接触器控制系统的比较

PLC 控制系统比传统的继电器-接触器控制系统更为灵活、简单，具有软件支持和面向现场等特点。下面以三相异步电动机的正、反转控制为例，将二者进行对照比较。本例主要是为了让读者对 PLC 有一个较具体的认识，实际 PLC 的控制功能远不止本例的内容。

图 1-1-2 所示为三相异步电动机正、反转电气控制电路。在图 1-1-2 (b) 所示控制电路中，由动合、动断触点构成电动机正、反转的互锁控制。

如果使用 PLC 控制系统完成上述工作，其主电路与图 1-1-2 (a) 完全一样，无需任何改动。不同之处在控制电路，可由 PLC 构成控制电路（称为 I/O 配线），如图 1-1-3 所示。

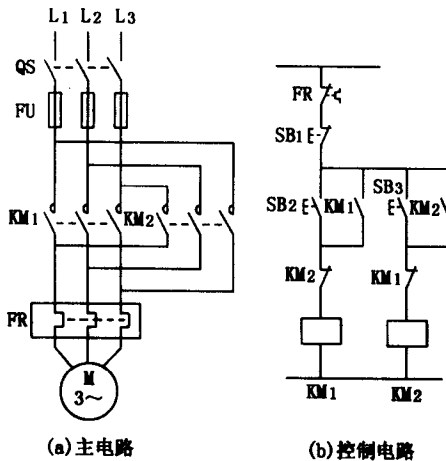


图 1-1-2 三相异步电动机正、反转控制电路

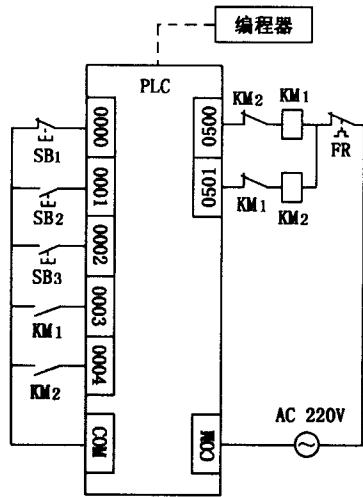


图 1-1-3 三相异步电动机正、反转控制 I/O 配线

图 1-1-3 中，按钮 $SB_1 \sim SB_3$ 和接触器 KM_1 、 KM_2 的动合触点连接到 PLC 的输入端（输入点）0000~0004 上，接触器 KM_1 、 KM_2 线圈连接到 PLC 输出端（输出点）0500、0501 上。这些只是 PLC 的硬件连接，还必须将编写好的程序输入到 PLC 内部，其程序用指令表见表 1-1-2。

考虑到指令形式的程序不便于阅读，所以目前广泛采用的是一种称为梯形图的程序，上述 14 条指令可用如图 1-1-4 所示的梯形图表示。

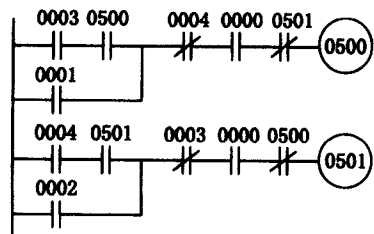


图 1-1-4 正、反转控制的梯形图

由图可知，当 0001 为“1”（常开触点 SB₂ 闭合）、0004 为“0”（常开触点 KM₂ 断开）、0000 为“1”（常闭触点 SB₁ 闭合）、0501 为“0”（输出线圈断开）时，0501 输出为“1”（KM₁ 输出为“1”）；或当 0003 为“1”（常开触点 KM₁ 闭合）、0500 为“1”（自锁）、0004 为“0”（常开触点 KM₂ 断开）、0000 为“1”（常闭触点 SB₁ 闭合）、0501 为“0”（输出线圈断开）时，0500 为“1”。

表 1-1-2 图 1-1-3 的程序指令表

地址	指令	数据	说明
0000	LD	0003	将动合触点 0003 与母线相连
0001	AND	0500	串联动合触点 0500
0002	OR	0001	并联动合触点 0001
0003	AND-NOT	0004	串联动断触点 0004
0004	AND	0000	串联动合触点 0000
0005	AND-NOT	0501	串联动断触点 0501
0006	OUT	0500	输出 0500 线圈
0007	LD	0004	将动合触点 0004 与母线相连
0008	AND	0501	串联动合触点 0501
0009	OR	0002	并联动合触点 0002
0010	AND-NOT	0003	串联动断触点 0003
0011	AND	0000	串联动合触点 0000
0012	AND-NOT	0500	串联动断触点 0500
0013	OUT	0501	输出 0501 线圈

图 1-1-2 (b) 所示正、反转控制电路极易发生电弧短路故障，即该电路只有电气互锁，而没有机械互锁，因此将其改进如图 1-1-5 所示。图 1-1-5 (a) 采用复合按钮解决方案，图 1-1-5 (b) 采用增设中间继电器解决方案。与图 1-1-2 相比，显然这两种方案都必须改变原来控制电路的配线，这项工作对本例来说还不算复杂。但如果控制对象是一条大型流水线或较复杂的控制系统，更改配线的工作量就十分庞大，甚至有些控制系统与其更改配线，不如重新安装。

采用 PLC 控制系统时，对外部硬件电路无需更改，即保持图 1-1-3 所示 I/O 配线的原样，只要改变指令表中若干指令，就能达到防止电弧短路的功能，其指令见表 1-1-3。该指令表对应的梯形图如图 1-1-6 所示。

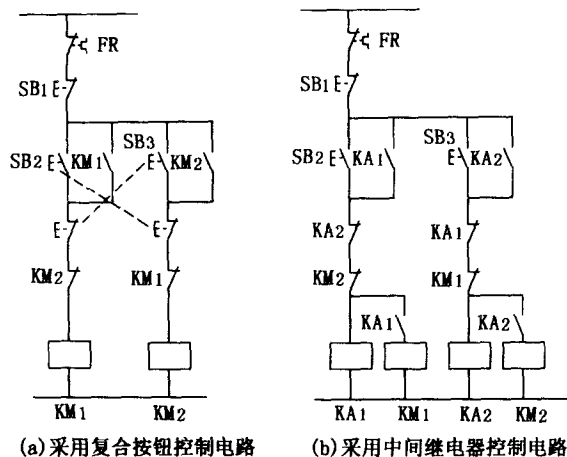


图 1-1-5 防止电弧短路的控制电路

表 1-1-3 图 1-1-6 的程序指令表

地址	指令	数据	地址	指令	数据
0000	LD	0000	0010	LD	0002
0001	TIM	00 # 0010	0011	TIM	01 # 0010
0002	LD	0003	0012	LD	0004
0003	AND	0500	0013	AND	0501
0004	OR	TIM00	0014	OR	TIM01
0005	AND NOT	0004	0015	AND NOT	0003
0006	AND NOT	0002	0016	AND NOT	0001
0007	AND	0000	0017	AND	0000
0008	AND NOT	0501	0018	AND NOT	0500
0009	OUT	0500	0019	OUT	0501

对照图 1-1-4 和图 1-1-6 以及它们对应的指令表可知，防止电弧短路功能的实现在 PLC 控制中只是增加了几条指令，但并不改变线路的连接，而程序的更改很简单，只要操作编程器的键盘，在现场就能很快完成。

在此要强调的是，上述正、反转控制实例并不能完全体现 PLC 的强大功能，只是为了说明 PLC 在使用中其软件控制的灵活和方便，这是传统的继电器-接触器控制系统无法做到的。