

自动化技术入门与应用实例系列书

欧姆龙系列PLC

程周 编著

入门与应用实例

- “淡化”理论知识
- “强化”实际技能
- 以实际案例为基础
- 重点介绍新技术、新产品的应用



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

自动化技术入门与应用实例系列书

欧姆龙系列PLC 入门与应用实例

程 周 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

PLC 控制作为电气工程技术领域中重要的组成部分,是电气工程技术人員必須掌握的内容。本书强调这项技术的工程性、应用性,对阅读本书的电气工程技术人員在业务上提高一个层次是十分有效的。

本书分别介绍了欧姆龙系列 PLC 的组成与工作原理、欧姆龙系列 PLC 的结构与内部器件、欧姆龙系列 PLC 的指令系统、CPM1A 系列 PLC 的指令系统、PLC 应用技术、PLC 系统的设计、欧姆龙系列 PLC 工业控制应用实例、欧姆龙编程器及其使用、欧姆龙 PLC 的安装与系统接线。本书是作者多年实践和教学的总结,语言通俗易懂,结构清晰、简洁,并配以丰富的图例与表例,使读者学习起来轻松便捷,且能应用于实践,有较强的实用性。

本书可供工矿企业、设计和科研单位的工程技术人员使用,也适合于大专院校以及高级职业教育的有关电气自动化和机电一体化等专业的师生参考,或作为有关专业人员的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

欧姆龙系列 PLC 入门与应用实例/程周编著. —北京: 中国电力出版社, 2009

(自动化技术入门与应用实例系列书)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 8130 - 5

I. 欧… II. 程… III. 自动化技术 IV. TP2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 187316 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 4 月第一版 2009 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 365 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

自动化技术入门与应用实例系列书 《欧姆龙系列PLC入门与应用实例》

《欧姆龙系列 PLC 入门与应用实例》为“自动化技术入门与应用实例系列书”之一。本书基本特色是：对理论知识做“淡化”处理；对实际技能做“强化”处理；以具体的“案例”为基础，分析线路工作原理，解剖故障发生的原因。

本书从实际出发，从欧姆龙系列 PLC 的基础讲起，逐步深入到其在工业控制中的应用实例，可作为电气工程技术人員学习 PLC 技术、提高业务素质的有益读本。

可编程序控制器（programmable controller，简称 PLC）是伴随着计算机技术的发展而迅速发展、广泛普及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，是当今工业发达国家自动控制的标准设备。

在控制功能方面，PLC 与单片机或通用微机相比，工作更可靠，编程十分简单，经过短时间培训就可以熟练编写程序。另外，PLC 使用非常方便，应用设计和调试周期短，又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 PLC 具有较大灵活性和可扩展性，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。

目前我国正处于引进、消化、仿制可编程序控制器阶段，推广、应用 PLC 技术，并进一步消化、吸收、研制、生产国有化 PLC，是一项有意义的工作。

本书编写重点是对欧姆龙系列 PLC 在生产过程中的实际应用进行介绍，考虑到应用 PLC 时必需的基础知识，所以对指令系统的内容也作了比较充实的介绍。总之，这是一本以“技术”与“应用”为主体的，面向工程技术人员，介绍新技术、新产品、新工艺的读本。

本书由程周任主编。在编写过程中常辉、杨林国提供了部分技术应用资料，另外还得到了周洪颖、李乃夫、周元一、郑晓峰的大力帮助和支持，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

2008 年 10 月

目 录

自动化技术入门与应用实例系列书 欧姆龙系列PLC入门与应用实例

前 言

第一篇 PLC 技术入门

第一章 绪论	1
第一节 PLC 的产生与发展	1
一、PLC 名称的由来	1
二、PLC 的产生	1
三、PLC 的发展过程	2
四、PLC 的发展趋势	3
第二节 PLC 的特点、应用与分类	4
一、PLC 的特点	4
二、PLC 的应用领域	5
三、PLC 的分类	6
第三节 PLC 与继电器—接触器的比较	7
第二章 欧姆龙系列 PLC 的组成与工作原理	10
第一节 PLC 的组成	10
一、PLC 的组成框图与中央处理器 (CPU)	10
二、存储器	11
三、输入/输出接口	12
四、其他部件	14
第二节 PLC 的工作原理	15
一、PLC 的循环扫描工作方式	16
二、PLC 的 I/O 滞后现象	17
第三节 PLC 技术与性能指标	17
一、PLC 的主要技术指标	17
二、OMRON 公司 PLC 系列产品的主要性能指标	19
三、常见 PLC 的基本性能指标	20
第三章 欧姆龙系列 PLC 的结构与内部器件	21
第一节 欧姆龙 C 系列 P 型机的结构与特点	21
一、欧姆龙 C 系列 P 型机的外形结构	21
二、欧姆龙 C 系列 P 型机的技术指标	21
第二节 欧姆龙 C 系列 P 型机内部器件	24

一、输入、输出继电器	24
二、内部继电器	25
三、专用内部辅助继电器	27
四、定时器、计数器	27
第三节 欧姆龙 CPM1A 系列的结构与特点	27
一、欧姆龙 CPM1A 系列外形结构	27
二、I/O 扩展单元	29
三、编程工具	30
四、主机的技术指标	31
第四节 欧姆龙 CPM1A 系列的内部器件	35
一、内部继电器 (IR)	35
二、特殊辅助继电器 (SR)	35
三、暂存继电器 (TR)	37
四、保持继电器 (HR)	37
五、辅助记忆继电器 (AR)	38
六、链接继电器 (LR)	39
七、定时器/计数器 (TC)	39
八、数据存储区 (DM)	39
第四章 欧姆龙系列 PLC 的指令系统	44
第一节 基本指令	44
第二节 专用 (功能) 指令	55
第五章 CPM1A 系列 PLC 的指令系统	86
第一节 基本指令	86
第二节 常用的应用指令	90
一、IL/ILC 指令	90
二、JMP/JME 指令	90
三、定时器/计数器指令	91
第三节 数据传送和数据比较指令	92
一、数据传送指令	92
二、数据比较指令	96
第四节 数据移位和数据转换指令	98
一、数据移位指令	98
二、数据转换指令	102
第五节 数据运算指令	107
一、十进制运算指令	107
二、二进制运算指令	111
三、逻辑运算指令	113
第六节 子程序控制指令	114
一、子程序调用、子程序定义和子程序返回指令	114
二、宏指令	115

第七节 高速计数器控制指令	116
一、旋转编码器	116
二、高速计数器的计数功能	116
三、高速计数器的中断功能	117
四、高速计数器的控制指令	118
第八节 脉冲输出控制	119
第九节 中断控制指令	121
一、外部输入中断功能	121
二、间隔定时器的中断功能	122
三、中断的优先级	122
四、中断控制指令	123
第十节 步进控制指令	124
第十一节 特殊指令	126

第二篇 欧姆龙系列 PLC 应用实例

第六章 PLC 应用技术	128
第一节 编程原则	128
一、编程格式要求及注意事项	128
二、梯形图编程原则	128
第二节 基本电路的编程技术	131
第三节 输入/输出 (I/O) 点数扩展技术	136
一、扩展 (减少) 输入点的方法	136
二、扩展 (减少) 输出点的方法	140
第七章 PLC 系统的设计	142
第一节 顺序控制设计法	142
一、流程图的基本结构	142
二、流程图类型	143
三、流程图与梯形图的对应关系	145
四、根据流程图画梯形图	145
第二节 其他设计法	147
一、逻辑设计法	147
二、经验设计法	149
第八章 欧姆龙系列 PLC 工业控制应用实例	154
第一节 自动生产线产品检查	154
第二节 生产线检测瓶签	155
第三节 顺序启、停多台电动机控制	156
第四节 仓库自动超声、光电控制门	157
第五节 自动送料小车控制	158
第六节 分段传送带电动机控制	159

第七节 轧钢机钢坯轧制	160
第八节 自动售货机控制	161
第九节 折板机控制	163
第十节 十字路口交通灯控制	166
第十一节 专用机床的控制	171
第十二节 搬运机械手控制	174
第十三节 三种液体自动混合控制	180
第九章 欧姆龙编程器及其使用	184
第一节 PRO15 编程器及其应用	184
一、PRO15 编程器	184
二、PRO15 编程器的使用	186
第二节 PRO01 编程器及应用	192
一、PRO01 编程器	192
二、PRO01 编程器的使用	194
第十章 欧姆龙 PLC 的安装与系统接线	203
第一节 C 系列 P 型机的硬件安装	203
一、安装位置	203
二、安装环境	203
三、基本单元、扩展单元与安装尺寸	203
四、注意事项	205
五、解决干扰的对策	205
第二节 C 系列 P 型机的系统接线	206
一、电源与接地线	206
二、输入端接线	206
三、输出端接线	206
第三节 CPM1A 的系统接线	207
一、输入端接线	207
二、输出端接线	209
三、电源的连接	210
参考文献	211



第一篇

PLC 技术入门

第一章 绪 论

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。例如起停电动机、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。而随着生产的发展又向自动控制设备提出了通用性强、易于修理、可靠性强以及价格低廉等要求,但传统控制设备采用的固定接线法应用中存在着许多局限性和难以克服的缺点,难以适应各项新的控制要求,为此可编程序控制器(programmable controller)便应运而生。

第一节 PLC 的产生与发展

一、PLC 名称的由来

PLC 这一工业专用的计算机系统被国际电工委员会(IEC)命名为 programmable controller,因而被很多企业 and 学术论文简称为 PC。实际上,在可编程序控制器发展过程中,其功能在不断演化、完善,在不同时期有过几个不同的名称,它们是:

- (1) 可编程序矩阵控制器 PMC (programmable matrix controller)。
- (2) 可编程序顺序控制器 PSC (programmable sequence controller)。
- (3) 可编程序逻辑控制器 PLC (programmable logic controller)。
- (4) 可编程序控制器 PC (programmable controller)。

由于微机——个人计算机(personal computer)也简称 PC,所以就与可编程序控制器(PC)产生混淆,为了区别微机(PC),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。但从功能上来说,现在的 PLC 已经不是原来意义上的“PLC”了。所以在本书中约定,PLC 是可编程序控制器(programmable controller)的简称。

IEC 于 1985 年 1 月对 PLC 作如下定义: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,都应按易于与工业控制器系统联成一体,易于扩充功能的原则设计。

从技术角度出发,可以认为 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,应用于控制开关量为主或包括控制参数在内的逻辑控制、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。

二、PLC 的产生

在 20 世纪 60 年代,先进的科学技术逐渐进入到工业控制领域,以计算机技术、自动控制技

术和通信技术为标志的新技术日趋完善。此时尽管还是广泛使用继电器—接触器控制系统，但人们希望生产线上的产品能够不断翻新，同时又要尽可能少的对成千上万台生产专机和装配线的控制系统进行改造，因为这种改造需要随加工对象的不同而不断地变化。原来的控制系统都是由继电器搭成的，即是由无数根导线、触点和线圈组成的硬布线逻辑系统，要随时改变这种逻辑系统，其复杂程度、耗费的金钱和时间都让人望而却步。这时人们想到了计算机，它具有完备而通用的功能，灵活多变的系统结构和控制程序。如果能够将计算机功能和继电器控制系统的简单易学、操作方便、价格便宜等优点结合起来，制成一种通用控制装置，并将计算机编程方法和程序输入方式加以简化，形成具有简单易学的编程方法、灵活方便的操作方式和尽量低廉的价格等优势的系统，使不熟悉计算机的人也能方便地使用。

随着电子技术的发展和小型计算机的出现，人们开始设想小型计算机替代传统的继电器—接触器来实现工业生产的自动控制。美国通用汽车公司（GM）为了适应生产工艺的不断更新和汽车产品不断变化的需要，向传统的汽车生产设备控制方法挑战，于 1968 年公开提出汽车生产流水线控制系统的 10 项技术要求，并在社会上公开招标。这 10 项技术要求是：

- (1) 编程简单方便，可在现场修改程序。
- (2) 硬件维护方便，最好是插件式结构。
- (3) 可靠性高于继电器控制柜。
- (4) 体积小于继电器控制柜。
- (5) 可将数据直接送入管理计算机。
- (6) 在成本上可与继电器—接触器控制设备竞争。
- (7) 输入可以是交流 115V。
- (8) 输出为交流 115V/2A 以上，能直接驱动电磁阀。
- (9) 在扩展时，原有系统只需很小改动。
- (10) 用户程序存储器容量至少可扩展到 4KB。

1969 年，美国数据设备公司（DEC）研制出能满足上述 10 条要求的 PLC 样机，安装在美国特律市通用汽车（GM）公司的汽车装配线上，并获得成功应用，由此诞生了世界第一台 PLC。

PLC 采用面向控制过程、面向现场问题的“自然语言”进行编程，并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，微处理器技术和通信技术的迅速提高，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。

三、PLC 的发展过程

PLC 发展速度很快，它随计算机技术的发展而发展，大体可分为以下几个阶段：

1. 早期 PLC

早期 PLC 产品功能很简单，只有逻辑计算、定时、计数等功能，其硬件是以分立元件为主体，存储器是采用磁心存储器，存储容量也只有 1~2K。一般情况下一台 PLC 只能取代 200~300 个继电器组成的系统，其可靠性略高于继电器系统，但体积庞大。编程语言采用简化了的计算机编程指令。它是以准计算机形式出现，硬件结构是简化了的计算机结构，只在接口电路作了工业控制要求的变化。其显著特点是采用了面向问题、面向用户和接近“自然语言”的编程方式。

2. 功能进一步提高阶段

随着集成电路微处理器的开发成功，中小规模集成电路开始应用于工业化生产，PLC 技术也得到较大的发展。其逻辑功能增加了数据运算、数据处理、模拟量控制等；软件上开发出自诊

断程序,可靠性得到进一步提高,系统也开始标准化、系统化,结构开始有模块式和整体式的区分,整机功能从专用向通用过渡。PLC 的功能进一步扩展,使它的灵活性得到提高,成本降低,并为建立标准的编程语言奠定了基础。

3. 向专用工业计算机过渡阶段

单片计算机的出现,表示微处理器技术完全成熟。半导体存储器实现工业化生产,大规模集成电路的普遍使用使得 PLC 逐步演变成一种专用的工业计算机,功能方面增加了通信、远程 I/O 技术等。此时的 PLC 就功能和结构而言,一方面向大型化、规模化、多功能发展;另一方面向整体结构、小型化、低成本发展。随着面向过程的梯形图语言及以逻辑符号问世,PLC 更加具有了广阔的发展空间,在工业发达国家已开始 PLC 的普及化工作。

4. 标准化、系列化阶段

计算机网络技术的发展与普及,超大规模集成电路,超大规模门阵列电路的广泛使用,以及计算机工程工作站与大型软件包结合使 CAD/CAM (计算机辅助设计/辅助制造) 深入现代工业各环节。PLC 全计算机化,全面使用 8bit、16bit 的微处理器芯片,PLC 的功能进一步拓展和加强,高速计算、中断、A/D、D/A、PID (比例积分微分) 等功能引入 PLC。联网能力的提高使 PLC 既可以和上位的计算机联网,也可以下挂,组成多级集散系统。在软件方面,PLC 的梯形图语言和语句表(逻辑符号)语言基本标准化,顺序流程图语言(SFC 语言)也出现,与此同时国际电工委员会发表 PLC 草案,PLC 产品向更加规模化、系列化发展。

5. 软、硬件技术完全成熟阶段

进入 20 世纪 90 年代以来,PLC 已经全面使用 16bit 和 32 bit 的微处理芯片,速度提高 5~10 倍。系统程序中的逻辑运算等标准化功能使用超大规模门阵列电路固化技术,从而在扩大功能,提高速度的基础上又能技术保密。PLC 的 I/O 点数从 8 个到 32K 个都具有和计算机通信联网的功能,处理速度进一步提高。软件上使用容错纠错技术,高级指令可达二、三百条以上,使 PLC 具有强大的数值运算、函数运算和大批量数据处理能力;智能模块得到进一步开发,人机智能接口(I、O、P)和触摸式屏幕得到使用;除手执编程器外,价格昂贵的大型专用编程器已被笔记本计算机和功能强大的编程软件包代替。在这种情况下,国际电工委员会正式颁布 PLC 标准。

四、PLC 的发展趋势

随着微处理技术的发展,PLC 也得到了迅速发展,其技术和产品日趋完善。今后,PLC 将主要朝着以下两个方向发展:①是向超小型、专用化和低价格方向发展;②是向高速多功能和分布式自动化网络方向发展。总的趋势如下:

1. CPU 处理速度进一步加快

目前 PLC 的 CPU 与微型计算机的 CPU 相比,还处在比较落后的地步,将来会全部使用更高位数的芯片,实现多 CPU 并行处理、分时处理和分任务处理,实现各种模块智能化,这样 PLC 执行指令的速度将进一步提高。

2. 控制系统分散化

根据分散控制、集中管理的原则,PLC 控制系统的 I/O 模块将直接安装在控制现场,通过通信电缆或光纤与主 CPU 进行数据通信。这样使控制更有效,系统更可靠。

3. 可靠性进一步提高

随着 PLC 进入过程控制的领域,对 PLC 可靠性的要求进一步提高。硬件冗余的容错技术将进一步得到应用,不仅会有 CPU 单元冗余、通信单元冗余、电源单元冗余、I/O 单元冗余,而且整个系统都会实现冗余。

4. 控制管理功能一体化

为了满足现代化大生产的控制与管理的需要, PLC 将广泛采用计算机信息处理技术、网络通信技术和图形显示技术, 使 PLC 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体。

目前, 世界上一些著名电器生产厂家几乎都生产 PLC, 产品功能日趋完善、换代周期越来越短。网络进一步扩大 PLC 在工业自动化领域的应用范围, 适应大、中、小型企业的不同需要。我国从 20 世纪 70 年代中期开始研制 PLC, 1977 年, 我国采用美国 Motorola 公司的一位机集成芯片, 研制成功了国内第一台有实用价值的 PLC。此后, 在不断引进国外 PLC 生产线的同时, 积极开发国产 PLC。许多企业在 PLC 的应用方面进行了积极的探索, 取得了成功的经验和良好的效益。随着 PLC 产品性能价格比的不断提高, 中小型企业普及应用 PLC 的投资已经完全可以承受。可以预见, PLC 技术的推广应用会使我国的工业自动化水平产生一个革命性的飞跃。

第二节 PLC 的特点、应用与分类

在 PLC 的发展过程中, 一些发达国家一度认为当它完全采用微处理器技术后, 其本身的特色将会消失。实践证明, 采用微处理器的 PLC 更为优越, PLC 近阶段获得了更大的发展。

一、PLC 的特点

1. 抗干扰能力强, 可靠性高

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。继电器控制系统的维修工作耗资费时, 而在 PLC 控制系统中, 大量的开关动作是由无触点的半导体电路完成的, 加之 PLC 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。故此 PLC 可以直接安装在工业现场而稳定地工作。从国内使用 PLC 的实际情况来看, 平均无故障率可达到几万甚至几十万小时以上。因而 PLC 被誉为“专为适应恶劣的工业环境而设计的计算机”。

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) 输入、输出使用光电隔离, 这样可以有效地隔离输入/输出间电的联系, 而不致引起 PLC 的误动作。

(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 LC、 Π 型滤波电路对高频干扰有良好的抑制, 有效地减少了电源之间的干扰。

(3) 采用循环扫描工作方式, 进一步提高抗干扰能力。

(4) PLC 内部采用“监视器”电路, 当 PLC 在检测到故障情况时, 立即把状态存入寄存器, 并以软、硬配合方式对寄存器进行封闭, 禁止对寄存器的任何操作, 以防寄存器内容被破坏。这样一旦检测到外界环境正常后, 便可恢复到故障前的状态, 继续原来的处理。

(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) 采用光电隔离措施, 有效地隔离了内部与外部电路间的直接电联系, 有效地减少了故障和误动作。采用模块式结构的 PLC, 一旦某一模块有故障, 就可以迅速更换模块, 从而尽可能缩短系统的故障停机时间。

(7) 实验表明一般 PLC 产品可抗 1kV, 1 μ s 的窄脉冲干扰, 其平均无故障工作时间大大提高。

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。这种结构在缩短平均修复时间时起到非常重要的作用。

3. 软件功能强

PLC 的功能非常强大,其内部具备很多设备,如时序、计数器、主继电器、移位寄存器及中间寄存器,能够方便地实现延时、锁存、比较、跳转和强制 I/O 等功能。PLC 不仅可进行逻辑运算、算术运算、数据转换以及顺序控制,还可进行顺序模拟运算、显示、监控、打印及报表生成等,并具有完善的输入、输出系统。PLC 能够适应各种形式的开关量和模拟量的输入、输出控制,还可以和其他计算机系统、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。其致命的缺点是,如果工艺要求稍有改变,控制电路必须随之做相应的变动,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,在 PLC 控制的系统中,当控制功能改变时只需修改程序即可。PLC 外部接线改动极少,甚至可不必改动。一台 PLC 可以用于不同的控制系统中,只须改变了其中的程序。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,了解继电器控制线路的电气技术人员很容易接受。

6. 使用维护方便

PLC 不需要像用计算机控制那样在输入、输出接口上做大量的工作。PLC 输入、输出接口是已经按不同需求做好的,可直接与控制现场的设备相连接。如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

近些年来,随着微电子技术的发展,功能强大、价格低廉的元、器件不断涌现,促使 PLC 产品在功能不断完善的基础上成本不断下降。目前 PLC 的应用,已远远超越了早期仅用于开关量控制的领域,其应用范围日益扩大。

1. 开关量的逻辑控制

PLC 的开关量逻辑控制已经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生产线上。PLC 控制开关量的能力是很强的,所控制的输入、输出点数,少的几十点,多的可到几百、几千、甚至几万点。由于它能连网,所以点数几乎不受限制。所控制的逻辑问题可以是多种多样的,组合的、时序的、延时的、高速计数的等。

用 PLC 进行开关量控制的实例很多,如冶金、机械、纺织、轻工、化工,几乎所有的工业领域都会用到它。一般来说人们选用 PLC 的主要目的就是将其用于开关量的控制。

2. 模拟量的闭环控制

对于模拟量的闭环控制,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。这类 PLC 系统能实现对温度、流量、压力、位移、速度等参数的连续调节与控制。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 一类的生产过程调节。而针对 PID 闭环调节,又有专门

的模块,可以更方便地实施。这些产品,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。

3. 数字量的智能控制

利用 PLC 具有接收和输出高速脉冲的功能,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、步进电动机),PLC 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

现代的 PLC 已具有数据传送、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。目前还有不少公司,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。

由于 PLC 在控制现场实行控制,所以把控制现场的数据采集下来,做进一步分析研究是很重要的。对于这种应用,目前较普遍采用的方法是 PLC 加上触摸屏,这样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 。此时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 的网络化通信产品也大量被推出。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。更有一些公司,还为其 PLC 系统开发了专门的网络产品。这些网络产品,典型的有如 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、各种外设组成局域环网,环网还可套非环网,环网与环网还可桥接,网间的结点可直接或间接的接地通信、交换信息。

利用 PLC 的强大的联网通信功能,把 PLC 分布到控制现场,通过各 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 的分类没有一个严格的统一标准,只是按照结构形式、控制规模、实现的功能等进行大致的分类。

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,又称为箱体式 PLC。组合式 PLC 在硬件构成上具有较高的灵活性,其模块可以像积木似的进行组合,构成具有不同控制规模和功能的 PLC,因此这种 PLC 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、CMP1A、CMP2A 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若有若干个总线槽,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。其他的模块可根据 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 点左右，如 OMRON 公司的 C 系列 P 型机。
- (2) 小型机。控制点数在 250 点左右，如 OMRON 公司的 CMP2A 系列。
- (3) 中型机。控制点数在 500~1000 点左右，如 OMRON 公司的 C200H 机（约 700 点）。
- (4) 大型机。控制点数在 1000 点以上，如 OMRON 公司的 C1000H 机（约 1024 点），C2000H 机（约 2048 点）。
- (5) 超大型机。控制点数可达上万吨，甚至几万吨。如美国通用（GE）电气公司的 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，而且已深深地渗透到产业界的每个角落，应用领域在机械、食品、造纸、运货、水处理、高层建筑、公共设施、农业和娱乐业等。PLC 在应用领域分类情况见表 1-1。

表 1-1 PLC 在应用领域的分类情况

领 域	机 械	食 品	造 纸
应 用	机床 自动生产机械 自动装配机	仓库控制 配料控制 包装机控制	包装纸输送线 瓦楞纸冲装机 自动包装机
领 域	运 货	水 处 理	大 楼
应 用	传送带生产线控制 装载输送机控制 吊车控制	水滤清控制 上下水道控制 废液处理控制	楼房空调控制 楼房防灾警报设备控制 立体停车场控制
领 域	公 共 设 施	农 业	娱 乐
应 用	隧道排气控制 垃圾处理设备控制 过滤、清洗设备控制	喷灌控制 喷水控制 温室控制	照明控制 霓虹灯控制 剧场舞台的自动控制

第三节 PLC 与继电器—接触器的比较

为了进一步说明 PLC 控制系统比继电器—接触器控制系统更加灵活、简单，且拥有软件支持和面向现场的特点，以三相异步电动机正、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 (a)、(b) 所示为三相异步电动机正、反转电气控制电路。在图 1-1 (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，主电路与图 1-1 (a) 所示是完全一样的，不需要做任何改动，不同之处是控制电路采用 PLC 控制。由 PLC 构成的控制电路（称为 I/O 配线）如图 1-2 所示。

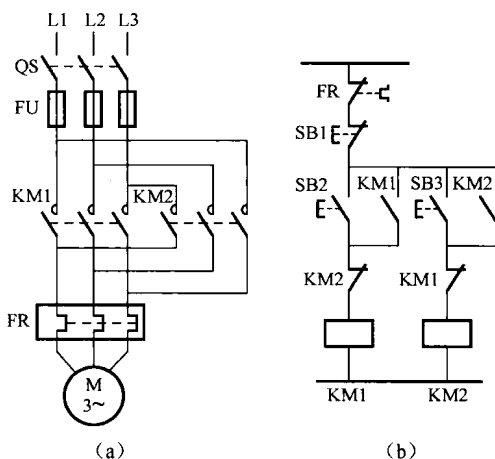


图 1-1 三相异步电动机正、反转控制电路

(a) 主电路；(b) 控制电路

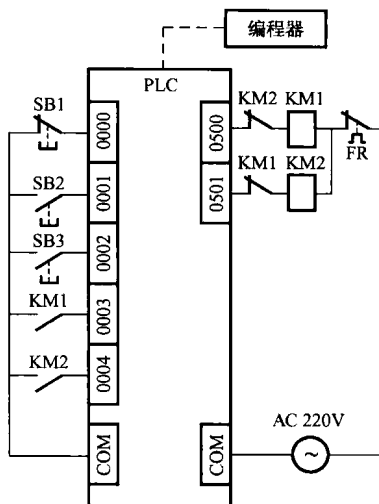


图 1-2 三相异步电动机正、反转控制 I/O 配线

图 1-2 所示中，开关按钮 SB1~SB3 和接触器动合触点连接到 PLC 的输入端（输入点）上，接触器 KM1、KM2 线圈连接到 PLC 输出端（输出点）上。这些只是 PLC 硬件连接，还必须把编写好的程序输入到 PLC 内部，其程序用指令表的形式表现见表 1-2。

表 1-2 正、反转控制程序指令

地 址	指 令	数 据	地 址	指 令	数 据
0000	LD	0003	0007	LD	0004
0001	AND	0500	0008	AND	0501
0002	OR	0001	0009	OR	0002
0003	AND NOT	0004	0010	AND NOT	0003
0004	AND	0000	0011	AND	0000
0005	AND NOT	0501	0012	AND NOT	0500
0006	OUT	0500	0013	OUT	0501

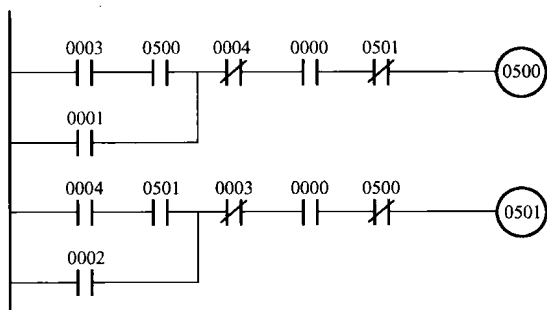


图 1-3 正、反转控制的梯形图

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 条指令用梯形图表示如图 1-3 所示。

考察图 1-1 (b) 正、反转控制电路发现，这种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，改进电路如图 1-4 所示。

图 1-4 (a) 采用复合按钮解决方案，图 1-4 (b) 采用增设中间继电器解决方案。与图 1-1 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显得更改配线的复杂，如果控制对象是一条大型流

水线或较复杂的控制系统时，就显得更改配线的工作量十分庞大。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，即图 1-2 所示 I/O 配线还保持原样，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 1-3。

表 1-3 防止电弧短路的程序指令

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

该指令表对应的梯形图如图 1-5 所示。

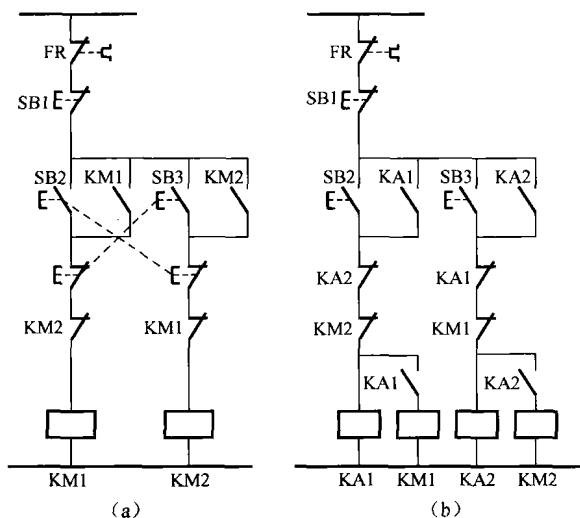


图 1-4 防止电弧短路的控制电路

(a) 采用复合按钮控制电路；(b) 采用中间继电器控制电路

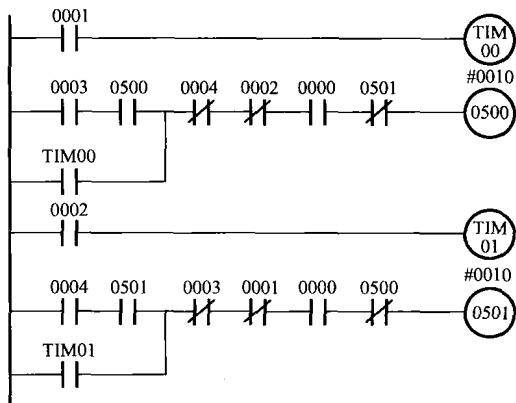


图 1-5 防止电弧短路的梯形图

对照图 1-3 和图 1-5 梯形图以及它们对应的指令表发现，防止电弧短路功能的实现在 PLC 控制中只是增加几条指令，但并不改变电路的连接。指令的改变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 在使用中软件控制的灵活和方便，是传统电气控制技术无法做到的。有关 PLC 的具体知识，在后续章节中逐步介绍。