

高等学校应用型本科“十二五”规划教材（电气与自动化类）

可编程序控制器 原理及应用

● 邢大成 李辉 编著

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

高等学校应用型本科“十二五”规划教材(电气与自动化类)

可编程序控制器原理及应用

邢大成 李 辉 编著

 哈尔滨工程大学出版社

内容简介

本书共分6章:第1章介绍了可编程序控制器的定义、特点、主要功能、应用范围和发展趋势;第2章讲述了可编程序控制器的结构、工作原理及应用系统开发过程的一般步骤;第3章介绍了 OMRON 公司的 CPM1A 的系统构成、连接与规格等相关内容;第4章介绍了可编程序控制器的指令系统;第5章介绍了可编程序控制器在工业过程中的应用及注意事项和应用技巧;第6章介绍了可编程序控制器的数据通信。

本书可作为大学本、专科相关专业学生的教材或课外参考书,也可供工业、科研单位工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器原理及应用/邢大成,李辉编著.
—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2015.5
ISBN 978-7-5661-1046-6

I. ①可… II. ①邢…②李… III. ①可编程序控制器—高等学校—教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 106871 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 13.5
字 数 348 千字
版 次 2015 年 5 月第 1 版
印 次 2015 年 5 月第 1 次印刷
定 价 28.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

可编程序控制器是以微处理器为基础,综合了计算机技术、控制技术、通信技术等高新技术的工业控制装置。大量的实践证明,可编程序控制器具有结构简单、编程方便、可靠性高等优点,已经广泛应用于工业生产过程和自动控制装置中。同时可编程序控制器不仅可以作为单一的机电控制设备,还可以作为通用的自动控制装置。目前,国内外对可编程序控制器的开发和应用越来越深入,它正与 DCS, SCADA 等工业控制装置相互渗透,各取所长,发挥作用。今后,可编程序控制器、机器人、CAD/CAM 将成为工业自动化的三大支柱。

如今,随着工业技术和电子科学技术的迅猛发展及广泛应用,对可编程序控制器技术的要求越来越高,而与可编程序控制器相关的图书却不能很好地满足广大工业过程控制的技术人员和大专院校相关专业学生的学习需要。虽然国内外对该图书的出版已经较多,且有些已经再版,但在内容上却很少有针对工业过程的应用和基于实验台教学特点的书籍。为此,我们从实用性和普及性出发,编写了本书。

本书共分 6 章:第 1 章介绍了可编程序控制器的定义、特点、主要功能、应用范围和发展趋势;第 2 章讲述了可编程序控制器的结构(包括硬件和软件)、工作原理及应用系统开发过程的一般步骤;第 3 章基于 PLC 生产厂家及型号繁多,但是其原理基本一致,内容也基本相通的特点,重点介绍 OMRON 公司的 CPM1A 的系统构成、连接与规格等相关内容;第 4 章介绍了可编程序控制器的指令系统;第 5 章介绍了可编程序控制器在工业过程中的应用及注意事项和应用技巧;第 6 章介绍了可编程序控制器的数据通信。本书可作为大学本、专科相关专业学生的教材或课外参考书,也可供工业、科研单位工程技术人员参考,应用范围较广。

全书第 2 章至第 6 章由邢大成编写,第 1 章和附录由李辉编写。

由于时间和著者的水平有限,错漏和不足之处在所难免,恳请读者不吝指正,谢谢。

编著者

2015 年 4 月于东北电力大学

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 可编程序控制器简介	1
1.2 可编程序控制器的特点	2
1.3 可编程序控制器的主要功能和应用	4
1.4 可编程序控制器的发展趋势	5
第 2 章 PLC 基础.....	7
2.1 PLC 的组成	7
2.2 PLC 的工作流程.....	13
2.3 PLC 的结构形式.....	17
2.4 PLC 的分类.....	17
2.5 PLC 的基本术语.....	18
2.6 PLC 应用系统开发过程的一般步骤.....	21
第 3 章 CPM1A 简介	23
3.1 CPM1A 系统构成	23
3.2 CPM1A 的连接	27
3.3 CPM1A 规格	30
3.4 区域分配	34
第 4 章 指令系统	46
4.1 基本指令	46
4.2 编程规则及梯形图执行情况	49
4.3 顺序控制指令	53
4.4 定时器/计数器指令	59
4.5 比较指令	64
4.6 数据传送指令	68
4.7 数据移位指令	75
4.8 数学运算指令	85
4.9 数据变换指令	94
4.10 逻辑运算指令.....	104
4.11 子程序控制和中断控制指令.....	107



第 5 章 可编程序控制器应用举例	122
5.1 三相异步电动机启停及正反转控制	122
5.2 PLC 在交通信号控制中的应用	124
5.3 PLC 在挖土机控制中的应用	130
5.4 PLC 在霓虹灯控制中的应用	137
5.5 PLC 在步进电机控制中的应用	145
5.6 PLC 译码练习	149
5.7 PLC 在电梯控制中的应用	153
第 6 章 PLC 的数据通信	167
6.1 上位连接系统	167
6.2 同位连接系统	192
6.3 下位连接系统	197
附录 PLC 实验装置简介	200
参考文献	208

第 1 章 概 述

1.1 可编程序控制器简介

1.1.1 可编程序控制器的来源

世界上公认的第一台可编程序控制器是美国数据设备公司(DEC)1969 年为美国通用汽车公司(GM)的生产流水线研制的。当时小型计算机已经出现,但人们将计算机用于工业控制还未成功。1968 年,GM 公司提出了关于汽车流水线控制系统的具体控制要求:

- (1)编程方便,可现场修改程序;
- (2)维修方便,采用插件结构;
- (3)可靠性高于继电器控制装置;
- (4)体积小于继电器控制盘;
- (5)数据可以直接送入管理计算机;
- (6)成本可与继电器控制盘竞争;
- (7)输入可以是交流 115 V(美国电压标准);
- (8)输出为交流 115 V,容量在 2 A 以上,可以直接驱动接触器、电磁阀等;
- (9)扩展时系统改变最小;
- (10)用户存储器至少能扩展到 4 KB。

这就是著名的“GM10 条”。

可编程序逻辑控制器,又称可编程序控制器,俗称 PLC。PLC 是英文 Programmable Logic Controller 的缩写。

1.1.2 可编程序控制器的定义

1980 年,可编程序控制器问世后,由美国电气制造商协会 NEMA (National Electrical Manufacturers Association)对可编程序控制器做过如下定义:

可编程序控制器是一种数字式的电子装置。它使用可编程序的存储器来存储指令,并实现逻辑运算、计数、计时和算术运算等功能,用来对各种机械或生产过程进行控制。

1982 年,美国国际电工委员会(International Electrical Committee)颁布了可编程序控制器标准草案,1985 年提交了第二版,1987 年的第三版对可编程序控制器做了如下的定义:

可编程序控制器是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。

它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数或算术运算等操作的指令,并能通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关的外围设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则而设计。

上述的定义表明,可编程序控制器是一种能直接应用于工业环境的数字电子装置,它有与其他顺序控制装置不同的特点。

1.2 可编程序控制器的特点

可编程序控制器能如此迅速发展的原因是由于它具有通用计算机所不及的一些特点。

1. 可靠性

对可以维修的产品,可靠性包括产品的有效性和可维修性。可编程序控制器的可靠性高,表现在下列几个方面:

(1)与继电器逻辑控制系统比较,可编程序控制器可靠性提高的主要原因是:

①可编程序控制器不需要大量的活动部件和电子元件,它的接线也大大减少,所以,系统的维修简单,维修时间缩短,因此可靠性得到提高。

②可编程序控制器采用了一系列可靠性设计的方法进行设计,例如,冗余设计、掉电保护、故障诊断和信息保护及恢复等,提高了工作寿命,降低了故障率,使可靠性得到提高。

③可编程序控制器有较强的易操作性,它具有编程简单,操作方便,维修容易等特点,因此,对操作和维修人员的技能要求降低,操作和维修人员容易学习和掌握,不容易发生操作失误,可靠性也因此得到提高。

(2)与通用的计算机控制系统比较,可编程序控制器可靠性提高的主要原因是:

①可编程序控制器是为工业生产过程控制而专门设计的控制装置,它具有比通用计算机控制系统更简单的编程语言和更可靠的硬件。采用了经简化的编程语言,编程的出错率大大降低;有为工业恶劣操作环境而设计的硬件,可以使可靠性大大提高。

②在可编程序控制器的硬件设计方面,采用了一系列提高可靠性的措施。例如,采用可靠性高的元件;采用先进的工艺制造流水线;干扰的屏蔽、隔离和滤波;对电源的掉电保护;存储器内容的保护;采用看门狗和其他自诊断措施;便于维修的设计等。

③在可编程序控制器的软件设计方面,也采取了一系列提高系统可靠性的措施。例如,采用软件滤波,简化编程语言,信息保护和恢复,报警和运行信息的显示等。

一份用户的调查报告指出,在各种选用可编程序控制器的原因中,排于第一位的是可编程序控制器可靠性高;其次,才是性能和维修方便等原因。可见,可靠性高是可编程序控制器的主要特点。

2. 易操作性

可编程序控制器的易操作性表现在下列三个方面:

(1)操作方便。对可编程序控制器的操作包括程序输入的操作和程序更改的操作。

大多数可编程序控制器采用编程器进行程序输入和更改的操作。编程器至少提供了输入信息的显示,对大中型的可编程序控制器,编程器采用 CRT 屏幕显示,因此程序的输入直接可以显示。更改程序的操作也可直接根据所需的地址编号、继电器编号或接点号进行搜索或顺序寻找,然后进行更改。更改的信息可在液晶屏或 CRT 屏上显示。所以,可编程序控制器具有操作方便的特点。

(2)编程方便。可编程序控制器有多种程序设计语言可供使用。对电气技术人员来说,由于梯形图与电气原理较为接近,容易掌握和理解,所以有利于程序的编写和学习。采用布尔助记符编程语言时,由于符号是功能的简单缩写,十分有利于编程人员的编程。虽然功能表图、功能模块图和高级描述语句的编程方法应用尚未普及,但是,由于它们具有功能清晰,易于理解等优点,正为广大技术人员所接纳和采用,并发挥出更有效的功能特点。

(3)维修方便。可编程序控制器所具有的自诊断功能对维修人员维修技能的要求降低了。当系统发生故障时,通过硬件和软件的自诊断,维修人员可根据有关故障信号灯的提示和故障代码的显示,或通过编程器和 CRT 屏幕的显示,快速找到故障所在的部位,为迅速排除故障和修复节省了时间,降低了事故的故障率。

为便于维修工作的开展,有些可编程序控制器的制造厂商提供了维修用的专用仪表或设备,提供了故障树等维修用的资料。有些厂商还提供维修用的智能卡件或插件板,使维修工作变得十分方便。

可编程序控制器的面板和结构的设计也考虑了维修的方便性,例如,对需维修的部件设置在便于维修的位置,信号灯设置在易于观察的部位,接线端子采用便于接线与更换的类型等,这些设计使维修工作能方便地进行,从而大大节省维修时间。

采用标准化元件和标准化工艺生产流水线作业,使维修用的备品、备件简化,也使维修变得方便。

3. 灵活性

可编程序控制器的灵活性表现在下列三个方面:

(1)编程的灵活性。可编程序控制器采用的编程语言有梯形图、布尔助记符、功能表图、功能模块图和语句描述编程语言,只要掌握其中一种语言就可以进行编程。编程方法的多样性使编程方便,应用面拓展。

由于采用软连接方法,因此在生产工艺流程更改或者生产设备更换时,可以不必改变可编程序控制器的硬设备,通过程序的编制与更改就能适应生产的需要。这种编程的灵活性是继电器顺序控制系统所不能比拟的。正是由于编程的柔性特点,可编程序控制器能大量地替代继电器顺序控制系统,成为当今工业控制领域的重要控制设备。在柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)和计算机集成流程工业系统(CIPS)中,可编程序控制器正成为主要的控制设备,得到广泛的应用。

(2)扩展的灵活性。可编程序控制器的扩展灵活性是它的一个重要特点。它可根据应用的规模不断扩展,即可进行容量的扩展,功能的扩展,应用和控制范围的扩展。它不仅可以通过增加输入输出卡件增加点数,通过扩展单元来扩大容量和功能,也可以通过多台可

编程序控制器的通信来扩大容量和功能,甚至可通过与集散控制系统(DCS)或其他上位机的通信来扩展它的功能,并与外部设备进行数据的交换等。这种扩展的灵活性大大方便了用户。

(3)操作的灵活性。操作的灵活性指设计的工作量大大减少,编程的工作量和安装施工的工作量大大减少。操作十分灵活方便,监视和控制变得容易。在继电器顺序控制系统中所需的一些操作可以简化,不同的生产过程可采用相同的控制台或控制屏等。

4. 机电一体化

为了工业生产过程的控制更平稳,更可靠,向优质、高产、低耗要效益,对过程控制设备和装置提出了机电一体化——仪表、电子、计算机综合的要求,而可编程序控制器正是这一要求的产物,它是专门为工业过程控制而设计的控制设备,它的体积大大减少了,功能不断完善,抗干扰性能增强,机械与电气部件被有机地结合在一个设备内,把仪表、电子和计算机的功能综合在一起,因此,它已成为当今数控技术、工业机器人、工艺流程控制等领域的主要控制设备。

1.3 可编程序控制器的主要功能和应用

1.3.1 可编程序控制器的主要功能

目前生产的 PLC 概括起来主要具备以下几项功能:

(1)步进顺序控制。这种控制具有按次序顺序进行控制的功能,也就是能使生产过程中的设备按确定的次序进行开和关的功能。例如电动机的控制、机床控制、供电系统保护、锅炉安全保护系统、货物的存放与提取系统等。

(2)限时控制。它能使生产过程中的设备在进行了一个动作之后,经过规定的时间再进行下一个动作,就像继电器控制系统中的时间继电器。例如:电动机空载启动,运行数秒后,再增加负载;注塑机合模后经过数分钟再开模等。

(3)条件控制。设备正在进行一个动作时,别的动作不能进行,也就是通常说的“连锁”功能。例如:电动机正转时不能反转;直流电机不加励磁时,不能加电枢电压等。

(4)计数控制。即当某个动作达到规定的动作次数时,才允许进行另一个动作。

(5)模拟量运算。有些 PLC 具有模/数(A/D)和数/模(D/A)转换功能,能完成对模拟量的检测、控制和调节。精度有 8 位、12 位等。模拟量电压范围有 $+1 \sim +5\text{ V}$, $0 \sim +5\text{ V}$, $0 \sim +10\text{ V}$, $-5 \sim +5\text{ V}$, $-10 \sim +10\text{ V}$ 等;电流范围有 $+4 \sim +20\text{ mA}$ 等。

(6)数据处理。有些 PLC 具有数据处理能力。例如:并行运算;BCD 码的加、减、乘、除、开方等算数运算;数据传送;字与、字或、字异或、求反等逻辑运算;数据移位;数据检索、比较、转换、编码、译码等。

(7)通信和联网。有些 PLC 具有通信功能,主要表现在以下三个方面:

①遥控。即进行远程的 I/O 控制。它采用串行数据的传输手段,将主站(一台较大的

PLC)与远处从站的 I/O 终端或从站的 PLC 连接起来。主站应安装一个远程 I/O 主单元,从站若用的是 PLC 从机,则应在从站安装一个远程 I/O 从单元或 I/O 连接单元。

②多台同类或不同类型的 PLC 进行同位连接,称为 PC Link。它是通过内存 Link 数据区相互交换信息。例如 C500 中设置了 32 个 Link 通道,每个通道 16 位,允许 8 台 C500 进行 PC Link,构成总点数 4 096 点的 I/O 控制系统。

③PLC 与上位计算机的连接,称为 Host Link。一台计算机最多能连接 32 台 PLC。PLC 可接受上位机命令,并将执行结果送给上位机。这就构成了“集中管理,分散控制”的分布式控制系统,也称集散系统。

(8)冗余控制。有些大型 PLC 具有双机冗余功能,当前台处理系统发生故障时,后台系统能立即接管控制权,从而减少故障时间,提高控制系统的可靠性。

(9)监控功能。即能对系统异常情况进行识别、记忆,或者在发生异常情况时自动终止程序的运行。操作人员可以通过监控命令监视有关部分的运行状态,还可根据具体情况调整定时、计数等的设定值。

(10)其他功能。PLC 还具有显示、打印、报警等功能。

1.3.2 可编程序控制器的应用范围

(1)顺序控制系统。可编程序控制器最广泛的应用场合是在开关逻辑和顺序控制领域。它的主要功能是完成开关逻辑运算和进行顺序逻辑控制。

(2)过程控制系统。在过程控制点数不多,开关量控制较多时,可编程序控制器也作为过程控制装置。采用模拟量输入输出器件可实现 PID 等反馈或其他模拟量的控制运算。

(3)远程控制系统。把可编程序控制器作为下位机,与上位机或同级的可编程序控制器进行通信,完成数据的处理和信息的交换,实现对整个生产过程的信息控制和管理。

1.4 可编程序控制器的发展趋势

可编程序控制器是一门综合技术,其发展与微电子技术和计算机技术密切相关。随着微电子技术和计算机技术的发展,可编程序控制器的应用领域也在不断扩大。可编程序控制器自身也在不断发展。目前可编程序控制器主要朝两个方向发展。

1. 向小型化方向发展

目前的小型 PLC 都局限在开关量输入输出,而且 CPU 和 I/O 部件组装在一个箱体。内。今后的小型 PC 也将有模拟量处理功能,而且也将有灵活的组态特性,并且能与其他机型连用。

小型 PLC 的基本特点是价格低廉、经济可靠,适用于回路或设备的单机控制,便于机电一体化。但免不了要牺牲一些用户使用的方便性。既要简单经济,又要不断增强功能和使用的方便性是小型 PLC 的发展方向。

2. 向大型化方向发展

主要有以下几个方面:

(1) 功能不断加强。不仅具有逻辑运算、计数、定时等基本功能,还具有数值运算、模拟调节、监控、记录、显示、与计算机接口、通信等功能。

网络功能是 PLC 发展的一个重要特征。各种个人计算机、图形工作站、小型机等都可以作为 PLC 的监控主机或工作站,这些装置的结合能够提供屏幕显示、数据采集、记录保持、回路面板显示等功能。大量的 PLC 联网及不同厂家生产的 PLC 兼容性增加,使得分散控制或集中管理都能轻易地实现。

(2) 使用范围不断扩大。不仅能进行一般的逻辑控制,还能进行中断控制、智能控制、过程控制、远程控制等。

用于过程控制的 PLC 往往对存储器容量及速度要求较高,为此,开发了高速模拟量输入模块、专用独立的 PID 控制器、多路转换器等,使得数字技术和模拟量技术在可编程序控制器中得到统一。采用软件、硬件相结合的方法,使得编程和接线都比过去用常规仪表控制要方便得多。

(3) 性能不断提高。采用高性能处理器,提高处理速度,加快 PLC 响应时间;为了扩大存储容量,有的公司已使用了磁存储器或硬盘;采用多处理器技术,以提高性能;甚至冗余设备,也可以提高可靠性。

为了进一步简化在专用控制领域的系统设计及编程,专用智能输入输出模块越来越多,如专用智能 PID 控制器、智能模拟量 I/O 模块、语言处理模块、专用数控模块、智能通信模块、计算模块等,这些模块的一个特点就是本身具有 CPU,能独立工作,它们与 PLC 主机并行操作,无论在速度、精度、适应性、可靠性各方面都对 PLC 进行了极好的补充。它们与 PLC 紧密结合,有助于克服 PLC 扫描工作方式的局限,完成 PLC 本身无法完成的许多功能。这些模块的编程、接线都与 PLC 一致,使用非常方便。

(4) 编程软件的多样化和高级化。采用多种编程语言,有面向顺序控制的步进顺序语言和面向过程控制系统的流程图语言,后者是一种面向功能块的语言,能够表示过程中动态变量与信号的相互连接;还有与计算机兼容的高级语言,如 BASIC 语言、C 语言及汇编语言;另外还有专用的高级语言,例如三菱的 MELSAP 采用编译的方法将语句变为梯形图程序;也有采用布尔逻辑语言的 CPU 能直接执行 AND, OR, XOR, NOT 操作,这种语言执行速度很快,但不很直观。PLC 也将具有数据库,并可实现整个网络的数据库共享。还将不断发展自适应控制和专家系统。

(5) 形式的分散化和集散化。PLC 与 I/O 口分散,分散的每个 I/O 口输入输出点数可以少到十几个点,分散的单元可以是几十个或上百个。PLC 本身也可分散,分散的 PLC 可以连用,这样可将集中控制中存在的“危险集中”化为“危险分散”。分散的 PLC 与上位机结合构成集散系统,分散地进行控制,这就便于构成多层分布式控制,以实现整个工厂或企业的自动化控制和管理。

第 2 章 PLC 基础

2.1 PLC 的组成

可编程序控制器是微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物。从广义上讲,可编程序控制器是一种计算机系统,只不过它比一般计算机具有更强的与工业过程相连接的输入输出接口,具有更适用于控制要求的编程语言,具有更适应于工业环境的抗干扰性能。因此,可编程序控制器是一种工业控制用的专用计算机,它的实际组成与一般微型计算机系统基本相同,也是由硬件系统和软件系统两大部分组成。

2.1.1 PLC 的硬件组成

PLC 的硬件系统主要由中央处理器、存储器、输入输出接口、电源等组成。各部分之间通过内部系统总线进行连接,如图 2-1 所示。

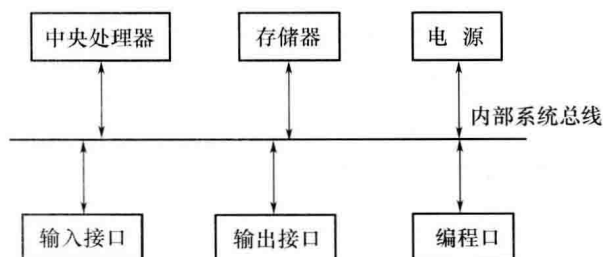


图 2-1 PLC 的硬件组成

1. 中央处理器(CPU)

与一般的计算机控制系统一样,CPU 是整个 PLC 的核心,它按照 PLC 中系统程序赋予的功能,指挥 PLC 有条不紊地进行工作。其主要任务有控制从编程器键入的用户程序和数据的接收与存储;用扫描的方式通过 I/O 部件接收现场的状态或数据,并存入输入状态表或数据存储器中;诊断电源、PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误等;PLC 进入运行状态后,从存储器逐条读取用户指令,经过命令解释后按指令规定的任务进行数据传送、逻辑或算术运算等;根据运算结果,更新有关标志位的状态和输出寄存器表的内容,再经由输出部件实现输出控制。

PLC 内部的 CPU 通常使用通用的微处理器,最常用的为 8 位和 16 位的微处理器,如 Z80, MCS-51, 8085, 8086, M6800 等。

2. 输入部件

输入部件是 PLC 与工业生产现场被控对象之间的连接部件,是现场信号进入 PLC 的桥梁。它的功能主要有两类:一是接收指令信号(如开机、关机 etc);另一方面来自检测元件,检测被控设备的一些物理量(如行程距离、速度、位置、压力、流量、液位、温度、电压、电流等)。

输入方式主要有两种:一种是数字量输入(也称为开关量或接点输入);另一种是模拟量输入(也称为电平输入)。

(1) 数字量输入

它的作用是把现场的各种状态信号变成 PLC 内部处理的标准信号,输入接口如图 2-2 所示。

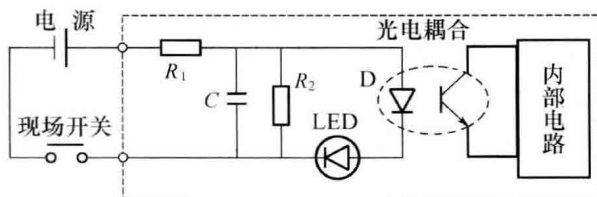


图 2-2 开关量输入接口

在开关量输入单元中,电阻 R_1 与 R_2 构成分压器,电阻 R_2 与电容 C 组成滤波。二极管 D 禁止反极性电压输入,发光二极管 LED 指示输入状态。光电耦合器隔离输入电路与可编程序控制器内部电路的电气连接,并使外部信号通过光电耦合器变成内部电路接收的标准信号。当现场开关闭合后,外部直流电压经过电阻分压再经过阻容滤波后加到光电耦合器的发光二极管上,经光电耦合,光电三极管接收信号,并输入一个对内部电路来说是接通的信号,输入端的发光二极管 LED 点亮,指示现场开关闭合。

(2) 模拟量输入

模拟量输入的作用是把现场连续变化的模拟量信号转变成 PLC 内部能接受的由若干位表示的数字信号。生产过程中的模拟信号是多种多样的,类型和参数大小也不相同,所以一般先将现场信号变换成统一的标准信号(如 $4 \sim 20 \text{ mA}$ 或 $0 \sim 10 \text{ mA}$ 的直流电流, $1 \sim 5 \text{ V}$ 或 $0 \sim 10 \text{ V}$ 的直流电压等),然后再接入模拟量输入单元。模拟量输入单元一般由信号变换、模数转换 A/D 、光电隔离等部分组成,其原理如图 2-3 所示。

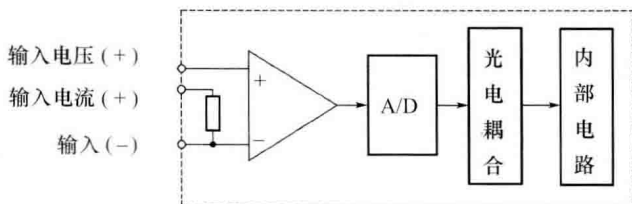


图 2-3 模拟量输入单元框图

模拟量输入单元设有电压信号输入端和电流信号输入端。输入信号通过运算放大器的放大和量程变换,转换成模数转换 A/D 能够接收的电压,经 A/D 转换成数字信号后,再经光电耦合隔离后进入 PLC 的内部电路。根据 A/D 转换部分的分辨率不同,模拟量输入单元可分为 8 位、10 位、12 位、16 位等不同的精度。根据通道的多少,模拟量的输入点数可以是 2 点到 8 点。

3. 输出部件

它也是 PLC 与现场设备之间的连接部件,其功能是控制现场设备进行工作(如电动机的启、停、正转、反转,阀门的开、关,设备的转动、移动、升降等)。

与输入部件类似,输出方式有两种:一种是数字量输出(也称为开关量或接点输出);另一种是模拟量输出(也称为信号输出)。

(1) 开关量输出

开关量输出单元的作用是把 PLC 的内部信号转换成驱动现场执行机构的各种开关信号。按现场执行机构使用的电源类型不同,输出单元分为继电器方式输出、直流开关输出(如晶体管)及交流开关输出(如可控硅)等。输出电路如图 2-4、图 2-5、图 2-6 所示。

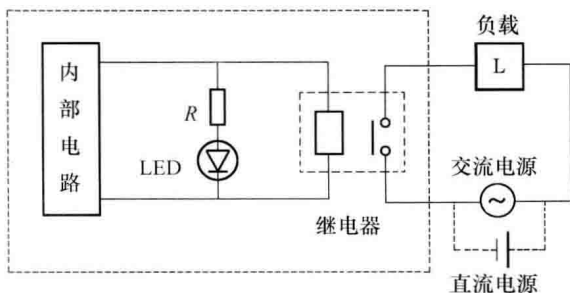


图 2-4 继电器形式输出

在继电器输出方式中,继电器作为开关器件,同时又是隔离器件。电阻 R 和发光二极管 LED 组成输出状态显示。当 PLC 输出一个接通信号时,内部电路使继电器线圈通电,继电器接点闭合使负载回路接通,同时状态指示发光二极管 LED 导通点亮。根据负载的需要,负载回路的电源既可选用交流电,也可选用直流电。

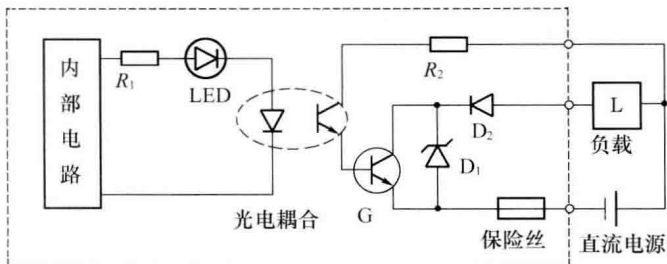


图 2-5 晶体管形式输出

在晶体管输出方式中,三极管 G 作为开关器件,稳压管 D_1 用于防止输出端过压损坏,

熔断保险丝用于输出过流保护,二极管 D_2 用于禁止电压反向接入,光电耦合器通过光电耦合,防止电磁干扰的影响和实现电气隔离,电阻 R_1 和 R_2 分别起限流作用,发光二极管 LED 用于指示输出的状态。当可编程序控制器输出一个接通信号时,内部电路使光电耦合器的光电二极管得电发光,光电三极管受光导通后,使晶体三极管 G 导通,相应负载 L 得电。输出状态指示发光二极管 LED 点亮。

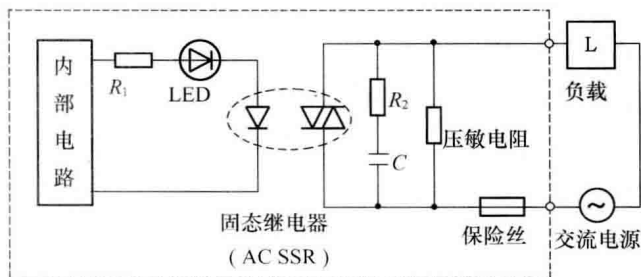


图 2-6 可控硅形式输出

在可控硅输出方式中,固态继电器(AC SSR)作为开关器件,同时又是隔离器件,电阻 R_2 和电容 C 组成高频滤波电路,压敏电阻为浪涌电流吸收器,以消除尖峰电压,熔断保险丝作过流保护。当可编程序控制器输出一个接通信号时,内部电路使固态继电器内输入电路中的光电二极管导通,通过光电耦合使输出回路的双向可控硅导通,负载得电。发光二极管 LED 点亮指示输出有效。

(2) 模拟量输出

模拟量输出单元的作用是把 PLC 运算处理后的数字量信号转换成相应的模拟量信号输出,以满足生产现场对连续信号的控制要求。模拟量输出单元一般由光电隔离、数模转换 D/A 和信号驱动等环节组成,其原理如图 2-7 所示。

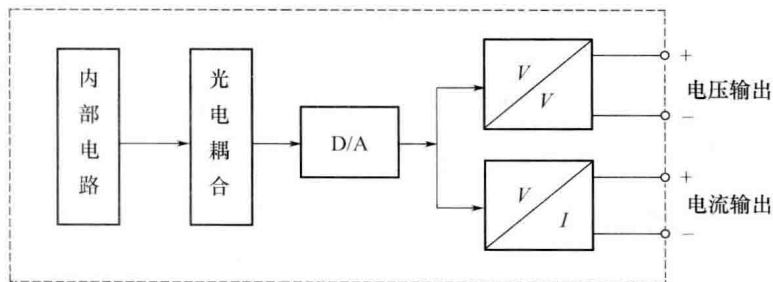


图 2-7 模拟量输出单元框图

PLC 输出的数字量控制信号由内部电路送至光电耦合器的输入端,光电耦合器输出的数字信号进入数模转换器 D/A,转换后的模拟量直流电压信号经运算放大器放大后驱动输出。通常,模拟量输出单元设有直流电流信号和电压信号输出端,供用户选用。所以,D/A 输出的电压信号还送至电压/电流转换器变成电流输出。根据实际要求,数字信号具有不

同的分辨率。模拟量输出单元用的 D/A 转换器有 8 位、10 位、12 位等几种不同的精度,模拟量单元的输出电压一般为 1~5 V 直流电压信号,输出电流一般为 4~20 mA 直流电流等标准信号。

4. 存储器

存储器与普通微机系统中的存储器功能相似,用来存储系统程序、用户的程序和运行数据。系统程序存储器是用来存放系统管理、用户指令解释及标准程序模块、系统调用等程序的存储器,常用 EPROM(或称重写只读存储器)构成。用户存储器是用来存储用户编制的梯形图程序或用户数据。存储用户程序的叫作用户程序存储器,常用 EPROM 构成。存储用户数据的叫作用户数据存储器,常用 RAM 构成,为防止掉电时信号的丢失,有后备电池做保护。

由于 PLC 系统程序关系到 PLC 的性能,不能由用户直接存取,因而,PLC 产品样本或使用手册中所列存储器形式及其容量系指用户存储器而言。

PLC 中已提供一定容量的存储器供用户使用,但对有些用户可能还不够用,因此大部分 PLC 都提供了存储器扩展功能,用户可以将新增的存储器扩展模板直接插入 CPU 模板中,也有的是插入中央基板中。

5. 通信接口

为了实现“人—机”或“机—机”之间的对话,PLC 配有多种通信接口,PLC 通过这些通信接口可以与监视器、打印机、其他的 PLC 或计算机相连。

当 PLC 与打印机相连时,可将过程信息、系统参数等输出打印。当与监视器(CRT)相连时,可将过程图像显示出来。当与其他 PLC 相连时,可以组成多级控制系统,实现控制与管理相结合的综合系统。

通信接口一般采用 RS-232C 或 RS-422A(或 RS-485)串行通信接口。该接口的功能包括串行/并行数据的转换、通信格式的识别、数据传输的出错检验、信号电平的转换等。对于一些小型 PLC,通信接口还包括专用于编程器连接的并行数据接口。

6. 输入输出 I/O 扩展

当一个 PLC 基本单元的 I/O 点数不够用时,就要对系统进行扩展,扩展接口用于连接基本单元与扩展单元。

当用户所需的输入输出点数或类型超出主机上输入输出单元所允许的点数或类型时,可以通过加接输入输出扩展机来解决。输入输出扩展机与主机的输入输出扩展接口相连,有两种类型:简单型和智能型。简单型的输入输出扩展机本身不带中央处理单元,对外部现场信号的输入输出处理过程完全由主机的中央处理单元管理,依赖于主机的程序扫描过程。通常,它通过并行接口与主机通信,安装在主机旁边,在小型可编程序控制器的输入输出扩展时常被采用。智能型的输入输出扩展本身带有中央处理单元,它对生产过程现场信号的输入输出处理由本身所带的中央处理单元管理,不依赖于主机的程序扫描过程。通常,它采用串行通信接口与主机通信,可以远离主机安装,多用于大中型可编程序控制器的输入输出扩展。