

高职高专“十一五”规划教材

KEBIANCHENG KONGZHIQI YINGYONG JIAOCHENG

可编程控制器 应用教程

● 杨思国 江 力 主编

合肥工业大学出版社

高职高专“十一五”规划教材

可编程序控制器应用教程

主 编 杨思国 江 力

参 编 吴彩林 许卫兵 时国平

可编程序控制器应用教程

编 者		主 编	
江 力	杨思国	江 力	杨思国
参 编	吴彩林 许卫兵 时国平	参 编	吴彩林 许卫兵 时国平
责任编辑	江 力	责任编辑	江 力
封面设计	江 力	封面设计	江 力
版式设计	江 力	版式设计	江 力
文字编辑	江 力	文字编辑	江 力
校对	江 力	校对	江 力
插图	江 力	插图	江 力
印制	江 力	印制	江 力
发行	江 力	发行	江 力
地址	江 力	地址	江 力
电话	江 力	电话	江 力
邮编	江 力	邮编	江 力
网址	江 力	网址	江 力
E-mail	江 力	E-mail	江 力

定价：22.50元

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用教程/杨思国,江力编. —合肥:合肥工业大学出版社,2008.7

ISBN 978-7-81093-775-7

I. 可… II. ①杨…②江… III. 可编程序控制器—高等学校:技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 099956 号

可编程控制器应用教程

杨思国 江力 主编

汤礼广 储国斌 责任编辑

可编程控制器应用教程

主编 杨思国 江力

责任编辑 汤礼广 储国斌

出版 合肥工业大学出版社

地址 合肥市屯溪路 193 号

邮编 230009

电话 总编室:0551-2903038

发行部:0551-2903198

网址 www.hfutpress.com.cn

E-mail press@hfutpress.com.cn



版次 2008 年 7 月第 1 版

印次 2008 年 7 月第 1 次印刷

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印张 16.25

字数 365 千字

印刷 安徽江淮印务有限责任公司

发行 全国新华书店

ISBN 978-7-81093-775-7

定价: 27.50 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换。

前 言

可编程控制器是20世纪60年代末期产生的一种新型的工业控制装置,是将自动化技术、微型计算机技术及通信技术融为一体的高可靠性控制器。它本质上是一种专为工业环境下应用而设计的工业控制计算机。

随着微电子技术的发展,大规模集成电路和微处理器的新技术在可编程控制器中得到应用,使可编程控制器的功能不断增强,而造价却越来越低。目前可编程控制器控制系统的经济技术指标明显高于继电器控制系统,完全可以取代继电器控制系统对加工设备和生产过程进行自动控制,特别是对复杂的机械运动和复杂的生产过程控制,效益尤其显著。

可编程控制器以其优越的性能,在机械、汽车、冶金、石油、化工、轻工、纺织、交通、电力、电信、采矿、建材、食品、造纸、军工、家电等众多领域获得广泛地应用。2007年中国PLC市场规模首次达到50亿人民币,数量超过131万台套。未来几年的增长幅度将稳定在略高于国家GDP增长幅度的水平上。

现社会上需要大量掌握可编程控制器知识和应用技术方面的人才,为适应人才培养的需要,根据该课程的教学要求,特编写此教材。本教材前三章以日本OMRON公司生产的C系列P型机为例介绍可编程控制器的结构、工作原理、指令系统及操作实验,第四章介绍日本OMRON公司生产的C系列CPM1A型可编程控制器的结构、性能及指令系统,后四章主要是以日本三菱公司的FX系列可编程控制器为例介绍其结构、性能特点、指令系统及操作实验,另外还介绍可编程控制器的应用设计。本教材最大的特色不仅是在理论叙述过程中注意选用一些生产中的应用实例,而且还专门编写了与可编程控制器相应的实验指导。这种编写形式更适于在专业教室上课的教学方式,不仅便于教师教学,而且易于学生理解知识,提高其动手能力。

本教材由杨思国、江力、吴彩林、许卫兵、时国平编写,其中杨思国、江力担任主编。具体执笔的有:前言、第一章、第三章及第四章由杨思国编写;第二章由江力编写;第五章、第六章的第一节和第二节及第八章由吴彩林编写;第六章的第三节及第七章由许卫兵和时国平编写。对于书中所介绍的内容,各学校可根据需要进行取舍。

本教材可供高职高专相关专业的学生及企业人员学习或培训使用。

由于编写时间仓促,加之作者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请各院校师生及广大读者批评指正。

编 者



目 录

第一章 可编程控制器概述	(1)
第一节 可编程控制器的产生	(1)
第二节 可编程控制器的分类	(2)
第三节 可编程控制器的一般特点和主要功能	(5)
第四节 可编程控制器的组成	(9)
第五节 可编程控制器的工作原理	(14)
第二章 SYSMAC—C 系列 P 型机	(18)
第一节 SYSMAC—C 系列可编程控制器概述	(18)
第二节 SYSMAC—C 系列 P 型机概述	(19)
第三节 SYSMAC—C 系列 P 型机指令系统	(33)
第四节 P 型机常用基本程序举例	(69)
第三章 C 系列 P 型可编程控制器实验指导	(78)
实验一 编程器的基本操作	(78)
实验二 指令系统训练之一	(83)
实验三 指令系统训练之二	(87)
实验四 指令系统训练之三	(89)
实验五 用 PLC 控制交流电动机的正转、反转、停止	(93)
实验六 用 PLC 控制交通信号灯	(95)
实验七 用 PLC 控制三台皮带输送机	(100)
实验八 用移位寄存器实现彩灯控制	(103)
第四章 SYSMAC—CPM1A 型可编程控制器	(107)
第一节 SYSMAC—CPM1A 型可编程控制器概述	(107)
第二节 SYSMAC—CPM1A 型可编程控制器的指令系统	(121)



第五章 三菱 FX 系列可编程控制器	(157)
第一节 FX 系列可编程控制器概述	(157)
第二节 FX 系列可编程控制器的组成及工作原理	(160)
第三节 FX 系列可编程控制器的软元件	(166)
第四节 FX 系列基本逻辑指令及其应用	(174)
第五节 FX 系列步进顺控指令及其应用	(180)
第六章 FX 系列可编程控制器的应用	(192)
第一节 FX 系列 PLC 绘制梯形图的基本规则	(192)
第二节 FX 系列 PLC 常用基本程序举例	(194)
第三节 FX 系列 PLC 应用举例	(199)
第七章 可编程控制器的应用设计	(215)
第一节 可编程控制器系统设计	(215)
第二节 梯形图程序设计技巧	(221)
第三节 可编程控制器课程设计	(230)
第八章 FX 系列可编程控制器实验指导	(245)
实验一 电机正反转的 PLC 控制	(245)
实验二 数码管循环点亮的 PLC 控制	(248)
实验三 机械手的 PLC 控制	(251)



第一章 可编程控制器概述

可编程控制器是在继电器控制的基础上发展起来的一种新型工业控制装置,是将自动化技术、微型计算机技术及通信技术融为一体的高可靠性控制器,是当代工业生产自动化的重要支柱。本章介绍可编程控制器有关的共性知识。通过学习,使大家了解可编程控制器产生和发展的全过程、可编程控制器的分类,重点掌握可编程控制器的一般组成和可编程控制器的工作原理。

第一节 可编程控制器的产生

可编程控制器是随着现代社会生产的发展和技术进步、现代工业自动化水平的日益提高及微电子技术的飞速发展,在继电器控制系统的基础上产生的一种新型的工业控制装置,是将微型计算机技术、自动化技术、及通信技术融为一体,应用到工业控制领域的一种高可靠性控制器,是当代工业生产自动化的重要支柱。

一种新型的控制装置,一项先进的应用技术,总是根据工业生产的实际需要而产生的。在可编程控制器产生以前,以各种继电器为主要元件的电气控制线路,承担着生产过程自动控制的艰巨任务,可能由上千只各种继电器、接触器构成复杂的控制系统,需要成千上万根导线连接起来,安装这些继电器、接触器需要大量的电器控制柜,且占据大量空间。当这些电器运行时,又产生大量的噪音,消耗大量的电能。为保证控制系统的正常运行,需要大量的电气技术人员进行维护,有时某个继电器的损坏,甚至某个继电器的触点接触不良,都会影响整个系统的正常运行。如果系统出现故障,要进行检查和排除故障是非常困难的,全靠现场电气技术人员长期积累的经验。尤其是在生产工艺发生变化时,可能需要增加很多的继电器或继电器控制柜,重新接线或改线的工作量极大,甚至可能需要重新设计控制系统。尽管如此,这种控制系统的功能也仅仅局限在能实现具有粗略定时、计数功能的顺序逻辑控制。因此,人们迫切需要一种新的工业控制装置来取代传统的继电器控制系统,使电气控制系统工作更可靠、更容易维修、更能适应经常变化的生产工艺要求。

1968年,美国通用汽车公司(GM)为改造汽车生产设备的传统控制方式,解决因汽车不断改型而重新设计装配线上各种继电器的控制线路问题,提出了著名的十条技术指标在社



会上招标,要求制造商为其装配线提供一种新型的通用控制器,它应具有以下特点:

- (1)编程简单,可在现场方便地编辑及修改程序;
- (2)价格便宜,其性能价格比要高于继电器控制系统;
- (3)体积要明显小于继电器控制柜;
- (4)可靠性要明显高于继电器控制系统;
- (5)具有数据通信功能;
- (6)输入可以是 AC115V;
- (7)输出为 AC115V、2A 以上;
- (8)硬件维护方便,最好是插件式结构;
- (9)扩展时,原有系统只需要做很小改动;
- (10)用户程序存储器容量至少可以扩展到 4KB。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)根据上述要求研制出世界上第一台可编程控制器,型号为 PDP-14,并在 GM 公司的汽车生产线上首次应用成功,取得了显著的经济效益。当时人们把它称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称 PLC)。

随着微电子技术的发展,20 世纪 70 年代中期以来,由于大规模集成电路(LSI)和微处理器在 PLC 中的应用,使 PLC 的功能不断增强,它不仅能执行逻辑控制、顺序控制、定时及计数控制,还增加了算术运算、数据处理、通信等功能,具有处理分支、中断、自诊断的能力,使 PLC 更多地具有了计算机的功能。

1980 年,美国电气制造商协会(NEMA)将可编程控制器正式命名为 Programmable Controller,简称 PC。但它与人们熟知的个人计算机(Personal Computer)的简称相同,容易混淆。为了加以区别,国内外很多杂志、书籍以及工业现场的工程技术人员,仍然把可编程控制器称为 PLC。

第二节 可编程控制器的分类

PLC 具有多种分类方式,了解这些分类方式有助于对 PLC 的选型及应用。

一、根据 I/O 点数分类

PLC 的输入、输出点数表明了 PLC 可以从外部接收多少个输入信号和向外部发出多少个输出信号,实际上也就是 PLC 的输入、输出端子数。根据 I/O 点数的多少可将 PLC 分为微型机、小型机、中型机、大型机和巨型机。一般来说,点数多的 PLC 控制规模大、功能较强、价格较高。

1. 微型机

I/O 点数在 64 点以下,内存容量为 256B~1KB,称为微型机。微型机的结构为整体式,主要用于小规模开关量控制。

2. 小型机

I/O 点数在 65~128 点之间,内存容量为 1~3.6KB,称为小型机。小型机一般只有逻辑



辑运算、定时、计数和移位控制等功能,适用于中小规模开关量的控制,可用它实现条件控制、顺序控制等。目前的小型机增加了一些算术运算、模拟量处理的功能和一定数据通信功能,能适应更广泛的需要。

微型机和小型机的特点是价格低、体积小,适用于控制自动化单机设备,开发机电一体化产品。

3. 中型机

I/O 点数在 129~512 点之间,内存容量为 3.6~13KB,称为中型机。中型机除了具有逻辑运算功能外,还增加了模拟量输入/输出、算术运算、数据传送、数据通信等功能,可完成既有开关量又有模拟量的复杂控制。中型机的软件比小型机丰富,在已固化的程序内,一般还有 PID(比例、积分、微分)调节、整数/浮点运算等功能模块。

中型机的特点是功能强、配置灵活,适用于小规模的综合控制系统。

4. 大型机

I/O 点数在 513~896 点之间,内存容量为 13KB,称为大型机。大型机的功能更加完善,具有数据运算、模拟调节、连网通信、监视记录、打印输出等功能。监控系统采用 CRT 显示,能够表示生产过程的工艺流程、各种曲线、PID 调节参数选择图等。能实现中断控制、远程控制 and 智能控制等。

大型机适用于具有诸如温度、压力、流量、速度、角度、位移等模拟量控制和大量开关量控制的复杂系统以及连续生产过程控制场合。

5. 巨型机

I/O 点数在 896 点以上,内存容量大于 13KB,称为巨型机。

巨型机的特点是 I/O 点数特别多,控制规模宏大,组网能力强,可用于大规模的过程控制,构成分布式控制系统,或整个工厂的集散控制系统。

二、根据结构形式分类

从结构上看,PLC 可分为整体式、模板式和分散式三种形式。

1. 整体式

一般的微型机和小型机多为整体式结构。这种结构的 PLC 的电源、CPU、I/O 部件都集中配置在一个箱体中,有的甚至全部装在一块印制电路板上。

图 1-1 所示 OMRON 公司的 C20P 型机即为整体式结构。

整体式 PLC 优点是结构紧凑、体积小、重量轻、价格低,容易装配在工业控制设备的内部,比较适合于生产机械的单机控制。

整体式 PLC 缺点是主机的 I/O 点数固定,使用不够灵活,维修也较麻烦。

2. 模板式

模板式结构的 PLC 如图 1-2 所示,实物外形如图 1-3 所示。

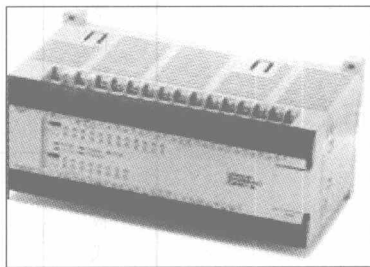


图 1-1 整体式 PLC 实物外形

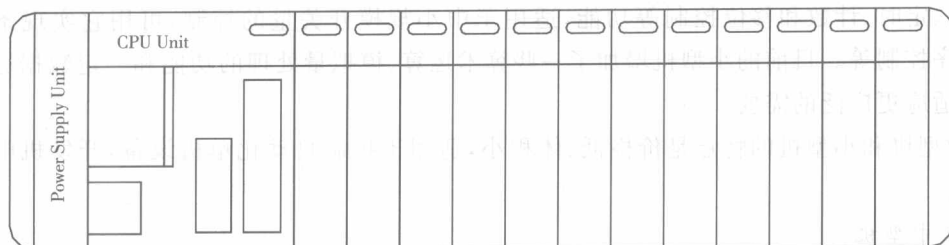


图 1-2 模板式 PLC 外观结构图

这种形式的 PLC 各部分以单独的模板分开设置,如电源模板、CPU 模板、输入模板、输出模板及其他智能模板等。这种 PLC 一般设有机架底板(也有的 PLC 为串行连接,没有底板),在底板上有若干插槽,使用时,各种模板直接插入机架底板即可。

这种结构的 PLC 配置灵活,装备方便,维修简单,易于扩展,可根据控制要求灵活配置所需模板,构成功能不同的各种控制系统。一般中型机、大型机和巨型机 PLC 均采用这种结构。

模板式 PLC 的缺点是结构较复杂,各种插件多,因而增加了成本。

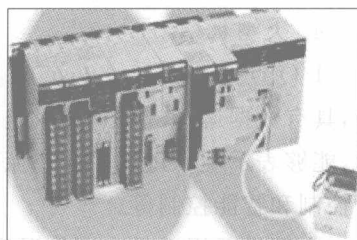


图 1-3 模板式 PLC 实物外形

3. 分散式

所谓分散式的结构就是将 PLC 的 CPU、电源、存储器集中放置在控制室,而将各 I/O 模板分散放置在各个工作站,由通信接口连接,由 CPU 集中指挥。

以上三种形式的 PLC 的外观结构示意图如图 1-4 所示。

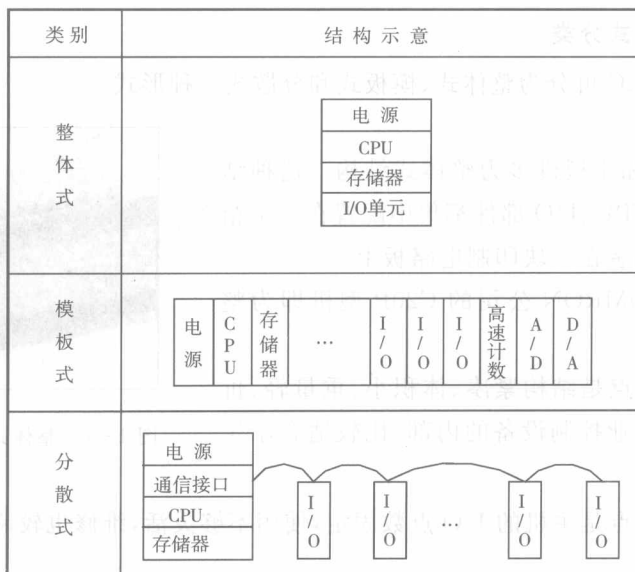


图 1-4 可编程控制器外观结构示意图



三、根据生产厂家分类

PLC 的生产厂家很多,每个厂家生产的 PLC,其点数、容量、功能各有差异,但都各自成系列,且指令及外设向上兼容。因此在选择 PLC 时,若选择同一系列的产品,则可以使系统构成容易,操作人员使用方便,备品配件的通用性及兼容性好。比较有代表性的生产厂家有:日本立石(OMRON)公司的 C 系列,三菱(MITSUBISHI)公司的 F 系列,东芝(TOSHIBA)公司的 EX 系列,美国哥德(GOULD)公司的 M84 系列,美国通用电气(GE)公司的 GE 系列,美国 A-B 公司的 PLC-5 系列,德国西门子(SIEMENS)公司的 S5 系列、S7 系列,等等。

第三节 可编程控制器的一般特点和主要功能

一、PLC 的一般特点

PLC 的种类虽然千差万别,但为了在工业环境中使用,它们都有许多共同的特点。

1. 抗干扰能力强、可靠性极高

工业生产对电气控制设备的可靠性要求是非常高的,它应具有很强的抗干扰能力,能在很恶劣的环境下(如温度高、湿度大、金属粉尘多、距离高压设备近、有较强的高频电磁干扰等)长期连续可靠地工作,平均无故障时间(Mean Time Between Failures,缩写为 MTBF)长,故障修复时间短。

绝大多数的用户都将可靠性作为选取控制装置的首要条件,因此 PLC 在硬件和软件方面均采取了一系列的抗干扰措施。

在硬件方面,首先是选用优质器件,采用合理的系统结构,加固安装,使它能抗振动冲击。对印刷电路板的设计、加工及焊接都采取了极为严格的工艺措施。对于工业生产中最常见的瞬间强干扰,主要采用隔离和滤波技术。PLC 的输入和输出电路一般都用光电耦合器传递信号,做到电浮空,使 CPU 与外部电路完全切断了联系,有效地抑制了外部干扰对 PLC 的影响。在 PLC 的电源电路和 I/O 接口中,还设置了多种滤波电路,除了采用常规的模拟滤波器(如 LC 滤波和 π 滤波)外,还加上数字滤波,以消除和抑制高频干扰,同时也削弱了各种模板之间的相互干扰。用集成电压调整器对微处理器的 +5V 电源进行调整,以适应交流电网的波动和过电压、欠电压的影响。在 PLC 内部还采用了电磁屏蔽措施,以防外界干扰。

在软件方面,PLC 也采取了很多特殊措施,设置了警戒时钟 WDT(Watching Dog Timer),系统运行时对 WDT 定时刷新,一旦程序出现死循环,使之能立即跳出,重新启动并发出报警信号。还设置了故障检测及诊断程序,用以检测系统硬件是否正常,用户程序是否正确,便于自动地做出相应的处理,如报警、封锁输出、保护数据等。当 PLC 检测到故障时,即将现场信息存入存储器,由系统软件配合对存储器进行封闭,禁止对存储器的任何操作,以防存储信息被破坏。这样,一旦检测到外界环境正常后,便可恢复到故障发生前的状态,继续原来的程序工作。

这些有效的措施,保证了 PLC 的高可靠性。



2. 编程方便

PLC 的设计是面向工业企业中一般电气工程技术人员的,它采用易于理解和掌握的梯形图语言,以面向工业控制的简单指令。这种梯形图语言既继承了传统继电器控制线路的表达形式(如线圈、常开触点、常闭触点),又考虑到工业企业中的电气技术人员的读图习惯和计算机水平。因此,企业中熟悉继电器控制线路的电气工程技术人员对梯形图语言是非常亲切的,因为它形象、直观、简单、易学,尤其是对于小型 PLC 而言,几乎不需要增加专门的计算机知识,只要进行短暂几天甚至几小时的培训,就能掌握编程方法。因此,无论是生产线的设计,还是传统设备改造,电气工程技术人員都特别欢迎和愿意使用 PLC。

3. 使用方便

虽然 PLC 种类繁多,由于其产品的系列化和模板化,并且配有品种齐全的各种软件,用户可灵活组合成各种规模和要求不同的控制系统,用户在硬件设计方面,只是确定 PLC 的硬件配置和 I/O 通道的外部接线。在 PLC 构成的控制系统中,只需在 PLC 的端子上接入相应的输入、输出信号即可,不需要增加诸如继电器之类的固体电子器件和大量繁杂的硬接线电路。在生产工艺流程改变、生产线设备更新、系统控制要求改变以及需要变更控制系统的功能时,一般不必改变或很少改变 I/O 通道的外部接线,只要改变存储器中的控制程序即可,这在用传统的继电器控制时,是很难想像的。PLC 的输入、输出可直接与交流 220V、直流 24V 等强电相连,并有较强的带负载能力。

在 PLC 运行过程中,在 PLC 的面板上(或显示器上)可以显示生产过程中用户感兴趣的各种状态和数据,使操作人员做到心中有数,即使在出现故障甚至发生事故时,也能及时处理。

4. 维护方便

PLC 的控制程序可通过编程器输入到 PLC 的用户程序存储器中。编程器不仅能对 PLC 控制程序进行写入、读出、检测、修改,还能对 PLC 的工作进行监控,使得 PLC 的操作及维护都很方便。PLC 还具有很强的自诊断能力,能随时检查出自身的故障,并显示给操作人员,如 I/O 通道的状态、RAM 后备电池的状态、数据通信的异常、PLC 内部电路的异常等信息。正是通过 PLC 的这种完善的诊断和显示能力,当 PLC 机外部的输入装置及执行机构发生故障时,操作人员能迅速检查、判断故障原因,确定故障位置。如果是 PLC 本身故障,在维修时只需要更换插入式模板或其他易损件即可。

有人曾预言,将来自动化工厂的电气工人,将一手拿着螺丝刀,一手拿着编程器。这也是可编程控制器得以迅速发展和广泛应用的重要因素之一。

5. 设计、施工和调试的周期短

用可编程控制器完成一项控制工程时,由于用软件编程取代了继电器硬接线实现控制功能,使得控制柜的设计及安装接线工作量大为减少。在硬件电路设计和接线完成后,工程施工和软件设计可同时进行。由于软件设计大都可以在实验室模拟调试,模拟调试后再将 PLC 控制系统在生产现场进行联机统调,使得调试方便、快速、安全,因此大大缩短了设



计和投运周期。

6. 易于实现机电一体化

因为可编程控制器的结构紧凑,体积小,重量轻,可靠性高,抗振防潮和耐热能力强,使之易于安装在机器设备内部,制造出机电一体化产品。随着集成电路制造水平的不断提高,可编程控制器体积将进一步缩小,而功能却进一步增强,与机械设备有机地结合起来,在 CNC 和机器人的应用中必将更加普遍,以 PLC 作为控制器的 CNC 设备和机器人装置将成为典型的机电一体化产品。

二、PLC 的性能指标

性能指标是用户评价和选购机型的依据。目前,市场上销售的可编程控制器和我国工业企业中所使用的可编程控制器,绝大多数是国外生产的产品(这些产品有的是随引进设备进口,有的是设计选用)。各种机型种类繁多,各个厂家在说明其性能指标时,主要技术项目也不完全相同。如何评价一台可编程控制器的档次高低、规模大小、适用场所,至今还没有一个统一的衡量标准。但是当用户在进行 PLC 的选型时,可以参照生产厂商提供的技术指标,从以下几个方面来考虑:

1. 处理器技术指标

处理器技术指标是可编程控制器各项性能指标中最重要的性能指标,在这部分技术指标中,应反映出 CPU 的类型、编程方法、用户程序存储器容量、可连接的 I/O 总点数(开关量多少点,模拟量多少路)、指令长度、指令条数、扫描速度(ms/K 字)。有的 PLC 还给出了其内部的各个通道配置,如内部的辅助继电器、特殊辅助继电器、暂存器、保持继电器、数据存储区、定时器/计数器、高速计数器的配置情况以及存储器的后备电池寿命、自诊断功能等。

2. I/O 模板技术指标

对于开关量输入模板,要反映出输入点数/块、电源类型、工作电压等级以及 COM 端、输入电路等情况。有的 PLC 还给出了其他有关参数,如输入模板供应的电源情况、输入电阻以及动作延时情况。

对于开关量输出模板,要反映出输出点数/块、电源类型、工作电压等级以及 COM 端、输出电路情况。一般可编程控制器的输出形式有三种:继电器输出,晶体管输出,双向晶闸管输出。要根据不同的负载性质选择 PLC 机输出电路的形式。有的 PLC 还给出了其他有关参数,如工作电流、带负载能力、动作延迟时间等。

对于模拟量 I/O 模板,要反映出它的输入/输出路数、信号范围、分辨率、精度、转换时间、外部输入或输出阻抗、输出码、通道数、端子连接、绝缘方式、内部电源等情况。

3. 编程器及编程软件

反映这部分性能指标有编程器的形式(简易编程器、图形编程器或通用计算机)、运行环境(DOS 或 WINDOWS)、编程软件及是否支持高级语言等。

如果只是一般性的了解可编程控制器的性能,可简单的用以下五个指标来评价:CPU 芯片、编程语言、用户程序存储量、I/O 总数、扫描速度。显然,CPU 档次高、编程语言完善、



用户程序存储量大、I/O 点数多、扫描速度快,这台可编程控制器的性能就好,功能也强,价格当然也高。

三、PLC 的主要功能

可编程控制器是采用微电子技术来完成各种控制功能的自动化设备,可以在现场的输入信号作用下,按照预先输入的程序,控制现场的执行机构,按照一定规律进行动作。其主要功能如下:

1. 顺序逻辑控制

这是 PLC 最基本最广泛的应用领域,用来取代继电器控制系统,实现逻辑控制和顺序控制。它既可用于单机控制或多机控制,又可用于自动化生产线的控制。PLC 根据操作按钮、限位开关及其他现场给出的指令信号和传感器信号,控制机械运动部件进行相应的操作。

2. 运动控制

在机械加工行业,可编程控制器与计算机数控(CNC)集成在一起,用于完成机床的运动控制。很多 PLC 制造厂家已提供了拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模板。在多数情况下,PLC 把描述目标位置的数据送给模板,模板移动一轴或数轴到目标位置。当每个轴移动时,位置控制模板保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。目前已用在控制无心磨削、冲压、复杂零件分段冲裁、滚削、磨削等场合。

3. 定时控制

PLC 为用户提供了一定数量的定时器,并设置了定时器指令,一般每个定时器可实现 0.1~999.9s 或 0.01~99.99s 的定时控制,也可以按一定方式进行定时时间的扩展。定时精度高,定时设定方便、灵活。同时 PLC 还提供了高精度的时钟脉冲,用于准确的实时控制。

4. 计数控制

PLC 为用户提供的计数器分为普通计数器、可逆计数器、高速计数器等,用来完成不同用途的计数控制。当计数器的当前计数值等于计数器的设定值,或在某一数值范围时,发出控制命令。计数器的计数值可以在运行中被读出,也可以在运行中进行修改。

5. 步进控制

PLC 为用户提供了一定数量的移位寄存器,用移位寄存器可方便的完成步进控制功能。在一道工序完成之后,自动进行下一道工序。一个工作周期结束后,自动进入下一个工作周期。有些 PLC 还专门设有步进控制指令,使得步进控制更为方便。

6. 数据处理

大部分 PLC 都具有不同程度的数据处理功能,如 F2 系列、C 系列、S5 系列 PLC 等,能完成数据运算如:加、减、乘、除、乘方、开方等;逻辑运算如:与、或、异或、求反等;数据处理:如移位、数据比较、传送及数值的转换等操作。

7. 模/数和数/模转换

在过程控制或闭环控制系统中,存在温度、压力、流量、速度、位移、电流、电压等连续变



化的物理量(或称模拟量)。过去,由于 PLC 长于逻辑运算控制,对于这些模拟量的控制主要靠仪表控制(如果回路数较少)或分布式控制系统 DCS(如果回路数较多)。目前,不仅大、中型 PLC 具有模拟量处理功能,很多小型 PLC 也具有模拟量处理功能,而且编程和使用都很方便。

8. 通信及联网

目前绝大多数 PLC 都具备了通信能力,能够在 PLC 与计算机之间进行同位链接及上位链接。这些通信技术使 PLC 更容易构成工厂自动化系统,也可与打印机、监视器等外部设备相连,记录和监视有关数据。

第四节 可编程控制器的组成

一、PLC 的基本结构

PLC 可以有各种不同的结构,为简化起见,现以小型 PLC 为例,说明 PLC 的硬件组成。

PLC 是一种计算机,是专为工业环境下应用而设计的工业控制计算机。因此,它与通用计算机的结构相类似。一般由中央处理器(CPU)、存储器(Memory)、输入/输出(I/O)接口、编程器及电源五个部分组成。

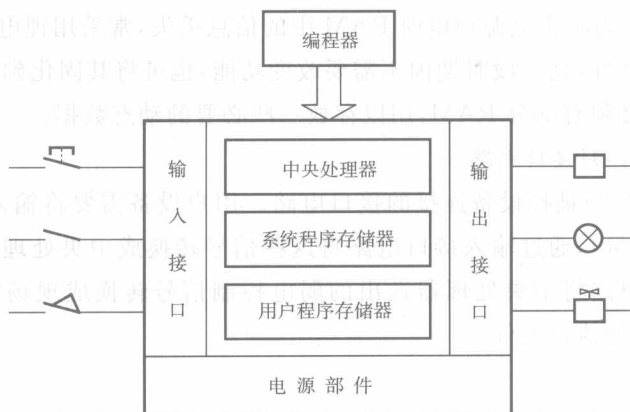


图 1-5 PLC 的硬件组成

1. 中央处理器(CPU)

众所周知,CPU 是计算机的核心,同样它也是 PLC 的核心。它由控制电路、运算器和寄存器组成,它按照系统程序赋予的功能完成以下主要任务:

- (1)接收与存储用户由编程器键入的用户程序和数据;
- (2)检查编程过程中的语法错误,诊断电源及 PLC 内部的工作故障;
- (3)用扫描方式工作,接收来自现场的输入信号,并输入到输入映像寄存器和数据存储器中;
- (4)在进入运行方式后,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



逻辑运算、算术运算及数据处理等操作；

(5) 根据运算结果,更新有关标志位的状态,刷新输出映像寄存器的内容,再经输出部件实现输出控制、打印制表、或数据通信等功能。

2. 存储器

存储器由有记忆功能的半导体电子元件组成。PLC 存储器中配有两种存储系统,即用于存放系统程序的系统程序存储器和存放用户程序的用户程序存储器。

系统程序是由 PLC 生产厂家编写的系统监控程序,不能由用户直接存取。系统监控程序主要由有关系统管理、解释指令、标准程序及系统调用等程序组成。系统程序存储器一般由 PROM 或 EPROM 构成。

由用户编写的程序称为用户程序。用户程序存放在用户程序存储器中,用户程序存储器一般分为两个区,程序存储区和数据存储区。程序存储区用来存储由用户编写的、通过编程器输入的程序;而数据存储区用来存储通过输入端子读取的输入信号的状态、准备通过输出端子输出的输出信号的状态、PLC 中各个内部器件的状态以及特殊功能要求的有关数据。

用户程序存储器的容量不大,主要存储 PLC 内部的输入输出信息,以及内部继电器、移位寄存器、累加寄存器、数据寄存器、定时器和计数器的动作状态。小型 PLC 的存储容量一般只有几千字节(不超过 8KB),中型 PLC 的存储能力为 2~64KB,大型 PLC 的存储能力可达几百 KB 以上。我们一般讲 PLC 内存大小,是指用户程序存储器的容量。用户程序存储器常用 RAM 构成。为防止电源掉电时 RAM 中的信息丢失,常采用锂电池做后备保护。若用户程序已完全调试好,且一段时期内不需要改变功能,也可将其固化到 EPROM 中。但是用户程序存储器中必须有部分 RAM,用以存放一些必要的动态数据。

3. 输入/输出(I/O)接口电路

I/O 接口是 PLC 与被控设备连接的接口电路。用户设备需要将输入 PLC 的各种控制信号(开关量或模拟量),通过输入接口电路将这些信号转换成中央处理器能够接受和处理的信号。输出接口电路将中央处理器送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出,以驱动被控设备的执行元件。

4. 编程器

编程器用于用户程序的输入、编辑、调试和监视,还可以通过其键盘去调用显示 PLC 的一些内部继电器状态和系统参数。它经过编程器接口与 CPU 联系,完成人机对话。PLC 的编程器一般由 PLC 生产厂家提供,它们只能用于本厂的某些 PLC 产品。一般有简易编程器和智能编程器两种,也可以用 PC 机作编程器。

(1) 简易编程器

简易编程器一般由简易键盘、发光二极管阵列或液晶显示器(LCD)等组成。它的体积小,价格便宜,可以直接插在 PLC 的编程器插座上,或者用电缆与 PLC 相连。它不能直接输入和编辑梯形图程序,只能通过联机编程的方式,将用户的梯形图程序转化成指令语句表形式,再用键盘将指令语句表程序一条一条地写入到 PLC 的存储器中。当用户程序已正确输入到 PLC 后,可将编程器的工作方式选择为运行状态(RUN)或监控状态(MONITER),也



可将简易编程器从主机上拿下来,这样在 PLC 送电后,直接进入运行状态。

(2) 智能编程器

智能编程器又称图形编程器,一般由微处理器、键盘、显示器及总线接口组成,它可以直接生成和编辑梯形图程序。图形编程器可分为液晶显示的图形编程器和用 CRT 作显示器的图形编程器。

液晶显示的图形编程器一般是手持式的,它有一个大型的点阵式液晶显示屏,可以显示梯形图或指令语句表程序,它还能提供盒式磁带录音机接口和打印机接口。

用 CRT 作显示器的图形编程器是一种台式编程器,它实际上是一台专用计算机,它的显示屏一般比液晶显示的要大得多,功能也强得多,使用起来很方便。

用 CRT 作显示器的编程器既可联机在线编程,也可离线编程,并将用户程序储存在编程器自己的存储器中。它既可以用梯形图编程,也可用助记符编程(有的也可以用高级语言编程),可通过屏幕进行人机对话。程序可以很方便地与 PLC 的 CPU 模板互传,也可以将程序写入 EPROM,并提供磁带录音机接口和磁盘驱动器接口。有的编程器本身就带有磁盘驱动器,它还有打印机接口,能快速清楚地打印梯形图,包括图中的英文注释,也可以打印出指令语句程序清单和编程单元表等。这些文件对程序的调试和维修是非常有用的。

智能编程器体积大、成本高,适用于在实验室或大型 PLC 控制系统中,对应用程序进行开发和研制。

(3) 用 PC 机作编程器

由 PLC 生产厂家生产的专用编程器使用范围有限,价格一般也较高。在个人计算机不断更新换代的今天,出现了使用以个人计算机(IBM PC/AT 及其兼容机)为基础的编程系统。PLC 的生产厂家可能把工业标准的个人计算机作为程序开发系统的硬件提供给用户,大多数厂家只向用户提供编程软件,而个人计算机则由用户自己选择。由 PLC 生产厂家提供的个人计算机做了改装,以适应工业现场相当恶劣的环境,如对键盘和机箱加以密封,并采取用密封型的磁盘驱动器,以防止外部赃物进入计算机,使敏感的电子元件失效。这样,被改装的 PC 机就可以工作在较高的温度和湿度条件下,能够在类似于 PLC 的运行环境中长期可靠地工作。

这种方法的主要优点是使用了价格较便宜、功能很强的通用个人计算机,因此,可用最少的投资获取高性能的 PLC 程序开发系统。对于不同厂家和型号的 PLC,只需要更换编程软件即可。这种系统的另一个优点是可以使用一台个人计算机为所有的工业智能设备编程。

5. 电源

PLC 的外部工作电源一般为单相 85~260V, 50/60Hz 交流电源,也有采用 24~26V 直流电源。使用单相交流电源的 PLC,往往还能同时提供 24V 直流电源,供直流输入使用。PLC 对其外部工作电源的稳定性要求不高,一般可允许±15%左右的波动。

对于在 PLC 的输出端子上接的负载所需的负载工作电源,必须由用户提供。PLC 的内部电源系统一般有三类:第一类是供 PLC 中的 TTL 芯片和集成运算放大器使用的基本电源(+5V 和±15V 直流电源);第二类电源是供输出接口使用的高压大电流的功率电源;第