

石油化工仪表自动化培训教材



可编程序控制器

《石油化工仪表自动化培训教材》编写组 编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油化工仪表自动化培训教材

可编程序控制器

《石油化工仪表自动化培训教材》编写组 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是《石油化工仪表自动化培训教材》的分册。书中主要介绍了可编程序控制器(即 PLC)的产生、发展、组成、原理与维护,并具体介绍了当前工业中广泛应用的 AB ControlLogix 和 PLC-5 系列、MODICON TSX Quantum 系列、西门子 S7-300 系列可编程控制器,以及 Intellution 自动化软件产品家族中基于 Windows 的 HMI/SCADA 软件 iFIX。

该书由企业从事自动化操作与管理的技术人员执笔,实用性强,通俗易懂,可作为企业自动化专业的培训教材,亦可供自动化设备与装置技术人员和操作人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器 / 《石油化工仪表自动化培训教材》编写组编. —北京:中国石化出版社, 2009
石油化工仪表自动化培训教材
ISBN 978-7-5114-0051-2

I. 可… II. 石… III. 可编程序控制器-技术培训-教材
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 145798 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 25.5 印张 642 千字

2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

定价:65.00 元

前 言

随着石油化工生产装置的日趋大型化、连续化,企业对生产过程参数自动检测和控制的要求越来越高。在计算机技术广泛应用到检测仪表和自动控制系统后,检测仪表日趋智能化,控制系统向着冗余容错技术发展,现场总线技术已经在大型石油化工装置上得到成功应用。石化企业为炼油改造、乙烯二轮改造、资源优化等项目的实施,新增了一大批新型的检测仪表和控制系统,急需提高仪表专业技术人员和检维修人员的技术素质,以适应生产装置自动化程度不断提高的需求,现有的教材已经不能适应现实需求。

为提高仪表工程技术人员先进控制系统的应用能力,提高仪表维护人员的维护水平和故障处理能力,我们组织了《石油化工仪表自动化培训教材》的编写工作。该系列教材共分九册:《自动控制基础理论》、《测量仪表》、《调节阀与阀门定位器》、《可编程序控制器》、《集散控制系统及现场总线》、《安全仪表控制系统(SIS)》、《旋转机械状态监测及控制系统》、《在线分析仪表》和《仪表及控制系统故障案例》。在教材中,除简要介绍了自动检测、自动控制基础知识外,重点讲述了常用检测仪表、在线分析仪表、控制系统(DCS、SIS、PLC、ITCC)的原理、使用方法和日常维护知识,并收集了近年来发生的仪表及控制系统故障案例与技术分析。该教材既可作为各炼化企业仪表专业人员培训教材,亦可供仪表专业工程技术人员和现场维护人员参考使用。

本教材编写组由齐鲁石化公司设备管理部、人力资源部、培训中心和各生产厂的管理人员、教师和工程技术人员组成,参与策划及审定的人员有王玉岗、李建民、潘慧、张会国、张道强、赵业文、王昌德、慕晓红、孙庆玉、卞洪良、苏耀东、赵林、生显林、张慧、徐磊、徐纪恩、张景春等,另有齐鲁石化公司各单位共计30余人也参加了编写工作。同时,还得到了各单位和车间的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

《可编程序控制器》共分六篇,第一篇从可编程序控制器(PLC)基础概念入手,介绍PLC的产生、发展、组成、原理与维护;第二、三、四、五篇分别详细介绍了当前工业中广泛应用的AB ControlLogix和PLC-5系列、MODICON TSX Quantum系列、西门子S7-300系列可编程序控制器;第六篇介绍了Intellution自动化软件产品家庭中基于Windows的HMI/SCADA软件iFIX。

参加本册编写的有王昌德、慕晓红、于得水、王伯升、王维肖、赵林、丁敏、李新、冉新花等。

由于水平有限,不足及错误之处在所难免,欢迎读者批评指正。

目 录

第一篇 PLC 的基本概念及原理

第一章 概论	(1)
第一节 PLC 的定义及其术语	(2)
第二节 PLC 的特点	(2)
第三节 PLC 的应用状况和发展趋势	(4)
第二章 PLC 的组成及工作原理	(7)
第一节 PLC 的组成	(7)
第二节 PLC 的主要部件功能	(7)
第三节 PLC 的工作原理	(13)
第三章 PLC 控制系统故障处理与维护	(16)
第一节 故障特性与分析	(16)
第二节 日常维护及故障处理	(16)

第二篇 AB ControlLogix 系统

第一章 系统配置的特点	(19)
第一节 系统的控制功能	(19)
第二节 系统的控制器类型	(20)
第三节 系统的网络类型	(23)
第二章 硬件	(26)
第一节 硬件类型	(26)
第二节 控制器面板	(32)
第三节 控制器内存及 CPU	(34)
第四节 控制器程序文件及数据文件	(35)
第五节 控制器的容量及信息保护	(41)
第三章 控制器指令和编程应用	(44)
第一节 控制器指令	(44)
第二节 控制器指令编程应用	(46)
第四章 编程软件	(67)
第一节 通讯管理工具 RSLinx	(67)
第二节 模块升级工具 ControlFLASH	(68)
第三节 ControlLogix 编程指南	(70)

第三篇 PLC -5

第一章 硬件	(90)
第一节 性能指标	(90)
第二节 处理器	(90)
第三节 I/O 模块	(95)
第二章 编程应用	(98)
第一节 编程方式	(98)
第二节 输入/输出寻址	(100)
第三节 内存组织	(101)
第四节 指令系统	(106)
第五节 编程举例	(117)
第三章 编程软件	(121)
第一节 RSLinx 软件	(121)
第二节 RSLogix 软件	(126)
第四章 系统设计	(133)
第一节 设计的基本流程和开发过程	(133)
第二节 硬件配置	(135)
第三节 程序筹划	(140)

第四篇 Modicon TSX Quantum PLC

第一章 系统配置	(149)
第一节 I/O 结构	(150)
第二节 热备系统	(152)
第三节 通讯和联网	(152)
第二章 硬件	(155)
第一节 模块结构与安装	(155)
第二节 电源模块	(158)
第三节 控制器系列	(159)
第四节 网络模块	(161)
第五节 I/O 模块	(163)
第三章 编程软件及其应用	(167)
第一节 Concept 编程软件	(167)
第二节 Concept 工程创建与修改	(174)
第三节 FBD 和 LD 创建	(178)
第四节 编程设计应用	(181)

第五篇 SIEMENS S7 - 300

第一章 硬件及安装	(185)
第一节 硬件配置	(185)
第二节 CPU 及卡件功能	(186)
第三节 安装步骤	(201)
第二章 STEP 7 编程软件的使用方法	(204)
第一节 编程软件介绍	(204)
第二节 Step7 安装及组态步骤	(205)
第三节 硬件组态与参数设置	(220)
第三章 用户程序结构及设计方法	(233)
第一节 S7 - 300 的用户程序结构	(233)
第二节 常用指令及功能块	(245)
第四章 S7 - 300 PLC 启动及程序下装	(249)
第一节 S7 - 300 PLC 启动	(249)
第二节 STEP7 程序下装	(249)

第六篇 iFIX 软件

第一章 系统结构及配置	(253)
第一节 结构	(254)
第二节 系统配置	(256)
第三节 I/O 驱动器	(262)
第四节 V7. X I/O 服务器	(265)
第五节 终端服务器	(271)
第六节 安全	(278)
第二章 图形	(282)
第一节 Intelluton 工作台	(282)
第二节 图形介绍	(289)
第三节 动画对象	(294)
第四节 全局对象	(300)
第五节 使用调度	(303)
第六节 使用标签组	(306)
第七节 其他图形工具	(308)
第三章 数据库	(313)
第一节 过程数据库	(313)
第二节 数字量标签	(316)
第三节 模拟量标签	(319)
第四节 数据库管理器	(323)

第五节 二级数据库标签	(328)
第六节 其他数据库标签	(330)
第四章 脚本简介	(333)
第一节 脚本语言	(333)
第二节 在 iFIX 中使用 VBA	(335)
第三节 其他脚本	(337)
第五章 数据	(342)
第一节 实时趋势	(342)
第二节 归档过程数据	(344)
第三节 历史数据显示	(346)
第六章 报警	(349)
第七章 报表	(357)
第一节 创建报表	(357)
第二节 显示报表	(364)
第三节 生成报表	(366)
第八章 优化和排错	(370)
第一节 优化	(370)
第二节 排错	(377)
第九章 使用 ActiveX	(383)
第十章 从 FIX v7. x 移植	(387)
附录 术语表	(395)

第一篇 PLC 的基本概念及原理

第一章 概 论

可程序控制器 (Programmable Controller) 简称 PC, 为了避免同个人计算机 (Personal Computer, 简称 PC) 混淆, 现在一般将可程序控制器简称为 PLC (Programmable Logic Controller)。

PLC 从诞生至今已有 30 多年, 发展势头异常迅猛, 已经成为当代工业自动化领域中的支柱产品之一。特别是随着计算机技术和通信技术的发展, PLC 的应用领域逐步扩大, 应用前景十分看好。

传统的控制系统 (特别是 1969 年以前, PLC 还未出现) 中主要元件是各种各样的继电器, 它可以可靠且方便地组成一个简单的控制系统, 如图 1-1-1 所示。

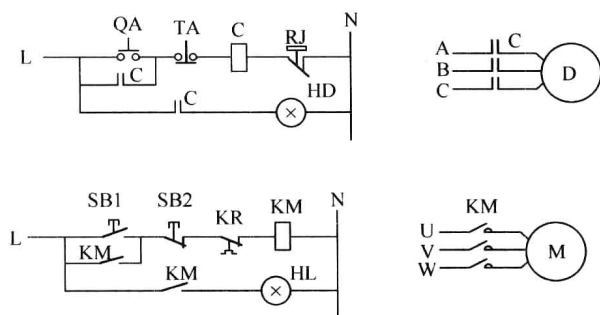


图 1-1-1 传统控制系统

随着社会的进步, 工业的发展, 控制对象越来越多, 其逻辑关系也越来越复杂, 用继电器组成的控制系统变得非常庞大, 从而造成系统的不稳定和造价昂贵。主要表现在: (1) 当某个继电器

损坏, 甚至继电器的某触点接触不良都会影响系统的运行; (2) 继电器本身并不太贵, 但控制柜内元件的安装和接线工作量极大, 造成系统价格偏高; (3) 产品不断地更新换代, 生产设备的控制系统也要不断地作相应的调整。但对庞大的系统而言, 日常维护已很难, 再作调整难度更大。

鉴于以上问题, 1968 年美国通用汽车公司 (General Motors) 向传统的继电器控制系统提出了挑战: 设想是否能用一种新型的控制器, 使庞大的系统减小, 并且能方便地进行修改、调整。按照这个宗旨, 该公司向外公开招标, 提出如下十大指标:

- (1) 编程简单, 可在现场修改程序;
- (2) 维护方便, 最好是插件式;
- (3) 可靠性高于继电器控制柜;
- (4) 体积小于继电器控制柜;
- (5) 成本低于继电器控制柜;
- (6) 可将数据直接输入计算机;
- (7) 输入可以是市电 (AC110V);
- (8) 控制程序容量 $\geq 4\text{KB}$;

(9) 输出可驱动市电 2A 以下的负荷，能直接驱动电磁阀；

(10) 扩展时，原有的系统仅作少许更改。

这次招标引起了工业界的密切注视，吸引了不少大公司前来投标，最后 DEC 公司一举中标，并于 1969 年研制成功第一台 PLC，当时命名为 PC (Programmable Logic Controller)。这台 PLC 投运到汽车生产线后，取得了极为满意的效果，引发了效仿的热潮，从此 PLC 技术得以迅猛的发展。

第一节 PLC 的定义及其术语

一、定义

严格地讲，至今对 PLC 没有最终的定义。

国际电工委员会(IEC)1985 年在可编程序控制器标准草案(第二稿)中作了如下的定义：“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境条件下应用而设计。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设备都应按易于使工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”

美国电气制造协会(NEMA)1987 年对 PLC 作的定义为：“它是一种带有指令存储器、数字或模拟 I/O 接口，以位运算为主，能完成逻辑、顺序、定时、计数和算术运算功能，用于控制机器或生产过程的自动控制装置。”

IEC(国际电工委员会)在标准草案中，将这种装置定义为可编程序控制器(Programmable Controller)，简称 PC。为了避免同个人计算机混淆，现在一般将可编程序控制器简称 PLC (Programmable Logic Controller)

二、常用术语

(1) 点数 (I/O Points) 指能够输入/输出开关量、模拟量的总个数。一般是 4 或 8 的倍数。

(2) 扫描速度 一般以执行 1000 步指令所需时间来衡量，故单位为 ms/k，有时也以执行一步指令的时间计算，如 $\mu\text{s}/\text{步}$ 。

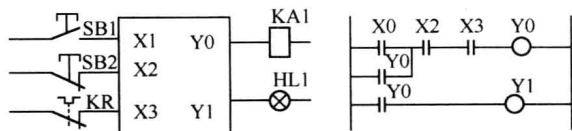


图 1-1-2 梯形图

行一步指令的时间计算，如 $\mu\text{s}/\text{步}$ 。

(3) 梯形图 是 PLC 用户编程时最常用的一种图形编程方法，是表示 I/O 点之间逻辑关系的一种图。它实质上是变相的继电器控制逻辑图，形式和规范非常相似，其目的是为了工厂技术人员不必懂计算机，就可使用(设计、阅读)，如图 1-1-2 所示。

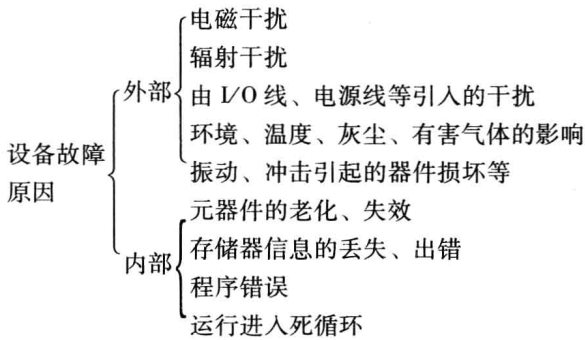
第二节 PLC 的特点

一、可靠性高，抗干扰能力强

据有关资料称：“到目前为止没有任何一种工业控制设备能达到 PLC 的可靠性。”

控制系统在使用时发生故障，绝大多数是由 PLC 外的开关、传感器、执行器引起的，

而不是 PLC 本身。若是 PLC 出现问题，多数是使用、设计不当引起的。诱发电子设备故障的原因大概有如下几种：



针对以上故障原因，PLC 在硬、软件两方面采取了相应的解决方法，使其可靠性大为提高，PLC 本身发生故障的概率极小。

1. 硬件方面的措施

(1) 常规手段。选用优质元器件，设计合理的系统结构，实施加固使其易于抗冲击，严格规范印制板的设计加工和焊接工艺。

(2) 隔离。所有 I/O 电路一律采用光电器件进行隔离，使内外无电气回路的联接点(电浮空)，这样可以抗电干扰。

(3) 滤波。对供电系统及输入回路采用模拟量滤波(如 LC、 π 型滤波网络)，再加上数字滤波，以消除或抑制高频干扰。

(4) 屏蔽。采用导电、导磁性能良好的材料进行屏蔽，以防电磁波辐射的干扰。

(5) 增强电源的适应性。PLC 的供电系统(内部为 DC)采用开关电源，并用集成电压调整器进行调整，使之适应电网电压较宽范围的波动。

(6) 采用模块式结构。一旦某模块有故障，能迅速更换，使系统停用时间减到最低程度。

2. 软件方面的措施

(1) 设置警戒时钟 WDT (看门狗)。PLC 在正常的运行程序中对 WDT 定时复位，若超过了 WDT 规定的时间，WDT 会发出报警信号，并强制系统 CPU 复位，使之走入正常的运行程序。

(2) 系统软件对用户软件自动进行检查。能对用户程序进行查错、报错，使用户程序无语法、结构性错误，错误的程序或参数得不到运行。

(3) 掉电保护。对 RAM 区用后备电池或蓄能电容，掉电时使 RAM 继续有电，保证用户程序运行的状态信息和中间数据不会丢失。

(4) 自检。系统程序中有对 CPU 及外围器件自动检测的功能，一旦出错，立即报警。

二、程序可变、具有柔性

生产工艺或设备改变后，在原设计的 PLC 功能备用量够用的情况下，可不必变更 PLC 的硬件，只需修改控制程序即可。

这点充分体现了 PLC 具有继电器控制系统所不具备和无法比拟的优点。因此 PLC 除应用于单机控制外，还在柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMC)、工厂自动化(FA)中被大量采用。

三、编程简单、使用方便

PLC 采用与继电器控制逻辑图非常接近的“梯形图”进行编程，这种编程方法既具备传统控制线路的易懂易编、清晰直观的优点，又顾及了多数电气技术人员的读图习惯和微机应用水平，易于被大众接受，因此受到普遍欢迎！这种面向生产的编程方法与目前微机控制中常用的汇编语言或高级语言编程相比，其优点是显而易见的。

为进一步优化编程，PLC 还针对实际问题设计了诸如步进顺控指令、移位指令等功能性指令，减少编程工作量，加快了开发速度。

四、功能完善

现代的 PLC 还具有数字量及模拟量的输入输出、逻辑和算术运算、定时、计数、顺序检测、功率驱动、联网通信、人机对话、自检、记录和显示等功能，使控制系统的水平大大提高，功能更加完善。

五、组合灵活、扩充方便

PLC 除模块化外，还具有各种扩充单元，I/O 点数及各种 I/O 方式、I/O 量均可选择，可以方便地适应不同的控制对象。

六、减少了工作量

由于 PLC 是采用软件编程来实现控制功能的，不同于继电器控制系统采用硬接线来实现，这就减少了设计、施工的工作量。同时，PLC 能事先进行模拟调试并且具有很强的监视功能，所以系统的调试、检修、维护的工作量得到大大地减少。

七、体积小、重量轻、对环境要求低

由于 PLC 是专为工业控制而设计的专用计算机，所以其结构紧密、坚固、体积小、功能齐全，能直接投运在恶劣的工作环境。而一般 PLC 的功能若用继电器来实现，需用 3 ~ 4 个 1.8m 高的大继电器控制柜。

八、成本低、水平高

PLC 功能的强大(一台 PLC 相当于 3 ~ 4 个大控制柜)，使得控制系统的直接费用大量降低。

PLC 具有易修改性、高可靠性、易扩展性、易维护性，大大降低了日常运行的检修、维修工作量，降低了今后改造的成本。

PLC 安装调试方便，开发、调试周期短，从而降低了设计、开发、安装、调试的工作量，故减少了工资费用。

PLC 靠软件编程实现控制功能，硬件及其备件均具有通用性，也减少了采购的时间和费用。

体积小、功能强，所以占地少、耗电小(仅为继电器柜的几十分之一)，每年节省的电费就可将投资收回。

PLC 实质上是一种专用工控计算机，实现了智能控制，从而使得控制水平上了新台阶，并且具有联网功能，很易构成综合控制系统。

第三节 PLC 的应用状况和发展趋势

一、应用状况

国内流行的 PLC 多是国外产品，主要有：

日本，如欧姆龙(OMRON)、三菱、日立、夏普、松下、东芝、富士、安川、横河、光洋(Koyo)等公司；

美国，如 AB(Allen Bradley)、GM(Gould Modicon)、GE(GE - Fanuc)、Square D、西屋(Westing House)、TI 仪器(Texas, Instruments 德州仪器)等公司；

德国，如西门子(Siemens)、BBC、AEG 等公司；

法国，如施耐德公司等。

其中，美国的 AB(Allen - Bradley)、GE - Fanuc，德国的西门子(Siemens)，法国施耐德的 Modicon，日本的三菱、欧姆龙(OMRON)等公司，在所有 PLC 制造厂中占有主导地位。

小型 PLC 日本各厂家占领的市场份额最大，其结构形式的优点也较为突出，故其他国家小型 PLC 的结构形式也都向日本看齐。大、中型 PLC 市场份额的 90% 一直被美、日、欧三家占领。

二、发展趋势

1. 结构微型化、模块化

自 1973 年微处理机芯片(CPU)问世以后，为计算机应用产品(PLC 也属其中之一)微型化创造了条件，一般小型的 PLC 产品只有 32K ~ 16K 字节这么大小(高度 5 ~ 10mm)。一般小型 PLC 整体式的较多，但功能较多的小型机，结构形式大多采用模块式，以便使用户有更多的选择余地，配置成性能比较高的控制系统。

大、中型 PLC 几乎全部采用模块结构。采用模块式结构可让用户各取所需，减少投资费用。

2. 功能全面化、标准化

在 PLC 发展的初期，PLC 只具有开关量的 I/O、定时、计数、顺序控制等功能，之后又增加了模拟量的 I/O、PID 调节、信号调制、数字量的 I/O、通讯、高速计数器等功能模块，现代 PLC 能完成 CNC 过程控制、集散控制器柔性制造单元等各种控制系统所能完成的功能，大大加强了数学运算、数据处理图形显示、联网通信等功能，使 PLC 向 IPC 方向渗透和发展。

功能标准化后，使用同一系列的产品(甚至不同厂家、不同系列的 PLC)均能选用同一功能的 PLC 模块。

3. 产品系列化

一家 PLC 生产公司往往以统一的设计思想，设计其系列产品，在系列产品中，I/O 模块和各种功能模块的接口功能是统一的，但有不同的规格，可任意选择、组合，构成小型、中型或大型(小到几点，大到上万点)规模的控制系统。编程器、软件、指令是兼容的，也有不同规格、型号可选。

4. 大容量化、高速化

IC 及 CPU 技术的发展为 PLC 的大容量化、高速化创造了条件，现代大型 PLC 存储器容量大到数兆，控制程序达到数万步，梯形图的扫描速度可达 0.1ms/k 的数量级，速度上比许多 DCS(分散型控制系统)快数十倍。

大容量及高速化的 PLC 为加工机具的精确定位、机床速度的精确调节、阀门的灵活控制以及 PID 过程控制等提供了更好的手段。

5. 模块化、模块智能化

大中型 PLC 几乎全用模块式结构，功能较多的小型 PLC 也采用模块式结构，因为这种

结构最大的优点是可让用户按需组合，避免功能资源的浪费，使控制系统的成本最小化，实现性价比最优。I/O 模块的点数逐渐增多，小型机大多采用 4、8 及 16 点，大、中型机多采用 64、32 及 16 点。

模块智能化，就是模块的本身具有 CPU，能独立工作，它们与主 CPU 模块并列运行，紧密结合，有助于克服 PLC 扫描算法上的局限性，使其在速度、准确度、适应性、可靠性等各方面均更胜一筹，完成以前 PLC 本身无法完成的许多功能。

6. 通讯化、网络化

现代工业生产规模大，控制复杂，被控对象分布广且具有一定的空间距离，因此要有许多 PLC 或其他控制器来分区控制，往往还有上位机对其进行统一管理，以协调全厂的生产，这就需要各级控制器之间以及与上位机之间具有通讯手段，实现信息交流。

现代的 PLC 机大多具有标准通讯接口（例如 RS - 232C、422、485、ProfiBus、以太网等），具有通讯联网功能。通过电缆或光纤，信息传送距离可达几十公里，联网后，各控制器形成一个统一的整体，实现集散控制。

各公司都有自己的专用通讯网络，造成了各家 PLC 之间的通讯困难，但是它们可以通过主机与遵循标准通讯协议（如 MAP 网络通讯协议）的网络联网。

7. 编程语言化

梯形图编程固然方便直观，但在复杂的控制领域编程则较繁琐，因此复杂的应用场合需要高级的编程工具。当代 PLC 已发展出了许多编程语言，如面向顺序控制的步进顺控语言，面向过程控制的流程图语言（它能表示过程中动态变量与信号的相互联接）。还有用高级语言 BASIS、PASCAL、C 语言编程的。

8. 增强外部故障检测能力

据分析，PLC 控制系统的故障中，内部故障占 20%（其中 CPU 板占 5%；I/O 板占 15%）；外部故障（非 PLC）占 80%，其中传感器占 45%，执行器占 30%，接线占 5%。

除了内部故障可通过 PLC 的软、硬件自动检测以外，其余 80% 都不能通过自诊断查出。因此，检测外部故障的功能是很有价值的发展方向。

第二章 PLC 的组成及工作原理

第一节 PLC 的组成

PLC 由输入、逻辑处理、输出三个基本部分组成，如图 1-2-1 所示。

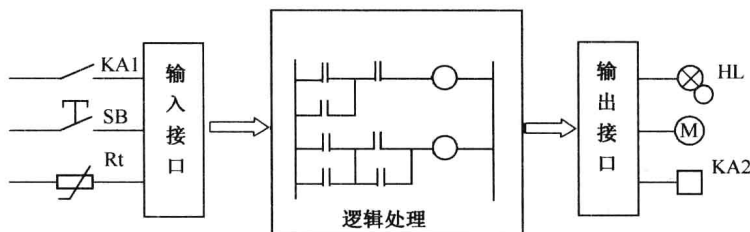


图 1-2-1 PLC 的基本组成框图

输入部分是指各类按钮、行程开关、传感器等接口电路，它收集并保存来自被控对象的各种开关量、模拟量信息和来自操作台的命令信息等。

逻辑处理部分用于处理输入部分取得的信息，按一定的逻辑关系进行运算，并把运算结果以某种形式输出。

输出部分是指驱动各种电磁线圈、交/直流接触器、信号指示灯等执行元件的接口电路，它向被控对象提供动作信息。

为了方便使用，PLC 还常配套有编程器等外部设备，它们可以通过总线或标准接口与 PLC 连接，由图 1-2-2 可看出，PLC 的组成结构和计算机差不多，故 PLC 可看作是用于工业控制的专用计算机。

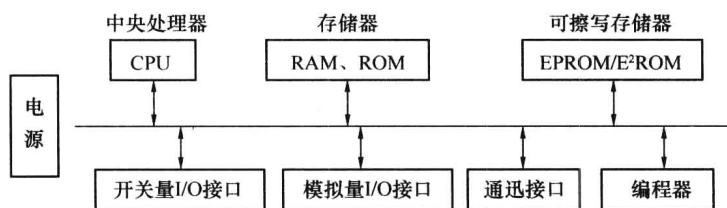


图 1-2-2 PLC 组成的原理框图

第二节 PLC 的主要部件功能

一、CPU

CPU 是 PLC 的核心部件之一，它的主要功能有：(1) 采集输入信号；(2) 执行用户程序；(3) 刷新系统输出；(4) 执行管理和诊断程序；(5) 与外界通信。

PLC 常用的 CPU 芯片主要有：

(1) 通用微处理器 如 INTEL (8080、8085、8086、8088、80386、80486、80586)、

Zilog(Z80、Z8000)、Motorola(6800、6809、68000)等。通用微处理器芯片的通用性强、价格便宜、货源充足。

(2) 单片微处理器 如 INTEL(8031、8039、8049、8051、8089), 单片微处理器又叫单片机, 它将 ROM、RAM、接口电路、时钟电路、串行口甚至 A/D 都集成在一个很小的芯片上, 自成一个小的微处理机系统。另外, 单片机有大量的位寻址单元和丰富的位操作指令, 它为 PLC 在位处理方面提供了最佳的功能和速度, 所以特别适用于 PLC。此外, 单片机集成度高、体积小、通用性强、价格低、可扩充性好、货源足。

(3) 位片式微处理器 如 AMD(2900、2901、2903、 $N8 \times 300$), 位片式微处理器是独立于微型机的另一分支, 因为它采用双极型工艺, 所以比一般的 MOS 型微机处理器在速度上要快一个数量级。上述两种微处理器的字长、结构、指令系统是固定的, 而位片机具有 CPU 的一切必要附件(如寄存器、算术逻辑部件 ALU 等), 位片的宽度有 2、4、8 位几种, 用几个位片机级联, 可组成任意字长的微处理器。还可通过改变微程序存储器的内容来改变机器的指令系统(即指令系统对用户开放)。位片式结构可使用多个微处理器, 将任务分成几个部分让其并行处理, 即重叠操作, 这样能更有效地发挥其快速的特点。其缺点是集成度低, 用的芯片较多, 功耗也较大。

目前小型 PLC 一般采用 8 位 CPU, 如 8080、8085、Z80、6800、MCS48、51 系列, 而大、中型 PLC 常采用位片式微处理器、16/32 位通用微处理器。

二、存储器

存储器是保存系统程序、用户程序、中间运算结果的器件, 据其在系统中的作用, 可将它们分为以下四种:

(1) 系统程序存储器

系统程序存储器用来存放 PLC 的监控程序, 可分为系统管理程序、命令解释程序、故障检测、诊断程序、通信程序。系统程序由 PLC 厂家设计, 并固化在 ROM / PROM / EPROM 存储器中, 用户不必对它作细致的了解, 更不能改变它。

(2) 用户程序存储器

用户程序存储器用来存放用户编制的控制程序。PLC 术语中讲的存储器容量及形式就是指用户程序存储器。常用的用户存储器形式有 EPROM、E²ROM、带掉电保护的 RAM 等。

EPROM 作程序存储器的优点是: 写入程序不会因停电而丢失。但其成本较高, 主要体现在两个方面: (1) 调试时仍要用 RAM 作程序存储器, 而且最好用带电容/电池后备的 RAM, 这样用户实质上是购买了两套用户程序存储器; (2) 对许多 PLC 而言, 往往还要另外配套购置专用的 EPROM 写入装置和擦除装置。

EPROM 是非易失性的且可电擦除的存储器, 它兼有 ROM 的非易失性和 RAM 随机存取之优点, 它的写入或擦除不需特殊装置。用它作用户程序存储器, 在程序调试阶段, 可用编程器直接修改程序, 程序确定下来即可投入运行。不足的是, 它的写入时间较长(约为 ms 级), 但对手工输入或修改程序而言, 这点是不成问题的。

一般而言, 用户的控制程序必须经过多次的调试和修改才能确定下来。据此特点, 在控制程序没确定以前, 常先采用带掉电保护的 RAM 作用户程序存储器, 待程序确定后, 再由厂家提供的 EPROM 写入器将程序固化到 EPROM 中, 并将该 EPROM 插入 PLC 中运行。EPROM 插入 PLC 后, PLC 则运行 EPROM 中的用户程序, 若没插入 EPROM, PLC 则运行 RAM 区中的用户程序。许多用户用掉电保护的 RAM 作用户程序存储器, 因为它比另两种价

格便宜,一旦电源停电,靠后备电池/电容可以保存 RAM 中的程序数年 / 数十天,只要做到停电时间不超过这个期限即可,这点对于一般的工矿企业而言是容易做到的。

(3) 数据表存储器 (I/O 映像存储器)

数据表存储器用来存放开关量 I/O 状态表,定时器、计算器的预置值表,模拟量 I/O 数值等。

(4) 高速暂存存储器

高速暂存存储器主要存放运算的中间结果、统计数据、故障诊断的标志位等,它与数据表存储器一样,常用 RAM,这其中部分或全部有后备电源。

三、I/O 部分

PLC 的 I/O 部分,因用户的需求不同有各种不同的组合方式,通常以模块的形式供应,一般可分为 11 种。

1. 开关量 I/O 模块(部分)

开关量 I/O 模块分为开关量输入模块和开关量输出模块。其中,开关量输入模块(部分)的作用是接收现场设备的状态信号、控制命令等,如限位开关、操作按钮等,并且将此开关量信号转换成 CPU 能接收和处理的数字量信号;开关量输出模块(部分)的作用是将经过 CPU 处理过的结果转换成开关量信号送到被控设备的控制回路中去,以驱动阀门执行器、电动机的启动器和灯光显示等设备。

开关量 I/O 模块(部分)的信号仅有通、断两种状态,各 I/O 点的通/断状态用发光二极管在面板上显示。输入电压等级通常有 DC (5V、12V、24V、48V) 或 AC (24V、120V、220V) 等。

每个模块可能有 4、8、12、16、24、32、64 点,外部引线连接在模块面板的接线端子上,有些模块使用插座型端子板,在不拆去外部连线的情况下,可迅速地更换模块,便于安装、检修。

(1) 开关量输入模块

按与外部接线对电源的要求不同,开关量输入模块可分为 AC 输入、DC 输入、无压接点输入、AC/DC 输入等几种形式,参见图 1-2-3。每个输入点均有滤波网络、LED 显示器、光电隔离管。

从图 1-2-3(c)中可以看出,无压接点输入是开关触点直接接在公共点和输入端,不另外接电源,电源由内部电路提供(公共点有 $\oplus$ 、 θ 之分,图 1-2-3(c)中为 θ)。

输入模块的主要技术指标有:

输入电压 指 PLC 外接电源的电压值;

输入点数 指输入模块开关量输入的个数;

AC 频率 指输入电压的工作频率,一般为 50 ~ 60Hz;

输入电流 指开关闭合时,流入模块内的电流。一般为 5 ~ 10mA;

输入阻抗 指输入电路的等效阻抗;

ON 电压 指逻辑“1”之电压值,开关接通时为“1”;

OFF 电压 指逻辑“0”之电压值,开关断开时为“0”;

OFF→ON 的响应时间 指开关由断→通时,导致内部逻辑电路由“0”→“1”的变化时间;

ON→OFF 的响应时间 指开关由通→断时,导致内部逻辑电路由“1”→“0”的变化