



应用型本科机电类专业“十三五”规划精品教材

可编程自动化 控制器技术应用教程 (GE PAC RX3i)

主编 祁锋

应用型本科机电类专业“十三五”规划精品教材

可编程自动化控制器技术应用教程 (GE PAC RX3i)

主 编 祁 锋(武汉工程科技学院)

副主编 张晓丹(文华学院)

英 璐(沈阳科技学院)

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

可编程自动化控制器技术应用教程:GE PAC RX3i/祁锋主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.2
应用型本科机电类专业“十三五”规划精品教材
ISBN 978-7-5680-2248-4

I. ①可… II. ①祁… III. ①可编程序控制器-高等学校-教材 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 243486 号

可编程自动化控制器技术应用教程(GE PAC RX3i)

祁 锋 主 编

Kebiancheng Zidonghua Kongzhiqi Jishu Yingyong Jiaocheng(GE PAC RX3i)

策划编辑:袁 冲

责任编辑:史永霞

封面设计:原色设计

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉匠心天下文化发展有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9.5

字 数:239千字

版 次:2017年2月第1版第1次印刷

定 价:24.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

第 1 篇 基础知识篇

第 1 章 PAC、PLC 基础知识	2
1.1 PAC 基础知识	2
1.2 PLC 基础知识	7
1.3 PAC、PLC 的组成	12
1.4 PAC、PLC 的工作原理	14
第 2 章 电气控制系统中常用的低压电器	19
2.1 电器的定义与分类	19
2.2 接触器	20
2.3 继电器	21
2.4 熔断器	27
2.5 开关电器	28
2.6 主令电器	31
2.7 常用继电器控制电路与相应 PLC 梯形图	36
第 3 章 GE PAC RX 3i 平台	41
3.1 GE PAC 系列产品简介	41
3.2 GE PAC RX3i 平台特点	42
3.3 GE PAC RX3i 硬件模块	43
3.4 GE PAC 指令系统	53
3.5 定时器	57
第 4 章 PME 编程软件使用	60
4.1 PME 软件概述	60
4.2 工程管理	66
4.3 硬件配置	68

4.4	PAC 与计算机通信	69
4.5	梯形图编辑	72
4.6	程序下载与上传	76
4.7	备份、删除、恢复项目	77
第 5 章	QuickPanel View/Control 触摸屏的使用	81
5.1	QuickPanel View/Control 简介	81
5.2	QuickPanel View/Control 6" TFT 的使用	81
5.3	QuickPanel View/Control 界面的开发	84
5.4	触摸屏画面设计实例	88

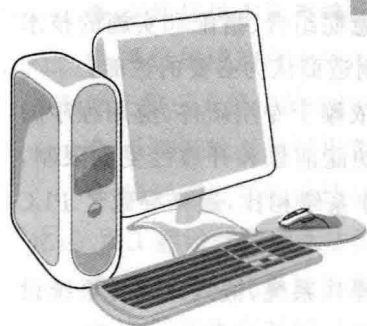
第 2 篇 项目应用篇

项目 1	电机正反转实验	96
项目 2	舞台灯光模拟控制实验	100
项目 3	自动刀库实验	103
项目 4	多种液体混合实验	106
项目 5	电梯模拟控制实验	109
项目 6	轧钢机模拟控制实验	112
项目 7	自动成型机实验	116
项目 8	交通灯模拟实验	119
项目 9	洗衣机模拟控制实验	123
项目 10	机械手搬运模拟实验	126
附录 A	GE PAC RX3i 系统部分硬件基本情况表	129
附录 B	电器的文字符号和图形符号	131
附录 C	GE PAC 常用指令	137

1

第1篇

基础知识篇



◀ 1.1 PAC 基础知识 ▶

1.1.1 PAC 概述

1. PAC 的概念

PAC(可编程自动化控制器)的概念是由 ARC 顾问集团的高级研究员 Craig Resnick 提出的,在谈到创造这个新名词的意义时,他说:“PLC 在市场上相当活跃,而且发展良好,具有很强的生命力。同时,PLC 也在许多方面不断改变,不断增加其魅力。自动化供应商正不断致力于 PLC 的开发,以迎合市场与用户的需求。功能的增强促使新一代系统浮出水面。PAC 基于开放的工业标准,具有多领域功能、通用的开放平台以及高性能。ARC 顾问集团创造了这个词,以帮助用户定义应用需要,帮助制造商在谈到其产品时能更清晰地表达。”

PAC 控制引擎集中涵盖了 PLC 用户的多种需要及制造业厂商对信息的需求。PAC 包括 PLC 的主要功能和扩大的控制能力,以及 PC-based 控制中基于对象的、开放数据格式和网络连接等功能。PAC 的基本要求如下:

- ◆ 多域功能(逻辑、运动、驱动和过程)——这个概念支持多种 I/O 类型,逻辑、运动和其他功能的集成是复杂控制方法的要求;
- ◆ 单一的多学科开发平台——单一的开发环境必须能支持各种 I/O 和控制方案;
- ◆ 用于设计贯穿多个机器或处理单元的应用程序的软件工具——这个软件工具必须能适应分布式操作;
- ◆ 一组 de facto 网络和语言标准——这个技术必须利用高投入技术;
- ◆ 开放式、模块化体系结构——设计和技术标准与规范必须是在实现中开放的、模块化的和可结合的。

PAC 与 PLC 的区别:虽然 PAC 的形式与传统 PLC 的形式很相似,但性能却广泛、全面得多。PAC 是一种多功能控制器平台,它包含多种用户可按照自己意愿组合、搭配和实施的技术和产品;与其相反,PLC 是一种基于专有架构的产品,仅仅具备了制造商认为必要的性能。

PAC 与 PLC 最根本的不同在于它们的基础不同。PLC 性能依赖于专用硬件,应用程序的执行是依靠专用硬件芯片实现的,硬件的非通用性会导致系统的功能前景和开放性受到限制,由于是专用操作系统,其实时可靠性与功能都无法与通用实时操作系统相比,这样导致了 PLC 整体性能的专用性和封闭性。

PAC 的性能是基于其轻便控制引擎,标准、通用、开放的实时操作系统,嵌入式硬件系统设计以及背板总线。

PLC 的用户应用程序执行是通过硬件实现的,而 PAC 设计了一个通用、软件形式的控制引擎用于应用程序的执行,控制引擎位于实时操作系统与应用程序之间,这个控制引擎与硬件平台无关,可在不同平台的 PAC 系统间移植。因此对于用户来说,同样的应用程序不需修改即可下载到不同 PAC 硬件系统中,用户只需根据系统功能需求和投资预算选择不同性能的 PAC 平台。虽然用户的需求迅速变化,但用户系统和程序无须变化,即可无缝移植。作为可利用先进计算机技术的高性能控制系统,PAC 与 PC Control 有着本质的区别。

PAC 使用实时操作系统,所有系统硬/软件功能控制由控制引擎和应用程序负责,是实时、确定性的控制系统。

PC Control 使用普通商业操作系统,系统控制功能属于操作系统任务的一部分,所有系统硬/软件功能控制属于操作系统的一部分,属于非实时、非确定性的控制系统。

2. PAC 的优点

PAC 控制解决方案,其优点如下。

(1) 提高生产率和操作效率:一个通用轻便控制引擎和综合工程开发平台允许快速地进行开发、实施和迁移;且它的开放性和灵活性确保了控制、操作企业级业务系统的无缝集成,优化了工厂流程。

(2) 降低操作成本:使用通用、标准架构和网络,降低了操作成本,让工程师能为一个体现成本效益、使用现货供应的平台选择不同系统部件,而不是专有产品和技术;只要求用户在一种统一平台上和开发环境中培训,而不是几种;且为用户提供了一个无缝迁移路径,保护了用户在 I/O 和应用开发方面的投资。

(3) 使用户对其控制系统拥有更多控制力:使用户拥有更多灵活性来选择适合每种特殊应用的硬件和编程语言,以他们自己的时间表来规划升级,并且可在任何地方设计、制造产品。

3. PLC 的弱势

虽然 PLC 业界已经注意到了 PLC 发展的这一趋势,并通过将 PC 技术应用于 PLC 产品,直接提供 OPC Server、WEB Server 及 IEEE 标准通信接口等,以提供更高的应用灵活性。但是,受限于传统 PLC 专属式的设计,其互操作性和灵活性限制(即使是对于同一品牌的 PLC 来说,也是这样),并不能完全满足用户的要求:

◆ 传统的 PLC 不能提供主动的事件通知功能,系统的集中监视管理有赖于服务器主机的主动定时查询;

◆ 因为在实时信息上的欠缺,要实现跨 PLC 的事件处理比较困难,且速度延迟,效果不佳;

◆ 无法提供本地直接处理的预约控制,预约控制完全有赖于服务器主机的集中处理;

◆ 系统的建构由于采用了不同供应商的多种平台,为整合各种不同的专用总线,系统之衔接有赖于第三方提供的 OPC Server 或 Gateway,故其实施并不是一件轻松和容易的事情;

◆ 系统升级必须付出重新设计的成本和时间,其不可预见成本太高;

◆ 梯形图程序的设计是基于个案进行的,每一个案均无法完全复制应用,无法实现标准化,从而工程设计费用无法降低;

◆ 现行自动化系统的数据容量太小,在适应新的应用需求时显得力不从心;

◆ 无法实现实时同步远程的数据传输,与 PDA、手机的连接比较困难;

- ◆ 需要通过 PC 或第三方设备来实现基于 Web 的远程数据发布。

4. PAC 的特征

用户可以根据系统的需要,组合和搭配相关的技术和产品以实现功能的侧重,因为基于同一发展平台进行开发,所以采用 PAC 系统保证了控制系统各功能模块具有统一性,而不仅是一个完全无关的部件拼凑成的集合体。

综合业界专家的意见,所谓 PAC 系统应该具备以下一些主要的特征:

- ◆ 提供通用发展平台和单一数据库,以满足多领域自动化系统设计和集成的需求;
- ◆ 一个轻便的控制引擎,可以实现多领域的功能,包括逻辑控制、过程控制、运动控制和人机界面等;
- ◆ 允许用户根据系统实施的要求在同一平台上运行多个不同功能的应用程序,并根据控制系统的设计要求,在各程序间进行系统资源的分配;
- ◆ 采用开放的模块化的硬件架构以实现不同功能的自由组合与搭配,减少系统升级带来的开销;
- ◆ 支持 IEC61158 现场总线规范,可以实现基于现场总线的高度分散性的工厂自动化环境;
- ◆ 支持事实上的工业以太网标准,可以与工厂的 EMS、ERP 系统轻易集成;
- ◆ 使用既定的网络协议程序语言标准来保障用户的投资及多供应商网络的数据交换。

5. PAC 市场

PAC 概念提出后得到 GE Fanuc 公司的积极响应,GE Fanuc 公司陆续发布了其 PACSystems 系列产品 RX3i 与 RX7i。北美的 PLC 主导厂商 Rockwell Automation 于 2003 年 11 月宣布其 ControlLogix 和 CompactLogix PLC 事实上就是 PAC。另外,NI、台湾泓格等公司相继推出各自的 PAC 系统。

中国市场对于 PAC 系统表现出了很强的接受能力。

◆ 仅在 2004 年第一季度,GE Fanuc 就宣布其 PAC 系统在中国的订单超过 200 套。其 PACSystems 系列产品在 GE Fanuc 产品结构中占据了很重要的位置,它的市场份额逐年扩大。

◆ 从 Rockwell 公司发布的数据我们可以看到,目前中国已成为 ControlLogix 系统的全球第二大市场。

◆ 研华公司的 ADAM-5000、ADAM-6000 等 PAC 产品目前的市场份额在逐年上升。

◆ 泓格科技产品 WinCon-8000 基于 32 位 RISC 处理器与实时操作系统(RTOS)及其 CANopen/DevicNet 解决方案,掀起了中国工控领域的一轮 PAC 旋风。

6. PAC 产品技术性能

◆ GE Fanuc 公司的 PACSystems RX3i/7i 的 CPU 采用了 Pentium III 300/700MHz 处理器,操作系统为 WindRiver 的 Vx Works,RX3i 为 VME64 总线,RX7i 为 CompactPCI 总线。

◆ NI 公司的 Compact FieldPoint 的 CPU 升级到 Pentium IV-M 2.5GHz 处理器,其特色在于整合了测试测量领域中应用非常广泛的开发平台 LabView。

◆ Beckhoff 公司的 CX1000 的 CPU 为 Pentium MMX 266MHz 处理器,操作系统为 Windows CE .NET 或 Embedded Windows XP。

◆ ICP DAS 泓格科技的 WinCon/LinCon 的 CPU 为 StrongARM 206MHz 处理器,

WinCon 的操作系统为 Windows CE .net; LinCon 的操作系统为 Embedded Linux。

7. PAC 系统的关键技术

PAC 的产生受益于近年来在嵌入式系统领域的发展与进步。在硬件方面,有重大意义的事件包括嵌入式硬件系统设计(其中具有代表意义的是 CPU 技术的发展)、现场总线技术的发展、工业以太网的广泛应用;在软件方面则包括嵌入式实时操作系统、软逻辑编程技术、嵌入式组态软件的发展等。分别说明如下:

◆ 跟随摩尔定律的发展,最新的高性能 CPU 在获得更高的处理能力的同时,其体积更小、功耗更低,从而在出众的计算能力以及工业用户最为关心的稳定性和可靠性方面获得平衡,使制造厂商有可能去选择通用的标准的嵌入式系统结构进行设计,摆脱传统 PLC 因采用专有的硬件结构体系带来的局限,使系统具备更为丰富的功能前景和开放性。在现有面世的 PAC 系统中,被广泛采用的是低功耗、高性能的 SOC (System On Chip) 核心处理器。这里面既有采用 CISC 架构的 CPU,如 Mobile Pentium 系列 CPU,也有采用 RISC 架构的 CPU,如 ARM 系列、SHx 系列等,当然也有使用 MIPS CPU 的。综合比较而言,由于 RISC CPU 在应用于工业控制系统时所具备的综合优势,采用 RISC CPU 的系统占据了目前市场所供应的控制系统的大多数。

◆ 经过 14 年的纷争,最后 IEC 的现场总线标准化组织经投票,接纳了 8 种现场总线成为 IEC61158 现场总线标准。IEC61158 现场总线标准的尘埃落定,使得工业控制在设备层和传感器层有了可以遵循的标准。但是由于这 8 种现场总线采用的通信协议完全不同,因此,要实现这些总线的兼容和互操作是十分困难的。其可能的出路是采用通用的国际标准 Ethernet、TCP/IP 等协议,并使其符合工业应用的要求,而且这种方案最容易被用户、集成商、OEM 及制造商接受。

◆ 通用的嵌入式实时操作系统获得了长足的发展,并获得了广泛的应用。传统的美国风河公司的 Vx Works、PSOS 操作系统在高端领域拥有很高的占有率;另一引人注目的趋势是微软公司的 Windows CE 在推出 .net 版本以后,有效解决了硬实时的问题,并以其低廉的价格和广泛的客户群获得了用户的青睐;作为开放源代码的代表, Linux 操作系统推出了其嵌入式版本,并以其在成本、开放性、安全性上的优势,获得一些特殊应用客户及中小制造商的欢迎。

◆ 符合 IEC61131-3 标准的软逻辑编程语言的发展,有效地整合了传统 PLC 在编程技术上的积累,使广大的机电工程师可以在基于 PC 的系统上使用其熟悉的编程方式实现其控制逻辑。在 PAC 系统上,工程师可以使用高阶语言实现复杂的算法或通信编程,例如 EVC、VC#、JAVA 等。

◆ 在人机界面的部分,一些软逻辑开发工具同时提供 HMI 开发套件,例如 ISaGRAF、MicroTrace Mode、KW MultiProg 等。如果有更进一步的需求,一些专业的 SCADA/HMI 软件厂商提供针对嵌入式系统开发的套装软件,例如亚控公司的嵌入版 KingView、InduSoft 等。

在可以预见的几年内,标准性、开放性、可互操作性、可移植性将是用户更为关心的自动化产品的重要特征,而融汇了 IPC 和 PLC 的优点的 PAC 系统有明显的优势。

1.1.2 PAC 的特点

当 Internet 处于起步阶段时,基于 PC 的仪器还没有出现,而 PLC 就占领了整个自动化领

域。即使是今天,那些使用数字 I/O 进行简单控制的工程师虽然感到 PLC 是他们最好的选择,但如果考虑到要使 PLC 增加视觉、运动、仪器和分析功能等全方位的自动化领域,那只有新一代可编程自动化控制器(PAC,programmable automation controller)才有可能逐渐占领。这是当今设计与建立控制系统发展的需要。

众所周知,设计与建立控制系统时,工程师总是希望能使用比较少的设备来实现更多的功能。当今,他们需要的控制系统不仅能处理数字 I/O 和运动,而且还可以集成用于自动化监控和测试的视觉功能和模块化仪器,同时还必须能实时地处理控制算法和分析任务,并把数据传送回企业。也就是说,工程师希望同时拥有 PC 的功能和 PLC(可编程控制器)的可靠性,而可编程自动化控制器(PAC)就是这样的平台,它能结合 PC 和 PLC 两者的优势,提供开放的工业标准、可扩展的领域功能、一个通用的开发平台和一些高级性能,是工业自动化领域中比较完善的新兴控制器。

PAC 是新一代的 PLC,其优势可概括为以下五点。

- ◆ 多种功能:在一个平台上至少有两个功能(逻辑、运动、PID 控制、驱动和处理)。
- ◆ 单一的多规程功能开发平台:采用通用的标记和单个数据库来访问所有的参数和功能。
- ◆ 软件工具允许通过多台机器或处理单元处理流程来进行设计,可以结合 IEC61131-3、用户手册和数据管理。
- ◆ 开放的模块化结构:反映了从工厂机器布置到加工车间中单元操作的工业应用。
- ◆ 采用实际标准的网络接口、语言等,如 TCP/IP、OPC、XML 和 SQL 查询。

PAC 能增加所需的 PC 功能以用于高级控制、实时分析或连接企业数据库,而且保持了 PLC 的可靠性。如果不仅需要集成数字 I/O 和运动控制,而且需要更快的计算机处理能力的话,PAC 可能是非常好的选择。因此,PAC 正慢慢占领自动化领域,并将在当今和未来的工厂自动化中发挥重要的作用。

1.1.3 PAC 及 PLC 在工厂中的作用

PAC 自问世以来就与工厂自动化技术的发展密不可分,工厂自动化技术的发展促进了 PAC 的革新,同时又给工厂自动化技术的发展提供了新的思路。工厂自动化控制系统综合智能决策技术、信息处理技术、高可靠性通信技术、智能检测与处理技术,一般可分为三个层次,即企业资源规划(ERP)层、制造执行系统(MES)层与过程控制系统(PCS)层。企业资源规划层负责制订生产计划、协调安排生产资源,制造执行系统层负责实施生产管理与质量控制,过程控制系统层负责实现逻辑、闭环和过程控制等。生产过程借助于 MES 进行集成与协调控制,通过工厂的信息管理系统(PMIS)、产品规范管理系统(PSMS)、物流管理系统、设备管理系统、实验室和化验室的信息管理系统、生产订单的管理系统以及详细的生产排程和生产运营记录系统,使得工厂的信息不仅具有很好的计划性,还能使计划得以实施,最终实现操作过程自动化,使生产更有序、更经济。这种集管理与现场控制于一体的自动化系统具有如下优势。

(1) 工厂规划管理层通过对现场设备的实时监控,能够很容易地获取现场信息,同时结合管理层的有关市场营销、仓储及财务等方面的信息,可以及时做出决策,再通过计算机网络下达到现场控制层。

(2) 分散型网络化生产系统采用敏捷制造原理,通过工厂自动化系统和规划管理层所提供

的广域网接口,可以很方便地将距离甚远的大型工厂的分公司组织在一起,实现异地决策、异地设计和异地生产,这样就可以通过自动化工厂信息集成对企业实现高效益的生产管理。PAC技术的每一次跃进都能给工厂自动化技术的发展变革带来新的思路,工厂自动化的新发展同样也促使PAC技术变革以适应其需求。

PLC正是具有以下功能,才得以在工厂自动化领域大展拳脚。

(1) 开关量的逻辑控制。开关量的逻辑控制是PLC最基本、应用最广泛的功能。开关量逻辑控制是根据有关输入开关量的当前与历史的状况,产生所要求的开关量输出,使系统能按一定顺序工作,既可用于单台设备的控制,也可用于多机群控及自动化流水线。在开关量逻辑控制领域,至今还没有其他的控制器能够取代PLC。

(2) 模拟量的过程控制。在工业生产过程中,有许多连续变化的量,如温度、流量、液位等,称为模拟量。模拟量过程控制一般是指对连续变化的模拟量的闭环控制。过程控制的目的是根据有关模拟量的当前与历史的输入状况,产生所要求的模拟量或开关量的输出,使系统能够按照一定的要求进行工作。PLC厂家一般都生产配套的A/D和D/A转换模块,使其PLC可用于模拟量控制。

(3) 运动控制。PLC既可用于直线运动控制,也可用于圆周运动控制。从控制机构配置来说,早期直接用于开关量I/O模块连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动控制模块,如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要PLC厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

(4) 过程控制。过程控制是指对模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机,PLC能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。PID调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大多数PLC都有PID功能模块。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

(5) 数据处理与通信。随着信息技术的发展和市场经济的需要,仅以实现生产过程自动控制为目的的工厂,其自动化远不能满足要求,这些工厂正在加强企业现代化管理,以提高企业总体经济效益。这就要求工厂自动化在实现生产过程自动化的基础上,进一步实现管理的现代化,从而需要一种既能满足生产过程控制要求,又能集企业管理、信息技术于一体的工厂自动化系统。这种需求促使PLC进行变革,现代PLC已具有数据处理与信息控制、通信及联网功能,这使得PLC在现代工厂自动化系统中的应用范围大大扩展。

① 数据处理与信息控制是指数据的采集、存储、变换、检索、传输等操作。随着技术的发展与进步,现代已具有数学运算(含矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析及处理。这些功能可以辅助实现工厂自动化系统监控层及决策层的数据查询、决策参考等功能,是企业信息化的基础技术。

② 通信及联网。网络通信与远程控制是指对系统的远程部分的行为及其效果实施检测与控制。现代大型工厂自动化系统一般都采用分散型结构,其决策、设计及制造可能需要远程实现,PLC的以太网通信功能正满足了这种需求。PLC不仅能实现以太网通信,同样可以实现与多种现场总线的通信,这使得PLC可以横贯工厂自动化系统的三个层次,实现透明决策。

图1-1-1所示为PLC在工厂自动化中的作用。

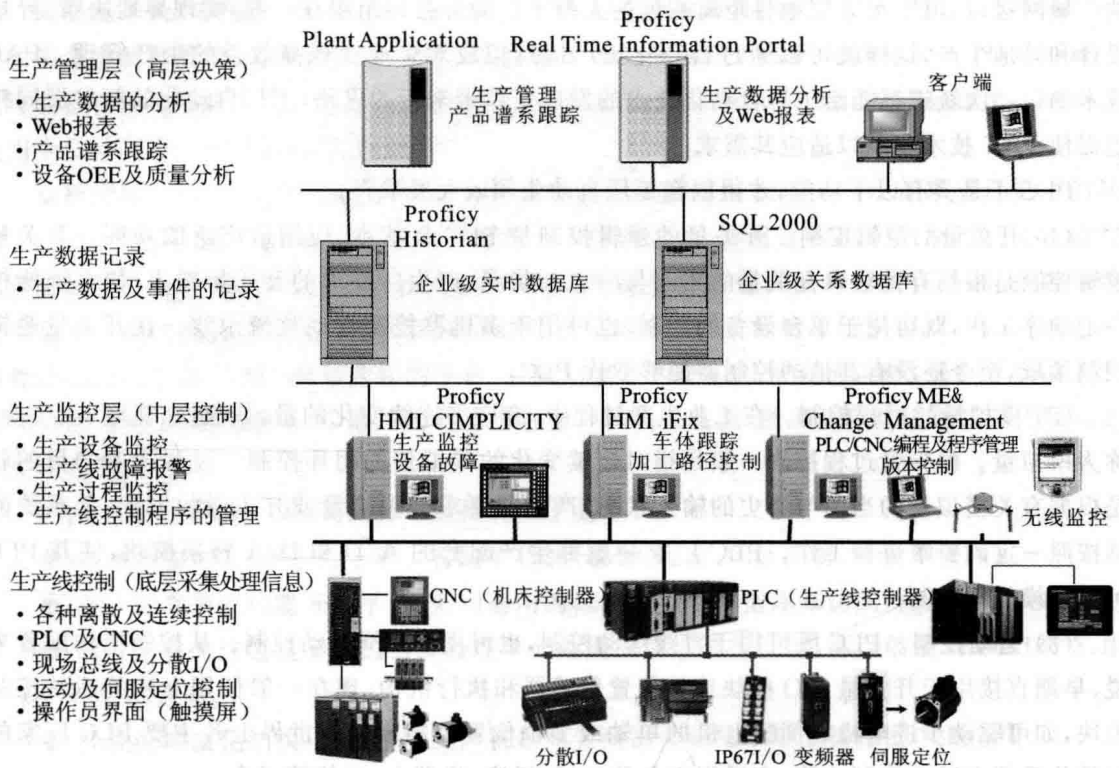


图 1-1-1 PLC 在工厂自动化中的作用

◀ 1.2 PLC 基础知识 ▶

1.2.1 PLC 的产生

在 20 世纪 60 年代,汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的。当时汽车的每一次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装。随着生产的发展,汽车型号更新的周期愈来愈短,这样继电器控制装置就需要经常地重新设计和安装,十分费时、费工、费料,甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状,美国通用汽车公司在 1969 年公开招标,要求用新的控制装置取代继电器控制装置,并提出了十项招标指标:

- (1) 编程方便,现场可修改程序;
- (2) 维修方便,采用模块化结构;
- (3) 可靠性高于继电器控制装置;
- (4) 体积小于继电器控制装置;
- (5) 数据可直接送入管理计算机;
- (6) 成本可与继电器控制装置竞争;
- (7) 输入可以是交流电 115V;
- (8) 输出为交流电 115V,2A 以上,能直接驱动电磁阀、接触器等;
- (9) 在扩展时,原系统只要很小变更;
- (10) 用户程序的存储器容量至少能扩展到 4KB。

1969年,美国数字设备公司(DEC)研制出第一台PLC,在美国通用汽车自动装配线上试用并获得了成功。

这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点,很快在美国其他工业领域推广应用,到1971年,它已经成功地应用于食品、冶金、造纸等工业。

这一新型工业控制装置的出现受到了世界其他国家的高度重视。1971年日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台PLC。1973年,西欧国家研制出它们的第一台PLC。我国从1974年开始研制,于1977年开始将PLC应用于工业。

1.2.2 PLC的发展历史

虽然PLC问世时间不长,但是随着微处理器的出现,大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术的不断进步,PLC也迅速发展,其发展过程大致可分为以下三个阶段。

1. 早期的PLC(20世纪60年代末—20世纪70年代中期)

早期的PLC一般称为可编程逻辑控制器。这时的PLC有继电器控制装置的替代物的含义,其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时等。它在硬件上以准计算机的形式出现,在I/O接口电路上做了改进以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路,存储器采用磁芯存储器。另外,还采取了一些措施以提高其抗干扰的能力。在软件编程上,采用广大电气工程技术人员所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图。因此,早期的PLC的性能要优于继电器控制装置,其优点包括简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障指示、能重复使用等。其中,PLC特有的编程语言梯形图一直沿用至今。

2. 中期的PLC(20世纪70年代中期—20世纪80年代中后期)

在20世纪70年代,微处理器的出现使PLC发生了巨大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为PLC的中央处理单元(CPU),这使PLC的功能大大增强。在软件方面,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外,还增加了算术运算、数据处理和传送、通信、自诊断等功能;在硬件方面,除了保持其原有的开关量模块以外,还增加了模拟量模块、远程I/O模块、各种特殊功能模块,并扩大了存储器的容量,使各种逻辑线圈的数量增加,提供了一定数量的数据寄存器,使PLC的应用范围不断扩大。

3. 近期的PLC(20世纪80年代中后期至今)

进入20世纪80年代中后期,由于超大规模集成电路技术的迅速发展,微处理器的市场价格大幅度下降,使得各种类型的PLC所采用的微处理器的档次普遍提高。而且,为了提高PLC的处理速度,各制造厂商纷纷研制开发了专用逻辑处理芯片,这使得PLC软、硬件的功能发生了巨大变化。

1.2.3 PLC的定义及名称演变

从可编程控制器的发展历史可知,可编程控制器功能不断变化,其名称演变经历了如下过程。

早期产品名称为“programmable logic controller”(可编程逻辑控制器),简称PLC,主要替代传统的继电器接触控制系统。

1975—1976年,集成电路、计算机技术飞速发展,将CPU集成电路、存储器与控制器有机结合。随着微处理器技术的发展,可编程控制器的功能不断增加,“可编程逻辑控制器”这一名称已不能描述其多功能的特点。1980年,美国电气制造商协会(NEMA, National Electrical

Manufacturers Association) 给它取了一个新的名称——“programmable controller”，简称 PC。

1982 年，国际电工委员会 (IEC) 专门为可编程控制器下了严格定义。然而，PC 这一简写名称在国内早已成为个人计算机 (personal computer) 的代名词，为了避免造成名词术语混乱，国内仍沿用早期的简写名称 PLC 表示可编程控制器，但此 PLC 并不意味着只具有逻辑功能。

可编程控制器一直在发展中，直到目前还未能对其下最后的定义。

美国电气制造商协会在 1980 年给可编程控制器做了如下定义：

可编程控制器是一个数字式的电子装置，它使用了可编程序的记忆以存储指令，用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数和演算等功能，并通过数字或模拟的输入和输出，以控制各种机械或生产过程。一部数字电子计算机若是用来执行 PLC 之功能，亦被视同 PLC，但不包括鼓式或机械式顺序控制器。

国际电工委员会曾于 1982 年 11 月颁发了可编程控制器标准草案第一稿，1985 年 1 月颁发了第二稿，1987 年 2 月颁发了第三稿。草案中对可编程控制器的定义是：

可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等面向用户的指令，并通过数字量或模拟量的输入/输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外围设备，都按易于工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

该定义强调了可编程控制器是“数字运算操作的电子系统”，即它是一种计算机，是“专为在工业环境下应用而设计”的计算机。这种工业计算机采用“面向用户的指令”，因此编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作，还具有“数字量或模拟量的输入/输出”能力，并且非常容易与工业控制系统联成一体，易于扩充。

该定义还强调了可编程控制器直接应用于工业环境，它须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围。

1.2.4 PLC 的特点

1. 高可靠性

所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离，使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间在电气上隔离。

各输入端均采用 R-C 滤波器，其滤波时间常数一般为 10~20 ms。

各模块均采用屏蔽措施，以防止辐射干扰。

采用性能优良的开关电源。

对采用的器件进行严格的筛选。

良好的自诊断功能，一旦电源或其他软、硬件发生异常情况，CPU 立即采取有效措施，以防止故障扩大。大型 PLC 可以采用由双 CPU 构成冗余系统或由三 CPU 构成表决系统，使可靠性进一步提高。

2. 丰富的 I/O 接口模块

PLC 针对不同的工业现场信号，如交流或直流、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等，有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备，如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变速器、电磁线圈、控制阀等，直接连接。另外，为了提高操作性能，它还有多种人-机对话的接口。

3. 采用模块化结构

为了适应各种工业控制需要，除了单元式的小型 PLC 以外，绝大多数 PLC 均采用模块化

结构。PLC 的各个部件,包括 CPU、电源、I/O 等均采用模块化设计,由机架及电缆将各模块连接起来,系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

4. 编程简单易学

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式,使用者不需要具备计算机的专门知识,因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

5. 安装简单,维修方便

PLC 不需要专门的机房,可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接,即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置,便于用户了解运行情况和查找故障。

PLC 采用模块化结构,一旦某模块发生故障,用户可以通过更换模块的方法,使系统迅速恢复运行。

1.2.5 PLC 的分类

1. 按 I/O 点数分类

1) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下,其特点是体积小、结构紧凑,整个硬件融为一体,除了开关量 I/O 以外,还可以连接模拟量 I/O 及其他各种特殊功能模块。它能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网以及各种应用指令。

2) 中型 PLC

中型 PLC 采用模块化结构,其 I/O 点数一般在 256~1024 点之间。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外,还能采用直接处理方式,即在扫描用户程序的过程中,直接读取输入数据,刷新输出数据。它能连接各种特殊功能的模块,通信联网功能更强,指令系统更丰富,内存容量更大,扫描速度更快。

3) 大型 PLC

一般 I/O 点数在 1024 点以上的称为大型 PLC。大型 PLC 的软、硬件功能极强,具有极强的自诊断功能。通信联网功能强,有各种通信联网的模块,可以构成三级通信网,实现工厂生产管理自动化。大型 PLC 可以采用三 CPU 构成表决式系统,使机器的可靠性更高。

2. 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式 PLC、模块式 PLC 和叠装式 PLC。

(1) 整体式 PLC:将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。

整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元(又称主机)和扩展单元(或扩展模块)组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口,以及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口等。扩展单元内只有 I/O 和电源等,没有 CPU;而扩展模块内只有 I/O,没有 CPU 和电源等,由基本单元间接供电。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般还可配备特殊功能单元(或功能模块),如模拟量单元、位置控制单元等,使其功能得以扩展。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。

(2) 模块式 PLC:将 PLC 各组成部分分别做成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。

模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成。模块装在框架或基板的插座上。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活,可根据需要选配不同模块以组成一个系统,而且装配方便,便于扩展

和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

(3) 叠装式 PLC:将整体式 PLC 和模块式 PLC 的特点结合起来。

叠装式 PLC 的 CPU、电源、I/O 接口等是各自独立的模块,它们之间靠电缆进行连接,并且各模块可以一层层地叠装,这样不但系统可以灵活配置,还可以做得体积小巧。

3. 按功能分类

根据 PLC 的功能,可将 PLC 分为低、中、高三档 PLC。

(1) 低档 PLC:具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能,主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机系统。

(2) 中档 PLC:除具有低档 PLC 的功能外,还有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还增设中断、PID 控制等功能。

(3) 高档 PLC:除具有中档 PLC 的功能外,还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数运算、制表及表格传送等功能。高档 PLC 具有较强的通信联网功能,可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统,实现工厂自动化。

1.3 PAC、PLC 的组成

可编程控制器(PLC)种类繁多,但其结构和工作原理则大同小异,了解可编程控制器的基本结构,有助于理解可编程控制器的工作原理及用户程序的编制。

可编程控制器实质上是一种工业计算机,只不过它比一般的计算机具有更强的与工业过程相连接的接口和更直接的适应于控制要求的编程语言,故可编程控制器与计算机的组成十分相似。从硬件结构看,它由中央处理单元(CPU)、存储器(ROM/RAM)、输入/输出单元(I/O 单元)、编程器、电源等主要部件组成,如图 1-1-2 所示。

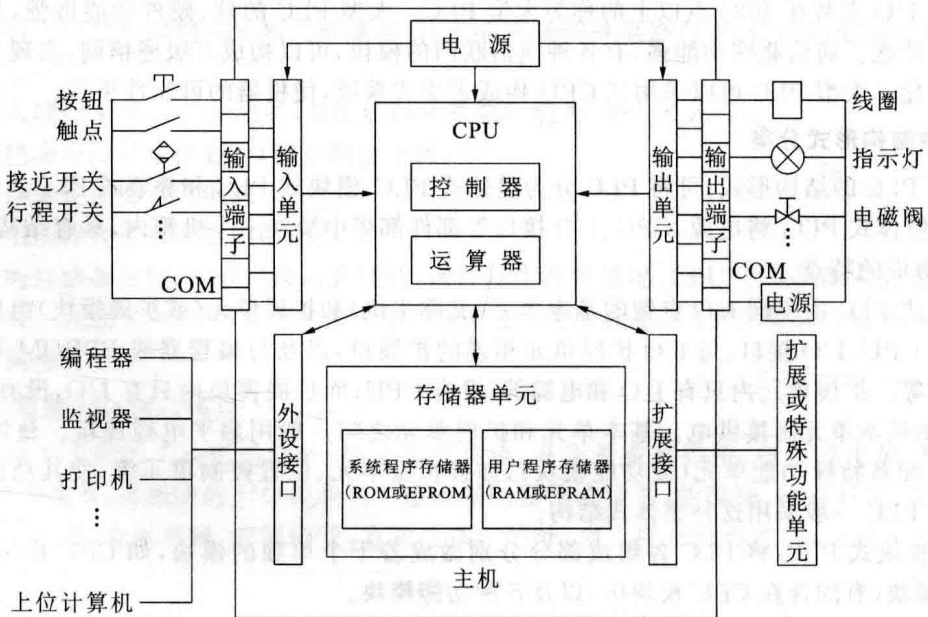


图 1-1-2 PLC 的基本结构