



跟高手全面学会 **PLC** 技术

轻松学通

西门子S7-200 PLC

刘克生 主 编
白润峰 禹雪松 副主编

技术

一看就懂 一学就会

✕ 高手为你答疑解惑

✕ 零基础全面学会 PLC 技术的良师

✕ 先人一步提高技能迅速成才的益友



化学工业出版社



跟高手全面学会 **PLC** 技术

轻松学通 西门子S7-200 PLC

刘克生 主 编
白润峰 禹雪松 副主编

技术



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书针对典型的西门子 S7-200 PLC 应用技术，从工程实际出发，由浅入深，全面介绍了西门子 S7-200 PLC 的基础知识和典型应用，详细介绍了西门子 S7-200 PLC 的软硬件构成、S7-200 可编程控制器软件的安装与应用技术、PLC 顺序控制指令与应用实例；书中列举了大量 S7-200 PLC 应用实例，对关键环节和技术难点设有特别提示和说明，给出了很多 S7-200 PLC 控制系统制作实例及使用技巧与常见问题解答，生动直观，针对性强，帮助读者快速入门，轻松掌握西门子 S7-200 PLC 相关应用技术。

本书可作为工业自动化领域的技术人员的入门读物，也可供电气技术人员、PLC 技术人员、初学者阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

轻松学通西门子 S7-200 PLC 技术/刘克生主编.
北京：化学工业出版社，2014.7
(跟高手全面学会 PLC 技术)
ISBN 978-7-122-20733-3

I. ①轻… II. ①刘… III. ①plc 技术 IV.
①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 104386 号

责任编辑：刘丽宏
责任校对：边 涛

文字编辑：陈 喆
装帧设计：刘丽华

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14¼ 字数 349 千字 2014 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：49.00 元

版权所有 违者必究

目录 <<<

第一章 认识 PLC	1
第一节 西门子工业自动化系统概述.....	1
一、全集成自动化概念	1
二、SIMATIC 系统特性	2
第二节 可编程序控制器基础.....	3
一、可编程序控制器的产生和定义	3
二、可编程序控制器的特点	4
三、可编程序控制器的分类	5
四、可编程序控制器的硬件组成	6
五、可编程序控制器的工作特点	8
第二章 S7-200 系列 PLC 硬件的构成	10
第一节 硬件系统组成及性能	10
一、硬件的系统组成	10
二、主机的外形及特点	11
三、输入/输出的扩展	15
第二节 S7-200 系列 PLC 的软元件.....	16
一、认识软元件	16
二、软元件功能	17
第三节 系统控制 (CPU) 的寻址方式	19
一、系统控制 (CPU) 的直接寻址	19
二、系统控制 (CPU) 的寻址	22
第三章 编程软件介绍	24
第一节 S7-200 可编程控制器软件的安装	24
第二节 软件功能与应用	25
一、功能简介	25
二、窗口及功能	25

第三节 编程软件操作及运行	27
一、文件操作	27
二、编程操作	28
第四节 程序调试及运行监控	32
一、扫描次数选择	32
二、状态图表的使用	32
三、运行模式	34
四、程序监视	34
第四章 PLC 的常用指令与应用	36
第一节 常用指令与应用	36
一、逻辑取及线圈驱动指令	36
二、触点串联指令与触点并联指令	36
三、置位、复位指令与触发指令	38
四、逻辑堆栈操作指令	40
五、立即指令与边沿指令	42
六、定时器指令	44
七、计数器指令	47
八、比较指令、取反指令	50
第二节 程序控制指令与应用	51
一、结束及暂停指令	51
二、看门狗复位指令	52
三、跳转及标号指令	53
四、循环指令	53
第三节 子程序	54
一、子程序的建立与调用	55
二、与 ENO 指令	57
第四节 PLC 编程规则与特点	58
一、梯形图的基本规则	58
二、LAD 和 STL 的特点	60
第五节 PLC 常用程序应用示例	60
一、延时脉冲产生电路	60
二、延时接通/延时断开电路	61
三、脉冲宽度可控制电路	61
四、计数器的扩展	62
五、瞬时接通/延时断开电路	63
六、长定时器电路	63
七、报警电路	64
八、闪烁电路	66

第六节 PLC 编程方法实例	67
一、PLC 程序的简单设计法	67
二、应用示例	67
第五章 PLC 顺序控制指令与应用实例	71
第一节 S7-200 系列 PLC 功能图	71
一、S7-200 系列 PLC 功能图的概念	71
二、S7-200 系列 PLC 功能图的规则	72
三、认识 S7-200 系列 PLC 顺序控制指令	72
第二节 功能图的应用分类	74
一、单流程与应用实例	74
二、单流程应用举例	78
三、并行合并的功能图与实例	80
第六章 PLC 功能指令及应用	87
第一节 数据处理指令及应用	87
一、数据传送类指令	87
二、移位与循环指令	88
三、字节交换及填充指令	90
第二节 运算指令	91
一、算术运算指令	91
二、逻辑运算指令	97
第三节 表功能指令与数据类型转换指令	98
一、表功能指令	98
二、数据类型转换指令	102
第四节 编码、译码、段码指令	104
一、编码指令 (Encode)	104
二、译码指令 (Decode)	105
三、段码指令 (Segment)	105
四、ASCII 码转换指令	105
第五节 字符串、字符串转换指令与读/设定时钟指令	108
一、字符串指令	108
二、字符串转换指令	110
三、读/设定时钟指令	112
第六节 中断指令	113
一、中断简介	113
二、中断指令及程序	116
第七节 高速计数器指令及应用	118
一、高速计数器简介	118

二、高速计数器指令及使用	119
第八节 高速脉冲输出指令	123
一、基本介绍	123
二、高速脉冲指令及特殊寄存器	124
三、PTO 的使用	125
四、PWM 的使用	129
第九节 PID 回路指令	130
一、基本介绍	130
二、PID 回路指令及使用	131
 第七章 PLC 应用实例	135
 第一节 PLC 在实际应用中的编程设计步骤	135
一、设计流程	135
二、PLC 实际应用中注意的一些问题	138
三、PLC 在实际应用中扩展 I/O 点的方法	140
第二节 机械臂分拣装置程序示例	142
一、设计要求	142
二、改造过程	142
三、程序设计说明	143
第三节 某化学反应程序示例	145
一、设计要求	145
二、改造过程	146
三、程序设计说明	147
第四节 电机启/停程序示例	149
一、设计要求	149
二、改造过程	149
三、程序设计说明	151
第五节 恒压供水 PLC 控制系统	151
一、设计要求	151
二、改造过程	152
三、程序设计说明	153
第六节 双恒压无塔供水控制系统设计	156
一、设计要求	156
二、电气控制系统原理图	158
三、系统程序设计	161
第七节 用 PLC 改造机床电气线路	166
一、PLC 应用于改造机床继电器控制线路的一般步骤和办法	166
二、施工设计	166
三、改造中必须要注意的几个问题	167

四、PLC 的安装方法与接线	167
五、I/O（输入/输出）的选择	168
六、系统调试	169
第八节 用 PLC 改造 M7120 型平面磨床的电气控制线路	169
一、设计要求	169
二、改造过程	171
三、程序设计说明	173
第九节 用 PLC 改造 Z3050 型摇臂钻床的电气控制线路	174
一、设计要求	174
二、设备、工具和材料准备	174
三、操作步骤	175
四、程序设计说明	179
第十节 用 PLC 改造 X62W 万能铣床的电气控制线路	180
一、设计要求	180
二、改造过程	182
三、程序设计说明	185
第十一节 薄刀式分切压痕机控制系统	187
一、设计要求	187
二、改造过程	188
三、程序设计说明	190
附录 A S7- 200 PLC 应用常见问题及对策	195
附录 B S7- 200 PLC 指令系统及典型接线	213
参考文献	218

认识 PLC

第一节 西门子工业自动化系统概述

一、全集成自动化概念

工业现代化的进程，对生产过程的自动控制和信息通信提出了更高的要求。工业自动化系统已经从单机的 PLC 控制发展到多 PLC 及人机界面（Human Machine Interface, HMI）的网络控制。目前，PLC 技术、网络通信技术和 HMI 上位监控技术已经广泛应用于“制造自动化”和“过程自动化”两大领域，包括钢铁、机械、冶金、石化、玻璃、水泥、水处理、垃圾处理、食品和饮料业、包装、港口、纺织、石油和天然气、电力、汽车等。

1996 年，西门子公司提出了全集成自动化（Totally Integrated Automation, TIA）的概念，即用一种系统或者一个自动化平台完成原来由多种系统搭配起来才能完成的功能。SIMATIC 提供了一个可以包含当今自动化解决方案中全部所需组件的模块化系统，其系列产品具有高度一致的数据管理、统一的编程和组态环境以及标准化的网络通信体系、结构，为从现场级到控制级的生产及过程控制提供了统一的全集成系统平台。

一致的数据管理使所有 SIMATIC 工具软件都从一个全局共享的、统一的数据库中获取数据，它们具有统一的符号表和统一的变量名。例如，SIMATIC HMI 工具可以自动地识别和使用 STEP7 中定义的变量，并可以与 STEP7 的变量同步变化。这种统一的数据管理机制，不仅可以减少输入阶段的费用，还可以降低出错率，提高系统诊断的效率。

统一的编程和组态环境使得用户可以在 SIMATIC Manager 的统一界面下工作，在 STEP7 中直接调用其他软件，对自动化系统中所有部件进行编程和组态。工程技术人员可以在一个平台上完成对 PLC 的编程，对 HMI 进行组态以及定义通信连接等操作，这样使整

个系统的组态变得更为简单，同时也变得相当快捷，从而更多地降低了成本。

标准化的网络通信实现了从控制级到现场级协调一致的通信，AS-i 总线、PROFIBUS 总线以及工业以太网等不同的功能的网络涵盖了自动化系统几乎所有的应用。对于不同厂商的部件，只要使用相同的标准（PROFIBUS、OPC 或微软标准），就可以确保它们相互兼容，无差错地实现信息传输，可以大大地简化系统的结构、减少大量接口部件，可以消除 PLC 与上位机之间、连续控制与逻辑控制之间、集中与分散之间的界限。

二、SIMATIC 系统特性

西门子公司的自动化（SIMATIC，SIEMENS AUTMATIZATION）技术涵盖了从传感器传动设备、可编程序控制器到网络、人机界面、制造执行系统等自动控制系统的各个层面，其强大的功能体现在以下几个方面。

1. 集成、高效的工程组态工具

SIMATIC 软件是通用的组态和编程环境，面向所有 SIMATIC 控制器、人机界面系统以及过程控制系统。不管一个解决方案中有多少个控制器、驱动装置和 HMI 设备，SIMATIC 管理器都可以查看整个系统。SIMATIC 软件附带的大量工程组态工具，可为整个生产周期提供支持—包括系统组态、编程调试、现场测试和设备维护。

2. 功能齐全的智能诊断工具

功能齐全的智能诊断工具可以快速、准确地获取故障诊断信息，能够以最低的人力成本快速地排除故障，从而避免代价高昂的停机时间。智能诊断工具还可以在故障修复后提供提示信息。

3. 统一的通信协议

SIMATIC 控制器采用了业界应用最为广泛的标准：工业以太网/PROFINET、PROFIBUS、AS-i 接口和互联网技术，所有 SIMATIC 组件都使用统一的通信协议，因此，整个网络内信息流不受限制，即使跨越了不同网络边界的连接也可以非常容易地进行组态。任何连接到网络的编程设备和控制面板都可以访问 SIMATIC 控制器，实现从上层管理级到现场级之间的信息流透明化。

4. 基于自动化系统的故障安全功能

SIMATIC 安全工程的组成包括故障安全 SIMATIC 控制器以及安全集成产品范围内的 I/O 和工程模块。一旦发生故障，应用系统即可迅速地转入安全状态并在此状态下维持，从而尽可能地避免一切因机器或设备故障所引起的事故和损失，保护人员，机器和环境的安全。

5. 实现无停工运行的冗余结构

随着工厂自动化程度的越来越高，所使用系统的可用性日趋重要。一方面自动化系统故障或扰动会导致生产停止，因此导致巨大的停机损失，另一方面还要付出高昂的重新启动成本。然而，高可用性自动化系统的冗余结构可以保证即使发生故障，生产过程也能继续进行。而且，这类系统可以在管理人员或维护人员不在场的情况下保证设备的运转。

虽然容错系统的购买价格较高，但是相比于故障情况下可能节省的费用，完全可以忽略不计。

6. 智能技术和运动控制功能

利用 SIMATIC 智能技术和运动控制功能可以解决多种任务，例如：

(1) 计数/测量

- ① 计数脉冲高达 50kHz。
- ② 测量路径长度、转速、频率及周期。
- ③ 定量给料。

(2) 闭环控制

- ① 温度控制、压力控制、流量控制。
- ② 步进控制器、脉冲控制器和连续控制器。
- ③ 定设定值控制、跟踪控制、级联控制、比例控制和混合控制。
- ④ 可预组态或可灵活编程的控制结构。
- ⑤ 控制器优化。

(3) 凸轮控制

- ① 由路径决定的切换。
- ② 由时间决定的切换。
- ③ 动态微分操作。

(4) 运动控制

- ① 通过增量编码器或绝对编码器实现位置检测。
- ② 通过快速进给/慢速行程进行定位或通过控制进行定位。
- ③ 电子齿轮。
- ④ 凸轮盘。
- ⑤ 多轴插补。
- ⑥ 液压轴控制。

7. 人机界面

SIMATIC HMI 提供了面向操作员控制和监视的全面解决方案,用于对过程进行掌控,使机器和设备在最优状况下运行。SIMATIC 面板有移动型/固定型、触摸型/按键型等类型,可以在任何场合被集成到任何生产和自动化系统中。

SIMATIC 面板使用开放式接口,可以与几乎所有的自动化系统行通信。与 SIMATIC 控制器的组合具有独特的优势;由于共用一个数据库,因此组态时无需进行协调,从而节省时间与金钱。在运行过程中, SIMATIC 面板尤其支持系统诊断,从而提高了设备的可用性。

SIMATIC 面板的组态软件 WinCC flexible 通过易用性和清晰的结构满足了不同性能等级面板的要求。

目前,基于西门子公司的 SIMATIC 自动化系统的研究与应用已经成为国内工业自动化领域的热门话题。本书将通过工程项目的设计实例使读者快速地掌握西门子公司的工业自动化系统的核心技术及其设计方法。



第二节 可编程序控制器基础

一、可编程序控制器的产生和定义

可编程序控制器的缩写为 PLC (Programmable Logic Controller) 是将计算机技术、自

动化技术和通信技术融为一体，专为工业环境下应用而设计的控制设备。

20 世纪 60 年代，生产过程及各种设备的控制主要是继电器控制系统。继电器控制简单、实用，但存在着明显的缺点：设备体积大，可靠性差，动作速度慢，功能少，难以实现较复杂的控制，特别是由于它是靠硬连线逻辑构成的系统，接线复杂，一旦动作顺序或生产工艺发生变化时，就必须进行重新设计、布线、装配和调试，所以通用性和灵活性较差。生产上迫切需要一种使用方便灵活、性能完善、工作可靠的新一代生产过程自动控制系统。

1968 年由美国通用汽车公司（GE）提出，1969 年由美国数字设备公司（DEC）研制成功了世界上第一台可编程序控制器，它具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能，称为 PLC（Programmable Logic Controller），即可编程序逻辑控制器。

20 世纪 80 年代后，由于计算机技术的迅猛发展，PLC 采用通用微处理器为核心，具有了函数运算、高速计数、中断技术、PID 控制等功能，并可与上位机通信，实现远程控制，改称为 PC（Programmable Controller）即可编程序控制器。但由于 PC（Personal Computer）已成为个人计算机的代名词，为了不与之混淆，人们习惯上仍将可编程序控制器称为 PLC。经过短短的几十年发展，可编程序控制器已经成为自动化技术的三大支柱（PLC、机器人和 CAD/CAM）之一。

1982 年，国际电工委员会（IEC）制定了 PLC 的标准，在 1987 年 2 月颁布的第三稿中，对可编程序控制器的定义是：“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，用来在其内部存储程序执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作命令，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。可编程序控制器及其有关的设备，都应按易于与工业控制系统连成一个整体，易于扩充功能的原则设计。”

二、可编程序控制器的特点

1. 可靠性高，抗干扰能力强

微机虽然具有很强的功能，但抗干扰能力差，工业现场的电磁干扰、电源波动、机械振动、温度和湿度的变化等都可以使一般通用微机不能正常工作。而 PLC 是专为工业环境应用而设计的，故对于可能受到的是磁干扰、高低温及电源波动等影响，已在 PLC 硬件及软件的设计上采取了措施。如在硬件方面采用了模块式的结构，对易受干扰影响工作的部件（如 CPU、编程器、电源变压器等）采取了电和磁的屏蔽，对 I/O 接口采用了光电隔离，对电源及 I/O 接口线路采用了多种滤波等。而在软件方面采用故障检测、诊断、信息保护和恢复等手段，一旦发生异常，CPU 立即采取有效措施，防止故障扩大，使 PLC 的可靠性大大提高。

2. 结构简单，应用灵活

PLC 在硬件结构上采用模块化积木式结构，各种输入/输出信号模块、通信模块及一些特殊功能模块品种齐全。针对不同的控制对象，可以方便、灵活地组合成不同要求的控制系统。硬件接线简单，一般不需要很多配套的外围设备。

3. 编程方便，易于使用

PLC 采用了与继电器控制电路有许多相似之处的梯形图作为主要的编程语言，程序形象直观，指令简单易学，编程步骤和方法容易理解和掌握，不需要具备专门的计算机知识。只要具有一定的电工和工艺知识的人员都可以短时间内学会。

4. 功能完善, 适应性强

PLC 对数字量的模拟量具有很强的处理功能, 如逻辑运算、算术运算、特殊函数运算等。PLC 具有常用的控制功能, 如 PID 闭环回路控制、中断控制等。PLC 可以扩展特殊功能, 如高速计数、电子凸轮控制、伺服电动机定位、多轴运动插补控制等。PLC 可以组成多种工业网络, 实现数据传送、上位监控等功能。

三、可编程序控制器的分类

为了满足工业控制的要求, PLC 的生产制造商不断地推出具有不同性能和内部资源的 PLC, 形式多样。在对 PLC 进行分类时, 通常采用以下三种方法。

1. 按照 I/O 点数容量分类

按照 PLC 的输入/输出点数、存储器容量和功能分类, 可将 PLC 分为小型机、中型机和大型机。

(1) 小型机 小型 PLC 的功能一般以开关量控制为主, 其输入/输出总点数一般在 256 点以下, 用户存储器容量在 4KB 以下。现在的高性能小型 PLC 还具有一定的通信能力和少量的模拟量处理能力。这类 PLC 的特点是价格低廉, 体积小, 适用于单机或小规模生产过程的控制。西门子公司的 S7-200 系列 PLC 属于小型机。

(2) 中型机 中型 PLC 的输入/输出总点数在 256~1024 点之间, 用户存储器容量为 2~64KB。中型 PLC 不仅具有开关量和模拟量的控制功能, 还具有更强的数字计算能力, 它的网络通信功能和模拟量处理能力更强大。中型机的指令比小型机更丰富, 适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产过程的过程控制场合。西门子公司的 S7-300 系列 PLC 属于中型机。

(3) 大型机 大型 PLC 的输入/输出总点数在 1024 点以上, 用户存储器容量为 32KB 至几兆。大型 PLC 的性能已经与工业控制计算机相当, 它具有非常完善的指令系统, 具有齐全的中断控制、过程控制、智能控制和远程控制功能, 网络通信功能十分强大, 向上可与上位监控机通信, 向下可与下位计算机、PLC、数控机床、机器人等通信。适用于大规模过程控制、分布式控制系统和工厂自动化网络。西门子公司的 S7-400 系列属于大型机。

以上的划分没有一个十分严格的界限, 随着 PLC 技术的飞速发展, 某些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能, 这也是 PLC 的发展趋势。

2. 按照结构形式分类

根据 PLC 结构形式的不同, PLC 主要可分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式结构 整体式结构的是将 PLC 的基本部件, 如 CPU、输入/输出部件、电源等集中于一体, 装在一个标准机壳内, 构成 PLC 的一个基本单元 (主机)。为了扩展输入/输出点数, 主机上设有标准端口, 通过扩展电缆可与扩展模块相连, 以构成 PLC 不同的配置。

整体式结构的 PLC 体积小, 成本低, 安装方便。小型 PLC 一般为整体式结构。西门子公司的 S7-200 系列 PLC 属于整体式结构。

(2) 模块式结构 模块式结构的 PLC 由一些独立的标准模块构成, 如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块、通信模块和其他各种功能模块等。用户可根据控制要求选用不同档次的 CPU 和各种模块, 将这些模块插在机架上或基板上, 构成需要的 PLC 系统。

模块式结构的 PLC, 配置灵活, 装配和维修方便, 便于功能扩展。大中型 PLC 通常采用这种结构, 西门子公司的 S7-300/400 系列 PLC 属于模块式结构。

3. 按照使用情况分类

按照使用情况分类，PLC 可分为通用型和专用型。

(1) 通用型 通用型 PLC 可供各工业控制系统选用，通过不同的配置和应用软件的编写可满足不同的需要。

(2) 专用型 专用型 PLC 是为某些控制系统专门设计的 PLC，如数控机床专用型 PLC。西门子公司也有专为数控机床设计的 PLC。

四、可编程序控制器的硬件组成

整体式和模块式两种可编程序控制器，具有不同的结构形式。整体式 PLC 的结构形式如图 1-1 所示。模块式 PLC 的结构形式如图 1-2 所示。

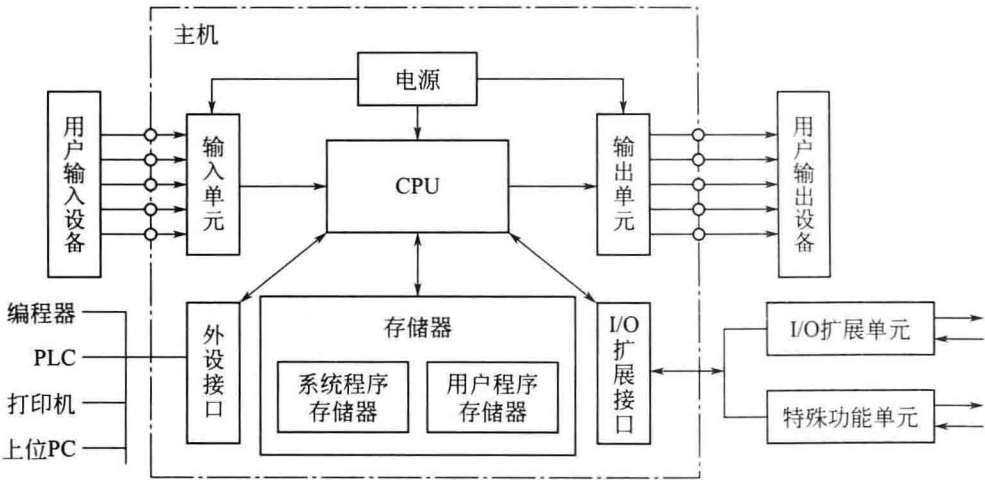


图 1-1 整体式 PLC 的结构形式

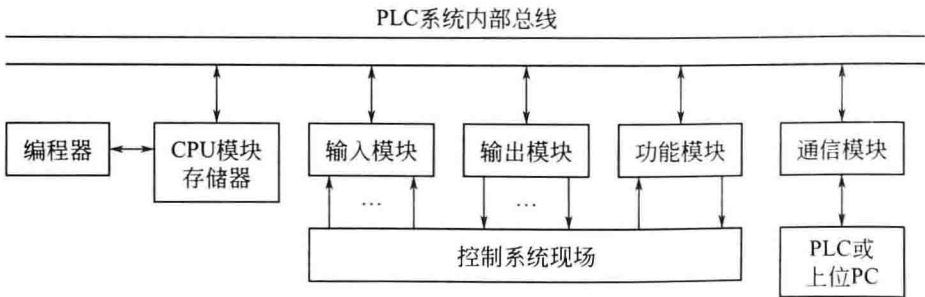


图 1-2 模块式 PLC 的结构形式

不管是哪种类型的 PLC，其硬件组成都包括 CPU、存储器、输入单元、输出单元、电源、通信接口、I/O 扩展接口等部分。

1. 中央处理器 (CPU)

与一般的计算机控制系统相同，CPU 是 PLC 的控制中枢。PLC 在 CPU 的控制下有条不紊地协调工作，实现对现场各个设备的控制。CPU 的主要任务如下。

- ① 接收与存储用户程序和数据。
- ② 以扫描的方式通过输入单元接收现场的状态或数据，并存入相应的数据区。
- ③ 诊断 PLC 内部的硬件故障和编程中的语法错误等。
- ④ 执行用户程序，完成各种数据的处理、传送和存储等功能。
- ⑤ 根据数据处理的结果，通过输出单元实现输出控制、装表打印或数据通信等功能。

2. 存储器

PLC 的存储器包括系统存储器和用户存储器两部分。

系统存储器用来存放由 PLC 生产厂家编写的系统程序，并固化在 ROM 内。它使 PLC 具有基本的智能，能够完成 PLC 设计者规定的各项工作。

用户存储器一般分为程序存储器区和数据存储器区两部分。程序存储器区用来存放用户所编写的各种用户程序，数据存储器区用来存储输入/输出状态、逻辑运算结果以及数值数据等。

程序存储器根据所选用的存储器单元类型的不同，可以是 RAM（要有掉电保护）、EPROM 或 Flash Memory（闪存）等存储器，其内容可以由用户随意修改或增删。

用户存储器容量的大小关系到用户程序容量的大小和内部可使用的硬件资源的多少，是反映 PLC 性能的重要指标之一。

3. 输入/输出单元

输入/输出单元是 PLC 与外界连接的接口。根据处理信号类型的不同，分为数字量（开关量）输入/输出单元和模拟量输入/输出单元。数字量信号只有通（“1”信号）和断（“0”信号）两种状态，而模拟量信号的值则是随时间连续变化的量。

数字量输入单元用来接收按钮、选择开关、行程开关、限位开关、接近开关、光电开关、压力继电器等开关量传感器的输入信号。

模拟量输入单元用来接收压力、流量、液位、温度、转速等各种模拟量传感器提供的连续变化的输入信号。

数字量输出单元用来控制接触器、继电器、电磁阀、指示灯、数字显示装置和报警装置等输出设备。

模拟量输出单元用来控制电动调节阀、变频器等执行设备，进行湿度、流量、压力、速度等 PID 回路调节，可实现闭环控制。

4. 电源

PLC 配有一个专用开关式稳压电源，将交流电源转换为 PLC 内部电路所需的直流电源，使 PLC 能正常工作。对于整体式 PLC，电源部件封装在主机内部，对于模块式 PLC，电源部件一般采用单独的电源模块。

此外，传送现场信号或驱动现场执行机构的负载电源需另外配置。

5. I/O 扩展接口

I/O 扩展接口用于将扩展单元与主机或 CPU 模块相连，以增加 I/O 点数或增加特殊功能，使 PLC 的配置更加灵活。

6. 通信接口

PLC 配有多种通信接口，通过这些通信接口，它可以与编程器、监控设备或其他 PLC 相连接。当与编程器相连时，可以编辑和下载程序；当与监控设备相连时，可以实现对现场运行情况的上位监控；当与其他 PLC 相连时，可以组成多机系统或连成网络，实现更大规模的控制。

7. 智能单元

为了增强 PLC 的功能，扩大其应用领域，减轻 CPU 的负担，PLC 厂家开发了各种各样的功能模块，以满足更加复杂的控制功能的需要。这些功能模块一般都有自己的 CPU，具有自己的系统软件，能独立完成一项专门的工作，功能模块主要用于时间要求苛刻、存储器

容量要求较大的过程信号处理任务。例如，用于位置调节需要的位置闭环控制模块，对高速脉冲进行计数和处理的高速计数模块等。

8. 外部设备

PLC 还可配有编程器、可编程终端（触摸屏等）、打印机、EPROM 写入器等其他外部设备。其中，编程器是供用户进行程序的编写、调试和监视使用，现在许多 PLC 厂家为自己的产品设计了计算机辅助编程软件，安装在 PC 上，再配备相应的接口和电缆，该 PC 就可以作为编程器使用了。

五、可编程序控制器的工作特点

尽管可编程序控制器是在继电器控制系统基础上产生的，其基本结构与微型计算机大致相同，但其工作过程却与两者有较大差异，PLC 工作的主要特点是采用循环扫描方式。

1. PLC 循环扫描工作过程

一个循环扫描工作过程主要包括 CPU 自检、通信处理、读取输入、执行程序 and 刷新输出几个阶段，如图 1-3 所示。

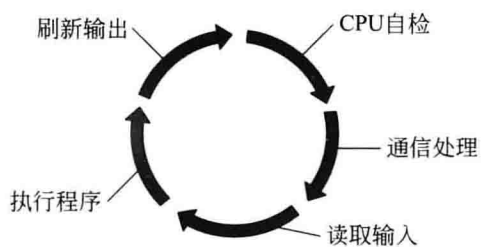


图 1-3 PLC 的扫描周期

(1) CPU 自检阶段 CPU 自检阶段包括 CPU 自诊断测试和复位监视定时器。

自诊断测试阶段，CPU 检测 PLC 各模块的状态，如出现异常将进行诊断及处理，并给出故障信号，这将有助于及时发现或提前预报系统的故障，提高系统的可靠性。

监视定时器又称看门狗定时器（WDT），它是 CPU 内部的一个硬件时钟，是为了监视 PLC 的每次扫描时间而设置的，CPU 运行前设定好规定的扫描时间，每个扫描周期都要监视扫描时间是否超过规定值。如果程序运行正常，则在每次扫描周期的内部处理阶段对 WDT 进行复位（清零）。这样可以避免由于 PLC 在执行程序的过程中进入死循环，或者 PLC 执行非预定的程序而造成系统故障，从而导致系统瘫痪。如果程序运行失常进入死循环，则 WDT 得不到按时清零而触发超时溢出，CPU 将给出报警信号或停止工作。采用 WDT 技术也是提高系统可靠性的一个有效措施。

(2) 通信处理阶段 在通信处理阶段，CPU 与带微处理器的智能模块通信，响应编程器键入的命令，更新编程器的显示内容。

CPU 在与智能模块通信处理阶段，CPU 检查智能模块是否需要服务，如果需要，则读取智能模块的信息并存放在缓冲区中，供下一个扫描周期使用。

(3) 读取输入阶段 CPU 在执行用户程序时，使用的输入值不是直接从实际输入端得到的，运算的结果也不直接送到实际输出端，而是在内部存储器中设置了两个暂存区，一个是输入暂存区或称输入映像寄存器区，一个是输出暂存区或称输出映像寄存器区。

在读取输入阶段，PLC 扫描所有输入端子，并将各输入端的通/断状态存入相对应的输入映像寄存器中，接着转入程序执行阶段。在当前的扫描周期内，用户程序依据输入信号的状态（通或断），均从输入映像寄存器中去读取，而不管此时外部输入信号的状态是否变化。

注意：

在一个循环扫描周期内，即使输入状态发生变化，输入映像寄存器的内容也不会发生改变，输入端状态的变化只能在下一个循环扫描周期的读取输入阶段才被读入。这样可以保证

在一个循环扫描周期内使用相同的输入信号状态。

(4) 执行程序阶段 可编程控制器的用户程序由若干条指令组成,指令在存储器中按顺序排列。当 PLC 处于运行模式执行程序时,CPU 对用户程序按顺序进行扫描。如果程序用梯形图表示,则按先上后下,从左至右的顺序逐条执行程序指令。每扫描到一条指令,所需要的输入信号的状态均从输入映像寄存器中去读取,而不是直接使用现场输入端子的通/断状态,在执行用户程序过程中,根据指令进行运算或处理,每一次运算的中间结果都立即写入相应的存储单元或输出映像寄存器中,它们的状态可以被后面将要扫描到的指令所使用。

注意:

对输出端子的处理结果,不是立即去驱动外部负载,而是将结果先写入输出映像寄存器中,待输出刷新阶段再集中送到输出锁存器中,驱动外部负载。

(5) 刷新输出阶段 执行完用户程序后,进入刷新输出阶段,可编程序控制器将输出映像寄存器中的通/断状态同时送入输出锁存器中,通过输出端子向外输出控制信号,驱动用户输出设备或负载,实现控制功能。

在刷新输出阶段结束后,CPU 进入下一个扫描周期。

2. PLC 的扫描周期

一个循环扫描工作过程主要包括读取输入、执行程序、处理通信请求、自诊断检查和刷新几个阶段,整个过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。

PLC 的扫描时间是一个较为重要的指标,它决定了 PLC 对外部变化的响应时间。在 PLC 的一个扫描周期中,读取输入和刷新的时间是固定的,一般只需要 1~2ms,而程序执行时间则因程序的长度不同而不同,所以扫描周期主要取决于用户程序的长短和扫描速度。一般 PLC 的扫描周期在 10~100ms,对于一般的工业设备(改变状态的时间约为数秒以上)通常是没有什么影响的。

3. 输入/输出映像寄存器

可编程序控制器对输入和输出信号的处理采用了将信号状态暂存在输入/输出映像寄存器中的方式。由于 PLC 的工作过程可见,在 PLC 的程序执行阶段,即使输入信号的状态发生了变化,输入映像寄存器的状态也不会变化,要等到下一个扫描周期的读取输入阶段才能改变。暂存在输出映像寄存器中的输出信号,等到一个循环周期结束后,CPU 集中的将这些输出信号全部输送给输出锁存器,这才称为实际的 CPU 输出。

PLC 采用输入/输出映像寄存器的优点如下。

① 在 CPU 一个扫描周期中,输入映像寄存器向用户程序提供一个始终一致的过程信号映像,可以保证 CPU 在执行用户程序过程中数据的一致性。

② 在 CPU 扫描周期结束时,将输出映像寄存器的最终结果送给外设,避免了输出信号的抖动。

③ 由于输入/输出映像寄存器区位于 CPU 的系统存储器区,访问速度比直接访问信号模块要快,缩短了程序执行时间。

④ 抗干扰能力强,在 CPU 扫描周期中,仅在开始的很短时间内读取输入模块的状态值,存入输入映像寄存器,以后输入模块的干扰信号不会影响 CPU 程序的执行。即使干扰信号在某个扫描周期输入,并造成输出值错误,但由于扫描周期时间远小于执行器的机电时间常数,因此当它还没有来得及执行使发生错误的动作,下一个扫描周期正确的输出就会将其纠正,使 PLC 的可靠性显得更高。