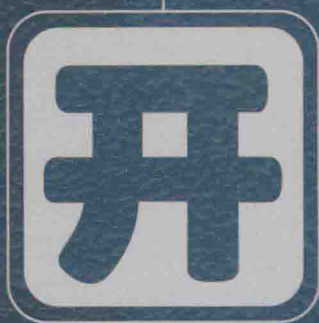


工控技术精品丛书

PLC 开关量 与通信控制应用实例详解

李江全 主 编
王玉巍 贺 浩 刘长征 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



实例源程序
程序运行录屏
系统测试录像

工控技术精品丛书

PLC 开关量与通信控制 应用实例详解

李江全 主 编
王玉巍 贺 浩 刘长征 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从应用的角度系统地介绍了三菱 FX 系列 PLC、西门子 S7-200 PLC 开关量输入/输出及其与 PC 的数据通信技术。内容包括 PLC 的硬件、软件结构,三菱/西门子 PLC 的组成与特点,PLC 开关量控制基础,计数制与编码,PC 串行通信概述,PLC 数据通信基础,PLC 与 PC 数据通信协议,三菱/西门子 PLC 开关量输入、输出及 PC 通信控制。其中,PC 与 PLC 通信同时采用 VB、VC++、LabVIEW 和组态软件实现。

为方便读者学习,本书提供配套光盘,内容包括实例源程序、程序运行录屏、系统测试录像等。

本书内容丰富,可供各类自动化、计算机应用、机电一体化等专业的大学生、研究生学习 PLC 数据通信技术,也可供计算机控制系统研发的工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 开关量与通信控制应用实例详解 / 李江全主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.6
(工控技术精品丛书)

ISBN 978-7-121-23319-7

I. ①P… II. ①李… III. ①plc 技术—应用—通信控制器 IV. ①TN919.5②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 110536 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 底 波

印 刷: 北京民族印务有限责任公司

装 订: 北京民族印务有限责任公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19 字数: 483 千字

版 次: 2014 年 6 月第 1 版

印 次: 2014 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 58.00 元 (含光盘 1 张)



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

可编程逻辑控制器（简称 PLC）主要是为现场控制而设计的，其人机界面主要是开关、按钮、指示灯等。因其良好的适应性和可扩展能力而得到越来越广泛的应用。采用 PLC 的控制系统或装置具有可靠性高、易于控制、系统设计灵活、能模拟现场调试、编程使用简单、性价比高、有良好的抗干扰能力等特点。但是，PLC 也有不易显示各种实时图表、曲线和汉字，无良好的用户界面，不便于监控等缺陷。

现代 PLC 的通信功能很强，可以实现 PLC 与计算机、PLC 与 PLC、PLC 与其他智能控制装置之间的通信联网。PLC 与计算机联网，可以发挥各自所长。PLC 用于现场设备的直接控制，作为下位机，执行可靠、有效的分散控制。计算机作为上位机可以提供良好的人机界面，进行系统的监控和管理，进行程序编制、参数的设定和修改、数据采集等，这样既能保证系统性能，又能使系统操作简便，便于生产过程的有效监督。因此，要求 PLC 与计算机之间具有稳定、可靠的数据通信。

本书从应用的角度系统地介绍了三菱 FX 系列 PLC、西门子 S7-200 系列 PLC 开关量输入输出及其与 PC 的数据通信技术。内容包括 PLC 的硬件、软件结构，三菱/西门子 PLC 的组成与特点，PLC 开关量控制基础、计数制与编码、PC 串行通信概述、PLC 数据通信基础、PLC 与 PC 数据通信协议、三菱/西门子 PLC 开关量输入、输出及 PC 通信控制，其中，PC 与 PLC 通信同时采用 VB、VC++、LabVIEW 和组态软件实现。

本书内容丰富，可供各类自动化、计算机应用、机电一体化等专业的大学生、研究生学习 PLC 数据通信技术，也可供计算机控制系统研发的工程技术人员参考。

为方便读者学习，本书提供配套光盘，内容包括实例源程序、程序运行录屏、系统测试录像等。

本书由石河子大学刘长征编写第 1、2 章，李江全编写第 7、8、9、10 章，新疆工程学院王玉巍编写第 3、4 章，国网乌鲁木齐供电公司贺浩编写第 5、6 章，全书由李江全担任主编，王玉巍、贺浩、刘长征担任副主编。参与编写工作的人员还有张茜、钟福如、田敏、朱东芹、郑瑶、刘恩博、邓红涛、李宏伟、郑重、汤智辉、胡蓉等老师。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥或错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

读者调查及投稿

1. 您觉得这本书怎么样？有什么不足？还能有什么改进？

2. 您在哪个行业？从事什么工作？需要什么方面的图书？

3. 您有无写作意向？愿意编写哪方面图书？

4. 其他。

说明：

(1) 此表可以填写后撕下寄回给我们。

地址：北京市万寿路 173 信箱（1017 室） 陈韦凯（收） 邮编：100036

(2) 也可以将意见和投稿信息通过电子邮件联系：bjcwk@163.com 联系人：陈编辑

欢迎您的反馈和投稿！

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为，歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 PLC 概述	(1)
1.1 PLC 的硬件结构	(1)
1.1.1 PLC 的硬件组成	(1)
1.1.2 PLC 的工作原理	(4)
1.1.3 PLC 的常用外设	(6)
1.2 PLC 的软件结构	(9)
1.2.1 PLC 的软件组成	(9)
1.2.2 PLC 的编程语言	(10)
1.2.3 PLC 的程序结构	(12)
1.3 三菱 FX 系列 PLC 的组成与特点	(12)
1.3.1 FX 系列 PLC 的组成	(13)
1.3.2 FX 系列 PLC 的特点	(16)
1.3.3 FX _{2N} 系列 PLC 简介	(17)
1.4 S7-200 系列 PLC 的组成与特点	(25)
1.4.1 S7-200 系列 PLC 的组成	(25)
1.4.2 S7-200 PLC 的特点	(28)
1.4.3 S7-200 系列 PLC 的 CPU 模块	(29)
1.4.4 S7-200 系列 PLC 的数字量扩展模块	(32)
第 2 章 PLC 开关量控制概述	(35)
2.1 控制系统的信号类型	(35)
2.1.1 模拟量信号	(35)
2.1.2 开关量信号	(36)
2.1.3 脉冲量信号	(38)
2.2 控制系统的过程通道	(38)
2.2.1 开关量输入通道	(38)
2.2.2 开关量输出通道	(40)
2.3 PLC 开关量输入/输出连接	(41)
2.3.1 开关量输入连接	(41)
2.3.2 开关量输出连接	(46)
2.4 PLC 控制系统设计概述	(49)
2.4.1 PLC 控制系统的设计原则与步骤	(49)
2.4.2 PLC 控制系统的总体设计	(52)
2.4.3 PLC 控制系统主回路与控制回路设计	(57)
2.4.4 PLC 控制系统的安全电路设计	(60)
2.4.5 PLC 控制系统的可靠性设计	(63)
2.4.6 PLC 控制系统的安装与连接设计	(66)

第 3 章 PLC 数据通信基础	(73)
3.1 PLC 数据通信概述	(73)
3.1.1 数据通信系统组成	(73)
3.1.2 PLC 数据通信的目的	(74)
3.1.3 PLC 数据通信的类型	(76)
3.1.4 PLC 数据通信的连接方式	(79)
3.1.5 数据在 PLC 存储器中存取的方式	(83)
3.1.6 PLC 数据通信介质	(84)
3.2 个人计算机与 PLC 的通信	(86)
3.2.1 计算机与 PLC 通信的方法与条件	(87)
3.2.2 计算机与 PLC 的通信内容	(88)
3.2.3 计算机与 PLC 通信程序的设计要点与方法	(89)
3.2.4 PLC 串口通信调试软件及其应用	(94)
第 4 章 PC 串行通信概述	(98)
4.1 串行通信技术简介	(98)
4.1.1 串行通信的基本概念	(98)
4.1.2 串行通信协议	(102)
4.1.3 串行通信的接口标准	(107)
4.1.4 计算机中的串行端口	(113)
4.1.5 串行通信线路连接	(115)
4.1.6 串口调试工具	(117)
4.2 串行通信控件 MSComm	(119)
4.2.1 MSComm 控件处理通信的方式	(120)
4.2.2 MSComm 控件的使用	(120)
4.2.3 MSComm 控件的常用属性	(123)
4.2.4 MSComm 控件的 OnComm 事件	(127)
4.2.5 MSComm 控件通信步骤	(129)
4.3 PLC 组态王串口通信设置	(129)
4.3.1 三菱 FX 系列 PLC 组态王通信设置	(129)
4.3.2 西门子 S7-200PLC 组态王通信设置	(131)
4.4 LabVIEW 与串口通信	(132)
4.4.1 LabVIEW 中的串口通信功能模块	(132)
4.4.2 LabVIEW 串口通信步骤	(134)
第 5 章 计数制与编码	(136)
5.1 计数制	(136)
5.1.1 计数制概述	(136)
5.1.2 十进制与二进制	(137)
5.1.3 八进制与十六进制	(138)
5.2 计数制转换及其程序设计	(139)
5.2.1 二进制与十进制的转换	(140)

5.2.2	二进制与八进制的转换	(142)
5.2.3	二进制与十六进制的转换	(145)
5.2.4	八进制与十进制的转换	(148)
5.2.5	十六进制与十进制的转换	(150)
5.2.6	八进制与十六进制的转换	(152)
5.3	字符编码	(153)
5.3.1	BCD 码	(153)
5.3.2	格雷码	(154)
5.3.3	ASCII 编码	(155)
第 6 章	PLC 与 PC 数据通信协议	(158)
6.1	通信协议的基本知识	(158)
6.1.1	通信网络开放系统互连模型 OSI	(158)
6.1.2	通信协议基本概念	(160)
6.2	三菱 FX 系列 PLC 与 PC 的通信协议简介	(161)
6.2.1	FX 系列 PLC 的通信协议类型	(161)
6.2.2	计算机链接通信协议	(162)
6.2.3	无协议通信	(174)
6.3	西门子 S7-200 系列 PLC 与 PC 的通信协议简介	(180)
6.3.1	PPI 通信及应用	(180)
6.3.2	自由口通信及应用	(183)
6.4	三菱 FX2N 系列 PLC 与 PC 通信编程口协议	(194)
6.4.1	命令帧格式	(194)
6.4.2	响应帧格式	(195)
6.4.3	地址计算	(195)
6.4.4	强制置位与复位	(197)
6.4.5	读写指令示例	(198)
6.5	西门子 S7-200 系列 PLC 与计算机通信 PPI 协议	(202)
6.5.1	通信过程	(202)
6.5.2	命令格式	(202)
6.5.3	命令类型	(203)
第 7 章	三菱 PLC 与 PC 通信之开关量输入	(206)
7.1	系统设计说明	(206)
7.1.1	设计任务	(206)
7.1.2	线路连接	(206)
7.1.3	指令获取与串口通信调试	(207)
7.2	PC 端程序设计	(208)
7.2.1	VB 程序设计详解	(208)
7.2.2	VC++ 程序设计详解	(214)
7.2.3	LabVIEW 程序设计	(220)
7.2.4	监控组态程序设计	(224)

第 8 章 西门子 PLC 与 PC 通信之开关量输入	(229)
8.1 系统设计说明	(229)
8.1.1 设计任务	(229)
8.1.2 线路连接	(229)
8.1.3 串口通信调试	(230)
8.2 PC 端程序设计	(231)
8.2.1 VB 程序设计详解	(231)
8.2.2 VC++ 程序设计详解	(236)
8.2.3 LabVIEW 程序设计	(242)
8.2.4 监控组态程序设计	(247)
第 9 章 三菱 PLC 与 PC 通信之开关量输出	(252)
9.1 系统设计说明	(252)
9.1.1 设计任务	(252)
9.1.2 线路连接	(252)
9.1.3 指令获取与串口通信调试	(253)
9.2 PC 端程序设计	(254)
9.2.1 VB 程序设计详解	(254)
9.2.2 VC++ 程序设计详解	(258)
9.2.3 LabVIEW 程序设计	(262)
9.2.4 监控组态程序设计	(266)
第 10 章 西门子 PLC 与 PC 通信之开关量输出	(271)
10.1 系统设计说明	(271)
10.1.1 设计任务	(271)
10.1.2 线路连接	(271)
10.1.3 串口通信调试	(272)
10.2 PC 端程序设计	(273)
10.2.1 VB 程序设计详解	(273)
10.2.2 VC++ 程序设计详解	(277)
10.2.3 LabVIEW 程序设计	(283)
10.2.4 监控组态程序设计	(288)
参考文献	(293)

第 1 章 PLC 概述

可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC), 有时也简称为可编程序控制器, 如图 1-1 所示。它最初用于机械制造行业的顺序控制器, 与集散控制系统是完全不同的两种技术, 其高可靠性是公认的。经过几十年的发展, PLC 增加了许多功能。例如, 通信功能、模拟控制功能、远程数据采集功能。人们很快发现, 用 PLC 构成一个网络是一个不错的选择。现在, 许多场合利用 PLC 网络构成一个计算机监控系统, 或是将其作为集散控制系统的一个下位机子系统, 此种方案基本上成为了首选。

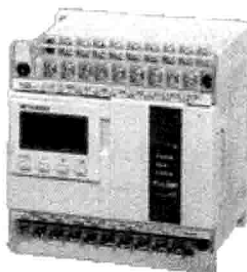


图 1-1 PLC 产品

1.1 PLC 的硬件结构

1.1.1 PLC 的硬件组成

可编程序控制器是基于微处理器技术的通用工业自动化控制设备。它采用了计算机的设计思想, 实际上就是一种特殊的工业控制专用计算机, 只不过其最主要的功能是数字逻辑控制。因此, PLC 具有与通用的微型个人计算机相类似的硬件结构。

PLC 由中央处理器 (CPU)、存储器、输入输出接口、智能接口模块和电源等部分组成, 其结构如图 1-2 所示。

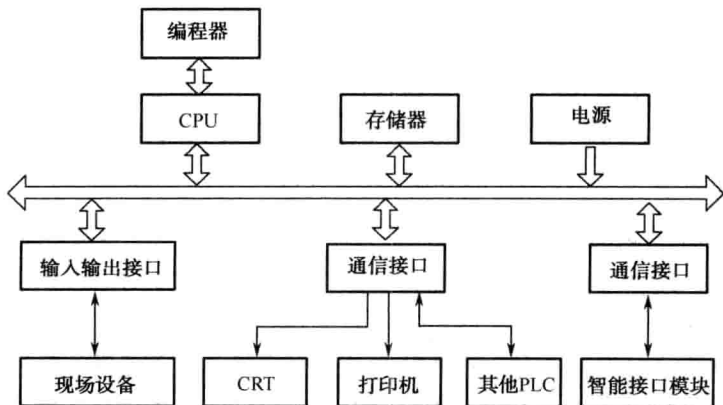


图 1-2 PLC 组成框图



1. 中央处理器 (CPU)

中央处理器是整个 PLC 的核心组成部分,是系统的控制中枢。它的主要功能是实现逻辑运算、数学运算,协调控制可编程控制器内部的各部分工作。PLC 的 CPU 内部结构与微型计算机的 CPU 结构基本相同,PLC 的整体性能取决于 CPU 的性能,因此,常用的 CPU 主要是通用的微处理器、单片机或工作速度较快的双极型位片式微处理器。

1) 通用微处理器

小型 PLC 一般采用 8 位的微处理器,如 MC6800 等,大中型 PLC 采用 32 位或 64 位 CPU,如奔腾处理器。通用微处理器的优点是:价格便宜、通用性强、技术成熟。

2) 单片微处理器

单片微处理器即单片机,在一块集成电路上集成定时器、CPU、存储器、通信端口等多个功能单元,单片微处理器有可靠性高、易于扩展等优点,很适用于小型的 PLC,如三菱的 FX_{2N} 系列用的就是 Intel 8098 单片机。

3) 位片式微处理器

位片式微处理器 4 位为一片,几个位片式微处理器相连可以组成任意字长的微处理器。

2. 存储器

存储器主要用于存放系统程序、用户程序以及工作时产生的数据。系统程序是指控制 PLC 完成各种功能的系统管理程序、监控程序、用户逻辑解释程序、标准子程序模块和各种系统参数,由 PLC 生产厂家编写并固化在只读存储器 (ROM) 中。用户程序是指由用户根据工业现场的要求所编写的控制程序,允许用户修改,最终固化并存储于 PLC 中。

PLC 的存储空间根据存储的内容可分为:系统程序存储区、系统 RAM 存储区和用户程序存储区。

1) 系统存储器

系统存储器用于存储 PLC 生产厂家编写的控制 PLC 正常工作的系统程序,PLC 的使用者不能更改,没有系统程序,PLC 将无法工作。

2) 用户存储器

用户存储器用于存储用户编写的程序以及程序执行过程中的数据。用户存储器的内容由用户根据需要修改。存放在用户存储器中的程序即使在 PLC 断电的情况下也可长期保存。

3. 输入接口

输入/输出接口是可编程序控制器与现场各种信号相连接的部件,要求它能够处理这些信号并具有抗干扰能力。因此,输入/输出接口通常配有电子变换、光电隔离和滤波电路。

输入接口的主要作用是完成外部信号到 PLC 内部信号的转换。通常情况下,来自生产设备或控制现场的各种输入信号(如各种按钮、开关、传感器等)所提供的信号,其性质、电压、种类各不相同,有直流开关量、交流开关量、连续模拟电压或电流、数据等。通过输入接口电路,可以将以上开关量信号转换成 PLC 内部控制所需要的、CPU 能够直接处理的 TTL 电平(电



平变换), 将模拟量信号转换成 PLC 内部处理所需要的数字量 (A/D 转换) 等。

输入接口电路一般由信号连接器件 (如接线端子、插头等)、输入电路 (如 RC 滤波器、限流电路、整流电路、稳压电路等)、信号隔离/电平转换电路 (如光电耦合器件、模拟开关等)、输入信号寄存 (锁存) 电路等环节组成。

输入接口电路的形式根据输入信号的不同而不同, 通过选择不同类型的输入模块, 可实现 PLC 与不同的现场输入信号之间的连接。

4. 输出接口

输出接口的主要作用是完成 PLC 内部信号到外部信号的转换。与输入一样, 生产设备或控制现场的各种执行元件, 如各种指示灯、电磁阀线圈、闭环自动调节装置、显示仪表等, 它们所要求的信号性质、电压、种类也各不相同, 有直流开关量、交流开关量、连续模拟电压或电流、数据等。通过输出接口电路, 可以将 CPU 处理完成的逻辑运算结果转换成外部执行元件所需要的各种开关量控制信号, 将处理完成的数字量信号转换成外部控制、显示所需要的模拟量 (D/A 转换) 等。

输出接口电路一般由信号连接器件 (如接线端子、插头等)、输出驱动电路 (如中间继电器、大功率晶体管、双向晶闸管等)、信号隔离/电平转换电路 (如光电耦合器件、模拟开关等)、输出信号寄存 (锁存) 电路等环节组成。

输出接口电路的形式根据输出信号的不同而不同, 通过选择不同类型的输出模块, 可实现 PLC 与不同的现场执行元件之间的连接。

5. 智能接口模块

为了进一步提高 PLC 的性能, 各大 PLC 厂商除了提供以上输入/输出接口外, 还提供各种专用的智能接口模块, 以满足各种控制场合的要求。智能接口模块是 PLC 系统中的一个较为独立的模块, 它具有自己的处理器和存储器, 通过 PLC 内部总线在 CPU 的协调管理下独立地进行工作。智能接口模块既扩展了 PLC 可处理的信号范围, 又可使 CPU 能够处理更多的控制任务。

智能接口模块包括: 高速脉冲计数器、定位控制智能单元、PID 调节智能单元、PLC 网络接口、PLC 与计算机通信接口、传感器输入智能单元等。

通信接口的主要作用是实现 PLC 与外部设备之间的数据交换 (通信)。通过通信接口, PLC 可以与编程器、人机界面 (如触摸屏等)、显示器等连接, 以实现 PLC 的数据输入/输出, 也可以与上位计算机、其他 PLC、远程 I/O 等进行连接, 构成局域网、分布式控制系统或综合管理系统。

通信接口的形式多样, 最基本的有 RS-232、RS-422、RS-485 等标准的串行接口。接口可以通过多芯电缆、双绞线、同轴电缆、光缆等进行连接。

大多数 PLC 都安装了标准 RS-232 接口, 其他通信接口则需要通过选择 PLC 功能模块或特殊 CPU 模块时才能使用。

6. 电源

PLC 的外部输入电源有交流输入与直流输入两种基本形式。由于 PLC 内部一般采用开关电源, 所以大部分 PLC 对输入电压的范围要求不高, 当采用交流输入时, 一般为单相 AC 85~260V, 50/60Hz; 当使用直流输入时, 要求为 DC 15.6~31.2V, 但部分 PLC 对“纹波”有一定的要求。

PLC 内部电源的作用主要是提供 PLC 内部的 TTL 集成电路与集成运算放大器等组件的工作



电源, 因此, 需要将外部输入转换为 DC 5V、DC $\pm 15\text{V}$ 、DC 24V 等不同电压。在部分 PLC 中, 还可以提供供外部的开关量 (触点) 输入信号使用的 DC 24V。但 PLC 输出 (外部负载) 使用的电源, 即使是 DC 24V, 原则上也不可以由 PLC 提供, 必须另外准备负载电源, 这点在使用时应注意。

1.1.2 PLC 的工作原理

1. PLC 的扫描工作方式

PLC 在运行时, 是通过执行反映控制要求的用户程序来完成控制任务的, 需要执行众多操作, 但 CPU 不可能同时去执行多个操作, 它只能按分时操作 (串行工作) 方式, 每一次执行一个操作, 按顺序逐个执行。由于 CPU 的运算处理速度很快, 所以从宏观上来看, PLC 外部出现的结果似乎是同时 (并行) 完成的。这种串行工作过程称为 PLC 的扫描工作方式。

扫描工作方式在执行用户程序时, 是从第一条程序开始的, 在无中断或跳转控制的情况下, 按程序存储顺序的先后, 逐条执行用户程序, 直到程序结束。然后再从头开始扫描执行下一个程序, 周而复始地运行。

PLC 控制系统与继电器控制系统的工作原理明显不同。继电器控制装置采用硬逻辑的并行工作方式, 如果某个继电器的线圈通电或断电, 那么该继电器的所有动合和动断触点无论处在控制线路的哪个位置上, 都会立即同时动作; 而 PLC 采用扫描工作方式 (串行工作方式), 如果某个软继电器的线圈被接通或断开, 其所有的触点不会立即动作, 必须等扫描到该指令时才会动作。但由于 PLC 的扫描速度快, 通常 PLC 与继电器控制装置在 I/O 的处理效果上并没有多大差别。

2. PLC 的扫描工作过程

PLC 的扫描工作过程除了执行用户程序外, 在每次扫描工作过程中还要完成内部处理、通信服务等工作。如图 1-3 所示, 整个扫描工作过程包括内部处理、通信服务、输入采样、程序执行、输出刷新 5 个阶段。整个过程扫描执行一遍所需的时间称为扫描周期, 扫描周期与 CPU 运行速度、PLC 硬件配置及用户程序长短有关, 典型值为 1~100ms。

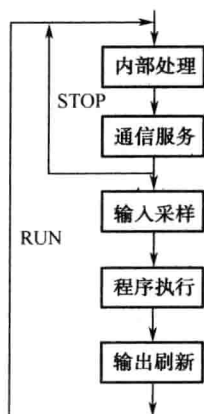


图 1-3 循环扫描工作过程

在内部处理阶段, PLC 进行自检, 检查内部硬件是否正常, 对监视定时器 (WDT) 复位并完成其他一些内部处理工作。

在通信服务阶段, PLC 与其他智能装置实现通信, 响应编程器输入的命令, 更新编程器的显示内容等。

当 PLC 处于停止 (STOP) 状态时, 只完成内部处理和通信服务工作。当 PLC 处于运行 (RUN) 状态时, 除完成内部处理和通信服务工作外, 还要完成输入采样、程序执行、输出刷新工作。

PLC 的扫描工作方式简单直观, 便于程序的设计, 并为可靠运行提供了保障。当 PLC 扫描到的指令被执行后, 其结果马上就被后面将要扫描到的指令所利用, 而且还可通过 CPU 内部设置的监视定时器来监视每次扫描是否超过规定时间, 避免由于 CPU 内部故障使程序执行进入死循环。

3. PLC 执行程序的过程

PLC 执行程序的过程分为 3 个阶段，即输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段，如图 1-4 所示。

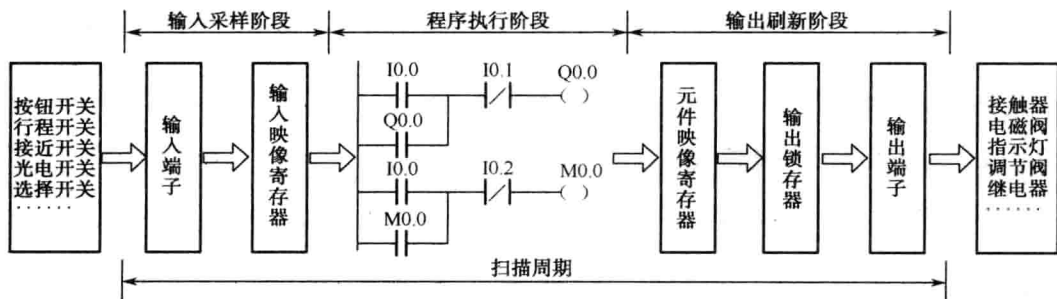


图 1-4 PLC 执行程序的过程

1) 输入采样阶段

在输入采样阶段，PLC 以扫描工作方式按顺序对所有输入端的输入状态进行采样，并存入输入映像寄存器中，此时输入映像寄存器被刷新。接着进入程序执行阶段，在程序执行阶段或其他阶段，即使输入状态发生变化，输入映像寄存器的内容也不会改变，输入状态的变化只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才能被采样到。

2) 程序执行阶段

在程序执行阶段，PLC 对程序按顺序进行扫描执行。若程序用梯形图来表示，则总是按先后下、先左后右的顺序进行。当遇到程序跳转指令时，则根据跳转条件是否满足来决定程序是否跳转。当指令中涉及输入、输出状态时，PLC 从输入映像寄存器和元件映像寄存器中读出，根据用户程序进行运算，运算的结果再存入元件映像寄存器中。对于元件映像寄存器来说，其内容会随程序执行的过程而变化。

3) 输出刷新阶段

当所有程序执行完毕后，进入输出处理阶段。在这一阶段里，PLC 将输出映像寄存器中与输出有关的状态（输出继电器状态）转存到输出锁存器中，并通过一定方式输出，驱动外部负载。

因此，PLC 在一个扫描周期内，对输入状态的采样只在输入采样阶段进行。当 PLC 进入程序执行阶段后，输入端将被封锁，直到下一个扫描周期的输入采样阶段才对输入状态进行重新采样。这种方式称为集中采样，即在一个扫描周期内，集中一段时间对输入状态进行采样。

在用户程序中，如果对输出结果多次赋值，则最后一次有效。在一个扫描周期内，只在输出刷新阶段才将输出状态从输出映像寄存器中输出，对输出接口进行刷新。在其他阶段中，输出状态一直保存在输出映像寄存器中。这种方式称为集中输出。

对于小型 PLC，其 I/O 点数较少，用户程序较短，一般采用集中采样、集中输出、循环扫描的工作方式，虽然在一定程度上降低了系统的响应速度，但使 PLC 工作时的大多数时间与外部输入/输出设备隔离，从根本上提高了系统的抗干扰能力，增强了系统的可靠性。而对于大中

型 PLC，其 I/O 点数较多，控制功能强，用户程序较长，为提高系统响应速度，可以采用定期采样、定期输出方式，或中断输入、输出方式以及智能 I/O 接口等多种方式。

从上述分析可知，从 PLC 的输入端输入信号发生变化到 PLC 输出端对该输入变化做出反应，需要一段时间，这种现象称为 PLC 输入/输出响应滞后。对一般的工业控制，这种滞后是完全允许的。应该注意的是，这种响应滞后不仅是由于 PLC 的扫描工作方式造成的，更主要的是因为 PLC 输入接口的滤波环节带来的输入延迟，以及输出接口中驱动器件的动作时间带来的输出延迟，同时还与程序设计有关。滞后时间是设计 PLC 应用系统时应注意把握的一个参数。

4. PLC 对输入/输出的处理原则

- (1) 输入映像寄存器的数据取决于输入端子上各输入点在上一个刷新期间的接通和断开状态。
- (2) 程序执行结果取决于用户所编程序和输入/输出映像寄存器的内容及其他各元件映像寄存器的内容。
- (3) 输出映像寄存器的数据取决于输出指令的执行结果。
- (4) 输出锁存器中的数据，由上一次输出刷新期间输出映像寄存器中的数据决定。
- (5) 输出端子的接通和断开状态，由输出锁存器决定。

1.1.3 PLC 的常用外设

PLC 外设是构成 PLC 系统的外部条件，从理论上说，凡是 PLC 控制系统所需要的、不属于 PLC 硬件组成的，均属于 PLC 外部设备的范畴。PLC 外部设备的组成如图 1-5 所示的 4 大类。

图 1-5 所示的 PLC 外部设备中，有的是 PLC 实现基本控制所必需的条件，如控制用输入/输出设备；有的是部分控制系统为满足特殊的控制要求所需的，如现场操作/显示设备等；有的是 PLC 编程、调试所需要的工具，如编程/调试设备、数据输入/输出设备等。

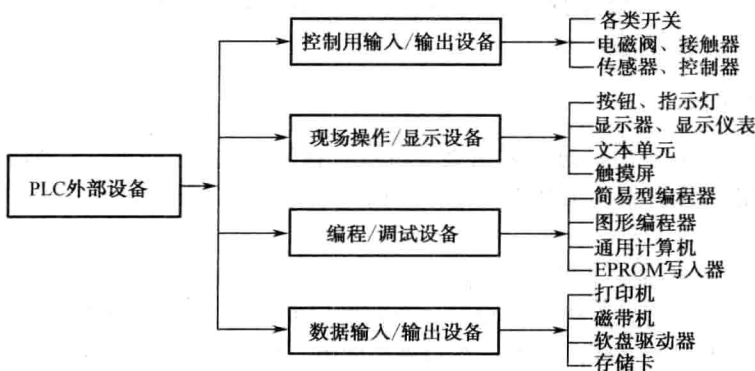


图 1-5 PLC 外部设备的组成

PLC 控制用输入/输出设备及最基本的现场操作/显示设备（按钮与指示灯等），只需要通过输入/输出模块与 PLC 进行连接，并可以直接利用 PLC 的基本指令进行编程，在本节中不再作为外部设备进行专门介绍。

部分现场显示/操作设备与数据输入/输出设备，如显示器、打印机、存储卡、磁带机、软盘驱动器等，有的因操作、使用方法简单通用，无特殊要求（如显示器、打印机、存储卡等）；有



的因已经渐渐淘汰（如磁带机、软盘驱动器等），在本节中不再介绍，需要时可以参考相关书籍。

此外，编程调试、诊断设备是指专门用于 PLC 编程、调试的设备，如编程器、安装了 PLC 专用软件的计算机等。这些设备虽然也可以对 PLC 控制系统进行操作与显示，甚至其功能比文本单元、触摸屏等现场操作/显示设备更强大，但是，它们仅用于系统的编程、调试、维修等，一般不安装在生产现场，故在本节中将其归类为“编程/调试设备”的范畴。

因此，本书中所述的 PLC 外部设备，仅指需要通过 PLC 通信接口进行连接的、安装于生产现场的、当前常用的设备。

1. 现场操作/显示设备

PLC 操作/显示设备多种多样，根据不同的使用要求，可以分为控制现场使用设备与编程调试、诊断设备两类。

控制现场使用设备是指安装于生产现场，与 PLC 一起在线工作的、可以通过特定的控制程序对 PLC 的内部状态进行操作/显示的终端设备，文本单元、触摸屏等均属于典型的现场操作/显示设备。由于现场操作/显示设备是一种进行人机信息交换的终端装置，因此，常称“人机界面”（Human Machine Interface, HMI）或“可编程终端”（Programmable Terminal, PT）或图形终端等。

现场操作/显示设备一般也具有对 PLC 程序进行编辑、检查等功能，但由于它安装于操作现场，为了保证 PLC 的可靠性，防止由于误操作等原因引起的故障，设计人员通常要对部分功能通过设置密码进行封锁，因此，一般不作为 PLC 程序编辑工具使用。

1) 文本操作/显示单元

文本操作/显示单元是 PLC 常用的、最简单的外部设备，其优点是价格低、连接简单、操作方便。利用文本操作/显示单元，既可以显示 PLC 内部信息（如内部定时器、计数器的状态），进行 I/O 诊断等，也可以对 PLC 的内部参数、程序进行设定、编辑、调整。

文本操作/显示单元通常不需要单独的电源，它与 PLC 间可以通过 RS-232、RS-422 等标准接口直接连接。

文本操作/显示单元一般由可以显示若干行信息的液晶显示器与按键两部分组成。在液晶显示器上，可以以字符的形式显示 PLC 的 I/O、定时器、计数器的状态等。通过按键，可以进行显示器内容选择、PLC 程序编辑、I/O 状态强制、运行/停止控制、参数修改、实时时钟设定等操作。

文本操作/显示单元的按键除了数字键、光标调整键、输入键（ENT 或 ENTER）等操作必需的按键以外，一般还有若干个“可编程功能键”。每个“可编程功能键”在 PLC 中具有特定的内部地址，它一方面可以作为普通按钮使用，以节省输入点，同时也可以通过 PLC 程序的编制定义成用于其他特殊功能的操作按键。

2) 触摸屏

触摸屏是集显示与按键于一体的 PLC 常用的外部设备之一，且可以对显示器进行任意图形的编程，并使显示与按键合为一体。触摸屏不但可以显示多种文字信息，而且可以显示流程示意图、图表、柱形统计图、背景图案、位图等，图形显示形象、直观。“触摸您所看到的，就能得到您所需要的”，这既是一句广告语，也较确切地反映了触摸屏的作用与功能。

触摸屏不但有独立的电源，而且还有独立的 CPU 与存储器，其内部存储器容量可以达到

