

三菱PLC

通信与控制应用编程实例

李江全 王玉巍 刘姣娣 刘荣 编著



- 实例源程序
- 程序运行录屏
- 系统测试录像
- 软硬件资源



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

三菱PLC

通信与控制应用编程实例

李江全 王玉巍 刘姣娣 刘荣 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从应用的角度全面系统地介绍了三菱 FX 系列 PLC 的通信技术。全书共分 9 章, 分别为: PLC 概述; 三菱 FX 系列 PLC 简介; 计算机串行通信概述; 三菱 FX 系列 PLC 数据通信基础; FX 系列 PLC 通信接口模块与编程实例; FX_{2N} PLC 与 PC 串口通信之模拟量输入; FX_{2N} PLC 与 PC 串口通信之模拟量输出; FX_{2N} PLC 与 PC 串口通信之开关量输入; FX_{2N} PLC 与 PC 串口通信之开关量输出。

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、研究生阅读, 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, 本书提供超值配套光盘, 内容包括实例源程序, 程序运行录屏, 系统测试录像, 软、硬件资源等。

图书在版编目 (CIP) 数据

三菱 PLC 通信与控制应用编程实例 / 李江全等编著. —北京: 中国电力出版社, 2011.8

ISBN 978-7-5123-2013-0

I. ①三… II. ①李… III. ①可编程序控制器 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 158715 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http://www.cepp.sgcc.com.cn)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月北京第一次印刷
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 17.25 印张 420 千字
印数 0001—3000 册 定价 38.00 元 (含 1DVD)

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

可编程序控制器（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、参数设定和修改、数据采集等，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。PLC 与 PLC 联网能够扩大控制地域，提高控制规模，还可以实现 PLC 之间的综合协调控制；PLC 与智能控制装置（如智能仪表）联网，可以有效地对智能装置实施管理，充分发挥这些装置的效益。除此之外，联网可极大节省配线，方便安装，提高可靠性，简化系统维护等。

因此，要求 PLC 与计算机、PLC、其他智能控制装置之间具有稳定、可靠的数据通信。

本书从应用的角度全面系统地介绍了三菱 FX 系列 PLC 的通信技术。内容包括 PLC 数据通信目的、类型和连接方式，个人计算机与 PLC 的通信方法、通信内容和通信程序的设计要点与方法；FX 系列 PLC 的特殊功能模块，PC 编程软件的串行通信开发工具，FX 系列 PLC 的通信协议及应用；FX 系列 PLC 通信功能扩展板与通信模块的编程实例；应用 FX 系列 PLC 编程口通信协议，采用 Visual Basic、LabWindows/CVI 和 KingView（组态王）软件编写 PC 与 FX 系列 PLC 通信程序，实现 FX 系列 PLC 模拟量输入与输出、开关量输入与输出。

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、研究生阅读，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，本书提供超值配套光盘，内容包括实例源程序、程序运行录屏、系统测试录像、软硬件资源等。

本书由石河子大学刘姣娣编写第 1、2、3 章，王玉巍编写第 4、5 章，刘荣编写第 6、7 章，李江全编写第 8、9 章，全书由李江全教授担任主编并统稿，刘姣娣、王玉巍、刘荣担任副主编。参与编写、程序设计、插图绘制和文字校核工作的人员还有刘恩博、田敏、郑瑶、邓红涛、朱东芹、李宏伟、郑重、任玲、王洪坤、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

前言

第 1 章	PLC 概述	1
1.1	PLC 的硬件结构	1
1.1.1	PLC 的基本概念	1
1.1.2	PLC 的硬件组成	2
1.1.3	PLC 的工作原理	4
1.1.4	PLC 的常用外部设备	5
1.2	PLC 的软件结构	10
1.2.1	PLC 的软件组成	10
1.2.2	PLC 的编程语言	11
1.2.3	PLC 的程序结构	12
1.3	PLC 的特点与应用	13
1.3.1	PLC 的分类	13
1.3.2	PLC 的技术指标	14
1.3.3	PLC 的技术特点	15
1.3.4	PLC 的应用	17
第 2 章	三菱 FX 系列 PLC 简介	19
2.1	三菱 FX 系列 PLC 的基本组成	19
2.1.1	CPU 模块与存储器	19
2.1.2	开关量输入模块	20
2.1.3	开关量输出模块	21
2.2	三菱 FX 系列 PLC 性能简介	22
2.2.1	FX 系列 PLC 的特点	22
2.2.2	FX 系列 PLC 的型号	24
2.2.3	FX 系列 PLC 的技术指标	24
2.2.4	FX _{2N} 系列 PLC 简介	25
2.3	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的特殊功能模块	32
2.3.1	特殊功能模块概述	32
2.3.2	模拟量输入 输出模块简介	36
2.3.3	A/D 转换模块	38
2.3.4	D/A 转换模块	44

第 3 章 计算机串行通信概述	50
-----------------	----

3.1 串行通信的基本概念	50
3.1.1 并行通信与串行通信	50
3.1.2 串行通信工作模式	51
3.1.3 异步传输与同步传输	52
3.1.4 串行通信的基本参数	54
3.2 串行通信的接口标准	55
3.2.1 RS-232C 接口标准	55
3.2.2 RS-422 /485 接口标准	57
3.3 个人计算机中的串行端口	58
3.3.1 查看串行端口信息	58
3.3.2 串口通信线路连接	60
3.3.3 串口通信调试	61
3.3.4 虚拟串口的使用	63
3.4 PC 编程软件的串行通信开发工具	64
3.4.1 三菱 FX 系列 PLC 组态王设置	64
3.4.2 VB 串行通信控件 MSCmm	66
3.4.3 LabWindows/CVI 串口通信函数	75

第 4 章 三菱 FX 系列 PLC 数据通信基础	79
---------------------------	----

4.1 PLC 数据通信概述	79
4.1.1 PLC 数据通信的目的	79
4.1.2 PLC 数据通信的类型	81
4.1.3 FX 系列 PLC 数据通信的连接方式	85
4.1.4 PLC 控制系统的信号类型	87
4.1.5 PLC 数据通信介质	90
4.2 PC 与 PLC 的通信	91
4.2.1 PC 与 PLC 通信的方法与条件	92
4.2.2 PC 与 PLC 的通信内容	93
4.2.3 PC 与 PLC 数据通信中常用的编码	94
4.2.4 PC 与 PLC 通信程序的设计要点与方法	95
4.2.5 PLC 串口通信调试软件及其应用	100
4.3 三菱 FX 系列 PLC 的通信协议及应用	103
4.3.1 FX 系列 PLC 的通信协议类型	103
4.3.2 计算机链接通信协议	104
4.3.3 N:N 链接通信协议	115
4.3.4 并行通信	121
4.3.5 无协议通信	122

4.3.6 编程口通信协议	129
第 5 章 FX 系列 PLC 通信接口模块与编程实例	138
5.1 FX 系列 PLC 通信接口模块概述	138
5.1.1 配备通信接口模块的意义	138
5.1.2 三菱 PLC 常用的通信接口设备	139
5.2 RS-232 通信功能扩展板与通信模块	140
5.2.1 RS-232 通信功能扩展板与通信模块概述	140
5.2.2 采用 FX-232-BD 实现 PLC 与 PC 连接通信	142
5.2.3 采用 FX-232-IF 实现 PLC 与 PC 连接通信	144
5.2.4 采用 FX-232-ADP 实现 PLC 与 PC 连接通信	145
5.2.5 采用 FX-232-AW 实现 PLC 与 PC 连接通信	148
5.2.6 采用 FX ₂ -40AP/AW 实现 PLC 与 PLC 连接通信	152
5.3 RS-485 通信适配器与功能扩展板	154
5.3.1 RS-485 通信适配器与功能扩展板概述	154
5.3.2 采用 FX _{2N} -485-BD 实现 PLC 与 PLC 连接通信	156
5.3.3 采用 FX _{2N} -485-BD 实现 PLC 与变频器的通信实例	158
第 6 章 FX_{2N} PLC 与 PC 串口通信之模拟量输入	164
6.1 系统设计说明	164
6.1.1 设计任务	164
6.1.2 线路连接	164
6.2 采用编程口通信协议编写模拟电压输入程序	165
6.2.1 PLC 端电压输入程序	165
6.2.2 PC 端采用 Visual Basic 实现电压输入	168
6.2.3 PC 端采用 LabWindows/CVI 实现电压输入	172
6.2.4 PC 端采用 KingView 实现电压输入	175
第 7 章 FX_{2N} PLC 与 PC 串口通信之模拟量输出	183
7.1 系统设计说明	183
7.1.1 设计任务	183
7.1.2 线路连接	183
7.2 采用编程口通信协议编写模拟电压输出程序	184
7.2.1 PLC 端电压输出程序	184
7.2.2 PC 端采用 Visual Basic 实现电压输出	187
7.2.3 PC 端采用 LabWindows/CVI 实现电压输出	190
7.2.4 PC 端采用 KingView 实现电压输出	193

第 8 章	FX_{2N} PLC 与 PC 串口通信之开关量输入	200
8.1	系统设计说明	200
8.1.1	设计任务	200
8.1.2	线路连接	200
8.2	采用编程口通信协议编写开关量输入程序	201
8.2.1	PLC 端开关量输入程序	201
8.2.2	PC 端采用 Visual Basic 实现开关量输入	203
8.2.3	PC 端采用 LabWindows/CVI 实现开关量输入	217
8.2.4	PC 端采用 KingView 实现开关量输入	228
第 9 章	FX_{2N} PLC 与 PC 串口通信之开关量输出	235
9.1	系统设计说明	235
9.1.1	设计任务	235
9.1.2	线路连接	235
9.1.3	PC 与 PLC 串口通信调试	236
9.2	采用编程口通信协议编写开关量输出程序	237
9.2.1	PC 端采用 Visual Basic 实现开关量输出	237
9.2.2	PC 端采用 LabWindows/CVI 实现开关量输出	248
9.2.3	PC 端采用 KingView 实现开关量输出	262
参考文献		268

第1章

PLC 概述

可编程序控制器 (Programmable Logic Controller, PLC), 其外形如图 1-1 所示。最初的 PLC 是用于机械制造行业的顺序控制器, 其高可靠性是公认的, 但是它与集散控制系统是完全不同的两种技术。经过几十年的发展, PLC 增加了许多功能, 如通信功能、模拟控制功能及远程数据采集功能等。人们很快发现, 用 PLC 构成一个网络是一个不错的选择。现在, 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, 此种方案基本上已成为首选。



图 1-1 PLC 外形

1.1 PLC 的硬件结构

1.1.1 PLC 的基本概念

可编程序控制器是在传统的顺序控制器的基础上引入了微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术而形成的一代新型工业控制装置, 目的是用来取代继电器, 执行逻辑、计时、计数等顺序控制功能, 建立柔性的程序控制系统。

为了统一 PLC 的产品标准, 国际电工委员会 (IEC) 在 1985 年颁布 PLC 标准, 标准中对 PLC 作了如下定义: “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、计数和算术运算等操作的指令, 并通过数字、模拟的输入和输出, 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设备, 都应按易于与工业控制系统形成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。”

由此可见, 在 IEC 的定义中, 已经对可编程序控制器的使用环境 (工业环境) 与功能 (具有通信与可扩展功能) 作了更为明确的要求。简言之, 定义规定的可编程序控制器是一种具有通信功能与可扩展输入/输出接口的工业控制计算机。因此, PLC 与其他计算机控制系统一样, 其基本组成不外乎硬件与软件两大方面。

1.1.2 PLC 的硬件组成

PLC虽然种类繁多、性能各异，但在硬件组成原理上，几乎所有 PLC都具有相同或者相似的结构。PLC的硬件组成框图如图 1-2所示，主要由中央处理器（CPU）、存储器、输入接口电路、输出接口电路、通信接口、电源等部分组成。

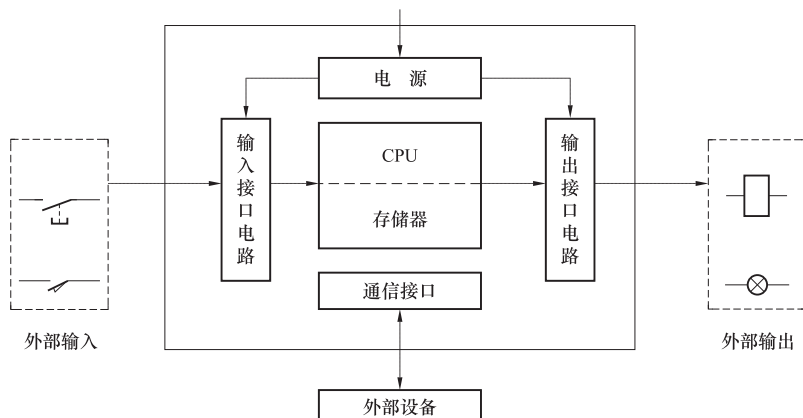


图 1-2 PLC 的硬件组成框图

1. 中央处理器

中央处理器用于执行储存在 PLC 存储器中的程序。PLC 采用的微处理器有以下三种。

(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有定时器、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，很适合于小型的 PLC，如三菱的 FX_{2N}系列用的就是 Intel8098 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

PLC 的存储器用于存储系统程序、用户编写的程序和数据，包括系统存储器和用户存储器。

(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. 输入接口电路

输入接口电路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(如光耦合器件、模拟开关等)和输入信号寄存(锁存)电路等环节所组成。

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. 输出接口电路

输出接口电路的主要作用是完成 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(如光耦合器件、模拟开关等)和输出信号寄存(锁存)电路等环节所组成。

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. 通信接口

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 都安装有标准 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(AC)输入与直流(DC)输入两种基本形式。由于 PLC 内部一般采用开关电源,因此,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。

1.1.3 PLC 的工作原理

PLC 的工作方式采用循环扫描，其工作过程如图 1-3 所示。扫描时有两个状态：处于停止（STOP）状态时，只进行内部处理和通信操作服务内容；处于运行（RUN）状态时，则从内部处理，通信操作，程序输入，程序执行到输出刷新，一直在循环扫描进行工作。

PLC 执行程序有输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段三个阶段，如图 1-4 所示。

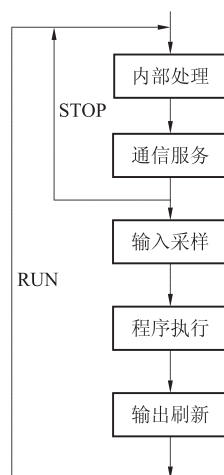


图 1-3 循环扫描工作过程

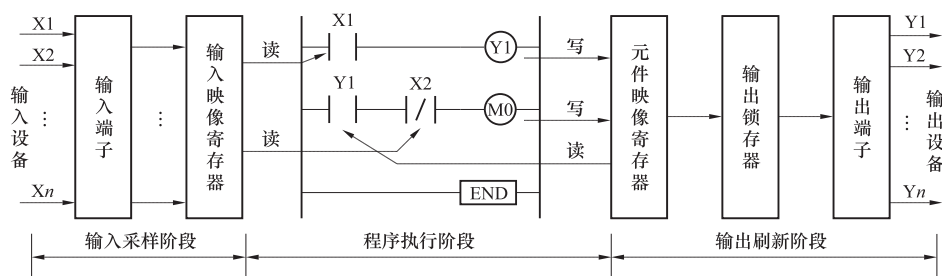


图 1-4 PLC 执行程序过程示意图

1. 输入采样阶段

在输入采样阶段，PLC 以扫描工作方式顺序对所有的输入端进行采样，并存入输入映像寄存器中，这时输入映像寄存器被刷新。接着进入程序处理阶段，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，输入状态的改变只有在下一个扫描周期的输入采样阶段才能被采样到。

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。如程序用梯形图表示，应按先上后下、先左后右的顺序执行。当遇到程序跳转指令时，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，通过隔离电路输出，驱动外部负载。

4. 工作过程

PLC在输入采样阶段只对输入端进行扫描。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重新进行采样。这种方式称为集中采样。

PLC在程序循环扫描中采用“串行”方式工作，这种串行工作方式避免了继电器—接触器控制系统中触点竞争和时序失配的问题。同时，扫描周期是 PLC 的一个很重要的指标，小型 PLC 的扫描周期按用户程序的长短而论，一般为十几至几十毫秒。

PLC在输出刷新阶段，如果在用户程序中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映像寄存器中的内容输出，对输出接口进行刷新。在其他阶段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、集中输出的工作方式，虽然在一定程度上降低了系统的响应速度，但却可使得 PLC 工作时大多数时间与外部 I/O 设备隔离，从而提高了系统的抗干扰能力，增加了系统的可靠性。而大中型 PLC，其 I/O 点数较多，控制能力强，用户程序较长，为了提高系统响应速度，可以采用定期采样、定期输出方式，或中断输入、输出方式以及采用智能 I/O 接口等多种方式。

1.1.4 PLC 的常用外部设备

PLC 外设是构成 PLC 系统的外部条件，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 外部设备的组成包括四大类，如图 1—5 所示。

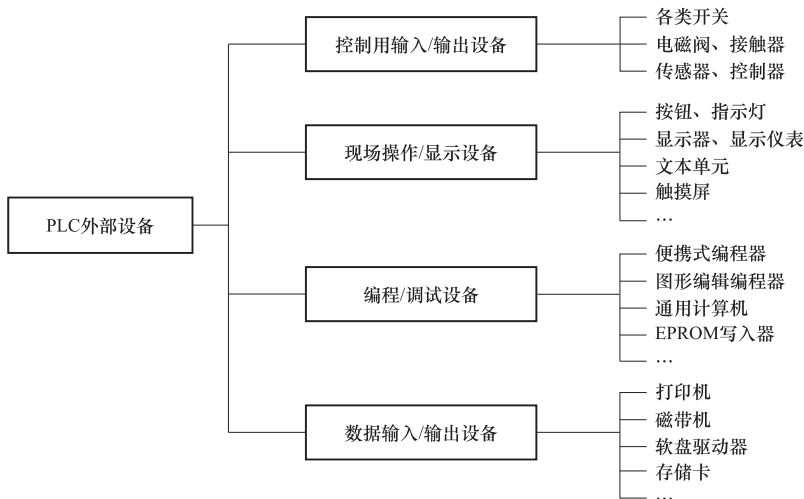


图 1—5 PLC 外部设备的组成

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要的，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。



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）；有的因目前已经渐渐淘汰（如磁带机、软盘驱动器等），在本节中也不再介绍，需要时可以参考相关书籍。

此外，图中的编程/调试设备是指专门用于 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，所以在本节中仍将其归类为“编程/调试设备”的范畴。

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、最简单的外设，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-232C/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。

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 常用的外设之一，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,而且可以显示流程图示意图、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,但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,而且还具有独立的 CPU 与存储器,其内部存储器容量可以达到 1MB 以上。触摸屏为 PLC 的通用外设,通过 RS-232、RS-422、RS-485 等标准接口,几乎可以与任何型号的 PLC 相连接。

触摸屏的功能比文本操作 显示器更强。它除了画面调用、画面叠加、报警显示等功能外,PLC 的操作 诊断功能丰富,可以进行梯形图的动态监控、编辑与系统监控等。此外,新型的触摸屏还可以对 PLC 特殊功能模块、网络、运动控制、伺服驱动器等进行监控;有的触摸屏还可以进行多视窗同时显示(如三菱 A985GOT-V)。

触摸屏的规格一般有 12 in (如三菱 A985GOT)、10 in (如三菱 A975GOT)、7 in (如三菱 A956WGOT)、5.7 in (如三菱 A953GOT) 等。显示分辨率有 800×600 、 640×480 、 480×234 、 320×240 等。触摸开关点数可以是 1900 (38 行 $\times$ 50 列)、1200 (30 行 $\times$ 40 列)、450 (15 行 $\times$ 30 列)、300 (10 行 $\times$ 20 列)。显示颜色有 256 色、16 色、8 色、单色等。

触摸屏的编程需要专用的编程软件(如三菱 FX-PCS-DU/W/N 软件等)。触摸屏与 PLC 间的动作协调可利用 PLC 的应用指令进行。触摸屏的触摸开关与显示控制,通常使用 PLC 的内部继电器。

2. 编程 调试设备

PLC 编程器主要用于 PLC 用户程序的输入、编辑、调试和监控。PLC 编程器有专用编程器与在通用计算机安装 PLC 程序开发软件两种基本类型,专用编程器又可以分为简易型(便携式)与图形编辑型两种。目前,随着笔记本计算机的普及与应用,安装有程序开发软件的通用计算机正在逐步替代图形编辑型专用编程器,成为 PLC 的主要编程工具。

(1) 便携式编程器。

便携式编程器(如三菱的 FX-10P-E-SET0、FX-20P-E-SET0 等)一般由简易键盘、液晶显示器(通常为 1~5 行显示)等组成。

便携式编程器一般只能使用指令表语言,对 PLC 的状态诊断与显示只能以“位”、“字节”或“字”的形式进行,而不能进行如梯形图等其他编程语言的输入、编辑、调试和监控,也不可以离线使用。但由于便携式编程器具有价格便宜、体积小、携带方便的优点,在现场使用时,只需要通过编程器连接电缆与 PLC 直接进行连接即可,使用简单、方便,因此,对于小型 PLC 的简单顺序控制程序的现场调试与用户服务,有其实际使用价值。

便携式编程器的主要功能如图 1-6 所示。

(2) 图形编辑编程器。

图形编辑编程器的结构、原理与通用计算机相同,只是安装了 PLC 专用的软件,并对其密封、接口等部分作了一定的改进,使之能够更好地适应工业环境的使用。早期的图形编辑编程器使用 CRT 显示器,编程器的体积大,现场调试与服务时使用、携带均不方便,但目前一般均使用彩色液晶显示器,使得这种编程器的结构与笔记本电脑已经没有太大的区别。

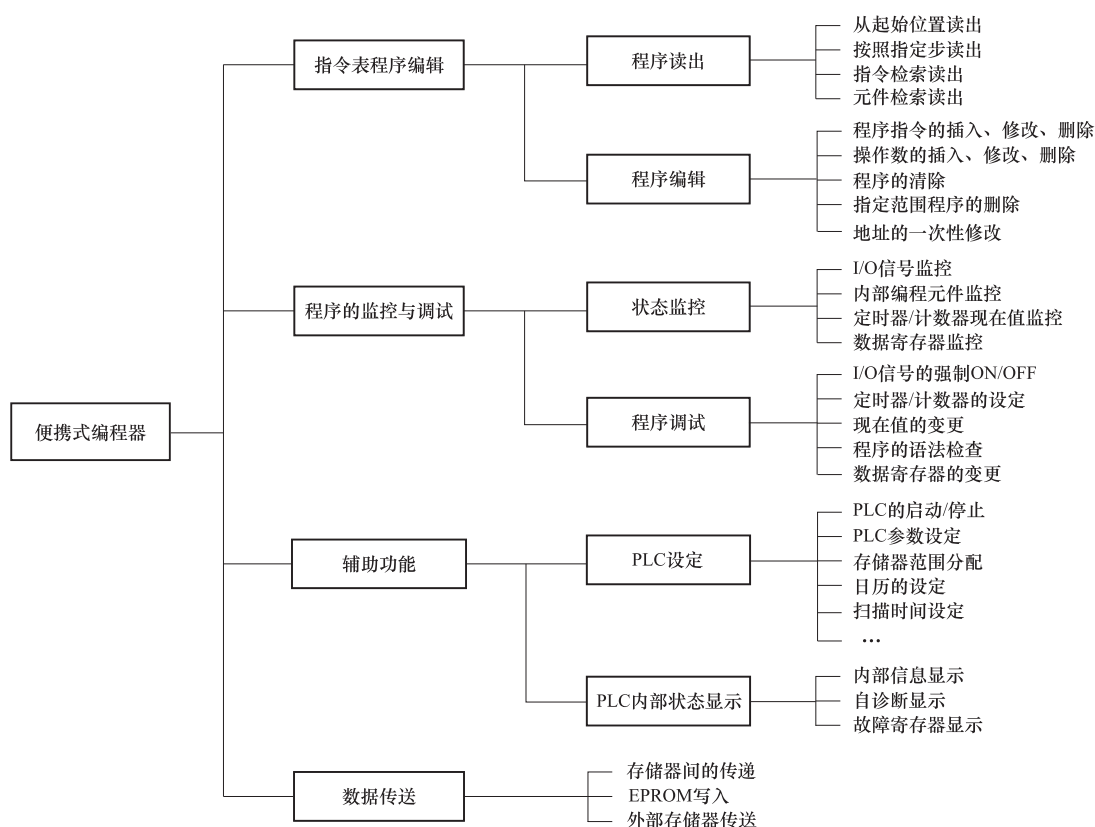


图 1-6 便携式编程器的主要功能

图形编辑编程器的功能比简易型编程器要强得多。在程序的输入、编辑方面，它不仅可以使用所有编程语言进行程序的输入与编辑，而且还可以对 PLC 程序、I/O 信号、内部编程元件等加以文字注释与说明，为程序的阅读、检查提供了方便。在调试、诊断方面，图形编辑编程器可以进行梯形图程序的实时、动态显示，显示的图形形象、直观，可以监控与显示的内容也远比简易型编程器要多得多。在使用操作方面，图形编辑编程器不但可以与 PLC 联机使用，也能进行离线编程，而且还可以通过仿真软件进行系统仿真。

由于专用图形编辑编程器的使用范围受到一定的局限，价格通常较高，且其功能与安装了程序开发软件后的通用计算机无实质性的区别，目前已逐步被通用笔记本电脑所代替。图形编程器的主要功能如图 1-7 所示。

(3) 通用计算机。

在通用计算机上，通过安装专用的 PLC 程序开发软件而具有与 PLC 图形编辑编程器相同的功能，是目前 PLC 编程器的发展趋势。

PLC 程序开发软件通常由编程软件和仿真软件组成。

编程软件（如三菱的 FX-PCSWIN、GX Developer 等）是 PLC 编程所需要的最基本的软件，它允许用户对 PLC 程序进行输入、编辑、存储、打印等，并且可以对 PLC 程序、I/O 信号、内部编程元件等加文字注释与说明。当与 PLC 连接后，它一方面可以对所编制的

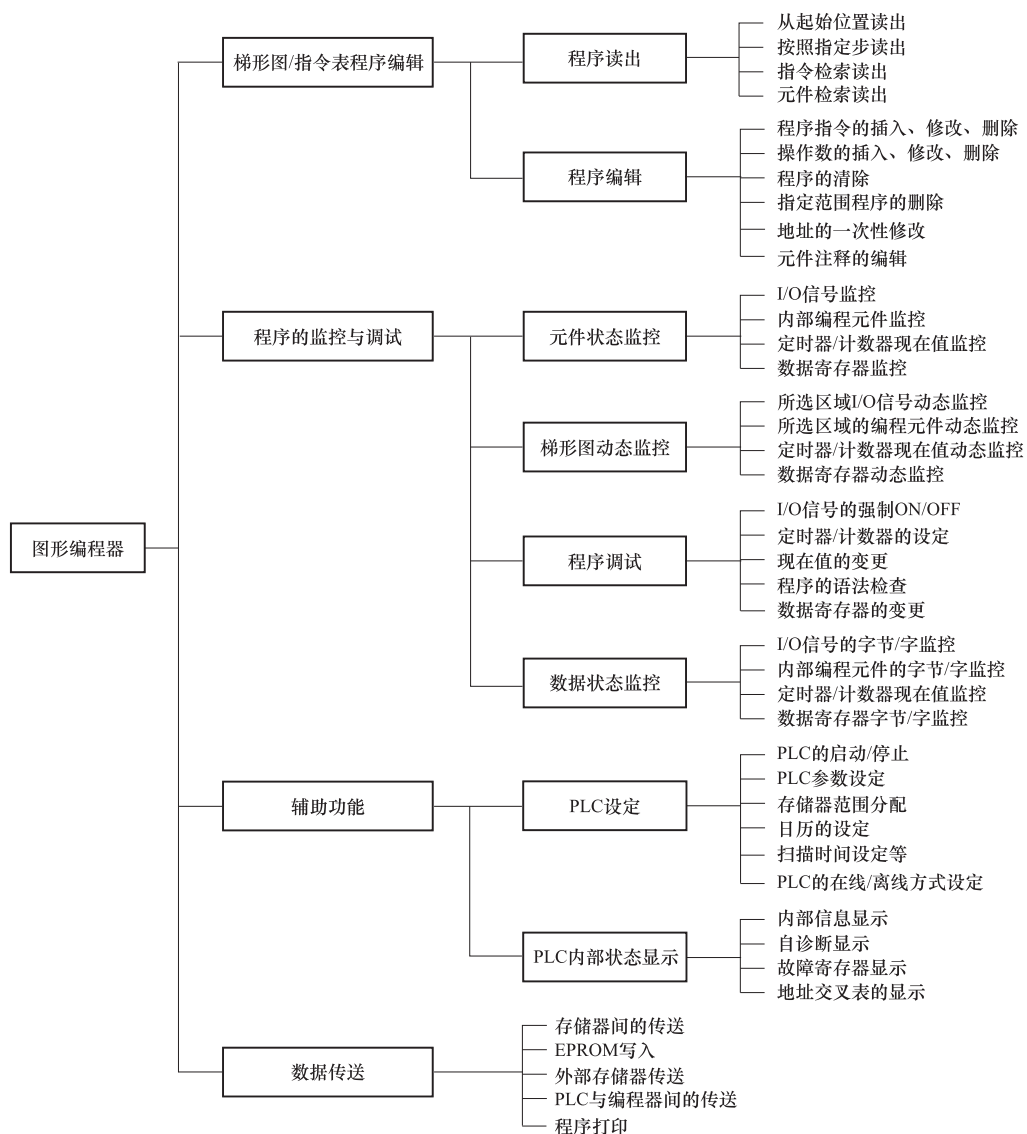


图 1-7 图形编程器的主要功能

PLC程序进行编译，转换为 PLC可以接受的格式，传送到 PLC；另一方面，也可以将 PLC的全部内部状态与信息传送到编程计算机，进行所需要的显示、编辑与监控。

仿真软件（如三菱的 GX Simulator等）允许计算机对 PLC程序、生产过程进行仿真。通过仿真，可以在 PLC程序的设计阶段就发现问题，并加以修改，保证程序的正确性，加快系统调试的进度，提高系统工作的可靠性。

（4）EPROM写入器。

除以上编程工具外，在早期的 PLC上，由于经常使用 EPROM作为 PLC用户程序存储器，需要配套 EPROM阅读/写入器、EPROM擦除器等必要的编程工具。但在新型的 PLC中，PLC的用户程序存储器已经被操作方便的 SRAM卡、ATA卡、PC卡等先进、通用、大