



卓越工程师培养计划

■ PLC ■

<http://www.phei.com.cn>

初 航 师忠秀 田洪刚 编著



三菱 **FX_{2N}** 系列

PLC入门 与应用实例



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



卓越工程师培养计划

· PLC ·

<http://www.phei.com.cn>

初 航 师忠秀 田洪刚 编著



三菱FX2N系列

藏书章

PLC入门 与应用实例

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以三菱公司主流的 FX_{2N} 系列 PLC 为例,介绍了 FX_{2N} 系列产品的工作原理、硬件结构、指令系统、特殊模块、通信知识,以及手持编程器和 GX Developer 编程软件的使用方法;同时,结合工程实例介绍了 PLC 编程的一整套方法,以便于读者学习。

本书适合电气控制和 PLC 技术领域的工程技术人员阅读,也可作为高等学校相关专业的教学用书。

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

三菱 FX_{2N} 系列 PLC 入门与应用实例/初航,师忠秀,田洪刚编著. —北京:电子工业出版社,2012.4
(卓越工程师培养计划)

ISBN 978-7-121-16719-5

I. ①三… II. ①初… ②师… ③田… III. ①可编程序控制器 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 064392 号

策划编辑:张 剑(zhang@phei.com.cn)

责任编辑:刘真平

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

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 × 1092 1/16 印张:20.5 字数:524.8 千字

印 次:2012 年 4 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:49.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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

PLC 作为一种面向工业生产的应用型技术,与 CAD/CAM、NC 技术并称为现代工业的三大支柱技术,被越来越多的人所熟悉和应用。PLC 专为在工业现场应用而设计,它采用可编程序的存储器,用以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指令,并通过数字式或模拟式的输入、输出接口,控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是微机技术与传统的继电接触控制技术相结合的产物,它克服了继电接触控制系统中机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点,充分利用了微处理器的优点,又照顾到现场电气操作维修人员的技能与习惯,特别是 PLC 的程序编制,不需要专门的计算机编程语言知识,而是采用了一套以继电器梯形图为基础的简单指令形式,使用户程序编制形象、直观、方便易学;调试与查错也都很方便。用户在购到所需的 PLC 后,只需按说明书的提示,做少量的接线和简易的用户程序的编制工作,就可灵活方便地将 PLC 应用于生产实践。

三菱公司作为世界知名的综合企业,在工控领域具有较高的声誉,其开发的工控产品在世界范围内得到了广泛的应用。三菱公司的 PLC 是较早进入中国市场的产品。其小型机 F₁/F₂ 系列是 F 系列的升级产品,早期在我国的销量也不小。F₁/F₂ 系列加强了指令系统,增加了特殊功能单元和通信功能,比 F 系列有了更强的控制能力。继 F₁/F₂ 系列之后,20 世纪 80 年代末三菱公司又推出 FX 系列,在容量、速度、特殊功能、网络功能等方面都有了全面的加强。FX₂ 系列是在 20 世纪 90 年代开发的整体式高功能小型机,它配有各种通信适配器和特殊功能单元。FX_{2N} 是近几年推出的高功能整体式小型机,它是 FX₂ 的换代产品,各种功能都有了全面的提升。近年来还不断推出满足不同要求的微型 PLC,如 FX_{0S}、FX_{1S}、FX_{0N}、FX_{1N} 及 a 系列等产品。

正是由于 PLC 技术的广泛应用,学习 PLC 的人越来越多,需要学习指导实践的图书,因此对应用性较强的图书需求较多,读者不再需要太深的理论讲解,需要的是能够提高动手实践能力的图书。

全书共分为 15 章,各章具体内容如下:

- 第 1 章:详细介绍了三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的技术指标、结构特点、型号分类、不同型号的配置情况,以及 PLC 的内部软元件的编号、作用及编程语言等。
- 第 2 章:以三菱 FX_{2N} 系列为例详细介绍了 PLC 的基本指令系统、编程基础知识等软件知识。
- 第 3 章:以三菱 FX_{2N} 系列为例详细介绍了 PLC 的步进指令系统、编程方式等知识。
- 第 4 章:结合工程实例讲解了 PLC 基础程序编制的方法、技巧。
- 第 5 章:讲述 FX_{2N} 应用指令的类别、功能定义和书写方式,使读者掌握应用指令的使用条件、表示方法与编程规则。

- 第6章：结合实例介绍了如何使用手持式编程器 FX-20P-E 进行工程开发，以及 PLC 编程应用软件 GX Developer 7 的使用方法。
- 第7章：叙述 PLC 控制系统设计所必须遵循的基本原则，介绍了 PLC 控制系统的软硬件设计方面的问题，使读者对 PLC 的使用和设计有一个比较全面的了解。
- 第8章：介绍了有关数字通信的基本知识和基本实现方法。重点让读者了解 FX_{2N} 系列 PLC 的 N:N 链接与并行链接通信协议、计算机链接通信协议、无协议通信方式及其应用。
- 第9章：就三菱公司 FX 系列 PLC 某些特殊功能模块的主要性能、电路连接及编程应用方法做一简要的说明。
- 第10章：主要介绍梯形图编程的规则、典型控制单元的梯形图设计方法及顺序控制程序的设计方法等知识。
- 第11章：详细介绍了模拟量控制系统的硬件需求及设计方法。
- 第12章：叙述 PLC 控制系统设计中如何处理系统的可靠性、稳定性问题，以及如何处理静电干扰的方法。
- 第13章：主要结合气动机械手、饮料灌装系统、码垛机系统、立式车床等完整工程设计实例，讲述了如何进行实际工程设计。
- 第14章：主要结合电镀流水线控制系统、电梯控制系统等完整工程设计实例，讲述了如何进行运动控制设计。
- 第15章：主要结合火力发电厂输煤控制系统、铸造车间滚砂机系统等完整工程设计实例，讲述了如何进行过程控制设计。

本书作者都是长期使用 PLC 进行教学、科研和实际生产工作的教师和工程师，有着丰富的教学和编著经验。在内容编排上，按照读者学习的一般规律，结合大量实例讲解操作步骤，能够使读者快速、真正地掌握 PLC 的使用。

本书部分章节的编写内容参照了三菱公司最新技术资料 and 同行作者的有关文献，在此对书中所参考和引用的相关教材与资料的作者、译者和单位表示感谢！

本书主要由初航（青岛大学）、师忠秀（青岛大学）、田洪刚（胶州职教中心）编著，参加本书编写的还有李昊、陈建国、初嫣、王燕、管殿柱、李文秋、宋一兵和王献红，在此对他们的辛勤工作表示感谢！

因编者水平及时间有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

编著者
2011 年 11 月

目 录

第1章 FX 系列 PLC 的体系结构	1
1.1 FX 系列 PLC 简介	1
1.2 FX _{2N} 系列 PLC 的硬件结构	3
1.3 FX _{2N} 系列 PLC 的内部资源	12
1.4 PLC 的编程语言	20
思考与练习	23
第2章 FX 系列 PLC 基本指令系统	24
2.1 数据基础知识	24
2.2 基本逻辑指令	25
思考与练习	37
第3章 FX 系列 PLC 步进指令	39
3.1 状态转移图	39
3.2 步进指令及编程方法	40
3.3 状态转移图常见流程状态	47
思考与练习	52
第4章 基础练习	55
4.1 基本指令应用	55
4.2 步进指令应用举例	63
4.3 节省输入/输出点数的方法	67
第5章 FX 系列 PLC 的应用指令	69
5.1 应用指令的表示与含义	69
5.2 常用应用指令说明	73
5.3 其他应用指令	101
5.4 应用指令实例	102
思考与练习	105
第6章 三菱可编程控制器的编程工具	106
6.1 手持式编程器简介	106
6.2 手持式编程器操作方法	108
6.3 编程软件简介	118

6.4 GX Developer 基本应用	121
思考与练习	132
第7章 PLC 控制系统设计流程	133
7.1 PLC 控制系统设计的内容和步骤	133
7.2 PLC 控制系统的硬件设计	135
7.3 PLC 控制系统的软件设计	138
7.4 设计实例	140
7.5 控制系统的安装与调试	144
思考与练习	148
第8章 PLC 的通信与计算机通信网络	149
8.1 通信基本知识	149
8.2 计算机通信的国际标准	152
8.3 PLC 与 PLC 之间的通信	157
8.4 计算机链接与无协议数据传输	164
8.5 MELSEC NET 网络	171
思考与练习	174
第9章 三菱 FX 系列 PLC 特殊功能模块	175
9.1 高速计数模块	175
9.2 可编程凸轮控制器模块	178
9.3 通信模块应用	181
9.4 通信实例	183
第10章 数字量控制系统梯形图设计	188
10.1 梯形图编程规则	188
10.2 典型单元的梯形图程序	191
10.3 顺序控制设计方法	195
10.4 编程实例	198
思考与练习	204
第11章 模拟量控制系统梯形图设计	206
11.1 模拟量控制硬件	206
11.2 模拟量开环程序设计	217
11.3 模拟量闭环程序设计	219
11.4 编程实例	221
11.5 设置 PID 参数	227
思考与练习	229

第 12 章 PLC 系统可靠性、抗干扰性设计	230
12.1 PLC 控制系统的可靠性	230
12.2 干扰源及抗干扰措施	243
12.3 静电预防	249
思考与练习	250
第 13 章 基本控制实例	251
13.1 FX _{2N} 系列 PLC 在气动机械手中的应用	251
13.2 FX _{2N} 系列 PLC 在饮料灌装机中的应用	258
13.3 码垛机设计	263
13.4 FX _{2N} 系列 PLC 在立式车床 C5116A 控制系统中的应用	267
思考与练习	273
第 14 章 运动控制实例	275
14.1 电梯控制系统	275
14.2 电镀流水线控制系统	285
思考与练习	296
第 15 章 过程控制实例	297
15.1 给煤机输煤系统	297
15.2 中央控制滚砂机	309
参考文献	317

第1章 FX 系列 PLC 的体系结构

FX_{2N}系列 PLC 为三菱公司现在市场上的主流产品，能完成绝大多数工业控制要求。上市多年之后，价格有所下降，性价比较高。本章详细介绍三菱 FX_{2N}系列 PLC 的结构特点、型号分类及不同型号的配置情况；详细讲解 PLC 的内部软元件的编号、作用及使用注意事项，使读者可以详细了解 FX_{2N}系列 PLC 的软硬件组成，为后续学习打好基础。

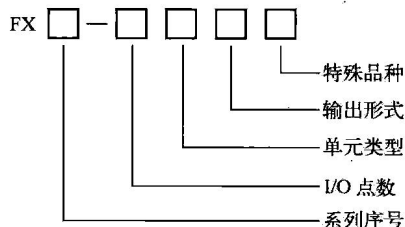


1.1 FX 系列 PLC 简介

三菱公司近年来推出的 FX 系列 PLC 有 FX₀、FX₂、FX_{0S}、FX_{0N}、FX_{2C}、FX_{1S}、FX_{1N}、FX_{2N}、FX_{2NC}等系列型号。这里选择 FX_{0S}、FX_{0N}和 FX_{2N}三个 FX 系列 PLC 进行简要介绍。

1. FX 系列 PLC 型号命名方式

FX 系列 PLC 型号命名的基本方式如下：



➤ 系列序号：如 0、2、0N、2C、1S、1N、2N、1NC、2NC。

➤ I/O 点数：10~256 点。

➤ 单元类型：

M——基本单元

E——扩展单元（输入/输出混合）

EX——扩展输入单元（模块）

EY——扩展输出单元（模块）

➤ 输出形式：

R——继电器输出

T——晶体管输出

S——晶闸管输出

➤ 特殊品种：

D——DC 电源，DC 输入

A——AC 电源，AC 输入

H——大电流输出扩展单元

V——立式端子排的扩展单元

C——接插口输入/输出方式

F——输入滤波器 1ms 的扩展单元

L——TFL 输入型扩展单元

S——独立端子（无公共端）扩展单元

2. FX 系列 PLC 的技术指标

FX 系列 PLC 的输入、输出技术指标分别如表 1-1、表 1-2 所示。

表 1-1 FX 系列 PLC 的输入技术指标

输入电压	DC 24V ± 10%	
元件号	X0~X7	其他输入点
输入信号电压	DC 24V ± 10%	
输入信号电流	DC 24V, 7mA	DC 24V, 5mA
输入开关电流 OFF→ON	>4.5mA	>3.5mA
输入开关电流 ON→OFF	<1.5mA	
输入响应时间	10ms	
可调节输入响应时间	X0~X17 为 0~60ms (FX _{2N}), 其他系列 0~15ms	
输入信号形式	无电压触点, 或 NPN 集电极开路输出晶体管	
输入状态显示	输入 ON 时 LED 灯亮	

表 1-2 FX 系列 PLC 的输出技术指标

项 目		继电器输出	晶闸管输出 (仅 FX _{2N})	晶体管输出
外部电源		最大 AC 240V 或 DC 30V	AC 85~242V	DC 5~30V
最大负载	电阻负载	2A/1 点, 8A/COM	0.3A/1 点, 0.8A/COM	0.5A/1 点, 0.8A/COM
	感性负载	80VA, 120/240V AC	36VA/AC 240V	12W/24V DC
	灯负载	100W	30W	0.9W/DC 24V (FX _{1S}), 其他系列 1.5W/DC 24V
最小负载		电压 <5V DC 时 2mA, 电压 <24V DC 时 5mA (FX _{2N})	2.3VA/240V AC	—

3. FX 系列 PLC 的性能比较

三菱公司 FX 系列 PLC 吸收了整体式和模块式可编程序控制器的优点, 它的基本单元、扩展单元和扩展模块的高度和宽度相同。它们的相互连接不用基板, 仅用扁平电缆连接, 紧密拼装后组成一个整齐的长方体。其体积小, 很适于在机电一体化产品中使用。

FX_{1S}、FX_{1N}、FX_{2N} 和 FX_{2NC} 外观相似, 但在性能和价格上还是有些差别, 如表 1-3 所示。

表 1-3 FX_{1S}、FX_{1N}、FX_{2N} 和 FX_{2NC} 基本性能比较

项 目		FX _{1S}	FX _{1N}	FX _{2N} 和 FX _{2NC}
运算控制方式		存储程序, 反复运算		
I/O 控制方式		批处理方式 (在执行 END 指令时), 可以使用 I/O 刷新指令		
运算处理速度	基本指令	0.55μs/指令~0.7μs/指令		0.08μs/指令
	应用指令	3.7μs/指令~数百 μs/指令		1.52μs/指令~数百 μs/指令

续表

项 目		FX _{1S}	FX _{1N}	FX _{2N} 和 FX _{2NC}
程序语言		逻辑梯形图和指令表，可以用步进梯形指令来生成顺序控制指令		
程序容量（EEPROM）		内置 2KB 步	内置 8KB 步	内置 8KB 步，用存储盒可达 16KB 步
指令数量	基本、步进	基本指令 27 条，步进指令 2 条		
	应用指令	85 条	89 条	128 条
I/O 设置		最多 30 点	最多 128 点	最多 256 点



1.2 FX_{2N} 系列 PLC 的硬件结构

FX 系列 PLC 的系统配置灵活，用户除了可以选用不同型号的 FX 系列 PLC 外，还可以选用各种扩展单元和扩展模块，组成不同 I/O 点和不同功能的控制系统。FX_{2N} 系列 PLC 为现在市场上的主流产品，能完成绝大多数工业控制要求。上市多年之后，价格有所下降，性价比较高。

1. 主机面板结构

FX_{2N} 系列小型 PLC 外形如图 1-1 所示。

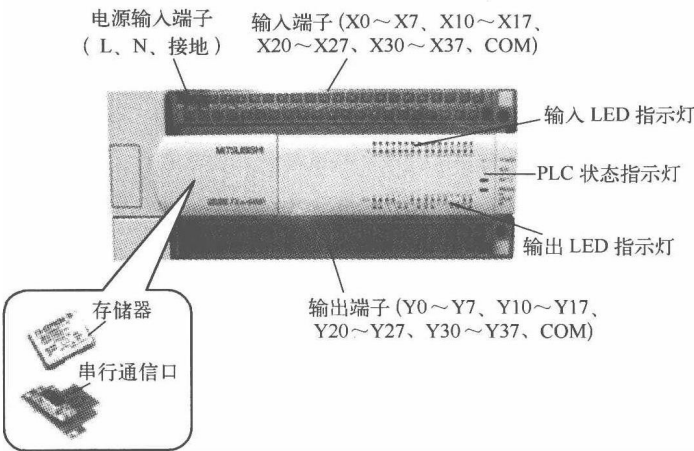


图 1-1 FX_{2N} 系列小型 PLC 外形图

- 1) 电源输入端子 AC 电源型的主机，其电源电压为 AC 100 ~ 240V；DC 电源型的主机，其电源电压为 DC 24V。
- 2) 功能接地端子（仅 AC 电源型）在有严重噪声干扰时，功能接地端子必须接地，它和保护接地端子可连在一起接地。
- 3) 保护接地端子 为了防止触电，保护接地端子必须接地。
- 4) 输入端子 输入端子用于连接输入设备，输入电压为 DC 24V。
- 5) 输入 LED 输入端子触点 ON 时，LED 灯亮；输入端子触点 OFF 时，LED 灯灭。
- 6) 工作状态显示 LED 主机面板的中部有 4 个工作状态显示 LED，其作用如下。

- POWER (绿): 电源的接通或断开指示, 电源接通时亮, 断开时灭。
- RUN (绿): 工作状态指示, PLC 处于运行或监控状态时亮, 处于编程状态或运行异常时灭。
- BATTV: 内部电池电量指示灯。点亮时需更换电池, 否则可能会造成程序丢失。
- PROG - E/CPU - E (红): 程序错误或 CPU 错误指示, 这两种显示共用一个 LED。PLC 出现错误时 LED 常亮, 此时 PLC 停止工作且不执行程序, 运行正常时 LED 灭。

7) 输出 LED 输出端子触点 ON 时, LED 灯亮; 输出端子触点 OFF 时, LED 灯灭。

8) 输出端子 输出端子用于连接输出电路, 电压可为 DC 24V 或 AC 220V, 视负载而定。PLC 的 I/O 点数不同, 输入、输出端子数量也不同。

9) 输出 DC 24V 电源端子 DC 24V 电源端子 (仅 AC 电源型) 对外部提供 DC 24V 电源 (电流 200mA), 可作为输入设备或现场传感器的电源。

10) 外设端口 外设端口用于连接编程工具或 RS - 232C、RS - 422 通信适配器, 根据需要而定。

2. FX_{2N} 系列 PLC 的技术特点、技术指标

FX_{2N} 系列 PLC 有以下技术特点。

- FX_{2N} 系列 PLC 采用一体化箱体结构, 其基本单元将 CPU、存储器、输入/输出接口及电源等都集成在一个模块内, 结构紧凑, 体积小, 成本低, 安装方便。
- FX_{2N} 是 FX 系列中功能最强、运行速度最快的 PLC。FX_{2N} 基本指令执行时间高达 0.08μs, 超过了许多大中型 PLC。
- FX_{2N} 的用户存储器容量可扩展到 16KB, 其 I/O 点数最大可扩展到 256 点。
- FX_{2N} 有多种特殊功能模块, 如模拟量输入/输出模块、高速计数器模块、脉冲输出模块、位置控制模块、RS - 232C/RS - 422/RS - 485 串行通信模块或功能扩展板、模拟定时器扩展板等。
- FX_{2N} 有 3 000 多点辅助继电器、1 000 点状态继电器、200 多点定时器、200 点 16 位加计数器、35 点 32 位加/减计数器、8 000 多点 16 位数据寄存器、128 点跳步指针、15 点中断指针。
- FX_{2N} 有 128 种功能指令, 具有中断输入处理、修改输入滤波器常数、数学运算、浮点数运算、数据检索、数据排序、PID 运算、开平方、三角函数运算、脉冲输出、脉宽调制、串行数据传送、校验码、比较触点等功能指令。
- FX_{2N} 还有矩阵输入、10 键输入、16 键输入、数字开关、方向开关、7 段显示器扫描显示等方便指令。

FX_{2N} 的技术指标包括一般技术指标、电源技术指标、输出技术指标和性能技术指标等。下面以表格的形式介绍, 各项性能指标如表 1-4 ~ 表 1-6 所示。

表 1-4 FX_{2N} 一般技术指标

环境温度		使用时: 0~55℃, 储存时: -20~+70℃
环境湿度		35%~89% RH 时 (不结露) 使用
抗振		JIS C0911 标准 10~55Hz 0.5mm (最大 2g), 3 轴方向各 2h (但用 DIN 导轨安装时 0.5g)
抗冲击		JIS C0912 标准 10g, 3 轴方向各 3 次
抗噪声干扰		在用噪声仿真器产生电压为 1 000V _{p-p} , 噪声脉冲宽度为 1μs, 周期为 30~100Hz 的噪声干扰时工作正常
耐压	AC 1 500V 1min	所有端子与接地端之间
绝缘电阻	5MΩ 以上 (DC 500V 兆欧表)	
接地		第三种接地, 不能接地时也可浮空
使用环境		无腐蚀性气体, 无尘埃

表 1-5 FX_{2N} 电源技术指标

项 目		FX _{2N} - 16M	FX _{2N} - 32M FX _{2N} - 2E	FX _{2N} - 8M FX _{2N} - 48E	FX _{2N} - 64M	FX _{2N} - 80M	FX _{2N} - 128M
电源电压		AC 100～240V 50/60Hz					
允许瞬间断电时间		对于 10ms 以下的瞬间断电，控制动作不受影响					
电源熔丝		250V/3.15A，φ5mm×20mm		250V/5A，φ4.5mm×20mm			
电力消耗（VA）		35	40（32E 35）	50（48E 45）	60	70	100
传感器 电源	无扩展部件	DC 24V，250mA 以下		DC 24V，460mA 以下			
	有扩展部件	DC 5V 基本单元 290mA，扩展单元 690mA					

表 1-6 FX_{2N} 输出技术指标

项 目		继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出
外部电源		AC 250V, DC 30V 以下	AC 85~240V	DC 5~30V
最大负载	电阻负载	2A/1 点, 8A/4 点共享, 8A/8 点共享	0.3A/1 点 0.8A/4 点	0.5A/1 点 0.8A/4 点
	感性负载	80VA	15VA/AC 100V 30VA/AC 200V	12W/DC 24V
	灯负载	100W	30W	1.5W/DC 24V
开路漏电流		—	1 mA/AC 100V 2 mA/AC 200V	0.1mA 以下/DC 30V
响应时间	OFF 到 ON	约 10ms	1ms 以下	0.2ms 以下
	ON 到 OFF	约 10ms	最大 10ms	0.2ms 以下 ^①
电路隔离		机械隔离	光电晶闸管隔离	光电耦合器隔离
动作显示		继电器通电时 LED 灯亮	光电晶闸管驱动时 LED 灯亮	光电耦合器隔离驱动 时 LED 灯亮

 ^①注: 响应时间 0.2ms 是在条件为 24V/200mA 时, 实际所需时间为电路切断负载电流到电流为 0 的时间, 可用并接续流二极管的方法改善响应时间。

3. FX_{2N} 系列 PLC 的结构模块

目前, 可编程序控制器的产品很多, 不同厂家生产的 PLC 以及同一厂家生产的不同型号的 PLC, 其结构各不相同, 但就其基本组成和基本工作原理而言, 是大致相同的。它们都是以微处理器为核心的结构, 其功能的实现不仅基于硬件的作用, 更要靠软件的支持。实际上可编程序控制器就是一种新型的工业控制计算机。

PLC 硬件系统的基本结构框图如图 1-2 所示。

在图 1-2 中, PLC 的主机由微处理器 (CPU)、存储器 (EPROM、RAM)、输入/输出单元、外设 I/O 接口、通信接口及电源组成。对于整体式的 PLC, 这些部件都在同一个机壳内; 而对于模块式结构的 PLC, 各部件独立封装, 称为模块, 各模块通过机架和电缆连接在一起。主机内的各个部分均通过电源总线、控制总线、地址总线和数据总线连接。根据实际

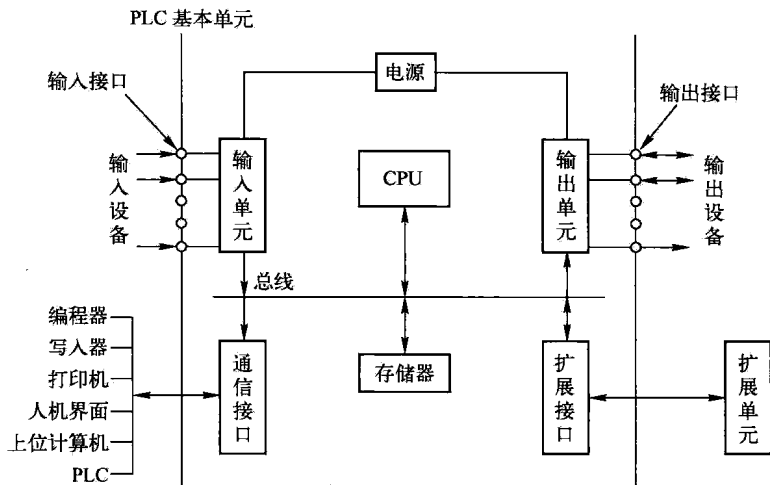


图 1-2 PLC 硬件系统的基本结构框图

控制对象的需要配备一定的外部设备，可构成不同的 PLC 控制系统。常用的外部设备有编程器、打印机、EPROM 写入器等。PLC 可以配置通信模块与上位机及其他的 PLC 进行通信，构成 PLC 的分布式控制系统。

下面分别介绍 PLC 各组成部分及其作用，以使用户进一步了解 PLC 的控制原理和工作过程。

1) 中央处理单元 (CPU) PLC 中所采用的 CPU 随机型不同而不同，通常有 3 种：通用微处理器（如 8086、80286、80386 等）、单片机、位片式微处理器。小型 PLC 大多采用 8 位、16 位微处理器或单片机作为 CPU，如 Z80A、8031、M6800 等，这些芯片具有价格低、通用性好等优点。对于中型的 PLC，大多采用 16 位、32 位微处理器或单片机作为 CPU，如 8086、96 系列单片机，具有集成度高、运算速度快、可靠性高等优点。对于大型 PLC，大多数采用高速位片芯片式微处理器，具有灵活性强、速度快、效率高等优点。

CPU 是 PLC 的控制中枢，PLC 在 CPU 的控制下有条不紊地协调工作，从而实现对现场各个设备的控制。CPU 由微处理器和控制器组成，它可以实现逻辑运算和数学运算，协调控制系统内部各部分的工作。

控制器的作用是控制整个微处理器的各个部件有条不紊地进行工作，它的基本功能就是从内存中读取指令和执行指令。

CPU 的具体作用如下。

- 采集由现场输入装置送来的状态或数据，通过输入接口存入输入映像寄存器或数据寄存器中，用扫描方式接收输入设备的状态信号，并存入相应的数据区（输入映像寄存器）。
- 按用户程序存储器中存放的先后次序逐条读取指令，完成各种数据的运算、传递和存储等功能，进行编译解释后，按指令规定的任务完成各种运算和操作。
- 把各种运算结果向外界输出。
- 监测和诊断电源以及 PLC 内部电路工作状态和用户程序编程过程中出现的语法错误。
- 根据数据处理的结果，刷新有关标志位的状态和输出状态寄存器表的内容，响应各种外部设备（如编程器、打印机、上位计算机、图形监控系统、条码判读器等）的工作请求，以实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

这里要说明的一点，一些专业生产 PLC 的品牌厂家均采用自己开发的 CPU 芯片。

2) 存储器 可编程序控制器配有两种存储器,即系统存储器(EPROM)和用户存储器(RAM)。系统存储器用来存放系统管理程序,用户不能访问和修改这部分存储器的内容。用户存储器用来存放编制的应用程序和工作数据状态。存放工作数据状态的用户存储器部分也称为数据存储器。它包括输入、输出数据映像区,定时器/计数器预置数和当前值的数据区,存放中间结果的缓冲区。

PLC 的存储器主要包括:

- 只读存储器 (Read Only Memory, ROM)。
- 可编程只读存储器 (Programmable Read Only Memory, PROM)。
- 可擦除可编程只读存储器 (Erasable Programmable Read Only Memory, EPROM)。
- 电可擦除可编程只读存储器 (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, EEPROM)。
- 随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM)。

3) 输入/输出模块 PLC 的控制对象是工业生产过程,实际生产过程中的信号电平是多种多样的,外部执行机构所需的电平也是各不相同的,而可编程序控制器的 CPU 所处理的信号只能是标准电平,这样就需要有相应的 I/O 模块作为 CPU 与工业生产现场的桥梁,进行信号电平的转换。目前,生产厂家已开发出各种型号的输入、输出模块供用户选择。且这些模块在设计时采取了光电隔离、滤波等抗干扰措施,提高了 PLC 的可靠性,对各种型号的输入、输出模块,可以把它们以不同形式进行归类。按照信号的种类归类,有直流信号输入/输出、交流信号输入/输出;按照信号的输入、输出形式分,有数字量输入/输出、开关量输入/输出及模拟量输入/输出。

下面通过开关量输入/输出模块来说明 I/O 模块与 CPU 的连接方式。

(1) 开关量输入模块:开关量输入设备是各种开关、按钮、传感器等,通常,PLC 的输入类型可以是直流、交流和交直流。输入电路的电源可由外部供给,有的也可由 PLC 内部提供。图 1-3 和图 1-4 所示分别为 PLC 的直流和交流输入接口电路的电路图,采用的是外接电源。

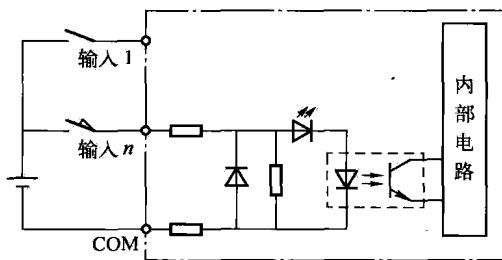


图 1-3 直流开关量输入模块

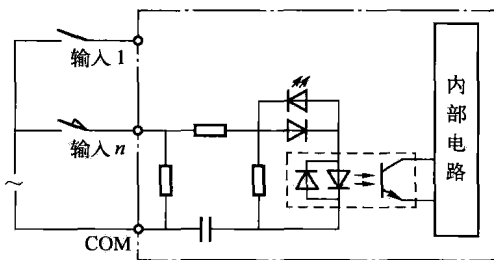


图 1-4 交流开关量输入模块

图 1-3 描述了一个输入点的接口电路。其输入电路的一次电路与二次电路用光耦合器相连,当行程开关闭合时,输入电路和一次电路接通,上面的发光管用于对外显示,同时光耦合器中的发光管使三极管导通,信号进入内部电路,此输入点对应的位由 0 变为 1,即输入映像寄存器的对应位由 0 变为 1。

图 1-4 所示为交流开关量输入模块原理图,与上述的直流开关量模块原理基本相同,在此不再赘述。

(2) 开关量输出模块:输出模块的作用是将 CPU 执行用户程序所输出的 TTL 电平的控制信号转化为生产现场所需的、能驱动特定设备的信号,以驱动执行机构动作。

通常开关量输出模块有三种形式,即继电器输出、晶体管输出和双向晶闸管输出。继电器输出可接直流或交流负载,晶体管输出属直流输出,只能接直流负载。当开关量输出的频率

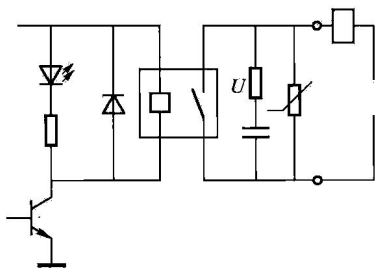


图 1-5 继电器输出原理图

率低于 1 000 Hz 时,一般选用继电器输出模块;当开关量输出的频率大于 1 000 Hz 时,一般选用晶体管输出;而双向晶闸管输出属交流输出。下面,着重介绍继电器输出模块的工作过程,其原理图如图 1-5 所示。输出信号经 I/O 总线由输出锁存器输出,驱动继电器线圈使继电器触点吸合,驱动外部负载工作。

从上面的分析可知,对于继电器输出型,CPU 输出时接通或断开继电器的线圈,继电器的触点闭合或断开从而控制外电路的通断。PLC 继电器输出电路形式允许负载一般是 AC 250V/50V 以下,负载电流可达 2A,容量可达 80 ~ 100VA (电压×电流),因此,PLC 的输出一般不宜直接驱动大电流负载(一般通过一个小负载来驱动大负载,如 PLC 的输出可以接一个电流比较小的中间继电器,再由中间继电器触点驱动大负载,如接触器线圈等)。

PLC 继电器输出电路的形式继电器触点的使用寿命也有限制(一般数十万次左右,根据负载而定,如连接感性负载时的寿命要小于阻性负载)。此外,继电器输出的响应时间也比较慢(10ms 左右),因此,在要求快速响应的场合不适合使用此种类型的电路输出形式。

当连接感性负载时,为了延长继电器触点的使用寿命,对于外接直流电源时的情况,通常应在负载两端加过电压抑制二极管(如图 1-5 中并在外接继电器线圈上的二极管);对于交流负载,应在负载两端加 RC 抑制器。

晶体管输出原理图如图 1-6 所示,通过光电耦合使开关晶体管截止或饱和导通以控制外部电路。晶体管输出型电路的外接电源只能是直流电源,这是其应用局限性的一方面。另外,晶体管输出驱动能力要小于继电器输出,允许负载电压一般为 DC 5 ~ 30V,允许负载电流为 0.2 ~ 0.5A。和继电器输出形式电路一样,在驱动感性负载时也要在负载两端反向并联二极管(二极管的阴极接电源的正极)防止过电压,保护 PLC 的输出电路。

晶闸管输出原理图如图 1-7 所示,采用光触发型双向晶闸管。双向晶闸管输出的驱动能力要比继电器输出的小,允许负载电压一般为 AC 85 ~ 242V,单点输出电流为 0.2 ~ 0.5A,当多点共用公共端时,每点的输出电流应减小(如单点驱动能力为 0.3A 的双向晶闸管输出,在 4 点共用公共端时,最大允许输出为 0.8A/4 点)。

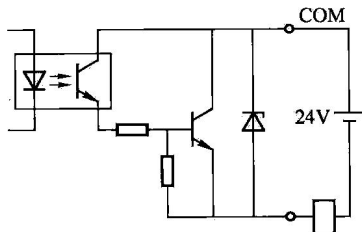


图 1-6 晶体管输出原理图

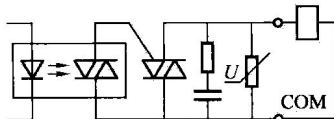


图 1-7 晶闸管输出原理图

为了保护晶闸管,通常在 PLC 内部电路晶闸管的两端并接 RC 阻容吸收元件(一般为 0.015μF/22Ω 左右)和压敏电阻,因此在晶闸管关断时,PLC 的输出仍然有 1 ~ 2mA 的开路漏电流,这就可能导致一些小型继电器在 PLC 输出 OFF 时无法关断的情况。

4) **编程器** 编程器用于用户程序的编制、编辑、调试及监控、显示 PLC 的一些系统参数和内部状态,是开发、维护、设计 PLC 控制系统的必要工具。主机内存中的用户程序就是由编程器通过通信接口输入的。对于已设计、安装好的 PLC 控制系统,一般都不带编程器而直接运行。不同系列的 PLC 的编程器互不通用。

编程器一般具有下列 5 种功能。

- 编辑功能: 实现用户程序的修改、插入、删除等。
- 编程功能: 用户程序的全部清除、写入/读出、检索等。
- 监视功能: 对 I/O 点通/断的监视,对内部线圈、计数器、定时器通/断状态的监视,以及跟踪程序运行过程等。
- 检查功能: 对语法、输入步骤、I/O 序号进行检查。
- 命令功能: 向 PLC 发出运行、暂停等命令。

此外,编程器还具有与 EPROM 写入器、打印机、盒式录音机等外围设备通信的功能。编程器可分为简易编程器和图形编程器,以及通用计算机编程。

(1) 简易编程器: 它可以直接与 PLC 的专用插座相连,或通过电缆与 PLC 相连,它与主机共用一个 CPU,一般只能用助记符或功能指令代号编程。其优点是携带方便,价格便宜,多用于微型、小型 PLC; 缺点是因编程器与主机共用一个 CPU,只能联机编程,对 PLC 的控制能力较小。

(2) 图形编程器: 图形编程器有两种显示屏,一种是液晶显示 (LCD),另一种是阴极射线管 (CRT) 显示。显示屏可以用来显示编程的情况,还可以显示 I/O、各继电器的工作状况、信号状态和出错信息等。工作方式既可以是联机编程又可以是脱机编程; 可以是梯形图编程,也可以用助记符指令编程,同时还可以与打印机、绘图仪等设备相连,并有较强的监控功能,但价格高,通常用于大中型 PLC。

(3) 通用计算机编程: 它采用通用计算机,通过硬件接口和专用软件包,使用户可以直接在计算机上以联机或脱机方式编程; 可以运用梯形图编程,也可以用助记符指令编程,并有较强的监控能力。

4. FX_{2N} 系列 PLC 常用单元

1) **主机单元** FX_{2N} 系列 PLC 的主机单元如表 1-7 所示。

表 1-7 FX_{2N} 的主机单元

型 号			输入 点数	输出 点数	扩展模块 可用点数
继电器输出	可控硅输出	晶体管输出			
FX _{2N} - 16MR - 001	FX _{2N} - 16MS	FX _{2N} - 16MT	8	8	24~32
FX _{2N} - 32MR - 001	FX _{2N} - 32MS	FX _{2N} - 32MT	16	16	24~32
FX _{2N} - 48MR - 001	FX _{2N} - 48MS	FX _{2N} - 48MT	24	24	48~64
FX _{2N} - 64MR - 001	FX _{2N} - 64MS	FX _{2N} - 64MT	32	32	48~64
FX _{2N} - 80MR - 001	FX _{2N} - 80MS	FX _{2N} - 80MT	40	40	48~64
FX _{2N} - 128MR - 001		FX _{2N} - 128MT	64	64	48~64

2) **扩展单元** FX_{2N} 系列 PLC 的扩展单元如表 1-8 所示。