

▶ 学习三菱PLC的必读开悟书

▶ GX Developer开发平台，梯形图、指令表详解

▶ FX/Q系列PLC 10种应用案例，可与实际工程直接接轨

三菱FX/Q系列 PLC工程实例详解

赵 杰 罗志勇 编著
岂兴明 刘国忠

非
外
借

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

三菱FX/Q系列 PLC工程实例详解

赵杰 罗志勇 编著
岂兴明 刘国忠

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

三菱FX/Q系列PLC工程实例详解 / 赵杰等编著. —
北京 : 人民邮电出版社, 2019.2
ISBN 978-7-115-50774-7

I. ①三… II. ①赵… III. ①PLC技术 IV.
①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第017595号

内 容 提 要

本书以三菱FX系列、Q系列PLC为对象,从工程应用实际出发,列举了大量的PLC控制电路和应用系统的实例,在分析系统工艺流程及控制要求的基础上,进行了系统硬件设计、软件设计和程序编写的介绍。书中通过相关知识点和资料的贯穿,可帮助读者尽快掌握PLC工程应用技术。

本书适合对PLC技术有一定了解的读者阅读,可作为自动化、机电一体化、电气工程等相关专业的工程实训教材,亦可作为从事PLC开发的技术人员的工程实践参考资料。

◆ 编 著 赵 杰 罗志勇 岂兴明 刘国忠
责任编辑 黄汉兵
责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
山东百润本色印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.5
字数: 462千字

2019年2月第1版
2019年2月山东第1次印刷

定价: 69.00元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

前言

随着工业自动化和通信技术的飞速发展,可编程控制器(PLC)的应用领域得到大大拓展,其在工业自动化、机电一体化及传统产业技术改造等方面得到了广泛的应用。而目前有关 PLC 的教材和参考资料大多偏向于理论方面,缺乏工程应用中的设计方法、流程的具体介绍,使得用户在实际操作中经常遇到各种障碍。在相关需求的催化下,本书应运而生。

本书对 PLC 在工程中的应用进行了详细的讲解,按照工程应用流程循序渐进地进行了介绍,内容涉及 PLC 基础知识、工艺流程控制分析、PLC 系统硬件设计、软件设计和程序编码等环节。内容通俗易懂,使读者能够快速理解 PLC 的工程应用,对从事相关工作的人员具有很强的参考价值。

全书共 14 章,以三菱 FX 系列、Q 系列为对象,首先讲解 PLC 基础知识,然后从工程应用和实训出发,列举了 PLC 控制电路和应用系统实例,在分析系统工艺及控制要求的基础上,进行系统配置和编程训练,帮助读者尽快掌握 PLC 工程应用技术。根据技术侧重点的不同,本书选择了 10 个具有代表性的典型案例,分章节对其予以详细介绍。

第 1 章介绍了 PLC 的组成和原理,帮助读者理解 PLC 的结构和工作原理。

第 2 章介绍了 FX 系列 PLC 的命名、基本构成、技术指标和特点。

第 3 章介绍了 Q 系列 PLC 的命名、CPU 的选择要点和特点。

第 4 章介绍了三菱 PLC 编程软件 GX Developer 的安装和运行以及软件的操作方法。

第 5 章介绍了电动机正反转的控制方法和 PLC 指令系统,帮助读者了解简单的控制系统设计。

第 6 章介绍了如何从系统层面利用 PLC 设计实际控制系统,并进一步总结、归纳使用 PLC 实现实际工程项目的思路与方法。

第 7 章介绍了利用 PLC 对行进电动机点动控制和自动控制的方法。

第 8 章介绍了 PLC 高速计数器的作用、三菱 FX 系列 PLC 的高频脉冲输出方法以及 PLC 串行通信的相关知识。

第 9 章重点介绍了三菱公司 PLC 模拟量特殊功能模块的原理、接线和编程的方法。

第 10 章重点介绍了 PLC 与变频器通信的实现方法和相关设备的参数设置。

第 11 章重点介绍了立体仓库控制系统的硬件设计,立体仓库控制系统的软件设计。

第 12 章主要介绍了缓冲寄存器(BFM)及其相关指令,以及系统的软硬件设计。

第 13 章重点讲述了三菱 Q 系列 PLC 的功能,介绍了 CC-Link 网络的特点以及伺服控制方面的知识。

第 14 章重点讲述了控制系统的硬件设计,控制系统的 I/O 分配和软件设计。

本书由赵杰、罗志勇、岂兴明、刘国忠编著,参与本书编写的人员还有重庆邮电大学的

王淮、于士杰、李凯凯、范志鹏、汪源野等同学。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

前言

作者

2018年7月

随着科学技术的飞速发展，工业自动化水平不断提高，PLC作为工业自动化控制的核心设备，其应用越来越广泛。本书旨在为从事PLC工作的工程技术人员提供一本实用的参考书。本书共分10章，主要内容包括：PLC基础知识、PLC的组成与工作原理、PLC的选型与安装、PLC的编程方法、PLC的调试与故障排除、PLC的应用案例等。

本书可作为从事PLC工作的工程技术人员的学习参考书，也可作为高等院校自动化专业及相关专业的教材。本书在编写过程中，参考了国内外大量的相关资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

本书共分10章，主要内容包括：PLC基础知识、PLC的组成与工作原理、PLC的选型与安装、PLC的编程方法、PLC的调试与故障排除、PLC的应用案例等。本书在编写过程中，参考了国内外大量的相关资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

本书共分10章，主要内容包括：PLC基础知识、PLC的组成与工作原理、PLC的选型与安装、PLC的编程方法、PLC的调试与故障排除、PLC的应用案例等。本书在编写过程中，参考了国内外大量的相关资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

本书共分10章，主要内容包括：PLC基础知识、PLC的组成与工作原理、PLC的选型与安装、PLC的编程方法、PLC的调试与故障排除、PLC的应用案例等。本书在编写过程中，参考了国内外大量的相关资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

本书共分10章，主要内容包括：PLC基础知识、PLC的组成与工作原理、PLC的选型与安装、PLC的编程方法、PLC的调试与故障排除、PLC的应用案例等。本书在编写过程中，参考了国内外大量的相关资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

本书共分10章，主要内容包括：PLC基础知识、PLC的组成与工作原理、PLC的选型与安装、PLC的编程方法、PLC的调试与故障排除、PLC的应用案例等。本书在编写过程中，参考了国内外大量的相关资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

本书共分10章，主要内容包括：PLC基础知识、PLC的组成与工作原理、PLC的选型与安装、PLC的编程方法、PLC的调试与故障排除、PLC的应用案例等。本书在编写过程中，参考了国内外大量的相关资料，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 PLC 基础知识	1
1.1 PLC 的认识	1
1.1.1 PLC 的组成	1
1.1.2 PLC 的发展	2
1.1.3 PLC 的特点	3
1.1.4 PLC 的应用领域	4
1.2 PLC 系统的结构和原理	5
1.2.1 PLC 的硬件系统	5
1.2.2 PLC 的工作原理	6
1.3 PLC 系统基本应用	7
1.4 本章小结	7
第 2 章 FX 系列 PLC 基础知识	8
2.1 FX 系列 PLC 概述	8
2.1.1 FX 系列 PLC 的发展	8
2.1.2 FX 系列 PLC 的简介	8
2.2 FX 系列 PLC 硬件配置及接口	10
2.2.1 FX 系列 PLC 的命名	10
2.2.2 FX 系列 PLC 的基本构成	11
2.2.3 FX 系列 PLC 技术指标	19
2.3 FX 系列 PLC 特点	20
2.4 本章小结	21
第 3 章 Q 系列 PLC 基础知识	22
3.1 Q 系列 PLC 概述	22
3.1.1 Q 系列 PLC 的发展	22
3.1.2 Q 系列 PLC 的简介	22
3.1.3 Q 系列 PLC 的性能比较	24
3.2 Q 系列 PLC 硬件及接口	25
3.2.1 Q 系列 PLC 的基本构成	25
3.2.2 CPU 的选择要点	31
3.3 Q 系列 PLC 特点	37

3.4 本章小结	38
第 4 章 三菱 PLC 编程与软件操作	39
4.1 GX Developer 编程软件	39
4.1.1 GX Developer 软件	39
4.1.2 GX Developer 特点	39
4.2 GX Developer 软件操作	40
4.2.1 GX Developer 软件安装	40
4.2.2 GX Developer 软件运行	40
4.3 软件操作	42
4.3.1 梯形图程序编程	42
4.3.2 指令方式编程	42
4.3.3 程序的传输	43
4.3.4 其他操作	44
4.4 本章小结	45
第 5 章 PLC 送料小车控制系统	46
5.1 工程设计方法	46
5.1.1 控制系统设计步骤	46
5.1.2 PLC 硬件系统设计	47
5.1.3 软件设计	48
5.2 控制系统工艺要求	50
5.3 相关知识点	50
5.3.1 电动机正反转控制方法	50
5.3.2 FX _{2N} 系列指令系统	52
5.3.3 逻辑取、与、或及输出指令	53
5.3.4 堆栈指令 ANB、ORB	55
5.3.5 指令 MOV 和 CMP	56
5.4 控制系统硬件设计	57
5.4.1 控制系统硬件选型	57
5.4.2 原理图	59
5.5 控制系统软件设计	60
5.5.1 控制系统 I/O 分配	60
5.5.2 软件流程图	61
5.5.3 系统软件设计	62
5.6 相关可借鉴的资料	68
5.6.1 接近开关	68
5.6.2 电动机制动	70
5.7 本章小结	72

第 6 章 PLC 过滤流程控制系统	73
6.1 控制系统工艺要求	73
6.1.1 沉降、过滤过程的工艺流程	73
6.1.2 设备控制要求	74
6.2 相关知识点	75
6.2.1 指令 CALL、SRET	75
6.2.2 移位指令	76
6.2.3 求反指令 CML	79
6.3 控制系统硬件设计	80
6.3.1 控制系统硬件选型	80
6.3.2 电气原理图	82
6.4 控制系统软件设计	83
6.4.1 控制系统 I/O 分配	83
6.4.2 系统软件设计	85
6.5 本章小结	92
第 7 章 PLC 工作台自动往返控制系统	93
7.1 控制系统工艺要求	93
7.2 相关知识点	93
7.2.1 条件跳转指令 CJ	94
7.2.2 INC 指令、DEC 指令	95
7.2.3 数据传送指令 MOV	96
7.2.4 主程序结束指令 FEND	96
7.2.5 置位/复位指令 SET/RST	97
7.3 控制系统硬件设计	98
7.3.1 控制系统硬件选型	98
7.3.2 电气原理图	104
7.4 控制系统软件设计	105
7.4.1 控制系统 I/O 分配	105
7.4.2 系统软件设计	106
7.5 本章小结	110
第 8 章 PLC 6 轴机械手控制系统	111
8.1 控制系统工艺要求	111
8.2 相关知识点	112
8.2.1 步进电动机、驱动器、旋转编码器概述	112
8.2.2 PLC 串行通信介绍	113
8.2.3 RS 指令控制串行通信	118
8.2.4 脉冲输出指令 PLSY、脉宽调制指令 PWM、可调脉冲输出指令 PLSR	124

8.2.5	高速计数器置位指令 HSCS、高速计数器复位指令 HSCR	125
8.2.6	中断返回指令 IRET、中断允许指令 EI、中断禁止指令 DI	126
8.2.7	块传送指令 BMOV、多点传送指令 FMOV	128
8.3	控制系统硬件设计	129
8.3.1	控制系统硬件选型	129
8.3.2	电气原理图	130
8.4	控制系统软件设计	131
8.4.1	控制系统 I/O 分配	131
8.4.2	系统软件设计	134
8.5	本章小结	142
第 9 章	PLC 压力控制系统	143
9.1	控制系统工艺要求	143
9.2	相关知识点	144
9.2.1	模/数 (A/D) 转换	145
9.2.2	数/模 (D/A) 转换	145
9.2.3	PID 控制算法	146
9.2.4	特殊功能模块	150
9.2.5	缓冲寄存器 (BFM) 分配	150
9.3	控制系统硬件设计	152
9.3.1	控制系统硬件选型	153
9.3.2	硬件的连接	157
9.3.3	增益与偏置调整	158
9.4	控制系统软件设计	159
9.4.1	压力控制系统流程图	159
9.4.2	系统软件设计	160
9.5	本章小结	164
第 10 章	PLC 电梯控制系统	165
10.1	控制系统工艺要求	165
10.1.1	电梯控制系统的基本结构	165
10.1.2	电梯控制系统的控制要求	166
10.2	相关知识点	166
10.2.1	通信寄存器 D8120	166
10.2.2	三菱变频器 FRA540 参数设置	168
10.2.3	编码指令 ENCO (FNC42)	170
10.2.4	区间复位指令 ZRST (FNC40)	171
10.2.5	七段译码指令 SEG7 (FNC73)	172
10.3	控制系统硬件设计	172
10.3.1	控制系统硬件选型	172

10.3.2	电气原理图	172
10.4	控制系统软件设计	173
10.4.1	控制系统 I/O 分配	173
10.4.2	系统软件设计	173
10.4.3	PLC 与变频器的通信	178
10.5	本章小结	189
第 11 章	PLC 控制立体仓储系统	190
11.1	控制系统工艺要求	190
11.2	自动化仓库系统的关键技术	192
11.2.1	自动化仓库的自动寻址	192
11.2.2	自动识别系统	192
11.2.3	堆垛机自动控制系统	192
11.2.4	监控调度系统	193
11.2.5	计算机管理系统	193
11.3	立体仓库的硬件设计	194
11.3.1	堆垛机的结构设计	194
11.3.2	传感器的选择	195
11.3.3	仓库的消防系统设计	195
11.3.4	PLC 的选型及 I/O 分配	195
11.3.5	I/O 连接图	196
11.3.6	机械手部分的控制	197
11.4	立体仓库控制系统软件设计	198
11.4.1	控制软件结构	198
11.4.2	实时监控系统	199
11.4.3	故障处理	200
11.4.4	通信功能块	200
11.4.5	管理软件设计	200
11.5	本章小结	201
第 12 章	PLC 制冷剂自动充填控制系统	202
12.1	控制系统工艺要求	202
12.2	相关知识点	202
12.2.1	区间比较指令 ZCP	203
12.2.2	高速计数器区间比较指令 HSZ (FNC55)	203
12.2.3	高速计数器置位指令 HSCS (FNC53)	204
12.2.4	速度检测指令 SPD (FNC56)	204
12.2.5	边沿信号指令 PLS、PLF	205
12.2.6	缓冲寄存器 (BFM) 介绍	206
12.2.7	BFM 写入指令 TO (FNC79)	207

12.2.8	BFM 读出指令 FROM (FNC78)	207
12.2.9	减法、除法、乘法指令 SUB (FNC21)、DIV (FNC23)、MUL (FNC22)	208
12.3	控制系统硬件设计	209
12.3.1	控制系统图	209
12.3.2	系统资源分配	209
12.4	控制系统软件设计	211
12.4.1	控制系统流程图	211
12.4.2	系统软件设计	212
12.4.3	分析举例	230
12.5	本章小结	231
第 13 章	PLC 啤酒瓶包装控制系统	232
13.1	控制系统工艺要求	232
13.1.1	包装机械工艺分析	232
13.1.2	控制需求分析	232
13.1.3	系统构成设计	233
13.2	相关知识点	235
13.2.1	字逻辑与、或、异或指令 WAND、WOR、WXOR	235
13.2.2	三菱 Q 系列的指令系统介绍	236
13.2.3	CC-Link 网络 (RS-485) 介绍	237
13.2.4	伺服控制介绍	238
13.3	控制系统硬件设计	238
13.3.1	控制系统硬件选型	239
13.3.2	电气原理图	242
13.4	控制系统软件设计	250
13.4.1	控制系统 I/O 分配	250
13.4.2	系统软件设计	251
13.5	本章小结	256
第 14 章	污水净化处理控制系统	257
14.1	污水净化处理系统工艺控制要求	257
14.1.1	污水净化处理系统工艺介绍	257
14.1.2	污水净化处理系统设备控制要求	257
14.2	控制系统硬件设计	259
14.3	控制系统软件设计	267
14.3.1	控制系统 I/O 分配	267
14.3.2	系统软件设计	268
14.4	本章小结	285
参考文献		286

第 1 章 PLC 基础知识

可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller，简称 PLC）是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统。它采用一种可编程的存储器，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，通过数字式或模拟式的输入输出来控制各种类型的机械设备或生产过程。

1.1 PLC 的认识

1.1.1 PLC 的组成

从结构上分，PLC 分为固定式和组合式（模块式）两种。固定式 PLC 包括 CPU 板、I/O 板、显示面板、内存块、电源等，这些元素组合成一个不可拆卸的整体。模块式 PLC 包括 CPU 模块、I/O 模块、内存、电源模块、底板或机架，这些模块可以按照一定规则组合配置。

在 PLC 系统中，信号分为数字量（Digital）和模拟量（Analog）两类，如图 1-1 所示。数字量又叫开关量，它只能表示两种状态：从 PLC 的外部接口来看，表示有电压信号或者没有电压信号这两种情况，反映到 PLC 内部时，表示为“1”或者“0”这两种状态。模拟量是指用一个连续变化的电流或电压信号，来线性表示某个连续变化的参数，如温度、压力、液位等。根据信号的流动方向，PLC 接入外部设备输出的信号，叫输入（Input）；PLC 输出信号到外部设备，叫输出（Output）。

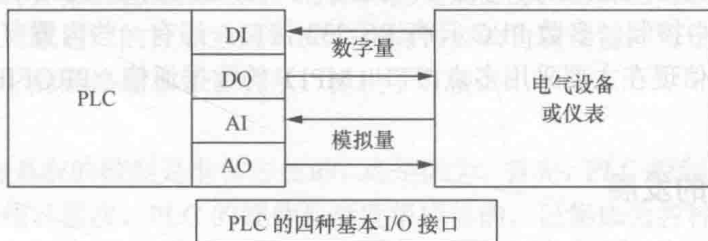


图 1-1 PLC 的四种基本 I/O 接口

(1) CPU 模块

CPU 是 PLC 的核心，起神经中枢的作用，每台 PLC 至少有一个 CPU，它按 PLC 的系统程序赋予的功能接收并存储用户程序和数据，用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据，并存入规定的寄存器中，同时，诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。进入运行后，从用户程序存储器中逐条读取指令，经分析后再按指令规定的

任务产生相应的控制信号，去指挥相关的控制电路。

CPU 主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态总线构成，CPU 单元还包括外围芯片、总线接口及有关电路。内存主要用于存储程序及数据，是 PLC 不可缺少的组成单元。

(2) I/O 模块

PLC 与电气回路的接口，是通过输入/输出模块(I/O)完成的。I/O 模块集成了 PLC 的 I/O 电路，其输入暂存器反映输入信号状态，输出点反映输出锁存器状态。输入模块将电信号变换成数字信号进入 PLC 系统，输出模块相反。I/O 分为开关量输入(DI)，开关量输出(DO)，模拟量输入(AI)，模拟量输出(AO)等模块。

常用的 I/O 分类如下。

开关量：按电压水平分，有 220V AC、110V AC、24V DC；按隔离方式分，有继电器隔离和晶体管隔离。

模拟量：按信号类型分，有电流型(4~20mA，0~20mA)、电压型(0~10V，0~5V，-10~10V)等；按精度分，有 12bit、14bit、16bit 等。

除了上述通用 I/O 外，还有特殊 I/O 模块，如热电阻、热电偶、脉冲等模块。

按 I/O 点数确定模块规格及数量，I/O 模块可多可少，但其最大数受 CPU 所能管理的基本配置的能力限制，即受最大的底板或机架槽数限制。

(3) 电源模块

PLC 电源用于为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源。同时，有的还为输入电路提供 24V 的工作电源。电源输入类型有：交流电源(220V AC 或 110V AC)、直流电源(常用的为 24V DC)。

(4) 底板或机架

大多数模块式 PLC 使用底板或机架，其作用是：电气上，实现各模块间的联系，使 CPU 能访问底板上的所有模块；机械上，实现各模块间的连接，使各模块构成一个整体。

(5) 通信联网

依靠工业网络技术有效地收集、传送生产和管理数据。PLC 具有通信联网的功能，它使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备之间能够交换信息，形成一个统一的整体，实现分散集中控制。多数 PLC 具有 RS-232 接口，还有一些内置有支持各自通信协议的接口。PLC 的通信现在主要采用多点接口(MPI)的数据通信、PROFIBUS 或工业以太网进行联网。

1.1.2 PLC 的发展

PLC 的产生源于美国汽车制造业飞速发展的需要。20 世纪 60 年代后期，汽车型号更新速度加快。原先的汽车制造生产线上使用的继电-接触器控制系统，尽管具有原理简单、使用方便、部件动作直观、价格便宜等诸多优点，但由于其控制逻辑由元器件的固有布线方式来决定，缺乏变更控制过程的灵活性，不能满足用户快速改变控制方式的要求，无法适应汽车换代周期迅速缩短的需求。

20 世纪 40 年代产生的电子计算机，在 20 世纪 60 年代已得到迅猛发展。虽然小型计算机已开始应用于工业生产的自动控制，但其原理复杂，又需专业的程序设计语言，致使一般

电气工作人员难以掌握和使用。

1968年,美国通用汽车公司设想将两者的长处结合起来,提出了新型电气控制装置的十点招标要求,其中有:继电控制系统设计周期短、更改容易、接线简单、成本低;能把计算机的功能和继电控制系统结合起来,但编程又比计算机简单易学、操作方便;系统通用性强等。

1969年,美国数字设备公司(DEC)结合计算机和继电-接触器控制系统两者的优点,按招标要求完成了新型电气控制装置的研制工作,并在美国通用汽车公司的自动生产线上试用成功,从而诞生了世界上第一台可编程控制器。

从第一台 PLC 诞生至今,PLC 大致分为四代产品。

第一代 PLC,多数用一位机开发,采用磁芯存储器存储,仅具有单一的逻辑控制功能。

第二代 PLC,使用了 8 位微处理器以及半导体存储器,其产品也逐步系列化。

第三代 PLC,采用了高性能微处理器及位片式 CPU,工作速度大幅度提高,因而促使其向多功能和联网通信方向发展。

第四代 PLC,不仅全面使用 16 位、32 位微处理器、位片式微处理器、精简指令系统微处理器(RISC)等高性能、高速度的 CPU,而且在一台 PLC 中同时配置多个微处理器,极大地提高了 PLC 的工作性能、速度和可靠性;同时由于大量含有微处理器的智能模块的出现,致使这一代 PLC 具有逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理、联网通信等诸多功能,真正成为名副其实的多功能控制器。在这一时期,PLC 构成的 PLC 网络也得到飞速发展,PLC 及其网络日益成为首选的工业控制装置,并被视为现代工业自动化的三大支柱之一(CAM、机器人及 PLC)。

1.1.3 PLC 的特点

(1) 功能丰富

PLC 的功能非常丰富。这主要与它具有丰富的处理信息的指令系统及存储信息的内部器件有关。PLC 还有丰富的外部设备,可建立友好的人机交互界面,以进行信息交换。可送入程序、送入数据;可读出程序、读出数据。而且读、写时可在图文并茂的画面上进行。PLC 具有通信接口,可与计算机连接或联网,与计算机交换信息。自身也可联网,以形成单机所不能有的更大的、地域更广的控制系统。PLC 还有强大的自检功能,可进行自诊断,其结果可自动记录。这为它的维修增加了透明度、提供了方便。

(2) 使用方便

用 PLC 实现对系统的控制是非常方便的。这是因为:首先,PLC 控制逻辑的建立是程序,用程序代替硬件接线。其次,PLC 的硬件是高度集成化的,已集成为各种小型化的模块。而且,这些模块是配套的,已实现了系列化与规格化。各种控制系统所需的模块,PLC 厂家多有现货供应,市场上即可购得。PLC 的外设很丰富,编程器种类很多,用起来都较方便,还有数据监控器,可监控 PLC 的工作。可用于 PLC 的软件也很多,不仅可用类似于继电电路设计的梯形图语言,有的还可用 BASIC 语言、C 语言,甚至于自然语言。

(3) 工作可靠

用 PLC 实现对系统的控制是非常可靠的。这是因为 PLC 在硬件与软件两个方面都采取了很多措施,确保它能可靠地工作。在硬件方面,PLC 的输入/输出电路与内部 CPU 是电隔

离的,其信息靠光耦器件或电磁器件传递。而且,CPU板还有抗电磁干扰的屏蔽措施,故可确保 PLC 程序的运行不受外界电与磁的干扰,能正常地工作。在软件方面,PLC 的工作方式为扫描加中断,这既可保证它能有序地工作,避免继电控制系统常出现的"冒险竞争",使控制结果总是确定无误;又能应急处理急于处理的控制,保证 PLC 对应急情况的及时响应,使 PLC 能可靠地工作。

1.1.4 PLC 的应用领域

目前,PLC 控制器在国内外被广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业,使用情况大致可归纳为如下几类。

(1) 开关量的逻辑控制

这是 PLC 控制器最基本、最广泛的应用领域,它取代传统的继电器电路,实现逻辑控制、顺序控制,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,如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

(2) 模拟量控制

在工业生产过程当中,有许多连续变化的量,如温度、压力、流量、液位、速度等都是模拟量。为了使可编程控制器处理模拟量,必须实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使可编程控制器可用于模拟量控制。

(3) 运动控制

PLC 控制器可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说,早期直接用开关量 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 控制器生产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

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机,PLC 控制器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。大中型 PLC 都有 PID 模块,目前许多小型 PLC 控制器也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。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

现代 PLC 控制器具有数学运算(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。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作,也可以利用通信功能传送到别的智能装置,或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统,如无人控制的柔性制造系统;也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

(6) 通信及联网

PLC 控制器通信包含 PLC 控制器间的通信及 PLC 控制器与其他智能设备间的通信。随着计算机控制的发展,工厂自动化网络发展得很快,各 PLC 控制器厂商都十分重视 PLC 控制器的通信功能,纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 控制器都具有通信接口,通信

非常方便。

1.2 PLC 系统的结构和原理

1.2.1 PLC 的硬件系统

PLC 控制器的实质是一种专用于工业控制的计算机，其硬件结构主要由 CPU、电源、存储器、输入/输出接口电路等组成，如图 1-2 所示。

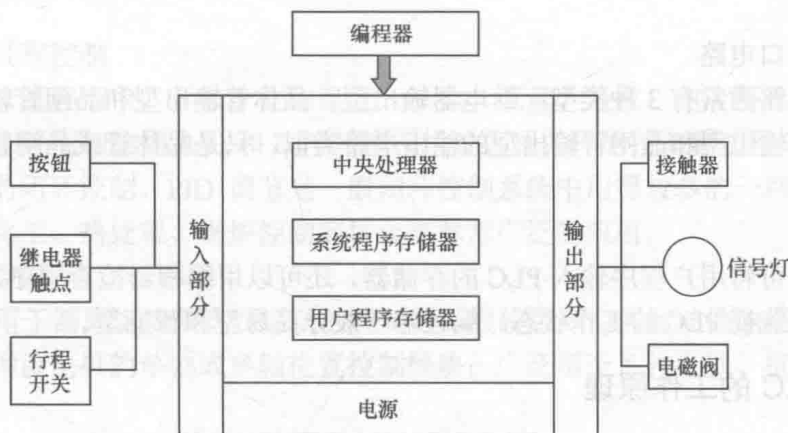


图 1-2 PLC 的结构图

(1) 中央处理单元

中央处理单元 (CPU) 是 PLC 控制器的控制中枢。CPU 一般由控制器、运算器和寄存器组成。CPU 通过地址总线、数据总线、控制总线与存储器、输入/输出接口、通信接口、扩展接口相连。CPU 是 PLC 的核心，它不断采集输入信号，执行用户程序，刷新系统输出。它按照 PLC 控制器系统程序赋予的功能接收并存储从编程器键入的用户程序和数据；检查电源、存储器、I/O 以及警戒定时器的状态，并能诊断用户程序中的语法错误。

可编程控制器中常用的 CPU 主要有通用微处理器、单片机和双极型位片式微处理器 3 种类型。通用微处理器有 8080、8086、80286、80386 等；单片机有 8031、8096 等；位片式微处理器有 AM2900、AM2903 等。FX2 可编程控制器使用的微处理器是 16 位的 8096 单片机。

(2) 存储器

PLC 的存储器包括系统存储器和用户存储器两种。存放系统软件的存储器称为系统程序存储器。存放应用软件的存储器称为用户程序存储器。现在的 PLC 一般均采用可电擦除的 EEPROM 存储器来作为系统存储器和用户存储器。

(3) 电源

PLC 控制器的电源在整个系统中起着十分重要的作用。PLC 一般使用 220V 交流电源或

24V 直流电源,内部的开关电源为 PLC 的中央处理器、存储器等电路提供 5V、12V、24V 直流电源,使 PLC 能正常工作。

(4) 输入接口电路

PLC 的输入接口电路的作用是将按钮、行程开关或传感器等产生的信号输入 CPU; PLC 的输出接口电路的作用是将 CPU 向外输出的信号转换成可以驱动外部执行元件的信号,以便控制接触器线圈等电器的通、断电。PLC 的输入/输出接口电路一般采用光耦合隔离技术,可以有效地保护内部电路。

PLC 的输入接口电路可分为直流输入电路和交流输入电路。直流输入电路的延迟时间比较短,可以直接与接近开关、光电开关等电子输入装置连接;交流输入电路适用于在有油雾、粉尘的恶劣环境下使用。交流输入电路和直流输入电路类似,外接的输入电源改为 220V 交流电源。

(5) 输出接口电路

输出接口电路通常有 3 种类型:继电器输出型、晶体管输出型和晶闸管输出型。继电器输出型、晶体管输出型和晶闸管输出型的输出电路类似,只是晶体管或晶闸管代替继电器来控制外部负载。

(6) 编程器

利用编程器可将用户程序输入 PLC 的存储器,还可以用编程器检查程序、修改程序;利用编程器还可以监视 PLC 的工作状态。编程器一般分简易型和智能型。

1.2.2 PLC 的工作原理

PLC 是采用“顺序扫描,不断循环”的方式进行工作的。即在 PLC 运行时,CPU 根据用户按控制要求编制好并存储于用户存储器中的程序,按指令步序号(或地址号)作周期性循环扫描,如无跳转指令,则从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序,直至程序结束。然后重新返回第一条指令,开始新一轮新的扫描。在每次扫描过程中,还要完成对输入信号的采样和对输出状态的刷新等工作。

PLC 的一个扫描周期必经输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段。在整个运行期间,PLC 控制器的 CPU 以一定的扫描速度重复执行下述三个阶段。

(1) 输入采样阶段

首先 PLC 控制器以扫描方式按顺序将所有暂存在输入锁存器中的输入端子的通断状态或输入数据读入,并将其写入各对应的输入状态寄存器中,即刷新输入。随即关闭输入端口,进入程序执行阶段。

(2) 程序执行阶段

PLC 控制器总是按由上而下的顺序依次地扫描用户程序(梯形图),经相应的运算和处理后,其结果再写入输出状态寄存器中,输出状态寄存器中所有的内容随着程序的执行而改变。

(3) 输出刷新阶段

当所有指令执行完毕,输出状态寄存器的通断状态在输出刷新阶段送至输出锁存器中,并通过一定的方式(继电器、晶体管或晶闸管)输出,驱动相应输出设备工作。