

零点起步 系列丛书



零点起步 · 三菱FX_{2N} PLC 开发入门与典型实例

◎ 初 航 等编著

- ❑ 循序渐进，由浅入深
- ❑ 技术全面，贴近生产
- ❑ 分析原理，步骤清晰
- ❑ 实例完整，讲解详尽



操作视频、实例源文件、
电子教案和扩展资源



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

零点起步系列丛书

零点起步——三菱 FX_{2N} PLC

开发入门与典型实例

初 航 等编著



机械工业出版社

本书面向 PLC 工控初、中级读者, 全书共分 13 章。本书以三菱公司主流的 FX_{2N} 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, 以便读者学习。

本书内容翔实、结构合理、图解清楚、讲解透彻、案例丰富实用, 能够使读者快速、全面地掌握本书相关知识点的应用。

本书可作为普通高等院校自动化、电气工程、测控技术与仪器、电子科学与技术、机电一体化技术等专业的本科生教材, 也可作为自动控制工程技术人员的学习参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

零点起步——三菱 FX_{2N} PLC 开发入门与典型实例 / 初航 等编著. —北京: 机械工业出版社, 2011.8

(零点起步系列丛书)

ISBN 978-7-111-35634-9

I. ①零… II. ①初… 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 164165 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 郝建伟 黄 伟

责任印制: 杨 曦

北京双青印刷厂印刷

2011 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·21.5 印张·532 千字

0001—3500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-35634-9

ISBN 978-7-89433-131-1 (光盘)

定价: 52.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服 务 中 心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

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,采用可程序的存储器,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,并通过数字或模拟的输入、输出接口控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是微处理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、通用性和灵活性差等缺点,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。用户在购买到所需的 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编制工作,就可以灵活方便地将 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 α 系列等产品。

正是由于 PLC 技术的广泛应用,学习 PLC 的人员越来越多,需要能够指导实践的图书作为学习使用,因此,市场对应用性较强的图书需求较多,读者不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。本书正是应此需要而组织编写的。

全书共分为 13 章,各章具体内容如下:

- 第 1 章:重点介绍了 PLC 的特点、基本组成、编程语言以及常见产品。
- 第 2 章:详细介绍了三菱 FX_{2N} PLC 的结构特点,型号分类、不同型号的配置情况,PLC 的内部软元件的编号、作用以及使用注意事项等。
- 第 3 章:以三菱 FX_{2N} 系列为例详细介绍了 PLC 的基本指令系统、编程元件等软件知识。
- 第 4 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 5 章:讲述了 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、表示的方法与编程的规则。
- 第 6 章:叙述了 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7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以及顺序控制程序的设计方法等知识。
- 第8章：详细介绍了模拟量控制系统的硬件需求以及设计方法。
- 第9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} 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10章：叙述了 PLC 控制系统设计中的一些注意事项，以及如何处理系统的可靠性、稳定性问题。
- 第11章：结合实例介绍了如何使用手持编程器 FX-20P-E 进行工程开发及 PLC 编程应用软件 GX DEVELOPER 的使用方法。
- 第12章：就三菱公司 FX_{2N} PLC 某些特殊功能模块的主要性能、电路连接以及编程方法进行了简要的说明。
- 第13章：主要介绍了三菱 FX_{2N} PLC 在实际工业控制中的应用。结合工程实例讲述了进行硬件、软件设计的方法步骤以及注意事项。

主要特点

本书作者都是长期使用 PLC 从事教学、科研和实际生产工作的教师和工程师，有着丰富的教学和写作经验。本书在内容编排上，按照读者学习的一般规律，结合了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。

具体地讲，本书具有以下鲜明的特点：

- 循序渐进，由浅入深
- 技术全面，贴近生产
- 分析原理，步骤清晰
- 实例完整，讲解详尽

读者对象

- 从事工控的工程技术人员
- 学习 PLC 的初级读者
- 具有一定的 PLC 基础知识、希望进一步深入掌握 PLC 应用技术的中级读者
- 大中专院校工控相关专业的学生

配套光盘简介

为了方便读者学习，本书配套提供了多媒体教学光盘，其中包含了本书主要实例源文件，这些文件都保存在与章节对应的文件夹中。同时，主要实例的设计过程都被采集成视频录像，相信会为读者的学习带来便利。

注意：由于光盘上的文件都是“只读”的，因此，直接修改这些文件是不行的。读者可以先将这些文件复制到硬盘上，去掉文件的“只读”属性，然后再使用。

本书由初航主编，参加本书编著工作的还有李昊、管殿柱、宋一兵、付本国、赵秋玲、



赵景伟、赵景波、张洪信、王献红、张忠林、王臣业、谈世哲、程联军等。

由于编者水平有限，加上时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，敬请广大读者不吝指正。网站地址：www.zerobook.net，联系信箱：gdz_zero@126.com。

编者

目 录

前言

第 1 章 PLC 概述	1
1.1 PLC 的产生、定义与发展	1
1.1.1 PLC 的产生	1
1.1.2 PLC 的定义	2
1.1.3 PLC 的发展	2
1.2 PLC 的基本特点与工作原理	3
1.2.1 PLC 的基本特点	3
1.2.2 PLC 的工作原理	4
1.3 PLC 的分类	6
1.4 PLC 的编程语言	8
1.4.1 梯形图程序设计语言	9
1.4.2 布尔助记符程序设计语言	9
1.4.3 功能模块图程序设计语言	10
1.4.4 功能表图程序设计语言	10
1.4.5 结构化语句描述程序设计语言	11
1.5 常见的 PLC 产品	11
1.6 思考与练习	13
第 2 章 FX _{2N} PLC 的体系结构	14
2.1 FX PLC 简介	14
2.1.1 FX PLC 型号命名方式	14
2.1.2 FX PLC 的技术指标	15
2.1.3 FX PLC 的性能比较	15
2.2 FX _{2N} PLC 的硬件结构	16
2.2.1 主机面板结构	16
2.2.2 FX _{2N} PLC 的技术特点、技术指标	17
2.2.3 FX _{2N} PLC 的结构模块	18
2.2.4 FX _{2N} PLC 常用单元	23
2.3 FX _{2N} PLC 内部资源	27
2.3.1 输入/输出继电器的编号及其功能	27
2.3.2 辅助继电器的编号及其功能	28
2.3.3 状态继电器的编号及其功能	29
2.3.4 定时器的编号及其功能	29



2.3.5 内置计数器的编号及其功能	30
2.3.6 数据寄存器的编号及其功能	34
2.3.7 指针的编号及其功能	34
2.4 思考与练习	35
第3章 FX_{2N} PLC 基本指令系统	36
3.1 数据基础知识	36
3.1.1 数据类型	36
3.1.2 基本数据结构	37
3.2 基本逻辑指令	37
3.2.1 逻辑取及线圈驱动指令	37
3.2.2 触点串联指令	39
3.2.3 触点并联指令	39
3.2.4 串联电路块并联指令	40
3.2.5 并联电路块串联指令	41
3.2.6 多重输出电路指令	42
3.2.7 主控指令	44
3.2.8 置位与复位指令	46
3.2.9 计数器、定时器指令	47
3.2.10 脉冲指令	48
3.2.11 脉冲输出指令	49
3.2.12 取反指令	50
3.2.13 空操作指令、程序结束指令	51
3.3 实例训练	51
3.3.1 实例训练1 辊道电动机正、反转控制	51
3.3.2 实例训练2 汽车转弯灯控制	52
3.3.3 实例训练3 电动机Y-△起动控制	53
3.4 思考与练习	55
第4章 FX_{2N} PLC 步进指令	56
4.1 状态转移图介绍	56
4.2 步进指令及编程方法	57
4.2.1 步进指令介绍	57
4.2.2 步进梯形图编程方法	59
4.2.3 编程注意事项	60
4.3 状态转移图常见流程状态	65
4.3.1 单流程状态编程	65
4.3.2 跳转与重复状态	66
4.3.3 选择性分支与汇合状态编程	66
4.3.4 并行分支与汇合状态	67
4.3.5 分支与汇合的组合	69



4.4 实例训练	70
4.4.1 实例训练 4 大、小球分类选择传送机械	70
4.4.2 实例训练 5 按钮式人行横道交通灯的控制	72
4.4.3 实例训练 6 气压式冲孔加工机控制系统	72
4.5 习题	76
第 5 章 FX _{2N} PLC 的应用指令	80
5.1 应用指令的表示与含义	80
5.1.1 应用指令格式与操作数	80
5.1.2 应用指令的数据及执行形式	81
5.2 常用应用指令说明	85
5.2.1 程序流程控制指令	85
5.2.2 数据比较和传送指令	92
5.2.3 算术运算和逻辑运算指令	98
5.2.4 循环与移位指令	102
5.2.5 三菱 FX _{2N} PLC 数据处理应用指令	107
5.2.6 三菱 FX _{2N} PLC 高速处理应用指令	110
5.2.7 三菱 FX _{2N} PLC 方便类指令	113
5.2.8 三菱 FX _{2N} PLC 外围设备 I/O 应用指令	115
5.3 其他应用指令	119
5.4 实例训练	121
5.4.1 实例训练 7 应用转移指令对分支程序 A 和 B 进行控制	121
5.4.2 实例训练 8 分频器控制程序	122
5.4.3 实例训练 9 十键输入指令编程	123
5.4.4 实例训练 10 BCD 码显示指令编程	123
5.5 思考与练习	124
第 6 章 PLC 控制系统设计流程	126
6.1 PLC 控制系统设计的内容和步骤	126
6.1.1 系统设计的基本原则和内容	126
6.1.2 系统设计步骤	127
6.2 PLC 控制系统的硬件设计	128
6.2.1 PLC 机型的选择	129
6.2.2 I/O 模块的选择	130
6.3 PLC 控制系统软件设计	132
6.3.1 软件系统设计的步骤	132
6.3.2 软件系统设计的方法	133
6.3.3 控制系统的调试	134
6.4 实例训练	136
6.4.1 实例训练 11 用经验法设计小车的左右行控制系统	136
6.4.2 实例训练 12 用梯形图法设计机床刀具主轴运动控制系统	137



6.4.3 实例训练 13 用步进顺控法设计搬运机械手控制程序	138
6.5 习题	141
第 7 章 数字量控制系统梯形图设计方法	142
7.1 梯形图编程规则	142
7.2 典型单元的梯形图程序	145
7.3 顺序控制设计编程注意事项	149
7.4 实例训练	151
7.4.1 实例训练 14 洗车流程控制	151
7.4.2 实例训练 15 行车循环正、反转自动控制程序	153
7.5 习题	153
第 8 章 模拟量控制系统梯形图设计方法	155
8.1 模拟量控制硬件	155
8.1.1 FX _{2N} -4AD 输入模块	155
8.1.2 温度 A/D 输入模块	158
8.1.3 FX _{2N} -2DA 输出模块	160
8.1.4 变频器介绍	162
8.2 模拟量开环程序设计	167
8.3 模拟量闭环程序设计	169
8.3.1 PID 基础知识	169
8.3.2 PID 控制器的参数整定	170
8.4 实例训练	172
8.4.1 实例训练 16 恒压供水系统	172
8.4.2 实例训练 17 工业洗衣机控制系统	176
8.5 习题	178
第 9 章 FX_{2N} PLC 的通信功能	180
9.1 通信基本知识	180
9.1.1 数据通信方式及传输速率	181
9.1.2 串行通信接口标准	183
9.2 计算机通信的国际标准	184
9.2.1 开放系统互连模型	184
9.2.2 IEEE802 通信标准	185
9.2.3 局域网的介质访问控制	187
9.3 PLC 之间的通信	189
9.3.1 N:N 链接通信	189
9.3.2 双机并行链接通信	195
9.4 计算机链接与无协议数据传输	196
9.4.1 串行通信协议的格式	197
9.4.2 计算机链接通信协议	198
9.4.3 无协议数据传输	201



9.5	MELSEC NET 网络	204
9.6	实例训练 18 PLC 与变频器的 RS-485 通信	206
9.7	习题	210
第 10 章	PLC 控制系统抗干扰设计	211
10.1	PLC 控制系统的可靠性	211
10.1.1	系统工作环境	213
10.1.2	输入/输出配线	214
10.1.3	接地系统设计	219
10.1.4	供电系统设计	220
10.1.5	冗余系统与热备用系统	222
10.2	干扰源及抗干扰设计	226
10.2.1	干扰源来源	226
10.2.2	系统抗干扰设计	228
10.3	静电预防	232
10.3.1	静电的危害	233
10.3.2	防静电措施	233
10.4	思考与练习	235
第 11 章	三菱 PLC 编程工具简介	236
11.1	手持编程器简介	236
11.2	手持式编程器操作方法	239
11.2.1	工作方式选择	239
11.2.2	基本编程操作	241
11.2.3	对 PLC 编程元件和基本指令通/断状态的监视	244
11.2.4	对编程元件的测试	247
11.2.5	实例训练 19 使用手持编程器开发电动机正、反转起动程序	248
11.3	编程软件简介	249
11.3.1	软件安装	249
11.3.2	软件卸载	249
11.3.3	GX Developer 界面简介	251
11.4	GX Developer 基本应用	253
11.4.1	创建梯形图程序	253
11.4.2	使用工具栏按钮创建梯形图程序	254
11.4.3	转换已创建的梯形图程序	256
11.4.4	修改梯形图程序部件	257
11.4.5	剪切和复制梯形图块	258
11.4.6	改变 PLC 类型	259
11.4.7	参数设定	260
11.4.8	在线操作	261
11.4.9	实例训练 20 用 GX-Developer 开发一个电动机正、反转程序	262



11.5 习题	264
第 12 章 三菱 FX _{2N} PLC 特殊功能模块	265
12.1 模拟量 I/O 特殊模块	265
12.1.1 FX _{2N} -4AD 输入模块	265
12.1.2 温度 A-D 输入模块	268
12.1.3 FX _{2N} -2DA 输出模块	270
12.1.4 如何设定增益、偏移量	272
12.2 高速计数模块	273
12.3 可编程凸轮控制器模块	277
12.3.1 缓冲寄存器及设置	277
12.3.2 应用实例	279
12.4 通信模块	279
12.4.1 FX _{2N} -232-BD	280
12.4.2 FX _{2N} -485-BD	281
12.5 思考与练习	281
第 13 章 综合实例	283
13.1 FX _{2N} PLC 在立式车床 C5116A 控制系统中的应用	283
13.1.1 系统需求分析	283
13.1.2 系统硬件设计	285
13.1.3 系统软件设计	287
13.2 FX _{2N} PLC 在给煤机输煤系统中的应用	289
13.2.1 系统需求分析	289
13.2.2 系统硬件设计	290
13.2.3 系统软件设计	295
13.3 FX _{2N} PLC 在气动机械手中的应用	302
13.3.1 系统需求分析	302
13.3.2 系统硬件设计	303
13.3.3 系统软件设计	304
13.4 FX _{2N} PLC 在饮料灌装机中的应用	306
13.4.1 系统需求分析	310
13.4.2 系统硬件设计	311
13.4.3 系统软件设计	312
13.5 FX _{2N} PLC 在电梯控制系统中的应用	314
13.5.1 系统需求分析	315
13.5.2 系统硬件设计	317
13.5.3 系统软件设计	320
13.6 思考与练习	326
附录	328
附录 A FX PLC 基本指令一览表	328
附录 B FX PLC 功能指令一览表	329

PLC 概述

从世界上第一台 PLC 问世至今 50 余年了，随着大规模、超大规模集成电路技术和数字通信技术的进步和发展，PLC 技术不断提高，在工业生产中获得极其广泛的应用。

本章要点：

- PLC 的产生、定义与发展
- PLC 的特点与工作原理
- PLC 的分类
- PLC 编程语言
- 常见的 PLC 产品

1.1 PLC 的产生、定义与发展

PLC 是以微处理器为基础，综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术，用面向控制过程、面向用户的“自然语言”编程，适应工业环境，简单易懂，操作方便，可靠性高的新一代通用工业控制装置。

PLC 是在继电器顺序控制基础上发展起来的以微处理器为核心的通用自动控制装置。

1.1.1 PLC 的产生

在 PLC 出现之前，继电器、接触器控制在工业领域中占有主导地位。以继电器、接触器为核心元件的自动控制系统存在着许多固有的缺陷。

- 系统利用布线逻辑来实现各种控制，需要使用大量的机械触点，系统运行的可靠性差。
- 当生产的工艺流程改变时要改变大量的硬件接线，为此要耗费许多人力、物力和时间。
- 功能局限性大。
- 体积大、功耗多。

为了解决这些问题，早在 1968 年，美国最大的汽车制造商通用汽车公司（GM），为了适应汽车型号不断翻新的局面，以求在竞争日益激烈的汽车工业中占有优势，提出了要用一种新型的控制装置来取代继电器、接触器控制系统，并对未来的新型控制装置做出了具体设想，要把计算机的完备功能以及灵活性、通用性好等优点和继电器、接触器控制的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点融入于新的控制装置中，并且要求新的控制装置编程简单。为此，特制定了以下 10 项公开招标的技术要求。



- 编程简单方便, 可在现场修改程序。
- 硬件维护方便, 采用插件式结构。
- 可靠性高于继电器、接触器控制装置。
- 体积小于继电器、接触器控制装置。
- 可将数据直接送入计算机。
- 用户程序数据存储器容量至少可以扩展到 4KB。
- 输入可以是 AC115V。
- 输出可以是 AC115V, 可直接驱动电磁阀、接触器。
- 通用性强, 扩展方便。
- 成本可与继电器接触器控制装置竞争。

1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 首先研制出世界上第一台可编程序控制器 PDP-14, 并且在 GM 公司汽车自动装配线上试用, 获得了成功, 从而开创了工业控制的新局面。接着, 美国 MODICON 公司也开发出可编程序控制器 084。1971 年, 日本从美国引进了这项新技术, 很快研制出了日本第一台可编程序控制器 DSC-8; 1973 年, 西欧国家也研制出他们的第一台可编程序控制器; 我国从 1974 年也开始研制可编程序控制器, 1977 年开始工业应用。

1.1.2 PLC 的定义

在 20 世纪 70 年代初期、中期, 可编程序控制器虽然引入了计算机的优点, 但实际上只能完成顺序控制, 仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能。所以人们将可编程序控制器称为 PLC。

随着微处理器技术的发展, 20 世纪 70 年代末至 80 年代初, 可编程序控制器的处理速度大大提高。增加了许多特殊功能, 使得可编程序控制器不仅可以进行逻辑控制, 而且可以对模拟量进行控制。因此, 美国电器制造协会 (NEMA) 将可编程序控制器命名为 PC (Programmable Controller), 但是人们习惯上还是称之为 PLC, 以便区别于个人计算机 PC (Personal Computer)。20 世纪 80 年代以来, 随着大规模和超大规模集成电路技术的迅猛发展, 以 16 位和 32 位微处理器为核心的 PLC 得到了高速的发展。这时的 PLC 具有高速计数、中断、PID 调节和数据通信功能, 从而使 PLC 的应用领域不断扩大。

为了使这一新兴的工业控制装置的生产和发展规范化, 国际电工委员会 (IEC) 于 1985 年 1 月制定了 PLC 的标准, 并给它做了如下定义:

可编程序控制器是一种数字运算操作电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。它采用了可编程序的存储器, 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, 并通过数字的、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的外围设备, 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。

1.1.3 PLC 的发展

为了适应市场的各方面的需求, 各生产厂家对 PLC 不断进行改进, 推出功能更强、结构更完善的新产品。这些新产品总体来说, 朝两个方向发展: 一个是向超小型、专用化和低



价格的方向发展,以进行单机控制;另一个是向大型、高速、多功能和分布式全自动网络化方向发展,以适应现代化的大型工厂、企业自动化的需要。

1.2 PLC 的基本特点与工作原理

PLC 是综合继电器、接触器控制的优点及计算机灵活、方便的优点而设计制造和发展的,这就使 PLC 具有许多其他控制器所无法相比的特点。

1.2.1 PLC 的基本特点

1. 可靠性高,抗干扰能力强

由 PLC 的定义我们知道,PLC 是专门为工业环境下应用而设计的,因此,人们在设计 PLC 时,从硬件和软件上都采取了抗干扰的措施,提高了其可靠性。可靠性高的 PLC 的平均无故障时间一般在 40000~50000h 以上,三菱、西门子、ABB、松下等微小型 PLC 可达 10 万 h 以上,而且均有完善的自诊断功能,判断故障迅速,便于维护。

(1) 硬件措施

- 屏蔽:对 PLC 的电源变压器、内部 CPU、编程器等主要部件采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽,以防外界的电磁干扰。
- 滤波:对 PLC 的输入/输出线路采用了多种形式的滤波,以消除或抑制高频干扰。
- 隔离:在 PLC 内部的微处理器和 I/O 电路之间,采用了光隔离措施,有效地隔离了 I/O 接口与 CPU 之间电的联系,减少了故障和误动作。
- 采用模块式结构:这种结构有助于在故障情况下短时修复。因为一旦查出某一模块出现故障,就能迅速更换,使系统恢复正常工作。

(2) 软件措施

- 故障检测:设计了故障检测软件定期地检测外界环境。如:掉电、欠电压、强干扰信号等,以便及时进行处理。
- 信息保护和恢复:当 PLC 偶发性故障条件出现时,对 PLC 内部信息进行保护,使信息不遭破坏。一旦故障条件消失,就可恢复原来的信息,使之正常工作。
- 设置了警戒时钟 WDT:如果 PLC 程序每次循环执行时间超过了 WDT 规定的时间,预示了程序进入死循环,立即报警。
- 对程序进行检查和检验:一旦程序有错,立即报警并停止执行。

由于采取了以上的抗干扰措施,一般 PLC 的平均无故障时间可达几万小时以上。

2. 通用性强,使用方便

PLC 产品已系列化和模块化,PLC 的开发制造商为用户提供了品种齐全的 I/O 模块和配套部件。用户在进行控制系统的设计时,不需要自己设计和制作硬件装置,只需根据控制要求进行模块的配置。用户所做的工作只是设计满足控制对象的控制要求的应用程序。对于一个控制系统,当控制要求改变时,只需修改程序,就可变更控制功能。

3. 功能强

PLC 应用微电子技术和微计算机,简单形式都具有逻辑、定时、计数等顺序控制功能。基本形式再加上模拟 I/O、基本算术运算、通信能力等。复杂形式除了具有基本形式的功能



外,还具有扩展的计算能力、多级终端机制、智能 I/O、PID 调节、过程监视、网络通信能力、远程 I/O、多处理器和高速数据处理能力。

4. 采用模块化结构,使系统组合灵活方便

PLC 的各个部件,均采用模块化设计,各模块之间可由机架和电缆连接。系统的功能和规模可根据用户的实际需求进行组合,使系统的性能价格更容易趋于合理。

5. 编程语言简单、易学,便于掌握

PLC 是由继电器-接触器控制系统发展而来的一种新型的工业自动化控制装置。其主要的使用对象是广大的电气技术人员。工业控制的梯形图、功能块图、指令表和顺序功能表图(SFC)编程,不需要太多的计算机编程知识。新的编程工作站配有综合的软件工具包,并可在任何兼容的个人计算机上编程。采取了与继电器-接触器控制原理相似的梯形图语言,易学、易懂。

6. 系统设计周期短

由于系统硬件的设计任务仅仅是根据对象的控制要求配置适当的模块,而不是要去设计具体的接口电路,这样大大缩短了整个设计所花费的时间,加快了整个工程的进度。

7. 对生产工艺改变适应性强

PLC 的核心部件是微处理器,它实际上是一种工业控制计算机,其控制功能是通过软件编程来实现的。当生产工艺发生变化时,不必改变 PLC 硬件设备,只需改变 PLC 中的程序。这对现代化的小批量、多品种产品的生产尤其适合。

8. 安装简单、调试方便、维护工作量小

与计算机系统相比,PLC 安装不需要特殊机房和严格的屏蔽。使用时只要各种器件连接无误,系统便可工作,各个模块上设有运行和故障指示装置,便于查找故障,大多数模块可以带电插拔,模块可更换,使用户可以在最短的时间内查出故障,并排除,最大限度地压缩故障停机时间,使生产迅速恢复。然后再对故障模块进行修复,这对大规模生产场合尤为适宜。一些 PLC 外壳由可在不良工作环境下工作的合金组成,结构简单,上面带有散热槽,在高温下,该外壳不像塑料制品那样变形,还可抗无线电频率(RF 高频)电磁干扰、防火等。PLC 控制系统的安装接线工作量比继电器-接触器控制系统少得多,只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连。PLC 软件设计和调试大多可在实验室里进行,用模拟试验开关代替输入信号,其输出状态可以观察 PLC 上的相应发光二极管,也可以另接输出模拟试验板。模拟调试好后。再将 PLC 控制系统安装到现场,进行联机调试,这样既省时间又很方便,提高了维护的工作效率。

1.2.2 PLC 的工作原理

PLC 运行程序的方式与微型计算机相比有较大的不同,微型计算机运行程序时,一旦执行到 END 指令,程序运行结束。而 PLC 从 0000 号存储地址所存放的第一条用户程序开始,在无中断或跳转的情况下,按存储地址号递增的方向顺序逐条执行用户程序,直到 END 指令结束。然后再从头开始执行,并周而复始地重复,直到停机或从运行(RUN)切换到停止(STOP)工作状态。我们把 PLC 这种执行程序的方式称为扫描工作方式。每扫描完一次程序就构成一个扫描周期。另外,PLC 对输入、输出信号的处理与微型计算机不同。微型计算机对输入、输出信号实时处理,而 PLC 对输入、输出信号是集中批处理。下面我



们具体介绍 PLC 的扫描工作过程。

PLC 扫描工作过程主要分为 3 个阶段：输入采样、程序执行、输出刷新。如图 1-1 所示。

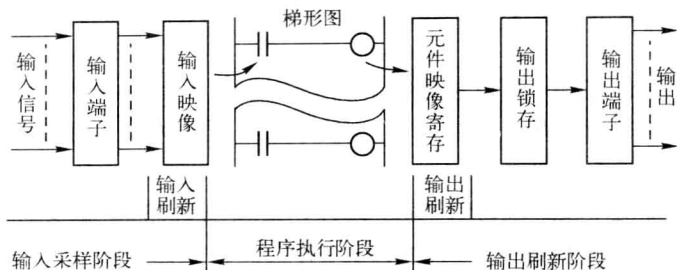


图 1-1 PLC 扫描工作过程示意图

(1) 输入采样阶段

在输入采样阶段，PLC 以扫描方式依次读入所有输入状态和数据，并将它们存入 I/O 映像区中相应的单元内。输入采样结束后，转入用户程序执行和输出刷新阶段。在这两个阶段中，即使输入状态和数据发生变化，I/O 映像区中的相应单元的状态和数据也不会改变。因此，如果输入是脉冲信号，则该脉冲信号的宽度必须大于一个扫描周期，才能保证在任何情况下，该输入均能被读入。

(2) 用户程序执行阶段

在用户程序执行阶段，PLC 总是按由上而下的顺序依次扫描用户程序（梯形图）。在扫描每一条梯形图时，又总是先扫描梯形图左边的由各触点构成的控制线路，并按先左后右、先上后下的顺序对由触点构成的控制线路进行逻辑运算，然后根据逻辑运算的结果，刷新该逻辑线圈在系统 RAM 存储区中对应位的状态；或者刷新该输出线圈在 I/O 映像区中对应位的状态；或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。即在用户程序执行过程中，只有输入点在 I/O 映像区内的状态和数据不会发生变化，而其他输出点和软设备在 I/O 映像区或系统 RAM 存储区内的状态和数据都有可能发生变化，而且排在上面的梯形图，其程序执行结果会对排在下面的凡是用到这些线圈或数据的梯形图起作用；相反，排在下面的梯形图，其被刷新的逻辑线圈的状态或数据只能到下一个扫描周期才能对排在其上面的程序起作用。

(3) 输出刷新阶段

当扫描用户程序结束后，PLC 就进入输出刷新阶段。在此期间，CPU 按照 I/O 映像区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路，再经输出电路驱动相应的外设。这时，才是 PLC 的真正输出。

从微观上来考察，由于 PLC 特定的扫描工作方式，程序在执行过程中所用的输入信号是本周期内采样阶段的输入信号。若在程序执行过程中，输入信号发生变化，其输出不能即时做出反应，只能等到下一个扫描周期开始时采样该变化了的输入信号。另外，程序执行过程中产生的输出不是立即去驱动负载，而是将处理的结果存放在输出映像寄存器中，等程序全部执行结束，才能将输出映像寄存器的内容通过锁存器输出到端子上。

因此，PLC 最显著的不足之处是输入/输出有响应滞后现象。但对一般工业设备来说，其输入为一般的开关量，其输入信号的变化周期（秒级以上）大于程序扫描周期（毫微秒