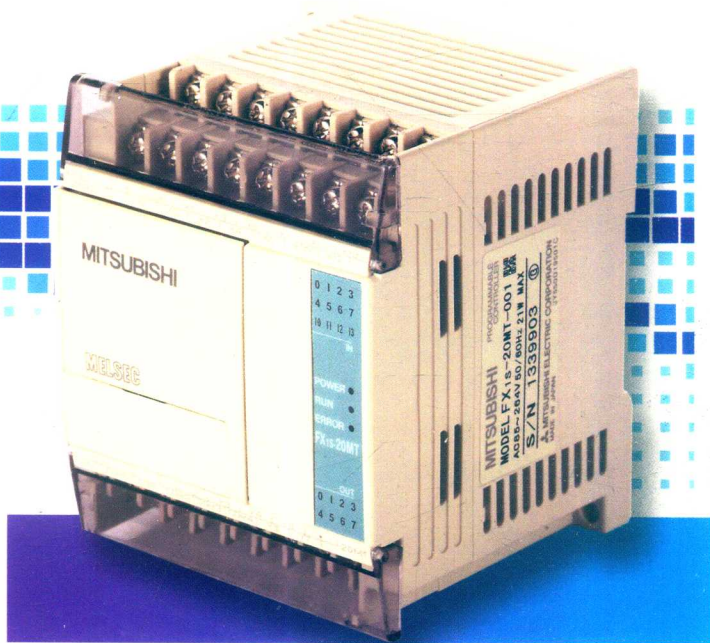


PLC

从入门到精通

周丽芳 杨美美 张化川 岂兴明 © 编著



- ④ 5种PLC编程语言实例详解
- ④ 三菱FX系列指令与编程软件详解
- ④ 3个工程实例提升应用水平



中国工信出版集团

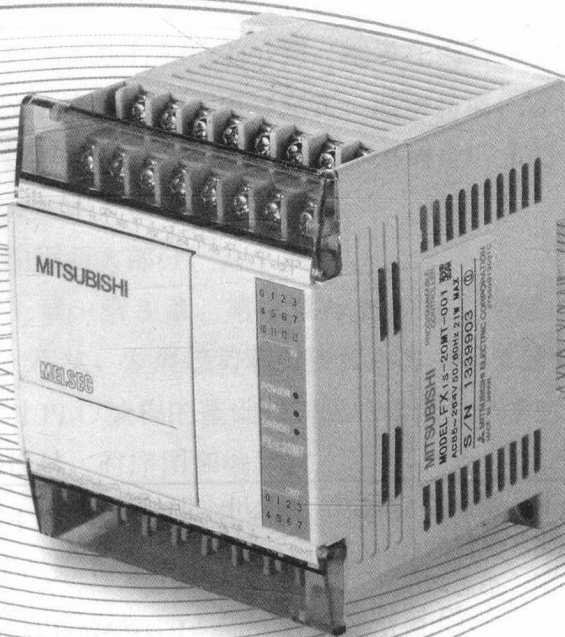


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

PLC

从入门到精通

周丽芳 杨美美 张化川 岂兴明 © 编著



RFID

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

PLC从入门到精通 / 周丽芳等编著. — 北京: 人民
邮电出版社, 2019. 4
ISBN 978-7-115-50871-3

I. ①P… II. ①周… III. ①PLC技术 IV.
①TM571. 61

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第069409号

内 容 提 要

本书由浅入深, 依次介绍了可编程控制器(PLC)的基础知识和编程知识。其中基础知识主要讲解了PLC的概述、PLC的基本结构、组成及工作原理、进制及其转换、二进制运算、PLC数据类型、脉冲信号、时序图和编程软元件等。编程知识部分以三菱FX系列PLC为例, 介绍了PLC的编程语言、指令系统、编程软件, 并通过3个实例介绍了三菱系列PLC的应用与开发方法。

本书适合广大初中级工控技术人员自学之用, 也可供技术培训及在职人员进修学习使用。

-
- ◆ 编 著 周丽芳 杨美美 张化川 岂兴明
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>
涿州市京南印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5 2019年4月第1版
字数: 396千字 2019年4月河北第1次印刷
-

定价: 59.00 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

可编程控制器 (PLC) 以微处理器为核心, 将微型计算机技术、自动化技术及通信技术有机地融为一体, 是应用十分广泛的工业自动化控制装置。PLC 具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点, 不仅可以取代继电器控制系统, 还可以对复杂的生产过程进行控制或应用于工厂自动化网络管理。PLC 技术已成为现代工业控制的四大支柱技术 (PLC 技术、机器人技术、CAD/CAM 技术和数控技术) 之一。因此, 学习、掌握和应用 PLC 技术已成为工程技术人员的迫切需要。

本书从 PLC 技术初学者自学的角度出发, 依次介绍 PLC 的基础知识和编程知识, 本书以三菱 FX 系列 PLC 为例进行相应的介绍。编者在编写本书时力求文字精练, 分析步骤详细、清晰, 且图、文、表相结合, 内容充实、通俗易懂。读者通过对本书的学习, 可以全面、快速地掌握三菱系列 PLC 的应用方法。本书适合广大初中级工控技术人员自学时使用, 也可供技术培训及在职人员进修学习使用。

全书分为基础与编程两大部分, 共 9 章。

基础部分包括第 1 章~第 3 章。第 1 章对 PLC 进行概述, 主要包括 PLC 的产生、定义、特点、主要功能、现状、发展趋势和分类等内容; 第 2 章介绍 PLC 的基本结构、组成及工作原理; 第 3 章对 PLC 编程的基础知识进行讲解, 包括进制及其转换、二进制运算、PLC 数据类型、脉冲信号、时序图和编程软元件等。

编程部分包括第 4 章~第 9 章。第 4 章叙述 PLC 编程的语言, 第 5 章详细介绍三菱 FX 系列 PLC 的指令系统, 第 6 章叙述三菱 PLC 编程软件 FX-GP/WIN-C、GX Developer 和 GX Works2 的安装、使用方法, 第 7 章分析如何应用 PLC 设计机器人码垛系统, 第 8 和第 9 章分别介绍 PLC 在液体混合控制和工业电镀流水线控制系统中的应用。

本书由周丽芳、杨美美、张化川、岂兴明主编, 参加编写及相关实验工作的还有重庆邮电大学的彭阳静、刘杰、何泓林、黄天, 在此对他们的辛勤工作表示感谢。

由于编者的水平有限且编写时间仓促, 书中如有疏漏之处欢迎广大读者提出宝贵的意见和建议。

编 者

目 录

基 础 篇

第 1 章 可编程控制器概述	3
1.1 可编程控制器的产生和定义.....	3
1.1.1 可编程控制器的产生.....	3
1.1.2 可编程控制器的定义.....	5
1.2 可编程控制器的特点与主要功能.....	5
1.2.1 可编程控制器的一般特点.....	5
1.2.2 可编程控制器与继电器逻辑控制系统的比较.....	8
1.2.3 可编程控制器与其他工业控制器的比较.....	8
1.2.4 可编程控制器的主要功能.....	10
1.3 可编程控制器的应用与发展趋势.....	11
1.3.1 可编程控制器的市场现状.....	11
1.3.2 可编程控制器的应用范围.....	12
1.3.3 可编程控制器的发展趋势.....	13
1.4 可编程控制器的分类.....	14
1.4.1 可编程控制器国外品牌.....	14
1.4.2 可编程控制器国内品牌.....	15
1.5 本章小结.....	16
1.6 习题与思考.....	16
第 2 章 可编程控制器的基本结构、组成及工作原理	17
2.1 可编程控制器的基本结构.....	17
2.1.1 整体式可编程控制器.....	17
2.1.2 模块式可编程控制器.....	18

2.2	可编程控制器的组成	18
2.2.1	可编程控制器的硬件组成	18
2.2.2	可编程控制器的软件组成	20
2.2.3	可编程控制器的常用外部设备	21
2.2.4	可编程控制器的通信方式	21
2.3	可编程控制器的基本工作原理	26
2.3.1	可编程控制器控制系统的等效工作电路	26
2.3.2	可编程控制器的工作方式、工作过程及工作模式	28
2.3.3	可编程控制器对输入/输出的处理规则	29
2.3.4	可编程控制器的扫描周期	31
2.4	本章小结	31
2.5	习题与思考	32
第3章	编程基础知识引入	33
3.1	进制概述	33
3.1.1	十进制	33
3.1.2	二进制	33
3.1.3	八进制与十六进制	34
3.1.4	BCD码	35
3.2	二进制运算	36
3.2.1	有符号数	36
3.2.2	原码、补码与反码	36
3.2.3	数的定点表示与浮点表示	38
3.3	位和字	39
3.4	PLC数据类型	40
3.5	脉冲信号和时序图	40
3.6	编程软元件	42
3.6.1	编程软元件总览	42
3.6.2	编程软元件说明	44
3.7	基本逻辑门电路	50
3.8	本章小结	53
3.9	习题与思考	53

编程篇


第 4 章 可编程控制器的编程语言	57
4.1 梯形图语言	57
4.1.1 梯形图概述	57
4.1.2 编程要点	57
4.1.3 程序的简化	59
4.1.4 梯形图语言相关实例	60
4.2 功能块图语言	63
4.2.1 功能块语言概述	63
4.2.2 功能块语言相关实例	64
4.3 指令表语言	64
4.3.1 指令表语言概述	64
4.3.2 FX 系列 PLC 的基本逻辑指令	65
4.4 结构化文本语言	71
4.4.1 结构化文本语言概述	71
4.4.2 结构化文本语言相关实例	72
4.5 顺序功能图语言	73
4.5.1 顺序功能图语言概述	73
4.5.2 顺序功能图程序结构	80
4.5.3 顺序功能图相关实例	86
4.6 国际标准语言	88
4.6.1 IEC 61131-3 国际标准规范概述	88
4.6.2 GX Works2 对 IEC 61131-3 国际标准规范的支持	88
4.7 本章小结	89
4.8 习题与思考	89
第 5 章 FX 系列指令系统	90
5.1 基本指令	90
5.1.1 逻辑取反、与、或及输出指令	90
5.1.2 堆栈指令	92
5.1.3 边沿信号指令	93
5.1.4 置位、复位指令	95
5.1.5 主控指令	95



5.1.6	其他指令	96
5.2	应用指令	96
5.2.1	程序流程指令	96
5.2.2	传送指令	103
5.2.3	比较与移位指令	108
5.2.4	数据运算与处理指令	113
5.2.5	代码处理指令	118
5.2.6	高速处理指令	124
5.2.7	方便指令	129
5.2.8	外部输入与输出处理指令	135
5.2.9	外部设备指令	140
5.2.10	浮点数运算指令	145
5.2.11	定位控制指令	150
5.2.12	实时时钟指令	154
5.2.13	格雷码变换与模拟量模块读/写指令	157
5.2.14	触点比较指令	159
5.3	本章小结	160
5.4	习题与思考	160
第6章	三菱 PLC 编程软件	162
6.1	FX-GP/WIN-C 编程软件	162
6.1.1	软件概述	162
6.1.2	软件的安装	166
6.1.3	梯形图编辑	167
6.1.4	查找及注释	172
6.1.5	在线监控与诊断	174
6.2	GX Developer 编程软件	176
6.2.1	软件概述	176
6.2.2	参数设定	179
6.2.3	梯形图编辑	180
6.2.4	查找及注释	184
6.2.5	在线监控与仿真	188
6.3	GX Works2 编程软件	192
6.3.1	软件概述	192

6.3.2	软件的安装	195
6.3.3	梯形图编辑	197
6.3.4	搜索及注释	202
6.3.5	在线监控与仿真	208
6.4	本章小结	211
6.5	习题与思考	212
第7章	PLC 码垛机器人控制系统	213
7.1	结构设计	213
7.1.1	应用环境介绍	213
7.1.2	结构和运动形式	214
7.1.3	机构原理分析	214
7.1.4	机械结构分析	215
7.2	控制系统总体设计	216
7.2.1	控制器的选择	216
7.2.2	驱动方式的选择	216
7.2.3	关节位置控制系统设计	217
7.2.4	控制系统综述	221
7.3	PLC 相关元件选型	222
7.4	系统功能设计	223
7.4.1	轴系数的计算	224
7.4.2	码垛作业流程综述	225
7.4.3	回零复位流程分析	226
7.4.4	结合示教功能的路径规划分析	227
7.4.5	新型码垛机器人基本功能树	228
7.5	空间四轴脉冲坐标系确定	229
7.6	PLC 系统软件设计	230
第8章	PLC 液体混合控制系统	232
8.1	整体控制要求	232
8.2	PLC 相关元件选型	233
8.3	硬件设计	234
8.4	软件设计	234
8.5	系统运行与调试	235
8.6	总结与评价	236

第9章 PLC工业电镀流水线控制系统	237
9.1 整体控制要求	237
9.1.1 控制要求	237
9.1.2 控制方案	237
9.2 PLC相关元件选型	238
9.2.1 机械结构	238
9.2.2 工作过程	239
9.3 硬件设计	241
9.3.1 电动机拖动设计	241
9.3.2 恒温电路设计	242
9.3.3 速度跟踪电路设计	242
9.3.4 PLC选择及I/O分配	243
9.4 软件设计	245
参考文献	254



第1章 可编程控制器概述

可编程控制器 (Programmable Logical Controller, PLC), 是随着现代社会生产的发展和社会进步, 现代工业生产自动化水平的日益提高及微电子技术的飞速发展, 在继电器控制的基础上产生的一种新型的工业控制装置。PLC 是一种可以应用到工业控制领域的、高可靠性的控制器。

本章主要介绍可编程控制器的产生、定义, 可编程控制器的特点与主要功能, 可编程控制器与继电器逻辑控制系统的比较, 可编程控制器与其他通用控制器 (DCS、PID、IPC) 的比较, 可编程控制器的现状等内容。本章的重点是可编程控制器的特点与主要功能, 梯形图与继电器控制线路的联系和差别, 可编程控制器与其他通用控制器的异同及适用范围, 以及可编程控制器的发展趋势。

1.1 可编程控制器的产生和定义

1.1.1 可编程控制器的产生

一种新型的控制装置, 一项先进的应用技术, 总是根据工业生产的实际需要而产生的。在可编程控制器产生之前, 以各种继电器为主要元件的电气控制线路承担着在生产过程中进行自动控制的艰巨任务, 可能由成百上千只继电器构成复杂的控制系统, 需要用成千上万根导线连接起来, 安装这些继电器需要大量的继电器控制器, 且占据大量的空间。当这些继电器运行时, 又产生大量的噪声, 消耗大量的电能。为保证控制系统的正常运行, 需安排大量的电气技术人员进行维护, 有时某个继电器的损坏, 甚至某个继电器的触点接触不良, 都会影响整个系统的正常运行。如果系统出现故障, 要进行检查和排除故障又非常困难, 全靠现场电气技术人员长期积累的经验。尤其是在生产工艺发生变化时, 可能需要增加很多继电器或继电器控制柜, 重新接线或改线的工作量极大, 甚至可能需要重新设计控制系统。尽管如此, 这种控制系统的功能也仅仅局限在能实现具有粗略定时、计数功能的顺序逻辑控制。因此, 人们迫切需要一种新的工业控制装置来取代传统的继电器控制系统, 使电气控制系统工作更可靠、更容易维修、更能适应经常变化的生产工艺要求。

1968年，美国通用汽车公司（General Motors Corporation, GM）为改造汽车生产设备的传统控制方式，解决因汽车不断改型而面临重新设计汽车装配线上各种继电器控制线路的问题，提出了著名的10条技术指标，并面向社会公开招标，要求制造商为其装配线提供一种新型的通用控制器，它应具有以下特点：

- ① 编程简单，可在现场方便地编辑及修改程序。
- ② 价格便宜，其性价比要高于继电器控制系统。
- ③ 体积要明显小于继电器控制箱。
- ④ 可靠性要明显高于继电器控制系统。
- ⑤ 具有数据通信功能。
- ⑥ 输入可以是 AC 115V。
- ⑦ 输出为 AC 115V，2A 以上。
- ⑧ 硬件维护方便，最好是插件式结构。
- ⑨ 扩展时，原有系统只需做很小改动。
- ⑩ 用户程序存储器容量至少可以扩展到 4KB。

在这种情况下，可编程控制器应运而生。1969年，美国数字设备公司（Digital Equipment Corporation, DEC）根据上述要求研制出世界上第一台可编程控制器，型号为 PDP-14，并在 GM 公司的汽车生产线上首次应用成功，取得了显著的经济效益。当时人们把它称为可编程序逻辑控制器。可编程控制器的外观结构示意图如图 1.1 所示。

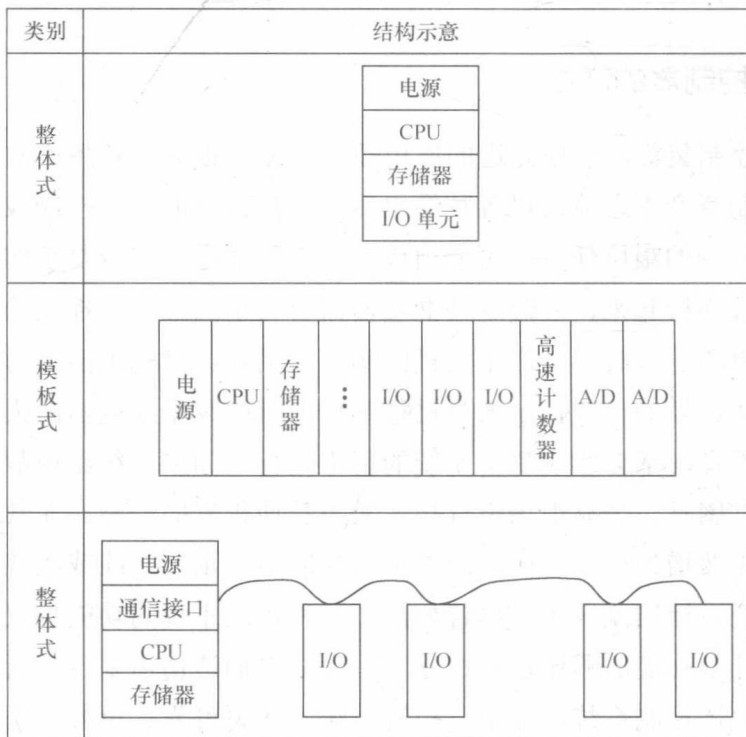


图 1.1 可编程控制器的外观结构示意图

可编程控制器的出现，得到全球工程技术界的极大关注，各公司纷纷投入力量进行研制。1969年，美国歌德公司（GOULD）第一个把可编程控制器商品化，型号为084。1971年，日本从美国引进了这项新技术，研制出日本第一台可编程控制器，型号为DSC-8。1973~1974年，德国和法国也都相继研制出自己的可编程控制器，德国西门子公司（SIEMENS）于1973年研制出欧洲第一台可编程控制器，型号为SIMATICS4。我国从1974年开始研制可编程控制器，1977年可编程控制器开始应用于工业。可编程控制器从产生到现在，尽管时间很短，但由于其具有编程简单、可靠性高、使用方便、维护容易、价格适中等优点，因此得到了迅猛的发展，在冶金、机械、石油、化工、纺织、轻工、建筑、运输、电力等行业得到了广泛的应用。

1.1.2 可编程控制器的定义

1980年，美国电气制造商协会（National Electrical Manufacturers Association, NEMA）将可编程控制器正式命名为 Programmable Controller，简称为 PC。

关于可编程控制器的定义，因其仍在不断发展，所以国际上至今还未能对其作最后的定义。1980年，NEMA 将可编程控制器定义为：可编程控制器是一种带有指令存储器，数字的或模拟的输入/输出（I/O）接口，以位运算为主，能完成逻辑、顺序、定时、计数和算术运算等功能，用于控制机器或生产过程的自动控制装置。

1985年1月，国际电工委员会（International Electrotechnical Commission, IEC）在颁布可编程控制器标准草案第二稿时，又对可编程控制器作了明确定义：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和顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字的或模拟的 I/O 接口，控制各种类型的机器设备或生产过程。可编程控制器有关设备的设计原则是它应易于与工业控制系统连成一个整体和具有扩充功能。

该定义强调了可编程控制器是“数字运算操作的电子系统”，它是一种计算机，且是“专为在工业环境下应用而设计”的工业控制计算机。

虽然可编程控制器的简称为 PC，但它与近年来人们熟知的个人计算机（Personal Computer, PC）是完全不同的概念。为加以区分，国内外很多杂志及在工业现场的工程技术人员，仍然把可编程控制器称为 PLC。因此，在后续章节，仍称可编程控制器为 PLC。

1.2 可编程控制器的特点与主要功能

1.2.1 可编程控制器的一般特点

PLC 的种类虽然千差万别，但为了在工业环境中使用，它们都有许多共同的特点。

1. 抗干扰能力强，可靠性极高

工业生产对电气控制设备的可靠性的要求非常高，即电气控制设备应具有很强的抗干扰能力，能在很恶劣的环境下（如温度高、湿度大、金属粉尘多、离高压设备近、有较强的高频电磁干扰等）长期连续可靠地工作，平均无故障时间（MTBF）长，故障修复时间短。而 PLC 是专为工业控制设计的，能适应工业现场的恶劣环境。可以说，没有任何一种工业控制设备能够达到 PLC 的可靠性。在 PLC 的设计和制造过程中，采取了选取高质量元器件及多层次抗干扰等措施，使 PLC 的平均无故障时间通常在 5 万小时以上，有些 PLC 的平均无故障时间可以达到几十万小时以上，如三菱公司的 F1、F2 系列的平均无故障时间可达到 30 万小时，有些高中档 PLC 的平均无故障时间还要高得多，这是其他电气设备根本做不到的。

绝大多数用户将可靠性作为选取控制装置的首要条件，因此，PLC 在硬件和软件方面均采取了一系列的抗干扰措施。

在硬件方面，选用优质元器件，采用合理的系统结构，加固、简化安装，使它能抗振动冲击。对印制电路板的设计、加工及焊接都采取了极为严格的工艺措施。对于工业生产过程中最常见的瞬间强干扰，采取的措施主要是采用隔离和滤波技术。PLC 的输入和输出电路一般用光耦合器传递信号，做到电浮空，完全切断了中央处理单元（Central Processing Unit, CPU）与外部电路电的联系，有效地抑制了外部干扰对 PLC 的影响。在 PLC 的电源电路和 I/O 接口中，还设置了多种滤波电路，除了采用常规的模拟滤波器（如 LC 滤波器和 n 型滤波器）外，还加上了数字滤波器，以消除和抑制高频干扰信号，同时也削弱了各种模板之间的相互干扰。用集成电压调整器对微处理器的+5V 电源进行调整，以适应交流电网的波动、降低过电压和欠电压的影响。在 PLC 内部还采用了电磁屏蔽措施，对电源变压器、CPU、存储器、编程器等主要部件采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽，以防外界干扰。

在软件方面，PLC 也采取了很多特殊措施，如设置了“看门狗”（Watching Dog Timer, WDT），系统运行时对 WDT 定时刷新，一旦程序出现死循环，使之能立即跳出，重新启动并发出报警信号。另外，PLC 中还设置了故障检测及诊断程序，用以检测系统硬件是否正常、用户程序是否正确，便于自动地做出相应的处理，如报警、封锁输出、保护数据等。当检测到故障时，PLC 立即将现场信息存入存储器，由系统软件配合对存储器进行封闭，禁止对存储器的任何操作，以防存储信息被破坏。这样，一旦检测到外界环境正常后，便可恢复到故障发生前的状态，继续原来的程序工作。

这些有效的措施，保证了 PLC 的高可靠性。

2. 编程简单方便

PLC 的设计是面向工业企业中一般电气工程技术人员，它采用易于理解和易于掌握的梯形图语言，以及面向工业控制的简单指令。这种梯形图语言既继承了传统继电器控制线路的表达形式（如线圈、触点、常开、常闭），又考虑到工业企业中电气技术人员的读

图习惯和微型计算机应用水平。因此,梯形图语言对于企业中熟悉继电器控制线路图的电气工程技术人员来说是非常亲切的。它形象、直观、简单、易学,尤其对于小型 PLC 而言,电气工程技术人员几乎不需要专门的计算机知识,只要进行几天甚至几小时的培训,就能基本掌握编程方法。因此,无论是在生产线的设计中,还是在传统设备的改造中,电气工程技术人员都特别愿意使用 PLC。

除了梯形图语言以外,PLC 还可以采用其他形式的编程语言,如 STL(语句表)语言、功能块图(FBD)、顺序功能图(SFC)及高级语言。

3. 使用方便

虽然 PLC 种类繁多,但是由于其产品的系列化和模板化,并且配有品种齐全的各种软件,因此用户可灵活地利用 PLC 构成各种规模和满足不同要求的控制系统。在硬件设计方面,用户只需确定 PLC 的硬件配置和 I/O 通道的外部接线即可。在 PLC 构成的控制系统中,只需在 PLC 的端子上接入相应的输入、输出信号即可,不需要诸如继电器之类的固体电子器件和大量繁杂的硬接线电路。在生产工艺流程改变,或生产线设备更新,或系统控制要求改变、需要变更控制系统的功能时,一般不必改变或很少改变 I/O 通道的外部接线,只要改变存储器中的控制程序即可,这在传统的继电器控制中是难以想象的。PLC 的 I/O 端子可直接与 AC 220V、DC 24V 等强电相连,并有较强的带负载能力。

在 PLC 运行过程中,PLC 的面板上(或显示器上)可以显示生产过程中用户感兴趣的各种状态和数据,使操作人员做到心中有数,即使在出现故障甚至发生事故时,也能及时处理。

4. 维护方便

PLC 的控制程序可通过编程器输入 PLC 的用户程序存储器中。编程器不仅能对 PLC 控制程序进行写入、读出、检测、修改,还能对 PLC 的工作进行监控,使 PLC 的操作及维护都很方便。另外,PLC 具有很强的自诊断能力,能随时检查出自身的故障,并显示给操作人员,如 I/O 通道的状态、随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)的后备电池的状态、数据通信的异常、PLC 内部电路的异常等信息。正是通过 PLC 这种完善的诊断和显示能力,当 PLC 本机或外部的输入装置及执行机构发生故障时,操作人员能迅速检查、判断故障原因,确定故障位置,以便采取迅速有效的措施。如果是 PLC 本身故障,在维修时只需要更换插入式模板或其他易损件即可,既方便又减少了影响生产的时间。

维护方便也是 PLC 得以迅速发展和广泛应用的重要因素之一。有人曾预言,将来自动化工厂的电气工人,将一手拿着螺钉旋具,一手拿着编程器。

5. 设计、施工、调试周期短

用 PLC 完成一项控制工程时,由于其硬件、软件齐全,因此设计和施工可同时进行。PLC 用软件编程取代了继电器硬接线实现的控制功能,使控制柜的设计及安装接线工作量

大为减少，缩短了施工周期。同时，用户程序大多可以在实验室里模拟调试，模拟调试好后再将 PLC 控制系统在生产现场进行联机统调，使调试方便、快速、安全，大大缩短了设计和投运周期。

6. 易于实现机电一体化

PLC 具有结构紧凑，体积小，质量小，可靠性高，抗振、防潮，耐热能力强的特点，使之易于安装在机器设备内部，制造出机电一体化产品。随着集成电路制造水平的不断提高，PLC 的体积将进一步缩小，而功能会进一步增强。PLC 与机械设备有机地结合起来，在数控机床和机器人的应用中会更加普遍，以 PLC 作为控制器的数控机床设备和机器人装置成为典型的机电一体化产品。

1.2.2 可编程控制器与继电器逻辑控制系统的比较

在 PLC 出现之前，继电器硬接线电路是逻辑控制、顺序控制的唯一执行者，它结构简单、价格低廉，一直被广泛应用。但它与 PLC 控制相比有许多缺点，见表 1.1。

表 1.1 PLC 与继电器逻辑控制系统的比较

比较项目	继电器逻辑控制系统	PLC
控制逻辑	接线逻辑，体积大，接线复杂，修改困难	存储逻辑，体积小，连线少，控制灵活，易于扩展
控制速度	通过触点的开闭实现控制作用，动作速度为几十毫秒，易出现触点抖动	由半导体电路实现控制作用，每条指令执行时间为微秒级，不会出现触点抖动
限时控制	由时间继电器实现，精度差，易受环境、温度影响	用半导体集成电路实现，精度高，时间设置方便，不受环境、温度影响
触点数量	4~8 对，易磨损	任意多个，永不磨损
工作方式	并行工作	串行循环扫描
设计与施工	设计、施工、调试必须顺序进行，周期长，修改困难	在系统设计后，现场施工与程序设计可同时进行，周期短，调试、修改方便
可靠性与可维护性	寿命短，可靠性与可维护性差	寿命长，可靠性高，有自诊断功能，易于维护
价格	使用机械开关，继电器及接触器等，价格便宜	使用大规模集成电路，初期投资较高

1.2.3 可编程控制器与其他工业控制器的比较

自微型计算机诞生以后，工程技术人员一直努力将微型计算机技术应用到工业控制领域，因此在工业控制领域产生了几种有代表性的工业控制器：PLC、PID 控制器（又称 PID 调节器）、集散控制系统（Distributed Control System, DCS）、微型计算机和工业控制计算机（Industrial Personal Computer, IPC）。由于 PID 控制器一般只适用于过程控制中的模拟量控制，并且目前的 PLC 或 DCS 中均具有 PID 的功能。因此，这里只对 PLC 与通用的微型计算机、DCS、IPC 分别进行比较。