

# PLC 实用制作 快速上手

陈清彬 著



- PLC智能家居项目
- PLC竞赛项目
- PLC毕业设计项目

# PLC 实用制作快速上手

陈清彬 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书按难易程度分三章进行介绍。第1章介绍 PLC 基础；第2章是全书的重点，以智能家居为背景主线，介绍了 13 个非常实用的制作案例，如智能彩灯、防盗报警器、家用咖啡机智能控制等；第3章介绍 PLC 复杂控制案例和 PLC 竞赛案例，它们是 PLC 知识和技能的深度扩展。

本书是智能家居爱好者、PLC 制作爱好者很有价值的参考资料，可以为高职、高专学生毕业设计、竞赛提供帮助，也可作为自动化、电子工程、机电一体化、楼宇智能化等相关专业高职、高专项目教学的教材。

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

PLC 实用制作快速上手/陈清彬著. —北京：电子工业出版社，2012.1  
(工控技术精品丛书)  
ISBN 978-7-121-15465-2

I. ①P… II. ①陈… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 259178 号

责任编辑：万子芬 (wzf@phei.com.cn) 特约编辑：徐 宏

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司  
装 订：

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：787×1 092 1/16 印张：12.75 字数：326.4 千字

印 次：2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，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

可编程序控制器（PLC）由于可靠性高、编程简单、通用性强、体积小、结构紧凑、安装维护方便，被大量应用于机械、冶金、石油化工、轻工、纺织、电力电子、交通、楼宇等行业，实践表明，80%以上的工业控制可以用 PLC 来完成。目前，在高级电工的培训内容中，PLC 也是重要的一部分。读者通过 PLC 制作案例的系列学习，可以使自己应用 PLC 的水平提高到一定的层次。大家在开始学习时，不一定要完全搞清楚程序，在学习的过程中，会慢慢了解其控制技术及方法。

本书具有以下特点：打破传统 PLC 书籍逐条介绍指令的模式，从培养兴趣入手，精心挑选设计案例并进行实物制作，使专业基础理论与工作岗位技能有机结合，重在实践能力的培养；制作案例从局部到综合，力求接近实际工艺标准，读者跟着学就可以掌握 PLC 的编程并得到符合工作实际需要或职业认证需要等方面的训练，完成具有实用价值的作品制作。本书是智能家居爱好者、PLC 制作爱好者很有价值的参考资料；可以为高职、高专学生毕业设计、竞赛提供帮助；也可作为自动化、电子工程、机电一体化、楼宇智能化等相关专业高职、高专项目教学的教材。

本书按难易程度分三章进行介绍，第 1 章介绍 PLC 基础，第 2 章介绍智能家居实用制作案例，第 3 章介绍 PLC 复杂控制案例和 PLC 竞赛案例。

第 1 章 PLC 基础，简要介绍 PLC 的组成、基本工作原理、基本指令、GX Simulator 仿真调试软件、PLC 开关量编写基本操作、三菱 SFC 块编程基本操作等内容，使读者对 PLC 基本概念及 PLC 软件应用有一个初步的认识。

第 2 章智能家居实用制作案例，以智能家居为设计背景主线，通过精选的 13 个 PLC 实用制作案例（这 13 个案例已在专业杂志《电子制作》上连载一年），覆盖 PLC 的基本逻辑控制指令，步进顺序控制指令，功能控制指令，模拟量控制，变频器控制，组态控制等，内容贯穿所有 PLC 的基本知识和技能，让初学者能够在较短的时间内掌握 PLC 的实际应用、控制技术及方法。

第 3 章 PLC 复杂控制案例是前两章知识基础的总结和提高，共 5 个案例，既有非常实用的彩灯复杂控制，又有与小型电梯厂家基本一致的控制箱布线及 PLC 编程，既有对传统锅炉继电器控制的 PLC 改造，又有自动化工业流水线上 PLC 机械手的控制方案，前 4 个案例都曾在相关比赛中获过奖，具有一定的代表性。最后一个案例是 PLC 的省级竞赛案例，通过作者命题的“利用 PLC 控制电子琴键盘触点技术，生成自己喜欢的音乐”，介绍几种不同的编程特点及控制思维，是 PLC 知识和技能的深度扩展。读者通过这些案例训练，可以独立完成毕业设计及一般工程设计（改装）。

作者长期从事船舶轮机自动化及 PLC 教学与科研工作，在教学过程中，感受最深的还是学生兴趣的培养和复杂问题的简单化，写这本书用了近两年的时间，书中的每个程序都进行了认真的调试，读者可以直接应用及拓展。

最近网络上流传这样的话：“世界上有两件事最难：一是把自己的思想装进别人的脑袋里，二是把别人的钱装进自己的口袋里。前者成功了叫老师，后者成功了叫老板。”作者希望通过本书能把自己积累的知识介绍给读者。

由于水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请各位专家批评指正。

# 目 录

<b>第 1 章 PLC 基础</b> .....	1
1.1 PLC 基本指令概述.....	1
1.1.1 PLC 基本概念.....	1
1.1.2 PLC 基本指令.....	7
1.2 PLC 功能指令.....	13
1.2.1 功能指令的基本格式.....	13
1.2.2 功能指令的规则.....	15
1.2.3 FX 系列 PLC 功能指令一览表.....	17
1.3 PLC 操作基础.....	20
1.3.1 GX Developer 编程软件.....	20
1.3.2 GX Simulator 仿真调试软件.....	22
1.3.3 PLC 开关量控制的基本操作.....	23
1.3.4 三菱 SFC 块编程基本操作.....	24
1.3.5 FX-20P-E 手持编程器基本操作.....	29
<b>第 2 章 智能家居实用制作案例</b> .....	33
2.1 案例 1 防盗智能灯.....	33
2.1.1 本案例的知识与技能.....	33
2.1.2 制作过程.....	34
2.1.3 程序说明.....	39
2.2 案例 2 智能彩灯.....	39
2.2.1 本案例的知识与技能.....	39
2.2.2 制作过程.....	40
2.2.3 程序说明.....	43
2.2.4 程序修改说明.....	43
2.2.5 补充.....	44
2.3 案例 3 智能叫醒音乐.....	45
2.3.1 本案例的知识与技能.....	45
2.3.2 制作过程.....	45
2.3.3 程序说明.....	51
2.3.4 补充.....	52
2.4 案例 4 防盗报警器.....	52
2.4.1 本案例的知识与技能.....	52

2.4.2	制作过程 .....	52
2.4.3	程序说明 .....	56
2.4.4	补充 .....	56
2.5	案例 5 防盗报警器二 .....	56
2.5.1	本案例的知识与技能 .....	56
2.5.2	制作过程 .....	57
2.5.3	程序说明 .....	60
2.6	案例 6 家居综合平安报警控制 .....	61
2.6.1	本案例的知识与技能 .....	61
2.6.2	报警系统设计与制作 .....	61
2.6.3	程序设计 .....	65
2.6.4	补充 .....	69
2.7	案例 7 智能洗衣机控制 .....	69
2.7.1	本案例的知识与技能 .....	69
2.7.2	制作过程 .....	70
2.7.3	智能洗衣机方案设计 .....	71
2.7.4	程序说明 .....	74
2.7.5	补充 .....	75
2.8	案例 8 小区照明智能控制 .....	76
2.8.1	本案例的知识与技能 .....	76
2.8.2	楼道照明控制方案 .....	76
2.8.3	小区路灯调光控制方案 .....	81
2.8.4	补充 .....	82
2.9	案例 9 家用咖啡机智能控制 .....	83
2.9.1	本案例的知识与技能 .....	83
2.9.2	制作过程 .....	83
2.9.3	程序说明 .....	87
2.9.4	补充 .....	88
2.10	案例 10 家庭健身按摩器控制 .....	88
2.10.1	本案例的知识与技能 .....	88
2.10.2	制作过程 .....	89
2.10.3	程序说明 .....	97
2.10.4	补充 .....	97
2.11	案例 11 家居组态控制一 .....	97
2.11.1	本案例的知识与技能 .....	97
2.11.2	制作过程 .....	98
2.11.3	补充 .....	111
2.12	案例 12 家居组态控制二 .....	111

2.12.1	本案例的知识与技能	111
2.12.2	制作过程	111
2.12.3	补充	122
2.13	案例 13 家居湿度控制系统	122
2.13.1	本案例的知识与技能	122
2.13.2	家居湿度控制系统组成	122
2.13.3	湿度测量变送器的选型	123
2.13.4	PLC 特殊功能模块 FX <sub>2N</sub> -2AD 介绍	124
2.13.5	特殊功能模块的程序编写	126
2.13.6	单元湿度控制 PLC 接线	127
2.13.7	程序说明	128
	本章小结	128
<b>第 3 章</b>	<b>PLC 复杂控制案例</b>	<b>130</b>
3.1	案例 14 彩灯复杂控制案例	130
3.1.1	PLC 设计要求	130
3.1.2	控制方案	130
3.1.3	PLC 外部接线	132
3.1.4	顺序控制方案一	132
3.1.5	顺序控制方案二	136
3.1.6	多排彩灯控制	139
3.1.7	补充	140
3.2	案例 15 小型电梯控制箱布线及 PLC 编程	140
3.2.1	模拟四层电梯的基本功能	141
3.2.2	部分控制线路与实物对照图	142
3.2.3	输入/输出点分配及程序	146
3.3	案例 16 PLC 在锅炉燃烧控制系统中的应用	154
3.3.1	总体设计要求	154
3.3.2	PLC 选型及 I/O 设计	155
3.3.3	系统控制程序	157
3.3.4	锅炉的控制过程分析	158
3.3.5	补充	160
3.4	案例 17 PLC 机械手控制	164
3.4.1	流水线的运行流程	164
3.4.2	控制系统结构和方式	165
3.4.3	系统操作说明	165
3.4.4	I/O 接口	176
3.4.5	系统程序	177



3.4.6	I/O 接线	186
3.4.7	实物图	187
3.5	案例 18 PLC 竞赛案例	188
3.5.1	PLC 程序竞赛内容及评分标准	188
3.5.2	电子琴音符与 PLC 输出点	188
3.5.3	节拍程序	191
3.5.4	设计思路	191

# 第 1 章 PLC 基础

## 1.1 PLC 基本指令概述

---

### 1.1.1 PLC 基本概念

#### 1. PLC 的基本组成

传统的继电器-接触器控制系统由输入/输出 (I/O) 电路、逻辑控制电路组成, 其中逻辑控制电路是由若干个继电器及其触点组成的, 其逻辑关系已固定在硬接线中, 不能灵活变更。现代可程序控制器 (PLC) 控制系统也是由这几部分组成, 但实现控制功能的是微处理器 (CPU) 和存储器组成的控制组件, 它取代了继电器逻辑电路, 从而实现“软接线” (其控制程序可通过编程灵活变更, 相当于改变了继电器控制电路的接线)。

##### 1) 控制组件

PLC 实质是一种专用于工业控制的计算机, 其硬件结构基本与微型计算机相同, 主要包括 CPU、RAM、ROM 和 I/O 接口电路等, 其内部也是采用总线结构, 进行数据和指令的传输。

在 PLC 控制系统中, 外部的各种开关信号、模拟信号、传感器检测的各种信号均作为 PLC 的输入量, 它们经 PLC 外部输入端输入到内部存储器中, 经 PLC 内部逻辑运算或其他运算, 处理后送到输出端, 作为 PLC 的输出量对外部设备进行各种控制。由此可见, PLC 作为一个中间处理器或变换器, 其目的就是取代继电器-接触器控制系统中逻辑控制电路的控制组件部分。

控制组件主要由 CPU 和存储器组成。

##### ● CPU (Centre Processing Unit, 中央处理器)

CPU 是整个 PLC 的核心, 与微型计算机一样, 它在整个 PLC 控制系统中的作用就好像人的大脑一样, 是一个控制指挥中心, 它主要完成以下功能:

- (1) 将输入信号送入存储器中存储起来;
- (2) 按存放的先后取出用户指令, 进行编译;
- (3) 完成用户指令规定的各种操作;
- (4) 将结果送到输出端;
- (5) 响应各种外围设备 (如编程器, 打印机等) 的请求。

目前 PLC 中的 CPU 多为一块完整的单板或单片机系统, 可用 80286、80386 或其他专用芯片组成, 其发展趋势是芯片的工作速度越来越快, 位数越来越多 (由 8 位、16 位、

32 位至 48 位等), 随机存取存储器 (RAM) 的容量越来越大, 集成度越来越高, 并采用多 CPU 系统来简化软件的设计并进一步提高其工作速度。CPU 的结构形式决定该 PLC 的基本性能。

- 存储器

PLC 的存储器分为两大部分:

(1) 系统程序存储器。由只读存储器 (ROM) 或可擦除可编程只读存储器 (EPROM) 组成, 用于固化系统管理和监控程序, 对用户程序进行编译处理。

(2) 用户程序存储器。用户程序存储器又可分为两部分: 一是用于存放用户编译的控制程序, 通常采用低功耗的 CMOS-RAM, 由备用电池供电, 断开电源后仍能保存, 用户可使用编译器编程工具输入程序或修改程序, PLC 的产品说明书中给出的“内存容量”或“程序容量”即指这一部分的存储容量; 二是变量存储器, 按输入、输出、计数器、计时器、寄存器单元或元件的定义序号存储数据或状态, 不同厂家出品的 PLC 有不同的定义序号。

PLC 使用的物理存储器有 RAM、ROM 和电可擦除可编程序只读存储器 (EEPROM) 等。

## 2) 输入/输出接口电路

PLC 通过 I/O 接口电路实现与外围设备的连接, 用户设备需输入 PLC 的各种控制信号, 如各种主令电器, 传感器输出的开关量或模拟量 (要通过 A/D 转换), 都是通过输入接口电路转换成控制组件能够接收和处理的数字信号, 而控制组件的弱电控制信号又通过输出接口电路转换成现场需要的强电信号输出, 以驱动接触器、电磁阀、电动机等被控制设备的执行元件, 因此, 输入/输出接口电路在整个 PLC 的控制系统中起着十分重要的作用。为提高 PLC 的工作可靠性, 增强抗干扰能力, PLC 的接口电路有以下特点:

(1) 输入/输出接口均采用光电耦合电路, 这样可以有效地防止现场的强电干扰, 保证 PLC 能在恶劣的工作环境下可靠地工作。

(2) 输出接口电路有继电器、晶体管、晶闸管三种输出方式, 以适应不同负载的控制要求。一般来说, 继电器输出适用于低速、大功率负载 (交、直流负载均可); 晶闸管输出适用于高速、大功率负载 (交流负载); 而晶体管输出适用于高速、小功率负载 (直流负载)。

除上述一般的 I/O 接口之外, PLC 上还备有与各种外围设备配接的接口, 均用插座引出到外壳上, 可配接编程器、PC、打印机、各种智能单元等, 可以十分方便地用电缆连接。

## 2. PLC 的基本工作原理及主要技术指标

### 1) PLC 的基本工作原理

PLC 具有微机的许多特点, 但它的工作方式却与微机有很大不同。微机一般采用等待命令的工作方式, 如常见的键盘扫描方式或 I/O 扫描方式, 若有键按下或有 I/O 变化, 则转入相应的子程序, 若无则继续扫描, 而 PLC 则是采用循环扫描的工作方式, 它对用

户程序的执行过程是通过 CPU 的周期循环扫描，并采用集中输出的方式来完成的一个循环扫描周期主要可分为三个阶段。

(1) 输入刷新阶段。CPU 扫描全部输入端口，读取其状态并写入输入状态寄存器。完成输入端刷新工作后，将转入程序执行阶段。在程序执行期间即使输入状态发生变化，输入状态寄存器的内容也不会改变，而这些变化必须等到下一个工作周期的输入刷新阶段才能被读入。

(2) 程序执行阶段。根据用户输入的控制程序，从第一条开始逐条执行，并将相应的逻辑运算结果存入对应的内部寄存器和输出状态寄存器中，当最后一条控制程序执行完毕后，即转入输出刷新阶段。

(3) 输出刷新阶段。将输出状态寄存器中的内容依次送到输出锁存电路，从而驱动输出组件，这才形成 PLC 的实际输出。

由此可见，输入刷新、程序执行和输出刷新三个阶段构成 PLC 一个工作周期，由此循环往复，因此称为循环扫描工作方式。由于输入刷新阶段是紧接着输出刷新阶段后马上进行的，所以亦将这两个阶段统称为 I/O 刷新阶段。

实际上，除了执行程序 and I/O 刷新外，PLC 还要进行各种错误检测（自诊断功能）并与编程工具通信，这些操作统称为“监视服务”，一般在程序执行后进行。

PLC 的扫描周期为

$$T = (\text{刷新一个输入点的时间} \times \text{输入点数}) + (\text{扫描速度} \times \text{程序步数}) + (\text{刷新一个输出点的时间} \times \text{输出点数}) + \text{故障诊断时间}$$

显然扫描周期  $T$  的长短主要取决于程序的长短。

扫描周期越长，响应速度越慢。现在厂家生产的基本型 PLC 的一个扫描周期约几毫秒，这对于一般的开关量控制系统来说是完全允许的，不但不会造成影响，反而可以增强系统的抗干扰能力。这是因为输入采样仅在输入刷新阶段进行，PLC 在一个工作周期的大部分时间里实际上是与外设隔离的。而工业现场的干扰常常是脉冲的、短时间的，由于响应较慢，往往要几个扫描周期才响应一次，而多次扫描后，因瞬间干扰而引起的误动作将会大大减少，从而提高系统的抗干扰能力。但对于控制时间要求较严格、响应速度要求较快的系统，就需要精心编写程序，必要时采用一些特殊措施，以减少因扫描周期造成的响应滞后等不良影响。当然响应速度要求较快的系统也可以采用高速 CPU，提高扫描速度等手段。总之，采用循环扫描的工作方式，是 PLC 区别于微机和其他控制设备的最大特点，在学习时应充分注意。

### 2) PLC 的主要技术指标

(1) 输入/输出点数 (I/O 点数)。输入/输出点数指 PLC 外部的输入/输出端子数，这是一项很重要的技术指标，因为在选用 PLC 时要根据控制对象的 I/O 点数要求确定机型。PLC 的 I/O 点数包括主机的 I/O 点数和最大扩展点数，主机的 I/O 点数不够时可接扩展 I/O 模块，但因为扩展模块内一般只有接口电路和驱动电路，它通过总线电缆与主机相连，由主机的 CPU 进行寻址，故最大扩展点数受 CPU 的 I/O 寻址能力的限制。

(2) 扫描速度。扫描速度一般指执行一步指令的时间，单位为  $\mu\text{s}/\text{步}$ 。另外扫描周期也和 PLC 品牌和机种有一定关系，如三菱的 FX2N PLC 基本指令的扫描时间约为  $0.08 \mu\text{s}$ ，

应用指令的扫描时间约为  $1.52 \mu\text{s}$ ，有时也以 1 000 步指令的时间计算。

(3) 内存容量。一般以 PLC 所能存放用户程序的多少来衡量内存容量。在 PLC 中程序指令是按步存放的（一条指令往往不止一步），一步占一个地址单元，一个地址单元一般占两字节。例如，一个内存容量为 1 000 步的 PLC，可推知其内存为 2 KB。

应注意到内存容量实际是指用户程序容量，它未包括系统程序存储器的容量。程序容量和最大 I/O 点数大体成正比。

(4) 指令条数。PLC 具有的指令种类越多，说明它的软件功能越强，所以指令条数的多少是衡量 PLC 软件功能强弱的主要指标。

(5) 内部寄存器。PLC 内部有许多寄存器，用于存放变量状态、中间结果和数据等，还有许多辅助寄存器给用户提供特殊功能，以简化整个系统设计，因此，寄存器的配置情况是 PLC 硬件功能的一个指标。

(6) 功能模块。PLC 除了主控模块（又称主机或主控单元）外，还可以配接各种功能模块。主控模块可实现基本控制功能，功能模块的配置则可实现一些特殊的专门功能。因此，功能模块的配置放大了 PLC 的功能强弱。目前各生产厂家都在开发功能模块上下很大工夫，使其发展很快，种类日益增多，功能也越来越强。常用的功能模块主要有 A/D 和 D/A 转换模块、高速计数模块、位置控制模块、速度控制模块、轴定位模块、湿度控制模块、PID 控制模块、模糊控制模块、远程通信模块及各种物理量转换模块等。

这些功能模块使 PLC 不但能进行开关量顺序控制，而且能进行模拟量控制及精确的速度和定位控制。特别是网络通信模块的迅速发展，使得 PLC 可以充分利用计算机和互联网的资源，实现远程监控。

### 3. PLC 的分类、特点、应用及其发展趋势

#### 1) PLC 的分类

PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同。对 PLC 的分类，通常根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O 点数的多少等进行大致分类。

##### ● 按结构形式分类

按结构形式分类，一般可将 PLC 分为整体式和模块式两种。

(1) 整体式。整体结构的 PLC 是将控制组件、I/O 接口组件、电源组件等集中配置成一个整体，其特点是结构紧凑、体积小、重量轻、价格低，小型 PLC 一般采用这种结构，适用于工业生产中的单机控制。

(2) 模块式。这种结构形式的 PLC 是将各部分以模块分开，形成独立单元，如 CPU 单元、电源单元、输入单元、输出单元等，使用时可将这些单元模块分别插入机架底板的插座上。它具有组装灵活、便于扩展、维修方便等优点，可根据控制要求配置不同的模块，以构成不同的控制系统，一般大、中型 PLC 采用这种结构。

##### ● 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同，可分为低档、中档、高档三类。

(1) 低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位及自诊断、监控等基本功能，还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能，主要用于逻辑控制、

顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

(2) 中档 PLC 除具有低档 PLC 的功能外, 还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、通信联网等功能, 有些还可增设中断控制、PID 控制等功能, 适用于复杂控制系统。

(3) 高档 PLC 除具有中档机的功能外, 还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有更强的通信联网功能, 可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统, 实现工厂自动化。

### ● 按 I/O 点数分类

根据 PLC 的 I/O 点数的多少, 可分为小型、中型和大型三类。小型 PLC 的 I/O 点数小于 256 点, 中型 PLC 的 I/O 点数为 256~2 048 点, 大型 PLC 的 I/O 点数大于 2 048 点。

### 2) PLC 的特点

PLC 的主要特点如下所述。

#### ● 软件简单易学

PLC 的最大特点之一, 就是采用易学易懂的梯形图语言, 它是以计算机软件技术构成继电器模型, 形成一种独具风格的以继电器梯形图为基础的形象编程语言, 梯形图符号和定义与常规继电器展开图几乎一致, 电气操作人员使用起来得心应手, 不存在计算机技术和传统电气控制技术之间的专业“鸿沟”, 在了解 PLC 简要工作原理和它的编程技术后, 就可结合实际需要进行应用设计。

#### ● 使用和维护方便

(1) 硬件配置方便。PLC 硬件都是生产厂家按一定标准和规模生产的, 硬件可按实际需要来配置, 十分方便。

(2) 安装方便。因 PLC 是用程序来实现控制功能的, 与继电器-接触器控制系统相比, 大大减少了电器的安装和接线工作。

(3) 使用方便。PLC 能提供许多内部软继电器供用户编程使用, 而且其触点的数量和使用次数均不受限制, 给用户带来很大方便, 用户在选用 PLC 时主要考虑 I/O 点数, 可选择不同型号和各种功能模块的配置来达到要求。

(4) 维护方便。PLC 能提供许多监控提示信号, 能检查出自身的故障, 并随时显示给操作者, 并且能够动态地监视控制程序的执行情况, 为现场的调试和维护提供方便。

#### ● 抗干扰能力强, 工作稳定可靠

因为 PLC 是专为工业控制而设计的, 所以采取了各种措施来提高抗干扰能力和工作可靠性, 主要措施有如下:

(1) 输入、输出均采用光电隔离, 提高了抗干扰能力。

(2) 主机的输入电源和输出电源可相互独立, 减少了电源间干扰。

(3) 采用循环扫描工作方式, 提高了抗干扰能力。

(4) 内部采用“监视器”电路, 以保证 CPU 可靠地工作。

(5) 采用密封防尘抗震的外壳封装及内部结构, 可适应恶劣环境。

实验表明, 一般产品可抗 1 kV、1  $\mu$ s 的窄脉冲干扰, 其平均无故障时间一般可达

$5 \times 10^4 \sim 10^5$  h。

- 设计施工周期短

使用 PLC 完成一项控制工程，在系统设计完成以后，现场施工和 PLC 程序设计可以同时进行，周期短，可进行在线修改，柔性好。

正是由于具有这些优点，PLC 受到广泛欢迎，应用日益普及。

### 3) PLC 的应用场合

PLC 在国内外已广泛用于机械、冶金、石油、化工、轻工、纺织、电力、电子、食品、交通、楼宇等行业中。PLC 的应用大致可分为以下几种类型：

(1) 用于开关逻辑控制。这是 PLC 最基本的应用场合，用 PLC 可取代传统的继电控制，如机床电气、电动机控制中心，也可取代顺序控制，如高炉上料，电梯控制，货物存取、运输、检测等。总之，PLC 可用于单机、机群及生产的自动控制。

(2) 用于机械加工的数控控制。PLC 和计算机组合成一体，可实现数字控制，组成数控机床。

(3) 用于机器人或机械手控制。

(4) 用于闭环过程控制。中、大型 PLC 都配有 PID 模块和 A/D、D/A 模块，可实现单回路、多回路的调节控制。

(5) 用于组成多级控制系统，实现工厂自动化网络。

### 4) PLC 的发展及国内市场概况

PLC 从诞生至今，其发展大体经历了三个阶段：从 20 世纪 70 年代至 80 年代中期，以单机为主发展硬件技术，为取代传统的继电器-接触器控制系统设计了各种 PLC 的基本型号。到 80 年代末期，为适应柔性制造系统的发展，在提高单机功能的同时加强软件的开发，提高通信能力。90 年代以来，为适应计算机速度和数据处理能力，通信能力进一步提高，“网络就是计算机”这一观点又渗透到 PLC 领域，强大的网络通信功能更使 PLC 如虎添翼，随着各种功能模块、应用软件的开发，加速了 PLC 向连续控制、过程控制领域的发展。PLC 的发展过程表明，它事实上已改变了当初单纯作为继电器、接触器的替代物用做开关量控制的初衷，而发展成为一种新型的工业控制的基础控制设备。

目前，国内 PLC 市场主要以小型进口机为主，主要有三菱和欧姆龙等产品，大型机则以西门子的产品为主。

国产 PLC 近年来发展十分迅速，随着国产机的性能价格比不断提高，可预见其市场占有率将随之逐步提高，不久的将来，国产机将占有大部分国内的 PLC 市场。

## 4. PLC 常见的两种编程语言

- 梯形图语言

PLC 的梯形图是在原继电器-接触器控制系统的继电器梯形图基础上演变而来的，它不但形象和直观，为广大电气技术人员所熟悉，而且与传统的继电器梯形图相比，还简化了符号，将微机控制的特点结合进去，增加了许多功能强的指令，使其实现的功能大大超过了传统的梯形图，并且容易掌握使用。

两种梯形图的基本表达思想是一致的，但具体表达方式及其内涵有一定的区别：

(1) 在继电器梯形图中每个电气符号代表一个电器（如继电器、接触器）的触头或线圈，即一个实际的电器部件，其间的连线表示电器部件间的连接线（硬接线），因此继电器梯形图表示的只是一个具体的、实际的电路，而 PLC 梯形图中的继电器并不是物理继电器，它实际上是 PLC 内部存储器中的触发器，其间的连线表示的是它们之间的逻辑关系，即所谓软接线。

(2) 继电器梯形图中表示的每一个电器的触头是有限的，且存在触点磨损问题，使用寿命也是有限的，而 PLC 梯形图中每个符号对应的是内部一个存储单元，其状态（“1”或“0”）可在整个控制程序中反复多次读取，因此可认为 PLC 内部的“软继电器”有无数个常闭或常开触点提供给用户使用，而且无使用寿命的限制，这就给设计控制程序提供了极大的方便。

(3) 在继电器梯形图中，若需要改变控制功能，增减电器控制触点，就必须改变电气接线和使用继电器的数目。而对于 PLC 梯形图而言，改变控制功能实际上只是改变控制程序。

### ● 助记符语言（语句表）

用梯形图直观、方便、易懂，但 PLC 必须配有较大的显示器才能输入图形符号，而小型机特别是在生产现场编制、调试程序时，则经常使用手持编程器，它的显示屏小，采用的是助记符语言。助记符语言类似微机的汇编语言，它采用助记符表示各种程序指令。

## 1.1.2 PLC 基本指令

由于生产可编程序控制器的厂家众多，编程方法也有所不同，因此下面主要介绍日本三菱 FX 系列可编程序控制器的基本指令，本节的部分文字说明可参考相关书籍。

### 1. 取指令与输出指令（LD/LDI/LDP/LDF/OUT）

(1) LD（取指令）是一个常开触点与左母线连接的指令，每个以常开触点开始的逻辑行都用此指令。

(2) LDI（取反指令）是一个常闭触点与左母线连接指令，每个以常闭触点开始的逻辑行都用此指令。

(3) LDP（取上升沿指令）是与左母线连接的常开触点的上升沿检测指令，仅在指定元件的上升沿（由 OFF→ON）时接通一个扫描周期。

(4) LDF（取下降沿指令）是与左母线连接的常闭触点的下降沿检测指令。

(5) OUT（输出指令）是对线圈进行驱动的指令，也称为输出指令。

取指令与输出指令的使用如图 1-1-1 所示。

取指令与输出指令的使用说明：

(1) LD、LDI 指令既可用于输入左母线相连的触点，也可与 ANB、ORB 指令配合实现块逻辑运算。

(2) LDP、LDF 指令仅在对应元件有效时维持一个扫描周期的接通。在图 1-1-1 中，



当 M0 有一个下降沿时，则 Y4 只有一个扫描周期为 ON。

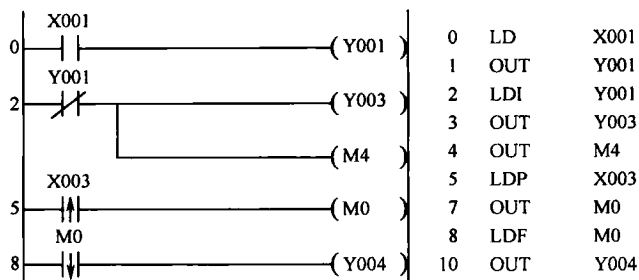


图 1-1-1 取指令与输出指令的使用

(3) LD、LDI、LDP、LDF 指令的目标元件为 X、Y、M、T、C、S。

(4) OUT 指令可以连续使用若干次（相当于线圈并联），对于定时器和计数器，在 OUT 指令之后应设置常数 K 或数据寄存器。

(5) OUT 指令目标元件为 Y、M、T、C 和 S，但不能用于 X。

## 2. 触点串联指令（AND/ANI/ANDP/ANDF）

(1) AND（与指令）是一个常开触点串联连接指令，完成逻辑“与”运算。

(2) ANI（与反指令）是一个常闭触点串联连接指令，完成逻辑“与非”运算。

(3) ANDP 是上升沿检测串联连接指令。

(4) ANDF 是下降沿检测串联连接指令。

触点串联指令的使用如图 1-1-2 所示。

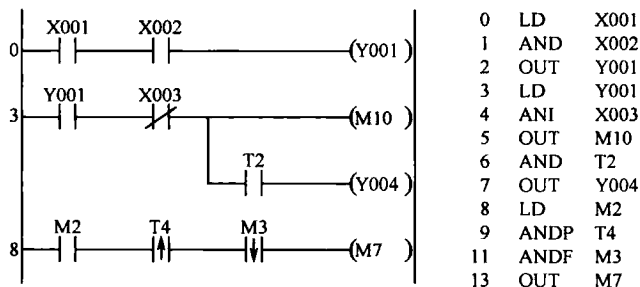


图 1-1-2 触点串联指令的使用

触点串联指令的使用说明：

(1) AND、ANI、ANDP、ANDF 都是指单个触点串联连接的指令，串联次数没有限制，可反复使用。

(2) AND、ANI、ANDP、ANDF 的目标元件为 X、Y、M、T、C 和 S。

(3) 在图 1-1-2 中，OUT M10 指令之后通过 T2 的触点驱动 Y4 称为连续输出。

## 3. 触点并联指令（OR/ORI/ORP/ORF）

(1) OR（或指令）用于单个常开触点的并联，实现逻辑“或”运算。