

图解

TUJIE OUMULONG PLC RUMEN

欧姆龙PLC入门

第2版

郑凤翼 主编
李艳 副主编



图解欧姆龙 PLC 入门

第 2 版

郑凤翼 主 编

李 艳 副主编

机械工业出版社

可编程序控制器 (PLC) 是以计算机技术为核心的通用工业控制装置, 它是将传统的继电-接触器控制技术与计算机技术和通信技术融于一体, 具有功能强大、环境适应性好、编程简单、使用方便等优点。因此, 近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到广泛的应用。学习、掌握和应用 PLC 技术对提高我国工业自动化水平和生产效率具有十分重要的意义。

本书共分五章: 第一章介绍 PLC 的基本组成和工作原理; 第二章介绍欧姆龙公司 CQM1H 系列 PLC 的系统配置及指令系统; 第三章介绍 PLC 的程序设计; 第四章介绍 PLC 在小控制系统中的应用; 第五章介绍 PLC 控制系统的设计。

本书文字精炼, 通俗易懂, 内容丰富, 分析详细、清晰。读者通过本书的学习, 可以尽快全面地掌握 PLC 的工作原理和应用技术。

本书适用于广大初中级电工自学者, 也可供技术培训及在职技术人员使用, 还可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解欧姆龙 PLC 入门/郑凤翼主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2011. 5

ISBN 978-7-111-34612-8

I. ①图… II. ①郑… III. ①可编程序控制器 - 程序设计 - 图解
IV. ①TM571. 6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 085733 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 徐明煜 责任编辑: 徐明煜 王 琪

版式设计: 霍永明 责任校对: 李秋荣

封面设计: 陈 沛 责任印制: 乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 17.75 印张 · 343 千字

0 001—3 500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-34612-8

定价: 39.80 元

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

可程序控制器（PLC）是以计算机技术为核心的通用工业控制装置，它是将传统的继电-接触器控制技术与计算机技术和通信技术融于一体，具有功能强大、环境适应性好、编程简单、使用方便等优点。因此，近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到广泛的应用。学习、掌握和应用 PLC 技术对提高我国工业自动化水平和生产效率具有十分重要的意义。

目前专门介绍 PLC 的书籍较多，但是适合初学者自学的较少。本书以欧姆龙系列 PLC 为对象进行介绍，但其全部内容只需略加变动，就可以移植到其他机型上，因此具有一定的通用性，适合广大初学者自学。

全书共分五章：第一章介绍 PLC 的基本组成和工作原理；第二章介绍欧姆龙公司 CQM1H 系列 PLC 的系统配置及指令系统；第三章介绍 PLC 的程序设计；第四章介绍 PLC 在小控制系统中的应用；第五章介绍 PLC 控制系统的设计。

本书采用图解的方法，以图为主，以文为辅。本书对梯形图的每个梯级和指令表的每个语句都添加注解说明，解释和说明该梯级和语句的作用；并且用电器元件和编程元件动作顺序表来说明 PLC 的控制过程。使仅学过电工和有一定电子技术基础的读者能够看懂并加以应用。

本书文字精炼、通俗易懂、内容丰富，分析详细、清晰。读者通过本书的学习，可以尽快全面地掌握 PLC 的工作原理和应用技术。本书适用于广大初中级电工自学者，也可供技术培训及在职技术人员使用，还可供大专院校师生参考。

本书主要由郑凤翼、李艳编写，参加编写的还有郑丹丹、孟庆涛、齐宝霞、郑晞晖、苏阿莹、耿立文、温永库、王晓琳、杨洪升、冯建辉、李红霞、张萍等。

在本书的写作过程中，编者参考了一些书刊杂志，并引用其中的一些资料，难以一一列举，在此一并向有关作者表示衷心的感谢。

编 者

目 录

前言

第一章 可编程序控制器的基本

组成和工作原理 1

第一节 PLC 的特点、分类、性能指标和应用领域 1

一、PLC 的特点 1

二、PLC 的分类 3

三、PLC 的性能指标 4

四、PLC 的应用领域 5

第二节 PLC 的基本结构 6

一、PLC 的基本组成 6

二、PLC 各组成部分的作用 6

第三节 PLC 的工作原理 12

一、PLC 的等效电路 12

二、PLC 的工作过程 14

三、PLC 的工作方式、工作状态与扫描周期 19

第四节 PLC 的编程语言 20

一、梯形图 (LAD) 编程语言 20

二、指令表 (STL) 编程语言 21

三、顺序功能图 (SFC) 编程语言 21

第二章 CQM1H 系列 PLC 的

系统配置及指令系统 22

第一节 CQM1H 系列 PLC 的系统配置及 I/O 通道分配 22

一、CQM1H 系列 PLC 的系统配置 22

二、CQM1H 系列 PLC 的 I/O 通道分配 23

第二节 CQM1H 系列 PLC 的内部编程元件及其功能 24

一、OMRON PLC 的数据存储格式 25

二、输入/输出继电器区 26

三、内部辅助继电器区 IR 26

四、特殊继电器区 SR 26

五、保持继电器区 HR 30

六、暂存继电器区 TR 30

七、定时器/计数器区 TC 30

八、数据存储区 DM 31

九、辅助存储继电器区 AR 31

十、链接继电器区 LR 31

第三节 常用基本指令 31

一、导读 32

二、装载及输出指令 32

三、触点串联 (与操作) 指令 34

四、触点并联 (或操作) 指令 35

五、电路块串联 (块与) 指令和电路块并联 (块或) 指令 36

六、锁存指令 38

七、微分指令 40

八、暂存继电器 42

九、定时器指令 42

十、计数器指令 45

十一、置位和复位指令 49

十二、空操作指令和程序结束指令 50

第四节 基本指令的应用 51

一、自锁和互锁程序 52

二、顺序控制程序 55

三、集中与分散控制电路	62	二、对 I/O 信号、中间继电器、 时间继电器和热继电器的处 理	150
四、循环控制电路	64	三、Z3040 型摇臂钻床的 PLC 控制	154
五、故障报警	68	第四章 PLC 在小控制系统中的 应用	162
六、定时器和计数器的应用	71	第一节 三相异步电动机 的 PLC 控制	162
第五节 常用功能指令及应 用	85	一、三相异步电动机单向运行 直接起动控制	162
一、分支/分支结束指令	85	二、三相异步电动机可逆运行 直接起动控制	167
二、跳转/跳转结束指令	90	三、三相异步电动机的 Y- Δ 减压起动控制	174
三、数据传送指令	93	四、三相异步电动机的串电阻 减压起动控制	178
四、数据比较指令	97	五、三相异步电动机的串自耦 变压器减压起动控制	180
五、移位寄存器指令	99	六、三相异步电动机制动控制	182
第三章 PLC 的程序设计	106	第二节 三相绕线转子异步 电动机的 PLC 控制	189
第一节 PLC 控制系统程序设 计的基本要求和梯形 图编程的基本原则	106	一、三相绕线转子异步电动机 串电阻起动电路	189
一、PLC 程序设计的基本要求	106	二、三相绕线转子异步电动机 串频敏变阻器起动电路	192
二、梯形图编程的基本原则	107	第三节 两台电动机顺序起 停的 PLC 控制	194
第二节 经验设计法	112	一、两台电动机顺序延时起动、 同时停止控制电路	194
一、经验设计法的设计步骤	112	二、两台电动机顺序延时起动、 逆序延时停止控制电路	196
二、经验设计法实例	113	第四节 建筑设备的 PLC 控制	198
第三节 波形图设计法	121	一、仓库大门的 PLC 控制	198
一、波形图设计法的设计步骤	122	二、水塔供水系统的 PLC 控制	202
二、波形图设计法实例	122	第五节 小车往返运行的 PLC	
第四节 逻辑设计法	131		
一、基本逻辑函数和运算式与 梯形图、指令助记符的对 应关系	131		
二、逻辑设计法的设计步骤	132		
三、逻辑设计法实例	132		
第五节 顺序控制设计法	138		
一、顺序控制设计法的功能图	138		
二、用顺序控制设计法编程的 步骤	142		
三、顺序控制设计法实例	142		
第六节 继电-接触器控制电 路移植设计法	149		
一、设计方法和步骤	149		

控制	209	二、PLC 控制系统设计的基本	
一、一处卸料的运料小车自动往		内容	241
返控制	209	三、PLC 控制系统设计的一般	
二、两处卸料的选料小车 PLC		步骤	243
控制	212	第三节 PLC 机型的选择	243
三、送料车控制	218	一、选型原则	243
第六节 霓虹灯、喷泉等的		二、PLC 型号的选择	244
PLC 控制	225	三、PLC 容量的估算	246
一、用一般指令编程的霓虹灯		四、I/O 模块的选择	246
闪烁控制	225	五、分配输入/输出点	247
二、喷泉控制电路	230	第四节 系统设计	248
三、电动机延时顺序起动、分		一、硬件设计	248
别定时关机或同时关机的		二、软件设计	248
顺序控制	233	第五节 系统总装调试	249
四、密码锁的 PLC 控制	236	一、程序调试前的准备工作	249
第五章 PLC 控制系统的设计 ...	240	二、程序调试	250
第一节 评估控制任务	240	第六节 编程示例	251
第二节 PLC 控制系统设计的基		一、多种液体混合装置	251
本内容和步骤	241	二、交通信号灯的 PLC 控制	257
一、PLC 控制系统设计的基本		三、机械手的 PLC 控制系统	264
原则	241	参考文献	276

第一章 可编程序控制器的基本组成和工作原理

可编程序控制器（Programmable Logic Controller, PLC）是一种专为工业环境下应用而设计的，以微处理芯片为核心的新型工业控制装置。

国际电工委员会（IEC）于1987年对可编程序控制器作了如下定义：

可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下的应用而设计。它采用可编程的存储器，用来在其内部存储和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的命令，并通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的生产机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备，都应按照易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩充功能的原则设计。

由 PLC 的定义可以看出：

- 1) PLC 是为适应各种较为恶劣的工业环境而设计。
- 2) PLC 具有与计算机相似的结构，是一种工业通用计算机。
- 3) PLC 必须经过用户二次开发编程方可使用。

综上所述，可编程序控制器是在硬接线逻辑控制技术和计算机技术的基础上发展起来的，简称 PC，但为了与个人计算机（Personal Computer, PC）区别，将其简称为 PLC。

第一节 PLC 的特点、分类、性能指标和应用领域

一、PLC 的特点

1. 编程方法简单易学

梯形图是使用得最多的 PLC 编程语言，其电路符号和表达方式与继电器-接触器控制电路图相似，梯形图语言形象直观、易学易懂，熟悉继电器-接触器控制电路图的电气技术人员只需花几天时间就可以熟悉梯形图编程语言，并用来编制用户程序。

梯形图编程语言实际上是一种面向用户的高级语言，PLC 在执行梯形图程序时，将它“翻译”成汇编语言后再去执行。

2. 功能强，性能价格比高

一台小型 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件，有很强的功能，可以实现非常复杂的控制，与相同功能的继电器-接触器控制系统相比，具有很

高的性能价格比。PLC 可以通过通信联网, 实现分散控制、集中管理。

3. 硬件配套齐全, 用户使用方便, 适应性强

PLC 产品已经标准化、系列化、模块化, 配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用, 用户能灵活方便地进行系统配置, 组成不同功能、不同规模的系统。PLC 的安装接线也很方便, 一般用接线端子连接外部接线。PLC 有较强的带负载能力, 可以直接驱动一般的电磁阀和中小型交流接触器。

硬件配置确定后, 通过修改用户程序, 就可以方便、快速地适应工艺条件的变化。

4. 可靠性高, 抗干扰能力强

传统的继电器-接触器控制系统中使用了大量的中间继电器、时间继电器、接触器, 容易出现触点接触不良的故障。PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器, 仅剩下与输入和输出有关的少量硬件元件, 接线可减少很多, 因此由于触点接触不良造成的故障大为减少。

PLC 使用了一系列硬件和软件抗干扰措施, 具有很强的抗干扰能力, 可以直接用于有较强干扰的工业生产现场, 已被广大用户公认为是最可靠的工业控制设备之一。

5. 系统的设计周期短, 安装、调试工作量少

PLC 用软件功能取代了继电器-接触器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件, 使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。

PLC 的梯形图程序可以用顺序控制设计法来设计。这种编程方法很有规律, 很容易掌握。对于复杂的控制系统, 如果掌握了正确的设计方法, 设计梯形图的时间比设计继电器-接触器控制系统电路的时间要少得多。

进行系统设计时, 可以在实验室模拟调试 PLC 的用户程序, 输入信号用小开关来模拟, 并通过 PLC 上的发光二极管观察输出信号的状态。完成了系统的安装和接线后, 在现场统调过程中发现的问题一般通过修改程序就可以解决, 这样系统的调试时间比继电器-接触器控制系统少得多。

6. 维修工作量小, 维修方便

PLC 的故障率很低, 且有完善的自诊断和显示功能。PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时, 可以根据 PLC 上的发光二极管或编程器提供的信息方便地查明故障的原因, 用更换模块的方法迅速地排除故障。

7. 体积小, 能耗低

对于复杂的控制系统, 使用 PLC 后, 可以减少大量的中间继电器和时间继电器, 小型 PLC 的体积仅相当于几个继电器的大小, 因此可将开关柜的体积缩小到原来的 $1/10 \sim 1/2$ 。

PLC 控制系统的配线比继电器-接触器控制系统少得多, 因此可以省下大量

的配线和附件，减少很多安装接线工时，加上开关柜体积的缩小，可以节省大量的费用。

综上所述，PLC 与目前应用于工业过程的各种实现顺序控制设备相比较，具有明显的优势。

二、PLC 的分类

目前，PLC 的种类很多，规格性能不一，通常可根据它的结构形式、容量或功能进行分类。

1. 按结构形式进行分类

按照硬件的结构形式，PLC 可分为以下三种。

(1) 整体式 PLC

这种结构的 PLC 将电源、CPU、输入/输出部件等集成在一起，装在一个箱体内，通常称为主机。整体式 PLC 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格低等特点，但主机的输入/输出 (I/O) 点数固定，使用不太灵活。小型的 PLC 通常使用这种结构，适用于简单的控制场合。

(2) 模块式 PLC

模块式 PLC 也称积木式 PLC，即把 PLC 的各组成部分以模块的形式分开，如电源模块、CPU 模块、输入模块、输出模块等，使用时需根据要求把这些模块插在底板上，组装在一个机架内。这种结构的 PLC 组装灵活、装配方便、便于扩展，但结构较复杂、价格较高。大型的 PLC 通常采用这种结构，适用于比较复杂的控制场合。

(3) 叠装式 PLC

这是一种新的结构形式，它吸收了整体式和模块式 PLC 的优点，如三菱公司的 FX2 系列，它的基本单元、扩展单元和扩展模块等高等宽，但是长度不同。它们不用基板，仅用扁平电缆，紧密拼装后组成一个整齐的长方体，I/O 点数的配置也相当灵活。

2. 按容量进行分类

PLC 的容量主要指其 I/O 点数。按容量大小，可将 PLC 分为以下三种。

(1) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 256 点以下。

(2) 中型 PLC

中型 PLC 的 I/O 点数一般在 256 ~ 1024 点之间。

(3) 大型 PLC

大型 PLC 的 I/O 点数在 1024 点以上。

3. 按功能进行分类

按 PLC 功能上的强弱，可分为以下三种。

(1) 低档机

具有逻辑运算、定时、计数等功能，有的具备一定的算术运算、数据处理和传送等功能，可实现逻辑、顺序、定时、计数等控制功能。

(2) 中档机

除具有低档机的功能外，还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送等功能，可完成既有开关量又有模拟量的控制任务。

(3) 高档机

除具有中档机的功能外，还具有带符号运算、矩阵运算等功能，使得运算能力更强，还具有模拟量调节、联网通信等功能，能进行智能控制、远程控制、大规模控制，可构成分布式控制系统，实现工厂自动化管理。

当然，上述分类方法不是固定的，而是随 PLC 整体性能的提高在不断变化。

三、PLC 的性能指标

1. 用户存储器容量

PLC 的存储器由系统程序存储器、用户程序存储器和数据存储器组成。PLC 的存储器容量一般指用户程序存储器和数据存储器容量之和，表明系统提供给用户的可用资源。通常用 K 字 (KW)、K 字节 (KB) 或 K 位来表示，其中，1K = 1024，也有的 PLC 直接用所能存放的程序量表示。在一些 PLC 中存放的程序地址单位为“步”，每一步占用两个字节，一条指令一般为一步。功能复杂的基本指令及功能指令往往有若干步。小型 PLC 用户存储器的容量多为几千字节，大型 PLC 用户存储器的容量可达到几兆字节。

2. I/O 点数

I/O 点数是指外部 I/O 端子的数量，它决定了 PLC 可控制的输入开关信号和输出开关信号的总体数量。

3. 扫描速度

扫描速度与扫描周期成反比。通常是指 PLC 扫描 1KB 用户程序所需的时间，一般以 ms/KB 为单位。其中，CPU 的类型、机器字长等因素会直接影响 PLC 的运算精度和运行速度。

4. 编程指令的种类和功能

编程指令的种类和功能越多，用户编程就越方便。

5. 内部寄存器的配置和容量

用户编制 PLC 程序时，需要大量使用 PLC 内部的寄存器存放变量、中间结果、定时计数及各种标志位等数据信息，因此内部寄存器的数量直接关系到用户程序的编制。

6. 通信联网功能

通信分为 PLC 之间的通信和 PLC 与其他设备之间的通信, 主要涉及通信模块、通信接口和通信指令等内容。PLC 的组网和通信能力也是 PLC 的主要指标之一。

7. PLC 的扩展能力

在进行 PLC 选型时, 其扩展性是一个非常重要的因素。一般而言, 可扩展性包括存储容量的扩展、I/O 点数的扩展、模块的扩展、通信联网功能的扩展等。

8. 支持软件

为了便于 PLC 的编程和监控, 各 PLC 生产厂家相继开发出各类计算机支持的编程软件和监控软件。性能优越的 PLC 支持软件可方便地实现用户程序的编制与修改, 同时也可对 PLC 的工作状态进行有效的监控。

四、PLC 的应用领域

随着微电子技术的快速发展, PLC 的制造成本不断下降, 而功能却大大增强。目前, PLC 已成为工业控制的标准设备, 应用的领域已覆盖了所有工业企业。概括起来主要应用在以下几个方面。

1. 开关量的逻辑控制

开关量逻辑控制是工业控制中应用最多的控制, PLC 的输入和输出信号都是通/断的开关信号。控制的 I/O 点数可以不受限制, 从十几个点到成千上万个点, 均可通过扩展实现。在开关量的逻辑控制中, PLC 是继电器-接触器控制系统的替代产品。

用 PLC 进行开关量控制的系统遍及许多行业, 如机床电气控制、电动机控制、电梯运行控制、高炉上料、汽车装配线、啤酒灌装生产线等。

2. 模拟量控制

PLC 能够实现对模拟量的控制, 如果配上闭环控制 (PID) 模块后, 可对温度、压力、流量、液面高度等连续变化的模拟量进行闭环过程控制, 如对锅炉、冷冻机、水处理设备、酿酒装置等的控制。

3. 数字量控制

PLC 能和机械加工中的数字控制 (NC) 及计算机数字控制 (CNC) 联合起来, 实现数字量的控制。随着 PLC 技术的迅速发展, 今后的计算机数控系统将变成以 PLC 为主的控制系统。

4. 机械运动控制

PLC 可采用专用的运动控制模块, 对伺服电动机和步进电动机的速度与位置进行控制, 以实现对各种机械的运动控制, 如对金属切削机床、数控机床、工业机器人等控制。

5. 通信、联网及集散控制

PLC 通过网络通信模块及远程 I/O 控制模块, 可实现 PLC 与 PLC 之间的通信、联网, 以及与上位计算机之间的通信、联网; 实现 PLC 分散控制、计算机集中管理的集散控制 (又称分布式控制) 模式, 从而组成多级控制系统, 增加系统的控制规模, 甚至可以使整个工厂实现生产自动化。例如, 日本三菱公司开发的 CC-Link 系列及德国西门子公司开发的 Profibus 系列就是具有该功能的产品。

第二节 PLC 的基本结构

一、PLC 的基本组成

PLC 的结构多种多样, 但其基本组成一般都是相同的。PLC 实质上是一种新型的工业控制计算机, 是以微处理器为核心的, 但比一般的计算机具有更强的与工业过程控制相连接的接口和更直接地适应于控制要求的编程语言。因此, PLC 与计算机的结构组成十分相似。

从硬件结构看, PLC 主要由中央处理单元 (CPU)、存储器 (RAM、ROM)、I/O 接口单元、电源和编程器等组成, 其结构如图 1-1 所示。

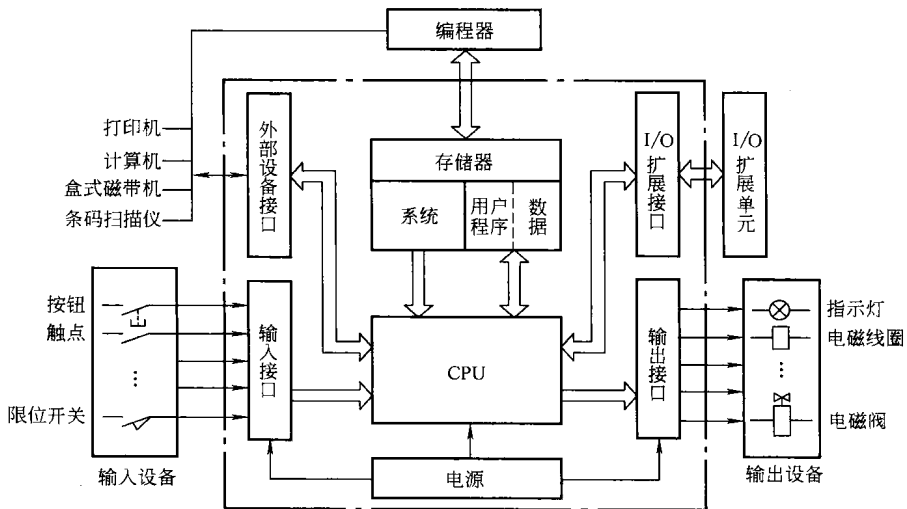


图 1-1 PLC 结构

二、PLC 各组成部分的作用

1. 中央处理单元 (CPU)

中央处理单元 (CPU) 是 PLC 的核心, 相当于人的大脑, 它主要由控制电路、运算器和寄存器组成, 这些电路一般都集成在一块芯片上。CPU 通过地址

总线、数据总线和控制总线与存储器单元、I/O 接口电路连接，其主要作用是按 PLC 中系统程序赋予的功能控制整个系统协调一致地运行，它解释并执行用户及系统程序，通过执行用户及系统程序完成所有控制、处理、通信及其他功能。CPU 的主要任务包括：控制从编程器输入的用户程序和数据的接收与存储；以扫描方式通过 I/O 接口单元接收现场的状态或数据，并存入输入映像存储器或数据存储器中；实现 PLC 内部电路的故障和编程错误等的自诊断功能；在 PLC 运行状态中从用户程序存储器读取用户指令，并经解释后按指令规定的任务执行数据传送、逻辑运算或算术运算；根据运算结果，更新有关标志位状态及输出映像存储器内容，然后经输出接口单元实现输出或数据通信等功能。

不同型号的 PLC 可能使用不同的 CPU，制造厂家使用 CPU 的指令系统编写系统程序，并固化在只读存储器（ROM）中。CPU 按系统程序赋予的功能接收用户程序和数据，存入随机存储器（RAM）中。CPU 按扫描方式工作，从 0000 首地址存放的第一条用户程序开始，到用户程序的最后一个地址，不停地周期性扫描，每扫描一次，用户程序就执行一次。

CPU 的主要功能有以下几点：

1) 从存储器中读取指令。CPU 从地址总线上给出存储地址，从控制总线上给出读命令，从数据总线上得到读出的指令，并存入 CPU 内的指令寄存器中。

2) 执行指令。对存放在指令寄存器中的指令操作码进行译码，执行指令规定的操作，如读取输入信号、读取操作数、进行逻辑运算或算术运算，将结果输出给有关部分。

3) 准备取下一条指令。CPU 执行完一条指令后，根据条件可产生下一条指令的地址，以便取出和执行下一条指令。在 CPU 的控制下，程序的指令既可以顺序执行，也可以分支或跳转。

2. 存储器

PLC 的存储器是一些具有记忆功能的电子器件，主要用于存放系统程序、用户程序和工作数据等信息。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，存放工作数据的存储器称为数据存储器。

(1) PLC 常用的存储器类型

1) RAM (Random Access Memory)。RAM 是一种读/写存储器，它读写方便，存储速度快，由锂电池支持的 RAM 可以满足各种需要。PLC 中的 RAM 一般用作用户程序存储器和数据存储器。

2) ROM (Read Only Memory)。ROM 内容一般不能修改，掉电后不会丢失。在 PLC 中一般用于存储制造厂家写入的系统程序，并且永远驻留（PLC 去电后再加电，ROM 中内容不变）。

3) EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)。EPROM 称为可擦可编程 ROM, 是一种可擦除的只读存储器。在紫外线连续照射约 20min 后, 即能将存储器内的所有内容清除; 若加高电平 (12.5V 或 24V) 则可以写入程序。在断电的情况下, 存储器的内容保持不变。这类存储器可以用来存储系统程序和用户程序。

4) E²PROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)。E²PROM 称为电可擦除 ROM, 是一种电可擦除的只读存储器, 使用编程器就可以对存储器的内容进行修改。它兼有 RAM 和 EPROM 的优点。但要对其某单元写入时, 必须首先擦除该存储单元的内容, 且执行读/写操作的总次数有限, 约 1 万次。

(2) PLC 存储空间的分配

PLC 的存储空间一般可分为三个区域: 系统程序存储区、系统 RAM 存储区 (包括 I/O 映像区和系统软设备)、用户程序存储区。

1) 系统程序存储区。一般采用 ROM 或 EPROM。该存储区用于存放系统程序, 包括监控程序、功能子程序、管理程序、命令解释程序、系统诊断程序等。这些程序和硬件决定了 PLC 的各项性能。

系统程序是用来控制和完成 PLC 各种功能的程序, 这些程序是由 PLC 制造厂家用相应 CPU 的指令系统编写的, 并固化到 ROM 中。

2) 用户程序存储区。用户程序存储区用来存放由编程设备输入的用户针对具体控制任务自行编制的用户程序。该区一般采用 EPROM 或 E²PROM, 或者采用加有备用电池的 RAM。不同类型的 PLC, 其存储容量各不相同。中小型 PLC 的存储容量一般不超过 8KB, 大型 PLC 的存储容量高达几百 KB。

用户程序是指使用者根据工程现场的生产过程和工艺要求编写的控制程序, 可通过编程设备修改或增删。

3) 系统 RAM 存储区。用于存放 I/O 状态、定时/计数的值、中间结果等, 包括 I/O 映像区以及逻辑线圈、数据寄存器、计数器、定时器等设备的存储区。

由于这些程序或数据根据用户需要会经常被改变、调试, 因此用户存储区多为随机存储器 (RAM)。为保证掉电时不会丢失存储的信息, 一般用锂电池作为后备电池, 锂电池的寿命一般为 5~10 年, 若经常带负载一般为 2~5 年。当用户程序确定不变后, 可将其写入 EPROM 中。

PLC 具备了系统程序, 才能使用户有效地使用 PLC; PLC 系统具备了用户程序, 通过运行才能发挥 PLC 的功能。一般系统存储器容量的大小, 决定系统程序的大小和复杂程度, 也决定了 PLC 的功能。用户存储器容量的大小, 关系到用户程序容量的大小和内部元件的多少, 决定了用户控制系统的控制规模和复

杂程度，是反映 PLC 性能的重要指标之一。

3. 输入/输出 (I/O) 接口单元

PLC 作为一种工业控制用计算机，其控制对象是工业过程，它与工业生产过程的联系是通过 I/O 接口单元实现的。I/O 接口单元是 PLC 与现场的 I/O 设备或其他外部设备之间的连接部件。

输入接口单元的作用是将输入信号转换为 CPU 能够接收和处理的信号，即对输入信号进行滤波、隔离、电平转换等，把输入信号安全可靠地传送到 PLC 内部。输出接口单元的作用是将 CPU 送出的弱电控制信号转换为外部设备需要的强电信号，即把用户程序的运算结果输出到 PLC 外部的执行机构。输出接口单元具有隔离 PLC 内部电路和外部执行元件的作用，还具有功率放大作用。

通常，PLC 的制造厂家为用户提供多种用途的 I/O 接口单元：从数据类型上看有开关量和模拟量；从电压类别上看有直流和交流；从速度上看有低速和高速；从距离上看可分为本地 I/O 接口单元和远程 I/O 接口单元，远程 I/O 接口单元通过电缆与 CPU 单元相连，可放在距 CPU 单元数百米远的地方。由于采用了光耦合器隔离技术，I/O 接口单元不仅能完成 I/O 接口电信号的传递与转换，而且有效地抑制了干扰，起到与外部电的隔离作用。

输入接口用来接收和采集两种类型的输入信号，一类是由按钮、选择开关、继电器、接近开关、光电开关、行程开关、数字拨码开关等开关量输入的信号；另一类是由电位器、测速发电机和各种变送器送来的模拟量输入信号。输出接口一般分为继电器输出型、晶体管输出型和晶闸管输出型，用来连接被控对象中的各执行元件，如接触器线圈、电磁阀线圈、指示灯、调节阀（模拟量）、调速装置（模拟量）等。

(1) 输入接口电路

输入接口电路一般由光耦合电路和微机输入接口电路组成。

采用光耦合电路与现场输入信号相连的目的是为了防止现场的强电干扰进入 PLC。光耦合电路的关键器件是光耦合器，一般由发光二极管和光敏晶体管或光敏晶闸管组成。

光耦合器的输入端加上变化的电信号，发光二极管就产生与输入信号变化规律相同的光信号。光敏晶体管在光信号的照射下导通，导通程度与光信号的强弱有关。在光耦合器的线性工作区，输出信号与输入信号呈线性关系。

光耦合器的抗干扰性能很好，这是由于输入端和输出端是靠光信号耦合的，在电气上是完全隔离的，因此，输出端的信号不会反馈到输入端，也不会产生地线干扰或其他串扰。

由于发光二极管的正向阻抗值较低，而外界干扰源的内阻一般较高，根据分压原理可知，干扰源能馈送到输入端的干扰噪声很小。正是由于 PLC 在现场

信号的输入环节采用了光耦合器，才增强了抗干扰能力。

微机输入接口电路一般由数据输入寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路构成，这些电路集成在一块芯片上。现场的输入信号通过光耦合器送到数据输入寄存器，再通过数据总线送给 CPU。

PLC 的输入接口电路通常有三种类型：直流 12~24V 输入，交流 100~120V 或 200~240V 输入，交直流 12~24V 输入。图 1-2 为其中两种 PLC 的输入接口电路。外部输入开关通过输入端子与 PLC 相连接。

输入接口电路的一次电路和二次电路间除了有光耦合器将现场与 PLC 内部在电气上隔离开，还设有 RC 滤波器，用于消除输入触点的抖动和输入线引入的外部噪声的干扰。

(2) 输出接口电路

输出接口电路一般由微机输出接口电路和功率放大电路组成。

微机输出接口电路一般由输出数据寄存器、选通电路和中断请求电路集成而成。CPU 通过数据总线将要输出的信号放到输出数据寄存器中。功率放大电路是为了适应工业控制的要求，将微机输出的信号加以放大。

PLC 的输出接口电路通常有以下三种形式。

- 1) 晶体管输出型。通过光隔离器件使开关晶体管导通或截止，以控制外电路的接通或断开。
- 2) 双向晶闸管输出型。采用的是光耦合双向晶闸管。
- 3) 继电器输出型。PLC 输出时，通过内部驱动电路接通或断开输出继电器的线圈，使继电器的触点闭合或断开，用继电器触点控制外电路的通断。

各种型号 PLC 的输出接口电路大致相同，图 1-3 为三种 PLC 的输出接口电路。外部负载（如接触器、电磁阀等）通过输出端子与 PLC 相连。

每种输出电路都有隔离措施。晶体管输出型是在 PLC 的内部电路与输出晶

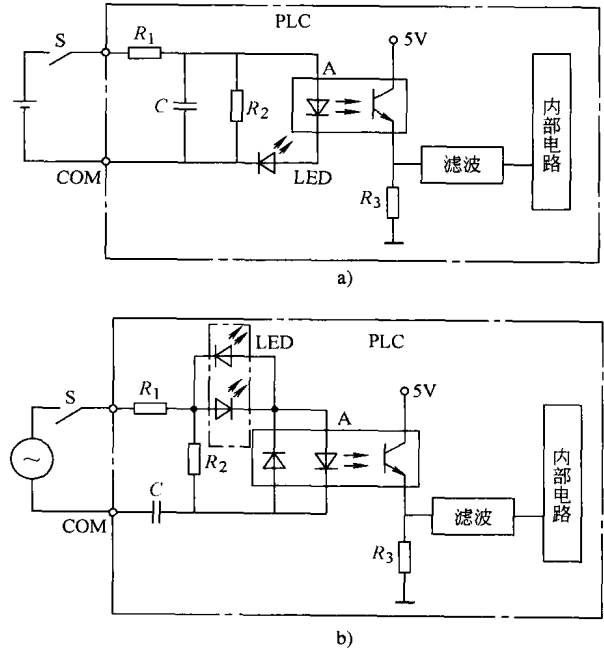


图 1-2 PLC 的输入接口电路

a) 直流 24V 输入电路 b) 交流输入电路