

图解欧姆龙 PLC入门

第3版

郑凤翼 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解欧姆龙 PLC 入门

第 3 版

郑凤翼 主编



机械工业出版社

可编程控制器 (PLC) 是以计算机技术为核心的通用工业控制装置, 它是将传统的继电器-接触器控制技术与计算机技术和通信技术融为一体, 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. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-111-42696-7

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 (2013) 第 115538 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 顾 谦

责任校对: 张 媛 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)

2013 年 6 月第 3 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 15 印张 · 288 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-42696-7

定价: 29.90 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 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

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。

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，解释并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。

本书由郑凤翼主编，参加编写工作的还有郑丹丹、孟庆涛、齐宝霞、郑晞晖、苏阿莹、耿立文、傅丛俏、温永库、王晓琳、杨洪升、冯建辉、王军生、李红霞、徐占国和张萍等。

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 2

三、PLC 的性能指标 3

四、PLC 的应用领域 4

第二节 PLC 的基本结构 5

一、PLC 的基本组成 5

二、PLC 各组成部分的作用 5

第三节 PLC 的工作原理 9

一、PLC 的等效电路 9

二、PLC 的工作过程 12

三、PLC 的工作方式、工作状态与扫描周期 17

第四节 PLC 的编程语言 17

一、梯形图 (LAD) 编程语言 17

二、指令表 (STL) 编程语言 18

三、顺序功能图 (SFC) 编程语言 18

第二章 CQM1H 系列 PLC 的系统配置及指令系统 19

第一节 CQM1H 系列 PLC 的系统配置及 I/O 通道分配 19

一、CQM1H 系列 PLC 的系统配置 19

二、CQM1H 系列 PLC 的 I/O 通道分配 20

第二节 CQM1H 系列 PLC 的内部编程元件及其功能 21

一、OMRON PLC 的数据存储格式 22

二、输入/输出继电器区 23

三、内部辅助继电器区 IR 23

四、特殊继电器区 SR 23

五、保持继电器区 HR 24

六、暂存继电器区 TR 24

七、定时器/计数器区 TC 25

八、数据存储区 DM 25

九、辅助存储继电器区 AR 25

十、链接继电器区 LR 25

第三节 常用基本指令 25

一、导读 26

二、装载及输出指令 27

三、触点串联 (与操作) 指令 28

四、触点并联 (或操作) 指令 29

五、电路块串联 (块与) 指令和电路块并联 (块或) 指令 30

六、锁存指令 32

七、微分指令 34

八、暂存继电器 36

九、定时器指令 36

十、计数器指令 39

十一、置位和复位指令 43

十二、空操作指令和程序结束指令 44

第四节 基本指令的应用 45

一、自锁和互锁程序 46

二、顺序控制程序 49

三、集中与分散控制电路	52	理	127
四、循环控制电路	54	三、Z3040 型摇臂钻床的 PLC	
五、故障报警	58	控制	129
六、定时器和计数器的应用	61	第四章 PLC 在小控制系统中	
第五节 常用功能指令及应		的应用	138
用	70	第一节 三相异步电动机的	
一、分支/分支结束指令	70	PLC 控制	138
二、跳转/跳转结束指令	75	一、三相异步电动机单向运行	
三、数据传送指令	78	起动、保持、停止电路	138
四、数据比较指令	82	二、三相异步电动机可逆运行	
五、移位寄存器指令	84	直接起动控制	139
第三章 PLC 的程序设计	91	三、三相异步电动机的 $\text{Y} - \Delta$	
第一节 PLC 控制系统梯形		减压起动控制	147
图编程的基本原则	91	四、三相异步电动机的串电阻	
第二节 经验设计法	95	减压起动控制	149
一、经验设计法的设计步骤	96	五、三相异步电动机的串自耦	
二、经验设计法实例	97	变压器减压起动控制	151
第三节 波形图设计法	102	六、三相异步电动机制动控制	153
一、波形图设计法的设计步骤	102	第二节 三相绕线转子异步	
二、波形图设计法实例	102	电动机的 PLC 控制	158
第四节 逻辑设计法	108	一、三相绕线转子异步电动机	
一、基本逻辑函数和运算符与		串电阻起动电路	158
梯形图、指令助记符的对		二、三相绕线转子异步电动机	
应关系	108	串频敏变阻器起动电路	161
二、逻辑设计法的设计步骤	109	第三节 两台电动机顺序起	
三、逻辑设计法实例	109	停的 PLC 控制	163
第五节 顺序控制设计法	115	一、两台电动机顺序延时起动、	
一、顺序控制设计法的顺序功		同时停止控制电路	163
能图	115	二、两台电动机顺序延时起动、	
二、用顺序控制设计法编程的		逆序延时停止控制电路	165
步骤	119	第四节 小车往返运行的 PLC	
三、顺序控制设计法实例	119	控制	167
第六节 继电-接触器控制电		一、一处卸料的运料小车自动往	
路移植设计法	126	返控制	167
一、设计方法和步骤	126	二、两处卸料的选料小车 PLC	
二、对 I/O 信号、中间继电器、		控制	170
时间继电器和热继电器的处		三、送料车控制	176

VI

第五节 霓虹灯、喷泉等的 PLC 控制	183
一、用一般指令编程的霓虹灯 闪烁控制	183
二、喷泉控制电路	188
三、密码锁的 PLC 控制	191
第五章 PLC 控制系统的设计	195
第一节 评估控制任务	195
第二节 PLC 控制系统设计 的基本内容和步骤	196
一、PLC 控制系统设计的基本 原则	196
二、PLC 控制系统设计的基本 内容	196
三、PLC 控制系统设计的一般 步骤	197
第三节 PLC 机型的选择	199
一、选型原则	199
二、PLC 型号的选择	200
三、PLC 容量的估算	201
四、I/O 模块的选择	201
五、分配输入/输出点	202
第四节 系统设计	203
一、硬件设计	203
二、软件设计	203
第五节 系统总装调试	204
一、程序调试前的准备工作	205
二、程序调试	205
第六节 编程示例	206
一、多种液体混合装置	206
二、交通信号灯的 PLC 控制	212
三、机械手的 PLC 控制系统	219
参考文献	231

第一章 可编程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PLC作了如下定义：

PLC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。PLC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。

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-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-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-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-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-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-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-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 3 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 3 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 3 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 (kbit) 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

的程序的地址单位为“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 5 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-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。

二、PLC 各组成部分的作用

1. 中央处理单元(CPU)

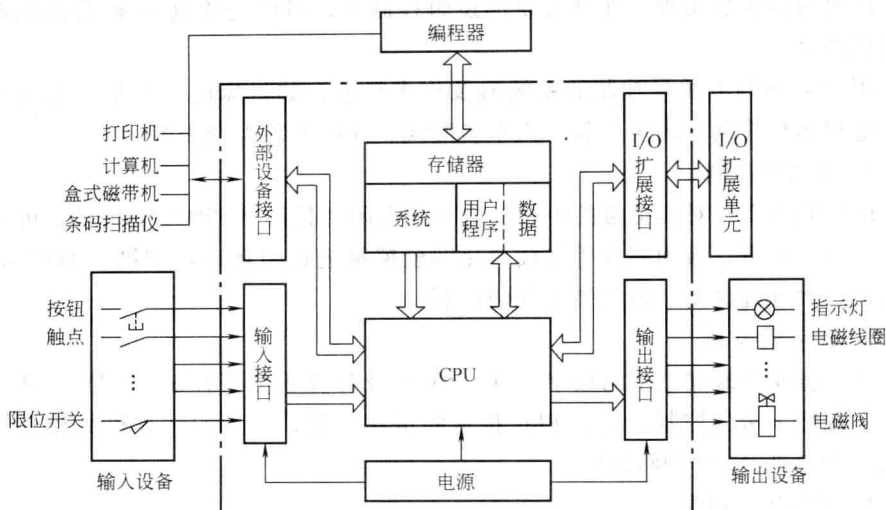


图 1-1 PLC 结构

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。

CPU 的主要功能有以下 3 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。

PLC 常用的存储器类型有随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）和只读存储器（Read Only Memory, ROM）两类。

1) 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 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. 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。

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等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。

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。

图 1-3 为 3 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。

4. 电源

电源部件的作用是将交流电源转换成供 PLC 的 CPU、存储器等电子电路工作所需要的直流电源，使 PLC 能正常工作，它的好坏直接影响 PLC 的功能和可

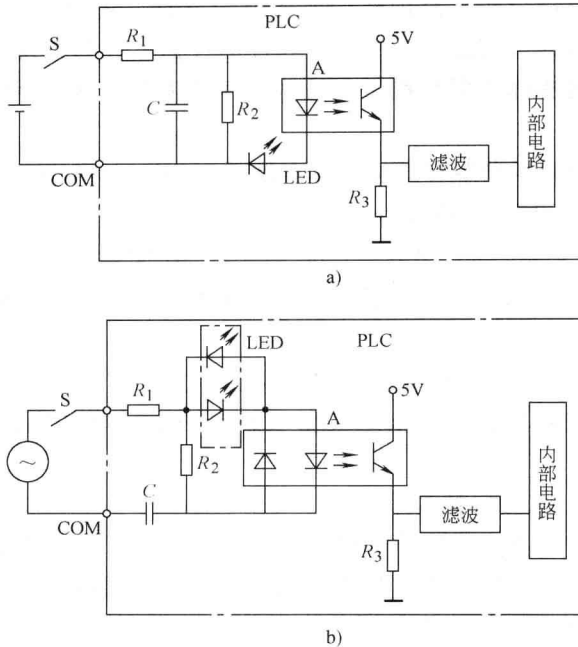


图 1-2 PLC 的输入接口电路

a) 直流 24V 输入电路 b) 交流输入电路

靠性。因此，目前大部分 PLC 采用开关式稳压电源供电，用锂电池作为停电时的后备电源。

PLC 一般使用 220V 交流电源或 24V 直流电源。内部的开关电源为各模块提供 DC 5V、 $\pm 12V$ 、24V 等直流电源。小型 PLC 一般都可以为输入电路和外部的电子传感器（如接近开关）提供 24V 直流电源，驱动 PLC 负载的电源一般由用户提供。

5. 编程器

PLC 是靠顺序地执行其内部存储的程序来完成某一工作任务的，程序的输入装置称为编程器。编程器主要由键盘、显示器和通信接口等设备组成，其主要任务是输入程序、调试程序和监控程序的执行。

PLC 的编程方式有两种：一种是手持编程器，它是由键盘、显示器和工作方式选择开关等组成，主要用于调试简单程序、现场修改参数及监视 PLC 自身的工作情况；另一种是利用上位计算机中的专业编程软件，它主要用于编写较大型的程序，并能灵活地修改、安装程序及在线调试程序，它的应用较前者更为广泛。

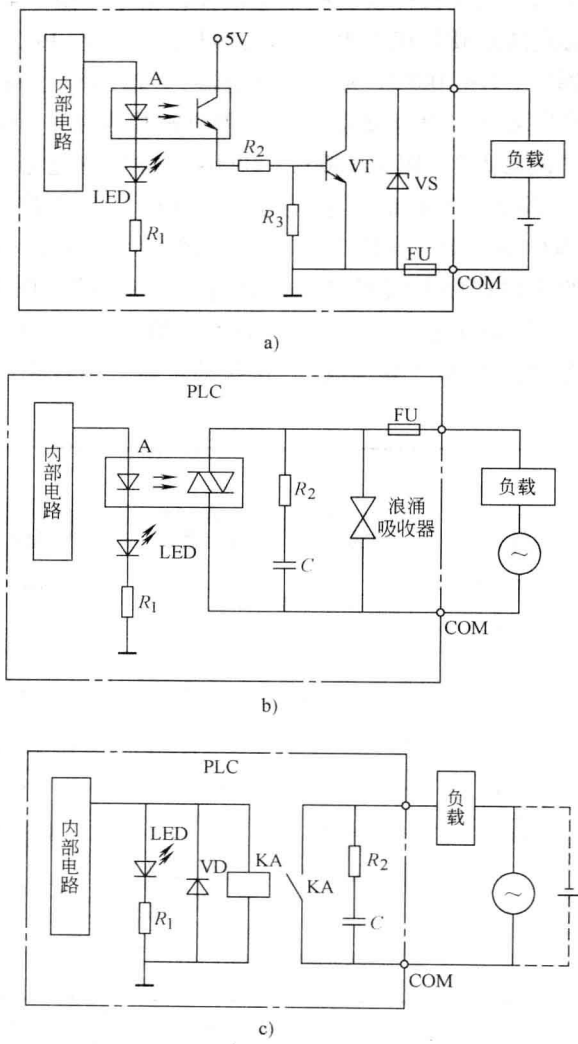


图 1-3 PLC 的输出接口电路

- a) 晶体管输出型
- b) 双向晶闸管输出型
- c) 继电器输出型

第三节 PLC 的工作原理

一、PLC 的等效电路

为了便于理解 PLC 的工作原理和工作过程，采用等效电路来表示 PLC。PLC 的等效电路主要由输入部分、输出部分和内部控制电路组成，如图 1-4 所示。

输入部分的作用是收集被控设备的信息或操作指令，图 1-4 中的若干个外接按钮、开关等的触点通过硬接线与 PLC 输入端相连，而在 PLC 内部连接到输入继电器的“软线圈”（图中 00001 为输入继电器）。输出部分的作用是驱动外部被控负载，PLC 输出端外部通过硬接线接到用户被控设备，而在 PLC 内部则连接输出继电器的“硬触点”（图中 10001 ~ 10004 为输出继电器）。内部控制电路的作用是对从输入部分得到的信息进行运算、处理，并判断哪些功能应输出，这部分建立起从 PLC 输入端信号到 PLC 输出负载之间的联系，通过用户根据控制任务要求编写的用户程序来实现逻辑控制的“软接线”。图 1-4 中的 TIM000 为定时器，01601 为辅助继电器。PLC 内部还有计数器（CNT）和许多“软继电器”或继电器“软触点”和“软接线”，这些都是通过编程软件即“用户程序”来工作的。

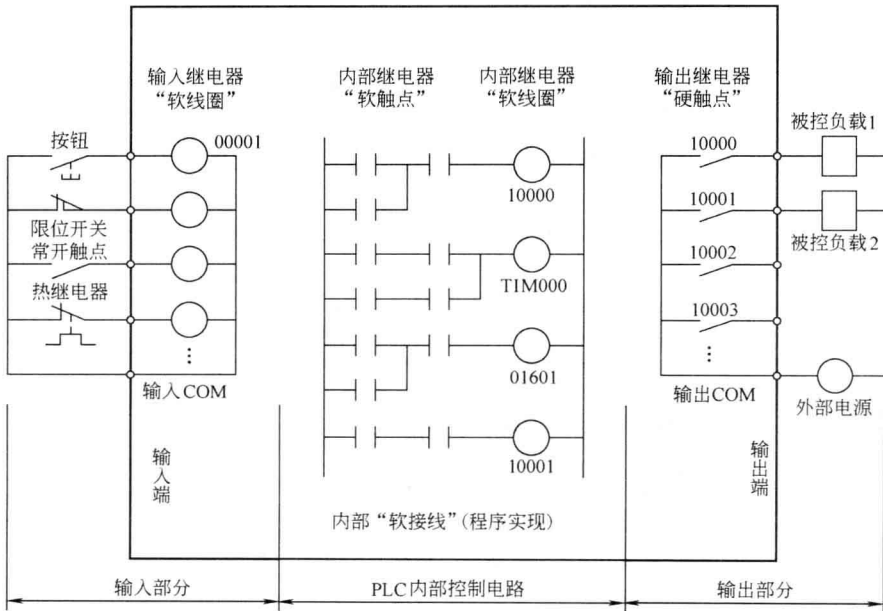


图 1-4 PLC 等效电路简图

下面以最简单的三相笼型异步电动机的连续工作控制为例来说明继电器-接触器控制电路（硬接线三相异步电动机的主电路未画）与 PLC 硬接线、PLC 梯形图（软接线）的对应关系，如图 1-5 所示。

如图 1-5a 所示，接触器线圈 KM 为执行元件。如图 1-5b 所示，PLC 的 I/O 接线图中，在输入端，起动按钮 SB₁ 接输入端子 00000，停止按钮 SB₂ 接输入端子 00001，且 SB₁、SB₂ 均接到输入公共端 COM；在输出端，接触器线圈 KM 接输出端子 10000，输出公共端 COM 上接电源。