

电工学（电工技术）第八版

第11章 可编程控制器及应用

第11章 可编程控制器及其应用

11.1 可编程控制器的结构和工作原理

11.2 可编程控制器的程序编制

11.3 可编程控制器应用举例

第11章 可编程控制器及其应用

继电接触控制系统在生产中广泛应用，但它的机械触点多、接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性差，因此已不能满足现代化生产过程复杂多变的控制要求。

可编程控制器(PLC)是以中央处理器为核心，综合了计算机和自动控制等先进技术发展起来的一种工业控制器。专门用于工业现场的自动控制装置。

PLC 具有可靠性高、功能完善、组合灵活、编程简单及功耗低、体积小等优点。但它存储容量小，价格高。本章只为初学者提供 PLC 基础知识，重点是简单程序编制，重在应用。

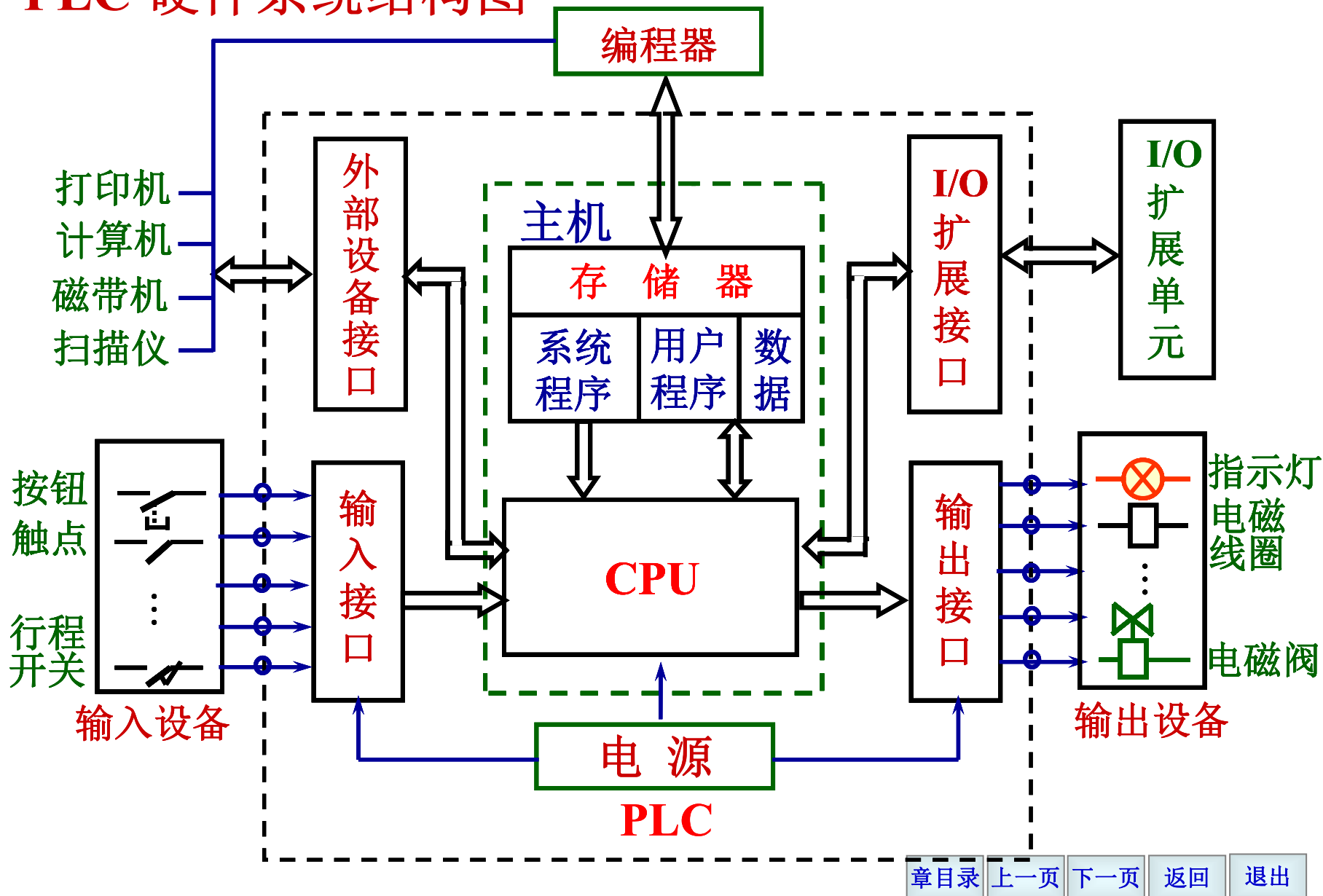
11.1 可编程控制器的结构和工作方式

11.1.1 可编程控制器的结构及各部分的作用

PLC的类型种类繁多，功能和指令系统也不尽相同，虽然多种多样，但其结构和工作方式则大同小异，一般由主机、输入/输出接口、电源、编程器、扩展接口和外部设备接口等几个主要部分构成。

PLC可看作一个系统，外部的各种开关信号或模拟信号均为输入量，它们经输入接口寄存到 **PLC** 内部的数据存储器中，而后按用户程序要求进行逻辑运算和数据处理，最后以输出变量的形式送到输出接口，从而控制输出设备。

PLC 硬件系统结构图



1. 主机

主机部分包括中央处理器（CPU）、系统程序存储器和用户程序及数据存储器

CPU是**PLC**的**核心**，主要用来运行用户程序，监控输入/输出接口状态。

PLC 内部存储器 { 系统程序存储器
 用户程序及数据存储器

系统程序存储器：主要存放系统管理和监控程序及对用户程序作编译处理的程序。系统程序已由厂家固定，用户不能更改。

用户程序及数据存储器：主要存放用户编制的应用程序及各种暂存数据、中间结果。

2. 输入/输出(I/O)接口

I/O 接口是 PLC 与输入/输出设备联接的部件。

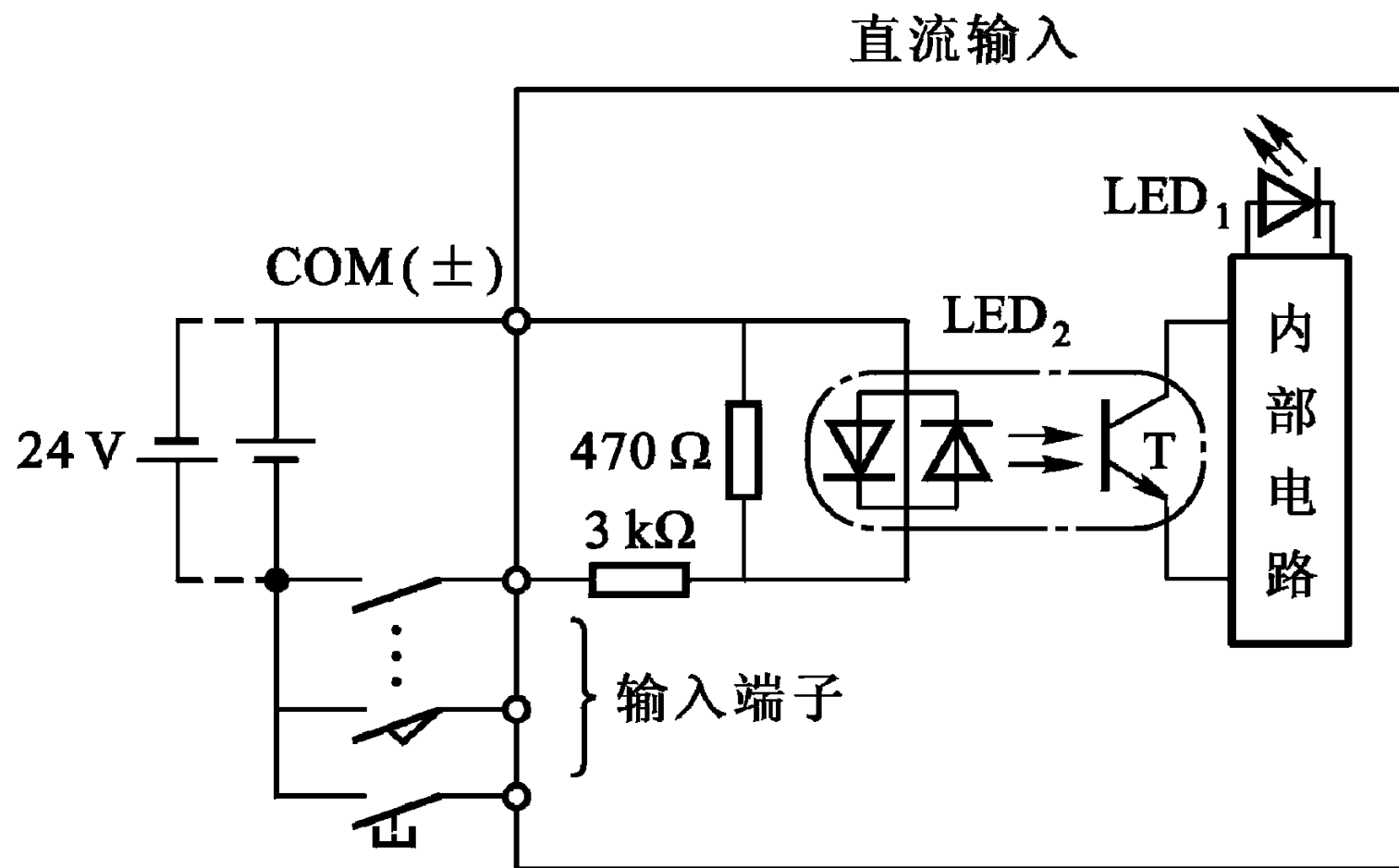
输入接口用于接收输入设备(如：按钮、行程开关、传感器等)的控制信号。

输出接口用于将经主机处理过的结果通过输出电路去驱动输出设备(如：接触器、电磁阀、指示灯等)。

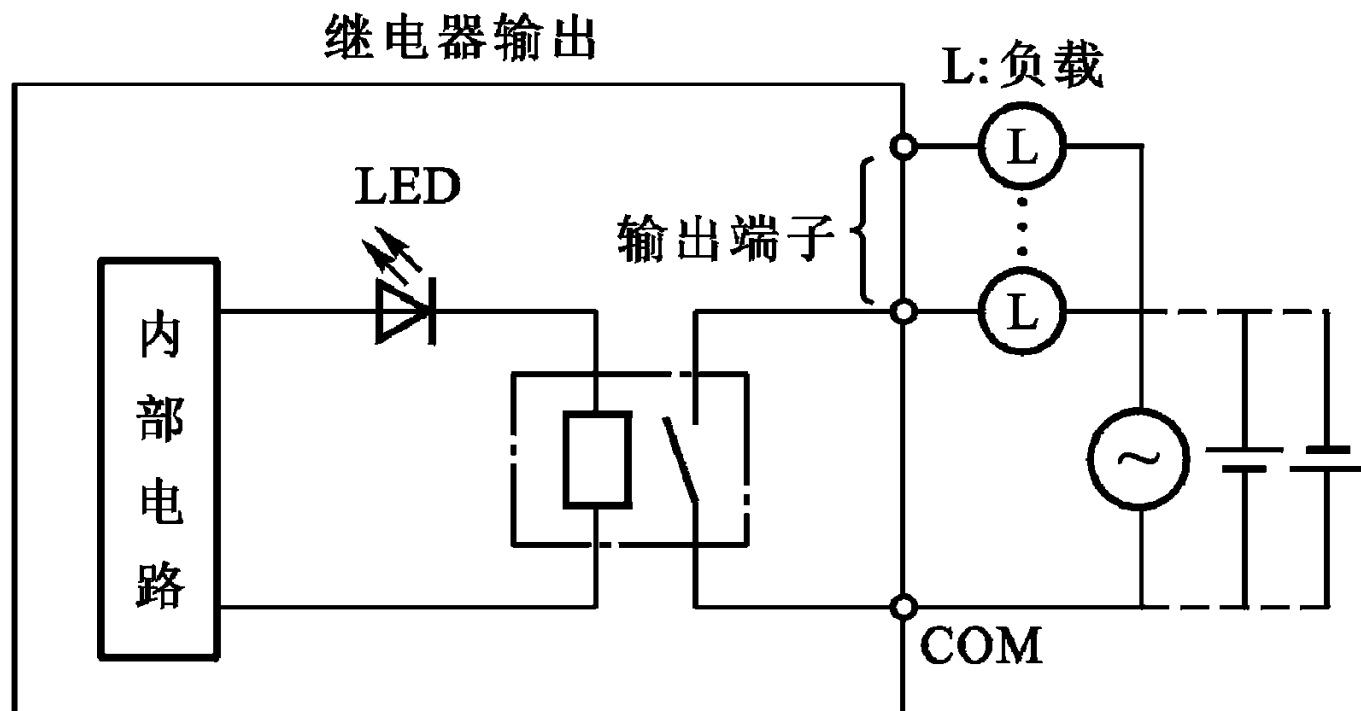
I/O 接口一般采用光电耦合电路,以减少电磁干扰。

3. 电源

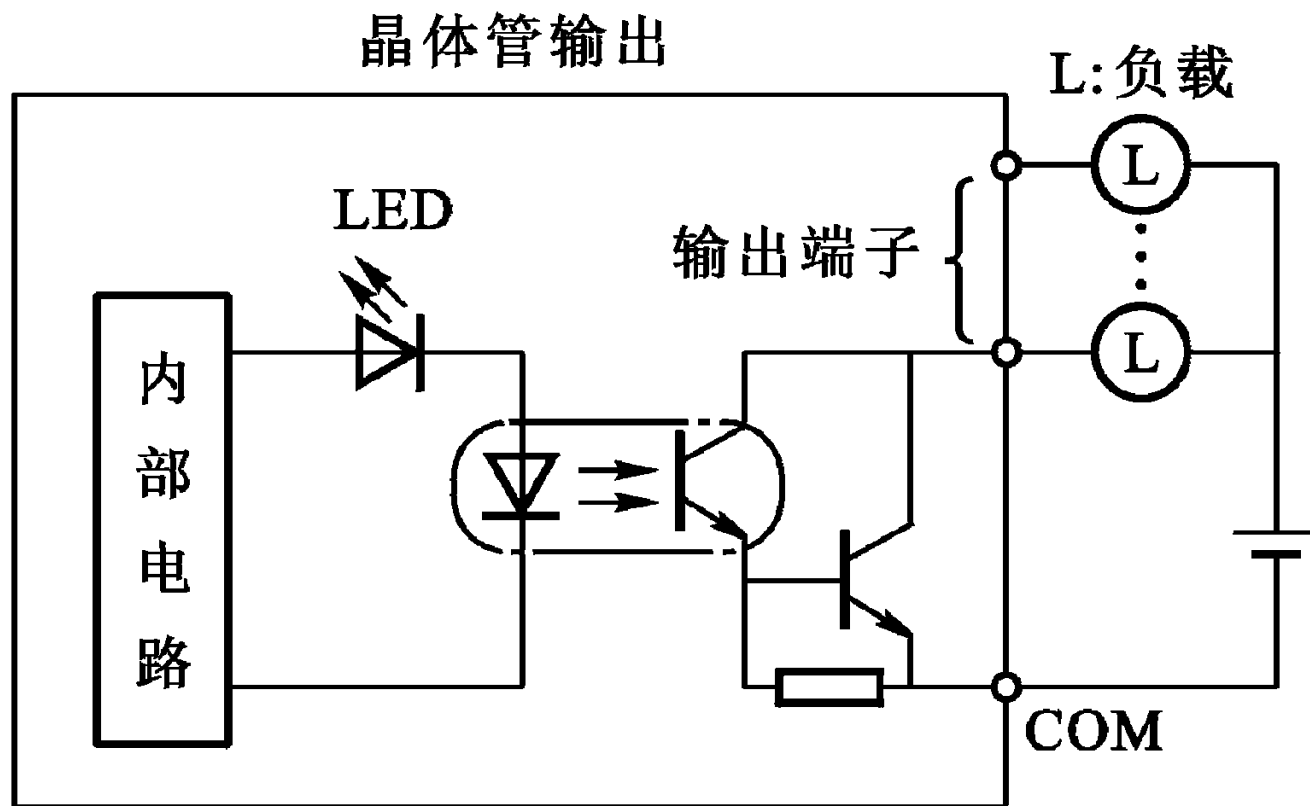
PLC 电源指为 CPU、存储器、I/O接口等内部电子电路工作所配置的直流开关稳压电源。



PLC的输入接口电路(直流输入型)



PLC的继电器输出接口电路



PLC的晶体管输出接口电路

4. 编程器

编程器是 PLC 重要的外部设备，用于手持编程。

利用编程器可输入、检查、修改、调试用户程序或在线监视 PLC 工作状况。除手持编程器外，目前，使用较多的是利用通信电缆将 PLC 和计算机联接，并利用专用的工具软件进行编程或监控。

5. 输入输出扩展接口

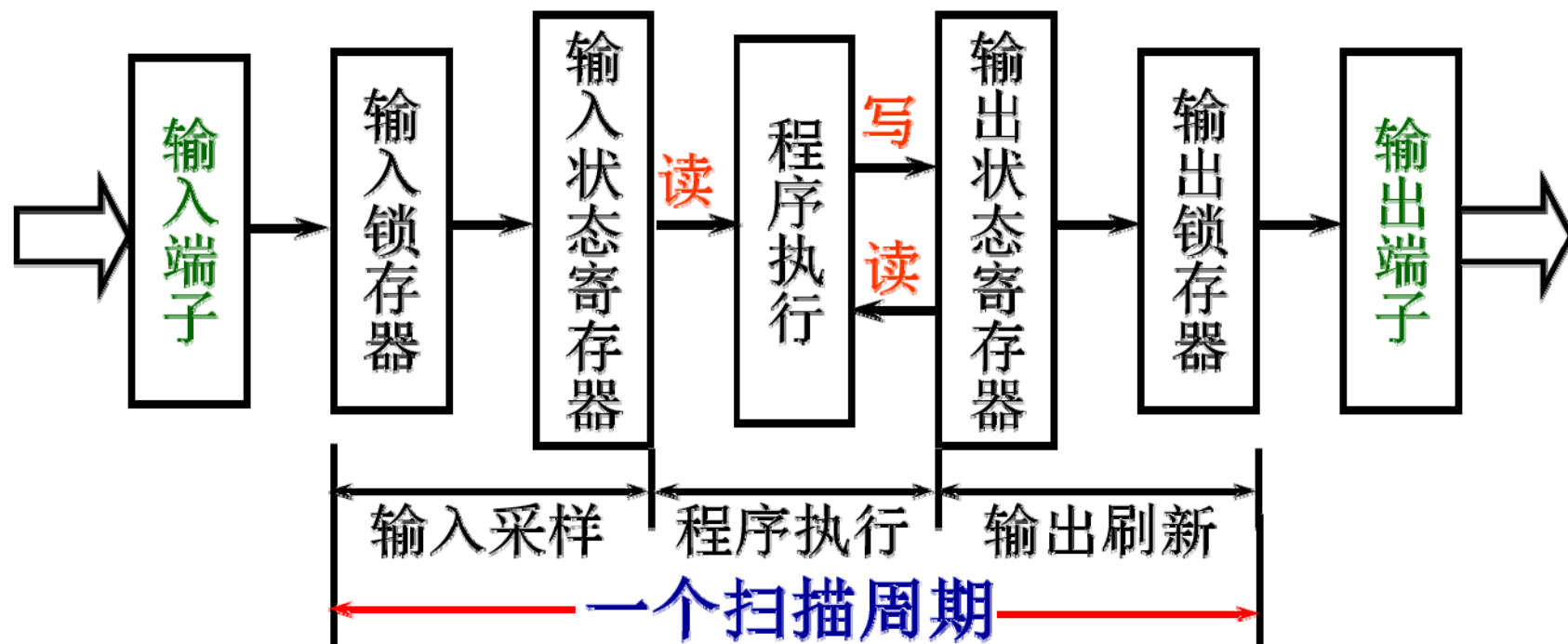
I/O 扩展接口用于将扩充外部输入/输出端子数扩展单元与基本单元(即主机)联接在一起。

6. 外部设备接口

此接口可将编程器、打印机、条形码扫描仪等外部设备与主机相连。

11.1.2 可编程控制器的工作方式

PLC 采用“顺序扫描、不断循环”的方式进行工作。其工作过程分为**输入采样**、**程序执行**和**输出刷新**三个阶段，并进行周期循环。



一条指令所需时间一般不超过 **100 ms**。

11.1.2 可编程控制器的工作方式

1. 输入采样阶段

在输入采样阶段，以扫描方式顺序读入所有输入端的通/断状态或输入数据，并将此状态存入输入状态寄存器，即输入刷新。接着转入程序执行阶段。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，只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才能被读入。

2. 程序执行阶段

在执行阶段，按先左后右，先上后下步序，执行程序指令。其过程如下：从输入状态寄存器和其它元件状

11.1.2 可编程控制器的工作方式

态寄存器中读出有关元件的通/断状态，根据用户程序进行逻辑运算，运算结果再存入有关的状态寄存器中。

3. 输出刷新阶段

在所有指令执行完毕后，将各物理继电器对应的输出状态寄存器的通/断状态，在输出刷新阶段转存到输出寄存器，去控制各物理继电器的通/断，这才是PLC的实际输出。

由PLC的工作过程可见，在PLC的程序执行阶段，即使输入发生了变化，输入状态寄存器的内容也不会立

11.1.2 可编程控制器的工作方式

即改变，要等到下一个周期输入处理阶段才能改变。暂存在输出状态寄存器中的输出信号，等到一个循环周期结束，**CPU**集中将这些输出信号全部输出给输出锁存器，这才成为实际的**CPU**输出。因此全部输入、输出状态的改变就需要一个扫描周期，换言之，输入、输出的状态保持一个扫描周期。

11.1.3 可编程控制器的主要技术性能

1. I/O点数

指PLC外部输入和输出端子数。通常小型机有几十点，中型机有几百个点，而大型机超过千点。

2. 用户程序存储容量

用来衡量PLC所能存储用户程序的多少。在PLC中，程序指令按“步”存储，一“步”占用一个地址单元，一条指令有的往往不止一“步”。一个地址单元一般占两个字节。

3. 扫描速度

指扫描1000步用户程序所需的时间，以ms/千步为单位。有时也用扫描一步指令的时间计，如 $\mu\text{s}/\text{步}$ 。

4. 指令系统条数

PLC 具有基本指令和高级指令，指令的种类和数量越多，其软件功能越强。

5. 编程元件的种类和数量

编程元件是指输入继电器、输出继电器、辅助继电器、定时器、计数器、通用“字”寄存器、数据寄存器及特殊功能继电器等，其种类和数量的多少是衡量 **PLC** 硬件功能强弱的一个指标。

PLC 内部“继电器”是存储器的存储单元。当写入该单元逻辑状态为“1”时，则表示相应继电器的线圈接通，其动合触点闭合，动断触点断开。所以 **PLC** 内部这些继电器称为“软”继电器。

FP1-C24可编程控制器编程元件的编号范围与功能说明

元件名称	代表字母	编号范围	功能说明
输入继电器	X	X0 ~ XF 共16点	接收外部输入的信号
输出继电器	Y	Y0 ~ Y7 共 8 点	输出程序执行结果 给外部输出设备
辅助继电器	R	R0 ~ R62F 共 1008 点	在程序内部使用， 不能提供外部输出
定时器	T	T0 ~ T99 共 100 点	延时定时继电器，其 触点在程序内部使用
计数器	C	C100 ~ C143 共 44 点	减法计数继电器，其 触点在程序内部使用
通用“字” 寄存器	WR	WR0 ~ WR62 共63个	每个 WR 由相应的16 个辅助继电器 R 构成

11.1.4 可编程控制器的主要功能和特点

1. 主要功能

(1) 开关逻辑控制

用PLC取代传统的继电器接触器进行逻辑控制。

(2) 定时/计数控制

用PLC的定时/计数指令来实现定时和计数控制。

(3) 步进控制

用步进指令实现一道工序完成后，再进行下一道工序操作的控制。

11.1.4 可编程控制器的主要功能和特点

(4) 数据处理

能进行数据传输、比较、移位数字/转换、算术运算和逻辑运算等操作。

(5) 过程控制

可实现对温度、压力、速度、流量等非电量参数进行自动调节

(6) 运动控制

通过高速计数模块和位置控制模块进行单轴或多轴控制。如用于数控机床、机器人等控制。

11.1.4 可编程控制器的主要功能和特点

(7) 通信联网

通过PLC之间的联网及与计算机的联接，实现远程控制或数据交换。

(8) 监控

能监视系统各部分的运行情况,并能在线修改控制程序和设定值。

(9) 数字量与模拟量的转换

能进行A/D和D/A转换，以适应对模拟量的控制。

2. 主要特点

(1) 可靠性高，抗干扰能力强。由于采用大规模集成电路和计算机技术，对电源进行屏蔽，对I/O接口采取光电耦合；在软件方面定期进行系统状态及故障检测。而这些都是继电器接触器控制系统不具备的。

(2) 编程简单，使用方便。

(3) 通用性好，具有在线修改能力。PLC硬件采用模块化结构，可以灵活地组态以适应不同的控制对象，控制规模和控制功能的要求。且可通过修改软件，来实现在线修改的能力，因此其功能易于扩展，具有广泛的工业通用性。

(4) 缩短设计、施工、投产的周期，维护容量。目前PLC产品朝着系列化、标准化方向发展，只需根据控制系统的要求，选用相应的模块进行组合设计，同时用软件编程代替了继电控制的硬连线，大大减轻了接线工作，同时PLC还具有故障检测和显示功能，使故障处理时间缩短。

(5) 体积小，易于实现机电一体化。

11.2 可编程控制器的程序编制

可编程控制器的程序有系统程序和用户程序两种。

系统程序用户不能修改。

用户程序是用户根据控制要求，利用 PLC 厂家提供的程序编制语言编写的应用程序。

6.2.1 可编程控制器的编程语言

PLC 的编程语言以梯形图语言和指令语句表语言最为常用，并且两者常常联合使用。

1. 梯形图

是在继电控制系统电气原理图基础上开发出来的一种图形语言。它继承了继电器触点、线圈、串联、并联等术语和符号，根据控制要求联接而成的表示 PLC 输入和输出之间逻辑关系的图形。

11.2 可编程控制器的程序编制

可编程控制器的程序有系统程序和用户程序两种。

系统程序用户不能修改。

用户程序是用户根据控制要求，利用 PLC 厂家提供的程序编制语言编写的应用程序。

6.2.1 可编程控制器的编程语言

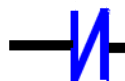
PLC 的编程语言以梯形图语言和指令语句表语言最为常用，并且两者常常联合使用。

11.2 可编程控制器的程序编制

1. 梯形图

是在继电控制系统电气原理图基础上开发出来的一种图形语言。它继承了继电器触点、线圈、串联、并联等术语和符号，根据控制要求联接而成的表示 PLC 输入和输出之间逻辑关系的图形。

梯形图中用  表示 PLC 编程元件的动合触点

 表动断触点

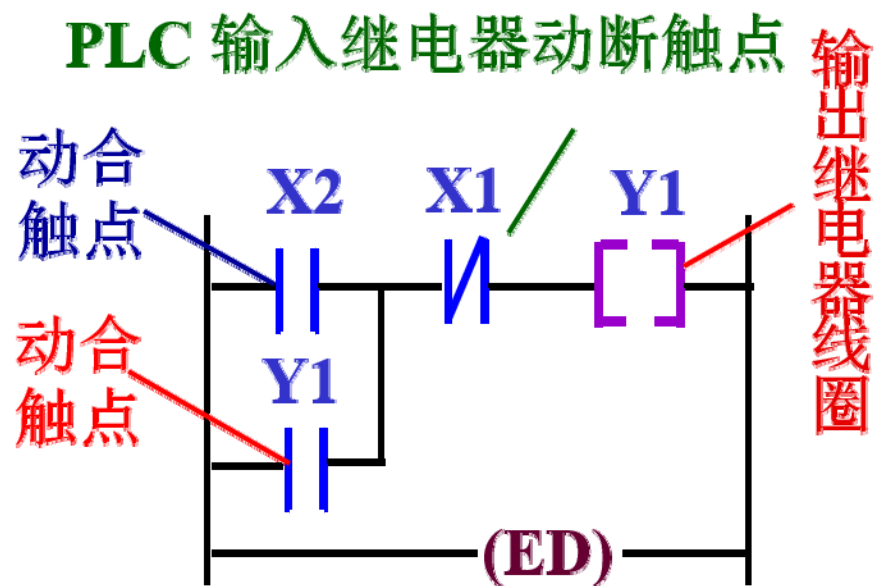
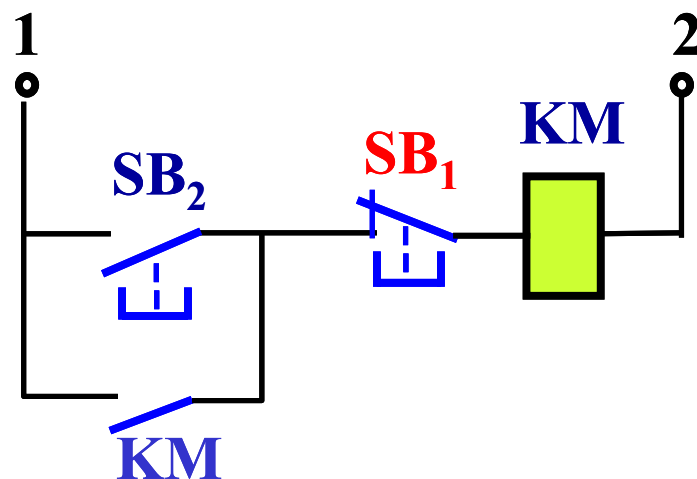
 表线圈

编程元件的种类用图形符号及字母或数字加以区别。

1. 梯形图

例：用PLC组成电机起停控制电路

(1) 继电接触控制图



(2) 利用梯形图编制控制程序

几点说明

(1) 梯形图中的继电器不是物理继电器，是 PLC 存储器的一个存储单元。当写入该单元的逻辑状态为“1”时，则表示相应继电器的线圈接通，其动合触点闭合，动断触点断开。

(2) 梯形图按从左到右、自上而下的顺序排列。每一逻辑行(或称梯级)起始于左母线，然后是触点的串、并联连接，最后是线圈与右母线相联。

(3) 梯形图中每个梯级流过的不是物理电流，而是“概念电流”，从左流向右，其两端没有电源。这个“概念电流”只是用来形象地描述用户程序执行中满足线圈接通的条件。

(4) 输入继电器用于接收外部输入信号，而不能由PLC内部其他继电器的触点来驱动。因此，梯形图中只出现输入继电器的触点，而不出现其线圈。输出继电器输出程序执行结果给外部输出设备。当梯形图中的输出继电器线圈接通时，就有信号输出，但不是直接驱动输出设备，而要通过输出接口的继电器、晶体管或晶闸管才能实现。

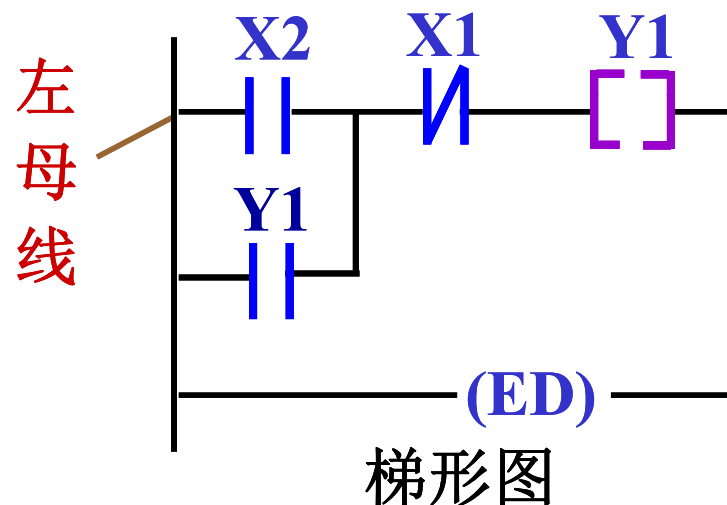
输出继电器的触点也可供内部编程使用。

2. 指令语句表

指令语句表是一种用指令助记符来编制PLC程序的语言，它类似于计算机的汇编语言，但比汇编语言容易理解。若干条指令组成的程序就是指令语句表。

笼型电动机直接起动控制的指令语句表

地址	指 令
0	ST X2
1	OR Y1
2	AN/ X1
3	OT Y1
4	ED



ST 起始指令 (取指令): 从左母线 (即输入公共线) 开始取用动合触点作为该逻辑行运算的开始, 图中取用 **X2**。

OR 触点并联指令 (也称或指令): 用于单个动合触点的并联, 图中并联 **Y1**。

AN/ 触点串联反指令 (也称与非指令): 用于单个动断触点的串联, 图中串联 X1。

OT 输出指令: 用于将运算结果驱动指定线圈, 图中驱动输出继电器线圈 Y1。

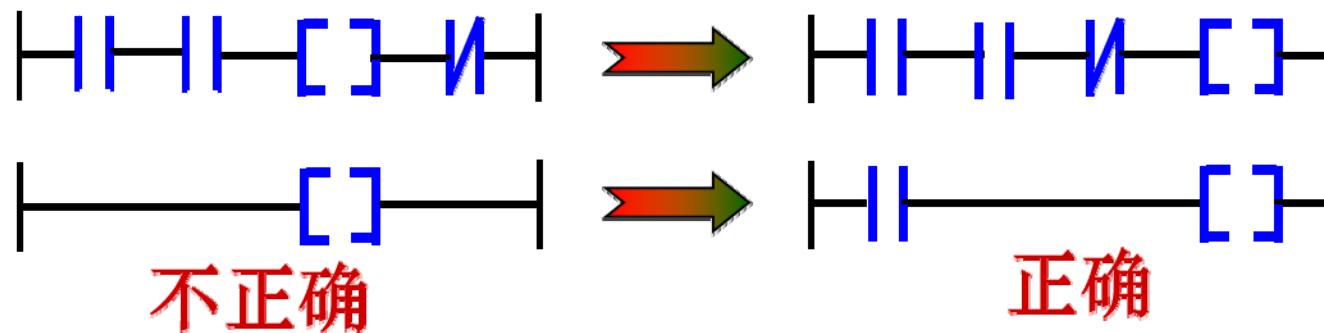
ED 程序结束指令。

11.2.2 可编程控制器的编程原则和方法

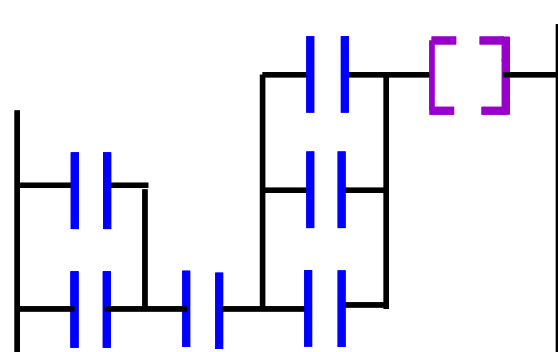
1. 编程原则

(1) PLC编程元件的触点在编制程序时使用次数是无限的。每个继电器的线圈在梯形图中只能出现一次，它的触点可以使用无数次。

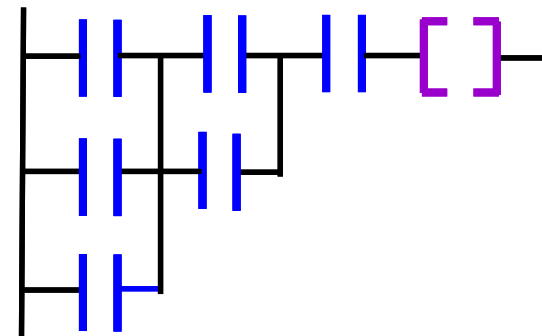
(2) 梯形图的每一逻辑行皆起始于左母线，终止于右母线。线圈总是处于最右边，且不能直接与左边母线相连。



(3) 编制梯形图应尽量做到“上重下轻、左重右轻”。

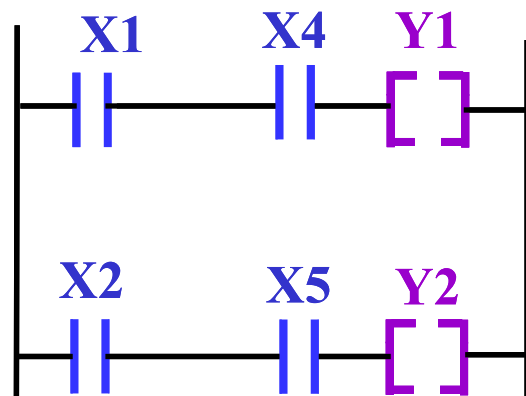


不合理

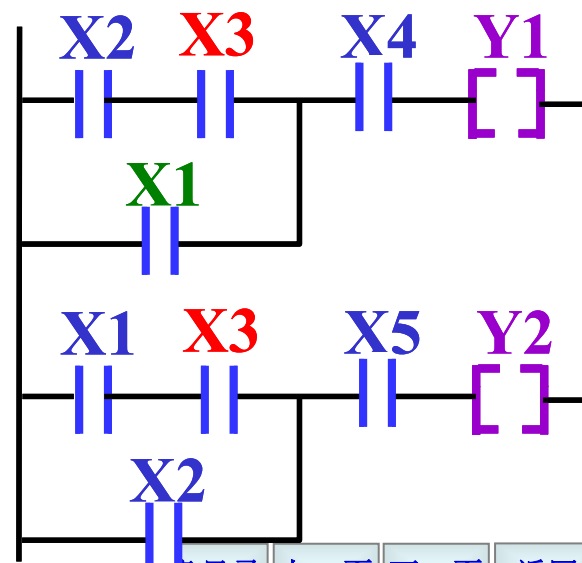


合理

(4) 在梯形图中应避免触点画在垂直线上，因为它无法用指令语句编程。

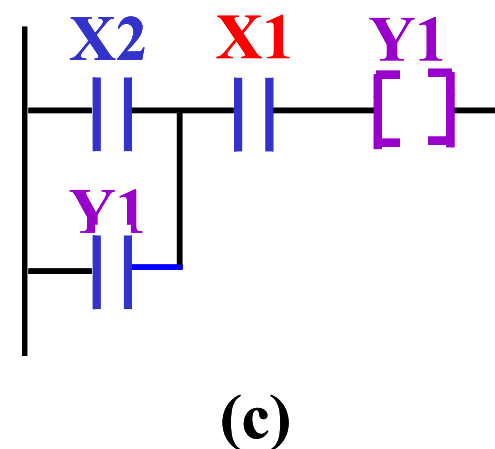
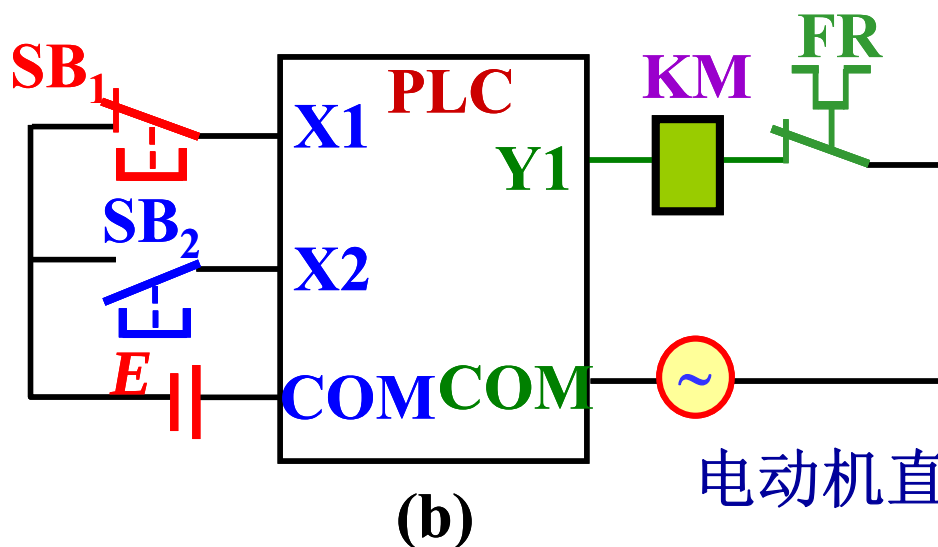
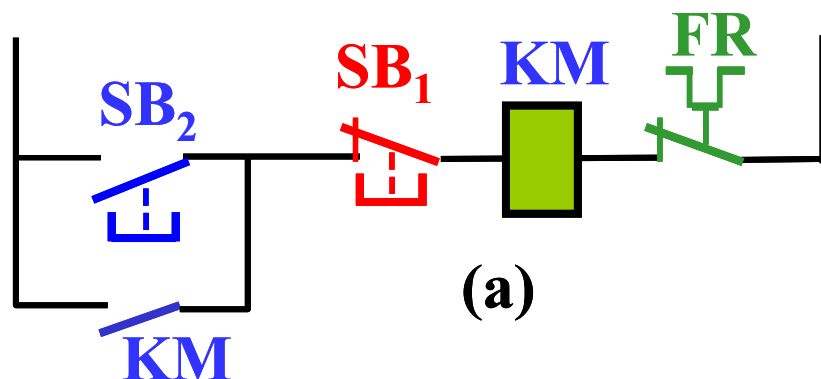


无法编程



(5) 应避免同一继电器线圈在程序中重复输出，否则将引起误操作。

(6) 外部输入设备动断触点的处理：



电动机直接起动控制

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/507110165036006034>