



武汉理工大学

WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

第1章 可编程控制器基础知识

- 编程方式：连线式编程与存储式编程
- PLC构成：硬件构成与软件构成
- PLC输入/输出：三种输入与三种输出
- PLC工作过程：循环扫描
- 编程语言：梯形图与指令编程

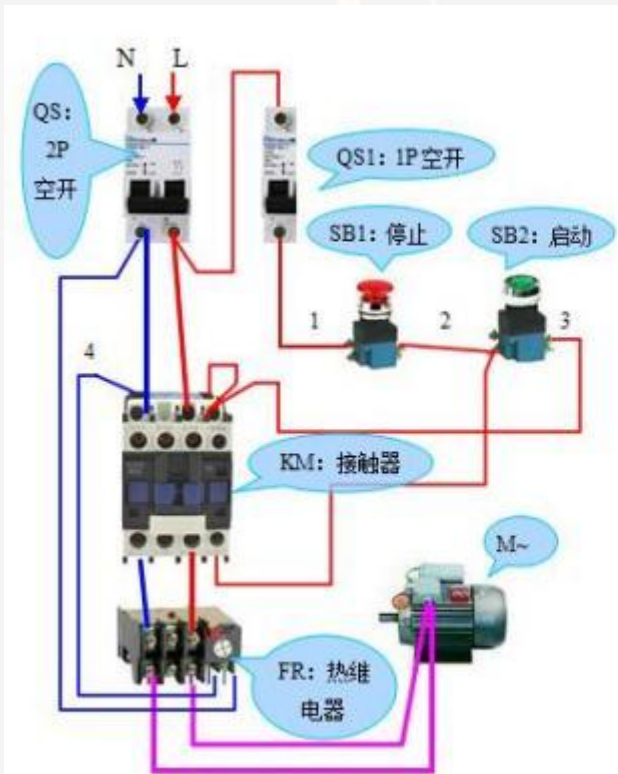


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

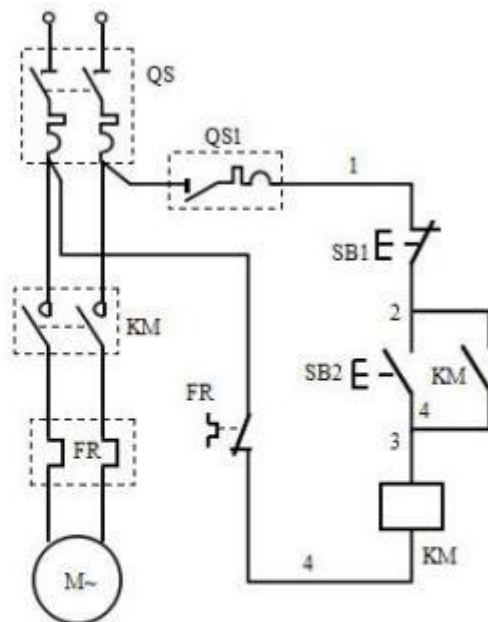
继电器控制电路与PLC

继电器控制电路-定义

- 用导线将**继电器类元件的触点**（如按钮、开关或继电器、定时器、计数器的触点）按控制要求连接成控制**用电设备**工作的电路。



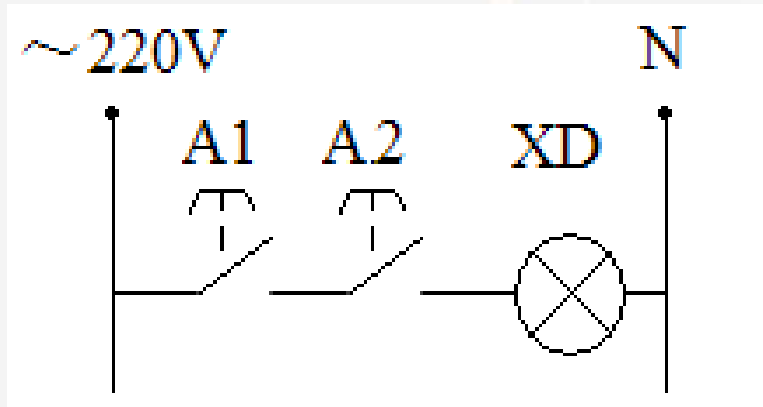
图二 实物接线图见



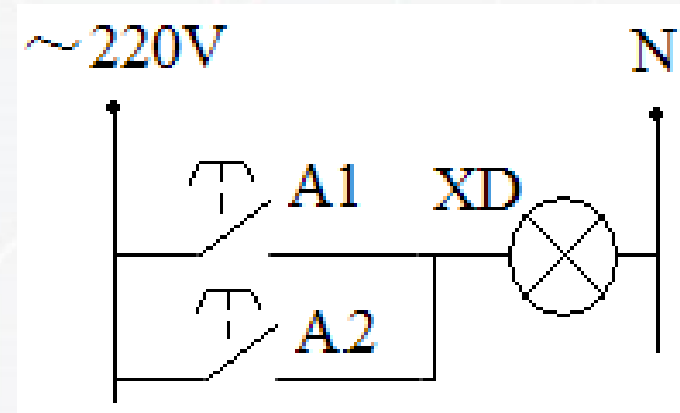
图一 控制电路原理图

1、触点控制电路

- **继电器类元件的触点及这些触点与用电设备的不同连接，构成了触点与用电设备之间的不同逻辑关系，实现不同的逻辑控制。**



a. 逻辑与接通

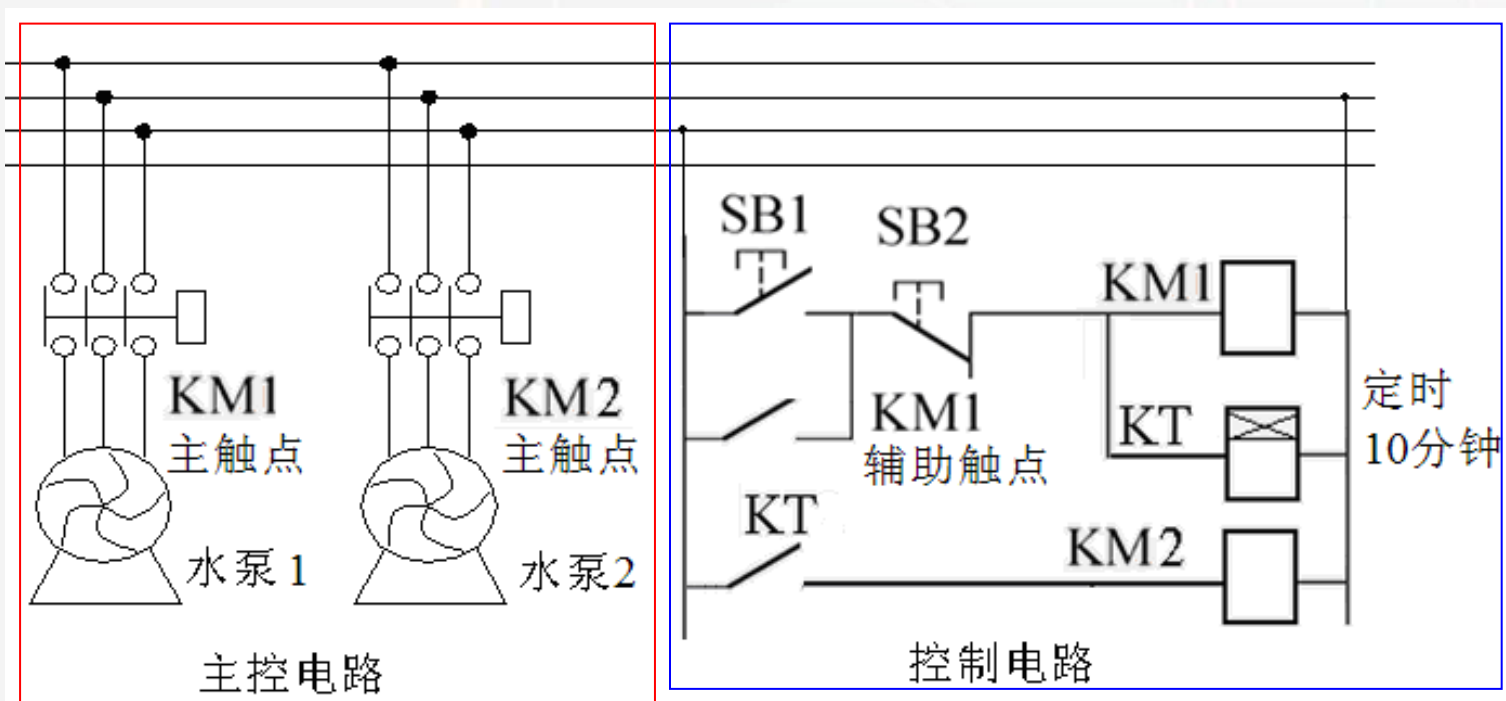


b. 逻辑或接通

2. 继电器控制电路

控制要求：(案例)

第一台水泵启动10分钟后，第二台水泵开始启动。按下停止按钮时，两台泵同时停止运转。



连接式控制系统



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

刀开关

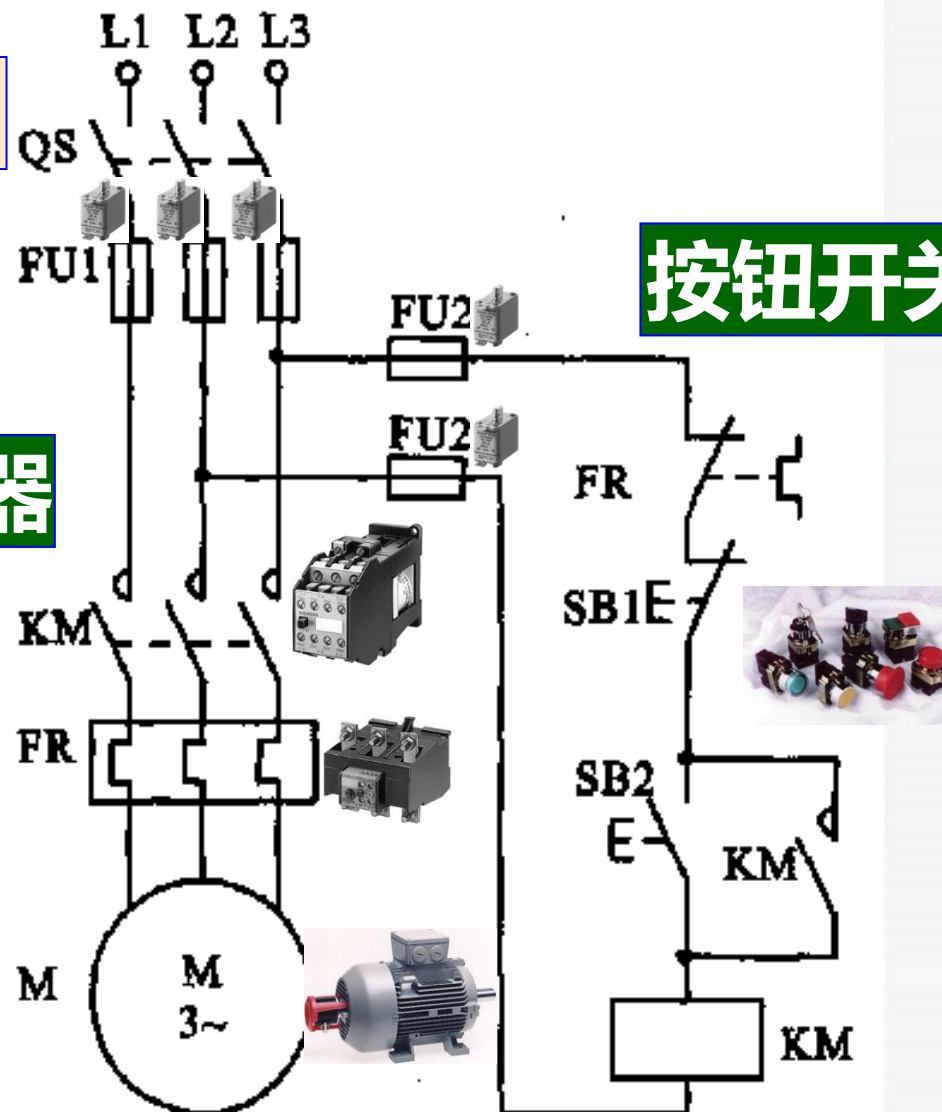
熔丝

按钮开关

交流接触器

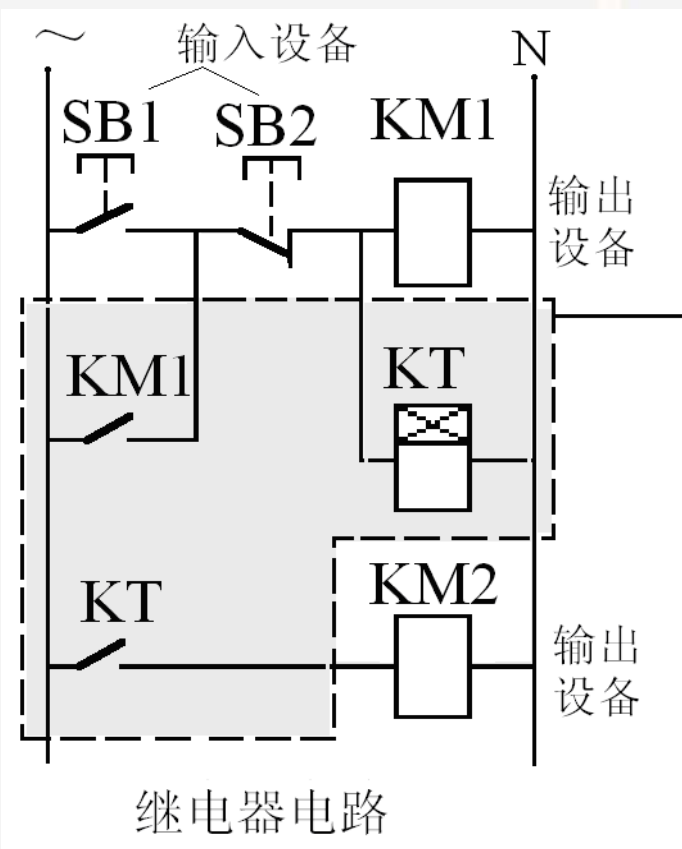
热继电器

交流电机



连接式控制系统

继电器逻辑装置（连接式编程）：依据控制系统的“程序”由各分立元件(继电器、接触器、电子元件等)**点到点之间布线连接，完成某项逻辑控制功能。**

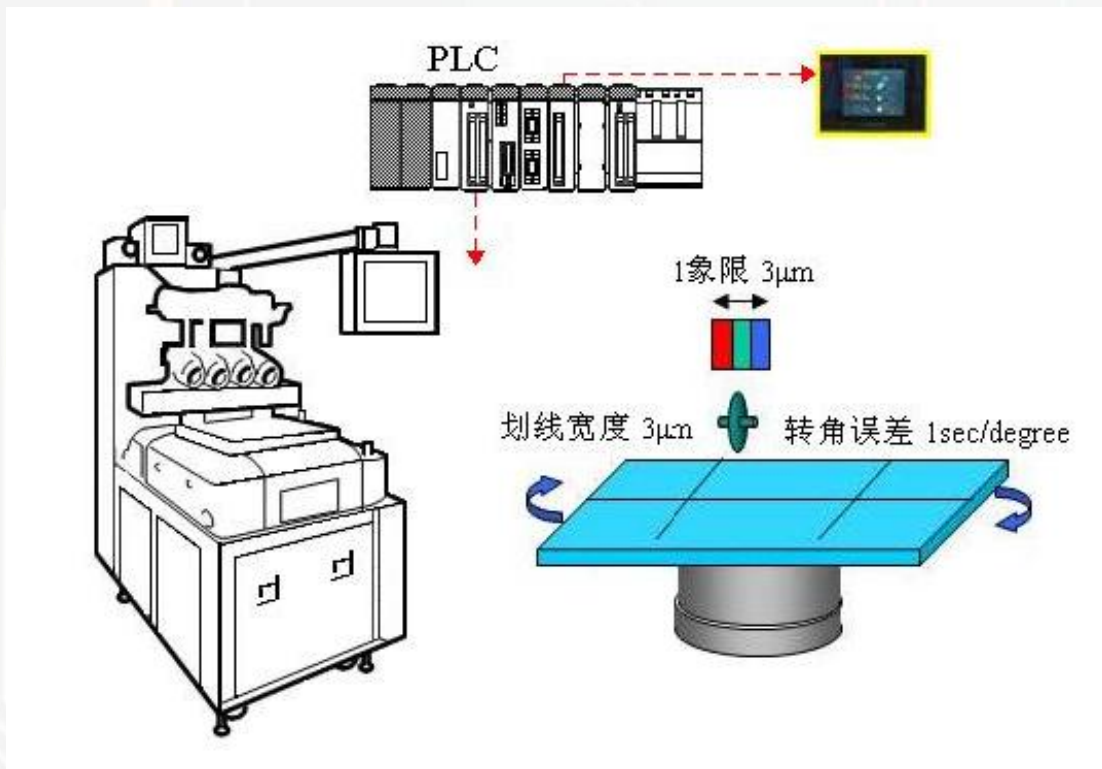


修改控制问题？

如果元件串联，即“与”逻辑。如要变为“或”逻辑，则两个触点的串联的电路必须重新布线，改为并联电路以适应控制程序的变化。

可编程控制器是什么？

- Richard Morley在1968年发明，称之为可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）的PLC。



各国PLC的研发时间

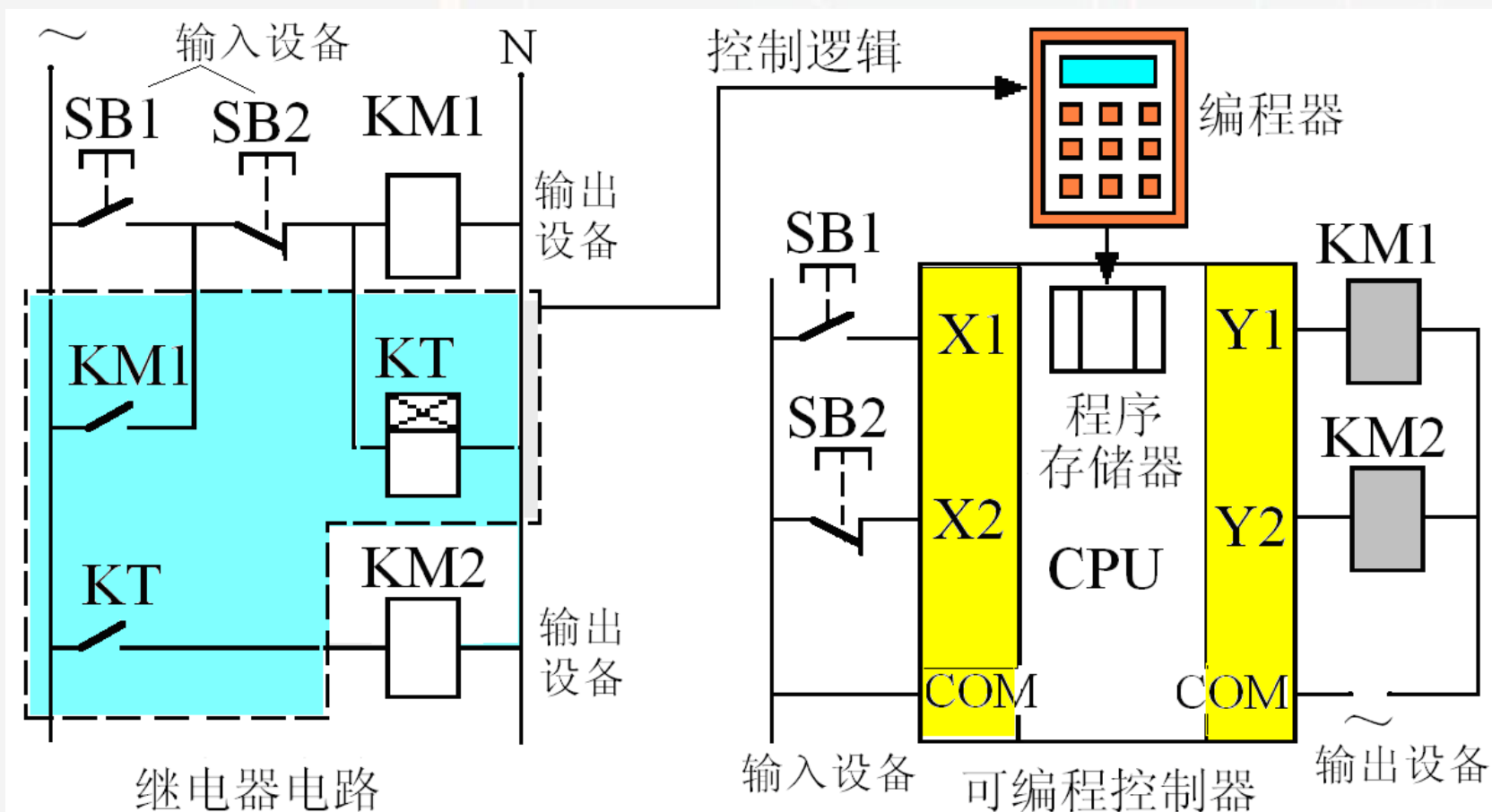
- ◆ 1969年美国数字设备公司(DEC)根据这10项技术指标的要求研制出了第1台可编程逻辑控制器—PDP-14, 并成功地应用在GM公司的生产线上。
- ◆ 1971年, 日本引进了这项技术。
- ◆ 1973年, 欧洲一些国家也生产出自己的PLC。
- ◆ 1977年, 我国研制出第一台具有实用价值的PLC。

GM10条与PLC

- (1) 编程简单，可现场修改程序；
- (2) 维护方便，最好的插件式；
- (3) 可靠性高于继电器控制柜；
- (4) 体积小于继电器控制柜；
- (5) 可将数据直接输入管理计算机；
- (6) 在成本上可与继电器控制器竞争；
- (7) 输入可以是交流115V；
- (8) 输出为交流115V、2A以上，能直接驱动电磁阀；
- (9) 在扩展时，原有系统只需要很小变更；
- (10) 用户程序储存器容量至少能扩展到4K字。

存储式编程控制系统

采用现代计算机技术，用**存储式编程**的控制装置来替代继电器和半导体逻辑组件**固定式连接编程**的控制系统。

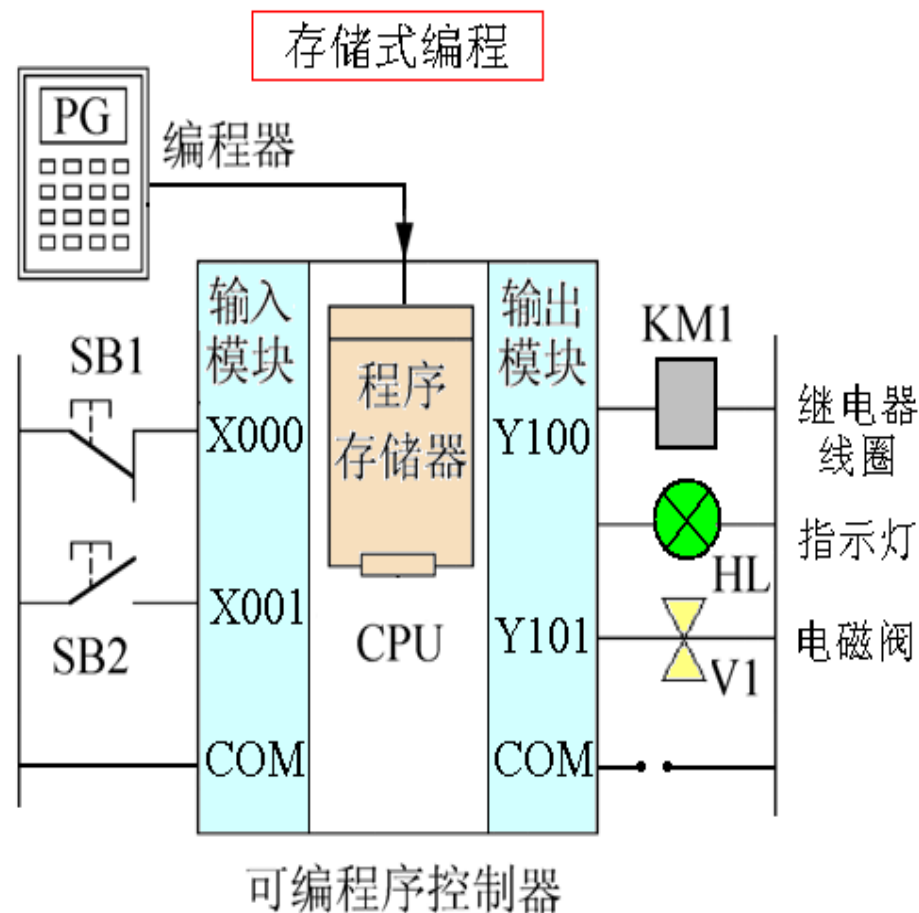


存储式编程控制系统

存储式编程的控制系统：

程序指令逻辑替代“与”或“或”逻辑连线，工作的“程序”通过编程器预先写好，存入存储器。工作时，依编好的程序要求来查询继电器触点，线圈的接通或断开由程序决定，与控制器的结构和布线无关。

生产过程的传感器和执行机构分别与控制设备的端子相连。改变控制功能，只要改变存储器中的程序，外部的连线不需做任何改变。





武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

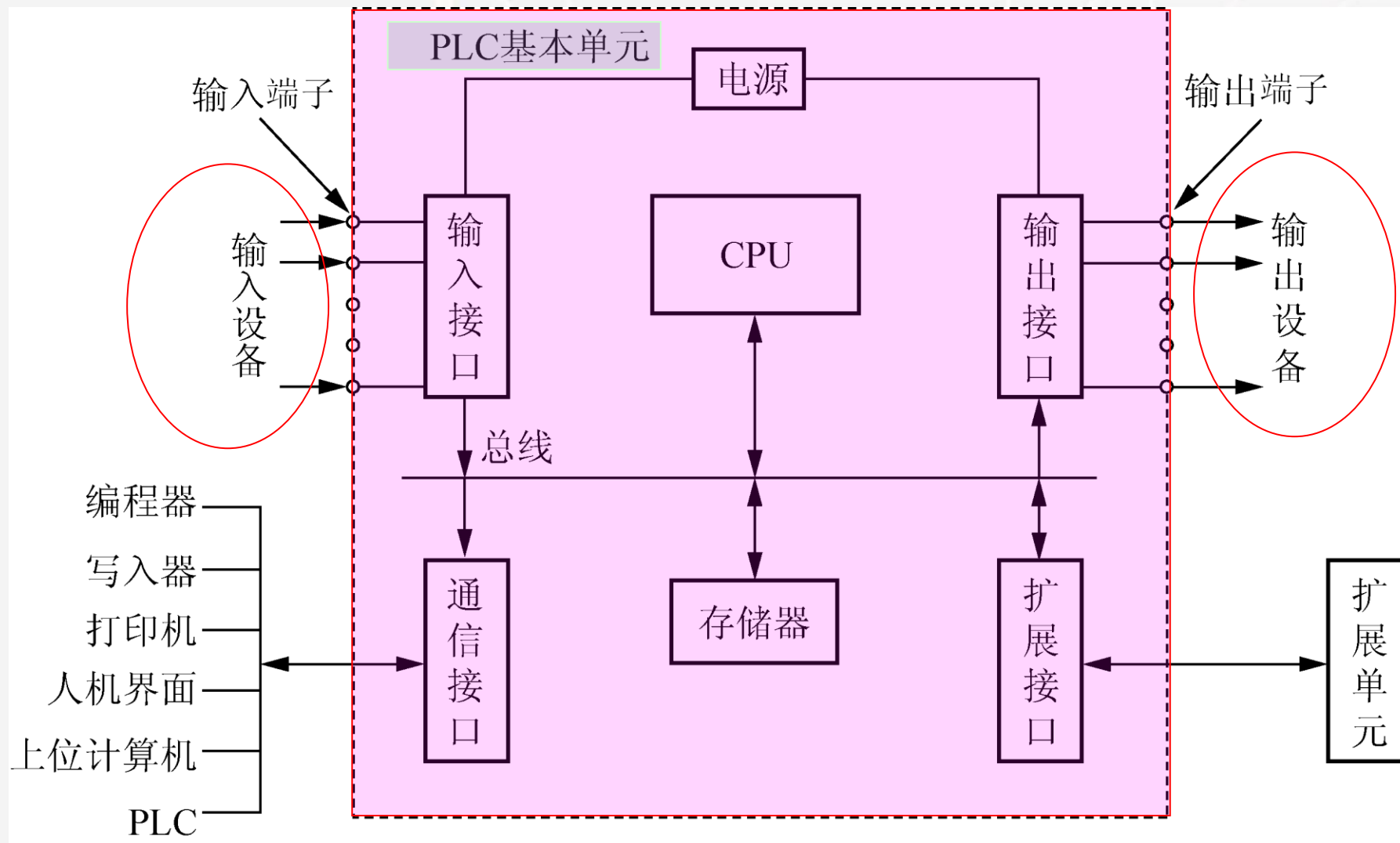
PLC控制系统



PLC控制系统的构成



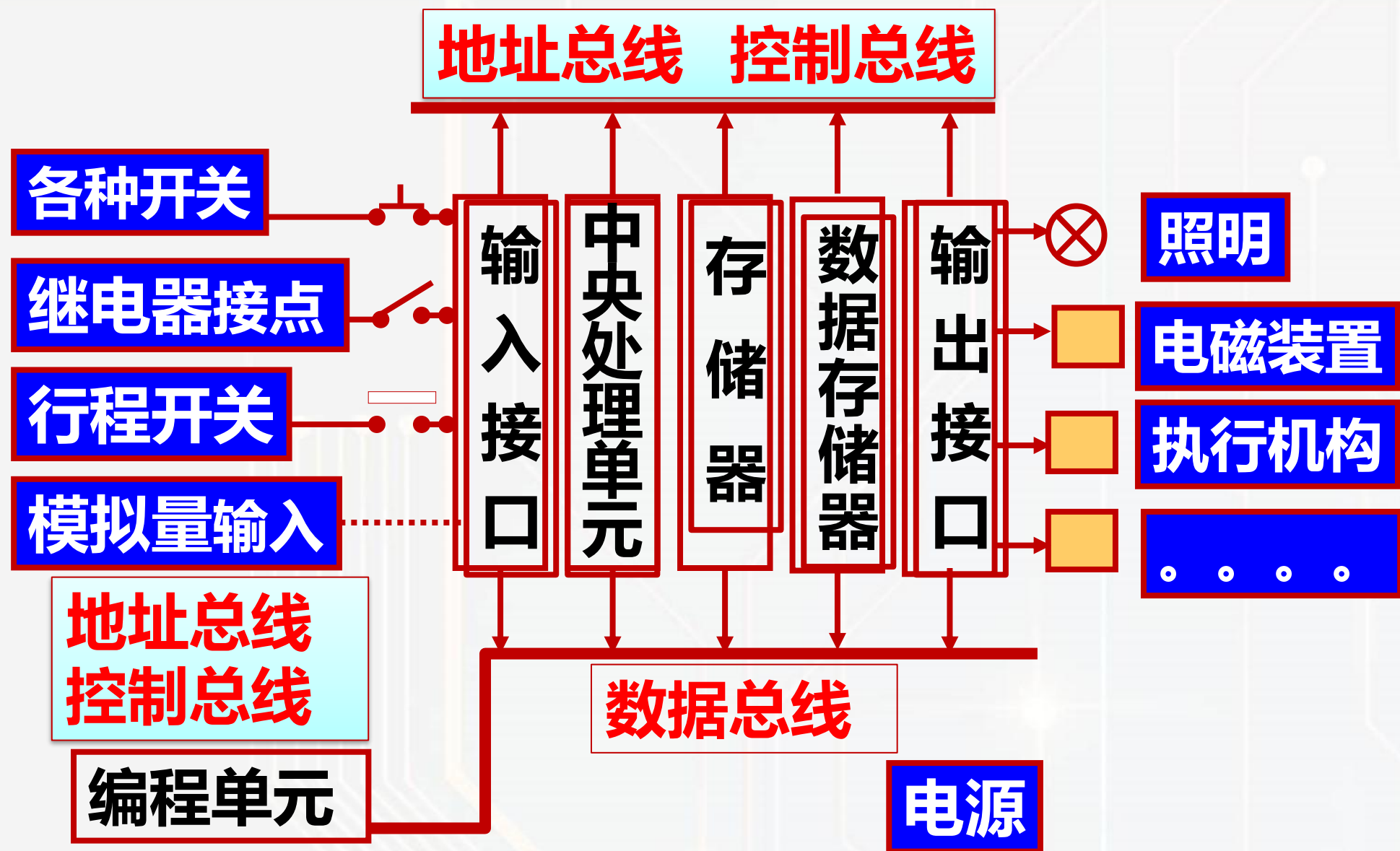
PLC基本单元及PLC控制系统





PLC总线结构







PLC主要组成部件及功能



1.中央处理器 (Central Processing Unit,CPU)



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

◆ CPU: (1) 将各种输入信号取入存储器。

(2) 编译、执行指令。

(3) 把结果送到输出端。

(4) 响应各种外部设备的请求。

◆ PLC常用的CPU

通用微处理器: 8086、80286、80386

单片机: 8031、8096

位片式微处理器: AMD-2900

PLC大多用8位和16位微处理器。

主要功能:

- (1) 采集由**现场输入装置**送来的状态或数据。用**扫描方式**接收输入设备的状态信号，并存入相应的**数据区**(输入映像寄存器)。
- (2) 按用户程序存储器中存放的先后次序**逐条读取指令**，完成各种数据的**运算、传递和存储**等功能，进行编译解释后，按指令规定的任务完成各种运算和操作。
- (3) 把各种运算结果向**外界输出**。
- (4) **监测和诊断**电源以及PLC内部电路工作状态和用户程序编程过程中出现的语法错误。
- (5) 根据数据处理的结果，**刷新**有关标志位的状态和输出状态寄存器表的**内容**，**响应**各种外部设备（如编程器、打印机、上位计算机、图形监控系统、条码判读器等）的工作**请求**，以**实现**输出控制、制表打印或数据通信等**功能**。

(1) 只读存储器(Read Only Memory, ROM)

- 1) 可编程只读存储器(Programmable Read Only Memory, **PROM**)
 - 2) 可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable Read Only Memory, **EPROM**)
 - 3) 电可擦除可编程只读存储器(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, **EEPROM**)
- ROM: 存放系统监控程序和用户已调试好的程序。**

(2) 随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)

RAM：存储各种暂存数据、中间结果、用户正调试的程序。

3. 输入/输出接口单元

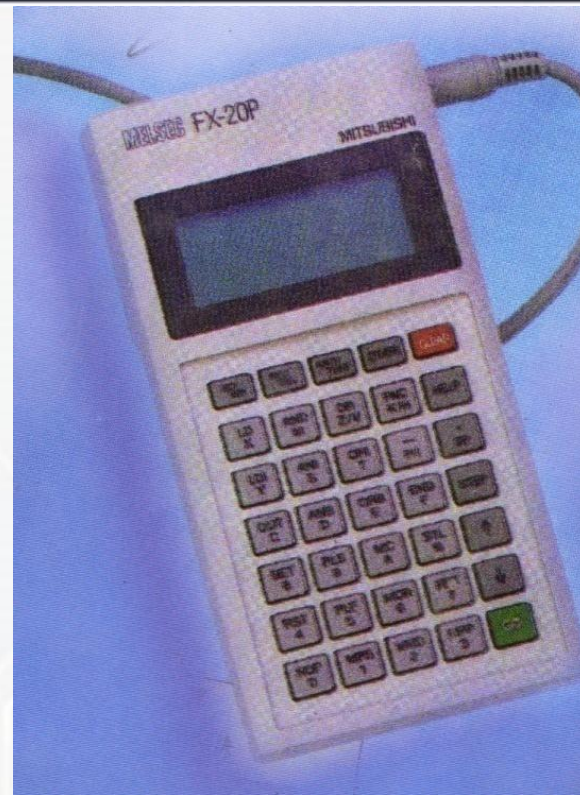
常称I/O单元或I/O模块，是PLC与工业过程控制现场之间的**连接部件**。I/O模块集成了PLC的**I/O电路**，其输入暂存器反映**输入信号状态**，输出点反映**输出锁存器状态**。

4. 输入/输出扩展单元

用来扩展PLC的输入、输出点数

5. 编程装置

- (1) 专用编程器
- (2) 配有专用编程软件包的
通用计算机系统



6. 电源

把**外部供应的交流电源**经过整流、滤波、稳压处理后**转换成**满足PLC内部的CPU、存储器和I/O接口等电路工作所需要的**直流电源电路或电源模块**。

7. 通讯接口

PLC配有各种通信接口。

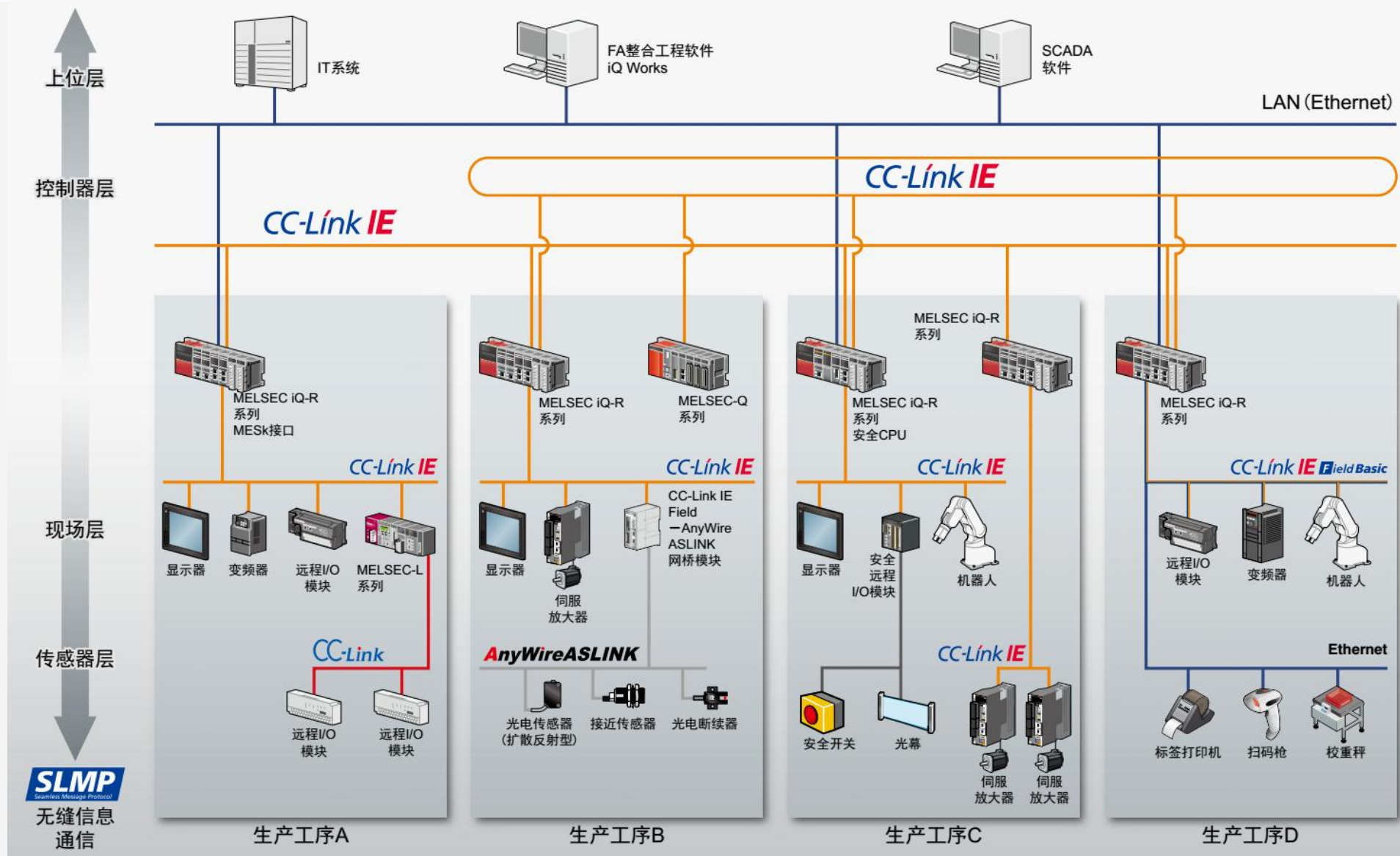
作用：PLC之间、PLC与上位计算机以及其他智能设备之间能够**交换信息**，形成统一整体，实现**分散集中控制**。

接口：

RS-232接口：双绞线、同轴电缆或光缆，在几公里甚至几十公里的范围内交换信息。

厂家专用：PLC之间通讯网络。

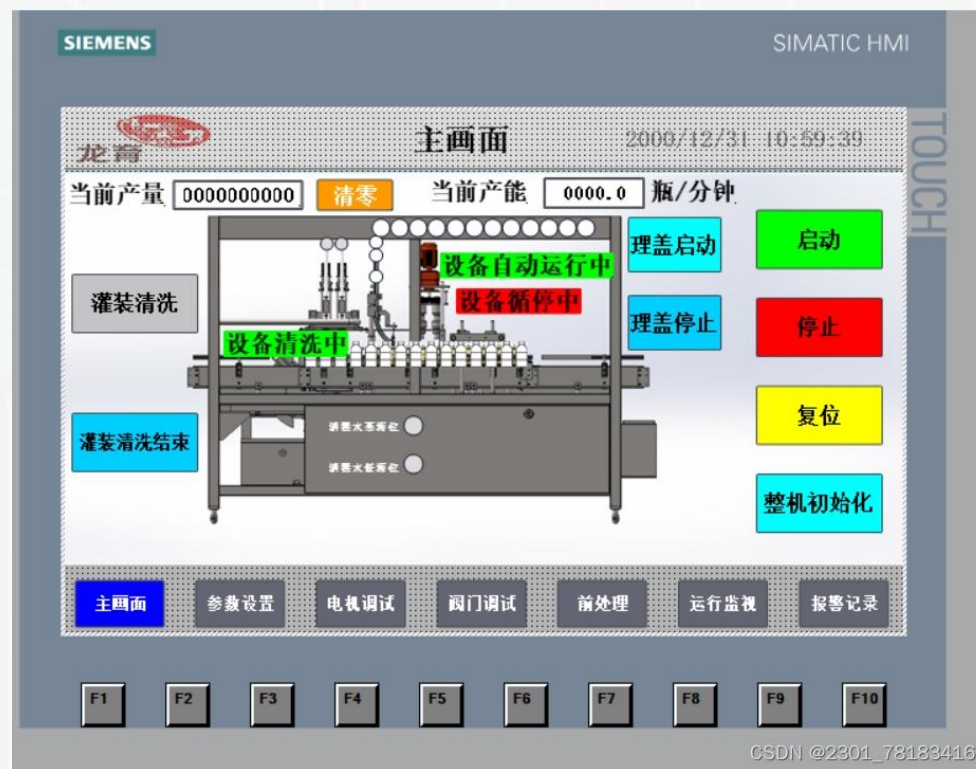
工业标准总线：不同机型的PLC之间、PLC与计算机之间可方便地进行通讯与联网。





8. 外部设备接口及特殊模块

主机实现人-机对话、机-机对话的通道。





PLC的软件组成



1. 系统程序

(1) 系统管理程序

运行管理

存储空间的分配管理

系统自检程序

(2) 用户指令解释程序

(3) 标准模块和系统调用

2. 用户程序

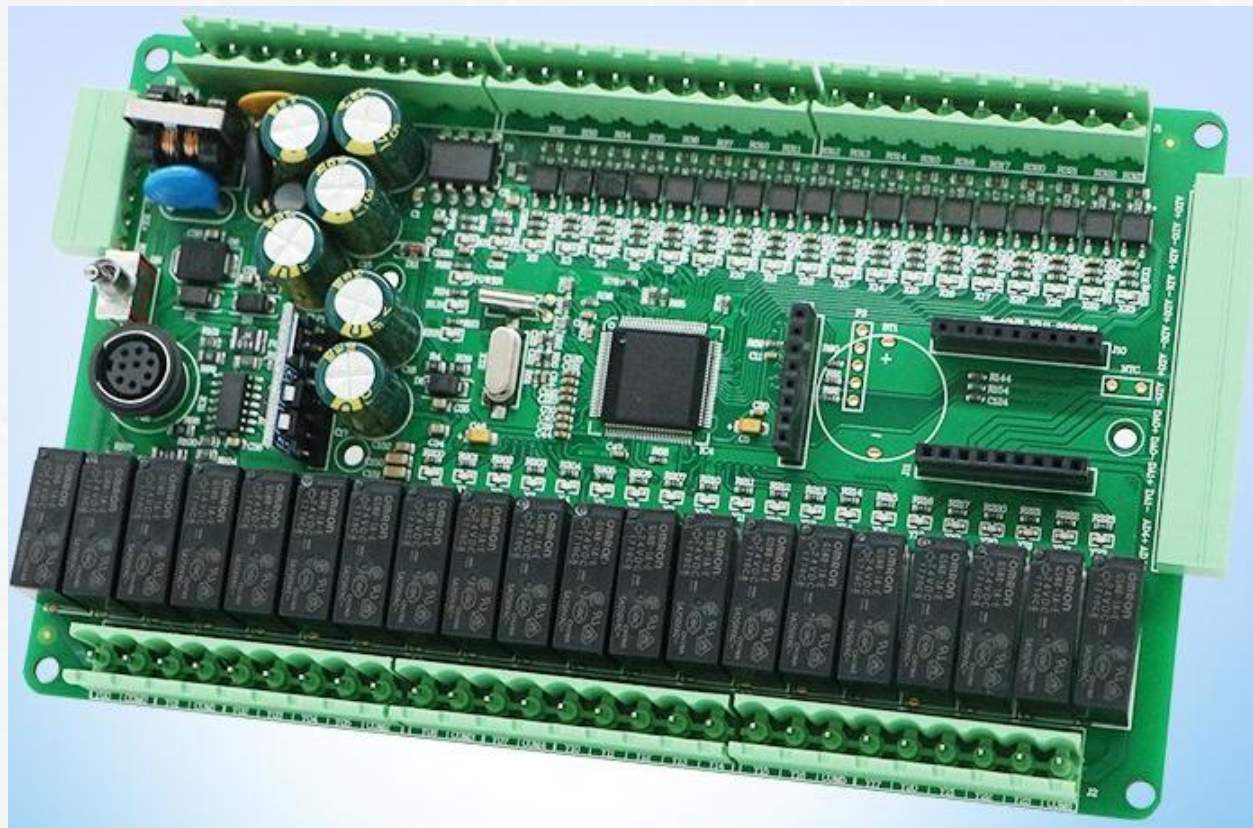
用户利用PLC厂家提供的编程语言，根据工业现场的控制目的来编制的程序。



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PLC的输入输出接口

PLC的开关量输入接口



◆ 开关量输入接口作用

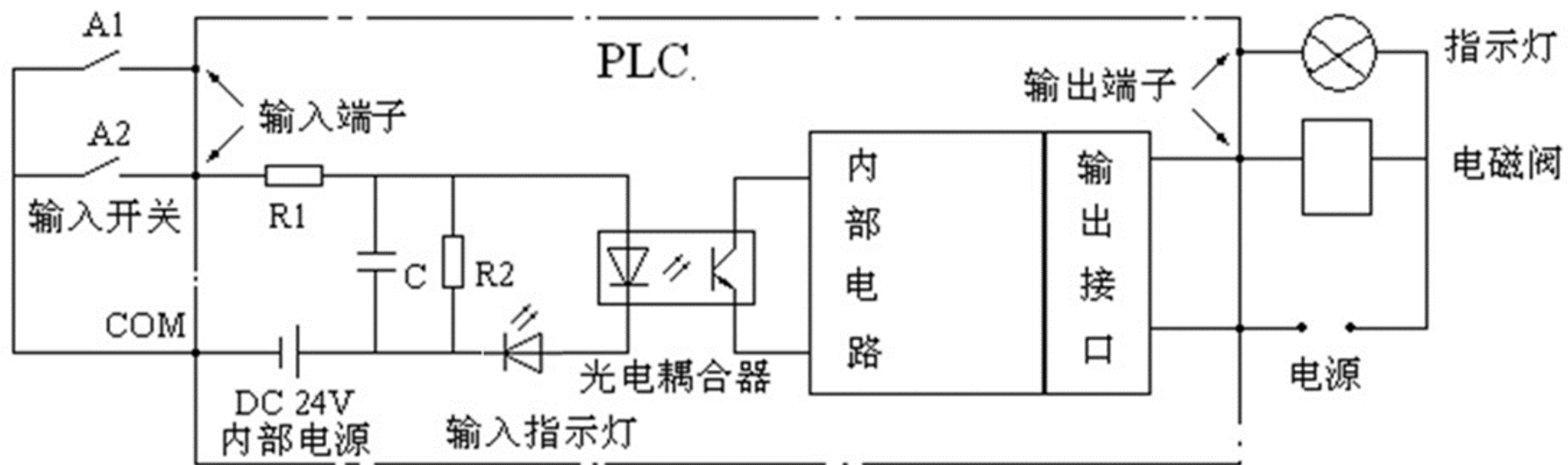
- 把现场的开关量信号转变成PLC内部可处理的标准信号。

◆ 开关量输入接口类型

- 按其使用电源不同可以分成三种：

- 直流输入接口
- 交流输入接口
- 交/直流输入接口

➤ 直流输入接口

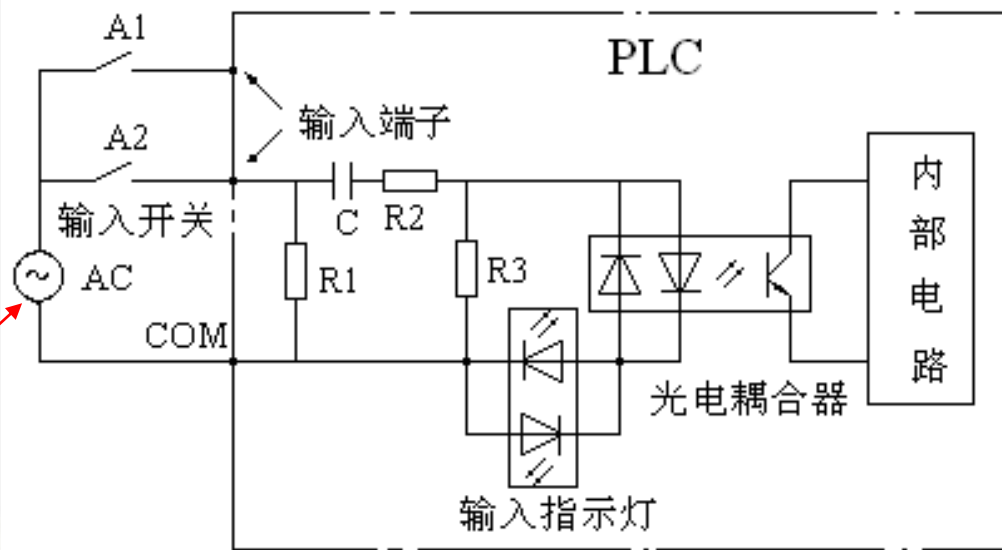


A2闭合→输入回路中产生了一个**直流信号**→光电耦合器中二极管发光→光三极管导通——将外部输入设备的“**通**”的信号**耦合**到PLC内部电路中A2存储单元里，存储单元数据变为‘**1**’状态。

A2断开→发光二极管不发光→光三极管无法导通——将外部输入设备的“**断**”信号**耦合**到PLC内部电路中A2存储单元里，存储单元数据变为‘**0**’状态。

输入接口作用：完成外设A2的通/断信息→PLC内部存储单元中‘1’、‘0’数据的耦合。CPU解算程序用A2的信息时，就读取A2的存储单元中数据。

➤ 交流输入接口

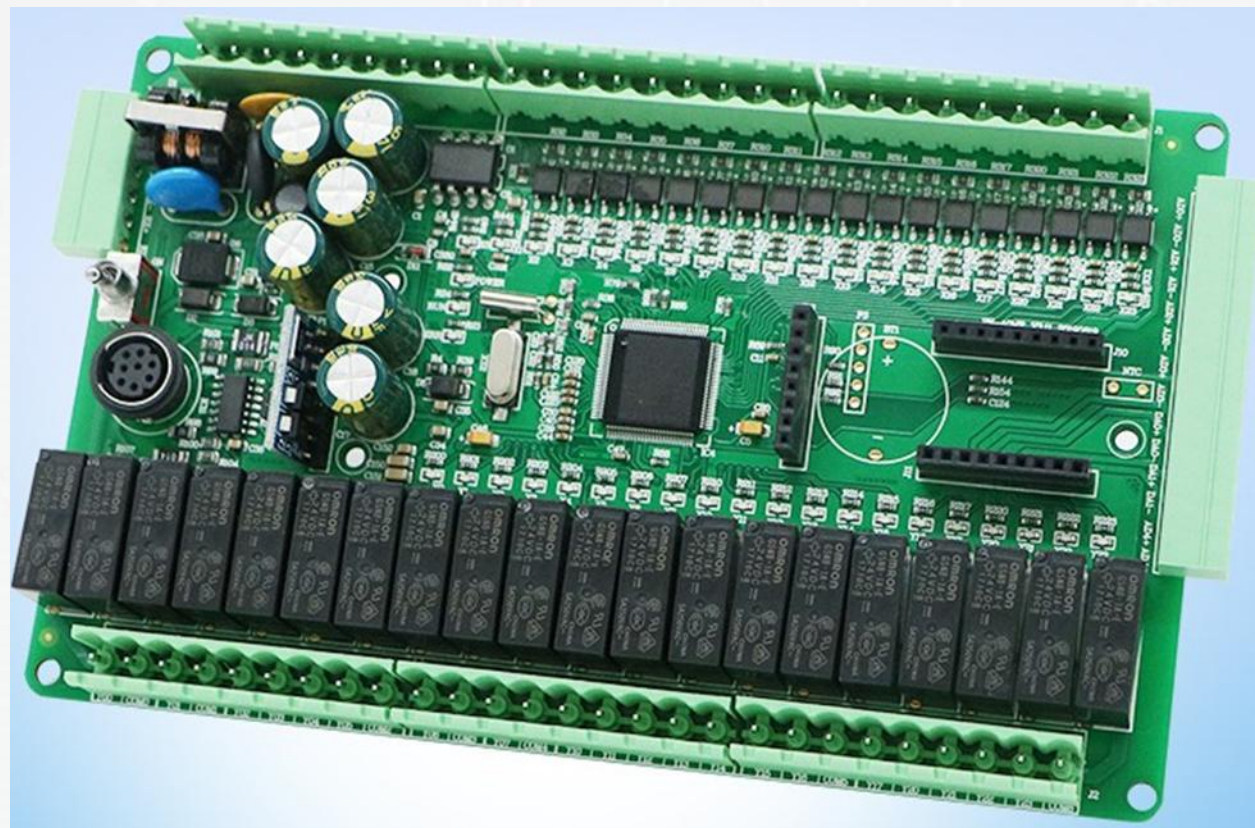


外部输入回路中
接了交流电源。

A2闭合→输入接口回路中就有**交流电信号**。信号的**正半周**会使光电耦合器中的一个发光二极管发光，**负半周**时会使耦合器中的另一个发光二极管发光，从而使光三极管导通，将外部输入设备的“**通**”的信号耦合到PLC内部电路的A2的存储单元中，存储单元的数据变为“**1**”状态。

A2断开，耦合器中的两个发光二极管都不发光，使耦合器中的光三极管无法导通，将外部输入设备的“**断**”信号耦合到PLC内部电路的A2的存储单元中，存储单元的数据变为“**0**”状态。

PLC的开关量输出接口



将PLC内部的标准信号转换为外部现场执行机构所需要的**电开关量输出信号**。

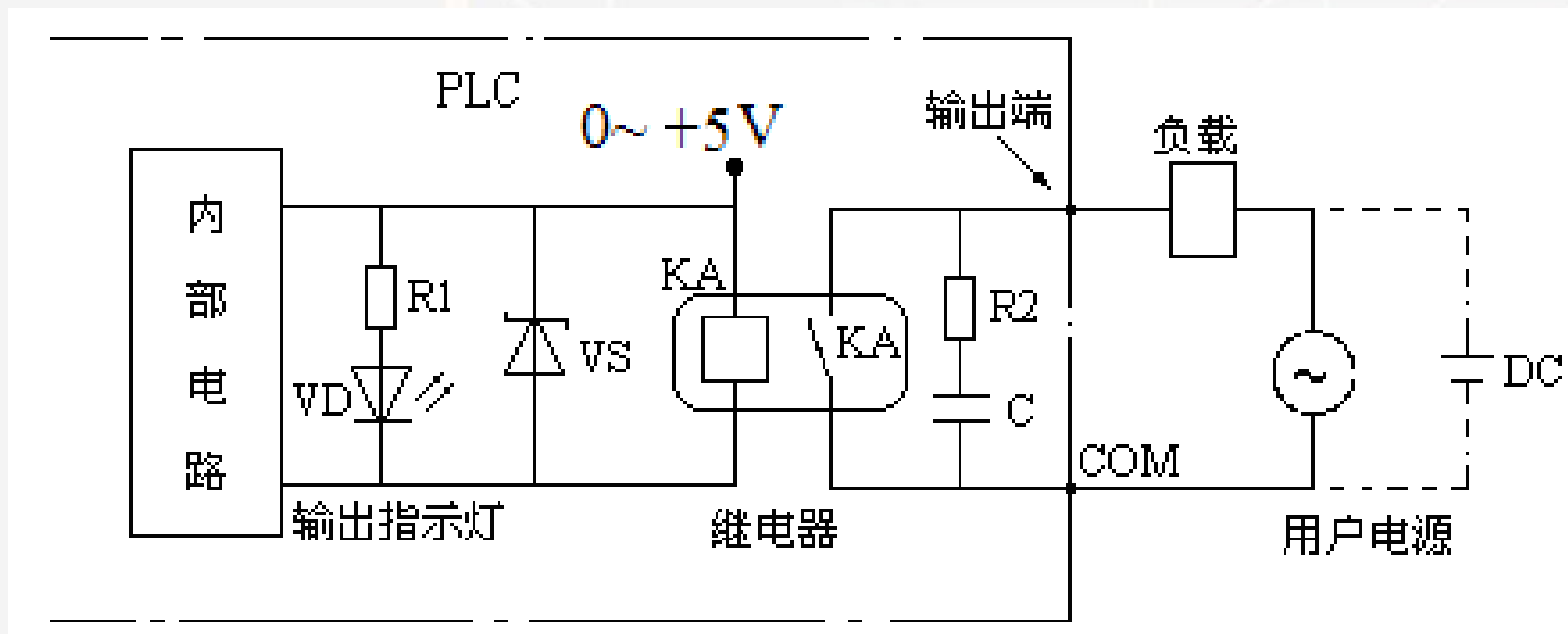
按PLC内部所使用的功率放大元器件不同分为

继电器型——驱动交直流负载

晶体管型——驱动直流负载

晶闸管型——驱动交流负载

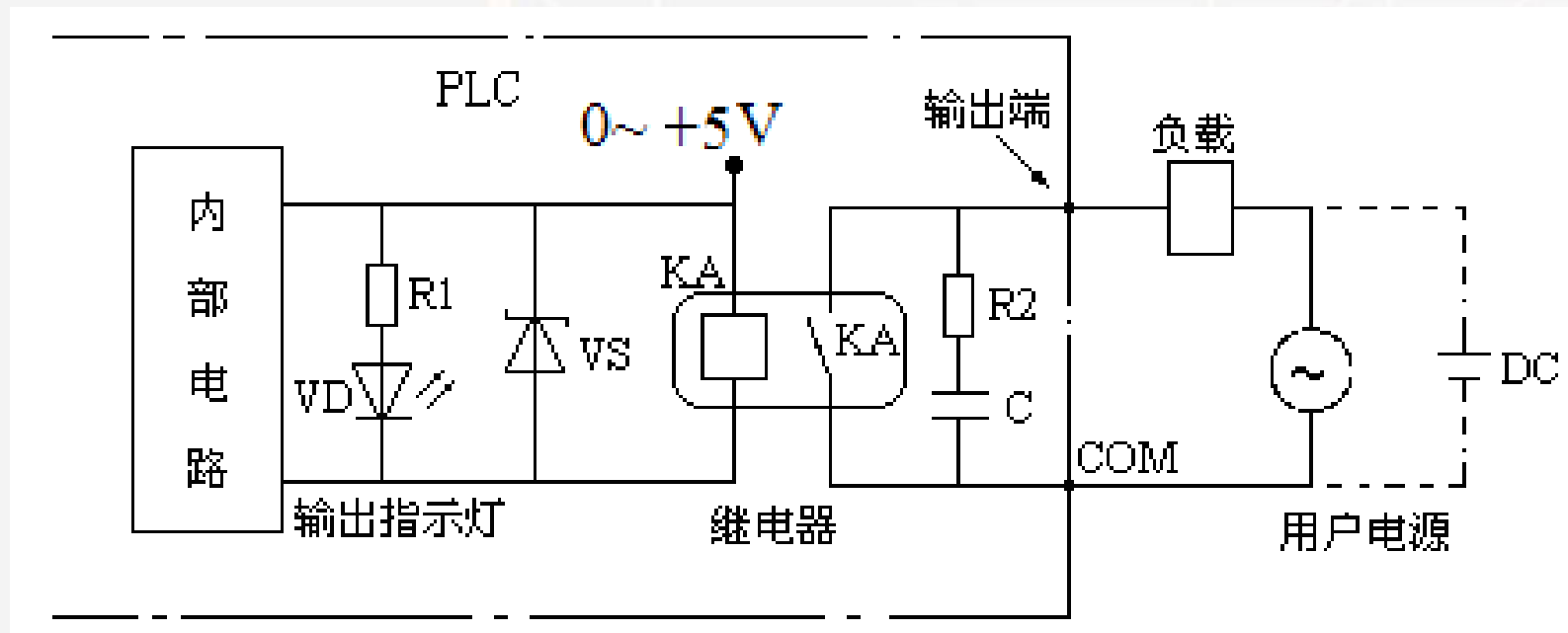
继电器输出型接口



关键元件是其中的固态继电器KA。

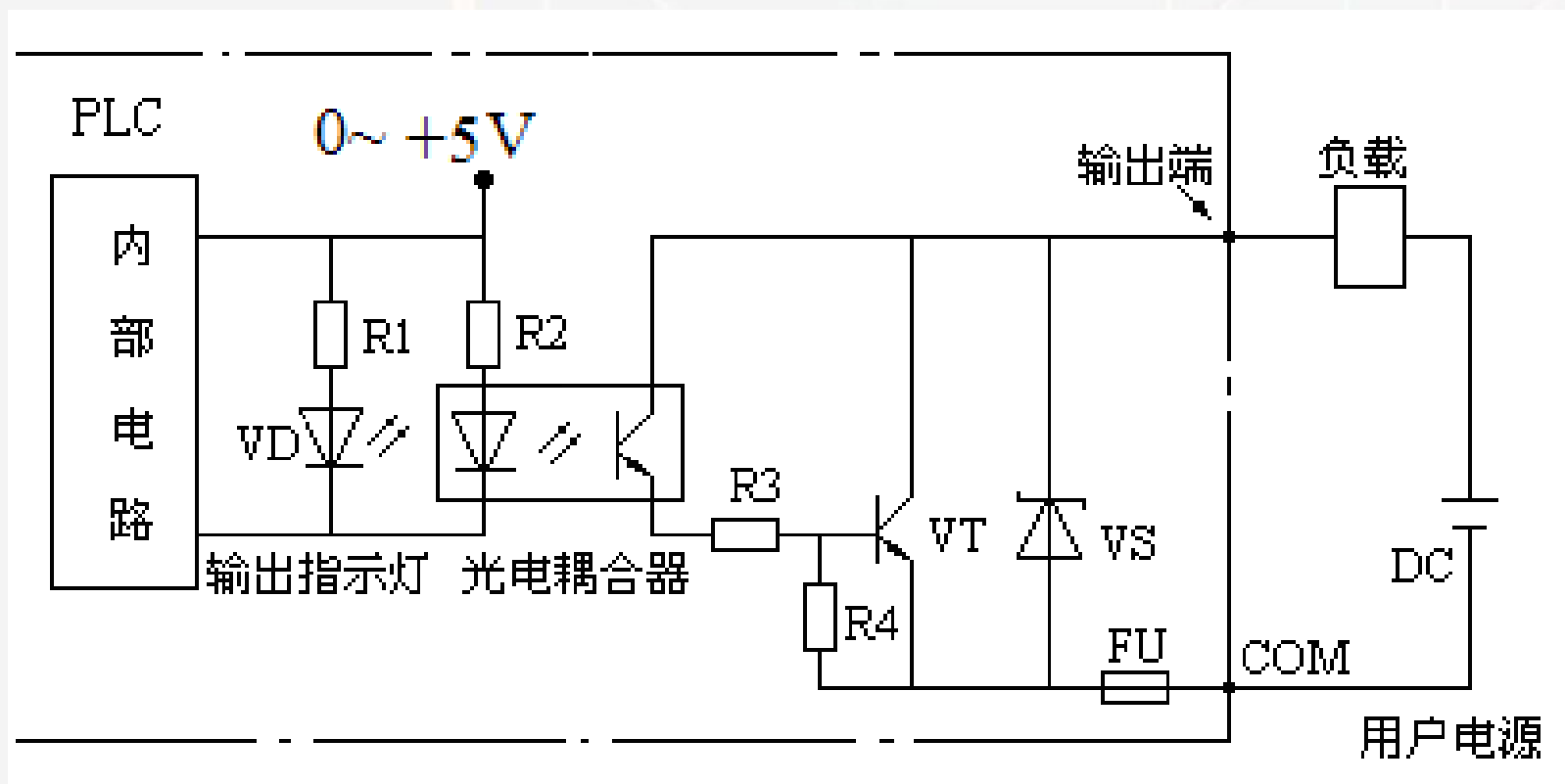
程序解算的结果是“1”，则KA线圈得电，其常开触点KA闭合，使连接外部负载的回路闭合，负载得电工作；

程序解算的结果是“0”，则KA线圈失电，其常开触点KA断开，使连接外部负载的回路断开，负载失电停止工作。

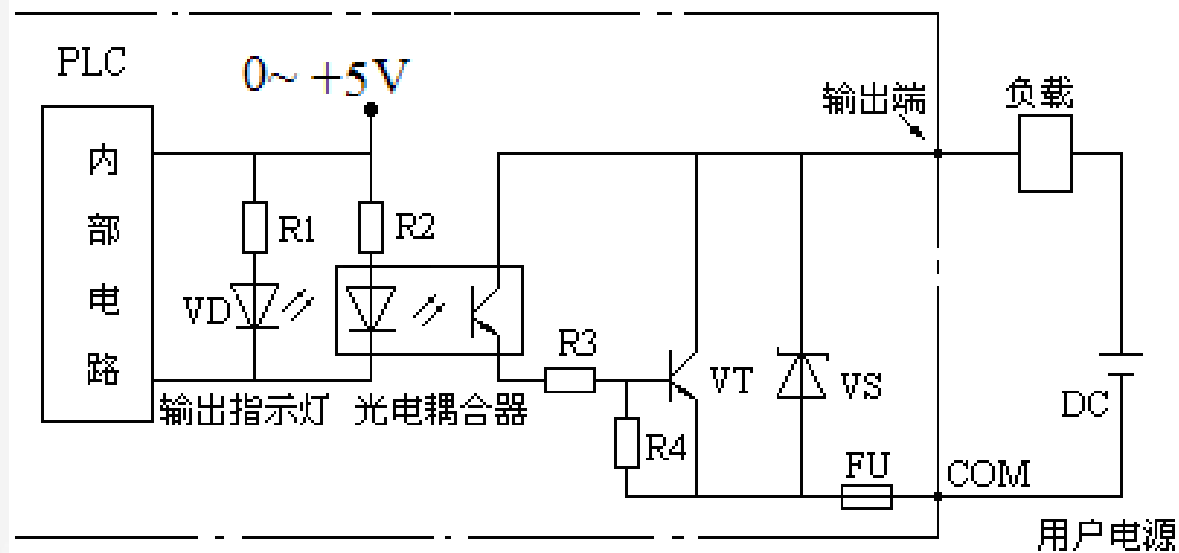


继电器KA同时起功率**放大作用**和内部信号与外部设备的用电信号的**隔离作用**。每一路接口电路只给用户提供一个常开触点。与触点KA并联的RC电路用来消除触点断开时产生的电弧，反向并联二极管VS（二极管的阴极接电源的正极）防止过电压，以减轻对CPU的干扰。继电器型输出电路的滞后时间一般在10ms左右。继电器输出接口电路的负载电流比较大，可以达到2A。

晶体管输出型接口



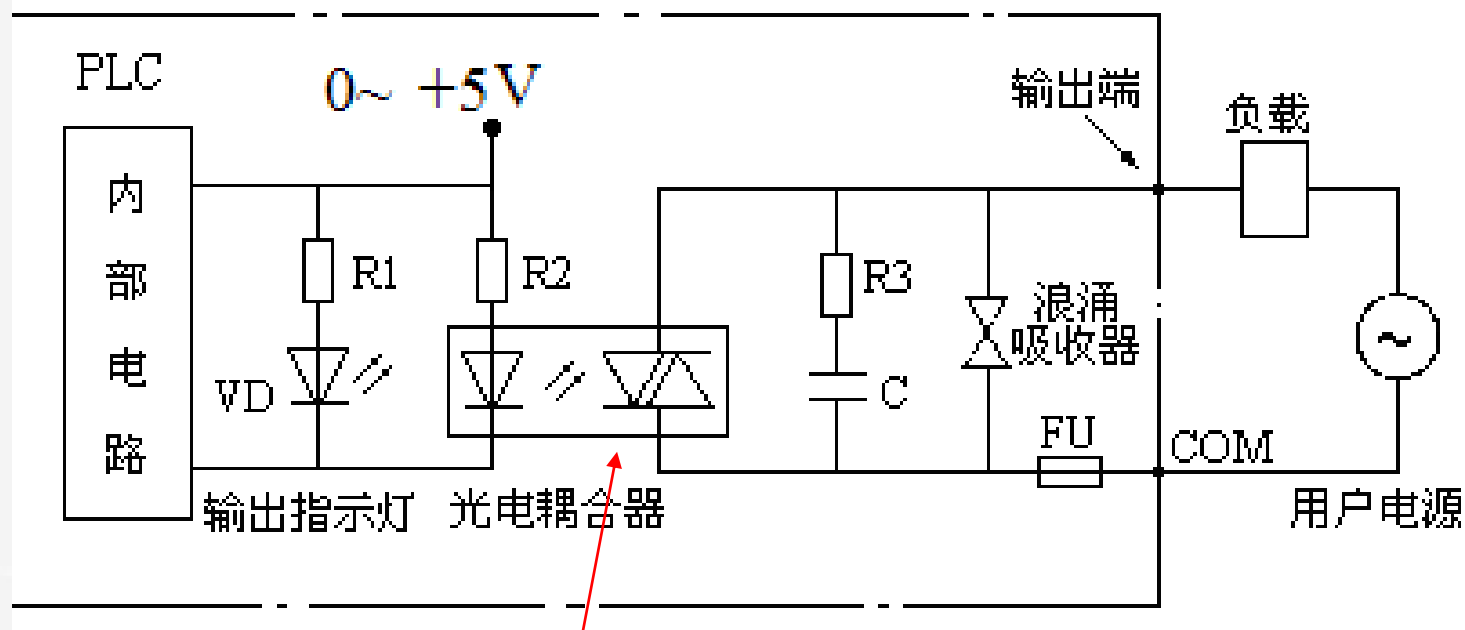
晶体管输出电路采用的光电耦合器是**光控晶体管型**。和继电器输出接口电路一样，在驱动感性负载时也要在负载两端反向并联二极管VS防止过电压，保护PLC的输出电路。



- 晶体管输出电路**输出响应快**（一般在0.2ms以下），适用于要求快速响应的场合；由于晶体管无机械触点，寿命长。

外接电源只能是**直接电源**。另外，晶体管输出**驱动能力**要小于继电器输出，允许负载电压一般为DC5V~30V，允许负载电流为0.2A~0.5A。这两点是使用晶体管输出电路时要注意。

晶闸管型输出电路



光电耦合器是光控双向晶闸管，驱动电路采用光控双向晶闸管进行驱动放大。

双向晶闸管输出的驱动能力要比继电器输出的要小，允许负载电压一般为AC85~242V；单点输出电流0.2A~0.5A。

为了保护晶闸管，在晶闸管的两端并接RC阻容吸收元件并接压敏电阻吸收浪涌电流。



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PLC的控制工作过程

循环扫描



1. 循环扫描的工作原理



PLC的一个工作过程主要分三个阶段进行

➤ 输入采样阶段

➤ 程序执行阶段

➤ 输出刷新阶段

PLC的工作方式是一种**串行循环工作方式**

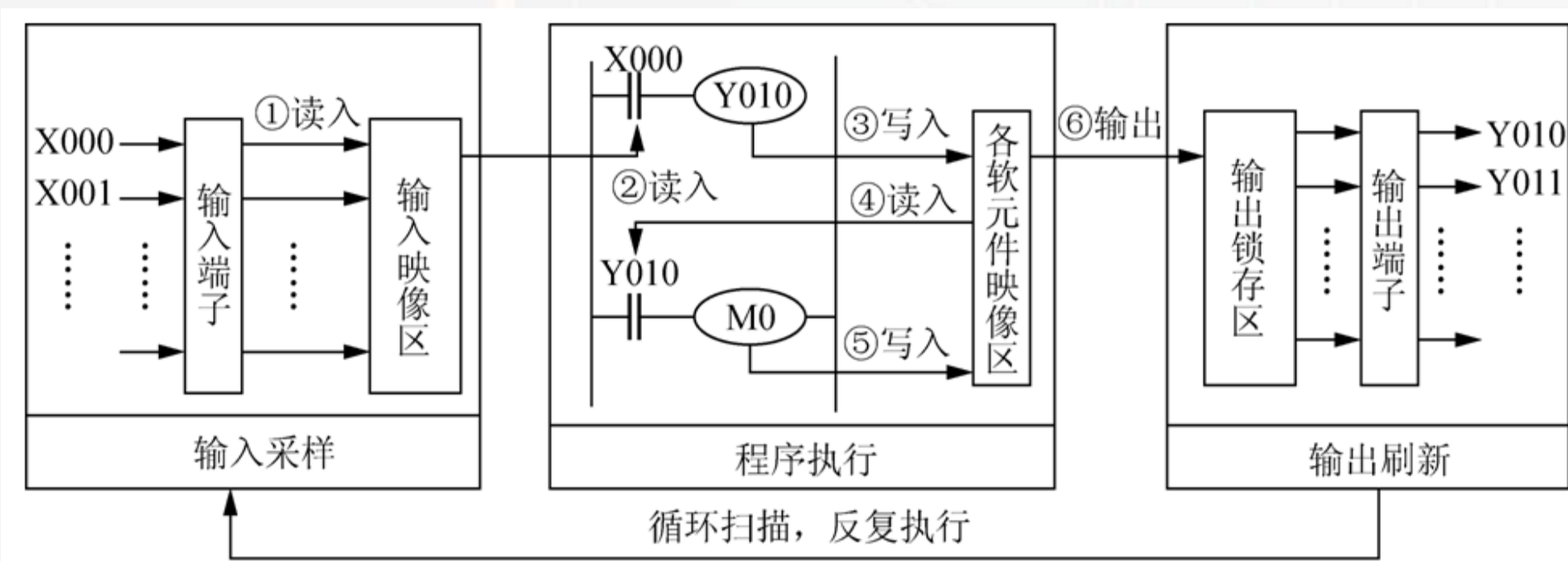




➤ 输入采样阶段

➤ 程序执行阶段

➤ 输出刷新阶段



PLC的循环扫描过程

2. 工作方式比较

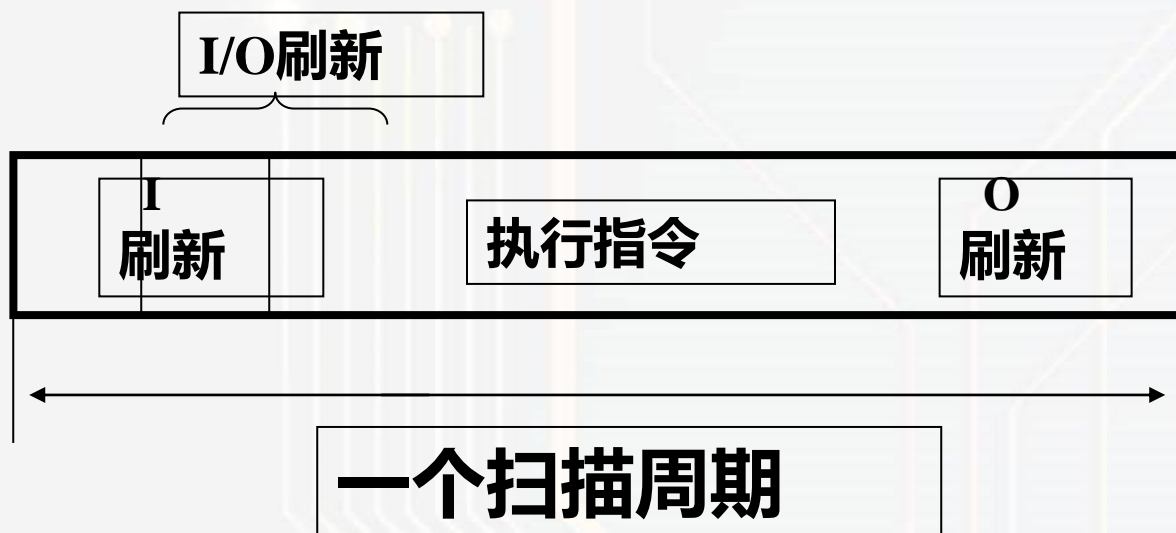


微机：等待命令

PLC：循环扫描

CPU从第一条指令开始执行，遇到结束符又返回第一条，不断循环。

这种工作方式
有什么好处？



答：对慢速响应系统，增强了抗干扰能力。

3. 扫描周期和响应时间



扫描周期：PLC在运行状态时，执行**一次扫描操作所需的时间**，其典型值为 $0.5\text{ms} \sim 100\text{ms}$ 。

◆ 扫描周期的长短主要取决于以下几个因素

- CPU执行指令的速度
- 执行每条指令占用的时间
- 程序中指令条数的多少

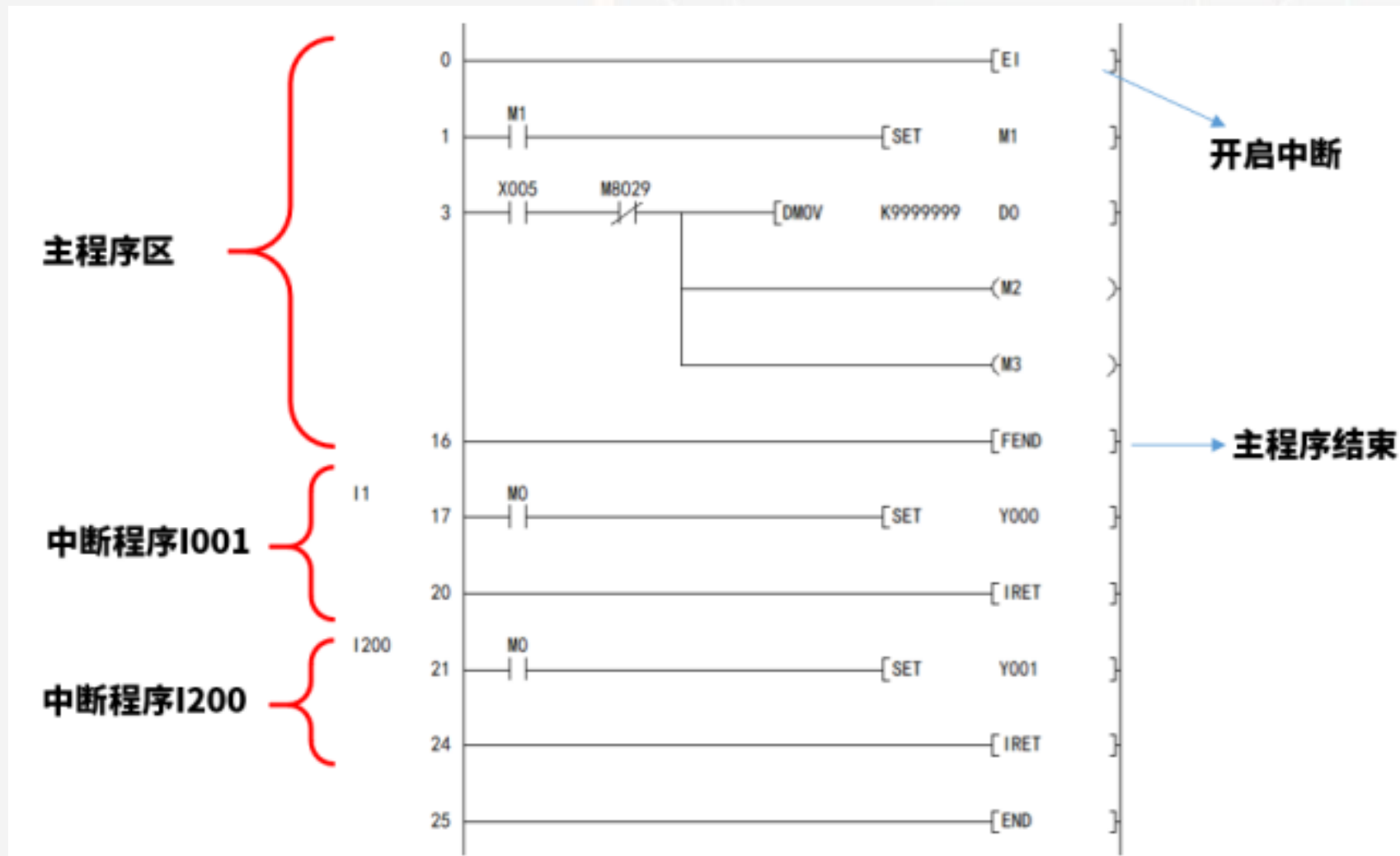
响应时间：两次输入变化之间做出反应输出的时间。

- 最短响应时间
- 最长响应时间





中断方式



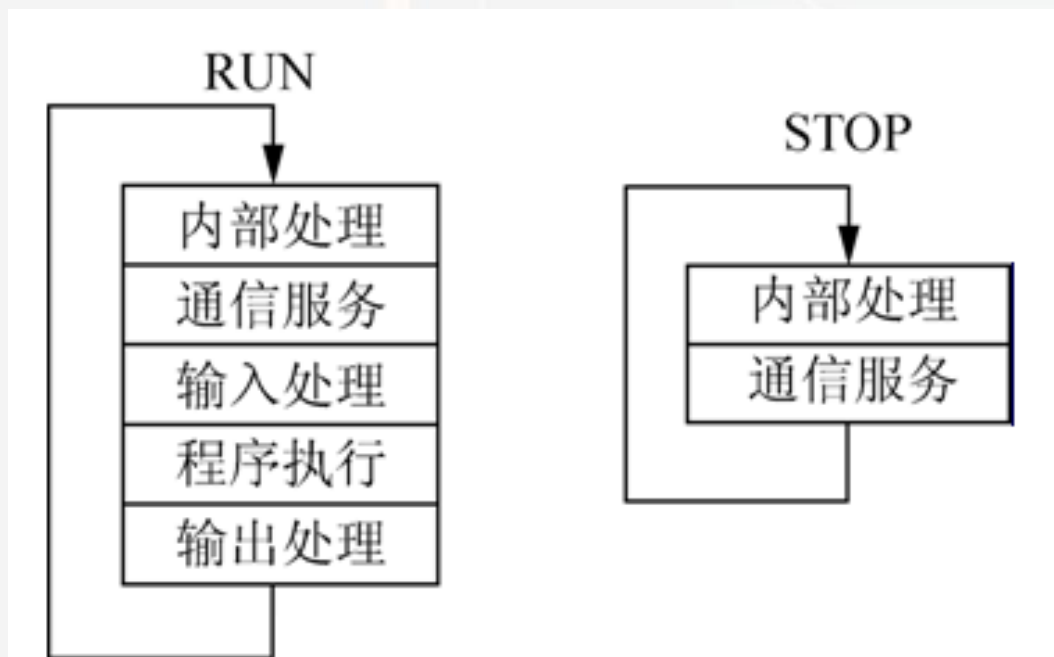


PLC的工作状态



➤ PLC有两种工作状态：RUN 状态 + STOP 状态。

- **运行状态：**执行应用程序的状态。
- **停止状态：**一般用于程序的编制与修改。



➤ 两个不同的工作状态下，扫描过程所要完成的任务是不尽相同的。



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PLC的编程语言



PLC编程语言的国际标准



PLC采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程，主要有下述2种编程语言

➤ **编程指令：**指令是PLC被告知要做什么，以及怎样去做的代码或符号。

- 指令只是一些**二进制代码**，与普通的计算机是完全相同。
- PLC有编译系统，可把**文字符号或图形符号**编译成**机器语言**。
- 常用的**助记符语句**用英文文字（可用多国文字）的缩写及数字代表各相应指令。
- 常用的**图形符号**即梯形图，它类似于电气原理图的符号，易为电气工作人员所接受。

1. 指令与程序



➤ 指令系统：

PLC所具有的指令的全体。包含着指令的多少，各指令都能干什么事，代表着PLC的功能和性能。一般讲，功能强、性能好的PLC，其指令系必然丰富，所能干的事也就多。

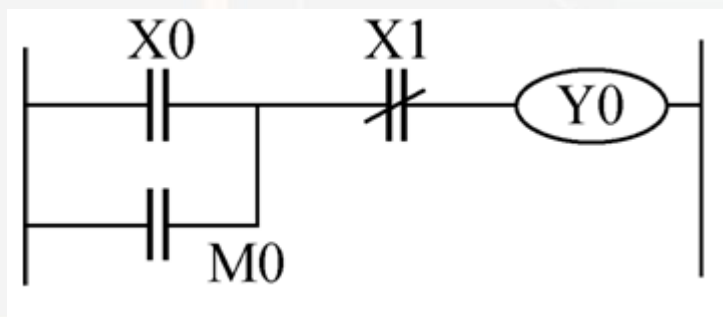
➤ 程序：

由用户编写完成相应工作的PLC指令有序集合，PLC运行它。用户程序一般由用户设计，PLC的厂家或代销商不提供。用语句表达的程序不大直观，可读性差，特别是较复杂的程序，更难读，所以多数程序用梯形图表达。



2. 梯形图语言(Ladder Diagram, LD)

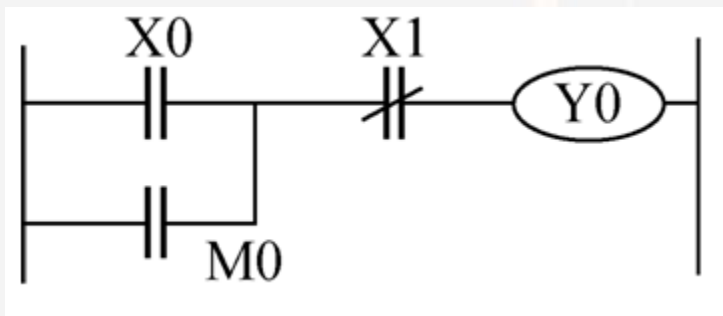
➤ **梯形图:通过连线把PLC指令的梯形图符号连接在一起的连通图, 表达所使用的PLC指令及其前后顺序, 相似电气原理图。**



- ✓ 梯形图的连线有两种：一为母线，一为内部横竖线。
- ✓ 母线是用来连接指令组的。
- ✓ 内部横竖线把一个个梯形图符号指令连成一个**指令组**
- ✓ 指令组一般从取(LD)指令开始，必要时再继以若干个输入指令（含LD指令），建立**逻辑条件**。
- ✓ 最后为输出类指令，实现输出控制，或为数据控制、流程控制、通讯处理、监控工作等指令，以进行相应的控制工作。

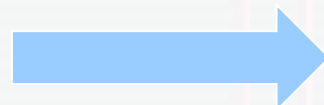
3. 指令语言 (IL)

PLC的指令语言是一种助记符表达式。



序号	操作码	操作数
1	LD	X0
2	OR	M0
3	ANDI	X1
4	OUT	Y0

梯形图程序



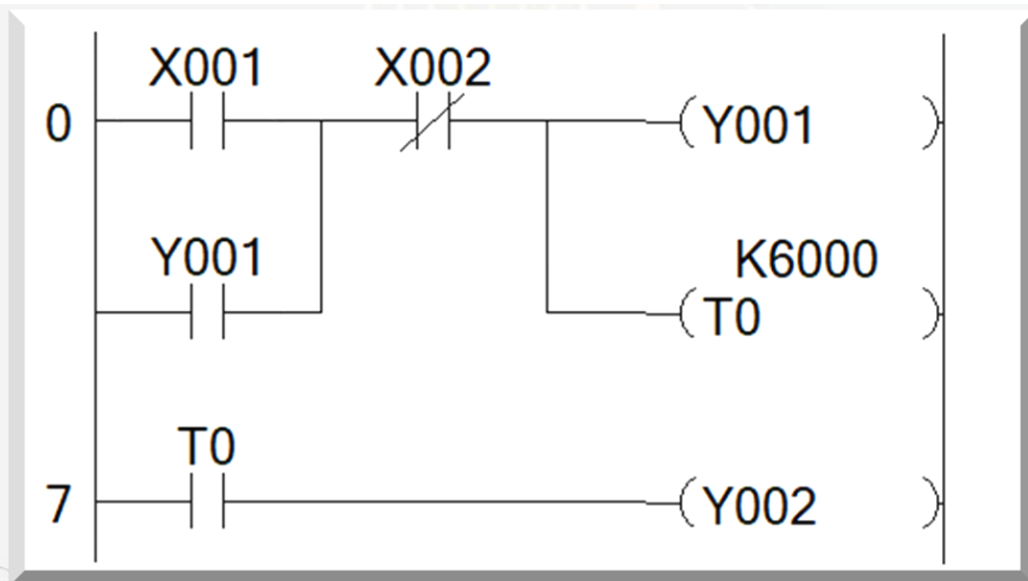
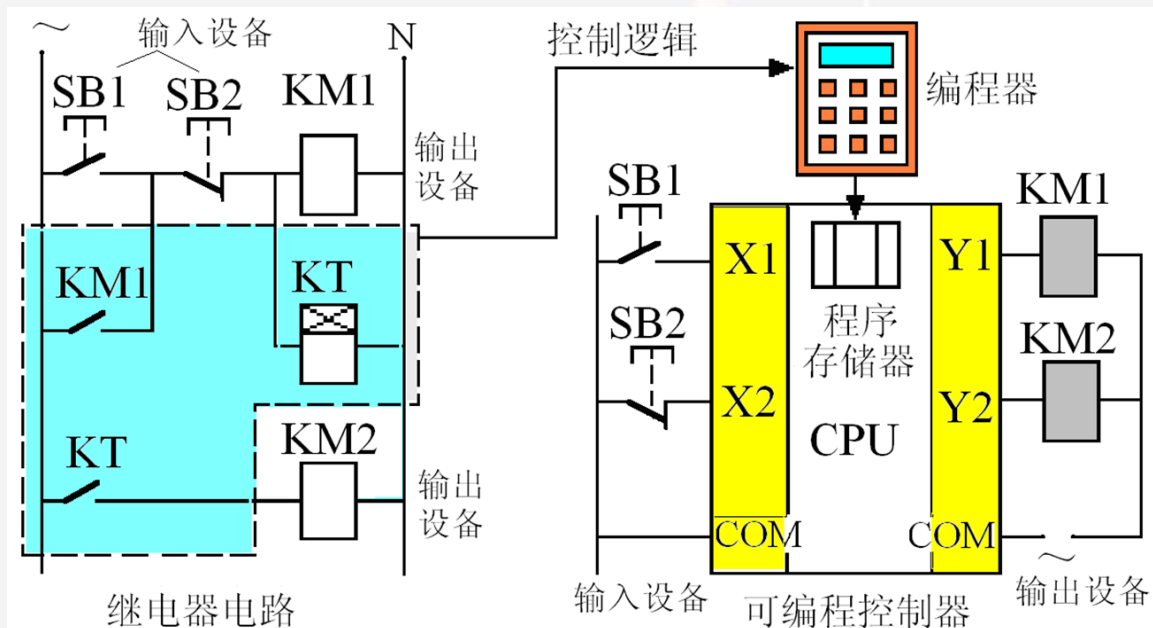
指令语言程序



梯形图的特点

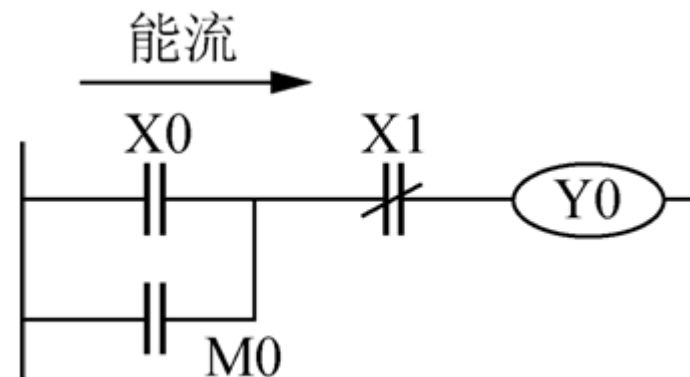


案例分析?



```
LD      X001
OR      Y001
ANI     X002
OUT     Y001
OUT     T0
        K6000
LD      T0
OUT     Y002
END
```


1. 梯形图沿用传统控制图中的继电器触点、线圈、串联等**术语和一些图形符号**构成，左右的竖线称为**左右母线**。



“能流” (Power Flow)是“概念”电流，是用户程序解算中满足输出执行条件的形象表示方式。

2. 各编程元件所描述的接点可以是PLC**输入点接的开关**，也可以是PLC**内部继电器的接点或内部寄存器、计数器等的状态**。常开触点和常闭触点可在编制用户程序时**无限引用**，**既可常开又可常闭**。



3. 梯形图中的继电器与物理继电器是**不同概念**。

4. 输入继电器的状态**唯一**地取决于对应的外部输入电路**通断状态**，在梯形图中**没有输入继电器的线圈**。

5. 梯形图逻辑解算是根据梯形图中各触点的**状态和逻辑关系**，求出与图中**各线圈**对应的编程元件**ON/OFF**状态。

6. 逻辑解算结果，可为后面用户程序的解算所利用。

7. 梯形图语言与其它程序设计语言有**一一对应**关系，便于相互的**转换**和对程序的**检查**





武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

常用PLC类型



按I / O点数分类





- (1) 微型PLC (I / O点数小于64)**
- (2) 小型PLC (I / O点数为256点以下)**
- (3) 中型PLC (I / O点数在512~2048点之间)**
- (4) 大型PLC (I / O点数为2048点以上)**

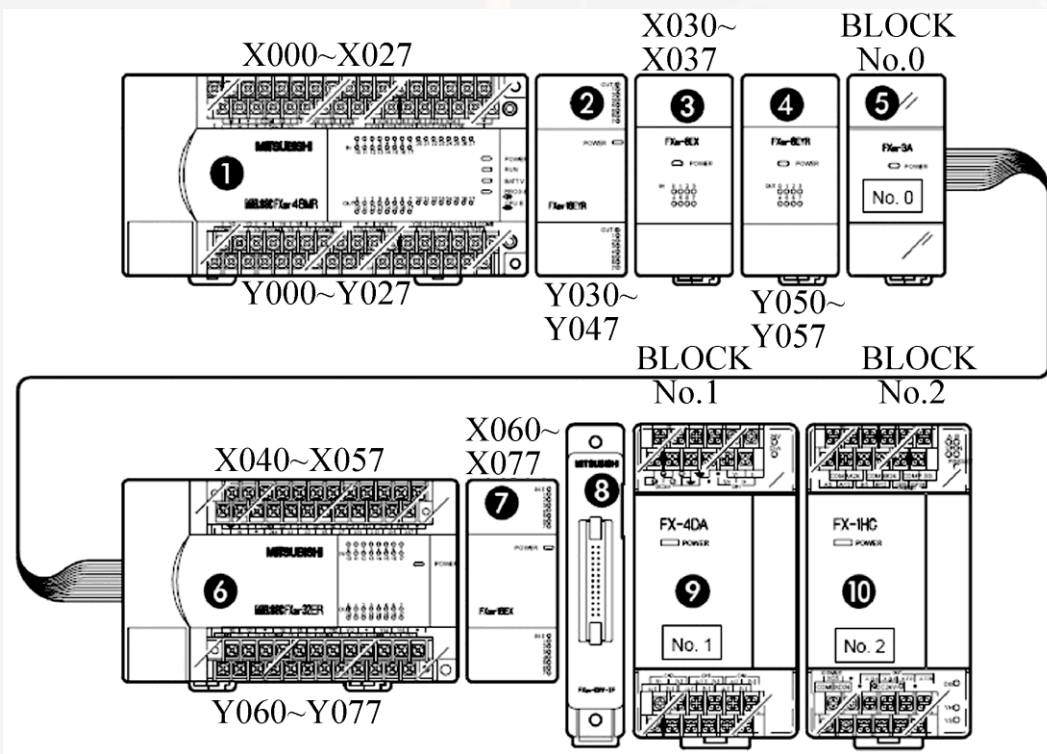




按结构分类



- (1) 整体式PLC
- (2) 模块式PLC
- (3) 叠装式PLC

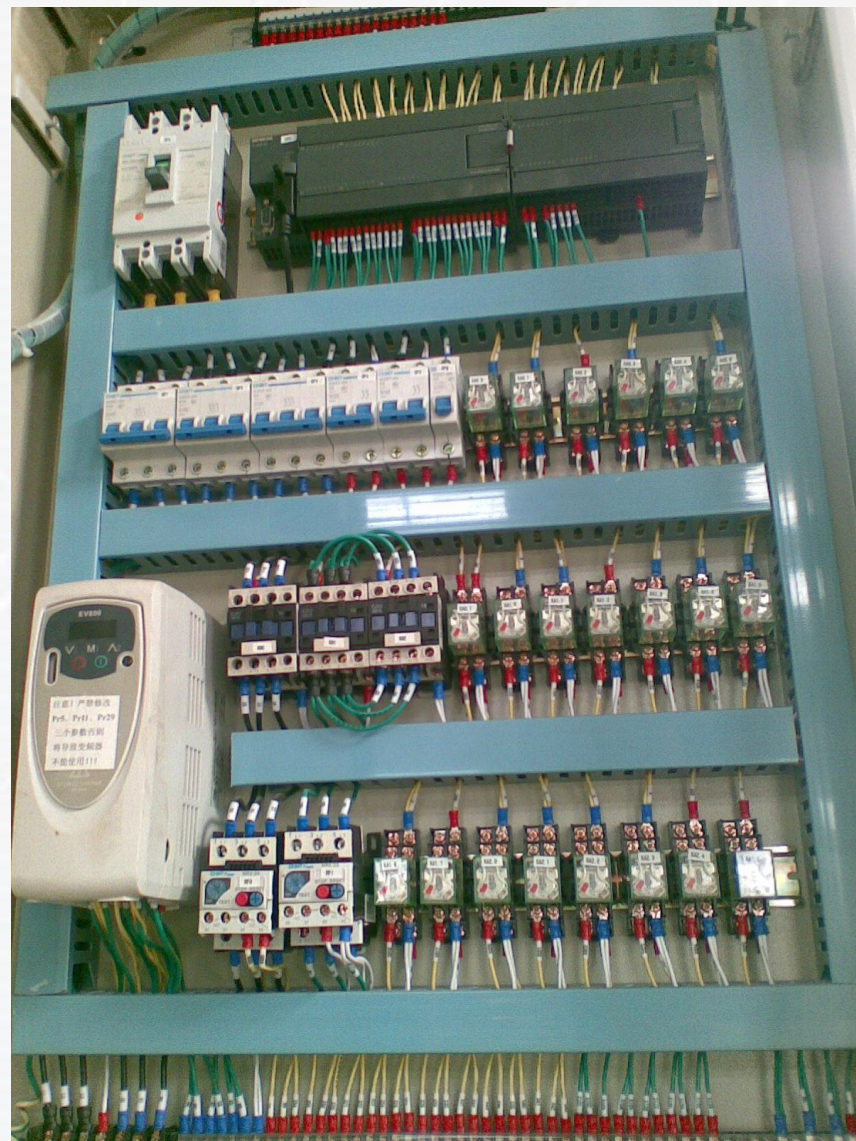


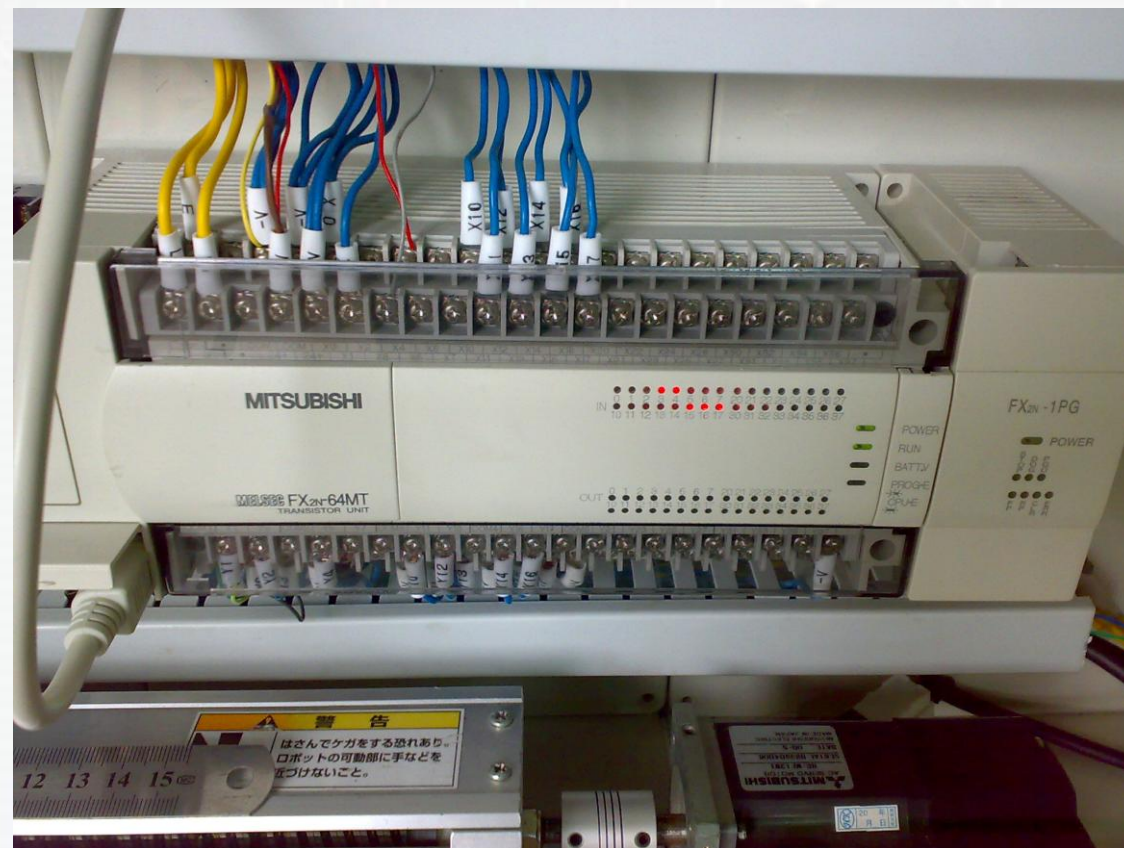


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PLC特点

- 1) 可靠性高，抗干扰能力强
- 2) 应用灵活，编程方便
- 3) 易于安装、调试、维修
- 4) 功能完善，适用性强
- 5) 体积小，能耗低







武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

小结

- **连线式编程与存储式编程**
- **三种输入**
 - 直流，交流，交直流输入接口，光电隔离
- **三种输出**
 - 继电器(交直流)，晶体管(直流)，晶闸管(交流)
- **PLC工作过程**
 - 输入采样、程序执行、输出刷新
- **编程语言**
 - 梯形图与指令编程



武汉理工大学

WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

谢谢观看