

# 过程控制原理应用I

(检测技术与过程控制原理)

**主讲人：安剑奇 教授**

中国地质大学（武汉） 自动化学院

2020年9月

# 第4章 接口技术与过程通道

# 第4章 接口技术与过程通道

---

---

## 4.1 A/D、D/A转换

## 4.2 采样与保持

## 4.3 输入/输出接口与过程通道

## 4.4 PLC的接口技术

## 4.5 集散控制系统

## 4.6 现场总线控制技术

## 4.7 工业以太网控制系统

# 4.1 什么是A/D转换?

## ➤ A/D转换器

- 逐次逼近法，从粗到细逐次进行，由每次比较的结果来确定相应的位是1还是0
- 与天平称重相似，例如用天平称量一个实际重量为27.4克的重物，天平有32克，16克，8克，4克，2克和1克等6种砝

次序	加砝码	天平指示	操作	记录
1	32克	超重	去码	X1=0
2	16克	欠重	留码	X2=1
3	8克	欠重	留码	X3=1
4	4克	超重	去码	X4=0
5	2克	欠重	留码	X5=1
6	1克	平衡	留码	X6=1

# 4.1 什么是A/D转换？

---

---

## □ 主要技术指标有：

- 转换时间：指完成一次模拟量到数字量转换所需要的时间
- 分辨率：指可转换数字量的最小电压，用位数 $n$ 表示，如8、12、16位

## □ 基本方法：计数法，逐次逼近法，双斜积分法，并行转换法

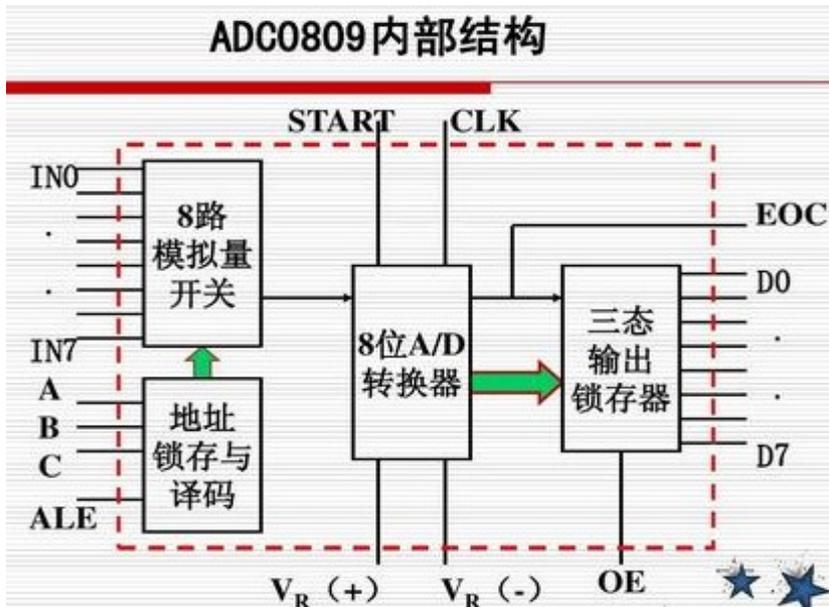
- 逐次逼近式：转换时间短，但抗干扰能力较差（常用）
- 双斜积分式：转换时间长，抗干扰能力较强，适用于变化缓慢，现场干扰严重的场合

逐次逼近法速度快，分辨率高因此得到广泛使用

## 4.1 什么是A/D转换? --ADC0809

### ➤ 8位A/D转换器ADC0809

- ❑ 组成：8通道模拟开关、8位A/D转换器、三态输出锁存缓冲器
- ❑ EOC：A/D转换结束输出信号，高电平有效。START有效开始EOC为0，表示A/D转换进行中；转换结束，EOC为1

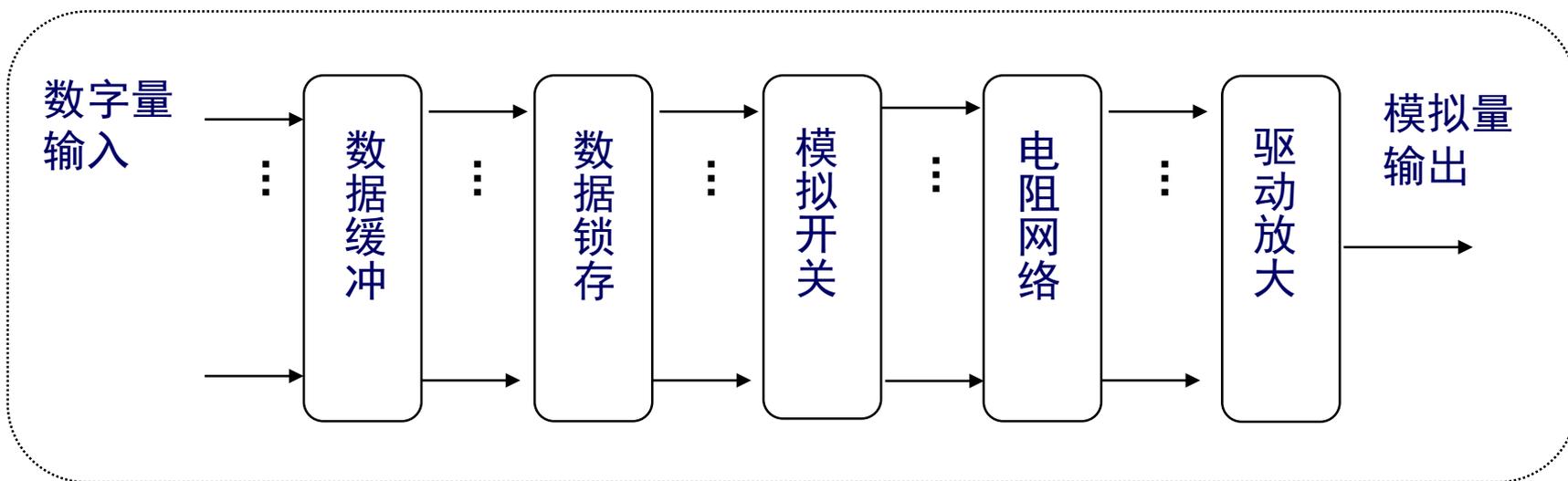


- ✓ 主要性能：分辨率为8位；转换时间为100 $\mu$ s左右；模拟输入电压范围为0~5V，对应A/D转换值为00H~FFH；

## 4.1 什么是D/A转换？

### ➤ 什么是D/A转换

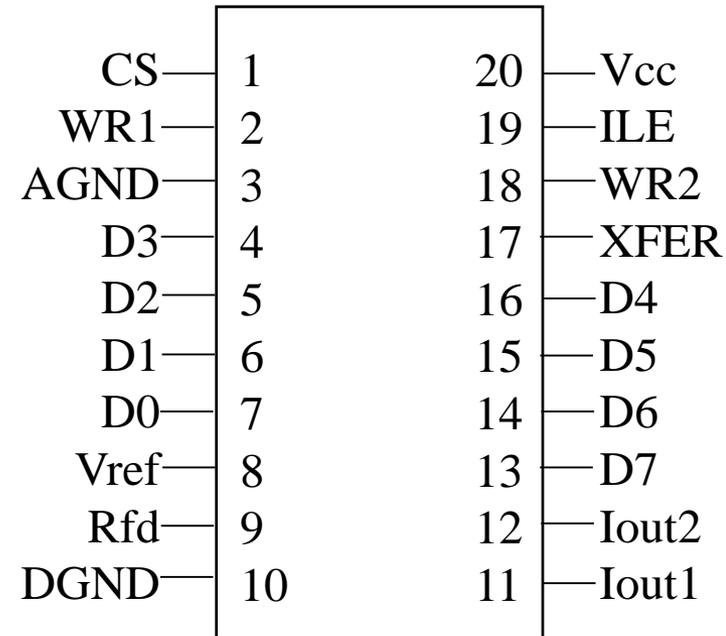
- 将离散的数字量转换为相应的连续性的模拟量
- 原理：输入的二进制数码存入寄存器，每一位控制一个模拟开关，模拟开关或是接地，或是经电阻接基准电压源



## 4.1 什么是D/A转换? --DAC0832

### ➤ 8位D/A转换器DAC0832

- ❑ 采样频率为八位的 D/A 转换芯片，内部包含一个 **T 形电阻网络**，输出为差动电流信号
- ❑ 得到模拟电压输出，必须**外接运算放大器**
- ❑ 集成电路内有两级输入寄存器，使芯片具备双缓冲、单缓冲和直通三种输入方式，以便适于各种电路的需要如要求**多路 D/A 异步输入、同步转换**等

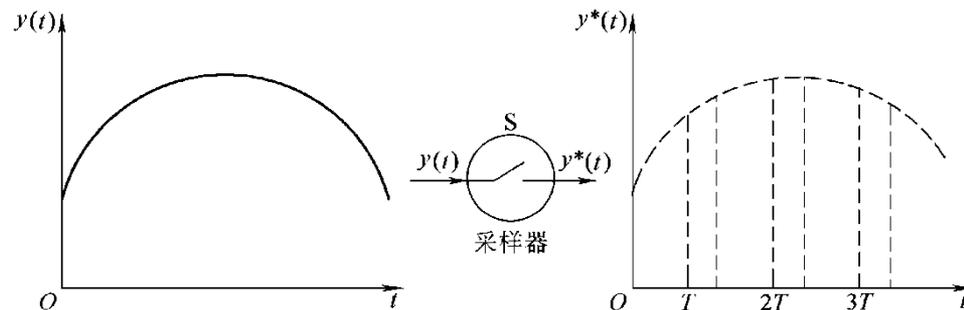


## 4.2 什么是采样？

### ➤ 信号的采样

- 按一定的时间间隔  $T$ ，把时间上连续和幅值上也连续的**模拟信号**，转变成在时刻  $0、T、2T……kT$  的一连串脉冲输入信号的过程称为**采样过程**
- $\tau$  称为**采样宽度**，表示采样开关（器）的闭合时间。采样后的脉冲序列称为采样信号  $y^*(t)$ ，采样器的输入信号称为**原信号**。采样信号  $y^*(t)$  是离散的模拟信号（**时间上离散，幅值上连续**）

经过采样，得到并不是全部时间的信号值，而是某些时间上的值，**如何保证信号不丢失？**



## 4.2 什么是采样？

### ➤ 香农采样定理

- 如果模拟信号频谱的最高频率 $f(\max)$ ，只要按照**采样频率** $f \geq 2f(\max)$ 进行采样，那么采样信号就能不失真地复现 $y(t)$ 。实际中，常取 $f \geq (5 \sim 10)f(\max)$

✓ 问题：采样信号如何转换成数字信号？

### ➤ 量化

- 采用一组数码来逼近离散模拟信号的幅值，将其转换为**数字信号**。将采样信号转换为数字信号的过程称为**量化过程**
- **量化单位**：字长为 $n$ 的A/D转换器把 $y(\min)$ - $y(\max)$ 范围内变化的采样信号，变换为数字 $0 \sim 2^n - 1$

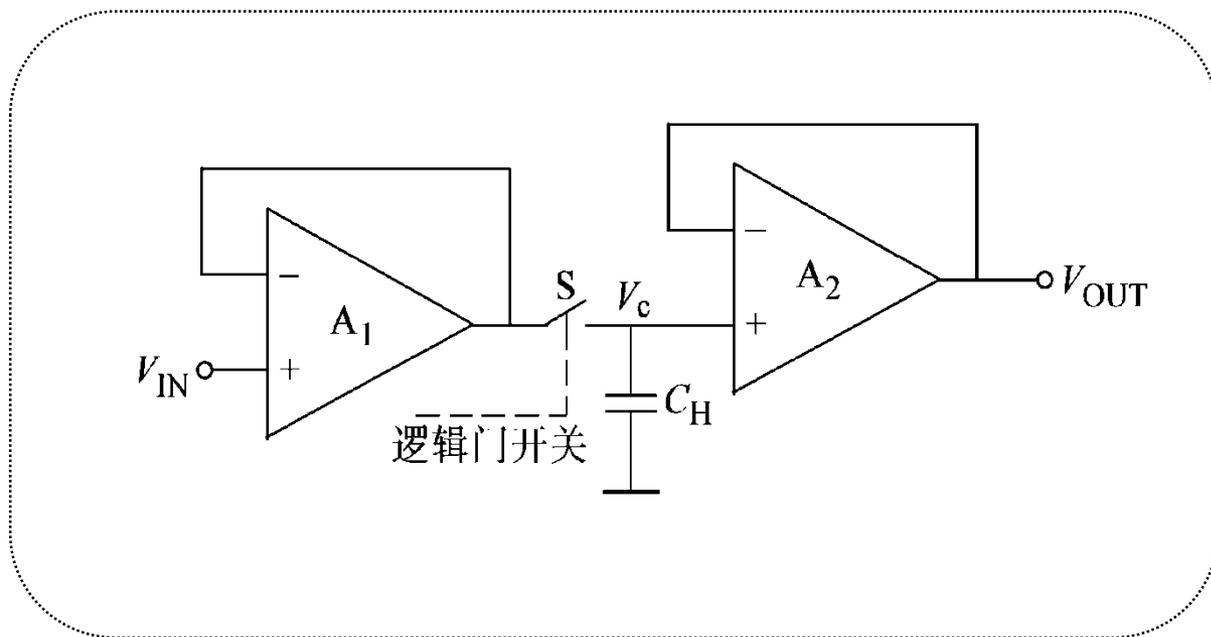
✓ 量化公式：

$$q = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{2^n - 1}$$

## 4.2 什么是采样? --采样保持器

### ➤ 采样保持器

- 采样时,  $S$  闭合,  $V_{IN}$  通过  $A_1$  对  $C_H$  快速充电,  $V_{out}$  跟随  $V_{IN}$
- 保持期间,  $S$  断开, 由于  $A_2$  输入阻抗很高, 理想情况下  $V_{out} = V_C$  保持不变



## 4.3 输入\输出接口与过程通道

### ➤ 接口技术

- 是计算机与外部设备交换信息的桥梁，它包括**输入接口**和**输出接口**
- 是研究计算机与外部设备之间如何**交换信息**的技术

### ➤ 过程通道

- 是在计算机和生产过程之间设置的信息传送和转换的连接通道
- 包括模拟量输入通道、模拟量输出通道、数字量(开关量)输入通道、数字量(开关量)输出通道（**AI/AO、DI/DO**）

为什么需要I/O接口？

- ✓ 微机的外部设备多种多样
- ✓ 工作原理、驱动方式、信息格式、工作速度
- ✓ 它们不能与CPU直接相连
- ✓ 必须经过中间电路再与系统相连

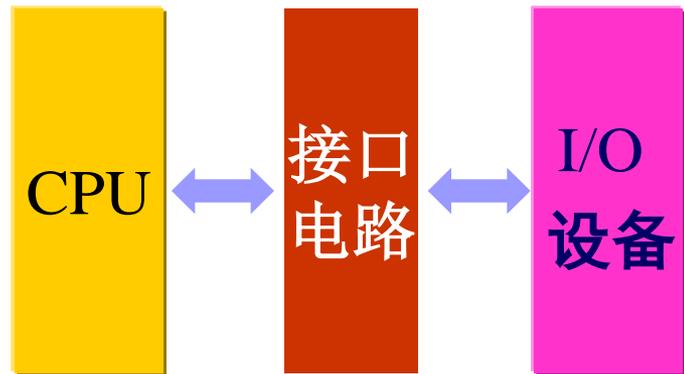
## 4.3 输入\输出接口与过程通道

### ➤ 什么是I/O接口（电路）

- 位于系统与外设间、协助完成数据传送和控制任务的逻辑电路
- 例如PC系统板可编程接口芯片、I/O总线槽的电路板（适配器）

### ➤ I/O接口（电路）的主要功能

- 对输入输出数据进行缓冲和锁存
- 对信号的形式和数据的格式进行变换
- 对I/O端口进行寻址
- 与CPU和I/O设备进行联络



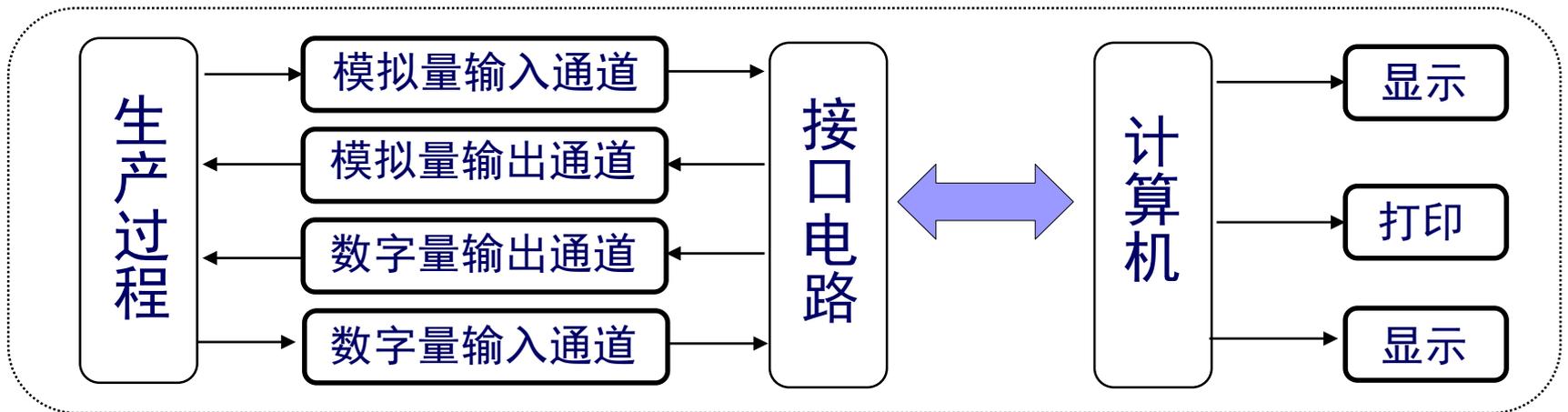
## 4.3 输入\输出接口与过程通道

### ➤ 什么是I/O通道

□ 是计算机和控制对象之间信息传送和变换的连接通道

□ 传递的信息分为：

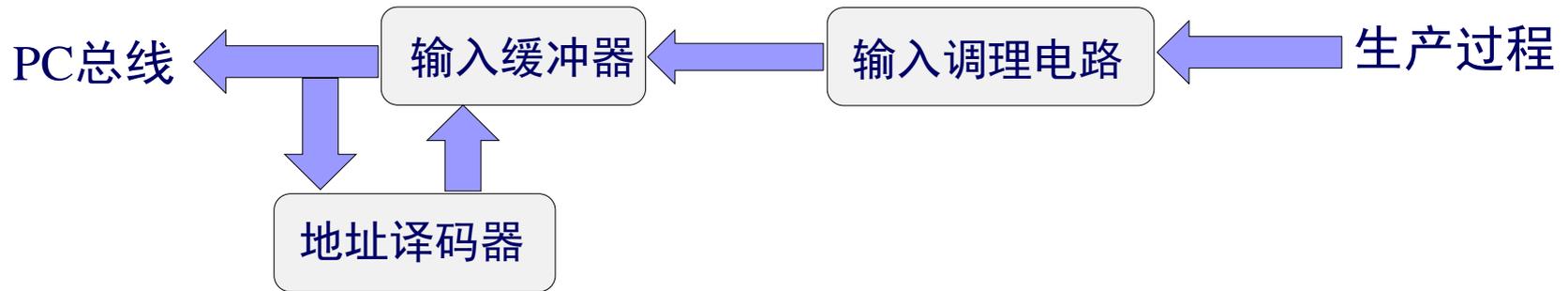
- **模拟量**：即时间、数值都连续变化的物理量，如**温度、压力、流量**
- **数字量**：即时间上和数值上**都不连续**的量



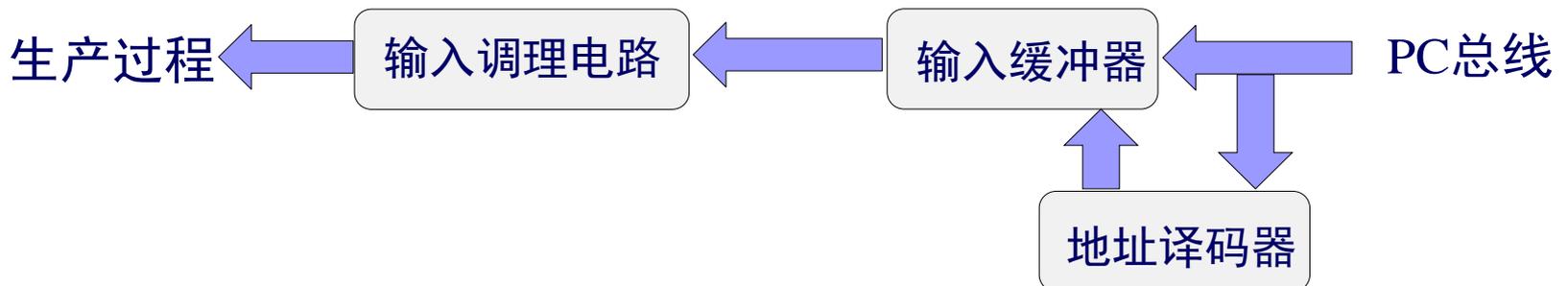
## 4.3 输入\输出接口与过程通道

### ➤ 数字量输入通道

- 组成：输入缓冲器、输入调理电路、输入地址译码电路等
- 信号的形式：电压、电流、开关的触点



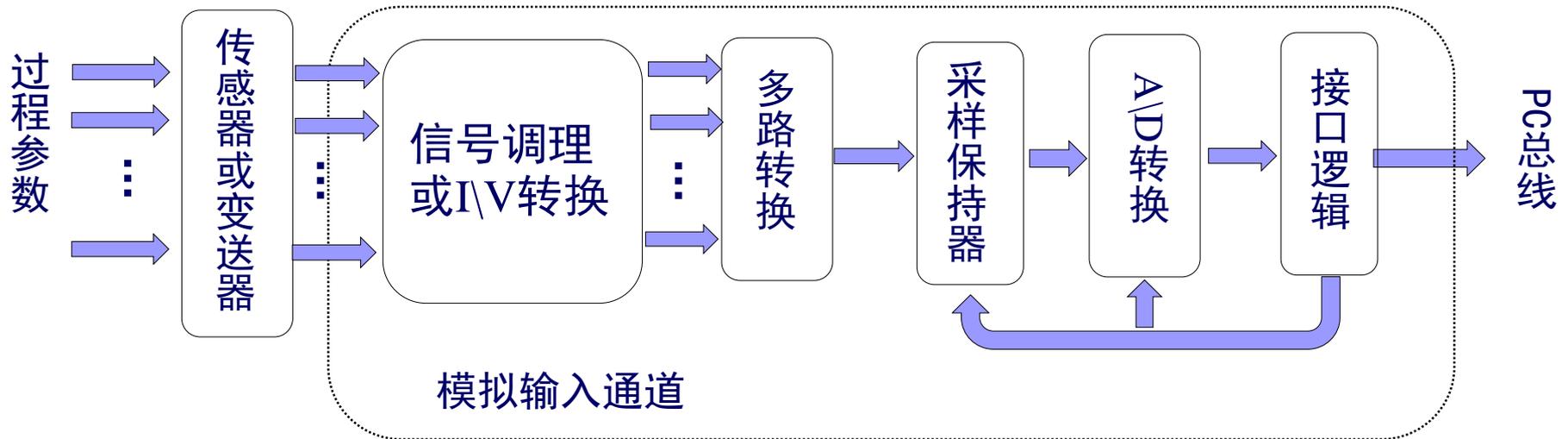
### ➤ 数字量输出通道



## 4.3 输入\输出接口与过程通道

### ➤ 模拟量输入通道

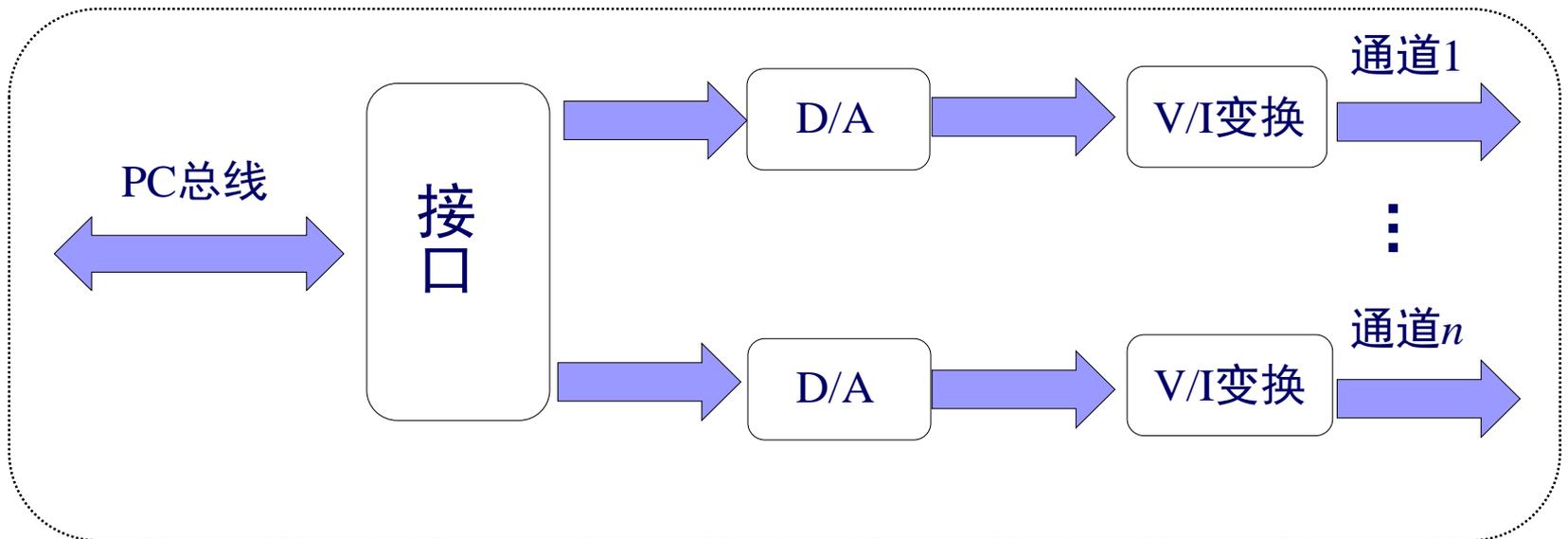
- 组成：I/V变换，多路转换器，采样保持器，A/D转换器等
- 工作过程：



## 4.3 输入\输出接口与过程通道

### ➤ 模拟量输出通道

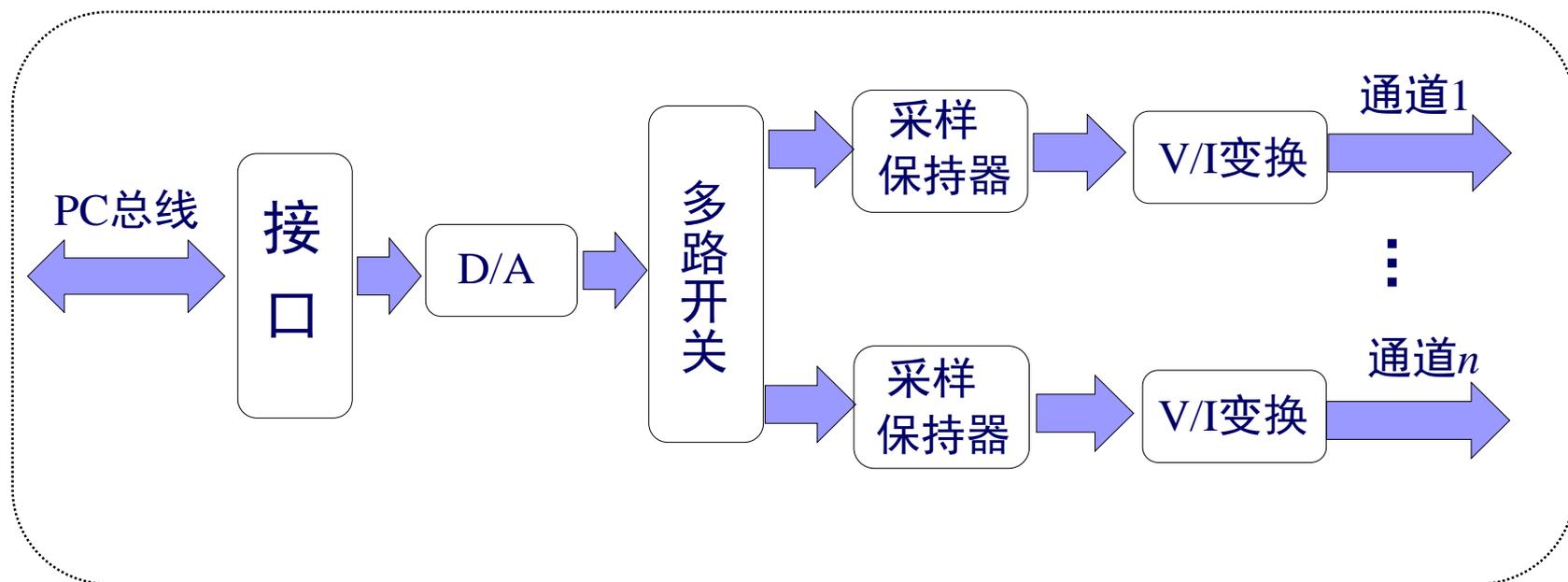
- **优点：**转换速度快、工作可靠，即使某一路D/A转换器有故障，也不会影响其向其它通路的工作
- **缺点：**使用了较多的D/A转换器



## 4.3 输入\输出接口与过程通道

### ➤ 多通道共用一个模/数转换器

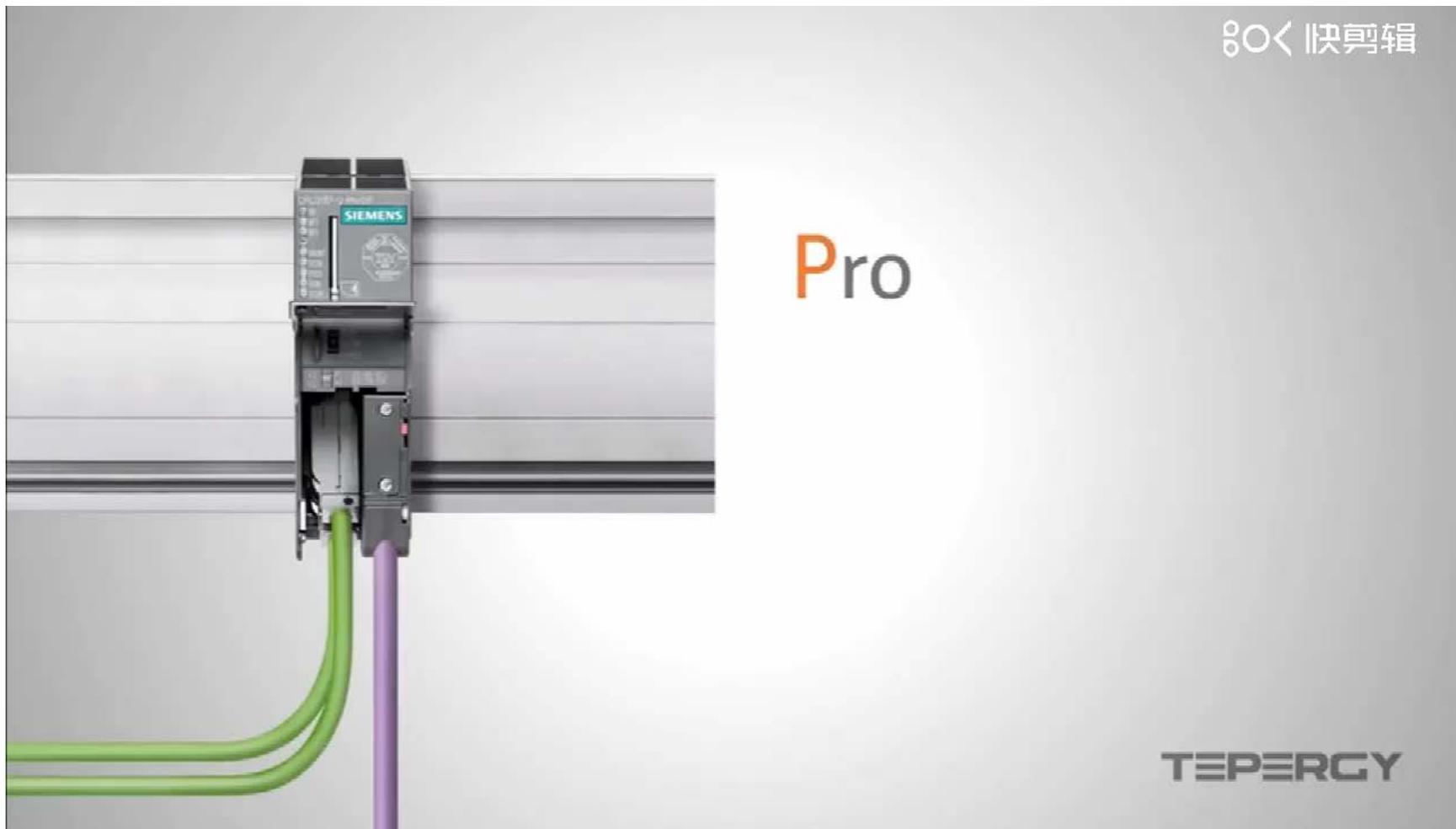
- 当共用一个数/模转换器时，依次把D/A转换器转换成的模拟电压(或电流)，通过多路模拟开关传送给输出采样保持器



## 4.4 PLC接口技术

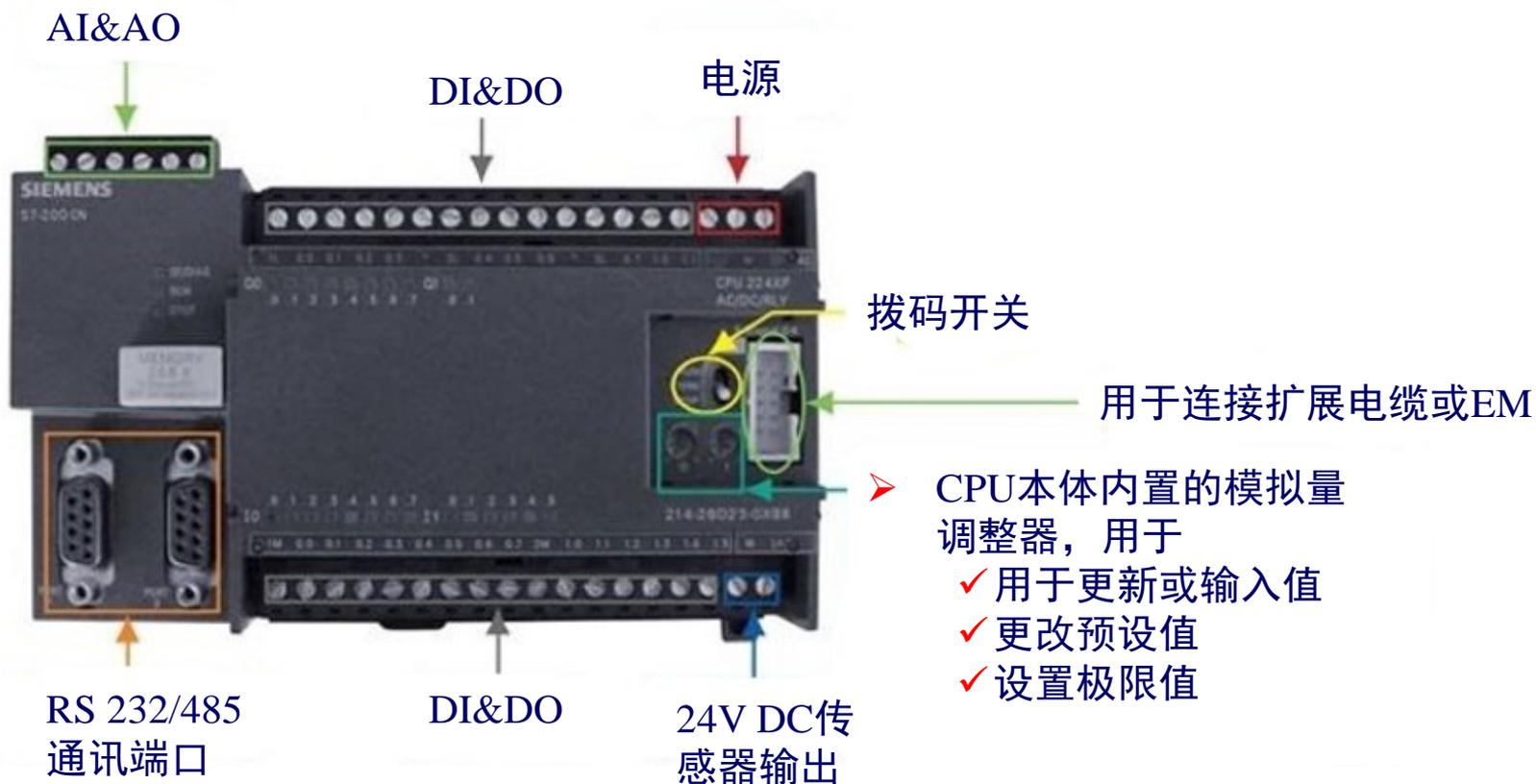
---

---



## 4.4 PLC接口技术—传统PLC

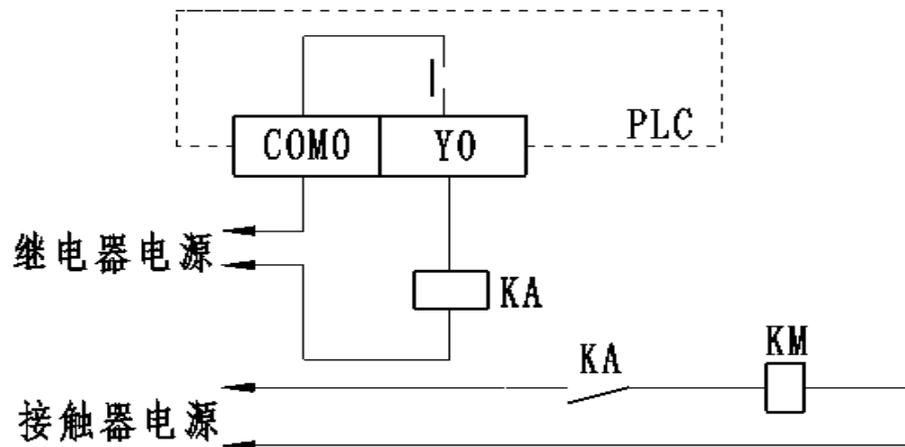
### S7-200CN CPU 端子和硬件介绍



## 4.4 PLC接口技术—输入输出端口的性能参数

### ➤ PLC的输入输出口

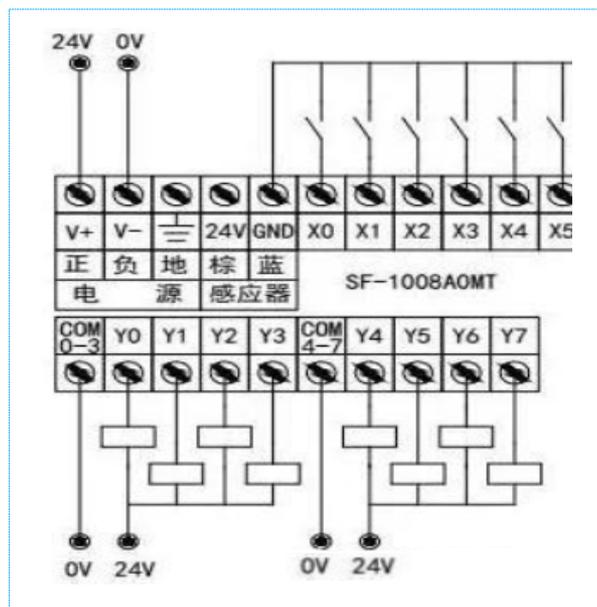
- ❑ 输入口：每一点的电流定额一般为7mA，短接时产生的最大电流
- ❑ 输出口：通过的最大电流随机型不同而不同，一般为1A或2A。当负载电流定额大于口端电流最大值时，需增加中间继电器（如图）



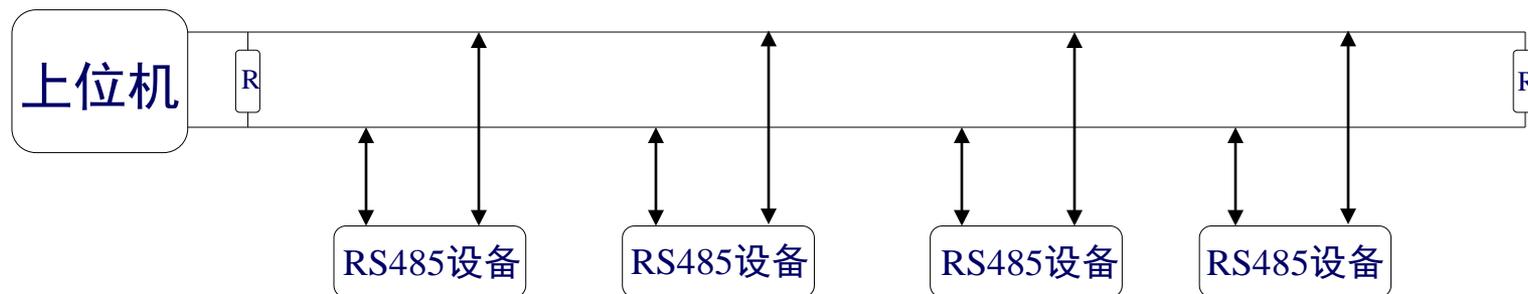
## 4.4 PLC接口技术—COM接口和串口通讯

### ➤ PLC的COM口

- ❑ 注意事项：COM口可以接电源的正极或负极，COM口如果接了负极，那么和这个COM口同组的段子统一接正极，否则不会有信号，反之，COM口接正极，其他和这个COM同组的段子统一接负极



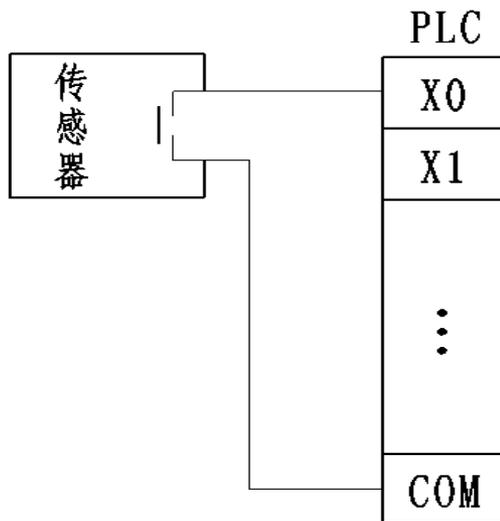
### ➤ PLC的通讯接口（RS-485为例）



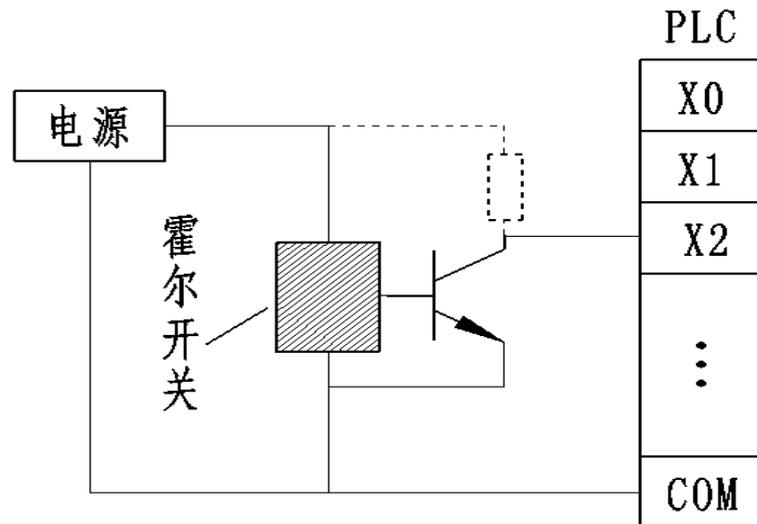
## 4.4 PLC接口技术—PLC与传感器

### ➤ PLC与传感器组件的接口电路

□传感器的种类很多,其输出方式也各不相同。接近开关、光电开关、磁性开关等为两线式传感器。霍尔开关为三线式传感器

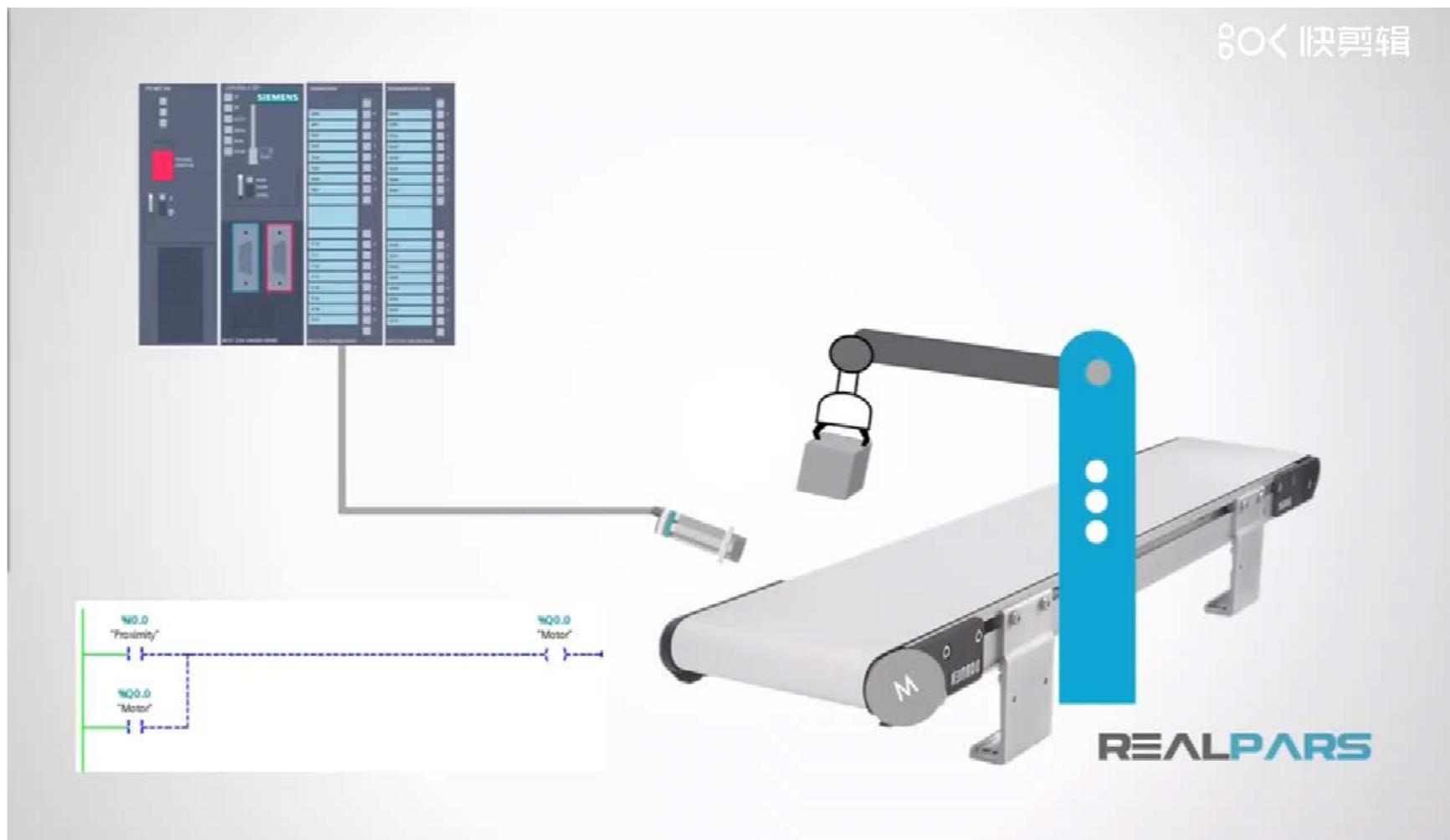


✓ 二线式传感器



✓ 三线式传感器

## 4.4 PLC接口技术—PLC结合传感器应用



# 第4章 接口技术与过程通道

---

---

4.1 A/D、D/A转换

4.2 采样与保持

4.3 输入/输出接口与过程通道

4.4 PLC的接口技术

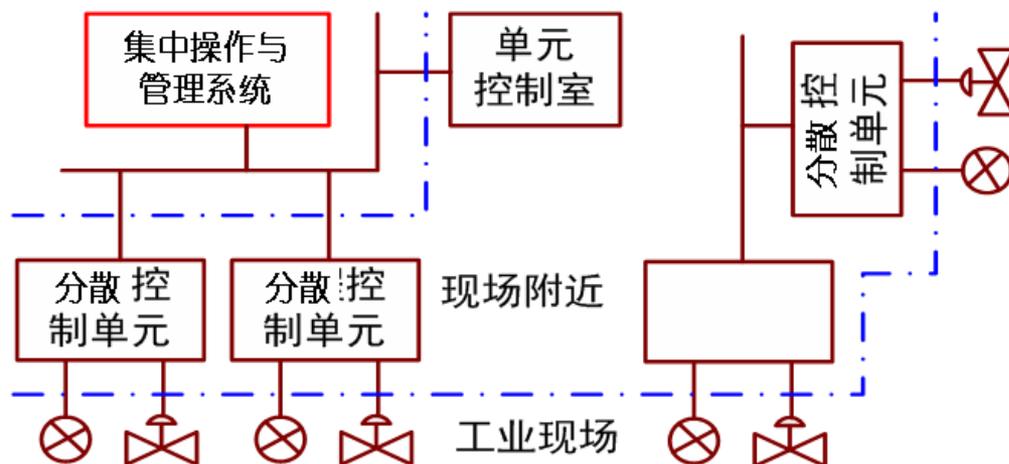
4.5 集散控制系统

4.6 现场总线控制技术

4.7 工业以太网控制系统

## 4.6 集散控制系统

- 集散控制系统以微型计算机为基础、将分散型控制装置、通信系统、集中操作与信息管理系统综合在一起
- 利用4C技术（控制技术、通信技术、计算机技术和CRT技术），对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制
- 组成：集中操作与管理系统，分散控制单元，通信系统三部分



## 4.6 集散控制系统

---

---

### ➤ 分散控制单元

- 基于微处理器的过程控制单元，实现DCS与生产过程的接口，按地理位置分散于控制现场，实现对生产过程的控制。

### ➤ 集中操作与管理系统

- 由系统操作站，各种管理单元和管理计算机组成，用于系统的集中监视与和，系统的组态与维护及系统的信息管理和优化控制。

### ➤ 通信系统

- DCS各单元的内联网络，用于连接系统各单元，完成数据、指令及其他信息的传递

## 4.6 集散控制系统

---

---

### ➤ 集散控制系统的特点

#### □ 功能分散

- 过程参数检测、处理、控制等在**现场过程控制单元**中进行，功能高度分散
- 设备可尽可能地接近现场安装，避免模拟信号远距离传输，提高可靠性

#### □ 信息综合与集中管理

- 保证操作一致性，操作由专人进行，减少误操作可能性。

#### □ 开放的系统结构

- 硬件和软件设计成模块式，具有较好的开放性、通用性，扩展方便；

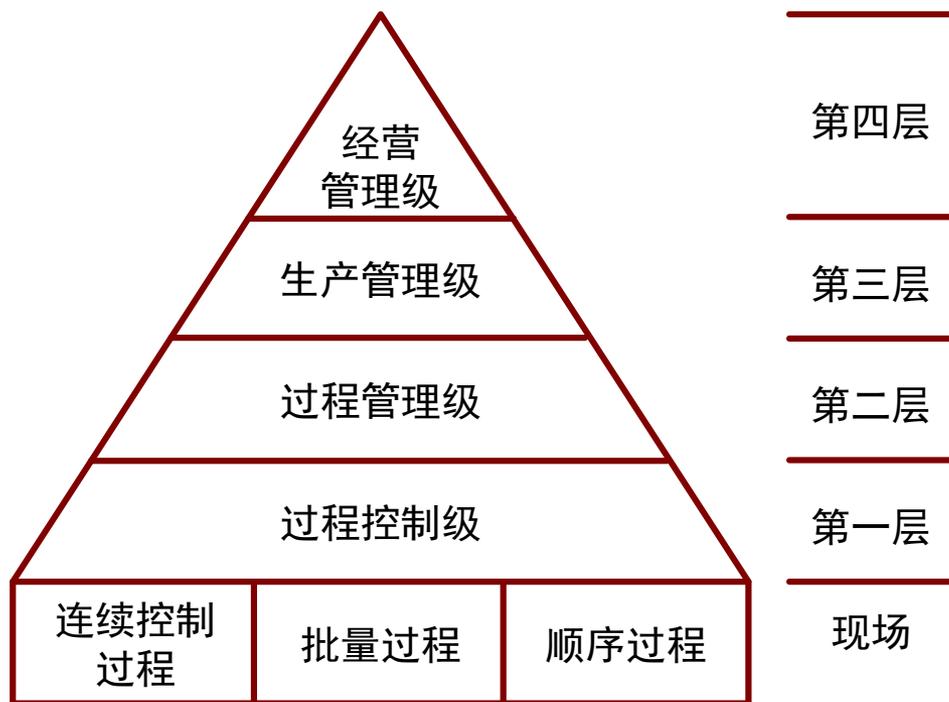
#### □ 系统可靠性高

- 采用冗余技术和容错技术，各单元自诊断、自检查和自修复功能，

## 4.6 集散控制系统

### ➤ 集散控制系统递阶的结构

- 分散控制，集中管理，具有多级递阶结构，即从上而下可划分为经营  
管理级，生产管理级，过程管理级和过程控制级四层。



## 4.6 集散控制系统

---

---

### ➤ 过程控制级

#### □ 主要任务

- 实时过程数据的采集和处理。
- 设备监测和系统测试与诊断。
- 实施安全性、冗余化方面的措施。
- 直接数字控制：根据系统需求，选择控制功能

#### □ 三种方式：

- 反馈控制：用于保证过程的关键变量按照工艺要求的规律变化
- 顺序控制：用于保证设备状态按照指定逻辑顺序(按时间、位置原则)变化
- 批量控制：针对间歇生产过程，将反馈控制与顺序控制相结合构成

## 4.6 集散控制系统

---

---

### ➤ 过程管理级

#### □ 优化控制

- 当现场条件发生改变时，根据优化策略，进行分析计算，产生新的给定值和调节值交由过程控制级执行。

#### □ 协调控制

- 根据单元内的产品、原材料、库存以及能源使用情况，以优化准则协调相互的关系等。

#### □ 系统运行监视

- 监视整个系统的运行参数、状态，制定生产记录报表，进行报警显示，故障显示、分析、记录等。

## 4.6 集散控制系统

---

---

### □ 系统运行监视可以分为操作员站和工程师站

#### ○ 操作员站

- 系统与操作人员之间的接口，为操作人员提供现场运行的状态、参数的当前值以及是否有异常情况等的显示
- 提供系统相关操作，实现系统的管理
- 功能：显示画面；管理系统的正常运行

#### ○ 工程师站

- 面向工程师，提供对生产过程的监控操作，对系统进行离线配置、组态和编程，实现生产过程的优化控制等功能的网络节点。
- 功能：系统离线配置与组态功能；系统监控功能；系统管理功能

## 4.6 集散控制系统

---

---

### ➤ 生产管理级

- 协调各控制单元参数给定值，对生产进行总体协调和控制
- 主要功能：
  - 根据订货、库存情况、能源情况等规划产品结构和规模，进行生产调度
  - 对产品进行随时更新、重新组织和柔性调度
  - 对工厂级的生产状况观察，监测产品质量，对产品产量和质量的相关数据进行统计和报表制定，并向上层传递数据和信能

## 4.6 集散控制系统

---

---

### ➤ 经营管理级

- 经营管理级完成工程技术、商务事务、人事及经济等方面问题的集体协调和管理任务，实现整个系统的最优化
- 功能：市场分析、用户信息的收集、订货统计分析、销售与产品计划、合同事宜、接收订货与期限监测、产品制造协调、价格计算、生产能力与订货的平衡、订货的分发、生产与交货期限的监视、生产与订货报告、财务报告等

## 4.6 集散控制系统

---

---

### ➤ 通信网络特点

- 实时性强
- 长时间的高可靠性
- 高抗干扰能力
- 网络结构的层次性和开放性

## 4.7 现场总线控制技术

---

---

### ➤ 现场总线

- 国际电工委IEC61158标准，是一种安装在制造或过程区域的现场装置与控制室内的自动装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线
- 广泛用于制造业、流程工业、交通、楼宇等自动化系统中

### ➤ 现场总线的特点

- 开放性
- 互操作性
- 智能化
- 分散化
- 环境适应性

## 4.7 现场总线控制技术

### ➤ 现场总线控制系统

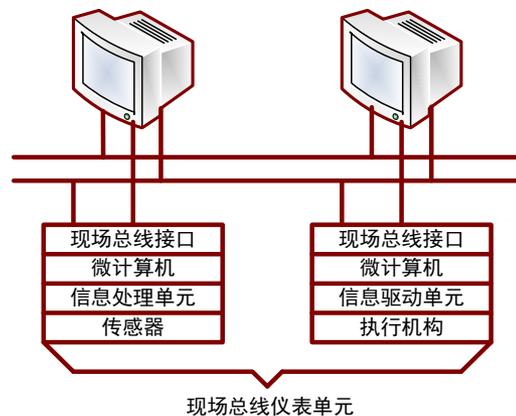
□ 现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, FCS)是一种开放、具有互操作性、彻底分散的分布控制系统。

□ FCS的特点: 开放性、分散性与数字通信

#### 1、系统结构

□ 利用现场总线网络，连接作为网络节点的智能设备，构成开放、标准的自动化控制系统

□ 使不同制造商的产品可以互连，从而简化系统结构，降低成本，提高系统运行可靠性



## 4.7 现场总线控制技术

---

---

### 2、系统主要设备

- 必须是数字化、智能化仪表，具有支持现场总线系统的接口和符合现场总线控制系统通信协议的运行程序
- 包括：检测变送器、执行器、服务器和网桥、辅助设备和监控设备等

### 3、系统特点

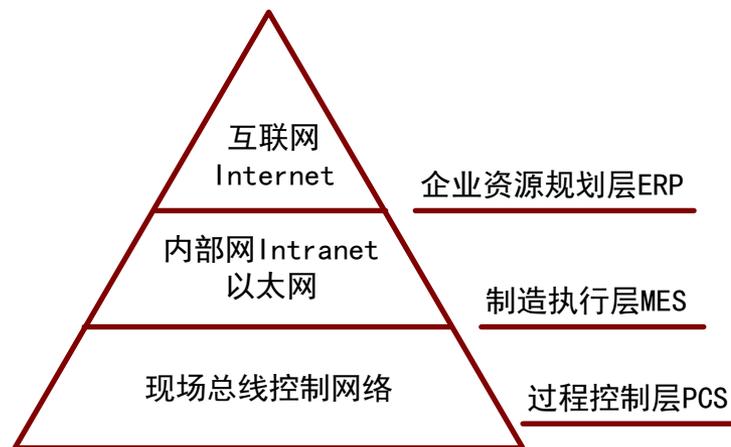
- 实时性、高可靠性

### 4、系统组成

- 测量系统、控制系统、管理系统

## 4.7 工业以太网控制系统

- **企业网络系统**可按功能从底向上划分为过程控制层、制造执行层和企业资源规划层。
- 上两层采用以太网技术实现网络集成与信息交互，包含监控、调度、管理等功能
- 底层为现场总线控制网络，由现场总线设备、DCS、SCADA等组成，完成生产现场测量控制功能，提供生产过程与设备的各种信息。



## 4.7 工业以太网控制系统

---

---

- 工业以太网采用Ethernet+TCP/IP形式，底层是以太网标准，网络层和传输层采用TCP/IP协议组
- 与计算机通信网络的不同主要体现：
  - 工业以太网要求数据传输的及时性和系统响应实时性
  - 工业以太网强调在恶劣环境下数据传输的完整性、可靠性
  - 由于分散的单一用户要借助控制网络进入某个系统，通信方式多使用广播或组播方式；信息网络中某个自主系统与另一自主系统一般要使用一对一通信方式

## 4.7 工业以太网控制系统

---

---

### ➤ 工业以太网的发展趋势：

- ❑ 嵌入式控制器、智能现场测控仪表和传感器将可以方便地接入工业以太网，与互联网相连。
- ❑ 与Web技术相结合，实现生产过程的远程监控、远程设备管理、远程软件维护和远程设备诊断。
- ❑ 与计算机网络集成，组建成统一的企业网络，把管理、决策、市场信息和生产控制信息结合起来，把各种应用协调成一个整体，实现产品生产加工、原料供应与生产储运、市场信息、企业管理、决策等过程的一体化