

## 第五-九讲：

---

---

- 工业信息物理融合系统
- 模型预测控制
- 面向网络控制系统的模型预测控制设计
- 面向多智能体系统的模型预测控制
- 先进控制理论和方法的实时实现及工程应用



# 控制系统与自动化技术

---

---

- 自动控制系统发展回顾
- 控制技术与控制软件
- 控制系统结构与特征
- 自动化技术产业应用



# 自动控制系统类型

## 按被控制物理量的类型分：

- 恒值控制系统
- 随动系统（伺服系统）
- 程序控制系统

## 按采用的仪器仪表分：

- 单机自动化系统(SAS)
- 分布式控制系统(DCS)
- 现场总线控制系统(FCS)
- 网络控制系统(NCS)

# 控制系统的发展—SAS, DCS, FCS, NCS

## 单机自动化系统 (SAS: *Single Automation System*)

- (1) 仪表控制系统 (1970年以前)
- (2) 数字控制系统 (1970年以后)

## 分布式控制系统 (DCS: *Distributed Control System*)

- (1) 单回路控制系统
- (2) 集散控制系统 (1975年以后)

## 现场总线控制系统 (FCS: *Field-Bus Control System*)

- (1) 智能化 (*Intelligence*)
- (2) 开放 (*Open*)
- (3) 轻量化 (*Rightsizing*)

## 网络控制系统 (NCS: *Networked Control System*)

工业以太网(TCP/IP)控制、无线控制系统

## 控制系统的发展—I.E, C. I. E, A.C

### 数字化时代 (1970~1988) :

- 1970年, 由仪表控制 (I) 和电气控制 (E) 过渡到数字控制
- 1975年, DCS的出现标志着控制系统迈向基于CRT的操作
- 1980年, PLC导入到控制系统

### 计算机—仪表—电气融合时代 (1989~1994)

- 1989年, 计算机—仪表—电气融 (C. I. E) 的控制系统
- MAP (*Manufacturing Automation Protocol*),
- UNIX作为操作系统
- 信息在控制系统中的重要性

### 先进控制时代 (1994~)

- 网络控制 (*Network Based Control*)
- 现场总线 (*Field Bus*)
- Windows作为操作系统



## 控制系统的发展—3C, 3A, C<sup>3</sup>I, CPS

### • 3C时代:

计算机 (*Computer*);  
控制 (*Control*);  
通信 (*Communication*).

### • 3A时代:

工厂自动化 (*Factory Automation*);  
办公自动化 (*Office Automation*);  
家庭自动化 (*Home Automation*).

### • C<sup>3</sup>I时代、CPS:

计算机 (*Computer*);  
控制 (*Control*);  
通信 (*Communication*);  
信息 (*Information*).

## 控制技术在控制系统的应用

### • 经典控制:

PID控制（现代工业控制的基础）

### • 现代控制:

LQG控制（在实际工业控制中的应用是非常困难的）

预测控制（在过程控制特别是石化过程控制中大量采用）

### • 先进控制:

鲁棒控制（建模的困难和高阶次的控制器限制了应用）

智能控制（专家控制、模糊控制和神经网络控制）

集成控制（在工业控制中开始得到应用）

.....



# 控制软件在控制系统的应用

## • 操作系统 (OS) :

专用OS——Z80单板机的监控程序

办公自动化OS——DOS和UNIX

视窗系统——Windows

## • 设计用软件:

上世纪80年代后期, CAD

上世纪90年代初期, MATLAB, G2

最近十年来, DSP, FPGA, EDA

## • 控制用软件:

汇编语言程序, C++程序, VC++程序, 组态软件



# 控制软件的开放性设计

## 早期的DCS在数据交换方面具有封闭性

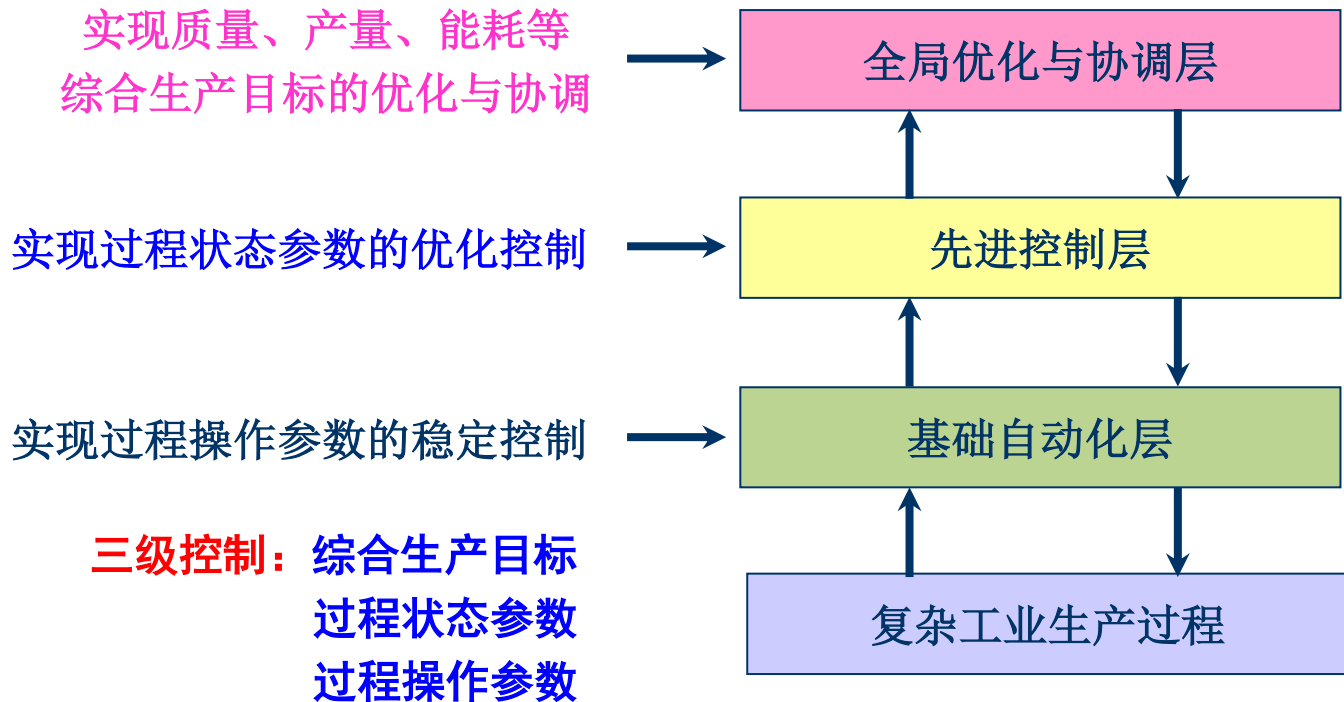
### DDE (Dynamic Data Exchange):

- 动态数据交换(DDE)是一种进程间通信形式，采用客户 / 服务器关系模式，建立的数据连接通道是双向的，即客户不但能够读取服务器中的数据，而且可以对其进行修改。

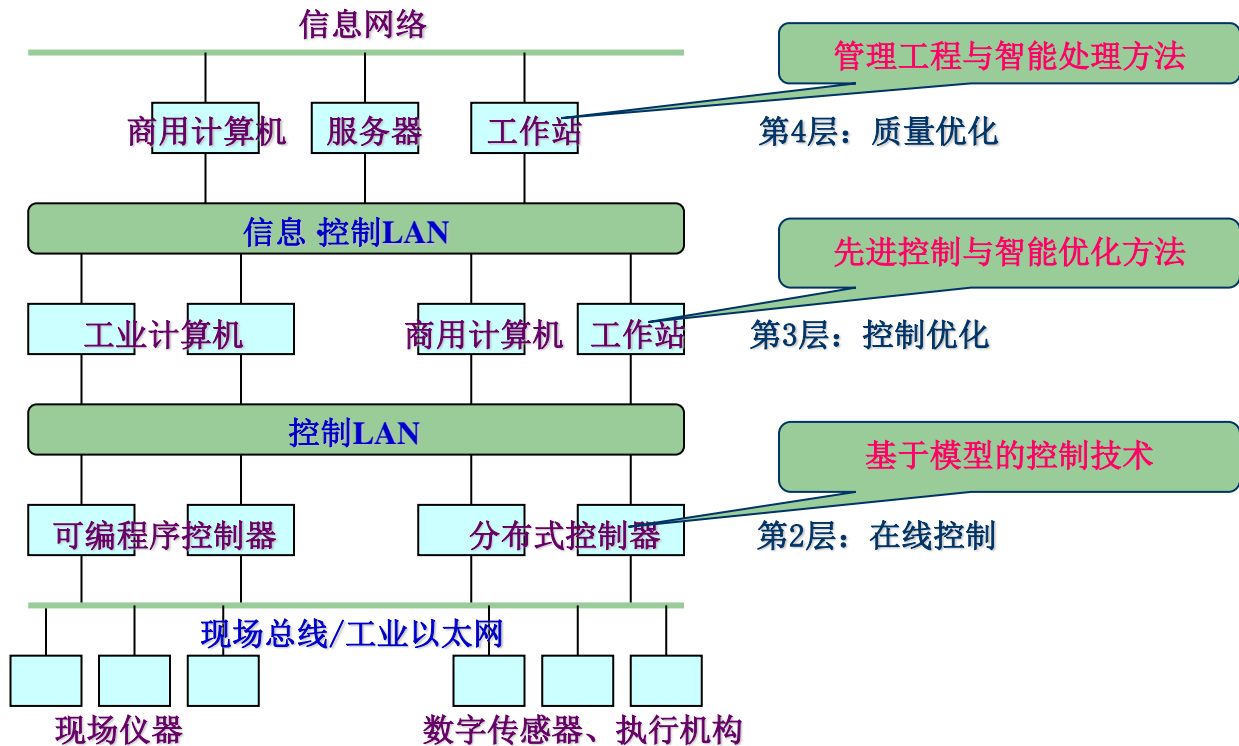
### OPC (OLE for Process Control):

- 是OLE在过程控制领域的扩展，它使不同控制系统、设备和应用软件之间的接口标准化，使过程控制的数据交换易于进行。
- 使用OPC，软件开发的自由度很大，因而可以集中力量，开发出基于自身独特技术的高性能软件。

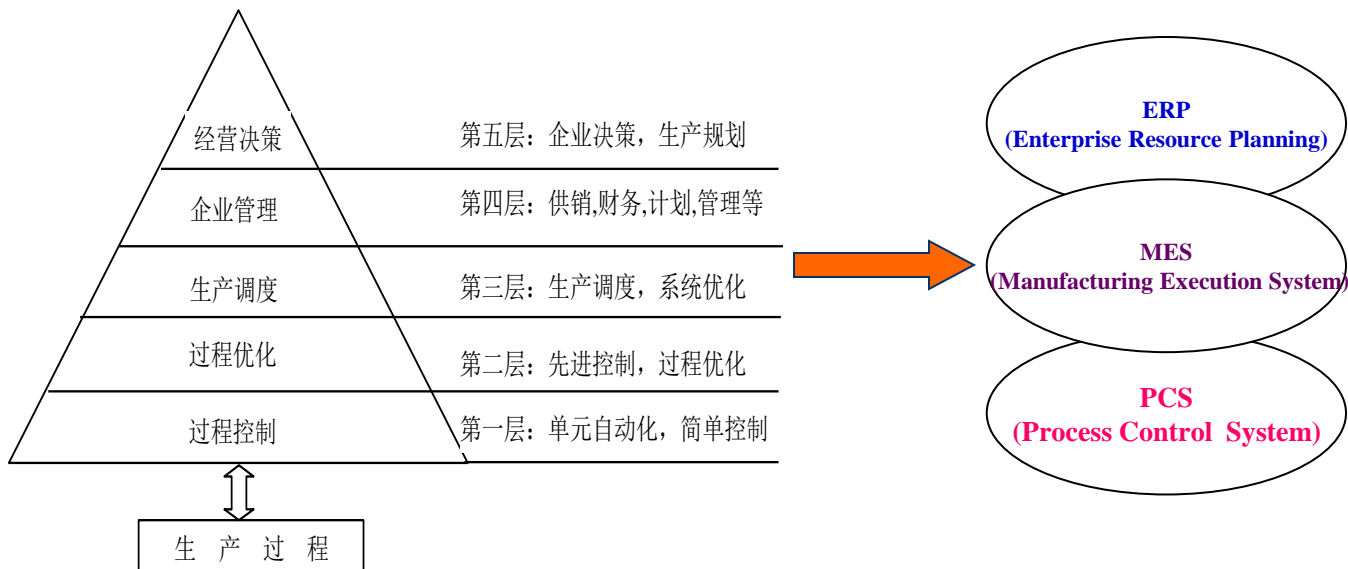
# 控制系统的分层设计思想



# 控制系统结构



# 企业信息化系统的三级结构



Purdue模型

三层体系结构



# 控制系统设计的主要特征

## □ 智能化

- ✓ 以采用智能现场仪器和智能控制技术为特征
- ✓ 智能现场仪器(传感器, 执行机构)与控制系统之间的信息交换采用数字信号
- ✓ 强大的智能控制功能

## □ 开放和轻量化

- ✓ 仪表和执行机构的小型化, 应用无线通信和手持设备
- ✓ 以Windows和开源操作系统作为工作环境, 各种商用软件和开放环境, 数据通信和存储标准化
- ✓ 应用工业控制工作站和商用计算机



## 控制系统和控制软件生产企业

- **世界著名厂商：**
  - ✓ **Fisher-Rosemount**
  - ✓ **Elsag Bailey**
  - ✓ 横河电机
  - ✓ **Honeywell**
  - ✓ **Siebe**
  - ✓ **ABB**
  - ✓ 山武
  - ✓ **Siemens**
- **国内主要厂商：**
  - ✓ 浙江中控集团
  - ✓ 北京和利时



## 现场总线与网络控制

- **FF、Profibus、LonWorks、ControlNet**等现场总线标准得到工业应用
- 工业以太网在工业界广泛应用，我国第一个自动化控制网络国际标准**EPA**
- 网络控制系统技术日益成熟，基于互联网的控制实验室
- 工业无线网络控制系统



## 几个热点问题

---

---

- 第四次工业革命/新一代人工智能带来的挑战
- 应用信息物理融合系统（CPS）面临的问题
- 工业信息智能感知与融合
- 基于大数据的智能优化与知识发现
- 深度学习与深度神经网络
- 工业生产智能化技术与智能控制
- 工业信息物理融合系统架构与应用
- 新一代人工智能技术的发展方向





## 复杂冶金过程智能优化控制

- 钢铁冶金工业现状
- 冶金工业流程与自动化技术应用情况
- 炼焦过程智能优化控制技术
- 烧结过程智能优化控制技术
- 高炉生产过程实时监测与控制
- 其他冶金工业过程监控技术
- 进一步的研究工作