



南開大學
Nankai University

《过程控制系统》

第1章 概 述

于 宁 波

南开大学人工智能学院

第1章 概述

- 控制系统分类方式繁多，根据应用场合，可分为过程控制系统与运动控制系统两大类。
- 运动控制系统主要指那些以位移、速度和加速度等为被控参数的一类控制系统。例如以控制电动机的转速、转角为主的机床控制和跟踪控制等系统。
- 过程控制系统指以温度、压力、流量、液位（或物位等）、成分和物性等为被控参数的流程工业中的一类控制系统。
- 这两类控制系统虽然是基于相同的控制理论，但因其控制过程的性质、特征和控制要求等的不同，带来了控制思路、控制策略和控制方法上的区别。

第1章 概述

➤ 1.1 过程控制的要求与任务

➤ 1.2 过程控制系统的组成与特点

➤ 1.3 过程控制系统的性能指标

➤ 1.4 过程控制系统的设计

➤ 1.5 过程控制的发展与趋势

生产过程

- 生产过程是指物料经过若干加工步骤而成为产品的过程。
- 该过程中，通常会发生物理化学反应、生化反应、物质能量的转换与传递等，或者说生产过程表现为物流变化的过程。
- 伴随着物流变化的信息，包括
 - 物流性质的信息：物理特性和化学成分
 - 操作条件的信息：温度、压力、流量、液位或物位、成分和物性等
- 生产过程的总目标应该是在可能获得的原料和能源条件下，以最经济的途径将原物料加工成预期的合格产品。
- 为了达到该目标，必须对生产过程进行监视与控制。

过程控制

- 工业自动化涉及的范围极广，过程控制是其中最重要的一个分支。
- 过程控制，一般是指工业生产中连续的或按一定程序周期进行的生产过程的自动控制，它覆盖了许多工业部门，例如电力、石油、化工、冶金、炼焦、造纸、建材、轻工、纺织、陶瓷及食品等。
- 过程控制在国民经济中占有极其重要的地位。
- 过程控制主要针对六大参数的控制问题，即：
 1. 温度
 2. 压力
 3. 流量
 4. 液位或物位
 5. 成分
 6. 物性

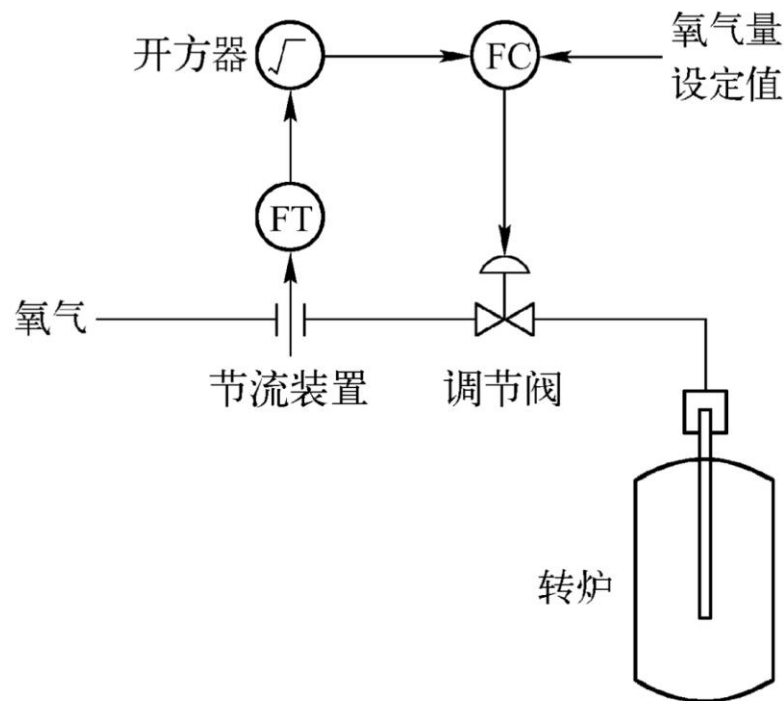
过程控制系统

- 进入20世纪90年代之后，随着工业和相关科学技术的发展，过程控制已经发展到多变量控制，控制的目标再也不局限在传统的六大参数，尤其是**复杂工业控制系统**，它们往往把生产中最关心的诸如产品质量、生产效益、能量消耗等作为控制指标来进行控制。
- 为了实现过程控制，以控制理论和生产要求为依据，采用模拟仪表、数字仪表或计算机等构成的控制总体，称为**过程控制系统**。
- 控制目标是人们对品质、效益、环境和能耗的总体要求。

转炉供氧控制系统

➤ 由图可见，

- 从节流装置采集到的氧气流量，
- 送入流量变送器FT，
- 再经过开方器，
- 其结果送到流量控制器FC，
- 流量控制器FC根据氧气流量的测量值与其设定值的偏差，按照一定的控制算法输出控制信号，
- 去控制调节阀的开度，
- 从而改变供氧量的大小，
- 以满足生产工艺的要求。



转炉供氧控制系统

被控变量与设定值

- 通常，将系统中被控制的物理量称为被控变量
- 被控变量所要求的理想值称为设定值或给定值
- 设定值是系统的输入变量，被控变量是系统的输出变量

过程控制系统的运行状态

➤ 过程控制系统一般有稳态和动态两种运行状态。

➤ 稳态:

- 系统没有受到任何外来干扰,
- 设定值保持不变,
- 被控变量也不会随时间变化,
- 整个系统处于稳定平衡的工况。

➤ 动态:

- 当系统受到外来干扰的影响或者在改变了设定值后, 原来的稳态遭到破坏,
- 系统中各组成部分的输入输出变量都相继发生变化, 尤其是被控变量也偏离原稳态值而随时间变化,
- 这时就称系统处于动态。

经过一段调整时间后, 如果系统是稳定的, 被控变量将会重新达到新设定值或其附近, 系统又恢复稳定平衡工况。

过程控制的要求和任务

➤ 工业生产对过程控制的要求是多方面的，最终可以归纳为：

■ 安全性

- 确保人身和设备安全是最重要和最基本的要求
- 越限报警，事故报警，连锁保护等措施；
- 在线故障预测与诊断，容错控制

[南京化工厂爆炸 - 搜狐新闻](#) [Translate this page](#)

[江苏如皋双马化工厂发生爆炸_高清图集_新浪网](#) [Translate this page](#)

[2·23江苏无锡化工厂爆炸事故](#)

[浙江嘉兴一家化工厂发生爆炸 浙江嘉](#)

昨天中午11点左右 位于嘉兴市南湖区大桥镇步焦路

[上虞一化工厂爆炸致7人受伤-浙江新闻-](#)

浙江在线4月10日讯 (今日浙江记者 王珊珊) 昨日下午1

[山东郯城化工厂发生爆炸 目击者称现场](#)

[山东淄博化工厂爆炸1死9伤 官方称未](#)

[2005年吉林化工厂爆炸 - 维基百科](#)

[大庆化工厂爆炸事件](#)

新华网黑龙江大庆2011年4月14日报道,在2011年4月14日当地时间上午10时左右,黑龙江省大庆市红岗区

[1·5上海松江化工厂爆炸事故](#)

2012年1月5日,上海松江区内发生一起化学品爆炸事故,造成一人死亡。松江区政府随后展开善

[河北赵县化工厂发生爆炸_新闻中心_新浪网](#) [Translate this page](#)

28日上午9点左右,赵县一名为克尔的化工厂发生爆炸... 据河北交通广播官方微博消息,2月28日上午9点10分左右,河北省赵县一化工厂发生爆炸,谢庄乡、范庄、曹庄等...

[河北唐山化工厂发生爆炸_高清图集_新浪网](#) [Translate this page](#)

河北唐山化工厂发生爆炸,3月7日11时25分,河北唐山开滦(集团)化工有限公司乳化车间发生爆炸,截至14时,1名工人被救出,正在医院抢救,其它12名失踪工人...

[slide.news.sina.com.cn/c/slide_1_2841_45566.html](#) ▾ 2014-3-7

[南京一化工厂爆炸起火 致3人受伤 - 国内 ...](#) [Translate this page](#)

新京报快讯(记者王煜)今日(2月23日)凌晨,南京市化工园区内一工厂发生爆炸起火,造成3人受伤,目前起火原因正在调查中。... 2018-02-23 09:23:24 新京报新媒体 · ... [www.bjnews.com.cn/news/2018/02/23/476728.html](#) ▾ 2018-2-23

[山东化工厂爆炸焚烧 最少酿1死6伤 - 阿 ...](#) [Translate this page](#)

2018年2月3日,山东省临沂县的化工厂爆炸起火,建筑物烧剩支架。(网上视频截图) 山东省临沂市1间化工厂发生爆炸,最少造成1死6伤,另有1人失踪。 [news.aboluowang.com/2018/0204/1064573.html](#) ▾ 2018-2-3

[张家口化工厂爆炸致23死22伤 50辆车在事故中过火](#)

2018-11-28 08:31:44 来源: 新京报(北京)

▲ 举报

过程控制的要求和任务

➤ 工业生产对过程控制的要求是多方面的，最终可以归纳为：

■ 安全性

- 确保人身和设备安全是最重要和最基本的要求
- 越限报警，事故报警，连锁保护等措施；
- 在线故障预测与诊断，容错控制

■ 稳定性

- 系统抑制外部干扰、保持生产过程长期稳定运行的能力
- 使生产过程参数与状态产生的变化尽可能小

■ 经济性

- 低成本高效益；系统优化设计，管控一体化

➤ **过程控制的任務：** 在充分了解掌握生产过程工艺流程和动静态特性的基础上，根据上述要求，应用理论对控制系统进行分析与综合，以生产过程中物流变化信息量作为被控变量，选用适宜的技术手段，实现生产过程的控制目标。

工业生产的连续过程和间歇过程

➤ 工业生产过程通常分为连续过程和间歇过程。

➤ 连续过程：

- 整个生产过程连续不间断地进行，一方面原料连续供应；另一方面产品源源不断地输出。
- 例如，电力工业中电能的生产，石油工业中汽油等石化产品的生产等。

➤ 间歇过程：

- 无论其原料或者产品都是一批一批地加入或输出，所以又称为批量生产。
- 例如，食品、酿造中的发酵，某些制药企业的微生物培养，油脂企业的酯化等。

工业生产的连续过程和间歇过程

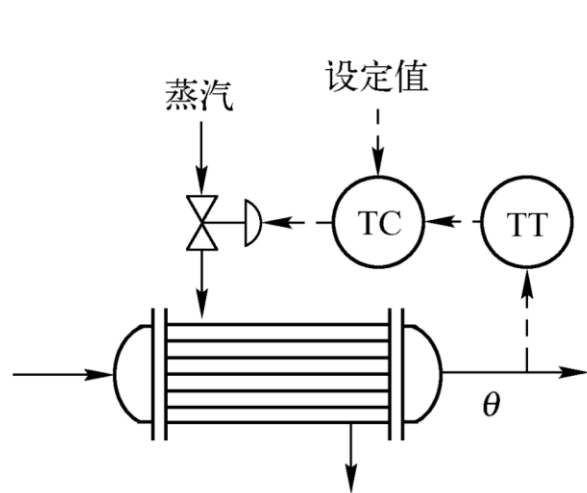
- **间歇生产**的特点是中转环节多、切换频繁，也即在生产过程中需要不断地切换操作，而且利用同一个装置却要生产出多种产品。
- 所以，间歇过程的控制不仅需要不同的控制策略，也需要一系列逻辑操作工序来加以保证。
- 过程控制中连续过程所占的比重最大，涉及石油、化工、冶金、电力、轻工、纺织、制药、建材和食品等工业部门。
- **本课程主要考虑连续过程的控制。**

第1章 概述

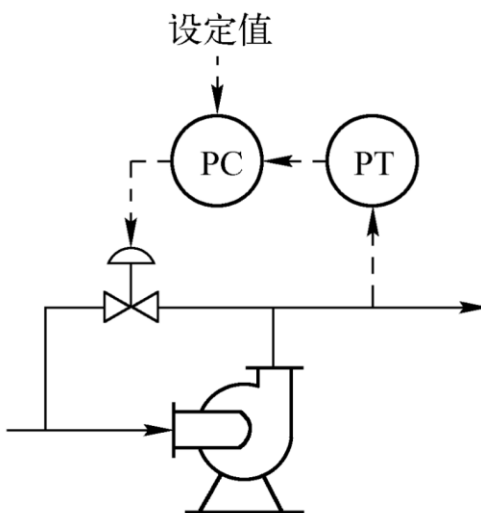
- 1.1 过程控制的要求与任务
- **1.2 过程控制系统的组成与特点**
- 1.3 过程控制系统的性能指标
- 1.4 过程控制系统的设计
- 1.5 过程控制的发展与趋势

过程控制系统组成

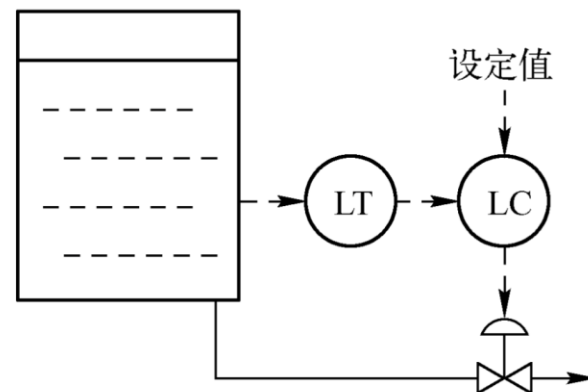
➤ 在生产过程中有各种各样的控制系统，图示为几个简单控制系统示例。



(a) 温度控制系统



(b) 压力控制系统



(c) 液位控制系统

过程控制系统组成

- 过程控制系统一般由被控过程（被控对象）、测量变送装置、执行器和控制器等环节组成。
 - 1) **被控过程**：也称被控对象，指被控制的生产设备或装置；
 - 2) **测量变送装置**：测量元件，变送器。测量被控变量，转化为测量值；
 - 3) **执行器**：接收控制信号，直接改变操纵变量（被控对象的输入变量）
 - 4) **控制器**：也称调节器，根据被控变量的测量值和设定值，按照预定的控制规律，给出控制信号去操纵执行器。
 - 5) **报警、保护和连锁等其他部件**
- 广义被控对象**：被控对象、测量变送装置和执行器三部分串联在一起。

过程控制系统特点：1. 工业生产过程的特点

- 由于过程控制主要是指连续工业生产过程的控制，故工业生产过程的特点主要指连续工业生产过程的特点。
- 工业生产过程伴随着物理化学反应、生化反应、物质能量的转换与传递，是一个十分复杂的大系统，存在**不确定性、时变性以及非线性**等因素。因此，过程控制的难度是显而易见的，要解决过程控制问题必须采用有针对性的特殊方法与途径。
- 工业生产过程常常处于恶劣的生产环境中，同时常常要求苛刻的生产条件，如高温、高压、低温、真空、易燃、易爆或有毒等等。因此，生产设备与人身的**安全性**特别重要。
- 由连续生产的特征可知，工业生产过程更强调**实时性和整体性**。协调复杂的耦合与制约因素，求得全局优化，也是十分重要的。

过程控制系统特点： 2. 过程控制系统的特点

(1) 被控过程的多样性

工业生产过程涉及到各种工业部门，产品多样，生产工艺各不相同，过程的机理不同，执行机构也不同。因此，过程控制系统中的被控对象（包括被控变量）是多样的，明显地区别于运动控制系统。

(2) 控制方案的多样性

由工业生产过程的特点以及被控过程的多样性决定了过程控制系统的控制方案必然是多样的。这种多样性包含系统硬件组成和控制算法、软件设计。

过程控制系统特点：2. 过程控制系统的特点

(3) 被控过程属慢过程，且多属多参数控制

连续工业生产过程的大惯性和大延迟的特点决定了被控过程为慢过程。

过程控制涉及到的系统是靠连续的物理或化学变化达到生产目的，通常不是由一两个参数决定的。因此，过程控制系统往往是多参数的，且这些参数是互相影响的。

(4) 定值控制是过程控制的主要形式

为了确保安全，平稳、高效的运行，大多数过程控制系统面对的生产多是要求某些参数的稳定，也即要求被控参数为某一定值。因此，大多数过程控制系统属于定值控制系统。

定值控制系统的特点是系统对给定的跟踪能力的要求低于运动控制系统，但要求较高的抗干扰能力。

过程控制系统特点：2. 过程控制系统的特点

(5) 过程控制系统有多种分类方法

- ① **按被控参数：**可分为温度过程控制系统、压力过程控制系统、流量过程控制系统、液位或物位过程控制系统、物性过程控制系统和成分过程控制系统等；
- ② **按被控变量数：**可分为单变量过程控制系统和多变量过程控制系统；
- ③ **按设定值：**可分为定值过程控制系统、随动（伺服）过程控制系统和程序过程控制系统；
- ④ **按参数性质：**可分为集中参数过程控制系统和分布参数过程控制系统；
- ⑤ **按控制算法：**可分为简单过程控制系统、复杂过程控制系统和先进或高级过程控制系统；
- ⑥ **按控制器形式：**可分为常规仪表过程控制系统和计算机过程控制系统。

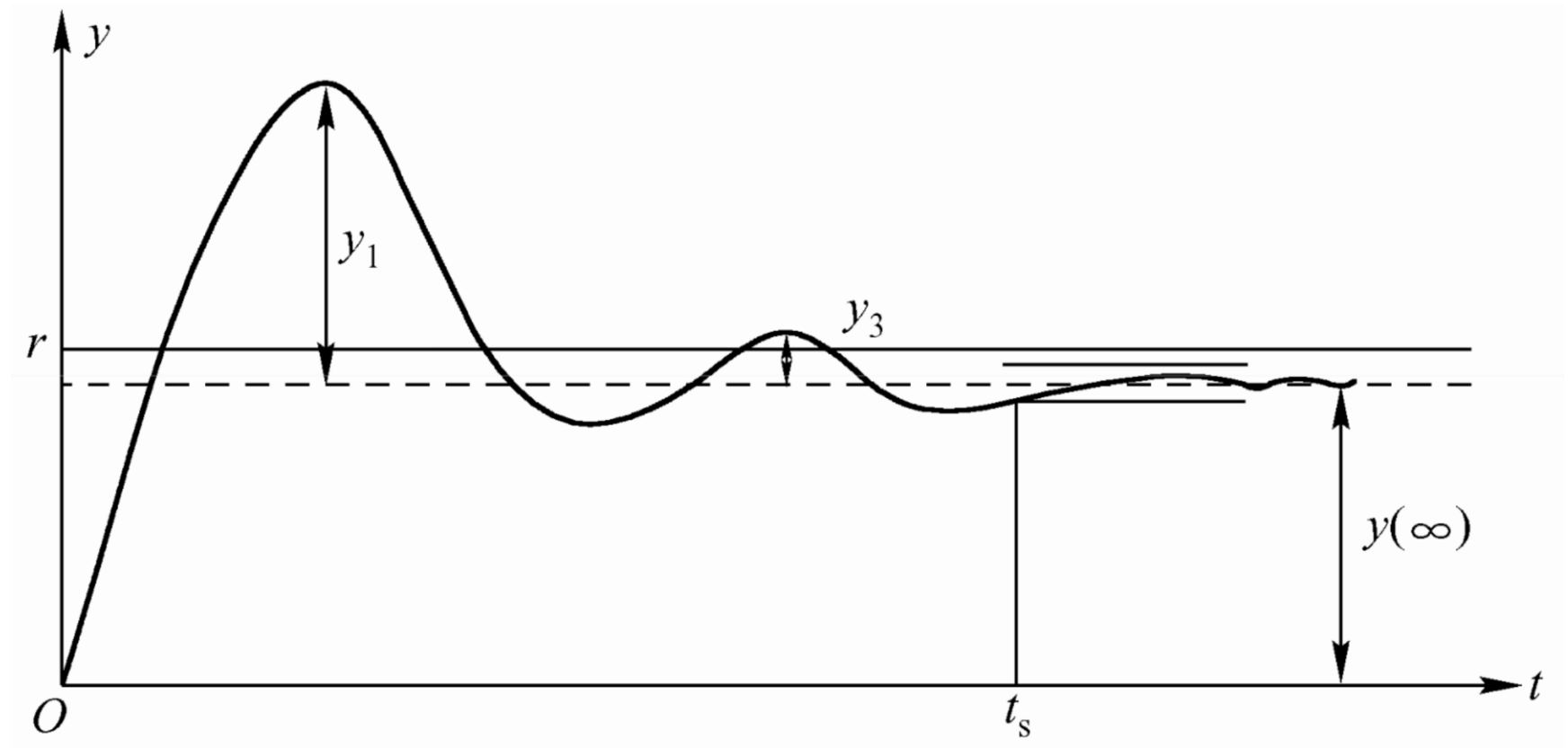
第1章 概述

- 1.1 过程控制的要求与任务
- 1.2 过程控制系统的组成与特点
- **1.3 过程控制系统的性能指标**
- 1.4 过程控制系统的设计
- 1.5 过程控制的发展与趋势

控制要求

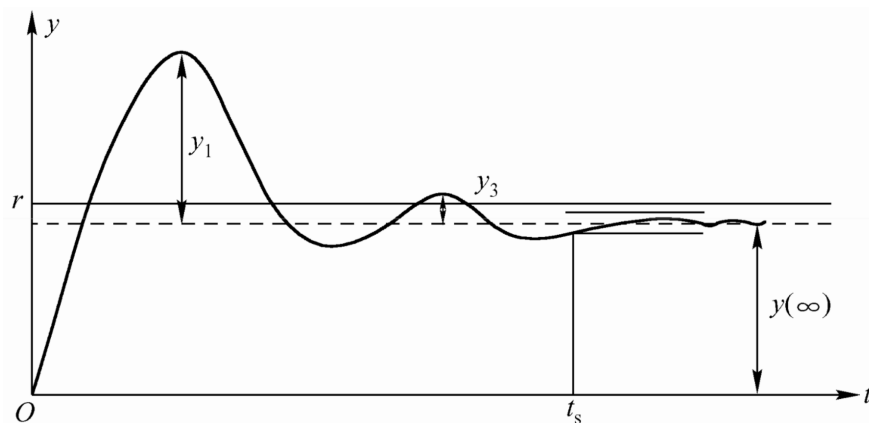
- 工业生产过程对控制的要求，可以概括为**准确性**、**稳定性**和**快速性**。
- 定值控制系统和随动（伺服）控制系统对控制的要求既有共同点，也有不同点：
 - **定值控制系统在于恒定**，即要求**克服干扰**，使系统的被控参数能稳、准、快地保持接近或等于设定值。
 - **随动（伺服）控制系统的主要目标是跟踪**，即稳、准、快地跟踪设定值。
- 根据过程控制的特点，主要讨论定值检测的性能指标。

过程控制系统的阶跃响应曲线



单项性能指标

1. 衰减比和衰减率



- 衰减比是衡量一个振荡过程的衰减程度的指标，它等于系统阶跃响应曲线两个相邻的同向波峰值之比。即：

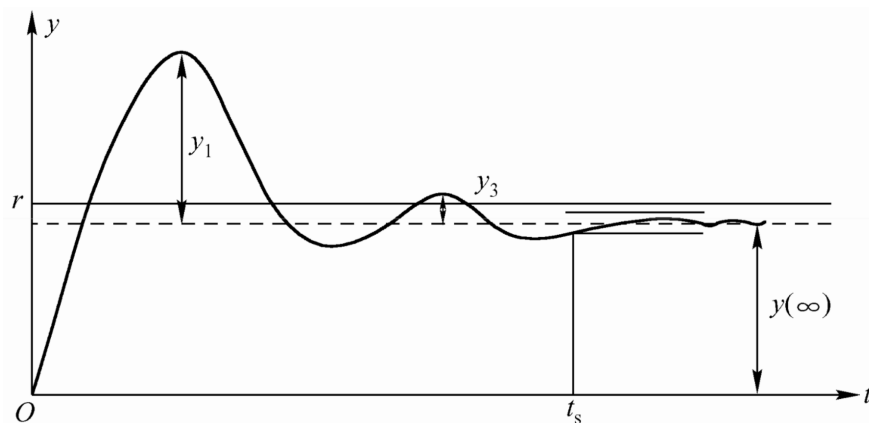
$$n = \frac{y_1}{y_3}$$

- 衡量振荡过程衰减程度的另一种指标是衰减率，它是指每经过一个周期以后，波动幅度衰减的百分数，即衰减率可表示为

$$\psi = \frac{y_1 - y_3}{y_1} \times 100\%$$

单项性能指标

2. 最大动态偏差和超调量



- 最大动态偏差是指设定值阶跃响应中，过渡过程开始后第一个波峰超过其新稳态值的幅度，如图中的 y_1 。

- 最大动态偏差占被控变量稳态变化幅度的百分数称为超调量。

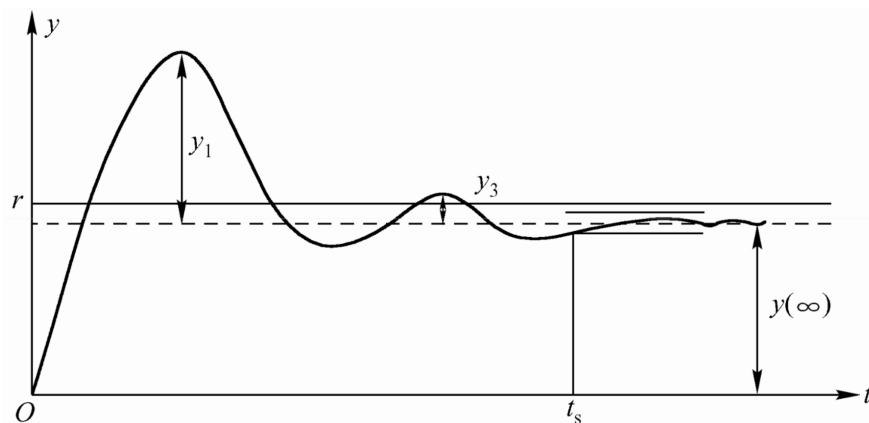
对于二阶振荡过程而言，超调量与衰减率之间有严格的对应关系，即超调量可表示为

$$M = \frac{y_1}{y(\infty)}$$

- 衡量系统**动态准确性**。

单项性能指标

3. 残余偏差



- 残余偏差是指过渡过程结束后，被控变量新的稳态值与新设定值之间的差值，它是控制系统**稳态准确性**的衡量指标。

4. 调节时间和振荡频率

- 调节时间是从过渡过程开始到结束所需的时间。
- 理论上它需要无限长的时间，但一般认为当被控变量已进入其稳态值的5%范围内，就算过渡过程已经结束。
- 调节时间是衡量控制系统**快速性**的一个指标。

综合性能指标

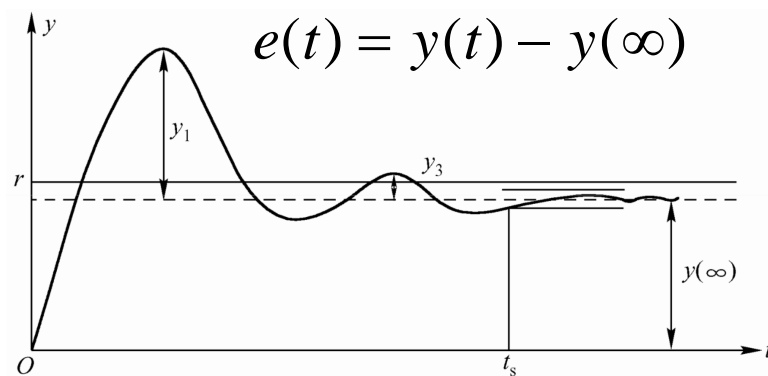
- 也称为**误差积分指标**。它是过渡过程中被控变量偏离其新稳态值的误差沿时间轴的积分。
- 无论是误差幅度大或是时间拖长都会使误差积分增大。因此，它是一类综合指标，希望它愈小愈好。
- 误差积分可以有各种不同的形式，常用的有以下几种：

1) 误差积分(IE) $IE = \int_0^{\infty} e(t) dt$

2) 绝对误差积分(IAE) $IAE = \int_0^{\infty} |e(t)| dt$

3) 平方误差积分(ISE) $ISE = \int_0^{\infty} e^2(t) dt$

4) 时间与绝对误差乘积积分(ITAE) $ITAE = \int_0^{\infty} t |e(t)| dt$



综合性能指标

- 采用不同积分公式意味着估计整个过渡过程优良程度时的侧重点不同。

例如：

- ISE着重于抑制过渡过程中的大误差，
- ITAE则着重惩罚过渡过程拖得过长。

可根据生产过程的要求，特别是结合经济效益加以选用。

- **误差积分指标有一个缺点：**不能保证控制系统具有合适的衰减率。

例如，一个等幅振荡过程是人们不能接受的，然而它的 IE却等于零，这显然极不合理。

- 为此，通常的做法是首先规定衰减率的要求。在这个前提下，系统仍然可能有一些灵活的余地，这时再考虑使误差积分为最小。

第1章 概述

- 1.1 过程控制的要求与任务
- 1.2 过程控制系统的组成与特点
- 1.3 过程控制系统的性能指标
- **1.4 过程控制系统的设计**
- 1.5 过程控制的发展与趋势

过程控制系统设计的基本步骤

- 过程控制的目标与任务是通过过程控制系统的设计与实现来完成的。过程控制系统的设计作为工程设计的一个环节，其具体设计步骤为：
 1. 确定系统变量；
 2. 建立数学模型；
 3. 确定控制方案；
 4. 选择硬件设备；
 5. 选择控制算法，设计控制器；
 6. 软件编程。
- 设计完成后，先进行设备安装、系统调试与参数整定，再投入运行。

确定系统变量

(1) 被控变量

- 在定性地确定目标以后，通常需要用工业过程的被控变量来定量地表示控制目标。选择被控变量是设计控制系统中的关键步骤，基本原则为：
 - 1) 选择**对控制目标起重要影响**的输出变量作为被控变量；
 - 2) 选择**可直接控制目标质量**的输出变量作为被控变量；
 - 3) 在以上的前提下，选择**与控制变量之间的传递函数比较简单、动态和静态特性较好**的输出变量作为被控变量；
 - 4) 有些系统存在控制目标不可测的情况，则可以测量其他能够可靠测量、且与控制目标有一定关系的输出变量，作为辅助被控变量。

确定系统变量

(2) 控制变量

- 被控变量确定之后，接下来就是如何构成控制回路，选择合适的控制变量，以便被控变量在扰动作用下发生变化时，能够通过对控制变量的调整，使得被控变量迅速地返回原来的设定值上。
- 选择控制变量的基本原则：
 - 1) 选择**对所选定的被控变量影响较大**的输入变量作为控制变量；
 - 2) 在以上前提下，选择**变化范围较大**的输入变量作为控制变量，易于控制；
 - 3) 在1)的基础上，选择**对被控变量作用效应较快**的输入变量作为控制变量，使控制的动态响应较快；
 - 4) 在复杂系统中，存在多个控制回路，即存在多个控制变量和多个被控变量。所选择的控制变量**对相应的被控变量有直接影响，而对其他输出变量的影响应该尽可能的小**，以便使不同控制回路之间的影响比较小。

确定了控制变量后，可将其他影响被控变量的所有因素均称为**扰动变量**。

确定控制方案

(1) 控制结构

- 系统方面：
 - 常规仪表控制系统
 - 计算机控制系统
- 系统回路
 - 单回路简单控制系统
 - 多回路复杂控制系统
- 系统反馈方式
 - 反馈控制系统
 - 前馈控制系统
 - 复合控制系统

(2) 控制策略

在控制结构确定以后，

- 首先，选择合适的控制算法，如简单PID控制、复杂控制或先进控制等算法，
- 然后，根据控制规律进行控制器设计。

硬件选择

- 根据过程控制的输入输出变量以及控制要求，可以选定系统硬件，包含控制器、测量仪表、传感器、执行器和报警、保护、连锁等部件。

1. 控制器

- 单回路控制器，显示调节仪
- 计算机过程控制系统：单片机、工控机、DCS（集散控制系统）、PLC（可编程序控制器）或FCS（现场总线网络控制系统）等。

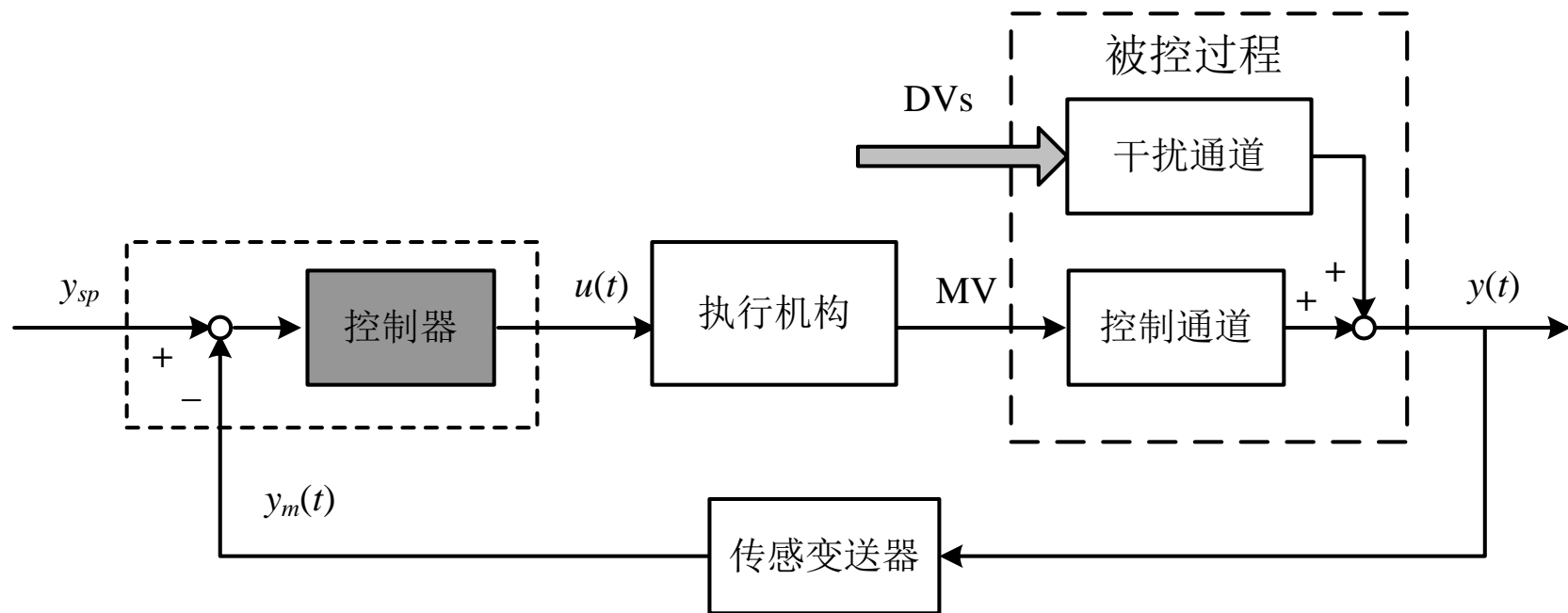
2. 检测变送仪表

- 可靠性，实用性，先进性

3. 执行器

- 有调节阀、温控器和变频装置等

本课程的基本任务



第1章 概述

- 1.1 过程控制的要求与任务
- 1.2 过程控制系统的组成与特点
- 1.3 过程控制系统的性能指标
- 1.4 过程控制系统的设计
- **1.5 过程控制的发展与趋势**

过程控制装置的进展：四个阶段

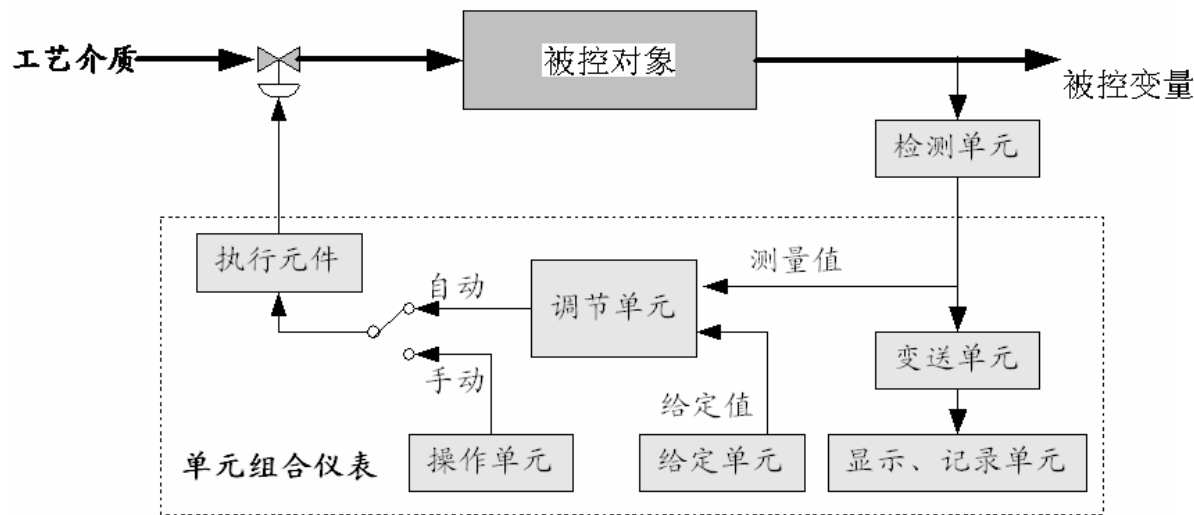
1. 基地式控制阶段（初级阶段）

- 20世纪50年代，生产过程自动化主要是凭生产实践经验，局限于一般的控制元件及机电式控制仪器，采用比较笨重的基地式仪表（如自力式温度控制器、就地式液位控制器等），实现生产设备就地分散的局部自动控制。
- 在设备与设备之间或同一设备中的不同控制系统之间，没有或很少有联系，其功能往往限于单回路控制。
- 过程控制的目的是几种热工参数（如温度、压力、流量及液位）的定值控制，以保证产品质量和产量的稳定。
- 时至今日，这类控制系统仍没有被淘汰，而且有了新的发展，但所占的比重大为减少。

过程控制装置的进展：四个阶段

2. 单元组合仪表自动化阶段

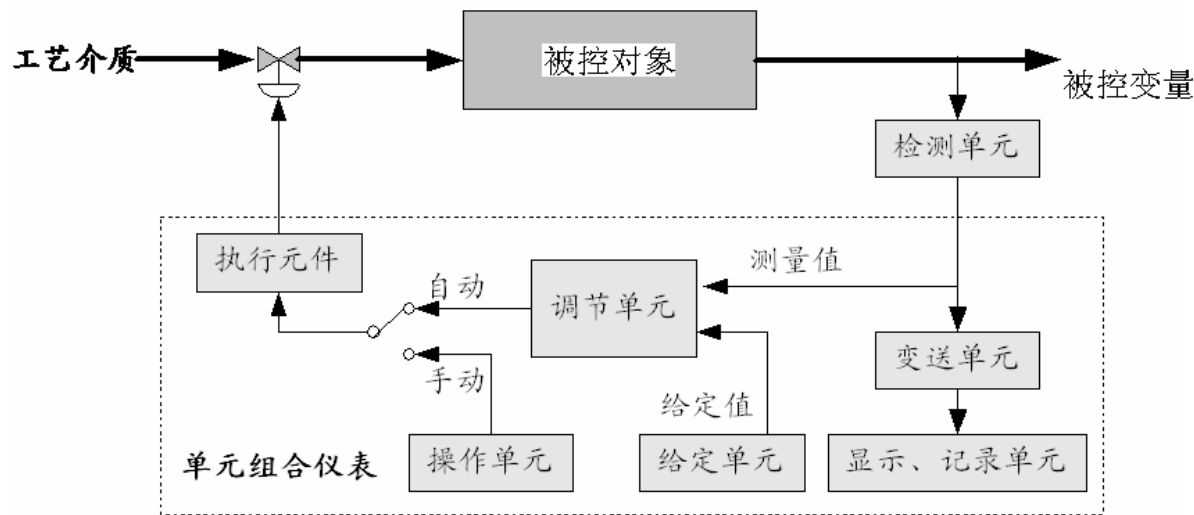
- 20世纪60年代出现了单元组合仪表组成的控制系统，单元组合仪表有电动和气动两大类。
- 所谓单元组合，就是把自动控制系统仪表按功能分成若干单元，依据实际控制系统结构的需要进行适当的组合。因此单元组合仪表使用方便、灵活。
- 单元组合仪表之间用标准统一信号联系。气动仪表信号为 $0.02\sim 0.1\text{MPa}$ 气压信号（QDZ系列）。电动仪表信号为 $0\sim 10\text{mA}$ 直流电流信号（DDZ-II系列）和 $4\sim 20\text{mA}$ 直流电流信号（DDZ-III系列）。



过程控制装置的进展：四个阶段

2. 单元组合仪表自动化阶段

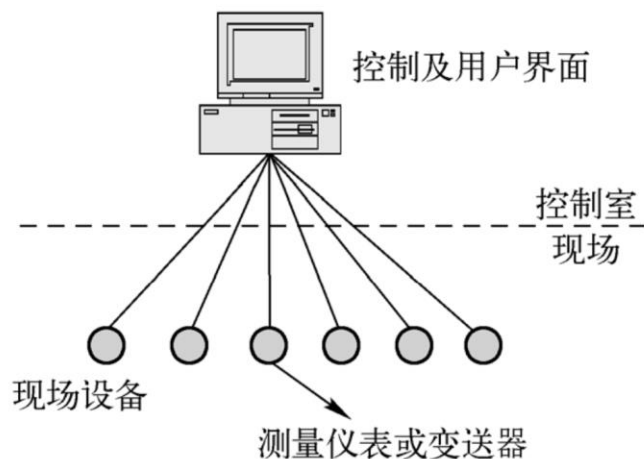
- 随着仪表工业的迅速发展，对过程控制对象特性的认识、对仪表及控制系统的设计计算方法等都有了较快的进展。
- 但从设计构思来看，单元组合仪表过程控制仍处于各控制系统互不关联或关联甚少的定值控制范畴，只是控制的品质有较大的提高。
- 单元组合仪表已延续50多年，目前国内外还广泛应用，特别是随着单片机技术的发展，出现了很多型号的数显仪表，数显仪表的标准信号既可以为4~20 mA直流电流，也可以为1~5V直流电压。



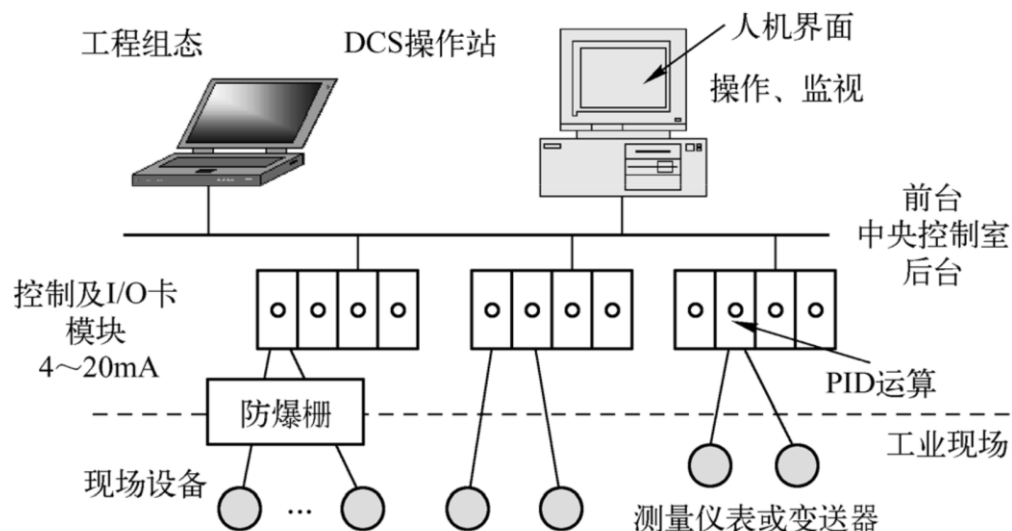
过程控制装置的进展：四个阶段

3. 计算机控制的初级阶段

- 20世纪70年代出现了计算机控制系统，最初是采用单台计算机的直接数字控制系统（DDC）实现集中控制，代替常规的控制仪表。但由于集中控制的固有缺陷，未能普及与推广就被集散控制系统（DCS）所替代。DCS在硬件上将控制回路分散化，数据显示、实时监督等功能集中化，有利于安全平稳生产。



直接数字控制系统



分布式控制系统

过程控制装置的进展：四个阶段

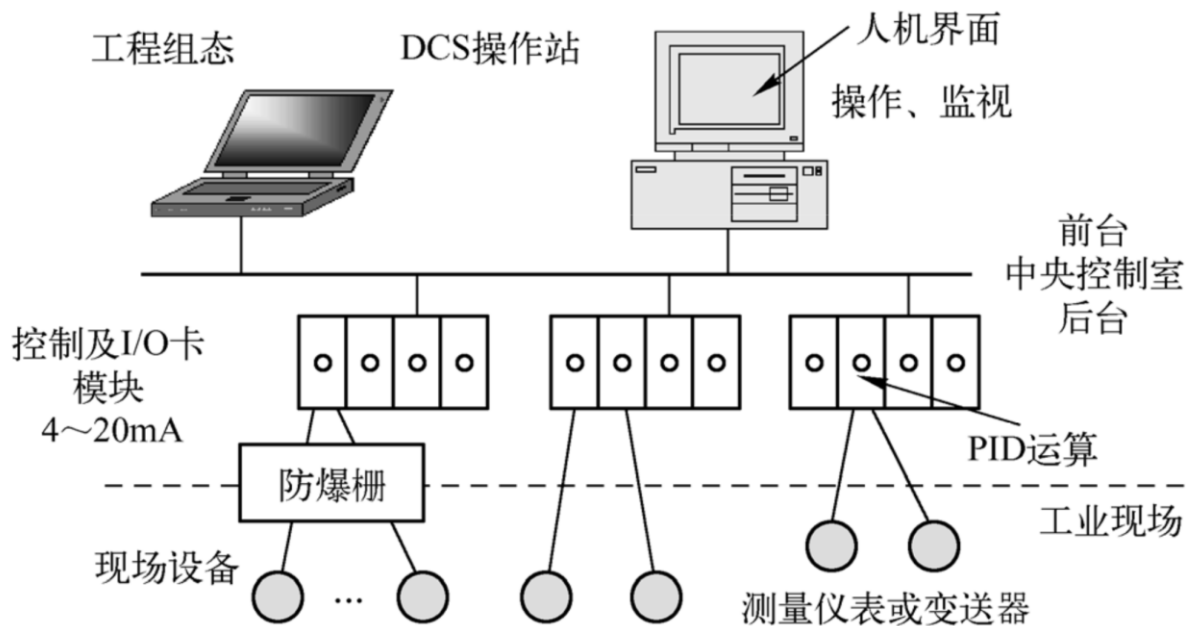
4. 综合自动化阶段

- 20世纪80年代以后出现二级优化控制，在DCS的基础上实现先进控制和优化控制。在硬件上采用上位机和 DCS（或电动单元组合仪表）相结合，构成二级计算机优化控制。
- 随着计算机及网络技术的发展，DCS出现了开放式系统，实现多层次计算机网络构成的管控一体化系统(CIPS)。

过程控制装置的进展：四个阶段

4. 综合自动化阶段

- 同时，以现场总线为标准，实现以微处理器为基础的现场仪表与控制系统之间进行全数字化、双向和多站通信的现场总线网络控制系统(FCS)。FCS将对控制系统结构带来革命性变革，开辟控制系统的新纪元。

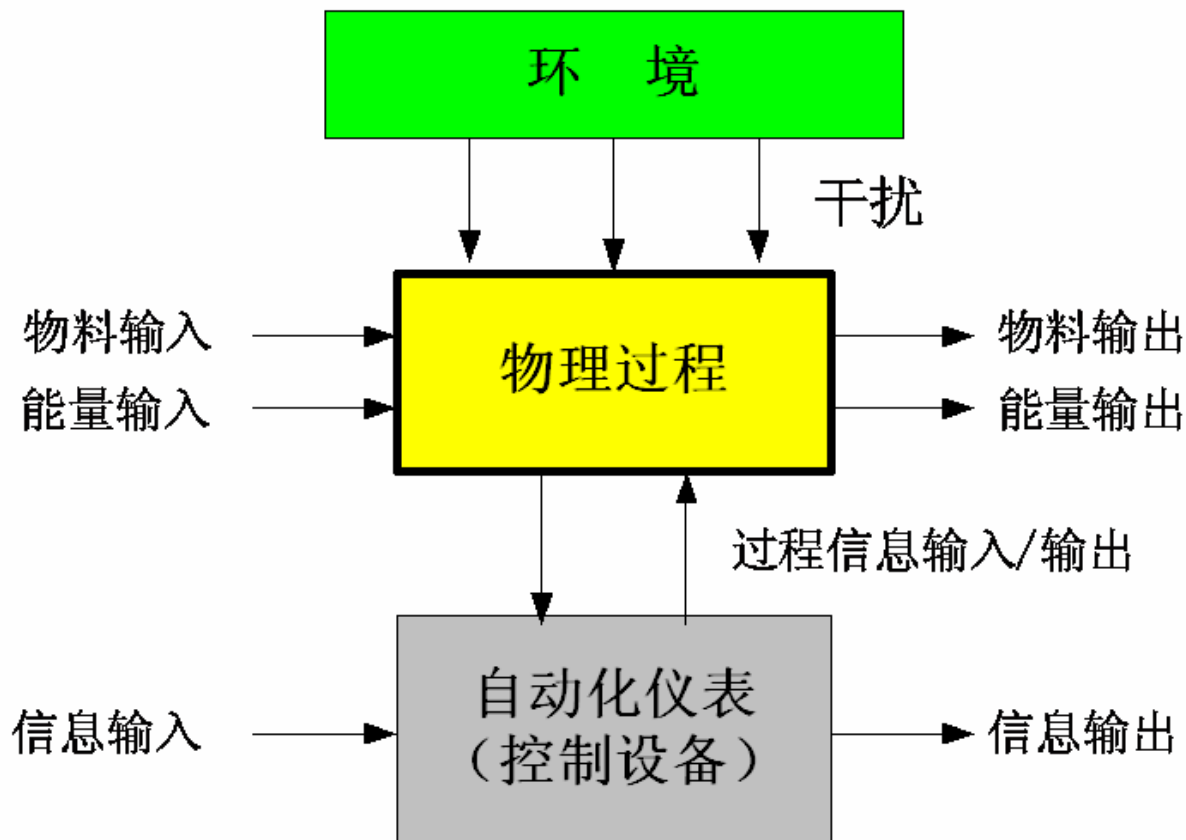


分布式控制系统

过程控制装置的进展：四个阶段

4. 综合自动化阶段

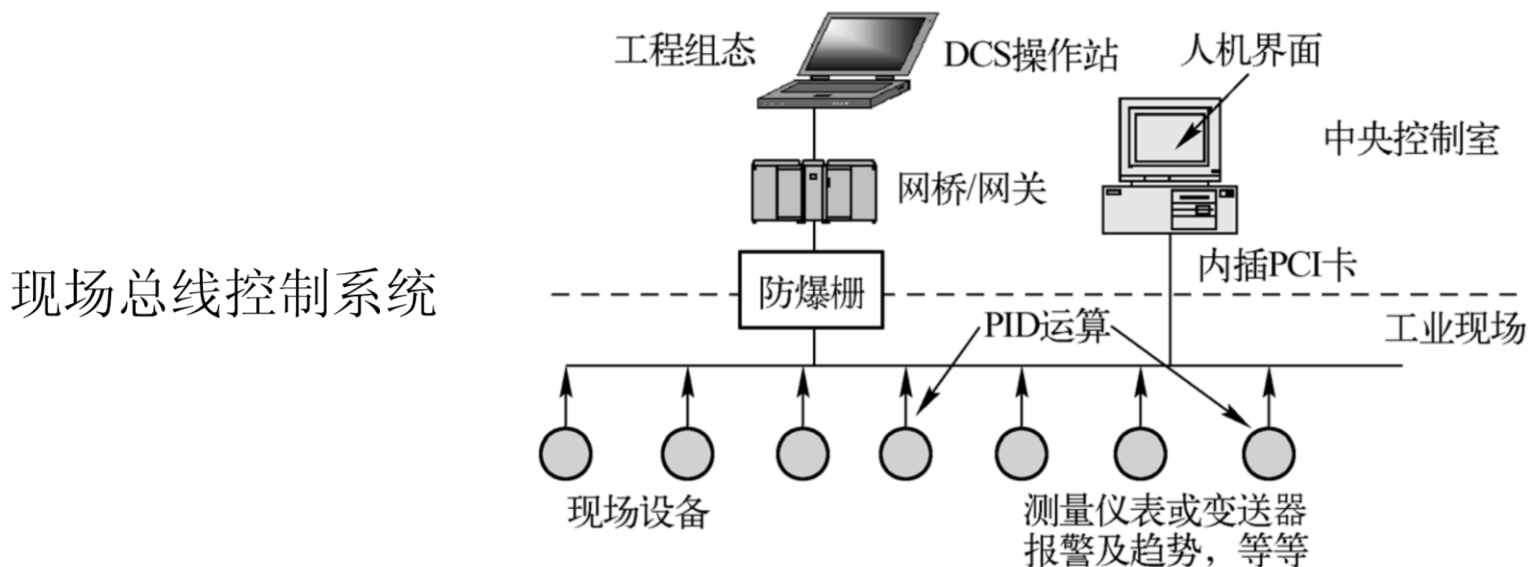
(现场总线+分布式) 控制系统组成



过程控制装置的进展：四个阶段

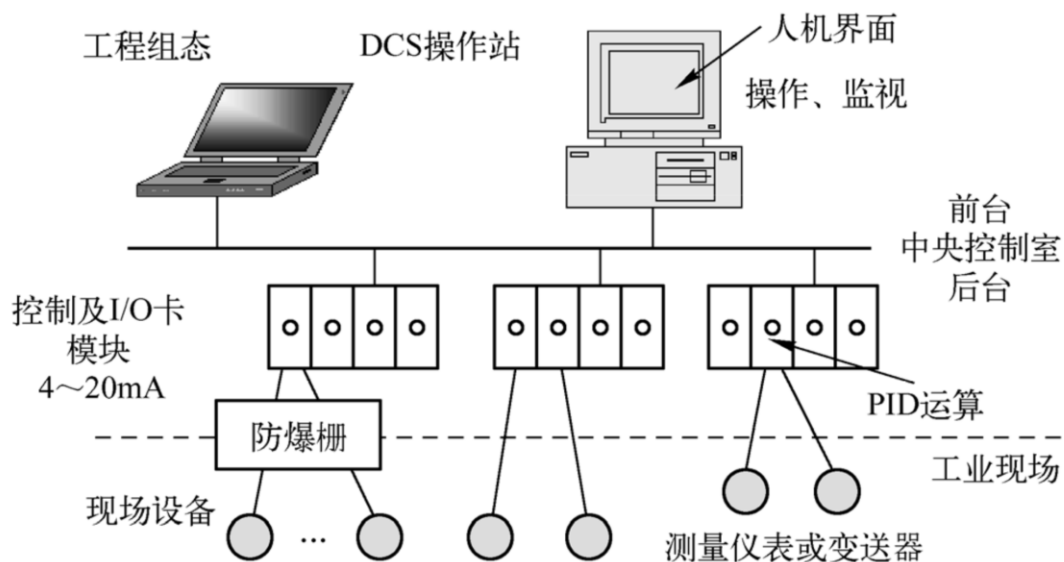
4. 综合自动化阶段

- 当前自动控制系统发展的一些主要特点是：生产装置实施先进控制成为发展主流；过程优化受到普遍关注。传统的DCS正在走向国际统一标准的开放式系统；综合自动化系统（CIPS）是发展方向。
- 综合自动化系统，就是包括生产计划和调度、操作优化。先进控制和基层控制等内容的递阶控制系统，称管理控制一体化系统（简称管控一体化系统）。这类自动化是靠计算机及其网络来实现的，因此也称为计算机集成过程系统。

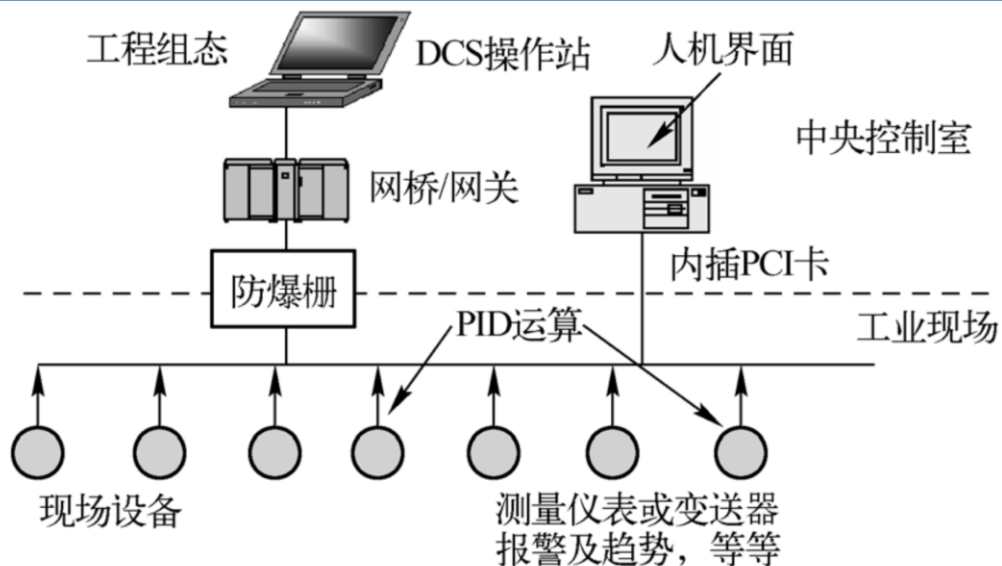


过程控制装置的进展：四个阶段

分布式控制系统



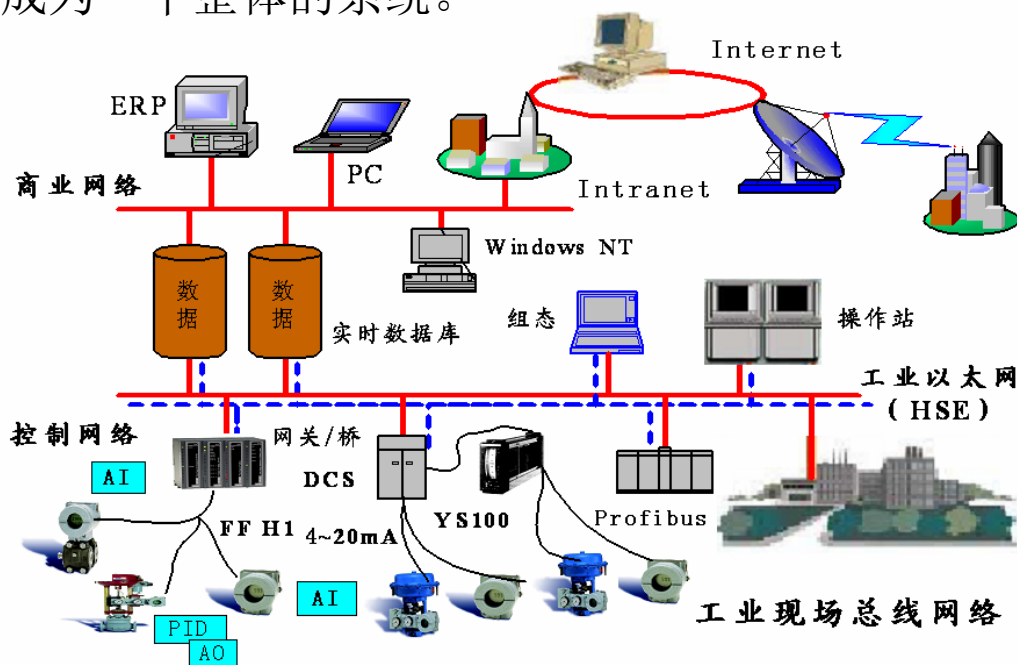
现场总线控制系统



过程控制装置的进展：四个阶段

4. 综合自动化阶段

- 计算机集成过程系统：“计算机集成”指出了它的组成特征，“过程系统”指明了它的工作对象，正好与计算机集成制造系统（CIMS）相对应，有人也称之为过程工业的CIMS。
- 综合自动化是当代工业自动化的主要潮流。它以整体优化为目标，以计算机为主要技术工具，以生产过程的管理和控制的自动化为主要内容，将各个自动化综合集成为一个整体的系统。



过程控制策略的进展

➤ 过程控制策略与算法出现了三种类型：

简单控制、复杂控制和先进控制

- 通常将单回路PID控制称为**简单控制**，它一直是过程控制的主要手段，目前仍然得到广泛应用。
- 从20世纪50年代开始，逐渐发展了串级控制、前馈控制、Smith预估控制、比值控制、均匀控制、选择性控制 and 多变量解耦控制等策略与算法，称之为**复杂控制**。它们以经典控制理论为基础，结构与应用上各有特色，在很大程度上满足了复杂过程的一些特殊控制要求，而且目前仍在继续改进与发展。
- 从20世纪80年代开始，在现代控制理论和人工智能发展的理论基础上，针对工业过程本身的**非线性、时变性、耦合性和不确定性**等特性，提出了许多行之有效的解决方法，如推理控制、预测控制、自适应控制、模糊控制和神经网络控制等，常统称为**先进过程控制**。
- 近十几年来，以专家系统、模糊逻辑、神经网络和遗传算法等为主要方法的**基于知识的智能处理方法**已经成为过程控制的一种重要技术。

本章小结

- 过程控制主要是指连续过程工业的控制，其被控变量是温度、压力、流量、液位（或物位）、物理特性和化学成分。
- 工业生产对过程控制的要求是多方面的，最终可归纳为安全性、稳定性和经济性。过程控制的任务是在充分了解、掌握生产过程的工艺流程和动静态特性的基础上，根据上述三项要求，以生产过程中物流变化信息量作为被控变量，选用适宜的控制手段，实现生产过程的控制目标。
- 过程控制系统一般由控制器、执行机构、检测与变送仪表、被控过程（或对象）以及相关的报警、保护和连锁等其他部件组成。
- 衰减比或衰减率是衡量过程控制系统的主要指标。
- 被控过程的多样性、控制方案的多样性、慢过程、参数控制及定值控制是过程控制系统的主要特征。
- 过程控制的目标与任务是通过过程控制系统的设计与实现来完成的。其具体设计步骤为：确定系统变量，建立被控对象的数学模型；确定控制方案；选择硬件设备；设计报警和联锁保护系统；系统调试和投运。
- 随着现代科技的发展，过程控制系统的硬件和控制算法均在飞速发展。