自动控制的基本概念

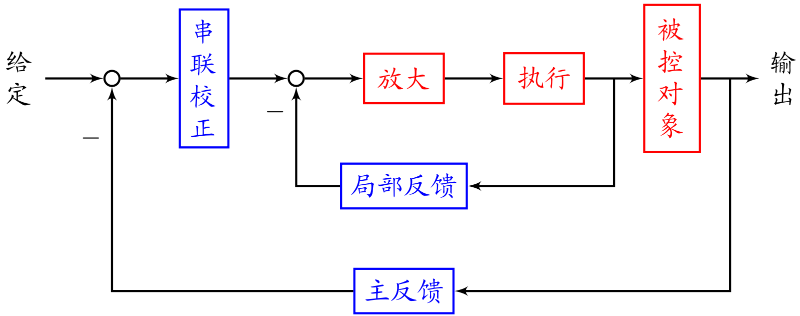
Outline

Topic

基本概念

- 信号: 随时间和空间变化的某种物理量.
  - 信号通常是时间变量 t 的函数
  - 信号的特性可从两方面来描述
    - 时域特性
    - 频域特性
- 系统: 能够对信号完成某种变换或运算功能的集合体称为系统

闭环系统组成



闭环系统中的信号

- 输入信号：给定信号及干扰信号
- 输出信号：被控量的物理量
- 反馈信号：反馈元部件的输出
- 误差信号：输出量的希望值与实际值之差
- 干扰信号：系统受到的内外干扰

闭环系统中的信号

- 输入信号：给定信号及干扰信号
- 输出信号：被控量的物理量
- 反馈信号：反馈元部件的输出

- 误差信号：输出量的希望值与实际值之差
- 干扰信号：系统受到的内外干扰

闭环系统中的信号

- 输入信号：给定信号及干扰信号
- 输出信号：被控量的物理量
- 反馈信号：反馈元部件的输出
- 误差信号：输出量的希望值与实际值之差
- 干扰信号：系统受到的内外干扰

闭环系统中的信号

- 输入信号：给定信号及干扰信号
- 输出信号：被控量的物理量
- 反馈信号：反馈元部件的输出

- 误差信号：输出量的希望值与实际值之差
- 干扰信号：系统受到的内外干扰

闭环系统中的信号

- 输入信号：给定信号及干扰信号
- 输出信号：被控量的物理量
- 反馈信号：反馈元部件的输出

- 误差信号：输出量的希望值与实际值之差
- 干扰信号：系统受到的内外干扰

典型信号

- 阶跃信号（函数）$r(t)=\begin{cases}A & t\geq 0\\ 0 & t<0\end{cases}$
- 脉冲信号（函数）$r(t)=\begin{cases}\frac{A}{\epsilon} & 0\leq t\leq \epsilon\\ 0 & others\end{cases}$
- 正弦信号（函数）$r(t)=A\sin(\omega t), t>0$
- 斜坡信号（函数）$r(t)=Vt, t>0$
- 加速度信号（函数）$r(t)=\frac{1}{2}at^2, t>0$

典型信号

- 阶跃信号（函数）$r(t) = \begin{cases} A & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$
- 脉冲信号（函数）$r(t) = \begin{cases} \frac{A}{\epsilon} & 0 \leq t \leq \epsilon \\ 0 & others \end{cases}$
- 正弦信号（函数）$r(t) = A\sin(\omega t), t > 0$
- 斜坡信号（函数）$r(t) = Vt, t > 0$
- 加速度信号（函数）$r(t) = \frac{1}{2}at^2, t > 0$

典型信号

- 阶跃信号（函数）$r(t) = \begin{cases} A & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$
- 脉冲信号（函数）$r(t) = \begin{cases} \frac{A}{\epsilon} & 0 \leq t \leq \epsilon \\ 0 & others \end{cases}$
- 正弦信号（函数）$r(t) = A\sin(\omega t), t > 0$
- 斜坡信号（函数）$r(t) = Vt, t > 0$
- 加速度信号（函数）$r(t) = \frac{1}{2}at^2, t > 0$

典型信号

- 阶跃信号（函数）$r(t)=\begin{cases} A & t\geq 0 \\ 0 & t<0 \end{cases}$
- 脉冲信号（函数）$r(t)=\begin{cases} \frac{A}{\epsilon} & 0\leq t\leq \epsilon \\ 0 & others \end{cases}$
- 正弦信号（函数）$r(t)=A\sin(\omega t), t>0$
- 斜坡信号（函数）$r(t)=Vt, t>0$
- 加速度信号（函数）$r(t)=\frac{1}{2}at^2, t>0$

典型信号

- 阶跃信号（函数）$r(t) = \begin{cases} A & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$
- 脉冲信号（函数）$r(t) = \begin{cases} \frac{A}{\epsilon} & 0 \leq t \leq \epsilon \\ 0 & others \end{cases}$
- 正弦信号（函数）$r(t) = A\sin(\omega t), t > 0$
- 斜坡信号（函数）$r(t) = Vt, t > 0$
- 加速度信号（函数）$r(t) = \frac{1}{2}at^2, t > 0$

典型信号

- 阶跃信号（函数）$r(t)=\begin{cases} A & t\geq 0 \\ 0 & t<0 \end{cases}$
- 脉冲信号（函数）$r(t)=\begin{cases} \frac{A}{\epsilon} & 0\leq t\leq \epsilon \\ 0 & others \end{cases}$
- 正弦信号（函数）$r(t)=A\sin(\omega t), t>0$
- 斜坡信号（函数）$r(t)=Vt, t>0$
- 加速度信号（函数）$r(t)=\frac{1}{2}at^2, t>0$

按给定量的运动规律分类

1. 镇定系统：输入 $r(t)$ 不变
2. 程序控制系统：输入 $r(t)$ 按规律变化
3. 随动系统: 输入 $r(t)$ 随机变化

按给定量的运动规律分类

1. 镇定系统：输入 $r(t)$ 不变
2. 程序控制系统：输入 $r(t)$ 按规律变化
3. 随动系统: 输入 $r(t)$ 随机变化

按给定量的运动规律分类

1. 镇定系统：输入 $r(t)$ 不变
2. 程序控制系统：输入 $r(t)$ 按规律变化
3. 随动系统: 输入 $r(t)$ 随机变化

按给定量的运动规律分类

1. 镇定系统：输入 $r(t)$ 不变
2. 程序控制系统：输入 $r(t)$ 按规律变化
3. 随动系统: 输入 $r(t)$ 随机变化

按系统性能分类

1. 线性系统和非线性系统
   - 线性系统: 系统的输入和输出因果关系可以用线性微分方程描述
   - 非线性系统: $r(t)$ 和 $c(t)$ 关系只能用非线性方程描述
2. 定常系统与时变系统
   - 定常系统：微分方程中各项系数为常数 $a_0c''(t) + a_1c'(t) = r(t)$
   - 时变系统：各项系数中有随时间变化的量 $a_0(t)c''(t) + a_1(t)c'(t) = r(t)$
3. 连续系统与离散系统
   - 连续系统：系统中信号是时间 t 的连续函数的模拟量
   - 离散系统：系统中存在脉冲量或数字信号
4. 确定性和不确定性系统
   - 确定性系统：系统中微分方程参数变化是精确可知的
   - 不确定性系统：参数变化只是部分可知或近似可知

按系统性能分类

1. 线性系统和非线性系统
   - 线性系统：系统的输入和输出因果关系可以用线性微分方程描述
   - 非线性系统：$r(t)$ 和 $c(t)$ 关系只能用非线性方程描述
2. 定常系统与时变系统
   - 定常系统：微分方程中各项系数为常数 $a_0c''(t) + a_1c'(t) = r(t)$
   - 时变系统：各项系数中有随时间变化的量 $a_0(t)c''(t) + a_1(t)c'(t) = r(t)$
3. 连续系统与离散系统
   - 连续系统：系统中信号是时间 t 的连续函数的模拟量
   - 离散系统：系统中存在脉冲量或数字信号
4. 确定性和不确定性系统
   - 确定性系统：系统中微分方程参数变化是精确可知的
   - 不确定性系统：参数变化只是部分可知或近似可知

按系统性能分类

1. 线性系统和非线性系统
   - 线性系统：系统的输入和输出因果关系可以用线性微分方程描述
   - 非线性系统：$r(t)$ 和 $c(t)$ 关系只能用非线性方程描述
2. 定常系统与时变系统
   - 定常系统：微分方程中各项系数为常数 $a_0 c''(t) + a_1 c'(t) = r(t)$
   - 时变系统：各项系数中有随时间变化的量 $a_0(t) c''(t) + a_1(t) c'(t) = r(t)$
3. 连续系统与离散系统
   - 连续系统：系统中信号是时间 t 的连续函数的模拟量
   - 离散系统：系统中存在脉冲量或数字信号
4. 确定性和不确定性系统
   - 确定性系统：系统中微分方程参数变化是精确可知的
   - 不确定性系统：参数变化只是部分可知或近似可知

按系统性能分类

1. 线性系统和非线性系统
   - 线性系统：系统的输入和输出因果关系可以用线性微分方程描述
   - 非线性系统：$r(t)$ 和 $c(t)$ 关系只能用非线性方程描述
2. 定常系统与时变系统
   - 定常系统：微分方程中各项系数为常数
     $a_0c''(t) + a_1c'(t) = r(t)$
   - 时变系统：各项系数中有随时间变化的量
     $a_0(t)c''(t) + a_1(t)c'(t) = r(t)$
3. 连续系统与离散系统
   - 连续系统：系统中信号是时间 t 的连续函数的模拟量
   - 离散系统：系统中存在脉冲量或数字信号
4. 确定性和不确定性系统
   - 确定性系统：系统中微分方程参数变化是精确可知的
   - 不确定性系统：参数变化只是部分可知或近似可知

按系统性能分类

1. 线性系统和非线性系统
   - 线性系统：系统的输入和输出因果关系可以用线性微分方程描述
   - 非线性系统：$r(t)$ 和 $c(t)$ 关系只能用非线性方程描述
2. 定常系统与时变系统
   - 定常系统：微分方程中各项系数为常数
     $a_0c''(t) + a_1c'(t) = r(t)$
   - 时变系统：各项系数中有随时间变化的量
     $a_0(t)c''(t) + a_1(t)c'(t) = r(t)$
3. 连续系统与离散系统
   - 连续系统：系统中信号是时间 t 的连续函数的模拟量
   - 离散系统：系统中存在脉冲量或数字信号
4. 确定性和不确定性系统
   - 确定性系统：系统中微分方程参数变化是精确可知的
   - 不确定性系统：参数变化只是部分可知或近似可知

Topic

基本要求：稳定性、稳态性能、瞬态性能

1. 稳定性: 正常工作的先决条件
2. 稳态性能: 指标：稳态误差
3. 瞬态性能:
   1. 峰值时间：t_p
   2. 调节时间：t_s
   3. 超调量：$\sigma\% = \frac{c(t_p)-c(\infty)}{c(\infty)}$

基本要求：稳定性、稳态性能、瞬态性能

1. 稳定性：正常工作的先决条件
2. 稳态性能：指标：稳态误差
3. 瞬态性能：
   1. 峰值时间：t_p
   2. 调节时间：t_s
   3. 超调量：$\sigma\% = \frac{c(t_p)-c(\infty)}{c(\infty)}$

基本要求：稳定性、稳态性能、瞬态性能

1. 稳定性: 正常工作的先决条件
2. 稳态性能: 指标：稳态误差
3. 瞬态性能:
   1. 峰值时间： t_p
   2. 调节时间： t_s
   3. 超调量： $\sigma\% = \frac{c(t_p)-c(\infty)}{c(\infty)}$

基本要求：稳定性、稳态性能、瞬态性能

1. 稳定性: 正常工作的先决条件
2. 稳态性能: 指标：稳态误差
3. 瞬态性能:
   1. 峰值时间：t_p
   2. 调节时间：t_s
   3. 超调量：$\sigma\% = \frac{c(t_p)-c(\infty)}{c(\infty)}$

基本要求：稳定性、稳态性能、瞬态性能

1. 稳定性: 正常工作的先决条件
2. 稳态性能: 指标：稳态误差
3. 瞬态性能:
    1. 峰值时间：t_p
    2. 调节时间：t_s
    3. 超调量：$\sigma\% = \frac{c(t_p)-c(\infty)}{c(\infty)}$

基本要求：稳定性、稳态性能、瞬态性能

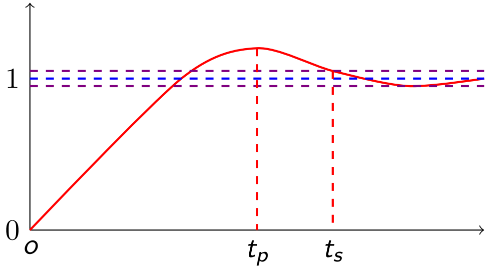
1. 稳定性: 正常工作的先决条件
2. 稳态性能: 指标：稳态误差
3. 瞬态性能:
   1. 峰值时间：t_p
   2. 调节时间：t_s
   3. 超调量：$\sigma\% = \frac{c(t_p)-c(\infty)}{c(\infty)}$

基本要求：稳定性、稳态性能、瞬态性能

1. 稳定性: 正常工作的先决条件
2. 稳态性能: 指标：稳态误差
3. 瞬态性能:
    1. 峰值时间：t_p
    2. 调节时间：t_s
    3. 超调量：$\sigma\% = \frac{c(t_p)-c(\infty)}{c(\infty)}$

示例：响应曲线

初始值:0，期望值 1：

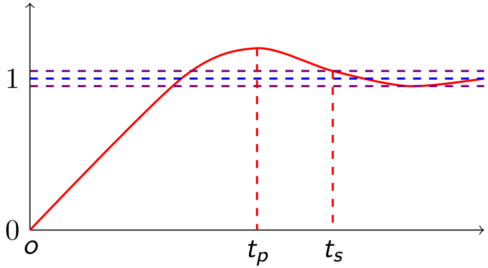


指标：

- 超调量 $\sigma\%$
- 调节时间 t_s
- 上升时间 t_r
- 峰值时间 t_p

示例：响应曲线

初始值:0，期望值 1：

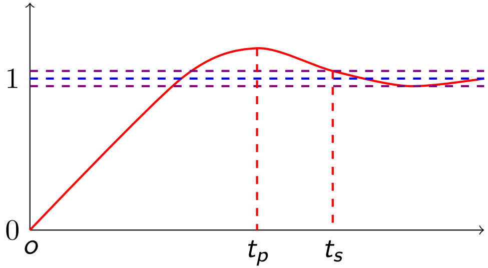


指标：

- 超调量 $\sigma\%$
- 调节时间 t_s
- 上升时间 t_r
- 峰值时间 t_p

示例: 响应曲线

初始值:0，期望值 1：

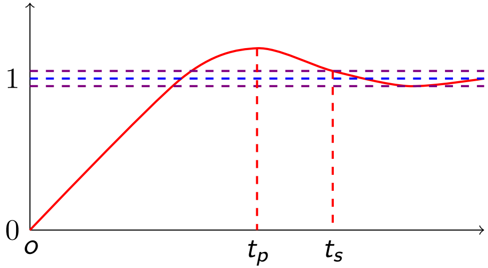


指标：

- 超调量 $\sigma\%$
- 调节时间 t_s
- 上升时间 t_r
- 峰值时间 t_p

示例: 响应曲线

初始值:0，期望值 1：

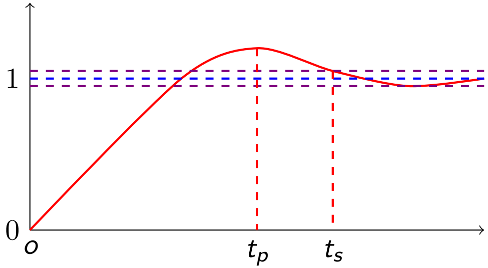


指标：

- 超调量 $\sigma\%$
- 调节时间 t_s
- 上升时间 t_r
- 峰值时间 t_p

示例：响应曲线

初始值:0，期望值 1：



指标：

- 超调量 $\sigma\%$
- 调节时间 t_s
- 上升时间 t_r
- 峰值时间 t_p

指标

- 超调量：$(c(t_p) - c(\infty))/c(\infty)$
- 调节时间：若有 t_s，当 $t \geq t_s$ 时有 $|c(t) - c(\infty)| \leq 0.05c(\infty)$（或 $0.03c(\infty)$ ）成立，则 t_s 为该系统调节时间。
- 上升时间 t_r，定义
  - 100% 的 t_r $c(t)$ 首次达到 $c(\infty)$ 的时间
  - 90% 的 t_r $c(t)$ 首次达到 $90\%c(\infty)$ 的时间
  - 70% 的 t_r $c(t)$ 首次达到 $70\%c(\infty)$ 的时间
- 峰值时间 t_p：$c(t_p) = Max(c(t))$