

自动控制原理

第一章 自动控制原理的一般概念

电子信息学院

主讲：张永韡 博士 讲师
email: ywzhang@just.edu.cn



主要内容

- 1 自动控制的基本概念
- 2 自动控制的基本方式
 - 开环控制
 - 闭环控制
 - 闭环控制系统的术语
 - 复合控制
- 3 控制系统的分类
- 4 对自动控制系统系统的要求



自动控制的基本概念

自动控制

在没有人直接参与的情况下，采用控制装置，使工作机械、或生产过程（被控对象）的某一个物理量（被控量）按预定的规律（给定量）运行。



自动控制研究的内容：

	研究对象	数学工具	分析方法	局限性
经典控制理论	单 I/O, 线性定常系统	微分方程, 传递函数	时域法, 频域法, 根轨迹法	对复杂多变量系统、时变和非线性系统无能为力
现代控制理论	多输入-多输出变系数, 非线性等系统	线性代数、矩阵理论	状态空间法	比较繁琐 (但由于计算机技术的迅速发展, 已克服)



自动控制的基本方式

- 开环控制
- 闭环控制
- 复合控制



开环控制

控制装置与被控对象之间只有顺向作用而没有反向联系的控制。

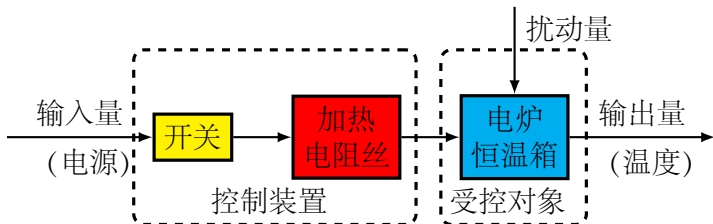


图 1-1: 炉温开环控制系统



开环控制

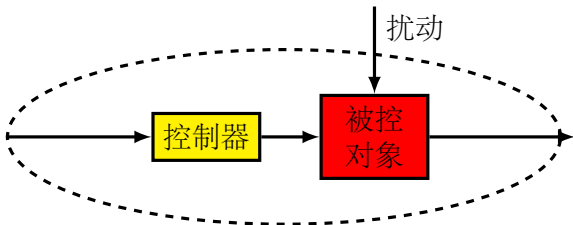


图 1-2: 典型开环控制的方框图



开环控制

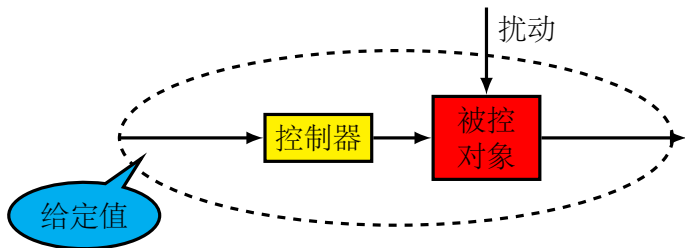


图 1-2: 典型开环控制的方框图



开环控制

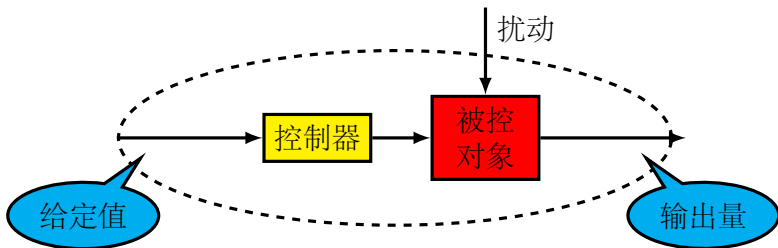


图 1-2: 典型开环控制的方框图



开环控制

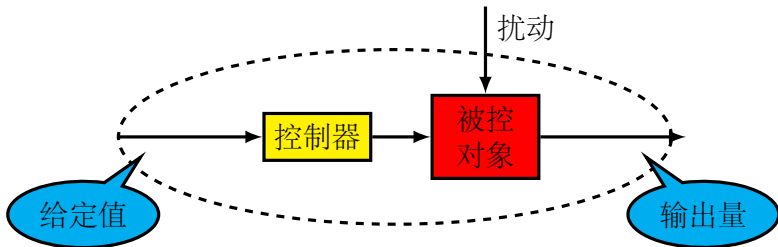


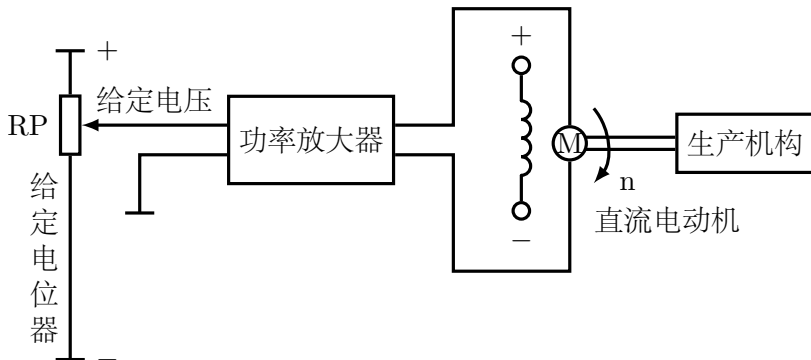
图 1-2: 典型开环控制的方框图

开环控制系统特点：

- 信号从输入到输出无反馈, 单向传递
- 结构简单
- 控制精度不高, 无法抑制扰动



例：直流电动机转速开环控制系统



- 输出量对输入量没有影响的系统称为开环系统



闭环控制

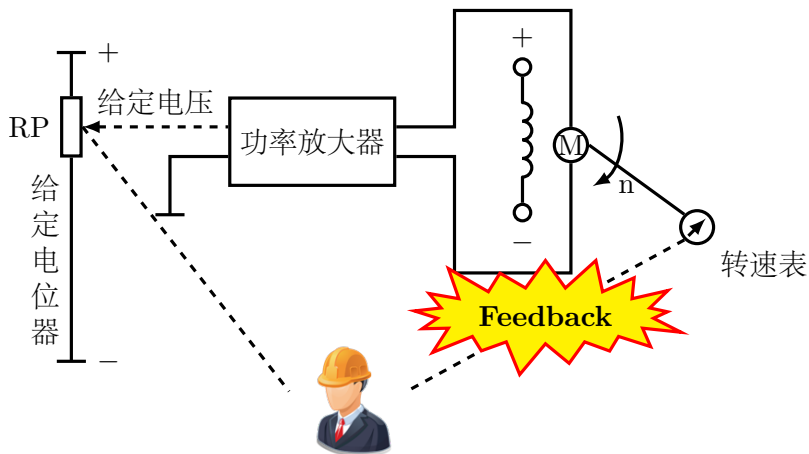


图 1-3: 人工电动机转速闭环控制系统



闭环控制

如果将人换成测速发电机……

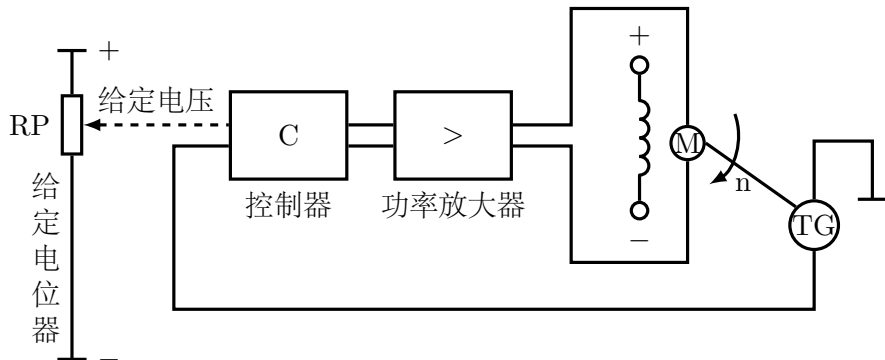


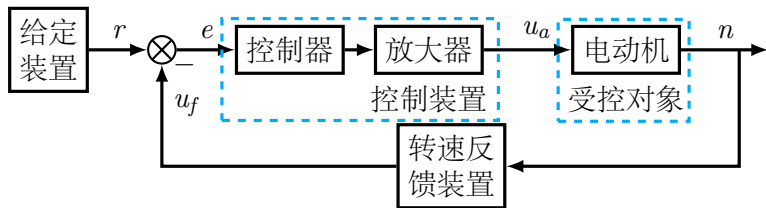
图 1-4: 人工电动机转速闭环控制系统



闭环控制

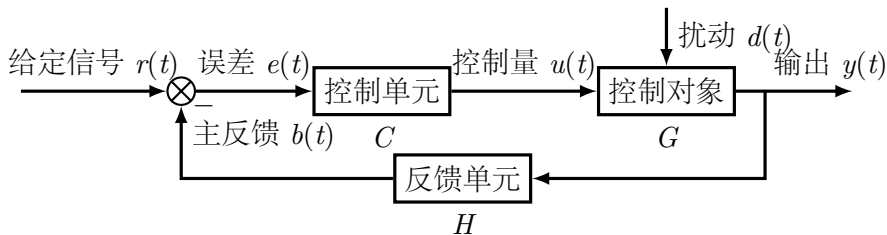
控制任务： 保持工作机械恒速运行

控制过程： $n \uparrow \rightarrow u_f \uparrow \rightarrow e \downarrow \rightarrow u_a \downarrow \rightarrow n \downarrow$



闭环控制的特点

- 控制器与控制对象之间既有顺向作用，又有反向联系，输出影响输入；
- 能减小偏差，抑制扰动；



反馈 输出量送回至输入端并与输入信号比较的过程；

负反馈 反馈的信号与输入信号相减而使偏差越来越小；闭环系统内部存在负反馈，又称反馈控制；

主反馈 与输出成正比或某种函数关系，但量纲与给定信号相同；

偏差 给定信号与主反馈信号之差的信号；

控制单元 接受偏差信号，通过转换与运算，产生期望的控制量；

扰动 对系统输出产生不利影响的信号；

反馈环节 检测输出信号并转换与给定输入信号相同量纲的信号。



复合控制：按扰动补偿

按扰动补偿。把反馈控制与按扰动控制结合起来。对于主要扰动采用适当的补偿装置实现按扰动控制，同时再组成反馈控制系统，以消除其余扰动产生的偏差。

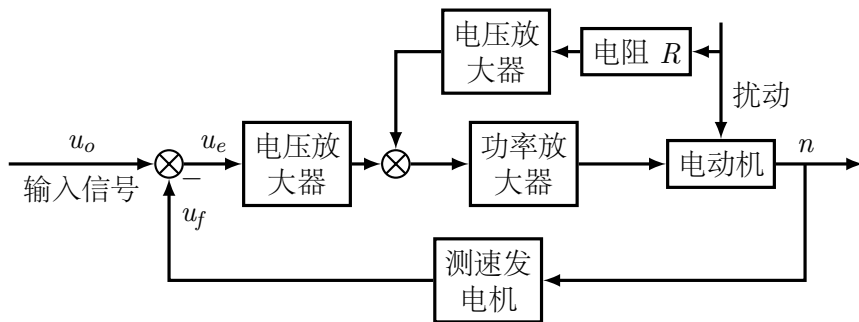
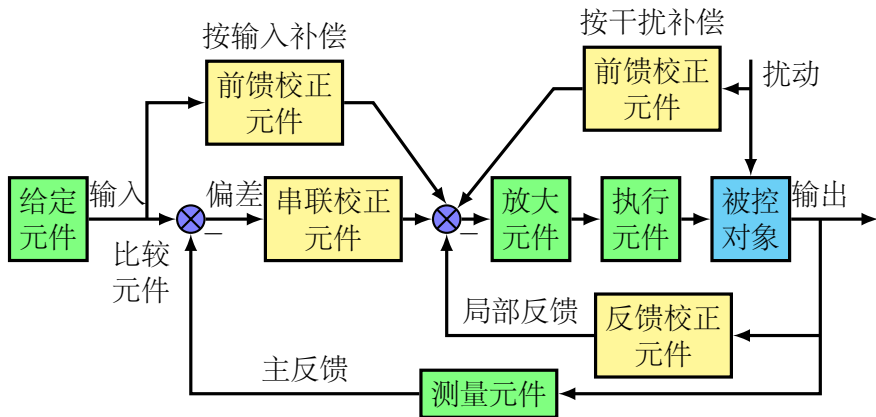


图 1-5: 电动机速度复合控制系统方框图



复合控制：按输入补偿





控制系统的分类

- ① 按系统是否满足叠加原理 线性系统 / 非线性系统
- ② 按系统参数是否随时间变化 定常系统 / 时变系统
- ③ 按信号传递的形式 连续系统 / 离散系统
- ④ 按输入输出变量的多少 单变量系统 / 多变量系统
- ⑤ 按给定信号的形式 恒值系统/随动系统/程序控制系统



控制系统分类：按给定信号形式

恒值系统

也称镇定系统；

特点：给定值一般不变化或变化很缓慢，而输出量以一定的精度等于给定值；

例如：恒温系统，恒压系统。

随动系统

又称跟踪系统；**特点：**系统的给定值变化规律事先不能确定，而输出量能以一定精度跟随给定值变化；

例如：火炮系统，卫星控制系统等。

程序控制系统

特点：系统的给定值（或被控量）根据预先编好的程序进行控制。

例如：炼钢炉中的微机控制系统，洲际弹道导弹的程序控制系统等。



对自动控制系统系统的要求

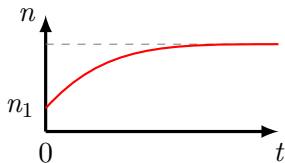
稳定性 被控制信号能跟踪已变化的输入信号，从一种状态到另一种状态，如果能做到，我们就认为该系统是稳定的，这是对反馈控制系统提出的最基本要求。

快速性 对过渡过程的形式和快慢提出要求，一般称为动态性能。稳定高射炮射角随动系统，虽然炮身最终能跟踪目标，但如果目标变动迅速，而炮身行动迟缓，仍然抓不住目标。

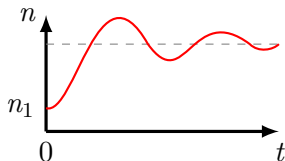
准确性 用稳态误差来表示。
在参考输入信号作用下，当系统达到稳态后，其稳态输出与参考输入所要求的期望输出之差叫做给定稳态误差。显然，这种误差越小，表示系统的输出跟随参考输入的精度越高。



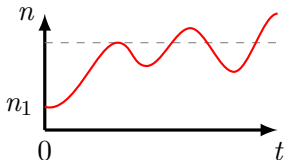
对自动控制系统的要求



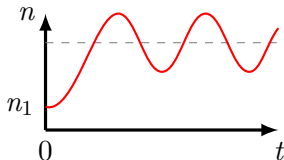
(a) 非周期振荡



(b) 收敛振荡



(c) 发散振荡



(d) 等幅振荡

稳定性： 保证控制系统正常工作的先决条件。

快速性： 动态性能，有指标。

准确性： 稳态（过度结束后的）值应尽量与期望值一致。



本章小结

- ① 自动控制的一般概念
- ② 自动控制的基本方式
 - ▶ 开环控制
 - ▶ 闭环控制
 - ▶ 复合控制
- ③ 控制系统分类
 - ▶ 恒值系统
 - ▶ 随动系统
 - ▶ 程序控制系统
- ④ 对自动控制系统的要求
 - ▶ 稳定性
 - ▶ 快速性
 - ▶ 准确性