



自动控制原理

第一章：自动控制的一般概念

北航仪器学院 魏彤

weitung@buaa.edu.cn

本章内容

初涉本课程，最关心的问题——

§ 1-1 什么是自动控制？

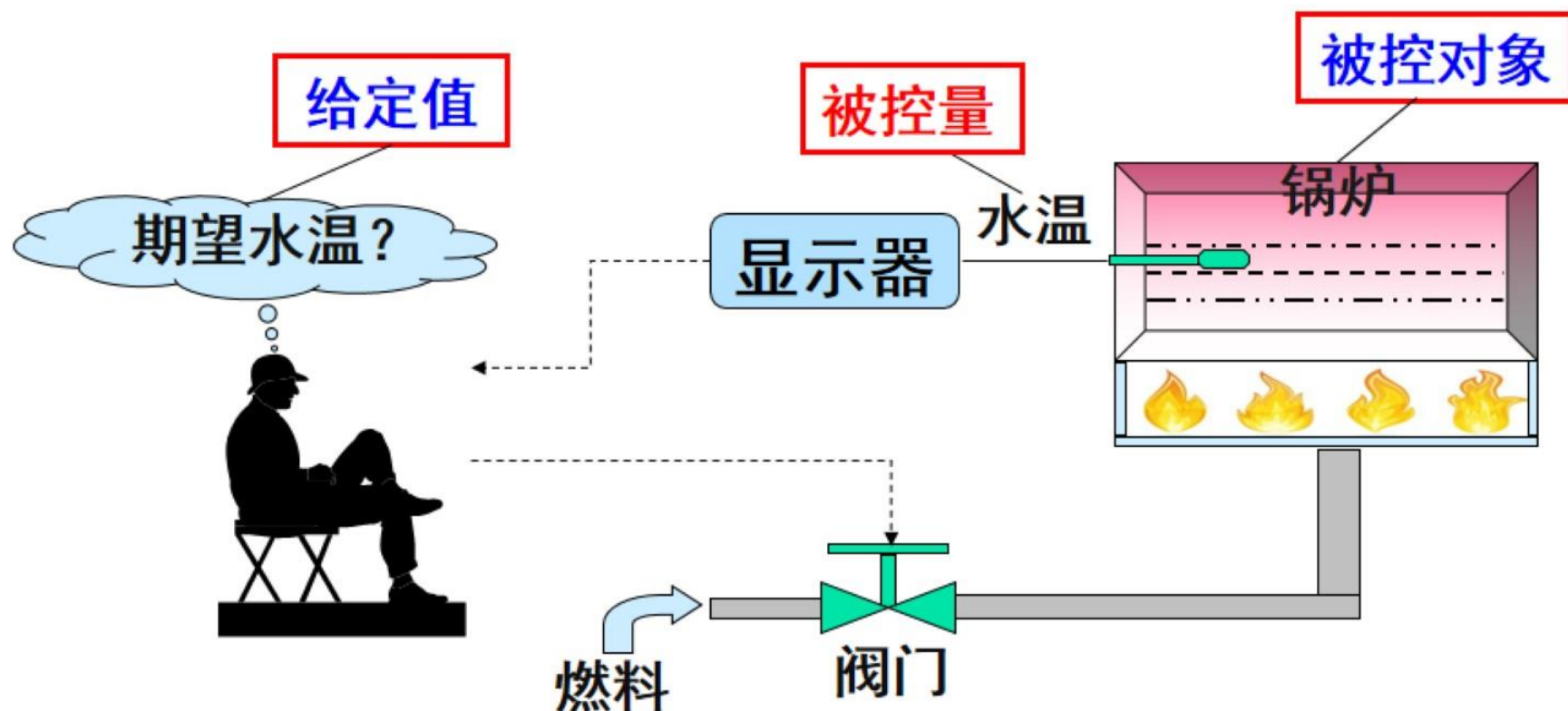
§ 1-2 控制系统有哪些种类？

§ 1-3 如何评价控制系统？

§ 1-1 什么是自动控制？

- 1、什么是控制？
- 2、什么是自动控制？
- 3、控制原理方框图
- 4、控制系统的构成？

1、什么是控制？

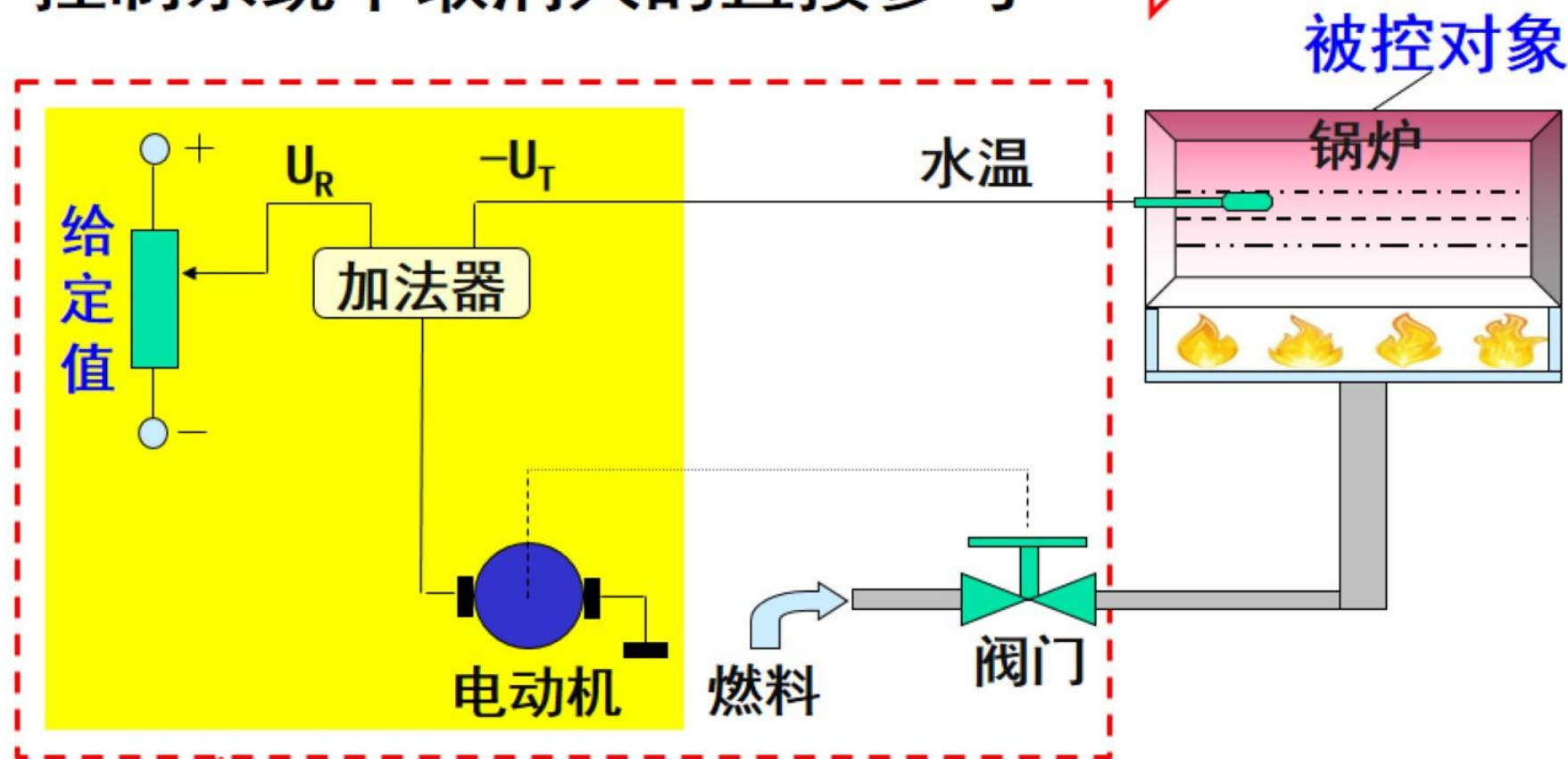


锅炉水温(人工/手动)控制系统原理图

➡ **控制**：使被控对象的被控量趋于给定值的技术手段；

2、什么是自动控制？

控制系统中取消人的直接参与 



控制
装置

锅炉水温(自动)控制系统原理图

⇒ **自动控制**：在没有人直接参与的情况下，利用控制装置操纵或调节被控对象，使被控量趋于给定值的技术手段；

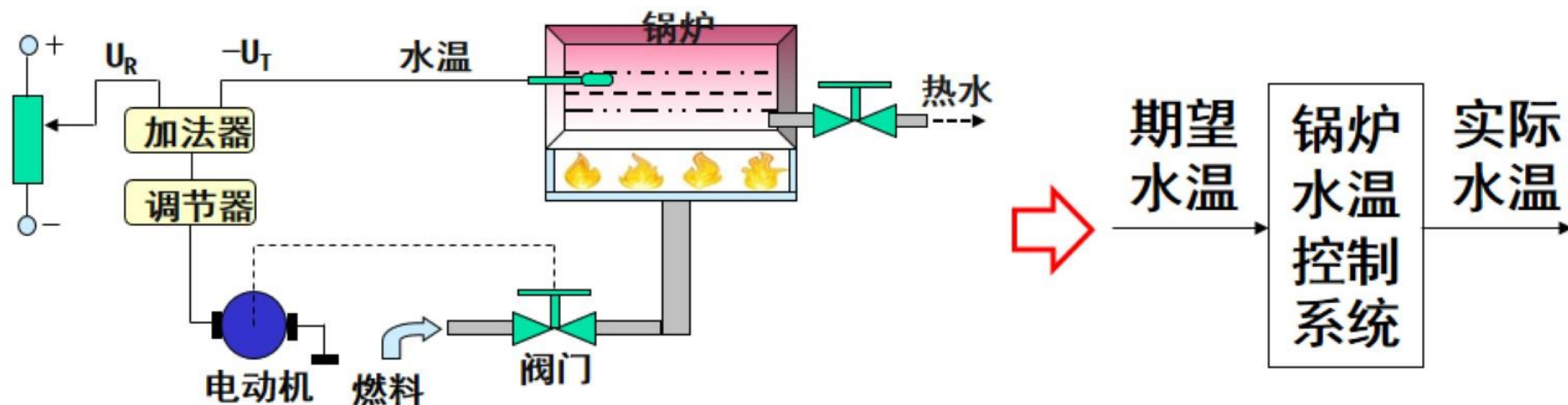
自动控制的任務

注：控制包括人工控制和自动控制（默认）；

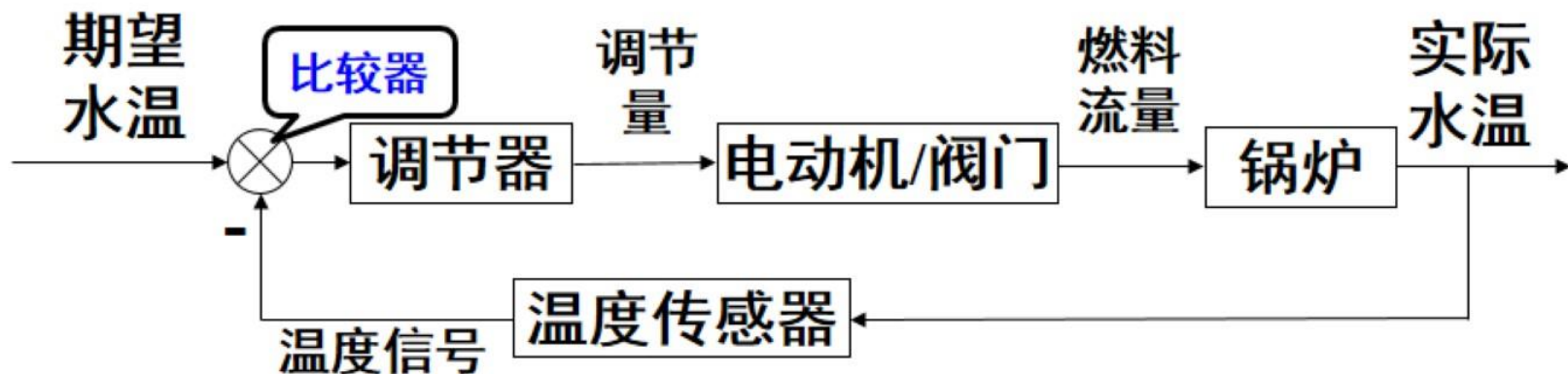
⇒ **自动控制系统**：能完成自动控制任务的设备；

3、控制原理方框图（输入→输出）

把握控制系统的关键：明确被控量（输出量）



⇒ 控制系统原理方框图：



注：按部件功能衔接关系定性画出；

4、控制系统的构成？

控制系统 = 控制装置+被控对象



三种元件：

- 测量元件：各种传感器
- 比较计算元件：如控制器、调节器、补偿器等
- 执行元件：如功放+电机

可能参与控制的三种信号：

- 给定值(输入)
- 被控量(输出)
- 干扰量(输入性质的，非正常，不可避免)

考题：我要减肥，所以我要控制食量，对吗？

§ 1-2 控制系统有哪些种类？

1、开环控制

- (1) 按给定值**操纵**的开环控制
- (2) 按干扰量**补偿**的开环控制

2、闭环控制(**反馈控制**)

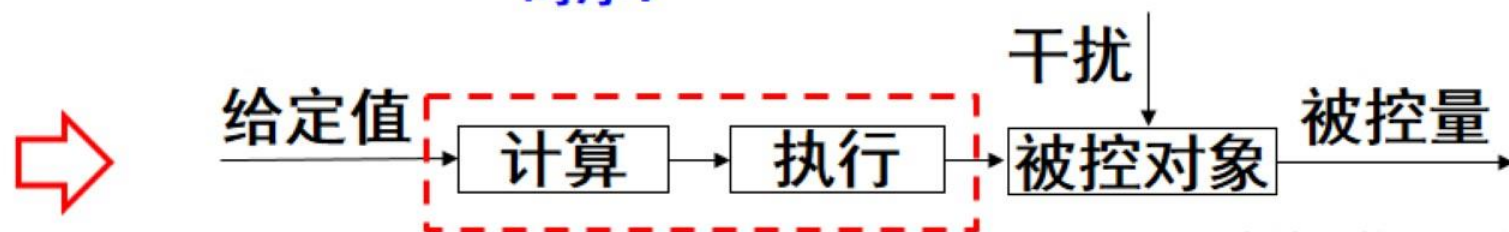
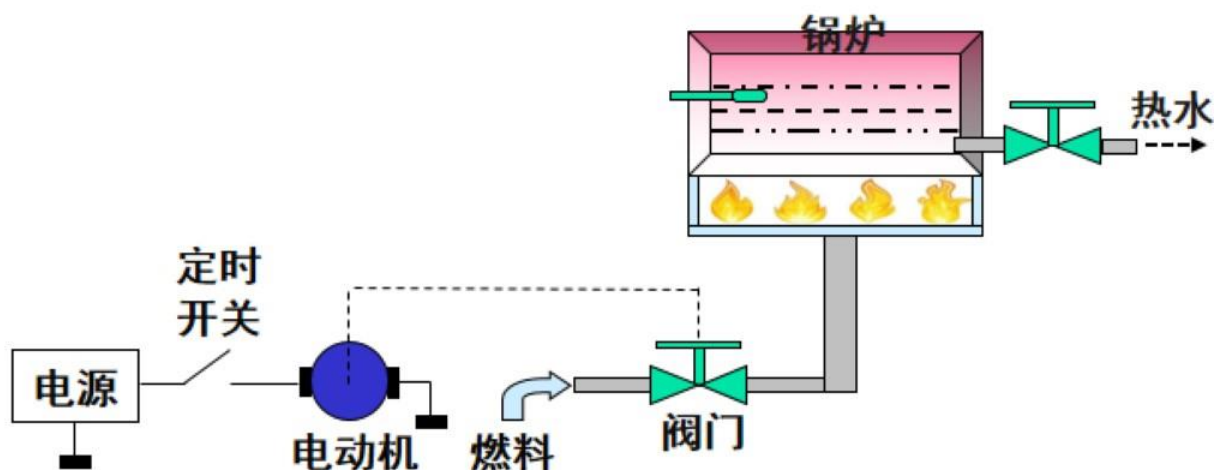
3、复合控制

- (1) 按给定值**补偿**的复合控制
- (2) 按干扰量**补偿**的复合控制

按控制方式划分

1、开环控制

(1) 按给定值操纵的开环控制





特点：调节量只取决于给定值，无回路

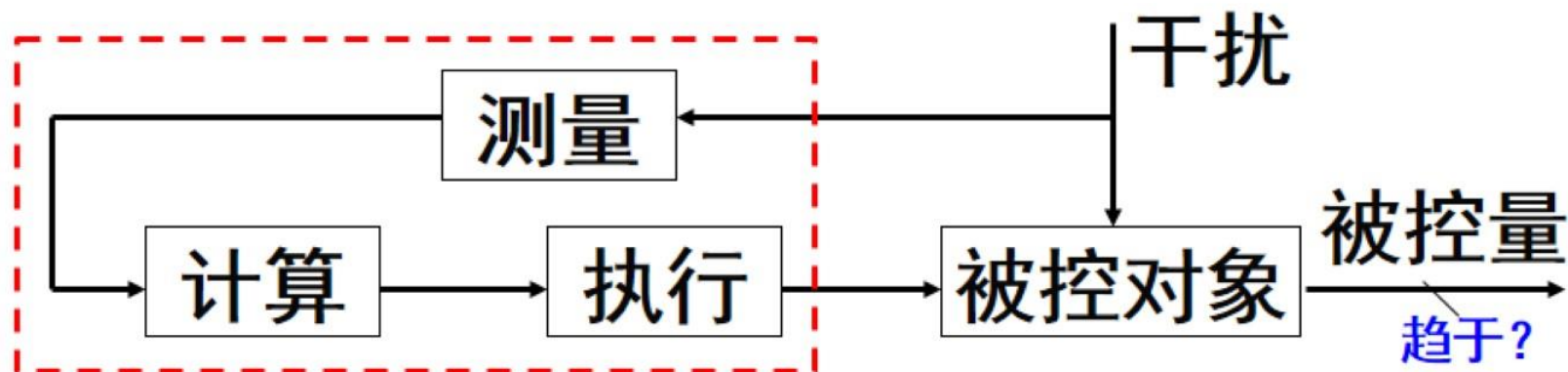
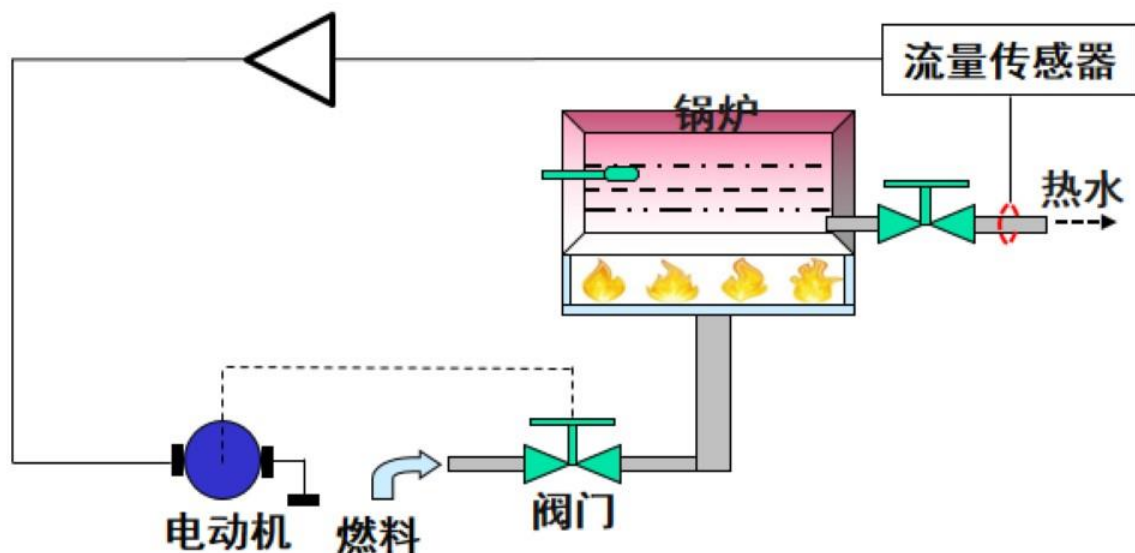
优点：结构简单，易维护，成本低；

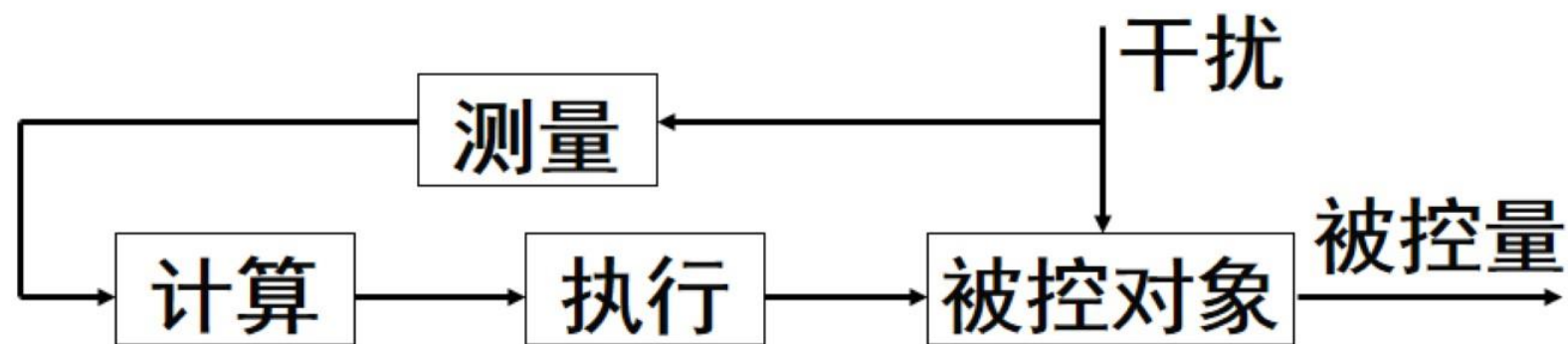
缺点：精度低——因为缺乏纠偏能力，

受干扰或系统内部参数变化时无法保证
控制精度

为何不叫操纵？

(2) 按干扰补偿的开环控制（前馈控制）





特点： 调节量取决于被测干扰量，无回路

优点： 能及时补偿被测干扰及其变化导致的误差

缺点： 精度不高——因为补偿也是有误差的，而且对未测干扰和内部参数变化没有补偿作用

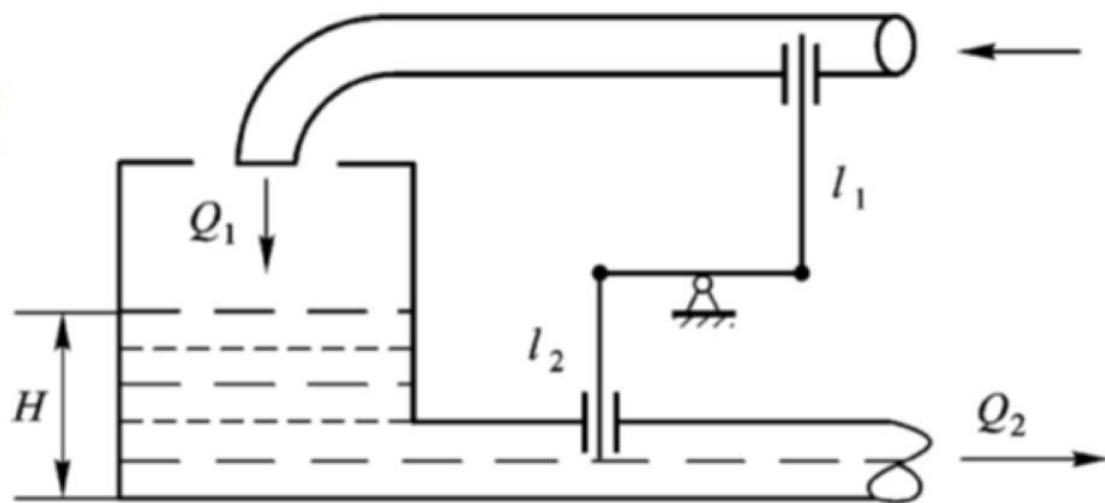
例：水位控制系统

控制任务：使 H 不变

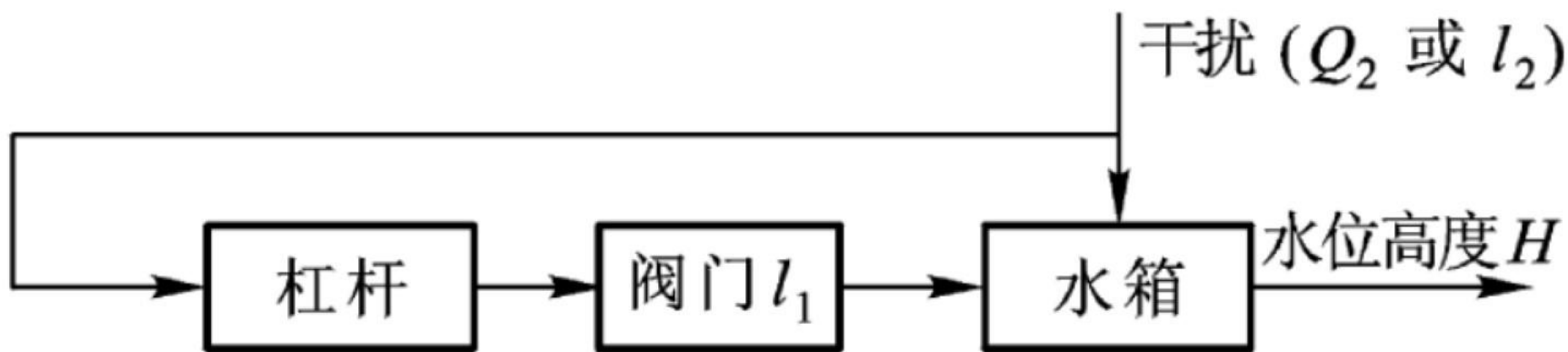
被控对象：水箱

被控量： H

测量量： Q_2



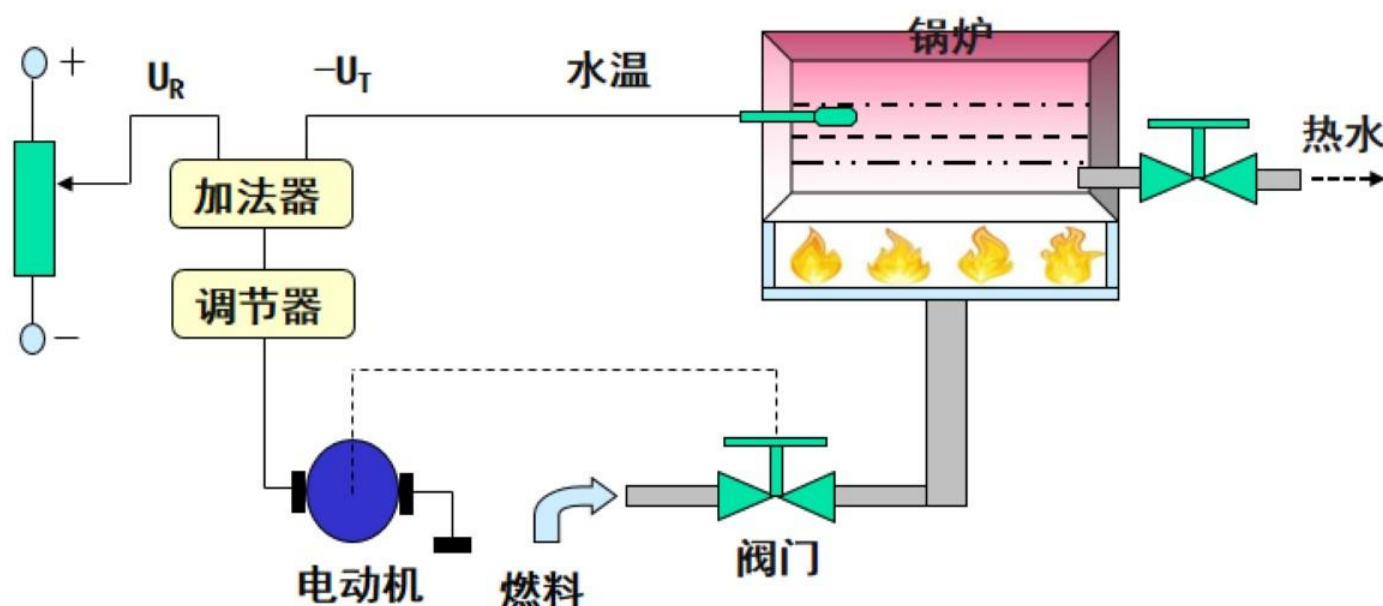
(有给定值吗？被控量将趋于何值？)



开环控制小结：

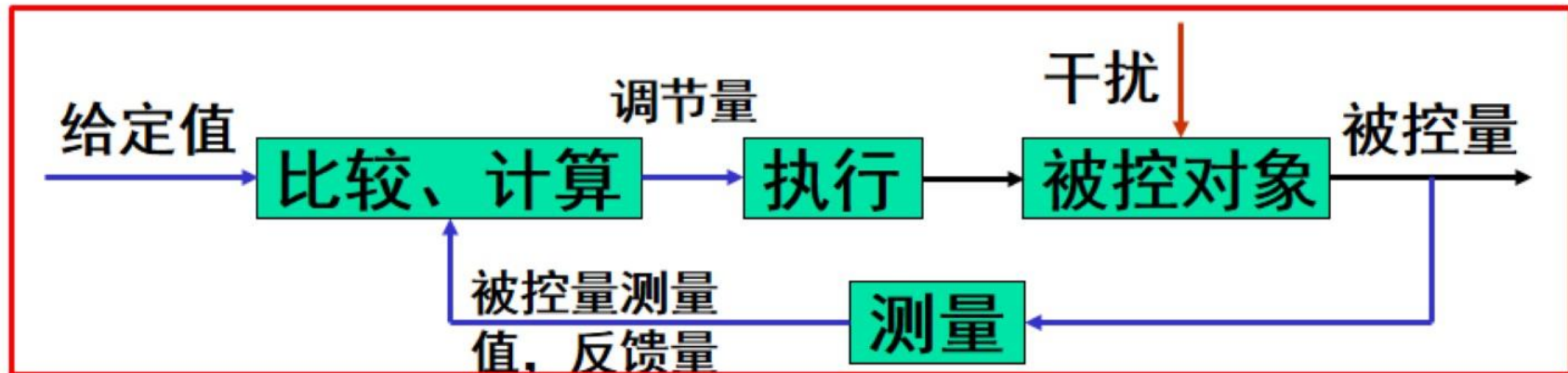
- 结构简单，控制装置^{单向作用}——→被控对象
- 调节量与被控量无关，控制精度差

2、反馈控制



反馈控制：将输出量送回输入端，与给定值相比较产生偏差并用于控制的过程；又称**偏差控制**、**闭环控制**；

反馈是控制理论中最重要、最核心的思想，也是最基本、最常用的控制方式



特点：调节量取决于偏差（给定值-被控量），有回路

优点：控制精度高（无论是干扰作用，还是内部结构参数变化，只要被控量偏离给定值，系统就会自行纠偏）；

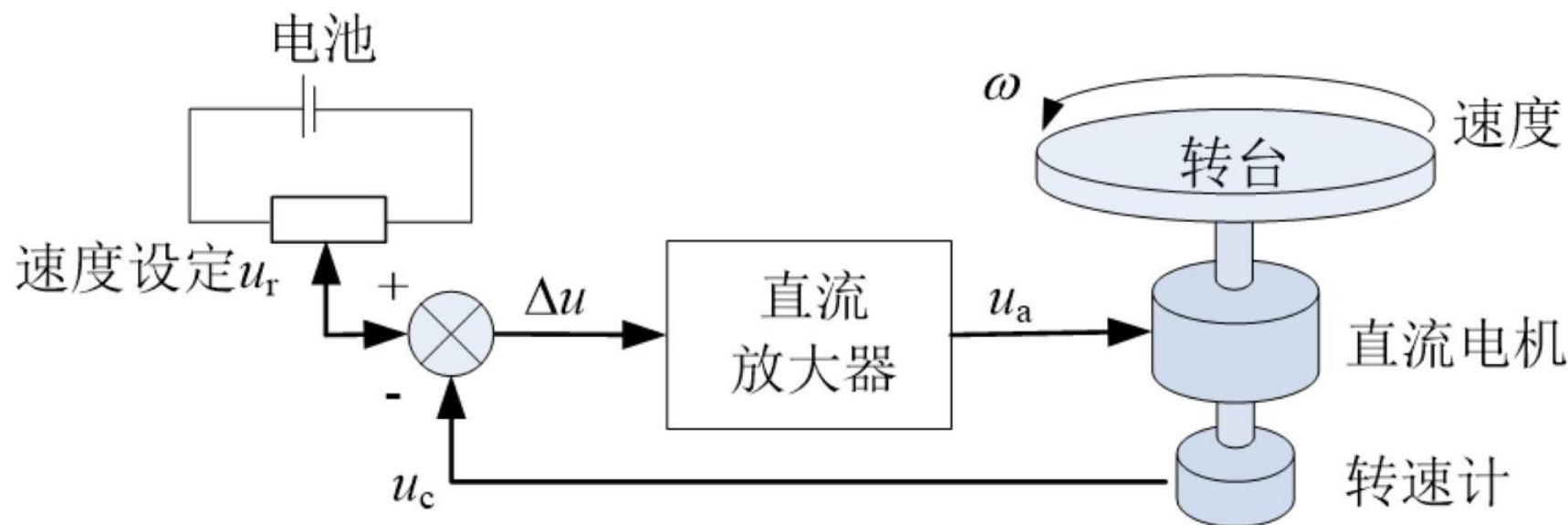
缺点：结构复杂；

仍存在与给定值和干扰有关的残余误差；

参数不合适会导致被控量大波动，甚至不稳定；

扬利除弊是反馈控制理论要解决的核心问题

例：转台速度闭环控制系统



控制任务： 保持转台的实际转速等于期望转速

被控对象： 转台

被控量： 转台角速率

给定值： 速度设定 u_r

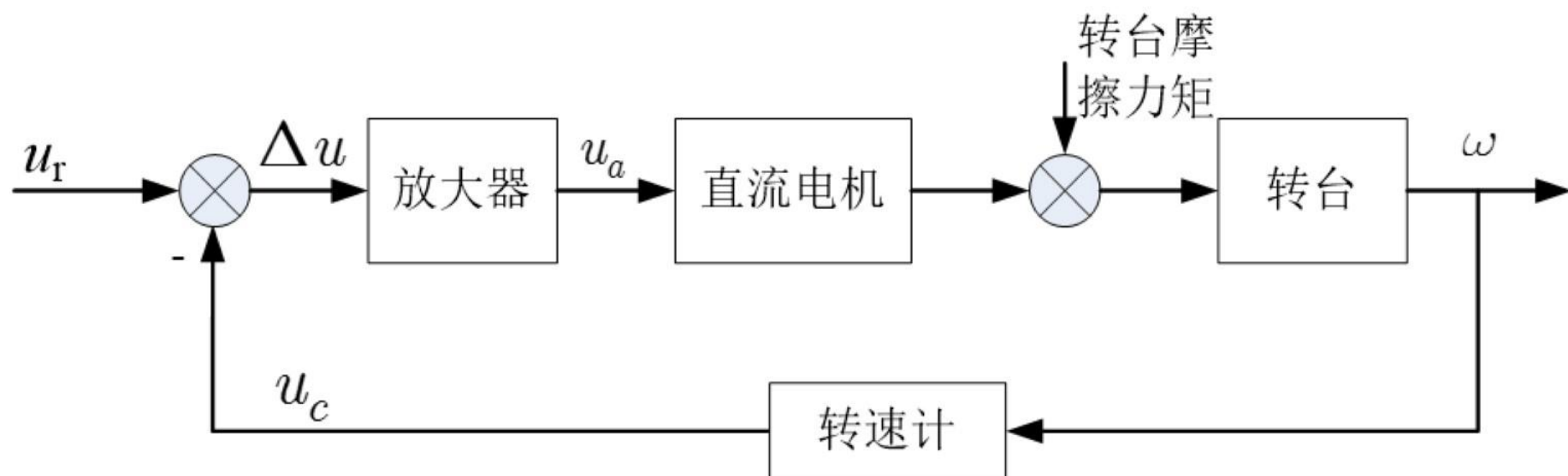
干扰量： 转台摩擦矩

测量元件： 转速计

比较元件： 减法器

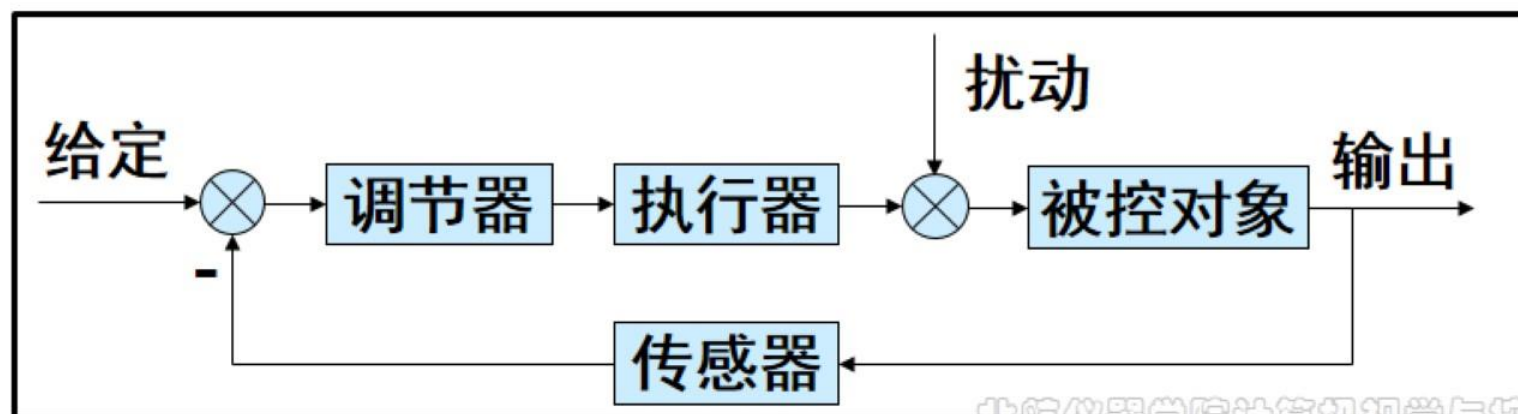
计算元件： 直流放大器

执行元件： 直流电机



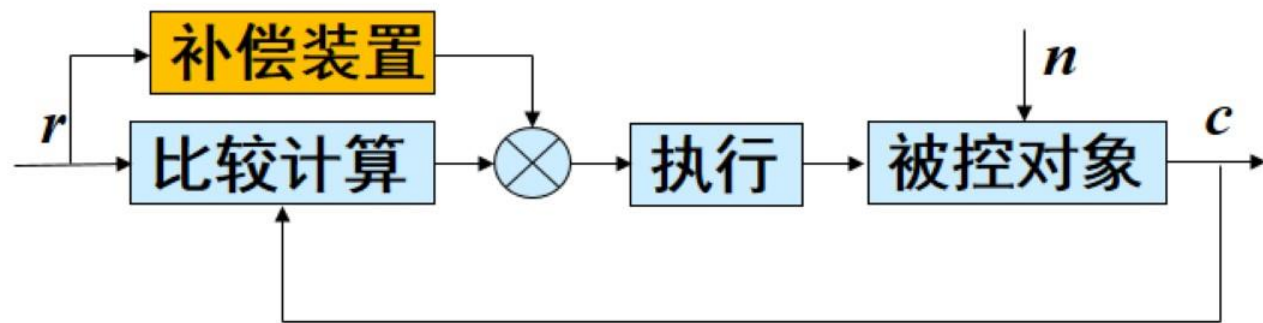
控制系统原理方框图

注：更通用的控制原理方框图

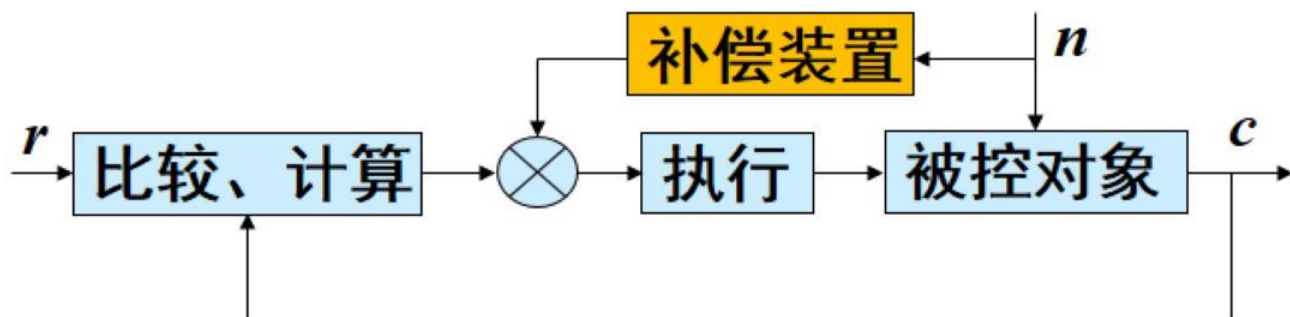


3、复合控制

(1) 按给定值补偿:



(2) 按扰动补偿:



特点：复合控制 = 开环控制 + 闭环控制；

优点：精度更高

缺点：结构更复杂

附：自动控制系统分类

- 按控制方式：开环控制、反馈控制、复合控制
- 按给定值变化规律：恒值控制系统、随动系统、程序控制(过程)系统
- 按系统属性：单变量/多变量、线性/非线性系统、定常/时变系统、连续/离散系统、确定性/不确定性系统

注：下划线为经典控制理论（本课程）研究范围

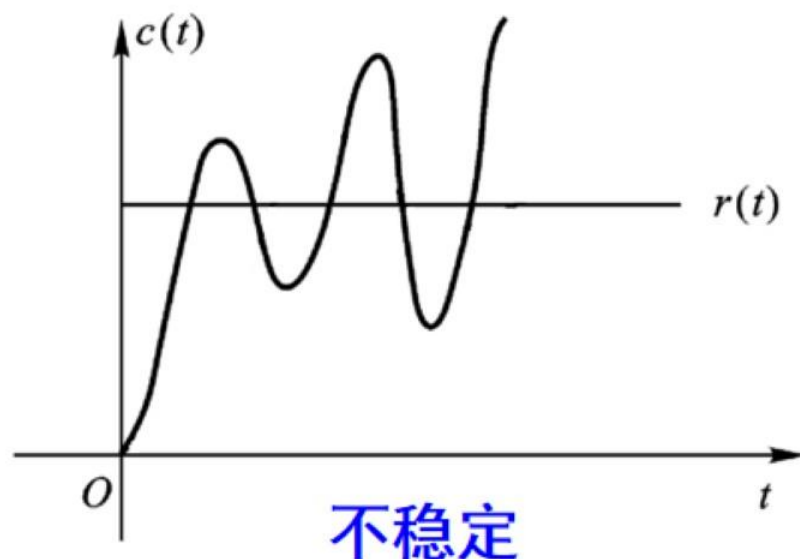
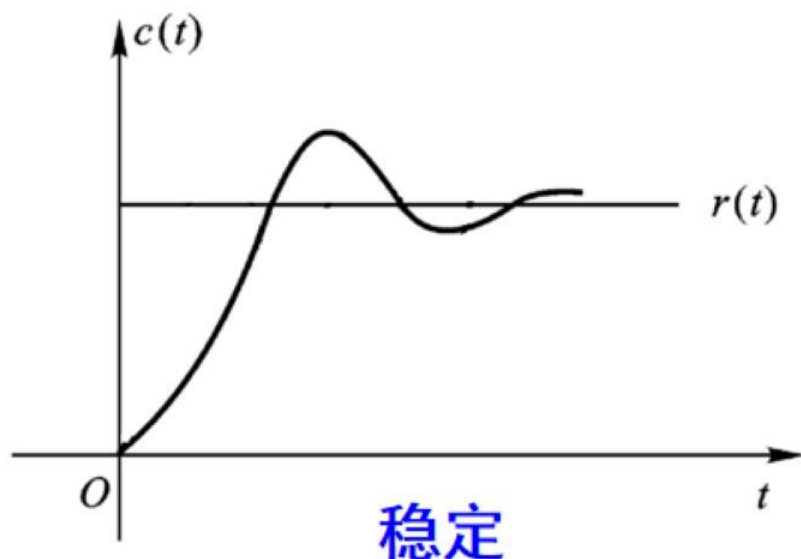
- 按被控量：温度控制系统、压力控制系统、位置控制系统…
- 按元件类型：机械系统、电气系统、生物系统…

§ 1-3 如何评价控制系统？——性能要求

- 1、稳：稳定性与平稳性
- 2、快：快速性
- 3、准：准确性—最终精度

1、稳

(1) 稳定性：系统在外部作用下，输出逐渐与期望值一致，则是稳定的；反之不稳定；

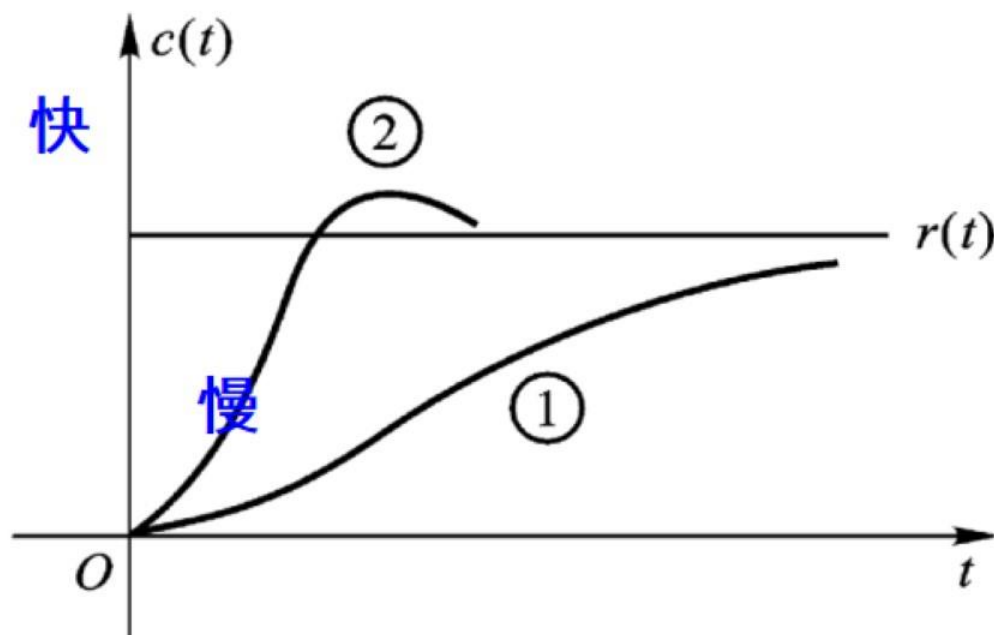


控制系统动态过程曲线

系统受到外作用后，被控量随时间变化的全过程

(2) 平稳性：稳定前提下动态振荡的振幅和频率；

2、快



动态过程持续时间越短，则越快；

3、准

系统达到稳态时，被控量相对给定值的偏差越小，
则准确性越高；

三种性能要求的关系：

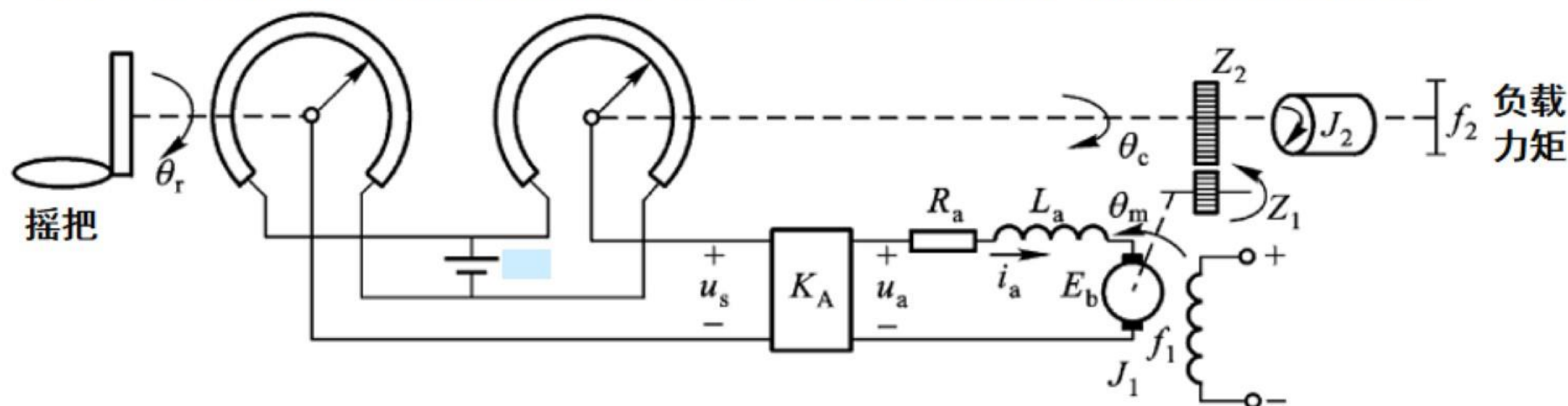
- 稳和快反映系统动态性能，准体现稳态精度；
- 稳是首要前提；
- 不同的被控对象的性能指标要求各有侧重；
- 同一个系统的稳、快、准的要求是相互制约的；
- 针对不同被控对象选择合适的性能指标，以及在同一个系统中协调各个指标的矛盾或折衷，是控制理论的重要内容；

本章重点：

- 1、自动控制的概念和任务；
- 2、分析控制系统的构成和控制方式(难点)；
- 3、控制系统的主要性能要求及其相互关系；

本章作业(本次不交):

- 1、位置随动系统的原理如下图所示，
 - (1) 试述该系统的工作原理；
 - (2) 指出被控对象、被控量、给定值、干扰量，控制任务；
 - (3) 指出测量元件、比较元件、执行元件
 - (4) 画出系统控制原理方框图，并说明属于哪种控制方式；



- 2、复习《高等数学》最后一章“微分方程”、《积分变换》第二部分“拉氏变换”；