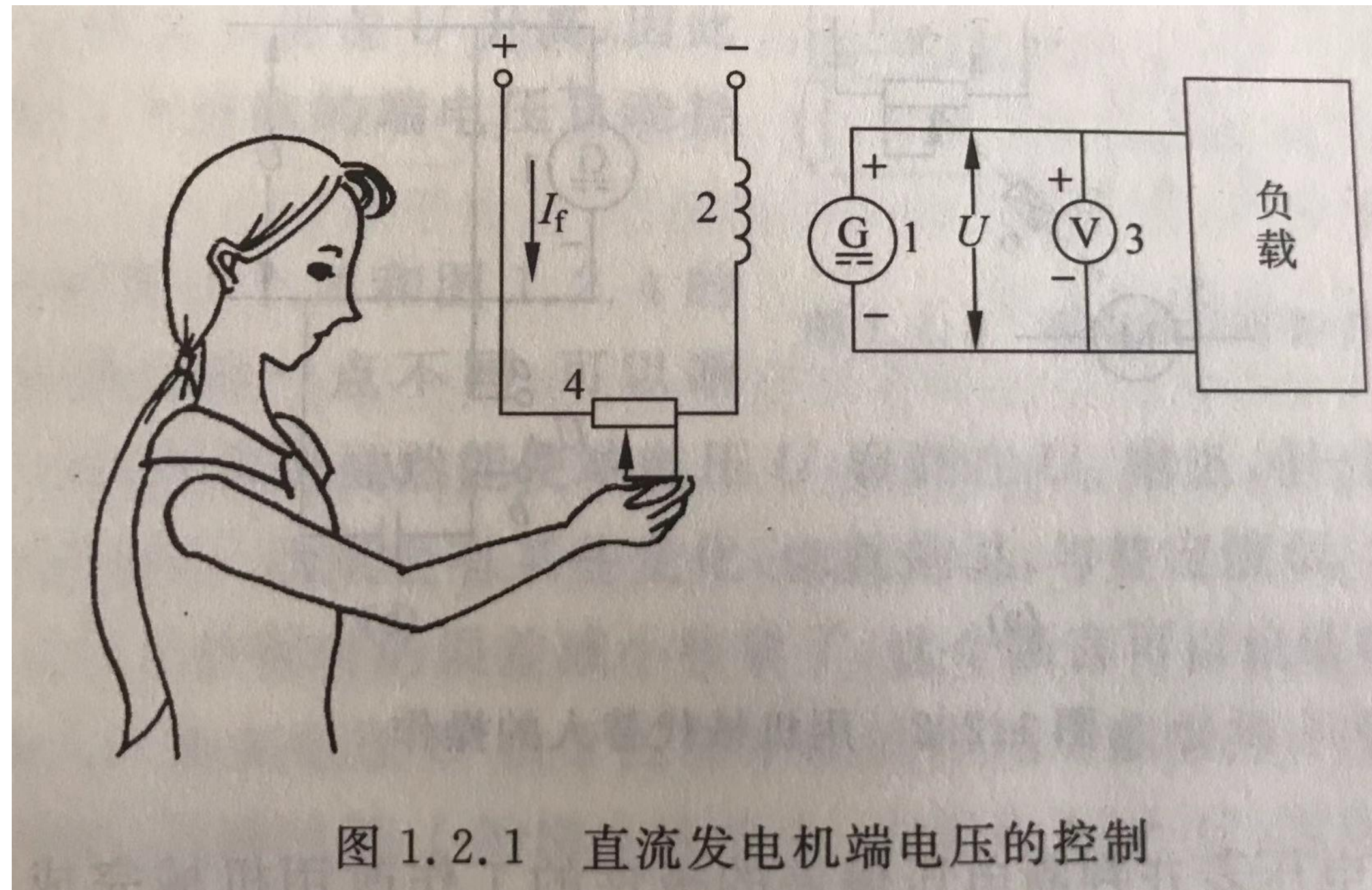


第一章：控制系统的基本概念

自动控制的定义

自动控制：在没有人直接参与的情况下利用控制装置使被控制的对象自动地按照预定规律运行。



- **控制对象：**直流发电机
- **被控制量：**端电压U

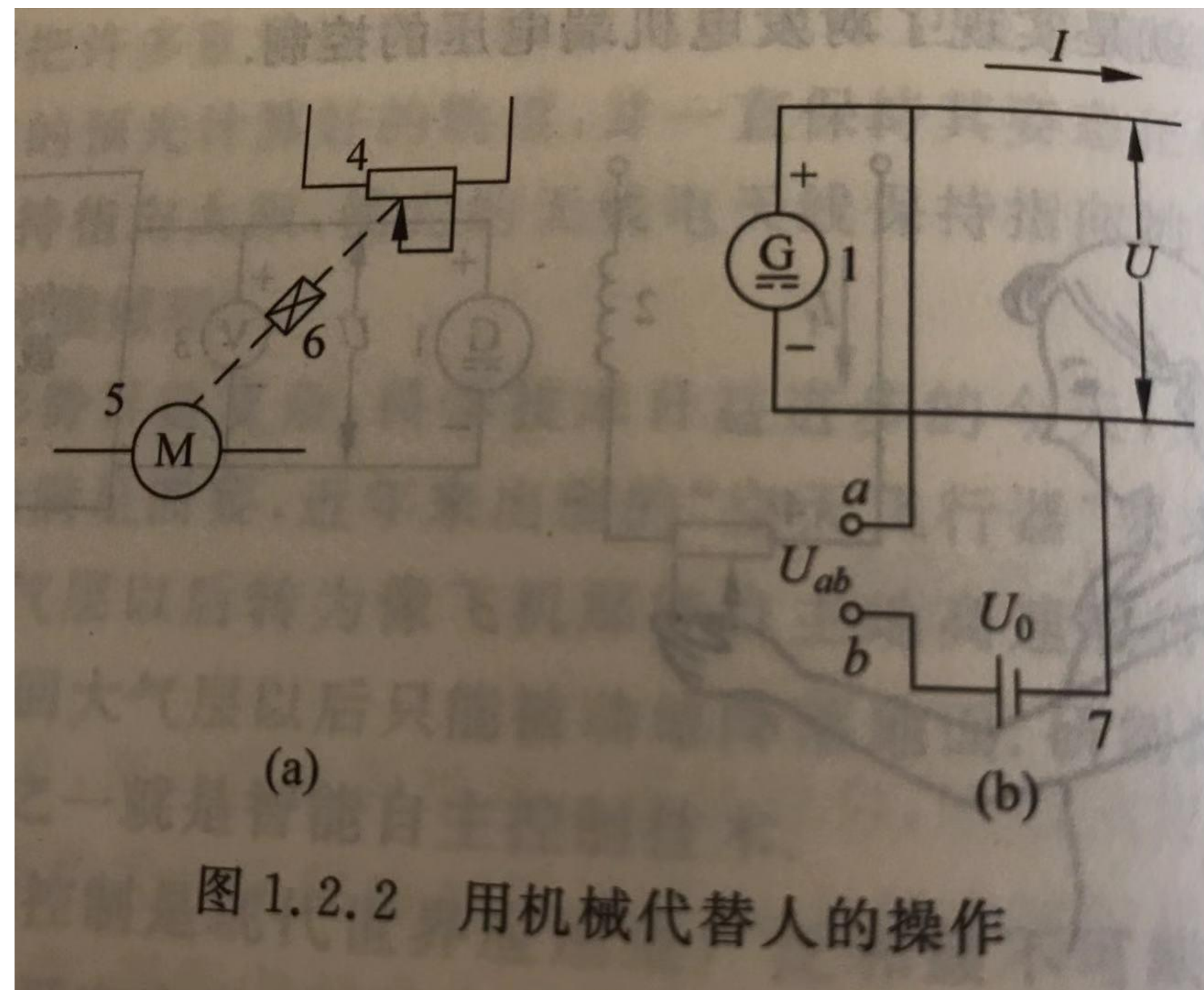
手动控制过程：工人监视电压表3，如果 $U \neq U_0$ ，则调节变阻器4，以改变通过励磁绕组2的电流 I_f ，从而改变发电机的电势E，进而改变端电压U

- **控制器：**电压表、眼、手、变阻器

实现控制的机制：反馈

自动控制的定义

如何实现自动控制？



人工监视电压表—>机械完成

使用稳压电源7，其电压为 U_0 ，偏差电压 $U_{ab}=U-U_0$ 的大小即起到监视作用

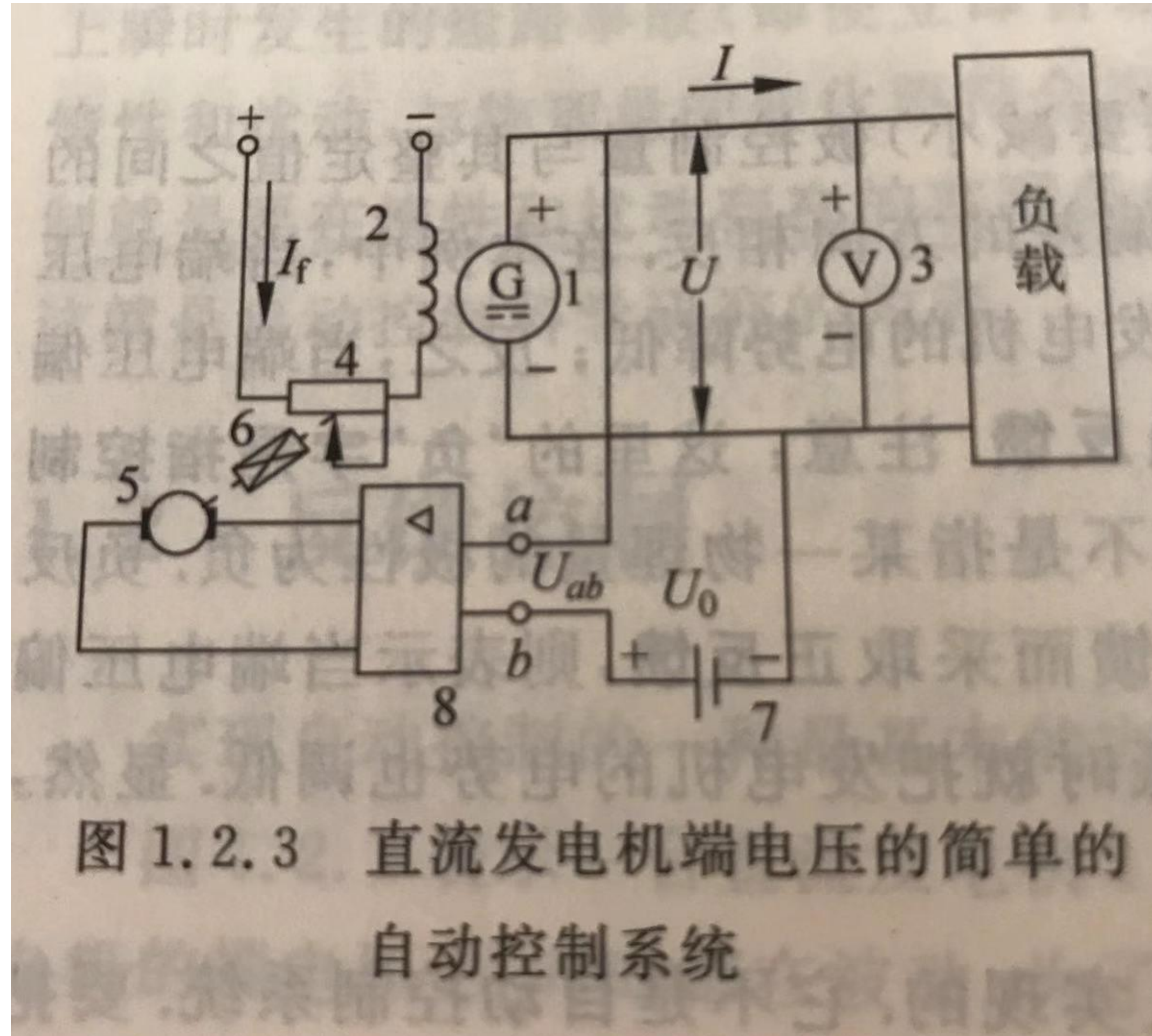
手动调节变阻器—>机械调节

小电动机5和减速传动机构6与变阻器相联结

“眼睛”与“手”的配合

偏差电压 U_{ab} 与电动机连接

自动控制的定义



偏差电压 U_{ab} 需要放大以驱动电动机

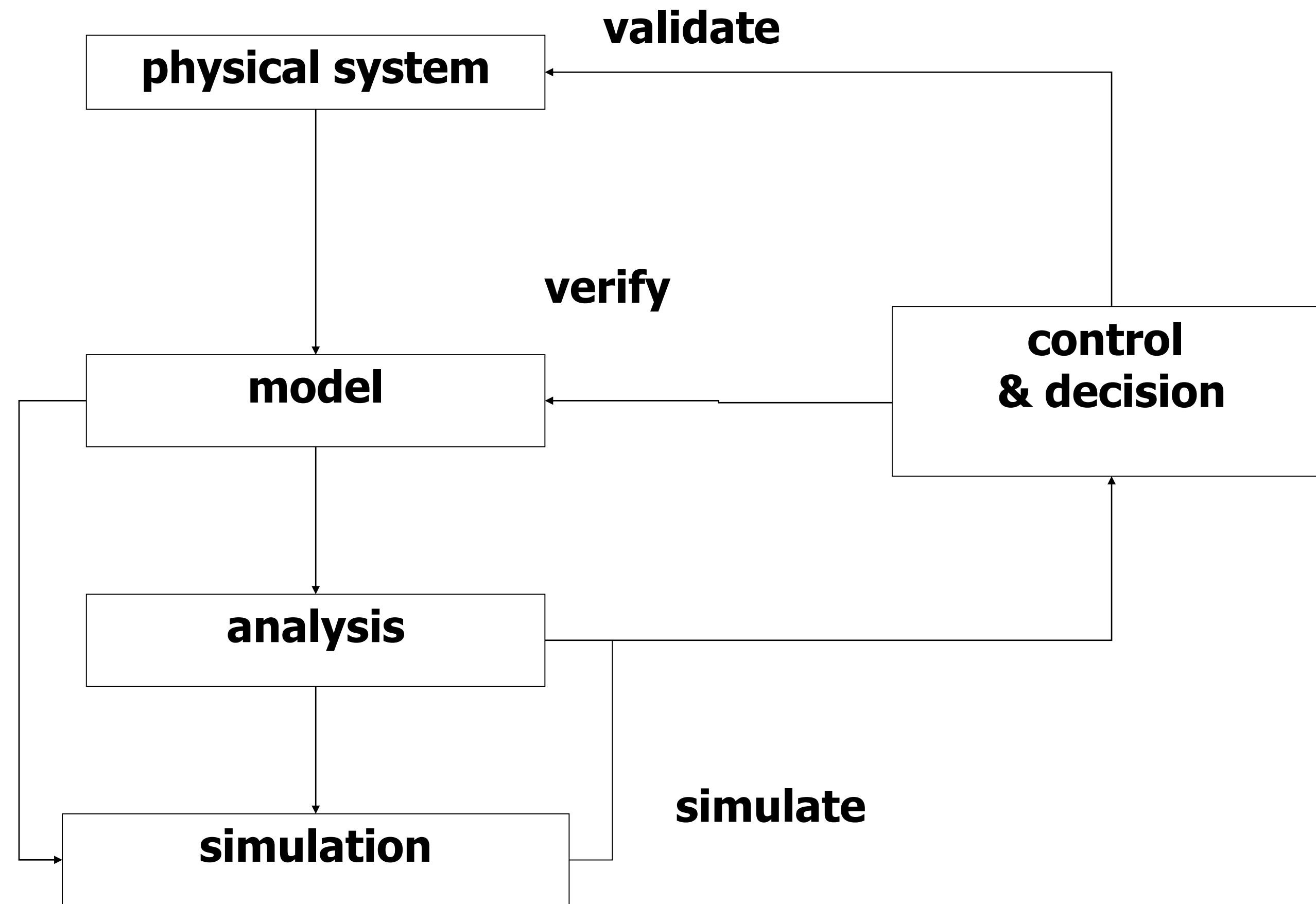
偏差电压 U_{ab} 正负与电动机旋转方向吻合

$U_{ab} > 0$ ，电动机旋转实现电阻增加，从而减小励磁电流，进而使U减小；

$U_{ab} < 0$ ，电动机旋转实现电阻减小，从而增大励磁电流，进而使U加大。

无静差控制系统

自动控制的主要研究内容



主要内容

- 系统建模
- 性能分析
- 仿真模拟
- 控制器设计
- 实际应用

- 线性与非线性系统
- 连续与离散系统

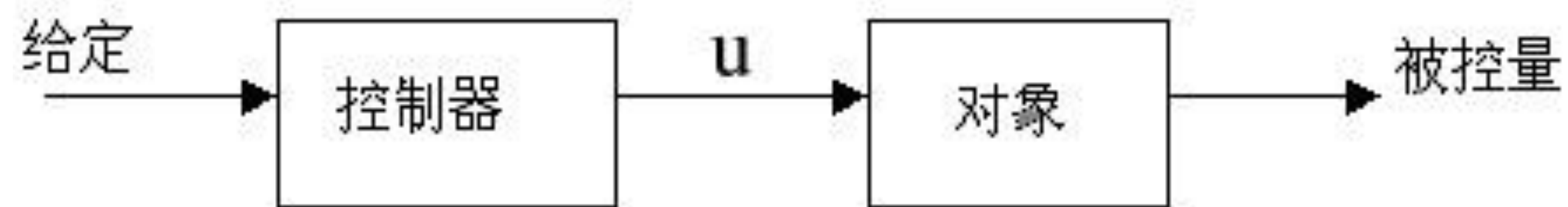
- 多种分析方法
- 多种设计方法

控制系统的基本概念

1. 反馈控制原理

◆ 开环系统

开环系统：控制装置与被控制对象之间只有顺向作用而没有反向联系。



• 例子

1) 电风扇

2) 电热管

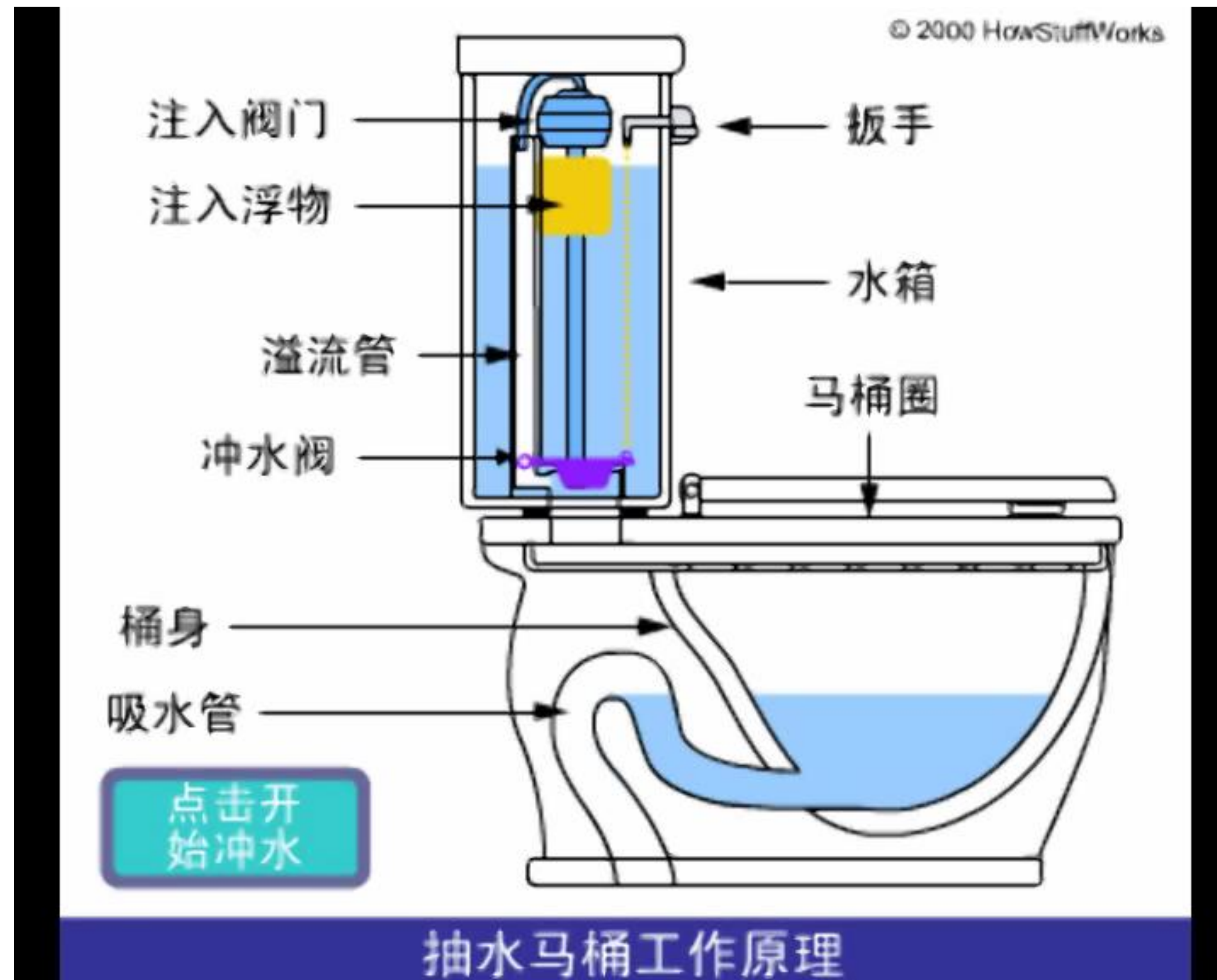


缺点：不精确、不鲁棒

控制系统的基本概念

◆ 反馈闭环控制的例子：

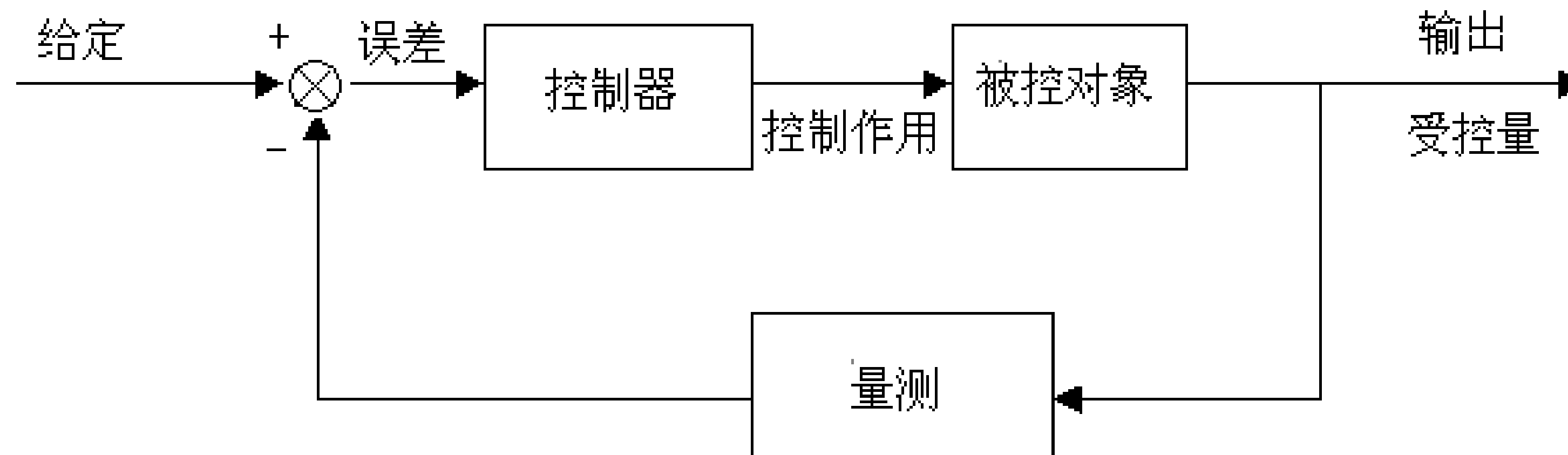
- 抽水马桶
- 冰箱温度控制
- 空调温度控制
- 人的动作控制



闭环系统：控制装置与被控制对象之间既有顺向作用又有反向联系。

控制系统的基本概念

◆ 负反馈的概念

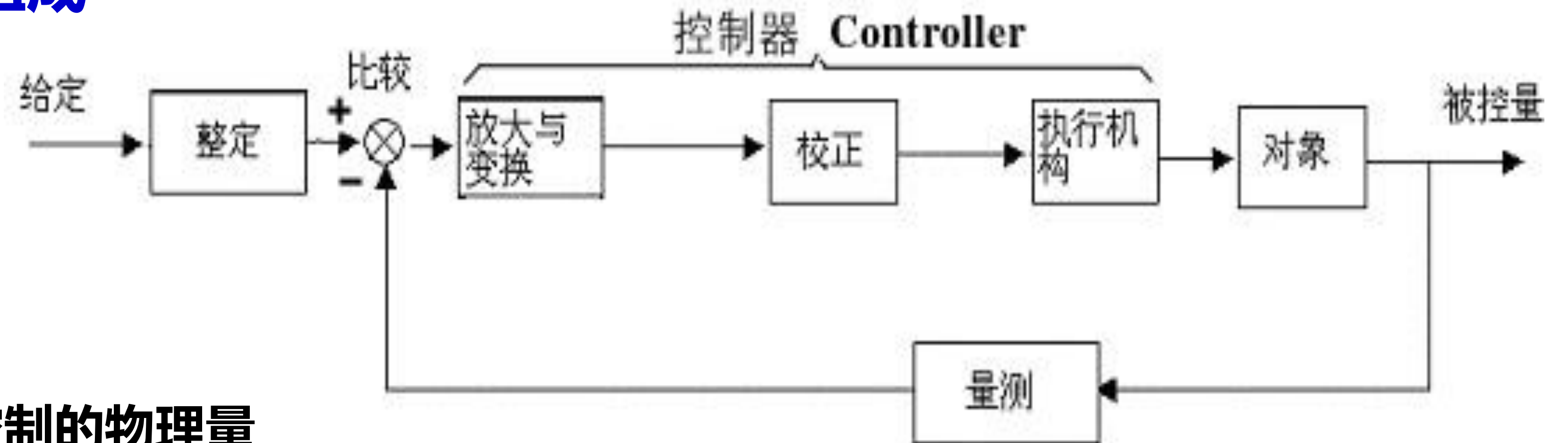


负反馈：将给定量与被控量进行比较（相减），得到偏差信号，利用偏差产生控制作用，作用于被控对象，以达到减小或消除偏差的目的。

“负”指控制作用的方向与偏差的方向相反。

控制系统的基本概念

2. 控制系统的基本组成



控制系统的组成

基本元件：

- 量测元件：量测被控制的物理量
- 整定元件：给出代表被控量的整定值的信号
- 比较元件：比较量测元件与整定元件给出的信号
- 放大元件：放大比较元件给出的误差信号
- 校正元件：根据误差信号形成适当的控制作用达到满意的控制品质
- 执行元件：直接推动被控对象或某部件来改变被控制量
- 能量元件：为控制器提供能源，不涉及控制系统的运动规律

控制系统的基本概念

3. 控制系统的分类

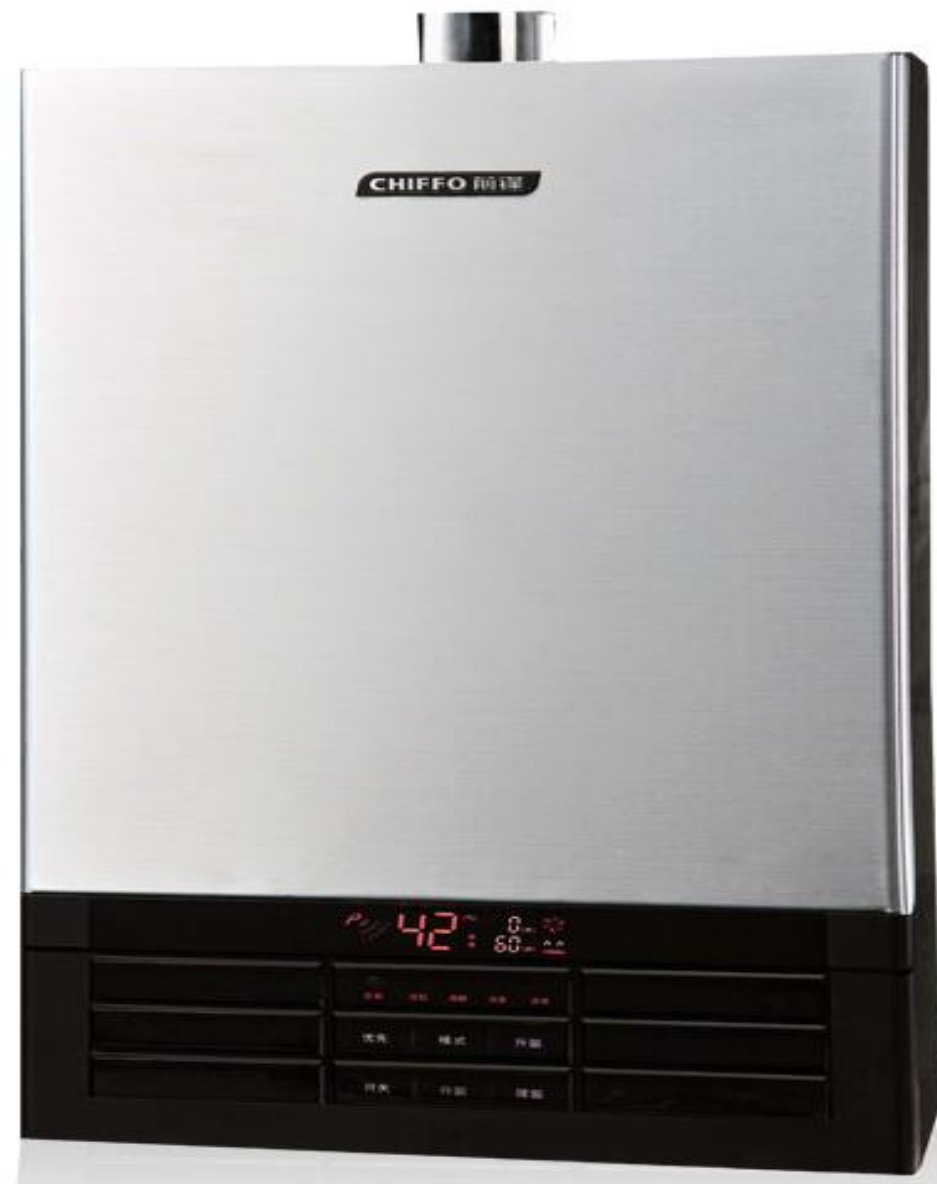
- 根据系统实现目标：恒值系统，伺服系统
- 根据输入输出变量的个数：SISO，MIMO
- 根据信号性质：连续，离散，混合
- 根据数学描述：线性，非线性
- 根据控制方式：按偏差控制，按扰动控制，复合控制
- 随机控制系统、最优控制系统、自适应控制系统
- 自学习控制系统、智能控制系统...

控制系统的分类

根据系统实现目标：恒值系统, 伺服系统

恒值系统的控制输入是恒定值，要求被控量保持给定值不变，如电热水器。

伺服系统的控制输入是随时间变化的函数，系统的任务是使被控量能跟随输入的变化，并与输入信号的误差保持在规定范围内，如导弹控制。



控制系统的分类

根据输入输出变量的个数: SISO , MIMO

单输入单输出系统 (SISO) 通常称为单变量系统, 系统只有一个输入(不包括扰动输入)和一个输出, 如上面提到的恒温系统。

多输入多输出系统 (MIMO) 通常称为多变量系统, 有多个输入或多个输出, 例如飞机控制系统。



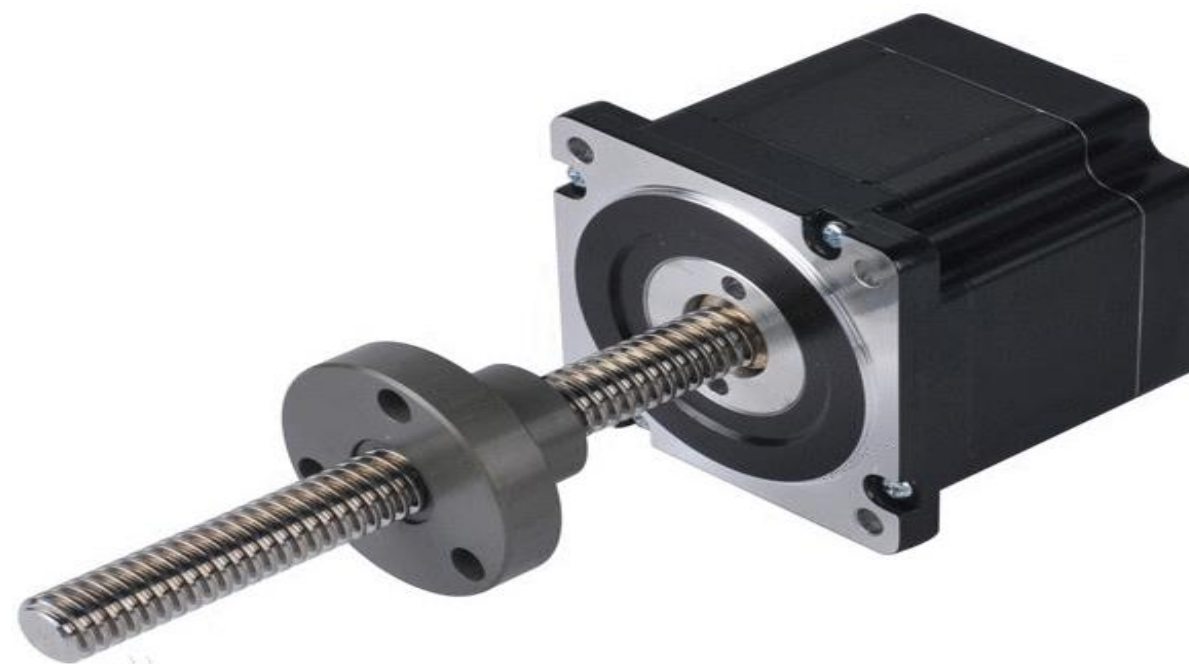
控制系统的分类

根据信号性质：连续，离散，混合

连续控制系统中各环节间的信号均是时间的连续函数，如流量控制阀。

离散控制系统中某处或几处的信号是脉冲序列或数字编码的形式，如步进电机，一般而言凡有计算机参与的自动控制系统均属离散控制系统。

混合控制系统中的既有连续信号又存在离散信号，如机器人。

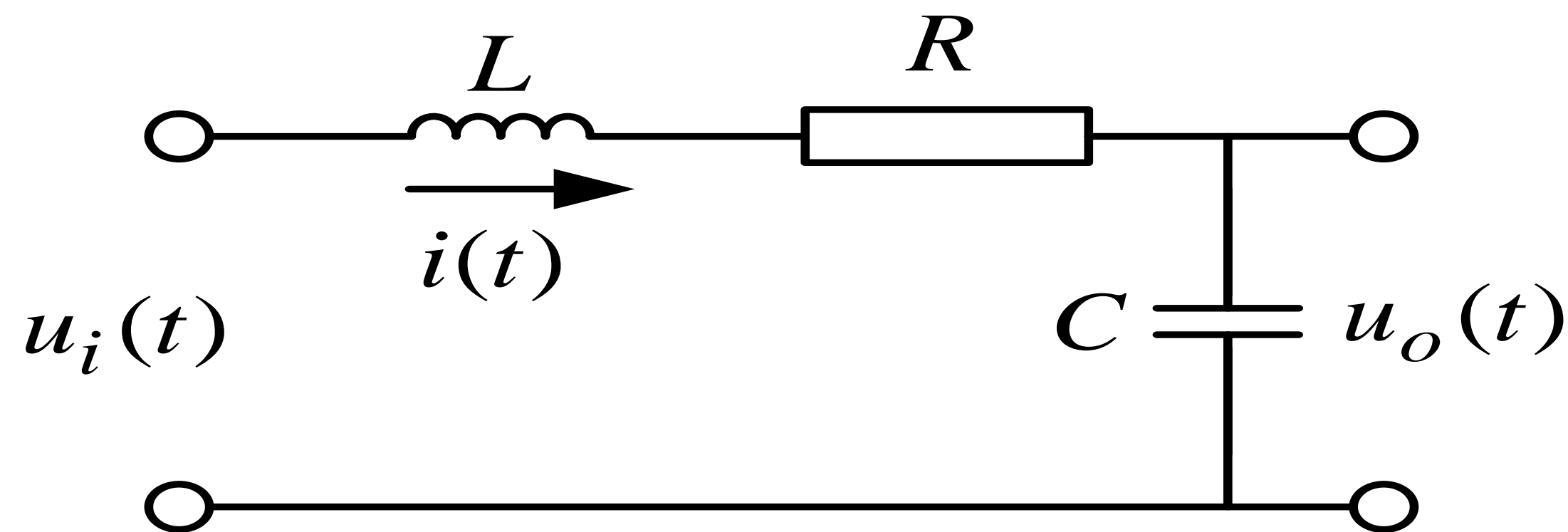


控制系统的分类

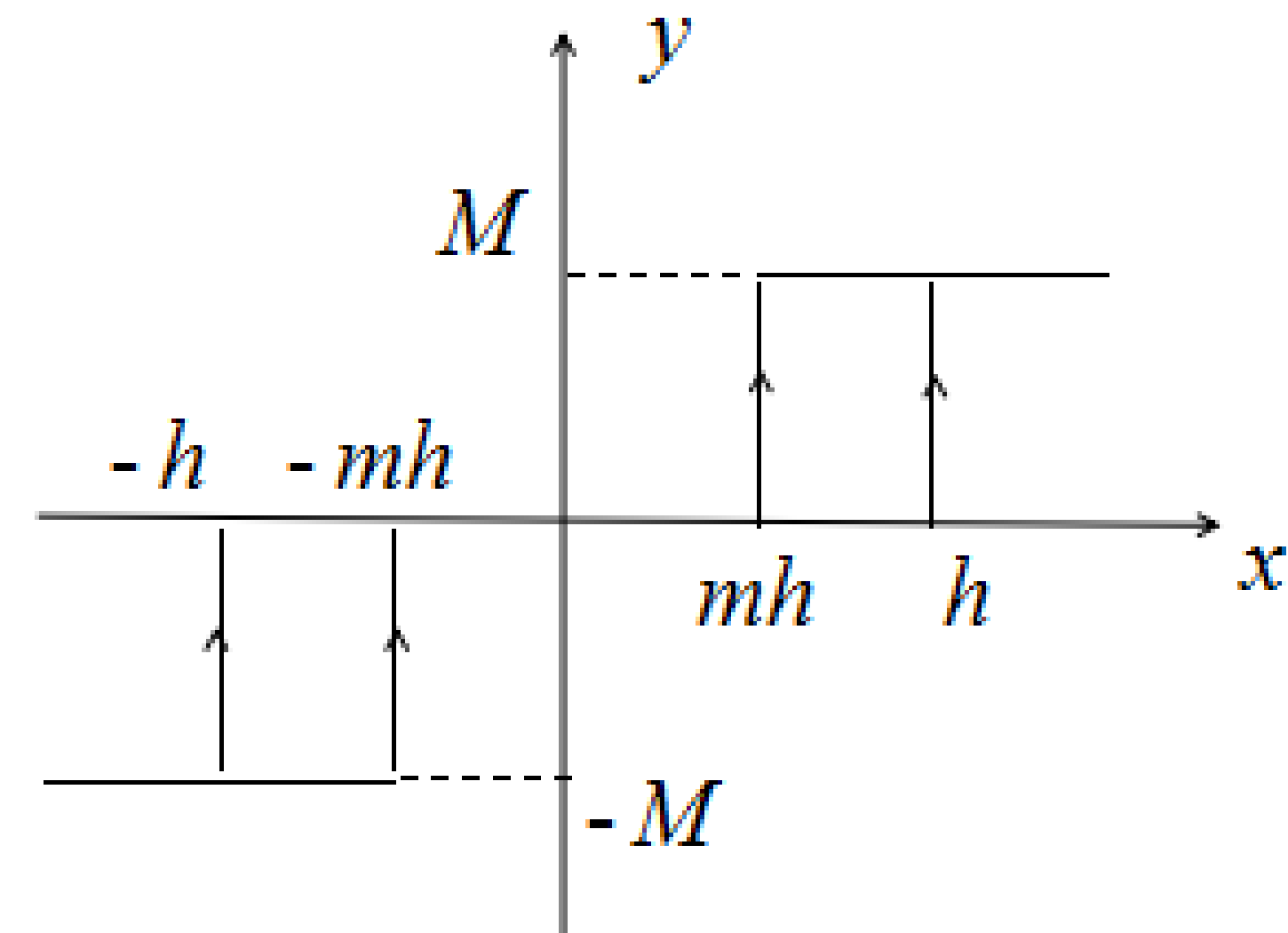
根据数学描述：线性，非线性

线性系统：同时满足叠加性和均匀性(齐次性)的系统，例如常见的RLC电路系统。

非线性系统：不能同时满足叠加性和均匀性的系统，如放大器的饱和现象，电动机的不灵敏区，继电器的滞环。



RLC电路系统



具有滞环的继电器

控制系统的分类

根据控制方式：按偏差控制，按扰动控制，复合控制

按偏差控制系统 即反馈控制系统，按输入输出偏差确定控制作用以使输出量保持在期望值上，如前面的流量控制阀。

按扰动控制系统 利用外扰信号直接控制输出从而迅速有效地补偿外扰对输出的影响，前提是引起输出量变化的外扰是可检测的，如电网控制系统。

复合控制系统 同时包含按偏差的闭环控制和按扰动或输入的开环控制的控制系统，如水库水位控制。

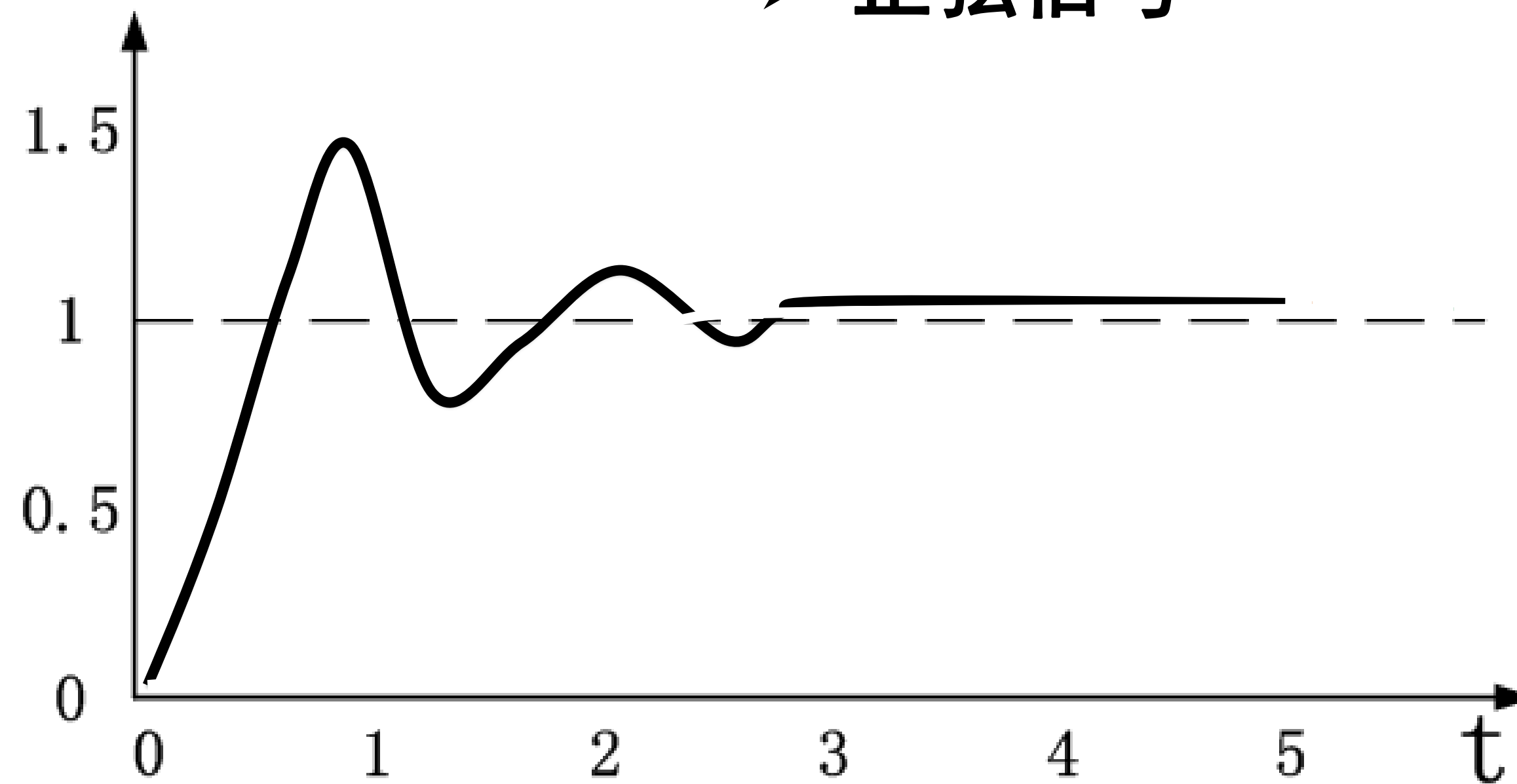


控制系统的基本概念

4. 控制系统的基本要求

- 稳定性
- 动态指标
- 静态指标

品质、性能



典型试验信号

- 脉冲信号
- 阶跃信号
- 斜坡信号
- 正弦信号

选取原则：产生容易、
应反应出系统在实际工
作下的性能