



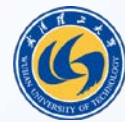
武汉理工大学

WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

控制工程基础

《控制工程基础（第2版）》，电子工业出版社，2022年





武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

1. 绪论



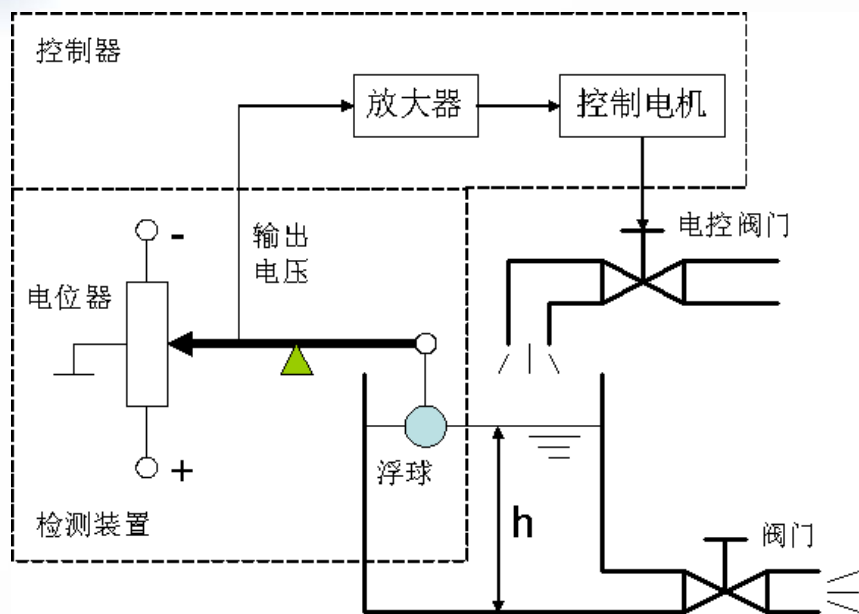
1.1 控制的基本概念

控制 —— 对系统或对象**施加作用或限制**，使其达到或保持规定的或要求的运动状态。

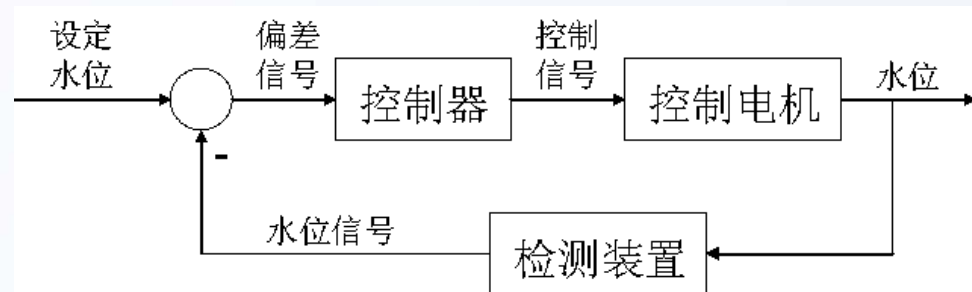
“施加作用或限制”的本质就是对系统的调节，其依据是给定任务目标和系统变化。因此，**控制就是为了实现任务目标给系统或对象的调节作用**。人不直接参与这种调节作用，而是利用控制器自动实施调节时，就是**自动控制**。



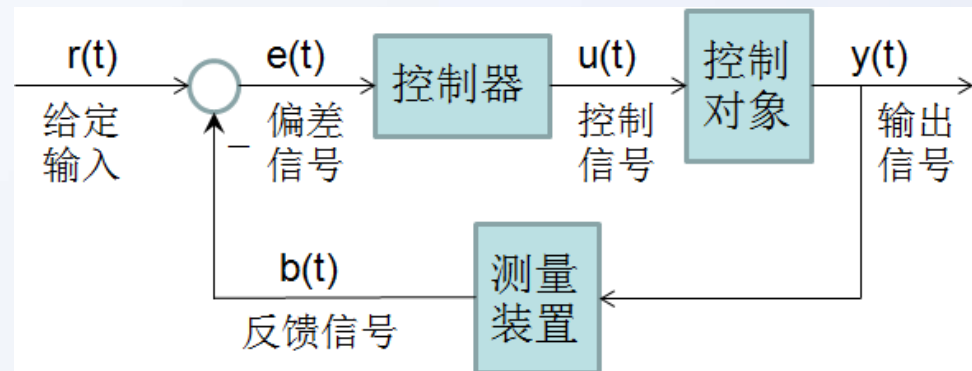
水箱液位控制



抽象



更一般的抽象



控制过程

- 检测偏差，纠正偏差





控制的基本要素：

(1) 控制对象或系统

- 要了解对象，主要方法是建立模型并求解分析

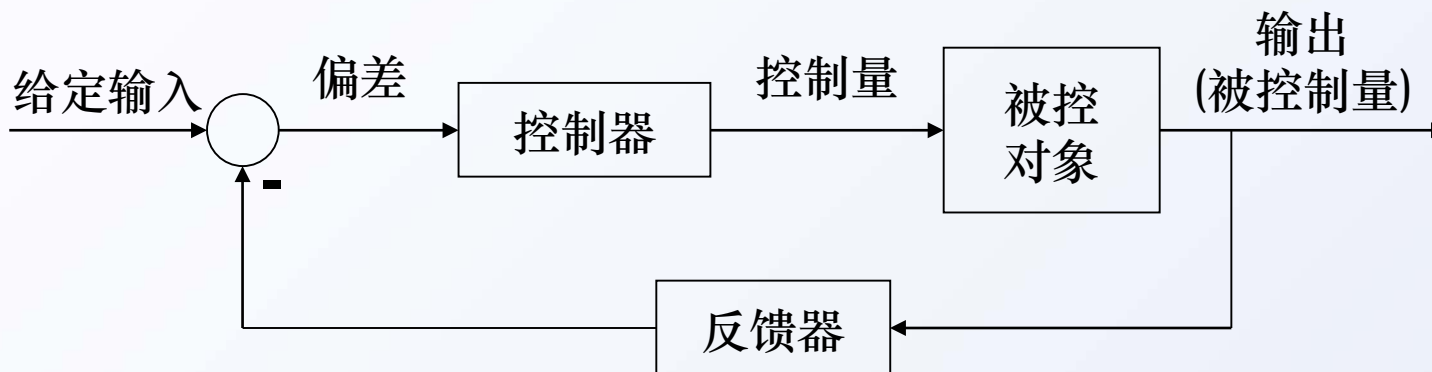
(2) 控制方法

- 确定适当的控制作用，主要由控制器实施

(3) 反馈

- 检验控制作用，一般采用负反馈

控制理论：基于这三个要素的控制系统的分析与综合的理论

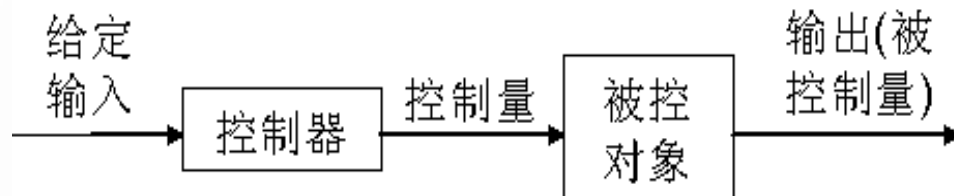




1.2 开环控制和闭环控制

自动控制的主要形式：开环控制 和 闭环控制

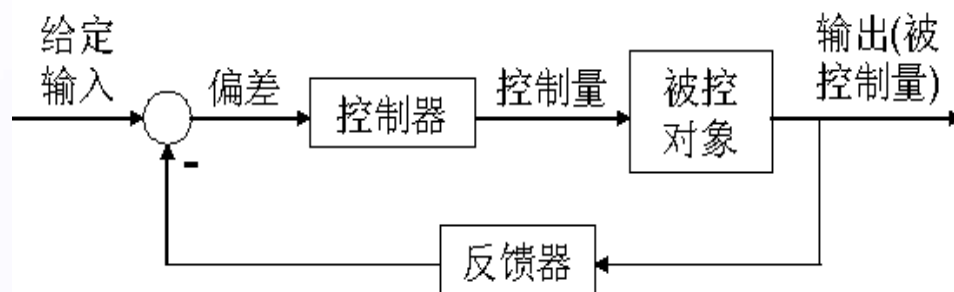
- **开环控制：**系统的输出与输入之间没有反馈的控制



特点:

- (1) 结构简单
- (2) 一般情况下工作稳定
- (3) 没有纠偏能力

- **闭环控制：**系统的输出与输入之间存在反馈，反馈控制



特点:

- (1) 有纠偏能力
- (2) 抗干扰
- (3) 存在稳定性问题



1.3 控制系统的分类

按分析设计方法分：线性控制和非线性控制

- 输入输出呈线性关系的是线性控制系统
- 否则是非线性控制系统

按给定输入信号分：常值控制和随动控制

- 给定输入是常量的为常值控制
- 给定输入是变量的为随动控制

按控制信号种类分：连续控制和离散控制

- 系统中所有信号都是时间连续函数的为连续控制
- 系统中存在离散信号的为离散控制



1.4 控制系统性能的基本要求和设计

控制系统性能的基本要求

(1) 稳定性

- 稳定性是指系统保持平稳状态的性能，这是控制系统正常工作的必要条件

(2) 响应特性

- 这是指系统在输入作用下的输出特性，包括动态响应特性和稳态响应特性

(3) 鲁棒性

- 这是指控制系统对各种变化的适应能力

(4) 可控性和可观性

- 反映控制系统内部状态与外部状态的关系，是反馈控制的条件

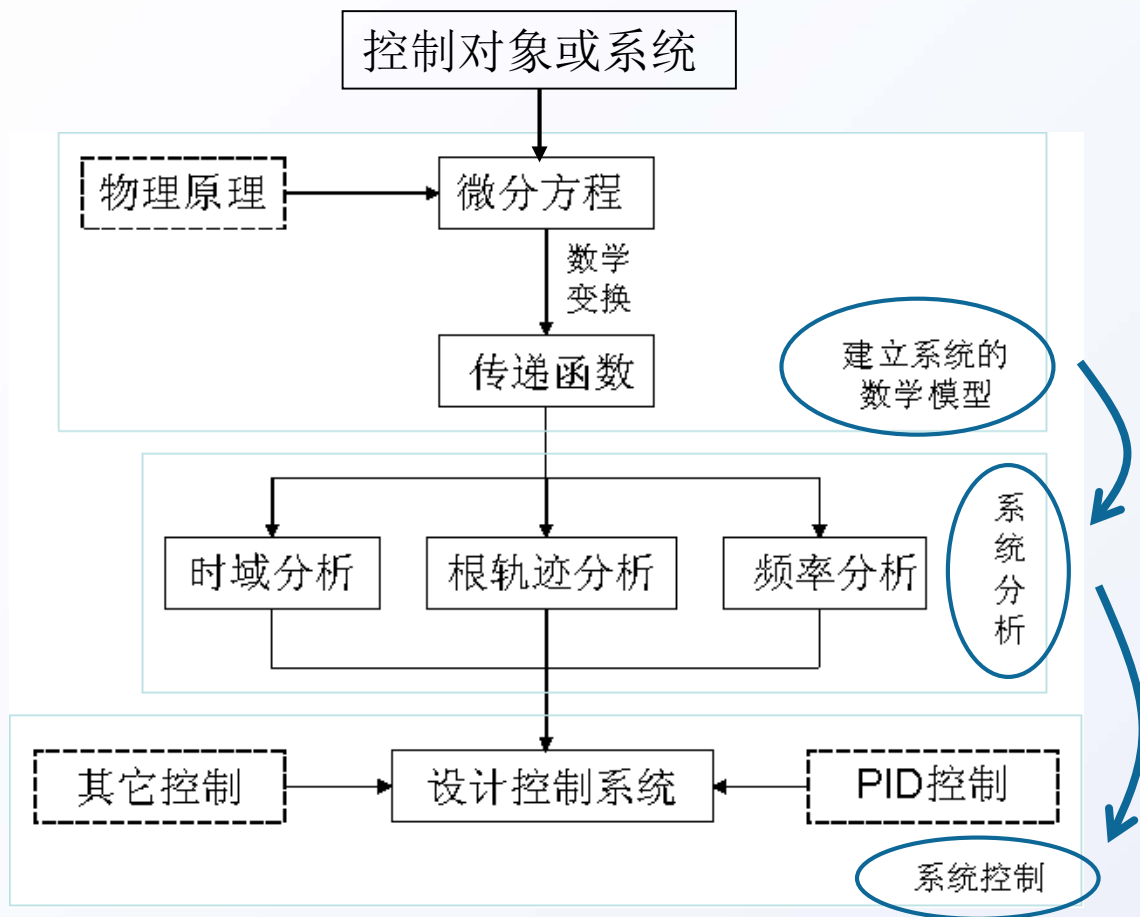
(5) 可靠性

- 控制系统在正常工作条件下不出现故障的概率要求



控制系统的设计问题

控制理论分为 **经典控制理论** 和 **现代控制理论**，它的基本思想和方法是：





设计问题的数学表述:

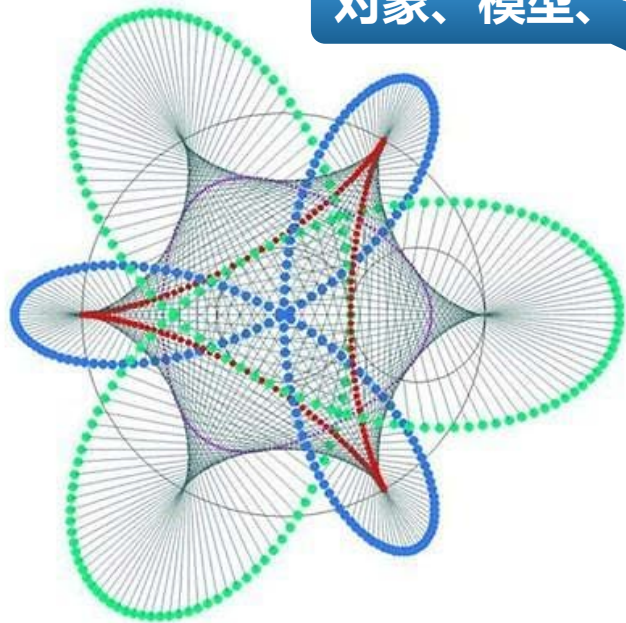
已知:

- 被控对象（数学模型）和要求的控制性能——**条件**

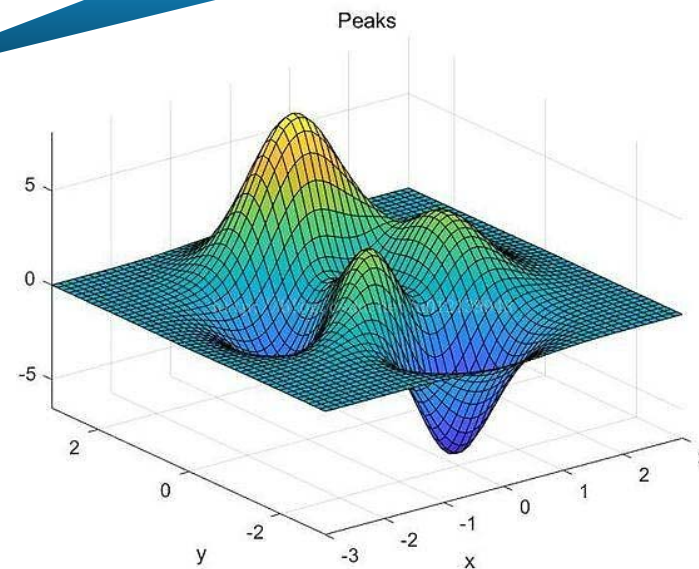
求解:

- 完全满足控制要求的控制系统——**设计**

对象、模型、性能...



求解、设计方法...





控制系统设计的主要特点：

	经典控制理论	现代控制理论
研究对象	单输入/单输出系统(SISO)	多输入/多数出系统(MIMO)
描述方式	传递函数（频率特性函数）	状态方程（动态方程）
数学工具	积分变换(拉普拉斯变换)	线性代数、矩阵论
分析方法	频域法、根轨迹法	时域法（状态空间法）
设计方法	图形法、试凑法 (PID控制和校正装置)	解析法 (状态反馈和输出反馈)
共同点	基于对象模型的分析与设计	



1.5 控制系统的发展历程

(1) **1868年J.C.Maxwell** 解决了蒸汽机调速系统中出现的剧烈振荡的不稳定问题，提出了简单的稳定性代数判据。

(2) **1895年Routh** 与 **Hurwitz** 把 **J.C.Maxwell** 的思想扩展到高阶微分方程描述的更复杂的系统中,各自提出了两个著名的稳定性判据——劳斯判据和赫尔维茨判据。基本上满足了二十世纪初期控制工程师的需要。

(3) **1932年H.Nyquist** 提出了频域内研究系统的频率响应法，为具有高质量的动态品质和静态准确度的控制系统提供了所需的分析工具。

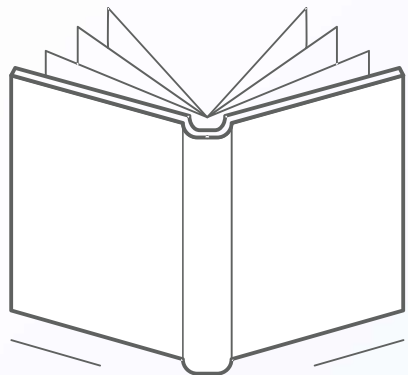


1.5 控制系统的发展历程

(4) 1942年H.Harris 引入了传递函数概念，1948年W.R.Ewans 提出了复数域内研究系统的根轨迹法。

(5) 1948年 美国数学家 N.Weiner 出版了《控制论—关于在动物和机器中控制与通讯的科学》，为控制理论这门学科奠定了基础。

(6) 我国著名科学家钱学森将控制论应用于工程实践，并于1954年出版了《工程控制论》。



钱学森说：“我们可以毫不含糊地说，从科学理论的角度来看，20世纪上半叶的三大伟绩是相对论、量子论和控制论，也许可以称它们为三项科学革命，是人类认识客观世界的三大飞跃”



纵观控制理论和技术的发展：

控制理论的产生和发展，主要源于“(负)反馈”

“反馈”的精髓是“利用误差，纠正误差”

- 反馈可以补偿或修正误差，应用反馈可使系统在不确定性存在条件下，达到要求的性能目标。但是，反馈会引出系统的稳定性、响应特性等问题，对这些问题的研究就是控制理论的主要内容。





- 控制理论是各工程领域的基础，其思想、方法在各工程领域有广泛的应用
- 控制理论是一门基础性很强的学科，涉及数学、力学、电学等多个学科，必须下功夫学习。
- 优秀人才的形成要靠个人的品德修养，以及个人的勤奋和努力。



创新是基于广泛的知识、开阔的思维和辛勤的工作。我们应该学会从不同领域汲取知识，包括那些我们一直没有涉猎的科目，并且以坚强的毅力和耐心向伟大的目标进发。



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

谢 谢 观 看

THANKS FOR WATCHING

