

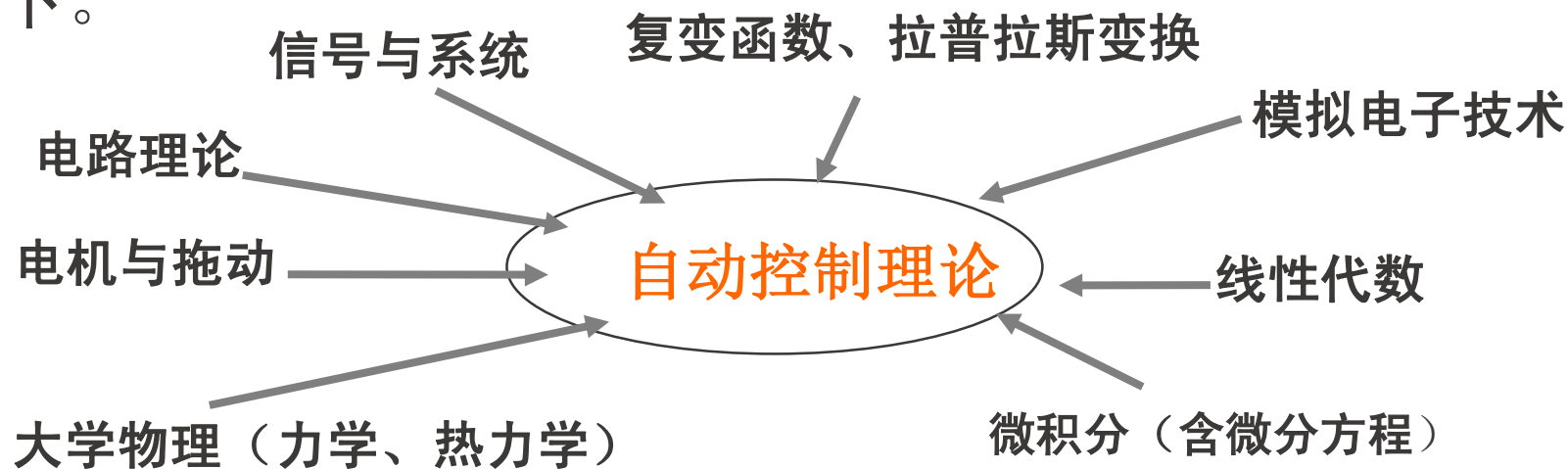
# 自动控制原理

胡青璞

电气工程学院

## 课程性质

- 自动控制是一门技术学科，从方法论的角度来研究系统的建立、分析与设计。
- 《自动控制原理》是本学科的专业基础课，是自动控制理论的基础课程，该课程与其它课程的关系如下。





## 课程特点

- 数学基础宽而深
- 控制原理抽象
- 计算复杂且繁琐
- 绘图困难

$$ax^2 + bx + c = d$$

计算机数学语言

MATLAB

数值解/解析解（数学运算）

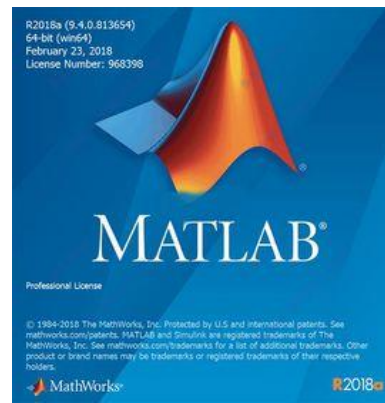


## 课程目标

- 掌握自动控制系统分析与设计的基本概念、基本原理和分析设计方法；
- 以人工液位系统控制、电机调速系统、机床位置控制系统等为例培养学生对控制系统进行建模、分析和设计的能力；
- 使学生初步具备运用所学控制理论和技术对复杂工程问题进行理论分析、实验研究和工程设计的能力。

## 课程学习目标

1. 能够结合数学、物理和电子电路理论等知识描述自动控制系统的基本构成和工作原理，建立控制系统的数学模型。
2. 掌握经典控制理论中的时间域、复数域和频率域分析方法，能够通过文献研究、仿真计算对复杂控制工程问题进行分析。
- \*3. 能够利用MATLAB工具软件实现对复杂控制工程问题进行仿真计算，得到有效的结论。



## 课程学习目标

4. 能够初步认识自动控制技术对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。
5. 能够自主学习了解与自动控制密切相关的新技术及发展趋势，培养不断学习和适应发展的能力。





## 课程考核

本课程以平时成绩（包括**考勤、作业、课堂讨论、随堂测验**等）、项目考核（包括**项目报告、项目成果**）、期末考试成绩三个方面综合进行评定。成绩评定采用百分制，

**各项比例：** 期末考试占60%，平时成绩20%，项目成绩占20%。



## 课程内容

- 1: 自动控制系统的基本知识（基本**概念**）
- 2: 控制系统的数学模型（根据系统工作**机理**得到**模型**）
- 3: 控制系统的性能分析（**稳定压倒一切**）
- 4: 控制系统的工程调试





## 参考资料

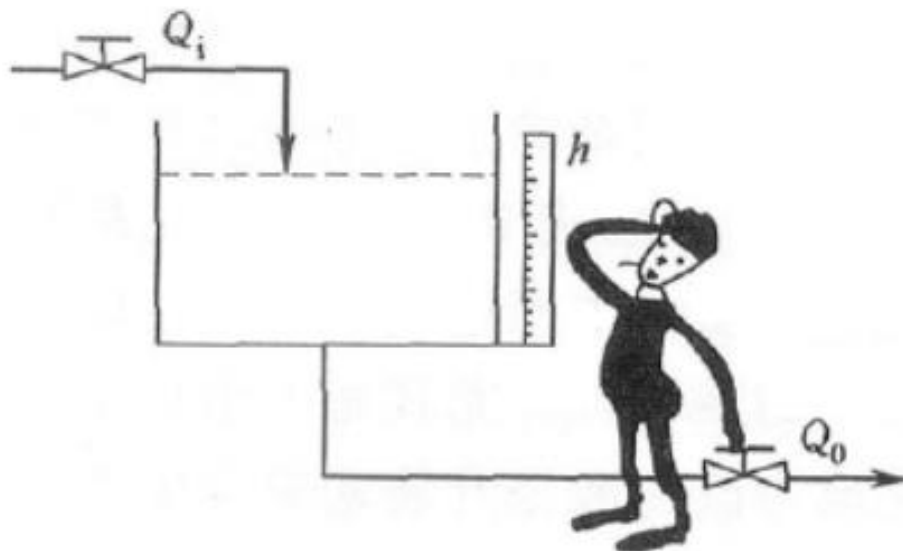
- 自动控制原理及应用项目式教程 汪勤
- 自动控制原理（第六版） 胡寿松
- Gene F. Franklin 《Feedback Control of Dynamic Systems》 机械工业出版社（中文译名：自动控制原理与设计）

# 自动控制原理

## 项目一

### 人工液位系统控制 方案的改进

# 项目引入



- (1) 要添加哪些设备可以把人解放出来，实现自动控制呢？
- (2) 对于一个设计好的自动控制系统，有哪些表示方法呢？
- (3) 自动控制系统运行时，其性能指标有哪些？调试系统时又如何判断该系统性能已满足要求了呢？

# 知识准备



1.1. 认识自动控制系统

1.2. 控制系统的组成

1.3. 系统的表示方法

1.4. 系统的控制方式

1.5. 控制系统性能的评价



## 项目一

### ➤ 学习任务:

- 控制系统基本组成
- 负反馈控制原理
- 开环控制 vs. 闭环控制
- 系统方框图

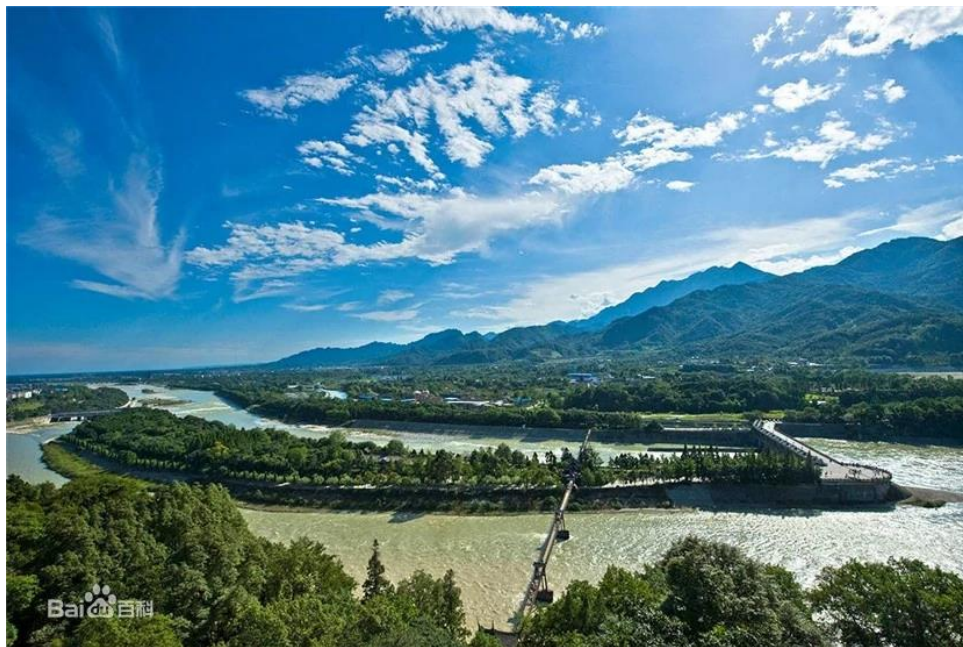
# 1.1 认识自动控制系统

## 1.1.1 感性认识 一伟大的都江堰水利工程

秦昭王后期（约公元前276年至251年），蜀郡守李冰总结了前人治水的经验，组织岷江两岸人民，修建了著名的都江堰水利工程。都江堰是当今世界年代久远、唯一留存、以无坝引水为特征的宏大水利工程。

鱼嘴分水堤  
宝瓶口  
飞沙堰

三大部分互相配合





## 1.1.1 感性认识 一伟大的都江堰水利工程

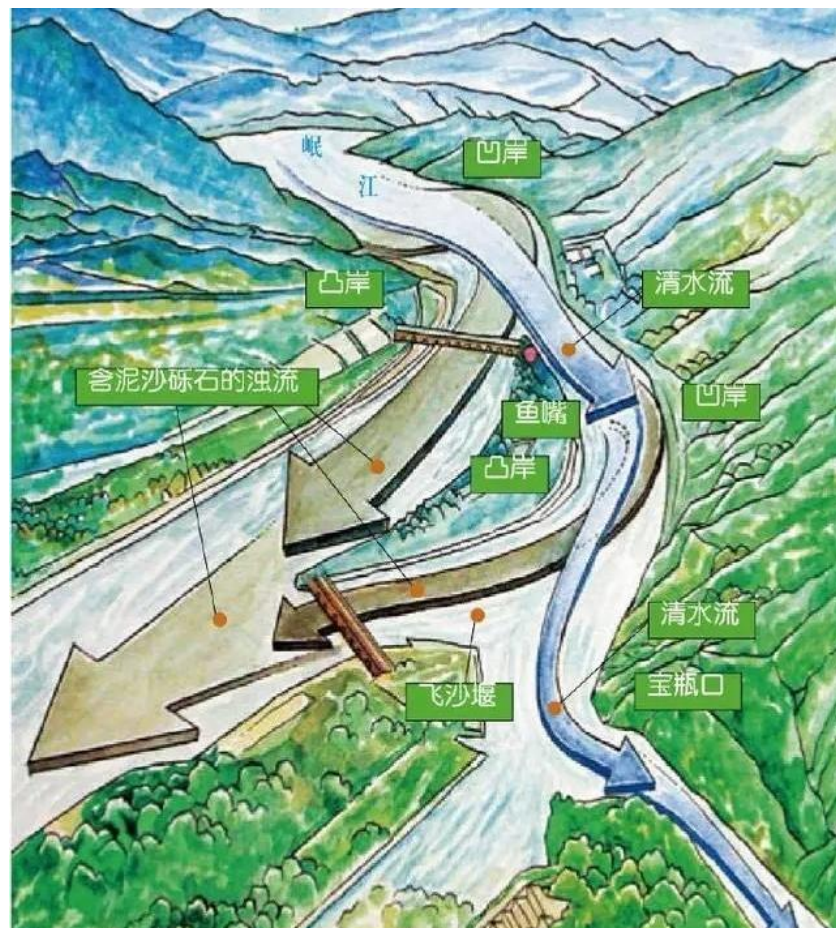
利用当地西北高、东南低的地理条件，实现了**自动防洪与排沙**，充分体现了自动控制系统的思想。

鱼嘴分水堤

宝瓶口

飞沙堰

三大部分互相配合



### 1.1.1 感性认识 一伟大的都江堰水利工程

都江堰的鱼嘴、飞沙堰和宝瓶口这三大部分互相配合，完全利用自然规律做到了**自动调节水量、自动分流、自动排沙**，它实现了真正的**自动化**。

都江堰工程充分体现了**因地制宜、顺势而为**的精神。从中我们也能认识到，要彻底、高效地解决当今世界面临的诸多难题，实现改造自然，变害为利，以人为本，持续发展的目标，需要华夏文化，需要中国智慧。

都江堰工程历经2000年，仍旧守护着人类，堪称“世界水利工程史上的奇迹”。





## 1.1.1 感性认识 — 控制技术的应用



军事  
航天  
领域

## 1.1.1 感性认识 — 控制技术的应用

工业生产过程



轧钢过程



造纸



水泥制造



喷涂机器人



## 1.1.1 感性认识 — 控制技术的应用

在其他领域的应用：

由于计算机等技术的诞生和飞速发展，使得控制技术水平不断提高，已扩大到经济与社会生活各个领域，如**通信、交通、医学、环境保护、经济管理**等领域，控制技术已成为现代社会不可少的重要组成部分。

## 1.1.2 自动控制的概念

### 什么是控制 (what is “Control”) ?

“The philosophers have only interpreted the world, in various ways; the point is, however, to change it.”

- in 'Theses on Feuerbach', Karl Marx



The capability of effective control is the unique characteristic distinguishing human beings and animals.

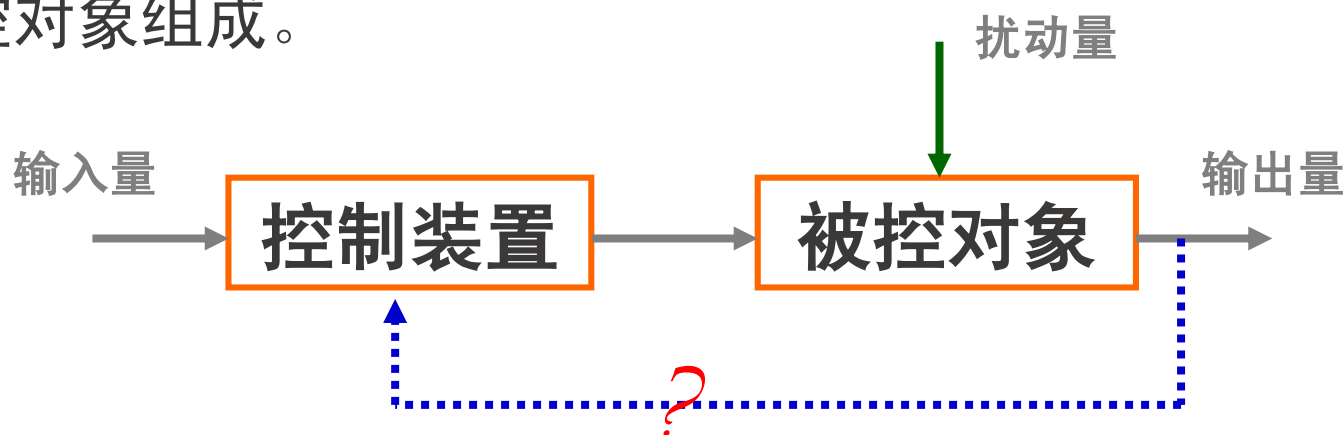




## 1.1.2 自动控制的概念

**自动控制：**是指**没有人直接参与**的情况下，利用控制装置（称**控制器**），使整个生产过程或工作机械（称**被控对象**）的某个工作状态或参数（即**被控量**）自动地按照预定的规律运行。

**自动控制系统：**能够实现自动控制任务的系统，由控制装置与被控对象组成。



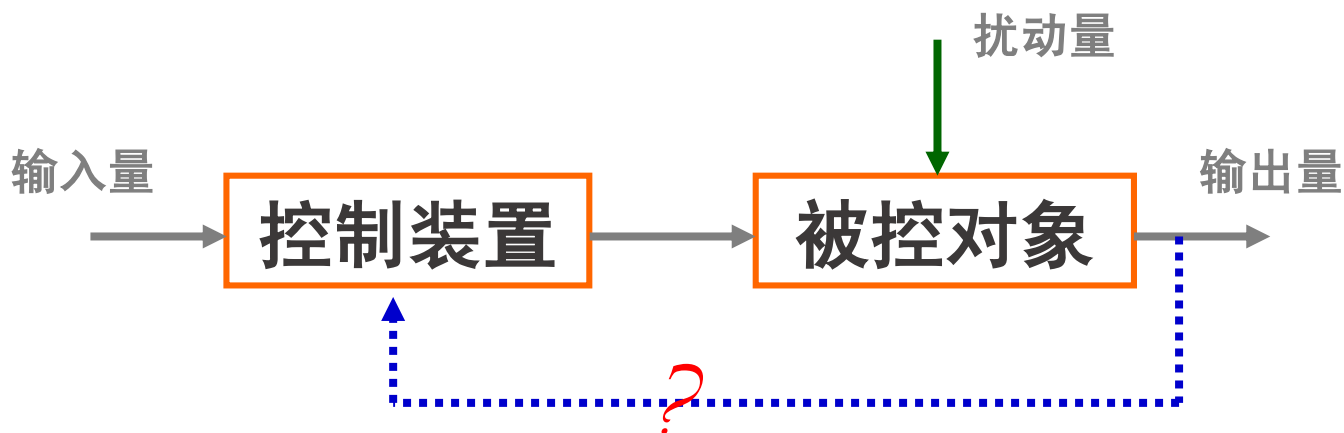


## 1.1.2 自动控制的概念

**被控对象(Plants):** 控制系统要进行控制的受控客体，如冰箱、空调、电动机、发电过程、食品发酵过程(Process)等。

**被控变量(Controlled Variable):** 是一种被测量和被控制的量值或状态。在工业技术领域指被控制对象要实现的物理量。

如冰箱的温度；空调的温度、风向、风速；电机的转速



## 1.1.2 自动控制的观念 — 为什么要学习自动控制 ?

➤ 方便 (温度控制, 洗衣机)



## 1.1.2 自动控制的概念 — 为什么要学习自动控制？

➤ 危险 (极热/极冷环境, 爆炸)



## 1.1.2 自动控制的概概念 — 为什么要学习自动控制 ？

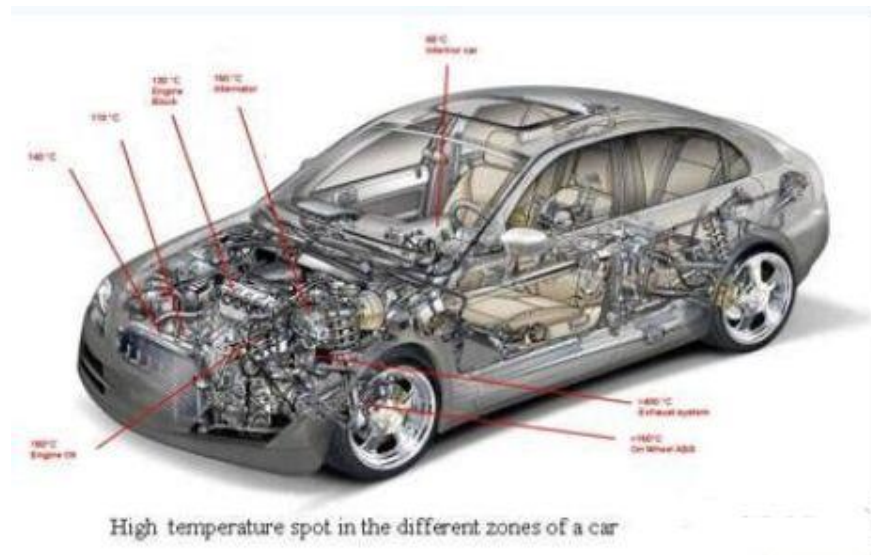
- 人类无法做到的事 (纳米级精准定位, 工作在狭小空间, 升降机)





## 1.1.2 自动控制的观念 — 为什么要学习自动控制？

### ➤ 高效 (引擎控制)



### ➤ 我们身边自动控制的例子还有好多好多！！！！

# Control ... everywhere!

- 能源生产





# Control ... everywhere!

- 过程控制





## Control ... everywhere!

- 制造业





# Control ... everywhere!

- 车辆控制



# Control ... everywhere!

- 消费性电子产品





## Control ... everywhere!

- 航空航天





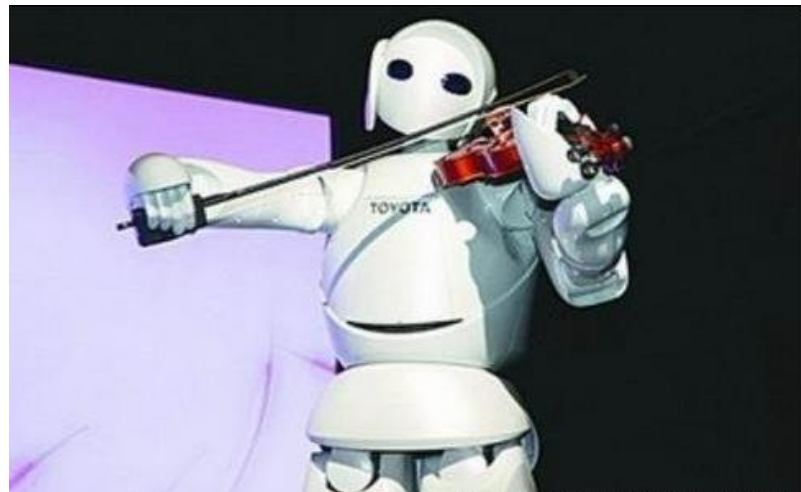
## Control ... everywhere!

- 医学应用



## Control ... everywhere!

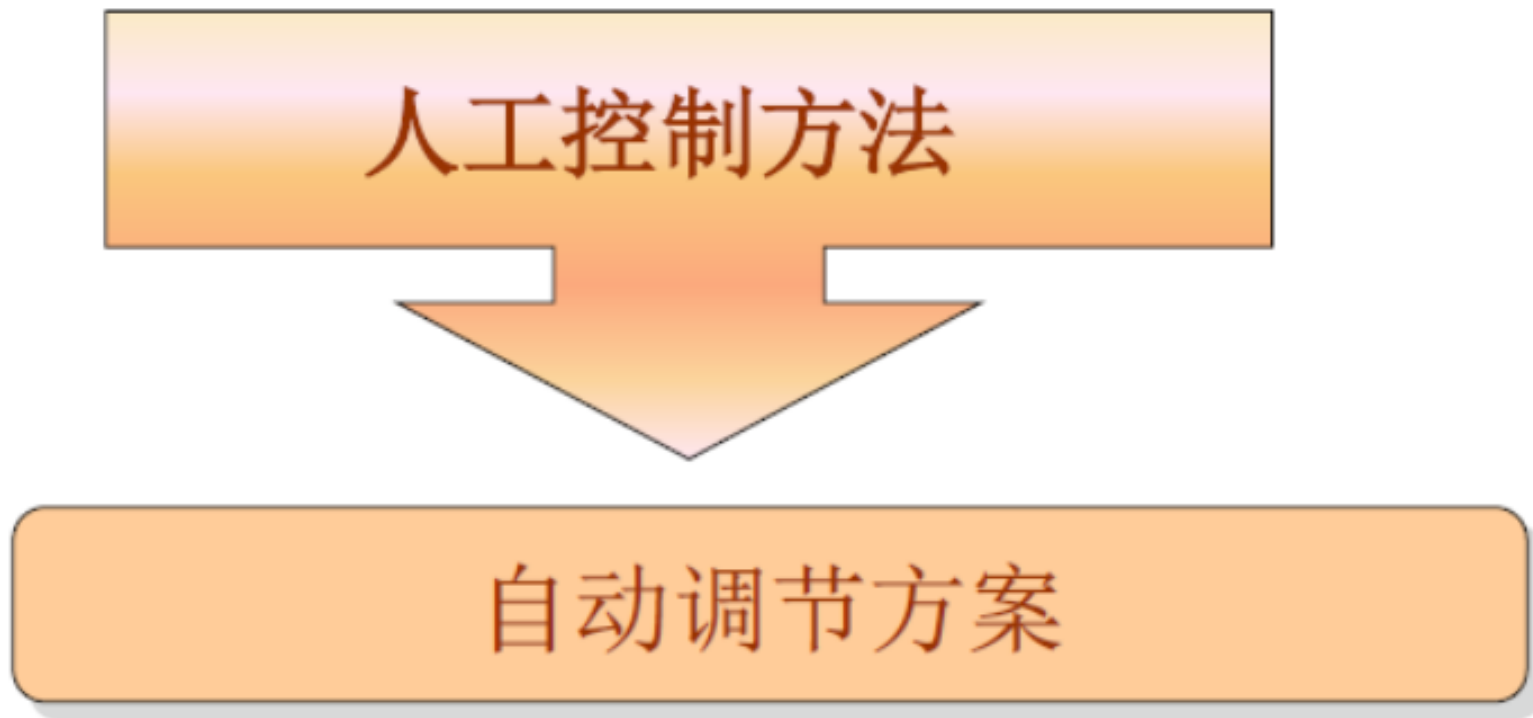
- 智能机器人



## 1.1.2 自动控制的概念 — 为什么要学习自动控制 ?

自动化技术几乎渗透到国民经济的各个领域及社会生活的各个方面，是当代发展最迅速、应用最广泛、最引人注目的高科技，是推动新的技术革命和新的产业革命的关键技术，在某种程度上说，自动化是现代化的同义词。自动控制原理研究分析、设计自动控制系统的基本方法。

### 1.1.3 控制系统的发展





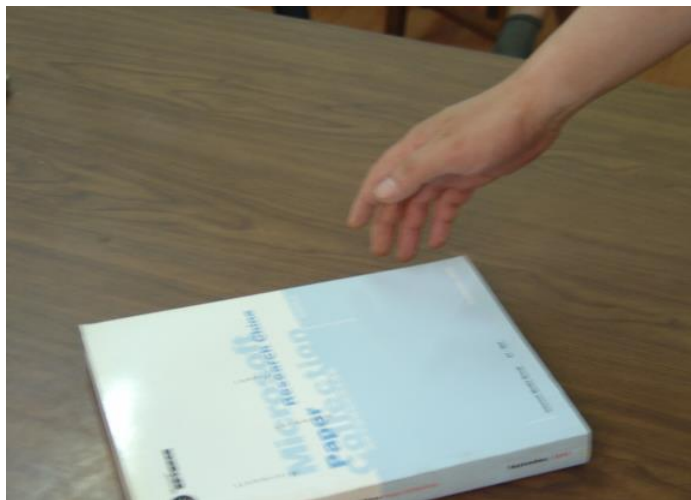
## 1.1.3 控制系统的发展

➤ 什么是自动控制？

例 1: 人用手取物



## ➤ 什么是自动控制？



**眼睛：**连续目测手相对书的位置

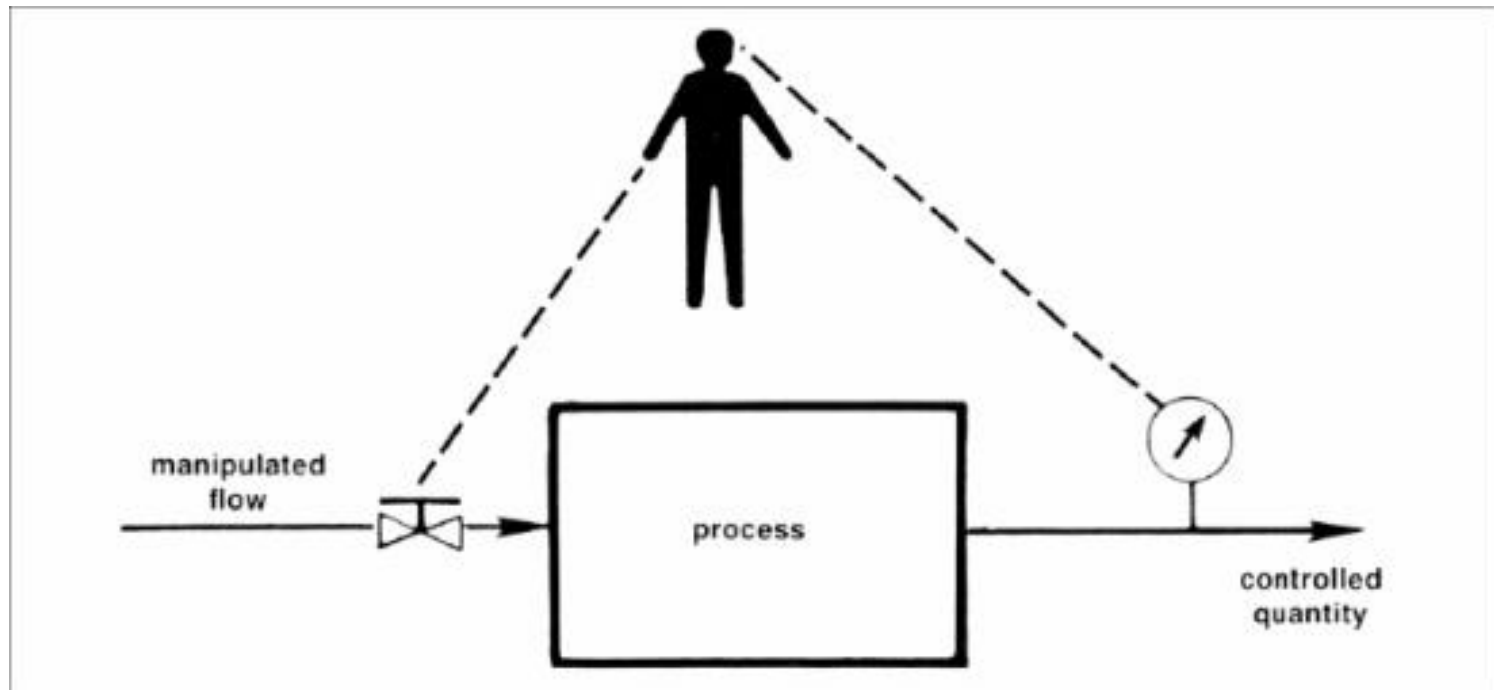
**大脑：**判断手与书的距离，发出控制手臂移动的命令

**手臂：**动作执行

- **目标：**用手拿取桌子上的书
- **被控对象：**手/手臂
- **给定值（输入量）：**书的实际位置
- **被控量（输出量）：**手的位置

## ➤ 什么是自动控制？

### 典型人工（手动）控制系统



## ➤ 什么是自动控制？

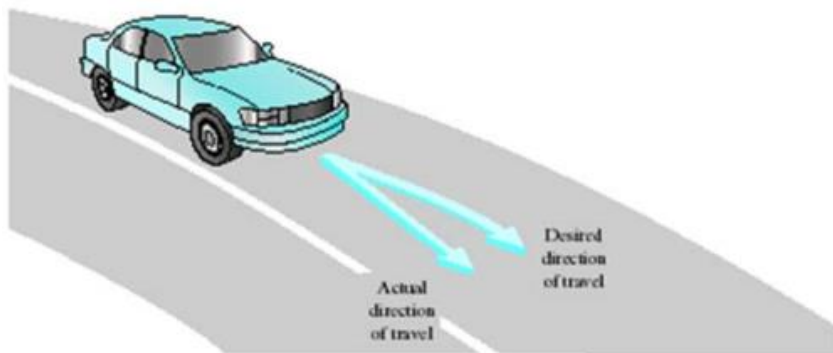
**例 2:** 驾驶汽车时，要控制车辆按照预定的路径行驶，并安全抵达目的地。



- 如果你独立驾驶汽车, 实际上你正在对汽车进行人工控制。如果你设计一个机器来代替你，那么此时你就构建了一个自动控制系统。



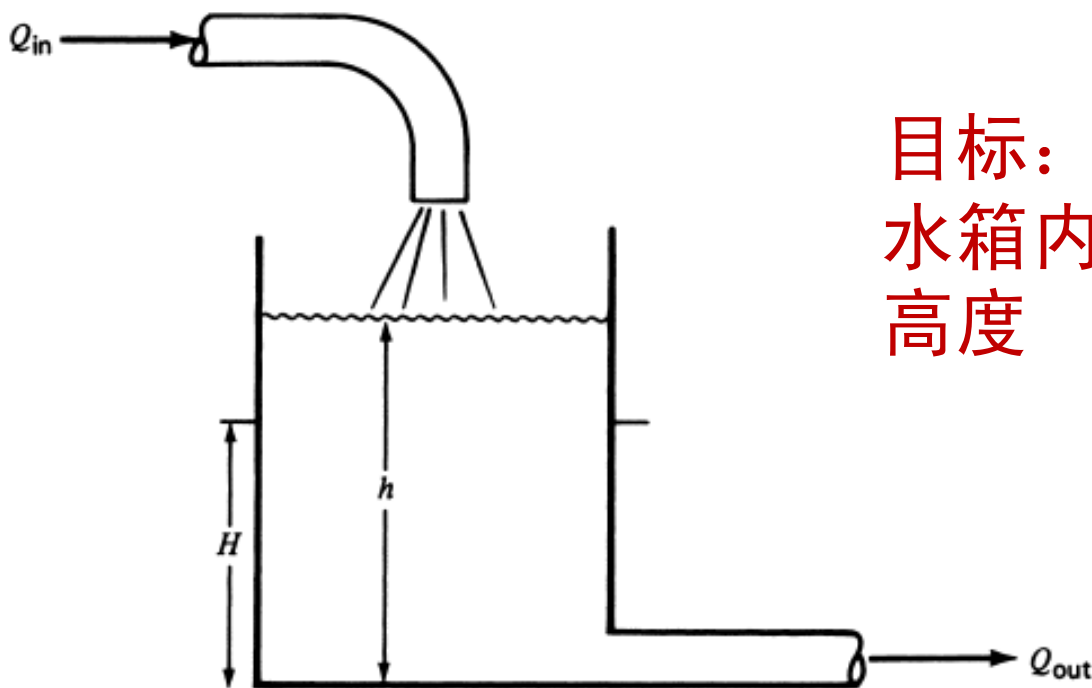
## ➤ 什么是自动控制？



- **目标**: 控制汽车的速度和方向按照**预定**路径行驶
- **被控对象**: 汽车
- **给定值（输入量）**: 汽车**期望**的速度和方向
- **被控量（输出量）**: 汽车**实际**的速度和方向
- **干扰**: 路况、障碍物、行人。

## ➤ 什么是自动控制？

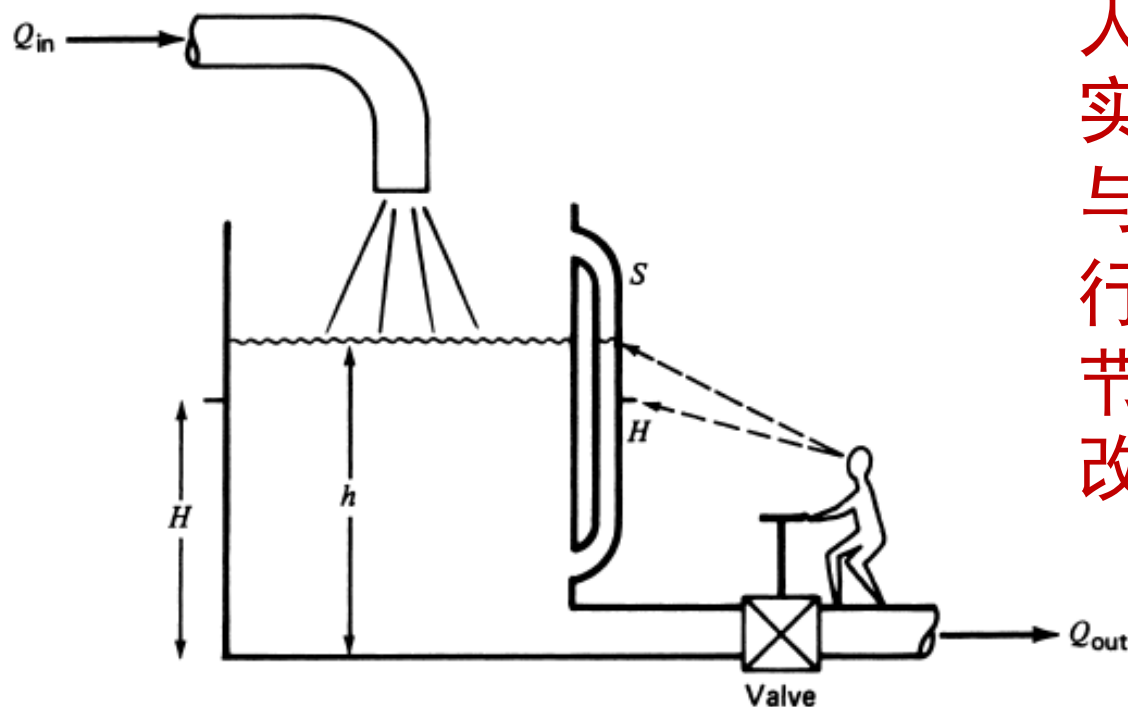
### 例 3: 水位控制系统



目标：控制  
水箱内水的  
高度

## ➤ 什么是自动控制？

### 例 3: 水位控制系统 - 人工控制



人通过眼睛观察实际水位 $h$ ，并与期望水位 $H$ 进行比较，从而调节出水阀门开度，改变实际水位。

## 人工调节水位过程：



1) **检测**——用眼睛观察高低，并通过  
神经系统告诉大脑

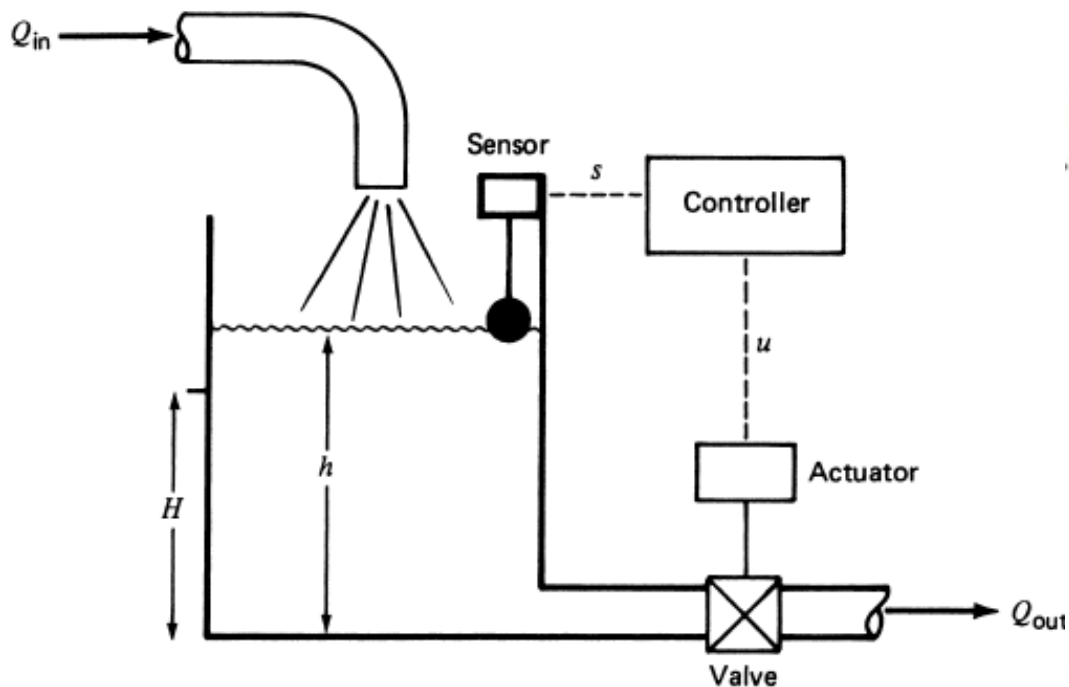
2) **运算**——大脑思考后得出偏差值，  
再根据操作经验，决策后发出命令

3) **执行**——根据大脑发出的命令，  
手去改变阀门开度。



## ➤ 什么是自动控制？

### 例3: 水位控制系统- 自动控制



自动化装置

检测/变送器——代替人眼

放大器——代替人脑

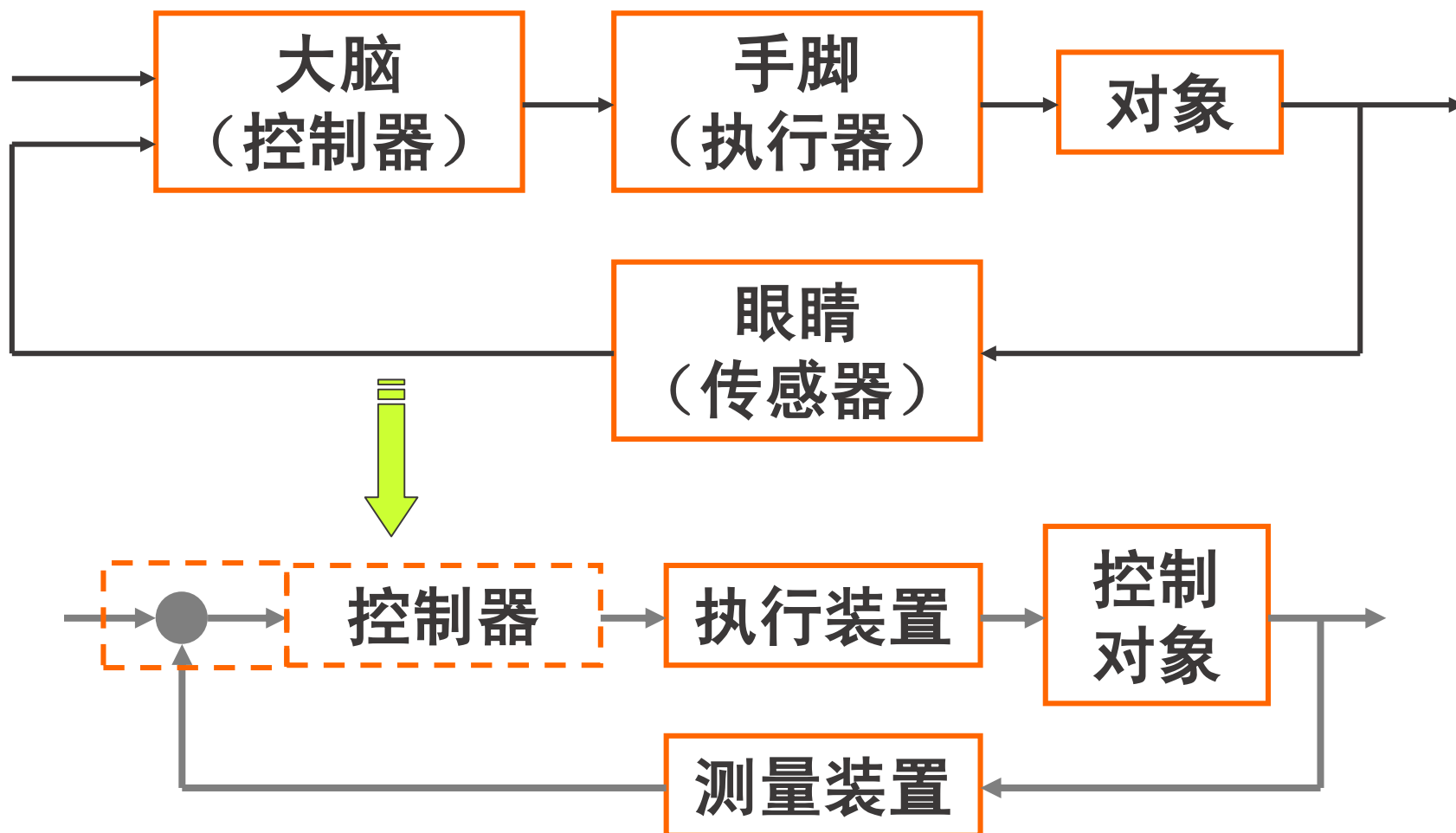
执行器——代替人手

## 人工控制 与 自动控制对比

| 水位人工控制        | 水位自动控制       |
|---------------|--------------|
| 感觉器官:<br>眼睛   | 测量装置:<br>传感器 |
| 中央决策器官:<br>大脑 | 决策工具:<br>控制器 |
| 效应器官:<br>手    | 执行装置:<br>执行器 |

● Not 人工!

## 人工控制 与 自动控制对比





## 小结

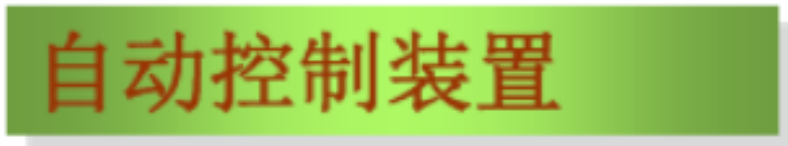
自动控制系统的主要组成部分有：

被控对象

测量变送装置

调节器

执行器



自动控制装置

## 问题情境



控制系统有哪些组成部分？

各部分有何功能呢？

