



华南理工大学
South China University of Technology

《自动控制原理》

主讲老师：刘桂雄 教授，博士生导师





第一章 绪论

需要掌握的知识点：

- 1、自动控制技术发展史
- 2、自动控制基本概念 (P1、P5-7)
- 3、自动控制系统基本构成及特征 (P7-9)
- 4、自动控制系统分类 (P9-10)
- 5、开环系统与闭环系统 (P5-7)
- 6、自动控制系统基本要求 (P14-15)





知识点1

自动控制技术发展史

- 第1阶段 **经典控制论时期**(上世纪40年代末-50年代) 研究单机自动化, 解决**单输入单输出**(SISO-Single Input Single Output) 系统控制问题。**数学工具**是**微分方程**、**拉普拉斯变换**和**传递函数**; 研究方法是**时域法**、**频域法**和**根轨迹法**; **主要问题**是控制系统的**快速性**、**稳定性**及其**精度**。

奈奎斯特稳定性判据
(1932年)

伯德图解方法—频率法
(1945年)

根轨迹法
(1948年)

控制论
(1948年)

非线性系统论和离散控制论
(1945年)

- 第2阶段 **现代控制理论时期**(上世纪60年代) 着重解决机组自动化和生物系统的**多输入多输出** (MIMO-Multi-Input Muti-Output) 系统的控制问题; **主要数学工具**是**一次微分方程组**、**矩阵论**、**状态空间法**等等; **主要方法**是**变分法**、**极大值原理**、**动态规划理论**等; 重点是**最优控制**、**随机控制**和**自适应控制**; 核心控制装置是**电子计算机**。

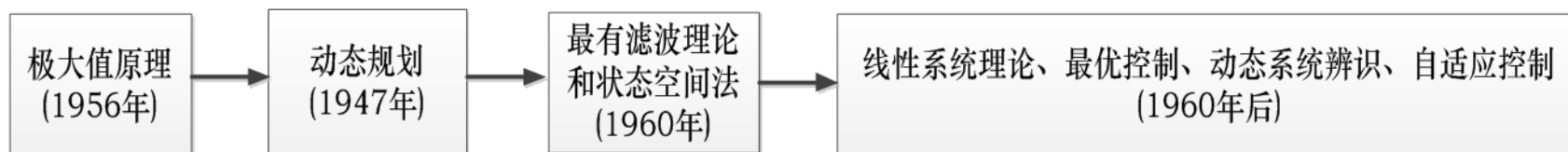




知识点1

自动控制技术发展史

第2阶段 现代控制理论时期



- 第3阶段 **大系统理论时期**(上世纪70年代) 着重解决生物系统、社会系统这样一些**众多变量的大系统综合自动化问题**；方法是时域法为主；重点是大系统多级递阶控制；核心装置是网络化的电子计算机。
- 20世纪70年代以后，发展起来的**人工智能 (AI)** 。



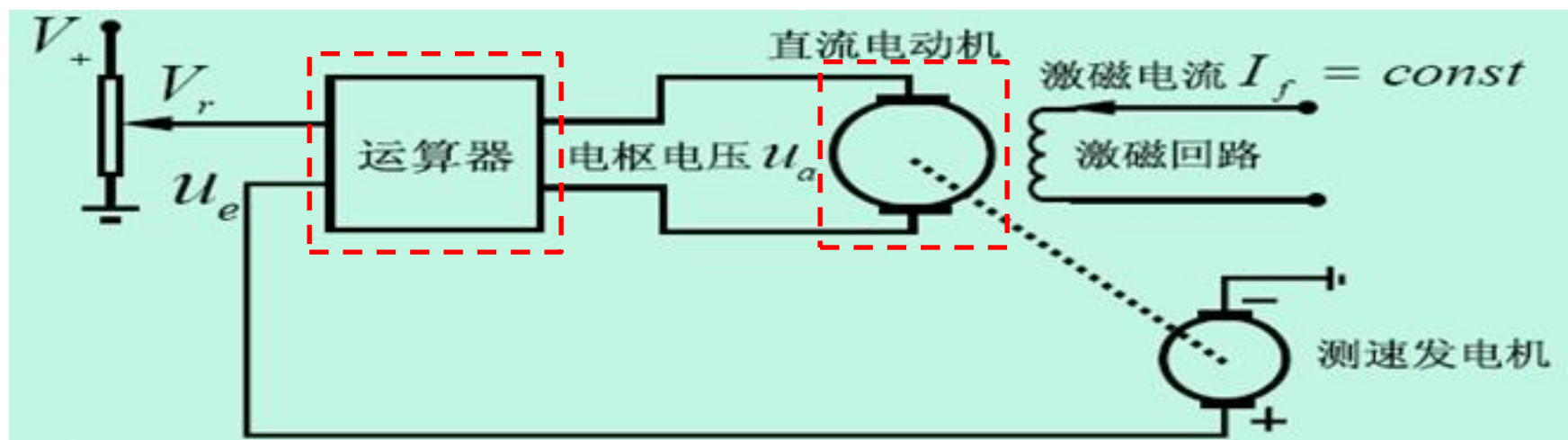
知识点2

自动控制基本概念

(1) 自动控制定义

自动控制是指在无人直接参与的情况下，通过控制器使被控对象或过程自动地按照预定要求进行。

自动控制直流电动机转速示意图如下所示：



基本概念：①被控制的机器设备或物体，叫做被控对象，如直流电动机；

②所用的控制装置常称为控制器，如运算器；

③控制器和被控对象的组合称为自动控制系统。





知识点3

自动控制系统分类

自动控制系统

按系统的结构形式
(重点分析)

开环系统
闭环系统

按输入信号特征分类形式

恒值控制系统
程序控制系统
随动系统

按描述元件的动态方程

线性系统
非线性系统

按信号的传递是否连续

连续系统
离散系统

按系统参数是否随时间变化

定常系统
时变系统



知识点4

开环系统与闭环系统

(1)开环系统

若系统的输出量与输入量间**不存在反馈**的通道，这种控制方式称为开环控制系统。

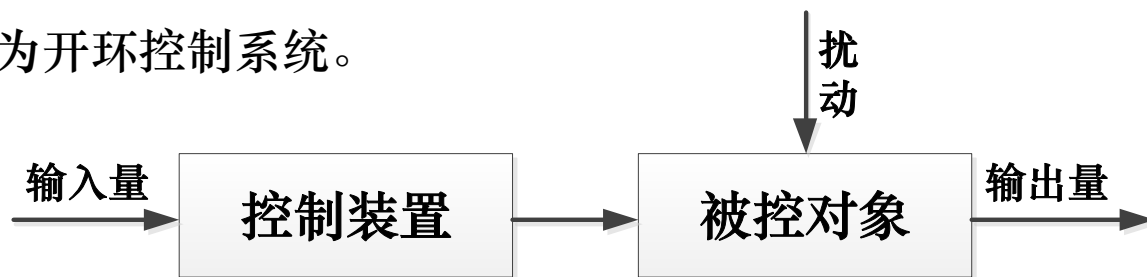
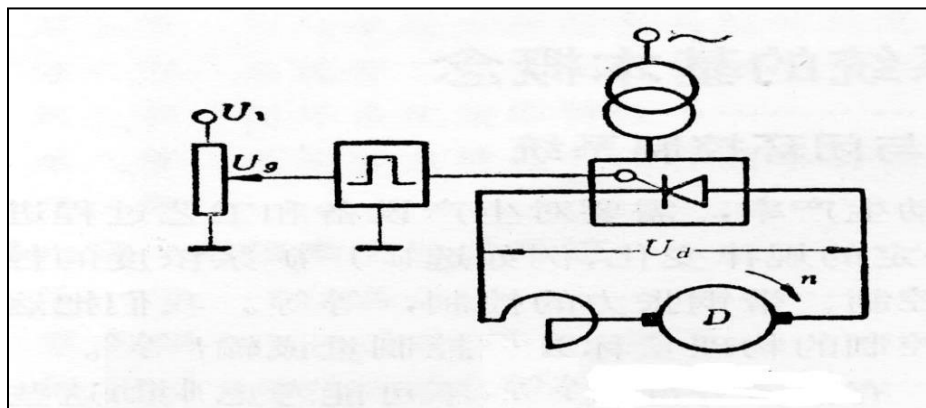


图2 开环控制系统

如**开环调速系统**：



知识点4

开环系统与闭环系统

(2) 闭环系统

凡是系统输出信号对控制作用有直接影响的系统，都称为闭环系统(又称反馈系统)。

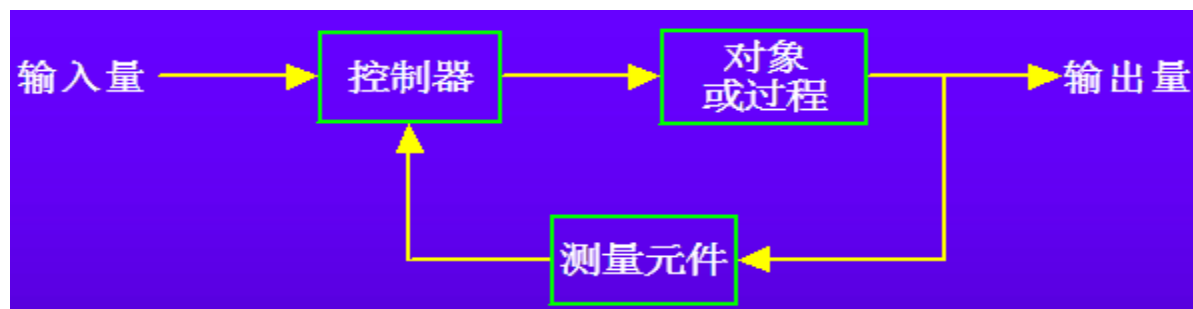
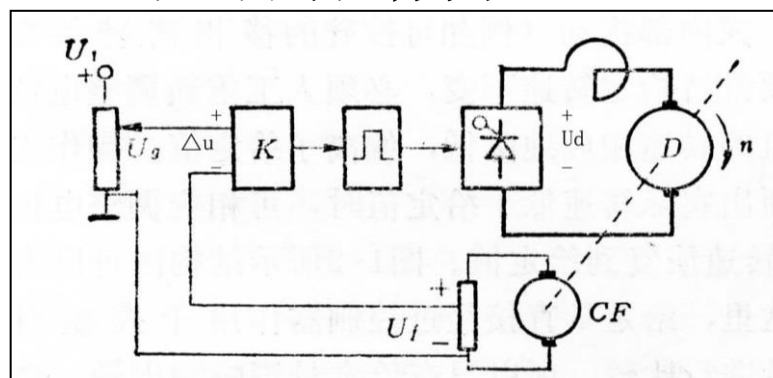


图3 闭环控制系统

如闭环调速系统:



知识点4

开环系统与闭环系统

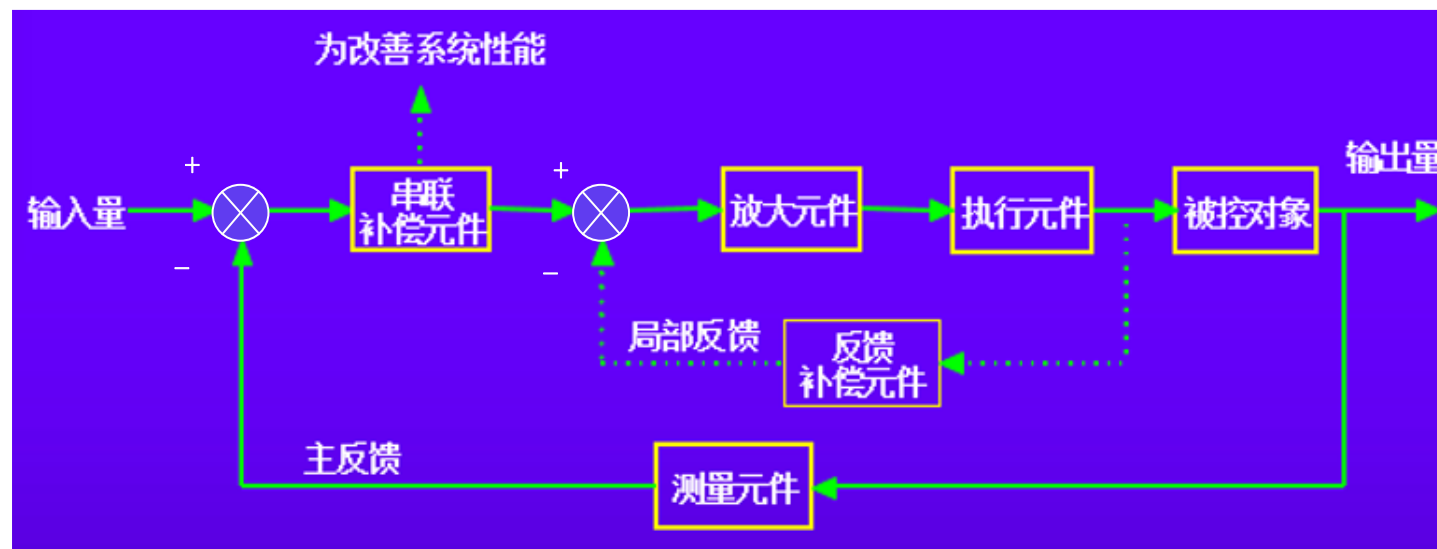


图4 闭环(反馈)系统

用“⊗”号代表**比较元件**，“—”号代表两者**符号相反**，“+”号代表两者**符号相同**。信号沿箭头方向从输入端到达输出端的传输通路称**前向通路**；系统输出量经测量元件反馈到输入端的传输通路称**主反馈通路**。前向通路与主反馈通路共同构成**主回路**。此外，还有局部反馈通路以及由它构成的**内回路**。

知识点4

开环系统与闭环系统

①闭环系统中各基本环节的作用

- a.被控对象:指要进行控制的设备或过程。
- b.检测装置: 用来检测被控量, 并将其转换成与给定量同一物理量。
- c.给定环节: 给出与期望的被控量相对应的系统输入量。
- d.比较环节: 将检测的被控量和给定值进行比较, 确定两者之间的偏差。
- e.控制装置: 根据得到的误差信号, 发出相应的控制信号。
- f.执行器: 直接作用于被控对象, 使被控量达到所要求的数值。

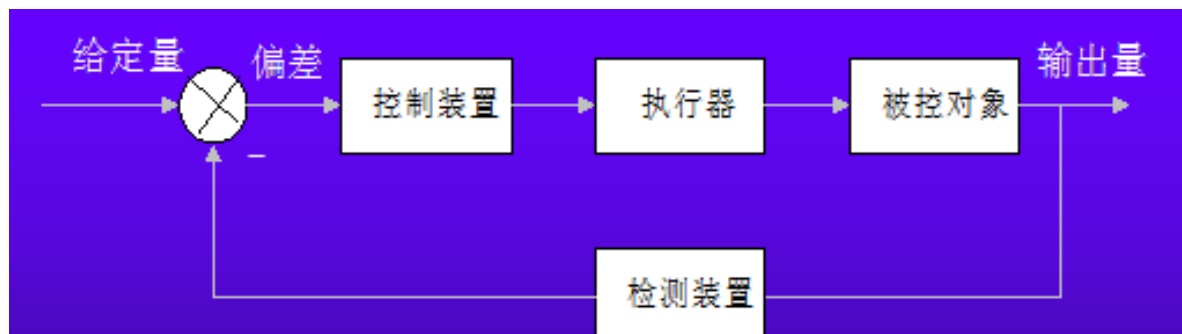


图5 闭环控制系统



知识点4

开环系统与闭环系统

(3)开环与闭环系统比较

①开环与闭环系统的特点

- a.开环系统特点：顺向作用，没有反向的联系，没有修正偏差能力，抗扰动性较差、精度低、元器件成本高，但结构简单、调整方便。
- b.闭环系统特点：偏差控制，可以抑制内、外扰动对被控制量产生的影响。精度高、结构复杂，元器件成本低但设计、分析麻烦。

②开环与闭环系统的比较

- a.信号传输通道的差别：开环控制系统只有正向传输，而闭环控制系统则有正向通道和反馈通道。
- b.系统结构的差别：开环控制系统有给定环节。而闭环控制系统则有给定环节、比较环节、检测环节。
- c.控制方式的差别：开环控制系统偏差靠人工控制。而闭环控制系统则对被控对象进行自动控制。



知识点4

开环系统与闭环系统

② 闭环控制系统的应用

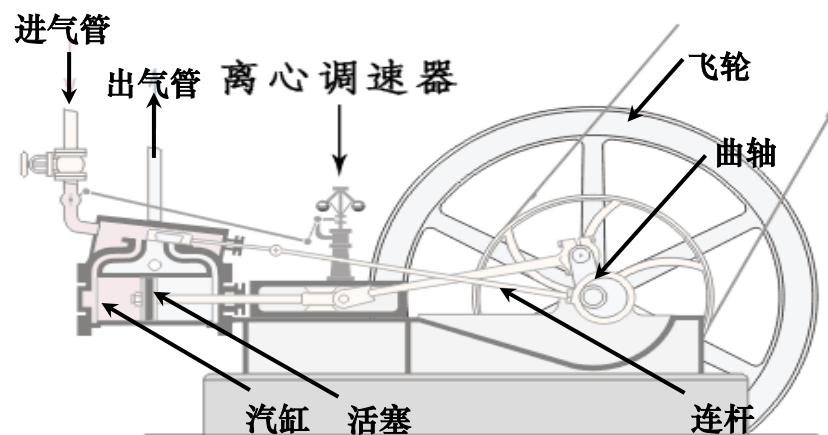


图6 瓦特蒸汽机调速器动画

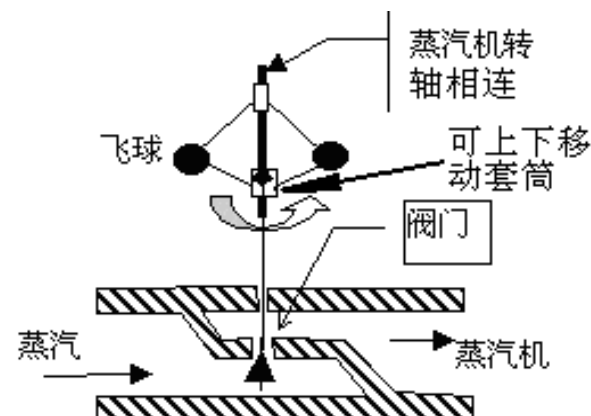
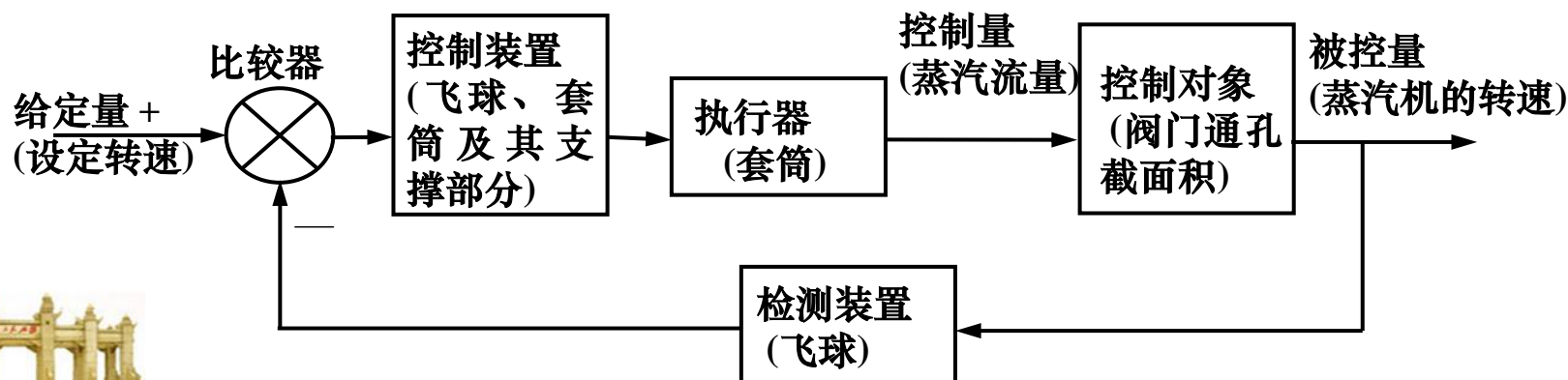
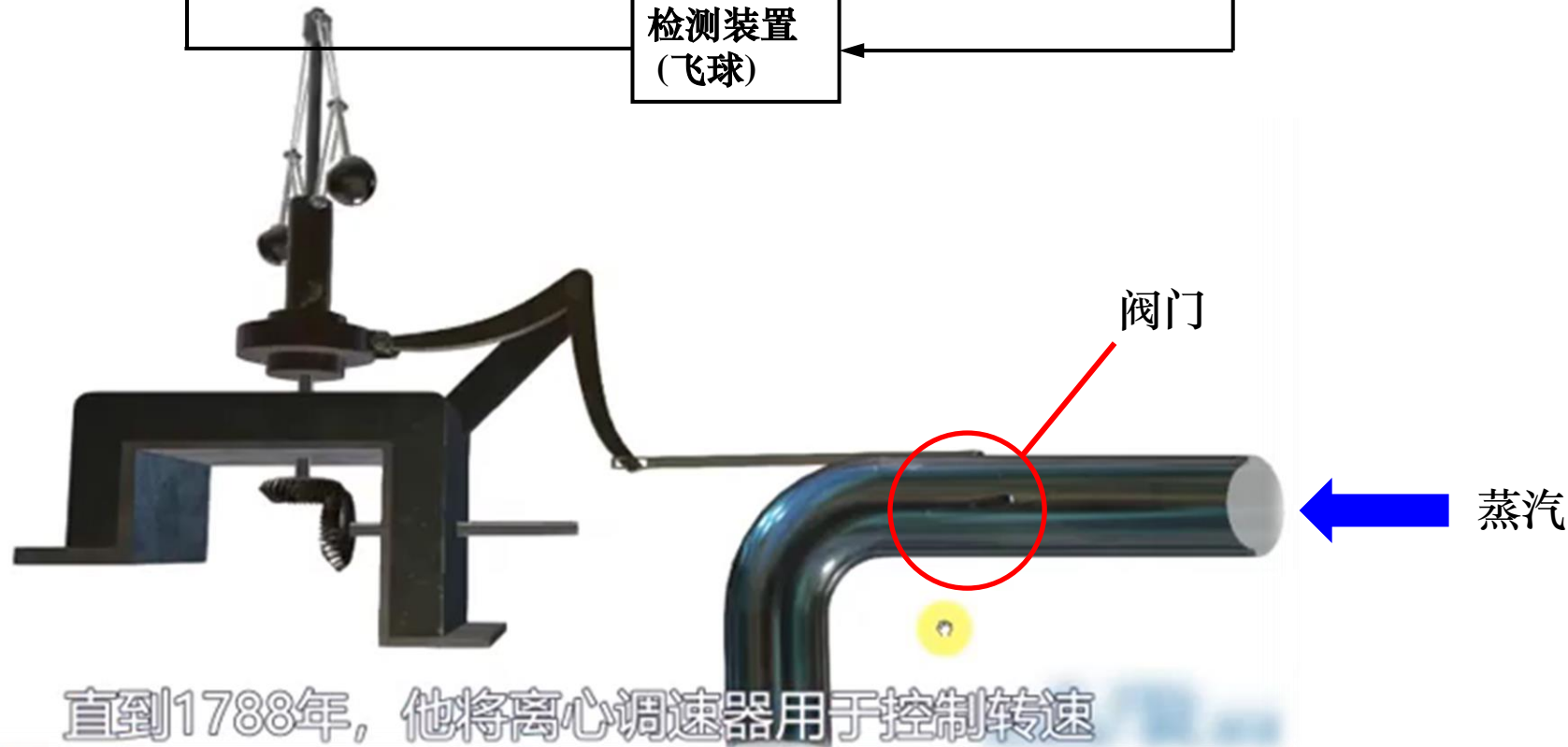
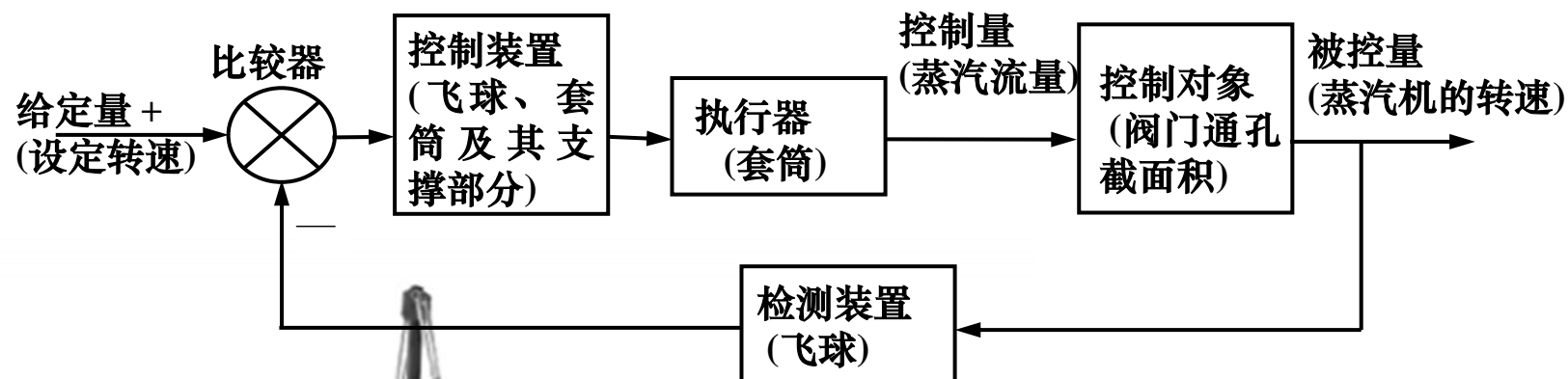


图7 瓦特蒸汽机离心调速器原理图





知识点4

开环系统与闭环系统

② 闭环控制系统的应用

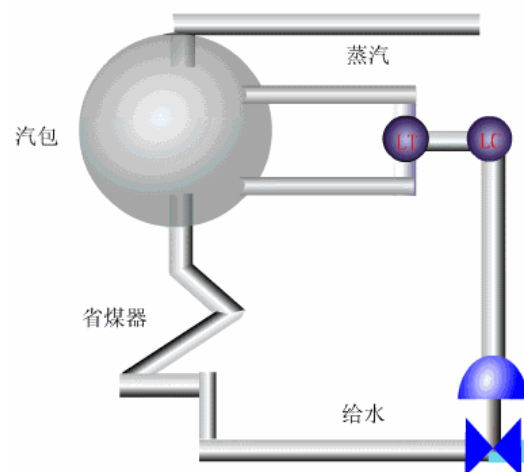
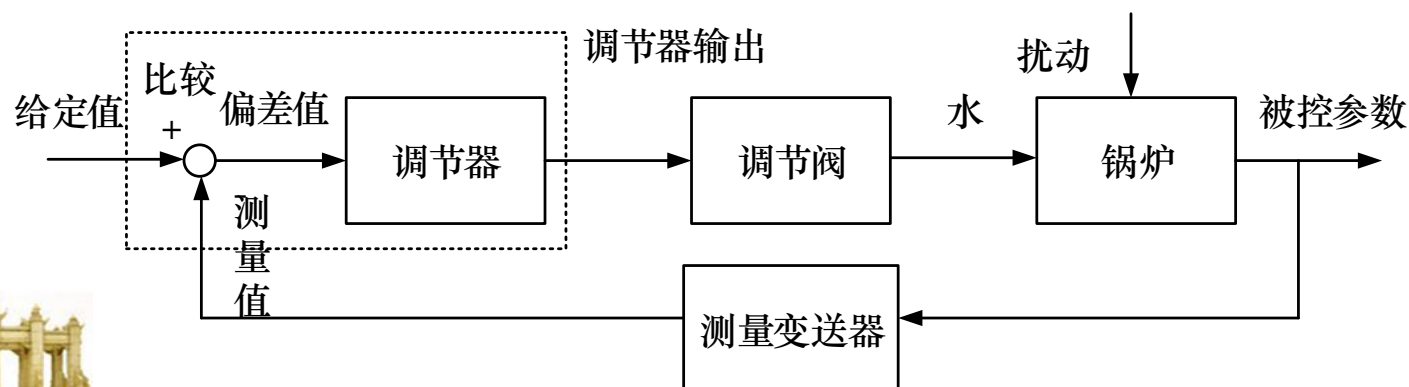


图8 锅炉闭环控制

- **LT流量测量变送器**：直接测量被控参数，并转换为标准统一信号的仪表
- **LC流量调节器**：根据测量量与给定值的偏差按一定的数学运算规律输出控制作用



知识点4

开环系统与闭环系统

② 闭环控制系统的应用

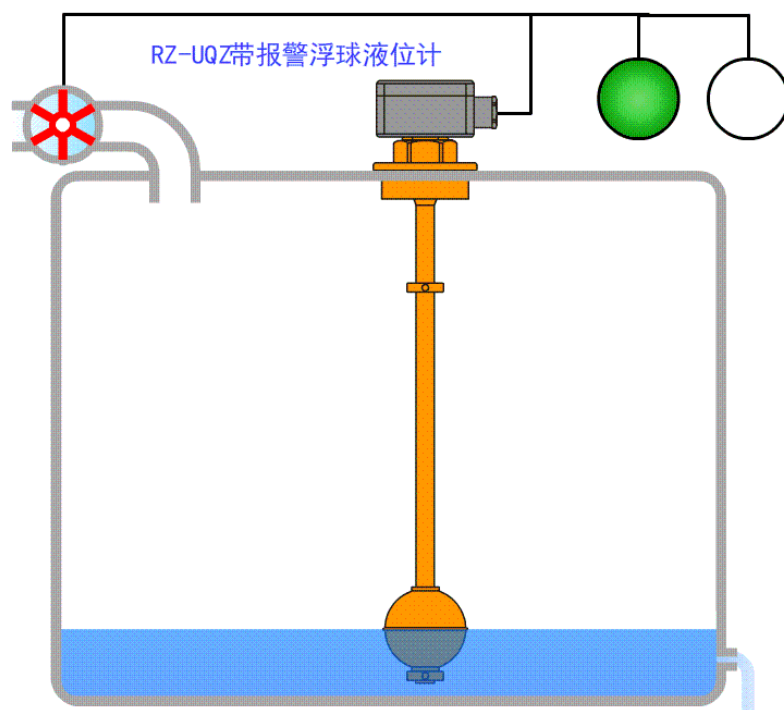


图9 浮球液位计闭环控制

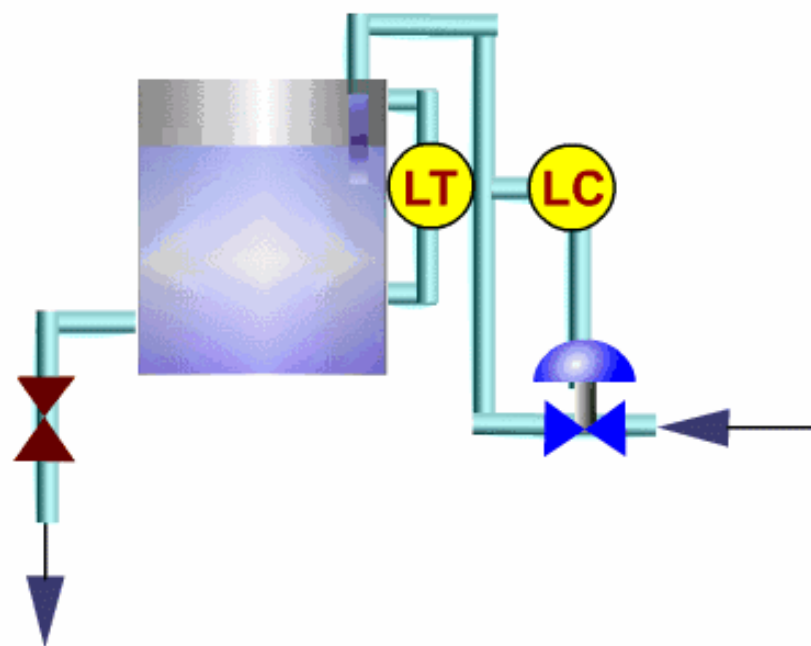
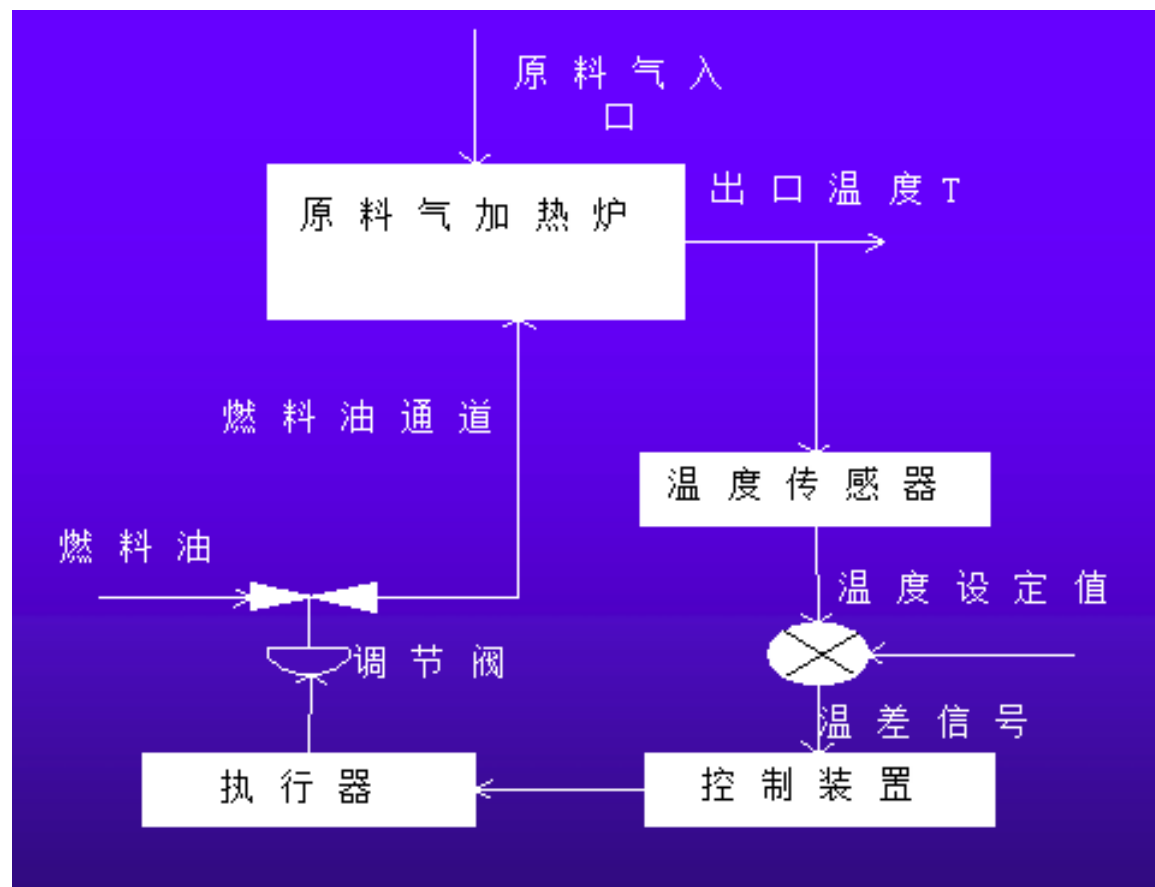


图10 液位计闭环控制



知识点4

开环系统与闭环系统



工作原理:

- 1、实时数据采集
- 2、实时控制决策
- 3、实时控制输出

图11 原料气加热炉闭环控制



知识点5

自动控制系统基本构成及特征

(1) 自动控制系统基本构成

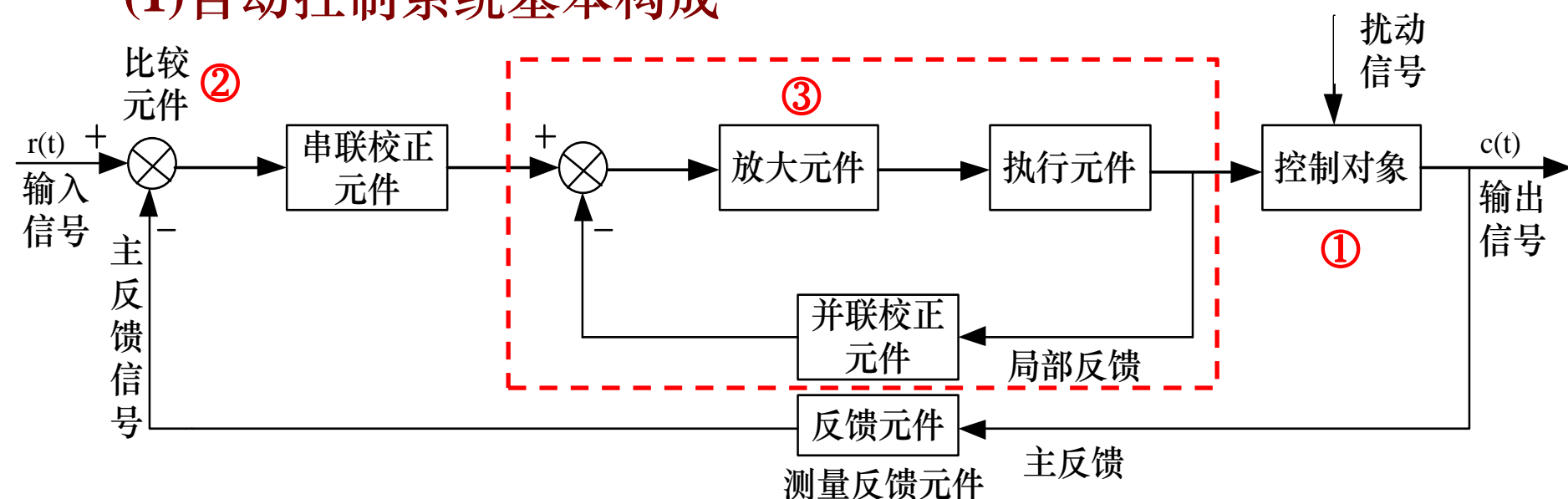


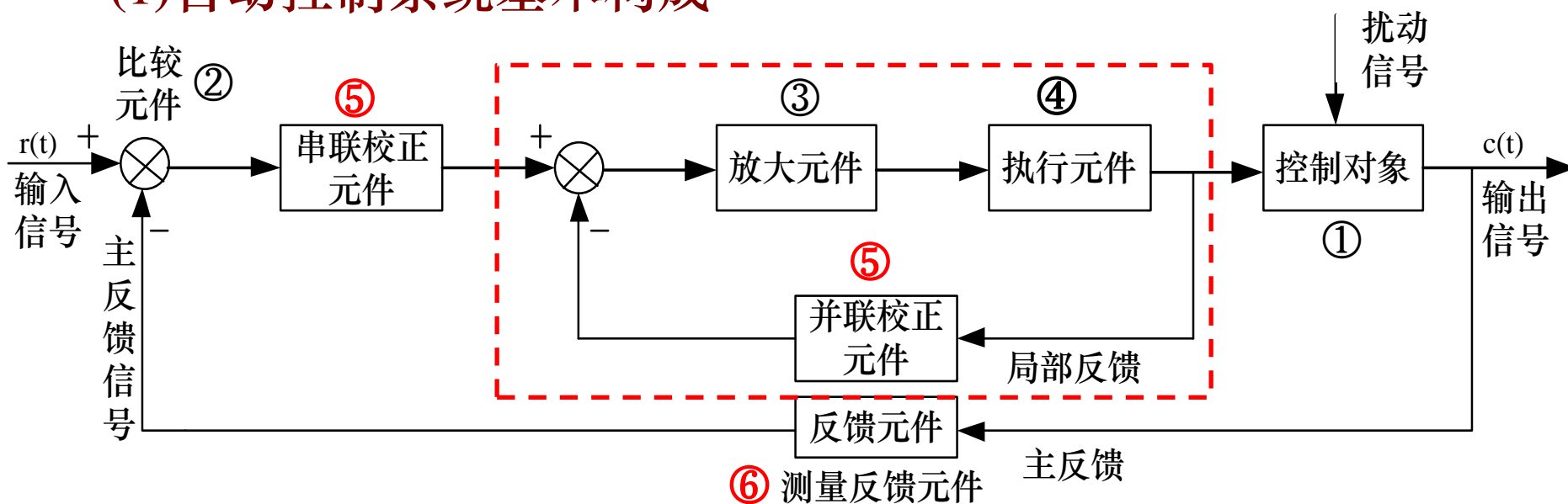
图1 典型自动控制系统方块图

- ① 控制对象:即被控对象;
- ② 比较元件:把测量元件检测的被控量实际值与给定元件给出的参据量进行比较, 求出它们之间的偏差;
- ③ 放大元件:将比较元件给出的偏差进行放大, 用来推动执行元件去控制被控对象;

知识点5

自动控制系统基本构成及特征

(1) 自动控制系统基本构成



④ 执行元件:直接推动被控对象,使其被控量发生变化;

⑤ 校正元件:亦称补偿元件,它是结构或参数便于调整的元件,用串联或反馈的方式连接在系统中,以改善系统性能;

⑥ 测量反馈元件:用以测量被测信号并将其转换成与输入量同一物理后,再反馈到输入端作比较。



知识点5

自动控制系统基本构成及特征

(2) 自动控制特征

从检测偏差到利用偏差进行控制，从而减小或消除偏差。

- ①在结构上，系统必须具有反馈装置。采用负反馈的目的是要求得偏差信号；
- ②由偏差产生控制作用；
- ③控制的目的是力图减少或消除偏差，使被控制量尽量接近期望值。





知识点6

自动控制系统基本要求

★稳

★快

★准

(1)稳定性：是指系统重新恢复平衡状态的能力。任何一个能够正常运行的控制系统，首先必须是稳定的。

①对于恒值系统：要求当系统受到扰动后，经过一定时间的调整能够回到原来的期望值；

②对于随动系统：被控制量始终跟踪参据量的变化；

注意：稳定性是对系统的基本要求，不稳定的系统不能实现预定任务。稳定性，通常由系统的结构决定，与外界因素无关。





知识点6

自动控制系统基本要求

(2)快速性：当系统输入(给定输入或扰动输入)信号改变时，在控制作用下，系统必然由原先的平衡状态经历一段时间才过渡到另一个新的平衡状态，这个过程称为过渡过程。过渡过程越短，表明系统的快速性越好。快速性是衡量系统质量高低的重要指标之一。

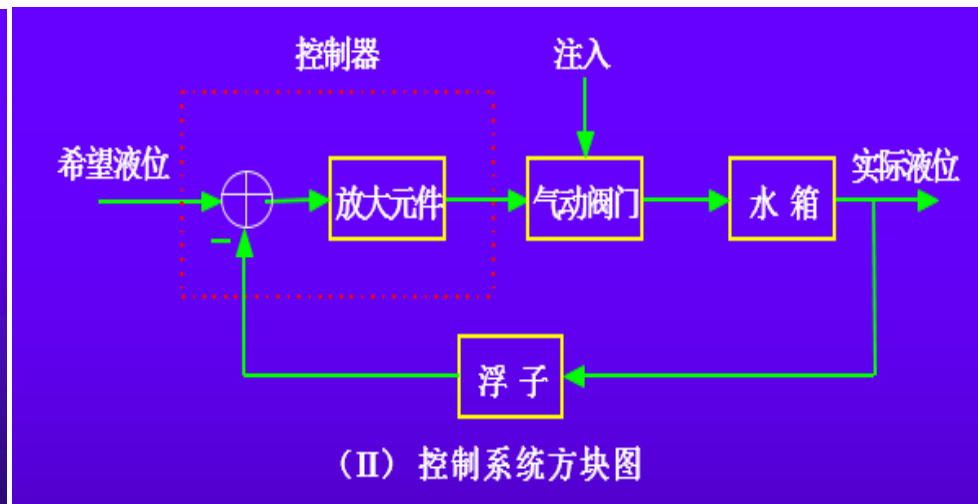
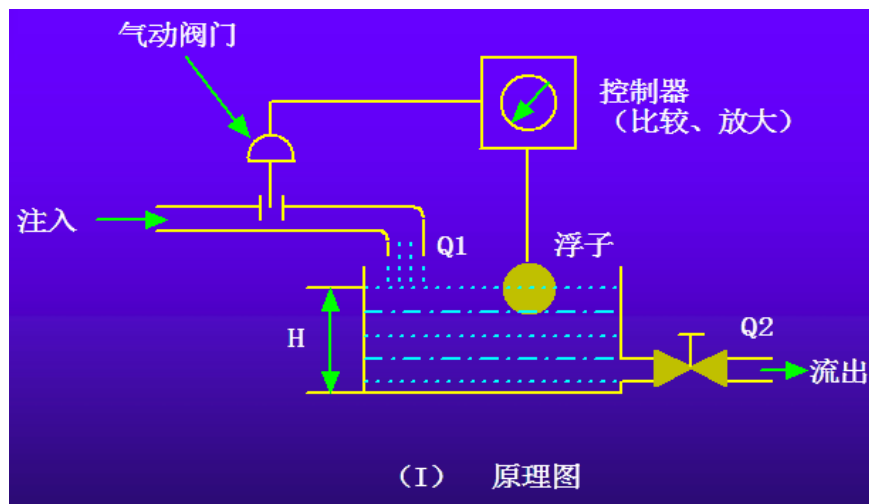
如：稳定高射炮射角随动系统，虽然炮身最终能跟踪目标，但如果目标变动迅速，而炮身行动迟缓，仍然抓不住目标。

(3)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。



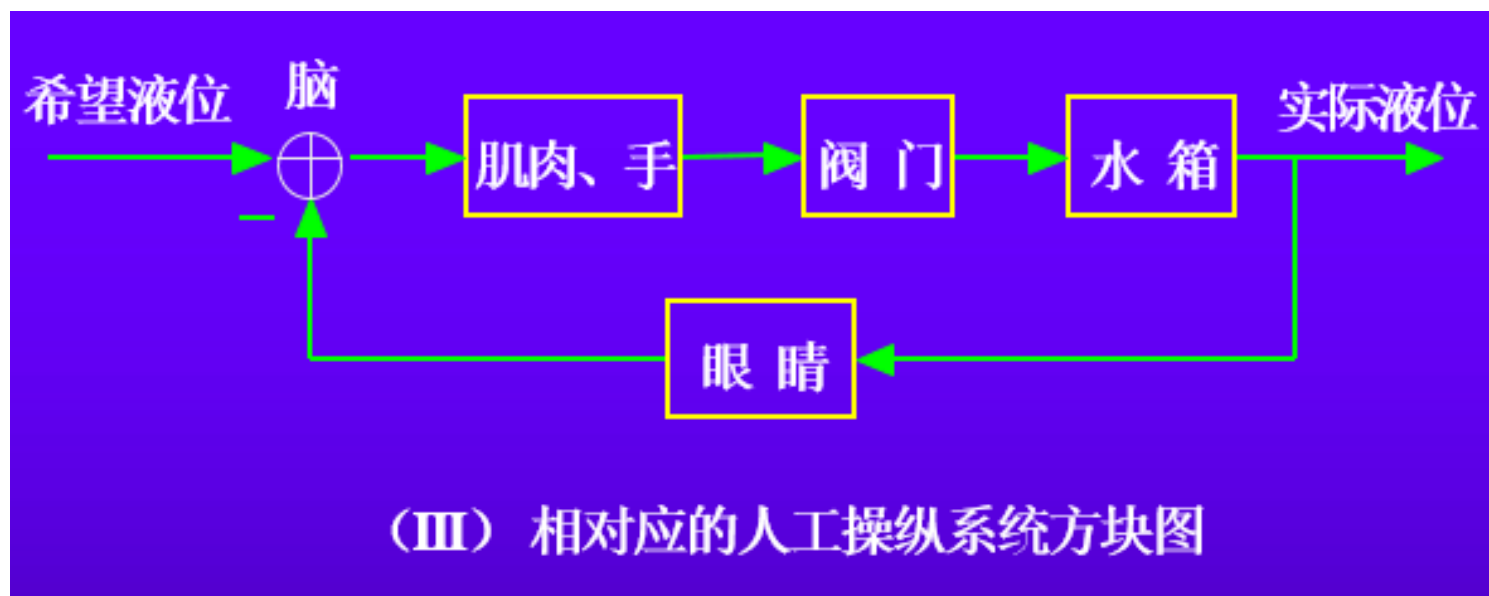
例题1-1

图1-18 (I) 是一个液位控制系统原理图。在这里，自动控制器通过比较实际液位与希望液位，并通过调整气动阀门的开度，对误差进行修正，从而保持液位不变。图1-18 (II) 是该控制系统的方框图。试画出相应的人工操纵液位控制系统方块图。



控制器——比较、放大的作用；
浮子——液面高度的反馈元件，Q2为系统的干扰量；
气动阀门——执行机构；
被控对象——水箱。

例题1-1

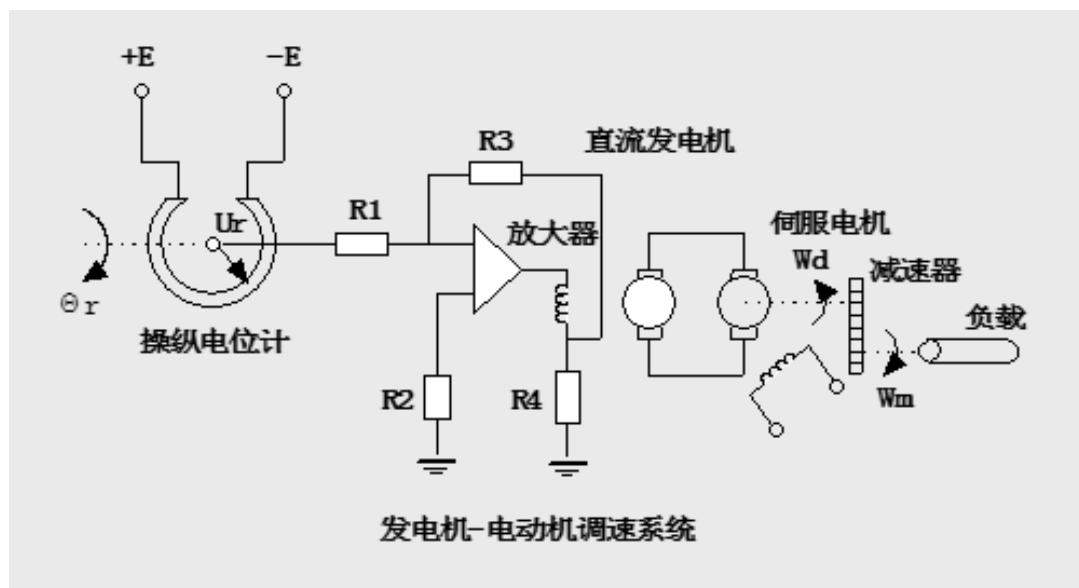


眼睛——测量装置(浮子);
手——气动阀门;
头脑——控制器, 比较、计算

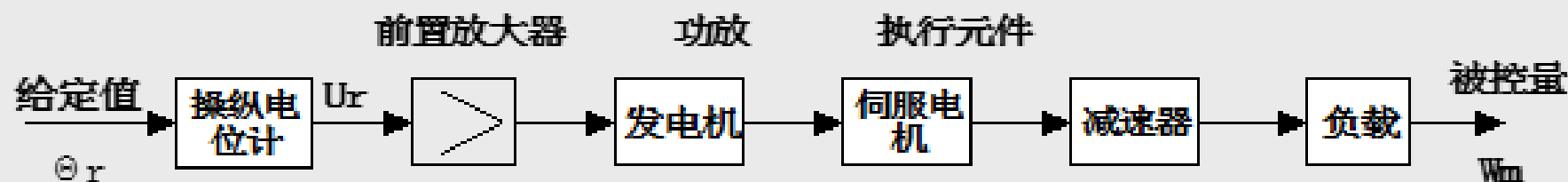
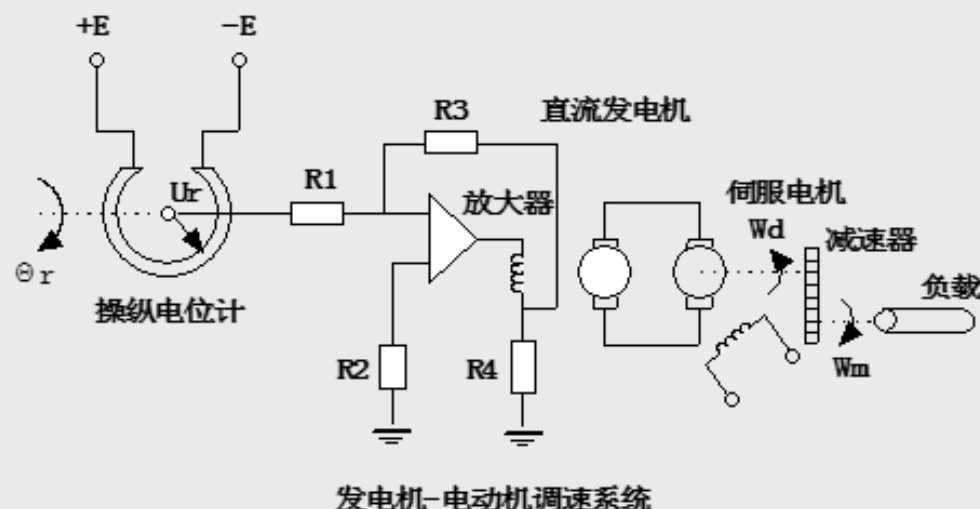


例题1-2

有一发电机-电动机调速系统如图下图所示。其工作原理是操纵者转动操纵电位计的手柄，可使电位计的输出电压 U_r 改变大小和方向。经前置放大器和直流发电机两极放大，使加在伺服电机上的端电压也随之改变大小和方向。从而使负载具有所要求的转速。试说明该系统的给定值、被控量和干扰量，并画出方块图。



例题1-2





作业:

- ①自动控制原理的定义? 特征是什么?
- ②闭环控制系统的基本环节及其作用?
- ③自动控制系统的基本要求?
- ④开环控制与闭环控制各有什么特点?
- ⑤简述控制系统由哪几大部分组成?
- ⑥P17习题1-8
- ⑦P17习题1-10





本章结束
谢 谢!

