



《自动控制原理》



课程信息

- **课程属性**：专业基础课
- **计划学时**：54学时（其中理论教学44学时、实验教学10学时）
- **前期课**：电路分析、信号与系统、电子技术基础等
- **后续课**：线性系统、飞行管理与自动飞行控制系统、惯性导航系统等
- **考核**：平时测试（3次）+期末考试+实验、作业等



教材及参考书

1. 《自动控制原理》 任彦硕 （机械工业出版社）
(推荐教材)
2. 《自动控制原理》（第**5**版） 胡寿松（科学出版社）
3. 《现代控制工程》 绪方胜彦（科学出版社）
4. 《自动控制原理》 卢京潮 （西北工业大学出版社）
5. 《**Model Control Systems**》（第**11**版 影印版）
Richard C. Dorf （电子工业出版社）

.....

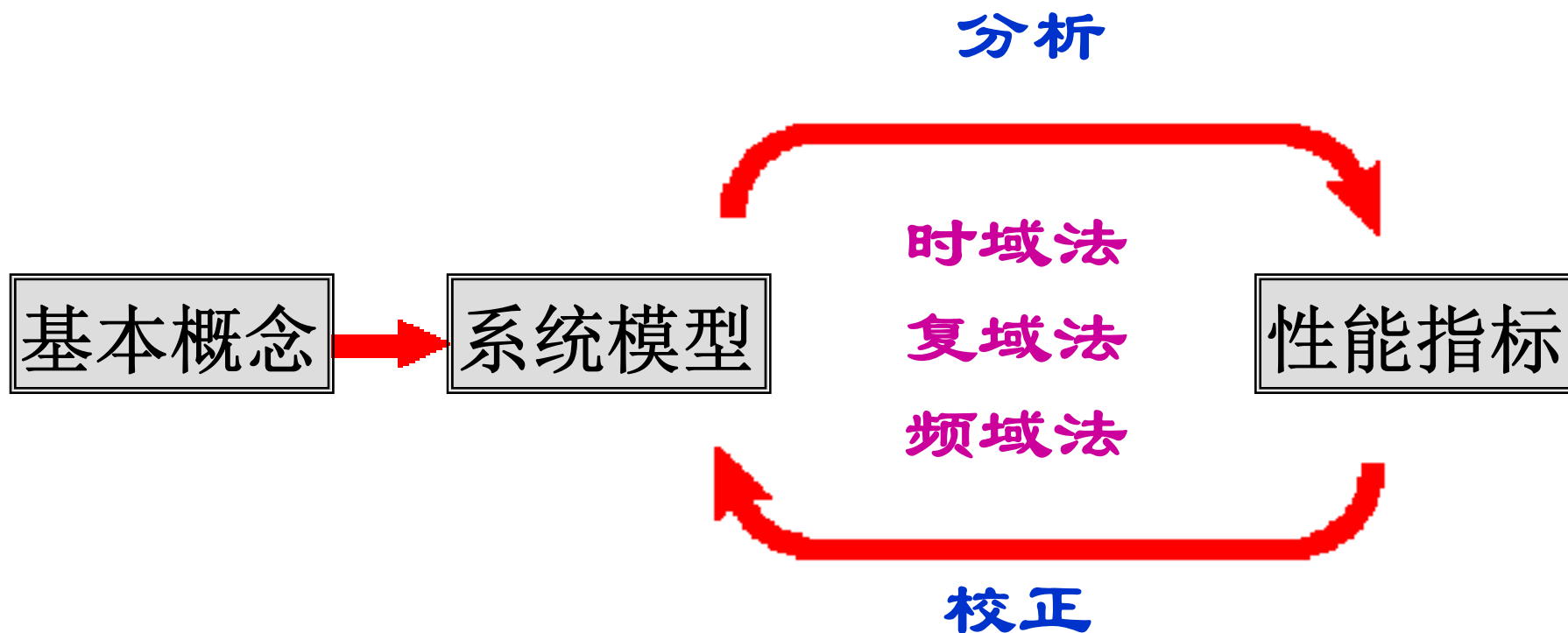


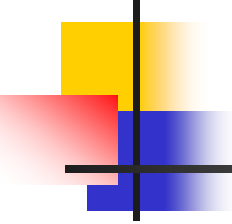
课程内容及学时安排

- § 1 绪论 (4)
- § 2 自动控制系统的数学模型 (8)
- § 3 线性系统的时域分析法 (10)
- § 4 线性系统的根轨迹法 (6)
- § 5 线性系统的频域分析法 (10)
- § 6 自动控制系统的校正 (6)



课程体系结构





第一章 绪论

- 1-1 自动控制系统的一般概念
- 1-2 自动控制系统举例
- 1-3 自动控制系统的分类
- 1-4 对自动控制系统的基本要求
- 1-5 本课程的任务及教学过程



1-1 自动控制系统的一般概念

自动控制

在无人直接参与的情况下，利用控制装置（简称控制器），使机器、设备、或生产过程（被控对象）的某个工作状态或参数物理量（被控量）按预定的规律运行。

自动控制系统

是指实现自动控制目的，由相互制约的各部分按一定规律组成的具有特定功能的整体。

自动控制理论

是研究自动控制过程共同规律的技术理论。

是研究自动控制系统组成，进行系统分析、设计的一般性理论。



自动控制理论发展简史 (1)

- 经典控制理论 (19世纪初): 单机自动化
 - 时域法
 - 复域法 (根轨迹法)
 - 频域法

- 现代控制理论 (20世纪60年代): 机组自动化
 - 线性系统
 - 最优控制
 - 最佳估计
 - 自适应控制
 - 系统辨识。。。。。

- 智能控制理论 (20世纪70年代~): 智能自动化
 - 专家系统
 - 模糊控制
 - 神经网络
 - 遗传算法。。。。。



自动控制理论发展简史 (2)

- 1788年，英国Wate利用反馈原理发明蒸汽机用的离心调速机。
- 1875年，1895年，英国Routh和德国Hurwitz先后提出判别系统稳定性的代数方法。
- 1892年，俄国李雅普诺夫在《论运动稳定性的一般问题》中建立了动力学系统的一般稳定性理论。
- 1932年，Nyquist提出了根据频率响应判断系统稳定性的准则。
- 1945年，美国Bode在《网络分析和反馈放大器设计》中提出频率响应分析法—Bode图。
- 1948年，美国Wiener在《控制论—关于在动物和机器中控制和通信的科学》中系统地论述了控制理论的一般原理和方法。——**标志控制学科的诞生，完整的经典控制理论正式形成。**
 - 控制论：研究动物（包括人类）和机器内部控制和通信的一般规律的学科。
- 1954年，钱学森的《工程控制论》在美国出版。——**奠定了工程控制论的基础。**



经典控制理论与现代控制理论比较

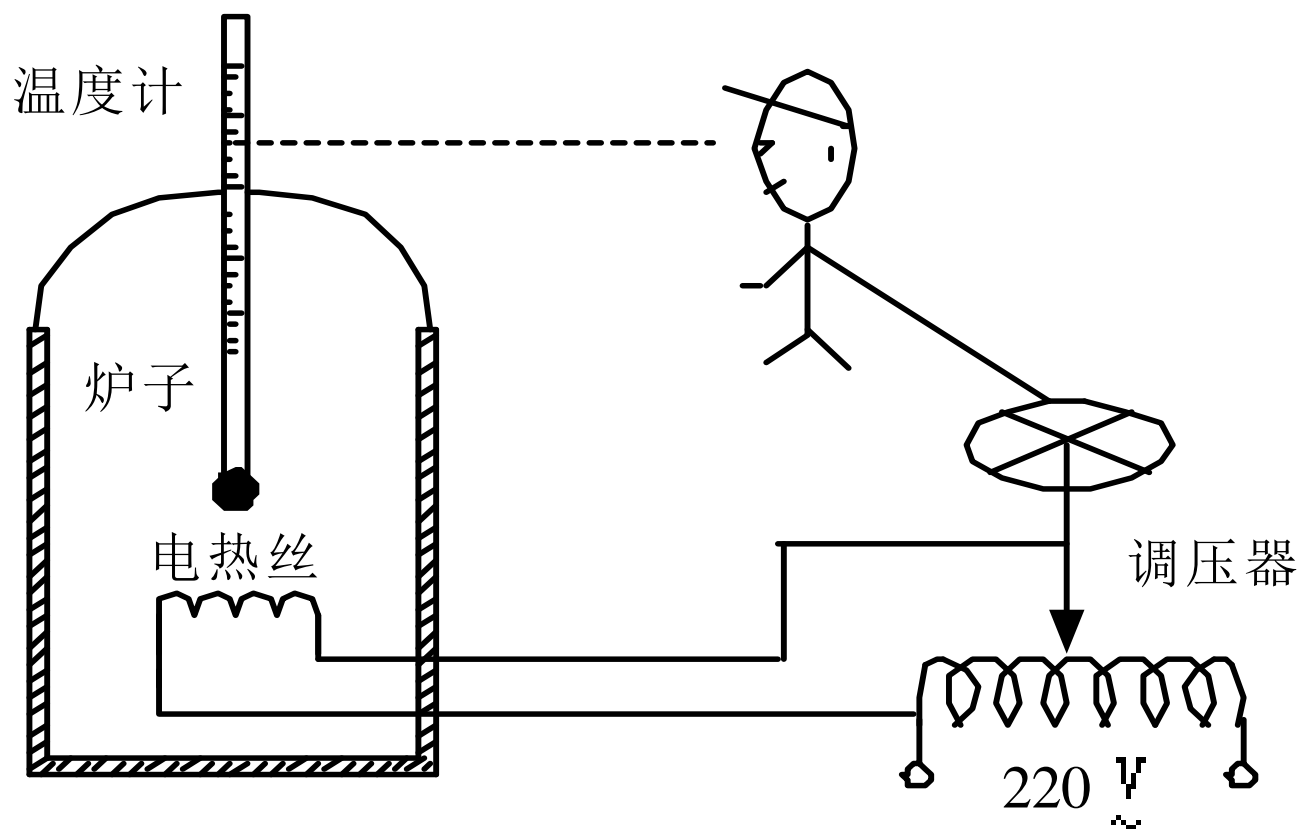
项目	经典控制理论	现代控制理论
研究对象	主要是线性定常系统 (单输入、单输出)	线性、非线性、定常、 时变、离散系统 (多输入、多输出)
描述方法	传递函数 非线性系统 (相平面 法和描述函数)	向量空间 (状态空间描述)
研究办法 (数学工具)	时域、根轨迹法和频域 法 (拉氏变换、微分方 程)	时域：状态空间法 (线性代数、微分方程)
研究目标	系统分析及给定输入、 输出时的系统综合	揭示系统的内在规律，实现 在一定意义下的最优控制与 设计



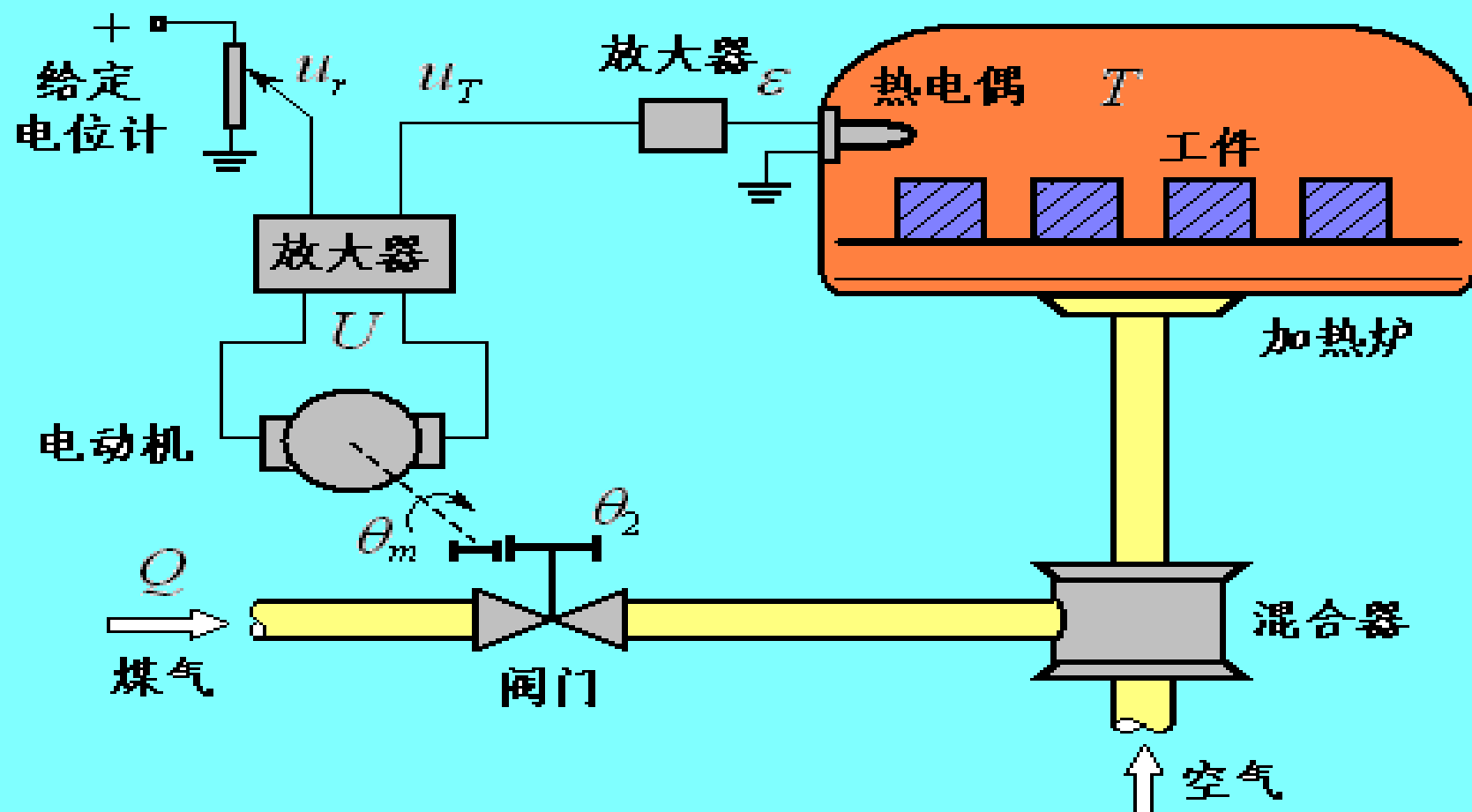
基本控制方式

- 开环控制
- 闭环控制
- 复合控制

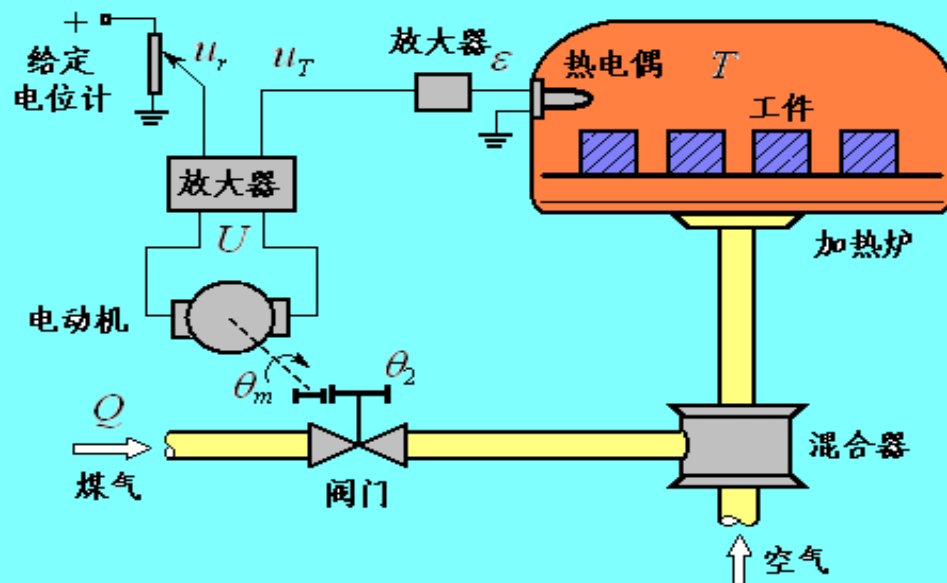
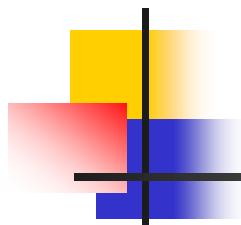
例 1-1 炉温控制系统-人工控制



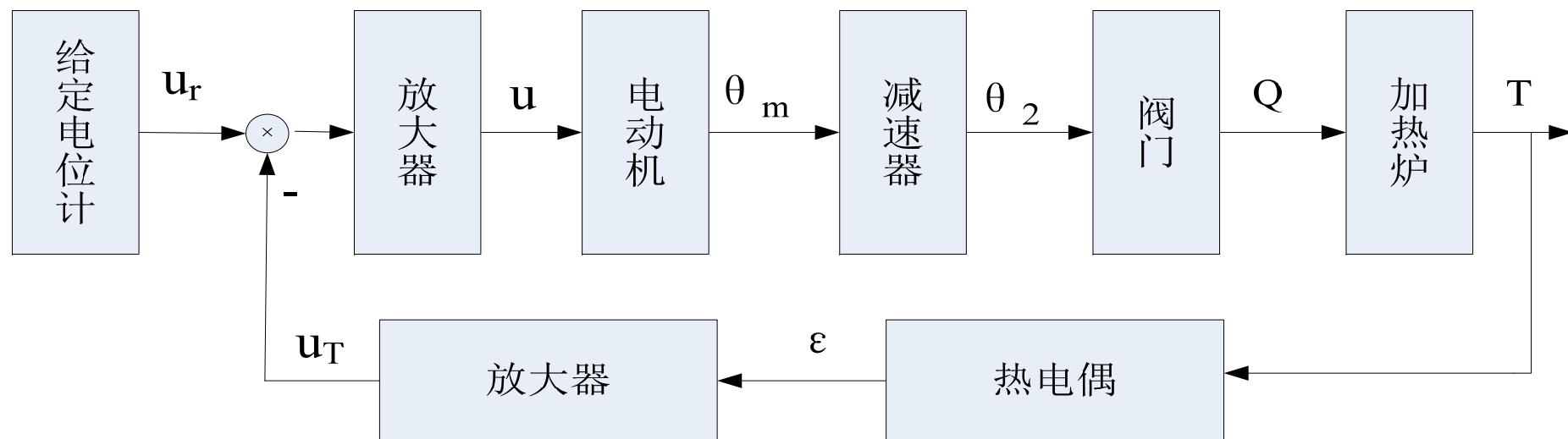
例 1-2 炉温控制系统-自动控制



温度控制系统工作原理图



温度控制系统工作原理图



炉温控制系统方框图

方框图中各符号的意义

方框（块）图
中的符号



元部件

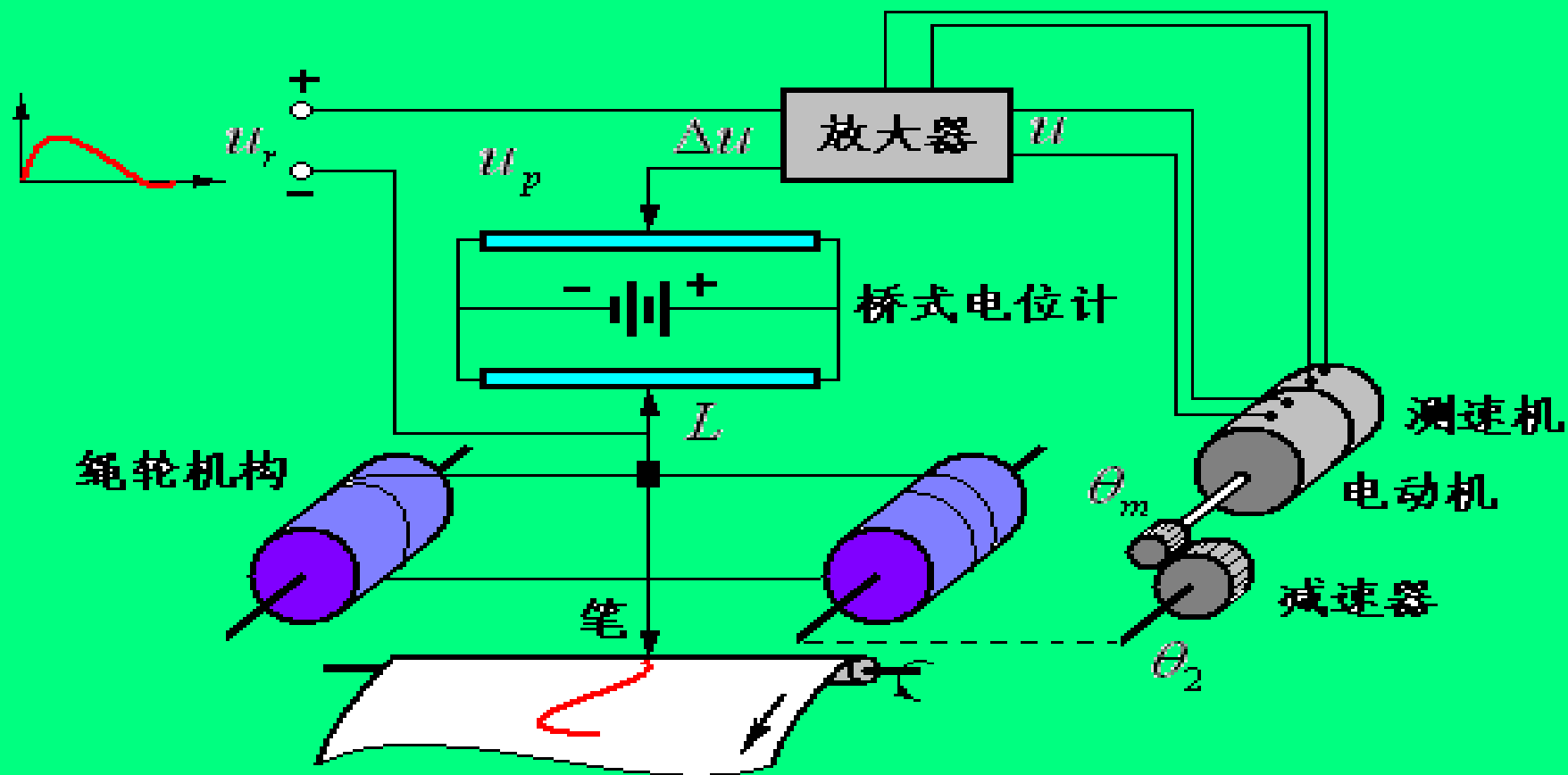
信号（物理量）及传递方向

比较点

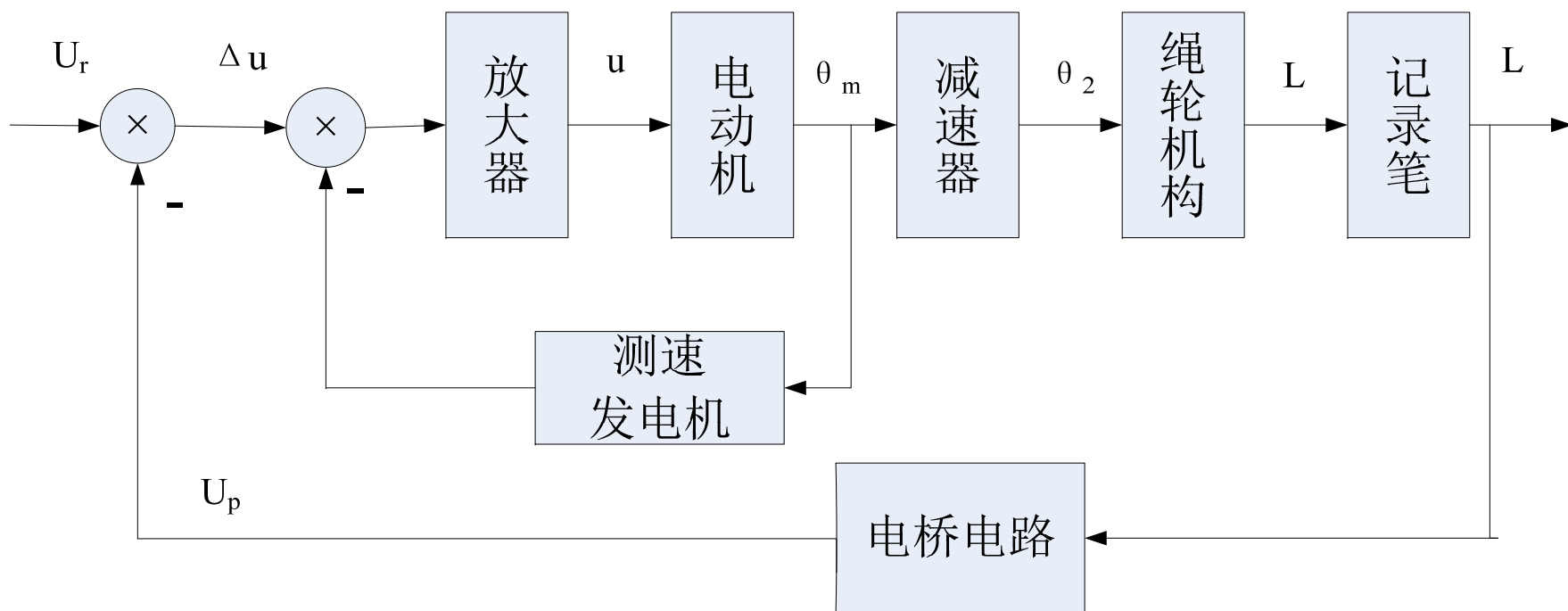
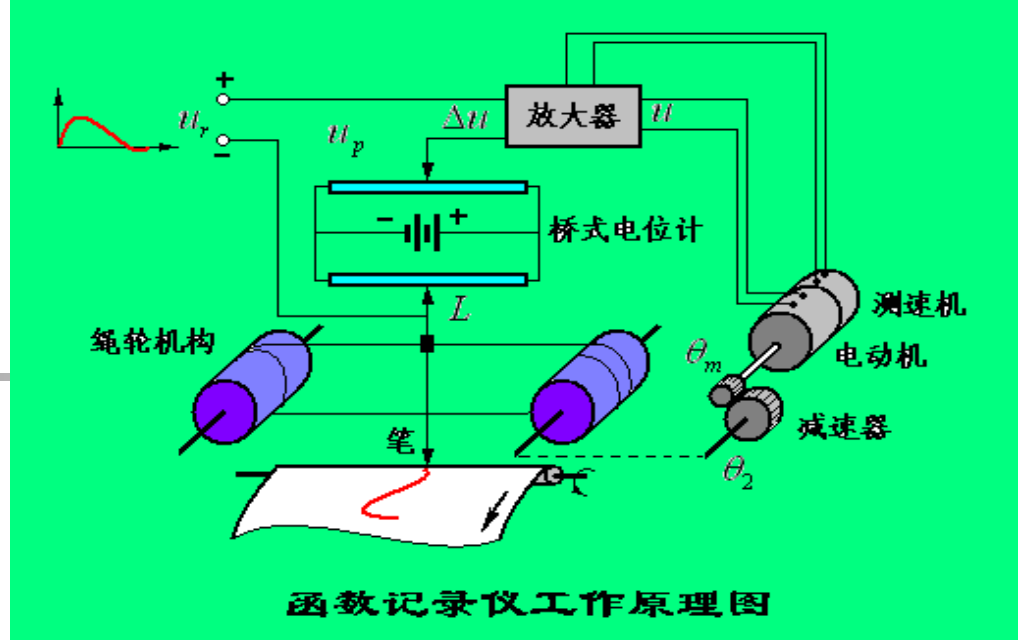
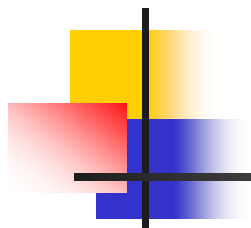
引出点

表示负反馈

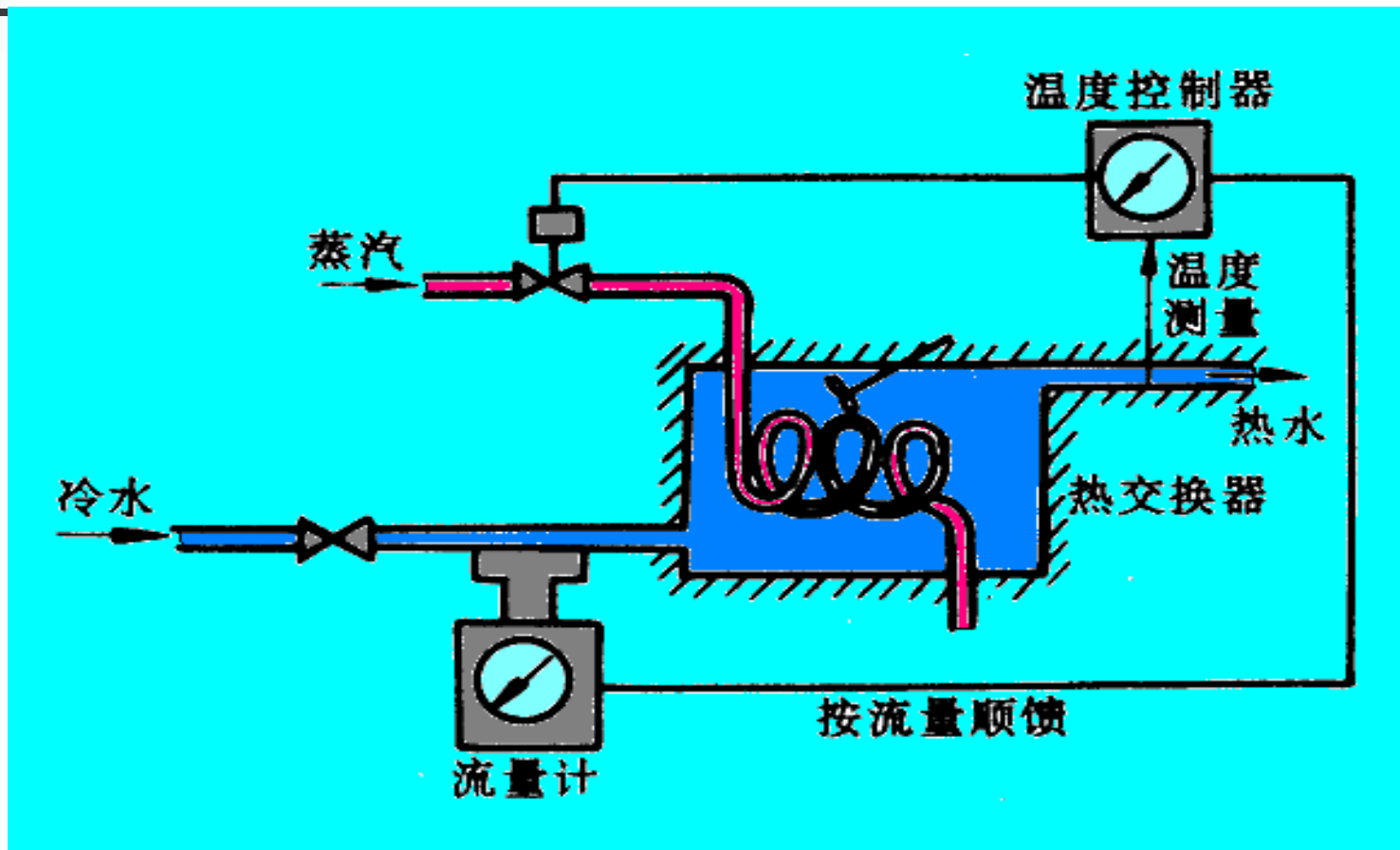
例 2 函数记录仪



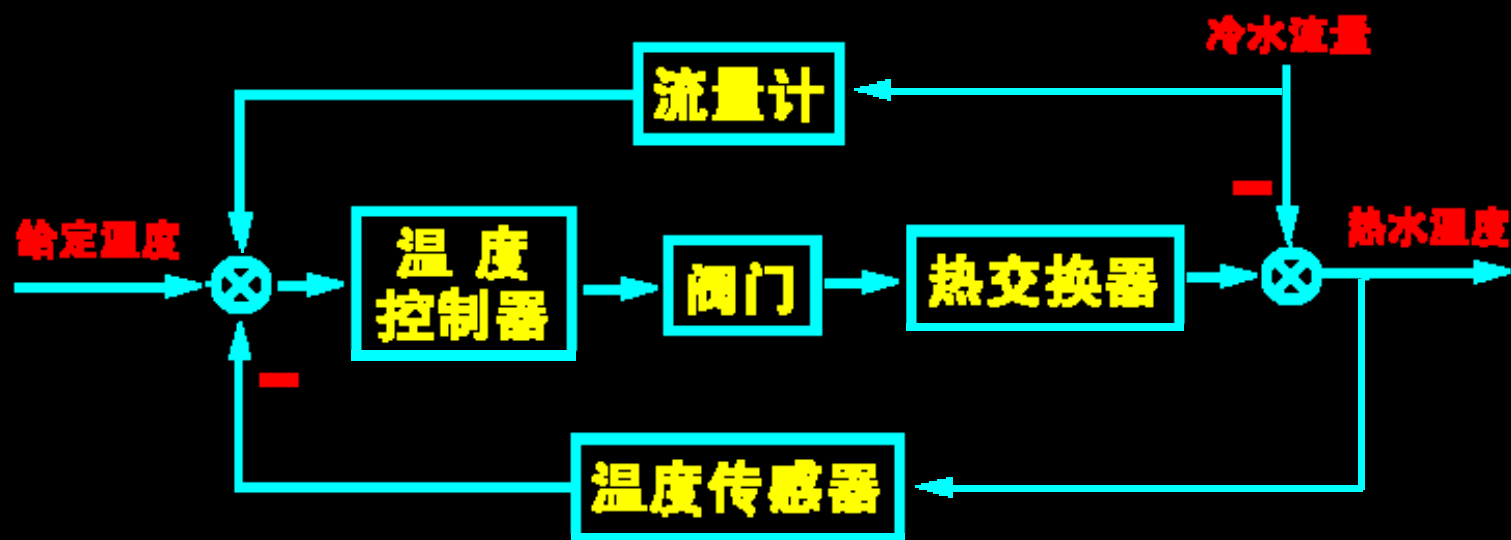
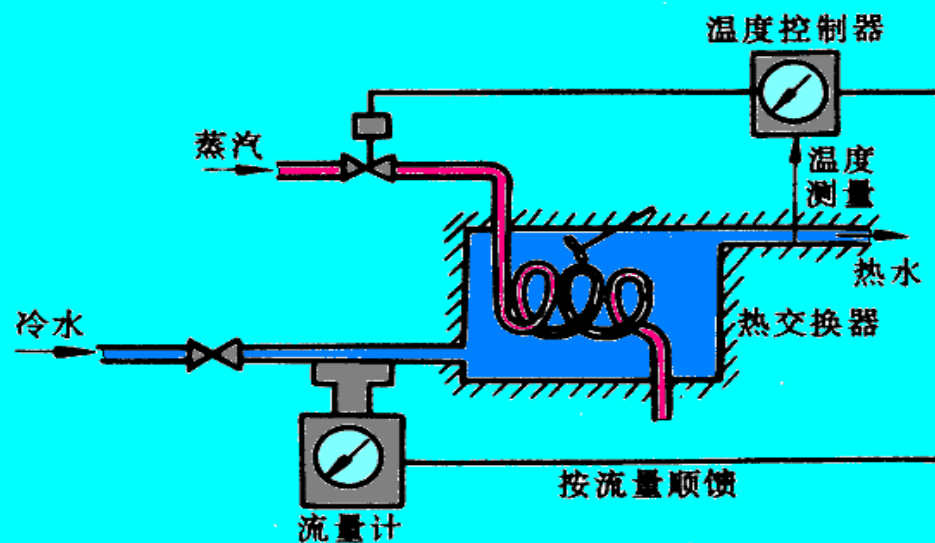
函数记录仪工作原理图



例3 水温调节系统



水温调节系统工作原理图



水温调节系统方框图

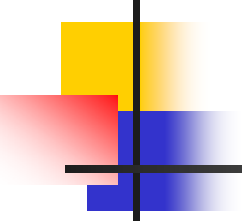


负反馈原理

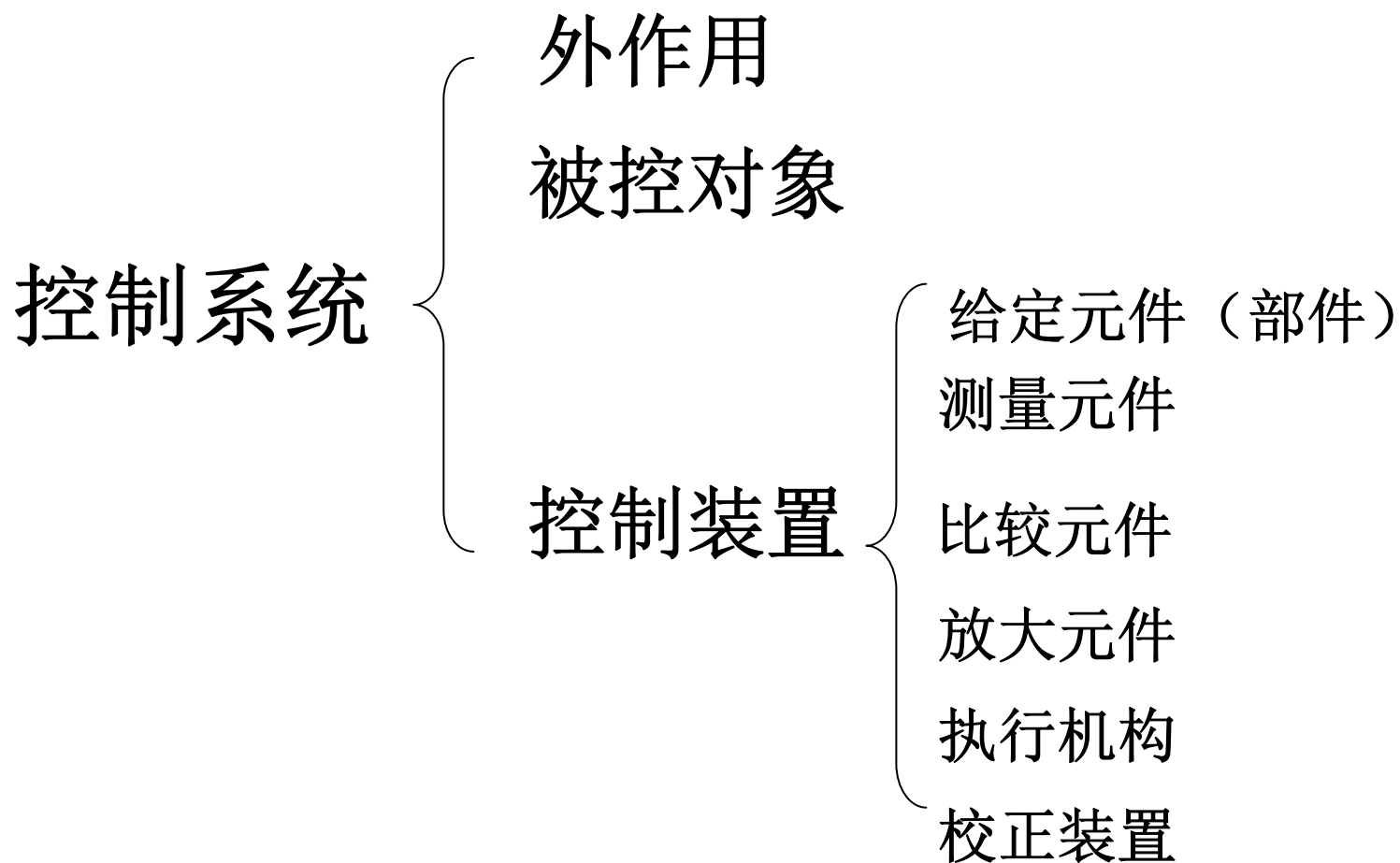
将系统的输出信号引回输入端，与输入信号相比较，利用所得的偏差信号进行控制，达到减小偏差、消除偏差的目的。 _____ 构成闭环控制系统的核心

闭环(反馈)控制系统的特点：

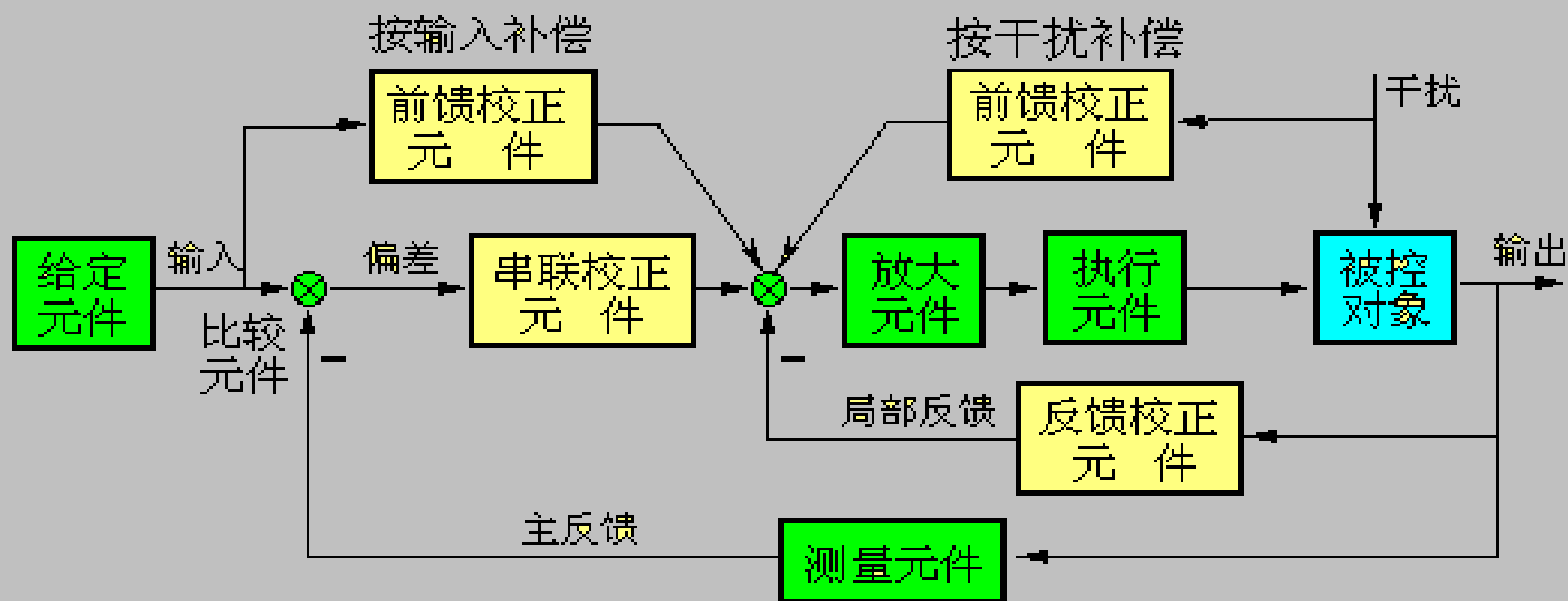
- 系统内部存在反馈，信号流动构成闭回路
- 偏差起调节作用



控制系统的组成(1)



控制系统的组成(2)

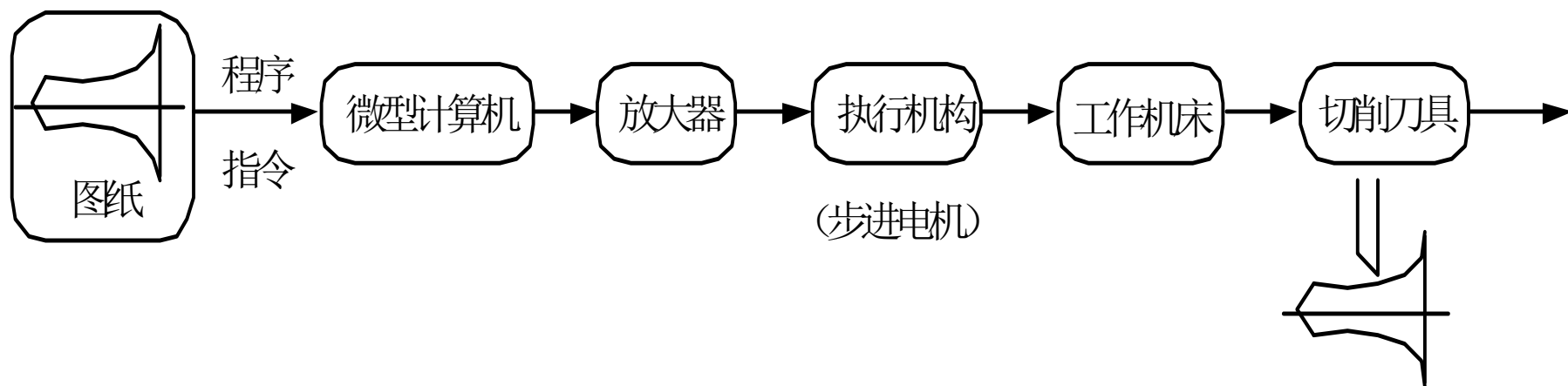


物理角度上看，自动控制研究的是特定激励作用下的系统响应变化情况；
数学角度上看，研究的是输入与输出之间的映射关系。

1-3 自动控制系统分类

一、按控制方式分类

1、开环控制系统



2、闭环控制系统（反馈控制系统）

3、复合控制系统



1-3 自动控制系统分类

二、按输入量的变化规律来分类

1、恒值控制系统（或称自动调节系统、自动镇定系统）

特点：输入信号是一个恒定的数值。

例如：炉温控制系统

2、过程控制系统（或称程序控制系统）

特点：输入信号是一个已知的函数。

例如：数控机床系统

3、随动系统（或称伺服系统）

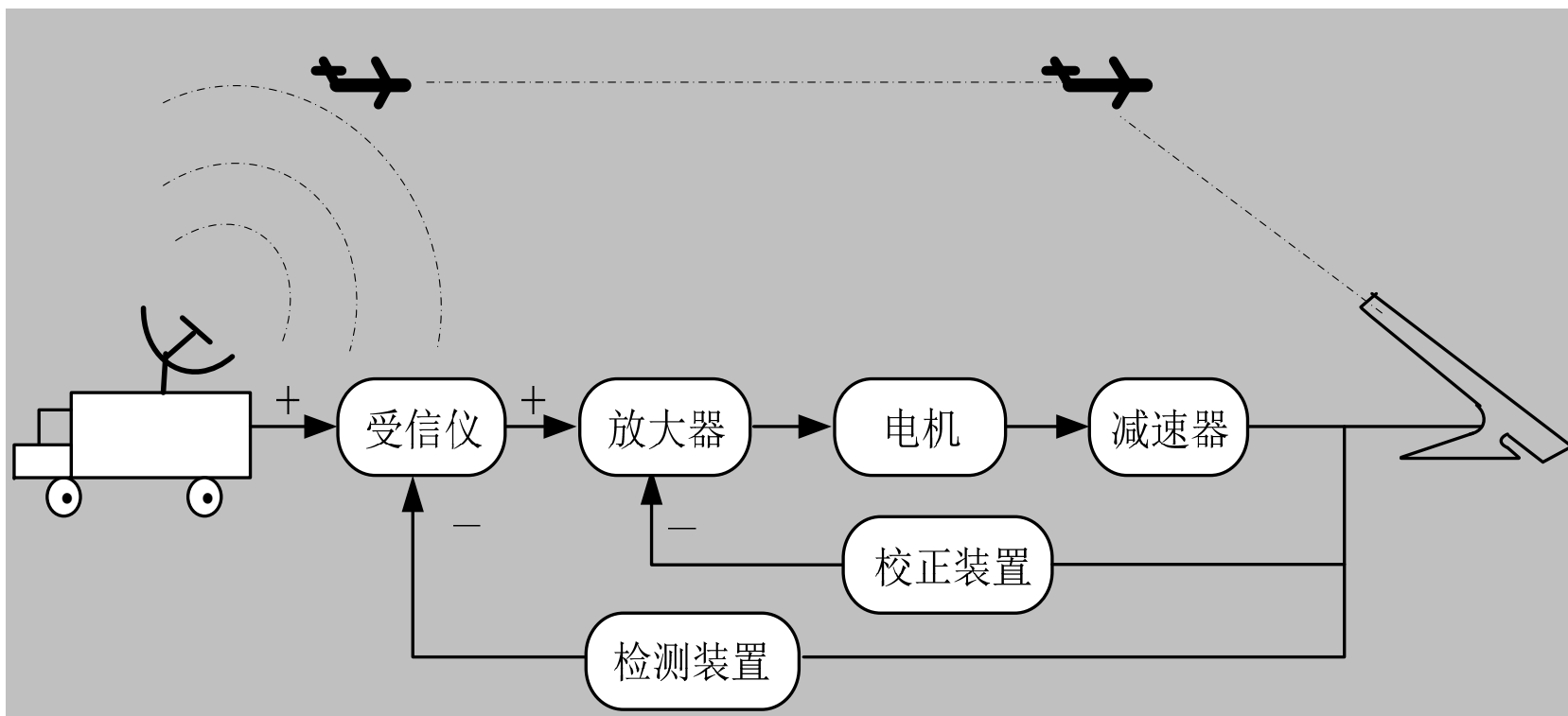
特点：输入信号是一个未知函数。

例如：函数记录仪（位置随动），火炮自动跟踪系统（方位随动）

1-3 自动控制系统分类

火炮自动跟踪系统——“火炮打飞机”

系统要求有较好的跟踪能力。





1-3 自动控制系统的分类

三、按系统传输信号的性质来分类

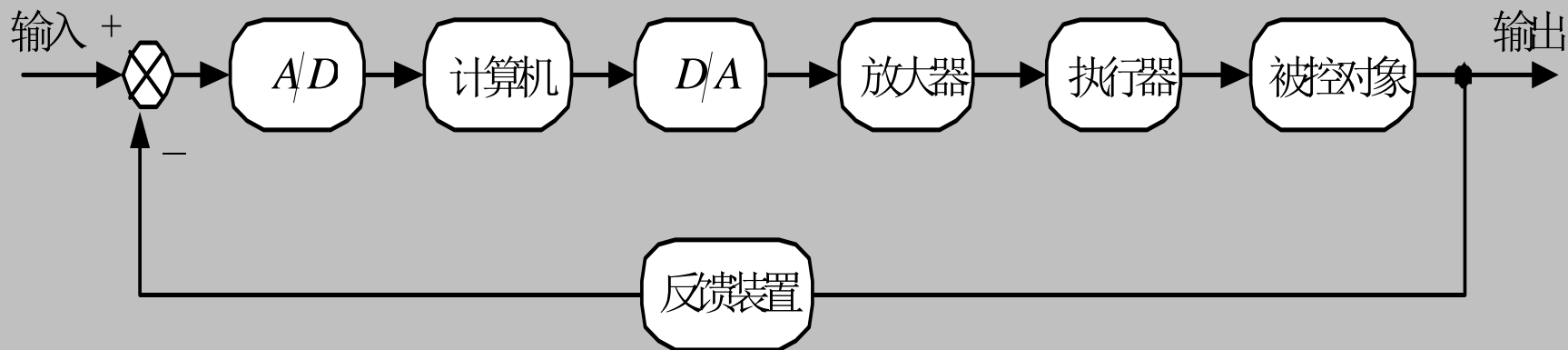
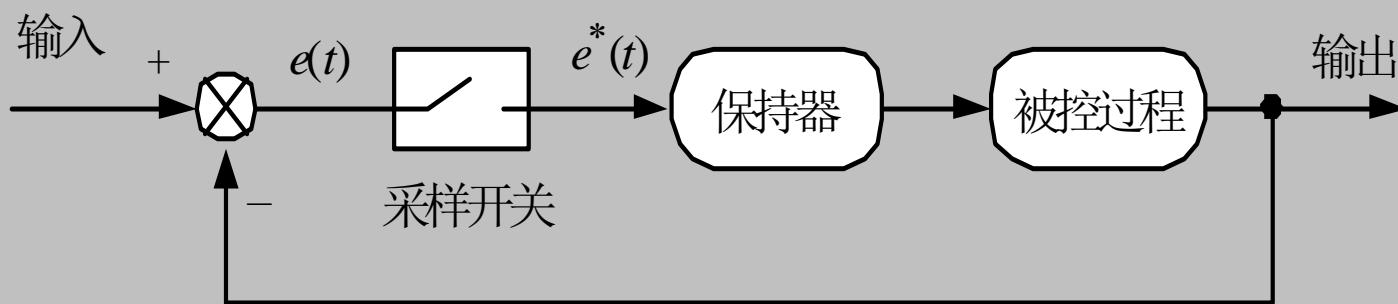
1、连续系统

特点：系统各部分信号都是模拟的连续函数。

2、离散系统

特点：系统的某一处或几处信号以脉冲序列或数码形式传递的控制系统。

1-3 自动控制系统的分类





1-3 自动控制系统的分类

四、按描述系统的数学模型不同来分类

1、线性系统

特点：系统由线性元件构成，描述运动规律的数学模型为线性微分方程。运动方程一般形式：

$$\begin{aligned} a_n \frac{d^n c(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} c(t)}{dt^{n-1}} + \cdots + a_1 \frac{dc(t)}{dt} + a_0 c(t) \\ = b_m \frac{d^m r(t)}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} r(t)}{dt^{m-1}} + \cdots + b_1 \frac{dr(t)}{dt} + b_0 r(t) \end{aligned}$$

式中： $r(t)$ ——系统输入量； $c(t)$ ——系统输出量

主要特点是具有叠加性和齐次性。



1-3 自动控制系统分类

2、非线性系统

特点：在构成系统的环节中有一个或一个以上的非线性环节。

五、其他的分类方法：

- 按功能分： 温度控制系统、速度控制系统、位置控系统等。
- 按元件组成分： 机电系统、液压系统、生物系统等。
- 按系统参数是否随时间变化分： 定常系统 / 时变系统。
- 按输入输出变量的多少分： 单变量系统 / 多变量系统。

1-4 对控制系统的要求

稳：（基本要求）

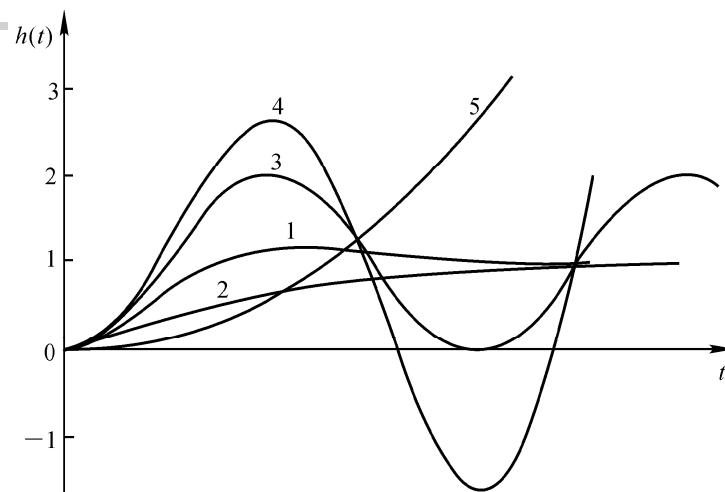
要求系统要稳定

准：（稳态要求）

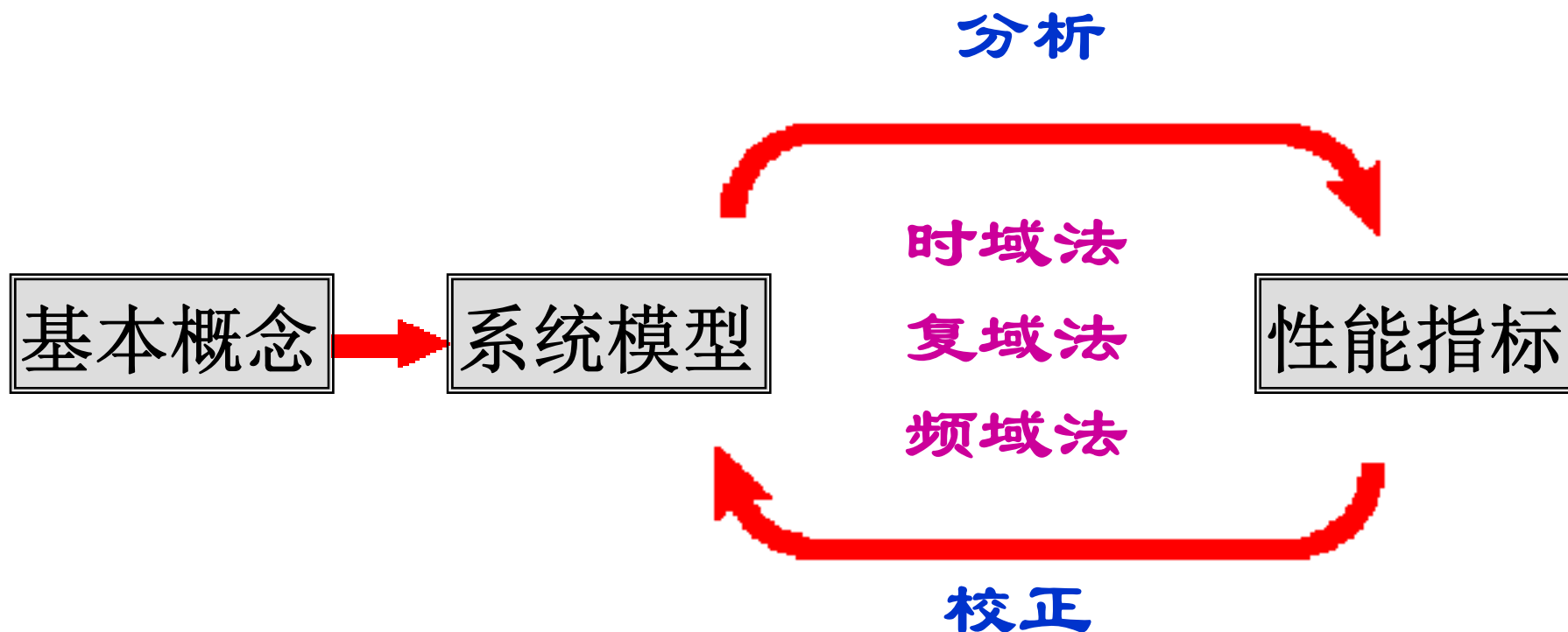
系统响应达到稳态时，输出跟踪精度要高

快：（动态要求）

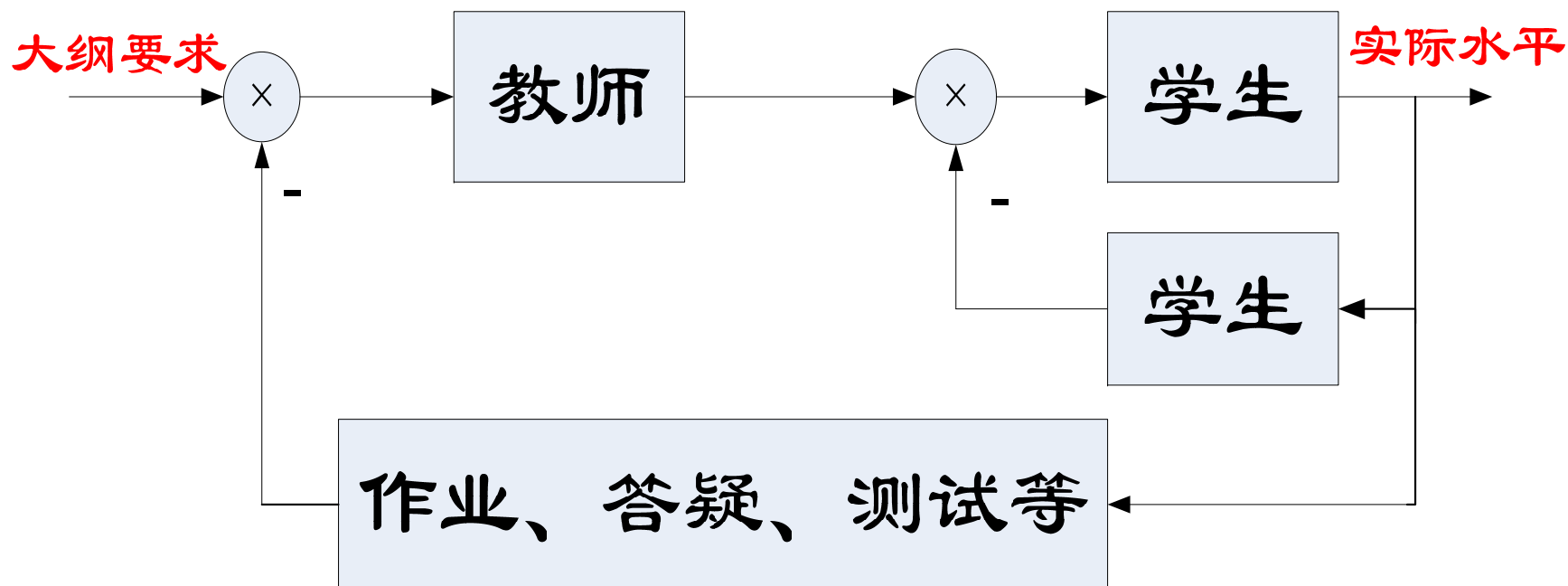
系统阶跃响应的过渡过程要平稳，快速



1-5 课程的任务及教学过程



教学过程





第一章 小结

1. 自动控制的一般概念

基本控制方式

控制系统的基本组成

控制系统的分类

对控制系统的要求

课程研究的内容

2. 要求掌握的知识点

负反馈控制系统的特点及原理

由系统工作原理绘制方框图