



## 知识点Z1.2

# 自动控制的基本方式

### 主要内容:

- 1.开环控制、闭环控制和复合控制的基本原理
- 2.开环控制、闭环控制和复合控制的特点

### 基本要求:

- 1.掌握开环方式和闭环方式的基本原理及优缺点
- 2.了解复合控制的基本原理及优缺点



## Z1.2 自动控制的基本方式

根据自动控制系统结构及控制方式，可将其分为三类：

- ✓ 开环控制
- ✓ 闭环控制
- ✓ 复合控制



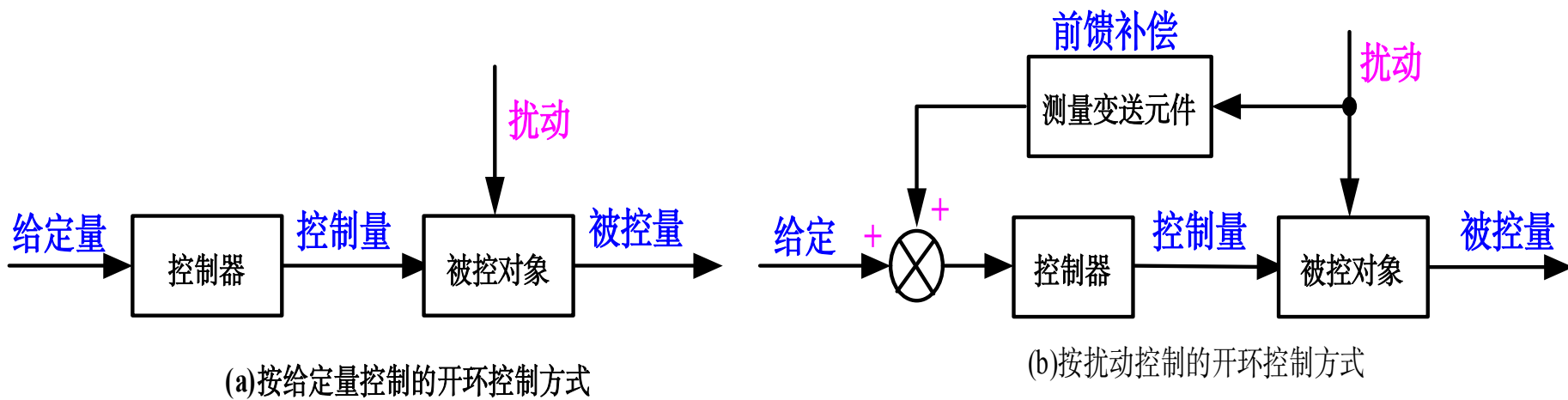
## (1) 开环控制

**控制器**与**被控对象**之间**只有顺向作用而无反向联系**的控制过程。





开环控制系统可以按给定控制方式组成，也可以按扰动控制方式组成。

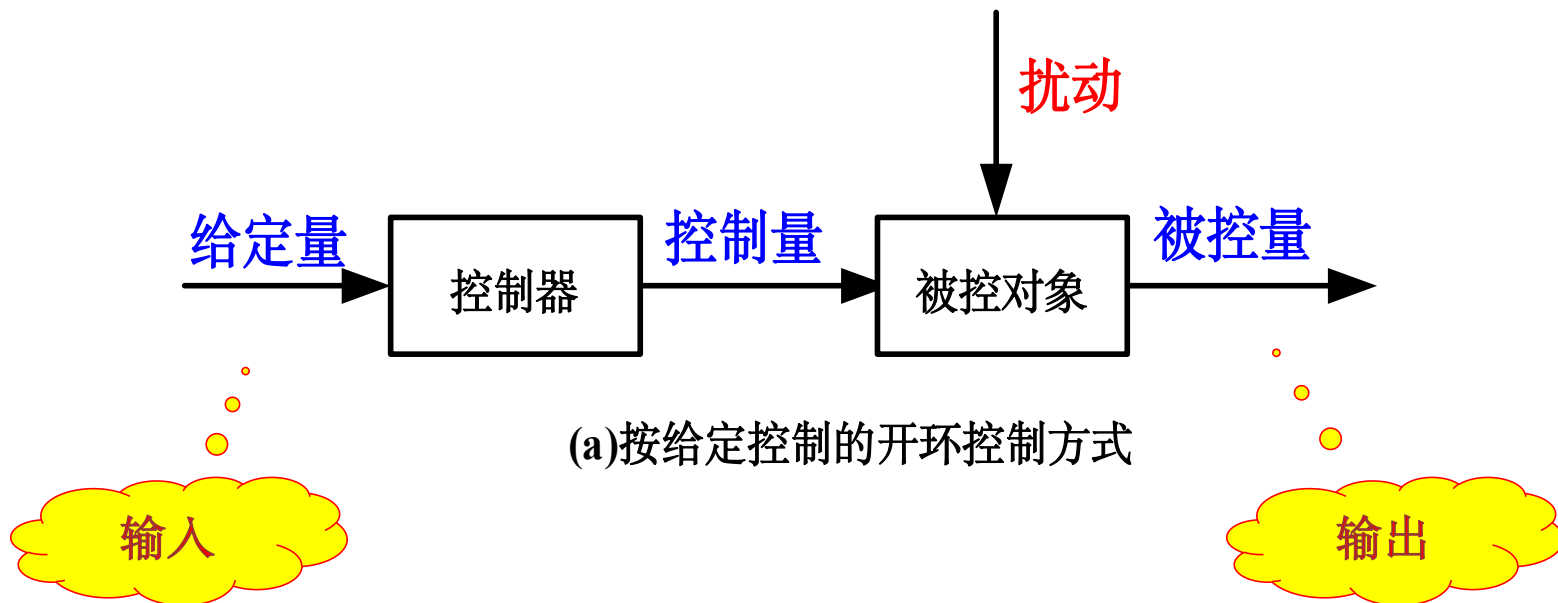


系统的输出量不会对系统的控制作用发生影响。因此，开环控制系统又称为**无反馈控制系统**。



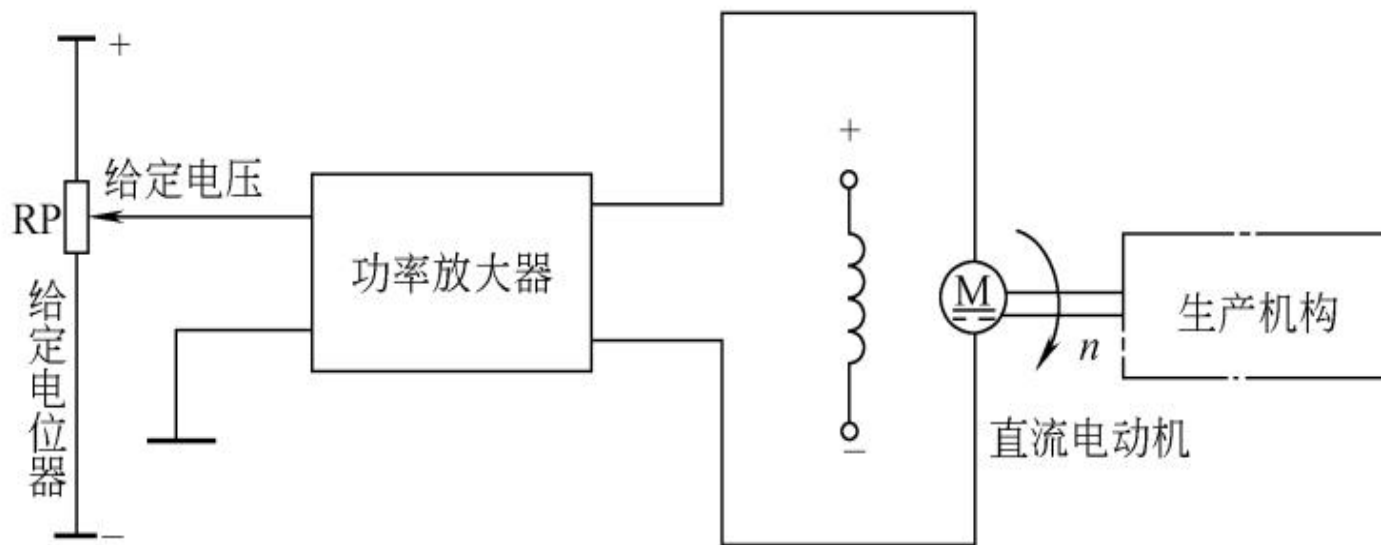
## (a)按给定控制的开环控制系统

控制作用直接由系统的输入量产生。一定的给定值对应一定的输出量。系统的控制精度完全取决于所选用元件以及校准精度。





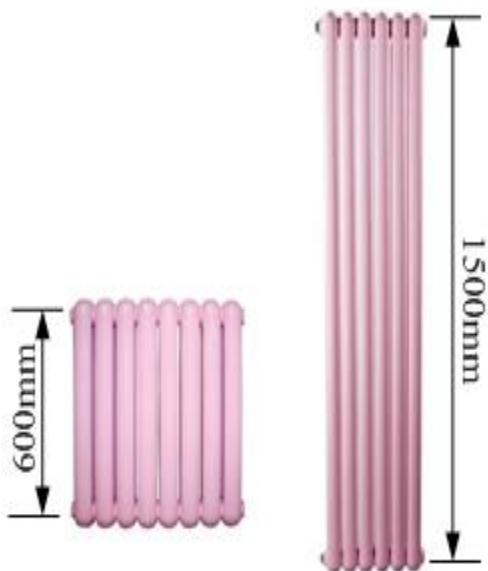
**例1: 直流电动机转速按给定控制的开环控制系统。**





## 例2: 热水供暖开环控制系统。

### 钢制暖气片



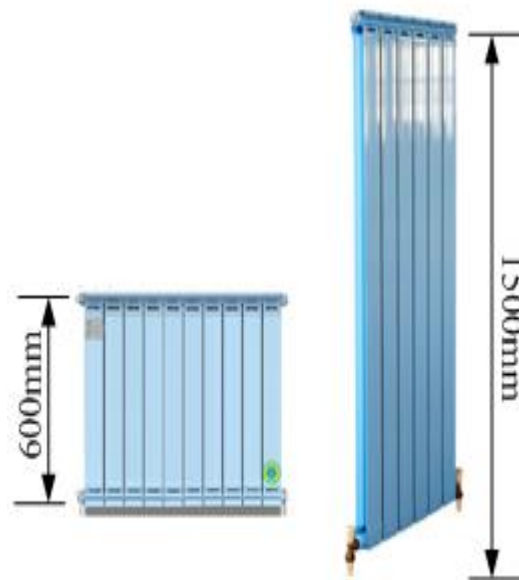
约1.5平米/片    约4平米/片

### 铸铁暖气片

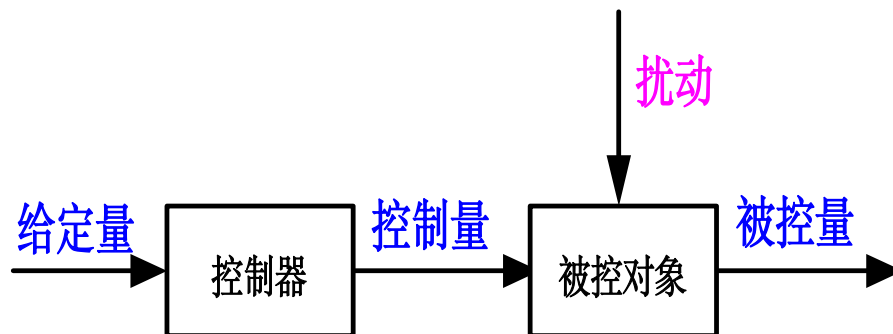


约1平米/片

### 铜铝暖气片



约2平米/片    约5平米/片



(a)按给定控制的开环控制方式

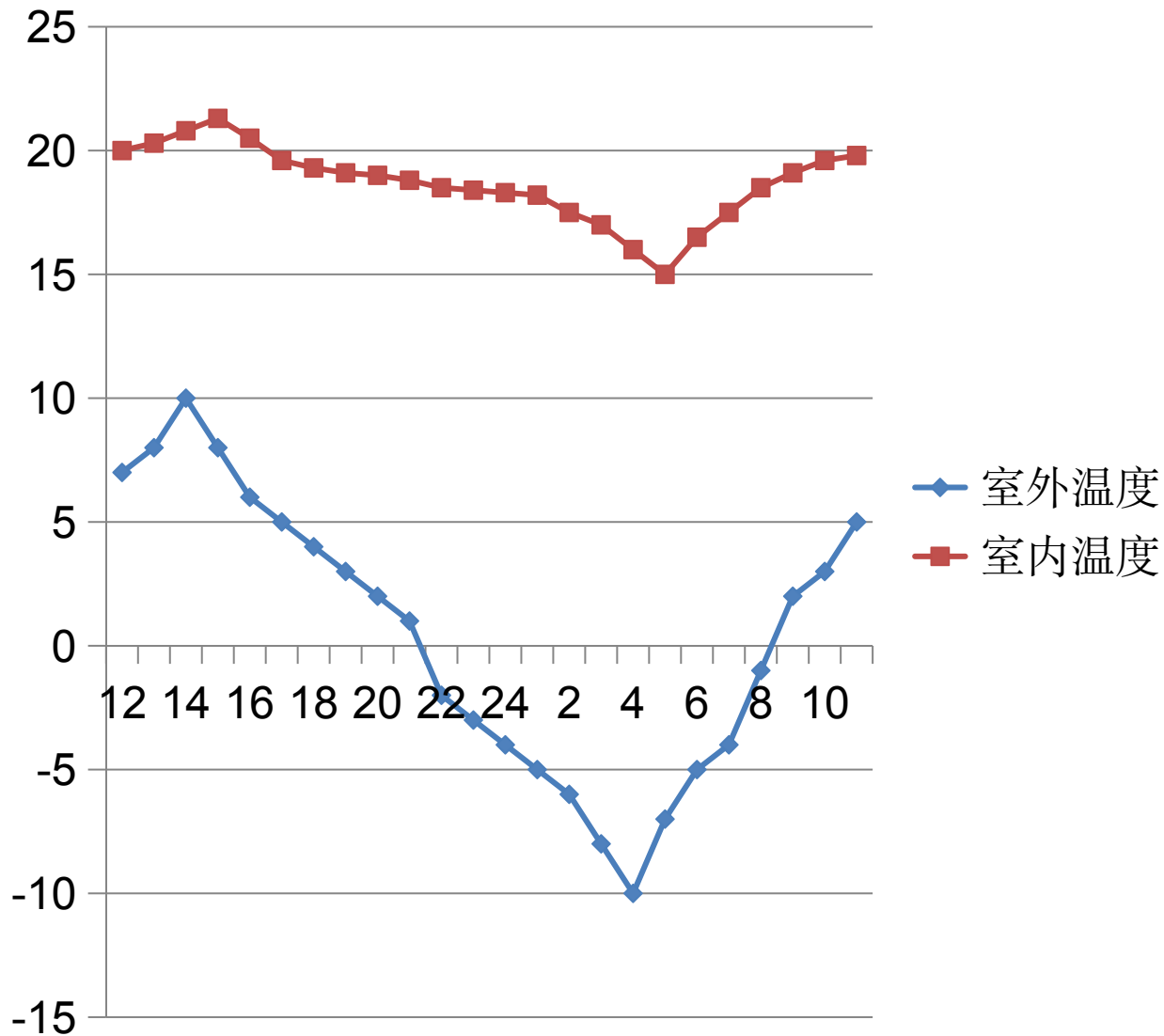
### 优点

结构简单，成本低廉，多用于精度要求不高、系统结构、参数稳定的场合。

### 缺点

对于工作过程中受到的扰动或特性参数的变化无法自动补偿。控制精度不高，抗干扰能力差。

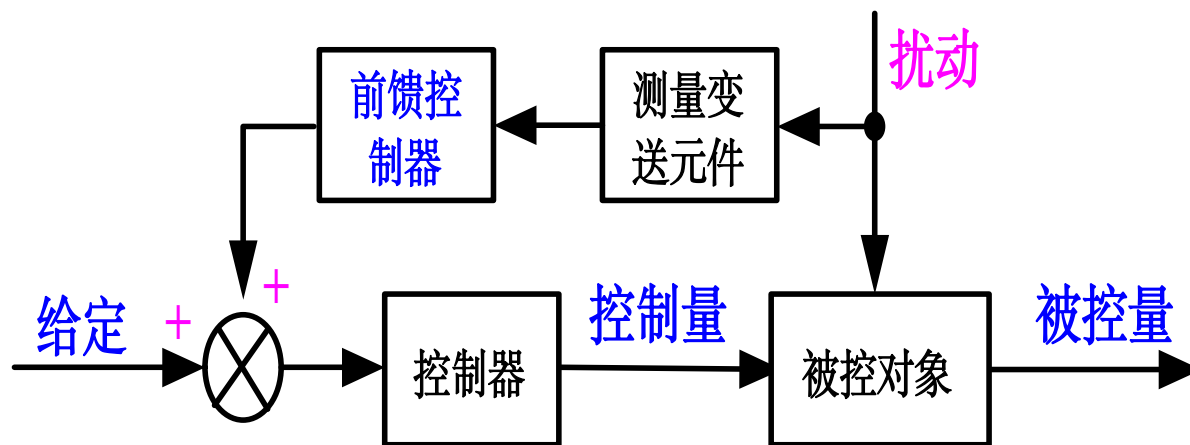






## (b)按扰动控制的开环控制系统

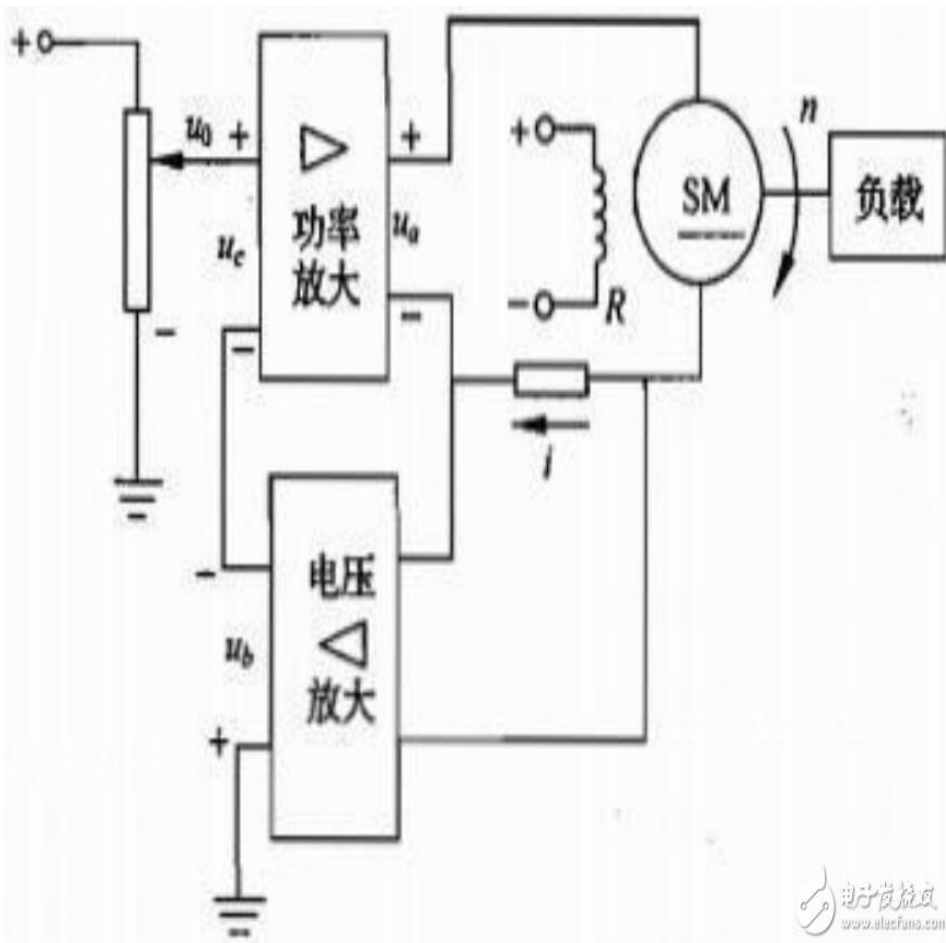
利用可测量的扰动量，产生一种补偿作用，以减小或抵消扰动对输出量的影响，这种控制方式也称为**前馈控制(Feedforward Control)**。



(b)按扰动控制的开环控制方式

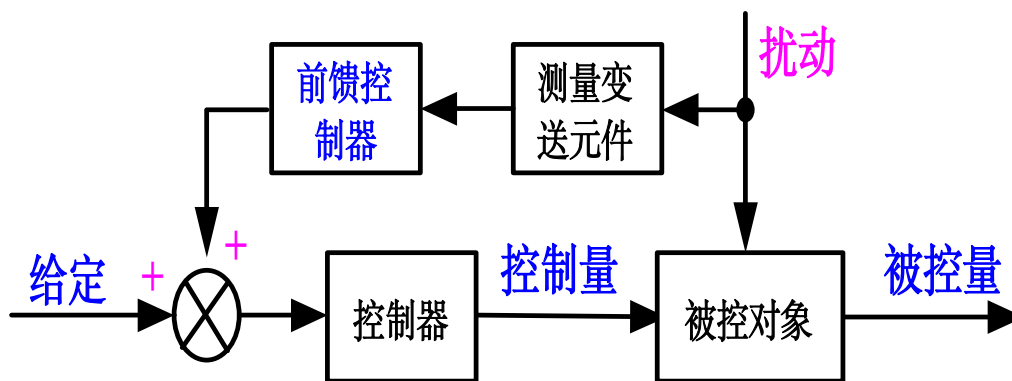


### 例3: 直流电动机转速按扰动控制的开环控制系统。



在直流速度控制系统中，转速常常随负载的增加而下降，且转速的下降是由于电枢回路的电压降引起的。如果我们设法将负载引起的电流变化测量出来，并按照其大小产生一个附加的控制作用，用以补偿由它引起的转速下降，就可以构成**按扰动补偿**的开环控制系统。





(b)按扰动控制的开环控制方式

### 优点

直接从扰动取得信息，并据以改变被控量，因此，其抗扰动性好，控制精度也较高。

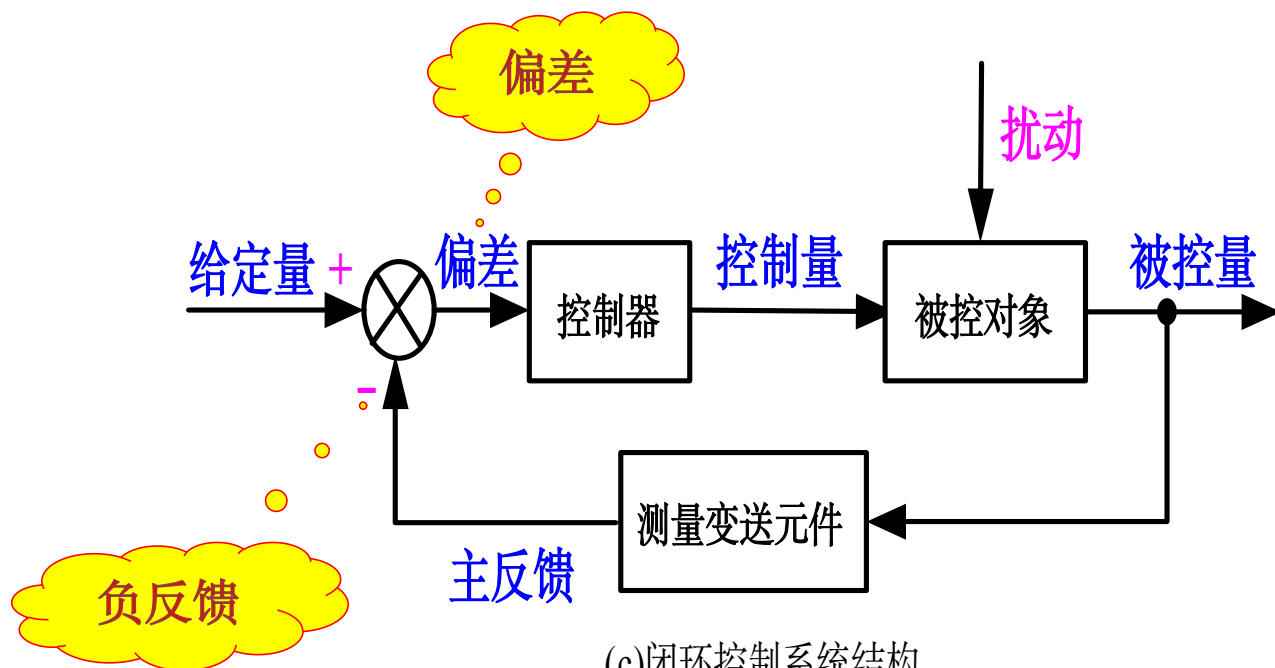
### 缺点

只适用于扰动可测量的场合。一个补偿装置只能补偿一种扰动因素，对其余扰动起不到补偿作用。



## (2) 闭环控制

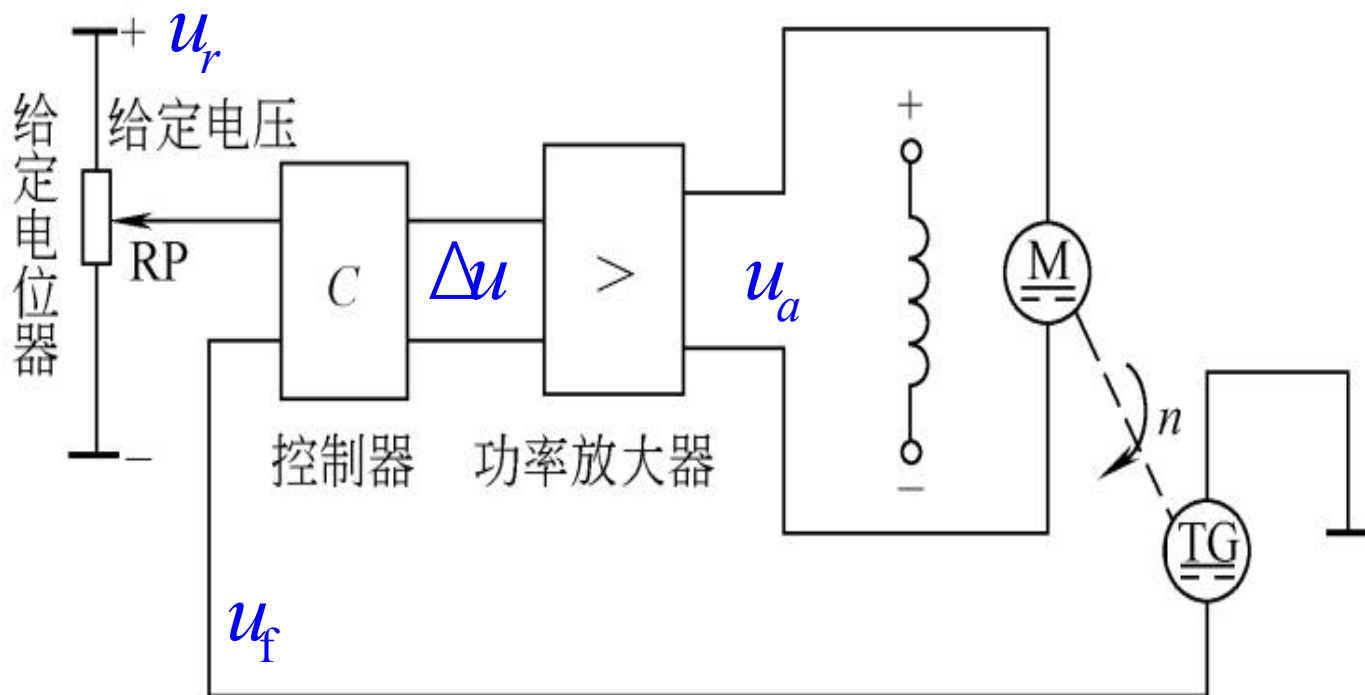
**控制器**与**被控对象**之间既有顺向作用又有反向联系的控制过程。



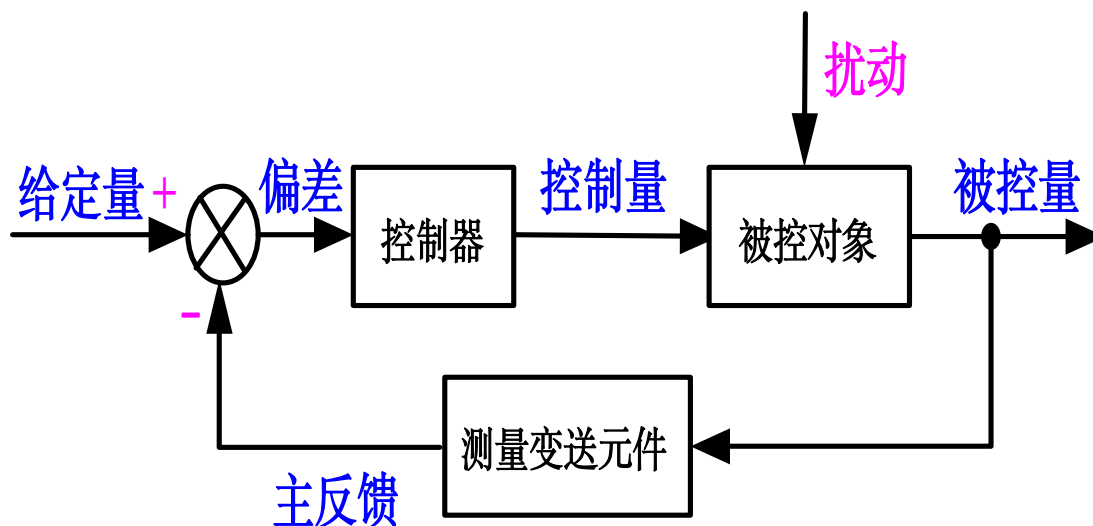
系统的控制作用时通过给定值和反馈值的差值来实现，因此又称为**按偏差控制**，也称为**反馈控制**。



**例4: 电动机转速闭环自动控制系统。**



**控制过程:**  $n \uparrow \rightarrow u_f \uparrow \rightarrow \Delta u \downarrow \rightarrow u_a \downarrow \rightarrow n \downarrow$



(c)闭环控制系统结构

### 优点

输出影响输入，具有自动修正被控制量出现偏离的能力，能削弱或抑制干扰，利用低精度元件可组成高精度系统。

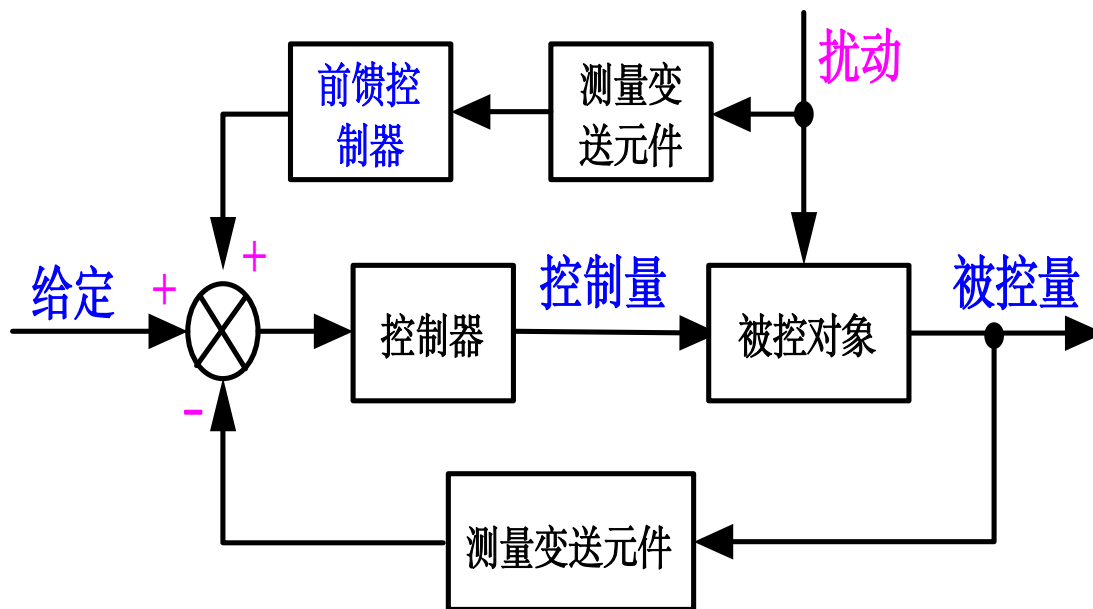
### 缺点

系统复杂；  
可能发生超调、振荡，所以稳定性很重要。



### (3) 复合控制

**按偏差控制**与**按扰动控制**结合起来，对主要扰动采用适当的补偿装置实现按扰动控制，同时再组成反馈控制系统实现按偏差控制，以消除其余扰动产生的偏差。

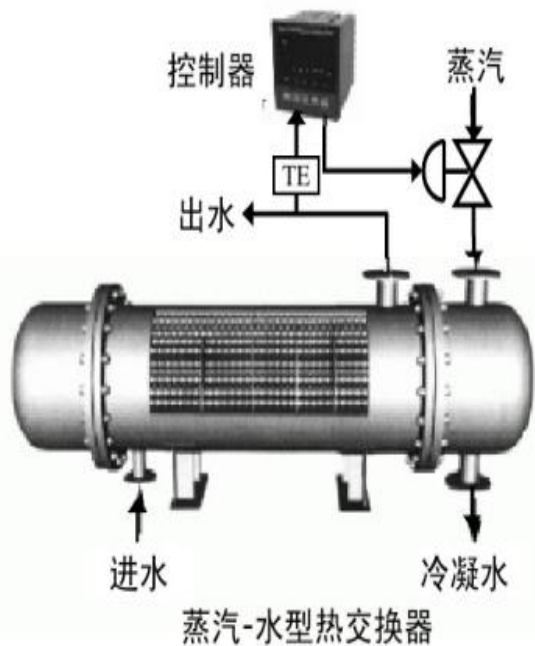


(d) 复合控制





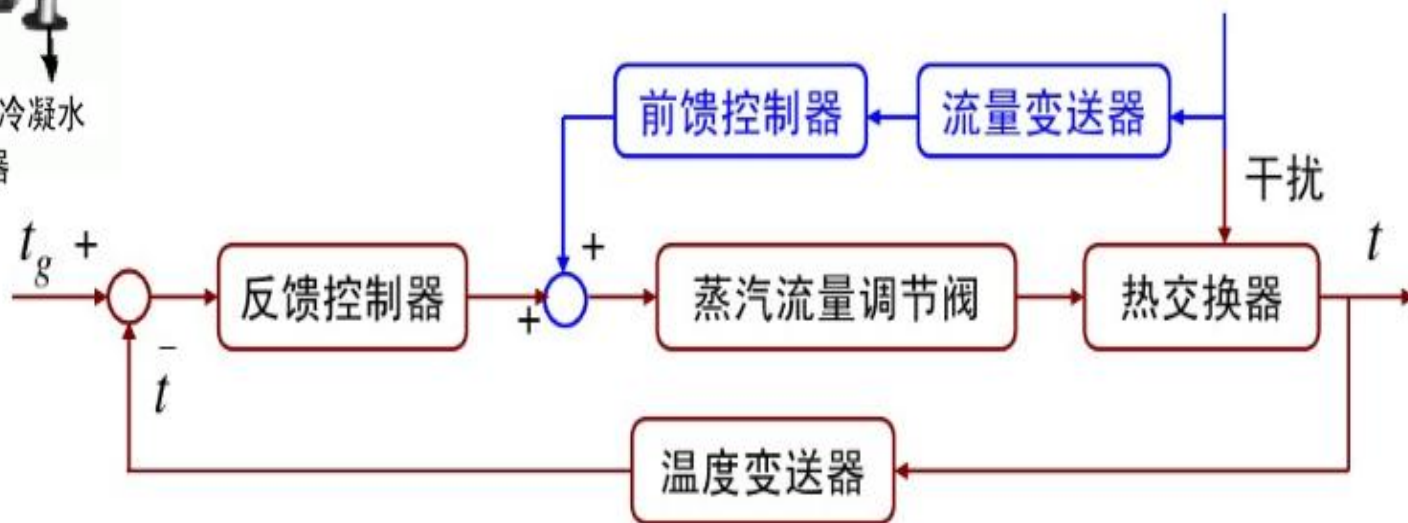
### 例5: 蒸汽-水型热交换器顺馈+反馈控制系统。



**被控量:** 出水温度;

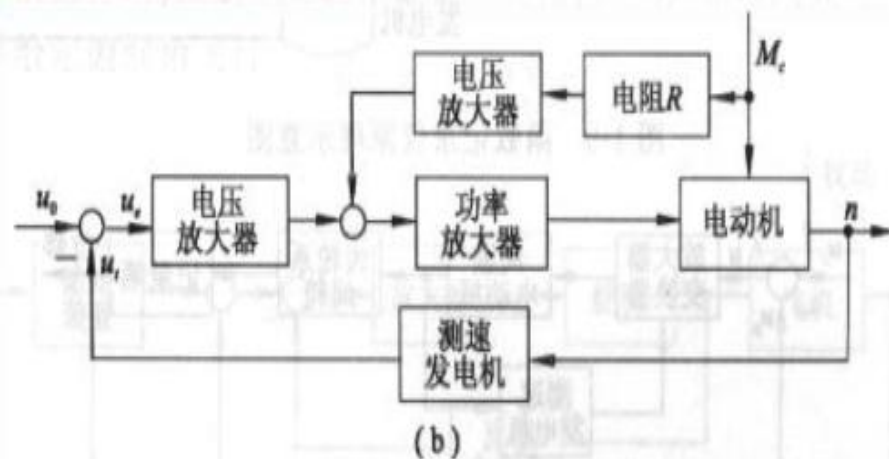
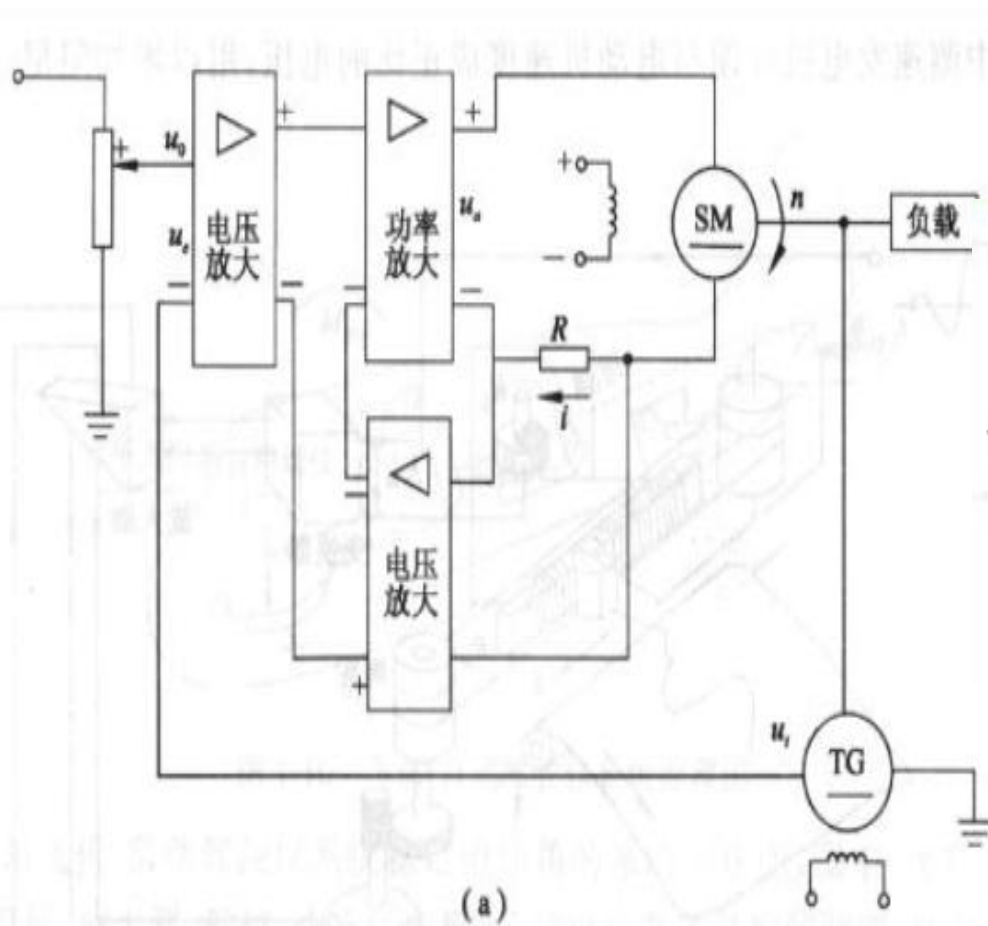
**控制量:** 蒸汽流量;

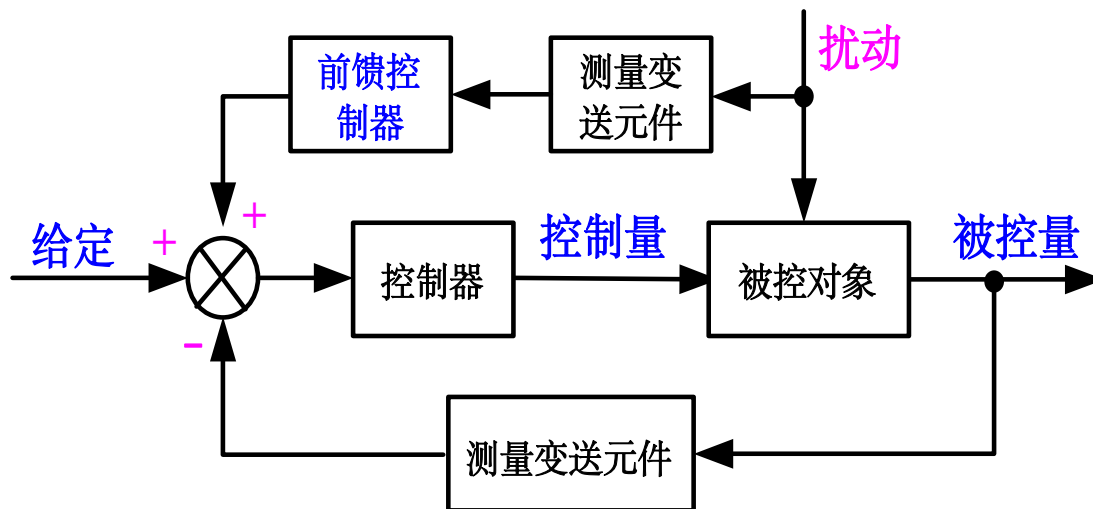
**扰动:** 进水流量;





例6: 电动机转速**顺馈+反馈**控制系统。





(d) 复合控制

- ✓ 从**前馈控制**角度，由于增添了反馈控制，降低了对前馈控制模型的精度要求，并能对未选做前馈信号的干扰加以克服；
- ✓ 从**反馈控制**角度，由于前馈控制的存在，对干扰作了及时的粗调，大大减小了反馈控制的负担。