

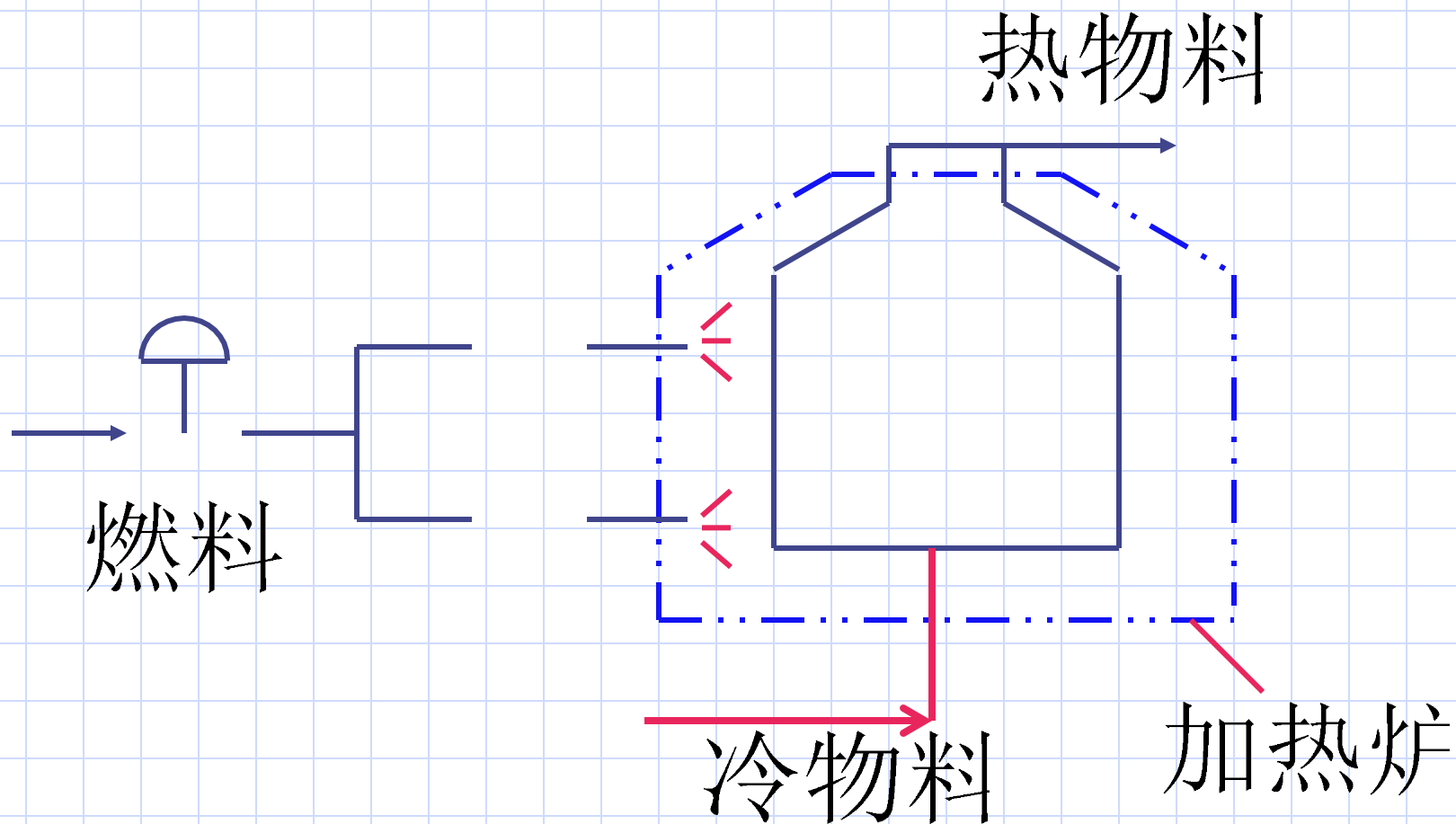
串级控制系统的结构与工作过程

根本思路：

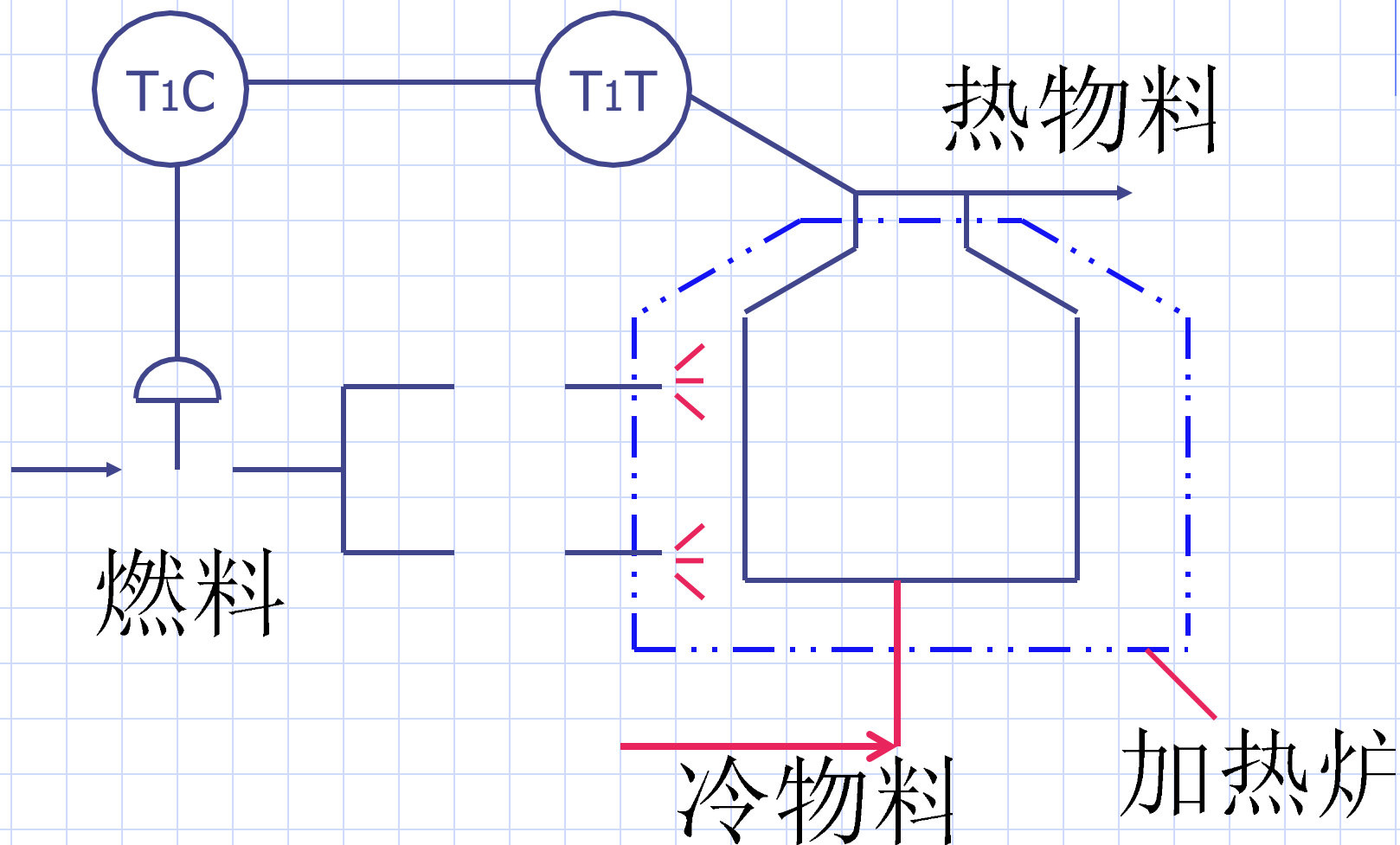
以加热炉控制为例，介绍串级控制思想的提出、串级控制系统的根本构成、根本术语与工作过程

加热炉温度控制系统

控制要求：被加热物料温度为定值



方案1: 出口温度为被控参数 燃料量为控制参数

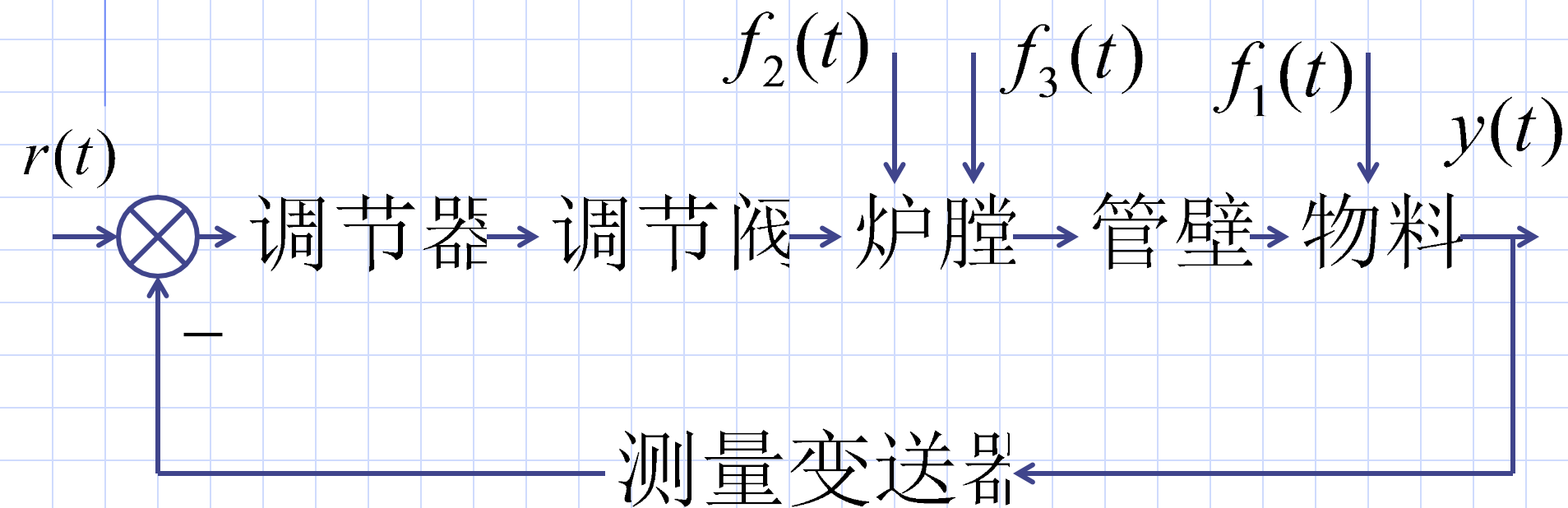


影响出口温度的因素:

- (1) 被加热物料的流量和温度 $f_1(t)$;
- (2) 燃料热值的变化、压波动、流量的变化 $f_2(t)$;
- (3) 烟窗挡板位置的改变抽力的变化 $f_3(t)$.

方案1的分析

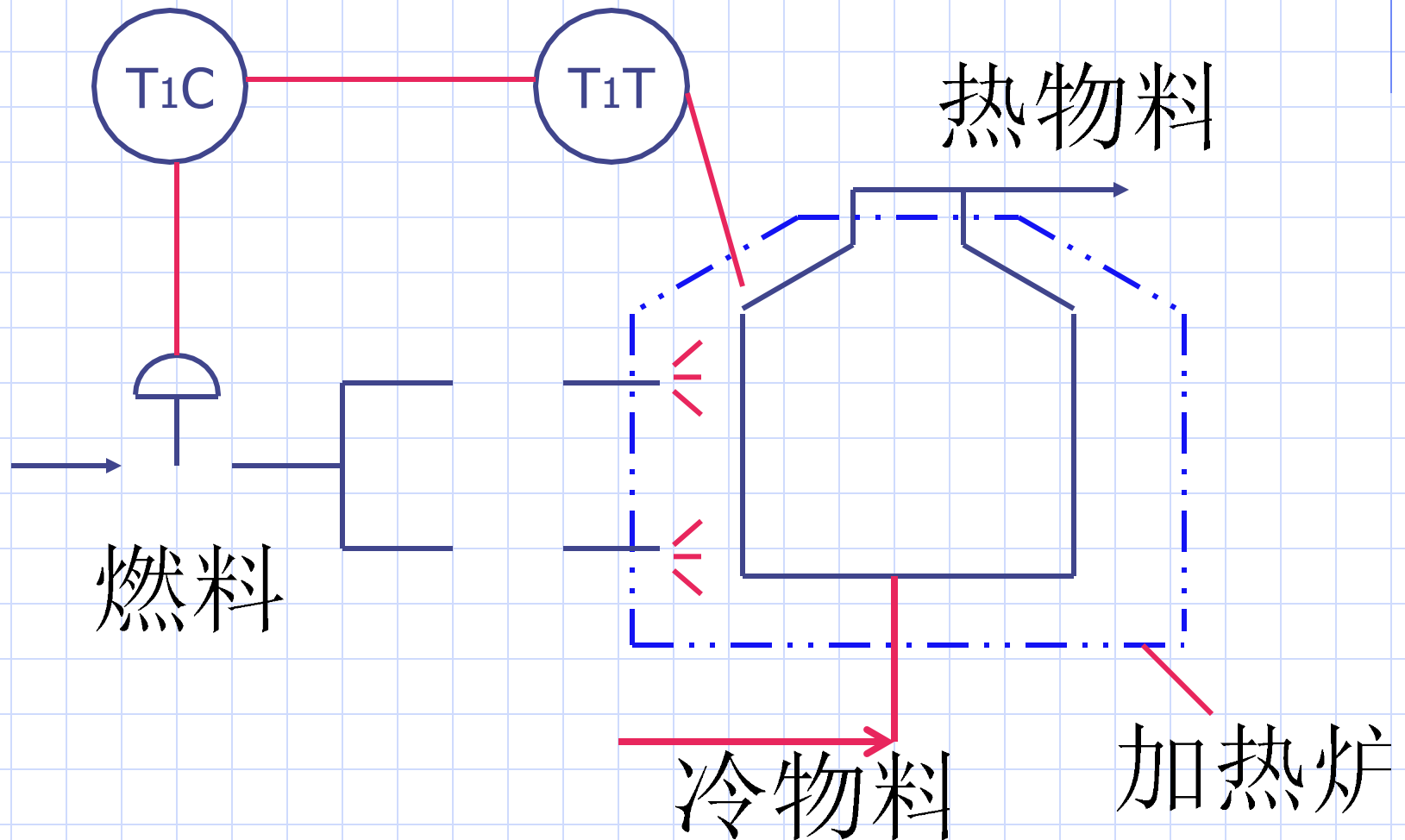
系统的框图如下：



方案1的分析

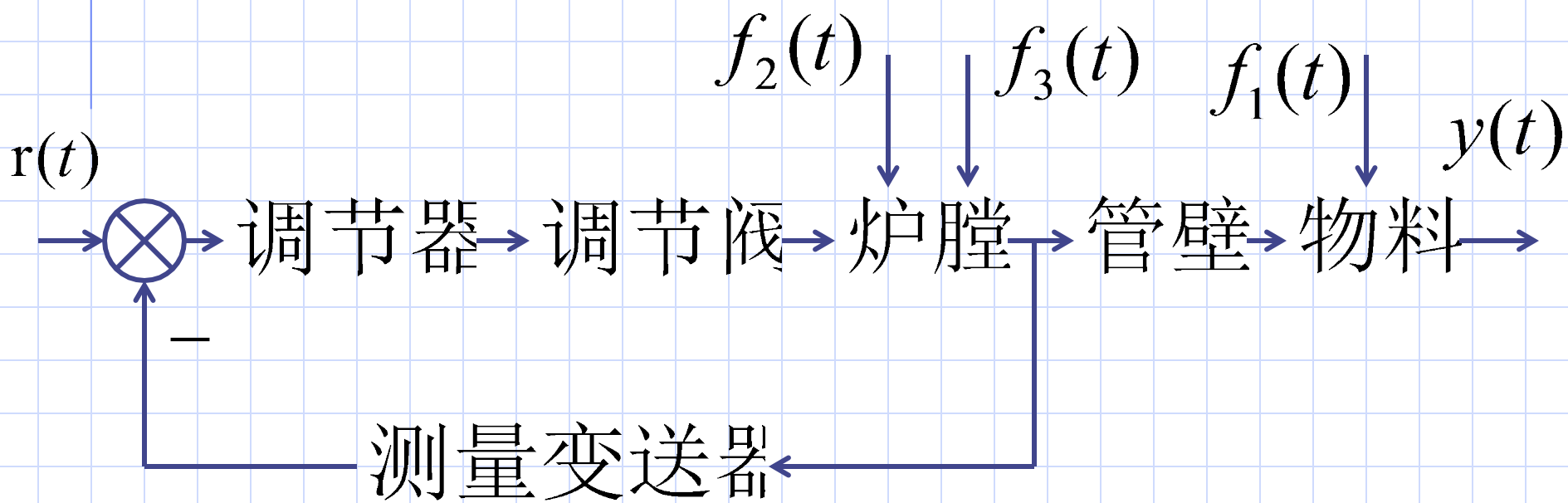
- ◆所有的扰动都包含在环内，理论上都可以由温度控制器予以克服；
- ◆控制通道的时间常数和容量滞后比较大，控制作用不及时，系统克服扰动的能力比较差。

方案2：选择炉膛温度为被控参数



方案2的分析:

系统的框图如下:



方案2的分析

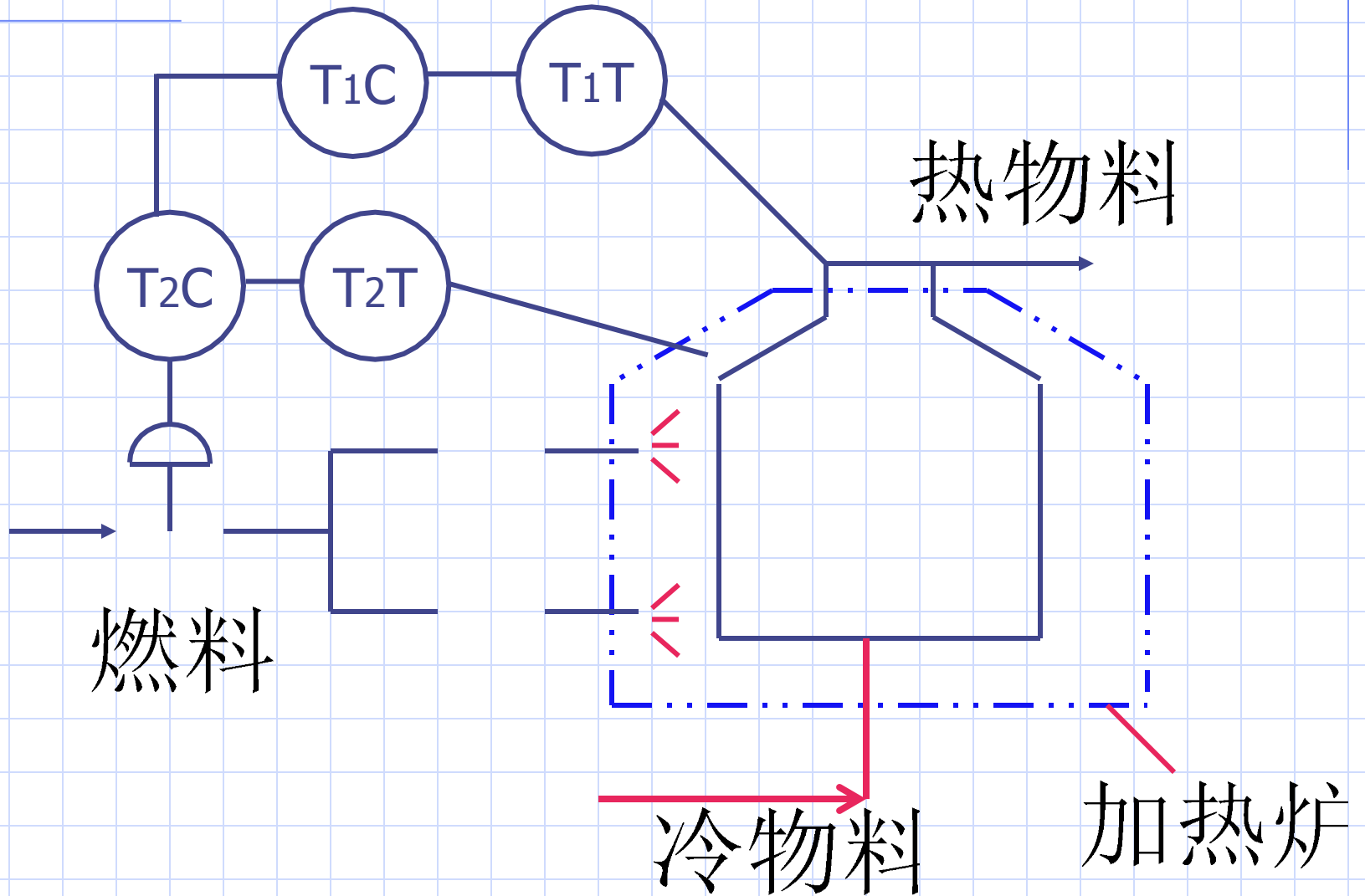
- ◆能及时有效地克服扰动 $f_2(t)$ 、 $f_3(t)$ 的影响；
- ◆ $f_1(t)$ 未包含在环内，系统不能克服扰动 $f_1(t)$ 对出口温度的影响。

总之，两种方案各有不同的优点，因此，可以综合考虑二者的优点。

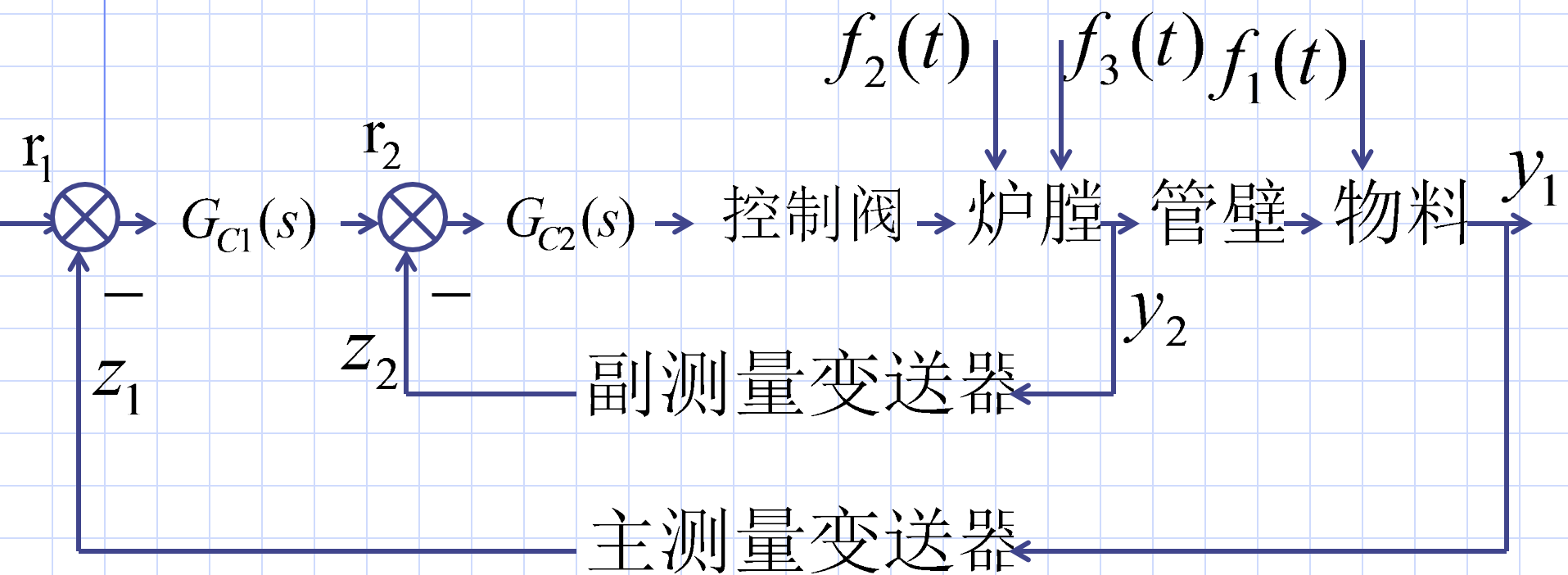
串级控制系统的构成

- ◆综合考虑两种方案的优点：选取炉出口温度为主被控变量，选取炉膛温度为副被控变量，把炉出口温度控制器的输出作为炉膛控制器的给定值。

串级控制系统流程图



串级控制系统的框图



串级控制系统的根本术语

- ◆主参数〔主变量〕：对象的主控参数
- ◆副参数〔副变量〕：为了稳定主参数而引入的辅助参数
- ◆主对象：由主参数表征其特性的生产过程
- ◆副对象：由副参数为输出的生产过程，副回路所包含的对象。

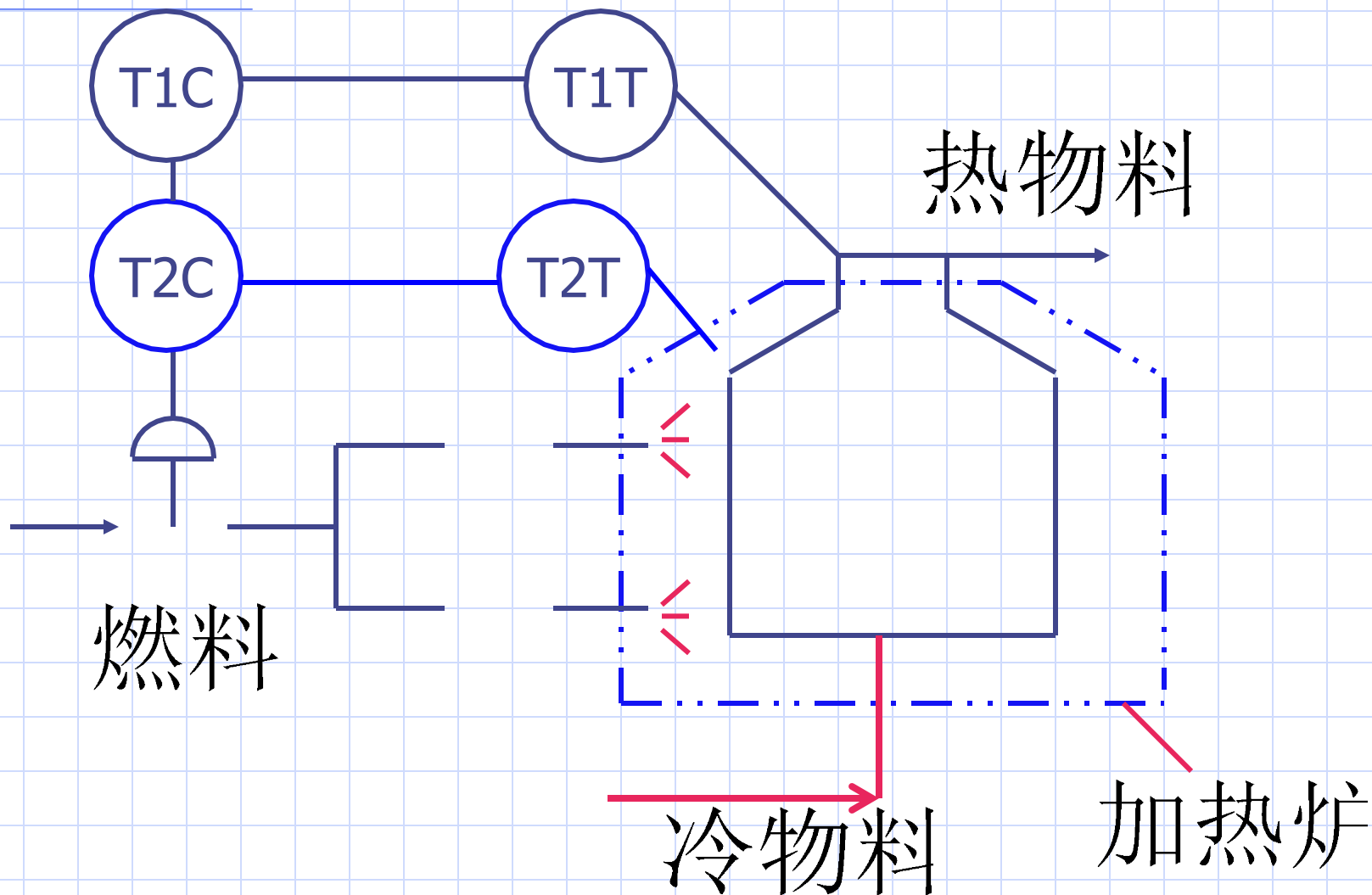
串级控制系统的根本术语

- ◆主调节器（主控制器）：按主参数的测量值与给定值的偏差进行工作的调节器。
- ◆副调节器（副控制器）：按副参数的测量值与主调节器输出的偏差进行工作的调节器。
- ◆主回路与副回路

串级控制系统的根本术语

- ◆一次扰动：不包括在副回路内的扰动。
- ◆二次扰动：包括在副回路内的扰动。

加热炉串级控制系统流程图



加热炉串级控制系统工作过程

当系统受到扰动，其调过程如下：

- (1) $f_2(t)$ 、 $f_3(t)$ 作用：副调节器开始调节，如果扰动不大，影响炉出口温度，如果扰动大，主路进一步调节
- (2) $f_1(t)$ 作用：主回路、主调器校正。

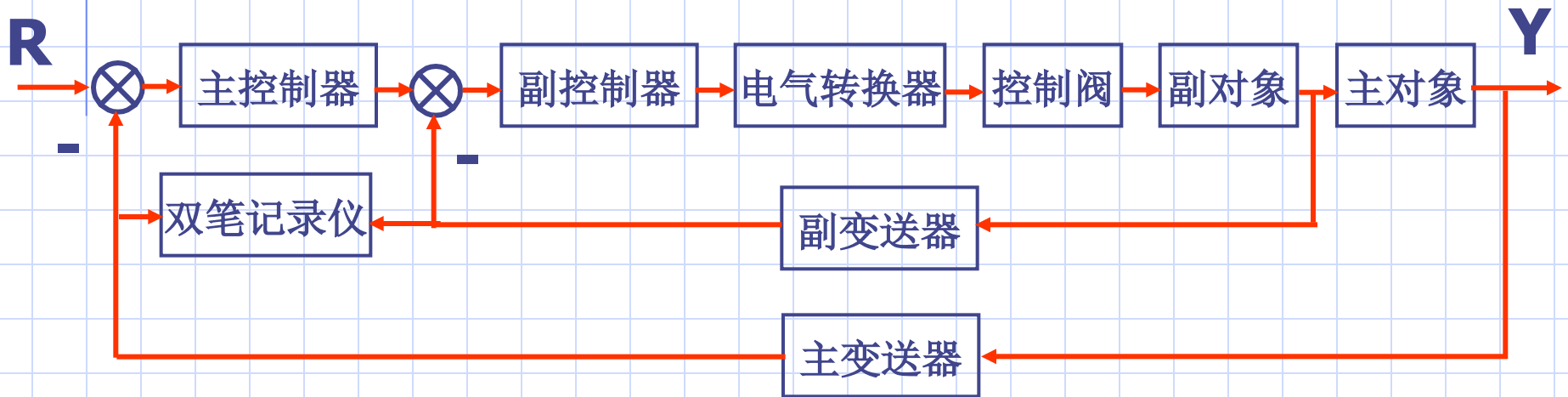
(3) $f_1(t)$ 、 $f_2(t)$ 、 $f_3(t)$ 作用:

1) 一、二次扰动使主参数、副参数同时变大或变小, 调节阀幅度开大或关小, 调节速度很快;

2) 一、二次扰动使主参数、副参数一个变大, 一个变小, 主副调节器控制调节阀的方向相反, 调节阀幅度变化较小就能满足要求。

串级控制系统的实施方案

◆一般的串级方案

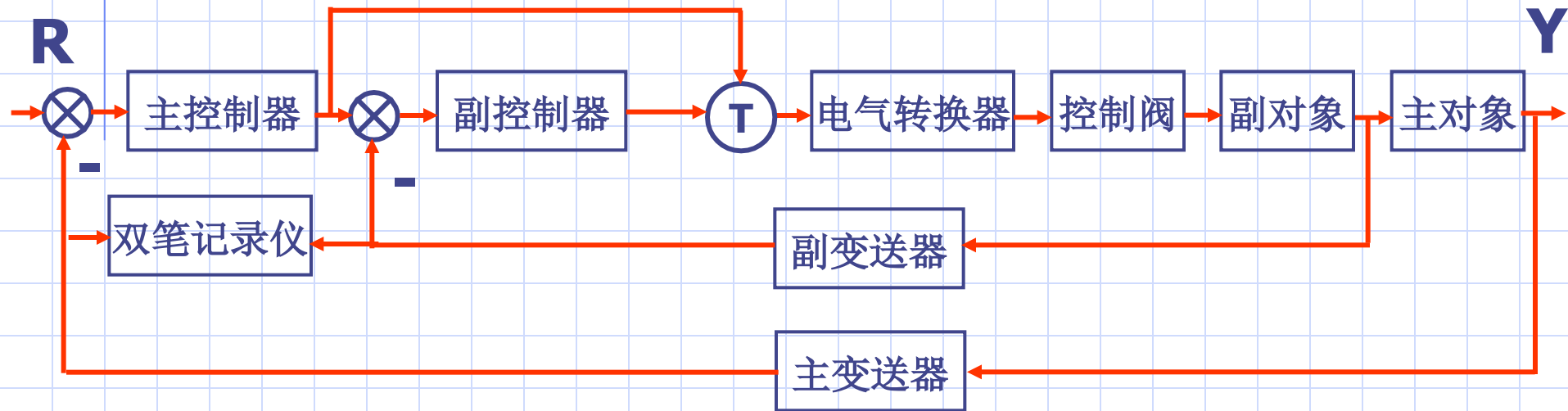


◆通过双笔记录仪对主、副变量记录。

◆电气转换器是阀门定位器。

串级控制系统的实施方案

◆ 能实现主控-串级切换的串级方案



串级控制系统的实施

- ◆ 主、副控制器控制规律的选择；
- ◆ 主、副控制器正、反作用形式的选择；
- ◆ 串级与主控直接切换条件。

主、副控制器控制规律选择

- ◆主控制器控制规律：主控制器起**定值控制**作用，主变量是主要指标，允许波动小，一般要求无余差，因此一般要选择**PI或PID**。

主、副控制器控制规律选择

- ◆副控制器起**随动控制**作用，副变量的设置是为了保证主变量的控制质量，对快速性要求较高，可以在一定范围内变化，允许有余差，因此副调节器一般选**P**控制规律即可。

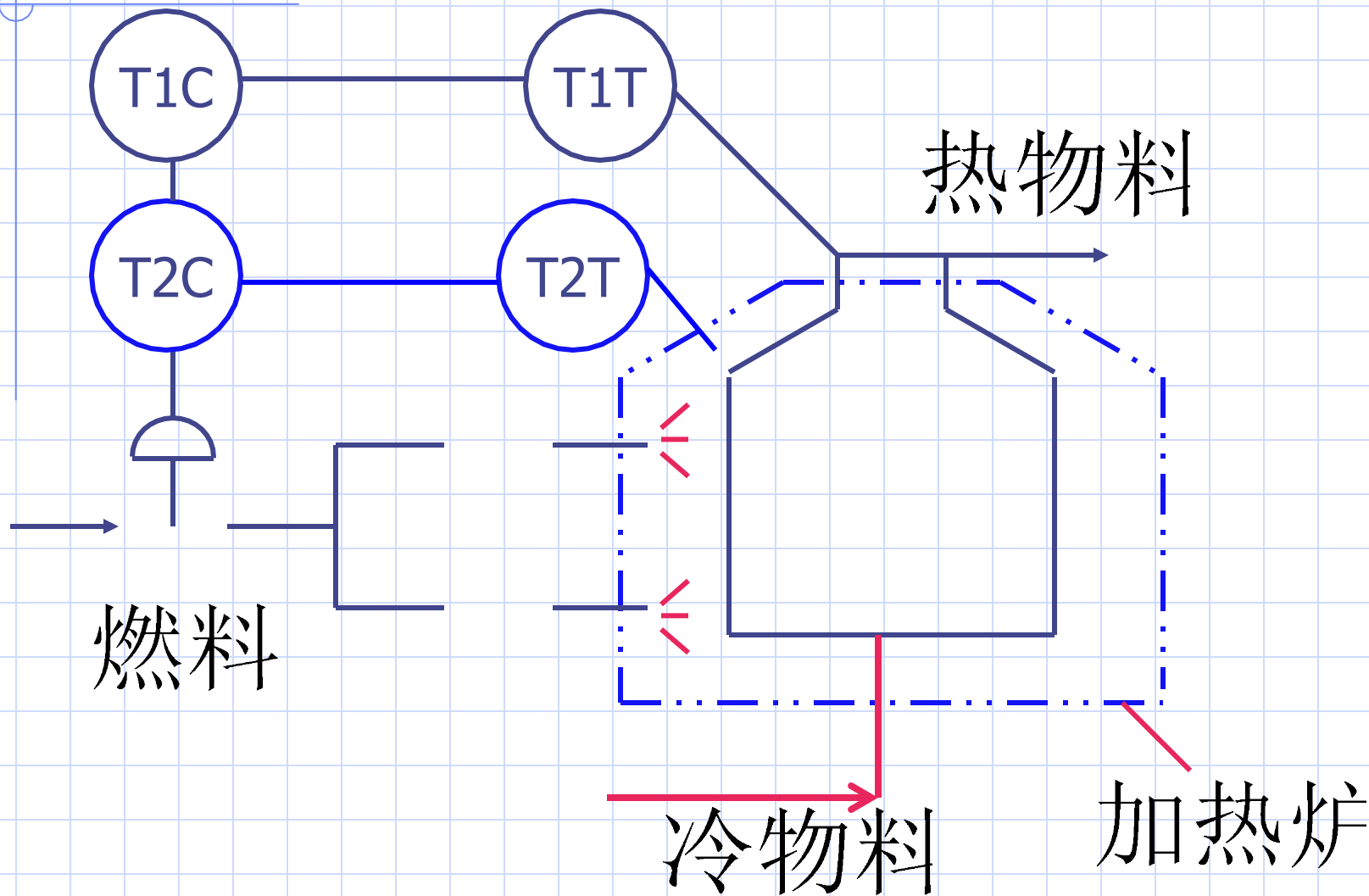
副调节器一般不引入I或D

- ◆引入**I**：会延长控制作用，减弱副回路的快速作用。
- ◆引入**D**：因为副回路本身起快速作用，再引入**D**会使控制阀动作过大，对控制不利。

主副控制器正、反作用方式的选择

- ◆根本原那么：整个控制系统构成负
反响系统
- ◆具体做法：主通道各环节放大系数
极性乘积必须为正
- ◆极性规定：与单回路系统相同

应用举例1：加热炉温度控制系统



主变量：出口温度；副变量：炉膛温度

◆燃料控制阀的选择：从平安角度出发，一旦调节阀损坏，保证控制阀处于全关状态，切断燃料进入加热炉，确保设备平安，所以要选择气开式调节阀。

$$K_v > 0$$

副回路的分析

当调节阀的开度增大 \rightarrow 燃料流量
增大 \rightarrow 炉膛温度升高 \rightarrow 副过程为
正过程 $\rightarrow K_{02} > 0$

按照 $K_V K_{C2} K_{02} < 0$ 的原则, $K_{C2} < 0$

所以, 副控制器为反旌形式

主回路的分析

当炉膛温度升高 → 炉出口温度升高
→ 主过程为正过程 → $K_{01} > 0$

由于 $K_V K_{C2} K_{02} > 0$ ，所以要求：

$K_{C1} K_{01} < 0$ ，即：

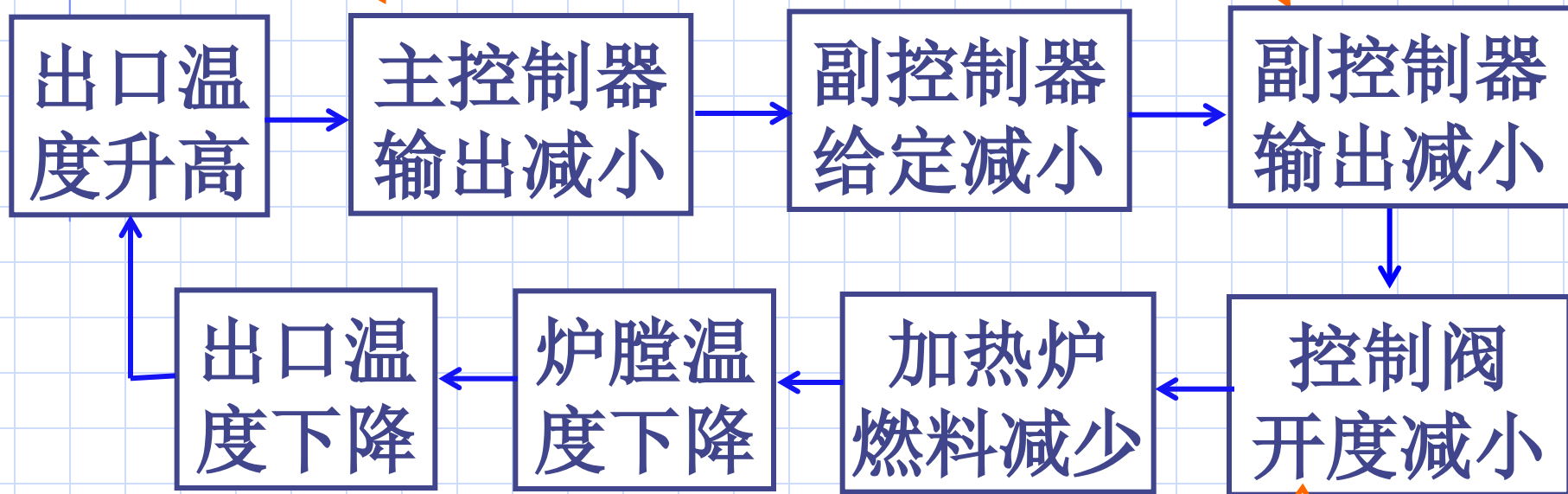
主调节器为反作用形式

调节过程

反作用形式

相当于测量值增加

随动系统



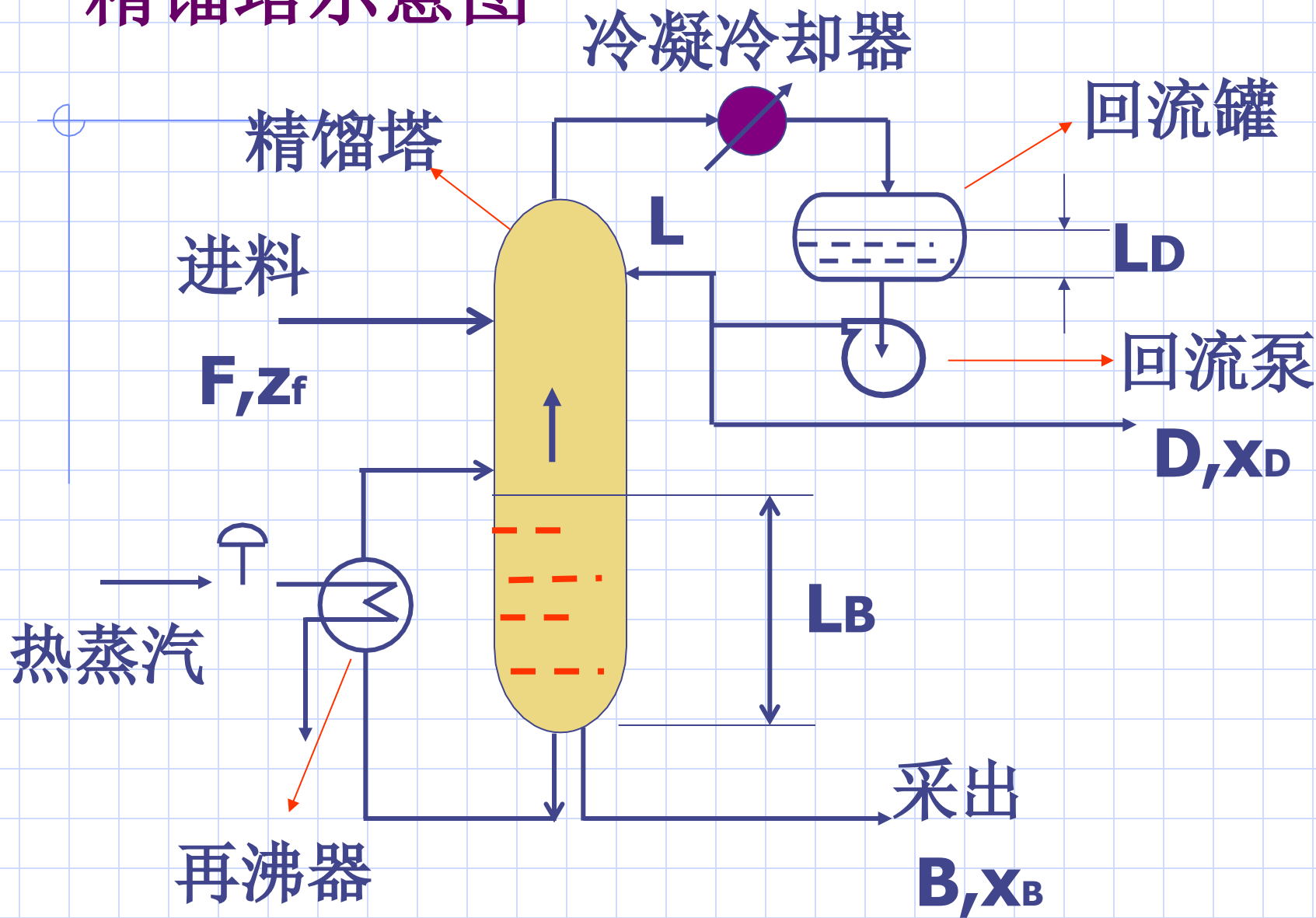
形成闭环控制

气开式

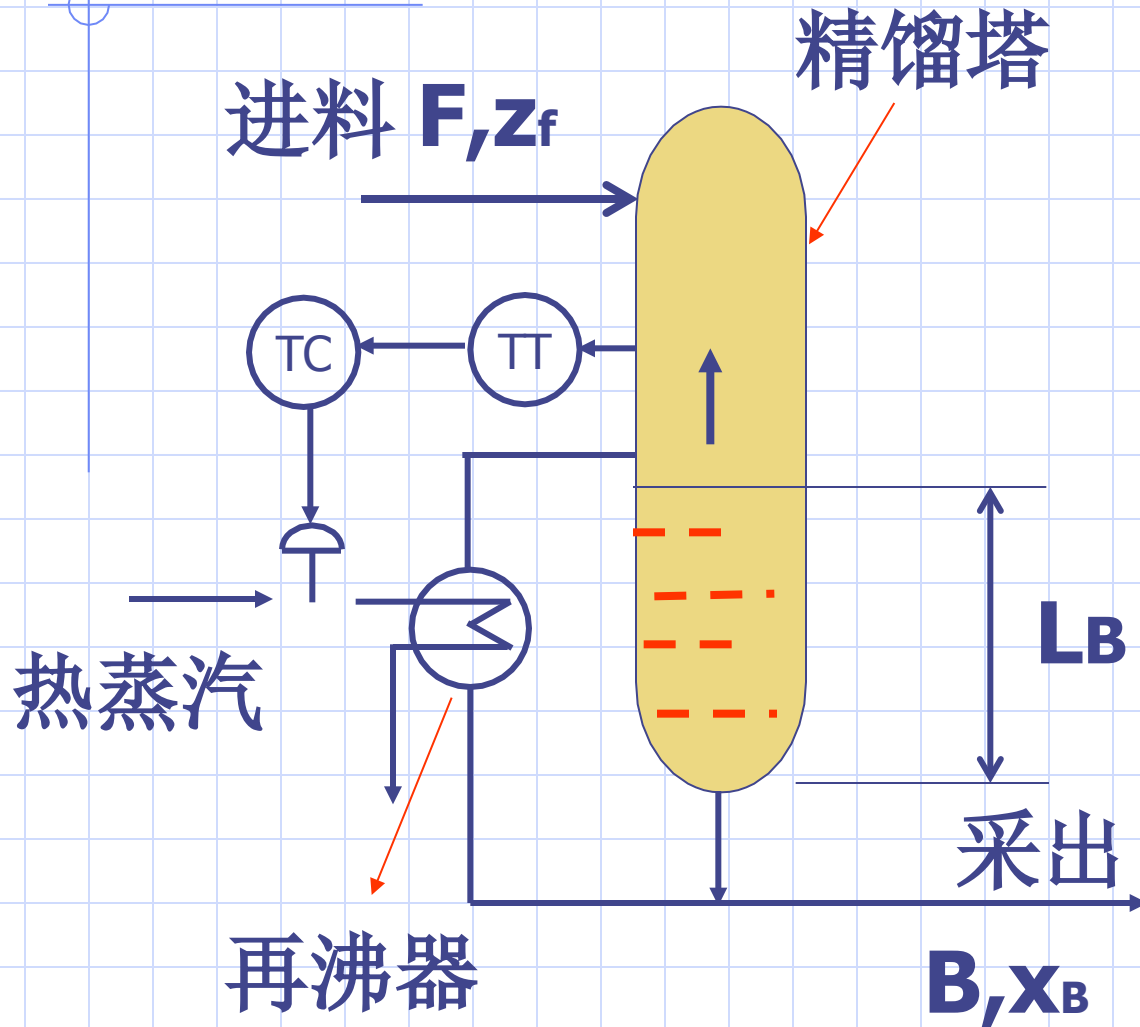
应用举例2：精馏塔提馏段温度控制系统

- ◆精馏过程：将混合物料中各组分离，到达规定的纯度。
- ◆别离的机理：利用混合物中各组分的挥发度不同〔沸点不同〕使液相中的轻组分〔低沸物〕和液相中的重组分〔高沸物〕互相转移，从而实现别离。

精馏塔示意图



提馏段温度控制系统

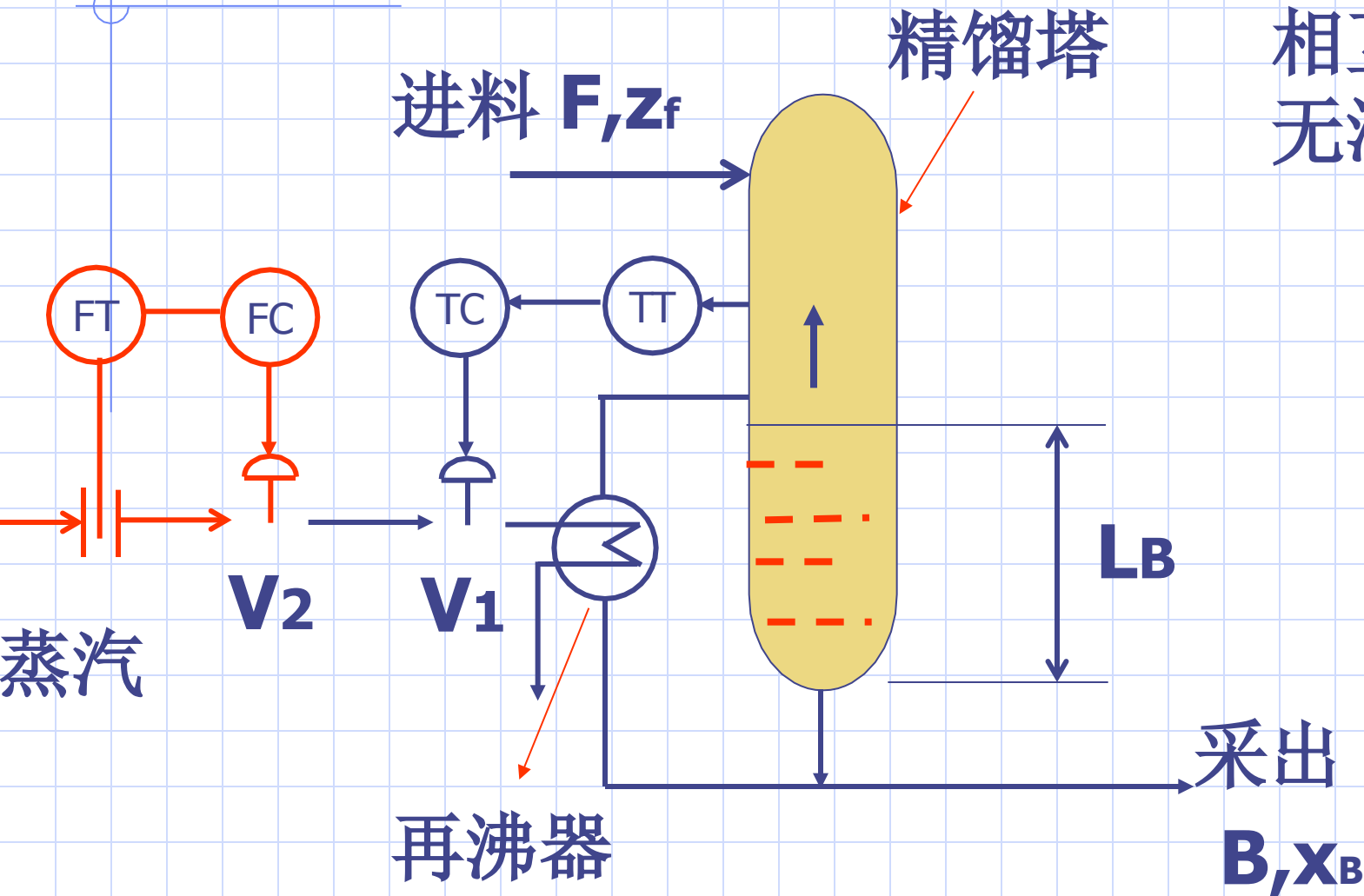


控制阀的蒸汽流量不仅与阀的开度有关，而且与阀前后的压力有关。

如果蒸汽压力波动比较大、比较频繁，而塔釜容量比较大，控制将很不及时，控制效果会很差。

增设一个流量控制系统

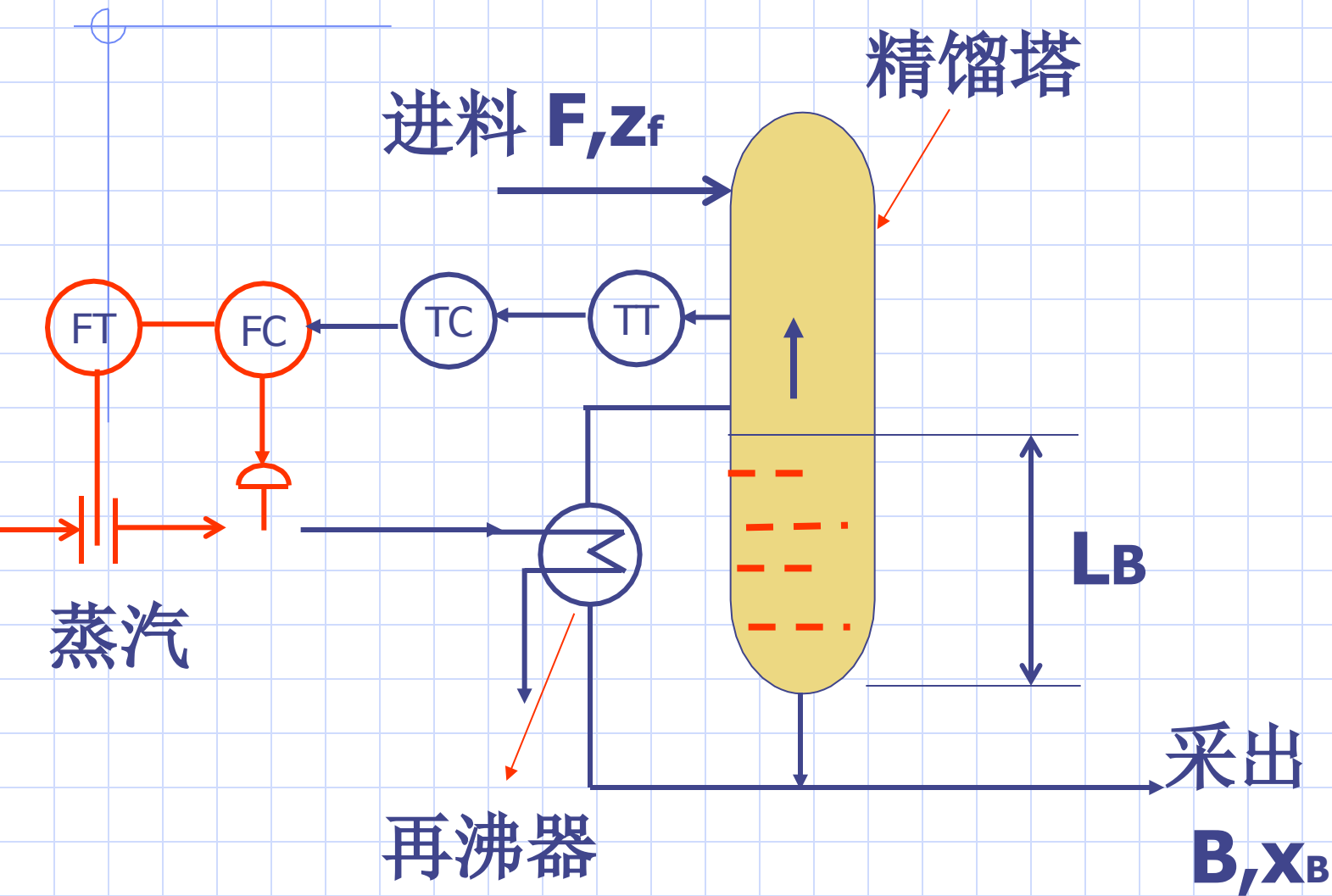
◆ 两个系统相互关联，无法工作。



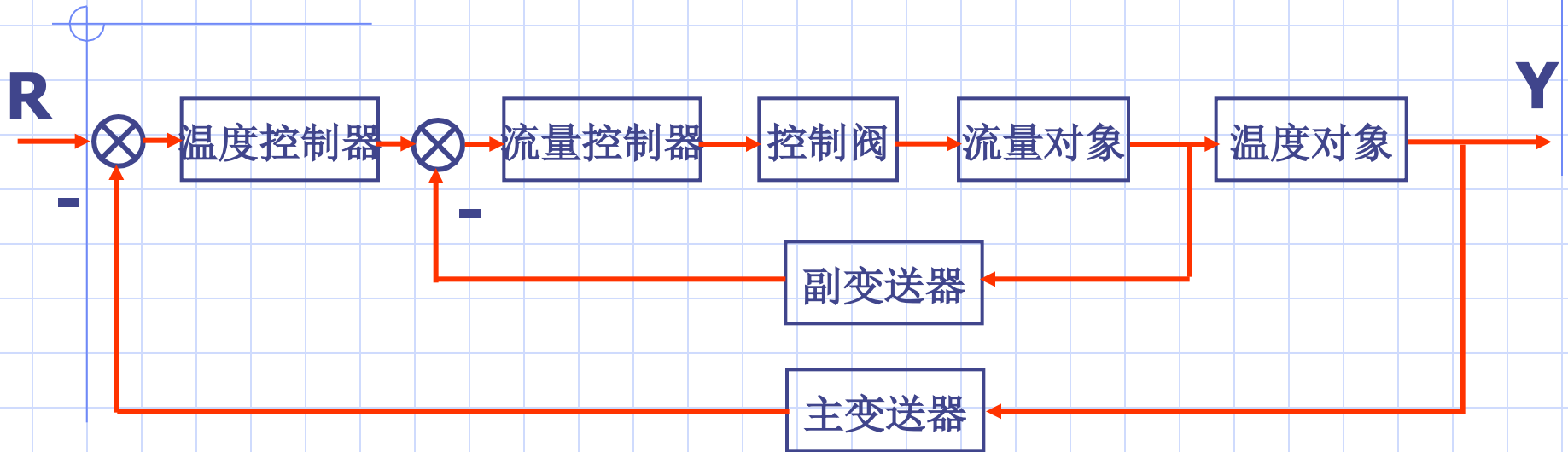
关联情况分析

- ◆ 当进料量增大，提馏段温度下降，**TC**开始调节，**V1**开度增大，蒸汽流量增大。
- ◆ 由于流量是个闭环系统，当检测到流量增加，**FC**开始调节，使流量等于设定值，即将**V2**关小。
- ◆ 上述两种情况发生矛盾，无法实现控制。

构成串级控制系统



串级控制系统方框图



控制阀气开、气关形式的选择

◆ 依据平安要求，当出现故障无信号输入时，应将阀关闭，防止将塔釜烧干损坏设备，因此，选择气开式控制阀。

◆ $KV > 0$

副控制器正、反作用形式选择

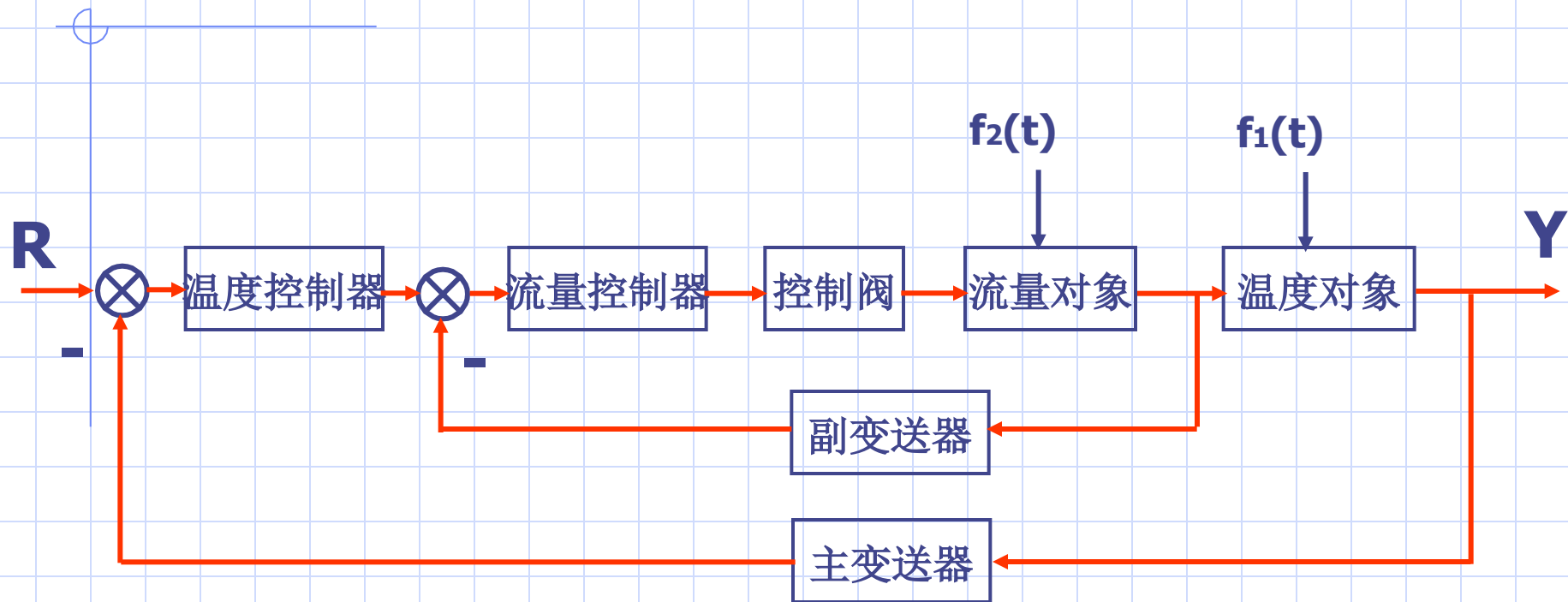
- ◆ 副对象：当阀门开大，流量增加，所以副对象为正过程， $K_{02} > 0$ 。
- ◆ 根据 $K_{c2}K_{02}K_v < 0$ ，得出 $K_{c2} < 0$ ，即副控制器为反作用形式。

主控制器正、反作用形式选择

- ◆主对象：主对象的输入为燃料流量（副变量），输出信号为温度。当副变量增大，温度上升，所以主对象为正过程， **$K_{O1} > 0$** 。
- ◆根据 **$K_C K_{O1} < 0$** ，得出 **$K_C < 0$** ，即主控制器应选反作用形式。

系统工作过程

- ◆ 假设系统处于稳定的平衡状态，即：温度控制器和流量控制器都处于稳定数值，控制阀处于某一开度不变。
- ◆ 系统受到干扰，平衡被破坏，温度控制器和流量控制器分三种情况进行调节。



第一种情况：干扰来自副环

- ◆ 假设某一时刻，蒸汽流量突然增大。由于再沸器和塔釜具有一定的容量滞后，干扰响应滞后，提馏段温度暂时不变。
- ◆ 蒸汽流量增加，副变送器输出增加，副控制器输出减小〔反作用〕，控制阀开度减小〔气开式〕，蒸汽流量变小。
- ◆ 随着时间的推移，提馏段温度上升，主控制器输出减小，副控制器给定减小，进一步减小蒸汽流量。

第二种情况：干扰来自主环

- ◆ 假设某一时刻进料量突增，塔釜液位上升，提馏段温度下降，温度控制器输出增大〔反作用形式〕，流量控制器给定增大，流量控制器输出增大〔随动系统〕，控制阀开度增大，进入再沸器的蒸汽量增多，提馏段温度上升。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/345120042132011241>