

# 过程控制系统及工程

## 第4章 均匀控制系统

信息学院自动化系：李大宇

**Email: [lidz@mail.buct.edu.cn](mailto:lidz@mail.buct.edu.cn)**

# 第4章

## 均匀控制系统

4.1 均匀控制问题的提出及特点

4.2 均匀控制方案

4.3 均匀控制系统的理论分析

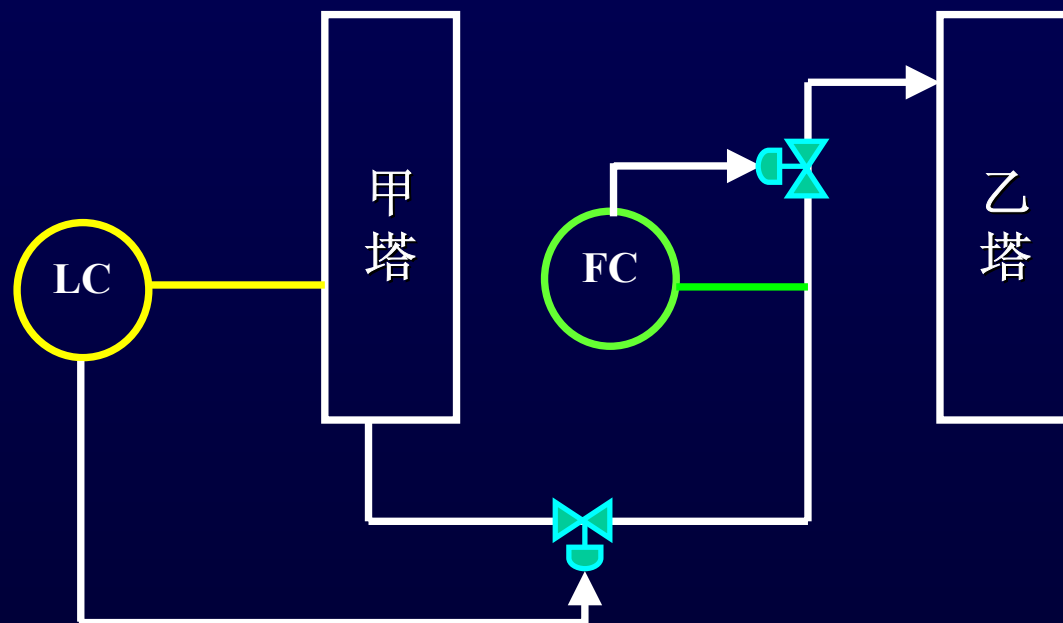
4.4 其他需要说明的问题

实验：均匀控制系统实验

## 4.1 均匀控制问题的提出及特点

过程生产的连续性——物料连续，前一设备出，后一设备进，前后设备的控制系统经常会出现不协调（矛盾）。

如串联精馏塔系统



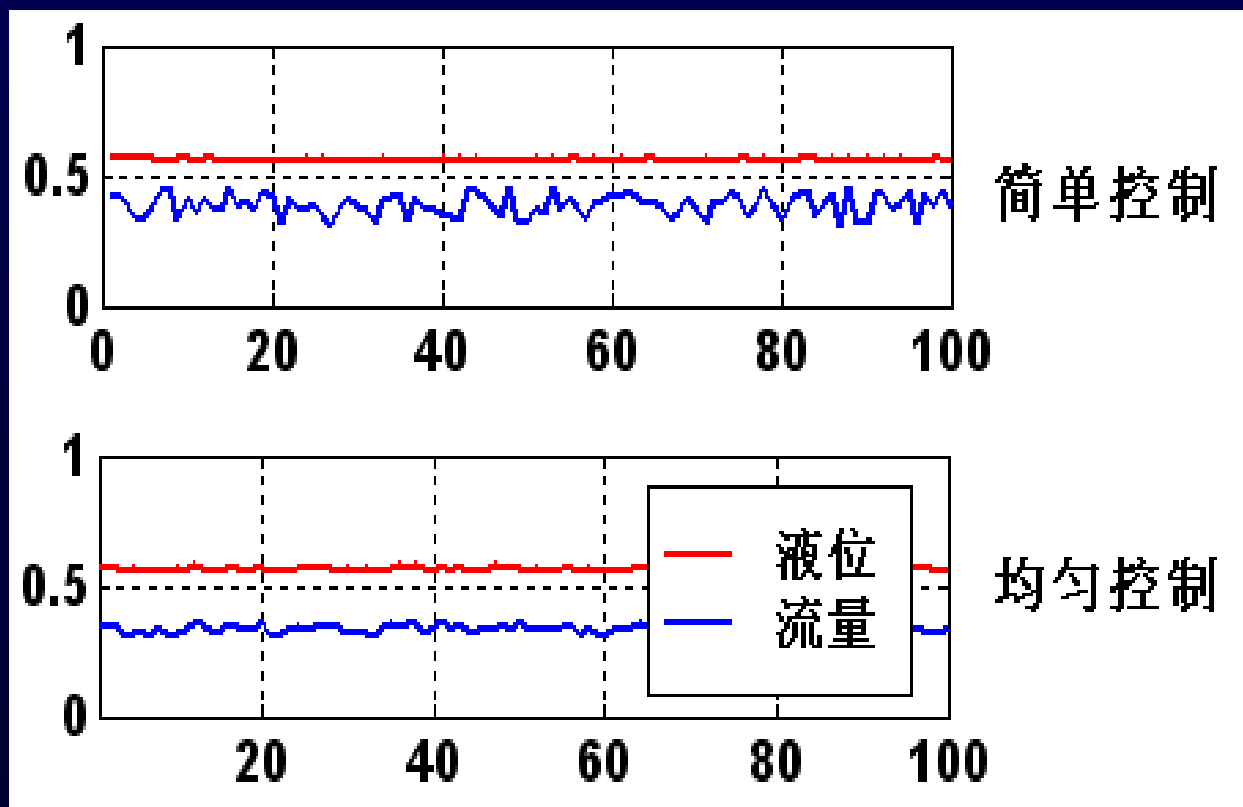
甲塔控制液位，而乙塔要控制进料量，出现矛盾

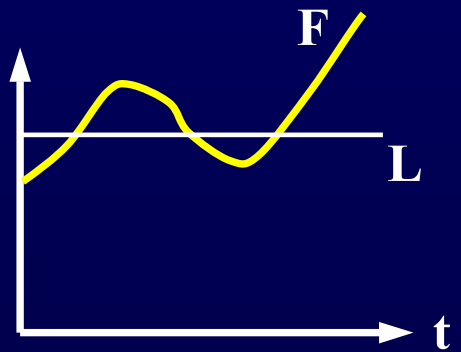
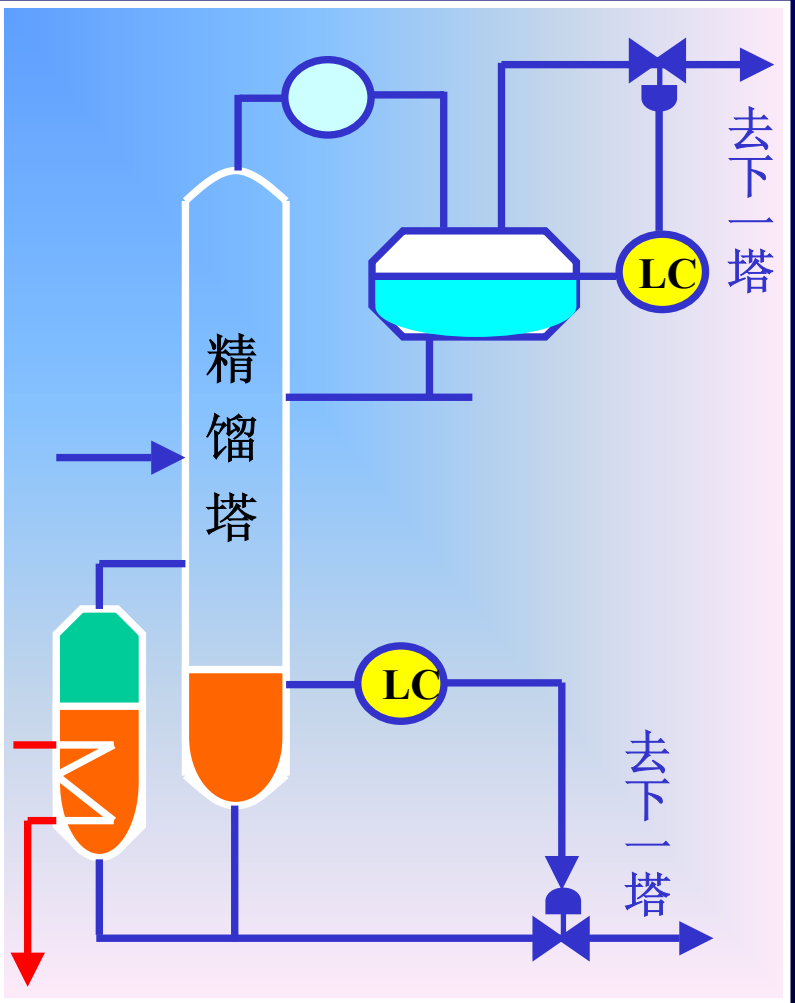
## 4.1 均匀控制问题的提出及特点

解决办法：工艺上可在两塔之间加入缓冲罐——增加投资

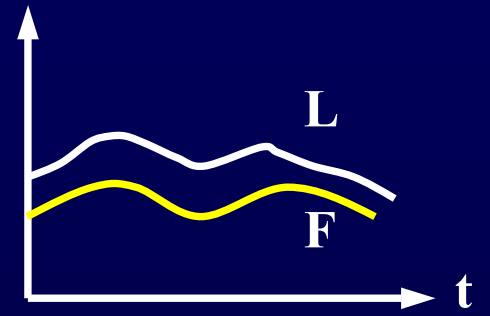
控制系统上解决——均匀控制系统

做法：把两参数统一考虑，只设置一个控制系统，如LC，然后调整控制器参数

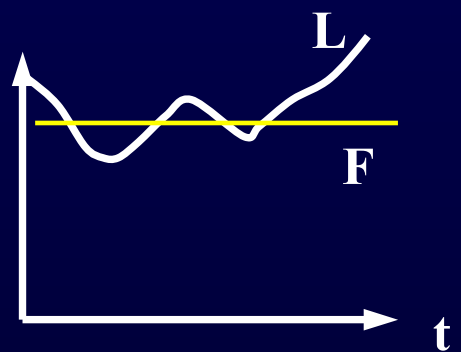




(a)  $K_C$ 较大



(b)  $K_C$ 较小



(c)  $K_C \rightarrow 0$

均匀控制目的：两参数都允许在一定范围内波动，但波动都不大

## 4.1 均匀控制问题的提出及特点

### 均匀控制系统的特点

(1) 结构上无特殊性

可以是单回路，可以是串级，均匀是指控制目的，而不是指结构。

(2) 参数都要允许变化，但都要缓慢，并且要有主次

(3) 参数变化要限定范围（非定值控制，而是定范围控制）

注意：明确均匀控制意图。

## 4.1 均匀控制问题的提出及特点

### 与单回路控制的区别

- (1) 应用场合不同：简单均匀控制应用于要求液位和流量都需要兼顾的场合；
- (2) 控制器参数不同：简单均匀控制应采用大比例度和大积分时间；
- (3) 液位变送器量程范围不同：简单均匀控制的液位变送器量程范围较大，降低液位检测的灵敏度，使液位控制不灵敏；
- (4) 选择显示仪表不同：简单均匀控制系统的液位只需显示，但流量要记录；简单液位控制系统的液位通常记录。

# 第4章

## 均匀控制系统

4.1 均匀控制问题的提出及特点

4.2 均匀控制方案

4.3 均匀控制系统的理论分析

4.4 其他需要说明的问题

实验：均匀控制系统实验



## 4.2 均匀控制方案

### 4.2.1 常用的结构形式

#### (1) 简单均匀控制

结构与单回路相同，在控制器参数整定上不同，较大的比例度和积分时间（弱控制作用）  
适用于干扰不大，要求不高的场合

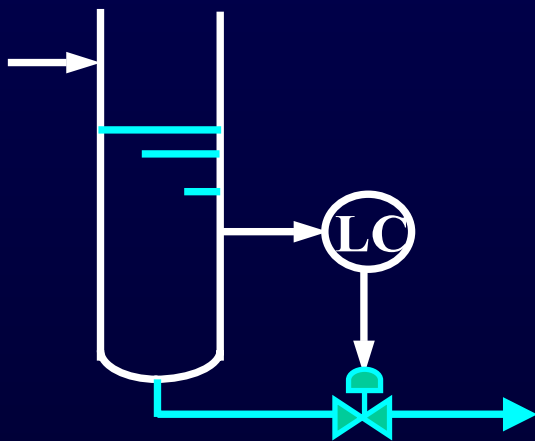


图4-3简单均匀控制方案

## 4.2.1 常用的结构形式

### (2) 串级均匀控制

结构与串级系统相同，主控制器与简单均匀控制器参数设置相同。是应用最广的均匀控制系统。

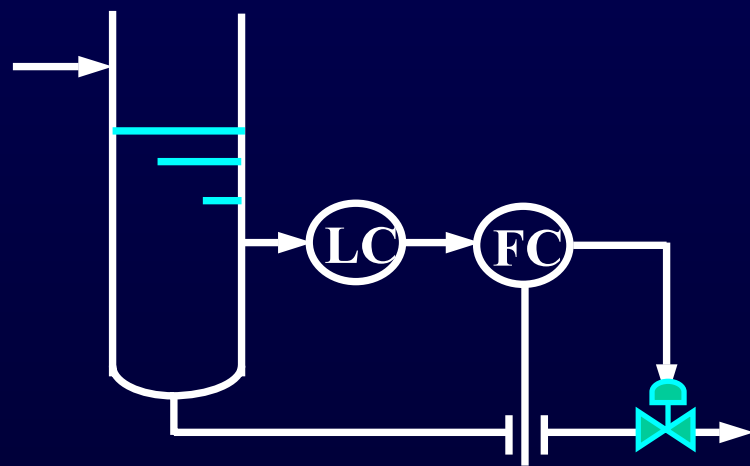
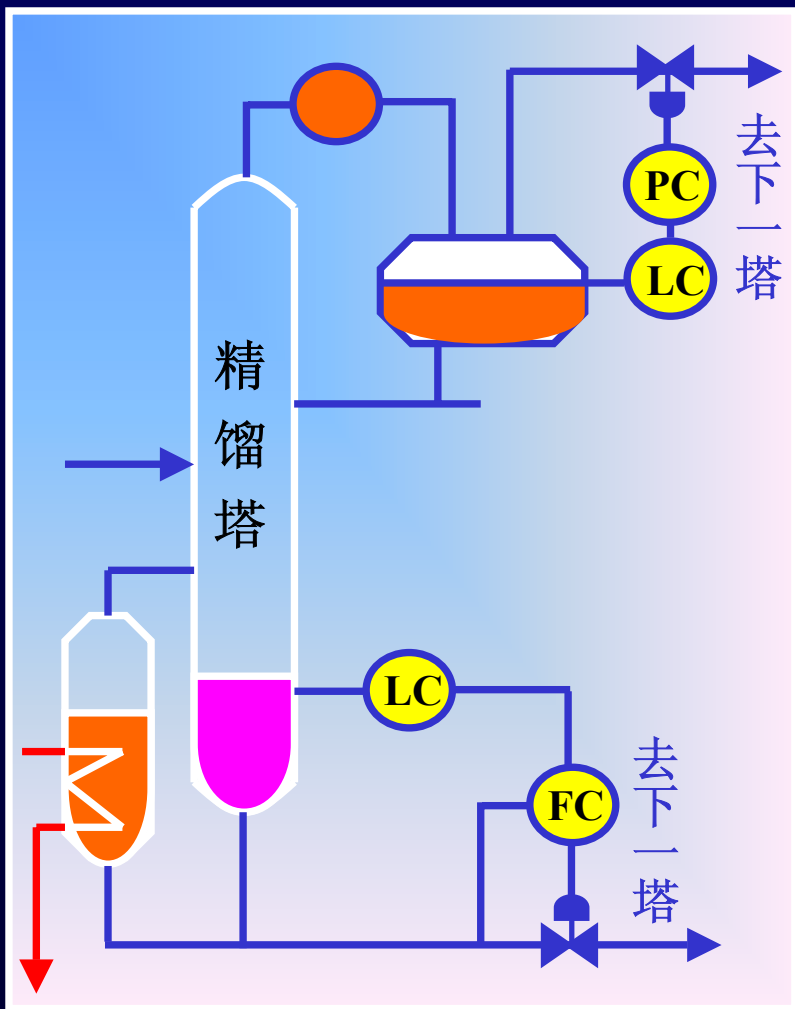
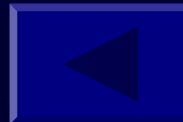


图4-4 串级均匀控制方案



## 4.2.1 常用的结构形式

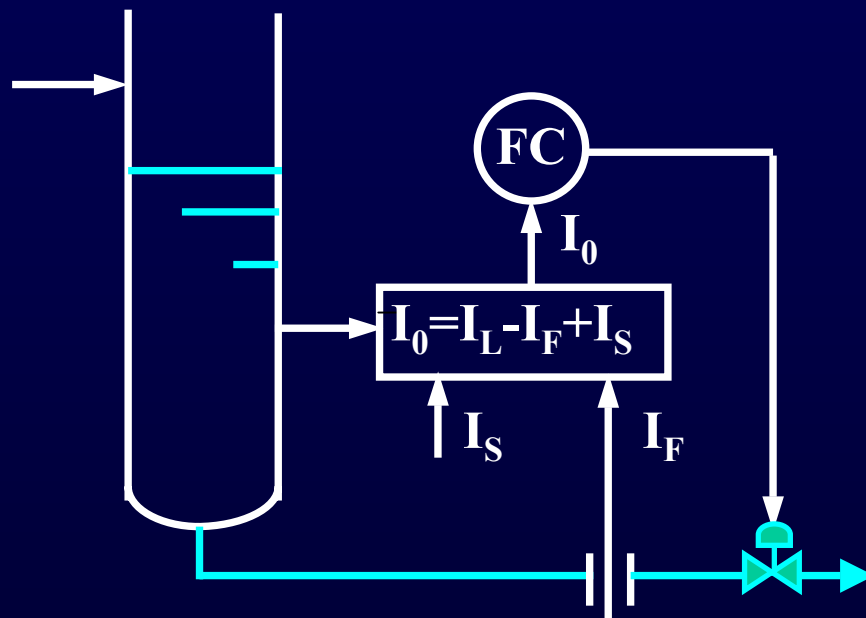
### (3) 双冲量均匀控制

“冲量”—信号，

“双冲量”—一个控制器  
综合两个测量信号

$$I = C_1 I_F - C_2 I_L + I_0$$

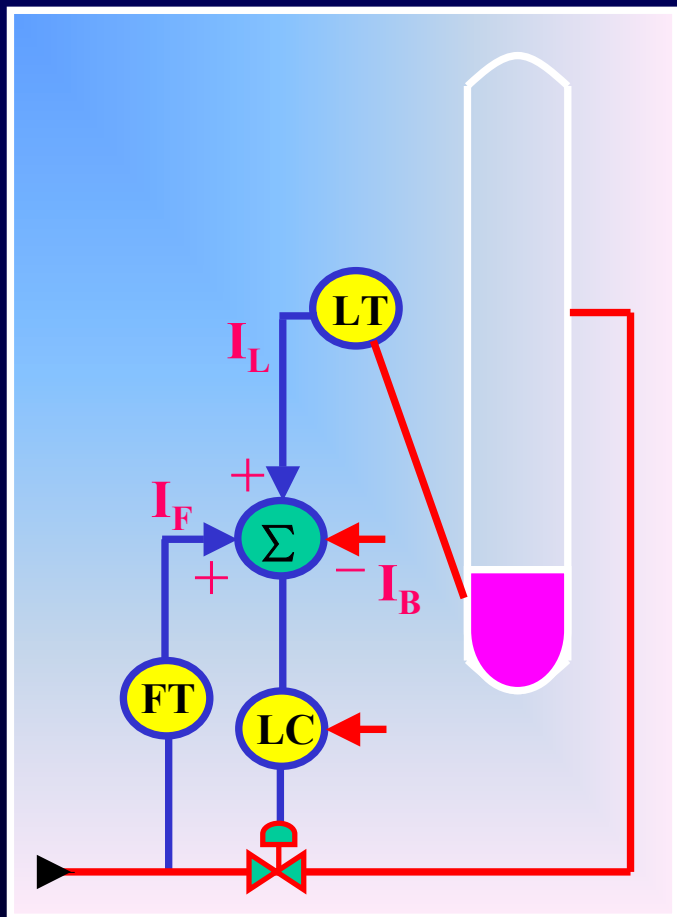
两个需兼顾的被控变量之  
差最为被控变量



稳定时， $I_L$ 和 $I_F$ 的符号相反，抵消， $I_S$

## 4.2.1 常用的结构形式

### (3) 双冲量均匀控制



两个需兼顾的被控变量之和最为被控变量

$$I = C_1 I_F + C_2 I_L - I_0$$

## 4.2.2 控制规律的选择

---

简单均匀：控制器——纯比例，或比例积分

串级均匀：主控制器——纯比例，或比例积分

副控制器——纯比例，或比例积分

双冲量均匀：控制器——比例积分

不能加微分控制规律

**利：**积分的引入对液位参数有利，液位不越限，高频噪声

**弊：**积分的引入对流量信号不利，平衡状态过程很短，积分饱和

### 4.2.3 参数整定

---

串级均匀控制中的流量副控制器按普通流量控制器进行整定，其它形式的控制器都需要按均匀控制的要求进行整定。

整定的原则——“慢”，过渡过程不能出现振荡

- ①以保证液位不超出允许的波动范围，先设置好控制器参数。
- ②修正控制器参数，充分利用容器的缓冲作用，使液位在最大允许的范围波动，输出流量尽量平稳。
- ③根据工艺对流量和液位两个参数的要求，适当调整控制器的参数。

方法和步骤：见P88

## 4.2.3 参数整定

### 二 经验法:

#### 均匀控制系统建议的整定参数

| $T_c/\text{min}$ | <20     | 20-40   | >40     |
|------------------|---------|---------|---------|
| 比例度              | 100-150 | 150-200 | 200-250 |
| 积分时间             | 5       | 10      | 15      |

$T_c$ : 停留时间,  $T_c = V/Q$ ,  $V$ 是容器的有效容积 (相当于液位变送器测量范围的容积),  $Q$ 是正常工况下的额定体积流量。

# 第4章

## 均匀控制系统

4.1 均匀控制问题的提出及特点

4.2 均匀控制方案

4.3 均匀控制系统的理论分析

4.4 其他需要说明的问题

实验：均匀控制系统实验



## 4.3 均匀控制系统的理论分析

常规的基于传递函数分析方法

课本中介绍的关联系统分析方法

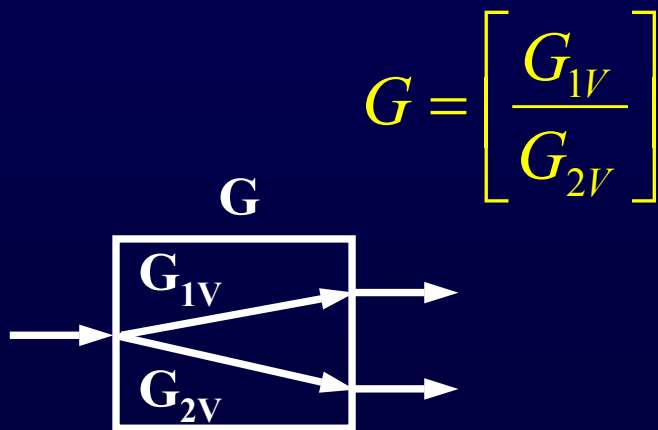


图4—6 单输入双输出均匀控制系统

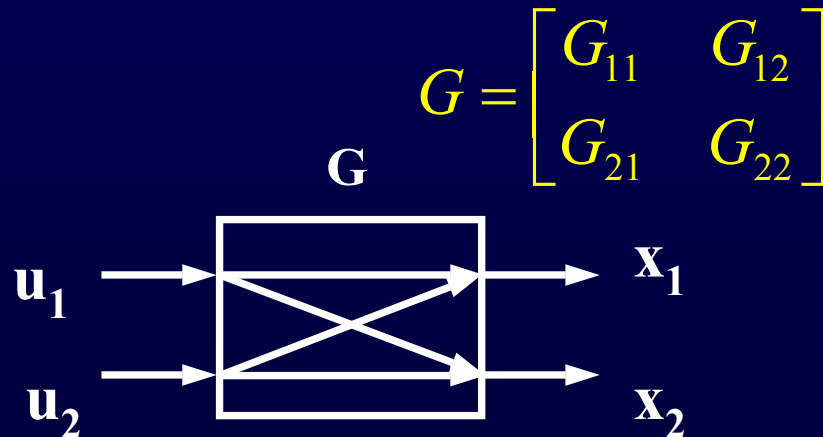


图4—7 双输入双输出均匀控制系统

# 第4章

## 均匀控制系统

4.1 均匀控制问题的提出及特点

4.2 均匀控制方案

4.3 均匀控制系统的理论分析

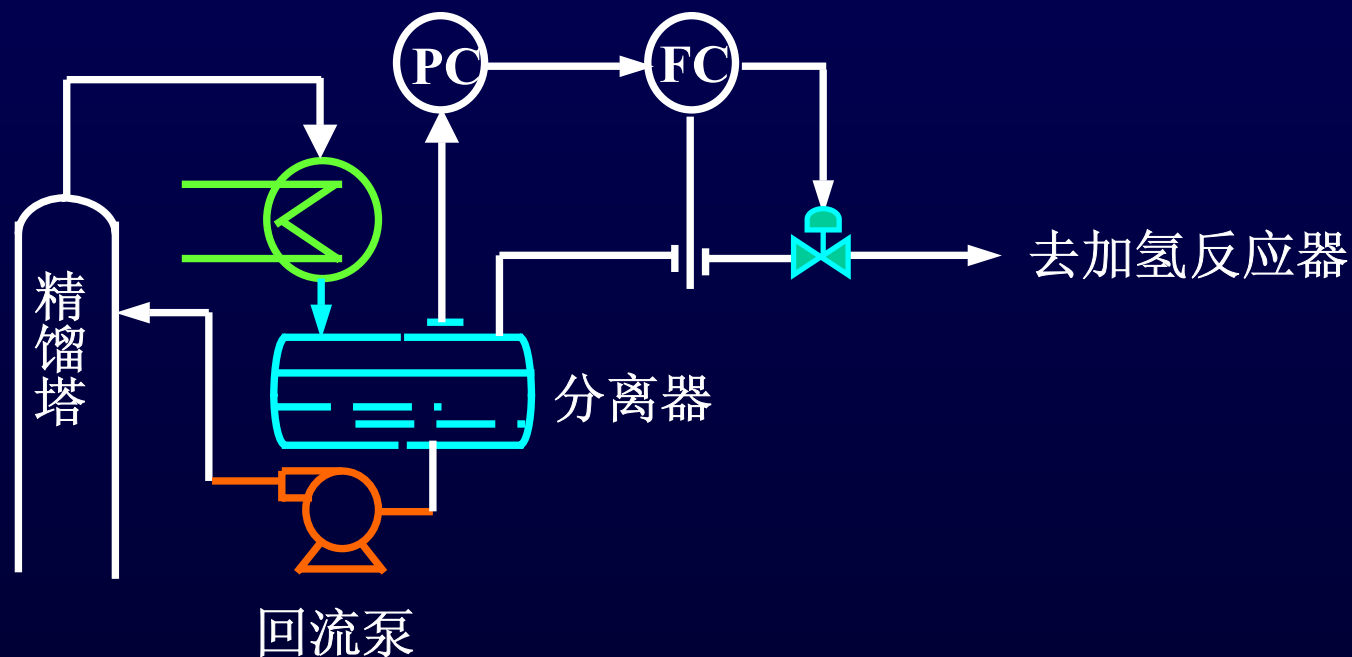
4.4 其他需要说明的问题

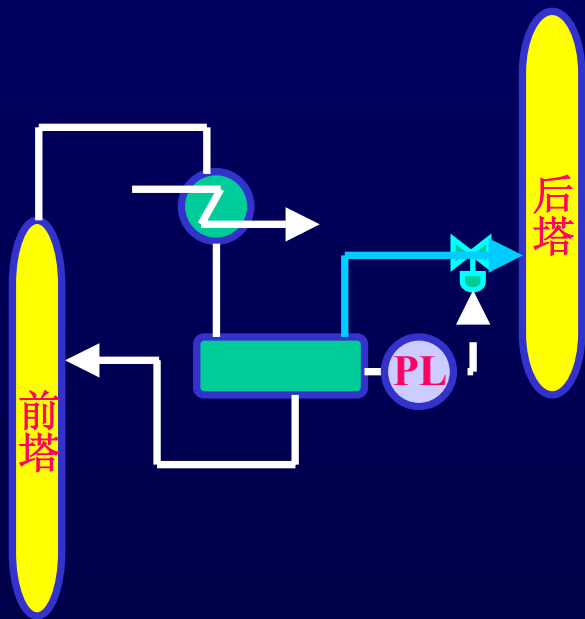
实验：均匀控制系统实验

## 4.4 其他需要说明的问题

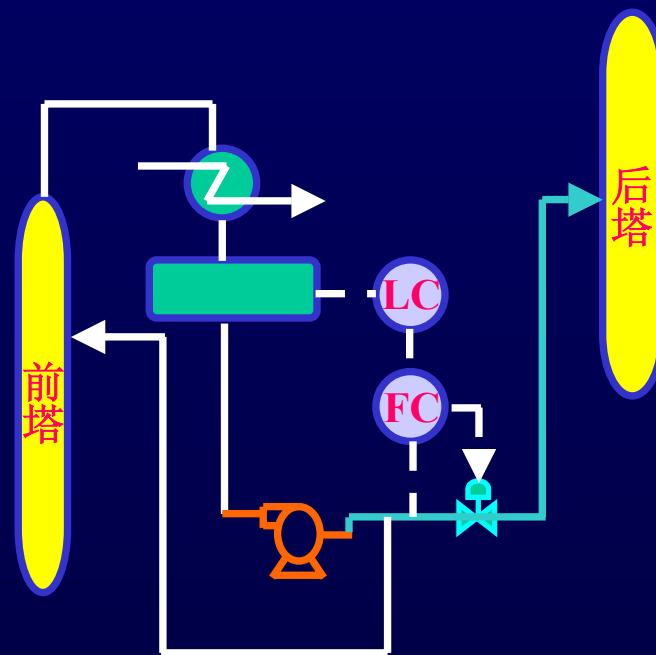
### 4.4.1 气体压力与流量的均匀控制

对于汽相物料，前后设备间的均匀控制一般是压力和流量的  
的串级均匀控制





(a) 精馏段冷凝器压力和气相出料均匀控制



(b) 精馏段冷凝器压力和液相出料均匀控制

**液位-流量均匀控制：** 被控变量是液体流量  
 兼顾的累积量变化用**液位**变化表征

**压力-流量均匀控制：** 被控变量是气体流量  
 兼顾的累积量变化用**气压**变化表征

## 4.4.2 实现均匀控制的其他方法

也可以采用非线性控制实现（第8章）

# 作业 11



问题：课本P91

4.6