

第六节 双组分精馏的操作型计算

一、精馏过程的操作型计算

1、操作型计算的命题

在设备塔一定的条件下，即： N_T 一定，加料板位置也一定。由指定的操作条件来预测精馏操作的结果。

已知量： 总 N ，加料位置、相平衡关系、 X_f 、

q 、 D/F (W/F) 采出率、操作时 R 可调节。

待求： X_D 、 X_W 及各板的组成分布。

对设计型计算，要选择条件，而对精馏操作型计算，有唯一的解，但由于非线性关系多，一般需要试差求接。试差求接有两种解法：数学解法和图解法另外操作型计算还有一个特点，加料位置一般不为最优位置。

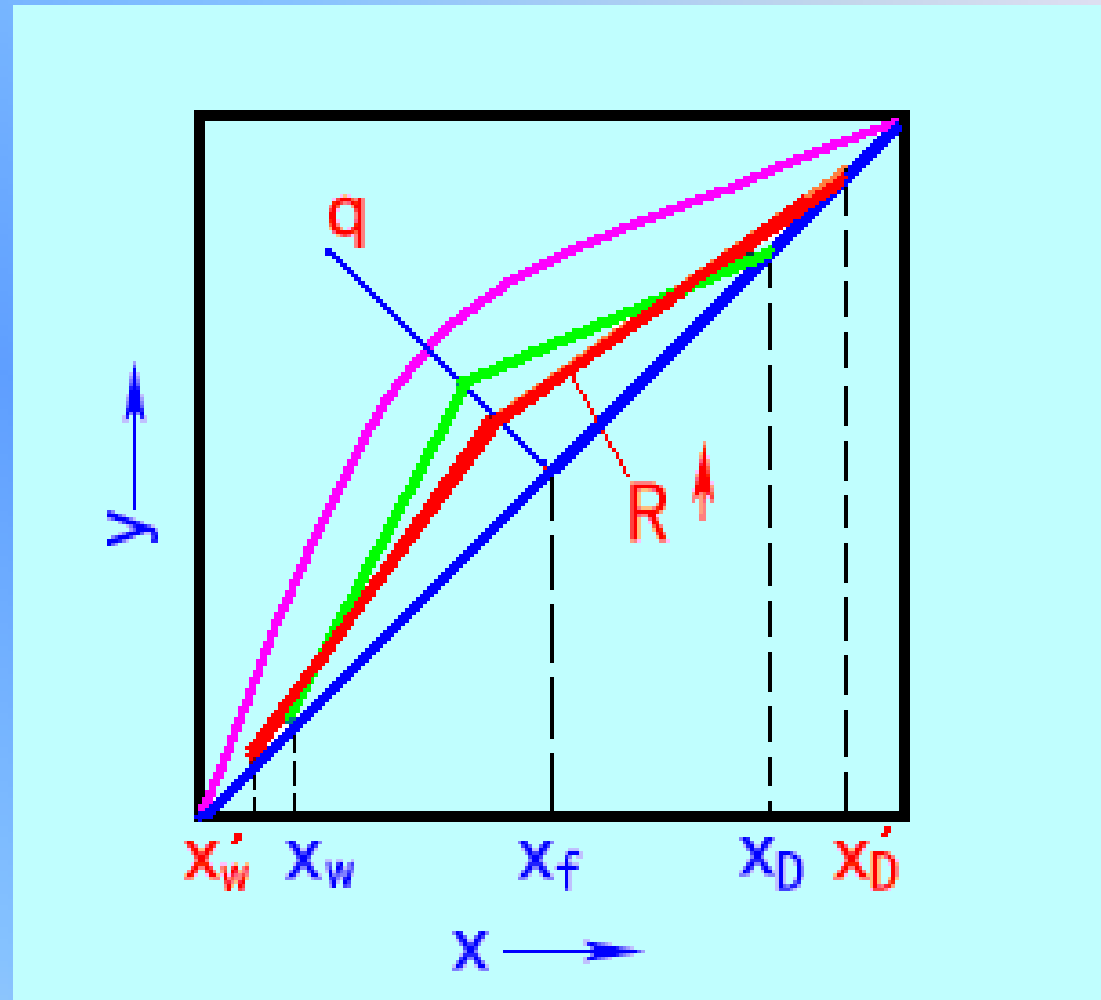
下面通过调节回流比 R 和改变进料组成 x_F 这两种方法来说明操作型计算的方法。

2、调节回流比

R 增加，精馏段斜率 $[R / (R+1) = 1 / (1+1/R)]$ 增加，提馏段斜率减小，在全塔理论板数一定的条件下，馏出液组成 x_D 比有所增加，而 x_W 减小。

$R \uparrow$

结论: $x_D \uparrow, x_W \downarrow$



$R \uparrow$ 对 x_D, x_W 的影响

数学方法：先假定一个 x_W ，由物料衡算得

$$x_D' = \frac{x_f - x_W' (1 - D/F)}{D/F} \quad \left(\frac{D}{F} = \frac{x_f - x_W}{x_D - x_W} \right)$$

由 x_D' 其交替使用精馏段操作方程及相平衡方程：

$$y_n = \frac{R}{R+1} x_n + \frac{x_D}{R+1}$$

$$x_n = \frac{y_n}{\alpha - (\alpha - 1)y_n}$$



$$y_1 = x_D \xrightarrow{x_n = f(y_n)} x_1 \xrightarrow{\text{操作线}} y_2$$

进行m次计算，直至算出离开加料板液体的组成，跨过加料板后，操作线换为提馏段操作线方程：

$$\begin{cases} y_{n+1} = \frac{R+qF/D}{(R+1)-(1-q)F/D} x_n - \frac{F/D-1}{(R+1)-(1-q)F/D} x_w \\ x_n = f(y_n) \end{cases}$$

逐板计算直至最后一块理论板的液体组成 X_N 。

比较 X_N 和 X_w' 的接近程度，否则重新假设 X_N 。



图解法: 假设一个回流比, 做出操作线图. 化阶梯确定 N 及 N_m . 只有在 R 变到合适的位置时化出的 N 及 N_m 与已知的相符才行

注意: 在馏出液流率 D/F 规定的条件下, R 增大来提高 x_D 的方法不是总有效, 因为:

A、 x_D 的提高受全塔物衡的限制, 根据物衡当 $x_W=0$ 时, $F x_f = D x_D$, 即:

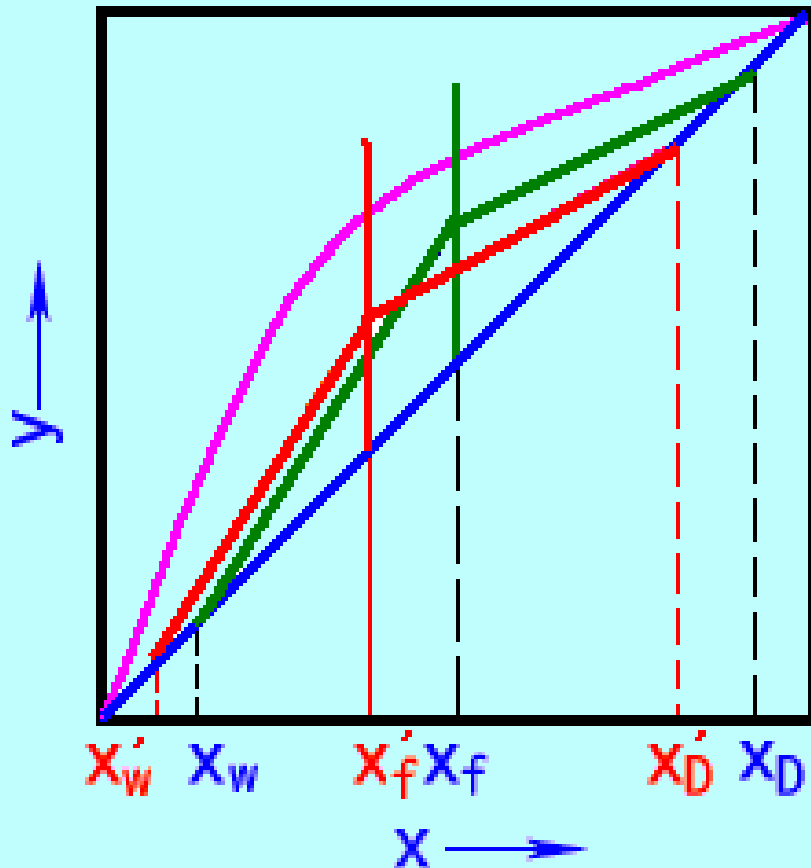
$$\eta = \frac{Dx_D}{Fx_f} = 1 \quad x_{\max} = \frac{F}{D} x_f$$

B、全回流时 $R \Rightarrow \infty$ 操作线为对角线, x_D 只能趋近于 $x_{D\max}$

C 、 $A_{\text{冷}}$ 、 $A_{\text{加热}}$ 一定时，不能任意增加 R ，因为 R 的 \uparrow 意味着 $\bar{V} \uparrow$ ， $V \uparrow$ 。 $Q_{\text{釜}}$ 、 $Q_{\text{顶}}$ 受 A 的限制

3、进料组成的影响

在一个操作中的精馏塔， X_f 减小，同一回流比 R 及塔板数下，塔顶馏出液组成 X_D 将降为 X_D' 。 X_W 降为 X_W'



$X_F \downarrow$ 对 X_D , X_W 的影响

计算时，假定 X_D' ，根据物料衡算式：

$$\frac{D}{F} = \frac{x_f - x_w}{x_D - x_w} \implies x_w'$$

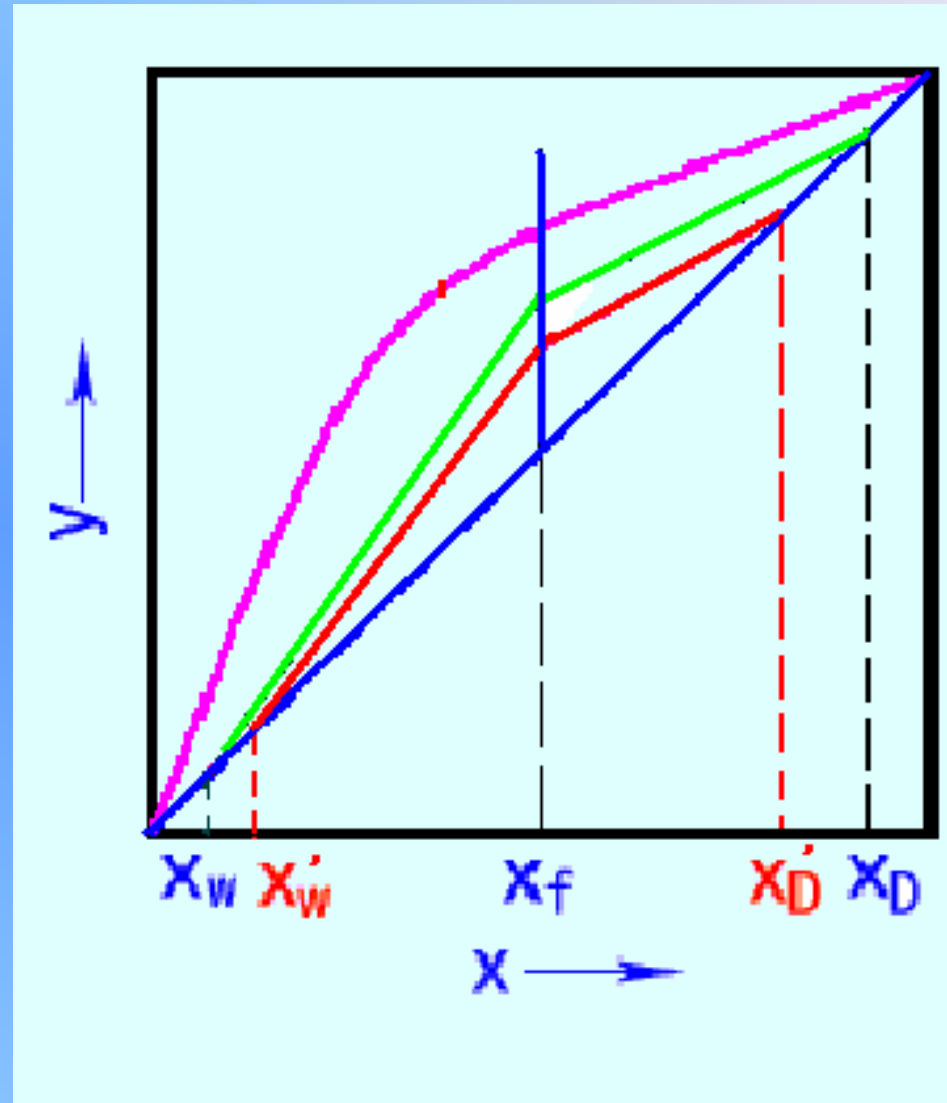
再用逐板法算，直至算出 X_W

判断 x_w' 与 X_W 的接近程度

进料组成变动，要维持 X_D 不变，一般是增大 R 或减少采出量 D/F 。

4、加料板上移

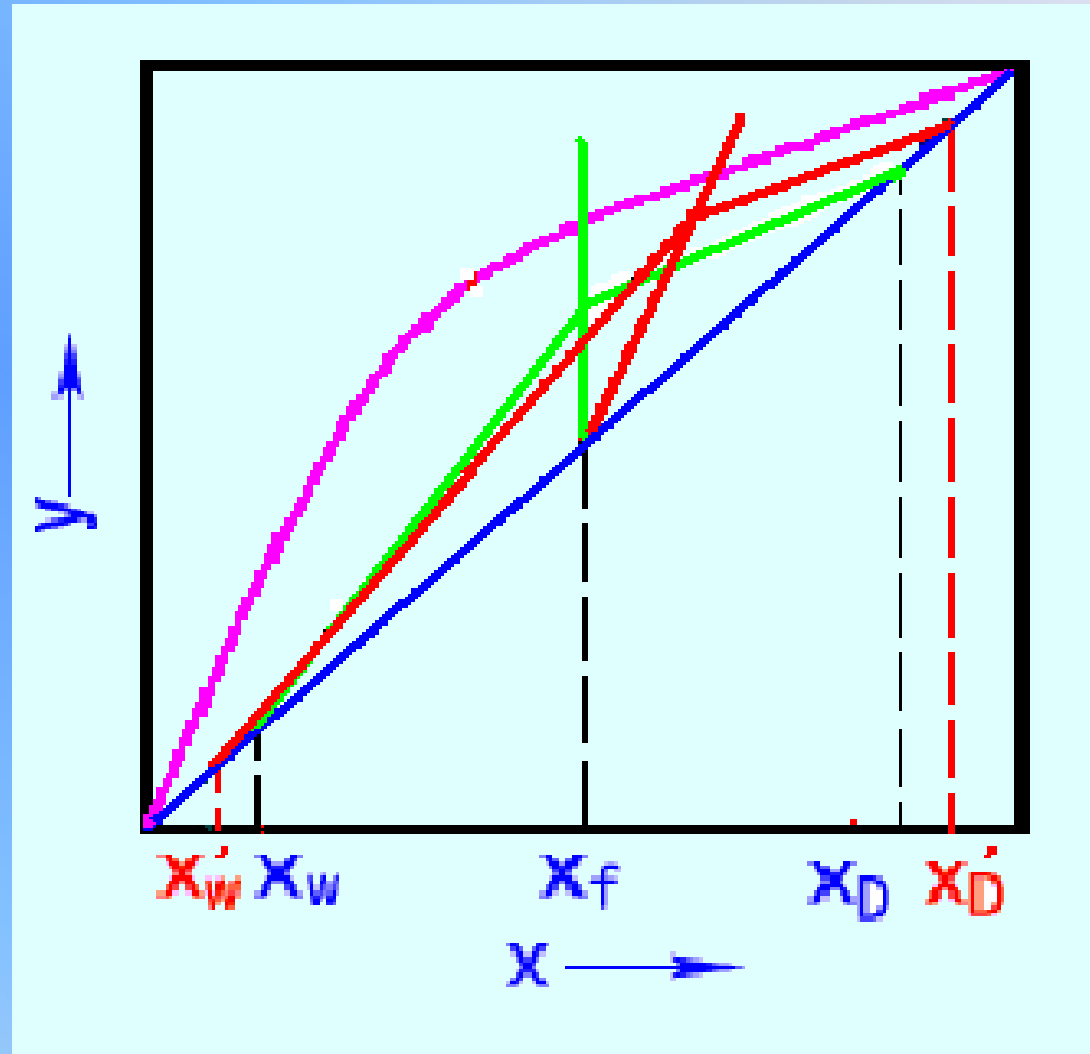
结论： $x_D \downarrow$, $x_W \uparrow$



加料板位置↑对 x_D , x_W 的影响

5、 $q \uparrow$, R 不变, D 不变, $V \uparrow$

结论: $x_D \uparrow$, $x_W \downarrow$



$q \uparrow$ 对 x_D , x_W 的影响

2、一个正常操作的精馏塔，泡点进料，塔顶塔底产品均合乎要求，由于某种原因， $x_F \downarrow$ 。

- 问：
- (1) 此时产品组成将有何变化？
 - (2) 若维持 x_D 不变，可采用哪些措施，并比较这些方法的优缺点？

二、精馏塔的温度分布和灵敏板

1、精馏塔温度分布 $t = f(P_{\text{总}}, x)$

精馏塔内形成温度分布（底  顶）

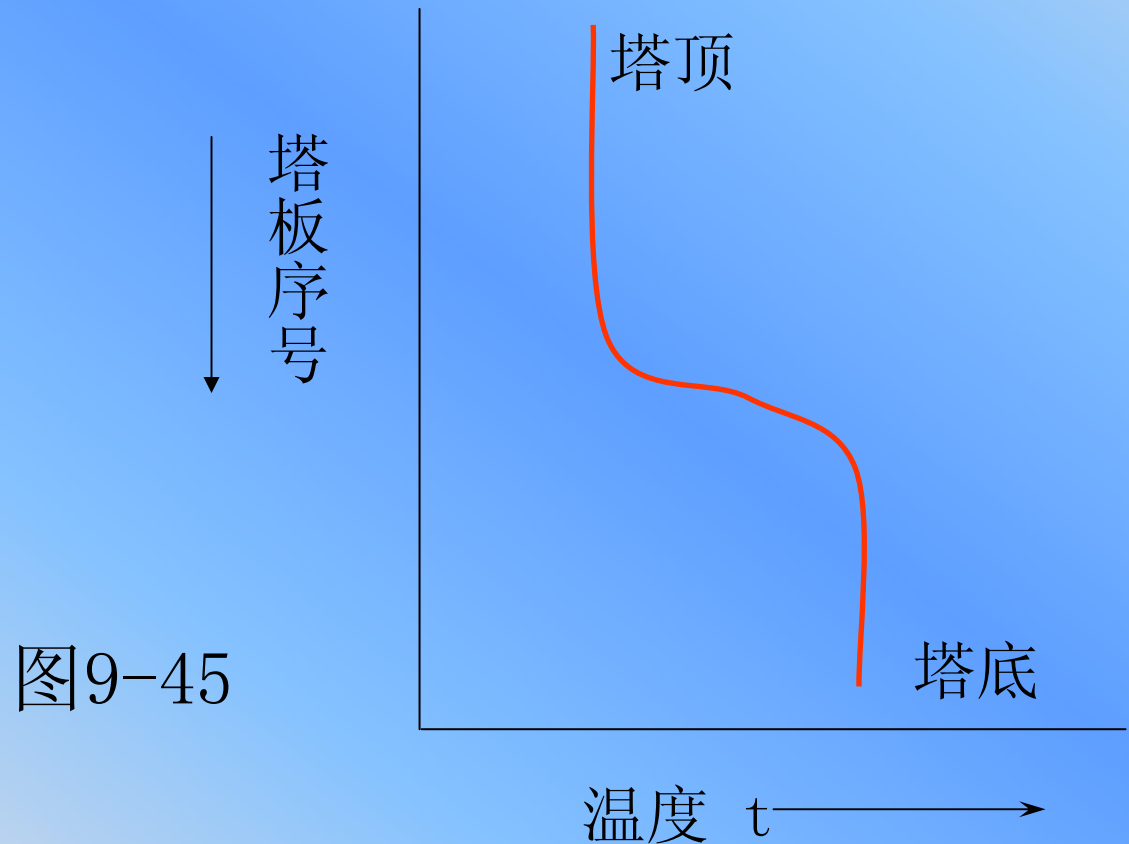


图9-45

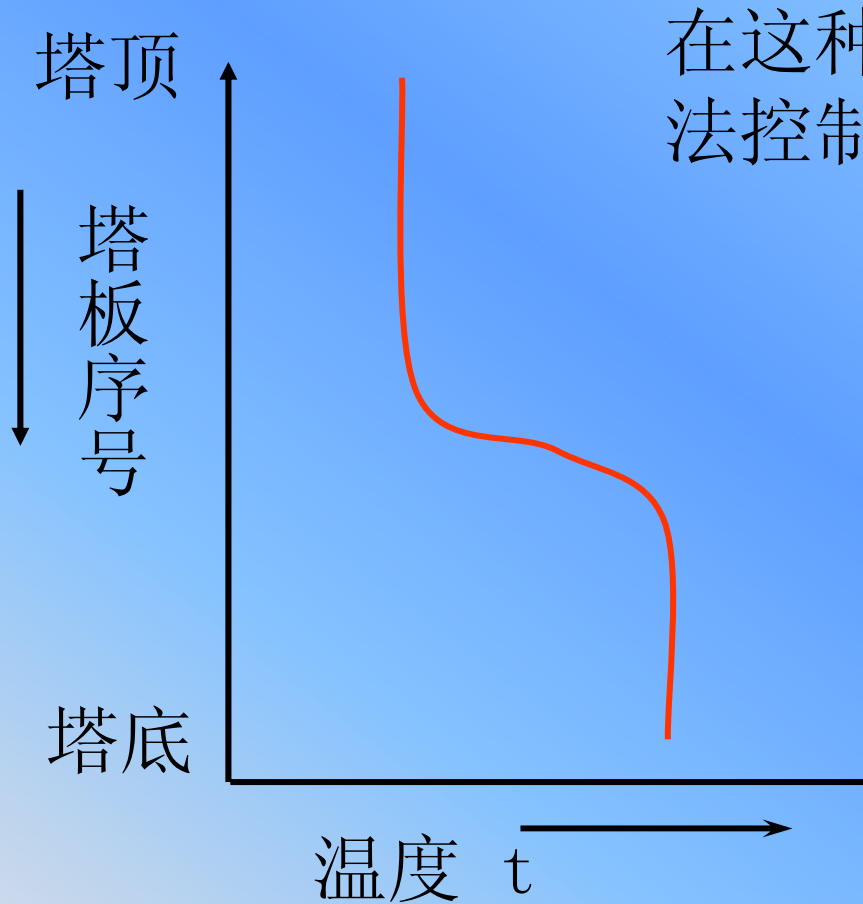
在常压和加压精馏中，各板的总压变化不大，形成塔分布的主要原因是各板组成不同。

在减压精馏中，塔板压强降所占比重较大，所以组成的不同和每块板总压的不同是温度分布的主要原因。

2、灵敏板

一个正常操作的精馏塔当受到外界某一因素干扰的时，（如： R 、 X_f 的波动）全塔各板的组成发生变动，全塔的温度分布也要发生相应的变化。因此用测量温度的方法来预测各板组成的变化，在总压一定下，塔顶温度就能直接反映馏出液组成。

在高纯度的分离中，在塔顶（或塔底）相当高的一个塔段中温度变化很小，但组成变化很大，如图：



在这种情况下，不能用测温的方法控制和预测馏出液的质量。

结论：高纯度分离时一般不能用测量塔顶温度的方法控制馏出液的质量。

对外界干扰因素最灵敏的塔板称之为灵敏板。将感温元件安装在这块板上，可比较早发现精馏塔所受到的干扰。以便及时进行调节。