

第二次作业

1 数值积分

1.1 问题描述

计算氯仿-苯双组分精馏系统中精馏段理论板数。已知气液平衡数据，进料和塔顶组成，以及精馏段的回流比。

1.2 求解思路

- 使用插值方法得到 $x_f = 0.4$ 和 $x_d = 0.9$ 处的 y 值。
- 使用 `trapz` 和 `ty_integral` 方法分别计算理论板数。

1.3 Mworks 程序

```
1  using TyBase, TyMath, Printf
2
3  # 气液平衡数据
4  x = [0.178, 0.275, 0.372, 0.456, 0.650, 0.844]
5  y = [0.243, 0.382, 0.518, 0.616, 0.795, 0.931]
6
7  # 插值获取 x_f 和 x_d 对应的 y 值
8  y_f = interp1(x, y, 0.4)
9  y_d = interp1(x, y, 0.9, "linear", "linear")
10
11 # 使用 trapz 方法
12 x_range = range(0.4, stop=0.9, length=1000)
13 y_values = interp1(x, y, x_range, "linear")
14 integrand = 1 ./ (y_values .- x_range .- (0.9 .- y_values) ./ 5)
15 N_trapz = trapz(x_range, integrand)
16
17 # 使用 ty_integral 方法
18 p = polyfit(x, y, 2) # p 是一个元组，其中第一个元素是多项式系数
19 coefficients = p[1] # 提取多项式系数
20 integrand_poly(x) = 1 / (polyval(coefficients, x) - x - (0.9 - polyval(coefficients,
21 x)) / 5)
22 N_ty_integral = ty_integral(integrand_poly, 0.4, 0.9)
23
24 # 确保 N_trapz 和 N_ty_integral 是标量
25 if isa(N_trapz, Matrix) && size(N_trapz) == (1, 1)
26     N_trapz = N_trapz[1]
27 end
28
29 if isa(N_ty_integral, Matrix) && size(N_ty_integral) == (1, 1)
30     N_ty_integral = N_ty_integral[1]
31 end
32
33 @printf("使用 trapz 方法计算得到的理论板数为: %.2f\n", N_trapz)
34 @printf("使用 ty_integral 方法计算得到的理论板数为: %.2f\n", N_ty_integral)
```

```
1 运行结果如下：
2
3 julia> 正在运行 T1.jl
4 使用 trapz 方法计算得到的理论板数为： 4.75
5 使用 ty_integral 方法计算得到的理论板数为： 4.64
```

1.4 结果讨论

在数值积分中，使用 `trapz` 方法和 `ty_integral` 方法得到的理论板数略有差异。这种差异主要来源于数值积分方法的不同。`trapz` 方法基于梯形规则进行积分，它是一种简单的数值积分技术，适用于数据点较多且分布均匀的情况。而 `ty_integral` 方法可能使用了更高级的积分技术，如辛普森规则或高阶多项式拟合，这可以提供更精确的积分结果。

此外，插值的精度也会影响积分结果。因为气液平衡数据在给定范围内是离散的，我们需要对其进行插值以获得连续的函数，用于积分计算。插值方法的选择（线性、多项式等）和插值点的数量都会影响最终的积分精度。

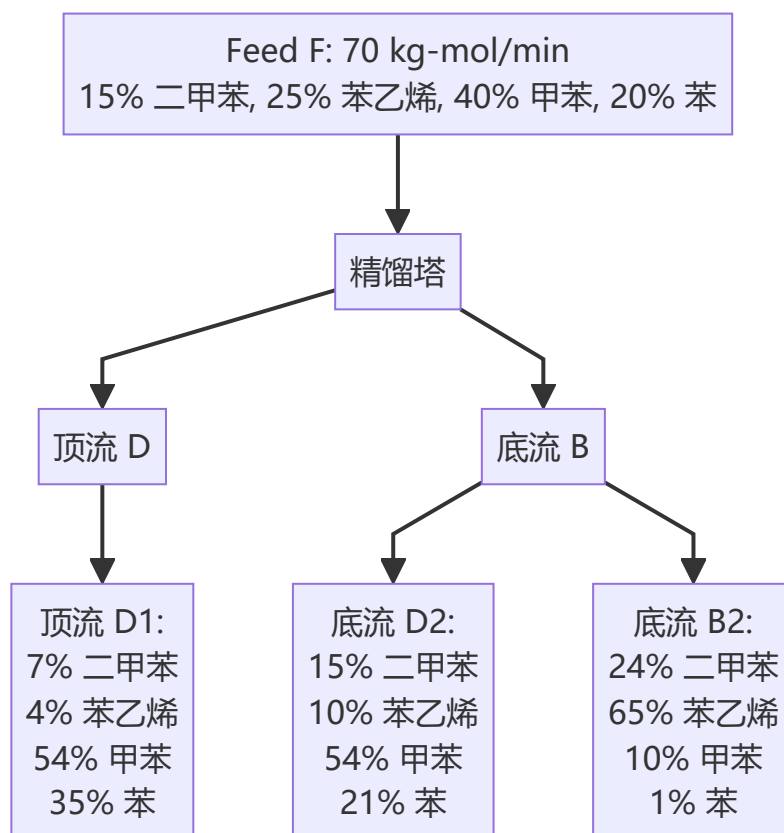
总体来说，两种方法得到的结果相近，表明在此问题上使用这两种数值积分方法都是可行的。但是，如果需要更高的精度，可能需要考虑使用更高阶的插值和积分方法，或者增加数据点的密度。

2 线性方程组的求解

2.1 问题描述

计算精馏塔在稳态操作时，D1, B1, D2 和 B2 的摩尔流量以及物流 D 和 B 的组成。

相应流程示意图如下



2.2 求解思路

- 建立物料衡算的数学模型。
- 将物料衡算转化为线性方程组。
- 使用 Mworks 解线性方程组。

2.3 Mworks 程序

```
1 using TyBase, TyMath
2
3 # 已知变量
4 F = 70.0 # 进料流量 (kg-mol/min)
5 x_feed = [0.15, 0.25, 0.40, 0.20] # 进料中各成分的摩尔分数: [二甲苯, 苯乙烯, 甲苯, 苯]
6
7 # 各支流成分的摩尔分数
8 x_D1 = [0.07, 0.04, 0.54, 0.35]
9 x_B1 = [0.24, 0.42, 0.16, 0.18]
10 x_D2 = [0.15, 0.10, 0.54, 0.21]
11 x_B2 = [0.24, 0.65, 0.10, 0.01]
12
13 # 计算各成分的进料量
14 b = F .* x_feed # [10.5, 17.5, 28.0, 14.0]
15
16 # 系数矩阵 A
17 A = [
18     x_D1[1] x_B1[1] x_D2[1] x_B2[1]
19     x_D1[2] x_B1[2] x_D2[2] x_B2[2]
20     x_D1[3] x_B1[3] x_D2[3] x_B2[3]
21     x_D1[4] x_B1[4] x_D2[4] x_B2[4]
22 ]
23
24 # 解线性方程组 Ax = b, 得到 D1, B1, D2, B2 的流量
25 flow_rates = A \ b
26
27 # 格式化输出, 保留3位小数, 并且进行右对齐
28 println("D1的流量为: ", lpad(string(round(flow_rates[1], digits=3)), 10), " kg-
mol/min")
29 println("B1的流量为: ", lpad(string(round(flow_rates[2], digits=3)), 10), " kg-
mol/min")
30 println("D2的流量为: ", lpad(string(round(flow_rates[3], digits=3)), 10), " kg-
mol/min")
31 println("B2的流量为: ", lpad(string(round(flow_rates[4], digits=3)), 10), " kg-
mol/min")
```

1 运行结果如下:

```
2
3 julia> 正在运行 T2.jl
4 D1的流量为:      25.287 kg-mol/min
5 B1的流量为:       1.502 kg-mol/min
6 D2的流量为:      22.235 kg-mol/min
7 B2的流量为:      20.976 kg-mol/min
```

2.4 结果讨论

在精馏塔的物料衡算中，解得的流量结果对于理解和优化精馏过程至关重要。D1, B1, D2, 和B2 的流量值反映了不同组分在精馏塔中的分离效果和动态平衡。

- **D1流量较大**：表明大部分轻组分（甲苯和苯）在精馏塔顶部被取出。这符合精馏的基本原理，即轻组分倾向于在塔顶富集。
- **B2流量较大**：显示大量的重组分（苯乙烯）集中在塔底。这也是预期之中，因为重组分会在塔底富集。
- **B1流量相对较小**：可能表明精馏塔的操作条件需要调整，以确保更有效的组分分离。

这些数据可以帮助评估和优化精馏塔的运行参数，如回流比、加热量和塔板设置；可以实时调整操作条件，以应对原料或产品需求的变化；还能帮助预防过程中的异常情况，保证生产安全和效率。

3 趣味题：鸡兔同笼

3.1 问题描述

共有 36 个头和 100 只脚，求鸡和兔各有多少只。

3.2 求解思路

- 建立方程组表示头和脚的数量。
- 解方程找到鸡和兔的数量。

3.3 Mworks 程序

```
1 using TyBase, TyMath, Printf
2
3 # 定义方程
4 A = [1 1; 2 4]
5 b = [36; 100]
6
7 # 求解
8 x = linsolve(A, b)
9
10 # 输出结果
11 @printf("鸡有: %d只, 兔有: %d只. \n", x[1], x[2])
```

```
1 运行结果如下:
2
3 julia> 正在运行 T3.jl
4 鸡有: 22只, 兔有: 14只。
```

3.4 结果讨论

解得鸡和兔的数量后，我们可以看到这个经典问题虽然简单，却很好地展示了线性方程组在解决实际问题中的应用。在实际的工程和科学问题中，我们经常遇到需要同时满足多个条件的复杂系统，这时候线性代数就显得尤为重要。