

doi:10.3969/j.issn.1002-154X.2012.10.016

# 通用化工模拟软件在《化工传递过程原理》教学中的应用

肖国民 李浩扬 肖 洋

(东南大学化学化工学院,江苏南京211189)

**摘 要** 本文从 Fluent 软件在动量传递, Exchanger Design and Rating 软件在热量传递和 Aspen Plus 软件在质量传递 3 个方面介绍了通用化工软件在《化工传递过程原理》教学中的应用, 形象地揭示了化工过程传递现象的原理, 以便研究生在学习《化工传递过程原理》课程中, 深入理解化工传递过程基本原理。

**关键词** 化工模拟软件 《化工传递过程原理》 教学

《化工传递过程原理》是一门涉及动量、热量和质量传递速率的化工专业研究生主干课程, 它旨在以各种化工单元操作为研究对象, 以数学模型为研究手段, 揭示化工过程传递现象的原理, 培养具有较高科学研究能力和较强工程实践能力的高水平研究生。

由于描述化工传递过程所使用的数学模型大多为复杂的代数方程和(或)偏微分方程, 如描述流体流动的 Navier - Stokes 方程、描述平板壁面对流传热的边界层能量方程以及描述对流传质的溶质渗透模型, 这些方程的解析解很难获得或者根本无法获得, 只有通过数值计算的方法才能够得到方程的解, 以使学生了解并掌握化工传递过程原理, 这通常需要学生具备很强的数值分析和计算机编程能力, 无疑增加了本课程学习的难度。

通用化工模拟软件目前已广泛应用于炼油、石油化工和其他传统化工领域的学术研究与工程实践, 如石油常减压、加氢、催化裂化、气体分馏、芳烃分离、乙烯、环氧乙烷、天然气、油气田分离以及合成氨等过程

与装置, 在精细化工、医药、农药、造纸和环保等行业也有一定的应用。

利用 Fluent 软件模拟流化床反应器内部流体和催化剂之间的动量传递情况, 可以优化流化床操作条件, 达到减小催化剂磨损、延长催化剂使用寿命的目的; 利用 Exchanger Design and Rating 软件准确计算各种换热器内部的各种传热情况, 并对换热器的机械结构进行优化设计, 可以大幅提高换热器设计的准确程度和工作效率利用, 利用 Aspen Plus 软件模拟规整填料塔内部的传质情况, 不但可以对现有精馏塔进行校核与优化, 可以准确地设计大规模的精馏塔, 省去小试、中试等步骤, 实现一步到位的工业装置设计。

本文的目的在于引导化工专业研究生通过掌握通用化工模拟软件的使用, 辅助学习《化工传递过程原理》课程, 深入理解化工传递过程基本原理。

## 1 研究生知识体系的建立

为了使研究生深入了解通用化工模拟软件在

收稿日期: 2012-09-17

基金项目: 东南大学研究生精品课程自助项目(YJSKC-10-24)。

作者简介: 肖国民(1967-), 男, 博士, 教授, 主要从事化学工程与工艺的教学和研究。E-mail: xiaogm@seu.edu.cn

《化工传递过程原理》教学中的应用,并能够在未来的科研和工作中熟练使用这些软件,研究生首先应该建立起如下化工模拟软件的知识体系。

### 1.1 Fluent 软件在动量传递中的应用

计算流体力学(Computational Fluid Dynamics, CFD)是通过计算机进行数值模拟,分析流体流动现象的技术,在流体力学领域内,是独立于理论流体力学和实验流体力学之外的交叉的流体力学分支。根据流体力学知识,自然界所有的流动现象都可以用两个方程描述:连续性方程(质量守恒方程)和 Navier - Stocks 方程(动量守恒方程),而除了极其简单的特殊问题外,联立这两个方程求得解析解一直是数学界长期以来难以攻克的世界难题。商用计算流体力学软件 Fluent 在这种情况下应运而生。因此 CFD 的本质就是解方程,即针对具体的流动现象选用合适的模型,然后求解方程并得到相应的速度场,最后对求得的速度场加以验证、分析和讨论。

利用 Fluent 软件对化工过程进行流体力学计算模拟,已经在化工过程研究中得到了广泛的应用。例如,静态混和器由于不涉及动态密封问题,正在逐渐成为一种新的化工单元操作而逐渐应用于工程实践中。用 Fluent 软件处理静态混合器复杂的几何结构并进行两种物流的计算流体力学模拟,即可得到其混和结果,从而对静态混和器的结构进行改进。再如,尽管能耗较高,但精馏仍旧是化工领域获得高纯产品的重要方法。当今的精馏领域,随着规整填料的出现,填料产品已经标准化,这不但使填料塔放大问题得以解决,更解决了复杂的填料设计、安装问题,因此板式塔已经基本处于淘汰趋势。但对于直径几米甚至至 10 几 m 的大型填料精馏塔,液体分布器和再分布器的设计却并没有在工业界得到广泛的认可,这将直接影响塔的运行结果。选择合适的模型,用 Fluent 软件可以准确模拟液体分布器或再分布器内部的气液流动情况,进而为液体分布器的设计和改进提供有力的依据。另外,固定床反应器和流化床反应器是化工领域常用的气固反应器,反应器中气体和固体之间的流动情况不但影响反应的进程还影响催化剂的使用寿命,利用 Fluent 软件中多相流模型可以模拟气固相之间的传递现象,不但有助于优化工艺条件,还对设备的设计与改造产生积极影响。

研究生学习 Fluent 软件在动量传递中的应用,除

了掌握基本的动量传递原理,如连续性方程、运动方程、边界层流动和湍流知识,还需要熟悉 CFD 网格前处理技术、Fluent 中控制方程选择与定义、边界条件设定以及方程离散化的方法。最后,为了形象表达计算的流场分布结果,还需要掌握 CFD 后处理技术,如显示等值线云图、矢量图、柱形图、扫描面和创建动画等。

### 1.2 Exchanger Design and Rating 软件在热量传递中的应用

Exchanger Design and Rating(EDR)软件是 Aspen Tech 公司开发的一套热量传递与换热器设计软件,是当前世界上应用范围最广的传热计算软件,不但涵盖了学术界大多数的传热计算理论与方法,还集成了全球数 10 家传热公司的工程设计与校核实践经验,通过该软件不但可以准确地对传热过程进行计算,还可以完成换热器选型、设计以及校核工作,大大提供的工程师和学者的效率和准确程度。

Exchanger Design & Rating 软件是原来 B - JAC 软件的升级版。与其他传热计算软件相比,升级后的 Exchanger Design & Rating 软件的最大特点是开发了与 Aspen Plus 软件的接口,使其可以直接调用后者的热量平衡和物料平衡结果,从而使传热软件自身更专注于热量传递以及相应的机械性能计算。Exchanger Design & Rating 软件界面友好,可用以进行空冷器、管壳换热器和板式换热器的设计、校核和模拟,其使用过程简单归结为以下几个步骤:准备物性数据、输入工艺条件、换热模型定义、换热器机械结构设计、换热器数据校对核算、输出参数和设备图。

研究生学习 Exchanger Design & Rating 软件在热量传递中的应用,除了掌握基本的热量传递原理,如热传导方程、能量方程、对流传热系数关联式等知识,还需要了解各种换热器类别以及相应的结构、换热器机械性能设计与校核以及 CAD 换热器装配图和零件图的绘制等。

### 1.3 Aspen Plus 软件在质量传递中的应用

Aspen Plus 是一个生产装置设计、稳态模拟和优化的大型通用流程模拟系统,源于美国能源部 20 世纪 70 年代后期在麻省理工学院(MIT)组织的会战,开发新型第三代流程模拟软件。该项目称为“过程工程的先进系统”(Advanced System for Process Engineering,简称 ASPEN),并于 1981 年底完成。1982 年

为了将其商品化,成立了 AspenTech 公司,并称之为 Aspen Plus。该软件经过 20 多年来不断地改进、扩充和提高,已先后推出了十多个版本,成为举世公认的标准大型流程模拟软件,应用案例数以百万计。

精馏过程的实质是,在热动力的驱动下,不同物质在气液两相间的传质过程。精馏过程的模拟、设计与校核是 Aspen Plus 的一个十分成熟而又重要的应用,学者们近 20 年来在这方面论述颇丰。Aspen plus 不但具有完备的纯组分数据,如沸点、安托因方程参数、临界参数等,还拥有大量二元交互作用参数,这使得该软件无论在采用状态方程还是活度系数模型时都可以准确的反映出体系的热力学性质,这是准确计算精馏传质过程的基础。Aspen Plus 中的 RadFrac 模型是考虑物料平衡、热量平衡、相平衡的严格精馏塔模型,其算法通常采用序贯算法,当选用不同的收敛方法进行计算时,可以保证绝大多数精馏过程良好的收敛。

研究生学习 Aspen Plus 软件在质量传递中的应用,除了掌握基本的传质原理,如传质微分方程和对流传质关联式,还需要了解精馏塔的基本知识,如理论板数和回流比的关系、塔高和塔径的确定以及塔板效率(或填料等板高度)的关联计算等。

## 2 教学实例

下面用实例分别针对动量传递、热量传递和质量传递的模拟计算进行说明,需要指出的是,每个实例只是侧重于动量传递、热量传递或者质量传递三者之一,而不限定仅存在某一种传递,事实上更多地,三种传递现象同时发生在一个化工过程中。

### 2.1 动量传递的 Fluent 模拟

动量传递的 Fluent 模拟以固定床反应器内由一氧化碳制备草酸二乙酯偶联反应的计算流体力学模拟为例<sup>[1]</sup>。

#### 2.1.1 动量传递模拟简述

草酸二乙酯是一种重要的化工中间体,可以采用一氧化碳与亚硝酸二乙酯发生偶联反应制得,该反应

通常是在装填有负载型金属催化剂的固定床反应器中进行。固定床反应器沿着轴向分为三个区域,位于两端的区域 I 和区域 III 均装填惰性物质分别作为预热区和冷却区,位于中间的区域 II 装填多孔负载型金属催化剂作为反应区,其反应器示意图见图 1。模拟中还假设催化剂为连续的多孔介质,并采用湍流模型计算气-固两相流体间的传递现象。

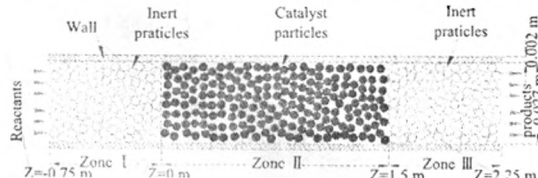


图 1 草酸二乙酯偶联反应器示意图

#### 2.1.2 动量传递模拟条件

动量传递的模拟条件主要由控制方程、流动的湍流模型、反应动力学模型以及边界条件组成。

控制方程包括气相连续方程、气相动量方程、气相状态方程、气固相动量传递速率方程、气固相质量传递速率方程和气固相热量传递速率方程等。对于一氧化碳与亚硝酸二乙酯发生偶联反应的固定床模拟来说,这些模型均不需要做变化。

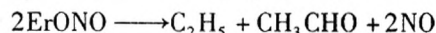
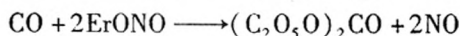
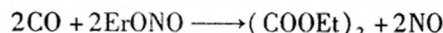
湍流模型采用经过修正的 Spalart - Allmaras 模型:

$$\frac{\partial(\rho_g v_i)}{\partial x_i} = G_v + \frac{1}{\sigma v} \times$$

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ (\mu_g + \rho_g \nu) \frac{\partial}{\partial x_j} \right] + C_{k2} \rho_g \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_j} \right)^2 \right\} - Y_v \quad (1)$$

反应动力学模型需要结合反应器模型表达出来才可以添加到动量传递的计算中。

该反应体系主要包括以下几个反应:



反应动力学模型采用二级可逆反应模型、固定床反应器采用二维拟均相模型。其中反应速率的表达式和参数见表 1。

表 1 草酸二乙酯反应动力学参数

Reactions	Kinetic expression	Pre - exponential factor	Active energy/kJ/mol	a	b
(1)	$r_1 = A_1 e^{(-E_1/RT_g)} y_{\text{co}}^a y_{\text{en}}^b$	$2.755 \times 10^4$	$4.4623 \times 10^4$	0.49	0.40
(2)	$r_2 = A_2 e^{(-E_2/RT_g)} y_{\text{co}}^a y_{\text{en}}^b$	$1.085 \times 10^4$	$4.6637 \times 10^4$	1.14	1.22
(3)	$r_3 = A_3 e^{(-E_3/RT_g)} y_{\text{co}}^a y_{\text{en}}^b$	$2.183 \times 10^4$	$4.6313 \times 10^4$	0	1.33

该动力学模型需要在软件中以自定义函数的形式导入。

进口处的流体速度是已知的,作为边界条件输入软件,其他进口条件由计算确定;出口处的压力是已知的,其他出口条件由计算确定。另外,由于该偶联反应强放热,还需要引入下列对流传热公式描述其传热情况:

$$q = h_{gc}(T_g - T_c)$$

$$\frac{1}{h_{gc}} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{b A_i}{\lambda A_m} + \frac{1 A_o}{\alpha_c A_o}$$

该动量传递模拟的其他条件和参数详见文献。

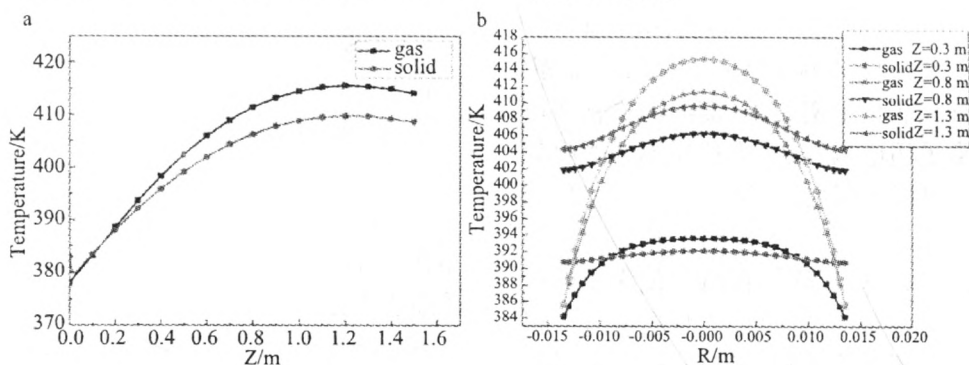


图2 (a) (b) 偶联反应器内温度轴向和径向分布

图3 (a)和图3 (b)分别展示出主要反应物与生产物沿着反应器轴向和径向的分布情况。由图3 (a)可以看出,沿着反应器轴向,反应迅速进行,一氧

### 2.1.3 动量传递模拟结果

由于该模拟采用的是带有动力学模型的二维反应器模型,通过模拟计算可以获得温度、组分浓度沿着轴向和径向的分布情况。

图2 (a)和图2 (b)分别展示出温度随着轴向和径向的分布情况。由图2 (a)可以看出,沿着反应器轴向,存在一个热点,且该热点接近出口处,这与固定床反应器的实际情况是吻合的。由图2 (b)可以看出,沿着反应器的径向,中心温度最高,反应器壁处温度最低,这应该这是由于反应放热以及催化剂不是热的良导体导致。

化碳逐渐消耗,草酸二乙酯逐渐积累。由图3 (b)可以看出,沿着反应器径向,中心处发生的反应最剧烈,这也是导致散热困难的原因之一。

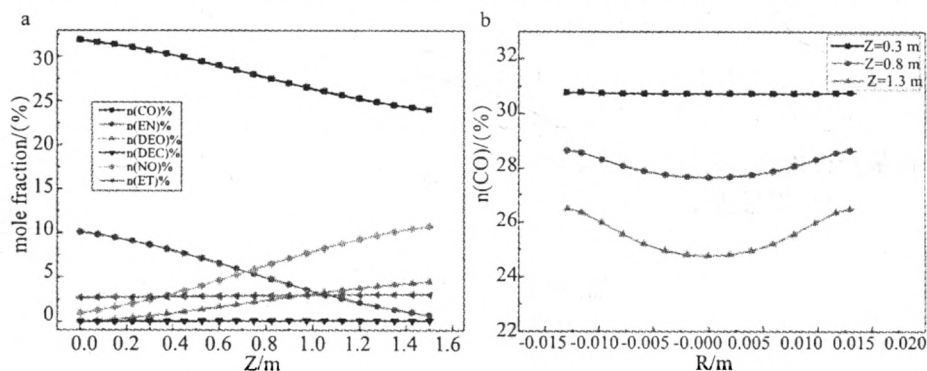


图3 (a) (b) 偶联反应器内组分轴向和径向分布

固定床的空速是影响固定床反应结果、流体流动和传热情况的重要因素。图4展示了不同空速对反应的影响。通过图4可以看出,随着空速的增加,热点位置向出口处移动,但转化率与选择性均有所下降。因此,空速需要根据传热与反应情况综合考虑而确定。该模拟中,热点位置的移动是主要是由于流体流动(即动量传递)和热量传递共同决定的,而热量

传递必然受放热反应的进行情况影响;转化率和选择性的变化,主要有反应动力学决定,但空速的改变必然导致给热系数的变化,这也将影响反应的情况。

### 2.1.4 动量传递模拟小结

利用 Fluent 软件对固定床反应器内一氧化碳与硝酸二乙酯偶联反应进行动量模拟,并结合反应动力学模型和对流传热模型,从而获得反应器内各种流

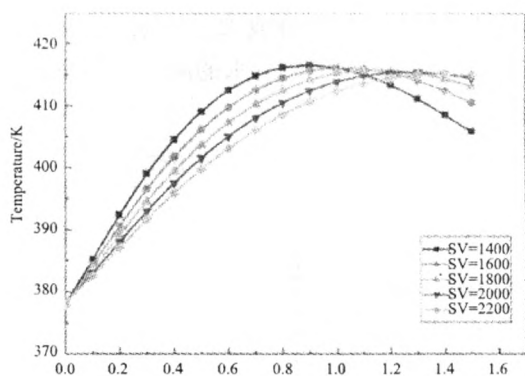


图4 空速对偶联反应的影响

场,如速度、温度和浓度的分布情况,模拟结果与实验数据良好吻合,具有工程应用价值。

通过该模拟,学生应该清楚的意识到,固定床反应器内部的动量传递、热量传递和质量传递均和反应的进行程度相辅相成,若想准确模拟、计算并设计或优化一个固定床反应器,除了需要一定的实验手段外,还应掌握诸如 Fluent、CFX 等计算流体力学软件的使用,使实验情况与计算模拟相互反馈、相得益彰。

## 2.2 热量传递模拟

二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)是聚氨酯工业中最重要的原料之一。它是由苯胺与甲醛缩合制得多亚甲基多苯基多胺(多胺),再经光气化及一系列的后处理和分离过程制备而来的。该产品物性特殊,生产过程复杂,换热器等关键设备的设计也是工程开发的难点。

### 2.2.1 热量传递模拟工艺

经精馏精制的 MDI 产品需要冷却后方能贮存。现有流率为 17 352 kg/h、温度为 98.8 °C 的 MDI 成品,要求冷却到 40 °C;冷却液为 32 °C 清水,冷却液出口允许最高温度为 38 °C;冷热流体侧进口压力均为 4 atm(表压,下同)。

### 2.2.2 热量传递模拟条件

对于 MDI 这种并非十分常见的化学物质,很多手册以及数据库并没有完善的 MDI 数据库。最好的解决办法是关联 Aspen plus 与 Exchanger Design & Rating 软件,利用 Aspen Plus 强大的物性推算功能,根据 MDI 的分子结构获得相关物质的物性数据,并将数据传递到 Exchanger Design & Rating 中,使其能够使用推算的物性数据<sup>[2]</sup>。

管壳换热器模拟的过程应该分三个步骤:热量衡算、所需换热面积计算和机械设计校核。研究生应该

了解逐步打通模拟、完善与修改模拟的方法与技巧。

首先,热量衡算是指完成换热目的冷热流体的热负荷计算,从而计算出冷流体用量。

其次,所需换热面积的计算。Exchanger Design & Rating 软件可以根据冷热流体的性质计算给热系数,然后再结合热量衡算结果计算出所需换热面积<sup>[3]</sup>。

最后,根据化工机械原理,设计并校核换热器结构,最后得到实际换热器面积和换热器各部分结构。

### 2.2.3 热量传递模拟结果

根据热量衡算结果,将冷流体出口温度设为 38 °C,热负荷为 349 kW,计算出冷流体的用量为 53300.27 kg/h。冷热流体进出口条件见表 2。

表2 MDI 冷却器流体进出口条件

	热流体	冷流体	热流体	冷流体
	进口	进口	出口	出口
质量流率/kg/h	MDI 17 352	0	17 352	0
	H <sub>2</sub> O 0	53 300	0	53 300
	MDI 98.8	32	40	38
	H <sub>2</sub> O 4	4	3.8	3.94

计算结果表明,不含污垢热阻的总传热系数为 558.8 W/(m<sup>2</sup>·°C),含污垢热阻的总传热系数为 508.8 W/(m<sup>2</sup>·°C)。由后者初步计算的换热面积为 25.67 m<sup>2</sup>,经过机械校核的换热面积为 26.23 m<sup>2</sup>。

其它的换热器结构参数见表 3。

表3 MDI 冷却器部分结构参数

BEM 类型换热器			
管数	81	实际管长/m	5.5
位置	水平	管外径/mm	25
排布	单程	管内径/mm	19
挡板数	42	管标/mm	24
中心距/mm	120.65	壳外径/mm	273
首块挡板距进口距离/mm	231.78	壳内径/mm	257

此外,Exchanger Design & Rating 软件还可以针对上述设计结果,快速出图,包括该换热器各部分零件以及整体的装配图等,使换热器设计工作事半功倍。

### 2.2.4 热量传递模拟小结

对于我校本科专业为化学工程与工艺的学生来说,均参加过管壳式换热器的课程设计培训:学生们根据换热要求计算出热量传递结果,并估算给热系数,从而计算出换热面积,最后根据中国国家标准针



对计算的换热面积进行管壳式换热器的机械设计和核算。这种设计方法在过去的几 10 a 一直被全世界的化学工程师所采用,并一度成为主导方案。但如今的换热器模拟软件计算设计方法较之传统的换热器设计计算方法,具有可靠性强、计算速度快、出图快和各专业间集成效应强等优势。对于未来可能成为化学工程师或者化工科研工作者的研究生来说,掌握一定的计算机辅助设计换热器知识是十分必要的。

### 2.3 甲醇-水精馏过程模拟与设计

工业上甲醇与水的分离主要仍然依靠精馏方法,虽然该工艺原理简单,但处理量十分巨大,微小的设计差别将严重影响运行结果。现以甲醇-水精馏过程模拟与设计为例,说明 Aspen Plus 软件在质量传递计算方面的应用。

#### 2.3.1 质量传递模拟工艺

精馏过程利用多次部分气化和部分冷凝,将挥发性不同的混合液分离而得到的纯的或接近纯的组分或切割成指定泡点范围的馏分的过程。甲醇与水不会产生共沸,其气液 VLE 相图由 Aspen Plus 绘出,如图 5 所示。经部分气化和部分冷凝,即多次的质量传递和热量传递,沸点较低的甲醇从塔顶蒸出,塔釜得到纯净的较高沸点的水。

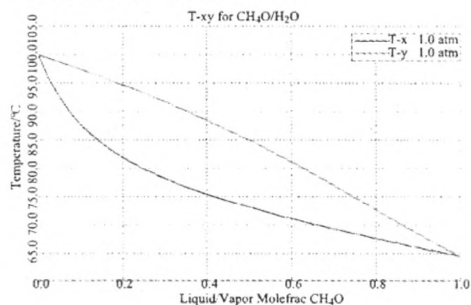


图 5 甲醇-水体系气液关系图

#### 2.3.2 质量传递模拟条件

Aspen Plus 中用于分离的模块有闪蒸罐 Flash 模块、简捷法精馏设计 DSTWU 模块、严格精馏塔 RadFrac 模块等。其中 RadFrac 是一个严格模型用于模拟所有类型的多级气-液精馏操作这些操作包括一般精馏、吸收、再沸吸收、气提、再沸气提、萃取和共沸蒸馏。RadFrac 适用于两相蒸馏体系、三相分离体系、窄沸程和宽沸程体系以及液相具有非理想性强的体系。

故该精馏可选择采用 RadFrac 模块。

模块中需设定进料流速、温度、压力,蒸出速率,

回流比,有无冷凝、全冷凝或部分冷凝,塔板数,塔内及塔顶压力等。由于甲醇-水的沸点均不高且无共

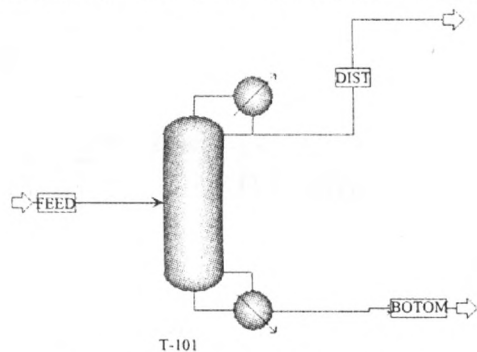


图 6 甲醇-水精馏塔工艺图

沸,所以只需要一个塔,塔板数不用太多,回流比也无需太大,全冷凝,常压下进行,不需要夹带剂。流程如图 6 所示。

#### 2.3.3 质量传递模拟结果

在选用 RadFrac 模块进行精馏,塔板数为 16,第 11 块板进料,回流比为 3,常压下可使甲醇和水的纯度达到 99.95%。具体结果参照表 4。

表 4 甲醇-水精馏模拟结果

	FEED	DIST	BOTTOM
Mole Flow/kmol/h			
CH <sub>3</sub> O	1.560 444	1.559 702	0.000 742
H <sub>2</sub> O	2.775 422	0.001 319	2.774 103
Mass Flow/kg/h			
CH <sub>3</sub> O	50	49.976 24	0.0237 64
H <sub>2</sub> O	50	0.023 764	49.976 24
Mass Fraction			
CH <sub>3</sub> O	0.5	0.999 525	0.000 475
H <sub>2</sub> O	0.5	0.000 475	0.999 525
Total Flow/kmol/h	4.335 866	1.561 022	2.774 844
Total Flow/kg/h	100	50	50
Total Flow/hr	114.21	67.159 82	54.431 85
Temperature/°C	25	64.213 44	99.596 84
Pressure/MPa	0.1	0.1	0.1
Vapor Fraction	0	0	0
Liquid Fraction	1	1	1
Solid Fraction	0	0	0

改变进料位置会改变精馏段和提馏段的高度,影响质量传递。应用灵敏度分析功能可以进行这项计算。进料位置对精馏效果的影响:考察进料位置从第 2 块板到第 15 块板,对塔顶甲醇含量的影响,如图 7 所示,进料位置从顶到釜,分离效果越来越好,当从第 9 块板进料时塔顶甲醇含量几乎不再增加,第 11 块板达到最大,后又逐渐下降。

### 2.3.4 质量传递模拟小结

利用 Aspen Plus 软件模拟对甲醇-水体系进行分离完成质量传递,可以综合考察各因素对分离效果的影响,并且能得到塔内物料质量分布状况,使之变得直观,便于教学。该方法不仅可以应用于简单的二元精馏,还适用于多元精馏、萃取精馏、共沸精馏和加盐精馏等特种精馏操作。此外,Aspen plus 软件还内置包括板式塔和填料塔的各种塔内件参数,可以根据上述工艺计算结果进行塔结构的详细设计。

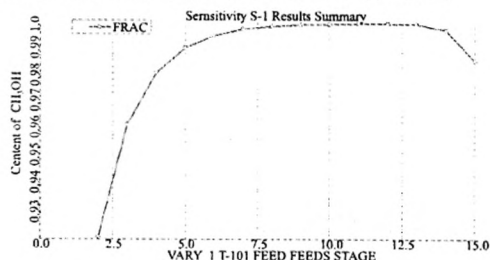


图7 甲醇-水精馏工艺进料位置灵敏度分析

## 3 前景展望

作为化学工程与技术的主干课程,《化工传递过程原理》一方面展示着化学工程类学科区别于其他工程类学科的特性,即化工过程中动量传递、热量传递和质量传递现象;另一方面也展示着工程类学科的共性,即理论与实验研究相结合的方法。作为理论与实验研究的桥梁,计算机辅助的手段常显示出可靠性

强、计算速度快和集成性强等众多优势。Fluent、Exchanger Design and Rating 和 Aspen Plus 等通用化工模拟软件在当今的科研领域和工程界均得到了十分广泛的应用,推动了科研的进步并产生了巨大的经济效应。这种趋势在可预见的未来还将继续发展和完善。值得引起注意的是,大量优秀国外通用化工模拟软件的引进,也同时导致一系列问题:软件技术为国外垄断,底层代码不为国人所知;软件参数均采用欧美国家标准,中国用户使用不便;部分核心参数由少数公司掌握,购买价格十分昂贵。因此,对于当代的化工专业研究生来说,了解、学习和掌握这些软件的使用,深入领会《化工传递过程原理》的精髓仅仅是一个短期目标,更远的目标是开发出具有中国自主知识产权的通过化工过程模拟软件,使之成功应用于中国的科研与工程领域,振兴中国的化学工业。

### 参考文献

- [1] Cao X, Zhu Y P, Luo Z H. CFD modeling of gas flow in porous medium and catalytic coupling reaction from carbon monoxide to diethyl oxalate in fixed-bed reactors [J]. Chemical Engineering Science, 2011 (66): 6 028 ~ 2 409.
- [2] 杜严俊,杨光军,徐宝学. ASPEN B-JAC 软件在 MDI 装置换热器设计中的应用[J]. 合成技术及应用, 2007, 22 (2): 59 ~ 62.
- [3] 周奇. 运用 ASPEN B-JAC 设计管壳式换热器[J]. 化工设计通讯, 2010, 36 (2): 42 ~ 46.

## 化工信息

### 安徽:新建化工项目面进入园区

安徽省政府办公厅近日下发《关于促进化工产业健康发展的意见》,要求各地的新建化工项目,原则上只在省政府确定的基地和专业化工园布局;基地、专业化工园和集中区要与城市建成区、人口密集区、水源保护地等敏感区域,保持足够的安全和卫生防护距离。

坚持规划引导、促进产业布局调整是《意见》强调的重点。省级发展纲要中明确的新型化工基地和专业化工园,所在市、县政府须研究制定化工产业发展专项规划,报省政府批准实施。拟列入专项规划的重大项目,要从维护社会公共利益角度进行论证,论证通过后方可列入规划。引导现有化工企业搬迁至园区,重点推动不符合城市规划、存在安全和环保隐患的企业实施搬迁。严格控制非园区化工企业扩大产能。开展专项清理整顿行动,坚决关闭不符合安全和环保要求的化工企业,坚决淘汰落后工艺、装备和产品。

《意见》同时要求,严格审核化工项目建设用地,对不符合产业政策、规划或布局要求的建设项目,一律不得批准用地。强化项目审批管理,严格执行规划环评。化工项目环评文件由市级以上环保部门负责审批。其中,以铅为主要原料的建设项目,焦炭、电石及含重金属的危险废液(渣)等危险废物利用项目的环境影响评价文件,由省级环保部门负责审批。严格建设过程监管,确保安全、环保和节能设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产和使用。

## 通用化工模拟软件在《化工传递过程原理》教学中的应用

作者: [肖国民](#), [李浩扬](#), [肖洋](#)  
作者单位: [东南大学化学化工学院, 江苏南京, 211189](#)  
刊名: [化工时刊](#)  
英文刊名: [Chemical Industry Times](#)  
年, 卷(期): 2012, 26(10)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hgsk201210016.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hgsk201210016.aspx)