

文章编号: 1005—8893 (2001) 04—0050—03

# 芳烃抽提及 $C_8^+$ 分离装置的建模与 仿真培训软件的开发\*

顾忠明

(金陵石化有限责任公司 教培中心, 江苏 南京 210046)

摘要: 介绍了基于 TS2000 仿真支持环境的芳烃抽提及  $C_8^+$  分离装置的建模与仿真培训软件的开发工作, 在系统构架与建模中采用了管线与设备分离、过程模型与控制算法分离、模型调试器和仿真软件分离等有效的功能分解技术。

关键词: 芳烃抽提; 功能分解; 仿真培训

中图分类号: TP 273 文献标识码: A

过程仿真技术在大型石化装置方面的应用越来越受到重视, 无论是在新装置开工前对操作工进行培训, 还是在新操作工上岗前进行训练, 仿真培训软件都起到了不可替代的作用。

连续重整联合装置是投资数亿元的大型石化装置, 引进国外先进工艺, 自动化水平很高, 年创产值和利税都非常可观。在前段连续重整开工前开发的仿真培训软件发挥了很好的作用, 芳烃抽提段的仿真培训软件是后续的开发任务。软件基于 TS2000 仿真支持环境。

## 1 TS2000 仿真支持环境<sup>[1]</sup>

### 1.1 硬件结构

根据仿真培训系统的要求, 整个仿真培训系统的硬件提供了 TDC3000 组态、运行、现场操作模拟、教师监视控制等主要功能的硬件界面。根据使用要求, 整个系统设计成多微机网络形式, 并提供教师、工程师、操作员 3 个层次的操作平台, 其硬件构成如图 1 所示。

整个系统由 7 台微机通过 TCP/IP 协议网连接构成局域网, 具有 1 个服务器和 3 个工作站。服务

器进行模型、控制运算, 并为工作站提供数据和文件服务; 工作站提供系统与用户的接口。

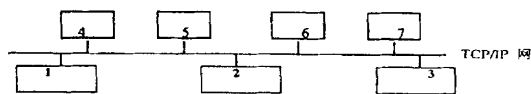


图 1 硬件结构示意图

在图 1 中 1 #机为 P II 微机, 作为中央计算站, 构成整个系统的服务器, 运行 UNIX 操作系统, 主要完成工艺数学模型、控制算法和网络通讯服务等功能, 是整个系统的指挥中心。2 #机为智能教师站, 主要完成仿真系统的状态记忆、在线监视、在线评分及时钟管理等功能。3 #机为现场站兼工程师站, 主要完成模拟工艺现场的操作环境、辅助开车及工程师组态等功能。4 #至 7 #机为 DCS 操作站, 完成仿 TDC3000 操作站功能。

### 1.2 软件结构

本系统软件使用了结构式的设计和—些功能分解技术, 功能模块之间相互作用相互联系, 主要包括 DCS 控制单元算法软件、工艺全流程数学模型软件、智能教师站软件包、工程师站软件包、现场站软件包、DCS 操作站软件包。结构如图 2 所示。

\* 收稿日期: 2001—10—31

作者简介: 顾忠明 (1969—), 男, 江苏江都人, 讲师, 主要从事石化装置的建模与仿真的开发。

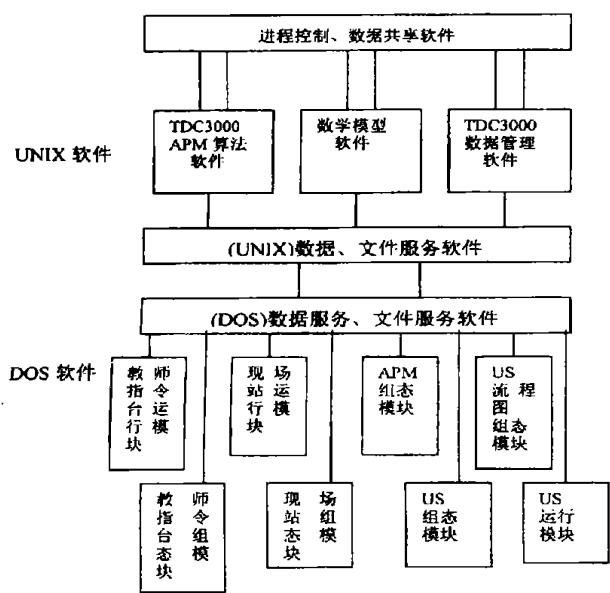


图 2 软件结构示意图

1.3 系统设计中功能分解的技术

①管线与设备的分离：将管线当作设备的一类，与通常意义上的基本单元设备等同处理，凡具有在不同单元之间传递能量和物质的实体都可视为“广义管线”，因此解决了设备细分的问题，使单元设备标准化成为可能。②算法与数据的分离：对象模型、控制算法都是固定的程序代码，对象数据是仿真对象的运行描述。系统运行时，通过读取动态变化的数据，经固定程序代码运算，获得相应的描述结果，使数学模型的重用性得到很大改善。③模型与环境的分离：模型本身仅描述对象的本性，不带任何控制成分，控制由仿真环境完成，使得仿真软件支持环境通用化。

2 芳烃抽提工段建模与仿真

2.1 培训用仿真模型的特点及开发方法

化工过程仿真培训所采用的数学模型应具有如下的特点：①采用集中参数模型。虽然实际化工设备大多数都是分布参数的，但分布参数动态数学模型需要用偏微分方程描述，而偏微分方程的数值算法耗时多，不能满足仿真培训系统实时性要求，所以分布参数设备一般采用集中化数学模型来描述。②模型应能适用于全工况。因为实际化工装置除了正常生产之外，还有开、停车过程及异常事

故。而对操作人员的培训主要是开、停车和异常事故的处理。这就要求数学模型应适合大范围工况变化的特点。③模型应具有引入故障的能力。化工过程仿真培训系统的一项重要任务是培训操作员处理生产过程中出现的异常事故的能力。④当对象在工艺上改进后，模型应易于扩充与修改，增强其适应性。

因此，仿真培训用数学模型是大范围的动态模型，在开发化工过程仿真培训系统用数学模型时，采用“机理实验加经验”的综合方法，直接建立“大范围非线性数学模型”是很有效的。这种方法仿真效率高，精确性好，模型不需分段，因而程序设计也变得简单，维护也异常方便。此外，由于模型是为仿真培训使用，所以建模主要抓住其外部特征，尽量使模型简单，这样操作人员和有关专家的经验就显得很重要。

2.2 芳烃抽提工艺

30 万吨/年芳烃抽提装置及 C<sub>8</sub><sup>+</sup> 分离属于连续重整联合装置，其原料是 60 万吨/年连续重整装置稳定系统来脱戊烷塔顶和塔底油，主要产品为苯、甲苯、邻二甲苯、石油液化气、戊烷和 C<sub>9</sub><sup>+</sup> 重芳烃。原料分离部分的目的是获得合适的抽提及 C<sub>8</sub><sup>+</sup> 分离进料。抽提单元的目的在于采用环丁砜溶剂与抽提进料的混合烃通过液-液抽提和抽提蒸馏工艺分离出芳烃和非芳烃。

2.3 抽提单元建模<sup>[2~4]</sup>

装置中除抽提单元外，基本都是汽提、分馏等设备，这些设备的模型都已经开发成型，具备良好的通用性。在本任务中，主要的工作是建立抽提的动态模型。

抽提的过程，可以分为两步来看：一步是环丁砜萃取含混合芳烃的重组分，另一步是萃取后富溶剂因比重在抽提塔底部分层，非芳烃轻组分在塔上部分层。如图 3 所示。在图 3 中：F 为进料量，Z<sub>i</sub> 为组分；L<sub>A</sub>，L<sub>B</sub> 为轻重组分的出料量；M<sub>A</sub>，M<sub>B</sub> 为轻重组分的滞留量；h<sub>A</sub>，h<sub>B</sub> 为轻重组分各自的液位；x<sub>Ai</sub>，x<sub>Bi</sub> 为轻重组分各自的组成。

导出模型如下：

①质量衡算式：

$$\frac{d}{dt} (M_A + M_B) = F - L_A - L_B$$

②组分衡算式：

$$\frac{d}{dt} (M_A \cdot x_{Ai} + M_B \cdot x_{Bi}) = F \cdot Z_i - L_A \cdot x_{Ai} - L_B \cdot x_{Bi}$$

其中:  $M_A = \rho_A \cdot h_A \cdot S$ ,  $M_B = \rho_B \cdot h_B \cdot S$ ,  $S$  为塔的截面积, 塔上下均匀。

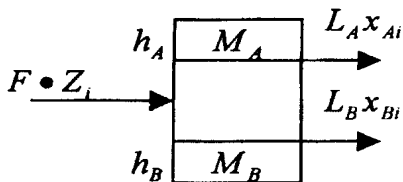


图 3 分层示意图

组分的变化可通过溶解度及溶剂量来计算, 由此可推导出编程用动态差分方程。此外, 对溶剂平衡和水的平衡也进行了解算。

### 3 结束语

该项目于 2000 年 10 月通过金陵石化公司的验收, 投入运行以来, 收效良好。TS2000 环境提供的模型重用性及调试器与仿真软件的分离, 在开发工作中发挥了很大作用, 提高了开发效率。在大范围动态模型的研究方面获得了一定的经验, 为今后进一步开发企业需要的培训软件打下了基础。

### 参考文献:

- [1] 秦秀娟, 荀勇, 陈宗海, 等. 网络型化工过程仿真支持环境 TS2000 [J]. 工业仪表与自动化装置, 1998, 6: 54—57.
- [2] 陈宗海. 过程系统建模与仿真 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1997. 71—73.
- [3] 姚玉英. 化工原理 (下册) [M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1992. 232—240.
- [4] 谭天恩, 麦本熙, 丁惠华. 化工原理 (下册) [M]. 北京: 化学工业出版社, 1984. 201—203.

## Development of the Simulation Training Software for the Aromatic Hydrocarbon Extraction and $C_8^+$ Separation Procedure

GU Zhong—ming

(The Education and Training Center of Jinling Petrochemical Corporation, Nanjing 210046, China)

**Abstract:** This article introduces the development of the simulation training soft for the aromatic hydrocarbon extraction and separation procedure, which is based on the support of the simulation software platform TS2000. Some valid function separate technology, such as line separate from device, procedure model separate from control arithmetic and model debugger separate from simulation soft, are used in system and model building.

**Key words:** aromatic hydrocarbon extraction; function separate technology; simulation training