

文章编号: 1005—8893 (2001) 03—0026—03

# 石油炼制工艺设计物性数据查询系统的开发<sup>\*</sup>

姚致远<sup>1</sup>, 黄荣荣<sup>1</sup>, 张 杰<sup>2</sup>, 张惠菊<sup>2</sup>

(1. 江苏石油化工学院 化学工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 石油及其馏分的物性数据是石油炼制工艺设计的基础数据, 以往常常采用手工计算或查阅有关图表获得。在对石油及其馏分的物性数据及图表处理的基础上, 应用 Visual Basic 5.0 开发了石油炼制工艺设计物性数据查询软件。实例分析表明, 使用该软件获取所需的物性数据是方便可靠的。

关键词: 石油炼制; 工艺设计; 物性数据; 计算机应用

中图分类号: TP 311.52

文献标识码: A

石油及其馏分的物性数据是石油炼制工艺设计的基础数据, 这些数据往往需要通过很繁琐的手工计算或查阅图表才能获得<sup>[1]</sup>, 不但耗费了大量的人力物力, 且得到的数据又有相当的误差。随着计算机的快速发展和广泛应用, 利用计算机开发石油炼制工艺设计物性数据查询软件是完全可行的。

早在 1949 年, Edimister 等人根据大量实验数据整理出一整套石油蒸馏曲线换算图, 后来经过 Maxwell 等人做了一些修改与补充, 并且至今, 这套图表仍然是国内外炼油计算的基本图表<sup>[2,3]</sup>。到了五十年代由 Vanminkle 对三十年代 WASTSOWT 和 NELSON 发展的一系列石油馏分各种性质和特性因数 ( $K$ ) 和 API 比重间的关系图表作了概括汇总, 并且在 1957 年 WINN 将其发展成同时计算烃类混合物多种性质的列线图。到了七十年代后期, KESLER 等又发展了一些以沸点和比重为参数计算石油馏分和纯化合物物性的关联式。到了八十年代, RIAII 和 DAUBERT 等提出了一种指数形式的简单计算方法。可以说国外在物性数据的研究方面已做了大量的工作, 所得到的关联式和图表越来越多, 精确度也在不断地提高。

本文就是基于这些物性数据的关联式和图表, 应用 Visual Basic 5.0 开发了石油炼制工艺设计物性数据查询软件。

## 1 软件的构成

“石油炼制工艺设计物性数据查询软件”的功能是由一些较易得到的物性数据如, 恩氏蒸馏数据、相对密度等通过一系列的关联式的关联, 得到无法实测或者是较难得到的物性数据。

依据复杂系统通用设计分析方法 IDEFO 的规范, 该软件将整个系统分解成多个既具有相对独立性又相互关联的模块。采用此软件设计方法, 有利于系统的开发和完善, 增强软件的通用性, 同时也为软件的商品化打下了基础。每个模块采用 VB 编码, 并利用各自的特性对每个模块进行封装。该软件中包含的物性数据分为以下几个部分:

特性数据 (石油馏分特性沸点、石油馏分分子量、石油馏分偏心因子、石油馏分 Watson 特性因数及碳、氢质量比);

临界性质;

蒸气压 (纯烃蒸气压、窄馏分的蒸气压);

焓 (油品汽相焓、油品液相焓);

粘度 (液体的常压粘度、液体粘度与温度的关系、液体混合物粘度、运动粘度与其它条件粘度的相互换算);

比热;

\* 收稿日期: 2001—07—03

作者简介: 姚致远 (1965—), 男, 江苏吴江人, 江苏石油化工学院讲师, 2—本院化学工程系 2000 届毕业生

蒸馏数据换算（恩氏蒸馏、平衡汽化、实沸点蒸馏三者之间的相互转化）。

2 计算模型及求解方法

实现物性数据的计算机处理，必须建立相应的计算模型。下面以三种蒸馏数据的相互换算为例。

原油或馏分油蒸馏数据，包括恩氏蒸馏数据、实沸点蒸馏数据和平衡汽化数据，是石油炼制工艺设计计算的重要基础数据，也是油品的重要质量指标之一，在生产中作为控制操作条件的重要依据之一。

由恩氏蒸馏数据出发，经过查阅图表换算，获取实沸点蒸馏数据和平衡汽化数据的这一套计算方法，目前仍是工艺计算的基本方法，显得复杂烦

琐。华东理工大学石油加工研究所研究得出的关联式<sup>[4]</sup>为实现三种蒸馏数据相互换算的计算机处理提供了依据，具体的处理过程如下。

先计算出每个油品 0 ~ 10%，10% ~ 30%，30% ~ 50%，50% ~ 70%，70% ~ 90%，90% ~ 100%段的恩氏蒸馏温差，平衡汽化温差及实沸点温差，其中恩氏蒸馏温差与平衡汽化各段温差的关联式见表 1；实沸点蒸馏与恩氏蒸馏各段温差的关联式见表 2；实沸点蒸馏和恩氏蒸馏各段温差的关联式见表 3；再由表 4 中三种蒸馏曲线 50%馏出点换算关联式计算出实沸点 50%馏出点和平衡汽化 50%馏出点；再由各自的 50% 馏出点分别加减各自对应段的温差即可得出各段温度段的平衡汽化温度及实沸点温度（其中当馏出体积大于 50%时为加，小于 50%时为减）。

表 1 恩氏蒸馏数据与平衡汽化各段温差的关联式

各段温差	关联式	平均误差/℃
0 ~ 10%	$\Delta t_E = -8.0634 + 8.2062 \times 10^{-6} (\Delta t_A + 100)^3$	10.2
10 ~ 30%	$\Delta t_E = -68.6404 + 0.6847 (\Delta t_A + 100)$	8.0
30 ~ 50%	$\Delta t_E = -27.0590 + 2.6832 \times 10^{-3} (\Delta t_A + 100)^2$	7.3
50% ~ 70%	$\Delta t_E = -31.7267 + 3.1448 \times 10^{-3} (\Delta t_A + 100)^2$	7.5
70% ~ 90%	$\Delta t_E = -9.7874 + 1.0058 \times 10^{-5} (\Delta t_A + 100)^3$	3.7
90% ~ 100%	$\Delta t_E = -7.1977 + 7.3005 \times 10^{-6} (\Delta t_A + 100)^3$	2.5

表 2 实沸点蒸馏与恩氏蒸馏各段温差的关联式

各段温差	关联式	平均误差/℃
0 ~ 10%	$\Delta t_T = -815.6526 + 177.9675 \ln (\Delta t_A + 100)$	10.0
10% ~ 30%	$\Delta t_T = 178.4687 - 17.5292770 / (\Delta t_A + 100)$	7.7
30% ~ 50%	$\Delta t_T = -607.1215 + 132.3575 \ln (\Delta t_A + 100)$	6.8
50% ~ 70%	$\Delta t_T = 146.2211 - 14.5339861 / (\Delta t_A + 100)$	5.1
70% ~ 90%	$\Delta t_T = 79.7362 - 793.5351300 / (\Delta t_A + 100)^2$	5.9
90% ~ 100%	$\Delta t_T = -16.0761989 + 2.8478156 \ln (\Delta t_A + 100) + 64.480641.8000 / (\Delta t_A + 100)^2 - 3.4685 \times 10^9 / (\Delta t_A + 100)^3$	8.4

表 3 实沸点蒸馏和平衡汽化各段温差的关联式

各段温差	关联式	平均误差/℃
0 ~ 10%	$\Delta t_E = -16.2666 + 1.6529 \times 10^{-3} (\Delta t_T + 100)^2$	11.6
10% ~ 30%	$\Delta t_E = -66.6005 + 0.6515 (\Delta t_T + 100)$	10.1
30% ~ 50%	$\Delta t_E = -24.3906 + 2.4116 \times 10^{-3} (\Delta t_T + 100)^2$	5.8
50% ~ 70%	$\Delta t_E = -94.2338 + 0.9620 \ln^3 (\Delta t_T + 100)$	6.9
70% ~ 90%	$\Delta t_E = -16.9807 + 1.7233 \times 10^{-3} (\Delta t_T + 100)^2$	4.0
90% ~ 100%	$\Delta t_E = -7.0037 + 7.4343 \times 10^{-6} (\Delta t_T + 100)^3$	4.6

说明： $\Delta t_T$ ——表示恩氏蒸馏相对应段的温差，℃； $\Delta t_E$ ——表示平衡汽化相对应段的温差，℃； $\Delta t_T$ ——表示实沸点相对应段的温差，℃。

表 4 三种蒸馏曲线 50% 馏出点换算关联式

名称	关联式	平均误差
恩氏和实沸点关联	$\Delta T_T = -63.5603 - 3.1431 \eta_A + 12.6453 \ln T_A + 4.6992 \times 10^{-5} \eta_A^3 + 2.3993 \ln^3 \eta_A$	8.4
恩氏和平衡汽化关联	$\Delta T_{E1} = 13.2125 + 4.5324 \times 10^{-7} T_A^3 - 6.4655962 / \eta_A^3 - 0.3793 \ln^3 \eta_A$	12.1
实沸点和平衡汽化关联	$\Delta T_{E2} = 314.2675 - 151.2234580 / T_T + 23.537920.7000 / T_T^2 - 8.3891 \times 10^{-7} T_T^3 - 1.1299 \times 10^9 / T_A^3$	9.7

说明： $T_A$ ——恩氏馏出温度，℃； $T_T$ ——实沸点馏出温度，℃； $T_E$ ——平衡汽化馏出温度，℃； $\Delta T_T$ ——（ $T_T - T_A$ ），℃；

$\Delta T_{E1}$ ——（ $T_E - T_A$ ），℃； $\eta_A$ ——恩氏蒸馏 30%与 10%馏出温差，℃； $\Delta T_{E2}$ ——（ $T_E - T_T$ ），℃。

### 3 计算结果及讨论

采用《石油化工工艺计算程序》一书中的数据在该软件运行后进行比较,得到的部分物性数据计算结果列于下表 5 中,三种蒸馏曲线的相互换算以把恩氏蒸馏数据换算为实沸点蒸馏数据为例列于表 6。结果表明,采用本软件计算得到的物性数据与通过手工计算或查有关图表得到的值非常接近,不仅快捷方便,而且完全可以满足炼油工艺设计的要求。

表 5 手工计算或查图表值与软件计算值的比较

项目	手工计算或 软件计		相对误差, %
	查图表值	算值	
V ABP/K	406. 1	406. 1	0
M ABP/ K	389. 1	389. 0	0. 03
C ABP/ K	402. 0	402. 2	0. 06
W ABP/ K	409. 5	410. 2	0. 16
M EBP/ K	395. 2	395. 0	0. 05
分子量	137. 0	139. 6	1. 90
折光指数	1. 429	1. 429	0
Watson 特性因数	11. 82	11. 85	0. 25
碳氢质量比	6. 20	6. 21	0. 16
塞氏通用粘度/s	247. 1	240. 5	2. 69
塞氏重油粘度/s	48. 4	47. 9	0. 99
纯烃液体粘度/ PaS	0. 701	0. 695	0. 90
液体混合物粘度/ mPaS	0. 891	0. 890	0. 11
液体粘度随温度的变化/ (mm <sup>2</sup> /s)	60. 0	58. 1	3. 25

### 4 结 论

(1) 通过实例测试,使用本软件可以十分方便

表 6 恩氏蒸馏数据与实沸点蒸馏数据的换算

馏出, %	恩氏蒸馏数据/ °C	实沸点蒸馏数据/ °C		相对误差, %
		查图值	机算值	
0	239	212. 5	219. 8	3. 44
10	258	250. 5	256. 6	2. 44
30	267	269. 4	272. 3	1. 08
50	274	282. 4	283. 6	0. 42
70	283	295. 8	296. 5	0. 23
90	296	314. 4	314. 1	0. 10
100	306	327. 4	333. 5	1. 96

的由一些较易测得的数据计算得到在平时的实测中无法得到或者说是难以得到的数据。(2)通过实例测试,表明设计过程中采用物性关联式以及拟合经验图表的方法计算物性数据,其精确度可以满足工艺设计要求。(3)原油是一个十分复杂的混合物,不同产地原油之间、相同产地不同时期的原油之间的性质存在一定的差异。在本软件的编程过程中,基本上是以大庆、胜利油田的物性数据为依据进行编程的,因此本软件所采取的一些关联式可能对于某些原油来说,误差可能会稍大。为此须尽可能多地收集各种物性关联式,由用户有针对性地选择,从而提高计算的精确度。

#### 参考文献:

[ 1] 北京石油设计院. 石油化工工艺计算图表 [ M] . 北京: 烃加工出版社, 1985.  
 [ 2] API Technical Data Book —— Petroleum Refining. 4th Ed. 1982  
 [ 3] API Technical Data Book —— Petroleum Refining. 5th Ed. 1992  
 [ 4] 张一安, 詹敏, 李少萍. 等. 我国主要原油的三种蒸馏曲线关联 [ J] . 石油炼制, 1990 (2): 56—59.

### Building up the Consult System of Property Data in Design of Petroleum Refining Technology

YAO Zhi—yuan<sup>1</sup>, HUANG Rong—rong<sup>1</sup>, ZHANG Jie<sup>2</sup>, ZHANG Hui—jue<sup>2</sup>

(1. Department of Chemical Engineering, Jiangsu Institute of Petrochemical Technology, Changzhou 213016, China)

**Abstract:** The property data of crude oil and its fraction is the basic data in design of petroleum refining technology. In the past these data were obtained by hand calculation or consulting tables and charts. Based on the treatment of these property data and charts or tables, a consult system was developed applying Visual Basic 5. 0. The example shows that to obtain property data is simple and direct using this system.

**Key words:** petroleum refining; technology design; property data; computer application