

# 换热器设计的计算机化

何松林

(齐鲁石油化工设计院)

工程技术人员为了设计传热效率高、结构紧凑、成本低、安全可靠的换热器，必须精心考虑各方面的因素，要求进行准确的热力计算和校核，并且还要符合工艺制造水平。以往，工艺专业技术人员手工计算一台换热器通常需要几天时间，如果遇到比较复杂的换热器，则花费的时间更长。前几年，齐鲁石化设计院在设计工作中使用的 ECSS 工程化学模拟系统中的换热器软件包解决了换热器设计中的不少问题。目前，我院又引进了美国 SIMSCI 公司的 HEXTRAN 换热网络软件和国际传热学会的 HTFS 换热器设计软件，使我院在换热器设计中基本实现了计算机化。不仅减轻了工程技术人员的劳动强度，缩短了工程设计的周期，而且大大提高了换热器的计算精度和设计质量，还可以综合考虑换热器的传热效率，成本和安全可靠性等各方面的因素，明显地提高了经济性能。

## 一、换热器软件的功能

换热器软件依据不同的任务可分为以下几种类别的计算：

### 1. 校核计算

根据换热器的具体结构及必要的运行参数进行核算，对换热器的传热性能做出评价。

### 2. 设计计算

已知换热器的热负荷及管、壳程介质的运行参数，计算出换热器的传热面积，并得出其结构尺寸和传热性能。

### 3. 换热网络计算

可以对由多台换热设备组成的换热网络进行面积优化及物流分布优化，并计算出换热网络的设备投资和操作费用，提供多种方案供工程技术人员选择。

换热器软件可以进行设计和校核的常用换热器类型如表 1 所示。

鉴于管壳式换热器具有结构简单、造价低廉、选材范围广、清洗方便、适应性强、处理能力大、适应高温高压工作条件等优点，应用最为广泛。齐鲁石化设计院的换热器软件对于各种型式的管壳式换热器均能准确计

算。其中 ECSS 工程化学模拟系统中的换热器软件包设计出来的管壳式换热器符合国家标准系列。而 HEXTRAN 和 HTFS 换热器软件设计出的换热器符合美国管式换热器制造协会标准第六版定义的 TEMA 型号，与我们国家标准略有差异，其后处理部分有待进一步完善。

表 1 常用换热设备类型表

序号	换热器类型
1	管壳式换热器
2	套管换热器
3	多管换热器
4	翅片管换热器
5	空冷器
6	混合器、分流器
7	闪蒸罐
8	压缩机、泵
9	折流杆换热器
10	火焰加热器
11	加热器、冷却器

目前 ECSS 模拟系统中的换热器软件包

仅适用于管壳式换热器的设计和校核。对于表1中所列的其它类型的换热设备,我们可以利用 HTFS 和 HEXTRAN 软件进行准确计算。HEXTRAN 软件还可以对整个换热器网络进行物料、热量衡算,也可以进行面积优化和物流分布优化计算,取得更佳的设计效果。

对换热设备进行设计和校核时,需要准确计算管、壳程介质的传递物性和热力学性质。若手工查表或计算这些性质是非常费时的。而上述换热器软件由于有庞大的数据库和齐全的热力学计算模型,可以自动计算换热器管壳程介质的传递物性和热力学性质。HEXTRAN 软件具有近 1200 种组份的数据库, ECSS 换热器软件也贮存有 626 种常见化合物的基础物性数据。为保证计算结果的准确性和可靠性,换热器软件对不同物系均有相应的热力学计算方法。

对于有相变的换热器,汽液平衡常数  $K$  值对换热器的计算结果影响很大。上述换热器软件还允许用户输入各种活度系数方法所需的交互作用参数。除此之外, HEXTRAN 换热网络软件还配备有酸性水计算,醇系统、汽油计算、酚系统和乙二醇脱水等几个特殊数据包。因而对于处理存有以上介质的换热器设计计算问题必须依靠 HEXTRAN 软件。

## 二、换热器软件的应用简介

对齐鲁石化公司烯烃厂苯乙烯装置脱氢反应器后系统中的空冷器(EC-301)进行核算中,利用 HEXTRAN 软件找出了该空冷器在高水比下操作不正常的原因。空冷器核算结果表明,水比为 1.34:1 时,该空冷器能够满足传热要求;水比为 1.70:1 时空冷器必须再加一组构架才能满足冷凝要求。空冷器

在水比为 1.34:1(三组构架)和水比为 1.70:1(四组构架)时的传热性能见表 2。

表 2 空冷器传热性能表(水比 1.34:1, 1.70:1 时)

参数名称	单位	水比	
		1.34:1 时	1.70:1 时
热负荷	kcal/h	$10.01 \times 10^6$	$13.84 \times 10^6$
总传热系数	$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$	15.92	14.0
管内传热膜系数	$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$	4156	3408.8
管外传热膜系数	$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$	31	31.6
管内入口温度	$\text{C}$	68	69.6
空气入口温度	$\text{C}$	30	30.0
管内出口温度	$\text{C}$	55.9	54.9
空气出口温度	$\text{C}$	43.4	42.2
管内流速	m/s	104.64	107.78
空气流速	m/s	9.67	12.89

计算结果与该空冷器的实际操作状况基本符合。利用该软件,再试再讲器的优化设计中也发挥了明显的作用。

## 参 考 文 献

- [1] HEXTRAN INPUT MANUAL · SIMSCI INC.
- [2] 青岛化工学院编, ECSS 工程化学模拟系统.
- [3] 化工设备设计全书编辑委员会, 换热器设计, 上海科学技术出版社.
- [4] 兰州石油机械研究所, 换热器, 烃加工出版社.
- [5] 朱聘冠, 换热器原理及计算, 清华大学出版社.
- [6] 国家医药管理局上海医药设计院编, 化工工艺设计手册.
- [7] 尾花英朗, 热交换器设计手册.