



3S技术系列

即输 Synchronous Input

即算 Synchronous Calculation

即见 Synchronous Display

中国版权保护中心登记软件

计算机软件著作权登记号: 2005SR13254

精度 速度 效率 效益

换热器大师[®] 2014.11.25.76 版

(企业版 7.6)

Tube-Shell Heat Exchanger Master Version 2014.11.25.76

(Enterprise Edition 7.6)

用户手册

Them[®] Manual

维维计算机技术有限责任公司

Weiwei Computer Technology Co.,Ltd.

<http://www.htcsoft.com>

Emai:htcsoft@163.com

致热力设计工程师

—V 2014.11.25.76 升级前言

迅速、准确地进行工程设计是今天工程设计的显著特征，是追求速度、效益的必然结果。因此，使用手工计算的工程设计根本没有发展的希望。使用现代软件技术代替手工计算是不可逆转的局势，也是科学技术为我们带来的福音。

20 世纪 90 年代，Microsoft Windows 中文 Windows 9X 的成熟和普及又为中文界面的计算机软件提供了大发展的良机。但是，由于开发队伍的知识老化和旧的编程思路的束缚，此项工作在工程技术界的进展异常艰难。相当数量的工程计算软件向 Windows 环境的过渡仅仅是旧功能的照搬，没有充分利用 Windows 强大的功能优势。还有部分软件仅仅是把手工计算模式原本不动地写成软件，因而其中充斥着手工计算时的近似、估算、简化、假说等不精确类容，大量的更加精确的数学模型没有体现在软件中。这些软件充其量也仅仅利用了计算机优势的一半。

在换热器设计软件方面，国内的产品为数不多，功能一般。国外同类软件价格昂贵（年租金数十万元人民币以上）。开发一个功能全面、方便实用的换热器计算软件是本系统开发者上个世纪的理想，跨越世纪的目标！终于在新世纪到来之际—公元 2000 年 10 月，THEM Ver 1.1 出世，圆了开发者——不，是广大工艺工程师的世纪之梦。

THEM 历经 10 多年的发展，运行稳定、结果可靠。今天拥有正式的企业用户 50 多个，遍及石油、化工、轻工、能源等领域，特别是一些大的设计院、工程公司和制造企业，其中大型网络版用户有 5 个；设计的产品有成千上万台在工厂运行中。

由于 THEM 开发者拥有先进的设计思想、独有的软件技术和丰富的工程经验，保证了 Them 在性能在许多方面超过国外软件，主要表现在：

- 自动计算。自动分析用户输入的条件和数据，一旦条件充分，自动计算出未知量。此项功能使用户避免了冗余数据输入，遗憾的是，数万美元的进口、软件却充斥着冗余数据输入。比如，热量 Q 、流量 W 、比热 C_p 、进出口温度 T_1 、 T_2 ，本来只要输入 4 个，另外一个随之确定，冷热流股，也因温度的输入而确定。但这些“著名”引进软件不仅不加阻止用户输入另一数据，还要用户指明那个流股是冷流股，那个流股是热流股。一些操作不熟练或者专业技术生疏的用户常常因为这些冗余数据而困惑，导致乱猜数据，进行输入。
- 实时响应。数据输入过程中计算自动进行，随时计算部分可能的结果并显示出来。这对用户数据输入过程中避免错误输入极有帮助，因为它可以随时根据计算结果判断输入的正确性。而其它软件的数据是一次输完，然后计算，出现问题再逐个检查输入数据。这种计算模式今天绝大多数软件仍然心安理得地使用，但是早已被 Them 开发者抛弃。
- 输入灵活。数据输入没有顺序要求，要求输入的数据不完全固定。输入顺序没有限制。由于“智能计算”和“实时响应”，未知数据在已知条件足够时立即自动计算出来并显示再屏幕上。
- 智能纠错。
- 单位制灵活。Them 的单位制的灵活性达到了极限。用户随时、随地可以改变任何物理量的单位。不论是在数据输入过程中，还是计算完成后。
- 项目模板。使用模板极大地加快了新的计算项目的建立，减少输入错误，具有向导作用。用户可以自定义模板。
- 数据集中。所有的输入数据和计算结果都显示在一个屏幕窗口上。这也和其它换热器软

件有别。如果用户使用过某几个国外著名换热器软件，一定感触颇深，因为这些软件的数据界面多屏幕翻滚，眼花缭乱。

- 报表精美。自动生成 Excel 97/2000/2003 报表。
- 符合国家标准。Them 设计出来的换热器设备、结构参数自动套用到国家标准上，壳径、排管数等设备数据根本不需要修改。其它软件不过是近似计算，设备参数还需要设备人员圆整。
- Them 能够和流程模拟软件 Hysys 自动连接，自动提取换热器模块的工艺数据，使计算更加方便。特别是借助 Hysys，能够计算一些复杂流体的换热，比如油气水三相混合物换热器。
- 从V2010.10.01.53 起，Them带上了自身的物性数据库，并将在以后的版本中不断扩充其数据。请参阅“3.2.5 物性数据库使用”。
- 从V2011.10.01.60 起，Them增加了维维排管引擎，该引擎支持任意换热管外径的设计算法，而不仅仅是国家标准限定的几种管子，这将使Them的适用范围扩展到石油化工行业之外。请参阅“1.3 排管引擎和翅片换热管”和“3.2.1 基本原则和部分数据解释”。
- 从 V2012.06.01.61 起，Them 增加了翅片换热管，可以计算管壳式翅片管换热器。参见“1.3 排管引擎和翅片换热管”。
- 从 V2013.01.01.62 起，Them 扩充了数据库，优化了相变物性数据界面。
- 从 V2013.02.14.63 起，Them 优化了转角正三角形 30°，转角正方形 45° 的传热和阻力矫正。
- 从 V2013.03.15.70 起，Them 增加了性能优越的布管图功能。本版本从软件工程角度出发，系统全面地优化了软件性能，使得软件运行更稳定、更迅速。
- V2013.07.23.71，Them 增加了混合气体冷却时，少量气体分凝的热量和传热系数修正。比如主体是空气冷却，但有少量凝结水析出。
- 2014.01.23.72，Them 修改部分 Bug、软件速度优化。
- 2014.04.01.73，壁温计算等一系列优化，修正部分 Bug。
- 2014.05.01.74，积累技术性修改，扩展了数据库。
- 2014.07.29.75，数学方法优化，使用了维维发明的优化算法。

换热器大师的主要版本历史

序号	版本	发布日期	备注
18	2014.11.25.76	2014.11.25	增加了管口计算
17	2014.07.29.75	2014.07.29	数学方法优化
16	2014.05.01.74	2014.05.01	积累技术性修改，扩展了数据库
15	2014.04.01.73	2014.04.01	壁温计算等一系列优化，修正部分 Bug
14	2014.01.23.72	2014.01.23	修改部分 Bug、软件速度优化
13	2013.07.23.71	2013.07.23	增加混合气体冷却中小量气体分凝矫正计算
12	2013.03.15.70	2013.03.15	增加了的布管图
11	2013.02.14.63	2013.02.14	优化了转角正三角形 30°，转角正方形 45° 的传热和阻力矫正
10	2013.01.01.62	2013.01.01	
9	2012.06.01.61	2012.06.01	增加了翅片换热管
8	2011.10.01.60	2011.10.01	增加了维维排管引擎
7	2011.02.14.54	2011.02.14	

6	2010.10.01.53	2010.10.01	增加了物性数据库
5	2009.04.26.52	2009.04.26	
4	2008.08.08.51	2008.08.08	
3	2007.01.01.50	2007.01.01	
2	2005.01.01.40	2005.01.01	
1	2000.10.01.11	2000.10.01	首发

维维计算机技术有限责任公司，201411-25 西安
<http://www.htcsoft.com> email:htcsoft@163.com

目录

第一章 概述	1
1.1 适用范围和功能.....	1
1.1.1 适用范围.....	1
1.1.2 功能.....	1
1.2 使用标准	1
1.4 布管图	5
1.5 系统升级	5
1.6 使用许可	6
第二章 系统安装和启动	7
2.1 运行环境	7
2.1.1 硬件环境.....	7
2.1.2 软件环境.....	7
2.2 系统安装	7
2.2.1 硬件安装.....	7
2.2.2 软件安装.....	7
2.3 系统启动	8
2.3.1 单机版用户启动.....	8
2.3.2 网络版用户启动.....	8
2.4 菜单系统及屏幕布置.....	9
2.4.1 菜单系统的特征.....	9
2.4.2 屏幕数据布置.....	9
第三章 换热器计算初步	11
3.1 系统菜单的功能.....	11
3.1.1 “文件”菜单.....	11
3.1.2 “设计计算”菜单.....	12
3.1.3 “窗口”菜单.....	12
3.2 数据输入	12
3.2.1 基本原则和部分数据解释.....	12
3.2.2 关于实时响应.....	13
3.2.3 全部数据简介.....	13

3.2.4 关于有相变的物性数据	14
3.2.5 物性数据库使用	15
3.3 报表操作	15
3.3.1 保存报表	15
3.3.2 打印报表	16
3.4 计算举例	16
3.4.1 壳体壁温	16
3.4.2 固定管板式换热器计算	16
3.4.3 浮头式换热器计算	17
3.4.3 浮头式换热器计算	18
第四章 各种换热器计算	21
4.1 介质相态组合	21
4.2 THEM计算类型组合	21
4.3 简单换热器计算举例	21
4.3.1 单相流体换热器	21
4.3.2 蒸汽加热换热器	24
4.3.3 乙醇蒸发器	27
第五章 高级用户	30
5.1 复杂换热器计算	30
5.1.1 冷却—冷凝换热器	30
5.1.2 多壳程换热器的计算	32
5.2 校核型计算	32
5.2.1 对新手的建议	32
5.2.2 对换热器专家的建议	32
5.3 模板制作	32
5.3.1 模板的意义	32
5.3.2 模板制作	34
5.4 系统优化	34
5.4.1 操作系统选择	34
5.4.2 网络系统优化	34
5.5 网络故障及处理	34
第六章 HYSYS软件接口	36

第七章 辅助工具.....	38
7.1 背景	38
7.2 辅助工具	38
第八章 布管图.....	40
8.1 JB/T 471X排管	40
8.2 非标准系列排管.....	40
8.3 排管图操作	40
8.3.1 计算结果排管	40
8.3.2 自由排管	41
8.3.3 ACAD输出	42

第一章 概述

1.1 适用范围和功能

1.1.1 适用范围

适用于下述范围：

- 普通管壳式换热器，换热管可以是光管和翅片管
- 浮头式、U 型管和固定管板式
- 立式、卧式
- 工艺介质相态：1) 液体、气体；2) 单组分蒸汽全冷凝，饱和液体出口；3) 单组分液体蒸发，饱和气体出口
- 浸没式蒸发器
- 升膜蒸发器
- 降膜蒸发器

1.1.2 功能

软件特征：

- 自动计算。自动分析用户输入的条件和数据，一旦条件充分，自动计算出未知量。
- 实时响应。数据输入过程中计算自动进行，随时计算部分可能的结果并显示出来。
- 输入灵活。数据输入没有顺序要求，要求输入的数据不完全固定。
- 智能纠错。
- 单位制灵活。Them 的单位制的灵活性达到了极限。
- 项目模板。使用模板极大地加快了新的计算项目的建立，减少输入错误，具有向导作用。用户可以自定义模板。
- 数据集中。所有的输入数据和计算结果都显示在一个屏幕窗口上。
- 报表精美。自动生成 Excel 97/2000 报表。
- 符合国家标准。Them 设计出来的换热器设备、结构参数自动套用到国家标准上，壳径、排管数等设备数据根本不需要修改。

计算类别：

计算类型分为校核计算和设计计算。THEM 计算的项目较多，可从下面给出的一个计算报表的样表中看出，不再赘述。

1.2 使用标准

Them 参考了中华人民共和国（行业）标准 GB 151、JB/T 4714、JB/T 4715。Them 的外壳和换热管规格使用推荐标准 JB/T 471X 规定的规格，但管长分得更细。标准规定的管长

间隔从 0.5m 到 3.0m，显得太大，这可能和标准配套相应设备和安装图纸有关，也和换热管的长度系列有关。因为当管长间隔分得细时，图纸数量大大增加。

尽管 Them 的管长没有完全遵守 JB/T 4714、JB/T 4715 的规定，但用户可以通过自行修改管长来套用标准。使用标准管长最大的好处在于可以利用标准提供的现成标准图。

但是 JB/T 471X 给出的壳径、换热管系列参数，远远不能覆盖现代工业的各种换热器，为此换热器大师还有自己的排管引擎，能够计算任意壳径、换热管外径的换热器（参见：1.3）。

附表：THEM 生成的实际计算报告：



换热器大师(THEM) 计算报告

制表日期: 2013-03-11

项目文件:R1. cts

壳程数据				管程数据			
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
1	流体相态	单相液体		34	流体相态	单相液体	
2	流体类型	冷流体. 单项液体。		35	流体类型	热流体. 单项液体。	
3	不凝气体	00. 00	%	36	不凝气体	00. 00	%
4	质量流量	200000	kg/h	37	质量流量	114731. 7	kg/h
5	入口温度	12	C	38	入口温度	100	C
6	出口温度	40	C	39	出口温度	50	C
7	热量	6533386	W	40	热量	-6533386	W
8	平均比热	4. 2	kJ/(kg. K)	41	平均比热	4. 1	kJ/(kg. K)
9	密度	1000	kg/m3	42	密度	940	kg/m3
10	动力粘度	1	cP	43	动力粘度	0. 8	cP
11	导热系数	0. 55	W/(m. K)	44	导热系数	0. 6	W/(m. K)
12	表面张力		N/m	45	表面张力		N/m
13	蒸汽比热		J/(kg. K)	46	蒸汽比热		J/(kg. K)
14	蒸汽密度		kg/m3	47	蒸汽密度		kg/m3
15	蒸汽粘度		Pa. S	48	蒸汽粘度		N. S/m2
16	相变热		J/kg	49	相变热		J/kg
17	管子排列	正三角形, 转角30°		50	管长选项	标准计算	
18	壳程数	1	程	51	换热管类型	光管	
19	管心距	32	mm	52	换热管规格	φ 25×2. 5	
20	壳内径	500	mm	53	管程数	4	程
21	挡板间距	200	mm	54	单程管长	5200	mm
22	流通面积	0. 02390625	m2	55	管子根数	144	根
23	中心排管	15	根	56	管子材质	低碳钢	
24	限制流速	3	m/s	57	指定管长		mm
25	实际流速	2. 323911	m/s	58	限制流速	3	m/s
26	压力降	0. 3613205	MPa	59	实际流速	2. 997811	m/s
27	污垢热阻	0	m2. K/W	60	压力降	0. 2333114	MPa
28	膜系数	6860. 634	W/(m2. K)	61	流通面积	0. 01130973	m2
29	壳体材质	低碳钢		62	污垢热阻	0	m2. K/W
30	保温材料	岩棉板, 壳		63	膜系数	8678. 877	W/(m2. K)
31	保温层厚	20	mm	64	管内壁温	58. 99967	C
32	环境温度	20	C	65	管外壁温	42. 19266	C
33	平均壁温	25. 99781	C	66	平均壁温	50. 59616	C
计算结果							
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
67	计算类型	设计型		75	传递热量	6533386	W
68	放置形式	水平		76	平均温度差	42. 78744	C
69	排管标准	JB/T 471X		77	温差校正	0. 8883	W/(m2. K)
70	蒸发器类型			78	总传热系数	2916. 653	W/(m2. K)
71	封头形式	固定管板式	%	79	计算面积	52. 35248	m2
72	壳程热损	0. 00	%	80	实际面积	57. 67964	m2
73	要求富余度	10	%	81	实际富余度	10. 18	%
74	流型	逆流	kW	82	运行状态	计算成功	
所选换热器的型号							
G500-58-5.2-25-4							

计算者签名:

维维计算机技术有限责任公司版权所有, 2000-2011

1.3 维维排管引擎和翅片换热管

Them 的排管方式分为 **JB/T 471X** 和**维维引擎**。前者换热管有 3 种国标规格： 19×2 、 25×2 、 25×2.5 。JB/T 471X 的换热管规格十分有限，无法满足换热行业的要求。Them 自带的

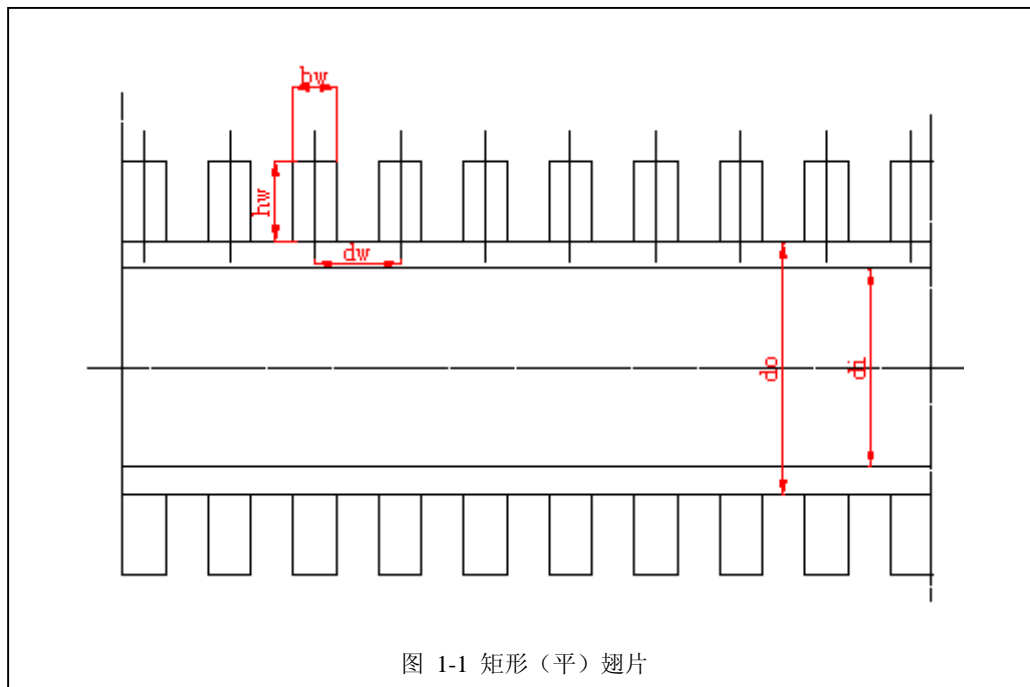


图 1-1 矩形（平）翅片

维维排管引擎，可以使用**任意管径的换热管**，比如 16×2 、 14×1.5 、 12×0.75 等等，极大地扩展了 Them 的应用范围。

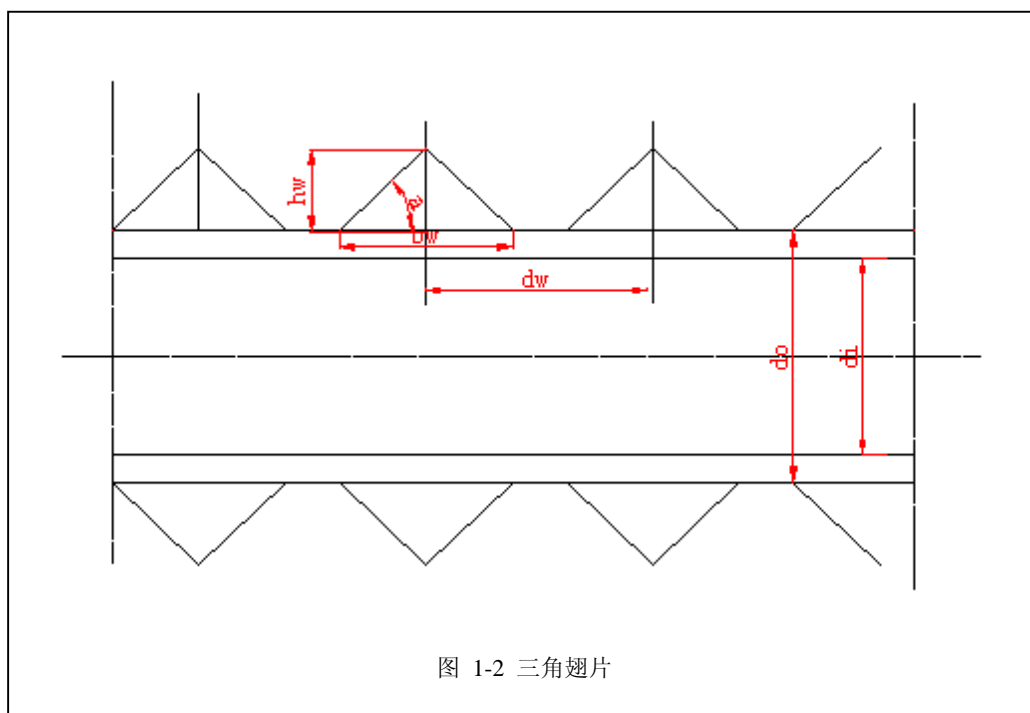


图 1-2 三角翅片

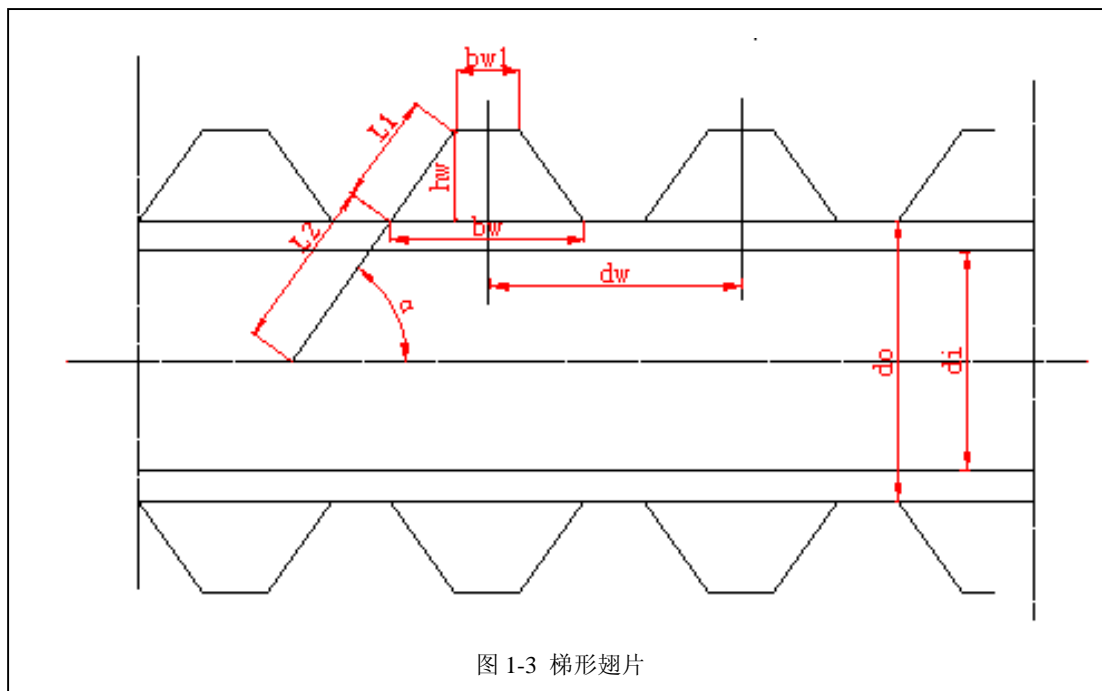


图 1-3 梯形翅片

在管程数据中，新增了“换热管类型”选项，可以选择“光管”和“翅片管”。由于翅片管尚无健全的管壳式换热器尺寸标准，因此必须利用维维引擎。翅片管分为矩形（平）翅片、三角翅片和梯形翅片 3 种，囊括了绝大多数翅片类型，一些几何结构相近的其他翅片管，可以套用这三种型式。它们的几何结构定义如图 1-1、图 1-2 和图 1-3。

翅片管的几何尺寸解释如下：

- 翅片高度 hw ：翅片高度；
- 翅片底宽 bw ：对于矩形（平）翅片，它是翅片的厚度；对于三角形和梯形翅片，它是底部边长；
- 翅片倾角 α ：矩形翅片固定为 90° ；对于三角形和梯形翅片，它是腰和底边的夹角；
- 翅片间距 dw ：翅片的间距，是翅片密度的一个指标；
- 基管外径 do ：在 Them 输入数据时，就是管外径；
- 基管内径 di ：在 Them 输入数据时，就是管内径；

1.4 布管图

Them 有自动布管图功能，即可即时显示布管图，又可生成 ACAD 的*.scr 文件。*.scr 文件可用 ACAD 命令 script 打开。基于 JB/T 471X 的布管，布管是近似的，管子数等不能保证和 JB/T 471 完全一致，但是维维引擎的布管图和计算结果完全一致。布管图中的管子数包括了拉杆，Them 计算换热器时，“管子根数”中扣除了和拉杆相同数量的换热管。

1.5 系统升级

Them 系统将不定期升级，以不断提高系统的稳定性和换热器的计算范围。注册用户将会得到良好的升级服务。升级方法：在菜单“[H帮助](#)[U下载](#)[升级包](#)”下载安装程序，退出 Them，卸载原来的 Them，用下载的安装包重新安装，如下图所示。



1.6 使用许可

Them 有如下版本:

- 免费版本, 自由使用, 但是功能有限。该版本在互网络上可以搜索到非常多的下载, 也可以去维维软件的官方网站下载: <http://www.htcsoft.com>;
- 正式版本需要许可、授权方可使用。光管换热模块和翅片管换热模块分别授权, 用户可以选择。可以选择光管换热模块或者完全模块 (光管换热模块和翅片管换热模块)。

第二章 系统安装和启动

2.1 运行环境

2.1.1 硬件环境

Them 对硬件环境没有特殊要求，只要用户的硬件环境能够正常运行 Windows 2000 以上的操作系统即可。当然，由于 Them 能够同时计算多个项目（换热器），需要较多的系统内存开销，故内存存在 256MB 以上，以便进行多项目计算和提高运行速度。

显示卡的分辨率设置必须不低于 1024×768。

2.1.2 软件环境

Them 自身可以生成和打印报表，但也能产生 Microsoft Excel 文件。如果用户需要使用 Excel 编辑 Them 生成的 Excel 报表，需要本地安装 Microsoft Excel。Them 在生成 Excel 报表过程中并不需要 Excel。

Them 早期的版本可在中文 Windows 98 环境下运行，但 V2007-01-01.50 之后，**不再支持 Windows98**，应当使用中文 Windows 2000 以上的操作系统，典型的 OS 是 Windows XP。

Windows 7 操作系统，在**标准账户**下，需要安装驱动程序；**管理员账户**下不需要安装驱动程序。

网络版本用户使用 Microsoft 中文 Windows NT 4.0 以上的网络操作系统，并正确安装和配置 TCP/IP 协议，指定终端用户的 IP 地址。在 NT 网络系统中，Them 服务器程序也可以安装在任何一台 Windows 98/Me/2000/XP 终端上。

2.2 系统安装

2.2.1 硬件安装

为了保护版权，Them 带有加密硬件。加密硬件是 USB 接口的加密锁，可以直接带电插拔，无需关闭电源。该硬件是无驱动型硬件，无需安装任何加密驱动程序。对于网络版用户，加密硬件安装在 Them 服务程序所在的计算机（Them 服务器）上。

2.2.2 软件安装

单机用户直接运行系统盘上的“..\Them\Setup.exe”，安装向导会引导用户顺利完成安装。**如果是 Windows 7 操作系统，需要安装驱动**：在管理员账户下运行\Win7Drv\EnableSCSI.exe。

对于网络版用户，应在客户机（终端上）运行系统盘上的“..\ThemClient\Setup.exe”，

在服务器计算机上运行系统盘上的“..\ThemServer\Setup.exe”。注意：NT Server 和 Windows 98/Me/2000/XP 都可以作为 Them 网络版的服务器。如果是 Windows 7 操作系统，需在服务器端安装驱动：在管理员账户下运行\Win7Drv\EnableSCSI.exe。

2.3 系统启动

2.3.1 单机版用户启动

直接启动桌面上的“换热器大师”即可。也可以在“开始|程序(P)|换热器大师|换热器大师”中启动。

2.3.2 网络版用户启动

2.3.2.1 设置服务器和用户

Them 验证用户登录十分严格，除了常规的用户名称、口令校验外，还可有选择地验证硬件特征，这保证了盗用别人的用户名和口令在自己的机器上无法使用。因此用户定义的方

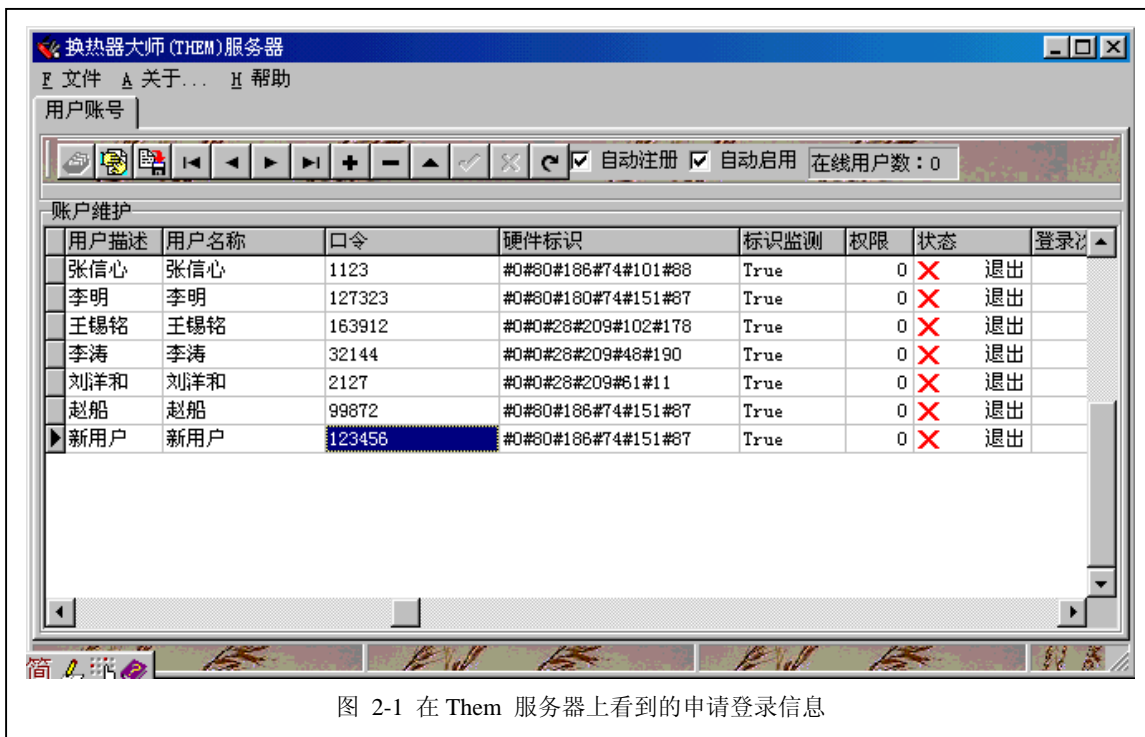


图 2-1 在 Them 服务器上看到的申请登录信息

法也比较特殊。具体过程如下。

- 1) 服务器管理员启动服务器程序，单击“账户维护”菜单，此时需要回答口令。初始为：123456，可以现场更改。服务器管理员必须确保自己口令的安全。
- 2) 用户启动自己机器上的客户程序
- 3) 用户客户程序启动后，填写：a)服务器计算机名称；b)用户名；c)口令，按“保存”保存。按“确定”按钮，等候。当屏幕出现“错误：非法用户；冒名用户；暂时禁止；用

户数超;”或出现“错误:暂时禁止;”的提示时,表明一切正常,只是服务器管理员没有给你开账户而已。注意:在填写服务器计算机名称时,也可以用服务器的 IP 地址代替,如:128.128.10.100,使用 IP 使登录过程大大加快。

- 4) 服务器管理员在服务器上可以看到用户的申请登录信息。如图 2-1 所示。
- 5) 添加一个新用户。参看图 2-1,如果选择了“自动注册”,用户申请登录信息自动填写到用户账户数据库中。如果同时选择了“自动启用”,用户自动添加成功,否则服务器管理员只需要简单地把“启用”栏目中的“False”改为“True”即可。如果“自动注册”和“自动启用”都没有选择,那么系统管理员必须手工填写用户信息。有关项目详细介绍如下,便于服务器管理员进一步手工设置或修改:

- 序号:系统自动填写。
- 用户描述:可选,一般是用户的姓名或单位名称。
- 用户名称:必须填写。
- 口令:必须填写。
- 硬件标识:如果校验硬件特征,必须填写。注意:此标识系统管理员不能预先通过其它方法获得,只有通过选择“自动注册”,让系统自动填写。
- 标识监测:必须填写。内容为:True 或者 False。
- 权限:填写 0。
- 启用:必须填写。当为 False 时,禁止该用户使用。

可以指定是否监测用户硬件标识。如果要检测,必须在“硬件标识”中填写相应信息,“标识监测”设置为“True”,最后把“启用”设置为“True”。如果把“启用”设置为“False”可以禁止一个用户。注意:要把某个项目设置为“True”,键入“t”;设置为“False”,键入“f”。系统管理员把用户添加完毕后,通知用户重新登录。

2.3.2.2 启动换热器大师

从桌面上启动“换热器大师”,或者从“开始|程序(P)|换热器大师|换热器大师”启动。终端用户需要填入服务器计算机名称,用户名称和密码,然后单击“确定”。注意:在单击“确定”之前,按“保存”按钮可保存登录信息“服务器计算机”和“用户名称”,以免下次重复输入。

2.4 菜单系统及屏幕布置

2.4.1 菜单系统的特征

Them 的菜单使用多级下拉菜单,但不超过两级,以避免用户在菜单内面绕圈子。全部数据—输入数据和计算结果都放在一个窗口上,有节制地使用多窗口,从而达到数据集中的效果。部分菜单提供两个:下拉(文字)菜单和图标(图形按钮)菜单,便于使用。图 2-2 是菜单界面的简要描述。

2.4.2 屏幕数据布置

许多换热器软件使用游击战式的数据输入和显示方案:数据分散在十几个屏幕上,让用

户输入和浏览数据费尽周折。Them 摒弃了这种“不人道”的做法。数据集中在一页（屏）上，不用来回翻动屏幕。计算报表及时生成，实时显示在一个页面上。全部的信息只有 43 页（屏），用“笔记本”式的界面组织在一起，数据集中，切换灵活。图 2-3 显示了 Them 的“数据集中”的特征。



图 2-2 Them 的菜单系统



图 2-3 Them 的数据集中组织

第三章 换热器计算初步

3.1 系统菜单的功能

Them 主要菜单的功能如图 3-1 所示，下面分别予以介绍。



图 3-1 Them 主要菜单的功能

3.1.1 “文件”菜单

文件菜单是最主要的菜单之一，主要功能有 9 项，包括最多可以达到 10 个的历史文件。

- 新建。建立一个新的计算项目（一个项目就是一个换热器计算）。
- 打开。打开一个已存在（旧）的计算项目。
- 关闭。关闭当前计算项目。
- 保存。保存当前计算项目。注意，在关闭计算项目时，系统会自动提示用户保存。但是为了防止意外事故，用户应当经常使用本功能保存。
- 另存为。更名保存当前计算项目，更名前（原来）的计算项目内容不变，更名后的项目成为当前计算项目。
- 存为模板。模板是 Them 创建新计算项目时参照的模型。使用模板可以迅速初始化一个新的计算项目，如缺省的单位制和部分数据。存为模板操作仅仅把当前计算项目作为模板保存了一次，不影响当前计算项目。
- 保存报表。报表是 Them 的计算结果报告。本操作把报表保存为用户指定的格式的文件，通常选择 Microsoft Excel 文件。

- 打印报表。直接打印报表到打印机。注意：用户也可以通过 Excel 打印保存的 Excel 格式的报表。
- 结束。关闭 Them。关闭前，Them 会自动检查所有的计算项目是否需要保存，如果需要，提示用户保存。
- 历史文件。这些文件是你最近打开的计算项目文件，最新的在最上面。点击这些文件可以快速打开他们。

3.1.2 “设计计算”菜单

Them 的计算类型分为两种：设计型和校核型。使用设计型时，当数据输入完毕后，执行本操作。设计型计算填写的数据比校核型计算少，是常用计算类型。

3.1.3 “窗口”菜单

Them 能同时进行多台换热器计算（多个计算项目），一个计算项目占有一个窗口。本菜单提供在计算项目之间方便切换的功能。

3.2 数据输入

3.2.1 基本原则和部分数据解释

1. **背景着色的数据**不必输入，用户也无法输入。这些数据有以下几种：（1）计算结果；（2）固定的数据。
2. 数据输入过程中，**部分数据自动计算**出来。这些数据根据用户输入的已知数据自动确定。
3. **用户一般不必输入热量**。当物性数据、温度、流量输入后，Them 会自动进行热量衡算，计算出热量。如果用户要输入热量，必须输入壳程、管程和传热量 3 个数据，对于壳程和管程热量，流股吸热时热量为正，反之为负。
4. **排管标准**。分为 **JB/T 471X** 和 **维维引擎**。前者换热管有 3 种国标规格：19×2、25×2、25×2.5，对应的内外径如表 3-1。**维维引擎**可以使用**任意管径的换热管**。

表 3-1JB/T151 换热管规格和内外径对照表

序号	规格	外径（mm）	内径（mm）
1	19×2	19	15
2	25×2	25	21
3	25×2.5	25	20

5. **根据用户对计算类型的选择，输入数据的内容不同**。比如：如果选择“设计型”计算，“管长度”、“挡板间距”会自动计算，不需要用户输入；如果用户选择流体相态为“单相液体”、“单相气体”，“相变热”也不用输入。注意：不用输入的数据背景会着色并自动拒绝用户输入。
6. 在“校核型”计算中，较多数据可以修改。因为是校核型计算，用户应当注意输入数据的正确性和合理性。
7. “设计型”计算结束后，如果需要手工修改部分设计数据，可以通过再选择“校核型”

计算获得部分数据的手工修改权，然后手工修改。使用：“设计型计算—校核型计算”反复试算是取得满意结果的常用而有效的方法。

8. Them 使用最为灵活的**单位制选择方案**：任何数据对应的单位都可以随时选择，免去了用户换算单位的麻烦。因此，输入数据时应当注意单位，因为它们是变化的。
9. 数字输入时，如果**小数点前面有零**，必须输入“0”，如：0.1234，输入：“.1234”是错误的。科学计数的输入格式是：d.ddddE+dd或：d.ddddE-dd，如： 1.2345×10^{-8} 应输入成：1.2345E-8。
10. **管长选项分为三种**。标准计算：计算结果在国家标准规定的长度范围内；标准制定：用户在“制订管长”数据部分指定长度，但是如果你的指定如果超出了国家标准，就会自动调整到标准长度的边界上；精确指定：系统将使用用户的指定管长，不再改变。
11. **不设置挡（折流）板时**，间距输入 0。
12. **流型选择时**，如果是多管程，并流、逆流相对于第一管程而言。
13. **计算面积、实际面积**，对于**光管**指管子外表面积；对于**翅片管**指基管外表面积。

3.2.2 关于实时响应

Them 使用维维软件特有的 **3S 技术：即输、即算、即见**，实时计算并显示未知量。当用户修改或输入某个数据后，只要光标从该数据处移开（如：按制表键：Tab、回车键或用鼠标移动焦点到其它位置），实时响应便开始进行。新的计算结果立即显示出来。由于速度异常迅速，用户感觉不到计算过程，只看到实时更新的结果。由于换热器的工艺计算非常复杂，Them 的实时计算采用了复杂而有效的算法。这些算法是维维软件多年来发展成熟的技术，贯穿于维维系列软件中。

3.2.3 全部数据简介

Them 的 V2013.03.15.70 版本全部数据列于表 3-2 中。根据数据来源分为 4 类数据：1) 输入数据：这些数据是用户输入的，用 **I** 表示；2) 计算数据：这些数据有 Them 计算得到，用 **C** 表示 3) 固定数据：这些数据固定不变，用 **F** 表示；4) 输入-计算数据，用 **IC** 表示：这些数据可能是用户输入的，也可能是计算出来的。

表 3-2 Them 的全部数据

壳程数据				管程数据			
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
1	流体相态	I		34	流体相态	I	
2	流体类型	C		35	流体类型	C	
3	不凝气体	I	%	36	不凝气体	I	%
4	质量流量	IC	kg/h	37	质量流量	IC	kg/h
5	入口温度	IC	℃	38	入口温度	IC	℃
6	出口温度	IC	℃	39	出口温度	IC	℃
7	热量	C	W	40	热量	C	W
8	平均比热	I	kJ/(kg. K)	41	平均比热	I	kJ/(kg. K)
9	密度	I	kg/m ³	42	密度	I	kg/m ³
10	动力粘度	I	cP	43	动力粘度	I	cP



11	导热系数	I	W/(m. K)	44	导热系数	I	W/(m. K)
12	表面张力	I	N/m	45	表面张力	I	N/m
13	蒸汽比热	I	J/(kg. K)	46	蒸汽比热	I	J/(kg. K)
14	蒸汽密度	I	kg/m3	47	蒸汽密度	I	kg/m3
15	蒸汽粘度	I	Pa. S	48	蒸汽粘度	I	N. S/m2
16	相变热	I	J/kg	49	相变热	I	J/kg
17	管子排列	I		50	管长选项	I	
18	壳程数	I	程	51	换热管类型	I	
19	管心距	I	mm	52	换热管规格	C	
20	壳内径	IC	mm	53	管程数	C	程
21	挡板间距	I	mm	54	单程管长	C	mm
22	流通面积	C	m2	55	管子根数	C	根
23	中心排管	IC	根	56	管子材质	I	
24	限制流速	I	m/s	57	指定管长	I	mm
25	实际流速	C	m/s	58	限制流速	I	m/s
26	压力降	C	MPa	59	实际流速	C	m/s
27	污垢热阻	I	m2. K/W	60	压力降	C	MPa
28	膜系数	C	W/(m2. K)	61	流通面积	C	m2
29	壳体材质	I		62	污垢热阻	I	m2. K/W
30	保温材料	I		63	膜系数	C	W/(m2. K)
31	保温层厚	I	mm	64	管内壁温	C	C
32	环境温度	I	C	65	管外壁温	C	C
33	平均壁温	C	C	66	平均壁温	C	C
计算结果							
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
67	计算类型	I		75	传递热量	C	W
68	放置形式	I		76	平均温度差	C	C
69	排管标准	I		77	温差校正	C	W/(m2. K)
70	蒸发器类型	I		78	总传热系数	C	W/(m2. K)
71	封头形式	I	%	79	计算面积	C	m2
72	壳程热损	C	%	80	实际面积	C	m2
73	要求富余度	I	%	81	实际富余度	C	%
74	流型	I	kW	82	运行状态	C	
所选换热器的型号							
C							

3.2.4 关于有相变的物性数据

注意：对于蒸汽冷凝、液体蒸发一侧的流股，物性分为**饱和液体**和**饱和蒸汽**的物性，务必正确区分、输入。Them 在“工艺及设备参数”页面会给出“液体物性”和“蒸汽物性”

的醒目提示。混合气体的冷却，如有少量气体凝结，需输入“冷凝气体”质量百分比和“蒸发潜热”。

3.2.5 物性数据库使用

从 V2010.10.01.53 版本开始，Them 带上了自身的数据库，这为非热工、化工专业的用户带来了方便，特别是纯机械专业而没有热力学物性数据基础的用户。Them 的物性数据库使用十分方便。在用户输入界面的“平均比热”和“蒸汽比热”旁边都有一个三角形箭头，按下此箭头，就启动了 Them 的物性数据库，如图 3-2 所示。然后按照如下顺序操作：（1）

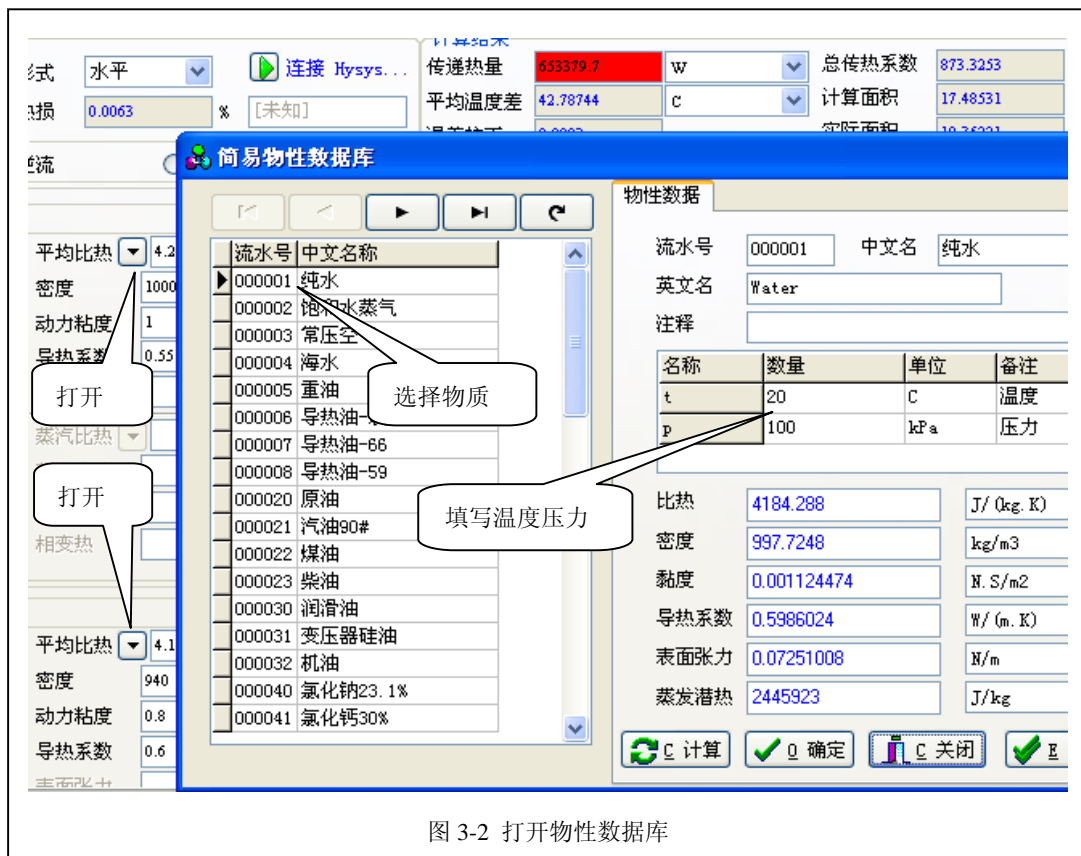


图 3-2 打开物性数据库

选择物质；（2）填写温度和压力，注意：压力是绝对压力；（3）按下“计算”按钮，此时数据就出现在相应的栏目中；（4）按下“确定”。如果要放弃物性数据的选择，按下“关闭”按钮即可。

3.3 报表操作

Them 的报表自动生成，因而操作十分简单：只需保存和打印。

3.3.1 保存报表

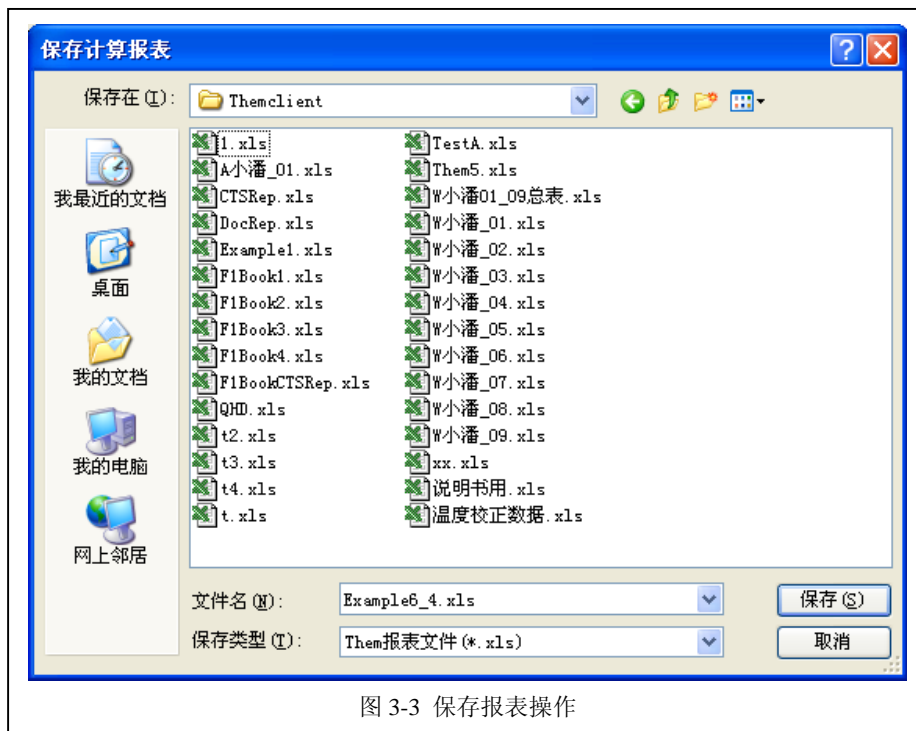


图 3-3 保存报表操作

Them 可以把报表保存多种格式的文件，用户最感兴趣的也许是 MS Excel 格式的文件。保存报表文件使计算结果能够脱离 Them 使用，如异地携带、Email 传输、打印。保存操作如图 3-3 所示。

3.3.2 打印报表

使用“文件”菜单上的“打印报表”菜单即可。

3.4 计算举例

3.4.1 壳体壁温

Them 能够计算壳体的壁温，这对于需要壳体加膨胀节的固定管板式换热器特别有用。加膨胀节需要应力计算，此时壳体的壁温是必不可少的。Them 严格计算壳体、保温层和大气的联合传热从而得到壳体壁温。整个壳体的热损失也不是用户指定的，它是整个换热器传热计算出来的。

3.4.2 固定管板式换热器计算

问题 1: 设计一个固定管板式换热器，完成合成氨车间用循环水冷却变换气的工艺过程。自来水最高温度 30℃，设计的换热器面积富裕 30%。变换气的工艺参数如下：

表 3-3 变换气的工艺参数

项目	单位	数值
平均分子量	kg/kmol	17

在 Them 中打开一个新的计算项目，输入数据。其中的着色部分是 Them 自动计算出来的数据。输入完毕后，执行“设计计算”，结果如图 3-4 所示。可以看出，Them 根据用户输入的数据和条件，初步设计出来一个换热器，但是管长是 2.2m，不符合 JB/T 标准。这是因为管长是按用户指定的 30% 的富余度而定的。

现在，把“设计类型”改为“校核型”，然后修改下列数据管长由 2.2m 改为 JB/T 471X 的管长系列 3.0m。由于自动响应，结果在修改完毕后自动计算出来，如图 3-5 所示。这时候，富裕度变成了 66.36%。

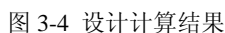




图 3-5 校核计算结果

3.4.3 浮头式换热器计算



图 3-6 浮头式换热器计算结果

问题 2：设计一个浮头式换热器，完成问题 1 提出的任务。

简单地把封头形式改为“浮头式”，执行“设计计算”，结果示于图 3-6 中。可以看出：壳径由固定管板式时的 0.6m 变为 0.9m，而管长也增加到 4.5m。由于按 JB/T 的规定，内径为 0.8m 的浮头式换热器，管长最短 4.5m，故富裕量很大，富余度为：357.16%。如果要作非标设备，当然可以按比例缩小管长：在“校核型计算”模式下手工修改管长。

应当指出的是，由于工艺条件的特殊，这个换热器的富裕度非常大，因为浮头式换热器管程都偶数，面积级差大，没有合适的折衷方案。这种情况下，如有可能，就换用固定管板式换热器。

顺便给出**固定管板**的布管图 3-7。这是 Them 自动生成的点阵图(bmp 图)：

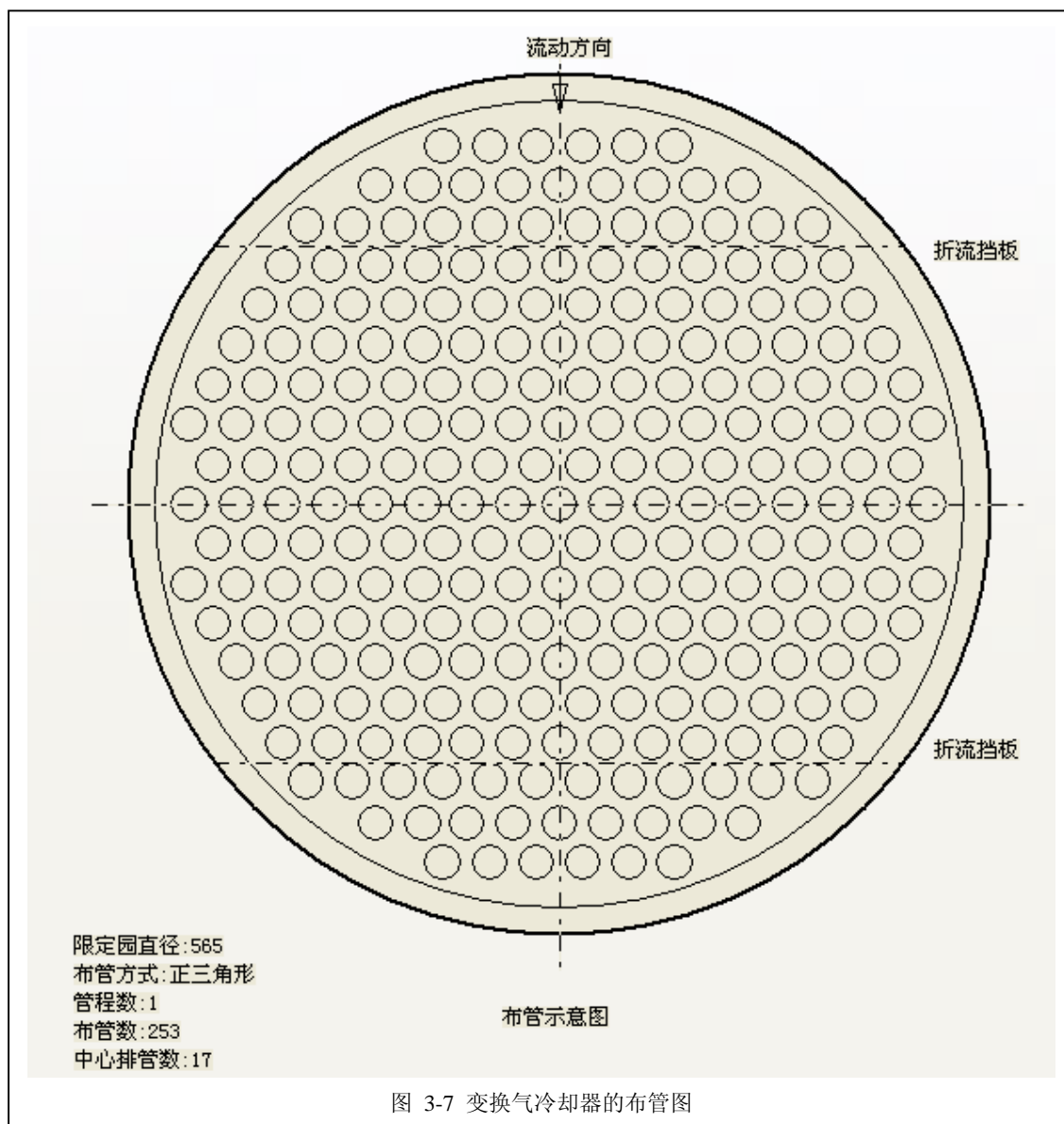


图 3-7 变换气冷却器的布管图

如果需要，可以生成 ACAD 的 script 文件：example1.scr。过程如下：转到“布管引擎”页面，按下“ACAD 输出”按钮，输入文件名，*.scr 文件自动生成，如图 3-8 所示。

现在可以在 ACAD 中打开 example1.scr。如图 3-9 所示。

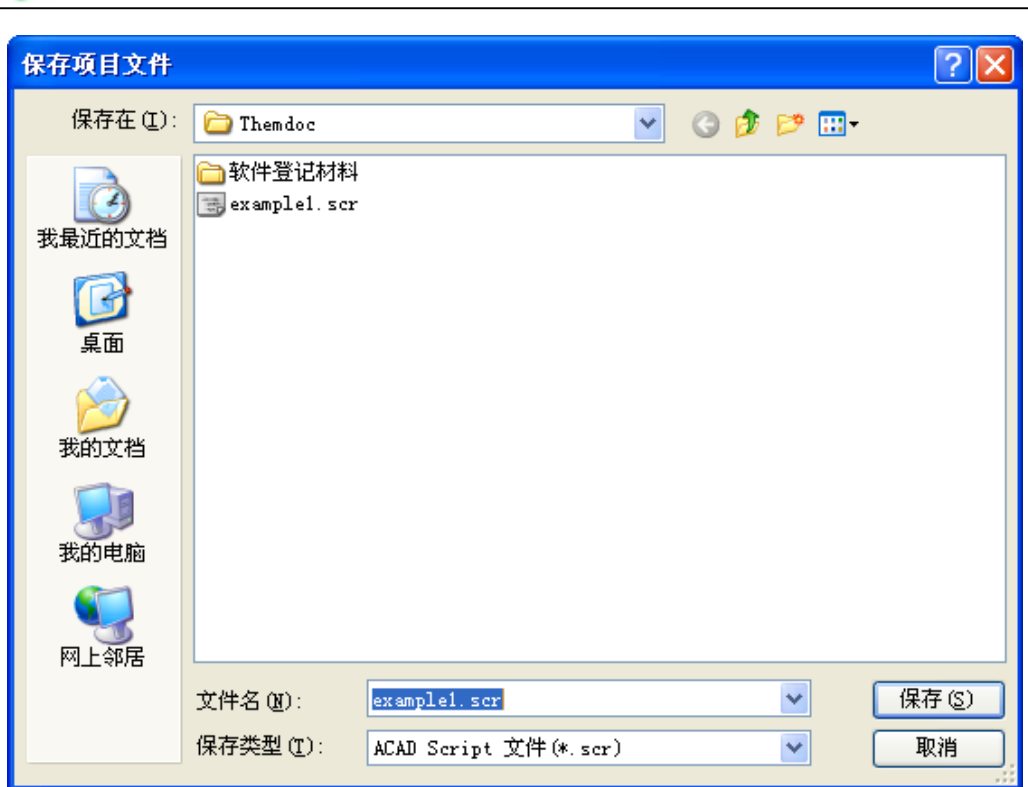


图 3-8 script 文件生成

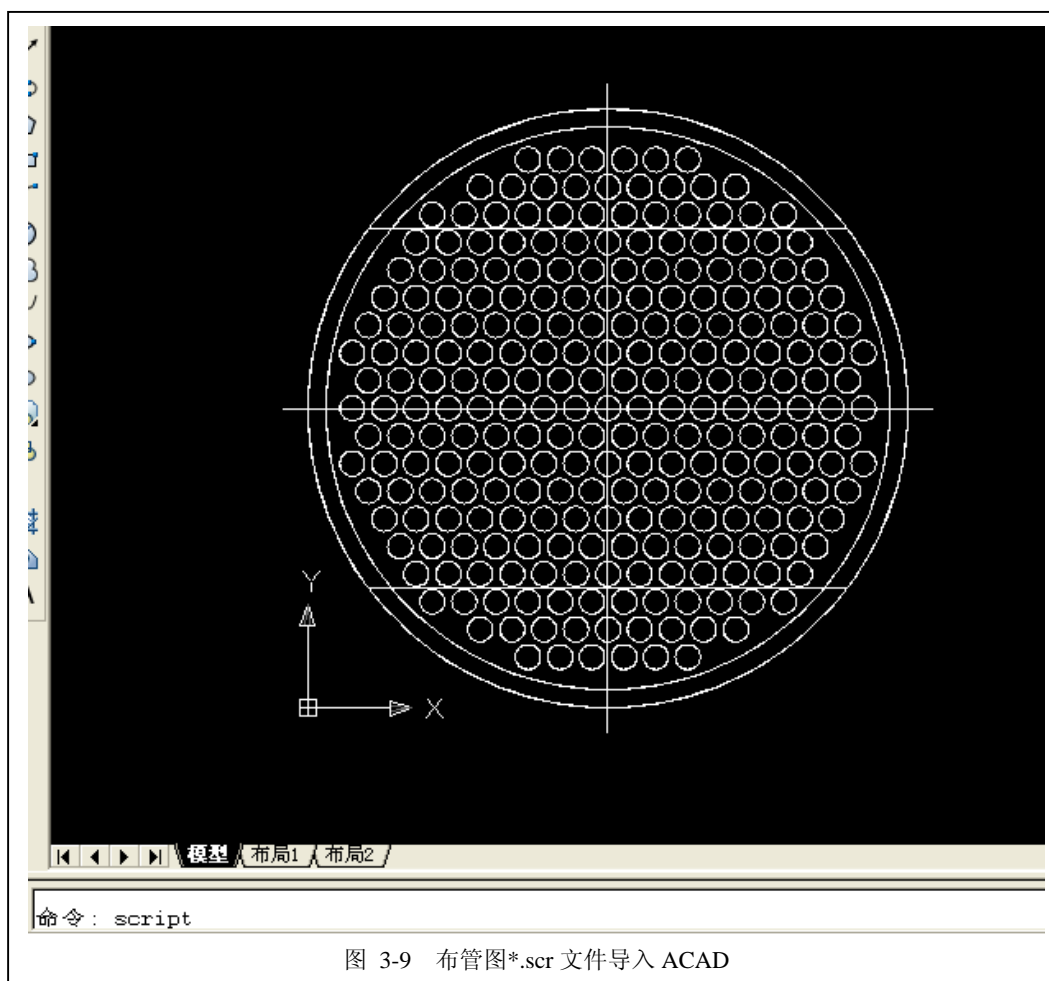


图 3-9 布管图*.scr 文件导入 ACAD

第四章 各种换热器计算

4.1 介质相态组合

当相态为**蒸汽冷凝**时，蒸汽允许含有少量**不凝气体**，用数据“**不凝气体**”表示；当相态为**单相气体**时，如果气体被冷却，允许含有少量**冷凝气体**，用数据“**冷凝气体**”表示。

表 4-1 THEM 能够计算的流体相态

序号	壳程相态	管程相态	备注
1	单相气体或者液体	单相气体或者液体	
2		蒸汽全凝	
3		液体蒸发	
4	蒸汽冷凝	单相气体或者液体	
5		蒸汽全凝	
6		液体蒸发	
7	液体蒸发	单相气体或者液体	
8		蒸汽全凝	
9		液体蒸发	

4.2 THEM 计算类型组合

以上列出 9 种相态，加上可计算的换热器有两种类型：固定管板式、浮头式，共有 18 种类型的计算。由于固定管板式、浮头式在计算上差别不大，不分开介绍。

4.3 简单换热器计算举例

下面介绍各种相态下的换热器计算。

4.3.1 单相流体换热器

壳程、管程都为单相流体：气体或者液体。

- 1) 物性数据输入：壳程和管程分别输入平均温度下的物性。
- 2) 管程、壳程限制流速选择原则。基本范围：气体在 10~30 之间，液体<2.5。计算完成后，可根据压降情况手工调整限制流速。一般情况下，要降低压降，把流速减小。
- 3) 注意事项：由于 THEM 的单位最为灵活，输入时请注意数据的单位。
- 4) 计算实例。下面给出合成氨生产工艺中使用冷却水冷却变换气的换热器计算。具体条件为：
 - a) 变换气条件如表 4-2 所示。

表 4-2 变换气条件

序号	项目	单位	数值	备注
1	密度	kg/m ³	0.925	
2	粘度	Pa.S	1.55×10^{-5}	
3	比热	kJ/(kg.°C)	1.9	
4	导热系数	W/(m.°C)	0.058	
5	质量流量	kg/hr	4550	
6	进口温度	°C	144.5	
7	出口温度	°C	57	

b)冷却水条件如表 4-3 所示。

表 4-3 冷却水条件

序号	项目	单位	数值	备注
1	密度	kg/m ³	1000	
2	粘度	Pa.S	75.25×10^{-5}	
3	比热	kJ/(kg.°C)	4.187	
4	导热系数	W/(m.°C)	0.616	
5	质量流量	kg/h	未知，系统计算	
6	进口温度	°C	30	
7	出口温度	°C	36	

c) 管程压降要求 ≤ 3000 Pa

计算时 Them 的界面如图 4-1 所示。



图 4-1 4.3.1 中的计算例子

下面是 Them 生成的计算报告。

换热器大师 (THEM) 计算报告

制表日期: 2013-03-11

项目文件: Example2. cts

壳程数据				管程数据			
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
1	流体相态	单相液体		34	流体相态	单相气体	
2	流体类型	冷流体, 循环水		35	流体类型	热流体, 合成氨变换气	
3	不凝气体	00.00	%	36	不凝气体	00.00	%
4	质量流量	22564.85	kg/h	37	质量流量	4550	kg/h
5	入口温度	30	C	38	入口温度	144.5	C
6	出口温度	38	C	39	出口温度	57	C
7	热量	209.9551	kW	40	热量	-210.1232	kW
8	平均比热	4.187	kJ/(kg. K)	41	平均比热	1.9	kJ/(kg. K)
9	密度	1000	kg/m3	42	密度	0.925	kg/m3
10	动力粘度	0.7525	cP	43	动力粘度	0.0155	cP
11	导热系数	0.616	W/(m. K)	44	导热系数	0.058	W/(m. K)
12	表面张力		Dyne/cm	45	表面张力		Dyne/cm
13	蒸汽比热		kJ/(kg. K)	46	蒸汽比热		kJ/(kg. K)
14	蒸汽密度		kg/m3	47	蒸汽密度		kg/m3



15	蒸汽粘度		Pa. S	48	蒸汽粘度		cP
16	相变热		kJ/kg	49	相变热		kJ/kg
17	管子排列	正三角形, 跨中		50	管长选项	标准计算	
18	壳程数	1	程	51	换热管类型	光管	
19	管心距	32	mm	52	换热管规格	φ 25×2. 5	
20	壳内径	500	mm	53	管程数	1	程
21	挡板间距	300	mm	54	单程管长	2500	mm
22	流通面积	0. 04335938	m2	55	管子根数	174	根
23	中心排管	14	根	56	管子材质	低碳钢	
24	限制流速	4	m/s	57	指定管长		m
25	实际流速	0. 1445608	m/s	58	限制流速	30	m/s
26	压力降	586. 5935	Pa	59	实际流速	24. 99606	m/s
27	污垢热阻	0. 0002	m2. K/W	60	压力降	2663. 525	Pa
28	膜系数	1782. 502	W/(m2. K)	61	流通面积	0. 05466371	m2
29	壳体材质	低碳钢		62	污垢热阻	0. 0002	m2. K/W
30	保温材料	岩棉板, 壳		63	膜系数	206. 8199	W/(m2. K)
31	保温层厚	10	mm	64	管内壁温	63. 57828	C
32	环境温度	20	C	65	管外壁温	37. 45036	C
33	平均壁温	33. 97682	C	66	平均壁温	50. 51432	C
计算结果							
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
67	计算类型	设计型		75	传递热量	210. 1232	kW
68	放置形式	水平		76	平均温度差	56. 78636	C
69	排管标准	JB/T 471X		77	温差校正	0. 9802	W/(m2. K)
70	蒸发器类型			78	总传热系数	140. 6868	W/(m2. K)
71	封头形式	固定管板式	%	79	计算面积	26. 30126	m2
72	壳程热损	0. 08	%	80	实际面积	32. 79823	m2
73	要求富余度	20	%	81	实际富余度	24. 7	%
74	流型	逆流	kW	82	运行状态	计算成功	
所选换热器的型号							
G500-33-2.5-25-1							

计算者签名:

维维计算机技术有限责任公司版权所有, 2000-2013

可以看出, 管程压降为 2663.525 N/m²。压降的调整依靠改变限制流速来调整。

4.3.2 蒸汽加热换热器

壳程为蒸汽全凝, 饱和液体排出, 管程为凉水。

- 1) 物性数据输入：壳程：比热指蒸汽比热，其他物性均为冷凝液体的物性。管程：全部输入平均温度下的物性。
- 2) 管程：限制流速选择原则。基本范围：气体在 10~30 之间，液体<2.5。计算完成后，可根据压降情况手工调整限制流速。一般情况下，要降低压降，把流速减小。壳程流速：不限制。
- 3) 注意事项：由于 THEM 的单位最为灵活，输入时请注意数据的单位。
- 4) 计算实例。下面给出用 100℃ 的废热蒸汽加热淋浴水的换热器计算。具体条件如下：

a) 废蒸汽/冷凝液条件如表 4-4 所示。

表 4-4 蒸汽/冷凝水条件

序号	项目	单位	数值	备注
1	密度	kg/m ³	1000	冷凝液
2	粘度	cP	0.8	冷凝液
3	比热	kJ/(kg.℃)	2	蒸汽
4			4.2	冷凝液
5	导热系数	W/(m.℃)	0.5	冷凝液
6	质量流量	kg/hr	未知，系统计算	
7	进口温度	℃	100	蒸汽
8	出口温度	℃	100	饱和冷凝液
9	相变热	kJ/kg	2400	

b) 冷却水条件如表 4-5 所示。

表 4-5 冷却水条件

序号	项目	单位	数值	备注
1	密度	kg/m ³	1000	
2	粘度	CP	1.2	
3	比热	kJ/(kg.℃)	4.2	
4	导热系数	W/(m.℃)	0.62	
5	质量流量	t/h	525	
6	进口温度	℃	12	
7	出口温度	℃	40	

c) 管程压降要求≤0.01Mpa。

计算时 Them 的界面如图 4-2 所示。

下面是 Them 生成的计算报告。

换热器大师 (THEM) 计算报告

制表日期： 2007-2-16

项目文件:Example2. cts

壳程数据				管程数据			
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位



1	流体相态	蒸气冷凝		34	流体相态	单相液体	
2	流体类型	热流体. 注释		35	流体类型	冷流体. 注释	
3	不凝气体	00. 00	%	36	不凝气体	00. 00	%
4	质量流量	6533. 102	kg/h	37	质量流量	525000	kg/h
5	入口温度	100	C	38	入口温度	12	C
6	沸点	100	C	39	出口温度	40	C
7	热量	-17153. 14	kW	40	热量	17150. 14	kW
8	平均比热	4. 2	kJ/(kg. K)	41	平均比热	4. 2	kJ/(kg. K)
9	密度	1000	kg/m3	42	密度	1000	kg/m3
10	动力粘度	0. 8	cP	43	动力粘度	1. 2	cP
11	导热系数	0. 5	W/(m. K)	44	导热系数	0. 62	W/(m. K)
12	表面张力		Dyne/cm	45	表面张力		Dyne/cm
13	蒸汽比热	2	kJ/(kg. K)	46	蒸汽比热		kJ/(kg. K)
14	蒸汽密度		kg/m3	47	蒸汽密度		kg/m3
15	蒸汽粘度		Pa. S	48	蒸汽粘度		cP
16	相变热	2258	kcal/kg	49	相变热		kJ/kg
17	管子排列	正三角形	m	50	管程数	1	程
18	壳程数	1	程	51	管外径	25	mm
19	管心距	32	mm	52	管内径	20	mm
20	壳内径	800	mm	53	单程管长	5200	mm
21	挡板间距	150	mm	54	管子根数	467	根
22	流通面积	0. 03292969	m2	55	管子材质	低碳钢	
23	中心排管	23	根	56	管长选项	标准计算	
24	限制流速	20	m/s	57	指定管长		m
25	实际流速	0. 00663736	m/s	58	限制流速	2. 5	m/s
26	压力降		MPa	59	实际流速	0. 9940163	m/s
27	污垢热阻	0	m2. K/W	60	压力降	0. 007684049	MPa
28	膜系数	3696. 764	W/(m2. K)	61	流通面积	0. 1467124	m2
29	壳体材质	低碳钢		62	污垢热阻	0	m2. K/W
30	保温材料	岩棉板, 壳		63	膜系数	3173. 182	W/(m2. K)
31	保温层厚	10	mm	64	管内壁温	61. 42195	C
32	环境温度	20	C	65	管外壁温	75. 19901	C
33	平均壁温	99. 92292	C	66	平均壁温	68. 31048	C
计算结果							
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
67	计算类型	设计型		75	温差校正	1	
68	放置形式	垂直		76	总传热系数	1393. 719	W/(m2. K)
69	封头形式	固定管板式		77	计算面积	168. 3156	m2
70	壳程热损	0. 0175	%	78	实际面积	187. 0583	m2
71	要求富余度	10	%	79	实际富余度	11. 14	%
72	流型	逆流		80	运行状态		

73	传热热量	17150.14	kW	81			
74	平均温度差	73.10853	C	82			
所选换热器的型号							
G800-187-5.2-25-1							

计算者签名:

维维计算机技术有限责任公司版权所有, 2000-2007

4.3.3 乙醇蒸发器

壳程为液体乙醇蒸发, 饱和乙醇蒸汽排出。管程为 3 kg/cm^2 的水蒸汽冷凝, 饱和液体排出。这是一个有两个相变的比较复杂的换热器。

- 1) 物性数据输入: 壳程: 蒸汽密度指蒸发后形成的蒸汽的密度, 其他物性均为蒸发液体的物性。管程: 参照 4.3.2 中蒸汽冷凝时的物性输入。
- 2) 注意事项: 由于 THEM 的单位最为灵活, 输入时请注意数据的单位。
- 3) 计算实例。下面给出用 100°C 的废热蒸汽加热淋浴水的换热器计算。具体条件如下:

乙醇、水蒸汽的条件参阅计算报告, 不再赘述。

图 4-2 4.3.2 中的计算例子

图 4-3 是计算时的界面。

下面是计算报告。

换热器大师(THEM)计算报告

制表日期: 2007-2-16

项目文件:Example4.cts

壳程数据				管程数据			
序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
1	流体相态	液体蒸发		34	流体相态	蒸气冷凝	
2	流体类型	冷流体. 注释		35	流体类型	热流体. 注释	
3	不凝气体	00. 00	%	36	不凝气体	00. 00	%
4	质量流量	2000	kg/h	37	质量流量	795. 3031	kg/h
5	入口温度	78. 3	C	38	入口温度	132. 9	C
6	沸点	78. 3	C	39	沸点	132. 9	C
7	热量	472. 226	kW	40	热量	-472. 5464	kW
8	平均比热	3. 5	kJ/(kg. K)	41	平均比热	4. 3	kJ/(kg. K)
9	密度	735	kg/m3	42	密度	935	kg/m3
10	动力粘度	0. 45	cP	43	动力粘度	0. 21	cP
11	导热系数	0. 167	W/(m. K)	44	导热系数	0. 68	W/(m. K)
12	表面张力	0. 0168	N/m	45	表面张力		Dyne/cm
13	蒸汽比热		kJ/(kg. K)	46	蒸汽比热	2. 4	kJ/(kg. K)
14	蒸汽密度	1. 618	kg/m3	47	蒸汽密度	2. 4	kg/m3
15	蒸汽粘度		Pa. S	48	蒸汽粘度	0. 02	cP
16	相变热	850	kJ/kg	49	相变热	2139	kJ/kg
17	管子排列	正三角形	m	50	管程数	1	程
18	壳程数	1	程	51	管外径	25	mm
19	管心距	32	mm	52	管内径	20	mm
20	壳内径	273	mm	53	单程管长	2700	mm
21	挡板间距	100	mm	54	管子根数	38	根
22	流通面积	0. 01175313	m2	55	管子材质	低碳钢	
23	中心排管	6	根	56	管长选项	标准计算	
24	限制流速	3	m/s	57	指定管长		m
25	实际流速	0. 01895264	m/s	58	限制流速	20	m/s
26	压力降		MPa	59	实际流速	7. 710614	m/s
27	污垢热阻	0	m2. K/W	60	压力降		MPa
28	膜系数	2682. 633	W/(m2. K)	61	流通面积	0. 01193805	m2
29	壳体材质	低碳钢		62	污垢热阻	0	m2. K/W
30	保温材料	岩棉板, 壳		63	膜系数	3357. 04	W/(m2. K)
31	保温层厚	12	mm	64	管内壁温	110. 2248	C
32	环境温度	20	C	65	管外壁温	100. 1598	C
33	平均壁温	78. 23873	C	66	平均壁温	105. 1923	C
计算结果							

序号	项目	数值	单位	序号	项目	数值	单位
67	计算类型	设计型		75	温差校正	1	

图 4-3 乙醇蒸发器计算界面

68	放置形式	垂直		76	总传热系数	1252.832	W/(m2.K)
69	封头形式	固定管板式		77	计算面积	6.908107	m2
70	壳程热损	0.0678	%	78	实际面积	7.759734	m2
71	要求富余度	10	%	79	实际富余度	12.33	%
72	流型	逆流		80	运行状态		
73	传递热量	472.5464	kW	81			
74	平均温度差	54.6	C	82			
所选换热器的型号							
G273-8-2.7-25-1							

计算者签名:

维维计算机技术有限责任公司版权所有, 2000-2007

第五章 高级用户

5.1 复杂换热器计算

这里的复杂换热器是指需要分段计算的换热器。分两种情况：第一种是换热方式分为多种，比如：先冷却后冷凝 2 段甚至分为冷却—冷凝—冷却 3 段；第二种情况是从换热效率角度考虑，把一个方式的换热过程分成 2 部分进行：用 2 台换热器进行。

多段计算换热器时，应当先使用设计算法计算主要换热过程（热量大的部分），再利用这个计算的结果的部分参数（基准参数），使用校核算法计算剩余段，最后把各段结果的管长、面积加起来。基准参数包括工艺参数：两股物流的流量；结构参数：壳径、管程数、管子根数和中心排管数。注意：只有各段的流量、壳径、管程数、管子根数相同，相加才有意义。

5.1.1 冷却—冷凝换热器

现在举一个典型的例子。把流量为 20t/h、温度为 139℃的氨气用 20℃冷却水冷凝为液氨。计算条件如下：

	氨气		冷却水
	气态	液态	
流量 kg/h	20000		309960
比热 kJ/kg-℃	2.4601	5.3423	4.2
密度 kg/m ³	12.157	573.38	1000
动力粘度 cP	0.00922	0.10377	0.80
导热系数 W/m-K	0.03115	0.43977	0.65
相变热 kJ/kg	1135.2		
沸点 ℃	42		

量却水的流量 402289 kg/h 及下面部分数据是根据热量衡算得到的，你也可以用换热器大师试算出。分段情况如下：

第一段（冷却段）： 氨气 139℃→42℃
冷却水 20℃→23.66℃
第二段（冷凝段）： 氨气 42℃→42℃
冷却水 23.66℃→软件计算

因为冷凝热占总热量的比为： $1135.2/[2.4601 \times (139-42) + 1135.2] = 0.83$ ，因此冷凝过程为主要换热过程。先计算第二段冷凝段。结果如图 5-1，项目文件为 Example5_2.cts。其中基准参数为：壳径 1300 mm，管程数 4，管子根数 1214，中心排管数 39。

第一段计算使用上述的基准参数，使用校核算法。注意调整几次管长，使富余度和预定的要求富余度相当。管长调整结果为 1.2m。如图 5-2 所示。项目文件为 Example5_1.cts

两个计算的项目文件放在系统主目录下。把两个计算结果相加即完成全部计算。



5.1.2 多壳程换热器的计算

某些工艺条件要求的换热器的四个温度：2 进口温度、2 出口温度导致在较小壳程数目时温差校正系数太低，这不仅会使换热器面积显著增大，还可能导致操作的不稳定。文献建议当温差校正系数小于 0.80 时就不合理，此时应当增加壳程（台）数目。THES 有温差校正系数数据，用户可以根据它判断有无必要增加壳程数。当该系数很低时，一种情况是系统可能设计出能够满足换热要求的换热器但会给出提示；另一种严重的情况是因为要求的面积很大，根本没有合适的换热器可选用，此时只有增加壳程（台）数。多壳程通过在壳侧增加横向隔板、纵向隔板实现，但是多台即使用结构完全相同的几台换热器，在机械设计上完全不同。换热器大师使用后者：使用结构完全相同的几台换热器。

增加壳程数很简单，用鼠标点击“壳程数”右边的下拉箭头，选取新的壳程数，然后重新进行一次“设计计算”。

务必注意：对于多台换热器，“计算结果”栏目内的数据和 2 个压力降是多台换热器的总数据。其它的结构参数都是针对单台设备而言的。

5.2 校核型计算

顾名思义，校核型计算是对现有设备进行计算，以确定它是否能满足特定的换热要求。因此，用户需要输入更多的数据。校核型计算同时也是用户进行“设计型计算”的后续辅助算法。比如，用户先用“设计型计算”计算出一个结果，然后转到“校核型计算”，根据自己的愿望进行调整。显然，使用“校核型计算”的用户首先必须是换热器专家，因为 Them 系统此时不作更多的合理性检查，用户必须保证自己修改的数据符合逻辑。

5.2.1 对新手的建议

如果用户并不十分熟悉换热器的计算，那么在“校核型计算”中，建议你只修改挡板间距和管长度。其它内容不要修改。

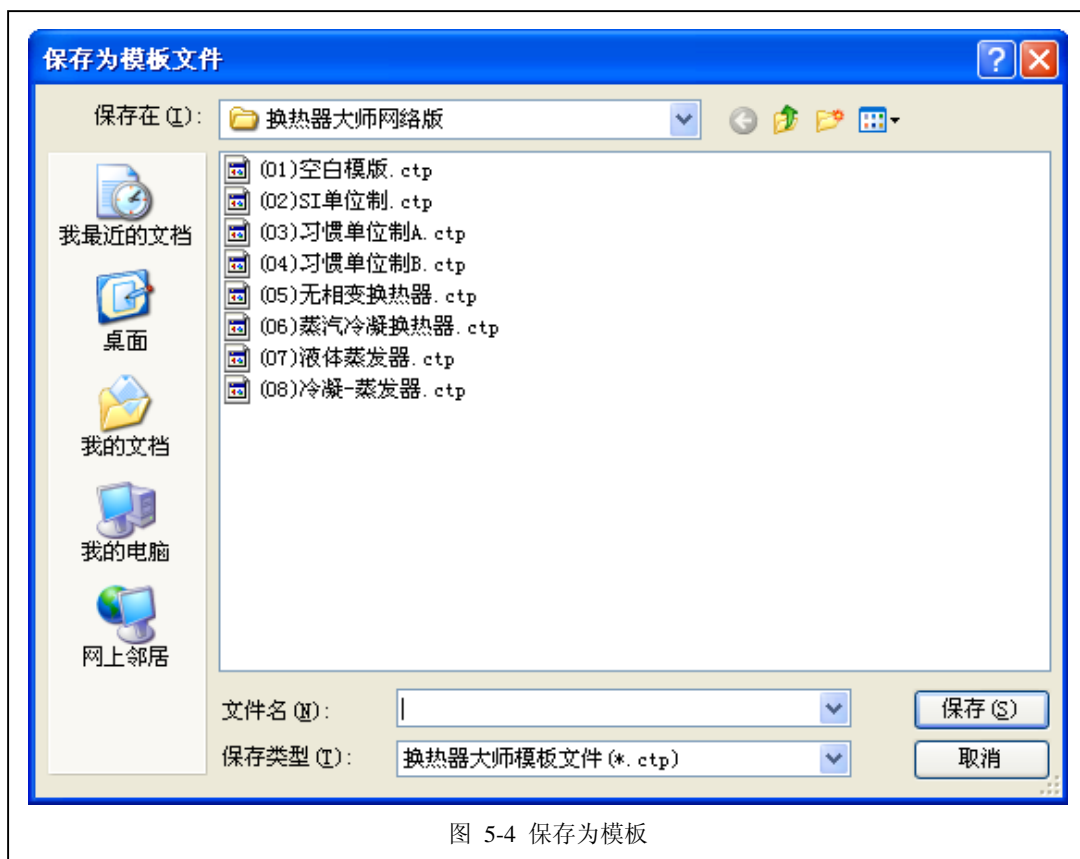
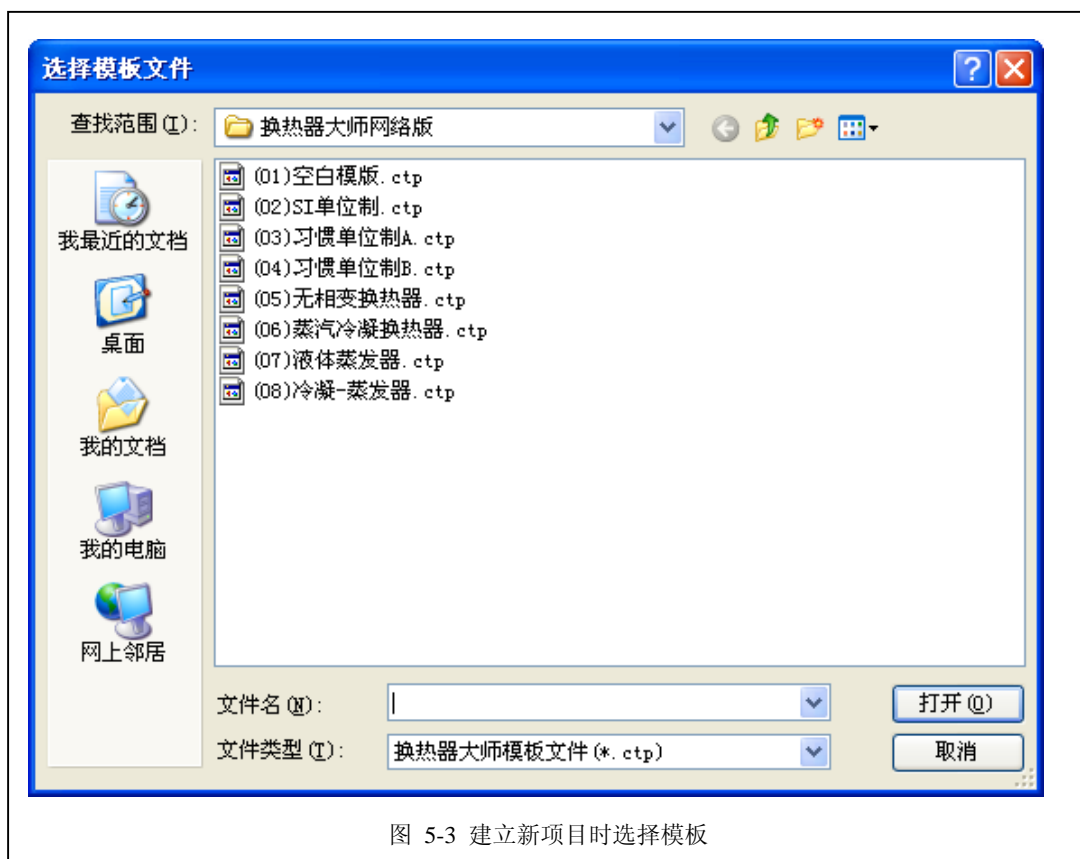
5.2.2 对换热器专家的建议

如果用户是换热器专家，你可以修改所有数据，但应当细心。特别是对设备数据的修改要谨慎，如：壳径、管外径、管内径、管子排列形式、中心排管数、管子根数、管长度，等。一般情况下，这些数据是有联系的，不能孤立地修改其中一个，也不能随意修改。

5.3 模板制作

5.3.1 模板的意义

模板为用户新建计算项目时提供楷模。这样不仅能加快新计算项目的建立，而且能避免输入错误。图 5-3 显示了用户新建计算项目时如何选择模板。



5.3.2 模板制作

模板制作非常简单：你只要把目前的一个计算项目保存为模板即可。保存为模板的操作不影响当前的计算项目。

如果要修改模板，使用该模板建立一个新的计算项目。修改后执行“存为模板”，覆盖掉原来的模板即可。“存为模板”的操作如图 5-4。

5.4 系统优化

5.4.1 操作系统选择

Them 可以同时打开多个计算项目，这对于方案比较尤为有利。不过多个计算项目需要占用较大的内存。由于 Windows 98 的内存管理缺陷（我不想说有错误），无论增加多少物理内存，Them 只能打开 3 个计算项目，Windows 98 便告“系统资源枯竭”。

在 Windows 2000 上，即是 64MB 也能打开数十个计算项目。因此如果用户觉得有必要，请选用 Windows 2000 操作系统。

5.4.2 网络系统优化

网络版本的 Them 大部分在局域网上运行。登录 Them 服务器时，用户可以选择服务器计算机名称（HOST）或者其 IP 地址。但是，后者由于不要服务器解析 IP 地址，速度迅速。有些网络系统使用动态 IP，用户无法固定服务器的 IP，只能使用 HOST 登录。

有些使用指定 IP 的网络系统，由于服务器上的地址解析设置不当或者根本没有设置，导致使用 HOST 登录无法找到服务器计算机（HOST）。此时可以换用 IP 地址登录，也可以正确设置服务器上的地址解析后仍然使用计算机名称（HOST）登录。

当然，建议网络管理员正确设置服务器上的地址解析，这不仅仅是 Them 需要这样做。图 5-5 和 5-6 给出两种登录方式的直观解释。

5.5 网络故障及处理

网络版本的 Them 是最稳定的 Windows 网络软件之一，对网络的要求仅仅是 TCP/IP 协议正常。可以通过“Ping”命令检查客户—服务器的 TCP/IP 是否正确、连接是否畅通。

部分用户常常用“我的网络能正常共享目录、传输文件”来佐证自己的网络的 TCP/IP 协议正常，这是一个错误的概念，因为它不能证明这一点。

登录服务器

登录参数

服务器 (IP 或HOST)

standard_server

...

用户名称 :

testUser

口令

登录

保存

取消

自己定一个名称和密码登录，保存并记住密码

图 5-5 使用主机名称 (HOST) 登录

登录服务器

登录参数

服务器 (IP 或HOST)

128.162.10.1

...

用户名称 :

testUser

口令

登录

保存

取消

自己定一个名称和密码登录，保存并记住密码

图 5-6 使用 IP 地址登录

第六章 HYSYS 软件接口

换热器大师能够和 HYSYS 2.4/3.2/2004 接口，自动倒入流程模拟中的数据。使用方法异常简单：

- (1) 打开 HYSYS，进入流程模拟。其中有你要计算的换热器；
- (2) 打开换热器大师，建立一个新工程。此时工程处于空白，如图 6-1。



图 6-1 空白工程

- (3) 点击“连接 HYSYS”，如图 6-2



图 6-2 点击 HYSYS 连接按钮连接 HYSYS

(4) 在打开的“Hysys 数据接口”中，按下“刷新 Hysys”，此时列出了 Hysys 中所有的换热器模块。选择一个换热器模块，按下“获取数据”，数据就会列出来，如下图 6-3。你不必理会这些数据，继续下一步；



图 6-3 选择 HYSYS 中的换热器模块获取数据

(5) 按下“确定”，此时返回“换热器大师”数据界面，工艺和物性数据自动填入了表格，



图 6-4 HYSYS 接口自动填入的换热器数据

如下图 6-4。接下来，用户就可以进行换热器的计算了。

第七章 辅助工具

7.1 背景

在蒸汽冷凝计算中，常常存在过热蒸汽的冷凝，出口温度也可能过冷到沸点之下。过热蒸汽的冷凝、过冷分三部分计算：冷却段、冷凝段和过冷段：按三台换热器计算。这需要预先确定各段的冷却介质温度。

液体蒸发也存在类似的问题。如果液体进口温度低于沸点，就需要分两段计算：液体预热到沸点、液体蒸发：按两台换热器计算。也需要确定加热介质的中间温度。

7.2 辅助工具

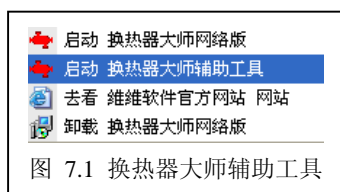


图 7.1 换热器大师辅助工具

在V2010.10.01.53 版本之后，提供了换热器大师辅助工具。该工具需要输入 5 个温度：冷热流体

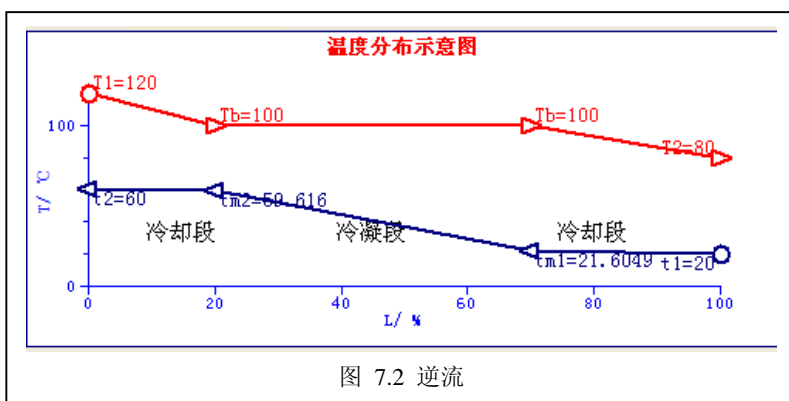


图 7.2 逆流

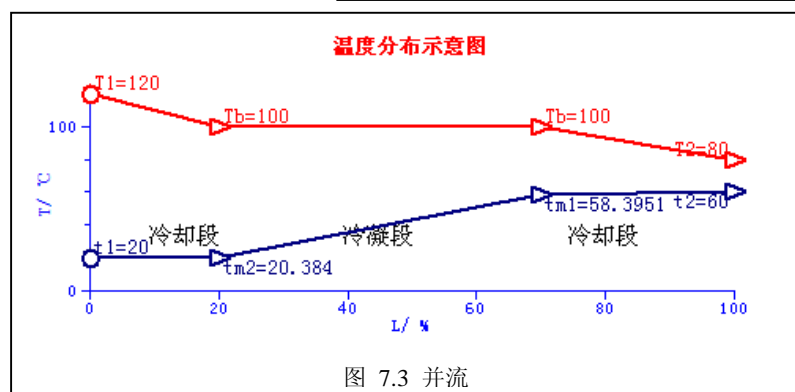


图 7.3 并流

的进出口温度： t_1 、 t_2 、热流体的进出口温度 T_1 、 T_2 和沸点 T_B ，然后就能计算出 t_{m1} 和 t_{m2} 。如果没有过热蒸汽冷却段， $t_1=t_B$ ，如果没有冷凝液体的过冷段， $t_2=t_B$ 。计算分两种情形：逆流和并流，如图 7.2 和 7.3 所示。输入物性数据后，

t_{m1} 和 t_{m2} 就计算出来了。有了 t_{m1} 和 t_{m2} ，就能分两段计算换热器了。图 7.4 是一个过热蒸汽冷凝计算的例子。在“5.1 复杂换热器计算”讨论了这种情形，但是那里， t_{m1} 和 t_{m2} 是试差估算的。

在图 7.5 中展示了一个液体蒸发的例子：20 C 的液体被预热到沸点 100 C，然后在此温度下蒸发，逆流操作。但是对于液体蒸发，如果预热段吸热量所占比例不大，即：

$$\lambda = \frac{C_{PL}(T_B - T_1)}{\Delta H} < 0.1$$

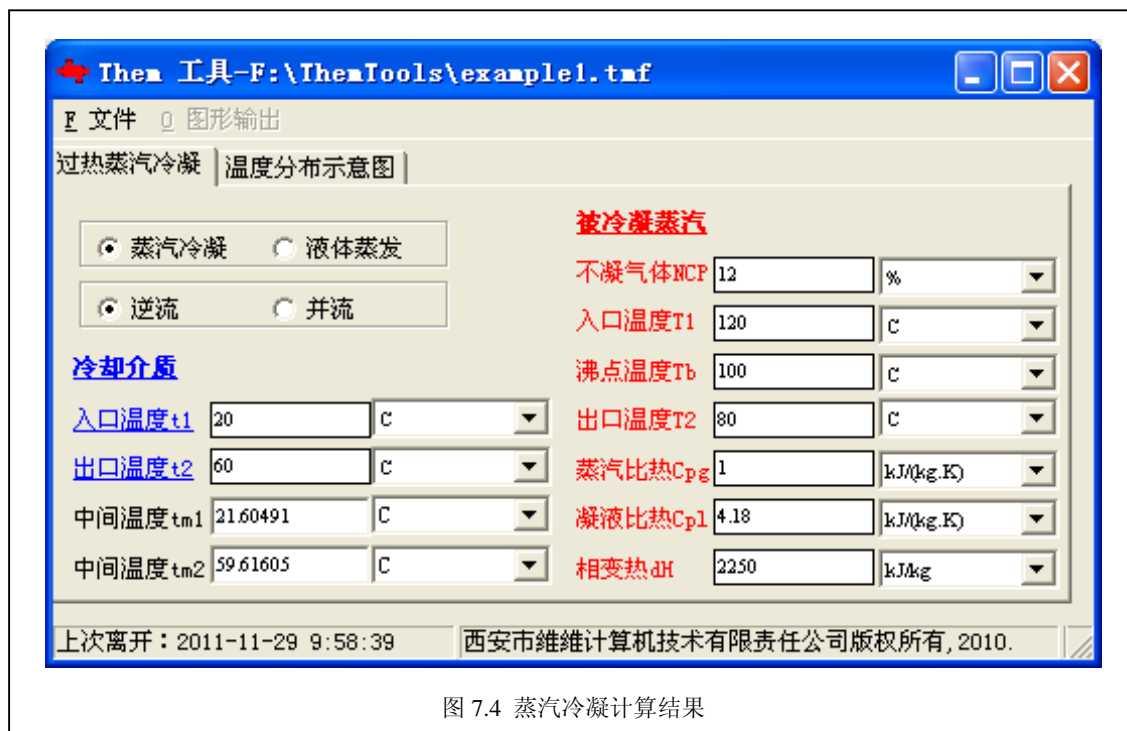
式中： C_{PL} —液体比热，kJ/(kg·°C)；

T_B —液体沸点，℃；

T_1 —液体进口温度，℃；

ΔH —液体蒸发潜热，kJ/kg。

可以忽略预热段而仅仅计算蒸发，必须注意此时的液体进出口温度都使用沸点。



辅助工具中，有菜单“Q 图形输出”，包括了“B 保存图形”和“P 打印图形”，操作简单，不再赘述。

第八章 布管图

8.1 JB/T 471X 排管

在 JB/T 471X 系列中, 换热器布管涉及的管子规格为 $\Phi 25$ 、 $\Phi 19$ 、等有限的几种, 壳径最大到 $\Phi 1800$ 。JB/T 471X 规定了完整的布管参数: 管子根数、管程数、管心距, 等等。Them 使用了精确的排管算法, 但是排列的管子根数会和 JB/T 471X 有微小的差别。如果用户有 JB/T 471X 的排管图, 也可以不用 Them 排管。

8.2 非标准系列排管

非 JB/T 471X 标准系列的管壳式换热器, 涵盖了广泛的工业领域, 用途更为宽广。Them 可以做出任意壳径、换热管外径、管心距、管程的换热器布管图。具体内容如下:

- 壳径: ~ 4200 mm
- 换热管: 规格任意
- 管程: 1,2,4,6,8
- 排列形式: 正三角形 (转角 30°)、正方形 (转角 45°)
- 布管方式: 对中、跨中
- 可生成 ACAD 的输入文件。

8.3 排管图操作

8.3.1 计算结果排管

Them 为自己的计算结果排管, 如图 8-1 所示。选择“排管数据”为“计算结果”, Them 从“工艺和设备参数”页面调取数据, 自动完成排管。部分参数解释如下:

- 壳内圆—限定圆间距: 壳内圆和限定圆半径之差: $\frac{D_s - D_L}{2}$, 输入 0 时, Them 按 GB

151 规定自动计算;

式中: D_s ——壳内直径, mm;

D_L ——限定圆直径, mm。

- 管表面—分程板间距: 分程板和相邻换热管外壁间距: $\frac{P_t - d_o}{2}$, 输入 0 时, Them 按 GB

151 规定自动计算;

式中: P_t ——跨越分程板的两排换热管的管心距, mm;

d_o ——换热管直径, mm。

8.3.2 自由排管

封头型式	固定管板
壳径	474
换热管外径	25
管心距	32
壳内圆-限定圆间距(半径之差)	0
管表面-分程板间距	0
管程数	1
排列方式	正三角形
布管方式	对中
<input checked="" type="checkbox"/> 转角	
排管	排管数据 计算结果
ACAD 输出	比例 1: 1

图 8-1 计算结果排管

封头型式	固定管板
壳径	474
换热管外径	25
管心距	32
壳内圆-限定圆间距(半径之差)	0
管表面-分程板间距	0
管程数	1
排列方式	正三角形
布管方式	对中
<input checked="" type="checkbox"/> 转角	
排管	排管数据 自定义
ACAD 输出	比例 1: 1

图 8-2 自由排管

Them 不仅可以为自己的换热器计算结果排管，也可以作为通用排管图软件使用，如图 8-2 所示。这时候，排管和 Them 的换热器计算没有任何关系，你需要填写图 8-2 上所有的数据，然后点击“排管”。因为不需要 Them 换热器的计算结果，你在开始打开一个空白项目即可。图 8-3 是一个布管图的实例。

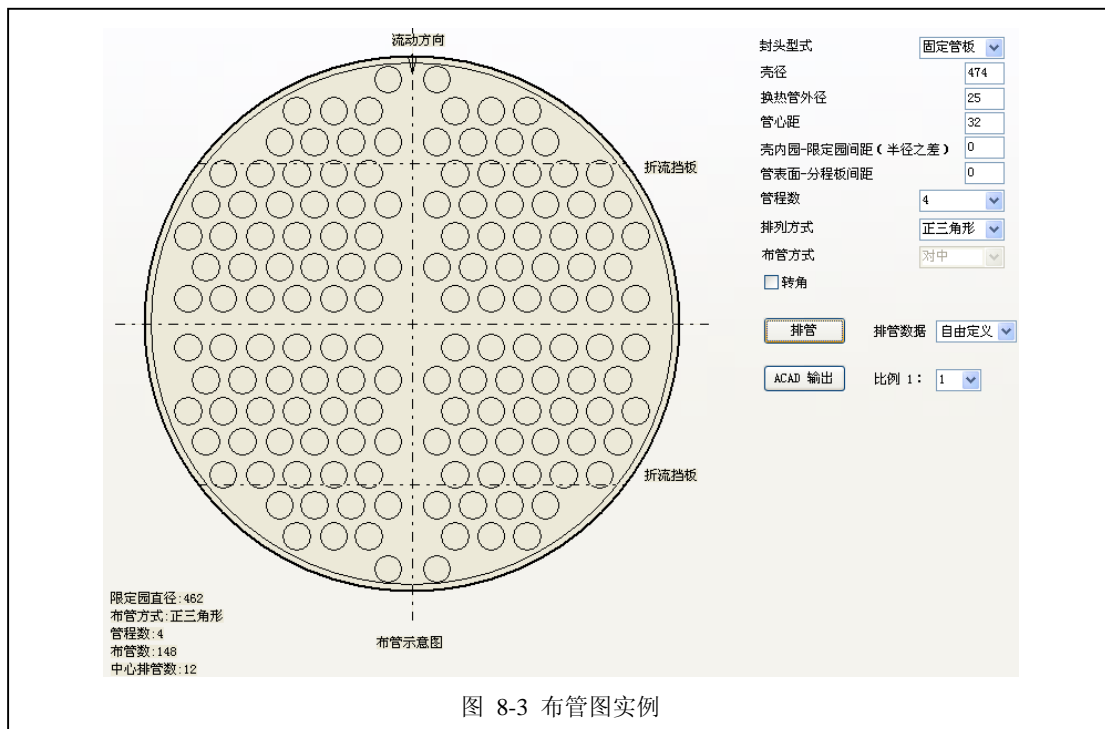
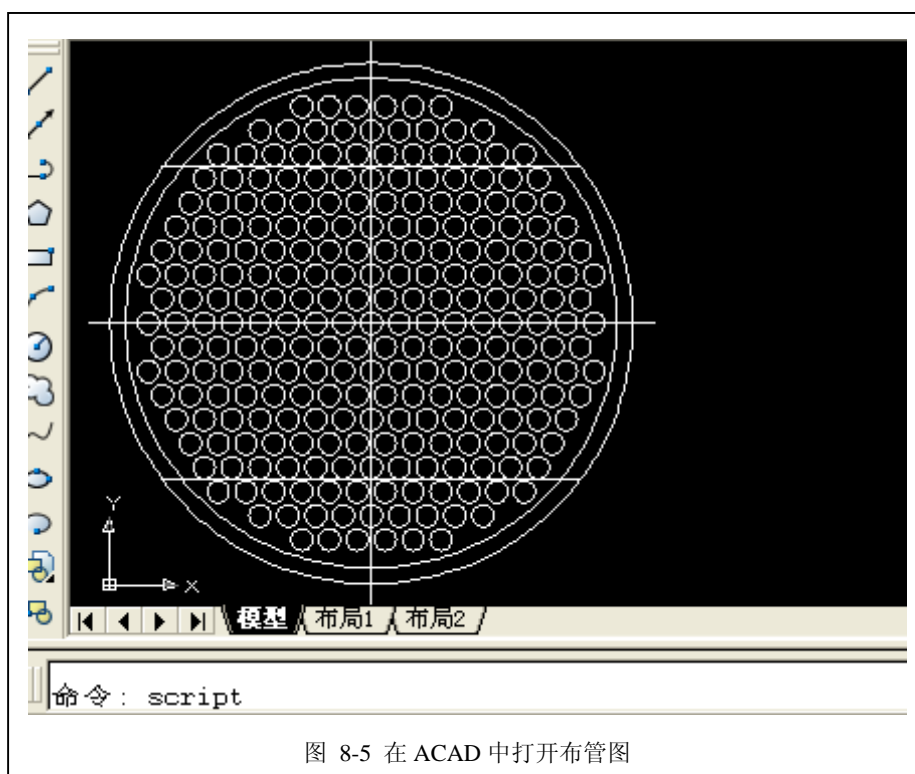


图 8-3 布管图实例

8.3.3 ACAD 输出

做好排管图后，你可以把它输出到 ACAD——生成 ACAD 的*.scr 文件，如图 8-4 所示。



输出前，你可以指定绘图比例。

*.scr 文件是 ACAD 的描述文件，在 ACAD 中用 script 命令可以打开它，如图 8-5 所示。



维维计算机技术有限责任公司电子资讯:

<http://www.htcsoft.com>

[email:htcsoft@163.com](mailto:htcsoft@163.com)