

热交换器设计手册

〔下 册〕

〔日〕隆花英明 著



化学工业出版社

热交换器设计手册

下 册

〔日〕尾花英朗 著 徐中权 译

燃加工出版社

内 容 提 要

《热交换器设计手册》是一本关于热交换器的专门著述。本书从实用观点出发，详细论述了各类热交换器及其热工计算。特别是书中以图表和公式为重点，具体地、数值地给出了对现场技术人员有用的装置设计、特性解析计算。每章并附有例题，读者可循此加深理解。

本书分上、下两册。上册主要为热交换器的基础理论，传热概论，热交换器系统最佳化。下册主要是各类热交换器的基本设计，其中包括管壳式、螺旋管式、板翅式等40余种热交换器的基本设计法。

本书可供从事热交换工作的科研、设计、现场技术人员以及高等院校师生阅读。

熱交換器設計ハンドブック

时 间 昭和49年 初版

著 者 尾花英朗

発 行 笠原洪平

発行所 工学図書株式会社

热交换器设计手册

下 册

〔日〕尾花英朗 著 徐中权 译

烃加工出版社出版发行

（北京安定门外大街33号）

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行经销

787×1092毫米32开本33印张1插页129千字印1-5320
1987年4月北京新版 1987年4月北京第1次印刷
书号：15391·81 定价：5.00元

目 录

第四篇 热交换器的基本设计

第 11 章 管壳式热交换器的设计方法	1
11.1 管壳式热交换器的种类、结构、价格	1
11.1.1 种类	1
11.1.2 传热管	8
11.1.3 管布置和排列间距	12
11.1.4 折流板的形状和间隔	14
11.1.5 折流板固定杆和衬垫	19
11.1.6 旁通挡板	19
11.1.7 缓冲板	19
11.1.8 管根数和壳内径的关系	19
11.1.9 概略重量	42
11.1.10 价格	42
11.2 无相变的热交换器的设计方法	46
11.2.1 管内侧界膜导热系数	46
11.2.2 壳侧界膜导热系数	46
11.2.3 管内侧压力损失	59
11.2.4 壳侧压力损失	61
11.2.5 设计题例	65
11.3 单一饱和蒸气冷凝器的设计法	89
11.3.1 结构	89
11.3.2 冷凝侧界膜导热系数	90
11.3.3 冷凝侧压力损失	94
11.3.4 设计程序	101
11.3.5 设计题例	102

11.4	过热蒸气冷凝器的设计法	114
11.4.1	概论	114
11.4.2	设计题例	114
11.5	混合蒸气冷凝器的设计法	120
11.5.1	设计基础	121
11.5.2	各温度区间的气、液量的计算法	124
11.5.3	冷凝液的界膜导热系数 h_c	126
11.5.4	垂直管内分凝器中的液阻现象	127
11.5.5	混合蒸气侧压力损失	128
11.5.6	设计题例	128
11.5.7	互不相溶的 2 组分系统蒸气冷凝器	143
11.6	冷却冷凝器的设计法	145
11.6.1	设计基础	145
11.6.2	逐段计算法	152
11.6.3	设计题例	152
11.7	多组分系统冷却冷凝器的设计法	172
11.7.1	设计基础	172
11.7.2	设计题例	177
11.7.3	简便设计法	184
11.7.4	用简便法计算的设计题例	186
11.8	釜式再沸器的设计法	191
11.8.1	再沸器的种类	191
11.8.2	釜式再沸器的结构	193
11.8.3	沸腾侧传热系数	193
11.8.4	其他热阻	199
11.8.5	求加热面表面温度和沸腾液温度之间的温差 Δt 的方法	199
11.8.6	基本传热公式	202
11.8.7	气液分离空间	204
11.8.8	强化泡核沸腾传热	205

11.8.9	设计题例	207
11.9	立式热虹吸再沸器的设计法	213
11.9.1	结构	213
11.9.2	显热加热段的长度	214
11.9.3	循环流量	217
11.9.4	管内侧传热系数	222
11.9.5	立式热虹吸再沸器的标准尺寸	224
11.9.6	设计题例	226
11.10	水蒸气蒸馏用再沸器的设计法	233
11.10.1	基本公式	234
11.10.2	传质系数	238
11.10.3	设计题例	239
11.11	卧式热虹吸再沸器的设计法	244
11.11.1	流动形式	245
11.11.2	摩擦损失	246
11.11.3	伴有蒸发流动的摩擦损失	249
11.12	卧式管内冷凝器的设计法	250
11.12.1	卧式管内冷凝器的冷凝界膜导热系数	250
11.12.2	卧式管内冷凝器的蒸气压力损失	258
第 12 章	螺旋管式热交换器的设计法	261
12.1	结构	261
12.2	优缺点	265
12.3	基本传热公式	266
12.4	传热系数	267
12.4.1	管内侧界膜导热系数	267
12.4.2	壳侧界膜导热系数	272
12.5	压力损失	275
12.5.1	管内侧压力损失	275
12.5.2	壳侧压力损失	277
12.6	螺旋的最大直径	278

12.7	设计题例	273
第 13 章	螺旋板式热交换器设计法	283
13.1	构造	283
13.2	流道的构成和用途	284
13.3	基本传热公式	288
13.3.1	两流体都呈螺旋流动时	288
13.3.2	一流体螺旋流动, 另一流体轴向流动的 场合	291
13.4	传热系数	293
13.4.1	螺旋流动时的界膜导热系数	293
13.4.2	轴向流动时的界膜导热系数	296
13.5	压力损失	297
13.5.1	螺旋流动时的压力损失	297
13.5.2	轴向流动时的压力损失	299
13.6	螺旋板的外层直径	299
13.7	价格	299
13.8	设计题例	299
13.9	补遗	305
第 14 章	板式热交换器的设计法	306
14.1	构造和材质	306
14.2	基本传热公式	315
14.3	传热系数	317
14.3.1	无相变的对流传热	317
14.3.2	冷凝传热	329
14.3.3	沸腾传热	329
14.4	污垢系数	329
14.5	压力损失	330
14.6	流体的温度分布	340
14.7	价格	342
14.8	设计题例	343

14.9	补遗	349
第 15 章	套管式热交换器的设计法	350
15.1	结构	350
15.2	基本传热公式	352
15.3	翅片热阻	357
15.4	传热系数	357
15.4.1	环形侧界膜导热系数	357
15.4.2	内管侧界膜导热系数	361
15.5	压力损失	361
15.5.1	环形侧压力损失	361
15.5.2	管内侧压力损失	364
15.6	结构上应注意的事项	365
15.7	价格	365
15.8	设计题例	365
15.9	温差修正系数	375
第 16 章	液膜式热交换器的设计法	376
16.1	立式降膜式冷却(冷凝)器的设计法	376
16.1.1	结构和用途	376
16.1.2	液膜厚度和液膜侧界膜导热系数	379
16.1.3	最小允许液体负荷	382
16.1.4	设计题例	383
16.2	卧式降膜式冷却(冷凝)器的设计法	387
16.2.1	结构和用途	387
16.2.2	基本传热公式	388
16.2.3	液膜侧界膜导热系数	388
16.2.4	卧式降膜式冷却器的价格	390
16.2.5	设计题例	390
16.3	立式降膜式蒸发器的设计法	395
16.3.1	结构和用途	395
16.3.2	基本传热公式	396

16.3.3	液膜厚度和界膜导热系数	398
16.3.4	压力损失	400
16.3.5	闪蒸室的大小	404
16.3.6	设计题例	405
16.4	卧式降膜式蒸发器的设计法	414
第 17 章	蒸发冷却器的设计法	415
17.1	特征和用途	415
17.2	结构和种类	417
17.3	基本传热公式	417
17.3.1	管内流体无相变时	417
17.3.2	管内流体冷凝时	434
17.4	传热管外壁和管外冷却水本身之间的界膜导热系 数	435
17.4.1	向水平管群喷淋水的蒸发冷却器	435
17.4.2	从横向向垂直管群喷淋水的蒸发冷却器	441
17.5	从管外冷却水本身向空气的总传质系数	441
17.6	空气流动的压力损失	442
17.7	排污	443
17.8	设计题例	443
17.9	补遗	455
第 18 章	泡沫接触式热交换器的设计法	456
18.1	特征和用途	456
18.2	基本传热公式	457
18.2.1	管内流体无相变时	457
18.2.2	管内流体冷凝时	460
18.3	传热管外壁和管外泡沫层冷却水之间的界膜导热 系数	461
18.4	从管外泡沫层冷却水向空气的总传质系数	462
18.5	空气流动的压力损失	464
18.6	损失水量	465

18.7	设计题例	465
第 19 章	多筒式热交换器的设计法	470
19.1	特征	470
19.2	基本传热公式	471
19.3	界膜导热系数	477
19.4	压力损失	477
19.5	传热圆筒数	478
19.6	设计题例	480
第 20 章	刮面式热交换器的设计法	487
20.1	构造	487
20.2	基本传热公式	491
20.3	传热系数	496
20.3.1	库尔理论公式	497
20.3.2	哈里奥特理论公式	504
20.3.3	斯克兰德的实验公式	506
20.3.4	特朗梅伦实验公式	506
20.4	驱动动力	508
20.5	制造注意事项	508
20.6	价格	509
20.7	设计题例	509
第 21 章	刮面式液膜热交换器的设计法	514
21.1	用途	514
21.2	种类及其构造	517
21.3	液体滞留量	523
21.3.1	立式降膜式	523
21.3.2	立式升膜式	530
21.4	液膜厚度	531
21.5	基本传热公式	533
21.6	刮面侧(传热圆筒内侧)工艺流体的界膜导热系数	533
21.7	总传热系数	534

21.8	驱动动力	535
21.9	价格	536
21.10	设计题例	536
第 22 章	离心薄膜式热交换器的设计法	542
22.1	特征和种类	542
22.2	界膜导热系数	544
22.2.1	流体蒸发时的界膜导热系数	544
22.2.2	流体无相变时的界膜导热系数	559
22.2.3	冷凝界膜导热系数	559
22.3	设计题例	562
第 23 章	槽-盘管式热交换器的设计法	568
23.1	特征	568
23.2	盘管外侧界膜导热系数	568
23.3	盘管内侧界膜导热系数	579
23.3.1	无相变强制对流传热	579
23.3.2	冷凝传热	581
23.4	搅拌所需的动力	582
23.5	设计题例	591
第 24 章	槽-夹套式热交换器的设计法	595
24.1	容器侧界膜导热系数	595
24.2	夹套侧界膜导热系数	600
24.2.1	无相变强制对流传热	602
24.2.2	冷凝传热	603
24.3	设计题例	604
第 25 章	直接接触式冷凝器的设计法	608
25.1	种类	608
25.2	液柱式冷凝器	610
25.2.1	传热机理	610
25.2.2	塔径	618
25.2.3	塔板的开孔数	619

25.2.4	塔板间距	620
25.2.5	塔板层数	620
25.3	液膜式冷凝器	622
25.3.1	传热机理	622
25.3.2	塔径、塔板间距、塔板层数	626
25.4	充填塔式冷凝器	627
25.4.1	充填高度	627
25.4.2	塔径	630
25.4.3	充填层的蒸气压力损失	630
25.5	喷射冷凝器	633
25.6	直接接触式冷凝器的安装	633
25.7	价格	636
25.8	设计题例	636
25.9	喷淋式冷凝器	643
第 26 章	直接接触式冷却冷凝器的设计法	653
26.1	特征	653
26.2	基本传热公式	654
26.3	传质系数和界膜导热系数	661
26.4	装置所需高度的计算法	665
26.4.1	设计公式	665
26.4.2	计算步骤	667
26.5	塔径	669
26.6	压力损失	669
第 27 章	空冷式热交换器的设计法	671
27.1	构造	671
27.2	空冷式热交换器采用标准	677
27.3	基本传热公式	680
27.3.1	基本传热公式	680
27.3.2	总传热系数	681
27.3.3	温差修正系数 F_t	683

27.3.4	翅片热阻	683
27.3.5	接合热阻	683
27.4	空气侧(管外侧)界膜导热系数和压力损失	684
27.4.1	流体与光滑圆管群错流流动时	684
27.4.2	流体与光滑椭圆管群错流流动时	689
27.4.3	流体与圆芯管-圆形翅片的翅片管错流流动时	690
27.4.4	流体与圆芯管-矩形翅片的翅片管错流流动时	692
27.5	设计步骤	693
27.6	管侧流体温度的控制方式	697
27.7	价格	699
27.8	设计题例	702
第 28 章	缠绕管式热交换器的设计法	711
28.1	特征和用途	711
28.2	构造和使用注意事项	712
28.3	基本传热公式	714
28.3.1	单管缠绕管式热交换器	714
28.3.2	双管缠绕管式热交换器	714
28.4	界膜导热系数	724
28.4.1	壳侧界膜导热系数	724
28.4.2	管内侧界膜导热系数	734
28.5	压力损失	735
28.5.1	壳侧压力损失	735
28.5.2	管内侧压力损失	738
第 29 章	板翅式热交换器的设计法	739
29.1	结构和用途	739
29.2	流道构成	747
29.3	基本传热公式	747
29.3.1	用作 2 流体热交换器或者 3 流体热交换器时	747
29.3.2	用作 4 流体以上的多流体热交换器时	748
29.4	界膜导热系数	756

29.5	压力损失	764
29.5.1	热交换器中心出、入口压力损失	764
29.5.2	热交换器中心的压力损失	766
29.5.3	热交换器的总压力损失	770
29.6	设计题例	770
第 30 章	周期流动型蓄热式热交换器的设计法	777
30.1	旋转型蓄热式热交换器的设计法	777
30.1.1	种类和作用	777
30.1.2	基本传热公式	785
30.1.3	旋转型蓄热式热交换器内部温度的计算法	785
30.1.4	蓄热体的流动阻力和传热特性	789
30.1.5	气体从密封漏失量	796
30.1.6	设计题例	798
30.2	阀门切换型蓄热式热交换器的设计法	808
30.2.1	种类和作用	808
30.2.2	基本传热公式	811
30.2.3	蓄热体的流动阻力和传热特性	811
第 31 章	颗粒移动型蓄热式热交换器的设计法	825
31.1	种类和作用	825
31.2	移动床型蓄热式热交换器的设计法	827
31.2.1	基本传热公式	827
31.2.2	界膜导热系数	835
31.2.3	压力损失	836
31.2.4	设计题例	838
31.3	栅型蓄热式热交换器的设计法	841
31.3.1	基本传热公式	841
31.3.2	每层栅的传热面积	845
31.3.3	界膜导热系数	847
31.3.4	压力损失	848
第 32 章	特殊热交换器	849

32.1	组块式热交换器	849
32.2	钽制热交换器	849
32.3	聚四氟乙烯制热交换器	850
32.4	框架式薄片热交换器	854
32.5	板盘管式热交换器	855
32.6	波纹管热交换器	855
32.7	旋转盘管蒸发器	858
32.8	螺旋式热交换器	859
32.9	金属丝和管式热交换器	860
第 33 章	旋转式粉粒体热交换器的设计法	863
33.1	概论	863
33.2	旋转冷却器内粉粒体的动态	864
33.2.1	搅拌叶片上的粉粒体堆积量和搅拌容量	864
33.2.2	粉粒体在旋转圆筒断面上的运动	875
33.2.3	粉粒体在旋转圆筒断面上的分散分布	877
33.2.4	粉粒体沿圆筒纵轴方向的移动	886
33.3	空气的质量速度和压力损失	889
33.4	传热	890
33.4.1	严密解	890
33.4.2	近似解	897
33.4.3	必要的下落次数	900
33.4.4	平均堆积时间和平均下落时间	902
33.4.5	界膜导热系数	903
33.5	结构	904
33.5.1	壳体	904
33.5.2	支持装置	904
33.5.3	驱动装置	905
33.5.4	密封装置	905
33.5.5	搅拌叶片	906
33.6	驱动动力	906

33.7	设计题例	910
第 34 章	喷雾水式蒸发冷却器的设计方法	919
34.1	概况	919
34.2	基本传热公式	921
34.2.1	计算上的假定	921
34.2.2	翅片效率	922
34.2.3	基本传热公式	929
34.3	传质系数	931
34.4	喷雾水的界膜导热系数	932
34.5	空气侧压力损失	932
34.6	喷水方法和喷水量	934
34.7	设计程序	935
34.8	设计题例	937
第 35 章	蒸发装置的设计法	949
35.1	蒸发器的各种形式和应用实例	949
35.2	卧式外部加热蒸发器的设计法	959
35.2.1	管内侧界膜导热系数	959
35.2.2	管内侧压力损失	967
35.3	立式降膜式蒸发器的设计法	968
35.4	闪蒸室的尺寸	971
35.5	附属设备	972
35.5.1	分离器	972
35.5.2	喷射器	982
35.6	蒸发过程	995
35.7	带防垢装置的热交换器	995

第 5 篇 热交换器设计资料

表 1	金属的物理性质	998
表 2	水的物理性质	1003
表 3	干燥空气的物理性质	1004

表 4	载热体的物理性质 (液相用)	1006
表 5	载热体的物理性质 (蒸气相用)	1008
表 6	液体的密度和分子量	1010
表 7	液体的导热系数	1012
表 8	气体和蒸气的导热系数	1015
表 9	饱和蒸气表 (以温度为准)	1017
表 10	饱和蒸气表 (以压力为准)	1019
表 11	过热蒸气表	1020
表 12	污垢系数	1024
表 13	单位换算表	1028
表 14	温度换算表 ($^{\circ}\text{C} \rightarrow ^{\circ}\text{F}$)	1033
表 15	温度换算表 ($^{\circ}\text{F} \rightarrow ^{\circ}\text{C}$)	1035