



高等学校工程热物理专业规划教材

PRINCIPLE AND DESIGN
OF HEAT EXCHANGERS

热交换器原理与设计 (第5版)

史美中 王中铮 © 编著



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

PRINCIPLE AND DESIGN OF HEAT EXCHANGERS



高等学校工程热物理专业规划教材

热交换器原理与设计 (第5版)

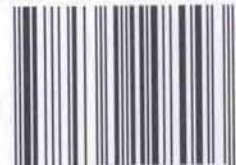
责任编辑 - 张 煦

责任印制 - 张文礼

封面设计 - 毕 真

上架建议 高校教材·热工

ISBN 978-7-5641-4800-3



9 787564 148003 >

定价: 39.80元

高等学校工程热物理专业规划教材

热交换器原理与设计

(第5版)

史美中 王中铮 编著

东南大学出版社

内 容 提 要

本书在热计算基本原理的基础上,以间壁式、混合式、蓄热式热交换器为主要对象,系统阐述其工作原理、传热计算、结构计算、流动阻力计算和设计程序,并对几种典型的高效间壁式热交换器作了集中介绍,最后又扼要地对试验研究方法、强化传热途径、优化设计和性能评价进行探讨。本书系统性好,文字简练,特色明显,并注意吸收最新进展。对书中所讨论的各种热交换器,均有较多插图和详尽的例题,有利于读者掌握所学知识,书后还有习题选编,供教学应用。

本书可用作高等学校热能与动力工程、制冷与低温技术等专业的教材,也可供化工、供热通风与空调工程等专业师生以及设计、科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

热交换器原理与设计/史美中,王中铮编著.—5版.

—南京:东南大学出版社,2014.7

ISBN 978-7-5641-4800-3

I. ①热… II. ①史… ②王… III. ①换热器
—高等学校—教材 IV. ①TK172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 053527 号

东南大学出版社出版发行
(南京市四牌楼2号 邮编 210096)

出版人:江建中

江苏省新华书店经销 兴化印刷有限责任公司印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:20 字数:512千字

2014年7月第5版 2014年7月第1次印刷

ISBN 978-7-5641-4800-3

印数:1~4000册 定价:39.80元

(凡因印装质量问题,可直接向出版社读者服务部调换。电话:025-83791830)

第 5 版前言

本书自开始发行初版以来,一直受到各兄弟院校和广大读者的欢迎,现在呈现在大家面前的,已经是它的第 5 版了。本书的第 1 版是按原国家教委高等学校工程热物理专业教学指导委员会“八五”教材规划的要求而编写的,在历次改版过程中,我们注重突出重点、减少篇幅、精简内容、便于自学等要求,对书中内容进行修改和补充,做到与时俱进,反映新近进展,适应我国教育和科技事业的飞速发展。

本书是一本教材,而不是手册。编写本书的宗旨是希望读者通过阅读本书,能够对热交换器的基本概念、基本原理和设计的基本思路、基本方法等有一个较全面的了解,并能在此基础上进行热交换器的工程设计、改进和创新。因而,在内容的阐述上着重以原理为基础,并注意对问题的分析;在设计方法上,以满足流动和传热为条件,进行自行设计,而不完全采用工程上的选型方法;在取材上,不仅有原理与设计,还包括试验研究、强化技术和性能的评价;在热交换器的类型上,则在全面介绍各种类型热交换器的同时,以常用热交换器作为重点论述的对象。

按照这样的思路,本书内容的组织是在介绍热交换器热计算基本原理(第 1 章)的基础上,全面地阐述管壳式(第 2 章)、混合式(第 4 章)、蓄热式(第 5 章)等三种主要类型的热交换器;对螺旋板式、板式、板翅式、翅片管式、热管式以及蒸发冷却器等,则作为高效间壁式热交换器,以单独一章(第 3 章)做了比较详细的讲述;对高温、低温领域使用的热交换器则作为第 2 章中的一节;对共性的问题,例如性能试验、结垢腐蚀、传热性能评价和优化问题等,则集中在第 6 章中作一些探讨。

除此之外,本书已在第 3 版中增加了一种尚处于不够成熟阶段但却代表了一个发展方向的微型热交换器;在这版中又对近期竞相开发、有着长足发展的板壳式热交换器做了基本的阐述。这些内容虽然只是一个梗概,但对读者扩大视野、开阔思路颇有裨益。

所以,本书内容实际上所涵盖的面是相当广泛的,它兼有常温、低温、高温环境中所使用的热交换器,它的读者对象可以是动力工程、热能利用、化工、冶金、供热通风、制冷空调等专业的师生以及设计、科研人员,还可供建筑设计、给水处理等专业人员参考和选读,因而它有着适用面广的优势,且系统性好,文字简练,特色明显。本书从 1989 年第 1 版至今历时 25 年,多次再版,并在专家、学者们的论文与著作中被引用,这也从一个侧面反映出本书受到社会的认可,也给予我们编写第 5 版的正能量。在此,我们要向本书各版审稿的同仁们和曾为本书指出过问题的同志们致以衷心的感谢,同时要感谢广大读者和引用本书的同志们所给予的激励,我们还要向为本书出版做了大力支持并付出辛勤劳动的东南大学出版社的有关同志致以诚挚的谢意!

本书由史美中、王中铮合编。史美中编写绪论、第1、2、4章,并负责主编工作;王中铮编写第3、5、6章。为了便于教师教学和对讲授内容的理解,在本次再版中由天津大学李新国教授编制了与此配套的课件,欢迎授课教师根据课堂讲授内容选用。

限于编者水平有限,书中难免还有不少错误和缺点,热忱欢迎广大读者给予指正。

编者
2013年12月

目 录

0 绪论	(1)
0.1 研究热交换器的重要性	(1)
0.2 热交换器的分类	(2)
0.2.1 分类简介	(2)
0.2.2 各种类型的间壁式热交换器	(3)
0.3 热交换器设计计算的内容	(6)
1 热交换器热计算的基本原理	(7)
1.1 热计算基本方程式	(7)
1.1.1 传热方程式	(7)
1.1.2 热平衡方程式	(8)
1.2 平均温差	(9)
1.2.1 流体的温度分布	(9)
1.2.2 顺流和逆流情况下的平均温差	(10)
1.2.3 其他流动方式时的平均温差	(11)
1.2.4 流体比热或传热系数变化时的平均温差	(19)
1.3 传热有效度	(24)
1.3.1 传热有效度的定义	(24)
1.3.2 顺流和逆流时的传热有效度	(24)
1.3.3 其他流动方式时的传热有效度	(29)
1.4 热交换器热计算方法的比较	(34)
1.5 流体流动方式的选择	(35)
2 管壳式热交换器	(38)
2.1 管壳式热交换器的类型、标准与结构	(38)
2.1.1 类型和标准	(38)
2.1.2 管子在管板上的固定与排列	(42)
2.1.3 管板	(45)
2.1.4 分程隔板	(46)
2.1.5 纵向隔板、折流板和支持板	(47)
2.1.6 挡管和旁路挡板	(51)
2.1.7 防冲板与导流筒	(52)
2.2 管壳式热交换器的结构计算	(53)
2.2.1 管程流通截面积的计算	(53)
2.2.2 壳体直径的确定	(54)
2.2.3 壳程流通截面积的计算	(55)

2.2.4	进、出口连接管直径的计算	(57)
2.3	管壳式热交换器的传热计算	(57)
2.3.1	传热系数的确定	(57)
2.3.2	换热系数的计算	(58)
2.3.3	壁温的计算	(66)
2.4	管壳式热交换器的流动阻力计算	(68)
2.4.1	管程阻力计算	(69)
2.4.2	壳程阻力计算	(70)
2.4.3	流路分析法简介	(72)
2.5	管壳式热交换器的合理设计	(73)
2.5.1	流体在热交换器内流动空间的选择	(74)
2.5.2	流体温度和终温的确定	(74)
2.5.3	管子直径的选择	(75)
2.5.4	流体流动速度的选择	(76)
2.5.5	管壳式热交换器的热补偿问题	(76)
2.5.6	管壳式热交换器的振动与噪声	(80)
2.6	管壳式热交换器的设计程序	(83)
2.7	管壳式冷凝器与蒸发器的工作特点	(92)
2.7.1	管壳式冷凝器的工作特点	(92)
2.7.2	管壳式蒸发器的工作特点	(97)
2.8	高温、低温热交换器综述	(99)
2.8.1	高温高压管壳式热交换器	(99)
2.8.2	工业炉用高温热交换器	(101)
2.8.3	低温热交换器	(107)
3	高效间壁式热交换器	(112)
3.1	螺旋板式热交换器	(112)
3.1.1	基本构造和工作原理	(112)
3.1.2	设计计算	(115)
3.2	板式热交换器	(123)
3.2.1	构造和工作原理	(123)
3.2.2	流程组合及传热、压降计算	(130)
3.2.3	板式热交换器的热力计算程序设计	(134)
3.2.4	热混合设计简介	(138)
3.3	板壳式热交换器	(139)
3.3.1	构造和工作原理	(139)
3.3.2	几种典型的板壳式热交换器	(142)
3.3.3	设计计算	(145)
3.4	板翅式热交换器	(148)
3.4.1	构造和工作原理	(148)

3.4.2	板翅式热交换器的设计计算	(154)
3.4.3	板翅式热交换器单元尺寸的决定和设计步骤	(163)
3.5	翅片管热交换器	(168)
3.5.1	构造和工作原理	(168)
3.5.2	翅片管的类型和选择	(170)
3.5.3	翅片管热交换器的传热计算与阻力计算	(173)
3.5.4	空冷器的设计	(180)
3.6	热管热交换器	(186)
3.6.1	热管的组成与工作特性	(187)
3.6.2	热管热交换器的传热计算	(196)
3.6.3	热管热交换器的流动阻力计算	(200)
3.6.4	热管热交换器的热管工作安全性校验	(201)
3.6.5	热管热交换器的热力设计	(202)
3.7	蒸发冷却(冷凝)器	(208)
3.7.1	蒸发冷却(冷凝)器的结构	(208)
3.7.2	蒸发冷却(冷凝)器中的传热	(209)
3.7.3	蒸发冷却器传热面积的计算	(212)
3.8	微型热交换器	(214)
3.8.1	分类与基本构造	(214)
3.8.2	传热与阻力特性	(216)
3.8.3	制造工艺与应用前景	(217)
4	混合式热交换器	(219)
4.1	冷水塔	(219)
4.1.1	冷水塔的类型和构造	(219)
4.1.2	冷水塔的工作原理	(223)
4.1.3	冷水塔的热力计算	(225)
4.1.4	冷水塔的通风阻力计算	(231)
4.1.5	冷水塔的设计计算	(233)
4.2	喷射式热交换器	(234)
4.2.1	喷射式热交换器的一般问题	(234)
4.2.2	汽-水喷射式热交换器	(236)
4.2.3	水-水喷射式热交换器	(245)
4.3	混合式冷凝器	(250)
5	蓄热式热交换器	(252)
5.1	蓄热式热交换器的结构和工作原理	(252)
5.1.1	回转型蓄热式热交换器	(252)
5.1.2	阀门切换型蓄热式热交换器	(253)
5.2	蓄热式热交换器与间壁式热交换器的比较	(256)
5.3	蓄热式热交换器传热设计计算特点	(259)

5.3.1	传热系数	(259)
5.3.2	对流换热系数	(260)
5.3.3	传热面积	(261)
6	热交换器的试验与研究	(262)
6.1	传热特性试验	(262)
6.1.1	传热系数的测定	(262)
6.1.2	对流换热系数的测定	(264)
6.2	阻力特性实验	(271)
6.3	传热强化及结垢与腐蚀	(272)
6.3.1	增强传热的基本途径	(273)
6.3.2	增强传热的方法	(274)
6.3.3	热交换器的结垢与腐蚀	(277)
6.4	热交换器的优化设计简介	(282)
6.5	热交换器性能评价	(285)
6.5.1	热交换器的单一性能评价法	(285)
6.5.2	传热量与流动阻力损失相结合的热性能评价法	(286)
6.5.3	熵分析法	(286)
6.5.4	焓分析法	(287)
6.5.5	具有强化传热表面的热交换器热性能评价——纵向比较法	(288)
6.5.6	热经济学分析法	(288)
	习题选编	(290)
	附录	(294)
附录 A	传热系数经验数值	(294)
附录 B	当量直径计算公式	(299)
附录 C	水的污垢热阻经验数据	(300)
附录 D	气体的污垢热阻经验数据	(300)
附录 E	各种油品及溶液的污垢热阻经验数据	(301)
附录 F	流体流速的选择	(302)
附录 G	湿空气的密度、水蒸气压力、含湿量和焓	(303)
附录 H	湿空气的焓湿图	(305)
附录 I	高翅片管空冷器的 $\psi=f(P,R)$ 图	(306)
附录 J	环形翅片效率图	(308)
	参考文献	(309)