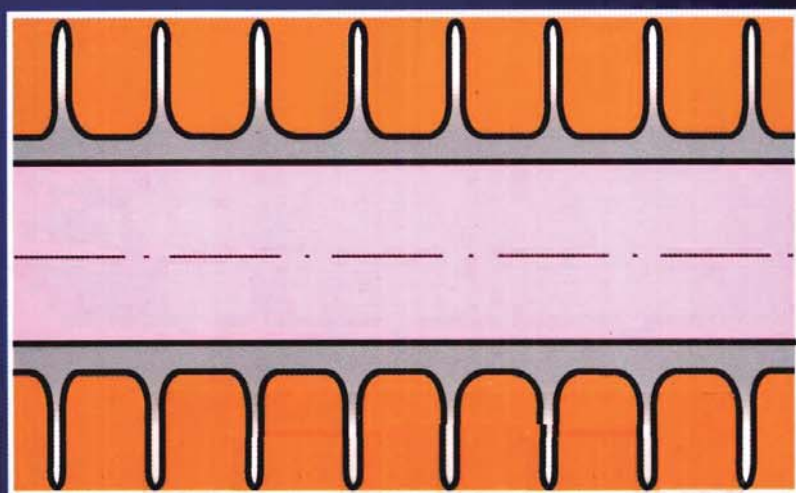


翅片管换热器的原理与设计

Theory and Design for Fin-Tube Heat Exchangers

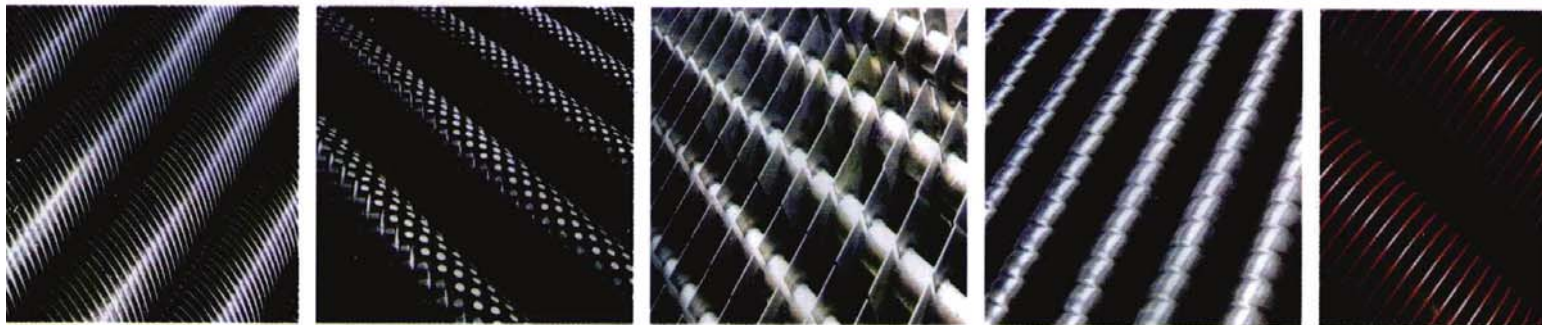
刘纪福 编著



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

策划编辑：王桂芝

责任编辑：范业婷



ISBN 978-7-5603-3918-4



9 787560 339184 >

定价：58.00元

翅片管换热器的原理与设计

Theory and Design for Fin-Tube Heat Exchangers

刘纪福 编著

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

翅片管由于其增强传热的优异特性而被广泛应用于多种换热器中。本书系统而详细地论述了翅片管换热器的传热原理和设计方法,并结合翅片管在热管换热器、空气冷却器、余热回收和利用、电子元件的冷却散热等领域中的应用和结构特点,推出了各具特点而又通用的设计方法,并通过大量的设计实例,阐述了传热原理在翅片管换热器设计中的应用。

本书可作为翅片管换热器的设计工具书和设计指导书,也可以作为相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

翅片管换热器的原理与设计/刘纪福编著. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2013.4

ISBN 978-7-5603-3918-4

I. ①翅… II. ①刘… III. ①翅板式换热器-设计
IV. ①TQ051.502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 001042 号

策划编辑 王桂芝

责任编辑 范业婷

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 16.25 字数 370 千字

版 次 2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-3918-4

定 价 58.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

翅片管被认为是最成功最有效地增强管式换热器传热特性的技术之一,它成功地解决了管式传热元件内外两侧换热能力不匹配的难题,在换热能力较弱的一侧用增加翅片或扩展表面的办法来提高整体传热效果,可使换热器结构更紧凑、更合理、更节约。由翅片管组成的换热元件和设备已广泛应用于能源、环保、空调、电子等相关系统中。目前,已开发出多种类型、适应多种需要的翅片管和翅片管换热器,形成了一个日益壮大的产业集群。由于翅片管及翅片管换热器在学术和工业领域中的重要性,在不少相关教材和相关设计手册中都利用一定的篇幅讲述翅片管的相关内容。

本书以翅片管换热器的原理与设计为专题,重点讲述翅片管在热管换热器、空气冷却器、节能和余热回收、电子元器件的冷却散热等领域中的传热原理和设计方法,并以设计计算方法作为本书的侧重点,主要体现在:

(1)对各种类型的翅片管换热器,推出了各具特点而又通用的设计方法、设计步骤和设计公式;

(2)应用作者提出的环形翅片效率和多种型号翅片效率的简化计算方法,解决了翅片管换热器的设计难题,无需查图或查表,就可方便地进行连续计算或程序设计;

(3)提出了多个系列设计和选型设计方法,尤其在热管换热器和一般省煤器的设计中,无需按标准程序逐项计算,根据已知条件即可选择合适的型号,大大方便了设计和应用;

(4)强调翅片管换热器的变工况计算,当换热器的运行条件发生变化后,通过对换热器进行再设计,了解换热器在变工况后的运行特点;

(5)介绍了多种低温烟气的余热回收和防露点腐蚀的设计方案;

(6)将翅片管传热原理与电子元件的散热条件相结合,开发出了几种类型的电子元件散热器的设计计算方法;

(7)用大量的设计实例和设计表格说明设计细节、设计技巧和设计要点等。

由于本书系统而详细地讲述了翅片管换热器的传热原理和设计方法,并附有大量的设计例题,因此可作为翅片管换热器的设计工具书和设计指导书,也可以作为相关专业的教学参考书。

作 者

2012 年 10 月

目 录

第 1 章 翅片管的传热原理和分类	1
1.1 翅片管的传热原理	1
1.2 翅片管的分类	4
1.3 翅片管换热器的结构特征	11
第 2 章 翅片管换热器的传热计算	15
2.1 翅片管传热的基本方程	15
2.2 翅片管束管外换热和阻力	18
2.3 等截面直翅片的传热规律和翅片效率	25
2.4 环形翅片的传热分析和翅片效率	32
2.5 特种形状翅片效率的计算方法	38
2.6 翅片管的管内换热	46
2.7 翅片管内的凝结换热	50
2.8 翅片管内的沸腾换热	53
2.9 翅片管换热器的污垢热阻	57
2.10 翅片管的接触热阻	62
2.11 翅片管换热器的传热温差	65
2.12 翅片管换热器的变工况计算	70
2.13 翅片管换热器的设计方法	75
第 3 章 翅片管式热管换热器	86
3.1 热管原理和热管换热器	86
3.2 热管换热器的传热分析	90
3.3 热管换热器的工质和管材的选择	93
3.4 加热段和冷却段长度比的选择和充气热管	98
3.5 气-气型热管换热器的设计	105
3.6 气-液型和气-汽型热管换热器的设计	112
3.7 热管换热器的系列化和选型设计	120
3.8 冻土热管的应用和传热分析	132
3.9 分离式热管换热器	138

第4章 翅片管式空气冷却器	144
4.1 空冷器的优点和结构形式	144
4.2 单相流体空冷器的设计计算	147
4.3 冷凝冷却空冷器的设计	155
4.4 空冷器的变工况计算	162
4.5 空冷器的设计参考	167
第5章 翅片管余热回收和利用设备	175
5.1 翅片管省煤器的设计	175
5.2 H型翅片管省煤器的设计	182
5.3 防露点腐蚀的翅片管省煤器	190
5.4 翅片管式低温空气预热器	203
5.5 翅片管供热系统的传热计算	208
5.6 应用于烘干系统中的翅片管换热器	213
第6章 电子元器件翅片式散热器	218
6.1 翅片基板式散热器的传热计算	218
6.2 热管式电子元件散热器的设计	225
6.3 翅片式微通道的传热计算	232
附录 相关物性及数据	242
附录1 常用单位换算表	242
附录2 干空气的热物理性质($p=1.01\times 10^5\text{Pa}$)	243
附录3 大气压力($p=1.01\times 10^5\text{Pa}$)下烟气的热物理性质	244
附录4 饱和水的热物理性质	244
附录5 干饱和水蒸气的热物理性质	246
附录6 饱和氨(NH_3)物性值	247
附录7 金属材料的密度、比热和导热系数	248
附录8 虚变量的贝赛尔函数值	249
参考文献	250

第1章 翅片管的传热原理和分类

1.1 翅片管的传热原理

翅片管,又称鳍片管或肋片管,英文名字为 Fin-Tube 或 Finned Tube,也称 Extended Surface Tube,即扩展表面管^[1]。顾名思义,翅片管就是在原有的管子表面上增加了翅片,使原有的表面得到扩展,从而形成一种独特的传热元件。几种常见的翅片管如图 1.1.1 所示。



图 1.1.1 几种常见翅片管

1.1.1 翅片管的原理和作用

为什么要采用翅片管? 在原有表面上增加翅片能起到什么作用? 这需要从传热学的某些基本原理加以说明。

首先,根据传热学中的定义:固体表面与和它接触的流体之间的换热称为对流换热。例如,我们最熟悉的对流换热就是暖气片外表面和空气之间的换热。生活经验告诉我们:暖气片面积越大,表面温度越高,或表面温度和空气间的温差越大,则单位时间的换热量越大。为了比较不同情况下对流换热的强弱,需定义一个物理量——换热系数。换热系数是指单位换热面积、单位温差(表面和流体之间的温差)、单位时间内的对流换热量,其单位是 $\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,或 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。对流换热系数常用 h 表示,其定义式为

$$h = \frac{Q}{A\Delta T} \quad (1.1.1)$$

式中, Q 为对流换热量, W ; A 为换热面积, m^2 ; ΔT 为表面温度 T_w 与流体温度 T_f 之差,