

书刊评介

《强化传热》是工程热物理领域内 一部重要专著

王 丰

(北京航空航天大学)

强化传热是工程热物理学科领域重要的研究课题之一,近 20 年来在各国传热学者们的共同努力下,已取得了丰富的研究成果。强化传热的研究从理论角度来看,它拓宽了传热学科的研究领域,加深了人们对各种强化换热过程物理本质的认识;从实用观点来看,无论在动力、冶金、石油、化工、材料和制冷等一般工业部门,还是在电子、航空、航天以及核能等高科技领域,都有广泛的应用前景。实际上,目前已有一大批研究成果在生产实践上得到了应用,并获得了显著的经济效益和社会效益。

正因为如此,从本世纪 60 年代开始,强化传热得到了蓬勃的发展,受到了国内外传热学者的普遍重视,据迄至 1983 年不完全统计,已发表论文 3045 篇,上千项研究成果获得了专利,并相继出版了一些论文集和专著。自 70 年代后期,我国开始有一批传热学专家较系统地从事这方面的研究工作,并不断地取得了一些可喜的成就,其中一部分研究成果受到了国内外同行的好评,有的已接近国际先进水平。《强化传热》一书最近已由科学出版社出版,这部专著的主要作者顾维藻研究员和马重芳副教授等人即是我国在这个领域内取得较大成就的佼佼者。

目前国内外有关强化传热的研究成果,提供了大量的实验资料和理论分析。它在理论和实验技术方面都已日臻完善和成熟。因此把强化传热这门先进的科学技术,即将各种强化传热的技术措施,它们的换热机理以及设计计算方法等写成专著,全面系统地介绍给读者。无论是对推动强化传热的研究工作的发展;还是扩大这种新技术在我国国民经济各个部门的应用范围,都是一件非常有意义的事情。《强化传热》这本专著正是适应这种需要而问世的。

下面首先对《强化传热》这本专著总的特色进行综合性的评述。

强化传热的方法是各种各样的,概括起来可分为三大类:

(一) 被动方法,是在流体放热系数较小的一侧,采用肋片表面或其它形式的扩展换热表面(如各种不同几何形状的通道);采用各种湍流板条、旋流器和添加剂;采用粗糙面以减少流体边界层厚度或破坏换热表面上的边界层等等。

(二) 主动方法是应用附加的外界能量来增强传热。例如,使用机械手段搅动换热流体,或者换热流体从表面不断地刮掉;采用振动或旋转的换热表面,使边界层的厚度变薄,或者大大地增加流体流过换热表面的速度;使气流声化,声音的频率可以从几个赫兹增大到超声频

率;利用电磁场的作用,使电介质流体产生加速对流运动的力,以及其它方法。

(三) 复杂方法是指同时利用上述两种或两种以上的不同强化传热的方法。例如,采用粗糙管再加上能使气流旋转的涡流器;振动带肋片的管子等等。

《强化传热》一书对上述形形色色的强化技术,无论是在单相介质强化传热的章节中(第1—6章),还是在有相变的强化传热中(第7—9章)均作了较详细的介绍,并对某些技术措施的优缺点进行了评述。此外,书中还编入了一些国外同行的一些重要研究成果,援引了大量的国外文献,因此可以说系统、完整是这本专著的特点之一。

《强化传热》一书的第二个特点,是它有较广泛的工业应用背景。这本专著的部分内容是作者们长期研究成果的总结。书中介绍的某些强化技术的研究,都是结合国家高科技攻关课题(如高温涡轮叶片冷却、电子电器设备的冷却),以及当前发展生产的需要(如各类轧槽螺管、椭圆管翅片、穿孔翅片、锯齿翅片和有相变传热过程的强化)而进行的,因而这些内容不仅具有一定的学术价值,而且具有较好的应用前景。

二

《强化传热》一书共分10章,按其特点可概括为三大部分:第一部分全面系统地介绍了单相流体的强化传热;第二部分重点叙述了凝结和沸腾强化传热的理论分析、实验结果,以及国外的专利技术;第三部分较简单地概述了强化传质的理论及其在工程上的应用。下面对上述三个部分的一些主要特点进行评述。

(一) 单相介质的强化传热

单相介质的强化传热是该专著的主体,它包括第1、2、3、4、5、6、9章共七章。

其中第1章概论叙述了强化传热的发展简史、分类以及强化导热、对流和辐射三种基本换热方式的不同技术措施。值得指出的是作者从热阻的基本概念出发,深入地论述了增强对流换热、辐射换热和导热换热的各种技术途径,同时全面地综述了各种评价强化传热方法的准则。总之,这一章能使读者对强化传热这门新技术有个概括性的了解。

第2、3章对机械扰动、流体振动、传热面振动、电磁场等外部施加力激励等技术对强化传热的效果,以及管内插入物(如扭曲叶片、涡旋装置等)、添加剂、冲击射流等诱发作用使传热得到增强的机理、特性和计算方法等问题进行了详细的阐述。在这两章里作者做到了理论和实验相结合,用理论来指导实验。并重视对各种强化传热的技术措施,从物理机理上加以解释,从而使读者易于从物理本质上掌握强化传热技术。

第4—6章按照换热通道不同的几何形状来分类,分别详细地论述了环形通道,各类三角形通道,不同宽、高比的矩形通道以及管外空间强化传热的规律。系统地阐述了各种粗糙表面、扩展表面等强化传热的原理,分析了各种因素对增强传热的影响,同时还介绍了传热和流动阻力特性的计算方法。第9章较广泛地介绍了强化传热技术在蒸汽动力装置的某些辅助设备如锅炉、再热器、冷油器等中的应用,以及它们在高温涡轮叶片和电子元件和设备中的应用。

专著中的这部分内容,系统地总结了该书作者们多年来的研究成果,同时也重点地反映了

国内外同行的工作,可以认为是1986年以前这个领域成果的阶段性科学总结。在粗糙环形通道中湍流换热的实验研究方面,顾维藻综合了他自己和国外10多位研究人员的实验数据,得到了具有较大通用性的相似准则公式,该经验式很好地反映了雷诺数、普朗特数和粗糙元的几何参数对换热强度的影响,具有较大的实用价值。

总之,这个部分在编排和内容方面有较好的系统性和一定的理论高度。通过阅读这些章节,可以广泛地了解强化传热的各种技术措施,深入理解不同强化传热方法的物理本质,它们的优缺点,关于换热量和流动阻力的计算方法,以及它们适用的场合。

(二) 凝结和沸腾有相变换热的强化

这个部分包括第7和第8两章。有相变强化传热的研究,是最近10多年发展起来的一个新方向,作者在这里广泛地综述了国外传热学者在这个领域的最新理论研究成果;介绍了实现珠状凝结的各种途径以及池内沸腾传热强化和受迫对流沸腾传热强化的各种方法。其中某些较新的强化技术,例如附着式强化物、抽吸和移置式强化物,可以扩大读者的视野和思路。此外,专著对沸腾传热强化专利技术做了较全面的报道,对美国、日本和德国已经商品化的高热流密度的各种强化管,以及它们在微电子器件和电子计算机冷却技术上的应用作了重点的描述。显然,这些内容对于在我国广泛地采用这些新技术将起到一定的促进作用。此外,作者还结合自己的研究成果,对射流冲击强化传热这一新的发展方向给予了较深入的阐述。

(三) 传质的强化

这是本书的最后一部分(即第10章)。作者在这里较简单地介绍了强化传质的机理、计算方法以及它在干燥过程中的应用。实际上强化传质、强化干燥在工业上有重要的应用价值,但是迄今为止,国内在这方面研究得不多。可是作者对国外有关的研究成果也未能作介绍,这是该书不足之处。

总的来说《强化传热》这本专著是一本成功之作,它很好地总结了国内外学者在这个领域的研究成果。全书在结构和体系方面均较好,行文通顺。理论与应用紧密联系,在注意“实用性”的同时,也注意对强化传热物理本质的阐述和理论分析。

它的问世将在推动强化传热这门新技术的发展和应用方面发挥积极的作用。无论是作为报道成果的专著,还是作为研究生用的教学参考书;不论是对专门从事强化传热研究的科研人员,还是在生产第一线从事各种换热设备制作工作的一般技术干部,《强化传热》是值得一读的一本好书。

本书不足之处是,与单相介质强化传热相比,其它两大部份的内容显得不够丰富;有些新进展、新成果有待充实;在编排和某些问题的阐述上也有待精益求精。希望作者们再接再厉,在再版中将这本专著提高到一个新的高度。