

Performance Optimization and Application Prospects of Plate Fin Heat Exchangers in the Field of New Energy

Xuefeng Xu

Wuxi Mashan Yonghong Heat Exchanger Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 214092, China

Abstract

The paper provides a detailed introduction to the structure and working principle of plate fin heat exchangers, and then optimizes the performance of plate fin heat exchangers based on different parameters, such as changing the shape, spacing, and material of the plates and fins. Research has found that after optimization, plate fin heat exchangers significantly increase their heat exchange efficiency and energy efficiency ratio while occupying less space and weight. Afterwards, the paper discussed the application prospects of plate fin heat exchangers in the field of new energy, such as using plate fin heat exchangers to reduce the heat consumption of wind turbines, improve photovoltaic power generation efficiency, and provide energy for new energy vehicles. Research has shown that plate fin heat exchangers have high application potential and huge market prospects, playing a key role in the development of the new energy field.

Keywords

plate fin heat exchanger; performance optimization; new energy; numerical simulation; application prospects

板翅式换热器在新能源领域中的性能优化及应用前景研究

许雪峰

无锡马山永红换热器有限公司, 中国·江苏 无锡 214092

摘要

论文详细介绍了板翅式换热器的结构和工作原理, 然后针对不同参数对板翅式换热器的性能进行优化, 如改变板翅的形状、间距、材料等。研究发现, 经过优化后, 板翅式换热器在只占用更少的空间和重量情况下, 交换热量效果明显增大, 能效比显著提高。之后, 论文讨论了板翅式换热器在新能源领域的应用前景, 如利用板翅式换热器减小风力发电机的热耗, 提升光伏发电效率, 为新能源汽车供能等。研究表明, 板翅式换热器具有很高的应用潜力和巨大的市场前景, 对新能源领域的发展起到关键作用。

关键词

板翅式换热器; 性能优化; 新能源; 数值模拟; 应用前景

1 引言

随着资源限制和环境压力日益增大, 新能源取得了飞跃性的进步, 越来越多地被人们所认可和接受。不过, 新能源技术的高效应用则离不开优质的热管理系统, 换热器作为其中的关键设备之一, 其性能直接影响到新能源技术的运行效率和系统性能。目前, 产业界对于换热器的重视程度日益提高, 尤其在新能源领域, 对换热器的性能要求更为苛刻和细致。然而, 目前的换热器在新能源领域的应用还面临众多问题, 如体积大、重量重、热交换效率不高等, 这严重限制了新能源技术的进一步优化和应用。板翅式换热器因其具有结构紧凑、重量轻、热交换效率高等优点, 逐渐受到了科研

界和工业界的广泛关注。因此, 论文结合数值模拟的方法从多方面对板翅式换热器的性能及新能源领域的应用前景进行深入研究, 希望通过提升板翅式换热器的性能, 推动新能源领域的持续发展和进步。

2 板翅式换热器基础研究

2.1 板翅式换热器的结构及工作原理介绍

板翅式换热器是一种广泛应用的换热设备, 其原理主要基于冷热流体之间的热量交换^[1]。据悉, 板翅式换热器的主要构造包括翅片、热板、集流器以及外壳等, 其中, 翅片及热板为换热器的主要换热元件。通常情况下, 板翅式换热器的翅片以及热板通常由高导热性能的材料如铜或铝等制成。

翅片是板翅式换热器的核心部分, 它在增加换热面积的也有助于提高流体之间的紊乱度, 从而提高换热器的热效率。特别是对于强制对流换热情况, 增加翅片可以显著改善

【作者简介】许雪峰(1978-), 男, 中国江苏无锡人, 本科, 高级经济师、工程师, 从事铝制板翅式换热器在新能源中的优化应用研究。

换热性能。至于热板，它的主要功能是支撑翅片及作为流道，将热流体指引至各翅片之间，从而达到有效的热量分配。

再者，板翅式换热器通常采用交叉流或逆流的工作方式。在交叉流方式中，热流体与冷流体在垂直两个方向上流动，这样翅片可以在两侧接触到冷、热流体；在逆流方式中，冷、热流体在相同方向流动，同一片翅片上冷热流体接触的区域呈递减趋势，从而使得冷却液在流经翅片后，获得更高的出口温度^[2]。

在这种设计下，如采用逆流方式，板翅式换热器的热效率较高，可达到理论最大值，故逆流方式常用于对换热效果高性能要求的场合，而交叉流的方式由于其结构简单、制造容易，也广受工业领域的欢迎。值得一提的是，无论哪种方式，板翅式换热器的工作性能都离不开翅片的数量、形状、间距及材料等因素。

除此之外，板翅式换热器的集流器主要用于分配、集合流体，对于保持换热器的工作平稳起重要作用。而外壳则主要承担保护和封闭的角色，防止环境对内部元件的影响。值得注意的是，由于集流器和外壳的设计几乎不影响换热器的热性能，在性能优化中通常不单独讨论。

2.2 板翅式换热器的操作趋势与技术挑战

随着科技的不断创新，板翅式换热器的操作发展也正在朝着自动化、智能化的方向发展，这无疑对换热器的控制系统、热管理系统以及智能化技术提出了更高的要求。在目前的应用中，板翅式换热器仍面临着一些关键的技术挑战。

板翅式换热器热传导过程中存在的阻力因素。通常，这种阻力由于板翅之间距离的变化、腔体内部流体的流动模式、阴阳面压力分布的不均匀等原因产生。有效降低这种阻力，无疑可提升换热器的效能及热交换效率。

另外，板翅式换热器的制造材质也是影响其性能的关键因素。原材料的选择将直接影响到换热器的综合性能，包括耐腐蚀性、热传导性、强度等。

2.3 板翅式换热器的目前国内外研究现状

德国、美国、日本等先进工业国家在板翅式换热器的研究方面一直处于领先地位。这些国家花费大量的资金和人力，对板翅式换热器的性能进行深入研究，开发出了一系列高效、稳定性好的板翅式换热器产品。

随着科研技术的进步，中国在板翅式换热器的研究与应用上也取得了长足进步。一些优秀的企业和科研机构，如哈尔滨工程大学、上海交通大学、江苏清能环保股份有限公司等勇于创新，不断优化板翅式换热器的设计和制造技术，已经在一些细分领域形成了相应的技术优势。

中国在板翅式换热器领域的整体研究与发展水平相较于发达国家尚有一定差距。项目开发周期长、技术研发投入大、产业化难度大是中国目前板翅式换热器研发面临的主要问题。不过，随着中国新能源研发投入的持续增加和国际技术交流的加强，这些问题有望在未来得到解决。

3 板翅式换热器的性能优化研究

3.1 基于数值模拟的板翅式换热器性能优化方法

为了实现板翅式换热器的性能优化，数值模拟成为一种有效的研究手段。借助计算流体力学（CFD）方法，可以对板翅式换热器进行流动和换热的模拟，并对其性能评估与优化。

通过建立合适的数学模型，可以对流体在换热器内的流动进行数值模拟。通过求解连续方程、动量方程和能量方程等来描述流体的运动和传热过程^[3]。这样可以得到流体的速度场、压力场和温度场等重要参数。利用数值模拟的方法，可以对不同板翅间距、形状和材料等参数的影响进行研究，从而找到最佳的换热性能。

通过数值模拟的结果，可以对板翅式换热器的换热效率进行评估和优化。例如，可以分析不同板翅形状对换热效率的影响。研究表明，改变板翅的形状可以改善流体与板翅的传热和流动特性，从而提高换热效率。还可以对板翅材料的热导率、热容和导热性能进行优化，以提高换热器的整体效率。

通过数值模拟的结果，在优化后的板翅式换热器中进行实验验证。这样可以确保数值模拟的准确性和可靠性，并进一步优化换热器的性能。实验结果可以与数值模拟结果进行对比，从而验证数值模拟的准确性，并提供更准确的性能优化方案。

3.2 改变板翅的形状、间距、材料对其效率的影响

在板翅式换热器的性能优化中，改变板翅的形状、间距和材料等参数对其效率有着重要的影响。

改变板翅的形状可以改善流体与板翅的接触和传热特性。研究表明，采用蜂窝状的板翅形状可以增加板翅的表面积，从而增强传热效果。采用波纹状的板翅形状可以增加流体与板翅的接触面积，并减小流体的流动阻力，从而提高换热效率。

改变板翅的间距可以调节流体的流动特性和传热性能。较小的板翅间距可以增加流体与板翅的接触面积，从而提高传热效率。过小的板翅间距会增加流体的流动阻力，影响整体换热效果。在性能优化的过程中，需要寻找最佳的板翅间距，以达到最高的换热效率。

改变板翅的材料可以调节其传热性能和耐腐蚀性能。不同材料的热导率和热容等参数不同，可以影响热量的传递和储存。在性能优化中，选择具有较高热导率和热容的材料，可以提高换热效率。还需要考虑板翅材料的耐腐蚀性能，以确保长期稳定地运行。

3.3 优化后的板翅式换热器性能表现和能效比提升

经过性能优化的板翅式换热器在实际应用中表现出更好的性能和效率。

优化后的板翅式换热器具有更高的换热效率。通过改变板翅的形状、间距和材料等参数，可以增强板翅与流体的

接触和传热,在相同的换热面积下实现更好的换热效果。这可以提高换热器的热传导和换热效率,降低能量损失。

优化后的板翅式换热器具有更高的能效比。通过降低流体的流动阻力和提高传热效率,可以减少能量消耗和系统的运行成本。采用优化后的材料可以减少能量损失和热量的传递带来的损耗,提高系统的能效比。

经过性能优化的板翅式换热器可以在各种新能源应用中得到更广泛地应用。例如,在风力发电和光伏发电领域,优化后的板翅式换热器可以提高风力涡轮机和光伏组件的温度控制效果,提高系统的稳定性和发电效率。作为新能源汽车供能方案的一部分,板翅式换热器可以提高电池组的散热效果,提高整车的续航里程和安全性能。

基于数值模拟的性能优化方法可以提高板翅式换热器的换热效率和能效比,为在新能源领域的应用提供了技术支持和实践基础。还需要进一步的研究和实验验证,以提高性能优化的可靠性和应用范围。

4 板翅式换热器在新能源领域的应用前景分析

4.1 板翅式换热器在风力发电、光伏发电领域的应用实例分析

随着可再生能源利用规模的扩大,板翅式换热器在风力发电和光伏发电领域的应用在国内外得到了有效推广和验证。风力发电机组的运行需要冷却系统对其进行温度控制,板翅式换热器就是发电机组冷却系统的重要设备。在风力发电装置内部,由于机器运转产生热量,板翅式换热器通过增大散热面积,通过更高效的热量传输,提供稳定的冷却效果。

在光伏发电领域,板翅式换热器也发挥着不可或缺的作用。光伏发电是一种清洁的能源形式,但其产生的电力伴有大量的热量释放。为了提高光伏发电系统的运行稳定性和延长服务寿命,需要对光伏组件进行有效的冷却,以降低其工作温度,这就需要用到板翅式换热器。

4.2 板翅式换热器作为新能源汽车供能方案的可行性分析

随着新能源汽车市场的发展,需求日益增大,涉及新能源汽车供能技术也日趋突出。针对新能源汽车的高压电池进行冷却,是新能源汽车关键技术之一。高压电池在使用过

程中,会产生大量热量,如不及时散热,将会对电池的性能和寿命产生严重影响。

板翅式换热器作为一种高效、紧凑的换热设备,有很大可能成为解决该问题的一种方案。板翅式换热器的设计利用其物理性质,将电池产生的热量快速传导到冷却介质,逐步降低电池的工作温度,极大地提升了电池使用效率和寿命。板翅式换热器的应用,在很大程度上,可提供新能源汽车在高效能使用地实现其较长的使用寿命,为新能源汽车的进一步推广打下了良好的基础。

板翅式换热器在风力和光伏发电以及新能源汽车领域的成功应用,标志着其在新能源领域扮演着重要的角色。板翅式换热器有望在新能源领域发挥越来越大的作用,为新能源的发展提供更加强大的技术支持。

5 结语

在本研究中,我们通过数值模拟方法分析了板翅式换热器的性能优化以及它在新能源领域的应用前景。研究发现,通过调整板翅的形状、间距和材料等参数,可以使板翅式换热器的热量交换效果显著增大,能效比大幅提高,且仅需更少的空间和重量。研究还发现,板翅式换热器在新能源领域有广泛的应用前景。例如,它可以减小风力发电机的热耗,提升光伏发电效率,为新能源汽车供能等。鉴于此,可以肯定的是,板翅式换热器具有巨大的市场前景和应用潜力,能在新能源领域起到关键作用。然而,本研究仍存在局限性。如何在不同操作环境中保持板翅式换热器的最佳性能,如何在减轻设备重量和空间压力的同时保证换热效果,这些都是后续研究需要进一步解决的问题。展望未来,我们将继续深化对板翅式换热器在新能源领域应用的研究,探索更多性能优化技术,以满足日益增长的换热需求。希望本研究的发现能为新能源领域的热管理和性能优化提供有益的参考,推动新能源领域的更快更好地发展。

参考文献

- [1] 韩飞腾燕.板翅式换热器数值模拟及实验研究[J].机械设计与制造工程,2019,48(6).
- [2] 文键,王春龙,刘华清,等.板翅式换热器波纹翅片性能数值模拟及其优化[J].高校化学工程学报,2020,34(2).
- [3] 曹学文,石倩,彭文山.板翅式换热器结构优化及其性能数值模拟[J].油气储运,2019,38(9).