

基于ICEPAK的一种散热器散热性能分析

俞 聪

上海理工大学, 机械工程学院, 上海

收稿日期: 2024年6月20日; 录用日期: 2024年7月14日; 发布日期: 2024年7月22日

摘 要

在本文中进行了一种散热器的性能分析, 其要求是在20℃的环境温度下, 当空气流过翅片时, 设备的底座温度不应超过65℃。为了实现这一设计目标, 我们使用了Icepak来模拟散热器的散热效果, 对速度场和温度场进行了仿真分析。通过模拟分析, 得出了在20℃环境温度下流过翅片的最高温度为60.0206℃。这意味着设计的散热器符合实际需求, 底座温度未超过65℃, 保证了设备运行时的稳定性和安全性。这种设计方法不仅能够有效降低设备温度, 提高设备的散热效果, 还可以节约能源并延长设备的使用寿命。通过模拟分析, 我们可以及时发现问题并进行调整优化, 以确保设计满足要求, 并达到最佳散热效果。

关键词

ICEPAK, 散热器, 有限元分析

Analysis of the Heat Dissipation Performance of a Heat Sink Based on ICEPAK

Cong Yu

School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jun. 20th, 2024; accepted: Jul. 14th, 2024; published: Jul. 22nd, 2024

Abstract

In this article, a performance analysis of a heat sink is performed, the requirements of which were that at an ambient temperature of 20℃, the base temperature of the device should not exceed 65℃ when air flowed through the fins. To achieve this design goal, we used Icepak to simulate the heat dissipation of the heat sink, and the velocity and temperature fields were simulated. Through si-

mulation analysis, the maximum temperature flowing through the fins at 20°C ambient temperature was 60.0206°C. This means that the designed heat sink meets the actual needs, and the base temperature does not exceed 65°C, which ensures the stability and safety of the equipment during operation. This design method can not only effectively reduce the temperature of the equipment, improve the heat dissipation effect of the equipment, but also save energy and extend the service life of the equipment. Through simulation analysis, we can identify problems in time and make adjustments and optimizations to ensure that the design meets the requirements and achieves the best heat dissipation.

Keywords

ICEPAK, Radiator, Finite Element Analysis

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在当今社会，随着电子设备的快速发展，电子元件的应用也渗透到社会各个领域。然而，当电子元件处于工作状态时，会不可避免地产生大量热量[1]。因此，需要合适的冷却设备来对其进行散热。在当前的电子元件芯片冷却设计中，空气冷却是最广泛、最实用、最可靠也最容易实现的方法[2]，而翅片式散热器空气冷却是比较主流的冷却方式。其工作原理是由翅片中的散热片与流动流体进行对流换热，从而冷却电子设备中的芯片，达到给电子设备降温的效果[3]。随着电子芯片功率的逐渐增大，传统的矩形直翅片散热器已经不能满足当前的散热要求。因此，许多研究人员致力于从各方面优化板翅式散热器的结构，提高散热效率[4]。在导热系数方面的研究中，部分研究人员通常采用高导热填充材料，如泡沫金属材料、石蜡相变材料等来优化散热器扩散热阻，提升散热能力[5]。散热器作为热管理系统中至关重要的组成部分，其设计和性能直接影响到设备的稳定运行和寿命。因此，不断优化和改进散热器结构及材料是当前研究的重要方向，以满足电子设备对散热性能的不断需求[6]。在高性能电子设备中，散热器的散热设计尤为重要。散热器能有效地传导和散发设备产生的热量，确保设备在安全温度范围内稳定工作[7]。本文将重点探讨散热器散热设计的原理、方法和优化策略，旨在为工程师和研究人员提供参考和指导。通过深入研究散热器散热设计，有助于提高设备性能和可靠性，推动热管理技术的发展与创新。

2. 有限元模型建立

2.1. 三维模型建立

在对散热器进行有限元分析时，首先要建立散热器的三维模型。本文选用的散热器基本参数如表 1 所示。

本文采用 ICEPAK 进行三维建模仿真。ICEPAK 采用先进的数值求解算法和并行计算技术，能够快速、准确地模拟复杂的热流问题，节约时间和成本，ICEPAK 支持多种边界条件设定、材料属性定义和结果可视化功能，它能够考虑多种热传导机制，包括传导、对流、辐射等，能够提供准确的温度场和速度场分布结果。为了提高有限元分析的计算效率，本文设计的散热器三维模型见图 1。

Table 1. Radiator specific parameters
表 1. 散热器具体参数

翅片(个数)	10
风扇(个数)	3
热源(个数)	5
翅片长度(mm)	280
翅片厚度(mm)	69
翅片宽度(mm)	187

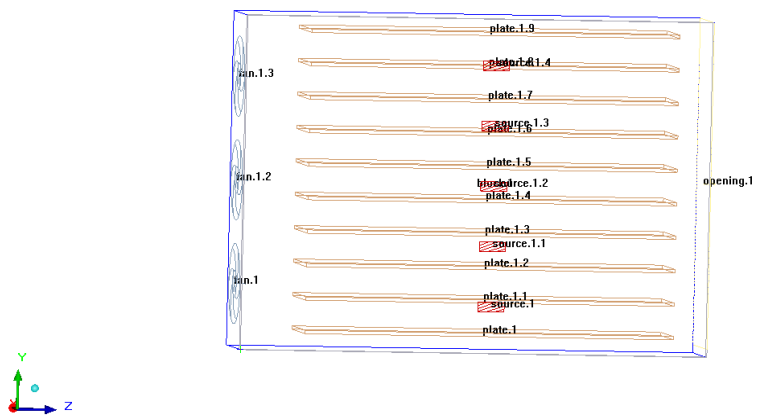


Figure 1. Radiator model diagram
图 1. 散热器模型图

2.2. 网格划分

在 ICEPAK 中进行网格划分，本文选用的风扇为 2D 模型，其网格划分如下。

在进行 ICEPAK 对网格划分时，可以采用两种网格划分方法来处理模型。分别是 Mesher-HD，Hexa-unstructured，Hexa-cartsian 三种类型。网格参数模型有正常与粗糙两种。本文分别对正常类型与粗糙参数模型进行网格划分，最后结果选用正常参数模型输出。下面是散热器的有网格划分模型图，如图 2 所示。在进行散热器的整体网格划分后，再得对 2D 风扇进行了网格模型划分如图 3 所示。

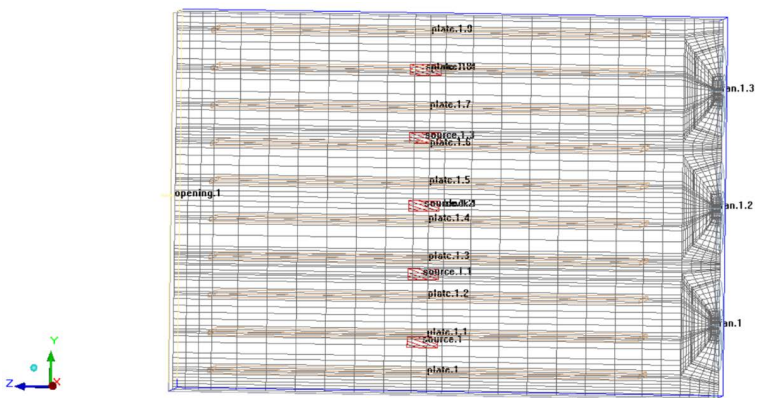


Figure 2. Radiator overall mesh model diagram
图 2. 散热器整体网格模型图

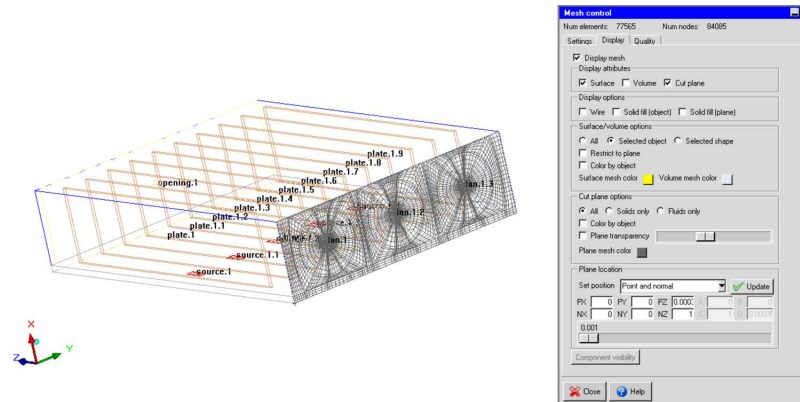


Figure 3. Diagram of a 2D fan mesh model
图 3. 2D 风扇网格模型图

3. 散热器流速场分析

分析流速场可以评估设备内部流体的流动情况，包括速度分布、流线路径等，从而对设备的设计进行优化。通过调整流道结构、增加散热器表面积等措施，提高流速的均匀性和流体的冷却效果。进行 ICEPAK 流速场分析有助于设计优化、制冷效率提升、热设计验证、故障诊断和节能减排等方面，是热管理设计和优化过程中不可或缺的重要步骤。

散热器是热管理系统中的重要组成部分，通过分析散热器内部的流速场，可以评估其对流体热量的吸收和传递效率。了解流速场的分布情况能够帮助工程师评估散热器的工作性能，指导优化散热器设计，提高散热效果。散热器内部流速的均匀性对热量传递的效率和自然对流的增强起着关键作用。通过分析流速场，可以评估流体在散热器内部的分布情况，发现流速不均匀的区域，并据此调整设计，提高流体的流动均匀性，进而优化热量传递效果。通过 ICEPAK 进行散热器流速场分析可以帮助评估散热器的热性能，优化散热器设计，提高散热效果，以确保其能够承受预期的工作条件。

3.1. 散热器内部流速分析

在进行散热器有限元分析时，合理设置边界条件至关重要，它可以模拟真实工况中的散热情况，约束自由度，提高仿真结果的准确性，实现优化设计和改进性能，以及进行故障分析和预测。通过精心调整边界条件，可以准确模拟散热器在实际工作条件下的热传导和流体流动情况，进而提高计算效率和结果准确性。合理设置边界条件也有助于优化散热设计，提高散热效果。

本文采用的散热器模型有 10 个翅片，三个风扇，五个热源流速场的分析明确不同位置的流速分布情况，了解流动在散热器内部的变化情况流速分析(流速矢量图)通过进风口与出风口的比较，其最大流速集中在进风口最高流速为 3.39542 m/s，在中间进行热量的吸收，随后在出风口送出。从流速图中可以了解到该散热器的散热效果达到了预期设计要求。具体的矢量流速结果图请参考附图 4。

完成了对散热器内部整体流速的分析后，接下来可以对热源区域的流速进行有限元模拟。通过这一模拟可以观察到，在热源区域的流速受到来自进风口输送的风量的影响，从而实现对热源区域的降温。热源区域的流速场矢量图如图 5 所示。

3.2. 温度场分析

本文对温度场分析的结果明确了不同位置的温度分布情况，有助于了解散热器内部各部分的温度变化情况。通过分析可以确定是否存在温度过高的热点位置，及时发现问题并进行优化设计，从而提升散

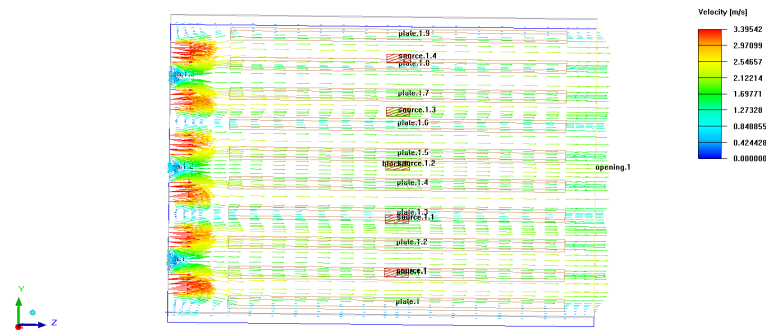


Figure 4. Vector diagram of the flow velocity field inside the heat sink
图 4. 散热器内部流速场矢量图

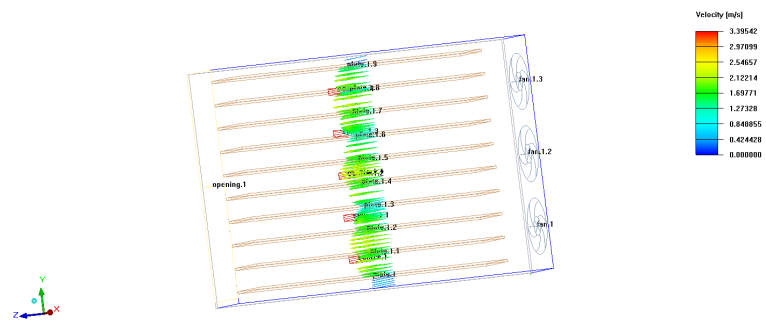


Figure 5. Vector diagram of the flow velocity field in the heat source region
图 5. 热源区域流速场矢量图

热器的性能。通过背面温度与正面温度的云图分析，如图 6 与图 7 所示，可以观察到靠近热源的翅片温度较高，且最高温度为 60.0206℃，在模拟情况符合要求的情况下。这种温度分布的不均匀性可能提示散热器设计中的热流分布不均匀，可能需要进一步的优化设计以提高散热效率。同时，辨别温度过高的热点位置还可以帮助预测散热器的故障风险，从而及早采取措施进行维护或修复。通过对平行翅片和垂直翅片的截面温度云图分析如图 8 与图 9 所示，验证了靠近热源区域的温度最高的情况。在这两种结构下，翅片的温度分布显示出明显的温度梯度，在靠近热源的部分温度较高，符合散热器内部热传导的特点。值得注意的是，通过对散热效果的评估，发现翅片的散热效果能够满足不高于 65℃ 的工况要求。这说明散热器在实际工作条件下具有良好的散热性能，并且温度分布符合设计要求。这有助于验证散热器设计的合理性，同时也为进一步优化设计提供了参考依据，以进一步提高散热器的性能和效率。

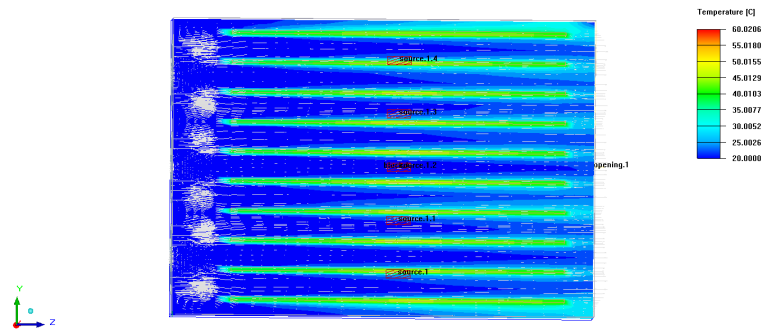


Figure 6. Temperature contour of the inside and back of the radiator
图 6. 散热器内部背面温度云图

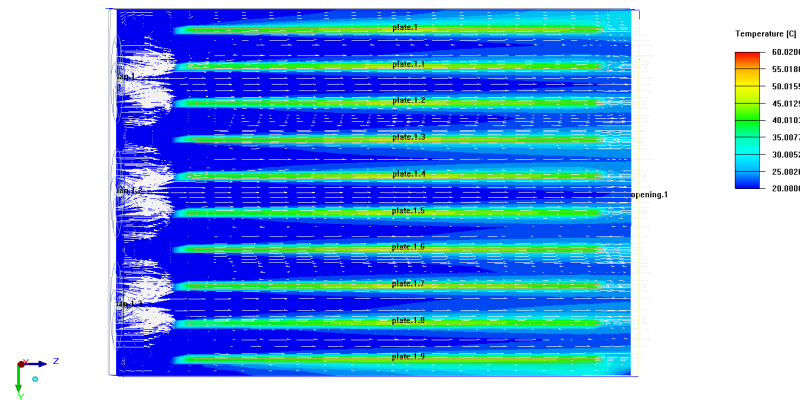


Figure 7. Radiator interior front temperature contour

图 7. 散热器内部正面温度云图

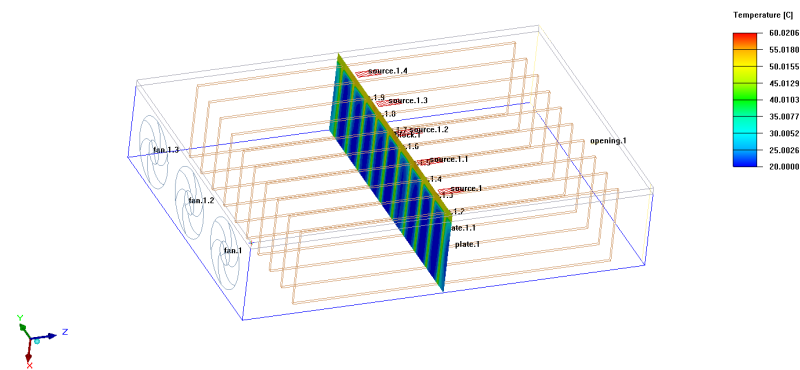


Figure 8. Radiator cross-section temperature contour distribution

图 8. 散热器截面温度云图分布

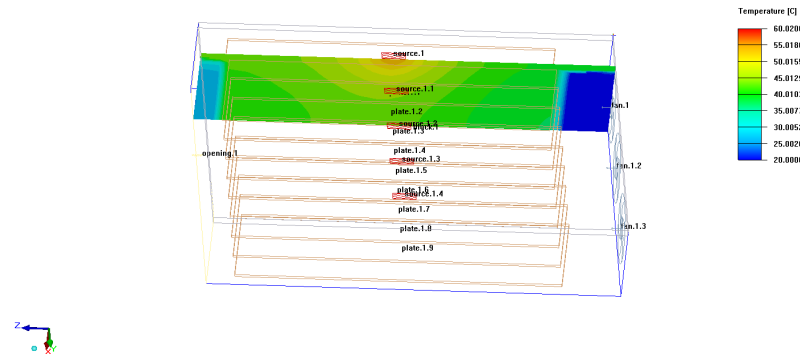


Figure 9. Radiator parallel fin temperature contour distribution

图 9. 散热器平行翅片温度云图分布

4. 结论

通过使用 ICEPAK 对散热器进行了建模和有限元分析, 结合温度场和速度场的分析, 得出在 20℃ 环境温度下流过翅片的最高温度为 60.0206℃ 的结果。这符合设备在 20℃ 环境温度下流过翅片时, 底座温度不应超过 65℃ 的实际要求, 表明散热器的设计在工作条件下具有较好的稳定性和散热性能。同时, 分析结果显示散热器内部的最大流速为 3.39542 m/s, 这也是一个重要的指标。通过对温度场和速度场的分析, 可以帮助优化设计, 评估性能, 并提高散热器的工作效率和可靠性。这些分析结果为散热器的进一

步改进和优化提供了重要参考，有助于确保散热器在各种工作条件下都能稳定高效地运行。为以后散热器散热设计方面提供了一定的参考价值。

参考文献

- [1] 余万, 韩煜, 王岗, 苏华山, 胡涛, 苏良彬, 董裴芹. U型平板微热管LED散热器散热性能分析[J]. 农业工程学报, 2024, 40(9): 227-235.
- [2] 廖佳喜, 欧阳虎平, 任慧, 张红亮, 李劼. 有源天线单元散热器自然对流性能优化[J]. 低温与超导, 2024, 52(4): 14-23.
- [3] 陈海飞, 邵永辉, 杨慧涵, 王韵杰, 黄华龙, 杨洁. 基于聚光光伏电池系统热管式换热器的数值研究[J]. 可再生能源, 2024, 42(2): 167-173.
- [4] 吴孙丙, 刘建伟, 张文泽, 马建平, 何玉林. 液压胀接的管翅式散热器传热效率检测方法[J]. 机械设计与研究, 2024, 40(1): 179-183.
- [5] 陈攀, 黄廷福, 曾丹, 薛云涛. 汽车铝制散热器扁管的典型泄漏分析[J]. 轻合金加工技术, 2024, 52(1): 53-57.
- [6] 张云峰, 张学文, 钟威, 蒋杜伟, 陈泽伟, 张杰. 石蜡与低熔点合金双级联相变材料强化板翅式散热器换热性能的数值模拟[J]. 储能科学与技术, 2024, 13(5): 1460-1470.
- [7] 王玉坤, 刘吉营, 吴小虎. 电子元件中板翅式散热器梯形翅片的优化研究[J]. 东北电力大学学报, 2023, 43(5): 85-92+2+101.