

基于有限体积法的某高压电源液冷散热仿真分析

胡城镇 贾振华 张红

(合肥同智机电控制技术有限公司 安徽 合肥 230088)

摘要: 本文采用有限体积法对某款高压电源进行液冷散热仿真,得到了液冷板的温度分布和流道流速分布,并对结果进行了分析。通过分析解释了液冷板出现局部高温和流道内部出现局部涡流的原因,并提出了优化结构设计的建议。

关键词: 有限体积法; 高压电源; 液冷散热; 热仿真

0 引言

随着电源功率的逐渐增大,电源箱体的热耗也越来越大,受到尺寸在一定程度上限制,局部热流密度越来越大,当散热器的热流密度超过 $0.1W/cm^2$,普通的风冷已经不能满足散热需求,大多数的解决方案都是采用液冷散热。本文针对某款高压电源,在给定工况下,采用液冷的散热方式对其进行了详细的热仿真分析。

1 高压电源结构与工况描述

整机简化三维模型及热耗分布如图1所示。在仿真前要先简化模型,并确定环境温度、流体介质、热源损耗和导热材质等物理参数。

该设备内部包含一块液冷板,发热模块放置于液冷板的两侧,整机共7个发热模块,最大热耗500W,最小热耗100W,整机总热耗为1850W。

箱体和液冷板采用导热系数较高的6063铝合金材质,为改善接触热阻,降低热源的温升,在热源与液冷板之间涂覆导热硅脂。

液冷板中流动介质为50%乙二醇水溶液,流道结构为S型,具体工况如表所示。

表 高压电源散热工况

环境温度 / $^{\circ}C$	散热要求	进口液温 / $^{\circ}C$	流量 / (L/min)
65	液冷	40	9

2 热仿真分析

2.1 软件概述

目前国内主流的热分析软件包括Fluent、ANSYS Icepak、Flotherm和FloEFD等。其中ANSYS Icepak软件采用Fluent作为求解器,运算精度高,广泛应

用于电力通信、家电及汽车电子等领域;FloEFD也是一款通用的流动和换热分析软件^[1],可完全嵌入到NX、Solid Edge、Creo、CATIA和SolidWorks等主流三维设计软件中,使用基于有限体积法的离散数值技术来求解流动与热相关问题。FloEFD软件支持全自动网格和自适应网格划分,全部采用六面体网格单元,具有层流、过渡流及湍流的自动识别和求解能力,具有自动求解收敛的技术,仿真流程简单,思路清晰。

2.2 流体子域抽取

本仿真模型可直接使用图1的简化三维模型。抽取流道前先将模型的进出口封闭,然后采用软件自带的流体子域功能将模型中的液体流道抽取出来,如图2所示,同时设置好流体介质的材料属性。

2.3 边界条件及求解参数设置

在插入体积热源时,将每个发热模块按图1中的热耗进行赋值,同时为了减小接触热阻,发热模块与液冷板之间设置一层厚度为0.1mm、导热系数为 $2W/(m \cdot K)$ 的导热硅脂。流体入口设置为相应的体积流量,流体出口设置为环境压力。其他边界条件如下:

- (1) 环境温度设置为 $65^{\circ}C$;
- (2) 分析类型为内部;
- (3) 关闭辐射换热;
- (4) 打开重力加速度。

2.4 网格划分

整体采用全局网格设置,自动划分网格,初始网格级别设置为5,打开高级通道细化,总网格数达到101万,中间截面网格如图3所示。

2.5 仿真结果

经迭代计算收敛后,运用软件自带的后处理工具得到

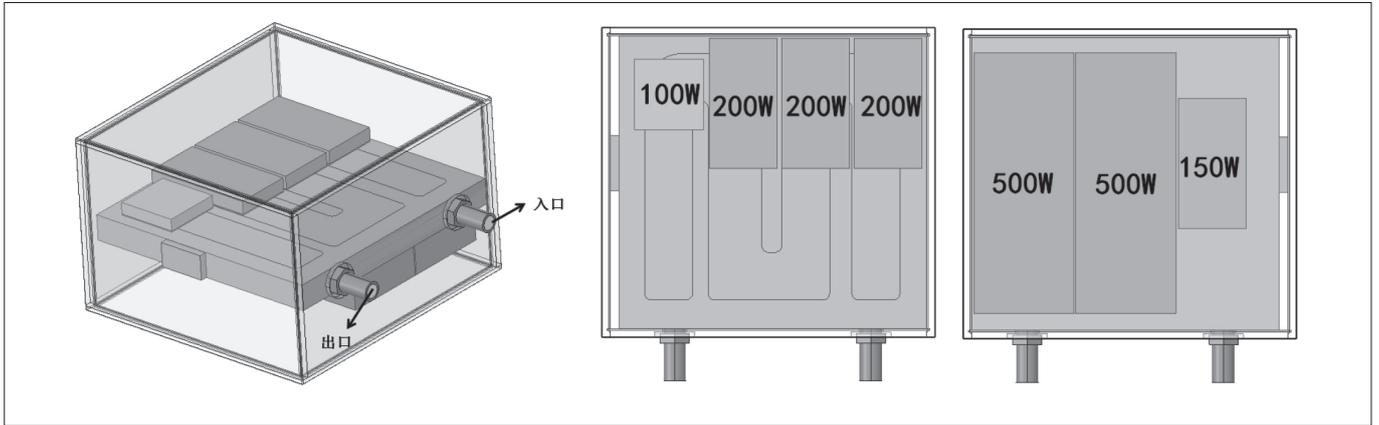


图1 高压电源简化三维模型及热耗分布

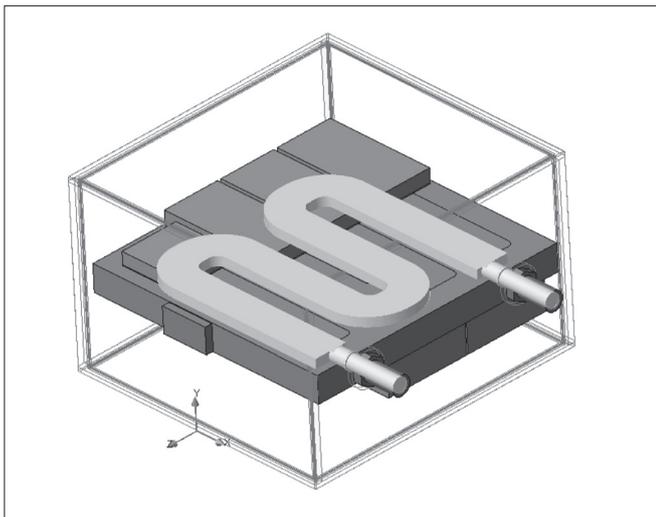


图2 流体子域模型

液冷板的温度分布云图，流动迹线图以及流道截面速度分布云图，如图4、图5所示。由图4可以看出，液冷板最高温度达到 73.57°C ，位于冷板的上表面。之所以最高温度出现在上表面主要是因为这3个200W模块位置比较集中，且放置位置没有完全在流道上方。流体经过区域的热量可以通过流体带走，流体没有经过区域的热量要先通过导热然后再通过流体带走，增加了额外的扩散热阻。

由图5的流动迹线图和流道截面速度分布云图可以看出，流道内最高流速只有 1.2m/s ，未超过 2m/s ，说明流道设计较为合理。入口区域有涡流存在，这主要是由流道结构导致的。入口区域为突扩的结构形式，流体经过突扩结构时，在惯性力的作用下，在边壁突变的地方出现主流与边壁脱离的现象，因而在主流与固体壁面之间产生涡流区

[2]。涡流也是一种局部能量损失，后期可通过改进结构形式尽量减小这种局部损失，比如将突扩结构改为渐扩结构等。

3 结语

本文以某款高压电源作为研究对象，采用有限体积法对高压电源进行了网格划分和求解计算，得到了液冷板的温度分布和流道流速分布，并对仿真结果进行了

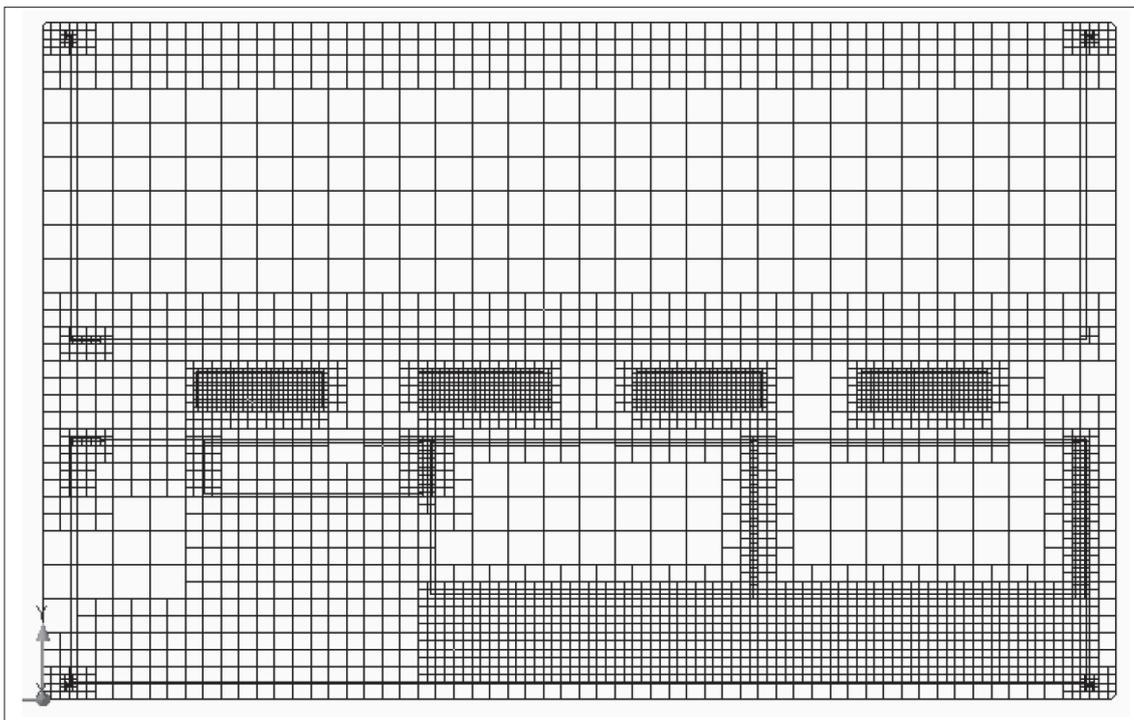


图3 高压电源的中间截面网格

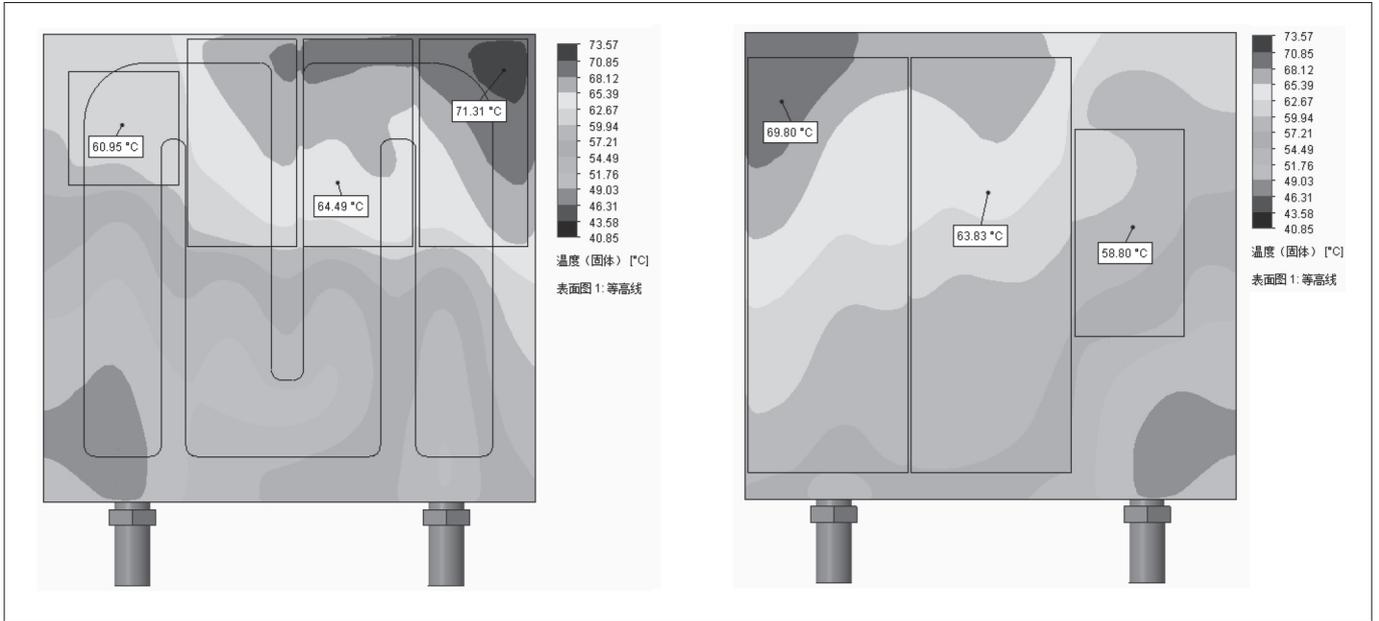


图4 液冷板温度分布云图

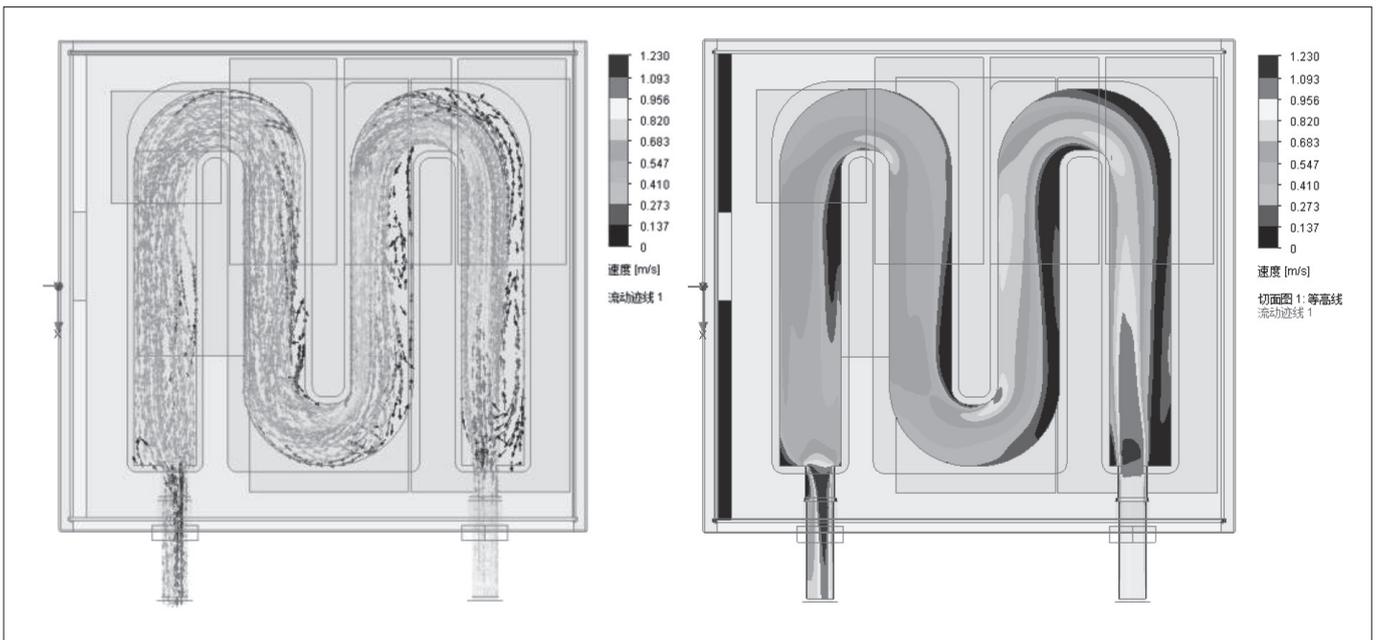


图5 流动迹线图及流道截面速度分布云图

简单的分析，通过分析解释了液冷板出现局部高温和流道内部出现局部涡流的原因，并提出了优化结构设计的建议。

参考文献:

[1] 李波, 陈文鑫. F1oEFD 流动与传热仿真入门及案例分

析 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.

[2] 王宇清. 流体力学泵与风机 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.

作者简介: 胡城镇 (1986.05-), 男, 汉族, 安徽淮南人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 电子设备热设计。