

·测试、试验与仿真·

基于 ANSYS 的散热管道尺寸优化

陈 杨, 黄 磊, 张治军

(空军第一航空学院, 河南 信阳 464000)

摘 要: 针对以往散热管道散热效率不高的情况, 利用 Solidworks 建立散热管道的三维模型, 并在模型外施加实际试验条件下设定的边界条件, 再通过 ANSYS 的热流耦合模块对管道模型进行有限元分析, 得出在特定散热管道尺寸条件下的散热器出口温度。调整管道尺寸, 得到新的出口温度。通过多次调整管道尺寸, 得到出口温度的数据组。最后根据分析所得的数据组, 采用对分法调整管道尺寸, 实现了散热管道尺寸优化的预期目标, 为今后类似尺寸的优化设计提供了参考。

关键词: ANSYS; 散热管道; 尺寸优化; 有限元分析

中图分类号: TP317

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2014)-05-0076-03

Size Optimization of Heat Dissipation Pipe Based on ANSYS

CHEN Yang, HUANG Lei, ZHANG Zhi-jun

(First Aeronautical College of Air Force, Xinyang 464000, China)

Abstract: According to low heat dissipation efficiency of heat dissipation pipe, building a 3D model of heat dissipation pipe with Solidworks, the boundary conditions enacted under actual experimental conditions are stressed outside the model. The outlet temperature of the heating-radiator under the condition of special heat dissipation pipe size is obtained through finite element analysis on the pipe model using ANSYS thermal fluid coupled module. The new outlet temperature is obtained through adjusting the pipe size. The data group of the outlet temperature is obtained through adjusting the pipe size many times. Finally, according to the data group after analyzing, the pipe size is adjusted using bisection method to realize the expected target of heat dissipation pipe size optimization. And it provides references for the similar size optimization design in the future.

Key words: ANSYS; heat dissipation pipe; size optimization; finite element analysis

散热管道作为半导体散热的一个重要组成部分, 其形状、结构、质量和尺寸对半导体散热的技术性能和工作性能有着至关重要的影响, 在形状结构一定的情况下, 不同的管道尺寸不但影响着半导体散热器的质量, 而且对散热器的散热效果也有着直接的影响。可见, 合适的管道尺寸对提升散热器的综合效能十分重要, 因此, 对散热管道的尺寸优化有着重要的现实意义。ANSYS 能够精确模拟实际散热情况, 而对分法作为一种优化方法广泛运用于尺寸的调整中, 二者结合可以方便快捷的得到所需结果, 文中就此展开分析。

1 三维建模

设计的散热管道所在的铝合金板总长 300 mm, 管道为在两块铝合金板上各切除的 U 型槽拼合而成, 其散热方式采用半导体堆散热, 为了保证散热效率, 不便于选用圆形截面的管道, 初选正方形散热管道, 边长为 30 mm, 在 Solidworks 中建立的三维模型如图 1。然后导出为 Iges 格式, 最后导入到 ANSYS 中以备分析^[1]。

采用 Fluid142 单元来建立有限元模型, 默认属性, 利用软件默认的自由划分方法进行网格划分,

一共划分为1 013 500个节点。管道有限元模型如图2^[2]所示。

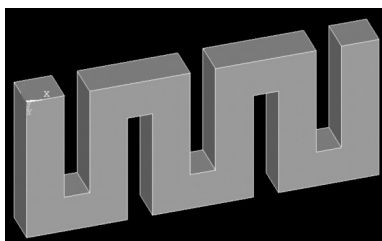


图1 散热管道三维模型

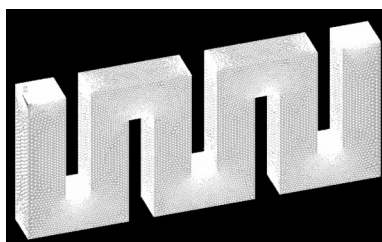


图2 管道有限元模型

2 有限元分析

为了在保证散热效率的基础上尽量节约成本、降低质量,只在两个大面上安装半导体散热元器件,在模型的各个表面施加的约束如下^[3-4]:

左端面:施加入口速度载荷0.37 m/s,入口温度348 K,入口压力600 pa;

右端面:出口压力0 pa;

前后两面:恒温308 K,壁面速度均为零;

其余面做保温隔热处理。

载荷施加完毕之后进行求解设置,迭代次数设为200,流场设为湍流,流体密度为876.5 kg/m³,导热系数为0.112 W/(m·K),比热容为1 674.8 J/(kg·K),动力粘度为0.04 kg/(m·s),流体为不可压缩流

体,流动状态为稳态流动,设置好松弛因子之后开始求解^[5-6]。

进入General Postproc读取Last Set,画出出口温度曲线如图3。

由图3可以看出,当边长为30 mm时,管道总长度0.88 m,模型出口最高温度已达338.074 K,而所要求的温度范围为288~338 K,处在临界点上,未留有足够的裕度,因此不符合要求。

3 优化设计及分析

3.1 优化方法

这里拟采用对分法对管道的尺寸加以优化。

对分法的文字定义如下:

假如某一集合中包含有偶数个元素,就可以把它分成两个相等的部分,使每部分包含同等数量的元素,假如某一集合中包含有奇数个元素,也可以把它分成两部分,使这两部分所包含的元素个数尽可能相等。然后就可以用“是非法”的形式来提问,在得到回答后,就可以重复上述步骤,直到确定此集合中的某一特定元素为止。

对分法的数学描述如下^[7]:

已知函数 $f(x)$ 在区间 $[a,b]$ 单调连续,设 $f(a) \neq 0$,则 a,b 间必有一实根,记中点 $x_0=(a+b)/2$,若 $f(x_0) \neq 0$,则令 $b_1=x_0, a_1=a$,这时,根必在 $[a_1, b_1]$ 中,它的长度为原区间的一半。令 $x_1=(a_1+b_1)/2$,再重复上面的过程,得到新的缩小一半的区间 $[a_2, b_2]$,这样一直进行下去,可得到一区间系列,当 $n \rightarrow \infty$,区间 $[a_n, b_n]$ 的长度将趋于零,且 $x=\lim x_n$ 就可作为方程的根。

3.2 分析设计

考虑到当边长为30 mm时,中心温度过高可能是散热不均所致,现将边长设为20 mm重新建模导入到ANSYS中分析,最后所得出口温度曲线如图4。

由图4可以得到,出口最高温度为318.109 K,完全满足散热要求。但是由于此时的管道总长度已达1.19 m,由于铝合金密度为2.8 g/cm³,碲化铋密度为7.86 g/cm³,由于管道长度增加引起的半导体体积的增加要大于铝合金切除部分的体积,即长度增加导致质量增加,且相邻管路之间距离过短,管口较小,导致速度较大,整体散热不均匀,加工难度大,成本较高^[8-9]。

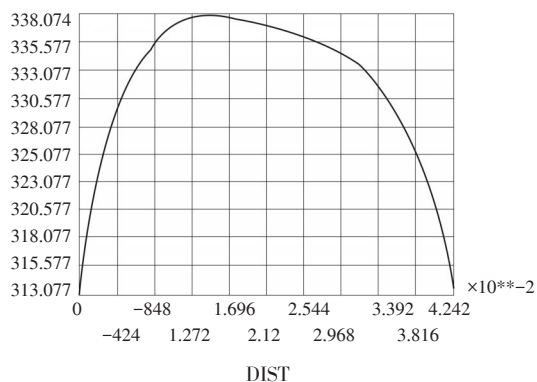


图3 边长为30 mm的出口温度曲线

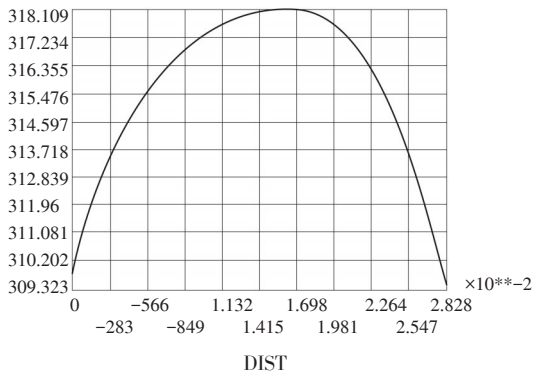


图4 边长为20 mm的出口温度曲线

采用对分法进行优化设计时,取边长为25 mm,重新建模,在确定各个参数之后再作分析,得到的出口温度曲线如图5。

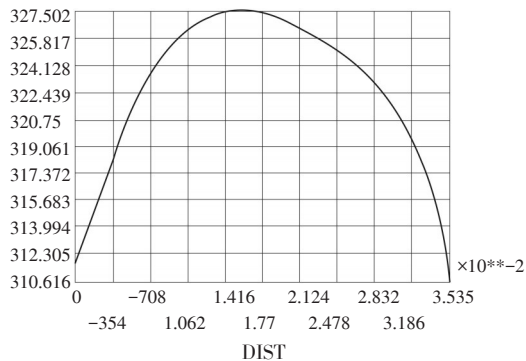


图5 边长为25 mm的出口温度曲线

由图5可以看出,边长为25 mm时,管道总长度为1.05 m,出口中心最高温度为327.502 K,满足散热要求,速度适中,出口温度分布均匀。

再次采用对分法,边长设为27.5 mm,管道总长度为0.95 m,再次建模分析,得出出口截面中心最高温度为333.503 K,最高温度略低于限定温度,质重量较轻,散热较不均匀,然而管道越短,所需半导体数量越少,成本越低。

当边长设为22.5 mm时,管道总长度为1.13 m,建模分析,得出出口截面中心最高温度为323.624 K,温度满足要求,但是质量较大,同时成本也较高^[10]。

以边长为横坐标,温度和总长度为纵坐标,绘出温度和总长度随边长变化的曲线,如图6所示。

由图6结合散热需求、温度分布、质量空间以及成本方面来分析,管道边长为26.25 mm时最符合系统散热要求。

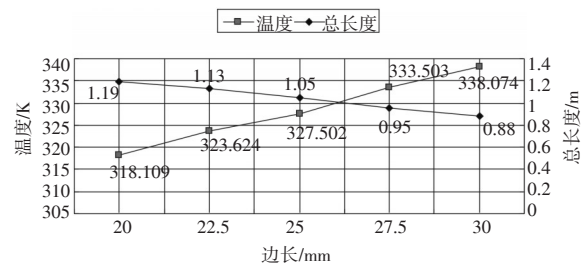


图6 温度、总长度随边长变化曲线

4 结论

ANSYS分析可以很方便的得出与实际情况相接近的结果,大大提高了效率,简化了实验程序,降低了实验成本,在此基础上采用对分法对管道尺寸进行分析对比,在不过多增加散热系统质量的前提下满足了散热要求,既考虑到散热效果又能兼顾系统成本,并最终获得管道尺寸的最优解,提高了尺寸优化的效率和精度,为相关尺寸的优化设计提供了一种高效、可行的方法。

参考文献

- [1] 李瑞,芮延年,尹纪财. 基于ANSYS-APDL的真空氮化炉体结构优化设计[J]. 机械设计与制造, 2011(9): 43-45.
- [2] 唐少林,卢晓兵. 基于ANSYS Workbench的管夹结构优化设计[J]. 机械工程与自动化, 2011(6): 29-30.
- [3] 孙要兵,刘德顺,杨书仪,等. 基于响应面法的高温高压染色机筒体壁厚优化设计[J]. 机械设计与研究, 2011(5): 57-59, 79.
- [4] 谢龙汉,李翔,张海,等. ANSYS FOLTRAN 流体及热分析[M]. 北京: 电子工业出版社.
- [5] 胡国良,任继文. ANSYS11.0有限元分析入门与提高[M]. 北京: 国防工业出版社.
- [6] SONG Lin-sen, SHI Guo-quan, LI Zhan-guo. Simulation of laser drilling temperature field by using ANSYS[J]. Acta ArmamentarII, 2006(5): 879-882.
- [7] 史文谱,刘迎曦,李守巨,褚京莲. 对分法在多元优化问题中的推广应用[J]. 兰州理工大学学报, 2004(30): 116-118.
- [8] Barr D I H. Optimization of pressure conduit sizes[J]. Water Power and Dam Construction, 1986(5): 42-45.
- [9] MA Ji-yu, KANG Jin-wu. Dynamic measurement of temperature field and deformation in hydraulic turbine blade at cooling stage of heat treatment[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2011(10): 57-62.
- [10] 袁新梅,孙起昱,张慢来. 液动冲击器缸体结构优化设计[J]. 石油机械, 2009, (12): 42-44.