

航天相机大热耗器件散热片随机振动响应分析

杨近松

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130033)

摘 要: 大热耗器件散热片是航天相机热控单元的关键部件,有必要对其进行随机振动响应分析,以验证结构设计方案的可靠性。本文利用有限元方法分析了大热耗器件散热片在随机振动环境下的响应特性,分析结果表明:在随机振动环境作用下,散热片加速度及位移响应在安全裕度内,结构设计方案的可靠性满足使用要求。

关键词: 散热片; 随机振动; 响应分析

中图分类号: TP391.9

文献标志码: A

文章编号: 1009-3907(2011)10-0016-03

0 引 言

在卫星发射过程中,航天相机会经历随机振动作用,这种随机振动会对航天相机内部结构造成破坏^[1-2],而大热耗器件散热片是航天相机热控单元的关键部件,由于是薄板状结构,有成为薄弱部位的可能,因此有必要对其进行随机振动响应分析。

本文对航天相机大热耗器件散热片建立了有限元模型,通过仿真分析预示了大热耗器件散热片在随机振动环境下的响应特性,以验证结构设计方案的正确性,为结构可靠性设计提供参考依据。

1 分析计算

1.1 有限元模型

有限元模型的建立应最大程度地忠实于原结构,大热耗器件散热片有限元模型直接由三维实体生成以精确描述几何体,采用四面体单元划分,划分完的模型单元总数为 12949,节点总数为 3667,有限元模型示意图如图 1 所示。

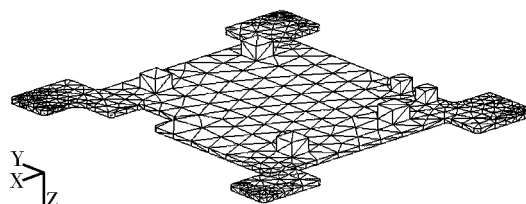


图 1 大热耗器件散热片有限元模型材料属性

分析模型所用材料属性由表 1 中的数据提供。

表 1 大热耗器件散热片材料属性

名称	密度 ρ (10^{-6}kg/mm^3)	弹性模量 E (kg/mm^2)	泊松比 μ
2A12	2.8	6800	0.33

1.2 载荷与边界条件

随机振动基础输入由表 2 中数据确定,输入曲线见图 2。由于用大质量法模拟基础输入^[3-4],大质量点与散热片安装位置节点用 RBE2 相连,因此对大质量点处节点自由度全约束。

表 2 随机振动输入条件

频率范围(Hz)	功率谱密度(g^2/Hz)
10 ~ 100	2dB/oct
100 ~ 500	0.133
500 ~ 2000	-6dB/oct
总均方根加速度	10.5 g_{rms}
加载方向	Z 方向(垂直安装面)

收稿日期: 2011-08-30

作者简介: 杨近松(1969-),男,吉林长春人,副研究员,硕士,主要从事 CAD/CAE 技术的研究。

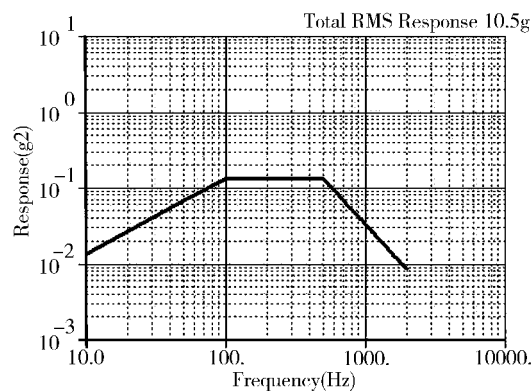


图 2 随机振动基础输入曲线

2 计算结果

2.1 模态分析

求解大热耗器件散热片前三阶模态，频率与振型见表 3 及图 3、图 4、图 5。

表 3 大热耗器件散热片模态分析结果

阶数	频率(Hz)	振型
1	306	散热片沿 z 向振动
2	666	散热片绕 y 轴摆动
3	688	散热片绕 x 轴摆动

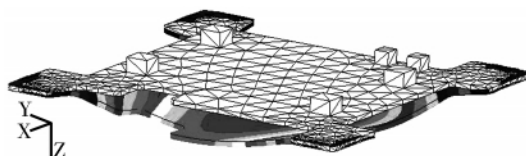


图 3 大热耗器件散热片一阶振型

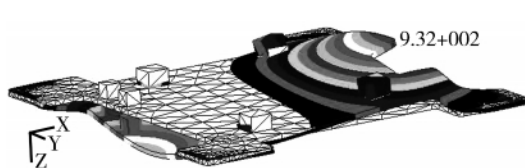


图 4 大热耗器件散热片二阶振型

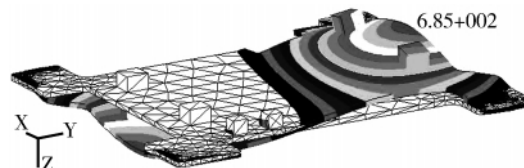


图 5 大热耗器件散热片三阶振型

2.2 随机振动分析

2.2.1 响应节点

由模态分析结果确定散热片凸台上响应节点，响应节点具体位置如图 6 所示。

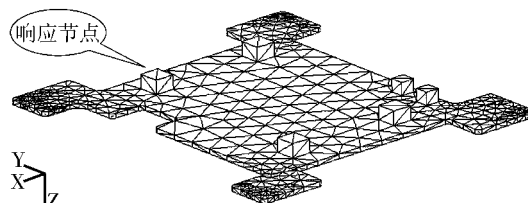


图 6 大热耗器件散热片响应节点位置图

2.2.2 加速度响应

散热片响应节点加速度功率谱密度曲线见图 7，由图中数据可知加速度均方根值放大倍率 $A = 45.7g / 10.5g = 4.4$ ，在使用安全裕度内。

2.2.3 位移响应

大热耗器件散热片响应节点位移分析结果见表 4，表中数据显示相对位移为 $31 \mu m$ ，满足相对位移小于

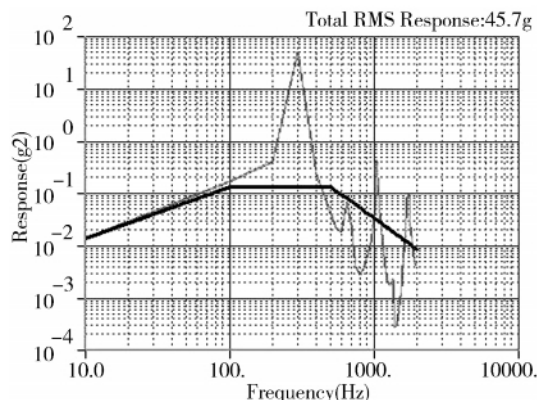


图 7 散热片响应节点加速度响应曲线

50 μm 的使用要求。

表 4 散热片响应节点位移分析结果(μm)

绝对位移	基础位移	相对位移
684	653	31

3 结语

仿真分析结果表明: 在随机振动环境作用下, 大热耗器件散热片加速度及位移响应在安全裕度内, 结构设计方案的可靠性满足使用要求。通过对航天相机大热耗器件散热片随机振动环境的响应分析, 验证了结构设计方案的可靠性, 为结构振动设计提供合理的参考依据, 缩短了产品设计周期及降低了研制成本。

参考文献:

- [1] 张阿舟, 张克荣, 姚起杭, 等. 振动环境工程[M]. 北京: 航空工业出版社, 1986.
- [2] 朱元夫. 系统级产品振动试验仿真[J]. 强度与环境, 2003, 11(4): 59-62.
- [3] 周临震, 王新民. 夹具强迫振动随机振动响应分析[J]. 盐城工学院学报(自然科学版), 2003, 16(1): 43-45.
- [4] 范宣化, 胡绍全, 王东升, 张志旭. 电动振动台随机振动试验有限元仿真[J]. 噪声与振动控制, 2008, 28(2): 41-43.

责任编辑: 吴旭云

Random Vibration Response Analysis of the Heat Sink of an Aerospace Camera

YANG Jin-song

(Changchun Institute of Optics, Pine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: As an important component of space camera, the random vibration analysis of heat sink should be completed to verify the reliability of structure design. This paper analyzes the characteristics of random vibration response of heat sink by means of finite element method. The analysis result indicates that the acceleration and displacement response of heat sink are in the safety range under random vibration environment, so the reliability of structure design can meet using demand.

Keywords: heat sink; random vibration; response analysis