

车载转台关键部件结构分析

穆远东¹, 李立仁²

(1. 华北光电技术研究所, 北京 100015; 2. 辽宁省边防局, 辽宁 沈阳 110034)

摘要:对转台关键部件进行了简化建模, 利用有限元方法对其进行了动态特性分析, 得出模型的固有频率及模态, 并对结果进行了分析, 得出振动影响该部件中光轴平行的因素, 同时提出结构改进意见。

关键词:转台; 有限元; 振动

中图分类号: O241.82 **文献标识码:** A

Analysis of Vehicleborne Turntable's Key Parts

MU Yuan-dong¹, LI Li-ren²

(1. North China Research Institute of Electro-optics, Beijing 100015, China;

2. The Border Control Department of Liaoning Province, Shenyang 110034, China)

Abstract: The model of turntable's key parts have been simplified. Its inherent frequency and model has been get by FEM method. The influence of vibration on light axis' parallel has been analyzed by using model's inherent frequency and model and giving the suggestion of promotion.

Key words: turntable; FEM; vibration

1 引言

车载光电设备由于具有灵活机动的特性而得到了广泛的应用。车载光电设备在车运动过程中必然要受到来自地面不平造成的振动冲击以及发动机工作带来的振动, 尽管车载设备在设计时已进行减振设计, 但设备仍会受到来自外界的各种振动的影响。

本文所研究的车载光电设备为一装有红外成像系统、可见光成像系统及激光测距机的转台, 该车载系统用于全天候机动侦察。红外成像系统、可见光成像系统及激光测距机只有在三个设备的光轴保持平行时才能保证在成像系统观察到目标时能够快速准确地进行测距定位。该转台在使用过程中发现可见光成像系统的光轴位置不稳定, 随着使用光轴位置会发生变化。针对该问题, 本文将采用有限元方法利用 Ansys 软件重点分析转台在振动条件下红外成像系统、可见光成像系统及激光测距机的光轴所受的影响并提出改进建议^[1], 并且该分析方法可应用于对其他受振动影响的设备进行结构分析, 找出其强度的薄弱环节。

2 有限元模型的建立^[2-3]

2.1 物理模型的简化

红外成像系统、可见光成像系统及激光测距机装在转台中罩内, 装上前罩及后罩, 使前罩、中罩、后罩成为一个密封腔体。中罩上装有左轴及右轴, 左轴及右轴通过轴承与转台俯仰系统的 U 形架相连。中罩的变形将直接影响到光轴平行度的变化, 由于上述各零部件与中罩有物理连接, 它们的质量和刚度都会影响到中罩在振动条件下的变形, 因此必须将这些零部件作为一个组件整体进行分析。

本文分析所使用的有限元模型通过在 Pro E 软件下建立简化的三维实体模型后转入 Ansys 软件而生成。在 Pro E 软件下建模时将结构局部特征省略, 如螺纹孔、倒圆角及局部突起等结构忽略以使模型简化而降低计算量。对红外成像系统、可见光成

作者简介: 穆远东(1976-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事机械结构设计及分析。E-mail: mydd6791@sina.com

收稿日期: 2008-04-16; **修订日期:** 2008-06-13

像系统及激光测距机的简化时保证其与中罩连接部分的结构与实物相同,其余部分做到质量分布与实物接近,这样简化可以保证与中罩连接处的刚度和质量与实物相符,并且简化后与实物的质量及转动惯量接近,重点分析由于振动使中罩变形对光轴平行的影响,所以可将其进行较大的简化而不会对分析结果产生较大的影响。对前罩和后罩的简化方法与红外成像系统等的简化方法类似。简化模型如图 1 所示。

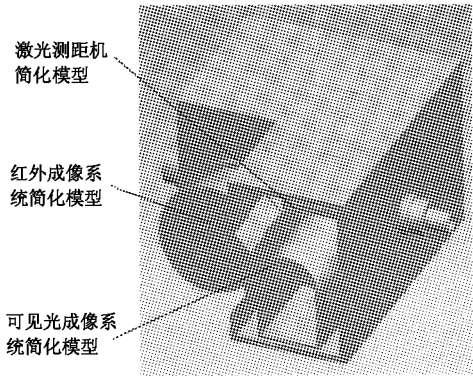


图 1 简化模型

2.2 模型的转化及网格划分

将在 Pro E 中建好的模型转入 Ansys,对该模型施加约束条件并进行网格划分而生成有限元模型。该模型中除左轴及右轴材料为钢材外,其余零部件都简化为铝合金材料,材料的物理属性如表 1 所示。由于左轴及右轴通过轴承支撑,在本次分析中对该处进行了简化,直接将左轴及右轴装轴承的轴段的位移进行了约束。有限元模型所使用的单元为 10 节点四面体单元。对模型进行网格划分后得到有限元模型,如图 2 所示。

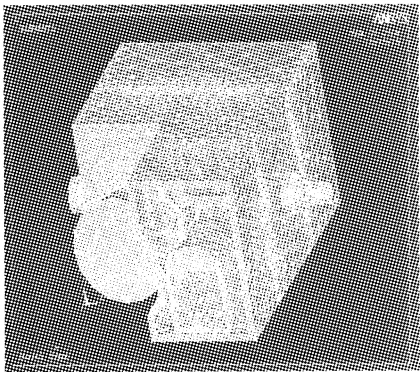


图 2 有限元模型

表 1 模型材料物理属性

材料	弹性模量/Pa	泊松比	密度/(kg·m ⁻³)
钢	2.05E11	0.26	7850
铝合金	0.7E11	0.3	2700

3 模型的计算及得到的结果

对有限元模型进行固有频率及模态计算分析可知该模型的动态特性,对其进行分析便可知振动对结构的影响。根据动力学理论通常我们只关心模型的低阶固有频率及模态,高阶模态对动态响应的贡献相对低阶模态要小得多^[4]。因此我们只计算模型的前八阶固有频率,并重点对前六阶固有频率对应的模态进行分析。采用 Block Lanczos 法对有限元模型进行动态特性的计算分析,得到前八阶固有频率如表 2 所示,前六阶模态的变形云图,如图 3 所示。

表 2 模型固有频率

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8
固有频率/Hz	188.1	228.6	377.8	476.7	539.8	564.3	672.1	675.8

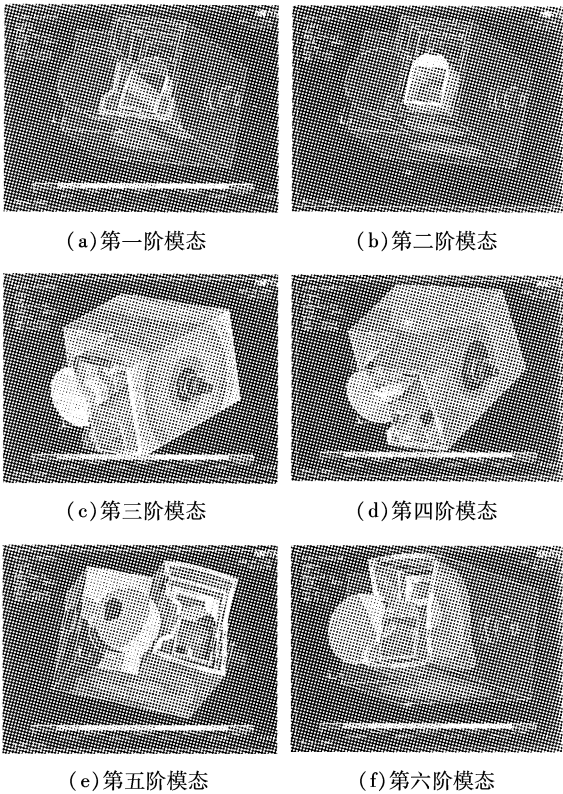


图 3 第一~第六阶模态图

4 计算结果分析

模态图中的变形表示模型中各节点的相对变量,数值上不具有物理意义,但能够反映出结构不同部分刚性相对强弱。由一阶模态及二阶模态可以看出模型中变形最严重的为中罩与可见光成像系统相连位置及前罩部分。一阶模态的变形为可见光成像系统左右方向的振动,二阶模态为可

见光成像系统前后方向的上下振动。可见光成像系统模型为简化模型,不能真实反映可见光成像系统本身的物理结构情况,因此简化模型本身的变形不具有参考性,但其与中罩相连处结构与实际接近,所以与中罩相连处的变形具有参考意义。中罩与红外成像系统及激光测距机相连处的变形很小,在不考虑激光测距机及红外成像系统本身的变形情况下,受到振动时激光测距机的光轴相对红外成像系统的光轴变化相对较小。三阶模态绕左轴及右轴转动方向的振动,变形最大位置为前罩。四阶、五阶及六阶模态为综合变形模态,其变形较大的位置在前罩及中罩的底面。

由以上分析可以看出中罩与红外成像系统及激光测距机相连位置的刚性较好,因此红外成像系统及激光测距机的光轴受外界振动影响较小。在列出的前六阶模态中可见光成像系统与中罩相连处都有不同程度的变形,表明该处相对刚度较弱,可以通过提高中罩该处的刚度或增强可见光成像系统与中罩连接刚度的办法来解决。

5 结 论

通过对该转台关键部件进行有限元分析可以看出激光测距机与红外成像系统在受到外界振动干扰后光轴平行性变化较小,由于可见光成像系统与中罩连接处的刚度相对较弱,可见光成像系统在受到振动时光轴平行性会受到较大影响,严重会影响到系统测距时的准确性,这与实际使用中暴露出的问题也是相符的。因此,为使该转台在使用时有较好的性能必须对可见光成像系统与中罩连接处结构进行改进,提高该处的刚度。

参考文献:

- [1] 王卿,等. 惯性平台框架类结构件的动态特性分析[J]. 探测与定位,2004,12(4):99-103.
- [2] 郭阳宽,等. 利用模态技术分析伺服转台内框架设计的合理性[J]. 工具技术,2004,38(11):28-30.
- [3] 赵雨暘,等. 三轴飞行模拟转台的动态特性分析[J]. 黑龙江工程学院学报,2004,6(2):56-58.
- [4] 许本文. 机械振动与模态分析基础[M]. 北京:机械工业出版社,1998.