

·测试、试验与仿真·

光电设备机箱模块锁体的优化仿真

李玲娜

(东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000)

摘要:根据光电设备机箱模块锁体的载荷和约束条件要求,按照锁体最小质量原则和实际使用工况,对锁体的相关参数进行优化仿真,通过UG NX7.0有限元软件对锁体给出相关参数设置,软件多次对质量和草图驱动尺寸进行迭代计算,计算结果趋于收敛,得出锁体在满足强度和刚度的条件下质量最小,经分析计算和试验验证,满足了设备减重要求,为整机其他零件进行优化设计提供了参考。

关键词: 优化设计;质量最小;载荷;约束

中图分类号: TN802

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2012)04-0067-04

Optimization Simulation of Photoelectric Equipment Chassis Module Lock Body

LI Ling-na

(Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China)

Abstract: Based on the requirements of photoelectric equipment chassis module lock body loads and boundary conditions, according to the minimum weight principle on the lock body and the actual operation conditions, relative parameters of the lock body are optimum simulated. The relevant parameters setting of the block body is given by UG NX7.0 finite element software. The weights and the driving dimension of sketch drawings are iteratively calculated by the software. The results trend to convergence. And the minimum weight of a block body is got on the condition of certain strength and stiffness. The requirement of equipment weight loss is met through analysis and calculation and the optimized design reference are provided to system and other parts.

Key words: optimization design; minimum weight; load; constraint

在满足各种恶劣机械环境的条件下,光电设备机箱的小型化、轻量化设计成为发展的必然趋势,为此需要对光电设备机箱中的各个零部件在进行强度、刚度、耐久性等计算的基础上进行优化分析计算。优化分析是将产品/零部件设计问题的物理模型转化为数学模型,运用最优化数学规划理论,采用适当的优化算法,并借助计算机和运用软件求解数学模型,从而得到最佳设计方案的一种先进的设计方法。通过计算分析,使零部件满足强度、刚度、耐久性等机械环境条件,并根据设备的实际使用要求确定优化目标:实现质量最小或位移最小。

目前,减重设计技术主要是通过经验和仿真相

结合来完成工程中的实际问题,今后的发展趋势主要是将各种复杂工况结合起来,通过设置各种优化目标,对零件进行优化仿真分析和计算,以满足越来越高的工程应用要求。

1 锁体的安装形式

锁体在机箱中通过轴向螺纹加载固定模块,主要作用是对印制电路板模块进行轴向固定,确保模块下部信号线路与母板上的电连接器牢固接触,锁体在机箱中的安装形式见图1。

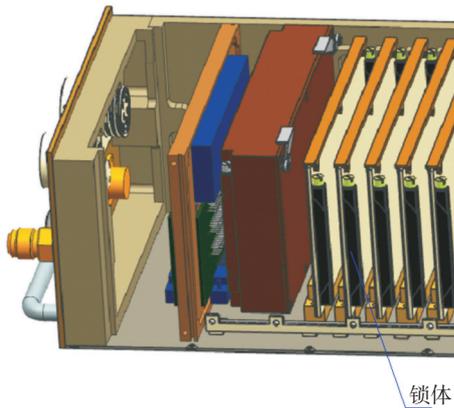


图1 锁体在机箱中的安装形式

2 锁体的优化设计

2.1 零件的优化设计流程

为了实现设备的减重,需要对锁体在满足刚度、强度、耐久性等机械环境的条件下以最小质量为目标,对锁体结构尺寸参数的变量进行设置,运用最优化数学规划理论,采用适当的优化算法,并借助计算机和运用软件求解该数学模型,从而得出最佳设计方案的。一般零件的优化设计流程见图2。

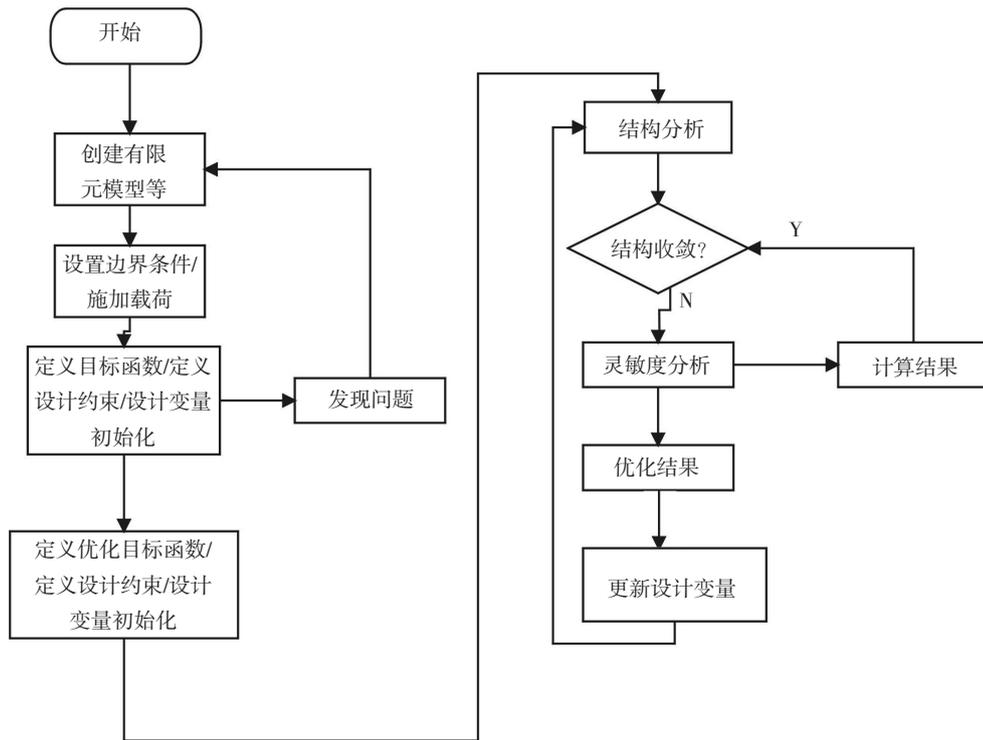


图2 零件的优化设计流程

2.2 锁体参数设置

按照流程,首先将锁体的设计变量转化为数学模型,将设计变量、约束条件和目标函数作为优化设计的3个基本要素。

在优化设计前设计人员主要是依据多年的工作经验和各种试验结论对锁体进行参数设置,完成锁体的建模,见图3。并用NX Nastran高级仿真中的静力学《SESTATIC 101-单约束》结算模块完成静力分析,计算出模型位移和应力的响应值,以此来确定模型优化约束条件的基准值,利用系统提供的优化结

算方案,依次定义优化目标、约束条件和设计变量,最终求解出模型在此条件下的优化结果。

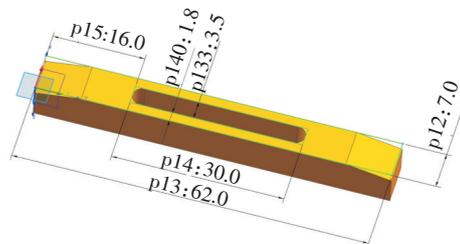


图3 锁体在优化设计前的设计草图

锁体基本优化条件为:(1)长度 $P13 = 62$,优化范围 $58 \sim 70$,此参数由机箱的外形尺寸等确定;(2)长方孔宽度 $P133=3.5$,优化范围 $3.5 \sim 5.5$,此参数由机箱的外形尺寸等确定;(3)左侧面固定约束、右侧面最大工作载荷为 $2\ 000\text{ N}$,此参数由轴向螺钉的预紧力确定,确保印制电路板的信号与下部的母板电连接器牢固接触;(4)锁体沿轴向最大限制位移为 0.09 mm ,此参数主要是确保印制电路板的信号与下部的母板电连接器牢固接触;(5)锁体材料为 $\text{Aluminum}_{-}2014$,屈服强度为 390 Mpa ,最大应力不超过 $70\% \times 390=273\text{ Mpa}$

2.3 设计目标的确定

在有限元分析软件中,将设计目标确定为质量最小,见图4。

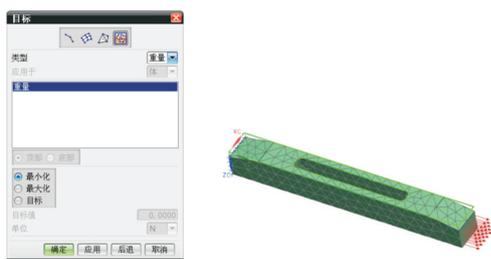


图4 设计目标的确定

2.4 锁体最大工作应力约束条件的确定

约束条件设计目标确定为零件的工作应力最大值为 273 MPa ,该值主要是由所使用的材料性能确定的,见图5。

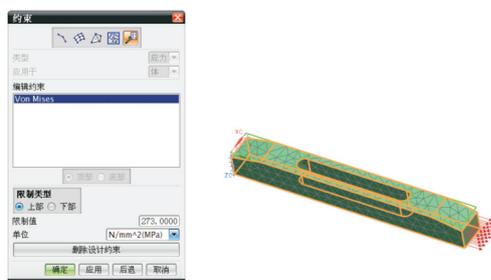


图5 锁体的工作应力最大值的限定

2.5 锁体最大位移约束条件的确定

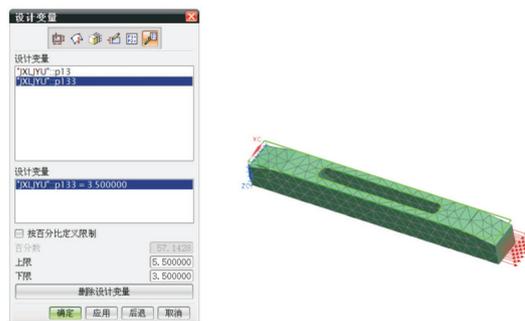
为了保证印制板的可靠接触,锁体沿印制板的接触方向最大值设置为 0.09 mm ,见图6。



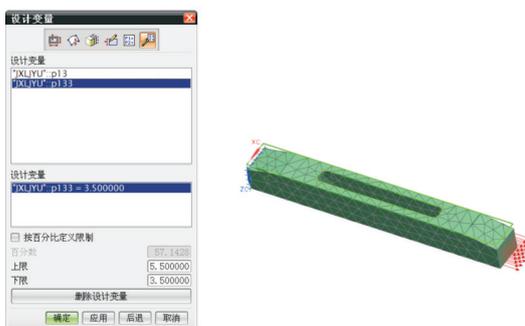
图6 零件的位移约束

2.6 锁体草图约束条件的确定

锁体草图约束条件尺寸 $P13$ 的范围设置为 $58 \sim 70$, $P133$ 的范围设置为 $3.5 \sim 5.5$,见图7,该参数范围主要由机箱的外形尺寸确定。



(a) $P13$ 的范围设置



(b) $P133$ 的范围设置

图7 零件草图约束条件

3 求解结果

3.1 锁体的优化仿真结果

设置完成约束条件后,软件自动给出求解结果,最优结果为:质量为 $0.005\ 63\text{ kg}$ 、 $P13=58$ 、 $P133=5.5$,见图8。

Optimization History						
Based on Altair HyperOpt						
Design Objective Function Results						
Minimum Weight [N]	0	1	2	3	4	5
	0.066927	0.070149	0.065372	0.058975	0.05578	0.056759
Design Variable Results						
Name	0	1	2	3	4	5
"JXLJTU"::p13=62	62	64.4	62	58	58	58
"JXLJTU"::p133=3.5	3.5	3.5	3.9	4.165	4.999	4.741895
Design Constraint Results						
	0	1	2	3	4	5
Element Nodal Unaveraged Von Mises						
Upper Limit = 273.000000	90.17957	89.14141	99.10968	115.6784	378.2876	202.9675
Translation Y						
Upper Limit = 0.090000	1.18E-38	1.18E-38	1.18E-38	1.18E-38	1.18E-38	1.18E-38

图8 锁体的优化仿真结果

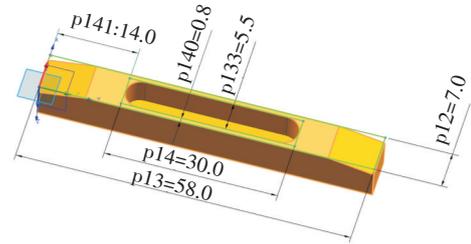


图11 零件优化仿真后自动更新的草图模型

3.2 锁体的目标质量最小仿真迭代曲线结果

优化目标质量最小仿真迭代曲线见图9。由图9中看出,经过6次迭代解算,质量最小目标值收敛。

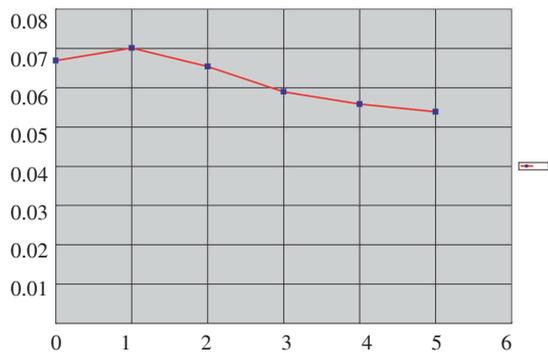


图9 质量最小仿真迭代曲线

3.3 锁体的草图仿真迭代曲线结果

锁体的草图仿真迭代曲线见图10。

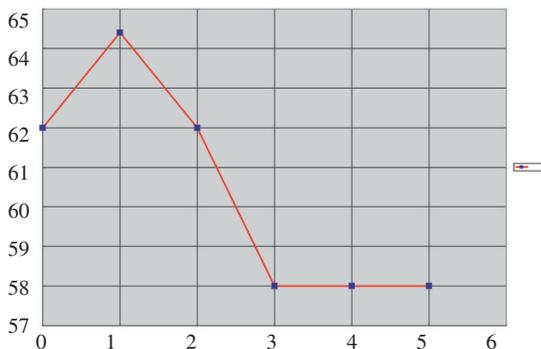


图10 锁体的草图仿真迭代曲线

3.4 锁体优化前后对比

经过有限元仿真计算,锁体在优化仿真后自动更新的草图模型见图11,优化仿真前的草图模型见图3。其中P13=58(优化前P13=62);P133=5.5(优化前P133=3.5)。

4 结论

锁体减重前质量为0.006 692 7 kg,减重后质量为0.005 630 9 kg,减重0.001 061 8 kg,减重率为19.4%,为整机其他零件进行优化设计提供了参考,较好地实现了整套设备减重目标。通过对优化仿真的应用实践,在工程应用中应该注意以下问题:(1)明确仿真的目标和需要调整的参数范围;(2)在保证分析精度的前提下,注意对模型的简化,比如:圆角和局部的孔等;(3)注意网格的划分密度,以保证计算的精度。

目前只是对局部零件采用了优化设计分析,随着计算机硬件的发展,会越来越多地对设备中的所有零件进行优化设计分析,不仅缩短了设计周期,还可以实现各种机械环境下多目标的优化。

参考文献

- [1] 沈春根,王贵成,王树林,等.UG NX7.0有限元分析入门与实例精讲[M].北京:机械工业出版社,2011.
- [2] 邱成梯,赵焯旻,蒋全兴.电子设备结构设计原理[M].东南大学出版社,2001.
- [3] 洪如瑾.NX7 CAD快速入门指导[M].北京:清华大学出版社,2011.
- [4] 陈继平,李元科.现代设计方法[M].武汉:华中科技大学出版社,1997.
- [5] 苏翼林.材料力学[M].天津:天津大学材料力学教研室,1980.
- [6] 任苏中.航空电子设备结构设计[M].北京:航空工业出版社,1992.
- [7] 李文红,黄晓春.零件的疲劳强度分析计算[J].光电技术应用,2009(6):73-75.
- [8] 徐灏.机械设计手册[M].北京:机械工业出版社,1991.
- [9] 军用飞机疲劳、损伤容限设计中国航空研究院,1994.