

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06F 17/50



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011346.8

[43] 公开日 2005 年 6 月 1 日

[11] 公开号 CN 1622096A

[22] 申请日 2004.12.13

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

[21] 申请号 200410011346.8

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理
研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 陈长征 杨洪波

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 光学成像系统中光学系统与机械系
统集成仿真方法

[57] 摘要

本发明涉及光学成像系统的光学系统与机械系
统一体化设计方法。利用工程分析系统对整个光学
成像系统进行机械结构性能分析，得到光学表面变
形后新节点几何位置；并对新节点几何位置进行曲
面拟合，求出其曲面方程作为新曲面并输入到光学
设计系统，分析光学成像系统的成像质量，如不能
满足设计要求，则利用光学设计系统对新曲面进行
优化得到新光学表面并输入到工程分析系统中，使
光学成像系统修改成含有新光学表面的新光学成像
系统并利用工程分析系统进行机械结构优化。重复
以上各步骤，直到成像质量满足设计要求为止。由于
本发明使机械设计与光学设计联系起来，统筹考
虑影响光学成像系统成像质量的综合敏感因子，使
光学成像系统的设计仿真集成化。

ISSN 1008-4274

1、光学成像系统中光学系统与机械系统集成仿真方法，其特征在于：

a) 读取工程分析系统中光学成像系统的光学表面结果文件；

利用工程分析系统对整个光学成像系统进行机械结构的力学性能和热学性能分析，并由工程分析系统输出各光学表面的节点变形量，并计算光学成像系统中各光学表面变形后新节点几何位置；

b) 对新节点几何位置文件进行数据处理；

利用曲面拟合方法对步骤 a 的新节点几何位置进行拟合，求出新曲面的曲面方程，即完成对光学成像系统中各光学表面的新节点几何位置文件的数据处理；

c) 对步骤 b 处理的数据结果输入到光学设计系统，利用光学设计系统分析整个光学系统的成像质量，当成像质量满足设计要求时，则完成光学系统与机械系统集成仿真；

d) 当步骤 c 的成像质量没有满足设计要求时，利用光学设计系统对光学成像系统的新曲面进行优化得到新光学表面，将新光学表面的曲面方程输入到工程分析系统中，使光学成像系统修改成含有新光学表面的新光学成像系统；

e) 利用工程分析系统对步骤 d 的新光学成像系统进行机械结构优化，优化后回到步骤 a，直到步骤 c 中成像质量满足设计要求为止，即完成了光学系统与机械系统集成仿真。

光学成像系统中光学系统与机械系统集成仿真方法

技术领域：本发明属于光学与机械技术领域，涉及光学成像系统的光学系统与机械系统一体化设计方法。

背景技术：随着科学技术的进步，人们对光学成像系统的精度要求越来越高。这就需要采用光学系统与机械系统集成化的设计手段，快速准确地设计出高精度的成像系统。由于光学设计系统和工程分析系统是两个独立的系统，所以使光学系统与机械系统设计难以进行集成仿真，这已成为设计更高精度成像系统的瓶颈问题。

发明内容：

为了解决光学与机械设计难以进行集成仿真的技术问题，本发明的目的为光学成像系统提供一种光学系统与机械系统集成仿真的方法。

本发明的技术方案：

a) 读取工程分析系统中光学成像系统的光学表面结果文件：

利用工程分析系统对整个光学成像系统进行机械结构的力学性能和热学性能分析，并由工程分析系统输出各光学表面的节点变形量，计算光学成像系统中各光学表面变形后新节点几何位置；

b) 对新节点几何位置文件进行数据处理：

利用曲面拟合方法对步骤 a 的新节点几何位置进行拟合，求出新曲面的曲面方程，即完成对光学成像系统中各光学表面的新节点几何位置文件的数据处理；

c) 对步骤 b 处理的数据结果输入到光学设计系统，利用光学设计系统分析整个光学系统的成像质量，当成像质量满足设计要求时，则

完成光学系统与机械系统集成仿真；

d) 当步骤 c 的成像质量没有满足设计要求时，利用光学设计系统对光学成像系统的新曲面进行优化得到新光学表面，将新光学表面的曲面方程输入到工程分析系统中，使光学成像系统修改成含有新光学表面的新光学成像系统；

e) 利用工程分析系统对步骤 d 的新光学成像系统进行机械结构优化，优化后回到步骤 a，直到步骤 c 中成像质量满足设计要求为止，即完成了光学系统与机械系统集成仿真。

通过以上几个步骤不同组合和迭代的分析，最终能达到整个光机成像系统的最优设计。

由于本发明利用曲面拟合方法，使机械系统结构设计与光学系统结构设计联系起来，可以利用计算机模拟仿真手段统筹考虑影响光学成像系统成像质量的综合因素，考察整个成像系统的敏感因子，使光学成像系统的设计仿真集成化，解决了背景技术在光学成像系统中光学系统与机械系统设计难以进行集成仿真的瓶颈问题，提高了光学成像系统的设计效率，降低了设计难度和成本。本发明解决了工程分析系统与光学设计系统之间数据传递问题，可以单独应用，也可以作为工程分析系统的后处理工具，或光学设计系统的前处理工具。

附图说明：

图 1 是本发明的流程图

具体实施方式：

利用编程开发工具编写程序：如 VC++ 或其它专业性开发工具等，本实例采用工程分析系统（PATRAN）的开发工具（PCL），对本发明的方法编写成光学系统与机械系统集成仿真的数据处理程序，作为工

程分析系统（PATRAN）的一个后处理工具。

利用工程分析系统(PATRAN 和 NASTRAN)对光学成像系统的机械结构进行力学性能和热学性能分析，力学性能是静力变形分析，热学性能是均匀温升、温度梯度等热变形响应分析。通过分析得到各光学表面的节点变形量，利用开发工具（PCL）编写程序，对各光学表面节点原几何位置，及节点变形量进行数据处理，计算出光学成像系统中各光学表面变形后新节点几何位置，并输出光学表面新节点几何位置文件 1。

利用泽尼克（ZERNIKE）多项式（公式 1），对光学表面新节点进行曲面拟合，

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (k)c^2r^2}} + \sum_{j=1}^{66} C_{j+1} Z_j \quad (1)$$

其中， $\frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (k)c^2r^2}}$ 部分是曲面基础部分， $\sum_{j=1}^{66} C_{j+1} Z_j$ 是曲面的高次项部分， Z_j 是多项式第 j 阶多项式， C_{j+1} 是 Z_j 的系数。利用最小二乘法对新节点几何位置文件 1 进行拟合，求得多项式系数 C 的一组值，并且处理成为光学设计系统（CODEV）可以接收的文件 2，把文件 2 输入到光学设计系统（CODEV）中，来分析光学成像系统的成像质量。如果其成像质量不能满足设计要求，则利用光学设计系统（CODEV）对新曲面进行优化，得到新光学表面。利用开发工具（PCL）把新光学表面处理为工程分析系统可以接受的文件 3，把文件 3 输入到工程分

析系统（PATRAN 和 NASTRAN），并根据新光学表面对光学成像系统进行结构优化后，做力学性能、热学性能的结构分析，输出新光学表面的节点变形量以及新的节点位置。对光学成像系统进行新一轮的分析优化，直到其成像质量满足设计指标要求为止。便完成了光学成像系统的集成仿真。

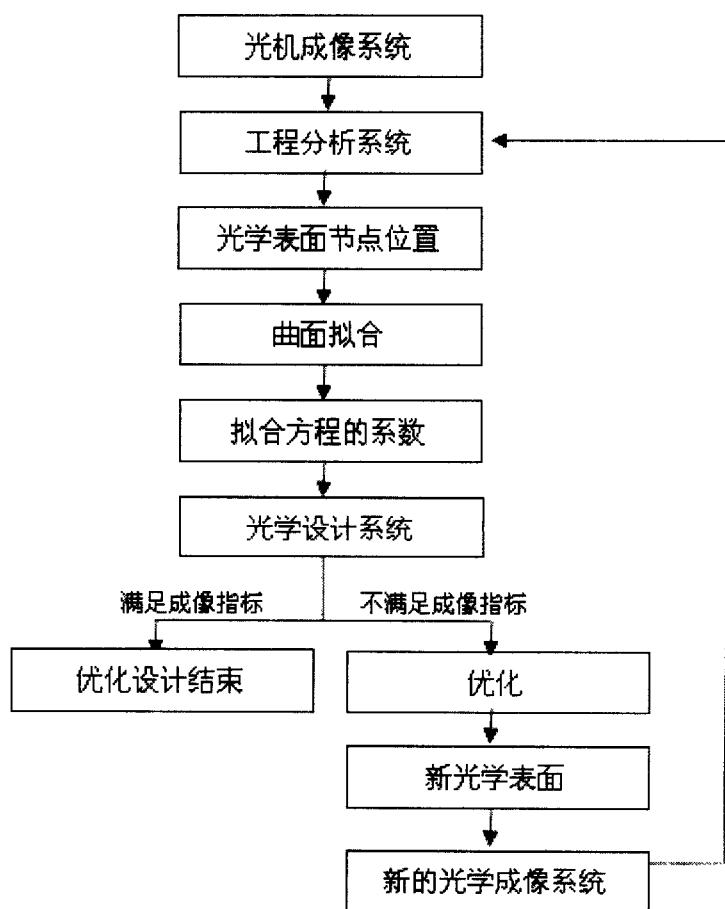


图 1