

文章编号: 1672-8785(2010)09-0006-03

双波段航空相机红外调焦机构的设计

聂 品 田海英 许永森 陈 伟

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林长春 130033)

摘 要: 为了补偿双波段航空相机在复杂环境下产生的离焦, 设计了一套调焦机构。该调焦机构通过采用蜗轮蜗杆和偏心凸轮的传动方式, 将凸轮的旋转运动转化为调焦镜的直线运动, 解决了离焦问题。该机构具有传动比大、运行平稳, 结构紧凑, 抗振、抗冲击, 可实现自锁以及模块化等优点。通过计算可知, 该机构的调焦镜的位移精度为 0.0026mm, 满足使用要求。仿真分析结果表明, 该方法具有可行性。

关键词: 航空相机; 调焦机构; 蜗轮蜗杆; 偏心凸轮

中图分类号: TN214 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2010.09.002

Design of Focusing Mechanism for a Dual-band Aerial Camera

NIE Pin, TIAN Hai-ying, XU Yong-sen

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130031, China)

Abstract: To compensate the defocusing of a dual-band aerial camera in a complicated environment, a focusing mechanism is designed. The mechanism compensates the defocusing by using a worm-gear and an eccentric cam to convert the rotation of the focusing cam into the straight line motion of a mirror. It has the advantages of high transmission ratio, stable operation, compact structure, antivibration, self-locking and modularization. The calculation result shows that its focusing mirror has a displacement precision of 0.0026mm and the simulation result shows that the method is feasible.

Key words: aerial camera; focusing mechanism; worm-gear; eccentricity cam

1 引言

可见/红外双波段航空相机可昼夜全天时获取地面信息, 能够提供清晰、快捷的图像信息, 在军事侦察技术中具有不可替代的作用。

航空相机的工作条件与环境恶劣。工作环境压力和温度的改变会导致相机离焦。由成像公式可知, 照相距离的改变也会使相机的焦面产生偏移。为了保证相机在复杂环境下的成像质量, 必须用调焦系统来补偿其离焦量。因此,

调焦系统的好坏将直接影响到相机的性能和成像质量。

航空相机中常用的调焦机构主要有滚珠丝杠、蜗轮蜗杆和凸轮机构。其中, 滚珠丝杠的结构简单, 体积小, 但其装配精度要求高且比较繁琐; 蜗轮、蜗杆的传动比大, 具有自锁功能, 但其体积大; 凸轮机构的装配工艺简单, 但凸轮曲线的加工要求高。针对以上机构的优缺点, 本文设计了一种蜗轮、蜗杆和偏心凸轮传动的调焦

收稿日期: 2010-07-31

作者简介: 聂品 (1981-), 男, 吉林辽源人, 硕士, 主要从事航空相机的研究工作。E-mail: np0618@126.com

机构。该机构传动平稳, 结构紧凑, 可靠性高, 通用性强, 易于实现模块化。

2 调焦机构的组成与工作原理

为了获得较大的传动比和提高调焦精度, 采用蜗轮蜗杆传动方式将偏心凸轮的旋转运动转化为调焦镜的直线运动, 使得传动平稳、结构紧凑。调焦机构主要由直线导轨、偏心凸轮、编码器、蜗轮蜗杆组件和步进电机及其控制电路组成, 如图 1 所示。

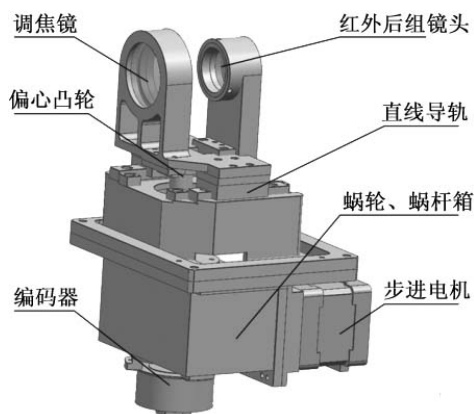


图 1 调焦机构

调焦机构的工作原理是: 调焦步进电机通过一对速比为 1:1 的齿轮将运动传递给蜗杆 (头数为 1, 模数为 0.5), 经由蜗轮 (齿数为 36, 模数为 0.5) 再通过一对速比为 1:2 的齿轮驱动偏心凸轮, 然后由调焦镜座上的挡块将旋转运动转化为调焦镜的直线运动, 从而实现调焦。偏心凸轮的旋转运动由直接连在转轴上的编码器反馈给控制电路, 以减少传递环节的误差。

通过光学分析可知, 由温度、压力、照相距离等原因引起的最大离焦量为 $\pm 2.6\text{mm}$ 。为了保证偏心凸轮的旋转运动能平稳地转化为调焦镜的直线运动, 同时增加调焦裕度和保证成像质量, 考虑到加工及装调误差, 设置偏心凸轮的偏心距为 6mm。由于偏心凸轮可以实现圆周运动, 因此不需要设置限位开关, 也不会因为限位开关故障而导致控制电路或者驱动电机损坏, 提高了调焦系统的可靠性。

3 调焦精度分析

由光学计算可知, 系统的半焦深为 0.039mm。由于截止频率低于中间频率, 所以离焦量的宽容度为 $\pm 0.078\text{mm}$ 。为了提高检焦精度, 将检焦时调焦镜的位移量设置为离焦量的十分之一, 即 0.0078mm。通过计算, 当调焦步进电机选用 RORZE RM24241 型且步距角为 1.8° 时, 调焦机构的传动比为 $36 \times 2 = 72$, 因此步进电机驱动凸轮的旋转精度为 $1.8^\circ / 72 = 1.5'$, 对应调焦镜的轴向移动最小精度为 $6 \times \sin 1.5' = 0.0026\text{mm}$ 。编码器选用 2^{14} 位, 分辨率为 $360^\circ / 2^{14} = 1.3'$, 满足使用要求。

4 仿真分析

该调焦机构复杂, 零件多, 故我们是用三维建模软件建立模型的, 并通过接口将模型导入了 ADAMS 仿真软件中。根据调焦机构的工作原理, 在模型中添加了电机齿轮副、蜗轮蜗杆副、凸轮副和调焦镜的移动副等。为了方便仿真控制和观察结果, 设置了调焦镜的位移测量、编码器、电机的转角测量以及电机驱动等。图 2 为该仿真模型。

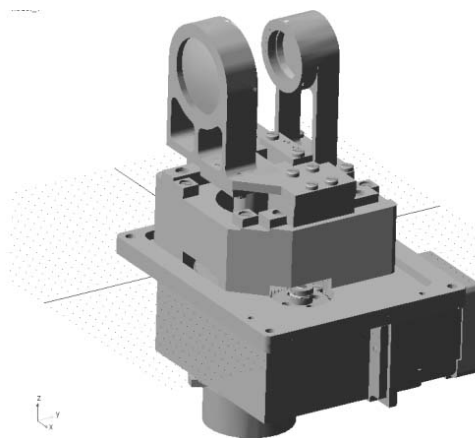


图 2 调焦机构的仿真模型

设置电机驱动函数: $1.8 \times \sin(2\pi \times \text{time})$, 输出为调焦镜的位移, 仿真时间为 1s, 结果如图 3 所示。

从图中可以看出, 电机转动 1.8° 时, 调焦镜移动 0.0026mm, 与理论分析结果一致。

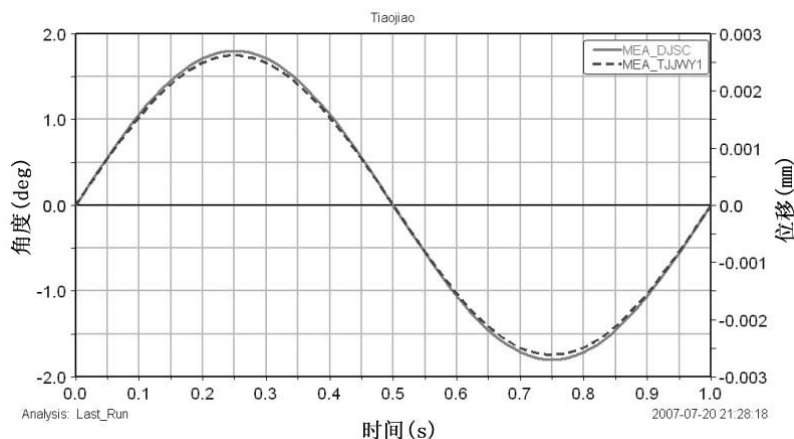


图3 仿真分析结果

5 结论

本文在对离焦的原因以及多种调焦机构进行分析对比的基础上,设计了一种蜗轮蜗杆与偏心凸轮配合使用的调焦机构,并通过调整成像透镜组的移动,解决了相机的离焦问题。计算与仿真分析结果表明,该机构的调焦精度满足系统要求,能够补偿由各种原因引起的相机离焦。类似的调焦机构已经应用于工程实际。通过控制电路分频细分或者采用不同分辨力的步进电机和编码器等措施,可以提高该机构的调焦精度,使其可适用于双波段航空相机可见系统或其他相机的调焦。

参考文献

- [1] 黄和平, 夏寅辉, 安成斌, 等. 大口径、长焦距红外系统调焦机构设计[J]. 激光与红外, 2005, 35(10): 745-747.
- [2] 张洪文. 空间相机调焦技术的研究[D]. 长春: 长春光学精密机械与物理研究所, 2003.
- [3] 张海青, 张立平, 王智. 航天立体测绘相机调焦机构的设计与实验研究[J]. 机械设计与制造, 2009, 47(4): 57-59.
- [4] 张善钟. 精密仪器结构设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.
- [5] 张继超, 丁亚林, 张洪文. 一种航空画幅遥感相机调焦机构的设计[J]. 光学仪器, 2007, 29(2): 51-53.

新闻动态 News

德国研制出可在常温下工作的新型长波红外成像传感器

据 www.azosensors.com 网站报道,德国夫琅和费学会微电子电路与系统研究所(IMS)的科学家已研制出一种可在常温下工作的新型长波红外成像传感器。该研究所的科学家 Dirk Weiler 说,夫琅和费学会可能是德国第一个采用这项创新技术的单位。在初步测试过程中,该传感器已成功地产生了几幅红外图像。

在大于 $5\mu\text{m}$ 的波长上,普通的红外相机只能在 $-193\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右的温度下工作。它们必须通过冷却才能提供适当的成像。虽然目前也有无需冷却的长波红外相机,但是它们主要是用于军事方面的,在欧洲市场上几乎不存在。

红外相机中装有红外焦平面阵列传感器,

这是一种能够从远处吸收红外光、被称为微测辐射热计的温度敏感器件。它由许多个微测辐射热计组合而成。相机中的传感器感受到热量后,会确定热源的位置,使微测辐射热计吸收来自该热源的红外光,并通过读出芯片产生数字信号。在迷雾的道路上,这一技术可以使汽车驾驶员在汽车前灯照到物体之前便把它辨别出来。

标准的红外相机先将电信号转换成模拟信号,然后再通过模拟/数字转换器将模拟信号转换成数字信号。新的成像传感器有一个 $\sigma-\delta$ 转换器,因此它无需中间这一步便能产生数字信号。

由于不需要进行冷却,这种红外相机的应用不再局限在汽车业。移动的红外相机将可能被部署在消防业用于从充满烟雾的建筑物中查找人员或辨别隐蔽的燃烧点。

□ 高国龙