

文章编号:1007-1180(2010)11-0032-04

面阵 CCD 拼接仪结构设计

孟庆华

(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: 本文设计了一种 CCD 拼接仪。拼接仪采用大理石做工作平台, 二维工作台和升降台采用滚珠直线导轨做导向, 进给传动采用滚珠丝杠、长工作距显微物镜进行对准和检测。滚珠直线导轨导向精度 $2''$, 正交性 $2''$, 滚珠丝杠进给分辨率 $1\mu\text{m}$ 。经实际使用, 所设计的结构满足仪器的性能要求。

关键词: 面阵 CCD; 拼接仪; 光学拼接

中图分类号: TN386.5

文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI 20102711.0032

Structure Design of Stitching Instrument for Area CCD

MENG Qing-hua

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

Abstract: A CCD stitching instrument was designed in this paper. The marble material was used for the worktable of the stitching instrument, ball bearing guide used for oriented function in the moving-table, ball bearing screw used for moving forward, and micro-objective of long working distance used for testing. Oriented precision of ball bearing guide was $2''$, orthogonality was $2''$, resolving power of ball bearing screw was $2\mu\text{m}$. The structure could meet the performance requirement of instrument.

Keywords: area CCD; stitching instrument; optical stitching

1 引言

随着 CCD 电荷耦合器件的应用日益广泛,靶场、航空和航天光学遥感器等测量与控制领域对 CCD 提出了越来越高的要求^[1-2]。为了提高光学系统分辨率和扩大视场,可采用缩小像元尺寸、增大像元位数的方法,但由于受制造工艺和技术条件的制约,位数不能做得太高。为解决这一难题,需要对现有的 CCD 进行拼接,即 CCD 拼接技术。国外在拼接 CCD 研究方面的技术已比较成熟,法国 SPOT 卫星的 HRV 相机就是成功地使用 CCD 拼接技术的实例。CCD 光学拼接具有精度高、成本低、在现有技术条件下易实现的优点,因此,光学拼接方法已被普遍采用。面阵 CCD 的光学拼接不仅需要合理的结构设计和装调方法^[3-6],而且需要特殊的测试设备。面阵 CCD 拼接仪是研制和生产大视场 CCD 光学遥感器的技术支撑设备,对于完成靶场、航空和航天光学遥感器的研制任务,提高光学遥感器的性能指标,具有重要的意义。

2 拼接仪性能要求

本文设计的拼接仪性能指标如下:

- (1) 二维移动工作台和升降台横向 (X) 移动范围为 200 mm; 纵向 (Y) 移动范围为 100 mm; 升降 (Z) 移动范围为 120 mm。直线度 $\leq 2''$, 正交性 $\leq 2''$ 。
- (2) 二维移动工作台和升降台移动定位应稳定可靠, 分辨率 $\leq 2 \mu\text{m}$, 定位精度 $\leq 4 \mu\text{m}$ 。
- (3) 显微物镜偏心差 $< 15''$ 。

3 拼接仪结构方案概述

面阵 CCD 拼接仪是由二维移动工作台、升降台、三维角度调整架、长工作距高倍显微物镜、同轴落射照明系统、摄像头和监视器等组成。三维调整架安装在二维工作台上, 实现对所夹持的焦平面组件的状态进行位置微量角度调整的功能。长工作距显微物镜、照明系统和摄像头安装在升降台上。

为满足面阵 CCD 拼接仪的高精度指标, 面阵 CCD 拼接仪采用手动方式, 精密丝杠作为进给装置, 高精度的滚珠直线导轨作导向, 光栅尺对二维工作台和升降台进行检测定位, 通过液晶屏幕显示位置结果。设计的拼接仪的总体结构布置如图 1 所示。

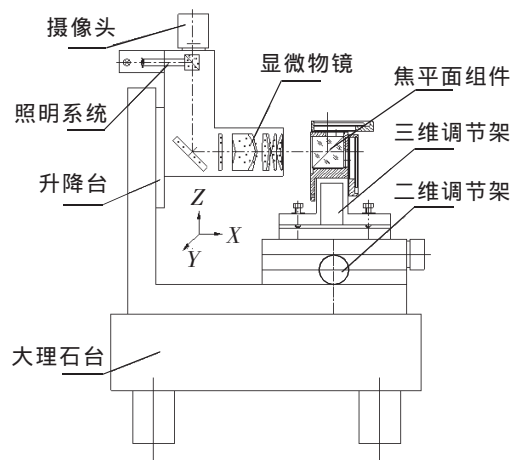


图 1 拼接仪的总体布局示意图

由于面阵 CCD 拼接仪的总体设计精度指标较高, 为减少拼接工作时环境振动对拼接精度的影响, 仪器最好安装在隔振地基上, 以避免外界振动因素对拼接的影响。

4 拼接仪关键部件设计

4.1 二维移动工作台和升降台设计

二维移动工作台由导轨、滚珠丝杠、光栅尺和手轮等两层机构组成。为满足调整和测量的需要, 横向和纵向的手动调整机构应有足够小的分辨率^[3-8]。为保证横向和纵向的直线性, 导轨应有足够高的直线性。当达到横向定位要求后, 沿纵向调整对准, 由于调整过程中会出现误差, 根据光栅尺的反馈量来调整进给量, 达到定位要求。横向和纵向机构应满足正交性的要求, 以避免调整过程中横向和纵向互相干扰。升降台由导轨、滚珠丝杠、光栅尺和手轮等机构组成。升降台和二维移动工作台应满足垂直性的要求, 以避免在调整过程中显微物镜所瞄准的目标发生变化。

4.2 导轨的设计

导轨不仅要能承受外加载荷,更重要的是能保证运动件的移动精度及与有关部件的相互位置精度。设计采用滚珠直线导轨,使用球保持器使钢球均匀排列,消除钢球之间的摩擦并保持高润滑脂,实现低噪音和顺畅而稳定的运动,减小滚动阻力的变化,避免爬行现象,保证高精度。导轨的径向间隙能够极大地影响导轨的移动精度、负荷承载能力和刚性,根据用途选择适当的间隙非常重要,选择负间隙及施加预压就能对使用寿命和精度产生良好的影响。

4.3 丝杠的设计

进给传动采用滚珠丝杠,滚珠丝杠由于钢球做滚动运动,不会产生类似滑动运动中出现的粘滞滑动现象,能进行正确的微量进给。由于滚珠丝杠能够接受预压,轴向间隙能降为零以下,从而因预压获得高刚性,没有无效行程。影响定位精度的误差因素主要有:导程精度、轴向预压、进给丝杠系统的轴向刚性,其他因素还有因发热引起的热变形,因导向系统引起的运行姿势的变化等。

4.4 轴承支撑单元的选取

选用的轴承支撑单元除了高的回转精度要求外,还须有足够的刚度、较强的抗振性和足够的耐磨性。为了和滚珠丝杠匹配,确保滚珠丝杠在刚性上的均衡,支撑单元使用高刚性低扭矩的角接触轴承(接触角 30° DF组合),高精度的角接触滚珠轴承能够提供稳定的旋转性能。支撑单元考虑了周围安装空间的情况,由于装入了经过调整预压的轴承,直接就可以进行装配,不需要进一步加工,提高了装配精度。

4.5 工作平台的设计

考虑到工作平台的材料应有高强度、稳定性、较小的热膨胀系数及良好的加工工艺性,工作平台选用大理石。工作平台承载整个设备,必须保证工作平台工作面的平面度的双0级要求。

4.6 三维角度调整架

待拼接的焦平面组件需要和显微物镜的光路进

行必要的调整。横向和纵向对准调整利用二维移动工作台,高度方向的调焦利用升降台。二维倾斜和旋转调整利用三位角度调整架。二维倾斜调整设计为点槽面三点定位机构,设计有拉簧带一定的预紧力。旋转调整机构在焦平面组件中心处设有转轴,采用拉顶式机构进行角度调整,调整好后用螺钉紧固。为保证焦平面组件在调整过程中的稳定性,三维角度调整架材料采用铸铁。

4.7 长工作距显微物镜结构设计

长工作距显微物镜像质要求较高,而光学元件偏心差是造成光学系统像质变差的重要因素之一,由于不对称像差很难补偿,应保证光学偏心差要求^[9]。光学系统偏心差要求 $5\sim 8\mu\text{m}$,为了达到偏心差要求,设计成多层镜筒,通过多层镜筒配车装配方法解决,配车镜框夹在万向夹头上,用定心仪调好偏心后再配车。设计有相应的修磨垫片和安装止口。显微物镜结构设计图如图2所示。

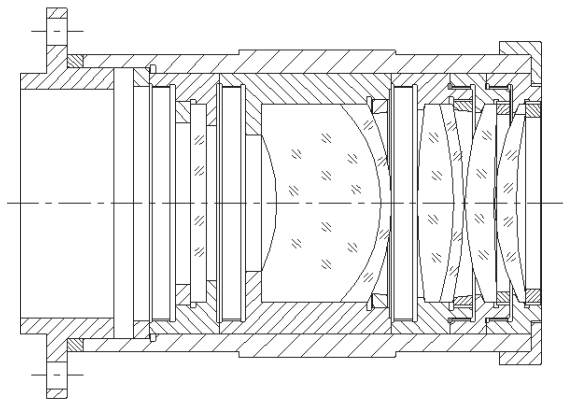


图2 显微物镜结构设计图

5 结 论

CCD 拼接技术是对光学设计方案、拼接精度都要求较高的一项应用技术,具有精度要求高、工艺复杂、实现难度大的特点。CCD 拼接仪是一种比较复杂、设计难度较大的仪器。我们在该仪器上对弹道相机采用了棱镜式光学拼接方式,两块 $1\text{K}\times 2\text{K}$ 面阵CCD进行了拼接,得到了较好的结果,所设计结构基本满足拼接仪的使用要求。

参考文献

- [1] Sultana J A, Neill M B O. Design, analysis and testing of a CCD array mounting structure[J]. *SPIE*, 1991, 1532: 27-38.
- [2] 徐盛林. 长线阵 CCD 拼接仪的设计[J]. 新技术·新工艺·新设备, 2003(2): 39-41.
- [3] 王生怀, 陈育荣, 王淑珍, 等. 三维精密位移系统的设计[J]. 光学 精密工程, 2010, 18(1): 175-182.
- [4] 宁大勇, 高云国, 刘稀凤. 基于高精度位移传感器的减振平台[J]. 光学 精密工程, 2010, 18(3): 646-652.
- [5] 花国梁. 精密测量技术[M]. 北京: 中国计量出版社, 1994.
- [6] 陈林才, 张鄂. 精密仪器设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1991.
- [7] 高云国, 张倩, 石亚莉, 等. 无导轨高精度位移平台的结构设计[J]. 光学 精密工程. 2009, 17(9): 2199-2205.
- [8] 徐爱钧. 智能化测量控制仪表原理与设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1993.
- [9] 李志来, 薛栋林, 张学军. 长焦距大视场光学系统的光机结构设计[J]. 光学 精密工程, 2008, 16(12): 2485-2490.

作者简介: 孟庆华 (1963-), 男, 汉族, 吉林长春人, 硕士, 研究员, 主要从事光学测量仪器、光谱仪和光电经纬仪的设计与研究。E-mail: changguang suo@yahoo.com.cn

《液晶与显示》(双月刊)

《液晶与显示》由中国科学院长春光学精密机械与物理研究所和中国光学光电子行业协会液晶专业分会主办, 科学出版社出版。

- 中国最早创办的液晶学科专业中文核心期刊
- 中国唯一的液晶学科和显示技术领域综合性学术期刊
- 中国光学光电子行业协会液晶分会会刊, 中国物理学会液晶分会会刊
- 英国《科学文摘》(SA)、美国《化学文摘》(CA)、俄罗斯《文摘杂志》(PKJ)、美国《剑桥科学文摘》(CSA)、“中国科技论文统计源期刊”等20余种国内外著名检索刊物和文献数据库来源期刊

《液晶与显示》征集有关液晶和各类显示材料及制备方法、液晶显示、等离子体显示、阴极射线管显示、发光二极管显示、有机电致发光显示、场发射显示、真空荧光显示、电致变色显示及其他显示、各类显示器件物理和制作技术、各类显示新型模式和驱动技术、显示技术应用、显示材料和器件的测试方法与技术等研究论文。《液晶与显示》热忱欢迎广大作者、读者广为利用, 踊跃投稿。同时, 竭诚欢迎社会各界洽谈广告业务、合作组织技术交流与信息發布活动。

《液晶与显示》以研究报告、研究快报、综合评述和产品信息等栏目集中报道国内外液晶学科和显示技术领域最新理论研究、科研成果和创新技术, 及时反映国内外本学科领域及产业信息动态, 是宣传、展示我国该学科领域和产业科技创新实力与硕果, 进行国际交流的平台。其内容丰富, 涵盖面广, 信息量大, 可读性强, 是我国专业期刊发行量最大的刊物之一。

网址: <http://www.yjyxs.com> 欢迎访问!