

棱镜法面阵 CCD 垂直拼接的应用

张继超, 李延伟, 张洪文

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130033)

摘要: 为了满足面阵 CCD 传感器的宽覆盖要求, 对现有的小面阵 CCD 进行拼接, 得到较大的成像像面, 实现大面阵成像。本文从某航空遥感器的具体要求出发, 提出了一种利用棱镜分光对两片面阵 CCD 进行光学拼接的方法, 阐述了光学拼接的原理和装调方法。该方法将两片 CCD 垂直固定在棱镜座上, 利用显微镜观测像面, 确定像面位置, 两成像像面共面误差小于 0.02mm。再利用后工作距离较长的工具显微镜观测面阵 CCD 边缘, 旋转微调机构调整 CCD 的位置, 使面阵 CCD 长边平齐, 短边搭接 8 个像元。该方法的拼接精度达到平行误差小于 0.009mm。结果表明: 此种方法结构简单、容易实现、占用空间尺寸小、拼接精度高, 能够满足遥感器的要求。

关键词: 面阵 CCD; 棱镜分光; 光学拼接; 垂直; 拼接精度

中图分类号: TH745

文献标识码: A

文章编号: 1672-9870(2010)04-0052-03

Application of Dispersion Prism in Vertical Assembly of Plane Array CCD

ZHANG Jichao LI Yanwei ZHANG Hongwen

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

Abstract: In order to satisfy the need of wide coverage in remote sensor, several pieces of small plane array CCD were assembled and a large image surface was gained. Considering the specific request of a remote sensor, a method of optical assembly was proposed for two pieces of plane array CCD using dispersion prism. The principle and the means were also presented. Fixed on the two piece of CCD on prism's seat, by observation of image surface, confirm image surface, the value of coplanar error was less than 0.02mm. Further, use microscope of long work space to observation the edge of CCD, adjusting the position of CCD by micro-adjusting mechanism until the long sides of CCD coincided with each other, the short sides overlapped eight pixels. The value of parallel error was less than 0.009mm. The result showed that the method had the advantages of simple constitution, easy accomplishment, little space and high assembly precision which guaranteed the operating requirement of the remote sensor.

Key words: plane array CCD; dispersion prism; optical assembly; vertical; assembly precision

随着光学技术与电子技术的飞速发展, 传感器也在快速的发展。同时, 对成像介质的要求也在不断的提高。近些年, 成像介质在不断的发展, 由原来的胶片发展为线阵 CCD, 又由线阵 CCD 向面阵 CCD 发展, 面阵 CCD 也由小面阵逐渐的向大面阵发展^[1,2]。但是由于现阶段技术的局限, 大面阵 CCD 的生产还存在困难, 即使生产出来价格也非常昂贵。因此, 利用多片面阵 CCD 进行拼接代替单片的大面阵 CCD 成为了传感器研究的关键技术之

一^[3-5]。本文从某型号航空遥感器的宽覆盖要求出发, 利用两片成像靶面为 5K×6K 的面阵 CCD, 通过拼接得到 6K×10K 的成像靶面。

1 拼接方式的选择

目前比较常见的 CCD 拼接方式主要有机械拼接与光学拼接两种。机械拼接是在普通显微镜下进行的, 容易保证两个 CCD 器件拼接后共面及两相

邻像素之间的对准误差、平行度误差等,是线阵 CCD 拼接的常用方式,如图 1(a)所示。线阵 CCD 传感器为扫描工作方式,拼接的间距不会对其成像产生影响。由于面阵 CCD 器件为分幅成像器件,故拼接时像元要相接,才不至于丢失图像。5K×6K 的面阵 CCD 机械壳体较大,机械拼接时,无法将像元拼接到一起。因此,面阵 CCD 拼接选择光学拼接比较合理,拼接精度也比较高,拼接方式如图 1(b)所示。

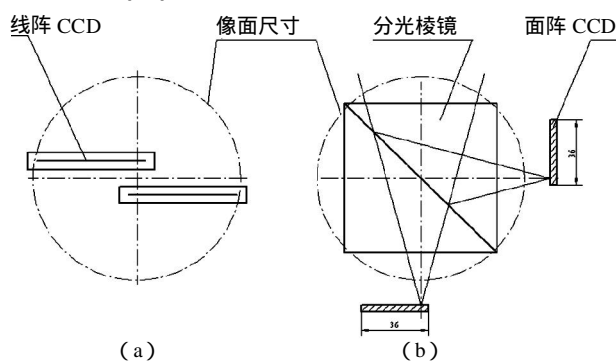


图 1 机械拼接和光学拼接示意图

Fig.1 Illustration of mechanical and optical assembly

2 光学拼接原理与技术要求

光学拼接是以分光的方法把光束均等地分成两路,形成两个等效的焦平面。在两处焦平面上分别安装 CCD,接收口径内不同部分的光。调整 CCD 的位置,使 CCD 的有效像元搭接,拼接后像面的亮度均匀。

光学拼接中的分光棱镜为两块三角棱镜胶合而成的,在胶合面上镀半反半透膜层。光线经棱镜后分光,分别到达两块 CCD 上。分光后的光能变低,降低为原来的一半,可以通过调节快门的曝光时间和调整 CCD 的增益来弥补。

光学拼接存在这样一个问题,接收透射光成像的 CCD 所成像为相似像,接收反射光成像的 CCD 所成像为镜像像。拼接时需将镜像像再镜像一次,得到相似像,然后对两个相似像进行拼接,得到完整的图像,拼接示意图如图 2 所示。

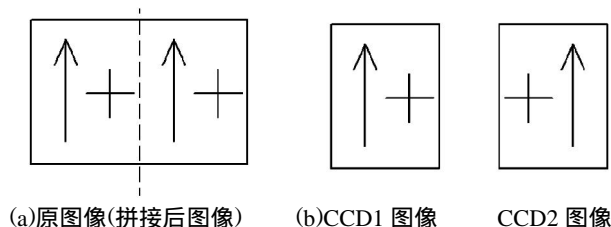


图 2 拼接示意图

Fig.2 Illustration of the assembly

拼接过程中,调整两 CCD 的位置是关键,须保证拼接精度要求,包括共面、搭接和平行要求。

(1) 共面要求^[6]

共面是要求两 CCD 安装在分光后的等光程位置上,既等效像面上。允许有一定的误差,但不能超过传感器总体分配给像面的误差。

(2) 平行要求

平行是要求搭接后,两块 CCD 的拼接边平行,保证成像后整幅的景物为长方形。

(3) 搭接要求

搭接是要求像元有一定的重叠数量,以免丢失景物,搭接也不能过多,浪费有效像元,减小收容宽度。

3 拼接方法

根据现有的技术水平和条件,选取 5K×6K 的面阵 CCD 器件来拼接。拼接方式有两种选择,拼接成 5K×12K 与 6K×10K 两种方式。相比之下,6K×10K 的边长更接近,需要的像面尺寸更小,拼接后 CCD 的边缘更接近镜头的中心视场,故选取这种拼接方式。

棱镜法对 CCD 进行拼接,要求拼接后共面误差不大于 0.02mm,相接边的平行度误差不大于 0.01mm,要求搭接像元不大于 10 个。

3.1 确定等效像面

CCD 的拼接需要在专门的设备上进行,首先确定两等效像面位置,工具如下:照明设备、十字丝靶面、平行光管。如图(3)所示。

照明设备、十字丝靶面和平行光管提供无穷远目标,通过镜头成像,经分光棱镜进行分光,得到两个等效像面。用显微镜观察像面,用千分表进行测量,读出像面到两个 CCD 调整垫的距离,修整调整垫使像面重合。



图 3 确定等效像面

Fig.3 Confirm of equivalent image surface

3.2 拼接

CCD 拼接需要在长后工作距离的工具显微镜下进行。

将上 CCD 安装在棱镜组件上, CCD 外框调整

到与棱镜边缘平行,成像面位于棱镜中心,固定作为基准。将整体放置在工具显微镜的工作台上,用工具显微镜观察 CCD 的像元,移动滑板,使工具显微镜的十字丝与 CCD 宽度方向第 8 个像元重合。

将下 CCD 安装在棱镜组件上,将上 CCD 用黑纸挡上。用工具显微镜观察下 CCD 的像元,利用微调机构调整下 CCD 位置,使下 CCD 宽度方向第 8 个像元与十字丝重合,实现宽度方向搭接 8 个像元。

移动工具显微镜,到下 CCD 边缘,使下 CCD 边缘与工具显微镜的十字丝重合。将下 CCD 用黑纸挡上,上 CCD 的黑纸取下,利用微调机构调整上 CCD,使上 CCD 边缘与十字丝重合,实现两 CCD 边缘平齐。拼接完成。

4 精度分析

4.1 共面误差

在两块 CCD 拼接前,用显微镜分别观察两等效像面,取四个角和中心作为观测点,然后修整 CCD 安装面,调整安装面的厚度与角度,使两像面重合。共面误差为显微镜的焦深,即为 0.02mm。本传感器焦深 0.07mm,误差为焦深的三分之一,满足总体误差分布原则。

使调焦镜前后运动,找到像面位置,两块 CCD 能够同时获得清晰图像,满足使用要求。

4.2 平行误差

由拼接原理可知,平行误差为像元的误差,即小于 0.009mm。折算成角误差为 0.6'。

4.3 搭接误差

本拼接中,像元在 5K 方向上搭接为 8 个像元,在 6K 方向上对齐,两个方向上的拼接误差均小于一个像元。

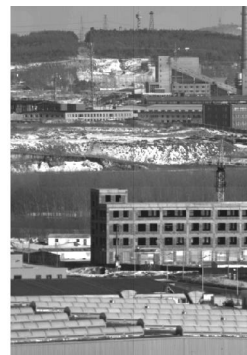
5 试验

某传感器应用此方法进行了拼接,对外景进行成像,并进行拼接。对外景的成像结果如图 4(a)所示。成像后将 CCD2 图像镜像,然后与 CCD1 图像拼接,拼接结果如图 4(b)所示。



(a) CCD1 图像

CCD2 图像



(b) 拼接后图象

图 4 对外景成像

Fig.4 Picture of outer scene

6 结论

不同类型的传感器,其焦深不同,焦平面的大小和结构也各不相同。应根据传感器的成像原理与成像特点设计与之相适应的焦平面结构。本文结合可见光面阵 CCD 传感器的焦平面特点和器件的结构尺寸与成像特性,设计了一种棱镜法对 CCD 进行垂直拼接。与传统的机械拼接方式相比,拼接效果好,精度高。经试验,该方法的共面误差小于 0.02mm,搭接误差小于一个像元,平行误差小于 0.009mm,满足传感器的使用要求。可供其它传感器的研究与实践借鉴。

参考文献

- [1] 肖江,胡柯良,林佳本,等.用大面阵 CCD 实现全日面像自动导行[J].光学精密工程,2008(16):1589-1594.
- [2] 史磊,金光,安源,等.一种遥感传感器的 CCD 交错拼接方法研究[J].红外,2009,30(1):12-35.
- [3] 李朝辉,王肇勋,武克用.空间传感器 CCD 焦平面的光学拼接[J].光学精密工程,2000(3):213-216.
- [4] 李英才,刘亚南,相宝林,等.提高线阵 CCD 拼接精度的研究[J].测试技术学报,2002(16):430-434.
- [5] Paul R Jorden, David G Morris, Peter J Poo1. Technology of large focal planes of CCDs[C]. Proc. SPIE, 2004, 5167:72-82.
- [6] 任建岳,孙斌,张星祥,等. TDICCD 交错拼接的精度检测[J].光学精密工程,2008(16):1852-1857.