

空间遥感器成像部件的装配工艺分析与制定

张迪 李松 康祥东

(北京空间机电研究所, 北京 100076)



摘要: 针对某一典型形式的成像部件的结构特点, 分析了装配精度对产品性能的影响, 将产品性能指标要求按照装配过程进行精度分解, 制定了合理的装配方案及工艺流程, 保证了产品的精度指标及功能。

关键词: 成像部件; 装配精度; 工艺方案

Analysis and Establishment of Assembly Process of Imaging Components of Space Remote Sensor

Zhang Di Li Song Kang Xiangdong

(Beijing Institute of Space Mechanics & Electricity, Beijing 100076)

Abstract: Based on the structure characteristics of one typical imaging component, the influence of the assembly accuracy on the performance of the product was analyzed. According to the assembly process, the performance requirements of the imaging component were decomposed, and the appropriate assembly process plan were made to ensure the precision and function of products.

Key words: imaging component; assembly accuracy; process plan

1 引言

成像部件是空间遥感器的关键部件之一, 将光学系统会聚到感光器件光敏面上的光信息转换为电信号, 并输出给数字传输电路, 实现成像功能, 其装配精度直接影响遥感器的成像质量。成像部件的装配涉及光学、温控、电子学、结构等多个专业, 接口关系

多, 装配流程复杂。本文针对某典型成像部件, 通过分析产品结构形式, 将产品性能要求进行逐层分解, 寻找合理的装配方案及工艺流程, 用于指导成像部件的装配工作。

2 产品结构特点

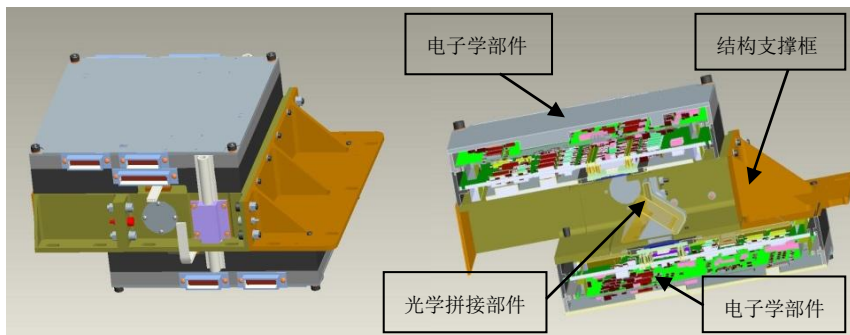


图1 成像部件结构示意图

作者简介: 张迪 (1983-), 工程师, 机械电子工程专业; 研究方向: 机械加工及装配工艺。

收稿日期: 2014-01-16

某典型成像部件由结构支撑框、光学拼接部件、电子学部件组成，结构形式见图 1。为了满足空间遥传感器的轻量化要求，成像部件的结构比较紧凑，外形尺寸为 303mm×261mm×193mm。由于空间遥传感器的视场要求比较大，采用了 2 片感光器件进行光学拼接的工艺方法来满足视场指标要求。考虑到电子学部件的外形尺寸，设计方案上将 2 片感光器件分别安装在结构支撑框的上、下两面，每片感光器件所对应的电子学部件也相应安装在结构支撑框的上方和下方。

在空间遥感器装配、测试及工作的过程中，温度变化引起的结构支撑框微小变形都会对成像部件的成像质量造成影响。为了降低温度的影响，结构支撑框的材料选用了热稳定性好的钛合金（TC4），同时采用了导热条传导热量的温控方案，在电子学部件中，也设计了用于散热的铝合金结构件。

3 产品装配精度分解

成像部件的装配需要满足产品最终的性能指标

要求。由于成像部件涉及光、机、电、热多个专业，装配环节较多、接口关系复杂，如何将产品的最终性能指标转化成每个环节的装配精度是成像部件装配工作的难点。

感光器件的拼接是成像部件装配最重要的环节，光学拼接精度直接影响产品最终的成像质量。本文中的成像部件的精度要求为：每片感光器件上最远点的位置偏差≤0.005mm，2 片感光器件的共面精度≤0.02mm。

结构支撑框作为整个成像部件的支撑件是光学拼接的基准，由前段、中段、后段三部分组成（见图 2）。结构支撑框的装配精度直接影响光学拼接的难度，结构件的装配精度越高，光学拼接难度越小。因此，结构支撑框的装配精度非常重要，也是装配过程的难点之一。综合光学拼接仪的精度，结构支撑框装配后的形位精度应达到上、下两端面的平面度为 0.005mm、平行度为 0.01mm，其中感光器件安装区域的形位精度要求达到平面度 0.005mm、平行度 0.008mm。

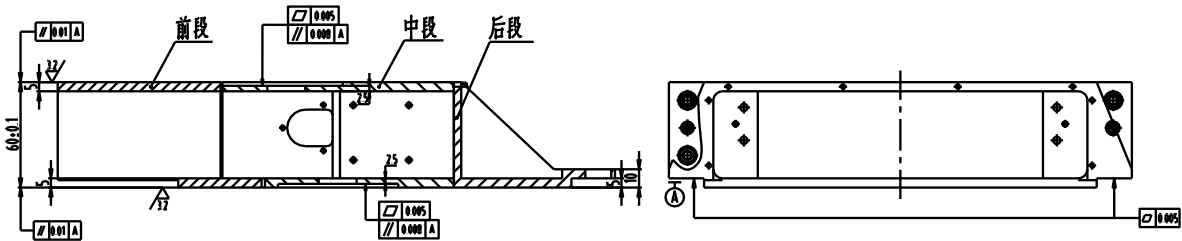


图 2 结构支撑框

成像部件中的导热条、散热结构件与感光器件、电子学器件需要有效贴合，从而将器件在工作状态时产生的热量及时传送到遥感器或卫星的散热面，保证器件的工作寿命及成像部件的精度及性能。为了保证导热条与感光器件之间有效贴合的同时感光器件不

受外力，二者之间的间隙要求为 0.1mm，在缝隙中填充导热介质用于传导热量。导热条上与遥感器或卫星散热面的安装端同样需要有效贴合，因此，导热条的沿传热方向（即图 3 中尺寸 260.50 方向）的位置装配精度需要控制在 0.2mm 范围内。

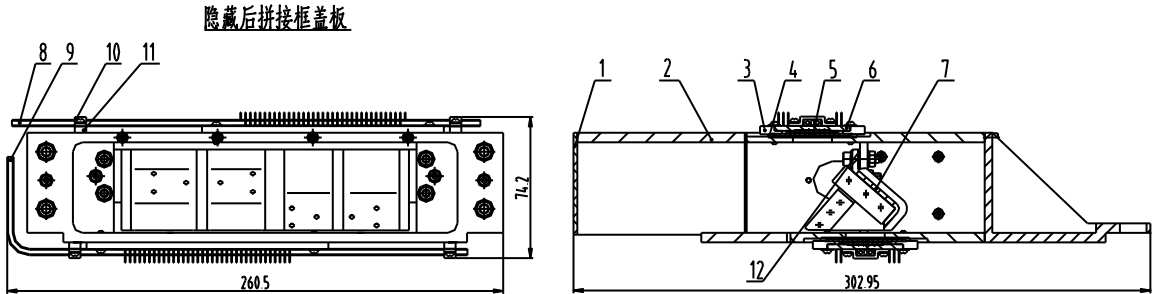


图 3 拼接部件

- 1—盖板 2—支撑框 3—器件托框 4—垫片 5—滤片 6—感光器件 7—光学镜片
8—短导热条 9—长导热条 10—卡箍 11—调节块 12—镜片调节垫片

为了保证电子学器件在发射过程中不受外力,与其贴合的散热结构件需要保持 $0.3\sim 0.5\text{mm}$ 间隙,在缝隙中填充具有弹性的导热介质用于传导热量并缓冲振动时对器件的撞击力。

电子学部件与感光器件的装配精度要求是感光器件的所有管脚与电路板上的电连接器的插孔全部插至根部。装配时,通过控制电路板的托框上最远点与结构支撑框之间的间隙值小于 0.1mm 来保证。

4 产品装配方案的制定

成像部件涉及光、机、电、热四个专业,制定装配方案时,首先根据各专业的关系划分出四个独立的子部件分别进行组装及测试工作,装配序列划分见图4。然后根据各专业之间的接口关系,进行成像部件的装配。制定的装配流程见图5。

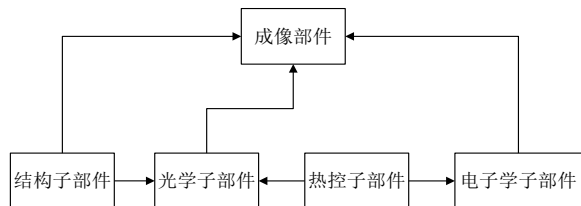


图4 成像部件装配序列划分

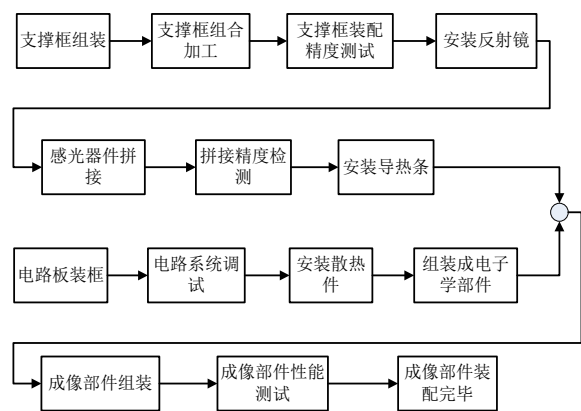


图5 装配工艺流程图

4.1 结构支撑框的组装

根据上述对装配精度要求的分析,结构支撑框装配后的形位精度应达到上、下两端面的平面度为 0.005mm 、平行度为 0.008mm ,结构装配难度较大。为了保证装配精度,采用了“组装+后加工”的工艺方案。结构支撑框前、中、后三部分的贴合面及组装后的公共面在零件加工时需要达到平面度 0.008mm 、垂直度 0.01mm 的形位精度。组装时,检测三个零件

共面度达到 0.02mm 后,紧固三者相对位置、配制定位销孔,从而保证复位精度。然后,对组装件进行组合精密加工,保证上、下两端面的平面度、平行度要求。最后进行装配精度测试,作为后续装配的数据参考。

4.2 光学拼接

光学拼接分成三部分,安装反射镜片、感光器件拼接和拼接精度测试。

安装反射镜片时,以结构支撑框的上下端面为基准,通过镜片调节垫片调整反射镜片的角度(见图3)。当镜片角度调整至满足光路指标后,配制镜片与支撑框的定位销孔。

感光器件拼接时,通过调整结构支撑框的角度,使得入射光束垂直照射到反射镜片,然后进行器件拼接。在拼接完成后检测器件管脚到结构支撑框端面的距离符合设计要求。

拼接精度测试主要考察2片感光器件之间的位置关系,从而保证光路成像位置的一致性。

4.3 导热条的安装

导热条的安装环节在光学拼接完成后进行。导热条与感光器件的贴合间隙通过调节块的厚度进行调节。长导热条的悬出端的位置要求满足尺寸公差为 $\pm 0.1\text{mm}$,安装时要求实时检测。同时,为了保证长导热条悬出端的垂直度,2处调节块的厚度偏差不得大于 0.05mm 。

4.4 电子学部件组装

电子学部件组装的主要控制点是散热件与电子学器件的间隙。综合散热件、集成电路板的材料性能、力学环境调节,散热件与电子学器件的间隙要求控制在 $0.3\sim 0.5\text{mm}$ 范围内,从而同时保证热量的有效传导且电子学器件不受外力。装配方案上,采用了配制散热件的安装孔、修配散热件与器件的贴合面两种方法保证间隙要求。

4.5 成像部件组装

成像部件组装的难点在于感光器件的所有管脚与电路板上的电连接器插座要求对插至根部,从而保证信号可以有效、可靠地传输至电子学处理电路。装配时,通过控制电路板的托框上最远点与结构支撑框之间的间隙小于 0.1mm 来保证。

5 结束语

(下转第44页)

