

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01C 11/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910067072.7

[43] 公开日 2009 年 11 月 4 日

[11] 公开号 CN 101571389A

[22] 申请日 2009.6.5

[21] 申请号 200910067072.7

[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 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

[72] 发明人 张 凯 何 欣 谭进国

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 王立伟

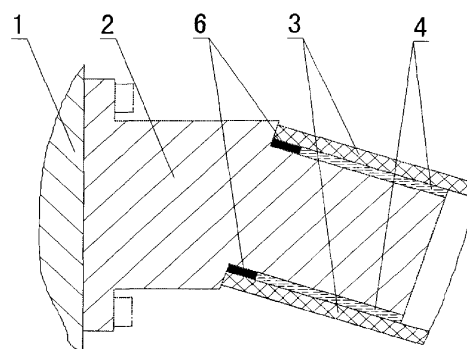
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种空间遥感相机机身结构的精密装配方法

[57] 摘要

本发明提供了一种空间遥感相机机身结构的精密装配方法。属于机身设备的装配连接技术领域。该方法是将胶层作为机身装配的闭环尺寸，装配精度和装配应力取决于胶层变形量的大小，取消了会产生较大误差的垫片，把过渡件装配方式由机械连接法的先胶接再螺纹连接，改为先螺纹连接再胶接，用金属垫片缠绕在过渡件上与支杆内孔紧密配合，通过微应力胶接法更好地达到了装配应力小、装配精度高和结构稳固牢靠的目的。胶接法减少了机身结构在敏感方向，即支杆轴向上的应力，优化了机身的受力状态。同时该方法操作简单方便，装配周期短成本低，克服了以往靠修整垫片装配方法周期长、成本高的缺点。



1、一种空间遥感相机机身结构的精密装配方法，其特征在于该精密装配方法涉及框架（1）、过渡件（2）、支杆（3）、胶层（4）、金属垫片（6），该微应力胶接法是将胶层（4）作为机身装配的闭环尺寸，取消了会产生较大误差的垫片（5），把过渡件（2）装配方式由机械连接法的先胶接再螺纹连接，改为先螺纹连接再胶接，具体装配方法如下：

1）首先将金属框架（1）之间的相对位置找正，将框架（1）和过渡件（2）的相互配合表面平面度研磨平整；

2）将支杆（3）的孔和过渡件（2）的轴的圆度研磨修整；，

3）将金属垫片（6）缠绕在过渡件（2）轴的末端，使过渡件（2）与支杆（3）内孔紧密配合；

4）在支杆（3）与过渡件（2）配合好后拿到框架 1 之间试装，在支杆（3）和框架（1）之间使用过渡件（2），过渡件（2）一侧与框架（1）螺纹连接，另一侧与支杆（3）孔轴配合，通过修整支杆（3）的长度，达到支杆（3）两端的过渡件（2）均能与框架（1）良好配合；

5）最后将过渡件（2）取下，在孔轴配合面之间涂胶后装回支杆（3）的孔内，将过渡件（2）连接到框架（1），等粘接剂（4）完全固化后便完成装配。

2、根据权利要求 1 所述的一种空间遥感相机机身结构的精密装

配方法，其特征在于为保证胶层（4）的均匀性，用金属垫片（6）缠绕在过渡件（2）上与支杆（3）内孔紧密配合，代替原先一部分胶粘剂（4）的位置，其余地方仍以胶粘剂填满，重力通过金属垫片（6）最终传递到金属框架（1）上，胶层（4）在不受力的情况下固化。

一种空间遥感相机机身结构的精密装配方法

技术领域

本发明属于空间光学精密仪器机身结构精密装配技术领域，具体为空间遥感相机机身结构装配的一种方法。

背景技术

机身结构是空间遥感相机的关键部件。主要作用是精确保证各光学元件的相对位置，形成光学成像系统，承受外界的冲击。所以机身结构需要良好的结构刚度和结构稳定性，这不仅需要在设计上有充足的保证，而且在装配环节也要有很好的实施方法。

装配效果取决于装配精度的高低和装配应力的大小。由于测量、加工和装配时都存在误差，所以必然会产生装配应力。如果装配应力较大，机身就会在装配后相当长的时间内产生持续的微量的变形，使机身丧失稳定性，导致精度下降。装配应力虽然无法完全消除，但必须采用适当的装配方法尽量减小。

为满足机身结构刚度高体积大重量轻的要求。许多长焦距大尺寸的空间相机机身大多采用分体式结构设计，以轻质高强材料制造承力结构连接多个金属框架组成，以达到减重不减刚度的作用。

已有技术采用的机械连接装配法局部剖视图如图 1 所示：

图中所示零件：框架 1，过渡件 2，支杆 3，胶层 4，修整垫片 5。

支杆 3 与金属框架 1 之间的连接是装配的主要任务，现在普遍采

用胶接方式来进行两者的连接。为提高装配工艺性，在支杆 3 和框架 1 之间使用钛合金过渡件 2，一侧与支杆 3 胶接另一侧与框架 1 螺纹连接。

装配精度要求主要是保证前、后两个金属框架 1 之间的相对位置。现在主要精密装配手段是通过精确测量框架 1 和过渡件 2 两端面之间的间距，然后修整垫片 5 的厚度和面型以正好适应该间距的方法，如图 1 所示。此方法的特点是将装配的闭环尺寸安排在修调垫片 5 的环节上。

但是该方法存在一定的缺陷：

1. 在测量垫片 5 面型时，只能通过多点测量找到与真实面型相近似的情况，无法精确测得真实面型。

2. 对单点的多次测量重复定位比较困难，修整垫片 5 时加工和检测也存在相同的问题，所以产生较大测量和加工误差。

3. 修整后的垫片 5 在装配时无法完全与测量时的状态保持一致，总会有一点旋转和偏移存在。

4. 在螺钉紧固时，摩擦力会使被连接件之间产生相对位移，直接导致机身变形。由于装配环节众多，累积误差较大，导致装配时产生较大的应力和变形，而且装配周期长成本高。这对于要求高精度的空间相机而言影响是比较大的，将直接导致相机性能下降，甚至无法完成预定任务。

发明内容

本发明改变了传统的机械装配方法，克服了其装配精度低应力大

的缺点。提供了一种简单快捷的装配方法，同时保证了更高的装配精度和更低的装配应力，并显著降低了装配的成本和周期。

为进一步提高装配精度，在工作中改用胶接法进行机身装配，即在胶粘剂固化前完成机身各零部件之间的定位，依靠胶粘剂固化来完成最后的连接任务。

微应力胶接法的特征是将胶层作为机身装配的闭环尺寸，装配精度和装配应力取决于胶层变形量的大小，如图 2 所示，其中包括框架，过渡件，支杆，胶层，金属垫片。胶接法取消了会产生较大误差的垫片，把过渡件装配方式由机械连接法的先胶接再螺纹连接，改为先螺纹连接再胶接，避免了紧固螺钉时产生的变形。

胶粘剂在固化之前为流体，装配时产生的应力传递到胶层环节时，胶粘剂可以通过流动产生自适应来吸收应力和变形，在装配应力得以释放相机机身达到稳定后胶层会在这种稳定状态下进行固化，固化后相机机身仍然会处于这种稳定状态之中，从而达到要求的高装配精度和低装配应力。

胶粘剂在固化时因挥发、冷却、交联和结晶等因素，导致体积收缩产生胶接应力，而且收缩应力大小与胶粘剂体积有关。由于胶层在沿支杆轴向收缩时不受约束，所以轴向收缩应力较小。胶层在沿支杆径向收缩时受被粘接件的约束，所以胶接应力作用方向主要为沿支杆径向，即胶层厚度方向。所使用胶粘剂最佳胶层厚度在 0.1mm~0.2mm 之间，胶粘剂收缩率小于 1%，所以收缩量约为 0.002mm，远远小于修整垫片的误差，所以胶接法装配应力明显减小。

机械连接法装配应力的作用方向为螺钉紧固方向，即沿支杆的轴向。胶接法装配应力的作用方向为胶层收缩方向，主要为沿支杆的径向。胶接法减少了机身结构在敏感方向（即支杆轴向）上的应力，优化了机身的受力状态。

但是这种胶接法仍存在一个缺点，就是在过渡件 2 与碳纤维支杆 3 胶接时，支杆 3 的孔与过渡件 2 的轴配合并胶接，由于重力因素存在使上方胶层受压力变薄下方胶层 4 受拉力变厚，由于胶层厚度存在差异固化后会在粘接处产生应力和在力学性能上产生差异，使胶层容易在薄弱处断裂，从而达不到设计要求。所以为保证胶层 4 的均匀性，对胶接法进行了改进。用薄金属垫片 6 缠绕在过渡件 2 上与支杆 3 内孔紧密配合，代替原先一部分胶粘剂 4 的位置，其余地方仍以胶粘剂 4 填满。重力通过金属垫片 6 最终传递到金属框架 1 上，胶粘剂 4 在不受力的情况下固化，从而保证了胶层厚度的均匀性，如图 3 所示。

本发明的优点：该微应力胶接法是将胶层作为机身装配的闭环尺寸，装配精度和装配应力取决于胶层变形量的大小，取消了会产生较大误差的垫片，把过渡件装配方式由机械连接法的先胶接再螺纹连接，改为先螺纹连接再胶接。通过胶接法更好地达到了装配应力小、装配精度高和结构稳固牢靠的目的。胶接法减少了机身结构在敏感方向，即支杆轴向上的应力，优化了机身的受力状态。同时该方法操作简单方便，装配周期短成本低，克服了以往靠修整垫片装配方法周期长、成本高的缺点。

附图说明

图 1 已有技术机械连接装配法局部剖视图：

图中所示零件为：框架 1，过渡件 2，碳纤维支杆 3，胶层 4，修整垫片 5。

图 2 本发明胶接装配法局部剖视图，也为摘要附图：

图中所示零件为：框架 1，过渡件 2，碳纤维支杆 3，胶层 4，金属垫片 6。

图 3 胶层均匀性控制方法剖视图：

图中所示零件为：过渡件 2，碳纤维支杆 3，胶层 4，金属垫片 6。

图 4 机身装配关系正视图：

图中所示零件为：过渡件 2，碳纤维支杆 3，胶层 4，金属垫片 6。

具体实施方式

结合附图 2、3、4，以空间遥感相机为例进一步说明本发明的具体方法：

首先将金属框架 1 之间的相对位置找正，将框架 1 和过渡件 2 的相互配合表面平面度研磨平整；碳纤维支杆 3 的孔和过渡件 2 的轴的圆度研磨好，孔轴之间配合间隙要依据所使用粘接剂性能确定。然后将薄壁金属垫片 6 宽度修剪至 4mm~5mm 左右，过窄会影响定位精度，过宽会减少胶接面积。将金属垫片 6 缠绕在过渡件 3 轴的末端，缠绕厚度最佳值为金属垫片 6 外径小于孔内径 0.02mm~0.04mm，以便于装配和胶层吸收装配应力。在支杆 3 与过渡件 2 配合好后拿到框架 1 之间试装，过渡件（2）一侧与框架（1）螺纹连接，另一侧与支杆（3）孔轴配合，通过修整支杆 3 的长度，达到支杆 3 两端的过渡件 2 均能

与框架 1 良好配合,不使框架 1 产生变形为准。最后将过渡件 2 取下,在孔轴配合面之间涂胶后装回支杆的孔内,将过渡件 2 连接到框架 1,等粘接剂 4 完全固化后便完成装配,如图 4 机身装配关系示意图所示。如果胶接面长度较长,可依据实际情况在过渡件 2 的末端按照以上方法,再缠绕一段金属垫片 6,以便更好地进行定位。

相对于机械连接法,微应力胶接法可以改善粘接件的应力分布状况,取消了有较大误差的垫片,消除了螺钉紧固时的变形,从而减小了装配应力,提高了机身的装配精度和结构稳定性。用此方法装配的空间遥感相机的机身结构,最大变形量可控制在 0.01mm 以内,而采用传统的机械装配方法,最大变形量在 0.03mm~0.05mm 甚至更大;此方法装配周期可控制在 10 天左右,而传统装配方法则需要一个月左右。

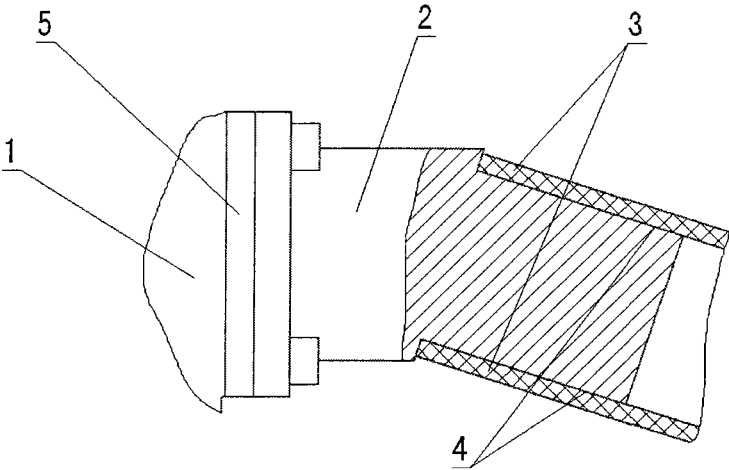


图 1

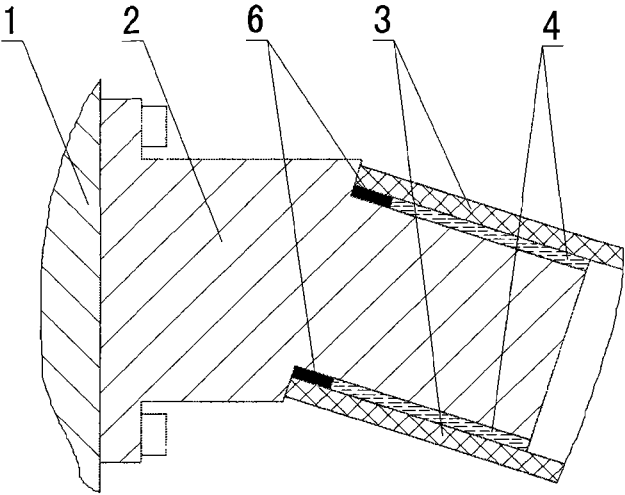


图 2

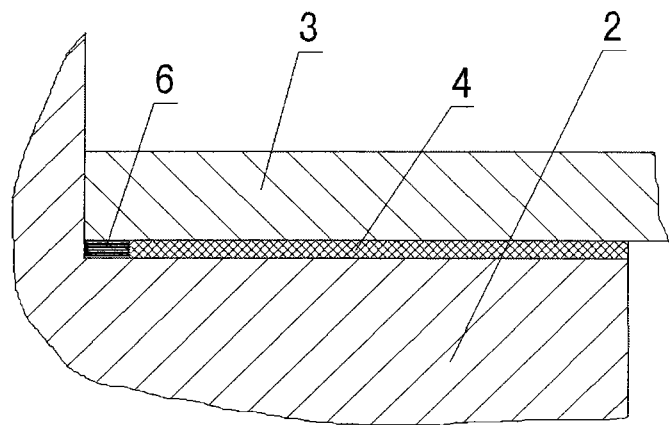


图 3

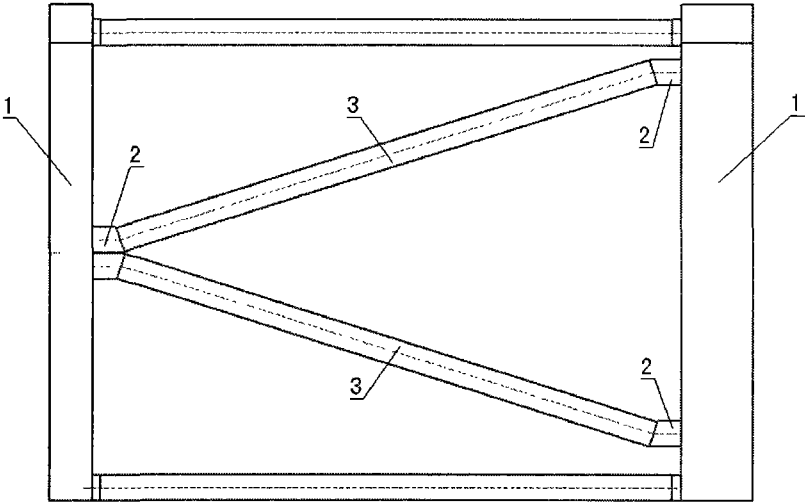


图 4