



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106763468 B

(45)授权公告日 2019.04.09

(21)申请号 201611033759.5

(22)申请日 2016.11.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106763468 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街  
114号

(72)发明人 骆海涛 王鹏 富佳 于敏  
于长帅 刘广明

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002  
代理人 何丽英

(51)Int.Cl.  
F16F 15/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 105923170 A,2016.09.07,  
CN 1663884 A,2005.09.07,  
CN 105269882 A,2016.01.27,  
CN 103863577 A,2014.06.18,  
US 2003/041548 A1,2003.03.06,  
US 5107634 A,1992.04.28,  
WO 2013/086422 A1,2013.06.13,  
张家雄等.航天器仪器安装板附加约束阻尼  
层设计与振动抑制验证.《航天器环境工程》  
.2016,第33卷(第5期),  
李洪发.大型挠性空间桁架的力学性能分析  
及被动振动控制研究.《中国优秀硕士学位论文  
全文数据库 工程科技II辑》.2009,(第07期),  
审查员 明亚玲

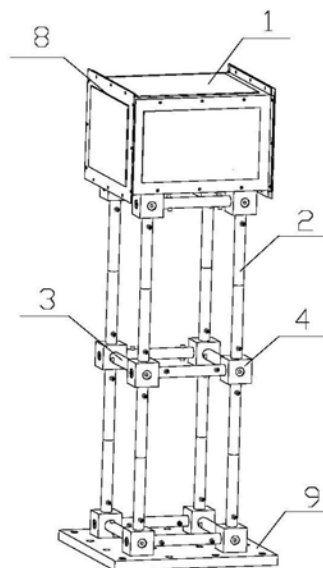
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种用于太空作业的空间桁架和航天载荷  
结构

(57)摘要

本发明涉及空间桁架和航天载荷结构,具体地说是一种用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构。包括箱体结构和空间桁架,所述空间桁架的一端与箱体结构的底部固定连接,另一端与工装连接,所述箱体结构的外壁上设有约束阻尼层。所述空间桁架包括长管组件、短管及连接方块,多组长管组件通过连接方块连接,形成多节的方形或三角形框架,相邻两个连接方块通过与长管组件垂直的短管连接。本发明具有优良的减振性能,可以通过改变粘弹性阻尼层的厚度、材料、敷加位置和敷加面积来达到最佳的减振效果,箱体结构内装有精密的光电学仪器,供宇航员进行太空作业。



1. 一种用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,其特征在于:包括箱体结构(1)和空间桁架,所述空间桁架的一端与箱体结构(1)的底部固定连接,另一端与工装(9)连接,所述箱体结构(1)的外壁上设有约束阻尼层(8);

所述空间桁架包括长管组件(2)、短管(3)及连接方块(4),多组长管组件(2)通过连接方块(4)连接,形成多节的方形或三角形框架,相邻两个连接方块(4)通过与长管组件(2)垂直的短管(3)连接;

所述长管组件(2)包括连接管(6)、自由阻尼层(7)、第一长管(10)及第二长管(11),其中连接管(6)的外表面设有自由阻尼层(7),所述第一长管(10)和第二长管(11)均套设于连接管(6)上、并与自由阻尼层(7)粘接;

所述连接管(6)为空心管,可通过改变连接管(6)的直径和长度进而改变自由阻尼层(7)的厚度、敷加位置和敷加面积。

2. 根据权利要求1所述的用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,其特征在于:所述长管组件(2)和短管(3)分别通过连接件(5)与连接方块(4)连接。

3. 根据权利要求2所述的用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,其特征在于:所述连接件(5)的一端与连接方块(4)螺纹连接,另一端与长管组件(2)或短管(3)通过螺钉连接。

4. 根据权利要求2所述的用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,其特征在于:所述连接方块(4)与长管组件(2)和短管(3)连接的面上设有螺纹孔,该螺纹孔的外端口设有定位凹槽。

5. 根据权利要求1所述的用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,其特征在于:所述空间桁架的两端分别通过连接方块(4)与所述箱体结构(1)和工装(9)连接。

6. 根据权利要求1所述的用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,其特征在于:所述箱体结构(1)外部采用板状结构,内部为中空结构,该中空结构内装有精密光电学仪器。

7. 根据权利要求1所述的用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,其特征在于:所述约束阻尼层结构(8)由阻尼层和约束层组成。

## 一种用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及空间桁架和航天载荷结构,具体地说是一种用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构。

### 背景技术

[0002] 随着航天器朝着大型化,复杂化的方向发展,空间桁架由于容易拆装、工艺性好、质量轻,且可以根据具体的需要进行结构的调节等优良属性得到了越来越广泛的应用,它也是国际空间站的重要组成部分。空间桁架的两个应用方面一个是在空间桁架的顶端连接相关的光电学设备用来分离电子设备从而降低相互间的干扰,另一个是作为支撑结构支撑空间大型可展开天线和卫星上的太阳帆板等。航天载荷里面装有精密光电学仪器,它往往和空间桁架连在一起使用。

[0003] 空间桁架和航天载荷通过运载火箭发射的过程中所经历的振动环境主要分为随机振动环境和低频正弦振动环境。随机振动主要是由起飞时的发动机排气噪声、跨音速飞行段的气动噪声和发动机燃烧室内的压力脉动等所引起的宽带随机振动。低频正弦振动主要是由pogo振动,发动机启动、熄火和级间分离所引起的弹体结构低阶模态自由振荡;由阵风和跨音速飞行段激波振荡所引起的弹体横行抖动,发动机不完全燃烧引起的低阶纵向振荡。这种低频的振动环境会使空间桁架结构遭到损坏,发生连接松散,结构件变形,性能下降的现象,同时这种振动会使光电学仪器精度下降,机械疲劳,电路瞬间短路、断路,甚至功能失效。因此,对空间桁架和航天载荷振动特性及振动抑制的研究很有必要,粘弹性阻尼层形式简单,不需要改动现有结构,质量轻,粘贴方便,阻尼性能优越,使用较少的材料就能达到较大的减振效果。这些优良属性对航天载荷是经济实用的,可以给航天事业带来更大的营运收益。而且伴随着科学技术的高速发展,这种材料技术会随之迈上一个新的台阶,其力学性能、成型工艺以及传导性能会得到逐渐提升,在未来势必会获到更为广阔的应用空间。

### 发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的在于提供一种用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构。本发明具有优良的减振性能,可以通过变换粘弹性阻尼层的厚度、材料、敷加位置、敷加面积来达到最佳的减振效果,箱体结构内装有精密的光电学仪器,供宇航员进行太空作业。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,包括箱体结构和空间桁架,所述空间桁架的一端与箱体结构的底部固定连接,另一端与工装连接,所述箱体结构的外壁上设有约束阻尼层。

[0007] 所述空间桁架包括长管组件、短管及连接方块,多组长管组件通过连接方块连接,形成多节的方形或三角形框架,相邻两个连接方块通过与长管组件垂直的短管连接。

[0008] 所述长管组件包括连接管、自由阻尼层、第一长管及第二长管,其中连接管的外表

面设有自由阻尼层,所述第一长管和第二长管均套设于连接管上、并与自由阻尼层粘接。

[0009] 所述连接管为空心管,可通过改变连接管的直径和长度进而改变自由阻尼层的厚度、敷加位置和敷加面积。

[0010] 所述长管组件和短管分别通过连接件与连接方块连接。

[0011] 所述连接件的一端与连接方块螺纹连接,另一端与长管组件或短管通过螺钉连接。

[0012] 所述连接方块与长管组件和短管连接的面上设有螺纹孔,该螺纹孔的外端口设有定位凹槽。

[0013] 所述空间桁架的两端分别通过连接方块与所述箱体结构和工装连接。

[0014] 所述箱体结构外部采用板状结构,内部为中空结构,该中空结构内装有精密光电学仪器。

[0015] 所述约束阻尼层结构由阻尼层和约束层组成。

[0016] 本发明的优点与有益效果是:

[0017] 1.本发明的几何构型一方面可以拆分成若干小部分组件,节省空间、便于组装和发射运输。另一方面具有空间延展性,可以进行横向和纵向的扩展安装,满足太空作业需求。

[0018] 2.本发明主要结构采用钛合金加工制造,质量轻且刚度性能好。通过螺纹连接各个主要结构,在箱体结构上设有约束阻尼层,从而提高减振性能。

[0019] 3.本发明采用长管组件结构,通过胶黏剂和连接管上的自由阻尼层相连,这种结构比直接在长管上敷加约束阻尼层减振效果更好,刚度更小,质量也更轻。

[0020] 4.本发明连接方块上开有定位凹槽,连接件嵌入其中使结构更加紧固,长管组件、短管通过螺钉和连接件连接,连接件通过螺钉和连接方块连接。

[0021] 5.本发明的基本原理是采用粘弹性阻尼层对空间桁架和航天载荷结构进行减振。通过改变粘弹性阻尼层的结构参数和材料参数结合质量因素设计出最优空间桁架和航天载荷结构,使箱体结构上的加速度响应值达到标准。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明的结构示意图;

[0023] 图2为本发明中长管组件的结构示意图;

[0024] 图3为本发明中连接方块与长管组件和短管的连接示意图。

[0025] 其中:1为箱体结构,2为长管组件,3为短管,4为连接方块,5为连接件,6为连接管,7为自由阻尼层,8为约束阻尼层,9为工装,10为第一长管,11为第二长管。

## 具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细描述。

[0027] 如图1所示,本发明提供了一种用于太空作业的空间桁架和航天载荷结构,包括箱体结构1和空间桁架,所述空间桁架的一端与箱体结构1的底部固定连接,另一端与工装9连接,所述箱体结构1的外壁上设有约束阻尼层8。

[0028] 所述空间桁架包括长管组件2、短管3及连接方块4,多组长管组件2通过连接方块4连接,形成多节的方形或三角形框架,相邻两个连接方块4通过与长管组件2垂直的短管3连接。本实施例中,所述空间桁架为方形框架。

[0029] 如图2所示,所述长管组件2包括连接管6、自由阻尼层7、第一长管10及第二长管11,其中连接管6的外表面设有自由阻尼层7,所述第一长管10和第二长管11均套设于连接管6上、并与自由阻尼层7粘接。

[0030] 所述连接管6为空心管,可通过改变连接管6的直径和长度进而改变自由阻尼层7的厚度、敷加位置和敷加面积。

[0031] 如图3所示,所述长管组件2和短管3分别通过连接件5与连接方块4连接。所述连接件5的一端与连接方块4螺纹连接,另一端与长管组件2或短管3插接、并通过螺钉固定连接。

[0032] 所述连接方块4与长管组件2和短管3连接的面上设有螺纹孔,该螺纹孔的外端口设有定位凹槽。所述空间桁架的两端分别通过连接方块4与所述箱体结构1和工装9连接。

[0033] 所述箱体结构1外部采用板状结构,内部为中空结构,该中空结构内装有精密光电学仪器。箱体结构1的外壁上设有约束阻尼层8,底部通过螺钉和空间桁架端部的四个连接方块4进行连接,所述箱体结构1的各个面之间通过螺钉进行连接。所述约束阻尼层结构8由阻尼层和约束层组成。

[0034] 实施例

[0035] 所述空间桁架的结构设计可以更好的起到减振作用,从而实现对箱体结构1的减振效果。所述第一长管10和第二长管11为管状构件,是壁厚为2mm的空心管,通过在连接管6上敷加自由阻尼层7,自由阻尼层7与第一长管10和第二长管11之间采用胶黏剂连接。可以通过改变连接管6的直径,长度进而改变自由阻尼层7的厚度,敷加位置和敷加面积。所述连接方块4的每个面上都开有螺纹孔,该螺纹孔和连接件5连接,这种结构具有空间延展性,可以很方便的进行扩展安装,多个连接方块4上除了和工装9、箱体结构1接触的八个面,其余各面表面中心位置有直径18mm,深度为2mm的圆形凹槽,用于连接件5的定位。所述约束阻尼层结构8是经过阻尼因子计算和比较之后的最优结构,由0.8mm厚阻尼橡胶(阻尼层)和2mm厚铝板(约束层)组成。

[0036] 本发明提供的空间桁架和航天载荷结构基于粘弹性阻尼层的结构参数和材料参数进行优化,包括约束阻尼层的阻尼层厚度、约束层厚度、阻尼层材料、敷加位置、敷加面积,自由阻尼层的阻尼层厚度、阻尼层材料、敷加位置和敷加面积,以阻尼因子和共振基频为评价标准结合质量因素得到空间桁架和航天载荷结构的最终结构样式。它可以显著提升整个空间桁架和航天载荷结构的减振性能,特别是对于航天载荷来说,减振效果明显。

[0037] 本发明以实现通过敷加粘弹性阻尼层对航天载荷进行减振为目标,采用理论、建模与仿真、实验测试相结合的方法,深入分析粘弹性阻尼层的材料参数和结构参数对于整体结构减振效果的影响。并在满足加速度响应值不超过标准值的前提下对整体结构进行优化,尽量减小结构质量,增大阻尼因子,使得空间桁架和航天载荷结构在减振性能、质量和刚度各方面都达到最优。

[0038] 以上所述仅为本发明的实施方式,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进、扩展等,均包含在本发明的保护范围内。

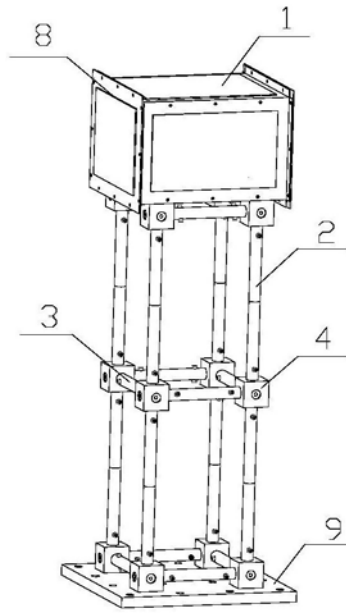


图1

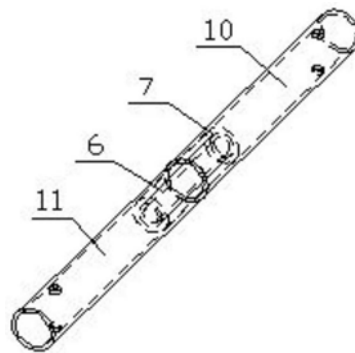


图2

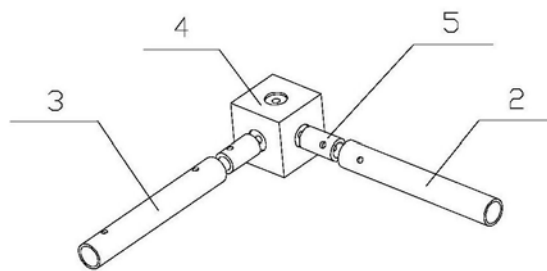


图3