



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110967206 A

(43)申请公布日 2020.04.07

(21)申请号 201911055537.7

(22)申请日 2019.10.31

(71)申请人 北京卫星制造厂有限公司

地址 100190 北京市海淀区知春路63号

(72)发明人 唐小军 邓泉 回天力 杨凤龙

谷振杰

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 臧春喜

(51) Int. Cl.

G01M 99/00(2011.01)

G01B 11/16(2006.01)

G01B 11/03(2006.01)

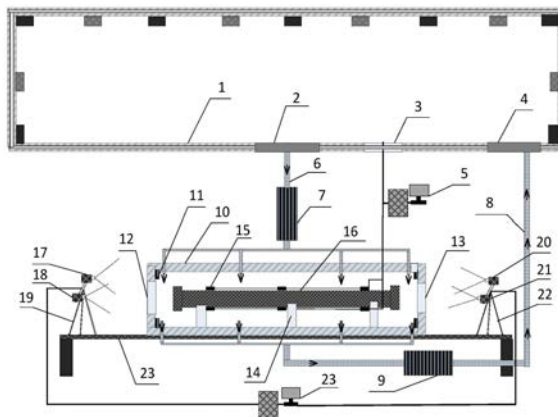
权利要求书3页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置和方法

(57)摘要

本发明公开了一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置和方法,该装置包括:高低温环境温度箱、温度测量与控制系统、导出/导回段控温介质输运管路、扩展控温箱、试件支撑模块、测温传感器、被测试件、左/右侧CCD相机 I/II、左/右侧CCD相机夹持单元、图像采集与处理系统和一体式隔振平台;扩展控温箱和左/右侧CCD相机夹持单元均设置在一体式隔振平台上;被测试件通过支撑模块设置在扩展控温箱内;测温传感器设置在被测试件表面;高低温环境温度箱通过导出/导回段控温介质输运管路与扩展控温箱连通。本发明解决了大型航天器所携带的大型伸展臂、大型展收天线、大型机械臂等细长结构在高低温环境条件下端面相对位姿难以测量的问题。



1. 一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,其特征在于,包括:高低温环境温度箱(1)、温度测量与控制系统(5)、导出段控温介质输运管路(6)、导回段控温介质输运管路(8)、扩展控温箱(10)、试件支撑模块(14)、测温传感器(15)、被测试件(16)、左侧CCD相机I(17)、左侧CCD相机II(18)、左侧CCD相机夹持单元(19)、右侧CCD相机I(20)、右侧CCD相机II(21)、右侧CCD相机夹持单元(22)、图像采集与处理系统(23)和一体式隔振平台(24);

扩展控温箱(10)设置在一体式隔振平台(24)上;

支撑模块(14)安装在扩展控温箱(10)底部,位于扩展控温箱(10)内;

被测试件(16)通过浮搁的方式支撑于支撑模块(14)上;其中,被测试件(16)的被测端面喷涂有耐高低温散斑;

测温传感器(15)设置在被测试件(16)表面;

高低温环境温度箱(1)通过导出段控温介质输运管路(6)和导回段控温介质输运管路(8)与扩展控温箱(10)连通;

左侧CCD相机夹持单元(19)和右侧CCD相机夹持单元(22)分别设置在扩展控温箱(10)的左右两侧、设置在一体式隔振平台(24)上;

左侧CCD相机I(17)和左侧CCD相机II(18)通过左侧CCD相机夹持单元(19)固定;

右侧CCD相机I(20)和右侧CCD相机II(21)通过右侧CCD相机夹持单元(22);

温度测量与控制系统(5)通过导线分别与测温传感器(15)和高低温环境温度箱(1)相连;

图像采集与处理系统(23)通过导线分别与左侧CCD相机I(17)、左侧CCD相机II(18)、右侧CCD相机I(20)和右侧CCD相机II(21)相连。

2. 根据权利要求1所述的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,其特征在于,还包括:导出段风机(7)和导回段风机(9);

导出段风机(7)安装在导出段控温介质输运管路(6)上;

导回段风机(9)安装在导回段控温介质输运管路(8)。

3. 根据权利要求1所述的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,其特征在于,高低温环境温度箱(1)的底面上设置有控温介质导出接口(2)、测控温穿舱接口(3)和控温介质导回接口(4);

导出段控温介质输运管路(6)的一端通过控温介质导出接口(2)与高低温环境温度箱(1)连通;

导回段控温介质输运管路(8)的一端通过控温介质导回接口(4)与高低温环境温度箱(1)连通;

温度测量与控制系统(5)通过导线与测控温穿舱接口(3)相连。

4. 根据权利要求1所述的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,其特征在于,还包括:左侧石英玻璃(12)和右侧石英玻璃(13);

左侧石英玻璃(12)和右侧石英玻璃(13)设置在扩展控温箱(10)的左右两侧、分别位于左侧CCD相机I(17)和左侧CCD相机II(18)、以及右侧CCD相机I(20)和右侧CCD相机II(21)的视场内。

5. 根据权利要求1所述的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,其特征在

于,还包括:测量光源(11);

测量光源(11)安装在扩展控温箱(10)内、靠近左侧石英玻璃(12)一侧的内壁上。

6.一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法,其特征在于,包括:

步骤1,搭建高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置;

步骤2,将被测试件(16)通过浮搁的方式支撑于支撑模块(14)上,并在被测试件(16)的被测端面喷涂耐高低温散斑;

步骤3,将高低温环境温度箱(1)的控温介质通过导出段控温介质输运管路(6)导出至扩展控温箱(10),实现基于高低温环境温度箱(1)内控温介质对扩展控温箱(10)的制冷或加热,并通过导回段控温介质输运管路(8)导回至扩展控温箱(10),实现控温介质在高低温环境温度箱(1)与扩展控温箱(10)之间的循环;

步骤4,打开测量光源(11),对被测试件(16)的被测端面进行补光;

步骤5,对左侧CCD相机I(17)、左侧CCD相机II(18)、右侧CCD相机I(20)和右侧CCD相机II(21)进行内外参数标定;

步骤6,启动温度测量与控制系统(5),对扩展控温箱(10)进行控温;

步骤7,在扩展控温箱(10)达到目标温度点后,采用左侧CCD相机I(17)、左侧CCD相机II(18)、右侧CCD相机I(20)和右侧CCD相机II(21)分别对被测试件(16)的两个被测端面同步进行多次图像采集,得到两个被测端面的随机散斑图像;

步骤8,重复步骤6和步骤7,得到两个被测端面在多个目标温度点的随机散斑图像;

步骤9,对两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行筛选,剔除无效随机散斑图像,得到筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像;

步骤10,对筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行解算,得到被测试件(16)的两个被测端面的位姿变化关系 $W_{Bi}-W_{Ai}$ 。

7.根据权利要求6所述的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法,其特征在于,对筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行解算,得到被测试件(16)的两个被测端面的位姿变化关系 $W_{Bi}-W_{Ai}$ ,包括:

根据标定参数,对筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行解算分别进行数字图像相关解算;并,通过图像采集与处理系统(23)对两个被测端面建立统一测量坐标系;

选取两个被测端面的被测点 $A_i$ 和 $B_i$ ;其中, $i=1\sim n$ ;

提取各被测点 $A_i$ 和各被测点 $B_i$ 在统一测量坐标系下的位移值 $W_{Ai}$ 和 $W_{Bi}$ ,进而得到两个被测端面的位姿变化关系 $W_{Bi}-W_{Ai}$ 。

8.根据权利要求6所述的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法,其特征在于,高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,包括:高低温环境温度箱(1)、温度测量与控制系统(5)、导出段控温介质输运管路(6)、导回段控温介质输运管路(8)、扩展控温箱(10)、试件支撑模块(14)、测温传感器(15)、被测试件(16)、左侧CCD相机I(17)、左侧CCD相机II(18)、左侧CCD相机夹持单元(19)、右侧CCD相机I(20)、右侧CCD相机II(21)、右侧CCD相机夹持单元(22)、图像采集与处理系统(23)和一体式隔振平台(24);

扩展控温箱(10)设置在一体式隔振平台(24)上;

支撑模块(14)安装在扩展控温箱(10)底部,位于扩展控温箱(10)内被测试件(16)通过

浮搁的方式支撑于支撑模块(14)上;其中,被测试件(16)的被测端面喷涂有耐高低温散斑;测温传感器(15)设置在被测试件(16)表面;

高低温环境温度箱(1)通过导出段控温介质运输管路(6)和导回段控温介质运输管路(8)与扩展控温箱(10)连通;

左侧CCD相机夹持单元(19)和右侧CCD相机夹持单元(22)分别设置在扩展控温箱(10)的左右两侧、设置在一体式隔振平台(24)上;

左侧CCD相机I(17)和左侧CCD相机II(18)通过左侧CCD相机夹持单元(19)固定;

右侧CCD相机I(20)和右侧CCD相机II(21)通过右侧CCD相机夹持单元(22)

温度测量与控制系统(5)通过导线分别与测温传感器(15)和高低温环境温度箱(1)相连;

图像采集与处理系统(23)通过导线分别与左侧CCD相机I(17)、左侧CCD相机II(18)、右侧CCD相机I(20)和右侧CCD相机II(21)相连。

9.根据权利要求8所述的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法,其特征在于,高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,还包括:导出段风机(7)、导回段风机(9)、左侧石英玻璃(12)、右侧石英玻璃(13)和测量光源(11);

导出段风机(7)安装在导出段控温介质运输管路(6)上;

导回段风机(9)安装在导回段控温介质运输管路(8);

左侧石英玻璃(12)和右侧石英玻璃(13)设置在扩展控温箱(10)的左右两侧、分别位于左侧CCD相机I(17)和左侧CCD相机II(18)、以及右侧CCD相机I(20)和右侧CCD相机II(21)的视场内;

测量光源(11)安装在扩展控温箱(10)内、靠近左侧石英玻璃(12)一侧的内壁上。

10.根据权利要求9所述的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法,其特征在于,高低温环境温度箱(1)的底面上设置有控温介质导出接口(2)、测控温穿舱接口(3)和控温介质导回接口(4);

导出段控温介质运输管路(6)的一端通过控温介质导出接口(2)与高低温环境温度箱(1)连通;

导回段控温介质运输管路(8)的一端通过控温介质导回接口(4)与高低温环境温度箱(1)连通;

温度测量与控制系统(5)通过导线与测控温穿舱接口(3)相连。

## 高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于结构件热变形测量技术领域,尤其涉及一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置和方法。

### 背景技术

[0002] 大型航天器所携带的大型伸展臂、大型机械臂等向超大型方向迅速发展,由米级快速向百米级跨越式发展。这类结构用于航天器的在轨展收组装、指令动作执行等,这类大型可展开结构和组装结构通常具有较大的细长比,并且需要经历空间高温、低温环境。在高低温环境下这类细长件将会产生微小变形,而由于该类结构具有细长的特点,微小变形的积累将会导致细长件端面位姿变化放大,而对于在轨展收组装、指令动作执行等均要求较高的指向精度,可以说该类航天器细长件在高低温等空间环境下端面相对位姿关系变化直接影响航天器的性能。因此通常需要充分考虑空间温度环境下该类结构的精度变化情况和规律,通过模拟空间高低温试验测量在不同温度状态下端面的相对位姿变化的进行摸底和验证。

[0003] 当前,高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量目前没有成熟设备和方法,主要有两种技术手段。一种是采用已有的大型高低温试验箱开展测量,该方法由于存在试验间尺寸与产品尺寸难以匹配,以及试验间观察窗不匹配等问题,通常需要将测试件及测试仪器放置于大型高低温试验间内进行测量,该方法需要超大型高低温试验箱,试验成本通常很高;另外,仪器设备放置于试验间内测量,其功能、性能易受高低温环境的影响,甚至无法工作,因此往往需要针对精密测量仪器研制独立的综合防护系统,除需要花费较大成本外,综合防护系统往往会给测量精度引入新的误差,另外综合防护系统往往只能做到精密测量仪器在试验环境下可以正常测量,但很难保证高低温条件下的测量基准不变化,很难用于高低温环境下细长件端面相对位姿关系的高精度测量。另外一种技术手段是根据具体被测试件尺寸、试验条件等定制专属的高低温试验系统,以满满足试验时被测试件置于试验间内,精密测量设备置于试验间外进行测量的理想测量条件;该方法能够获得较精确的测量结果,但测量过程积极复杂,成本极大。总的来说,传统测量方法主要存在测量成本大、实施复杂、测量精度差等问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的技术问题:克服现有技术的不足,提供一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置和方法,解决了大型航天器所携带的大型伸展臂、大型展收天线、大型机械臂等细长结构在高低温环境条件下端面相对位姿难以测量的问题。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明公开了一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,包括:高低温环境温度箱、温度测量与控制系统、导出段控温介质输运管路、导回段控温介质输运管路、扩展控温箱、试件支撑模块、测温传感器、被测试件、左侧CCD相机 I、左侧CCD相机 II、左侧CCD相机夹持单元、右侧CCD相机 I、右侧CCD相机 II、右侧CCD相机夹

持单元、图像采集与处理系统和一体式隔振平台；

[0006] 扩展控温箱设置在一体式隔振平台上；

[0007] 支撑模块安装在扩展控温箱底部,位于扩展控温箱内；

[0008] 被测试件通过浮搁的方式支撑于支撑模块上；其中,被测试件的被测端面喷涂有耐高低温散斑；

[0009] 测温传感器设置在被测试件表面；

[0010] 高低温环境温度箱通过导出段控温介质输运管路和导回段控温介质输运管路与扩展控温箱连通；

[0011] 左侧CCD相机夹持单元和右侧CCD相机夹持单元分别设置在扩展控温箱的左右两侧、设置在一体式隔振平台上；

[0012] 左侧CCD相机I和左侧CCD相机II通过左侧CCD相机夹持单元固定；

[0013] 右侧CCD相机I和右侧CCD相机II通过右侧CCD相机夹持单元；

[0014] 温度测量与控制系统通过导线分别与测温传感器和高低温环境温度箱相连；

[0015] 图像采集与处理系统通过导线分别与左侧CCD相机I、左侧CCD相机II、右侧CCD相机I和右侧CCD相机II相连。

[0016] 在上述高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置中,还包括:导出段风机和导回段风机；

[0017] 导出段风机安装在导出段控温介质输运管路上；

[0018] 导回段风机安装在导回段控温介质输运管路。

[0019] 在上述高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置中,高低温环境温度箱的底面上设置有控温介质导出接口、测控温穿舱接口和控温介质导回接口；

[0020] 导出段控温介质输运管路的一端通过控温介质导出接口与高低温环境温度箱连通；

[0021] 导回段控温介质输运管路的一端通过控温介质导回接口与高低温环境温度箱连通；

[0022] 温度测量与控制系统通过导线与测控温穿舱接口相连。

[0023] 在上述高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置中,还包括:左侧石英玻璃和右侧石英玻璃；

[0024] 左侧石英玻璃和右侧石英玻璃设置在扩展控温箱的左右两侧、分别位于左侧CCD相机I和左侧CCD相机II、以及右侧CCD相机I和右侧CCD相机II的视场内。

[0025] 在上述高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置中,还包括:测量光源；

[0026] 测量光源安装在扩展控温箱内、靠近左侧石英玻璃一侧的内壁上。

[0027] 相应的,本发明还公开了一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法,包括:

[0028] 步骤1,搭建高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置；

[0029] 步骤2,将被测试件通过浮搁的方式支撑于支撑模块上,并在被测试件的被测端面喷涂耐高低温散斑；

[0030] 步骤3,将高低温环境温度箱的控温介质通过导出段控温介质输运管路导出至扩展控温箱,实现基于高低温环境温度箱内控温介质对扩展控温箱的制冷或加热,并通过导

回段控温介质输运管路导回至扩展控温箱,实现控温介质在高低温环境温度箱与扩展控温箱之间的循环;

[0031] 步骤4,打开测量光源,对被测试件的被测端面进行补光;

[0032] 步骤5,对左侧CCD相机I、左侧CCD相机II、右侧CCD相机I和右侧CCD相机II进行内外参数标定;

[0033] 步骤6,启动温度测量与控制系统,对扩展控温箱进行控温;

[0034] 步骤7,在扩展控温箱达到目标温度点后,采用左侧CCD相机I、左侧CCD相机II、右侧CCD相机I和右侧CCD相机II分别对被测试件的两个被测端面同步进行多次图像采集,得到两个被测端面的随机散斑图像;

[0035] 步骤8,重复步骤6和步骤7,得到两个被测端面在多个目标温度点的随机散斑图像;

[0036] 步骤9,对两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行筛选,剔除无效随机散斑图像,得到筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像;

[0037] 步骤10,对筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行解算,得到被测试件的两个被测端面的位姿变化关系 $WB_i-WA_i$ 。

[0038] 在上述高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法中,对筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行解算,得到被测试件的两个被测端面的位姿变化关系 $WB_i-WA_i$ ,包括:

[0039] 根据标定参数,对筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行解算分别进行数字图像相关解算;并,通过图像采集与处理系统对两个被测端面建立统一测量坐标系;

[0040] 选取两个被测端面的被测点 $A_i$ 和 $B_i$ ;其中, $i=1\sim n$ ;

[0041] 提取各被测点 $A_i$ 和各被测点 $B_i$ 在统一测量坐标系下的位移值 $WA_i$ 和 $WB_i$ ,进而得到两个被测端面的位姿变化关系 $WB_i-WA_i$ 。

[0042] 在上述高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法中,高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,包括:高低温环境温度箱、温度测量与控制系统、导出段控温介质输运管路、导回段控温介质输运管路、扩展控温箱、试件支撑模块、测温传感器、被测试件、左侧CCD相机I、左侧CCD相机II、左侧CCD相机夹持单元、右侧CCD相机I、右侧CCD相机II、右侧CCD相机夹持单元、图像采集与处理系统和一体式隔振平台;

[0043] 扩展控温箱设置在一体式隔振平台上;

[0044] 支撑模块安装在扩展控温箱底部,位于扩展控温箱内

[0045] 被测试件通过浮搁的方式支撑于支撑模块上;其中,被测试件的被测端面喷涂有耐高低温散斑;

[0046] 测温传感器设置在被测试件表面;

[0047] 高低温环境温度箱通过导出段控温介质输运管路和导回段控温介质输运管路与扩展控温箱连通;

[0048] 左侧CCD相机夹持单元和右侧CCD相机夹持单元分别设置在扩展控温箱的左右两侧、设置在一体式隔振平台上;

[0049] 左侧CCD相机I和左侧CCD相机II通过左侧CCD相机夹持单元固定;

- [0050] 右侧CCD相机I和右侧CCD相机II通过右侧CCD相机夹持单元
- [0051] 温度测量与控制系统通过导线分别与测温传感器和高低温环境温度箱相连；
- [0052] 图像采集与处理系统通过导线分别与左侧CCD相机I、左侧CCD相机II、右侧CCD相机I和右侧CCD相机II相连。
- [0053] 在上述高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法中，高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置，还包括：导出段风机、导回段风机、左侧石英玻璃、右侧石英玻璃和测量光源；
- [0054] 导出段风机安装在导出段控温介质输运管路上；
- [0055] 导回段风机安装在导回段控温介质输运管路；
- [0056] 左侧石英玻璃和右侧石英玻璃设置在扩展控温箱的左右两侧、分别位于左侧CCD相机I和左侧CCD相机II、以及右侧CCD相机I和右侧CCD相机II的视场内；
- [0057] 测量光源安装在扩展控温箱内、靠近左侧石英玻璃一侧的内壁上。
- [0058] 在上述高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法中，高低温环境温度箱的底面上设置有控温介质导出接口、测控温穿舱接口和控温介质导回接口；
- [0059] 导出段控温介质输运管路的一端通过控温介质导出接口与高低温环境温度箱连通；
- [0060] 导回段控温介质输运管路的一端通过控温介质导回接口与高低温环境温度箱连通；
- [0061] 温度测量与控制系统通过导线与测控温穿舱接口相连。
- [0062] 本发明具有以下优点：
- [0063] (1) 本发明公开了一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方案，具有非接触式、高精度等优点，测量简单、通用、易实施，结构模块化，能够对不同高低温环境条件下不同长度的结构端面相对位置实现通用高精度测量。
- [0064] (2) 本发明公开了一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方案，采用扩展控温方法，可以实现基于现有高低温环境控温设备的基础上，不利用现有的测温传感器、控温软硬件系统及控温介质实现按实际所需长度及空间尺寸的高低温环境模拟，可以有效解决高低温环境下细长结构端面相对位姿关系测量中存在的控温空间不足无法测量、控温环境空间过大影响测量精度等问题，同时扩展控温方法可以复用现有环境控制系统的测温传感器、控温软硬件系统及控温介质，可以大大降低成本。
- [0065] (3) 本发明公开了一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方案，采用模块化通用设计方法，对扩展控温舱、测量平台采用结构模块化通用设计方法，解决不同长度的结构通用、快速、低成本测量的问题。

## 附图说明

- [0066] 图1是本发明实施例中一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置的结构示意图。

## 具体实施方式

- [0067] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明公开的



实施方式作进一步详细描述。

#### [0068] 实施例1

[0069] 如图1,在本实施例中,该高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置,包括:高低温环境温度箱1、温度测量与控制系统5、导出段控温介质输运管路6、导回段控温介质输运管路8、扩展控温箱10、试件支撑模块14、测温传感器15、被测试件16、左侧CCD相机I17、左侧CCD相机II18、左侧CCD相机夹持单元19、右侧CCD相机I20、右侧CCD相机II21、右侧CCD相机夹持单元22、图像采集与处理系统23和一体式隔振平台24。其中,扩展控温箱10设置在一体式隔振平台24上;支撑模块14安装在扩展控温箱10底部,位于扩展控温箱10内;被测试件16通过浮搁的方式支撑于支撑模块14上;其中,被测试件16的被测端面喷涂有耐高低温散斑;测温传感器15设置在被测试件16表面;高低温环境温度箱1通过导出段控温介质输运管路6和导回段控温介质输运管路8与扩展控温箱10连通;左侧CCD相机夹持单元19和右侧CCD相机夹持单元22分别设置在扩展控温箱10的左右两侧、设置在一体式隔振平台24上;左侧CCD相机I17和左侧CCD相机II18通过左侧CCD相机夹持单元19固定;右侧CCD相机I20和右侧CCD相机II21通过右侧CCD相机夹持单元22;温度测量与控制系统5通过导线分别与测温传感器15和高低温环境温度箱1相连;图像采集与处理系统23通过导线分别与左侧CCD相机I17、左侧CCD相机II18、右侧CCD相机I20和右侧CCD相机II21相连。

[0070] 优选的,该高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置还可以包括:导出段风机7和导回段风机9。其中,导出段风机7安装在导出段控温介质输运管路6上;导回段风机9安装在导回段控温介质输运管路8。

[0071] 优选的,该高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置还可以包括:左侧石英玻璃12和右侧石英玻璃13。其中,左侧石英玻璃12和右侧石英玻璃13设置在扩展控温箱10的左右两侧、分别位于左侧CCD相机I17和左侧CCD相机II18、以及右侧CCD相机I20和右侧CCD相机II21的视场内。

[0072] 优选的,该高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置还可以包括:测量光源11。其中,测量光源11安装在扩展控温箱10内、靠近左侧石英玻璃12一侧的内壁上。

[0073] 优选的,高低温环境温度箱1的底面上设置有控温介质导出接口2、测控温穿舱接口3和控温介质导回接口4。其中,导出段控温介质输运管路6的一端通过控温介质导出接口2与高低温环境温度箱1连通;导回段控温介质输运管路8的一端通过控温介质导回接口4与高低温环境温度箱1连通;温度测量与控制系统5通过导线与测控温穿舱接口3相连。

[0074] 其中,需要说明的是,a)被测试件包括但不限于:大型伸展臂、大型展收天线、大型机械臂等细长结构。b)扩展控温箱可以采用模块化通用设计,标准模块两端及非标模块两端均采用相同规格的法蘭设计,不同长度标准模块及非标模块的模块之间的任意组合,实现不同长度被测试件的通用、快速测量。例如,标准模块长度分为0.5m、1m、2m等,非标模块长度根据被测试件的具体长度确定,范围在0~0.5m内。进一步的,标准模块和非标模块均采用三层结构组成,即由内及外依次为:隔热材料、模块框架、隔热材料;地模块框架采用低膨胀材料加工得到。c)试件支撑模块优先低热胀系数材料(如,殷钢等)制作,形状可以采用“V”字形。d)测温传感器的数量一般不少于10个,可根据被测试件的尺寸可适当增加,多个测温传感器均匀布置于扩展控温舱空间及被测试件表面。e)测量光源为光强可调的耐高低温光源,如光强可调的耐高低温灯带。

[0075] 实施例2

[0076] 在上述实施例的基础上,本发明还公开了一种高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量方法,包括:

[0077] 步骤1,搭建高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置。

[0078] 在本实施例中,搭建得到的高低温环境下细长件端面相对位姿关系测量装置的具体结构如上述实施例1中所述,在此不再赘述。

[0079] 步骤2,将被测试件16通过浮搁的方式支撑于支撑模块14上,并在被测试件16的被测端面喷涂耐高低温散斑。

[0080] 步骤3,将高低温环境温度箱1的控温介质通过导出段控温介质输运管路6导出至扩展控温箱10,实现基于高低温环境温度箱1内控温介质对扩展控温箱10的制冷或加热,并通过导回段控温介质输运管路8导回至扩展控温箱10,实现控温介质在高低温环境温度箱1与扩展控温箱10之间的循环。

[0081] 步骤4,打开测量光源11,对被测试件16的被测端面进行补光。

[0082] 步骤5,对左侧CCD相机I17、左侧CCD相机II18、右侧CCD相机I20和右侧CCD相机II21进行内外参数标定。

[0083] 步骤6,启动温度测量与控制系统5,对扩展控温箱10进行控温。

[0084] 步骤7,在扩展控温箱10达到目标温度点后,采用左侧CCD相机I17、左侧CCD相机II18、右侧CCD相机I20和右侧CCD相机II21分别对被测试件16的两个被测端面同步进行多次图像采集不少于20次,得到两个被测端面的随机散斑图像。

[0085] 步骤8,重复步骤6和步骤7,得到两个被测端面在多个目标温度点的随机散斑图像。

[0086] 步骤9,对两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行筛选,剔除无效随机散斑图像(即,质量欠佳的随机散斑图像),得到筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像。

[0087] 步骤10,对筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行解算,得到被测试件16的两个被测端面的位姿变化关系 $W_{Bi}-W_{Ai}$ 。

[0088] 在本实施例中,可以根据标定参数,对筛选后的两个被测端面在所有目标温度点的随机散斑图像进行解算分别进行数字图像相关解算;并,通过图像采集与处理系统23对两个被测端面建立统一测量坐标系;选取两个被测端面的被测点 $A_i$ 和 $B_i$ ;提取各被测点 $A_i$ 和各被测点 $B_i$ 在统一测量坐标系下的位移值 $W_{Ai}$ 和 $W_{Bi}$ ,进而得到两个被测端面的位姿变化关系 $W_{Bi}-W_{Ai}$ 。其中, $i=1\sim n$ 。

[0089] 本发明虽然已以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改,因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。

[0090] 本发明说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员的公知技术。

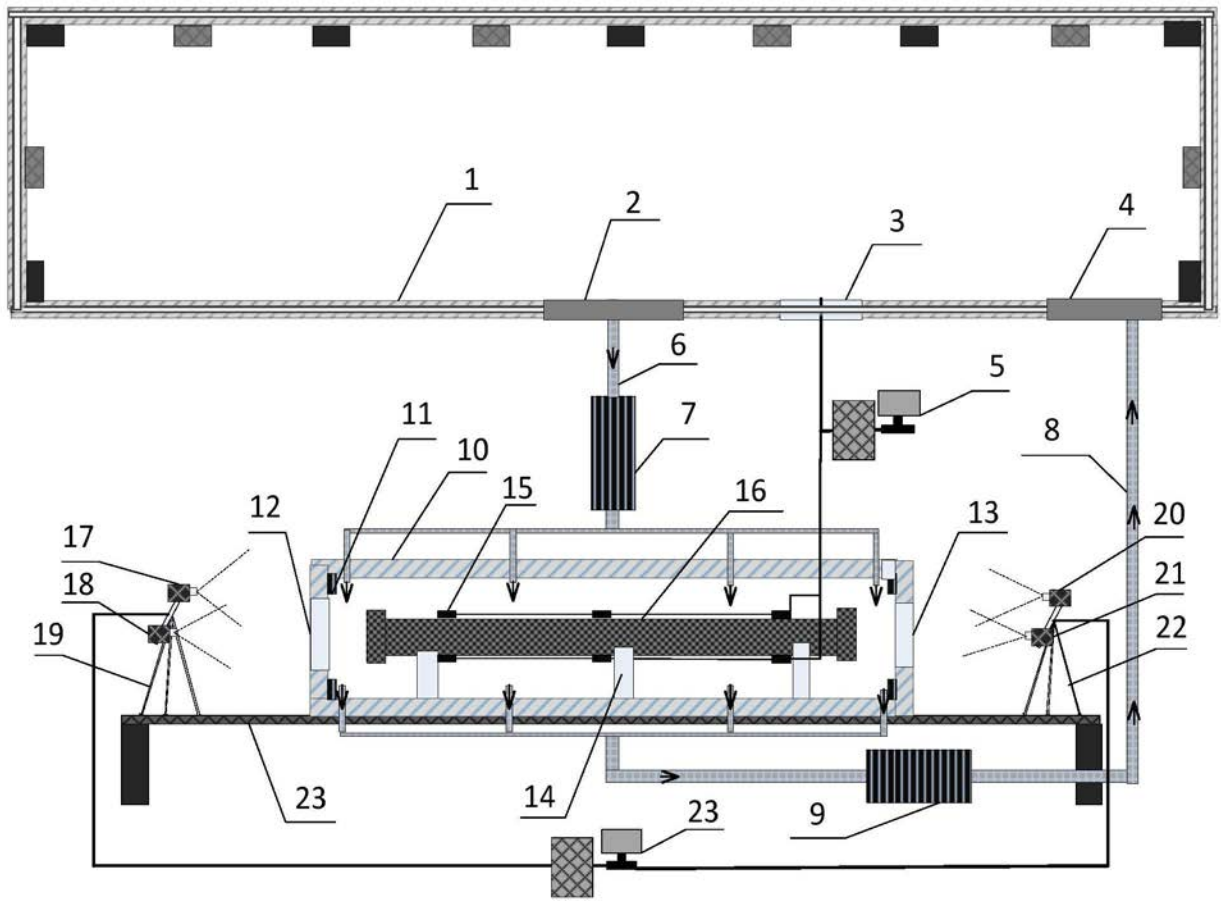


图1