



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108414184 A

(43)申请公布日 2018.08.17

(21)申请号 201810229236.0

(22)申请日 2018.03.16

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工
路2号

(72)发明人 任宗金 任明帅 徐田国 张军
贾振元 孙聪 化梅 刘帅

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心
21200

代理人 温福雪 侯明远

(51)Int.Cl.

G01M 9/04(2006.01)

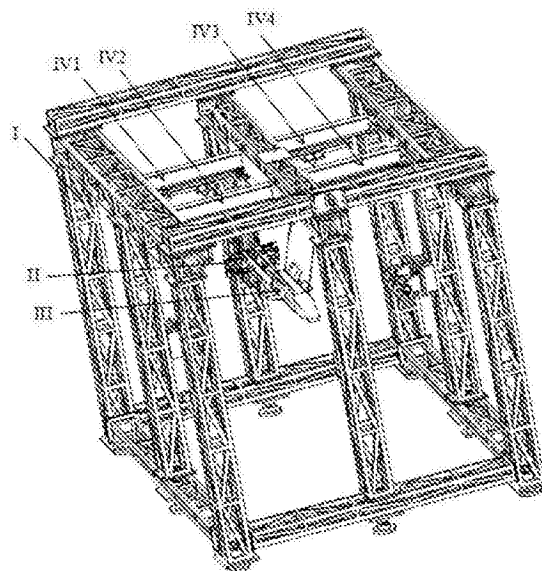
权利要求书3页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置及方法

(57)摘要

本发明属于传感器及测控技术领域,涉及一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置及方法,用于飞行器模型空间六维力测量。该装置包括支撑架、双尾支撑系统和张线支撑系统。支撑架是由多个纵向横梁和竖梁组成的立方体结构;张线支撑系统共四个,均布在支撑架顶部相邻两个纵向横梁之间,四者底部分别连接一根张线,张线的另一端连接飞行器模型的背部;双尾支撑系统安装在支撑架的竖梁上,双尾支撑系统上设有两根水平刚性杆,水平刚性杆的另一端固定连接在飞行器模型的尾部,实现飞行器模型的尾部双杆支撑。本发明兼具张线支撑气动干扰小和硬式支撑系统稳定性好的优点,能够有效解决狭长、大质量飞行器模型在单独尾支撑方式时的大振动、失稳难题。



1. 一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置,其特征在于,所述的基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置包括支撑架(I)、双尾支撑系统(II)和张线支撑系统(IV);

所述的支撑架(I)是由多个纵向横梁和竖梁组成的立方体框架结构;所述的张线支撑系统(IV)共四个,分别为第一张线支撑系统(IV1)、第二张线支撑系统(IV2)、第三张线支撑系统(IV3)和第四张线支撑系统(IV4),四者均布在支撑架(I)顶部相邻两个纵向横梁之间,四者分别与一根张线(V)的一端连接,四根张线(V)的另一端与飞行器模型(III)的背部连接;所述的双尾支撑系统(II)安装在支撑架(I)的竖梁上,位于立方体框架结构内部,双尾支撑系统(II)上设有两根尾撑杆(27),尾撑杆(27)固定连接在飞行器模型(III)的尾部,实现飞行器模型(III)的尾部双杆支撑;

所述的张线支撑系统(IV),包括伺服电机a(1)、燕尾导轨滑台(2)、燕尾导轨滑块(3)、转接板a(4)、伺服电机b(5)、滚珠丝杆a(6)、张线夹(7)、张线拉紧器(8)、光导轨杆(11)、直线导轨滑块(12)、直线导轨滑台a(13)、直线导轨副(14)、转接板b(15)和H型横梁(16);所述的燕尾导轨滑台(2)固定在支撑架(I)的纵向横梁(I-1)上,燕尾导轨滑台(2)上设有燕尾导轨滑块(3),伺服电机a(1)带动燕尾导轨滑块(3)沿燕尾导轨滑台(2)运动;所述的转接板a(4)固定在燕尾导轨滑块(3)上;所述的直线导轨副(14)通过转接板b(15)连接在支撑架(I)的纵向横梁(I-2)上,直线导轨副(14)上设有滑块;所述的H型横梁(16)一端固定安装在转接板a(4)上,与燕尾导轨滑块(3)同步运动;H型横梁(16)的另一端安装在转接板b(15)上,并与直线导轨副(14)的滑块连接;所述的直线导轨滑台a(13)安装在H型横梁(16)的底部,其上设有滚珠丝杠a(6)、光导轨杆(11)和直线导轨滑块(12);所述滚珠丝杠a(6)安装在所述直线滑台a(13)的纵向中间位置;所述的两根光导轨杆安装在所述滚珠丝杠a(6)的两侧成对称分布;所述直线导轨滑块(12)安装在光导轨杆(11)上;所述滚珠丝杠a(6)的一端安装有伺服电机b(5);所述的张线夹(7)安装在直线导轨滑块(12)的底部;所述的张线拉紧器(8)安装在张线夹(7)的底部;所述的张线拉紧器(8)由拉紧器套(9)和两个调紧器(10)构成;所述的拉紧器套(9)带有反向螺纹孔,两个调紧器(10)分别安装在拉紧器套(9)的两端;端部的调紧器(10)与张线(V)连接,通过转动拉紧器套(9),实现张线(V)长度的调节;

所述的双尾支撑系统(II)包括直线导轨滑台b(20)、承载板b(21)、直线导轨滑台c(22)、伺服电机d(23-1)、伺服电机e(23-2)、滚珠丝杆c(24-1)、滚珠丝杆d(24-2)、横向底座a(25-1)、横向底座b(25-2)、锥孔座a(26-1)、锥孔座b(26-2)、尾撑杆a(27-1)、尾撑杆b(27-2)和H型转接板(28);所述的直线导轨滑台b(20)通过H型转接板(28)固定安装在支撑架(I)的竖梁上;直线导轨滑台b(20)上设有滑块、承载板a(18)和滚珠丝杆b(19),承载板a(18)、滚珠丝杆b(19)与直线导轨滑台b(20)的轨道平行;滚珠丝杆b(19)安装于直线导轨滑台b(20)的滑块上,承载板a(18)位于滚珠丝杆b(19)的两侧;所述的滚珠丝杆b(19)与伺服电机c(17)连接,伺服电机c(17)带动滚珠丝杆b(19)转动,进而滑块沿滚珠丝杆b(19)运动,同时将一部分力分载到承载板a(18)上;所述的直线导轨滑台c(22)为左右对称结构,与直线导轨滑台b(20)垂直布置;所述的直线导轨滑台c(22)与直线导轨滑台b(20)的滑块相接触,直线导轨滑台c(22)随直线导轨滑台b(20)的滑块沿滚珠丝杆b(19)做直线运动,实现双尾支撑系统(II)高度的调节;所述的直线导轨滑台c(22)上沿水平方向安装有同轴的滚珠丝杆c(24-1)和滚珠丝杆d(24-2),滚珠丝杆c(24-1)和滚珠丝杆d(24-2)安装在直线导轨滑台c(22)上的滑块上;滚珠丝杆c(24-1)与伺服电机d(23-1)连接,滚珠丝杆d(24-2)与伺服电机

e (23-2) 连接;直线导轨滑台c (22) 上的滑块随着滚珠丝杆c (24-1) 和滚珠丝杆d (24-2) 而运动;所述的横向底座a (25-1) 和横向底座b (25-2) 安装在直线导轨滑台c (22) 的滑块上,横向底座a (25-1) 和横向底座b (25-2) 上分别设有锥孔座a (26-1) 和锥孔座b (26-2);所述的尾撑杆a (27-1) 和尾撑杆b (27-2) 分别穿过锥孔座a (26-1) 和锥孔座b (26-2),从而固定在横向底座a (25-1) 和横向底座b (25-2) 上;尾撑杆a (27-1) 和尾撑杆b (27-2) 的另一端与飞行器模型(III)尾部端面上两侧位置的锥形尾撑孔连接,尾撑杆a (27-1) 和尾撑杆b (27-2) 的对称分布在所述飞行器模型(III)的两侧,且与飞行器模型(III)的轴线平行;尾撑杆a (27-1) 和尾撑杆b (27-2) 随直线导轨滑台c (22) 上的滑块运动,同时将一部分力分载到承载板b (21) 上,实现了双尾支撑装置跨距的调节;

所述的张线(V)与飞行器模型(III)的连接处安装单向力压电传感器,用于测量张线的张力;

所述的尾撑杆a (27-1) 和尾撑杆b (27-2) 与飞行器模型(III)尾部的连接处安装三向力压电传感器,用于测量刚性尾撑杆所受的三向力。

2. 一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑方法,其特征在于,步骤如下:

在模型的重心处建立空间直角坐标系0-XYZ,单向力传感器测量的张线张力分别为 F_1, F_2, F_3, F_4 ;安装在尾部支撑杆的两个三向力传感器测量并输出尾撑杆支撑模型的刚性连接沿坐标轴的三个分力 F_{x1}, F_{y1}, F_{z1} 与 F_{x2}, F_{y2}, F_{z2} ;将模型视为固定不动,根据静力学平衡原理,建立模型所受六维力的方程,见公式(1):

$$\begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ M_x \\ M_y \\ M_z \end{bmatrix} = -A \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \\ F_{x1} \\ F_{y1} \\ F_{z1} \\ F_{x2} \\ F_{y2} \\ F_{z2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中,矩阵A为

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\cos\theta & \cos\theta & \cos\theta & -\cos\theta & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta & \sin\theta & \sin\theta & \sin\theta & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ y_1 \sin\theta + z_1 \cos\theta & y_2 \sin\theta - z_2 \cos\theta & y_3 \sin\theta - z_3 \cos\theta & y_4 \sin\theta + z_4 \cos\theta & 0 & -z_{w1} & y_{w1} & 0 & -z_{w2} & y_{w2} \\ -x_1 \sin\theta & -x_2 \sin\theta & -x_3 \sin\theta & -x_4 \sin\theta & z_{w1} & 0 & -x_{w1} & z_{w2} & 0 & -x_{w2} \\ -x_1 \cos\theta & x_2 \cos\theta & x_3 \cos\theta & -x_4 \cos\theta & -y_{w1} & x_{w1} & 0 & -y_{w2} & x_{w2} & 0 \end{bmatrix}$$

矩阵A中, θ 表示张线与水平面XOY的夹角; x_i, y_i, z_i 表示张线与模型连接处在参考坐标系0-XYZ中的坐标, $i=1\sim 4$,即把单向力传感器看作质点, x_i, y_i, z_i 表示质点在所建空间坐标系上的坐标; x_{wi}, y_{wi}, z_{wi} 表示尾支撑处三向力传感器在所建立的参考坐标系中的坐标, i

=1~2;

将各个传感器测出的力值 $F_1, F_2, F_3, F_4, F_{x1}, F_{y1}, F_{z1}$ 与 F_{x2}, F_{y2}, F_{z2} ,代入方程1,实现模型所受空间六维力的求解。

一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于传感器及测控技术领域,涉及一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置及方法,用于飞行器模型空间六维力测量。

背景技术

[0002] 风洞是根据空气动力学原理研制的、对飞行器模型进行测试的大型设备。风洞试验是指将飞行器模型或部分部件置于风洞中,通过施加人工气流来模拟各种飞行时的状况,以检测模型在此环境下的空气力学特性。力学性能测量研究,对飞行器的材料选择、零件设计、结构设计等都有重要的指导意义。在进行风洞试验时,需要使用模型支撑系统将被测模型支撑在风洞通道中。但是在风洞风场中,支撑系统会干扰模型周围的流场,由此产生的支架干扰会极大地干扰飞行器模型空气力学特性的测量结果。为解决支架干扰问题,提出一种张线式测量天平用于模型在风洞试验中的支撑和力学性能测量。张线式测量天平可以降低支架干扰的影响,但是张线支撑在模型上的吊点破坏了模型的外形,会改变模型附近的流场,也很难避开脱体涡的敏感区,同时由于其稳定性不高,在试验中极易发生摆动,影响测试精度。

[0003] 本发明提出一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置及方法。组合支撑兼具张线支撑气动干扰小和硬式支撑系统稳定性好的优点,有效解决狭长、大质量航空器模型在单独尾支撑方式时的大振动、失稳难题。为实现尾部双支撑和张线支撑的组合支撑方式,本发明设计了一种组合支撑系统。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是狭长、大质量航空器模型在单独尾支撑方式时的大振动、失稳难题,提供一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置及方法,兼具张线支撑气动干扰小和硬式支撑系统稳定性好的优点。

[0005] 本发明的技术方案:

[0006] 一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置,包括支撑架I、双尾支撑系统II和张线支撑系统IV。

[0007] 所述的支撑架I是由多个纵向横梁和竖梁组成的立方体框架结构;所述的张线支撑系统IV共四个,分别为第一张线支撑系统IV1、第二张线支撑系统IV2、第三张线支撑系统IV3和第四张线支撑系统IV4,四者均布在支撑架I顶部相邻两个纵向横梁之间,四者分别与一根张线V的一端连接,四根张线V的另一端与飞行器模型III的背部连接;所述的双尾支撑系统II安装在支撑架I的竖梁上,位于立方体框架结构内部,双尾支撑系统II上设有两根尾撑杆27,尾撑杆27固定连接在飞行器模型III的尾部,实现飞行器模型III的尾部双杆支撑。

[0008] 所述的张线支撑系统IV,包括伺服电机a1、燕尾导轨滑台2、燕尾导轨滑块3、转接板a4、伺服电机b5、滚珠丝杆a6、张线夹7、张线拉紧器8、光导轨杆11、直线导轨滑块12、直线导轨滑台a13、直线导轨副14、转接板b15和H型横梁16;所述的燕尾导轨滑台2固定在支撑架

I的纵向横梁I-1上,燕尾导轨滑台2上设有燕尾导轨滑块3,伺服电机a1带动燕尾导轨滑块3沿燕尾导轨滑台2运动;所述的转接板a4固定在燕尾导轨滑块3上;所述的直线导轨副14通过转接板b15连接在支撑架I的纵向横梁I-2上,直线导轨副14上设有滑块;所述的H型横梁16一端固定安装在转接板a4上,与燕尾导轨滑块3同步运动;H型横梁16的另一端安装在转接板b15上,并与直线导轨副14的滑块连接;所述的直线导轨滑台a13安装在H型横梁16的底部,其上设有滚珠丝杠a6、光导轨杆11和直线导轨滑块12;所述滚珠丝杠a6安装在所述直线滑台a13的纵向中间位置;所述的两根光导轨杆安装在所述滚珠丝杠a6的两侧成对称分布;所述直线导轨滑块12安装在光导轨杆11上;所述滚珠丝杠a6的一端安装有伺服电机b5;所述的张线夹7安装在直线导轨滑块12的底部;所述的张线拉紧器8安装在张线夹7的底部;所述的张线拉紧器8由拉紧器套9和两个调紧器10构成;所述的拉紧器套9带有反向螺纹孔,两个调紧器10分别安装在拉紧器套9的两端;端部的调紧器10与张线V连接,通过转动拉紧器套9,实现张线V长度的调节。

[0009] 所述的双尾支撑系统II包括直线导轨滑台b20、承载板b21、直线导轨滑台c22、伺服电机d23-1、伺服电机e23-2、滚珠丝杠c24-1、滚珠丝杠d24-2、横向底座a25-1、横向底座b25-2、锥孔座a26-1、锥孔座b26-2、尾撑杆a27-1、尾撑杆b27-2和H型转接板28;所述的直线导轨滑台b20通过H型转接板28固定安装在支撑架I的竖梁上;直线导轨滑台b20上设有滑块、承载板a18和滚珠丝杠b19,承载板a18、滚珠丝杠b19与直线导轨滑台b20的轨道平行;滚珠丝杠b19安装于直线导轨滑台b20的滑块上,承载板a18位于滚珠丝杠b19的两侧;所述的滚珠丝杠b19与伺服电机c17连接,伺服电机c17带动滚珠丝杠b19转动,进而滑块沿滚珠丝杠b19运动,同时将一部分力分载到承载板a18上;所述的直线导轨滑台c22为左右对称结构,与直线导轨滑台b20垂直布置;所述的直线导轨滑台c22与直线导轨滑台b20的滑块相接触,直线导轨滑台c22随直线导轨滑台b20的滑块沿滚珠丝杠b19做直线运动,实现双尾支撑系统II高度的调节;所述的直线导轨滑台c22上沿水平方向安装有同轴的滚珠丝杠c24-1和滚珠丝杠d24-2,滚珠丝杠c24-1和滚珠丝杠d24-2安装在直线导轨滑台c22上的滑块上;滚珠丝杠c24-1与伺服电机d23-1连接,滚珠丝杠d24-2与伺服电机e23-2连接;直线导轨滑台c22上的滑块随着滚珠丝杠c24-1和滚珠丝杠d24-2而运动;所述的横向底座a25-1和横向底座b25-2安装在直线导轨滑台c22的滑块上,横向底座a25-1和横向底座b25-2上分别设有锥孔座a26-1和锥孔座b26-2;所述的尾撑杆a27-1和尾撑杆b27-2分别穿过锥孔座a26-1和锥孔座b26-2,从而固定在横向底座a25-1和横向底座b25-2上;尾撑杆a27-1和尾撑杆b27-2的另一端与飞行器模型III尾部端面上两侧位置的锥形尾撑孔连接,尾撑杆a27-1和尾撑杆b27-2的对称分布在所述飞行器模型III的两侧,且与飞行器模型III的轴线平行;尾撑杆a27-1和尾撑杆b27-2随直线导轨滑台c22上的滑块运动,同时将一部分力分载到承载板b21上,实现了双尾支撑装置跨距的调节。

[0010] 所述的张线V与飞行器模型III的连接处安装单向力压电传感器,用于测量张线的张力。

[0011] 所述的尾撑杆a27-1和尾撑杆b27-2与飞行器模型III尾部的连接处安装三向力压电传感器,用于测量刚性尾撑杆所受的三向力。

[0012] 一种基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑方法,步骤如下:

[0013] 在模型的重心处建立空间直角坐标系O-XYZ,单向力传感器测量的张线张力分别

为 F_1, F_2, F_3, F_4 ;安装在尾部支撑杆的两个三向力传感器测量并输出尾撑杆支撑模型的刚性连接沿坐标轴的三个分力 F_{x1}, F_{y1}, F_{z1} 与 F_{x2}, F_{y2}, F_{z2} ;将模型视为固定不动,根据静力学平衡原理,建立模型所受六维力的方程,见公式(1):

$$[0014] \quad \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ M_x \\ M_y \\ M_z \end{bmatrix} = -A \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \\ F_{x1} \\ F_{y1} \\ F_{z1} \\ F_{x2} \\ F_{y2} \\ F_{z2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0015] 式中,矩阵A为

$$[0016] \quad \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\cos\theta & \cos\theta & \cos\theta & -\cos\theta & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta & \sin\theta & \sin\theta & \sin\theta & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ y_1 \sin\theta + z_1 \cos\theta & y_2 \sin\theta - z_2 \cos\theta & y_3 \sin\theta - z_3 \cos\theta & y_4 \sin\theta + z_4 \cos\theta & 0 & -z_{w1} & y_{w1} & 0 & -z_{w2} & y_{w2} \\ -x_1 \sin\theta & -x_2 \sin\theta & -x_3 \sin\theta & -x_4 \sin\theta & z_{w1} & 0 & -x_{w1} & z_{w2} & 0 & -x_{w2} \\ -x_1 \cos\theta & x_2 \cos\theta & x_3 \cos\theta & -x_4 \cos\theta & -y_{w1} & x_{w1} & 0 & -y_{w2} & x_{w2} & 0 \end{bmatrix}$$

[0017] 矩阵A中, θ 表示张线与水平面XOY的夹角; x_i, y_i, z_i 表示张线与模型连接处在参考坐标系O-XYZ中的坐标, $i=1\sim 4$,即把单向力传感器看作质点, x_i, y_i, z_i 表示质点在所建空间坐标系上的坐标; x_{wi}, y_{wi}, z_{wi} 表示尾支撑处三向力传感器在所建立的参考坐标系中的坐标, $i=1\sim 2$;

[0018] 将各个传感器测出的力值 $F_1, F_2, F_3, F_4, F_{x1}, F_{y1}, F_{z1}$ 与 F_{x2}, F_{y2}, F_{z2} ,代入方程1,实现模型所受空间六维力的求解。

[0019] 本发明的有益效果为:本发明兼具了张线支撑干扰小和硬式支撑系统稳定性好的优点,解决了狭长、大质量模型在单独尾支撑方式时的大振动、失稳难题,并实现对所述飞行器模型所受空间六维力的精确测量,增加了张线辅助支撑后,可减小尾支撑的设计尺寸,同时提高了模型所受六维力的测量精度。设计的张线支撑系统,将张线与平面XOY的夹角 θ 的线——面角分解为张线在面XOZ的投影线与X轴的夹角 α 与张线在面YOZ的投影线与Y轴的夹角 β ,通过伺服电机驱动燕尾导轨滑台可以精确控制改变角 α 和驱动直线导轨滑台可以精确控制改变角 β ,可实现方程中 θ 的改变,用以研究不同 θ 对空间六维力测量结果精度的影响;双尾支撑系统通过驱动伺服电机实现尾部支撑杆的高度调节和两个尾撑杆的间距调节,以适应不同模型的测量;双尾支撑系统使用承载板实现将导轨承重转移到承载板上,提高了尾部支撑系统的承重能力;使用张线调节器实现张线长度的调节,从而实现张线角度和模型位姿的调节。

附图说明

- [0020] 图1是基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置结构整体示意图；
- [0021] 图2是基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置结构左视图；
- [0022] 图3是单个张线支撑系统结构主视图；
- [0023] 图4是单个张线支撑系统结构整体示意图；
- [0024] 图5是双尾支撑系统结构主视图；
- [0025] 图6是双尾支撑系统结构俯视图。
- [0026] 图中：I支撑架；I-1纵向横梁；I-2纵向横梁；II双尾支撑系统；
- [0027] III飞行器模型；IV张线支撑系统；IV1第一张线支撑系统；
- [0028] IV2第二张线支撑系统；IV3第三张线支撑系统；IV4第四张线支撑系统；
- [0029] V张线；1伺服电机a；2燕尾导轨滑台；3燕尾导轨滑块；4转接板a；
- [0030] 5伺服电机b；6滚珠丝杆a；7张线夹；8张线拉紧器；9拉紧器套；
- [0031] 10调紧器；11光导轨杆；12直线导轨滑块；13直线导轨滑台a；
- [0032] 14直线导轨副；15转接板b；16H型横梁；17伺服电机c；18承载板a；
- [0033] 19滚珠丝杆b；20直线导轨滑台b；21承载板b；22直线导轨滑台c；
- [0034] 23-1伺服电机d；23-2伺服电机e；24-1滚珠丝杆c；24-2滚珠丝杆d；
- [0035] 25-1横向底座a；25-2横向底座b；26-1锥孔座a；26-2锥孔座b；
- [0036] 27-1尾撑杆a；27-2尾撑杆b；28H型转接板。

具体实施方式

[0037] 以下结合附图和技术方案,进一步说明本发明的具体实施方式。

[0038] 图1、2所示为基于双尾支撑和张线支撑的模型支撑装置结构示意图。其中,双尾支撑系统II固定在支撑架I的竖梁上,四组张线支撑系统IV1~4均布在支撑架I顶部两侧的纵向横梁上,飞行器模型III通过尾撑杆27和张线V与双尾支撑系统II和张线支撑系统IV连接。由于四组张线支撑系统结构相同,故以其中一组阐述具体实施方式。

[0039] 如图1所示,四个张线支撑系统IV1~4通过螺栓固定在两侧的纵梁上,实现张线的连接及调节;尾撑杆27垂直置于支撑架I的竖梁,实现尾撑的连接及调节。V张线在纵向横梁上的直线移动可以实现张线在空间内的角度变化,四个张线支撑系统结构相同,以其中一个阐述具体实施方式。

[0040] 如图3和图4所示,燕尾导轨滑台2通过螺栓固定在纵向横梁I-1上。当伺服电机a1带动滚珠丝杆转动时,滚珠丝杆上的螺母会沿杆做直线运动,从而带动燕尾导轨滑块3沿燕尾导轨滑台2运动。直线导轨副14的滑台通过转接板b15连接在纵向横梁I-2上。H型横梁16的一端通过转接板b4与燕尾导轨滑块3连接在一起,另一端与直线导轨副14的滑块相连接,并随着燕尾导轨滑块3的移动而移动。电机直线导轨滑台13安装在H型横梁16的底部,当伺服电机b5带动滚珠丝杆a6转动时,滚珠丝杆a6上的螺母会沿杆产生直线运动。两根光导轨杆12与滚珠丝杆a6平行安装在直线导轨滑台13上,直线导轨滑块11安装在两根光导轨杆12上。当螺母运动时,会带动滑块11一同运动,从而带动固定在滑块11上的张线夹7产生沿光导轨杆12的直线运动。通过伺服电机a5驱动滚珠丝杠a6产生的沿燕尾导轨台2和直线导轨

副14的直线运动,张线夹7可以改变空间位置,从而改变张线在空间中的角度。

[0041] 如图3所示,两个带有螺纹的调紧器10与两端带有反向螺纹孔的拉紧器套9连接在一起组成张线调节器8,调紧器10与图1中的张线V连接,进而与飞行器模型III连接在一起。通过转动拉紧器套9,可以实现张线V长度的调节。

[0042] 如图5和图6所示,直线导轨滑台b20通过H型转接板28固定在竖梁上,直线导轨滑台b20上装有滚珠丝杆19和与其平行的承载板18,当伺服电机c17带动滚珠丝杆b19转动时,直线导轨滑台b20上的滑块沿丝杆b19运动,同时将一部分力分载到承载板a18上。具有两个伺服电机且同轴的直线导轨滑台c22与滑台20垂直放置,且跟随滑块滚珠丝杆b19做直线运动,实现了双尾支撑装置高度的调节。直线导轨滑台c22上置有两个同轴的滚珠丝杆c24-1和滚珠丝杆d24-2,由于其布置完全对称,现以其中一个说明布置方式。当伺服电机d23-1带动滚珠丝杆c24-1转动时,直线导轨滑台c22上的滑块沿滚珠丝杆c24-1运动。横向底座a25-1、锥孔座a26-1和尾撑杆a27-1一起随滑块运动,同时将一部分力分载到承载板b21上,实现了双尾支撑装置跨距的调节。

[0043] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式,并非用以限定本发明的范围。任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作的等同变化、修改与结合,均应属于本发明保护的范围。

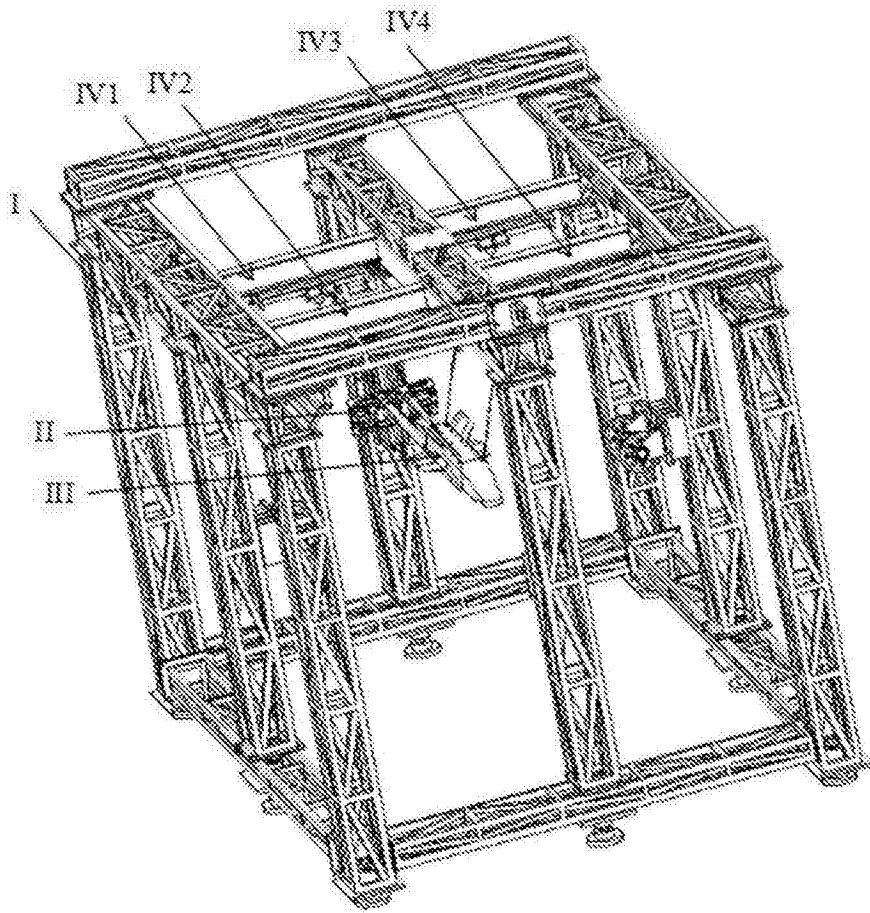


图1

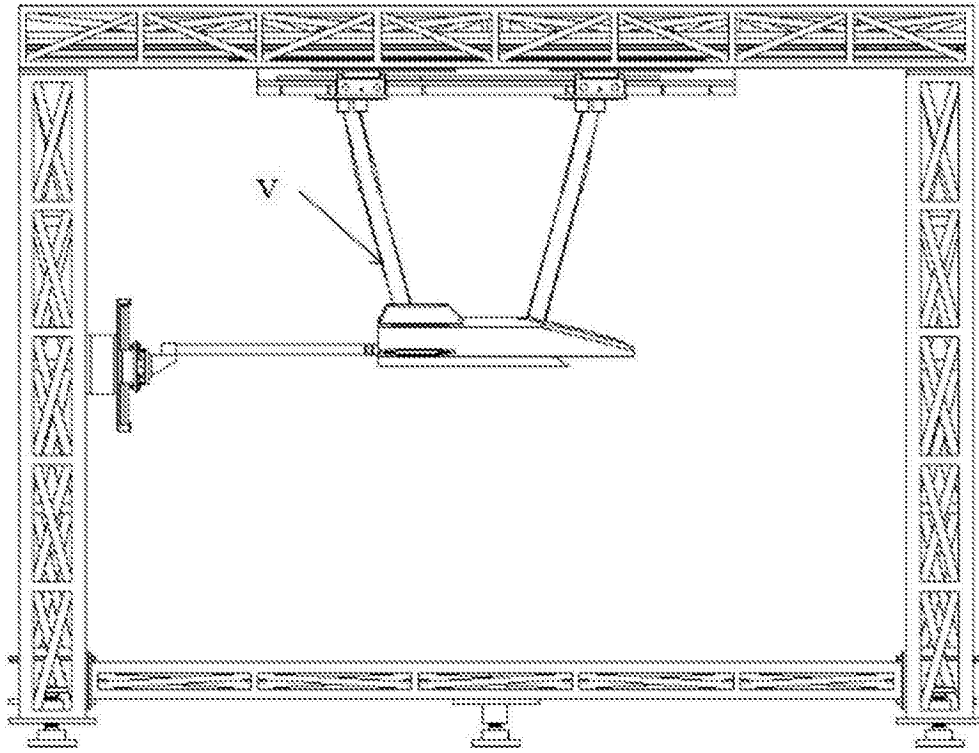


图2

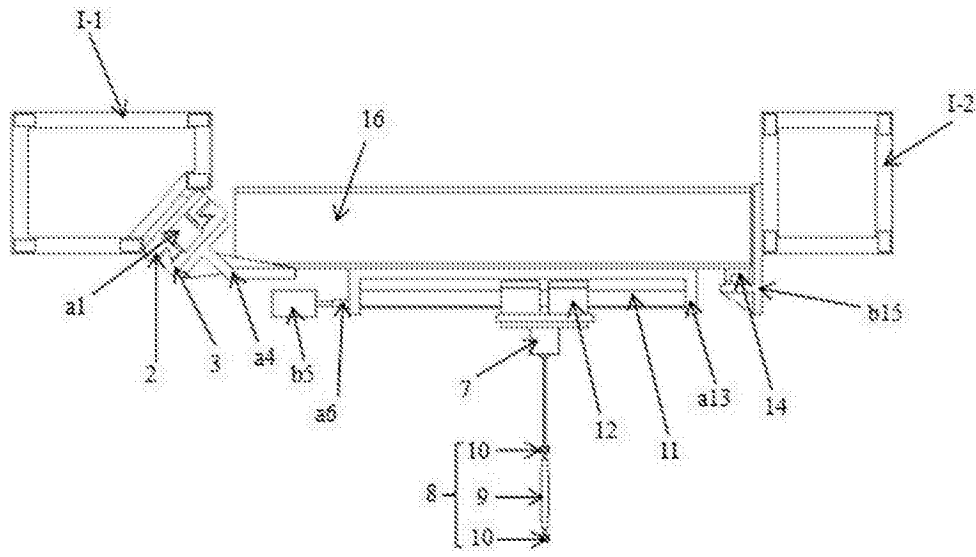


图3

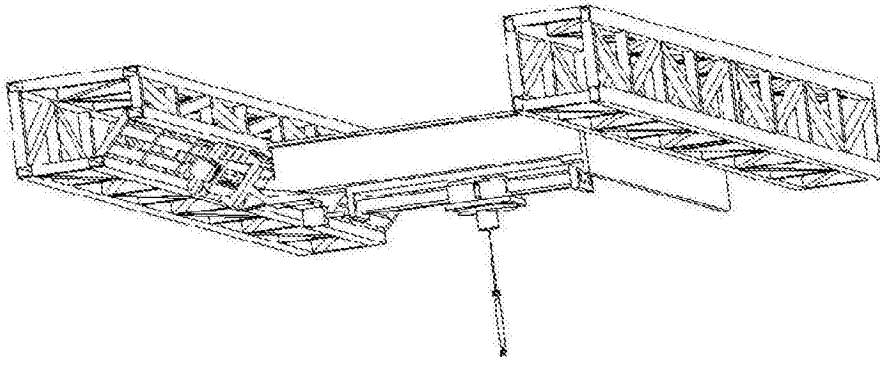


图4

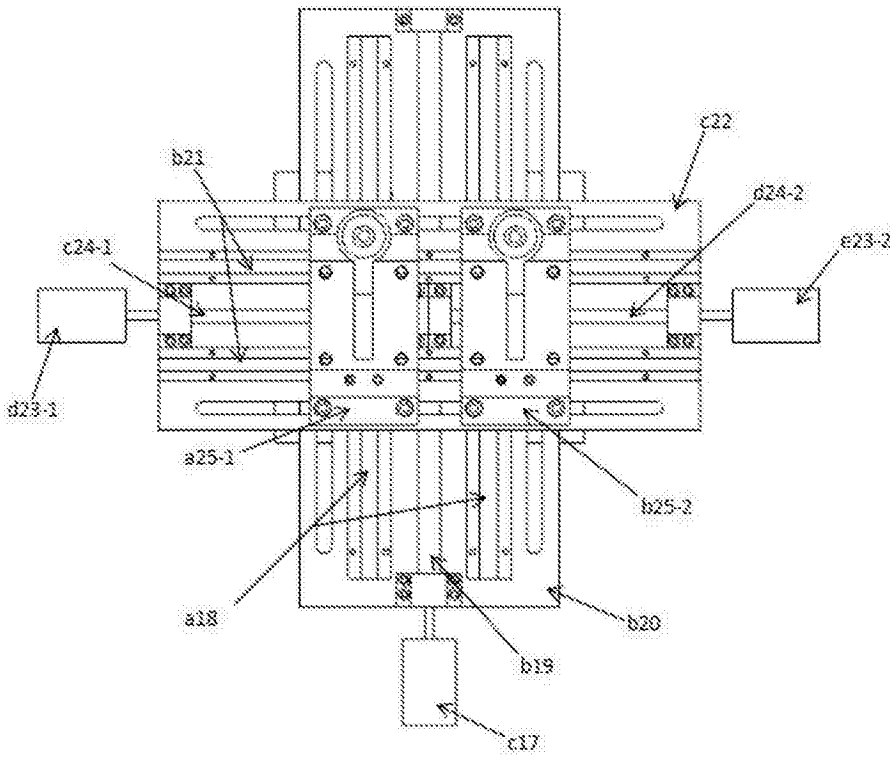


图5

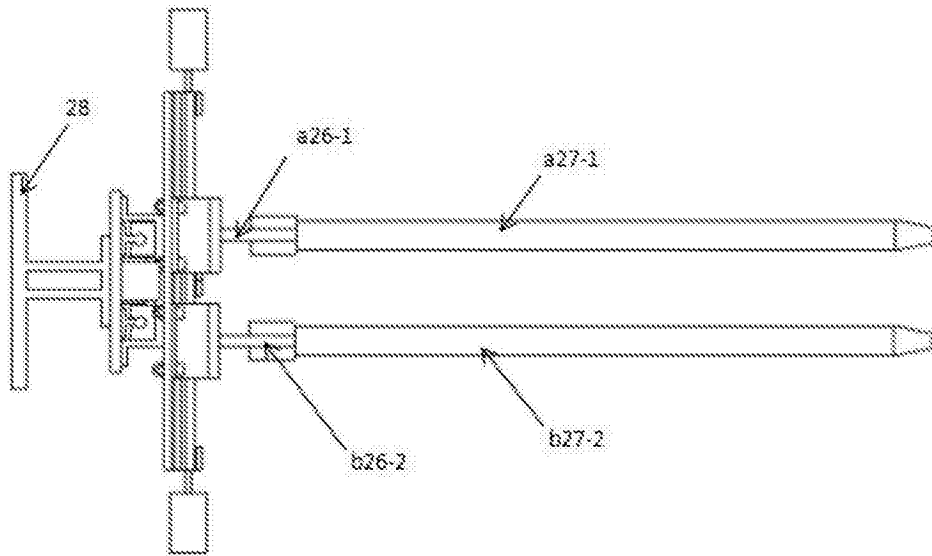


图6