



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103601072 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 08

(21) 申请号 201310598151. 7

CN 101397114 A, 2009. 04. 01, 全文.

(22) 申请日 2013. 11. 22

JP 2003-312982 A, 2003. 11. 06, 全文.

(73) 专利权人 北京卫星环境工程研究所

审查员 余新亮

地址 100094 北京市海淀区友谊路 104 号

(72) 发明人 唐赖颖 傅浩 孙刚 崔俊峰

胡瑞钦 代卫兵 祝亚宏 李晓欢

张立建 布仁 孙继鹏

(51) Int. Cl.

B66C 13/08(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101450767 A, 2009. 06. 10, 全文.

CN 102530726 A, 2012. 07. 04, 全文.

CN 102556831 A, 2012. 07. 11, 全文.

CN 102976207 A, 2013. 03. 20, 全文.

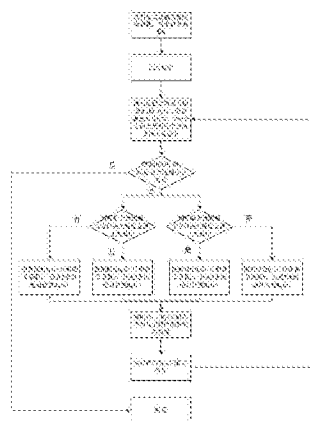
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

基于吊点调节的航天器水平调节吊具的绝对位置调节方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于吊点调节的航天器通用水平调节吊具的绝对位置快速调节方法,该方法主要以拉力传感器及倾角传感器测量值作为输入,以及吊具本身以及被吊航天器的固有参数计算调节系数,通过输入值与系数快速计算出 XY 工作台分别在 X、Y 两个方向上的位移量,并输入到吊具手持控制器驱动 XY 工作台至指定位置,经反复迭代,直到传感器测量值满足水平度的起吊要求。与现有技术相比,本发明的调节方法攻克了吊具在无法使用或不适合使用自动调节的情况下,快速人工进行绝对位置设定的调节难题,方法先进,计算简单,提高了吊装效率,降低了操作人员的劳动强度,水平度可达到 5mm/m 范围,应用价值显著。



1. 一种航天器用水平调节吊具的吊点绝对位置调节方法,其特征在于,以下步骤:

(1)获得吊具机械结构的固有参数,它们由吊具结构设计查得或产品质量特性测试得来,其中:

M_d —吊具自身总质量(单位:kg); H_d —吊具上吊点至底面吊点的高度(单位:mm);

获得航天器机械结构的固有参数,它们由航天器结构设计查得,或产品质量特性测试得来,或通过本吊具吊装时,四个拉力传感器测量值之和得来,其中:

M —航天器自身总质量(单位:kg); H —航天器上吊点至底面的高度(单位:mm);

(2)根据以上固有参数,由公式1求出调节系数 k ,公式1如下:

$$k = \frac{M_d H_d + (H_d + H) M}{M_d + M} \cdot \frac{\pi}{180} \quad (\text{单位: mm/}^\circ)$$

(3)由传感器测定每次天车点动后,测量吊具稳定时吊具倾角,并分别判断航天器底面在X、Y两个方向上是否完全脱离支撑工装悬空;

$\theta_x(k)$ —第 k 次测量时,倾角传感器测得的吊具绕x方向转动的角度(单位:°); $\theta_y(k)$ —第 k 次测量时,倾角传感器测得的吊具绕y方向转动的角度(单位:°);其中: k 代表测量次数(单位:次), $k=0,1,2,3,\dots$ 其中 $k=0$ 代表初始状态,此时,XY工作台位于吊具中心, $R_x(0)=0, R_y(0)=0$;

(4)判断倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 是否均达到水平要求,若 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 均达到水平要求,转吊点调节结束,航天器处于水平状态,吊具起吊;若 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 其中有一个未达到水平要求,则转到步骤(5);

(5)根据X、Y两个方向上是否完全悬空,以及倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 测量值,利用以下公式之一求出对应情况下XY工作台两个方向调节的绝对位置 $R_x(k)$ 、 $R_y(k)$:

1)当X方向完全脱离支撑工装悬空,则:

$$R_x(k+1) = R_x(k) + k\theta_y(k+1)$$

2)当若X方向未脱离支撑工装悬空,则:

$$R_x(k+1) = R_x(k) + 2k\theta_y(k+1)$$

3)若Y方向完全脱离支撑工装悬空,则:

$$R_y(k+1) = R_y(k) - k\theta_x(k+1)$$

4)若Y方向未脱离支撑工装悬空,则:

$$R_y(k+1) = R_y(k) - 2k\theta_x(k+1)$$

其中: $R_x(k)$ —吊具第 k 次测量时,吊点沿x轴调节的绝对位置;

$R_y(k)$ —吊具第 k 次测量时,吊点沿y轴调节的绝对位置;

(6)将 $R_x(k)$ 、 $R_y(k)$ 输入至吊具手持控制器XY工作台绝对位置,按下执行键,驱动XY工作台运动到指定位置;

(7)重复步骤(3)–(5),进行反复测定和调节判断,直到调节满足航天器可起吊的水平要求。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述吊具上的固定部件包括吊梁、外壳和电控箱。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,判断倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 是否均达到水平要求是判断倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 是否均小于 0.28° 。

4. 如权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,吊具稳定时吊具倾角由手持控制器显示屏读取或者由吊具上的显示屏读取。

基于吊点调节的航天器水平调节吊具的绝对位置调节方法

技术领域

[0001] 本发明属于航天器的吊装技术领域,具体涉及一种能使基于吊点调节的航天器水平调节吊具的吊点绝对位置快速调节方法。

背景技术

[0002] 航天器对接在航天器总装过程中,航天器精密对接与分解装配均采用吊装的方式完成,在对接与分解的过程中需要保持对接面水平。

[0003] 由于航天器的实际质心位置与理论质心位置存在一定的差异,造成吊装倾斜,引起航天器对接面的点接触,损伤对接面,损坏定位销(或导向销);同时,由于实际质心位置与理论质心位置的偏差,吊装过程中产生旋转及摆动,容易产生碰撞,损伤航天器或操作人员。

[0004] 目前,航天器吊装及对接过程均使用手工操作为主的方法。其方法是在吊具的四根吊带上串联花篮螺丝,对航天器进行试吊,根据操作人员的经验反复调节各花篮螺丝的长度,达到调节航天器水平度的目的。由于采用目视指挥,人工多次调节,过多依赖操作人员个体技能水平和经验,基本属于临机处置的模式指挥吊车进行手工对接或分解,效率低,对接精度难以保证。因此,鉴于现有的吊装方法存在上述不足,对新型、高效的吊具的需求十分迫切。

[0005] 目前,我国航天领域已出现基于吊点调节的具有二维水平调节功能的吊具(参见题目为“一种航天器水平调节吊具”的中国专利201110428722.3)。该吊具在吊梁的上端设有一个XY工作台,吊环位于在XY工作台的上端中心。通过位于吊具上的二维倾角传感器及吊梁的下端吊带上的拉力传感器,作为输入,通过XY工作台调节吊具与天车相连的吊点位置作为输出,实现二维水平调节。该吊具具有配套的吊装流程(参见题目为“一种航天器水平调节吊具的调节方法”的中国专利201110428713.4)。该方法通过点动天车,通过吊梁上的两维倾角传感器的测量值,判断航天器的偏心程度,将航天器落回到支撑工装上,调节吊具吊点的位置,再次点动天车起吊,反复重复以上过程,直到航天器满足水平度要求。该吊具具有配套的自动调节方法(参见题目为“一种航天器用水平调节吊具的吊点自动调节方法”的中国专利201210495163.2)。该方法通过吊具上的计算机,自动对调节倾斜情况进行判断,并自动计算吊点位置的调节量,用于高精度的自动执行操作。然而,该吊具虽然具有人工设定绝对位置的手动调节输入窗口,但却并没有公开对吊具吊点进行绝对位置输入手动调节的方法。在某些情况下,如果软件出错错误,或计算模块出现故障,或测量模块无法读取测量值,或通信模块无法收发测量值时等无法使用自动调节功能,或不适合使用自动调节功能,则必须人工手动介入,此时,需要通过绝对位置的输入窗口进行人工调节。

[0006] 此外,由于各个航天器的偏心状态各不相同,人工试调的效率及调节精度势必受之影响,在航天器不完全起吊时,支架对航天器有一定的支持作用,使得航天器难于完全展现其倾斜状态,对人工判断产生严重的干扰。因此,急需一种对不同航天器具有一定适应能力,并能排除支架车干扰的吊点位置的快速人工调节方法,以满足航天器水平调节的需求。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种用于基于吊点调节的航天器用水平调节吊具的吊点绝对位置快速调节方法,旨在通过吊具和航天器固有参数快速求出调节系数,结合传感器定量测量值,快速计算得出吊具吊点绝对位置调节量,实现航天器的快速自动二维水平调节,用定量的调节方法取代现有人工调节依赖经验反复试调导致的吊装效率低下、对接质量难于保证的不足等问题,同时解决吊具对不同航天器不同质量特性的测量和适应的问题,并解决航天器不完全起吊时,支架车对航天器支持限制干扰的问题。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用了如下的技术方案:

[0009] 本发明是一种航天器用水平调节吊具的吊点绝对位置调节方法,包括以下步骤:

[0010] 1. 获得吊具机械结构的固有参数,它们由吊具结构设计查得或产品质量特性测试得来,其中:

[0011] M_d —吊具自身总质量(单位:kg); H_d —吊具上吊点至底面吊点的高度(单位:mm);

[0012] 获得航天器机械结构的固有参数,它们由航天器结构设计查得,或产品质量特性测试得来,或通过本吊具吊装时,四个拉力传感器测量值之和得来,其中:

[0013] M —航天器自身总质量(单位:kg); H —航天器上吊点至底面的高度(单位:mm);

[0014] 2. 根据以上固有参数,由公式1求出调节系数 k ,公式1如下:

$$[0015] \quad k = \frac{M_d H_d + (H_d + H) M}{M_d + M} \cdot \frac{\pi}{180} \text{ (单位:mm/}^\circ\text{)}$$

[0016] 3. 由传感器测定每次天车点动后,测量吊具稳定时吊具倾角,并分别测定航天器底面在X、Y两个方向上是否完全脱离支撑工装悬空;

[0017] $\theta_x(k)$ —第 k 次测量时,倾角传感器测得的吊具绕 x 方向转动的角度(单位:°); $\theta_y(k)$ —第 k 次测量时,倾角传感器测得的吊具绕 y 方向转动的角度(单位:°);其中: k 代表测量次数(单位:次), $k=0,1,2,3,\dots$ 其中 $k=0$ 代表初始状态,此时,XY工作台位于吊具中心, $R_x(0)=0, R_y(0)=0$;

[0018] 4. 判断倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 是否均达到水平要求,若 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 均达到水平要求,转吊点调节结束,航天器处于水平状态,吊具起吊;若 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 其中有一个未达到水平要求,则转到步骤5;

[0019] 5. 根据X、Y两个方向上是否完全悬空,以及倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 测量值,利用以下公式之一求出对应情况下XY工作台两个方向调节的绝对位置 $R_x(k)$ 、 $R_y(k)$:

[0020] 1) 当X方向完全脱离支撑工装悬空,则:

$$[0021] \quad R_x(k+1) = R_x(k) + k\theta_y(k+1)$$

[0022] 2) 当若X方向未脱离支撑工装悬空,则:

$$[0023] \quad R_x(k+1) = R_x(k) + 2k\theta_y(k+1)$$

[0024] 3) 若Y方向完全脱离支撑工装悬空,则:

$$[0025] \quad R_y(k+1) = R_y(k) - k\theta_x(k+1)$$

[0026] 4) 若Y方向未脱离支撑工装悬空,则:

$$[0027] \quad R_y(k+1) = R_y(k) - 2k\theta_x(k+1)$$

[0028] 其中: $R_x(k)$ —吊具第 k 次测量时,吊点沿 x 轴调节的绝对位置;

- [0029] $R_y(k)$ —吊具第 k 次测量时,吊点沿 y 轴调节的绝对位置;
- [0030] 6.将 $R_x(k)$ 、 $R_y(k)$ 输入至吊具手持控制器XY工作台绝对位置,按下执行键,驱动XY工作台运动到指定位置;
- [0031] 7.重复步骤3-5,进行反复测定和调节判断,直到调节满足航天器可起吊的水平要求。
- [0032] 其中,所述吊具上的固定部件包括吊梁、外壳和电控箱。
- [0033] 其中,判断倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 是否均达到水平要求是判断倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 是否均小于 0.28° 。
- [0034] 其中,吊具稳定时吊具倾角由手持控制器显示屏读取或者由吊具上的显示屏读取。
- [0035] 与现有技术相比,本发明的调节方法攻克了吊具在无法使用或不适合使用自动调节的情况下,快速人工进行绝对位置设定的调节难题,方法先进,计算简单,提高了吊装效率,降低了操作人员的劳动强度,水平度可达到 5mm/m 范围,应用价值显著。

附图说明

- [0036] 图1为现有技术的航天器水平吊具整体结构示意图(参见中国专利“一种航天器水平调节吊具”,受理号:201110428722.3)
- [0037] 图2为现有技术中的XY工作台的结构示意图(参见中国专利“一种航天器水平调节吊具”,受理号:201110428722.3)
- [0038] 图3为现有技术中的航天器水平吊具的工作流程图(参见中国专利“一种航天器水平调节吊具的调节方法”,受理号201110428713.4)
- [0039] 图4为本发明的航天器用水平调节吊具的绝对位置调节方法的流程框图。
- [0040] 图1-2中,1.吊环组件;2.XY工作台;3.吊梁;4.吊带;5.LED显示器;6.电控箱;7.二维倾角传感器a;8.拉力传感器;9.吊环;10.中间承力结构;11.二维倾角传感器b;12.万向节;13.X工作台;14.Y工作台;15.滑轨;16.电机;17.丝杠。

具体实施方式

- [0041] 以下介绍的是作为本发明所述内容的具体实施方式,下面通过具体实施方式对本发明的所述内容作进一步的阐明。当然,描述下列具体实施方式只为示例本发明的不同方面的内容,而不应理解为限制本发明范围。
- [0042] 本发明方法基于的航天器用自动水平调节吊具为机械本体,如图1(参见中国专利“一种航天器水平调节吊具”,受理号:201110428722.3),包括吊环组件1、XY工作台2、吊梁3和吊带4,优选四根吊带4;其中,吊梁3的上部设置有XY工作台2,XY工作台2的顶部中心与吊环组件通过万向节12铰接,吊梁3上部设有用于测量吊梁倾斜量的二维倾角传感器a7,每根吊带4的上部分别串联有一个拉力传感器8,XY工作台2包括有X工作台13和Y工作台14,Y工作台14通过滑轨15可垂直滑动地设置在吊梁3上,Y工作台14内还设置有驱动电机16和丝杠17,电机16驱动丝杠17,从而推动Y工作台14在吊梁上沿Y向滑动,同理X工作台13也通过滑轨、电机、丝杠在Y工作台14上沿X向滑动,从而实现工作台上的吊点在XY平面内任意位置自由滑动;吊环组件1包括供与天车吊钩连接的吊环9、中间承力结构10、二维倾角传感器b11、

万向节12,其结构示意图参见图2,其中,中间承力结构10为二维倾角传感器b11设置安装接口,以用于测量天车与吊钩的倾斜角度,航天器吊装过程中吊梁与航天器的倾斜角由吊梁3上部设置的二维倾角传感器a7测量并通过XY工作台2的相对滑动进行水平调节,吊环组件1上的二维倾角传感器b11测得天车吊钩相对天车的倾斜角度,通过调整天车的位置使天车与吊钩在同一铅垂线上,实现吊装过程的二维水平度调节。吊梁的下端设有四根吊带,四根吊带上分别串联一个拉力传感器8。用于测量每根吊带4所受的拉力及被吊的航天器的重量。其工作原理为:起吊航天器,航天器的偏心使吊具与航天器发生倾斜,利用吊梁上的二维倾角传感器a测得吊梁的倾角,根据测得倾角计算出XY工作台的目标位置,驱动XY工作台内的电机,通过调节XY工作台使天车的吊钩移动到被吊航天器(含吊具)的质心位置。然后,利用吊环组件上的二维倾角传感器b测得吊钩相对天车的倾斜角度,通过调整天车的位置,使天车与吊钩(或吊环)在同一铅垂线上,此时起吊航天器即可实现对被吊航天器的水平起吊。配套的吊装流程,如图3(参见中国专利“一种航天器水平调节吊具的调节方法”,受理号201110428713.4)所示,主要包括以下步骤:

[0043] 1)起吊吊具,利用XY工作台将吊具在空载状态下调水平;

[0044] 2)将调平的吊具通过吊带与航天器连接并预紧;

[0045] 3)根据吊环组件上设置的倾角传感器的测量值,判断天车相对吊钩的偏移量,根据偏移量进行天车与吊钩的对中,对中后将倾角传感器清零;

[0046] 4)将天车点动上升适当高度,航天器部分翘起,通过吊梁上设置的两维倾角传感器的测量值,判断航天器的水平度,若水平度小于5mm/m,直接起吊航天器,若不满足该水平度的吊装要求,则顺序执行下述流程;

[0047] 5)将航天器落回到支撑工装上,吊具自行计算航天器的偏心大小及方向,并控制XY工作台使吊环组件移动相应的位置;

[0048] 6)重复步骤3),预紧吊带,通过吊环组件上设置的倾角传感器重新测量天车与吊钩的角度,使天车对吊钩的重新对中;

[0049] 7)重复步骤4),天车点动上升适当高度,航天器部分翘起,通过吊梁上设置的两维倾角传感器的测量值,判断航天器的水平度,若水平度满足吊装要求,直接起吊航天器,若不满足吊装要求,再执行步骤5)、6),直至满足上述水平度的吊装要求。

[0050] 本专利着重解决在图3的吊装流程中,航天器偏心大小方向及XY工作台调节量无法定量计算调节的问题。

[0051] 本发明的航天器用水平调节吊具的吊点自动调节方法,如图4所示,具体调节流程如下:

[0052] 1.获得吊具机械结构的固有参数,它们可由吊具结构设计查得或产品质量特性测试得来,其中:

[0053] M_d —吊具自身总质量(单位:kg); H_d —吊具上吊点至底面吊点的高度(单位:mm);

[0054] 同理,获得航天器机械结构的固有参数,它们可由航天器结构设计查得,或产品质量特性测试得来,或通过本吊具吊装时,四个拉力传感器测量值之和得来,其中:

[0055] M —航天器自身总质量(单位:kg); H —航天器上吊点至底面的高度(单位:mm);

[0056] 2.根据以上固有参数,由公式1求出调节系数,公式1如下:

$$[0057] \quad k = \frac{M_d H_d + (H_d + H) M}{M_d + M} \cdot \frac{\pi}{180} \text{ (单位: mm/}^\circ \text{)}$$

[0058] 3. 由传感器测定每次天车点动后, 测量吊具稳定时吊具倾角(可由手持控制器显示屏读取, 也可由吊具上的显示屏), 并分别观察航天器底面在X、Y两个方向上是否完全脱离支撑工装悬空。

[0059] $\theta_x(k)$ —第k次测量时, 倾角传感器测得的吊具绕x方向转动的角度(单位: $^\circ$) $\theta_y(k)$ —第k次测量时, 倾角传感器测得的吊具绕y方向转动的角度(单位: $^\circ$); 其中:k代表测量次数(单位: 次), $k=0, 1, 2, 3, \dots$ 其中 $k=0$ 代表初始状态, 此时, XY工作台位于吊具中心, $R_x(0)=0, R_y(0)=0$;

[0060] 4. 判断倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 是否均达到水平要求, 若 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 是均达到水平要求, 转吊点调节结束, 航天器处于水平状态, 吊具起吊; 若 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 其中有一个角未达到水平要求, 则转到步骤5;

[0061] 5. 根据X、Y两个方向上是否完全悬空, 以及倾角 $\theta_x(k)$ 、 $\theta_y(k)$ 测量值, 利用公式2中求出XY工作台两个方向的调节的绝对位置 $R_x(k)$ 、 $R_y(k)$, 公式2如下:

[0062] 1) 当X方向完全脱离支撑工装悬空, 则:

$$[0063] \quad R_x(k+1) = R_x(k) + k\theta_y(k+1)$$

[0064] 2) 当若X方向未脱离支撑工装悬空, 则:

$$[0065] \quad R_x(k+1) = R_x(k) + 2k\theta_y(k+1)$$

[0066] 3) 若Y方向完全脱离支撑工装悬空, 则:

$$[0067] \quad R_y(k+1) = R_y(k) - k\theta_x(k+1)$$

[0068] 4) 若Y方向未脱离支撑工装悬空, 则:

$$[0069] \quad R_y(k+1) = R_y(k) - 2k\theta_x(k+1)$$

[0070] 其中: $R_x(k)$ —吊具第k次测量时, 吊点沿x轴调节的绝对位置;

[0071] $R_y(k)$ —吊具第k次测量时, 吊点沿y轴调节的绝对位置;

[0072] 6. 将 $R_x(k)$ 、 $R_y(k)$ 输入至吊具手持控制器XY工作台绝对位置, 按下执行键, 机构驱动XY工作台运动到指定位置。

[0073] 7. 重复步骤3-5, 进行反复测定和调节判断, 直到调节满足航天器可起吊的水平要求。

[0074] 尽管上文对本发明的具体实施方式给予了详细描述和说明, 但是应该指明的是, 本领域的技术人员可以依据本发明的精神对上述实施方式进行各种等效改变和修改, 其所产生的功能作用在未超出说明书及附图所涵盖的精神时, 均应在本发明保护范围之内。

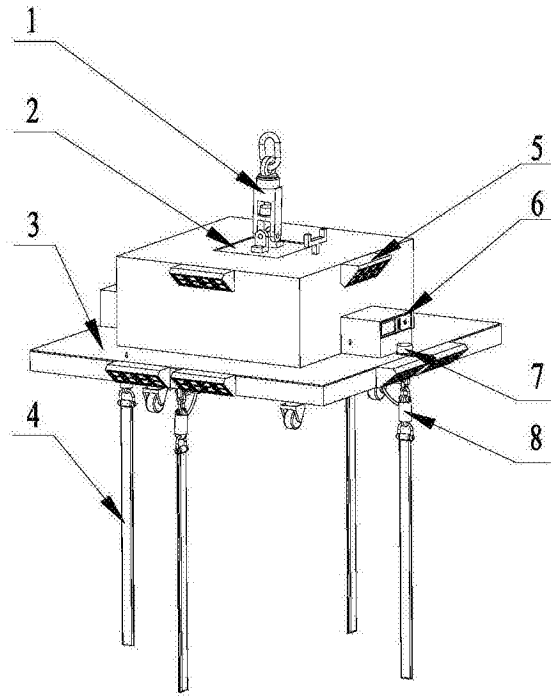


图1

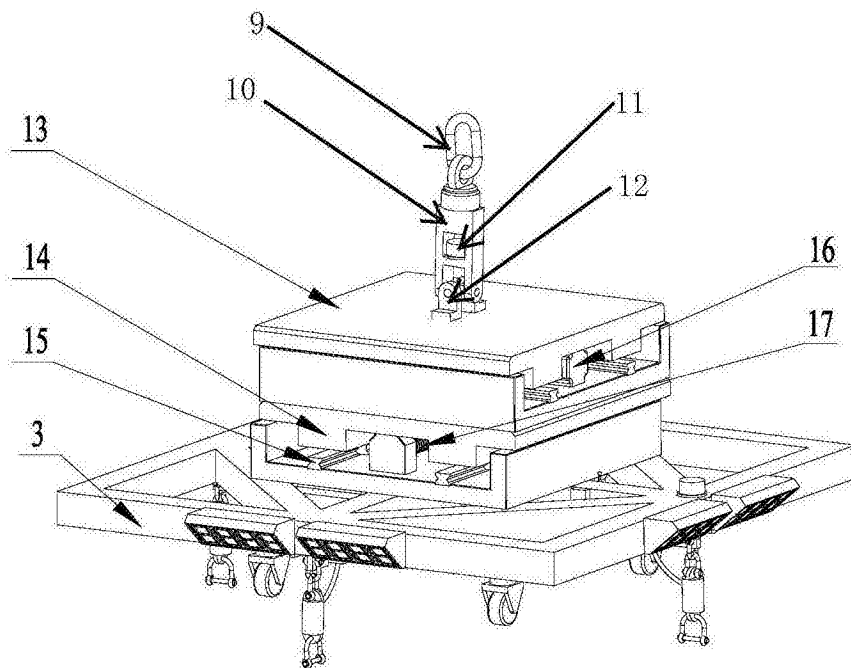


图2

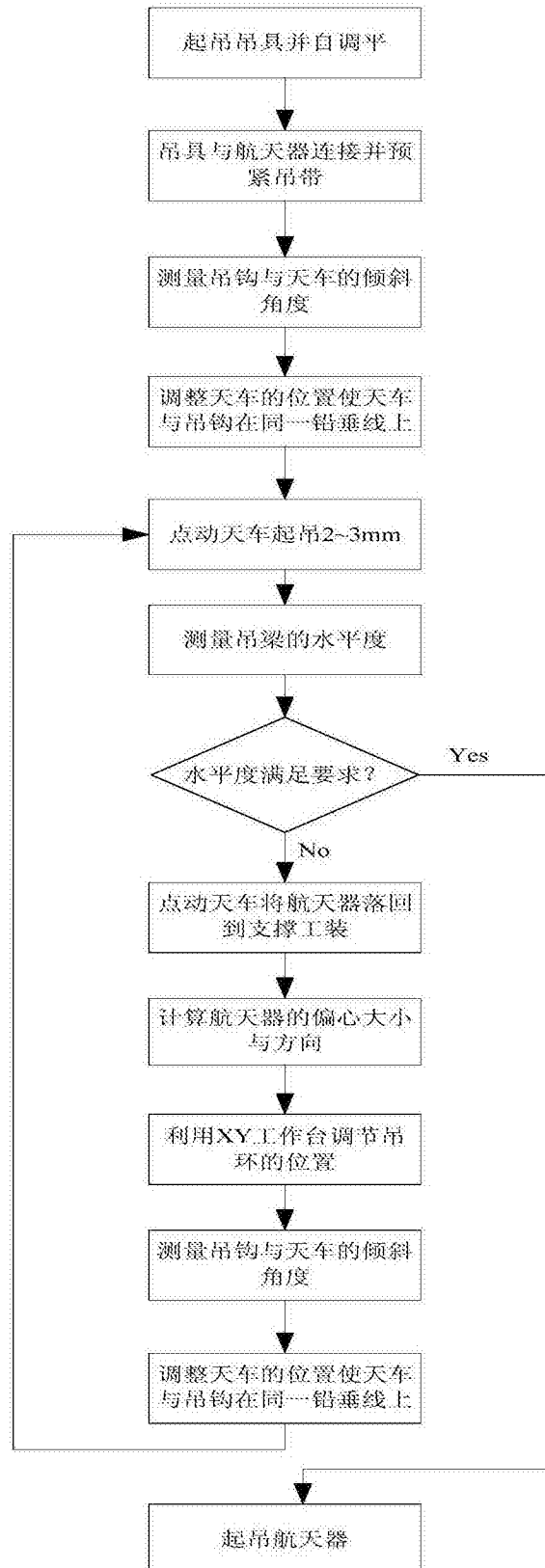


图3

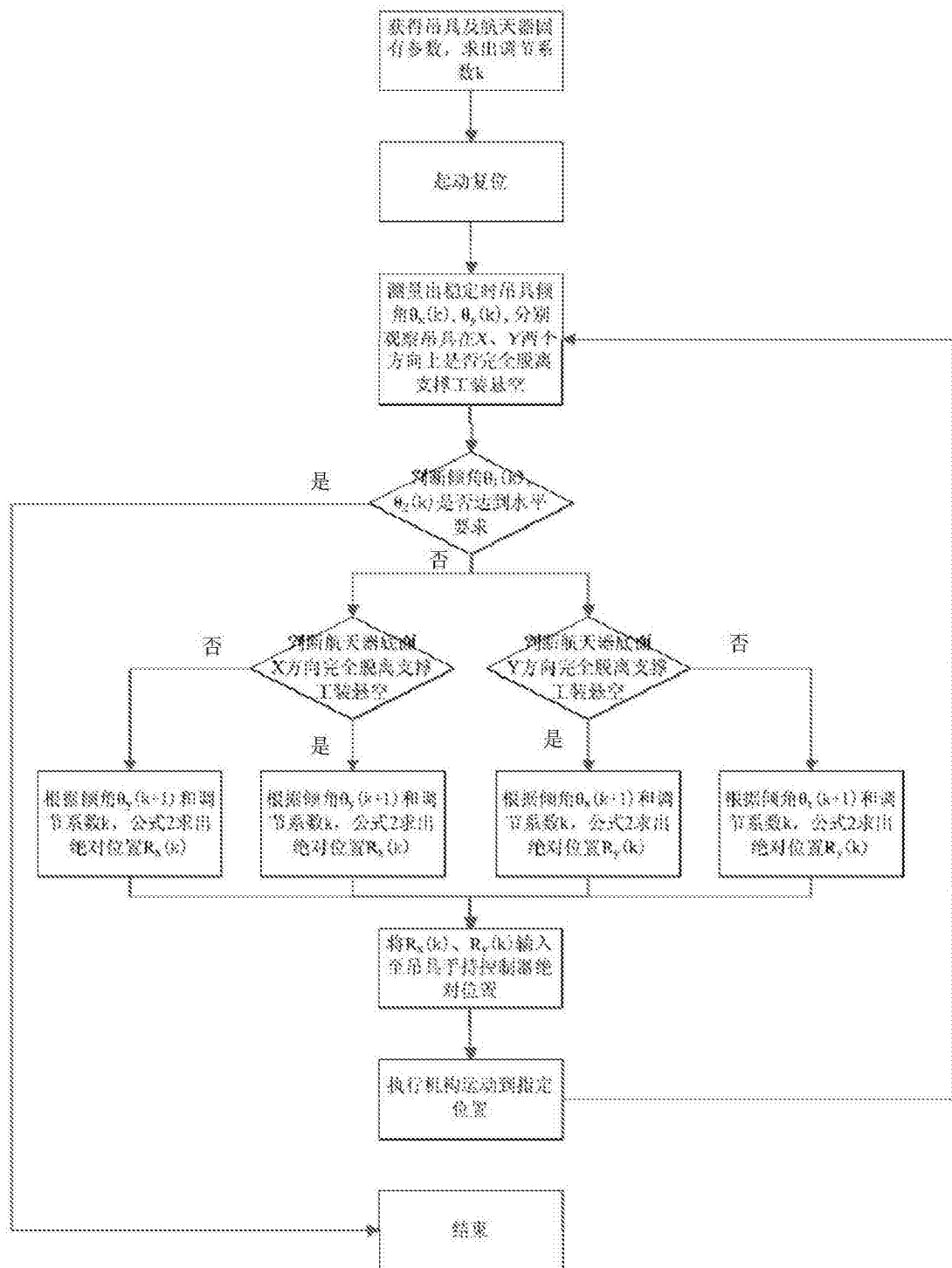


图4