(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114014164 A
(43)申请公布日 2022.02.08

(21)申请号 202111294015.X

(22)申请日 2021.11.03

(71)申请人 武汉船用机械有限责任公司
地址 430084 湖北省武汉市青山区武东街九号

(72)发明人 黄淮山 胡岫 吴健

(74)专利代理机构 武汉市首臻知识产权代理有限公司 42229
代理人 朱迪

(51)Int.Cl.
B66C 13/48(2006.01)
B66C 13/46(2006.01)
B66C 13/18(2006.01)
B66C 13/16(2006.01)
B66C 13/40(2006.01)
B66C 15/00(2006.01)
B66C 23/06(2006.01)
B66C 23/16(2006.01)

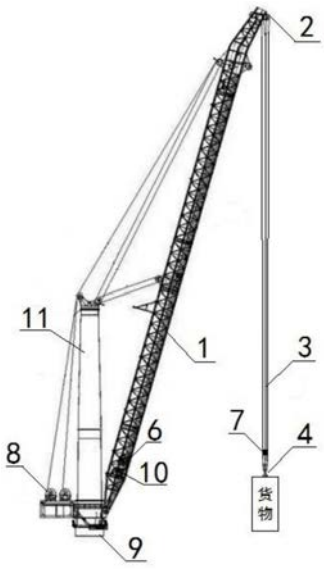
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种起重机吊钩垂直控制系统及其控制方法

(57)摘要

一种起重机吊钩垂直控制系统，包括臂架、滑轮、钢丝绳、吊钩、控制器、拉力传感器、倾角传感器、变幅机构、回转机构、起升机构、起重机塔身和控制平台；所述臂架的顶部设置有与其旋转配合的滑轮，所述臂架的底部与起重机塔身旋转配合，所述变幅机构与臂架传动配合，所述起重机塔身的底部与起重机底盘的顶部旋转配合，所述起重机塔身上设置有起升机构，所述起升机构上设置有拉力传感器，所述拉力传感器用于测量钢丝绳收到的拉力，所述起升机构通过钢丝绳与吊钩固定连接，所述倾角传感器设置在钢丝绳上近吊钩处。本设计不仅可以自动控制臂架调整位置以避免起吊后吊钩摆动，而且可以采用电动驱动或液压驱动以适应不同的需求。



CN 114014164 A

1.一种起重机吊钩垂直控制系统,其特征在于:

所述控制系统包括:臂架(1)、滑轮(2)、钢丝绳(3)、吊钩(4)、控制器(5)、拉力传感器(6)、倾角传感器(7)、变幅机构(8)、回转机构(9)、起升机构(10)和起重机塔身(11);所述臂架(1)的顶部设置有与其旋转配合的滑轮(2),所述臂架(1)的底部与起重机塔身(11)相连接,所述臂架(1)的底部与起重机塔身(11)旋转配合,所述臂架(1)的旋转轴水平设置,所述变幅机构(8)与臂架(1)传动配合,所述回转机构(9)与起重机塔身(11)的底部传动配合,所述起重机塔身(11)的底部与起重机底盘的顶部旋转配合,所述起重机塔身(11)上设置有起升机构(10),所述起升机构(10)上设置有拉力传感器(6),所述拉力传感器(6)用于测量钢丝绳(3)受到的拉力,所述钢丝绳(3)的一端与起升机构(10)固定连接,所述钢丝绳(3)的另一端经过滑轮(2)后与吊钩(4)固定连接,所述起升机构(10)通过钢丝绳(3)与吊钩(4)传动配合,所述倾角传感器(7)设置在钢丝绳(3)上近吊钩(4)处;所述控制器(5)的拉力信号输入端与拉力传感器(6)的信号输出端相连接,所述控制器(5)的倾角信号输入端与倾角传感器(7)的信号输出端相连接,控制器(5)的控制端分别与变幅机构(8)、回转机构(9)和起升机构(10)信号连接。

2.根据权利要求1所述的一种起重机吊钩垂直控制系统,其特征在于:

所述控制系统还包括控制平台(12),所述控制平台(12)的显示信号输入端与控制器(5)的显示信号输出端相连接,所述控制平台(12)的控制信号输出端与控制器(5)的控制信号输入端相连接。

3.根据权利要求2所述的一种起重机吊钩垂直控制系统,其特征在于:

所述变幅机构(8)、回转机构(9)和起升机构(10)均为电机驱动的执行结构,所述变幅机构(8)的变幅信号输入端通过数据总线与控制器(5)的变幅信号输出端相连接,所述回转机构(9)的回转信号输入端通过数据总线与控制器(5)的回转信号输出端相连接,所述起升机构(10)的起升信号输入端通过数据总线与控制器(5)的起升信号输出端相连接,所述控制器(5)通过数据总线与控制平台(12)信号连接,所述变幅机构(8)通过变幅钢丝绳与臂架(1)的顶端固定连接。

4.根据权利要求2所述的一种起重机吊钩垂直控制系统,其特征在于:

所述变幅机构(8)、回转机构(9)和起升机构(10)均为液压驱动的执行结构,所述变幅机构(8)的变幅信号输入端通过控制线与控制器(5)的变幅信号输出端相连接,所述回转机构(9)的回转信号输入端通过控制线与控制器(5)的回转信号输出端相连接,所述起升机构(10)的起升信号输入端通过控制线与控制器(5)的起升信号输出端相连接,所述控制器(5)通过数据总线与控制平台(12)信号连接,所述变幅机构(8)通过液压油缸与臂架(1)的中部固定连接。

5.根据权利要求1至4中任意一项所述的一种起重机吊钩垂直控制系统,其特征在于:

所述倾角传感器(7)为双轴倾角传感器,所述倾角传感器(7)与吊钩(4)之间距离小于1米。

6.根据权利要求5所述的一种起重机吊钩垂直控制系统,其特征在于:

所述倾角传感器(7)通过倾角传感器支架套设在钢丝绳(3)上,所述倾角传感器支架与钢丝绳(3)旋转配合。

7.一种权利要求1至6中任意一项所述的起重机吊钩垂直控制系统的控制方法,其特征

在于：

所述控制方法包括以下步骤：

第一步：开机自检，开启系统使吊钩(4)受重力影响垂直于地面，系统自动建立空间直角坐标系，所述空间直角坐标系的XOY平面为水平面，所述空间直角坐标系的原点为倾角传感器(7)所在位置O，此时空间直角坐标系的X轴与倾角传感器(7)第一轴重合，空间直角坐标系的Y轴与倾角传感器(7)第二轴重合，空间直角坐标系的Z轴垂直地面设置，所述空间直角坐标系建立完成后，操作人员调整倾角传感器支架使空间直角坐标系的X轴与臂架(1)在XOY平面的投影重合，此时开机自检步骤完成；

第二步：挂取货物，操作人员将吊钩(4)与待吊取货物固定连接，吊钩(4)与待吊取货物固定连接后操作人员操纵控制器(5)开始工作，控制器(5)发出起升信号驱动起升机构(10)开始工作，起升机构(10)开始工作后卷收钢丝绳(3)并通过钢丝绳(3)驱动吊钩(4)升高，吊钩(4)升高后对待吊取货物提供向上拉力，此时拉力传感器(6)持续检测钢丝绳(3)所受拉力，当拉力传感器(6)检测到钢丝绳(3)所受拉力大于吊钩(4)的空勾重量时，起升机构(10)停止工作同时系统进入第三步检测步骤；

第三步：检测倾角数据，设定钢丝绳(3)与滑轮(2)的接触点为A点，钢丝绳OA段投影到XOY平面的线段为OA'，倾角传感器(7)持续检测钢丝绳(3)的倾角并将倾角数据发送给控制器(5)，所述控制器(5)收到倾角数据后计算得到A'点在空间直角坐标系内的坐标为(X,Y,0)，此时进入第四步调整步骤；

第四步：调整起吊姿态，控制器(5)根据当前A点坐标(X,Y,0)发出对应信号驱动回转机构(9)和变幅机构(8)工作：

a)当X＞0时，控制器(5)发出信号驱动回转机构(9)工作，回转机构(9)驱动起重机塔身(11)向左旋转，

b)当X＜0时，控制器(5)发出信号驱动回转机构(9)工作，回转机构(9)驱动起重机塔身(11)向右旋转，

c)当X=0时，回转机构(9)不工作，

d)当Y＞0时，控制器(5)发出信号驱动变幅机构(8)工作，变幅机构(8)驱动臂架(1)仰角增大，

e)当Y＜0时，控制器(5)发出信号驱动变幅机构(8)工作，变幅机构(8)驱动臂架(1)仰角减小，

f)当Y=0时，变幅机构(8)不工作，

所述回转机构(9)和变幅机构(8)工作时，拉力传感器(6)持续检测钢丝绳(3)所受拉力，当拉力传感器(6)检测到钢丝绳(3)所受拉力小于或等于钢丝绳(3)和吊钩(4)的自重时，回转机构(9)和变幅机构(8)停止工作，同时控制器(5)发出信号驱动起升机构(10)开始工作卷收钢丝绳(3)，直到拉力传感器(6)检测到钢丝绳(3)所受拉力大于吊钩(4)的空勾重量，此时回转机构(9)和变幅机构(8)继续工作，当X值和Y值小于起重机安全阈值时调整步骤完成，此时可以安全进行起吊操作。

8.根据权利要求7所述的起重机吊钩垂直控制系统的控制方法，其特征在于：

所述控制方法还包括拉力传感器(6)标定步骤，所述拉力传感器(6)标定步骤由操作人员在起重机安装阶段或起重机检修阶段进行，所述拉力传感器(6)标定步骤如下：

操作人员操作控制平台(12)手动输入吊钩(4)空勾重量,所述吊钩(4)空勾重量为吊钩(4)与待吊取货物顶端高度平齐时拉力传感器(6)检测到的拉力;操作人员输入吊钩(4)空勾重量后,操作人员操作控制器(5)进入标定步骤并进行第二步准备步骤、第三步检测步骤和第四步调整步骤,同时操作人员观察起重机工作情况,当起重机工作过程中将待吊取货物吊起离地或第四步调整步骤中钢丝绳(3)处于松弛状态后起升机构(10)未开始工作并卷收钢丝绳(3)时,则表示拉力传感器(6)故障需要更换;当起重机完成第二步挂取货物、第三步检测倾角数据和第四步调整起吊姿态时拉力传感器(6)标定步骤完成。

9.根据权利要求8所述的起重机吊钩垂直控制系统的控制方法,其特征在于:

所述控制方法还包括倾角传感器(7)标定步骤,所述倾角传感器(7)标定步骤由操作人员在起重机安装阶段或起重机检修阶段进行,所述倾角传感器(7)标定步骤如下:

操作人员操作控制器(5)进入标定步骤并保持吊钩(4)竖直向下,操作人员操作控制器(5)标定此时倾角传感器(7)发出的倾角信号为0度,操作人员标定0度倾角信号后操作控制器(5)输入起重机安全阈值,当操作人员输入起重机安全阈值后操作起重机进行第二步准备步骤、第三步检测步骤和第四步调整步骤以标定起重机安全阈值,操作人员观察起重机工作情况,当第四步调整步骤中变幅机构(8)和回转机构(9)工作过程中X值和Y值未缩小时,则表示倾角传感器(7)故障需要更换;当起重机完成第二步挂取货物、第三步检测倾角数据和第四步调整起吊姿态时倾角传感器(7)标定步骤完成。

一种起重机吊钩垂直控制系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种起重机控制系统，尤其涉及一种起重机吊钩垂直控制系统及其控制方法，具体适用于防止起吊后吊钩摆动的起重机吊钩垂直控制系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 起重机是指在一定范围内垂直提升和水平搬运重物的多动作起重机械，起重机通过臂架及钢丝绳承受起升载荷、带动载荷做垂直或水平运动，起重机通过臂架顶端的滑轮改变钢丝绳方向，使钢丝绳可以向上吊取货物，在起重机起吊过程中如果待吊取货物不处在滑轮的正下方，那么吊取货物的钢丝绳就会与穿过滑轮的垂线形成夹角，无法保证货物能够竖直起吊，进而使货物带动钢丝绳来回摆动，造成安全隐患，甚至造成重大事故。

[0003] 目前，为避免事故的发生，起重机往往通过安排人工检测或者视频监控系统检测钢丝绳倾角，人工检测方法提供起重工人工挂钩并指导起重机操作人员调整臂架位置，视频监控系统通过摄像机采集货物的摆动信息并自动调整臂架位置。这两种监控系统虽然可以通过检测钢丝绳倾角避免货物摆动，但其仍存在以下缺陷：

1、采用人工检测方法虽然可以低成本的实现防摆检测功能，但起重工人工检测过程中视野受到人体视野的局限性，并不能指导起重机操作人员达到最合适的位置，同时起重机尤其是大吨位起重机工作过程中容易对起重工造成人身伤害。

[0004] 2、视频监控系统的摄像机通过图像生成钢丝绳倾角信息，摄像机镜头容易受到天气影响，造成视野不清晰。

[0005] 3、视频监控系统虽然可以自动监控钢丝绳倾角，但摄像机镜头容易被雾霭、雨雪等脏污，需要大气维护，而摄像机镜头位于高处维护困难，造成维护成本提高。

发明内容

[0006] 本发明的目的是克服现有技术中存在的维护成本高、监控效果不佳的缺点，提供了一种操作简便同时生产成本低的单层钢丝绳卷筒。

[0007] 为实现以上目的，本发明的技术解决方案是：

一种起重机吊钩垂直控制系统，所述控制系统包括：臂架、滑轮、钢丝绳、吊钩、控制器、拉力传感器、倾角传感器、变幅机构、回转机构、起升机构和起重机塔身；所述臂架的顶部设置有与其旋转配合的滑轮，所述臂架的底部与起重机塔身相连接，所述臂架的底部与起重机塔身旋转配合，所述臂架的旋转轴水平设置，所述变幅机构与臂架传动配合，所述回转机构与起重机塔身的底部传动配合，所述起重机塔身的底部与起重机底盘的顶部旋转配合，所述起重机塔身上设置有起升机构，所述起升机构上设置有拉力传感器，所述拉力传感器用于测量钢丝绳受到的拉力，所述钢丝绳的一端与起升机构固定连接，所述钢丝绳的另一端经过滑轮后与吊钩固定连接，所述起升机构通过钢丝绳与吊钩传动配合，所述倾角传感器设置在钢丝绳上近吊钩处；

所述控制器的拉力信号输入端与拉力传感器的信号输出端相连接，所述控制器的

倾角信号输入端与倾角传感器的信号输出端相连接，控制器的控制端分别与变幅机构、回转机构和起升机构信号连接。

[0008] 所述控制系统还包括控制平台，所述控制平台的显示信号输入端与控制器的显示信号输出端相连接，所述控制平台的控制信号输出端与控制器的控制信号输入端相连接。

[0009] 所述变幅机构、回转机构和起升机构均为电机驱动的执行结构，所述变幅机构的变幅信号输入端通过数据总线与控制器的变幅信号输出端相连接，所述回转机构的回转信号输入端通过数据总线与控制器的回转信号输出端相连接，所述起升机构的起升信号输入端通过数据总线与控制器的起升信号输出端相连接，所述控制器通过数据总线与控制平台信号连接，所述变幅机构通过变幅钢丝绳与臂架的顶端固定连接。

[0010] 所述变幅机构、回转机构和起升机构均为液压驱动的执行结构，所述变幅机构的变幅信号输入端通过控制线与控制器的变幅信号输出端相连接，所述回转机构的回转信号输入端通过控制线与控制器的回转信号输出端相连接，所述起升机构的起升信号输入端通过控制线与控制器的起升信号输出端相连接，所述控制器通过数据总线与控制平台信号连接，所述变幅机构通过液压油缸与臂架的中部固定连接。

[0011] 所述倾角传感器为双轴倾角传感器，所述倾角传感器与吊钩之间距离小于1米。

[0012] 所述倾角传感器通过倾角传感器支架套设在钢丝绳上，所述倾角传感器支架与钢丝绳旋转配合。

[0013] 一种起重机吊钩垂直控制系统的控制方法，其特征在于：

所述控制方法包括以下步骤：

第一步：开机自检，开启系统使吊钩受重力影响垂直于地面，系统自动建立空间直角坐标系，所述空间直角坐标系的XOY平面为水平面，所述空间直角坐标系的原点为倾角传感器所在位置O，此时空间直角坐标系的X轴与倾角传感器第一轴重合，空间直角坐标系的Y轴与倾角传感器第二轴重合，空间直角坐标系的Z轴垂直地面设置，所述空间直角坐标系建立完成后，操作人员调整倾角传感器支架使空间直角坐标系的X轴与臂架在XOY平面的投影重合，此时开机自检步骤完成；

第二步：挂取货物，操作人员将吊钩与待吊取货物固定连接，吊钩与待吊取货物固定连接后操作人员操纵控制器开始工作，控制器发出起升信号驱动起升机构开始工作，起升机构开始工作后卷收钢丝绳并通过钢丝绳驱动吊钩升高，吊钩升高后对待吊取货物提供向上拉力，此时拉力传感器持续检测钢丝绳所受拉力，当拉力传感器检测到钢丝绳所受拉力大于吊钩的空勾重量时，起升机构停止工作同时系统进入第三步检测步骤；

第三步：检测倾角数据，设定钢丝绳与滑轮的接触点为A点，钢丝绳OA段投影到XOY平面的线段为OA’，倾角传感器持续检测钢丝绳的倾角并将倾角数据发送给控制器，所述控制器收到倾角数据后计算得到A’点在空间直角坐标系内的坐标为(X,Y,)，此时进入第四步调整步骤；

第四步：调整起吊姿态，控制器根据当前A点坐标(X,Y,)发出对应信号驱动回转机构和变幅机构工作：

a)当X＞时，控制器发出信号驱动回转机构工作，回转机构驱动起重机塔身向左旋转，

b)当X＜时，控制器发出信号驱动回转机构工作，回转机构驱动起重机塔身向右旋

转，

c)当X=时，回转机构不工作，

d)当Y＞时，控制器发出信号驱动变幅机构工作，变幅机构驱动臂架仰角增大，

e)当Y＜时，控制器发出信号驱动变幅机构工作，变幅机构驱动臂架仰角减小，

f)当Y=时，变幅机构不工作，

所述回转机构和变幅机构工作时，拉力传感器持续检测钢丝绳所受拉力，当拉力传感器检测到钢丝绳所受拉力小于或等于钢丝绳和吊钩的自重时，回转机构和变幅机构停止工作，同时控制器发出信号驱动起升机构开始工作卷收钢丝绳，直到拉力传感器检测到钢丝绳所受拉力大于吊钩的空勾重量，此时回转机构和变幅机构继续工作，当X值和Y值小于起重机安全阈值时调整步骤完成，此时可以安全进行起吊操作。

[0014] 所述控制方法还包括拉力传感器标定步骤，所述拉力传感器标定步骤由操作人员在起重机安装阶段或起重机检修阶段进行，所述拉力传感器标定步骤如下：

操作人员操作控制平台手动输入吊钩空勾重量，所述吊钩空勾重量为吊钩与待吊取货物顶端高度平齐时拉力传感器检测到的拉力；操作人员输入吊钩空勾重量后，操作人员操作控制器进入标定步骤并进行第二步准备步骤、第三步检测步骤和第四步调整步骤，同时操作人员观察起重机工作情况，当起重机工作过程中将待吊取货物吊起离地或第四步调整步骤中钢丝绳处于松弛状态后起升机构未开始工作并卷收钢丝绳时，则表示拉力传感器故障需要更换；当起重机完成第二步挂取货物、第三步检测倾角数据和第四步调整起吊姿态时拉力传感器标定步骤完成。

[0015] 所述控制方法还包括倾角传感器标定步骤，所述倾角传感器标定步骤由操作人员在起重机安装阶段或起重机检修阶段进行，所述倾角传感器标定步骤如下：

操作人员操作控制器进入标定步骤并保持吊钩竖直向下，操作人员操作控制器标定此时倾角传感器发出的倾角信号为度，操作人员标定度倾角信号后操作控制器输入起重机安全阈值，当操作人员输入起重机安全阈值后操作起重机进行第二步准备步骤、第三步检测步骤和第四步调整步骤以标定起重机安全阈值，操作人员观察起重机工作情况，当第四步调整步骤中变幅机构和回转机构工作过程中X值和Y值未缩小时，则表示倾角传感器故障需要更换；当起重机完成第二步挂取货物、第三步检测倾角数据和第四步调整起吊姿态时倾角传感器标定步骤完成。

[0016] 与现有技术相比，本发明的有益效果为：

1、本发明一种起重机吊钩垂直控制系统中钢丝绳上设置有倾角传感器，倾角传感器可以检测钢丝绳的倾角信息并发送给控制器，控制器通过倾角信息计算得出吊钩的坐标，进而控制臂架调整位置，保证钢丝绳处于竖直状态，避免起吊过程中货物带动钢丝绳摆动，造成安全事故。因此，本设计可以通过倾角传感器得到吊钩坐标，进而控制臂架调整位置，有效提高系统安全性。

[0017] 2、本发明一种起重机吊钩垂直控制系统中通过变幅机构和回转机构控制起重机臂架在竖直方向和水平方向的位移，同时通过起升机构控制钢丝绳的收放，起升机构上设置有重量传感器，重量传感器可以检测钢丝绳受到的拉力，保证调整过程中钢丝绳绷直以提供准确的倾角信息，同时避免货物被直接吊起造成安全事故。因此，本设计可以通过重量传感器检测钢丝绳受到的拉力，保证系统检测准确性同时有效提高安全性。

[0018] 3、本发明一种起重机吊钩垂直控制系统中变幅机构、回转机构和起升机构可以为电动驱动机构也可以为液压驱动机构，电动驱动机构功率较大适用于大型起重机，液压驱动机构动力运用在中小型起重机上时成本较低。因此，本设计可以采用电动驱动或液压驱动，以适应不同的需求，有效提高系统适用范围。

[0019] 4、本发明一种起重机吊钩垂直控制系统中倾角传感器通过倾角传感器支架设置在钢丝绳上，倾角传感器支架与钢丝绳旋转配合，通过旋转倾角传感器支架可以使倾角传感器的轴向与空间直角坐标系的方向相匹配，提高系统检测精度同时降低控制器的计算难度。因此，本设计可以调整倾角传感器的轴向，有效提高系统检测精度同时降低控制器的计算难度。

[0020] 5、本发明一种起重机吊钩垂直控制系统的控制方法中通过重量传感器和倾角传感器检测重量和倾角信息并发送给控制器，由控制器处理重量和倾角信息并根据处理结果驱动变幅机构和回转机构工作，以臂架调整位置，保证货物竖直起吊。因此，本设计可以全自动的调整臂架位置，以保证货物竖直起吊，避免起重工人工检测，有效提高检测效果，同时提高安全性。

[0021] 6、本发明一种起重机吊钩垂直控制系统的控制方法中包括标定步骤，标定步骤可以通过检测传感器检测信号与实际状态的对应性，校准系统中各传感器和执行机构的精确度，并根据结果由操作人员消除系统误差，改善仪器或系统的精确度。因此，本设计中的标定步骤可以消除系统误差、校准系统精确度，有效提高检测效果。

附图说明

[0022] 图1是本发明的结构示意图。

[0023] 图2是本发明电机执行机构的控制信号示意图。

[0024] 图3是本发明液压执行机构的控制信号示意图。

[0025] 图4是本发明的控制流程图。

[0026] 图5是本发明中空间直角坐标系的示意图。

[0027] 图6是本发明标定步骤的控制流程图。

[0028] 图中：臂架1、滑轮2、钢丝绳3、吊钩4、控制器5、重量传感器6、倾角传感器7、变幅机构8、回转机构9、起升机构10、起重机塔身11、控制平台12。

具体实施方式

[0029] 以下结合附图说明和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0030] 参见图1至图6，一种起重机吊钩垂直控制系统，所述控制系统包括：臂架1、滑轮2、钢丝绳3、吊钩4、控制器5、拉力传感器6、倾角传感器7、变幅机构8、回转机构9、起升机构10和起重机塔身11；

所述臂架1的顶部设置有与其旋转配合的滑轮2，所述臂架1的底部与起重机塔身11相连接，所述臂架1的底部与起重机塔身11旋转配合，所述臂架1的旋转轴水平设置，所述变幅机构8与臂架1传动配合，所述回转机构9与起重机塔身11的底部传动配合，所述起重机塔身11的底部与起重机底盘的顶部旋转配合，所述起重机塔身11上设置有起升机构10，所述起升机构10上设置有拉力传感器6，所述拉力传感器6用于测量钢丝绳3受到的拉力，所述

钢丝绳3的一端与起升机构10固定连接，所述钢丝绳3的另一端经过滑轮2后与吊钩4固定连接，所述起升机构10通过钢丝绳3与吊钩4传动配合，所述倾角传感器7设置在钢丝绳3上近吊钩4处；

所述控制器5的拉力信号输入端与拉力传感器6的信号输出端相连接，所述控制器5的倾角信号输入端与倾角传感器7的信号输出端相连接，控制器5的控制端分别与变幅机构8、回转机构9和起升机构10信号连接。

[0031] 所述控制系统还包括控制平台12，所述控制平台12的显示信号输入端与控制器5的显示信号输出端相连接，所述控制平台12的控制信号输出端与控制器5的控制信号输入端相连接。

[0032] 所述变幅机构8、回转机构9和起升机构10均为电机驱动的执行结构，所述变幅机构8的变幅信号输入端通过数据总线与控制器5的变幅信号输出端相连接，所述回转机构9的回转信号输入端通过数据总线与控制器5的回转信号输出端相连接，所述起升机构10的起升信号输入端通过数据总线与控制器5的起升信号输出端相连接，所述控制器5通过数据总线与控制平台12信号连接，所述变幅机构8通过变幅钢丝绳与臂架1的顶端固定连接。

[0033] 所述变幅机构8、回转机构9和起升机构10均为液压驱动的执行结构，所述变幅机构8的变幅信号输入端通过控制线与控制器5的变幅信号输出端相连接，所述回转机构9的回转信号输入端通过控制线与控制器5的回转信号输出端相连接，所述起升机构10的起升信号输入端通过控制线与控制器5的起升信号输出端相连接，所述控制器5通过数据总线与控制平台12信号连接，所述变幅机构8通过液压油缸与臂架1的中部固定连接。

[0034] 所述倾角传感器7为双轴倾角传感器，所述倾角传感器7与吊钩4之间距离小于1米。

[0035] 所述倾角传感器7通过倾角传感器支架套设在钢丝绳3上，所述倾角传感器支架与钢丝绳3旋转配合。

[0036] 一种起重机吊钩垂直控制系统的控制方法，其特征在于：

所述控制方法包括以下步骤：

第一步：开机自检，开启系统使吊钩4受重力影响垂直于地面，系统自动建立空间直角坐标系，所述空间直角坐标系的XOY平面为水平面，所述空间直角坐标系的原点为倾角传感器7所在位置O，此时空间直角坐标系的X轴与倾角传感器7第一轴重合，空间直角坐标系的Y轴与倾角传感器7第二轴重合，空间直角坐标系的Z轴垂直地面设置，所述空间直角坐标系建立完成后，操作人员调整倾角传感器支架使空间直角坐标系的X轴与臂架1在XOY平面的投影重合，此时开机自检步骤完成；

第二步：挂取货物，操作人员将吊钩4与待吊取货物固定连接，吊钩4与待吊取货物固定连接后操作人员操纵控制器5开始工作，控制器5发出起升信号驱动起升机构10开始工作，起升机构10开始工作后卷收钢丝绳3并通过钢丝绳3驱动吊钩4升高，吊钩4升高后对待吊取货物提供向上拉力，此时拉力传感器6持续检测钢丝绳3所受拉力，当拉力传感器6检测到钢丝绳3所受拉力大于吊钩4的空勾重量时，起升机构10停止工作同时系统进入第三步检测步骤；

第三步：检测倾角数据，设定钢丝绳3与滑轮2的接触点为A点，钢丝绳OA段投影到XOY平面的线段为OA’，倾角传感器7持续检测钢丝绳3的倾角并将倾角数据发送给控制器5，

所述控制器5收到倾角数据后计算得到A'点在空间直角坐标系内的坐标为(X,Y,0),此时进入第四步调整步骤;

第四步:调整起吊姿态,控制器5根据当前A点坐标(X,Y,0)发出对应信号驱动回转机构9和变幅机构8工作:

a)当X＞0时,控制器5发出信号驱动回转机构9工作,回转机构9驱动起重机塔身11向左旋转,

b)当X＜0时,控制器5发出信号驱动回转机构9工作,回转机构9驱动起重机塔身11向右旋转,

c)当X=0时,回转机构9不工作,

d)当Y＞0时,控制器5发出信号驱动变幅机构8工作,变幅机构8驱动臂架1仰角增大,

e)当Y＜0时,控制器5发出信号驱动变幅机构8工作,变幅机构8驱动臂架1仰角减小,

f)当Y=0时,变幅机构8不工作,

所述回转机构9和变幅机构8工作时,拉力传感器6持续检测钢丝绳3所受拉力,当拉力传感器6检测到钢丝绳3所受拉力小于或等于钢丝绳3和吊钩4的自重时,回转机构9和变幅机构8停止工作,同时控制器5发出信号驱动起升机构10开始工作卷收钢丝绳3,直到拉力传感器6检测到钢丝绳3所受拉力大于吊钩4的空勾重量,此时回转机构9和变幅机构8继续工作,当X值和Y值小于起重机安全阈值时调整步骤完成,此时可以安全进行起吊操作。

[0037] 所述控制方法还包括拉力传感器6标定步骤,所述拉力传感器6标定步骤由操作人员在起重机安装阶段或起重机检修阶段进行,所述拉力传感器6标定步骤如下:

操作人员操作控制平台12手动输入吊钩4空勾重量,所述吊钩4空勾重量为吊钩4与待吊取货物顶端高度平齐时拉力传感器6检测到的拉力;操作人员输入吊钩4空勾重量后,操作人员操作控制器5进入标定步骤并进行第二步准备步骤、第三步检测步骤和第四步调整步骤,同时操作人员观察起重机工作情况,当起重机工作过程中将待吊取货物吊起离地或第四步调整步骤中钢丝绳3处于松弛状态后起升机构10未开始工作并卷收钢丝绳3时,则表示拉力传感器6故障需要更换;当起重机完成第二步挂取货物、第三步检测倾角数据和第四步调整起吊姿态时拉力传感器6标定步骤完成。

[0038] 所述控制方法还包括倾角传感器7标定步骤,所述倾角传感器7标定步骤由操作人员在起重机安装阶段或起重机检修阶段进行,所述倾角传感器7标定步骤如下:

操作人员操作控制器5进入标定步骤并保持吊钩4竖直向下,操作人员操作控制器5标定此时倾角传感器7发出的倾角信号为0度,操作人员标定0度倾角信号后操作控制器5输入起重机安全阈值,当操作人员输入起重机安全阈值后操作起重机进行第二步准备步骤、第三步检测步骤和第四步调整步骤以标定起重机安全阈值,操作人员观察起重机工作情况,当第四步调整步骤中变幅机构8和回转机构9工作过程中X值和Y值未缩小时,则表示倾角传感器7故障需要更换;当起重机完成第二步挂取货物、第三步检测倾角数据和第四步调整起吊姿态时倾角传感器7标定步骤完成。

[0039] 本发明的原理说明如下:

本发明通过起升机构10对钢丝绳3提供向上的拉力,同时货物本身的重量对钢丝

绳3提供向下的拉力，两者共同作用使钢丝绳3绷直，钢丝绳3在绷直状态下可以准确反应出自身的倾角，此时可以通过倾角传感器7检测得到钢丝绳3的倾角信息。

[0040] 本发明通过将吊钩4设为空间直角坐标系的坐标原点，同时通过钢丝绳3的倾角信息计算得到绷直状态下的钢丝绳3在XOY平面的线段投影，通过钢丝绳3的投影信息得到滑轮2在XOY平面的投影点，滑轮2的投影点相对空间直角坐标系X轴和Y轴的距离即为吊钩4与滑轮2在水平方向的偏差距离，控制器通过偏差距离信息驱动变幅机构8和回转机构9工作，以减小偏差距离，直到吊钩4与滑轮2在水平方向的偏差距离小于预设的起重机安全阈值，此时起吊可以避免货物带动钢丝绳3摆动。

[0041] 本发明中控制器5通过数据总线与各执行结构信号连接，控制器5输出一个脉冲可调的周期性方波脉冲信号，当方波的脉冲宽度改变时，对应的执行结构开始工作，执行结构的工作幅度与脉冲宽度的变化成正比。

[0042] 实施例1：

一种起重机吊钩垂直控制系统，所述控制系统包括：臂架1、滑轮2、钢丝绳3、吊钩4、控制器5、拉力传感器6、倾角传感器7、变幅机构8、回转机构9、起升机构10和起重机塔身11；所述臂架1的顶部设置有与其旋转配合的滑轮2，所述臂架1的底部与起重机塔身11相连接，所述臂架1的底部与起重机塔身11旋转配合，所述臂架1的旋转轴水平设置，所述变幅机构8与臂架1传动配合，所述回转机构9与起重机塔身11的底部传动配合，所述起重机塔身11的底部与起重机底盘的顶部旋转配合，所述起重机塔身11上设置有起升机构10，所述起升机构10上设置有拉力传感器6，所述拉力传感器6用于测量钢丝绳3受到的拉力，所述钢丝绳3的一端与起升机构10固定连接，所述钢丝绳3的另一端经过滑轮2后与吊钩4固定连接，所述起升机构10通过钢丝绳3与吊钩4传动配合，所述倾角传感器7设置在钢丝绳3上近吊钩4处；所述控制器5的拉力信号输入端与拉力传感器6的信号输出端相连接，所述控制器5的倾角信号输入端与倾角传感器7的信号输出端相连接，控制器5的控制端分别与变幅机构8、回转机构9和起升机构10信号连接；所述控制系统还包括控制平台12，所述控制平台12的显示信号输入端与控制器5的显示信号输出端相连接，所述控制平台12的控制信号输出端与控制器5的控制信号输入端相连接；所述变幅机构8、回转机构9和起升机构10均为电机驱动的执行结构，所述变幅机构8的变幅信号输入端通过数据总线与控制器5的变幅信号输出端相连接，所述回转机构9的回转信号输入端通过数据总线与控制器5的回转信号输出端相连接，所述起升机构10的起升信号输入端通过数据总线与控制器5的起升信号输出端相连接，所述控制器5通过数据总线与控制平台12信号连接，所述变幅机构8通过变幅钢丝绳与臂架1的顶端固定连接；所述变幅机构8、回转机构9和起升机构10均为液压驱动的执行结构，所述变幅机构8的变幅信号输入端通过控制线与控制器5的变幅信号输出端相连接，所述回转机构9的回转信号输入端通过控制线与控制器5的回转信号输出端相连接，所述起升机构10的起升信号输入端通过控制线与控制器5的起升信号输出端相连接，所述控制器5通过数据总线与控制平台12信号连接，所述变幅机构8通过液压油缸与臂架1的中部固定连接；所述倾角传感器7为双轴倾角传感器，所述倾角传感器7与吊钩4之间距离小于1米；所述倾角传感器7通过倾角传感器支架套设在钢丝绳3上，所述倾角传感器支架与钢丝绳3旋转配合。

[0043] 一种起重机吊钩垂直控制系统的控制方法，其特征在于：

所述控制方法包括以下步骤：

第一步:开机自检,开启系统使吊钩4受重力影响垂直于地面,系统自动建立空间直角坐标系,所述空间直角坐标系的XOY平面为水平面,所述空间直角坐标系的原点为倾角传感器7所在位置O,此时空间直角坐标系的X轴与倾角传感器7第一轴重合,空间直角坐标系的Y轴与倾角传感器7第二轴重合,空间直角坐标系的Z轴垂直地面设置,所述空间直角坐标系建立完成后,操作人员调整倾角传感器支架使空间直角坐标系的X轴与臂架1在XOY平面的投影重合,此时开机自检步骤完成;

第二步:挂取货物,操作人员将吊钩4与待吊取货物固定连接,吊钩4与待吊取货物固定连接后操作人员操纵控制器5开始工作,控制器5发出起升信号驱动起升机构10开始工作,起升机构10开始工作后卷收钢丝绳3并通过钢丝绳3驱动吊钩4升高,吊钩4升高后对待吊取货物提供向上拉力,此时拉力传感器6持续检测钢丝绳3所受拉力,当拉力传感器6检测到钢丝绳3所受拉力大于吊钩4的空勾重量时,起升机构10停止工作同时系统进入第三步检测步骤;

第三步:检测倾角数据,设定钢丝绳3与滑轮2的接触点为A点,钢丝绳OA段投影到XOY平面的线段为OA',倾角传感器7持续检测钢丝绳3的倾角并将倾角数据发送给控制器5,所述控制器5收到倾角数据后计算得到A'点在空间直角坐标系内的坐标为(X,Y,0),此时进入第四步调整步骤;

第四步:调整起吊姿态,控制器5根据当前A点坐标(X,Y,0)发出对应信号驱动回转机构9和变幅机构8工作:

a)当X＞0时,控制器5发出信号驱动回转机构9工作,回转机构9驱动起重机塔身11向左旋转,

b)当X＜0时,控制器5发出信号驱动回转机构9工作,回转机构9驱动起重机塔身11向右旋转,

c)当X=0时,回转机构9不工作,

d)当Y＞0时,控制器5发出信号驱动变幅机构8工作,变幅机构8驱动臂架1仰角增大,

e)当Y＜0时,控制器5发出信号驱动变幅机构8工作,变幅机构8驱动臂架1仰角减小,

f)当Y=0时,变幅机构8不工作,

所述回转机构9和变幅机构8工作时,拉力传感器6持续检测钢丝绳3所受拉力,当拉力传感器6检测到钢丝绳3所受拉力小于或等于钢丝绳3和吊钩4的自重时,回转机构9和变幅机构8停止工作,同时控制器5发出信号驱动起升机构10开始工作卷收钢丝绳3,直到拉力传感器6检测到钢丝绳3所受拉力大于吊钩4的空勾重量,此时回转机构9和变幅机构8继续工作,当X值和Y值小于起重机安全阈值时调整步骤完成,此时可以安全进行起吊操作。

[0044] 实施例2:

实施例2与实施例1基本相同,其不同之处在于:

所述控制方法还包括拉力传感器6标定步骤,所述拉力传感器6标定步骤由操作人员在起重机安装阶段或起重机检修阶段进行,所述拉力传感器6标定步骤如下:

操作人员操作控制平台12手动输入吊钩4空勾重量,所述吊钩4空勾重量为吊钩4与待吊取货物顶端高度平齐时拉力传感器6检测到的拉力;操作人员输入吊钩4空勾重量

后，操作人员操作控制器5进入标定步骤并进行第二步准备步骤、第三步检测步骤和第四步调整步骤，同时操作人员观察起重机工作情况，当起重机工作过程中将待吊取货物吊起离地或第四步调整步骤中钢丝绳3处于松弛状态后起升机构10未开始工作并卷收钢丝绳3时，则表示拉力传感器6故障需要更换；当起重机完成第二步挂取货物、第三步检测倾角数据和第四步调整起吊姿态时拉力传感器6标定步骤完成。

[0045] 实施例3：

实施例3与实施例2基本相同，其不同之处在于：

所述控制方法还包括倾角传感器7标定步骤，所述倾角传感器7标定步骤由操作人员在起重机安装阶段或起重机检修阶段进行，所述倾角传感器7标定步骤如下：

操作人员操作控制器5进入标定步骤并保持吊钩4竖直向下，操作人员操作控制器5标定此时倾角传感器7发出的倾角信号为0度，操作人员标定0度倾角信号后操作控制器5输入起重机安全阈值，当操作人员输入起重机安全阈值后操作起重机进行第二步准备步骤、第三步检测步骤和第四步调整步骤以标定起重机安全阈值，操作人员观察起重机工作情况，当第四步调整步骤中变幅机构8和回转机构9工作过程中X值和Y值未缩小时，则表示倾角传感器7故障需要更换；当起重机完成第二步挂取货物、第三步检测倾角数据和第四步调整起吊姿态时倾角传感器7标定步骤完成。

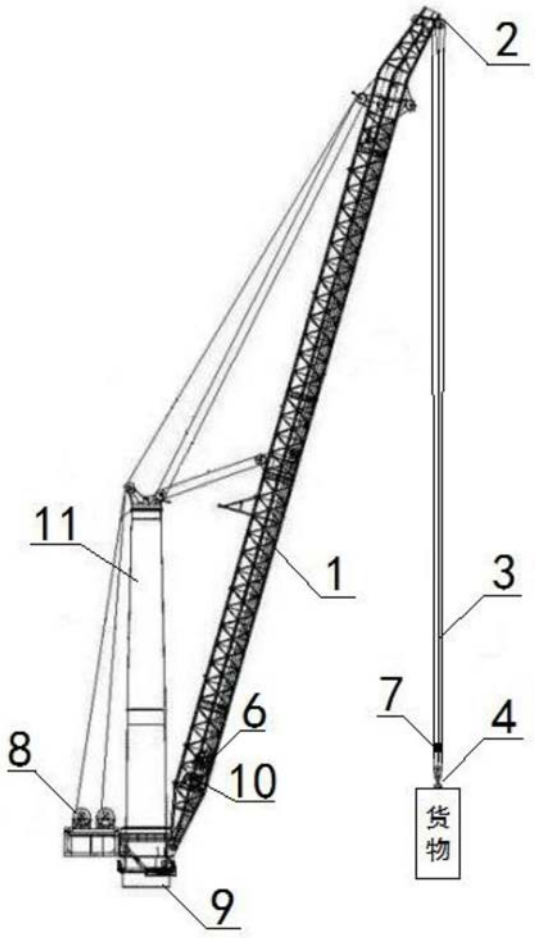

2
11
1
3
7
4
6
8
10
货物
9

图1

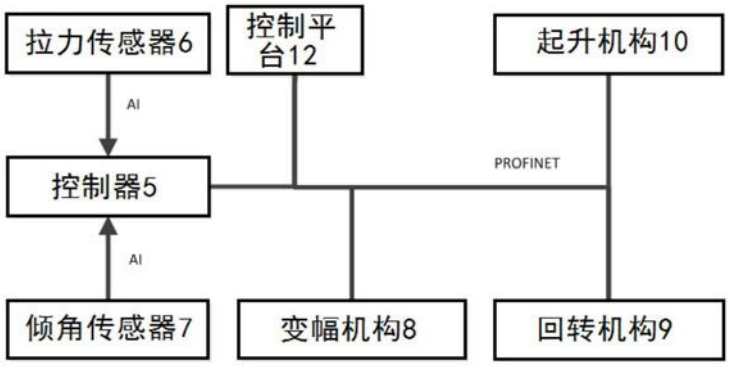

拉力传感器6
控制平台12
起升机构10
AI
PROFINET
控制器5
AI
倾角传感器7
变幅机构8
回转机构9

图2

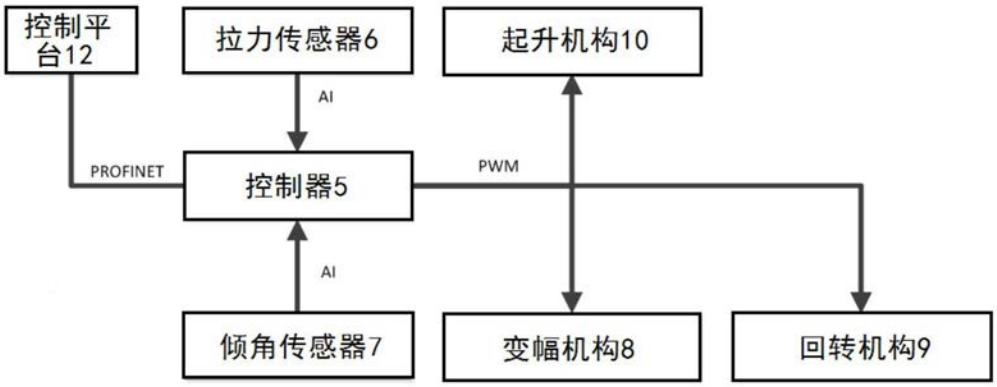

控制平台12
拉力传感器6
起升机构10
AI
PROFINET
控制器5
PWM
AI
倾角传感器7
变幅机构8
回转机构9

图3

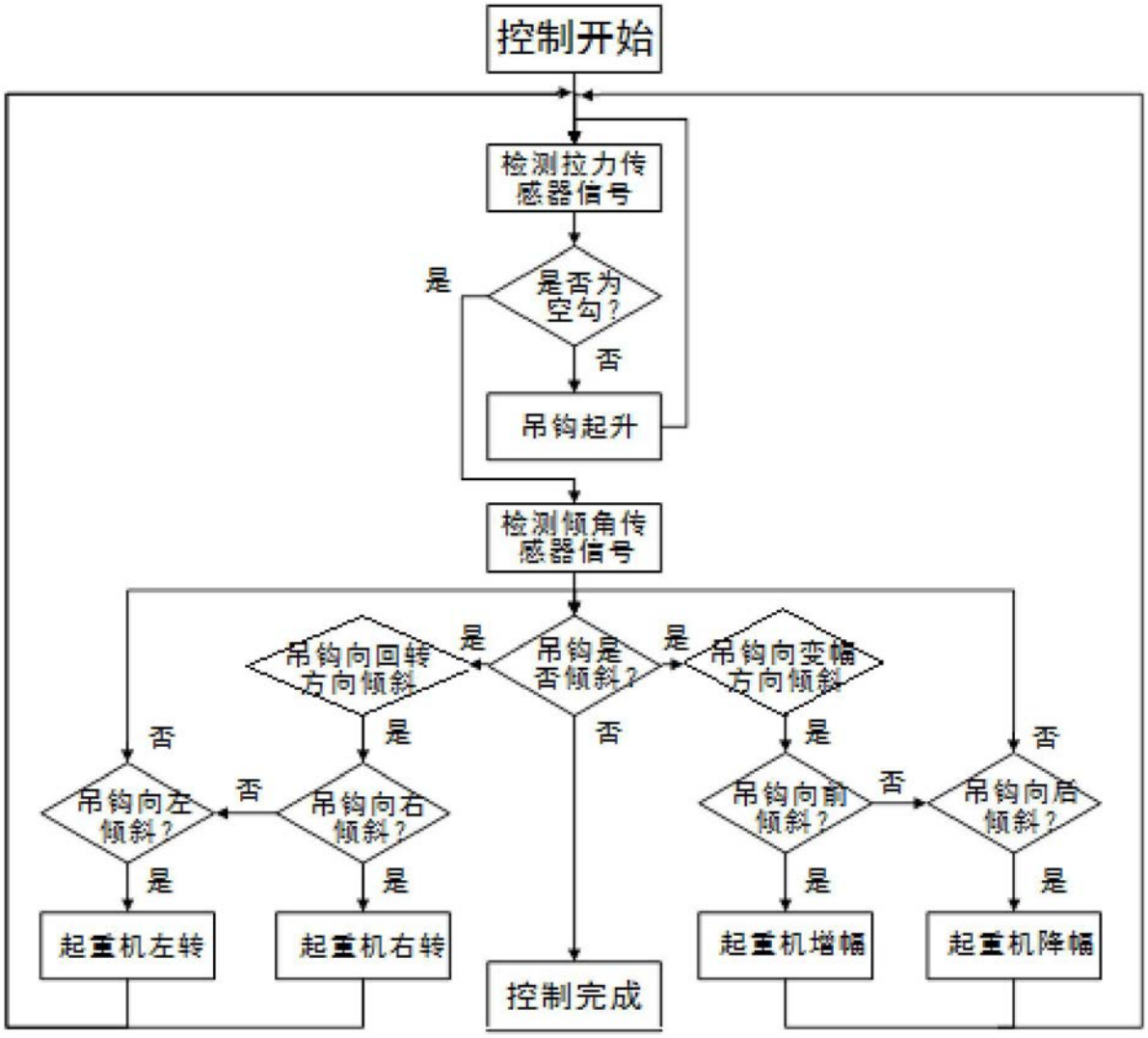

控制开始
检测拉力传感器信号
是否为空勾?
是
否
吊钩起升
检测倾角传感器信号
吊钩向回转方向倾斜
是
吊钩是否倾斜?
是
吊钩向变幅方向倾斜
否
否
是
否
吊钩向左倾斜?
否
吊钩向右倾斜?
吊钩向前倾斜?
否
吊钩向后倾斜?
是
是
是
是
是
起重机左转
起重机右转
控制完成
起重机增幅
起重机降幅

图4

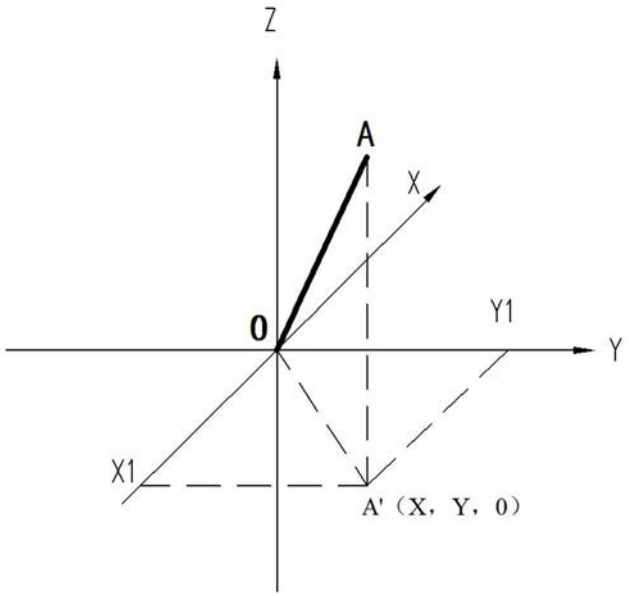

Z
A
X
0
Y1
Y
X1
A'（X，Y，0）

图5

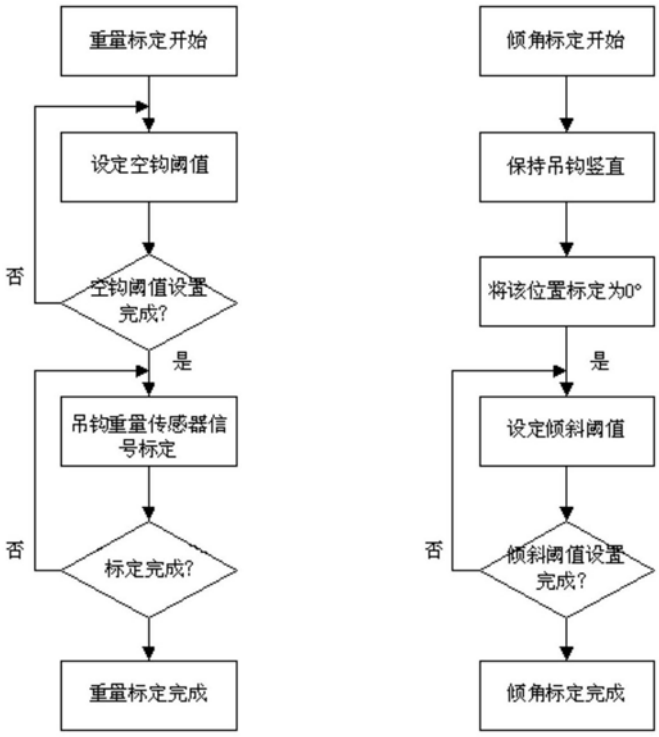

重量标定开始
设定空钩阈值
空钩阈值设置完成?
否
是
吊钩重量传感器信号标定
标定完成?
否
重量标定完成
倾角标定开始
保持吊钩竖直
将该位置标定为0°
是
设定倾斜阈值
倾斜阈值设置完成?
否
倾角标定完成

图6