(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 113148863 A
(43)申请公布日 2021.07.23

(21)申请号 202110465901.8

(22)申请日 2021.04.28

(71)申请人 徐工集团工程机械股份有限公司建设机械分公司
地址 221004 江苏省徐州市经济开发区桃山路19号

(72)发明人 刘喜青 杨勇 孙影 赵江平 周玉龙 陈国亮

(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
代理人 马艳苗

(51)Int.Cl.
B66C 23/06(2006.01)
B66C 23/16(2006.01)
B66C 23/62(2006.01)
B66C 23/76(2006.01)
B66C 23/82(2006.01)
B66C 23/84(2006.01)
B66C 23/88(2006.01)
B66C 23/90(2006.01)
B66C 13/16(2006.01)
B66C 13/18(2006.01)

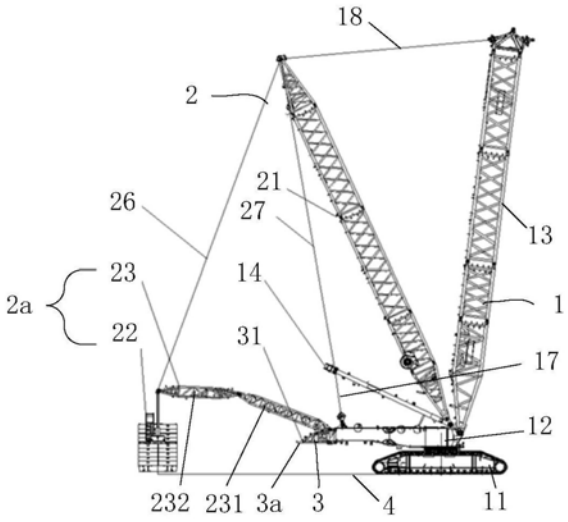
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

起重机及其控制方法

(57)摘要

本公开涉及起重设备技术领域，特别涉及一种起重机及其控制方法。起重机包括：本体，包括底盘和转台，转台可转动地设置于底盘上；超起装置，包括超起臂、悬挂牵拉件和平衡机构，平衡机构包括超起平衡重和推移装置，超起臂和推移装置的第一端均与转台连接，悬挂牵拉件与超起臂的第二端和超起平衡重连接，推移装置的第二端与超起平衡重连接，并调节超起平衡重距离转台回转中心的距离；和悬停装置，用于在起重机空载时，将超起平衡重支承于地面上方，悬停装置的第一端与转台连接，悬停装置的第二端设有连接部，连接部与平衡机构可拆卸地连接，且连接部不与超起臂连接。基于此，可以更方便地实现起重机的空载带超起平衡重回转和行走的功能。



CN 113148863 A

1.一种起重机(10),其特征在于,包括:

本体(1),包括底盘(11)和转台(12),所述转台(12)可转动地设置于所述底盘(11)上;

超起装置(2),包括超起臂(21)、悬挂牵拉件(26)和平衡机构(2a),所述平衡机构(2a)包括超起平衡重(22)和推移装置(23),所述超起臂(21)和所述推移装置(23)的第一端均与所述转台(12)连接,所述悬挂牵拉件(26)与所述超起臂(21)的第二端和所述超起平衡重(22)连接,所述推移装置(23)的第二端与所述超起平衡重(22)连接,并调节所述超起平衡重(22)距离所述转台(12)回转中心的距离;和

悬停装置(3),用于在所述起重机(10)空载时,将所述超起平衡重(22)支承于地面(4)上方,所述悬停装置(3)的第一端与所述转台(12)连接,所述悬停装置(3)的第二端设有连接部(3a),所述连接部(3a)与所述平衡机构(2a)可拆卸地连接,且所述连接部(3a)不与所述超起臂(21)连接。

2.根据权利要求1所述的起重机(10),其特征在于,所述连接部(3a)包括挂钩(32),所述挂钩(32)与所述平衡机构(2a)挂接。

3.根据权利要求2所述的起重机(10),其特征在于,所述平衡机构(2a)包括提升油缸(24)和定位轴(25),所述提升油缸(24)与所述超起平衡重(22)连接,并驱动所述超起平衡重(22)升降,所述定位轴(25)设置在所述提升油缸(24)上,并通过卡在所述挂钩(32)内,来实现所述平衡机构(2a)与所述悬停装置(3)的挂接。

4.根据权利要求2所述的起重机(10),其特征在于,所述挂钩(32)的开口朝向上方。

5.根据权利要求1所述的起重机(10),其特征在于,所述悬停装置(3)的第一端与所述转台(12)铰接、焊接或挂接。

6.根据权利要求1-5任一所述的起重机(10),其特征在于,所述悬停装置(3)包括支撑梁(31),所述支撑梁(31)的第一端与所述转台(12)连接,所述支撑梁(31)的第二端由所述支撑梁(31)的第一端向后延伸,所述连接部(3a)设置于所述支撑梁(31)的第二端。

7.根据权利要求6所述的起重机(10),其特征在于,所述支撑梁(31)采用桁架式结构、箱型结构或工字型结构。

8.根据权利要求1-5任一所述的起重机(10),其特征在于,所述起重机(10)包括第一检测装置,所述第一检测装置检测所述悬挂牵拉件(26)和所述悬停装置(3)的受力,以确定所述超起平衡重(22)的重量;和/或,所述起重机(10)包括桅杆(14)、超起牵拉件(27)和第二检测装置,所述桅杆(14)的第一端与所述转台(12)连接,所述桅杆(14)的第二端通过所述超起牵拉件(27)与所述超起臂(21)连接,所述第二检测装置检测所述超起牵拉件(27)所承受的作用力。

9.根据权利要求8所述的起重机(10),其特征在于,所述第一检测装置包括第一检测器和第二检测器,所述第一检测器检测所述悬挂牵拉件(26)的受力,所述第二检测器检测所述悬停装置(3)的受力。

10.根据权利要求9所述的起重机(10),其特征在于,所述第一检测器包括拉力传感器或油压传感器,所述拉力传感器设置于所述悬挂牵拉件(26)上,并通过检测所述悬挂牵拉件(26)所受的拉力,来实现对所述悬挂牵拉件(26)受力的检测,所述油压传感器设置于所述平衡机构(2a)的用于驱动所述超起平衡重(22)升降的提升油缸(24)上,并通过检测所述提升油缸(24)的油压,来实现对所述悬挂牵拉件(26)受力的检测;和/或,所述第二检测器

包括压力传感器，所述压力传感器设置于所述悬停装置(3)上，并通过检测所述悬停装置(3)所受的压力，来实现对所述悬停装置(3)受力的检测。

11.一种如权利要求1-10任一所述的起重机(10)的控制方法，其特征在于，包括：

控制所述推移装置(23)将所述超起平衡重(22)与所述转台(12)的回转中心之间的距离调小至预设值；

控制所述平衡机构(2a)与所述悬停装置(3)的连接部(3a)连接，以利用所述悬停装置(3)将所述超起平衡重(22)支承于地面(24)上方，使得所述起重机(10)能够在空载状态下，带所述超起平衡重(22)回转或行走。

12.根据权利要求11所述的控制方法，其特征在于，所述控制平衡机构(2a)与悬停装置(3)的连接部(3a)连接包括：

控制所述平衡机构(2a)的设置在提升油缸(24)上的定位轴(25)落至所述连接部(3a)的挂钩(32)内。

13.根据权利要求12所述的控制方法，其特征在于，所述控制平衡机构(2a)的设置在提升油缸(24)的定位轴(25)落至连接部(3a)的挂钩(32)内包括：

控制所述提升油缸(24)驱动所述超起平衡重(22)下降，使得所述定位轴(25)落至所述挂钩(32)内，与挂钩(32)卡接。

14.根据权利要求11所述的控制方法，其特征在于，在控制所述平衡机构(2a)与所述悬停装置(3)的连接部(3a)连接的过程中，控制所述超起平衡重(22)和所述起重机(10)所吊装的重物交替地下落，且以所述起重机(10)的超起牵拉件(27)所受的作用力F_1达到最大极限值F_{max}和所述起重机(10)的负荷率达到最大值这两个条件中最先到达的一个作为所述超起平衡重(22)每次下落过程的结束条件，并以所述超起牵拉件(27)所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先到达的一个作为所吊重物每次下落过程的结束条件，直至所述平衡机构(2a)与所述悬停装置(3)连接，且所吊装的重物下落完毕，所述起重机(10)的负荷率为所述起重机(10)的实际载荷与所述起重机(10)的额定载荷之比。

15.根据权利要求11-14任一所述的控制方法，其特征在于，在控制所述推移装置(23)将所述超起平衡重(22)与所述转台(12)的回转中心之间的距离调小至预设值的过程中，控制所述超起平衡重(22)降幅和重物下放动作交替进行，且以所述超起牵拉件(27)所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先到达的一个作为每次重物下放动作的停止条件，并以所述超起牵拉件(27)所受作用力F_1升至最大极限值F_{max}和负荷率升至最大值这两个条件中最先到达的一个作为每次超起平衡重降幅动作的停止条件，直至所述超起平衡重(22)与所述转台(12)的回转中心之间的距离减小至预设值，所述超起平衡重(22)降幅是指减小所述超起平衡重(22)与所述转台(12)的回转中心之间的距离。

16.根据权利要求11-14任一所述的控制方法，其特征在于，所述控制方法包括：

在控制所述推移装置(23)将所述超起平衡重(22)与所述转台(12)的回转中心之间的距离调小至预设值之前，使所述超起平衡重(22)离地；

其中，在使所述超起平衡重(22)离地的过程中，控制所述超起平衡重(22)和所吊重物交替地上升，且以所述超起牵拉件(27)所受作用力F_1升至最大极限值F_{max}和负荷率升至最

大值这两个条件中最先到达的一个作为每次重物提升动作的停止条件，并以所述超起牵拉件(27)所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先达到的一个作为每次超起平衡重提升动作的停止条件，直至所述超起平衡重(22)离地。

17.根据权利要求16所述的控制方法，其特征在于，所述控制方法包括：

在控制所述推移装置(23)将所述超起平衡重(22)与所述转台(12)的回转中心之间的距离调小至预设值之前，以及使所述超起平衡重(22)离地之后，使所吊重物离地；

其中，在使所吊重物离地的过程中，控制所述超起平衡重(22)增幅和重物提升动作交替进行，且以所述超起牵拉件(27)所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先到达的一个作为每次超起平衡重(22)增幅动作的停止条件，且以所述超起牵拉件(27)所受作用力F_1升至最大极限值F_{max}和负荷率升至最大值这两个条件中最先到达的一个作为每次重物提升动作的停止条件，直至所吊重物离地，所述超起平衡重(22)增幅是指增大所述超起平衡重(22)与所述转台(12)的回转中心之间的距离。

起重机及其控制方法

技术领域

[0001] 本公开涉及起重设备技术领域,特别涉及一种起重机及其控制方法。

背景技术

[0002] 一些起重机中设有超起臂,以改善吊臂受力。并且,在设有超起臂的情况下,通常为超起臂配备超起平衡重和推移装置。起重机吊装重物的过程中,超起平衡重离地,并在推移装置的作用下,改变与转台回转中心的距离,以获得不同的稳定力矩,增加整车稳定性,防止倾覆。

[0003] 空载(即起重机不吊装重物)时,若超起平衡重不离地,则起重机无法回转或行走。因此,为了使起重机能在空载时带超起平衡重回转或行走,相关技术中,在超起臂下方设置悬停装置,悬停装置的两端分别与转台和超起臂连接,并在空载时,承载超起平衡重的重量,使超起平衡重保持离地状态,以实现空载带超起平衡重回转和行走。

[0004] 上述相关技术中的悬停装置,虽然能够满足空载带超起平衡重回转和行走的需求,但其结构较为庞大复杂,且容易与超起臂和推移装置等发生干涉,同时还存在组装难度较大,组装效率较低的问题。

发明内容

[0005] 本公开旨在提供一种起重机及其控制方法,以更方便地实现起重机的空载带超起平衡重回转和行走的功能。

[0006] 为了实现上述目的,本公开所提供的起重机包括:

[0007] 本体,包括底盘和转台,转台可转动地设置于底盘上;

[0008] 超起装置,包括超起臂、悬挂牵拉件和平衡机构,平衡机构包括超起平衡重和推移装置,超起臂和推移装置的第一端均与转台连接,悬挂牵拉件与超起臂的第二端和超起平衡重连接,推移装置的第二端与超起平衡重连接,并调节超起平衡重距离转台回转中心的距离;和

[0009] 悬停装置,用于在起重机空载时,将超起平衡重支承于地面上方,悬停装置的第一端与转台连接,悬停装置的第二端设有连接部,连接部与平衡机构可拆卸地连接,且连接部不与超起臂连接。

[0010] 在一些实施例中,连接部包括挂钩,挂钩与平衡机构挂接。

[0011] 在一些实施例中,平衡机构包括提升油缸和定位轴,提升油缸通与超起平衡重连接,并驱动超起平衡重升降,定位轴设置在提升油缸上,并通过卡在挂钩内,来实现平衡机构与悬停装置的挂接。

[0012] 在一些实施例中,挂钩的开口朝向上方。

[0013] 在一些实施例中,悬停装置的第一端与转台铰接、焊接或挂接。

[0014] 在一些实施例中,悬停装置包括支撑梁,支撑梁的第一端与转台连接,支撑梁的第二端由支撑梁的第一端向后延伸,连接部设置于支撑梁的第二端。

[0015] 在一些实施例中，支撑梁采用桁架式结构、箱型结构或工字型结构。

[0016] 在一些实施例中，起重机包括第一检测装置，第一检测装置检测悬挂牵拉件和悬停装置的受力，以确定超起平衡重的重量；和/或，起重机包括桅杆、超起牵拉件和第二检测装置，桅杆的第一端与转台连接，桅杆的第二端通过超起牵拉件与超起臂连接，第二检测装置检测超起牵拉件所承受的作用力。

[0017] 在一些实施例中，第一检测装置包括第一检测器和第二检测器，第一检测器检测悬挂牵拉件的受力，第二检测器检测悬停装置的受力。

[0018] 在一些实施例中，第一检测器包括拉力传感器或油压传感器，拉力传感器设置于悬挂牵拉件上，并通过检测悬挂牵拉件所受的拉力，来实现对悬挂牵拉件受力的检测，油压传感器设置于平衡机构的用于驱动超起平衡重升降的提升油缸上，并通过检测提升油缸的油压，来实现对悬挂牵拉件受力的检测；和/或，第二检测器包括压力传感器，压力传感器设置于悬停装置上，并通过检测悬停装置所受的压力，来实现对悬停装置受力的检测。

[0019] 基于本公开实施例的起重机，本公开还提供一种控制方法，其包括：

[0020] 控制推移装置将超起平衡重与转台的回转中心之间的距离调小至预设值；

[0021] 控制平衡机构与悬停装置的连接部连接，以利用悬停装置将超起平衡重支承于地面上方，使得起重机能够在空载状态下，带超起平衡重回转或行走。

[0022] 在一些实施例中，控制平衡机构与悬停装置的连接部连接包括：

[0023] 控制平衡机构的设置在提升油缸上的定位轴落至连接部的挂钩内。

[0024] 在一些实施例中，控制平衡机构的设置在提升油缸上的定位轴落至连接部的挂钩内包括：

[0025] 控制提升油缸驱动超起平衡重下降，使得定位轴落至挂钩内，与挂钩卡接。

[0026] 在一些实施例中，在控制平衡机构与悬停装置的连接部连接的过程中，控制超起平衡重和起重机所吊装的重物交替地下落，且以起重机的超起牵拉件所受的作用力F_1达到最大极限值F_{max}和起重机的负荷率达到最大值这两个条件中最先到达的一个作为超起平衡重每次下落过程的结束条件，并以超起牵拉件所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先到达的一个作为所吊重物每次下落过程的结束条件，直至平衡机构与悬停装置连接，且所吊装的重物下落完毕，起重机的负荷率为起重机的实际载荷与起重机的额定载荷之比。

[0027] 在一些实施例中，在控制推移装置将超起平衡重与转台的回转中心之间的距离调小至预设值的过程中，控制超起平衡重降幅和重物下放动作交替进行，且以超起牵拉件所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先到达的一个作为每次重物下放动作的停止条件，并以超起牵拉件所受作用力F_1升至最大极限值F_{max}和负荷率升至最大值这两个条件中最先到达的一个作为每次超起平衡重降幅动作的停止条件，直至超起平衡重与转台的回转中心之间的距离减小至预设值，超起平衡重降幅是指减小超起平衡重与转台的回转中心之间的距离。

[0028] 在一些实施例中，控制方法包括：

[0029] 在控制推移装置将超起平衡重与转台的回转中心之间的距离调小至预设值之前，使超起平衡重离地；

[0030] 其中，在使超起平衡重离地的过程中，控制超起平衡重和所吊重物交替地上升，且

以超起牵拉件所受作用力F_1升至最大极限值F_{max}和负荷率升至最大值这两个条件中最先到达的一个作为每次重物提升动作的停止条件，并以超起牵拉件所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先达到的一个作为每次超起平衡重提升动作的停止条件，直至超起平衡重离地。

[0031] 在一些实施例中，控制方法包括：

[0032] 在控制推移装置将超起平衡重与转台的回转中心之间的距离调小至预设值之前，以及使超起平衡重离地之后，使所吊重物离地；

[0033] 其中，在使所吊重物离地的过程中，控制超起平衡重增幅和重物提升动作交替进行，且以超起牵拉件所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先到达的一个作为每次超起平衡重增幅动作的停止条件，且以超起牵拉件所受作用力F_1升至最大极限值F_{max}和负荷率升至最大值这两个条件中最先到达的一个作为每次重物提升动作的停止条件，直至所吊重物离地，超起平衡重增幅是指增大超起平衡重与转台的回转中心之间的距离。

[0034] 通过设置仅第一端与转台连接，而第二端与超起臂脱开的悬停装置，不仅可以在空载时实现超起平衡重的悬浮和停留，而且结构较为简单，组装效率较高，因此，可以更方便地实现起重机的空载带超起平衡重回转和行走的功能。

[0035] 通过以下参照附图对本公开的示例性实施例进行详细描述，本公开的其它特征及其优点将会变得清楚。

附图说明

[0036] 为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0037] 图1为相关技术中未设置悬停装置的起重机的整体结构示意图。

[0038] 图2为相关技术中设有悬停装置的起重机的部分结构示意图。

[0039] 图3示出图2所示起重机的悬停装置的安装过程示意。

[0040] 图4为本公开实施例中起重机的结构示意图。

[0041] 图5为图4所示起重机在超起平衡重与悬停装置结合时的状态示意图。

[0042] 图6为图4中悬停装置的结构示意图。

[0043] 图7示出起重机在定位轴尚未卡入挂钩中的状态示意图。

[0044] 图8为图7的I局部放大图。

[0045] 图9为起重机在定位轴卡入挂钩中的状态示意图。

[0046] 图10为图9的II局部放大图。

[0047] 图11示出本公开另一些实施例中起重机的部分结构示意图。

[0048] 图12示出本公开实施例中控制方法的流程示意图。

[0049] 附图标记说明：

[0050] 10、起重机；

[0051] 1、本体；11、底盘；12、转台；13、吊臂；14、桅杆；15、转台平衡重；16、吊钩；17、桅杆

变幅装置;18、超起变幅装置;

[0052] 2、超起装置;21、超起臂;22、超起平衡重;23、推移装置;231、第一推移臂;232、第二推移臂;24、提升油缸;25、定位轴;26、悬挂牵拉件;27、超起牵拉件;2a、平衡机构;

[0053] 3、悬停装置;31、支撑梁;311、铰接孔;32、挂钩;322、斜面;33、连接杆;34、托盘;3a、连接部;

[0054] 4、地面。

具体实施方式

[0055] 下面将结合本公开实施例中的附图,对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例,而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。基于本公开中的实施例,本领域普通技术人员在没有开展创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本公开保护的范围。

[0056] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0057] 在本公开的描述中,需要理解的是,使用“第一”、“第二”等词语来限定零部件,仅仅是为了便于对相应零部件进行区别,如没有另行声明,上述词语并没有特殊含义,因此不能理解为对本公开保护范围的限制。

[0058] 在本公开的描述中,需要理解的是,方位词如“前、后、上、下、左、右”、“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系通常是基于起重机正常行驶时的方位或位置关系确定的,其中,以起重机前进的方向为前,以起重机后退的方向为后,并以面对前方时的上下左右为上下左右。

[0059] 此外,下面所描述的本公开不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0060] 图1示出相关技术中一些起重机的结构。如图1所示,该起重机10包括本体1和超起装置2。

[0061] 本体1包括底盘11、转台12、吊臂13、吊钩16、桅杆14、桅杆变幅装置17和转台平衡重15。底盘11用于支承和安装起重机10的发动机及其他组成部分,并实现整车的行驶功能。在起重机10为履带式起重机时,底盘11为履带式底盘。转台12可转动地设置在底盘11上,以带动安装在其上的部件转动。转台平衡重15设置在转台12上,起到平衡吊载重量的作用,以防止起重机10倾翻。吊臂13(又称臂架或主臂)的第一端连接于转台12上,使得吊臂13能够在转台12的带动下回转。吊臂13的第二端设有用于吊装重物的吊钩16,以实现起重机10的吊装功能。桅杆14的第一端与转台12连接,以在转台12的带动下回转。桅杆14的第二端通过桅杆变幅装置17(例如滑轮组)与转台12连接,使得桅杆14可以在桅杆变幅装置17的作用下变幅。

[0062] 超起装置2设置在本体1上,用于改善部件受力和整机稳定性,以提高起重性能。如图1所示,超起装置2包括超起臂21、平衡机构2a、悬挂牵拉件26和超起牵拉件27。平衡机构2a包括超起平衡重22和推移装置23。超起臂21的第一端与转台12连接,以在转台12的带动下回转。超起臂21的第二端一方面通过超起变幅装置18(例如滑轮组)与吊臂13的第二端连

接，另一方面通过超起牵拉件27与桅杆14的第二端连接，再一方面还通过悬挂牵拉件26与超起平衡重22连接。推移装置23的第一端连接于转台12上，第二端与超起平衡重22连接，并通过调节超起平衡重22距离转台12回转中心的距离(也可称为超起平衡重22的力矩半径或力臂)，来改变超起平衡重22的幅度(即实现超起平衡重22的变幅)，获得不同的稳定力矩。

[0063] 结合图2，作为推移装置23的一种结构形式，推移装置23包括第一推移臂231和第二推移臂232，第二推移臂232通过第一推移臂231与转台12连接，且第二推移臂232与超起平衡重22连接。第二推移臂232与第一推移臂231铰接，且第二推移臂232与第一推移臂231之间一般连接有推移驱动机构，推移驱动机构通过改变第二推移臂232的角度，来实现对超起平衡重22的力矩半径的调节。其中，推移驱动机构可以包括推移油缸(图中未示出)，推移油缸通过伸缩，来改变第二推移臂232的角度，进而实现对超起平衡重22幅度的调节。

[0064] 所设置的超起臂21，一般采用桁架式结构，其可以通过增大拉板或拉索等牵拉件与吊臂13之间的夹角，来改善吊臂13的受力，增大吊臂13的承载能力，进而改善起重机10的起重性能。

[0065] 所设置的超起平衡重22，与前述转台平衡重15和未图示的车身平衡重一起，形成整车的平衡重系统，主要利用重量压载，来平衡吊载重量(即所吊重物的重量)，实现整机力矩平衡，保持整机稳定。

[0066] 平衡重系统一般与吊钩16所吊载荷匹配。某工况下，吊载的重量与吊臂13的幅度的乘积，即为该工况下的吊载力矩。为达到起重机10的平衡，就需要在转台12的后部增加平衡重系统，来平衡此吊载力矩。在大吨位起重机中，由于吊载力矩太大，仅依靠车身平衡重和转台平衡重15无法平衡吊载力矩，因此，进一步增加超起平衡重22，并通过推移装置23调节超起平衡重22的力矩半径，可以提供不同的稳定力矩，实现整车平衡。

[0067] 起重机10执行吊载任务时，超起平衡重22被提升离地，这种情况下，起重机10可以正常行走和回转。然而，在图1所示的起重机10中，当起重机10不吊载(即空载)时，超起平衡重22的重量只能压在地面上，这种情况下，起重机10无法行走或回转，因此，这种情况下，起重机10无法在空载状态下带超起平衡重22行走或回转，要想实现起重机10在空载时的行走或回转，通常只能将超起平衡重22全部拆掉，但这显然会限制起重机10的使用便利性，影响起重机10的工作效率。

[0068] 针对上述情况，一些相关技术中对图1所示的起重机10进行了改进，在起重机10中增设悬停装置3，利用悬停装置3在空载时支承超起平衡重22的全部重量，来实现起重机10的空载带超起平衡重22的行走和回转功能。

[0069] 图2示出了相关技术中带悬停装置3的起重机10的结构。为了清楚起见，图2中仅示出了起重机10的部分结构。

[0070] 如图2所示，在该起重机10中，悬停装置3为连接在桅杆14和转台12后部的连接架，其两端分别与转台12和超起臂21连接，这样，该悬停装置3能够承受压力，可以在空载时支承超起平衡重22的全部重量，释放超起平衡重22对超起臂21所施加的作用力。

[0071] 基于上述结构，一方面，在吊重时，可以通过推移装置23增大超起平衡重22与转台12回转中心的距离，获得较大的稳定力矩，来平衡吊载力矩，另一方面，空载时，可以通过推移装置23将超起平衡重22与转台12回转中心的距离减小至预设值，来防止起重机10向后倾翻，并利用悬停装置3将超起平衡重22支承于地面4上方，使超起平衡重22保持离地，使得起

重机10在空载时能够带超起平衡重22行走和回转。

[0072] 可见，基于所设置的悬停装置3，能够实现空载带超起平衡重22行走及回转的功能。由于无需拆卸超起平衡重22，因此，使用较为方便，对工作效率的影响较小。

[0073] 然而，上述悬停装置3，其结构较为庞大，重量重，成本高，同时，桅杆14和超起臂21之间的超起牵拉件27(例如拉板)置于悬停装置3中，结构较为复杂。并且，上述悬停装置3导致超起臂21顶部为超静定结构，传力复杂。同时，上述悬停装置3，容易与超起臂21、桅杆14和推移装置23在运动过程中发生干涉，影响工作顺畅性，且设计难度较大。另外，参见图4，上述悬停装置3，在组装时，需要先安装于超起臂21上，然后再将超起臂21起吊至工作位置，组装效率较低。

[0074] 可见，采用上述悬停装置3时，存在结构复杂，成本高，组装效率低，以及易干涉，设计难度大等问题。

[0075] 针对上述情况，本公开对起重机10的结构进行改进，以更方便地实现空载带超起平衡重回转和行走功能。

[0076] 图4-11示例性地示出了本公开起重机10的结构。

[0077] 参见图4-11，在本公开的实施例中，起重机10虽然仍包括悬停装置3，且该悬停装置3的第一端仍与转台12连接，但悬停装置3的第二端不再与超起臂21连接，而是通过连接部3a与平衡机构2a可拆卸地连接。

[0078] 上述悬停装置3，仍可在空载时，将超起平衡重22支承于地面4上方，承载超起平衡重22的全部重量，使超起平衡重22保持于离地状态，实现超起平衡重22在转台12后部的悬浮和停留，这样，超起平衡重22的重量全部由悬停装置3承担，悬挂牵拉件26处于松弛状态，超起臂21所受超起平衡重22的拉力释放，车身所受超起平衡重22的力矩消失，在空载状态下，整车即重新达到平衡状态，从而起重机10可以带着超起平衡重22一起进行行走和回转，无需再拆卸超起平衡重22。可见，所设置的悬停装置3，仍能够实现空载带超起平衡重回转和行走功能，提高起重机10的使用便利性。

[0079] 并且，由于悬停装置3的第二端不再与超起臂21连接，而是始终与超起臂21的第二端保持脱开，因此，结构较为简单，并且，悬停装置3可以设计得较小，无需过于庞大，有利于减重及节约成本。同时，悬停装置3不会导致超起臂21顶部成为超静定结构，可以简化传力。并且，悬停装置3不容易与超起臂21、桅杆14和推移装置23在运动过程中发生干涉，有利于提高工作顺畅性，并降低设计难度。另外，安装时，悬停装置3只需与转台12连接，例如，可以利用几个销轴将悬停装置3的第一端铰接于转台12上，或者，可以将悬停装置3的第一端焊接于或挂接于转台12上，整个悬停装置3的组装过程无需做超起臂起臂动作，因此，组装效率较高。

[0080] 可见，基于前述设置，本公开可以基于较简单的结构和较低的成本实现空载带超起平衡重回转和行走功能，且组装效率较高，因此，可以更方便地实现起重机10的空载带超起平衡重回转和行走的功能。

[0081] 设置在悬停装置3第二端的连接部3a，其与平衡机构2a连接时，超起平衡重22的重量全部由悬停装置3承担，而不再由超起臂21承担，因此，车身所受超起平衡重22的力矩消失，可以实现空载状态下的整车平衡；其与平衡机构2a分离时，悬停装置3不支承超起平衡重22，此时，超起平衡重22脱离悬停装置3，可以在推移装置23的作用下，改变距转台12回转

中心的距离，方便地提供不同的稳定力矩。

[0082] 其中，连接部3a的结构形式可以多样，例如，参见图6，一些实施例中，连接部3a包括挂钩32，挂钩32与平衡机构2a挂接，以实现平衡机构2a与悬停装置3的可拆卸连接，使得空载时，超起配重22可以被悬停装置3支撑，保持离地悬浮状态。空载时，平衡机构2a可以挂接至挂钩32上，以由悬停装置3承载超起平衡重22的全部重量。而在吊载时，又可以通过解除平衡机构2a与挂钩32之间的挂接关系，来方便地实现平衡机构2a与悬停装置3的分离，使超起平衡重22可以方便地离开悬停装置3，提供整车所需的稳定力矩。

[0083] 其中，参见图7-10，挂钩32的开口可以朝向上方，这样，只需对平衡机构2a进行升降，即可实现平衡机构2a与挂钩32的分离和挂接，简单方便。

[0084] 如图7-10所示，在一些实施例中，平衡机构2a包括提升油缸24和定位轴25。提升油缸24与超起平衡重22连接，并驱动超起平衡重22升降。定位轴25设置在提升油缸24上，在提升油缸24驱动超起平衡重22升降时，随着超起平衡重22一起升降。此时，在基于挂钩32实现悬停装置3与平衡机构2a的可拆卸连接的情况下，可以通过使定位轴25卡在挂钩32内，来实现平衡机构2a与悬停装置3的连接。并且，在挂钩32的开口朝上的情况下，定位轴25可以在距回转中心预设值处的超起平衡重22的升降过程中方便地挂接在挂钩32上或从挂钩32上脱开，无需其他操作，因此，可以较高效地实现平衡机构2a与悬停装置3的结合和分离。

[0085] 另外，参见图10，一些实施例中，挂钩32的内表面(即用于与平衡机构2a挂接的表面)为倾斜表面，此时，相应的斜面可以为平衡机构2a的用于与挂钩32挂接的部分(例如定位轴25)提供一段滑道，这样，可以对平衡机构2a的用于与挂钩32挂接的部分(例如定位轴25)进入挂点的位置精度具有一定的包容性，使得即使在超起平衡重22的幅度(即与回转中心之间的距离)与预设值存在一定的偏差时，平衡机构2a的用于与挂钩32挂接的部分(例如定位轴25)仍然可以顺利进入挂钩32中，实现超起平衡重22在悬停装置3上的悬停。斜度的具体尺寸可以根据超起平衡重22幅度的偏差大小来设计。

[0086] 应当理解，平衡机构2a的用于与悬停装置3连接的部分不限于前述定位轴25。平衡机构2a的用于与悬停装置3结合的部分也可以为推移装置23，例如，参见图1，一些实施例中，悬停装置3包括连接杆33，连接杆33的第一端与转台12连接，连接杆33的第二端则与推移装置23(具体可以为第一推移臂231)连接，此时，平衡机构2a的用于与悬停装置3结合的部分即为推移装置23。

[0087] 接下来对图4-11所示的实施例予以进一步地介绍。

[0088] 首先介绍图4-10所示的第一实施例。

[0089] 如图4-10所示，在该第一实施例中，起重机10为履带式起重机，并包括本体1、超起装置2和悬停装置3。

[0090] 如图4所示，本体1包括底盘11、转台12、吊臂13、吊钩16、桅杆14和桅杆变幅装置17。转台12可转动地设置在底盘11上。转台12上可以设置转台平衡重15(图中省略未画)。吊臂13和桅杆14的第一端均连接于转台12的前部。吊臂13的第二端设有吊钩16(图中省略未画)。桅杆14的第二端通过桅杆变幅装置17(例如滑轮组)与转台12连接。

[0091] 结合图4、图8和图10可知，超起装置2包括超起臂21、平衡机构2a、悬挂牵拉件26和超起牵拉件27。平衡机构2a包括超起平衡重22、推移装置23和提升油缸24。推移装置23包括第一推移臂231、第二推移臂232和推移油缸(图中未示出)。其中，如图4所示，超起臂21的第

一端与转台12的前部连接。超起臂21的第二端一方面通过超起变幅装置18(例如滑轮组)与吊臂13的第二端连接,另一方面通过超起牵拉件27与桅杆14的第二端连接,再一方面还通过悬挂牵拉件26与超起平衡重22连接。第一推移臂231铰接于转台12的后部,并通过与之铰接的第二推移臂232与超起平衡重22连接。推移油缸的缸筒和缸杆分别与第一推移臂231和第二推移臂232连接,使得推移油缸伸缩时,可以改变超起平衡重22距转台12回转中心的距离,实现超起平衡重22的变幅。如图8和图10所示,提升油缸24的缸筒与超起平衡重22连接,同时,提升油缸24的缸杆与第二推移臂232连接,使得推移装置23通过提升油缸24与超起平衡重22连接,且提升油缸24伸缩时,可以驱动超起平衡重22升降,实现对超起平衡重22离地高度的调节。提升油缸24的缸筒上设有定位轴25。在提升油缸24伸长,驱动超起平衡重22下降时,提升油缸24的缸筒下降,定位轴25随之下降。

[0092] 如图4和图6所示,悬停装置3设置在推移装置23下方,并包括支撑梁31和挂钩32。支撑梁31的第一端通过铰接孔311连接于转台12的后部,使得支撑梁31的第一端与转台12连接,此时,支撑梁31的第一端成为悬停装置3的第一端。支撑梁31的第二端由支撑梁31的第一端向后延伸,并形成自由端。挂钩32设置于支撑梁31的第二端,用于与前述定位轴25连接,以实现悬停装置3第二端与超起结构2a的可拆卸连接,对超起平衡重22进行空载悬停。其中,挂钩32的开口朝上,且挂钩32的开口具有斜度。

[0093] 图4和图5分别示出了超起平衡重22未悬停至悬停装置3和悬停至悬停装置3上时的状态。其中,在由图4切换至图5的过程中,可以通过推移装置23调节超起平衡重22的幅度,将超起平衡重22移动至力矩半径等于预设值处的位置,使定位轴25大致位于挂钩32的正上方,然后,如图7-10所示,使提升油缸24伸长,由于悬挂牵拉件26长度固定,因此,在提升油缸24伸长时,提升油缸24的缸筒连同超起平衡重22一起向下移动,直至位于提升油缸24缸筒上的定位轴25由挂钩32上方的位置(参见图8)向下移动至卡入挂钩32中(参见图10),此时,悬停装置3承担超起平衡重22的全部重量,悬挂牵拉件26松弛不受力,超起臂21所受超起平衡重22的拉力得以释放,车身所受超起平衡重22的力矩消失,因此,在空载状态下,整车重新达到平衡状态,起重机10可以带着超起平衡重22一起,进行移动和回转。

[0094] 可见,在该实施例中,只需在转台12后部增加悬停装置3,即可实现空载带超起平衡重行走和回转的功能,既不需要对超起臂21、桅杆14、悬挂牵拉件26、桅杆变幅装置17和推移装置23等部件的结构进行改变,也不需要在组装过程中将悬停装置3的第二端与其他部件进行连接,因此,可以基于较简单的结构和较低的成本,实现对组装和工作效率的提升。

[0095] 其中,如图6所示,在该实施例中,支撑梁31采用桁架式结构,但应当理解,支撑梁31也可以采用箱型结构或工字型结构等其他结构形式。

[0096] 接下来介绍图11所示的第二实施例。

[0097] 如图11所示,该第二实施例与前述第一实施例的区别主要在于,悬停装置3的结构不同。具体地,在该第二实施例中,悬停装置3不再包括前述支撑梁31,而是包括连接杆33。该连接杆33的第一端与转台12的后部连接,同时,该连接杆33的第二端通过连接部3a(图中未标示)与第一推移臂231可拆卸地连接。这样,在不需要悬停时,连接杆33的第二端可以与第一推移臂231保持分离状态,以便超起平衡重22可以正常提供稳定力矩,而在需要悬停时,只需将连接杆33的第二端连接至第一推移臂231上,即可实现连接杆33对超起平衡重22

全部重量的支承，实现空载悬停功能。

[0098] 综合前述可知，本公开实施例的起重机10，可以方便地实现超起平衡重22的空载悬停功能。

[0099] 在前述各实施例中，起重机10可以进一步包括检测装置，对整车重心进行检测，以为整机稳定性计算提供数据支持，方便控制重物和超起平衡重22的升降、变幅和悬停等动作的执行，实现更加平稳的运行过程。

[0100] 例如，一些实施例中，起重机10包括第一检测装置，第一检测装置检测悬挂牵拉件26和悬停装置3的受力，以确定超起平衡重22的重量。基于对悬挂牵拉件26和悬停装置3的受力检测结果，来确定超起平衡重22的重量，与仅基于对悬停装置3的受力检测结果来确定超起平衡重22重量的情况相比，可以更准确地实现对超起平衡重22重量的检测，因为，这样可以防止因悬停误差，超起平衡重22重量未完全压在悬停装置3上，而影响对超起平衡重22重量的检测结果的准确性。其中，第一检测装置可以包括两个检测器，两个检测器分别与悬挂牵拉件26和悬停装置3对应，分别检测悬挂牵拉件26和悬停装置3的受力。其中，检测悬挂牵拉件26受力的检测器可以称为第一检测器，该第一检测器可以包括拉力传感器或油压传感器，拉力传感器可以设置于悬挂牵拉件26上，直接检测悬挂牵拉件26所受的拉力；油压传感器可以设置在提升油缸24上，通过检测提升油缸24的油压，来间接检测悬挂牵拉件26的受力。第二检测器可以包括压力传感器，压力传感器可以设置在悬停装置3上，直接检测悬停装置3所受的压力。

[0101] 再例如，一些实施例中，起重机10包括第二检测装置，第二检测装置检测超起牵拉件27所承受的作用力。第二检测装置可以设置在超起牵拉件27上，并具体可以包括拉力传感器。

[0102] 基于前述各实施例的起重机10，参见图12，本公开还提供一种控制方法，其包括：

[0103] 控制推移装置23将超起平衡重22与转台12的回转中心之间的距离调小至预设值；

[0104] 控制平衡机构2a与悬停装置3的连接部3a结合，以利用悬停装置3将超起平衡重22支承于地面4上方，使得起重机10能够在空载状态下，带超起平衡重22回转或行走。

[0105] 其中，调小至预设值，既包括超起平衡重22与转台12的回转中心之间的距离恰好等于预设值的情况，也包括超起平衡重22与转台12的回转中心之间的距离不等于预设值，但二者偏差在允许范围内的情况，以为超起平衡重22的变幅过程提供一定的容错率。

[0106] 而控制平衡机构2a与连接部3a的连接，可以通过多种方式实现。例如，在图11所示的实施例中，可以通过将悬停装置3的连接杆33的第二端连接至推移装置23上，来实现平衡机构2a与悬停装置3的连接，再例如，在图4-10所示的实施例中，可以通过控制平衡机构2a的设置在提升油缸24上的定位轴25落至悬停装置3的挂钩32内，来实现平衡机构2a与悬停装置3的连接。其中，具体地，在控制定位轴25落至挂钩32内时，可以控制提升油缸24驱动超起平衡重22下降，使得定位轴25落至挂钩32内，与挂钩32卡接。

[0107] 另外，在控制平衡机构2a与悬停装置3连接的过程中，可以控制超起平衡重22和起重机10所吊装的重物交替地下落，且以起重机10的超起牵拉件27所受的作用力F_1达到最大极限值F_{max}和起重机10的负荷率达到最大值这两个条件中最先到达的一个作为超起平衡重22每次下落过程的结束条件，并以超起牵拉件27所受作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先到达的一个作为所吊重物每次下落过程的结

束条件，直至平衡机构2a与悬停装置3连接，且所吊装的重物下落完毕，也就是说，相应过程中，可以控制超起平衡重22下落，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限(与超起平衡重22的重量相关，可以基于第一检测装置的检测结果确定)时，控制超起平衡重22停止本次下落，之后，控制所吊重物下落，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值时，控制所吊重物停止本次下落，然后控制超起平衡重22再次下落，如此反复，直至超起平衡重22在悬停装置3上落实，且吊载载荷全部卸去，此时，起重机10处于空载状态，且超起平衡重22处于悬停状态，因此，起重机10可以带超起平衡重22进行空载回转和行走。其中，超起牵拉件27所受的作用力F_1可以由第二检测装置检测确定。负荷率为起重机10的实际载荷与起重机10的额定载荷之比，此处实际载荷和额定载荷分别是指吊臂13所承受的实际载荷和额定载荷，也即为所吊重物所施加的实际载荷和额定载荷。

[0108] 超起平衡重22和所吊重物的交替动作，除了可以发生于上述推移装置23将超起平衡重22的力矩半径调小至预设值之后的平衡机构2a与连接部3a连接过程中，还可以发生于推移装置23将超起平衡重22的力矩半径调小至预设值的过程中以及推移装置23将超起平衡重22的力矩半径调小至预设值之前的起吊重物过程中。

[0109] 例如，在起吊重物过程中，可以先交替地提升超起平衡重22和所吊装重物，直至超起平衡重22离地，并在超起平衡重22离地后，控制超起平衡重22增幅和重物提升动作交替进行，直至所吊重物离地。并且，其中，在使超起平衡重22离地的过程中，可以以超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}和负荷率升至最大值这两个条件中最先到达的一个作为每次重物提升动作的停止条件，并以超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限作为每次超起平衡重提升动作的停止条件，即，在每次提升所吊重物时，若超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值，则停止针对所吊重物的当次提升动作，改为提升超起平衡重22，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限时，停止针对超起平衡重22的当次提升动作，改为再次提升所吊重物，如此反复，直至超起平衡重22离地。而在超起平衡重22离地后，可以控制超起平衡重22增幅和重物提升动作交替进行，直至所吊重物离地，并在该过程中，以超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}和整机后翻稳定性达到规定极限这两个条件中最先到达的一个作为每次超起平衡重22增幅动作的停止条件，且以超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}和负荷率升至最大值这两个条件中最先到达的一个作为每次重物提升动作的停止条件，即，在超起平衡重22离地后直至所吊重物离地的过程中，可以增大超起平衡重22的力矩半径(即增大超起平衡重22的幅度，简称超起平衡重增幅)，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限时，停止超起平衡重22的当次增幅动作，之后改为提升重物，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值时，停止当次重物提升动作，之后改为再次增大超起平衡重22的力矩半径，如此反复，直至，所吊重物离地。

[0110] 再例如，在推移装置23将超起平衡重22的力矩半径调小至预设值的过程中，可以控制超起平衡重22降幅和重物下放动作交替进行。并且，该过程中，可以以超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限作为每次重物下放动作的停止条件，并以超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值

作为每次超起平衡重降幅动作的停止条件。

[0111] 在所吊重物离地后，所吊重物会被起重机10转移至目标就位地点，之后，重物会被逐渐下放，直至完全卸荷。可以理解，该重物下放过程，包括超起平衡重22力矩半径减小至预设值前后的两个过程，其中，超起平衡重22力矩半径减小至预设值后的过程，即为前述平衡机构2a与悬停装置3的连接过程，其控制过程前面已经介绍，此处不再赘述。而在重物转移至目标就位地点之后至超起平衡重22力矩半径减小至预设值之前的过程，即是平衡机构2a与悬停装置3连接之前的重物下放过程，该过程中，可以控制超起平衡重22降幅(即减小超起平衡重22的力矩半径，或称减小超起平衡重22的幅度)和重物下放动作交替进行。并且，在降幅和下放动交替进行的过程中，可以以超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限作为每次重物下放动作的停止条件，并以超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值作为每次超起平衡重降幅动作的停止条件，即，在重物被转移至目标就位地点后，可以下放重物，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限时，停止当次下放动作，之后改为减小超起平衡重22的力矩半径，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值时，停止当次降幅动作，然后改为再次下放重物，如此反复，直至超起平衡重22的力矩半径减小至预设值，满足悬停工况的要求。

[0112] 接下来以图4-10所示的起重机10为例，对图12所示的起重机10的整个工作控制过程予以说明。

[0113] 起重机10的整个工作控制过程包括先后进行的四个过程，分别为超起平衡重离地、重物离地、超起平衡重降幅及卸荷悬停过程。

[0114] 其中，离地是指脱离支撑物的过程，并不仅限于离开地面4，而是也可以为离开支撑超起平衡重22和重物的其他结构。例如，超起平衡重离地，既可以为超起平衡重22离开地面4，也可以为超起平衡重22离开悬停装置3。再例如，重物离地，可以为重物离开地面4，也可以为重物离开其他对重物进行支撑的结构。

[0115] 首先进行的为超起平衡重离地过程。在起重机10执行吊装任务的一开始，超起平衡重22位于悬停装置3或地面4上，所吊重物位于地面4或其他支撑结构上，此时，可以提升重物，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值时，停止重物提升动作，之后，改为提升超起平衡重22，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限时，停止超起平衡重提升动作，之后改为再次提升重物，如此反复，直至超起平衡重22离开悬停装置3或离开地面4。

[0116] 接下来进行重物离地过程。在超起平衡重22离开悬停装置3或离开地面4之后，增大超起平衡重22的力矩半径，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限时，停止超起平衡重增幅动作，之后改为提升重物，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值时，停止重物提升动作，改为再次增大超起平衡重22的力矩半径，如此反复，直至重物离地。

[0117] 之后进行超起平衡重降幅过程。重物离地后，将重物移至目标就位地点，并在将重物移至目标就位地点后，下放重物，且在超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限时，停止重物下放动作，改为减小超起平衡重22的力矩半径，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值时，停止超

起平衡重降幅动作，改为再次下放重物，如此反复，直至超起平衡重22的力矩半径被减小至预设值，满足悬停工况的要求。

[0118] 最后进行卸荷悬停过程。在将超起平衡重22的力矩半径减小至预设值后，继续下放重物，并在超起牵拉件27所受的作用力F_1降至最小极限值F_{min}或整机后翻稳定性达到规定极限时，停止重物下放动作，改为下放超起平衡重22，且在超起牵拉件27所受的作用力F_1升至最大极限值F_{max}或负荷率升至最大值时，停止超起平衡重下放动作，改为再次下放重物，如此反复，直至定位轴25在挂钩32中挂接到位，超起平衡重22在悬停装置3上落实，且重物负荷完全卸去，使得起重机10处于空载状态，且超起平衡重22处于悬停状态，之后，起重机10可以实现空载带超起平衡重的行走和回转。

[0119] 以上所述仅为本公开的示例性实施例，并不用以限制本公开，凡在本公开的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

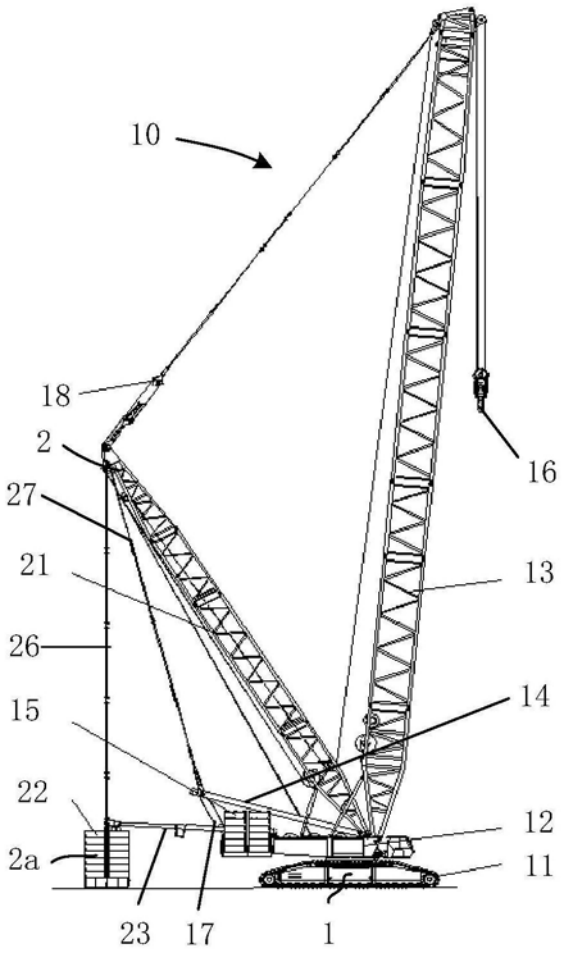


图1

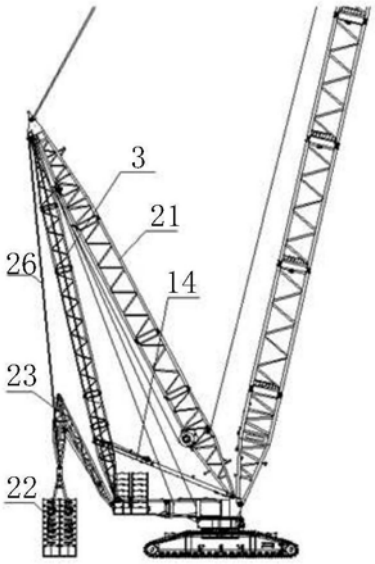


图2

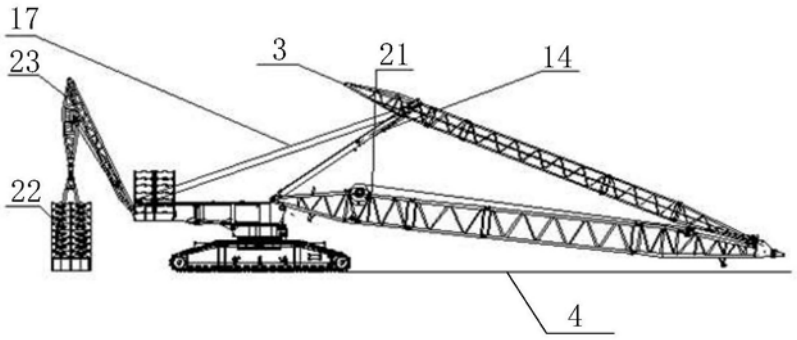

17
23
3
21
14
22
4

图3

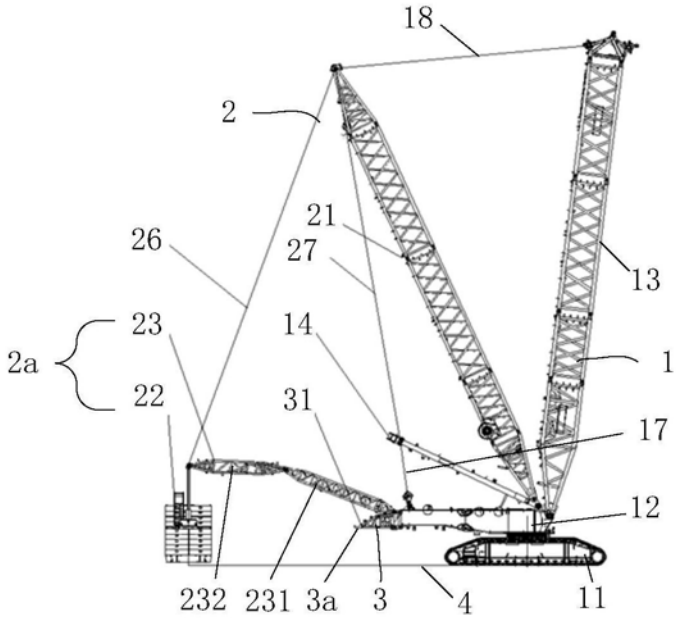

18
2
21
26
27
13
23
14
2a
1
22
31
17
12
232
231
3a
3
4
11

图4

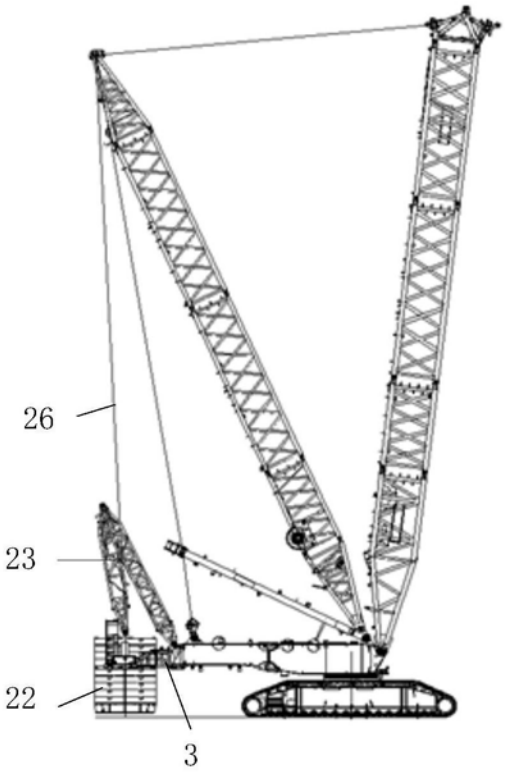


图5

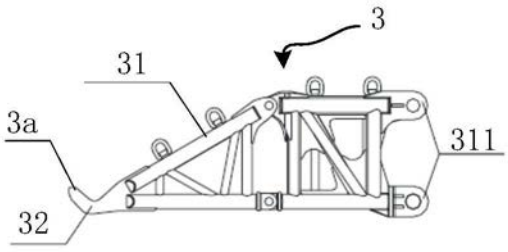


图6

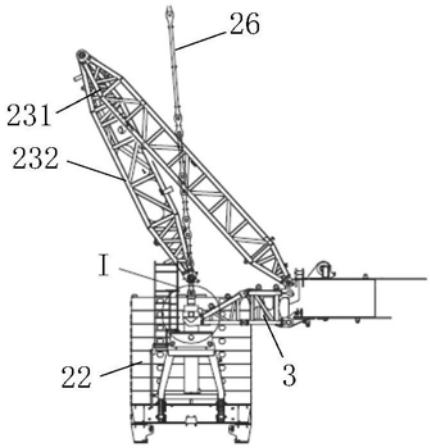


图7

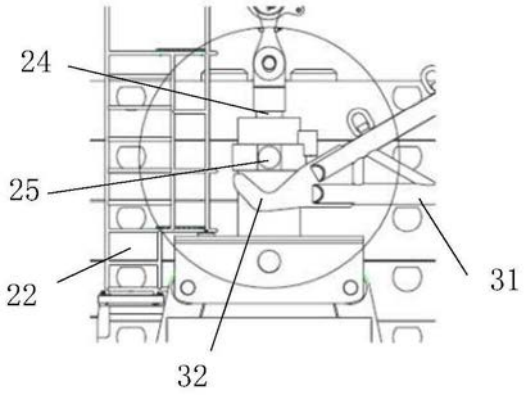


图8

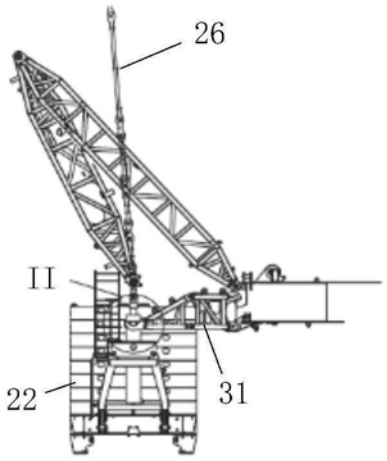


图9

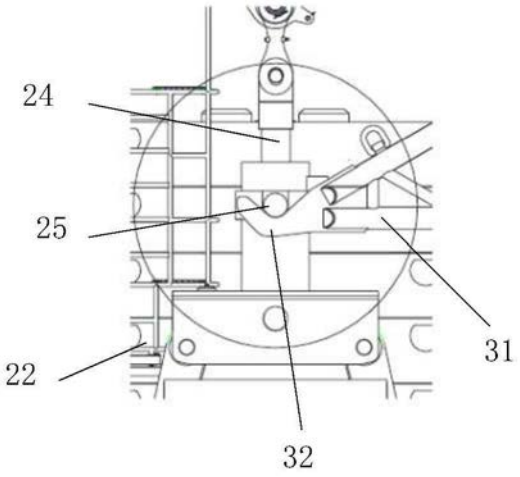


图10

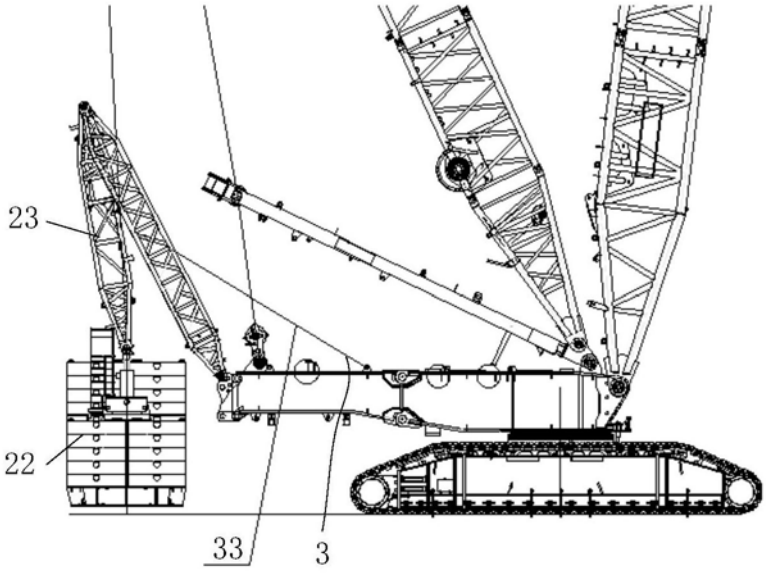


图11

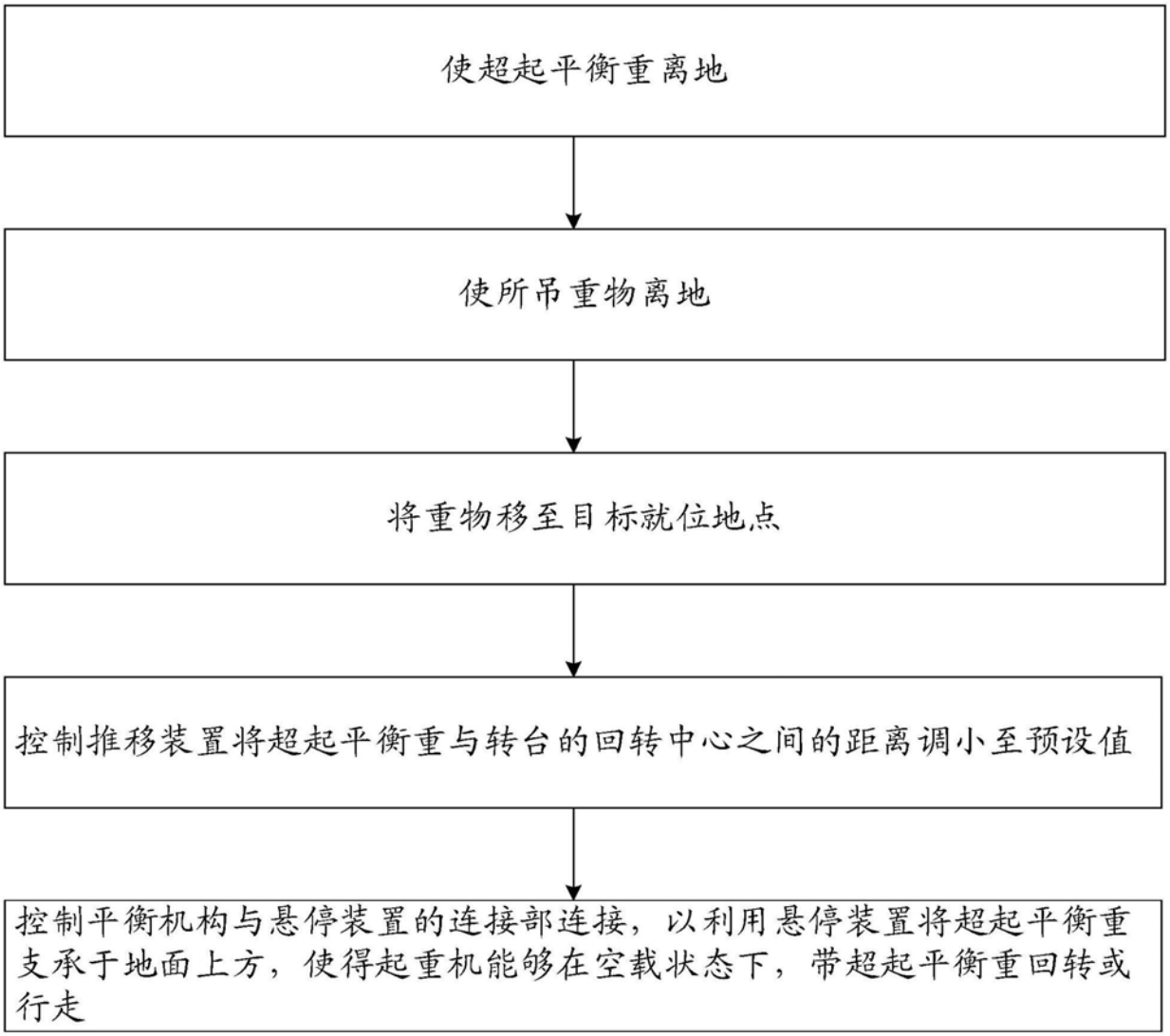

使超起平衡重离地
使所吊重物离地
将重物移至目标就位地点
控制推移装置将超起平衡重与转台的回转中心之间的距离调小至预设值
控制平衡机构与悬停装置的连接部连接，以利用悬停装置将超起平衡重支承于地面上方，使得起重机能够在空载状态下，带超起平衡重回转或行走

图12