

高空作业车回转中心可调及控制技术分析

邓超 银峰

湖南中联重科智能高空作业机械有限公司, 湖南 长沙 410200

[摘要] 为了实现在保证高空作业车的高度和长度符合相关法规前提下, 对高空作业车上装的回转中心布置方式及控制系统进行研究, 提出一种低成本、可实现的回转中心可调的结构及控制方案, 并对具体实现方式及原理进行阐述, 为高空作业车整体布局设计提供参考。

[关键词] 高空作业车; 回转中心可调; 控制系统

DOI: 10.33142/ec.v7i11.14261

中图分类号: TP242

文献标识码: A

Analysis of Adjustable and Control Technology for the Rotation Center of Aerial Work Vehicles

DENG Chao, YIN Feng

Hunan Zoomlion Intelligent Access Machinery Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410200, China

Abstract: In order to ensure that the height and length of the aerial work vehicle comply with relevant regulations, the layout and control system of the turning center installed on the aerial work vehicle are studied. A low-cost and achievable structure and control scheme with adjustable turning center are proposed, and the specific implementation method and principle are explained, providing reference for the overall layout design of the aerial work vehicle.

Keywords: aerial work platform; adjustable turning center; control system

引言

随着现代社会的快速发展和进步, 凭借着高效、安全的高空作业能力, 且上牌后可以在城市中行驶等特点, 高空作业车已广泛应用于建筑、消防、造船、机场等相关高空操作领域^[1]。高空作业车可以分为垂直升降式、折叠式、直臂式、混合式等 4 种主要类型^[2], 其中销量最大的为蓝牌直臂式高空作业车。蓝牌车对车辆的长、宽、高均有法规要求要求长度小于 6m, 宽度小于 2.55m, 高度小于 4m, 总质量小于 4.5 吨^[3], 所以设计时需严格控制车辆收藏高度和长度, 过高和过长将极大的降低其通过性能, 过矮和过短, 又极大的限制了臂架长度, 减小了高空作业车工作幅度, 因此, 研究一种可在收藏状态和工作状态实现回转中心位置可调节的高空作业车, 将解决行业内这一难题。

1 现有技术分析

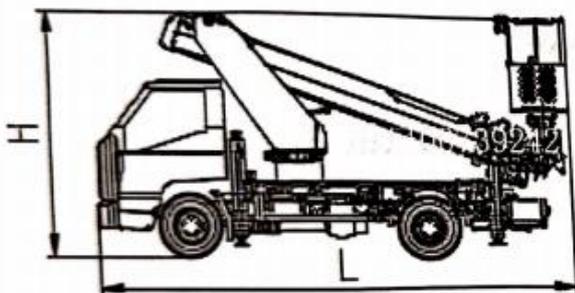


图 1 高空作业车收藏尺寸示意图

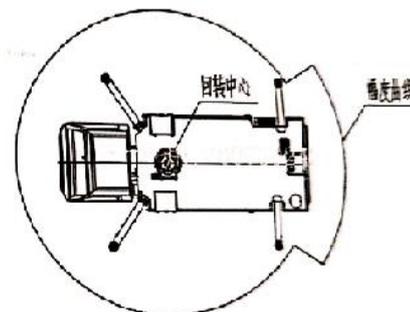


图 2 常规高空作业车工作曲线示意图

常见的蓝牌高空作业车的回转中心的布置位置通常如图 1 所示, 在车辆前部 (靠近驾驶室), 此种布置优点是能较好地控制车辆收藏高度 H 和长度 L , 改善其通过性能, 缺点主要有两方面, 一是回转中心位置在车辆前部, 车辆重心也会比较靠前, 这就造成了车辆在前方的稳定性小于后方, 因此行业内的高空作业车在前方工作幅度曲线往往会比在后方的减小较多, 如图 2 所示。二是由于高空作业车属于道路车辆, 其收藏高度和长度受到相关法规的限制, 进行整车的布置设计时, 臂架长度也将受到限制, 将进一步减小高空作业车工作幅度曲线。

2 回转中心位置可调及控制技术的方案介绍

因为高空作业车不能带载行走, 工作幅度曲线是最重要的性能参数之一, 并且针对当前高空作业车重量前重后轻的分布特点, 可通过创新上装回转中心布置, 大幅提高臂架在车身体前方、侧方的工作幅度, 并在此基础上完善相

应的控制系统和控制方法。

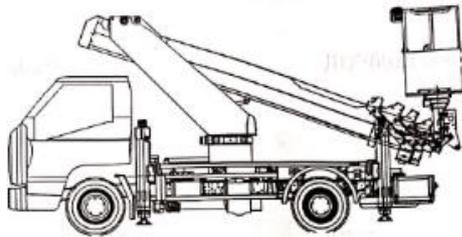


图3 高空作业车收藏状态示意图

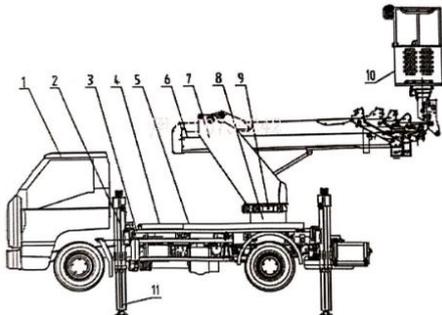


图4 回转中心可调结构方案示意图1

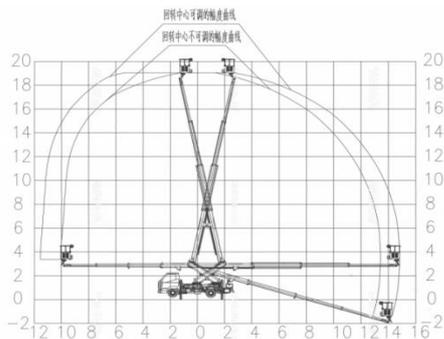


图5 回转中心可调高空作业车工作曲线示意图1

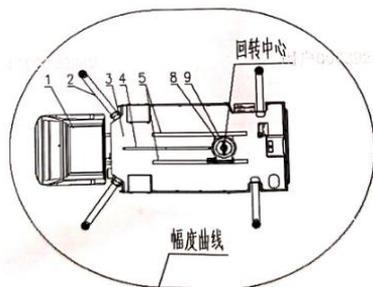


图6 回转中心可调与不可调工作曲线对比示意图

为使高空作业车在非工作时处于如图3所示状态,回转中心靠近车辆前部,整车收藏高度H和长度L较小,行驶过程中具有良好的通过性,在工作时回转中心调整到车辆后部处于如图4所示状态,使工作幅度曲线更大,如图5和图6所示。也可根据整车稳定性及实际需要,自由调节回转中心位置。

如图4、图5所示,该高空作业车主要构成为:1-底盘、2-活动支腿、3-副车架、4-回转中心支座油缸、5-

滑轨、6-臂架、7-转台、8-回转中心支座、9-回转机构、10-工作平台、11-支腿竖直油缸。

回转中心可调方案工作原理为:车辆在非工作时处于如图三所示状态,行驶过程中具有良好的通过性,待到工作时,操作四个2-活动支腿伸出,四个11-支腿竖直油缸伸出,操作4-回转中心支座油缸伸出,推动8-回转中心支座在5-滑轨内向后方滑动,安装在8-回转中心支座上的9-回转机构、7-转台、6-臂架、10-工作平台也同步移动,待到合适位置,即可操作9-回转机构、6-臂架装置、10-工作平台进行各种动作。8-回转中心支座和其上部件向后移动过程后,整车重心也相应后移,臂架在车辆前方工作时稳定性也更好,在前方和后方的工作幅度曲线范围也相应增大,如图六所示。

基于以上高空作业车回转中心可调的设计方案,考虑到由工作状态切换到运输状态,全程由司机手动操作,降低了操作者体验感,而常规高空作业车操作者手动操作各个动作时,需时刻关注周围环境,特别是夜晚工作,转台、臂架和工作平台回转动作时,容易与周围建筑发生刮擦碰撞造成安全事故,拟提供一种安全可靠的使车辆在收藏状态和工作状态实现一键切换的控制系统及控制方法,具体方案如下:

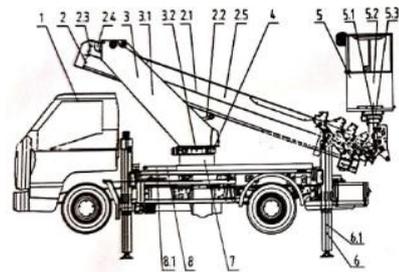


图7 控制系统结构示意图1

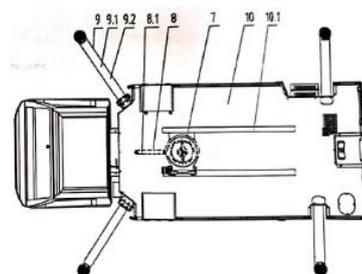


图8 控制系统结构示意图2

如图7、图8,设备结构为:1-底盘、2-臂架、2.1-臂架伸缩油缸、2.2-臂架变幅油缸、3-转台、4-转台回转机构、5-工作平台、5.3-平台回转结构、6-支腿竖直油缸、7-回转中心支座、8-回转中心支座油缸、9-活动支腿、9.1-支腿水平油缸、10-副车架、10.1-滑轨、2.3-臂架长度传感器、2.4-臂架角度传感器、2.5-臂架防碰撞传感器、3.1-转台防碰撞传感器、3.2-转台回转角度传感器、5.1-工作

平台回转角度传感器、5.2-工作平台防碰撞传感器、6.1-支腿竖直油缸长度传感器、8.1-回转中心支座油缸长度传感器、9.2-支腿水平油缸长度传感器。

控制系统工作原理：9.1-支腿水平油缸驱动 9-活动支脚实现伸缩，9.2 支腿水平油缸长度传感器检测及控制 9.1-支腿水平油缸伸缩长度，8-回转中心支座油缸驱动 7-回转中心支座实现移动，8.1-回转中心支座油缸长度传感器检测及控制 8-回转中心支座油缸伸缩长度，4-转台回转机构驱动 3-转台实现转动，3.2-转台回转角度传感器检测及控制 3-转台回转角度，3.1-转台防碰撞传感器监测 3-转台转动时是否会与障碍物碰撞，2.2-臂架变幅油缸驱动 2-臂架实现变幅，2.4-臂架角度传感器检测及控制 2-臂架变幅角度，2.1-臂架伸缩油缸驱动 2-臂架实现伸缩，2.3-臂架长度传感器检测及控制 2-臂架伸缩长度，2.5-臂架防碰撞传感器监测 2-臂架转动时是否会与障碍物碰撞，5.3-平台回转机构驱动 5 工作平台实现回转，5.1-工作平台回转角度传感器检测及控制 5-工作平台回转角度，5.2-工作平台防碰撞传感器监测 5-工作平台转动时是否会与障碍物碰撞，6.1-支腿竖直油缸长度传感器检测及控制 6-支腿竖直油缸伸缩长度。

控制系统元器件构成如图 9，包括：“一键运输”功能按键、“一键展开”功能按键，臂架长度传感器、臂架角度传感器、臂架防碰撞传感器、转台防碰撞传感器，转台回转角度传感器、工作平台回转角度传感器、工作平台防碰撞传感器、支腿竖直油缸长度传感器、回转中心支座油缸长度传感器、支腿水平油缸长度传感器、控制系统、臂架伸缩阀组、臂架伸缩油缸、臂架变幅阀组、臂架变幅油缸、转台回转机构、转台回转阀组、工作平台回转机构、工作平台回转阀组、支腿竖直油缸、支腿竖直油缸阀组、回转中心支座油缸、回转中心支座油缸阀组、支腿水平油缸、支腿水平油缸阀组等。



图 9 控制系统元器件功能示意图

在检查车辆周边无障碍物情况下，按需操作“一键运输”功能控制逻辑如下：

2.1 姿态自检

底盘状态自检：通过支腿水平油缸长度传感器和支腿竖直油缸长度传感器检测支腿已完全收回；

转台状态自检：通过转台回转角度传感器检测转台已回到中位（0° 或 360°）；

臂架状态自检：通过臂架长度传感器检测臂架已缩回到位，通过臂架角度传感器检测臂架已变幅下降到指定收藏角度；

工作平台状态自检：通过工作平台回转角度传感器检测工作平台已回到中位（0° 或 360°）。

以上几个部件状态都满足要求，系统判定为“运输状态”，否则为“展开状态”，进入下一步。

2.2 “一键运输”自动功能

“一键运输”自动功能第一步：控制系统根据臂架长度传感器的实时监测，判断臂架伸缩的当前位置，当臂架伸缩实际位置不在预设长度时（如附图十步骤 1 所示），控制系统通过控制臂架伸缩阀组，控制臂架伸缩油缸自动缩回，直到臂架缩回到臂架长度传感器检测预设长度，控制系统停止臂架缩回，使得设备臂架伸缩长度为附图十步骤 2 所示预设臂架伸缩长度，控制系统进入第二步。当臂架伸缩实际位置为预设长度时，控制系统直接进入第二步。

“一键运输”自动功能第二步：控制系统根据臂架角度传感器的实时监测，控制系统通过控制臂架变幅阀组，控制臂架变幅油缸自动变幅举升 / 下降，直到臂架变幅举升 / 下降到 0° 水平位置（如附图十步骤 3 所示），控制系统进入第三步。臂架变幅实际角度为 0° 水平时，控制系统直接进入第三步。

“一键运输”自动功能第三步：控制系统根据转台回转角度传感器的实时监测，判断转台当前回转位置，当转台实际位置不在预设角度 0° 或 360° 时（如附图十步骤 3 所示），控制系统通过控制转台回转机构阀组，控制转台回转机构自动回转，直到转台回转到角度传感器检测到预设角度，控制系统停止转台回转，使得设备转台回转角度为附图十步骤 4 所示预设转台回转角度，控制系统进入第四步；当转台回转实际位置为预设转台回转角度时，控制系统直接进入第四步。

“一键运输”自动功能第四步：控制系统根据工作平台角度传感器的实时监测，判断工作平台回转当前位置，当工作平台回转实际位置不在预设角度时（如附图十步骤 4 所示），控制系统通过工作平台回转机构阀组，控制工作平台回转机构自动回转，直到工作平台回转到角度传感器检测到预设角度，控制系统停止工作平台回转机构，使得设备工作平台回转角度为附图十步骤 5 所示预设工作平台回转角度，控制系统进入第五步；当工作平台回转实际位置为预设工作平台回转角度时，控制系统直接进入第五步。

“一键运输”自动功能第五步：控制系统根据臂架角度

传感器的实时监测,通过控制臂架变幅阀组,控制臂架变幅油缸自动变幅下降,直到臂架变幅下降到预设收藏角度,如 -17.5° (如附图十步骤6所示),控制系统进入第六步。

“一键运输”自动功能第六步:控制系统根据回转中心支座油缸长度传感器的实时监测,判断回转中心支座的当前位置,当回转中心支座油缸长度不在预设收藏长度时(如附图十步骤6所示),控制系统通过控制回转中心支座油缸阀组,控制回转中心支座油缸自动缩回,直到回转中心支座油缸长度传感器检测达到预设长度,控制系统停止回转中心支座油缸收缩,使得设备回转中心支座位置为附图十步骤7所示,控制系统进入第七步。

“一键运输”自动功能第七步:控制系统根据支腿竖直油缸长度传感器的实时监测,判断支腿竖直油缸的当前伸出长度,当支腿竖直油缸长度不在预设收藏长度时(如附图十步骤7所示),控制系统通过支腿竖直油缸阀组,控制支腿竖直油缸自动缩回,直到支腿竖直油缸长度传感器检测达到预设收藏长度,控制系统停止支腿竖直油缸收缩,使得设备支腿竖直油缸位置为附图十步骤8所示,控制系统进入第八步。

“一键运输”自动功能第八步:控制系统根据支腿水平油缸长度传感器的实时监测,判断支腿水平油缸的当前伸出长度,当支腿水平油缸长度不在预设收藏长度时(如附图十步骤8所示),控制系统通过支腿水平油缸阀组,控制支腿水平油缸自动缩回,直到支腿水平油缸长度传感器检测达到预设收藏长度,控制系统停止支腿水平油缸收缩,使得设备支腿水平油缸位置为附图十步骤9所示,车辆达到运输状态,控制系统停止运行。

2.3 “一键展开”自动功能

设备处于附图十中步骤9运输状态,操作员在设备显示屏按下“一键展开”功能按键,控制系统进入展开自动控制过程。

“一键展开”自动功能第一步:控制系统通过支腿水平油缸阀组,控制支腿水平油缸伸出,支腿水平油缸长度传感器实时监测其长度,直到支腿水平油缸伸出长度达到预设数值,控制系统停止支腿水平油缸伸出,使得设备四个水平支腿伸出如附图十步骤8,控制系统进入第二步;

“一键展开”自动功能第二步:控制系统通过支腿竖直油缸阀组,控制支腿竖直油缸伸出,支腿竖直油缸长度传感器实时监测其长度,直到支腿竖直油缸伸出长度达到预设数值,控制系统停止支腿竖直油缸伸出,使得设备四个支腿竖直油缸伸出如附图十步骤7,控制系统进入第三步;

“一键展开”自动功能第三步:控制系统通过回转中心支座油缸阀组,控制回转中心支座油缸伸出,回转中心支座油缸长度传感器实时监测其长度,直到回转中心支座油缸伸出长度达到预设数值,控制系统停止回转中心支座油缸伸出,使得设备回转中心支座位置如附图十步骤6,

控制系统进入展开状态。

在上述“一键运输”和“一键展开”各个动作中,臂架、转台、工作平台上安装的防碰撞传感器实时监测周围障碍物,当触发时控制系统将停止“一键运输”和“一键展开”中所有动作。

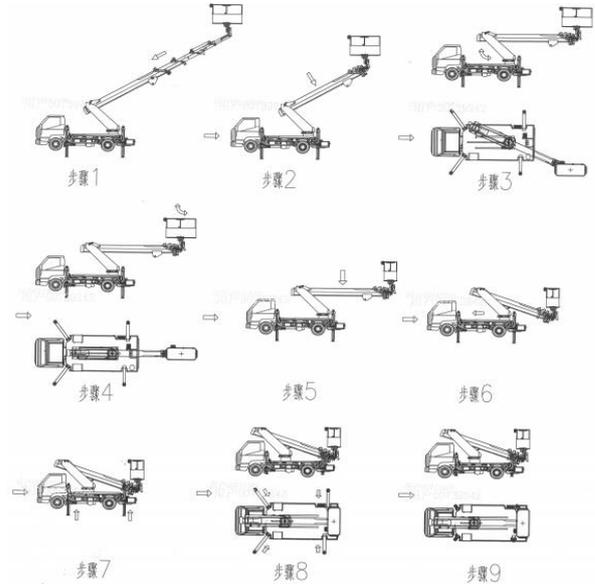


图10 “一键运输”功能方案示意图

3 结语

关于高空作业车辆最基本的安全性能指标,便是稳定性^[4],通过以上方案,可实现较小车辆收藏高度和长度的前提下,通过调整回转中心位置,调整整车重心,使臂架在车辆前方工作时稳定性更好,在前方和后方的工作幅度曲线范围也相应增大,解决了现有高空作业车领域中回转中心布置方式中的缺陷,且加装成本低廉,搭载上述“一键运输”功能和“一键展开”功能,更有防碰撞传感器实时监测各个动作,防止与周围环境碰撞,自动化程度高,操作简单,安全高效。

[参考文献]

- [1]李韶华,张兵,冯桂珍.重型载货汽车柔性车架的轻量化研究[J].机械设计及制造,2020(10):110-114.
 - [2]王昭君,何雪泓,周振东,等.基于ADAMS的折臂式高空作业车展开作业稳定性分析[J].机电工程,2020,37(3):259-263.
 - [3]GB1589 道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值[S].中国:中国标准出版社,2016.
 - [4]张珂,黄小征,陈建平,等.自行式高空作业平台结构稳定性分析[J].中国工程机械学报,2013,11(1):11-15.
- 作者简介:邓超(1983.8—),男,学历:本科,毕业院校:湖南工业大学,所学专业:机械制造及自动化,目前职称:中级工程师,目前就职单位:湖南中联重科智能高空作业机械有限公司。