

混凝土泵车臂架专利技术发展研究

庄瑞华

(国家知识产权局专利局专利审查协作江苏中心, 江苏 苏州 215000)

摘要 混凝土泵车在建筑施工作业中得到人们的普遍青睐, 而臂架又是混凝土泵车中的关键部件, 其性能的好坏将直接影响混凝土的浇筑质量, 是评价混凝土泵车整体性能的重要指标, 因此成为各大混凝土泵车生产厂商研究的重点。本文对混凝土泵车臂架专利技术进行了梳理, 详细分析了臂架在臂架形式、臂架末端、臂节结构、臂架展收、振动抑制、参数测量六个方面的专利技术, 以期为后续的研究者提供参考。

关键词 混凝土泵车; 臂架; 专利技术

中图分类号: TU755

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)01-0112-03

1 混凝土泵车臂架专利技术概述

混凝土泵车是建筑施工过程中必不可少的施工机械。它将混凝土输送泵和折叠式臂架集成在汽车底盘上, 利用臂架架设混凝土输送管道, 向浇筑位置输送混凝土, 兼具输送和布料功能。由于混凝土泵车臂架具有折叠、回转及变幅的功能, 因此, 只要是在臂架活动范围之内的浇筑点, 通过简单改变臂架形态即可实现浇筑, 无需在现场铺设临时管道, 大大简化了施工工序, 节约了施工成本。在需要频繁转移施工工地或者大体积混凝土一次性浇筑等施工工况中, 更能凸显混凝土泵车的优越性。^[1]

臂架是混凝土泵车的主要部件, 由臂节、液压缸、臂节连杆和混凝土输料管等部件组成。各臂节之间采用销轴连接, 输料管与臂节之间采用支撑连杆连接, 各臂节之间的相互转动由液压油缸推动, 并且每个臂节都具有一定角度的活动范围, 臂架的运动可由液压系统进行控制。

2 混凝土泵车臂架专利技术发展

混凝土泵车臂架专利主要涉及臂架结构和臂架控制两方面。^[2]在臂架结构方面, 主要包括对臂架形式、臂架末端和臂节结构的改进; 而在臂架控制方面, 主要包括对臂架展收、振动抑制和参数测量的改进。

2.1 臂架形式

随着建筑物高度的增加, 对臂架最大布料范围的要求也相应增加, 如何在汽车底盘上有限的空间内折叠更多的臂架成为这一主题下专利技术主要解决的技术问题。

CN102409857A 中将臂架的第一臂节设置为拐弯臂

节, 即第一臂节从转台至第二臂节连接处依次为第一直线段、水平弯曲段和第二直线段, 这样, 在臂架处于折叠状态时, 第一节臂节的第一直线段占据车辆底盘的一列空间, 而其他各臂节分布在第一直线段的一侧, 或者通过对其它臂节做相应的拐弯处理, 可以使其它各臂节分布在第一直线段的两侧。这样, 各臂节不再是简单的上下堆叠, 而是充分利用第一臂节两侧的空间, 紧密地布置在车辆底盘的横向空间中。当然, 臂节的拐弯处理也使得臂架的受力更加复杂, 增加了臂架设计的难度。

CN102359278A 中将臂架的多节臂节分为两个纵向面布置, 与拐弯臂节不同的是, 各臂节在整个长度范围内实现两个纵向面之间的过渡。而在折叠方式上, 则将第一到第五臂节朝第一方向折叠, 而第六臂节以相反方向折叠到第五臂节上。这种设置同样有效利用车辆的横向空间, 但相比于拐弯臂节, 由于轴线过渡更加平顺, 设计难度大大降低。

CN102561703A 则突破性地 将转台设置在车辆的中部, 同时, 将第一臂节倒置并向车辆尾部或驾驶室方向延伸, 这样, 第二至末节臂节在长度方向上能够贯穿整个车辆的车体, 从而提高单节臂节的极限长度。同时, 由于臂架采用向上堆叠的方式, 因此, 相比传统的 R 形、Z 形或者 RZ 形折叠, 臂节数量的增加将不再因为第一臂节下方布置空间狭小而受限, 能够实现超长臂架的布置。

CN102535853A 提出了一种实现臂架布料范围跨越式增长的方法, 在原有混凝土泵车的基础上增加了一辆臂架转运车。臂架转运车无需具备泵送功能, 其运输的臂架机构首节臂节可与混凝土泵车的末节臂节可

拆卸连接, 这样, 在布料施工时, 混凝土泵车和臂架转运车分别进入工地后进行臂架组装, 布料完成后, 两者可在拆卸分离后各自离开工地。通过将臂架分置于两个汽车底盘上, 不仅降低了车辆的制造成本, 而且避免了超宽超高车辆在城市内行驶不便的问题。

CN103243918A 提出了将伸缩式臂架和折叠式臂架进行组合使用, 充分发挥两者的优点。具体来说, 将前两节臂节设置为伸缩式臂架, 第三节之后的臂节设置为折叠式臂架, 折叠式臂架可以放置在伸缩式臂架的后方或者两侧。由于前两节臂节采用伸缩式设计, 因此占用空间较小, 且伸缩式臂架中臂节的数量可视实际情况调整, 所占空间几乎不变, 具有较大的灵活性。同时, 在臂架展收时, 伸缩式臂架和折叠式臂架之间不容易发生干涉, 两者能够同时进行, 从而有效缩短臂架展收所需的时间。

2.2 臂架末端

混凝土泵车臂架末端的输送管靠近出口处设置有末端软管, 施工人员可通过末端软管来调节混凝土浇筑的方向。

在很多施工工况下, 由于施工场地的限制, 泵车操作员可能无法及时获知末端软管处施工人员的施工意图, 从而导致施工效率低下, 甚至威胁到末端软管处施工人员的人身安全。CN103195249A 提供了一种末端软管, 通过在末端软管上安装操控手柄, 将末端的操作权直接转移给施工人员, 施工人员无需通过泵车操作员间接发出操作指令, 可以直接按照自己的施工意图控制末端软管的运动方向, 从而提高末端软管的运动精度, 更保证了施工人员的施工安全。

其次, 在实际浇筑过程中, 常常会出现臂架末端移动受限的情况, 此时, 通常需要施工人员人工搬动末端软管才能达到实际所需的布料范围, 这不仅增加了施工人员的工作强度, 而且给施工人员带来了安全隐患。CN103015731A 提出在末节臂节上沿长度方向设置可调节的卡套和连接在卡套与末节臂节之间的伸缩机构, 通过将末端软管穿设在卡套内, 使得施工人员进行布料时可以通过调节伸缩机构的长度进一步调节末端软管的位置, 不仅增加了臂架系统的布料面积, 而且操作简单、安全、可靠。

另外, 常规的末端软管结构不设动力装置, 在臂架收拢过程中, 或者在臂架折叠状态洗车时, 都需要甩动末端软管, 以使末端软管放到软管支撑上, 而甩动末端软管所产生的冲击力将增加臂架的失稳风险。CN102720363A 提出在末端臂节上固定设置输送直管,

在输送直管的末端和末端软管之间增加依次连接的固定弯管和末端弯管, 并且, 固定弯管和末端弯管可相对转动, 这样, 只需在末端臂节与末端弯管之间设置旋转驱动装置就可驱动末端弯管及末端软管相对于固定弯管转动。不同于甩动末端软管, 驱动装置能够使得末端软管的收回更加平稳, 从而有效降低甩动末端软管所产生的冲击力。

2.3 臂节结构

臂节是构成臂架的单元, 臂节的强度、重量对臂架的最大布料范围起决定性作用。^[3]

CN102587669A 认为, 臂节通常采用箱型截面, 而通过数值分析可以看出, 组成箱型臂节的钢板中, 有部分面积应力较小甚至为零, 并未起到实际的支撑作用, 这不但造成了材料的浪费, 而且增加了臂架的重量。因此, 只要利用有效的数值分析方法进行精确计算, 就能在保证臂架承载力基本不变的前提下, 在臂节上开设减重孔, 减少那些没有充分发挥钢板承载能力的面积, 从而减轻臂架本身的重量。

CN102535857A 提出了一种用于臂节的箱形梁, 由于实际使用时臂节通常符合悬臂梁的受力特性, 仅上侧承受拉力, 其它侧面受压, 所以, 可以只在箱形梁的受拉侧采用诸如碳纤维的复合材料板, 由复合材料板受拉, 充分发挥复合材料板受拉强度高、钢材受压强度高的特点, 提高箱形梁的整体强度, 同时, 由于复合材料板重量远低于钢材, 能够最大程度地减轻箱形梁的重量。

CN102587668A 提出了一种用于臂节的抗拉梁, 在梁本体的受拉面上沿梁本体周向设置至少一根带有预应力拉索, 由预应力拉索分担梁本体所受的拉力, 减小了梁本体所需承受的弯矩, 从而降低了梁本体对板材厚度的要求, 既节省了板材, 又降低了臂架的重量。

2.4 臂架展收

臂架是由多节臂节组成的多自由度体系, 因此, 同一台臂架, 其末端到达某一浇筑点的姿态、路径都不是唯一的。

CN103309352A 提出了一种以倾角为控制目标的臂架展收方法, 根据臂架末端的当前坐标和目标坐标, 确定两者之间的坐标变化量, 根据该坐标变化量, 基于每节臂节的当前倾角、预设的倾角改变次序、各倾角每次改变的最大允许值, 综合计算各臂节需要被调整的倾角变化量, 并最终根据计算所得的倾角变化量调整相应臂节。

CN103321427A 提出了一种以夹角为控制目标的臂

架展收方法,由于实际施工过程中,臂架的展开姿态通常可以由几种典型姿态演变而得,因此,可以事先将臂架常用的几种典型姿态存储下来,那么,当臂架需要展开到某一种典型姿态时,只需要调用对应数据即可,或者,当臂架需要展开到某一种姿态时,先选择与之最接近的典型姿态,以该典型姿态展开,然后由该典型姿态调整至实际所需的姿态。

CN103728987A 针对作业范围受限(例如在隧道、巷道中以及室内等)时臂架的展收进行了优化,具体是,首先计算受限条件下臂架的最大伸展长度和回转角度范围,并将其设置为约束条件,从而可使臂架在允许作业的范围工作,保证臂架和施工人员的施工安全。

2.5 振动抑制

混凝土的输送不连续使得臂架末端软管处产生非常大的谐振,会导致臂架末端定位不准,影响浇筑质量。同时,这种振动长期存在时可能诱发臂架疲劳开裂,增加臂架脆性断裂的可能性,存在较大安全隐患。

为了抑制臂架振动,专利技术中通常采用主动控制。主动控制就是在结构上附加能够检测振动的传感器和能够主动产生振动的制动器,基于传感器检测的数据控制制动器使结构产生振动,与结构的原有振动叠加,从而抑制振动。由于臂架系统中液压油缸可以作为制动器,因此,在臂架振动的主动控制中,主要对振动的检测和液压油缸的控制进行设计。

比如 CN102071809A 中,在臂架上加装臂架末端振动监测单元,以末端臂节的振动幅度作为振动控制的对象,通过减振控制单元进行计算分析后,向臂架油缸的电磁比例阀输出控制电流,反复调节臂架油缸的活塞位置,找到最有效的某节臂油缸中有杆腔和无杆腔的容积,使臂架油缸产生与臂架的末节臂相反的脉动振动。^[4]CN102322497A 则是通过采集分析末节臂架末端振动的振幅、相位及周期,控制至少一节臂架上的臂架油缸进行动作,使得末节臂架的末端产生一个反向运动分量。CN103015730A 则提出了以表征臂架末端漂移程度的信号作为振动控制的对象,即根据表征臂架末端漂移程度的信号来计算臂架减振控制器的漂移控制信号,然后向臂架减振制动器输出,从而使臂架减振作动机构按照补偿漂移的方向作动。

2.6 参数测量

无论是臂架展收还是振动抑制,都是建立在参数测量基础上的,有了先进、精确的参数测量方法才能使臂架的控制更为精准。^[5-7]

比如,对于臂架振动特性的测量,CN102506727A 提出了一种臂架振动位移的测量方法,在臂架上设置可观测的标识,然后通过摄像机记录该标识在不同时刻的图像,并以这些图像所反映出来的位置变化计算臂架的振动位移,是一种无接触的高效测量方法。CN103105278A 则通过设置激振控制单元主动对臂架进行振动激励,并获取臂架在相应激振信号作用下的振动信号,由于是主动施加激励,可根据实际需求选择测试时间、场合、工况等因素,对臂架不同工况下振动特性的获取更加精准。

对于油缸长度的测量,CN102435158A 提出了一种测量臂架油缸长度的方法,以相邻臂节之间的夹角为已知值,根据相邻臂节之间的几何关系,计算臂架油缸的长度,这样,仅通过旋转编码器或倾角传感器,便可实现臂架油缸长度的测量,其中的旋转编码器或倾角传感器相比于拉线传感器具有安装便捷、不易损坏且可靠性好的优点。

3 结语

本文对臂架形式、臂架末端、臂节结构、臂架展收、振动抑制、参数测量六个方面专利技术的详细分析,不难看出,上述六个方面共同决定着混凝土泵车臂架的工作范围和施工过程中的稳定性、安全性,将直接影响混凝土的浇筑质量,属于臂架的核心技术。后续的研究者应当充分重视上述六个方面的专利技术,确定合理的研究方向,在避免侵犯他人的专利权的同时做好专利布局,为研究的开展提供更好的支持。

参考文献:

- [1] 唐睿智.混凝土泵车臂架结构与优化设计[D].长沙:长沙理工大学,2013.
- [2] 俞志鹏.混凝土泵车臂架末端轨迹控制研究[D].武汉:武汉科技大学,2018.
- [3] 朱俊辉.混凝土泵车臂架轻量化设计研究[D].长春:吉林大学,2015.
- [4] 马天旗.专利分析[M].北京:知识产权出版社,2015.
- [5] 卞青青,马雪洁,柳英杰,等.某型混凝土泵车臂架系统的平顺性分析[J].机械研究与应用,2021,34(06):22-24,28.
- [6] 黄毅,刘建武,胡勇,等.基于频域参数识别的混凝土泵车臂架减振实验[J].振动:测试与诊断,2021,41(06):1119-1123,1237.
- [7] 黄会荣,张希.混凝土泵车臂架可靠度分析[J].机械设计与制造,2021(09):42-46,50.