

轮胎式集装箱起重机轮边驱动机构设计研究

郝振华

(上海振华重工(集团)股份有限公司 上海 200125)

摘要: 轮胎式起重机设备能将集装箱结构进行有效运输、装卸过程,从而完成运输产业作业目标。该设备正常行走阶段需驱动机构执行操作,主要驱动机构包括电机、减速器、支撑轴等部件,借助链条系统运作,完成行走目的。本文对该类起重机进行研究,分析其轮边形式下的驱动机构,并结合现有技术,设计出该机构各类部件生产、安装、运作方式,以期提升起重机行走效率,降低设备运行故障比例。

关键词: 轮边驱动机构; 电机选择; 行星齿轮传动

0 引言

轮胎式起重机在较传统模式下,其行走机构系统的相关设计结构不够紧凑,因此机构各部件占用空间较多,在安装时并不能完成一体化目标,由此将导致起重机行走过程不够稳定,且由链条、链轮等驱动模块引发的故障类型较多,不利于集装箱操作效率最大化发挥,降低产业收益。为改善作业成效,特对轮边驱动机构加以创新设计,以便在钢圈有限空间内,将各类部件排布顺序更为科学。

1 总体设计方案

结合起重机现有驱动系统机构形式,可在传动机构的设计中进行创新思路上的优化,驱动系统的全新结构优化示意图1。其中:

1 为输入轴,可良好执行输入操作;

2 为行星齿轮传动机制,可将驱动力做以高效传动;

3 为支撑轴,能较好支撑整个驱动系统的设计受力;

4 为传动轴,与输入轴相连,起到机构内部的传动输入作用;

5 为轮边行星传动,可与轮胎式起重机的轮胎钢圈连接,输出传动驱动力。总体设计使部件紧凑减少空间浪费同时,还可增强减速器设备执行行走命令时的动力传输效果,保证起重机设备能完好承担起集装箱货物重量,高效、高质量执行装卸作业操作。

由此可知,全新设计优化下的驱动机构,采用的是两个级别下的行星传动操作,第一个对外级别的行星装置和电机设备连接,能将电机发出的行走驱动力完好传递至下一环节,该阶段的第一级行星受支撑轴保护。第二级别下的行星装置对内部钢圈起直接作用,可将该部分传动系统完整布置在钢圈结构内,以此完成较好的轮边驱动操作,提高驱动机构在运转上的稳定性。

2 机构电机挑选

轮胎式起重机设备通常配备有8个轮胎,用以完成高效行走过程,在轮胎功能设计上,一半起驱动作用,另一半起从动作用。通常轮胎需要设置轮压为25t,整机平均行走速度应

在每分钟125m左右,轮胎所选用的形制,应控制其直径达到1750mm。由此得出,起重机驱动机构其电机功率应在30kW左右,且电机转速要达到1750rpm,在现有设计方案内,电机设备的挑选过程是重要设计步骤,应保持电机挑选上的稳定性。比如,电机连接方式借用法兰部件,在安装阶段要关注安装上的水平面标准,并且应和减速器等部件处于统一水平高度,确保行星传动时能达到两部分零件可直接连接的目标。

另外,在设计电机内部构造时,还应确保部件尺寸大小符合电机整体尺寸需求,以免引发电机机构轴向与现实应用中的尺寸矛盾,所以尺寸应尽可能趋向于小尺寸的设计方案,保证功能同时,节约电机占用空间。

原有电机使用交流电异步形制,该形制电机其功率及应用效率相对较低,因此选用永磁同步形制电机,可提升启动执行中的转矩尺寸,并在运行中拥有较低的温升情况,可为起重机行走带来较高驱动性能。以轮胎式起重机为例,可选用功率为31.4kW、转速为1700r/min的永磁同步电机设备。该电机设备可在额定功率下完成转矩输出数值为220N·m,当进行加速行走过程,可在短时内达到460N·m的转矩数值,充分达成起重机驱动作业需求。

3 减速器设计

3.1 设计思路

减速器设备在轮边驱动形式下,应执行行星齿轮的传动操作,这与传统传动形式对比,有着较高应用优势。比如在进行动力传输时,行星齿轮能将现有功率做以分流处理,确保功率得到最大效果使用,另外还因为输入/输出轴是在同一机构内完成的相连操作,两者具备同轴特征,使得驱动力传输过程能保持较高统一性。正因行星齿轮有着较为显著的应用特色,所以能为起重机设备进行良好的传动方案设计,尤其在对体积要求较高的发动机齿轮设计项目中,行星齿轮可在保证原有性能保持高质量输出的前提下,完成较小体积的设计制造过程,提供较高应用成效。行星齿轮传动类型有很多,如按啮合方式分为NGW、NGWN、NN、NW等,本文将就NW+NGW型进行介绍,完善对两个级别下减速器设计方案的探讨。

轮胎式起重机行走速度为每分钟100~135米,减速器传动比比较大,一般在70~95范围,如采用常规的NGW

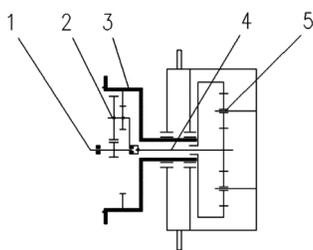


图1 驱动机构结构示意图

行星传动,需要三级行星齿轮传动,这会造成轮胎式起重机行走机构轴向尺寸加大,无法满足设计要求,由此提出将NW和NGW等两种行星齿轮传动方式进行结合应用的设计思路,以期解决尺寸矛盾问题。

设置出的NW行星轮共设为两组,根据不同尺寸需求,设计出可落实较大传动比目标的齿轮数量,由此可在内向齿轮圈固定时,良好反馈执行来自行星架的输出指令。数据显示,NW可在单级级别的行星传动应用中,可完成传动比最高达到20的行星传动的高效目标。而设计出的NGW齿轮,则可仅依靠一组行星轮,便能高效呈递NW传动,在NGW内齿圈固定时,也能较好输出行星架传来的驱动指令,NGW可完成的最大传动比为6,能与NW行星齿轮进行良好配合,共同完成减速器传动作业。

3.2 速比分配

起重机减速器按照上文行走驱动速度为初始值,则速比约为74.7,该速比需要分配给特定传动对象,以便完成起重机的高效率行走减速操作。使用NW传动,能起到较高效率,并且其尺寸规范符合驱动机构需求,传动比数值也较领先于NGW,所以将NW作为驱动减速器的第一级别下的传动设备类型。参考NGW行星传动其传动比的最大值6,可将NW传动比预期定位为16左右。减速器应以较高效率执行电机减速运行的后续操作,所以减速器应具备在不同速比因素下的运作模式,假设钢圈尺寸统一时,第二级别NGW其传动比也相对统一,则此时起重机行走减速方式应由NW决定。因此,当NW传动比不同时,轮胎式起重机能拥有相对应的行走驱动速度,根据该速比原理,可合理设计NW、NGW结合后的行星减速器机构。

3.3NW行星齿轮传动

在减速器一级传动中,NW齿轮传动拥有两组齿轮结构,所以在设计中,应注意不同组别齿轮的相互作用关系,由此需要在设计装配过程中,考虑啮合状态。在常规设计中,设计人员一般将太阳轮和内齿圈的整数倍数加以计算,由此确定行星轮具体数量,在现阶段设计中,由此设计基础可衍生出创新设计形式,将内齿圈先进行固定变量处理,以外部因素行星架的传动输出模式来做太阳轮数目选择,提高准确性。

为进一步提高传动比,需要将NW尺寸进一步缩小,所以利用试配方式,来确定准确的行星轮参数,最终达成两组行星轮的齿轮模数、齿形角数据相统一。本次设计中,两组行星轮虽然在设计形式上相互独立,但在装配阶段考量中,却要参考齿式装配模式,以便后续制造、安装更为便捷,还能保证第一级别下的传动均载成效达到较高水平,为后续NGW传动提供基础支持。

3.4NGW行星齿轮传动

当NW传动设计完毕后,则NGW传动设计便可根据试配方式,来取得相应的配齿结果,提高设计效率。不过NGW行星齿轮也应具备一定设计配置条件,比如首先要在齿轮传动基础上,结合安装、配置、邻接等因素,保障减速器能和轮胎钢圈尺寸相适宜,更好达成一体化装配目标。其次,

在齿轮传动设计阶段,要关注驱动模式下的各项部件运作形式,确定内齿圈固定及行星架稳定输出后,则要将传动部件与行星架、钢圈分别连接,采用直接连接形式,保证传动链条上的完整性。

本次NGW设计中,还要遵循节约空间的原则,将钢圈内部填满,确保各部件之间的协作方式足够紧密,以便为减速器提供更好的承载性能,保证行星齿轮可在保护良好的状态下,完成各项操作。

当NW、NGW皆完成了传动设计过程后,则需进行赫芝应力计算,计算结果显示,不同级别、组别下的齿轮齿面强度及齿根强度,都可满足既定设计需求。

4 支撑轴设计

结合现有驱动机构的支撑轴结构需求,支撑轴一端应与机构支撑腿采用法兰连接,同时将第一级NW行星置于支撑轴内部;另一端通过锁紧螺母固定两个圆锥轴承,整个重量均由支撑轴承担并传递给轮胎。在25t的轮压数值下,对支撑轴进行应力分析,支撑轴最大应力为130MPa,受力满足设计要求。支撑轴的承重能力较强,意味着驱动机构内部可在较高保障程度下,良好协同运作,提升起重机的行走驱动能力,充分减轻轮胎压力。

5 支撑腿设计

支撑腿构造其设计方案,则是要达成支撑行走机构目的。经方案分析,发现传统设计中选择使用门框式支撑腿方式,借用两条支撑腿来承担起整个行走机构的重量,维持轮边驱动机构应用稳定性,但起重机使用支撑腿结构来将重量均衡传递至车轮轴结构,导致轮胎重量增加,不利于较快维修、更换轮胎。因此,设计方案对原有支撑腿结构需做以优化调整,借用单边悬臂形式,来完成对起重机的重量承载。该阶段重量将会通过悬臂支撑腿部件,传递到支撑轴结构中,进而两者协同运作,缓解重量压力。该设计方案能使现有结构变得简单,并且改善轮胎更换效率。经测验,该单边悬臂支撑腿结构能在25t轮压下,提供95MPa应力,符合设计需求。

该创新设计阶段将起重机的轮边驱动机构做以制造上的简化,因此在后续运行、维修等过程中,所需成本较低。由于达成较高定位精确性,该设计是现阶段最为先进的轮胎式起重机设计方案,最大限度优化了起重机行走模式,降低驱动机构的损坏比例。

6 结语

综上,该创新设计将起重机的动力驱动模式做以改变,使用永磁电机提供驱动力,满足现阶段起重机行走需求。同时,对原有减速器、链条等设备进行了优化设计,确保起重机设备可在环保运作形式下完成驱动操作,整个驱动流程的完成更为高效、可靠。比如借助两级驱动运转模式下的行星齿轮设备,较好控制减速器系统,可良好执行起重机实际速度、动力等需求,改善整个设备的运行过程。

参考文献:

[1] 裴宝仁,朱昌彪.轮胎式集装箱起重机轮边驱动机构设计[J].起重运输机械,2020(11).