

起重臂内壁润滑脂自动喷涂装置设计及应用

宋廷超¹, 罗京²

(1.徐州重型机械有限公司, 江苏 徐州 221004; 2.江苏徐工工程机械研究院有限公司, 江苏 徐州 221004)

摘要:为解决起重机伸缩臂内壁润滑脂润滑效果差、人工涂抹效率低、作业强度大等问题,设计出一种伸缩臂内壁润滑脂自动喷涂装置。该装置由自动行走系统、喷涂系统、电气系统及加热系统组成,通过系统控制实现臂筒内润滑脂自动喷涂作业。实际应用表明,该装置可有效提高伸缩臂装配的自动化程度,改善润滑脂在起重臂内壁的润滑效果,降低员工劳动强度,提高生产效率,可为臂筒结构内壁自动润滑工艺提供技术支持。

关键词:起重臂内壁; 润滑脂; 自动喷涂; 设计应用

中图分类号:TQ639 文献标志码:B 文章编号:1007-9548(2025)01-0049-03

Design and Application of Automatic Spraying Device for Lubricating Grease in the Inner Wall of the Crane Telescopic Boom

SONG Yan-chao¹, LUO Jing²

(1.Xuzhou Heavy Machinery Co., Ltd., Xuzhou 221004, Jiangsu, China;

2.Jiangsu Xugong Engineering Machinery Research Institute Co., Ltd., Xuzhou 221004, Jiangsu, China)

Abstract: In order to solve the problems of poor lubrication effect, low efficiency of manual application and high working intensity, an automatic spraying device for lubricating grease in the inner wall of the crane telescopic boom is designed. The device is composed of automatic walking system, spraying system, electrical system and heating system. Through system control, the automatic spraying of lubricating grease in the telescopic boom is achieved. The practical application shows that the device can effectively improve the automation degree of the telescopic boom assembly, improve the lubrication effect of the grease on the inner wall of the crane boom, reduce the labor intensity and improve the production efficiency, this device provides a technical support for the automatic lubrication process of the inner wall of the boom structure.

Key words: crane inner wall; lubricating grease; automatic spraying; design and application

0 引言

起重臂在伸缩过程中,主要通过在内壁表面涂抹润滑脂来改善摩擦性能,提升起重机伸缩的稳定性。目前,国内工程机械行业起重臂内腔润滑脂涂抹方式主要为人工使用加长杆蘸取润滑脂在臂筒内壁进行涂抹,涂抹时需要变换多个角度,以保证伸缩臂各滑道润滑脂的尽量覆盖。由于人工涂抹作业方式和涂抹设备

的局限性,导致起重臂内壁表面润滑脂涂抹不仅作业效率低,而且存在均匀性差、覆盖率低、润滑脂浪费较多等问题,起重臂内腔整体润滑效果不理想。

随着工程机械企业数字化转型、智能化改造工程的推进,伸缩臂装配过程也逐渐向自动化、智能化发展,减少人工投入,实现机器换人,提高作业效率和产品质量的智改数转项目成为研究的热点。本文基于起重臂装配过程内腔润滑脂涂抹现状,研制开发了一种起重臂内壁润滑脂自动喷涂装置,改变传统人工涂抹作业模式,提高起重臂内壁润滑脂涂抹效率和润滑脂利用率,改善润滑脂涂抹的均匀性和全面性,降低人工

收稿日期:2023-11-21

作者简介:宋廷超(1986—),女,硕士,工程师,主要从事先进涂装技术与涂料性能研究。E-mail:xi450554437@126.com。

劳动强度,实现高效自动化作业。

1 起重臂内壁自动喷涂方案的设计思路

起重臂内腔属于桶形半封闭腔体结构,空间狭小细长(伸臂长度/内径 ≥ 20),人员在内部施工作业困难较大,必须依靠设备辅助作业。借鉴管道内臂喷涂方法,设计由主体结构、行走结构和喷涂结构组成的自动喷涂装置成为解决起重臂内腔喷涂作业的首选方案。但目前研究的管道内臂喷涂装置喷涂原料局限于低黏度涂料^[1-2],如何实现高黏稠度润滑脂在起重臂内臂的喷涂雾化成为重要的攻关难题。

管道内臂喷涂时常根据不同的管道孔径,采用不同规格的喷涂装置来满足喷涂要求^[3],然而工程机械起重臂具有型号多、内径尺寸差异大、内壁横截面不规则的特点,无法根据每个孔径的内臂设置专用的喷涂设备。因此,为实现起重臂内臂自动喷涂,需要重点考虑喷涂装置在不同起重臂内腔范围喷涂的通用性问题。

2 自动喷涂总体方案设计

为实现起重臂结构内壁润滑脂油膜的均匀全覆盖,本文从自动行走系统、喷涂系统、电控系统和加热系统4个方面对自动喷涂装置进行研究。

2.1 自动行走系统

自动行走系统主要用于承载润滑脂管道和喷涂装置,同时实现在臂筒内腔的自动居中行走。自动行走系统由支撑平台和行走装置组成。

2.1.1 支撑平台

支撑平台是整个系统的主要承载装置,行走装置、控制箱、喷涂装置等均放置在支撑平台上。支撑平台采用矩形钢管和钢板焊接形成,平台上的支架结构通过螺栓连接,方便后期检修拆装。支撑平台安装在带导轨的地面上,通过可移动的轱轮实现行走装置在不同长度伸缩臂内腔的初步定位。

2.1.2 行走装置

行走装置由行走机构、电机、减速器和变速机构等组成。行走机构是整个行走装置的核心部件,具有承重、移动、伸缩、定位、到位检测等功能。行走机构的设计形式可以为推杆式或小车式。推杆式行走机构可以较方便地实现在臂筒内腔居中行走,搭载喷枪时对喷涂距离的控制也较好。但由于推杆式行走机构具有必须直线行走,行走途中很难改变轨迹的特点,因此采用推杆式行走机构必须要求推杆的运动轨迹与起重臂中心线一致或平行,如果出现轨迹偏移,在长距离的运行过程中,伸缩推杆头部会与伸臂内壁发生碰撞,行走功能失效。而且推杆结构必须考虑能够适应不同长度的起重臂内壁的喷涂要求。

如果现场起重臂放置位置无法实现准确定位时,

可采用小车式行走机构。为保证小车能在臂筒内部中间行走,需设置辅助行走机构。辅助行走机构可分为自动和手动两部分,可根据需求选择伸缩气缸完成和手摇机械杆辅助完成。初步定位后,行走机构中的自行车移动到起重臂内腔臂头处,并依据内壁的截面特点调整自身位置,使行走装置能在臂筒内腔居中行走。

2.2 喷涂系统

润滑脂喷涂系统主要由供料泵、输送管路、喷枪装置组成,主要作用是将润滑脂以雾化状态喷涂到内壁表面,形成均匀一致的油膜。

由于润滑脂是稠厚的油脂状半固体原料,必须通过施加高压才能将润滑脂雾化成微小颗粒,并随着气压飞散至待喷内壁表面,因此润滑脂供料泵必须选用高压空气柱塞泵,柱塞比为55:1或者更大,以满足高黏度润滑脂的供料动力需求。为满足高频率、高流量、远距离内壁喷涂需求,现场也可采用2个高压泵并联的方式为喷枪装置提供润滑脂,消除因泵送流量不足导致的喷涂故障。

润滑脂输送管路选择柔韧性好的耐高压软管。如果行走机构采用推杆式,输送管路可以与行走机构并排放置,不需考虑输送管路的收放问题。如果行走机构采用小车式,必须要设计合适的卷筒装置以实现高压输送管路的平稳快速收放。

喷枪装置是整个喷涂系统的核心,其主要功能是将润滑脂雾化,并将雾化的润滑脂均匀分散到内壁表面。为满足截面不规则的起重臂内壁油膜均匀一致,可根据起重臂内壁润滑需求,在几个主要的滑道位置各布置一把喷枪,启动时,各喷枪同时工作,朝内壁对应位置喷涂润滑脂。也可选用旋转喷枪,喷枪旋转一周,内壁周圈即可覆盖一层润滑脂,能满足内壁多滑道润滑需求。

无论选择哪种形式的喷枪,喷枪的定位功能是影响润滑脂油膜均匀覆盖的关键。在多头喷枪后端安装位置调节支架,通过手动或自动装置,调节喷枪在臂筒内的高度,保证内壁表面与喷枪的距离基本一致。对于旋转型的喷枪,利用喷枪前端的旋转轴调整喷涂的旋转速度和喷涂速度,利用径向移动轴调节喷枪的喷涂距离和姿态,还可在喷枪头部与喷涂面平行方向上安装一个加长杆装置,以满足不同孔径规格内壁表面的喷涂。

2.3 加热系统

加热系统主要是保证润滑脂能够在高压喷涂下实现良好的雾化效果。如果对润滑脂的分布状态要求不严格时,可不安装加热系统。对润滑脂的雾化状态有较高要求的施工场景,需要采用多种加热手段保证雾化

需求,现场验证结果表明,使用带加热功能的供料桶压盘、带加热保温的高压输送管、带加热功能的喷枪,即使在 0~5℃的环境下,都能明显改善润滑脂的雾化效果。

2.4 电气系统

电控系统主要由电路系统、气路系统、电缆卷筒、电控箱等组成。电路、气路和润滑脂输送软管集成在一起并固定在支撑平台的卷筒上,与行走机构的前进和后退实现同步缩放。电控箱是整个设备的控制核心,传感器、电机、电磁阀、限位开关、马达等检测单元、控制单元、执行单元均接入控制系统内,用于整个系统的启动运行、速度调节、喷涂参数调节和温度调节等。

检测单元包括传感器和限位开关,执行单元包括电机和电磁阀等,控制单元根据检测的数据和既定程度进行分析处理,发出指令给指定单元执行对应的动作。喷涂过程中采用变频器变频调速,以使行走机构的运行速度和喷涂流量线性可调节。

3 自动喷涂系统工作过程

起重臂内腔润滑脂自动喷涂系统工作过程分为 4 个阶段:定位阶段、行走阶段、自动喷涂阶段及返回阶段。工作前将支撑平台移动至起重臂臂头正前方,通过定位对中装置,将行走机构和喷枪准确定位至内腔正中位置。启动自动行走系统,载有润滑脂管路和喷枪的行走机构开始运行,行走机构前端安装有行程开关,启动后,行走电机驱动行走机构整体前进,当运行到臂尾指定位置后,限位开关将信号传递至控制系统,控制单元接收并发出指令,行走系统停止前进。人工操作启动后退和喷涂按钮,行走机构开始反向行走,同时开始喷涂作业,雾化后的润滑脂喷射到起重臂内壁形成一层润滑脂油膜。随着行走机构的运行,润滑脂油膜均匀覆盖在起重臂内壁截面和长度范围内。待行走机构行驶至臂头处时,操作人员关闭喷枪系统,喷涂停止,行走机构继续后退,返回至初始工位后,操作人员按下停止按钮,行走机构停止运行,喷涂过程结束,移动支撑平台至初始位置。

4 应用效果

4.1 试验设计

1)材料:起重臂臂筒结构(长约 10 m)、锂基润滑脂。

2)设备:起重臂内腔润滑脂自动喷涂装置、加长杆涂抹装置。

3)试验方法:自动喷涂装置以一定的运行速度对起重臂内壁表面喷涂润滑脂,统计单根臂喷涂时间、单桶润滑脂喷涂伸臂数量,计算平均单根伸缩臂润滑脂喷涂用量。作为对比试验,同步人工使用加长杆对起重臂内壁表面涂抹润滑脂,统计单根臂涂抹时间,单桶润滑脂涂抹伸臂数量。

4.2 数据分析

统计人工作业时间和润滑脂涂抹用量、自动喷涂作业时间和润滑脂喷涂用量的数据,采用平均值法计算平均用量和平均作业时间。采用人工涂抹作业时,单根臂内腔涂抹平均时间为 10 min,润滑脂用量平均为 5 kg。采用自动喷涂作业时,单根臂内腔涂抹时间平均为 5 min,润滑脂用量平均为 2 kg,提升作业效率约 50%,降低原材料润滑脂用量约 60%。自动喷涂装置的运行效率远高于人工涂抹作业,人工劳动强度降低,且涂膜分散效果更均匀、覆盖更全面,伸缩臂润滑效果更优异。

5 结语

起重臂内腔润滑脂自动喷涂装置的研制与应用,大幅降低员工工作强度,解决了起重臂内壁润滑脂涂抹一致性差、润滑不稳定等问题,现场应用结果表明,自动喷涂装置能提高起重臂内壁润滑脂涂抹作业效率 50%,降低原料用量 60%,制造过程降本增效成果显著,值得在同类结构的起重臂内腔润滑中推广应用。

参考文献:

- [1] 陈友东,季旭东,汤伟.管道喷涂机器人:结构与位姿调整[J].北京航空航天大学学报,2015(2):209-215.
- [2] 赵宏剑,王崇,张波,等.桶形工件内表面自动涂装解决方案[J].制造业自动化,2012(24):74-77.
- [3] 杨锋.钢结构半封闭空间涂装用设备[J].电镀与涂饰,2020(10):626-630.

2025 年《现代涂料与涂装》征订启事

《现代涂料与涂装》期刊是由中昊北方涂料工业研究设计院有限公司主办的全国性科技期刊,国内外公开发行,国际连续出版物号:ISSN 1007-9548,国内统一连续出版物号:CN 62-1135/TQ;本刊为月刊,每月 20 日出版,大 16 开本,彩版印刷,每期定价 15.00 元。请根据您的方便,选择以下方式订阅:

1.通过当地邮局订阅,全年 180 元。国内邮发代号:54-65

2.直接向本刊编辑部订阅,纸质版全年 282 元(含邮费),电子版全年 120 元。



编辑部订阅二维码

汇款信息:

单位名称:中昊北方涂料工业研究设计院有限公司

开户行:中国建设银行股份有限公司兰州拱星墩支行

账号:6200 1360 0190 5150 0638