

笼式绞线机摇篮架的退扭机构的优化设计

陆伟力

平湖迪工机械制造有限公司 314200

【摘要】本文主要针对笼式绞线机摇篮架退扭机构的优化设计展开研究,分析了现有退扭机构存在的问题,如退扭精度不足、结构复杂以及能耗较高等。结合机械结构、控制系统和润滑防护系统的优化,提出了一种新的设计方案,通过采用新型材料、精密控制技术以及优化的润滑系统,显著提升了退扭精度、运行稳定性和能效。

【关键词】笼式绞线机; 摇篮架; 退扭机构; 优化设计

Optimization design of anti-twisting mechanism of cradle frame in cage stranding machine

Lu Weili

Pinghu Digong Machinery Manufacturing Co., LTD. 314200

【Abstract】This paper focuses on the optimization design of the decoupling mechanism for the cradle frame of a cage stranding machine. It analyzes the issues present in existing decoupling mechanisms, such as insufficient decoupling accuracy, complex structure, and high energy consumption. By integrating the optimization of mechanical structures, control systems, and lubrication protection systems, a new design solution is proposed. This solution significantly enhances decoupling accuracy, operational stability, and energy efficiency through the use of new materials, precision control technology, and an optimized lubrication system.

【Key words】cage stranding machine; cradle frame; torsion reduction mechanism; optimization design

引言:

笼式绞线机在电缆生产中发挥着重要作用,尤其是在多股线缆的绞合过程中,退扭机构的设计直接影响到绞线质量。现有退扭机构虽然能够实现基本的退扭功能,但在精度、能效及维护成本等方面仍存在诸多问题。通过对其进行优化设计,不仅可以提升生产效率,还能改善产品质量,进一步降低运营成本。

1. 笼式绞线机摇篮架退扭机构概述

1.1 笼式绞线机工作原理

笼式绞线机工作方式主要是利用多轴驱动、机械传动的原理实现多股金属线材的绞线加工,在设备机体上由很多部分结构组成,主要包括线盘部分、牵引部分、摇篮架部分以及退扭装置部分等。绞合过程中,线材在多线盘内进行绞捻和牵拉,形成相应的绞合结构。在绞线机工作过程中,摇篮架主要是用来对线材起到支撑作用,同时给线材提供相应的旋转能量,保证线材实现相应的绞合,并且线材排列符合绞合标准。在绞线生产过程中,从线缆进入到绞线机后,受摇篮架的控制,线芯之间可实现相应的绞合,并且线缆之间的运动轨迹相对稳定,形成一种绞合产品,并完成相应的生产活动。在设备工作过程中,各个部分之间应保持相对的配合协调状态,保证在绞合过程中,线芯不会受到过度的拉伸或

者挤紧等情况的出现,保证绞线工艺的稳定性。摇篮架一般会根据不同规格的线缆实现相应的工艺标准,因而摇篮架采用可调节的设计方式。

1.2 摇篮架退扭机构的作用与工作原理

在笼式绞线机中,退扭机构就是将线芯的扭力给消除,进而使线缆的绞合更加均匀。线缆在进行绞合的时候,多股线交叉、捻转作业容易给线缆的线芯产生旋转、牵引的扭力,使得线缆的线芯处于一个扭力状态,如再有扭转的内应力,进而使得线缆的质量比较不稳定,其也会影响线缆的性能及质量。退扭机构通过调节线缆的扭矩来使得线缆的线芯处于一个较好的扭转状态,进而消除扭转的内应力,提升绞线的精度。退扭机构一般由转动机构、驱动机构两个部分组成,其中转动机构主要是产生需旋转的功能,驱动机构则是将转动机构上的功能有效传递。在实际使用过程中,退扭机构是通过给线缆增加一个旋转的反作用力,使线缆线芯在进入绞合段前保持没有扭转,需要对其进行非常细微的控制,因而现代化退扭装置都配备了精准的调节控制系统,以此达到对扭力、转动速率等的精准调节,从而可以使得退扭的状态可以长期稳定地保持。

1.3 现有退扭机构存在的问题

目前的退扭机构普遍存在生产中的一系列问题,主要问题是精度问题、复杂度问题和能效问题。以实际的情况来看,生产中普遍存在退扭精度不能够保证的问题。在长期使用的过程中会受到磨损和疲劳的影响,通常情况下无法保证退扭操作的稳定性,在线缆加工中易产生精度不高的影响,导致

其产品的品质遭到严重破坏。生产中线缆的扭转应力并没有得到完全释放,可能发生“死角”以及线芯不均匀问题,对于多股线缆,在生产和加工中的容易出现不均匀的外观结构问题。除此之外,目前的退扭机构在结构上普遍较为复杂,零件数量多难以检修。在长期使用过程中,由于各种设备的机械磨损、老化问题,导致其维护成本逐年攀升,对生产线的压力日趋加大。由于机械结构的繁杂性导致设备的调试和维护只能交由专业人员进行,其普操作员工无法独立的处理完成相关的操作活动,从而加大了人员的培训成本,延长设备的非生产状态,降低生产效率。除此之外,其能效方面,也存在着很大的问题。传统的退扭机构大多采用大功率电机和几级传动系统才能实现精准的退扭动作,这样操作设备在运行的过程中自然会消耗掉大量电能。

2. 笼式绞线机摇篮架的退扭机构优化设计方案

2.1 机械结构优化

(1) 新型结构设计思路

对于笼式绞线机摇篮架退扭机构整体性优化时,要对现有机械结构复杂问题进行优化整合,如进行简化优化能减少不必要的机械结构,使机械的结构系统进行减小,从而提高设备自身可靠性的运行。在机械结构的优化当中,应该进行简化的同时将一体化功能集成为主要选择依据,可以使结构的零部件数有所减少,使用结构进行功能区的整合,并且将结构中各个功能区与其他功能分开,因此如果要对机械结构进行后期的维修和维护也将方便很多,不仅有利于设备维护功能的实现,更能降低设备生产的成本,并提高了结构的可靠性。除此之外,对于机械结构优化的方式还有材料的选择。由于传统的退扭机构中的零部件都选择的是钢材这类传统的金属,因此新型的材料有合金材料或者是陶瓷复合材料,这几种材料能够大大提高结构本身的强度、刚度、耐磨性,能够将笼式绞线机机械结构的强度、刚度及耐磨损进行大幅提高,如零件采用高强度合金钢和耐磨陶瓷,能大大降低在长久使用过程中的零部件表面之间的摩擦损失与磨损程度,大大提高退扭机构的耐磨损寿命。在材料的选择上要将力学性能和耐腐蚀性能以及温度范围都考虑进去,因为机械的结构只是在各个不同生产环境的生产时发生作用。

(2) 关键部件的优化设计

其中旋转轴、传动部件等对摇篮架的退扭机这类装置而言都是关键部位,旋转轴对于退扭机构的运作而言至关重要,旋转轴如果加工精度不够,势必会造成整个系统在退扭操作时的稳定性不够理想。因此对旋转轴进行高精度加工、并确保其运转稳定,才是提高系统整体精度的基础。采用数控加工方法能够对轴进行精准加工,并对轴承的选择进行优化,降低轴运行的摩擦以及抖动,这对于提高系统运行时的精度、使用寿命而言都具有着重要的意义。而传动部件的优

化对退扭机构的顺利、有效运转而言无疑是个至关重要的环节。传统齿轮、链条传动在长期运行时会产生偏差、磨损,这就造成系统无法保证在长期运转时具备良好的稳定性,因此采用高精度加工齿轮、链条,并采用耐磨性较好的材料、润滑手段等手段有效降低系统在运转时的精度偏差,才能够进一步保障系统整体的稳定性。

2.2 电气控制系统优化

(1) 引入先进的电机控制技术

采用新型的电机控制,特别是变频调速电机的应用,可以对退扭速度进行合理设定。电机依据具体需求对转速进行调节,避免了应用固定速率电机时产生的不灵活性。而且变频的控制可以有效降低能耗以及电机在运转时的冲击,进而提高使用寿命。在电控方面采用伺服控制,可以有效加快退扭的执行速度以及定位精准程度。伺服电机可通过实时反馈实现闭环控制,电机的速度可通过反馈系统实现有效调节,进而避免退扭操作不能和绞合要求同步进行的现象发生。为了保证控制精准度还可以结合多轴联动控制装置,可以根据绞线规格、绞线工艺要求自行合理调节退扭参数,从而保证退扭操作的自动化调节,除此之外,伺服控制系统还能实现高精度的定位以及反馈控制,可以有效保证各部位的控制运行状态,避免控制失误而引发生产故障现象^[1]。

(2) 自动化控制策略的改进

笼式绞线机的控制可以进一步将生产线生产出来的绞线规格、使用线缆类型及工艺生产要求变化自动化调节退扭参数,该智能控制策略可以利用大数据分析,在保证生产效率、降低人工因素的影响的情况下,获得控制笼式绞线机的最优控制策略。通过实时的反馈控制,智能算法控制电机的转速、退扭角和加载状态,在不同的生产需求及工况下得到最优的退扭效果。通过对控制数据中生产对线材的物理属性、需求和历史运行数据分析处理,利用最优参数判断选择最优的退扭模式,实现生产稳定、高质量生产。在对设备进行智能化系统设计时,考虑安全、稳定因素,还需将故障的诊断与预估报警功能合理地考虑进设备控制系统,通过集成多种传感器,实现实时监测控制退扭机构,对电机的负载、转速和扭矩等控制参数实时监测,一旦发生超载或零部件摩擦过度等情况及时报警,并触发应急预案,以做出最优的紧急应对措施^[2]。

2.3 润滑与防护系统优化

(1) 润滑系统改进

根据润滑通道的合理设计,可使得每一个零件都得到全面润滑,并通过有效降低摩擦损失的方式来延长设备的使用寿命。传统集中式的油泵给油润滑的方式会在部分部件的润滑上形成盲点,进行润滑系统的优化过程中,可对润滑系统采取分散式的方式,对润滑用油进行精密设计。借助此方法可将每处的关键零件都获得一定的润滑量。也可通过选择优质润滑剂来尽量达到润滑效果,如使用合成润滑油或在各零

部件表面添加一层固体润滑层,继而可以对各润滑点进行低温、低摩擦量润滑,进而减少系统的温升和磨损,使得该系统更加具有优势。除此之外,应加大该系统的防护系统的优化力度,特别是在长时间高负荷的工作环境下,外界的杂物与粉尘可能会进入该机器系统,并对此处的各零部件造成较大的损耗或腐蚀,所以对其防护系统的安装应加强密封性,以免杂物或粉尘进入;防护装置应该着重针对各个转动部位或是传动部位的防护,可以安装相应的耐磨防护罩,使得碎屑与杂质不能够对零部件造成冲击;针对出现的过载与超速等异常工况现象,应设置自动断电保护系统。通过分析该机器的负载情况,可使设备自动断开相应的电源,以防止设备损坏^[1]。

3.优化设计方案的实验验证

3.1 实验平台搭建

为了验证笼式绞线机摇篮架退扭机构优化设计的实际效果,必须要搭建一个符合设计要求的实验平台,该平台应严格按照优化方案中的设计理念制造或改装退扭机构实验样机。实验平台的核心目标是模拟实际生产环境中的各种工作条件,并通过实验数据验证优化设计的优越性。在样机的搭建过程中,需重点关注各关键部件的精度和稳定性,确保其与设计方案相符,避免因平台误差导致实验数据不具代表性。此外,实验平台必须配备一系列必要的测试设备,如扭矩传感器、转速测量仪、温度传感器等。扭矩传感器可以精确测量退扭过程中的扭矩变化,为退扭精度和效果提供量化依据;转速测量仪则能够实时监控绞线过程中的转速变化,确保实验结果的可重复性。此外,温度传感器有助于检测机械部件的工作温度,确保润滑系统和防护装置的正常运行^[4]。

3.2 实验方案设计

实验方案的设计必须紧密围绕优化方案的核心目标,确保实验能够全面、准确地验证退扭机构的改进效果。在实践过程中,首先需要确定实验的主要变量,例如绞线规格、退扭速度、线材的种类等,这些变量将直接影响绞合过程中退扭效果的表现。对于不同规格的绞线,退扭精度要求

不同,因此应在实验中设置多个不同的绞线规格,以模拟实际生产中的多样化需求。与此同时,退扭速度的调整也是实验中的关键变量之一,需要在不同退扭速度下进行实验,评估其对线芯扭转应力和绞合精度的影响。此外,实验方案还应涵盖多种工况组合,确保能够在不同工作条件下测试优化设计的稳定性与可靠性。具体来讲,可以设计高负荷、低负荷、不同温度条件下的实验组合,测试设备在各种工况下的表现。另外,还应考虑设备的长期运行特性,进行科学的耐久性测试^[5]。

3.3 实验结果分析

实验结果是验证笼式绞线机摇篮架退扭机构优化设计效果的关键步骤,在实验过程中收集的数据应包括绞合节距精度、线芯扭转应力、扭矩变化、退扭速度等多个维度,这些数据能够全面反映优化设计的实际效果。通过整理实验数据,并与优化前的传统设计进行对比分析,可以明确优化设计在提高退扭精度、提升线缆质量方面的优势。例如,通过对比优化前后的绞合节距精度,能够清晰展示改进后的退扭机构如何有效消除了扭转不均匀的现象,从而不断提高线缆的整体质量。除了要加强线芯扭转应力的控制以外,还需要对设备的能效、运转平稳性等方面的数据进行分析。通过实验数据的统计分析,如误差范围、方差等,可以量化优化设计在多工况下的稳定性。实验结果分析不仅有助于评估优化设计是否符合预期,还能为设计进一步的调整和完善提供依据^[6]。

4.结语

综上所述,通过对笼式绞线机摇篮架退扭机构优化设计的研究我们可以看出,上述优化方案在提升绞合精度、提高系统稳定性及降低能耗方面取得了显著成效,新型结构、先进的电气控制技术和改进的润滑系统有效地解决了传统退扭机构中的主要问题。实验验证表明,优化后的退扭机构在实际生产中表现出更高的稳定性和更低的能耗,符合现代制造业对设备高效性和节能环保的要求,因此可以大范围推广和应用。

参考文献

- [1]李嘉伟.笼式绞线机退扭装置的结构优化分析[J].机械设计与制造工程, 2021, 49 (12): 97-98.
- [2]刘晨峰.电缆绞线机退扭机构的动态优化与控制[J].工程机械与设备, 2021, 51 (08): 22-23.
- [3]李启明.笼式绞线机退扭装置的能效分析与优化设计[J].现代制造工程, 2022, 45 (06): 56-58.
- [4]黄俊凯.笼式绞线机摇篮架退扭机构的改进设计研究[J].电气工程, 2022, 37 (10): 44-45.
- [5]周涛.基于变频技术的退扭系统控制优化研究[J].电力自动化设备, 2021, 41 (04): 89-90.
- [6]李海燕.笼式绞线机退扭机构的改进与优化设计[J].机械工程与自动化, 2021, 53 (03): 145-146.

作者简介: 陆伟力, 出生年: 1986.10, 民族: 汉族, 籍贯: 浙江省嘉兴市, 学历: 本科, 研究方向: 机电制造。