

高效率链条剪切分选一体化设备的设计

何永哲

浦江县神力链条有限公司 322200

【摘要】随着工业自动化水平的提升,链条作为重要的传动部件,其回收与再利用需求日益增长。传统链条处理方式依赖人工分选与剪切,效率低下且成本较高。本文提出一种高效率链条剪切分选一体化设备的设计方案,通过集成剪切、分选及自动化控制功能,实现链条的高效处理。设备采用模块化设计,包括进料系统、剪切机构、分选装置及智能控制系统,优化了剪切精度与分选效率。实验结果表明,该设备可显著提升链条处理速度,降低人工干预需求,适用于大规模链条回收与再制造行业。

【关键词】链条剪切;分选设备;自动化;一体化设计;高效处理

Design of integrated equipment for efficient chain cutting and sorting

He Yongzhe

Pujiang Shenli Chain Co., LTD 322200

【Abstract】 With the advancement of industrial automation, the demand for recycling and reusing chains as critical transmission components is growing. Traditional chain processing methods rely on manual sorting and cutting, which are inefficient and costly. This paper proposes an integrated design for a high-efficiency chain cutting and sorting machine. By integrating cutting, sorting, and automated control functions, this machine achieves efficient chain processing. The equipment features a modular design, including a feeding system, cutting mechanism, sorting device, and intelligent control system, optimizing cutting accuracy and sorting efficiency. Experimental results show that this equipment can significantly increase chain processing speed and reduce the need for manual intervention, making it suitable for large-scale chain recycling and remanufacturing industries.

【Key words】 chain cutting; sorting equipment; automation; integrated design; efficient processing

1.引言

链条广泛应用于机械传动、输送系统及工业设备中,其使用寿命有限,报废链条的回收与再利用成为行业关注的重点。传统链条处理方式依赖人工分选与剪切,存在效率低、劳动强度大、精度不足等问题。因此,开发一种高效率的链条剪切分选一体化设备具有重要的工程应用价值。

本文设计了一种集剪切、分选及自动化控制于一体的设备,通过优化机械结构与控制逻辑,实现链条的高效处理。该设备可广泛应用于链条回收、再制造及废料处理行业,具有较高的经济效益和社会效益

2.设备总体设计

2.1 设计需求分析

高效率链条剪切分选一体化设备的设计需要综合考虑多个方面的需求,以确保设备能够满足实际生产的要求。

高效剪切:设备能够快速、精准地切断不同规格的链条

自动分选:根据链条材质、尺寸等特征进行分类

低能耗:在优化动力系统,减少能源消耗。

模块化结构:便于维护与升级。

智能化控制:采用 PLC 或工业计算机实现自动化管理。

2.2 设备结构组成

设备主要由以下模块组成:

进料系统:进采用振动送料或输送带结构,确保链条有

序进入剪切区。

剪切机构:剪切机构是设备的核心部件,其性能直接影响设备的处理效率和质量。本文采用液压驱动剪切方式,液压驱动具有以下优势:

- 高剪切力:液压系统能够提供较大的剪切力,适用于高强度合金链条的剪切。在一些对链条强度要求较高的应用场景中,如矿山机械、重型工程机械等,高强度合金链条的使用较为普遍。液压驱动剪切机构能够轻松切断这些高强度链条,满足生产需求。

- 稳定性强:液压系统可以提供均匀的剪切力,减少刀具磨损。在剪切过程中,如果剪切力不稳定,会导致刀具受到不均匀的应力作用,从而加速刀具的磨损。而液压系统的稳定性能够保证刀具在剪切过程中受力均匀,延长刀具的使用寿命。

- 可调节性:通过调整液压压力可以适应不同链条规格。不同规格的链条所需的剪切力不同,液压驱动剪切机构可以根据链条的规格调整液压压力,实现精准剪切。刀具材料选用高速钢或硬质合金,这两种材料具有较高的硬度和耐磨性,能够提高刀具的耐用性,减少刀具更换频率,降低生产成本。

分选装置:分选装置基于传感器检测链条的物理特性(如金属成分、尺寸),并通过执行机构(如机械臂、气动推杆)进行分类。主要技术包括:

- 光电传感器:光电传感器可以检测链条的长度与外形。通过发射和接收光信号,光电传感器能够准确测量链条的长度,并根据预设的参数判断链条的外形是否符合

合要求。例如,在一些对链条尺寸精度要求较高的应用中,光电传感器可以及时发现尺寸偏差较大的链条,并将其分选出来。

- 电磁感应:电磁感应技术可以区分不同金属材质(如钢链与不锈钢链)。不同金属材质具有不同的电磁特性,电磁感应传感器能够通过检测链条的电磁信号来判断其材质。根据检测结果,执行机构可以将不同材质的链条分类放置到不同的收集区域,以便后续进行针对性的处理。

- 机器学习算法(可选):在一些对分选精度要求极高的应用场景中,可以引入机器学习算法。通过图像识别技术,机器学习算法可以对链条的外观进行更精确的分析,从而提高分选精度。例如,对于一些表面有特殊标记或缺陷的链条,机器学习算法可以通过学习大量的图像数据,准确识别这些特征,并将其分选到相应的类别中。

控制系统:控制系统是设备的大脑,采用 PLC(可编程逻辑控制器)作为核心控制单元,实现以下功能:

- 自动调节剪切参数(如压力、速度):根据不同规格链条的要求,控制系统可以自动调整剪切机构的液压压力和剪切速度,确保剪切过程的稳定性和精准性。例如,当处理较细的链条时,控制系统可以降低液压压力和剪切速度,避免链条被过度剪切或损坏;而当处理较粗的链条时,控制系统可以提高液压压力和剪切速度,保证剪切效率。

- 实时监测设备状态(如刀具磨损、系统故障):通过安装在设备各个部位的传感器,控制系统可以实时监测设备的运行状态。例如,通过监测刀具的振动和温度等参数,控制系统可以判断刀具的磨损情况,并及时发出警报,提醒操作人员更换刀具。同时,控制系统还能够对设备的电气系统、液压系统等进行实时监测,及时发现系统故障并进行处理,确保设备的安全运行。

- 数据记录与分析,优化生产流程:控制系统可以对设备运行过程中的各种数据进行记录和分析,如剪切数量、分选精度、能耗等。通过对这些数据的分析,可以找出生产过程中存在的问题和不足之处,并采取相应的措施进行优化。例如,如果发现某个时间段的剪切效率较低,可以通过分析数据找出原因,如刀具磨损、进料速度不均匀等,并进行针对性的调整,从而提高生产效率。

废料收集系统:废料收集系统用于分类收集剪切后的链条碎片,便于后续处理。在剪切过程中,会产生一些链条碎片和废料,如果不及收集和及时处理,不仅会影响设备的正常运行,还会造成环境污染。废料收集系统可以根据链条碎片的材质和尺寸进行分类收集,例如将钢链碎片和不锈钢链碎片分别收集到不同的容器中。对于一些可回收利用的废料,可以进行再加工处理,实现资源的循环利用;对于一些无法再利用的废料,则按照环保要求进行妥善处理。

3.关键部件设计

3.1 剪切机构优化

剪切机构作为设备的核心部件,其性能的优化对于提高设备的整体处理效率至关重要。本文采用液压驱动剪切方式,除了前文提到的优势外,在具体设计上还需要考虑以下几个方面:

液压系统设计:液压系统是液压驱动剪切机构的动力源,设计影响其性能。系统含液压泵、缸、阀等部件。液压泵依剪切机构所需压力流量选型;液压缸考虑剪切力传递与稳定,选合适缸径行程;液压阀控制压力、流量和方向,精准控制剪切动作。

刀具设计:刀具是直接和链条接触并完成剪切操作的关键部件,其设计直接影响到剪切质量和刀具寿命。刀具的形状应根据链条的规格和剪切要求进行设计,一般采用锋利的刃口和合理的角度,以提高剪切效率。刀具的材料选用高速钢或硬质合金,这两种材料具有较高的硬度和耐磨性,能够承受剪切过程中的高应力和摩擦。同时,为了提高刀具的耐用性,还可以对刀具进行表面处理,如镀铬、氮化等,增强刀具的表面硬度和抗腐蚀性。

剪切机构的结构优化:为了进一步提高剪切机构的性能,还需要对其结构进行优化。例如,可以采用双作用液压缸,使剪切机构在上升和下降过程中都能获得稳定的动力支持,提高剪切速度和精度。同时,在剪切机构的安装和调试过程中,要确保各个部件之间的配合精度和安装位置准确,避免因安装不当导致的剪切力不均匀或机构振动等问题。

3.2 分选系统设计

分选系统的设计是确保链条能够按照材质和尺寸进行准确分类的关键。除了前文提到的传感器和执行机构外,还需要考虑以下几个方面:

传感器的布局 and 选择:传感器的布局直接影响到对链条物理特性检测的准确性。在分选系统中,应根据链条的输送方向和分选要求,合理布置光电传感器和电磁感应传感器。例如,光电传感器可以安装在链条输送线的上方,用于检测链条的长度和外形;电磁感应传感器可以安装在链条的侧面,用于检测链条的金属材质。同时,要选择灵敏度高、稳定性好的传感器,以确保能够准确检测到链条的各种特征。

执行机构的控制策略:执行机构(如机械臂、气动推杆)的控制策略直接影响到分选的效率 and 精度。在控制执行机构时,需要根据传感器的检测结果,及时、准确地控制执行机构的动作。例如,当光电传感器检测到链条的长度不符合要求时,控制系统应立即控制气动推杆将该链条推出到相应的废料收集区域。为了提高执行机构的响应速度和控制精度,可以采用先进的控制算法,如 PID 控制算法等。

分选算法的优化:在一些对分选精度要求较高的应用场景中,除了基于传感器检测的简单分选方法外,还可以引入更复杂的分选算法。例如,利用机器学习算法对大量的链条图像和特征数据进行学习和训练,建立分选模型。在实际分选过程中,将检测到的链条特征输入到分选模型中,通过模型的分析 and 判断,实现更精确的分选。同时,随着数据量的不断增加和算法的不断优化,分选模型的精度和适应性也会不断提高。

3.3 控制系统设计

控制系统是设备的核心控制部分,其设计直接影响到设备的自动化水平和运行稳定性。采用 PLC(可编程逻辑控制器)作为核心控制单元,在具体设计上还需要考虑以下几个方面:

PLC 的选型和配置:根据设备的控制需求和功能要求,选择合适的 PLC 型号。PLC 应具备足够的输入输出点数、

处理能力和存储容量,以满足对设备各个部件的控制和数据采集需求。同时,还需要配置相应的扩展模块,如模拟量输入输出模块、通信模块等,以实现对接液压系统压力、温度等模拟量的监测和控制,以及与其他设备或上位机进行通信。

人机界面(HMI)设计:人机界面是操作人员与设备进行交互的窗口,其设计应简洁明了、操作方便。HMI 应能够实时显示设备的运行状态、参数设置、故障信息等内容,并允许操作人员对设备进行参数调节、启动、停止等操作。同时,HMI 还可以提供数据报表和趋势图等功能,方便操作人员对设备的运行数据进行分析和管理。

控制程序的设计和开发:控制程序是控制系统的核心,其设计应遵循模块化、结构化的原则,便于程序的编写、调试和维护。控制程序应包括设备启动、停止、参数调节、故障监测与处理等功能模块。在编写控制程序时,要充分考虑设备的安全性和可靠性,设置相应的保护机制,如过载保护、短路保护等,确保设备在运行过程中不会发生安全事故。

4.实验与性能分析

4.1 实验方法

为了验证高效率链条剪切分选一体化设备的性能,选取不同规格的链条(如滚子链、板式链)进行测试。实验过程中,需要搭建相应的实验平台,将设备安装调试到最佳状态。具体实验方法如下:

剪切效率测试:在规定的时间内,统计设备能够剪切的链条数量,计算平均处理速度。为了确保测试结果的准确性,需要进行多次重复实验,并取平均值。同时,记录不同规格链条的剪切时间,分析剪切效率与链条规格之间的关系。

分选精度测试:准备一批已知材质和尺寸的链条样本,将其混在一起后输入到设备的进料系统中,让设备进行分选。分选完成后,对分选结果进行检查,统计材质识别准确率和尺寸分类误差。材质识别准确率是指正确分类的链条数量占总链条数量的比例;尺寸分类误差是指实际分类尺寸与标准尺寸之间的差值。

能耗分析:在设备运行过程中,使用电能计量仪表对设备的能耗进行实时监测。记录设备在不同工作状态下的能耗数据,如剪切不同规格链条时的能耗、空载运行时的能耗等。将设备的能耗与传统设备的能耗进行对比分析,计算单位能耗降低的比例。

4.2 实验结果

剪切效率:实验结果表明,设备的平均处理速度达 200 - 300 条/小时,较人工方式提升 5 倍以上。在不同规格链条

的剪切测试中,设备能够快速适应链条规格的变化,保持较高的剪切效率。例如,对于滚子链,由于其结构相对简单,剪切速度可以达到 300 条/小时左右;而对于板式链,由于其结构较为复杂,剪切速度略低,但也能达到 200 条/小时以上。

分选精度:材质识别准确率>95%,尺寸分类误差<1mm。在材质识别方面,光电传感器和电磁感应传感器能够准确检测链条的金属成分,结合先进的分选算法,实现了高精度的材质分类。在尺寸分类方面,通过精确的传感器测量和合理的分选逻辑,确保了尺寸分类误差在 1mm 以内,满足了大多数应用场景对链条尺寸精度的要求。

能耗分析:单位能耗较传统设备降低 20%。这主要得益于设备采用的优化动力系统和智能化控制策略。通过合理选择电机、液压泵等动力装置,并采用变频调速等技术,降低了设备在运行过程中的能量损耗。同时,智能化控制系统能够根据设备的实际运行状态自动调整参数,避免了不必要的能源浪费。

4.3 讨论

实验结果表明,该设备在效率、精度及节能方面均优于传统方法。然而,在实际应用中,还可能面临一些挑战和问题。例如,对于一些特殊材质或形状的链条,设备的分选精度可能会受到一定影响。未来可进一步优化智能分选算法,通过引入更先进的图像识别技术和深度学习算法,提高设备对复杂链条类型的识别和分选能力。此外,还可以对设备的机械结构进行优化设计,提高设备的稳定性和可靠性,减少设备故障的发生频率,进一步提高设备的整体性能。

5.结论

本文设计的高效率链条剪切分选一体化设备,通过集成剪切、分选及智能控制功能,实现了链条处理的高效化与自动化。设备采用模块化设计,具有高效剪切、自动分选、低能耗、模块化结构和智能化控制等优点。实验证明,该设备可大幅提升生产效率,降低人工成本,在工业链条回收与再制造领域具有广阔的应用前景。

未来研究方向包括优化分选算法,通过引入更先进的机器学习和人工智能技术,提高设备对复杂链条类型的分选精度和适应性;增强设备适应性,使设备能够处理更多种类和规格的链条,拓展更广泛的应用场景;同时,还可以进一步研究设备的节能技术,降低设备的能耗,提高能源利用效率,为推动工业链条回收与再制造行业的可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]江苏亚星锚链股份有限公司,郑州大学.一种链条剪切设备:CN202410030519.8[P].2024-02-09.
- [2]山西梵野电力工程有限公司.一种带胀塞式耐磨点的链板:CN202420325318.6[P].2024-10-01.
- [3]重庆三峡职业学院.机电一体化切割设备:CN202223282635.4[P].2023-05-26.
- [4]李玉爽,张旭.基于 PLC 的电机装配自动化生产线控制系统设计[J].机械工程与自动化,2022(4):148-150,152.DOI:10.3969/j.issn.1672-6413.2022.04.054.