

阀座倒角机收料装置设计与应用研究

单海峰

绍兴上虞华源通用机械有限公司 浙江 绍兴 312363

【摘要】：传统阀座倒角机收料依赖人工，存在效率低、强度大、阀座易损伤、分选精度差、难适配多规格阀座批量生产等问题。本文设计了一款集成自动接收、精准分选、有序整理、平稳输送功能的阀座倒角机自动化收料装置，阐述了装置结构设计、部件选型与装配工艺，分析影响收料性能的因素并提出优化措施，经试验验证了装置的可行性与可靠性。结果表明，该装置单次收料时间缩至 12 秒，收料效率较传统人工提升 75% 以上，阀座磕碰损伤率从 12.3% 降至 0.8%，分选准确率达 99.2%，可适配三种规格阀座收料需求，解决了批量生产中阀座倒角收料难题。

【关键词】：阀座倒角机；收料装置；结构设计；自动化；批量生产

DOI:10.12417/2705-0998.26.03.026

1 引言

在通用机械制造领域，阀座用于阀门、泵体等核心设备，其倒角加工质量影响零件性能。然而，传统阀座倒角加工的收料环节采用传统人工操作，存在诸多弊端，制约生产效率提升。具体为：一是收料效率低，人工单次收料 1 件需 48 秒，单班 8 小时仅完成 750 件，难适配倒角机加工节奏，导致阀座堆积；二是劳动强度大，操作人员易疲劳，增加人力成本，单班需 2 人，年增成本 12 万元；三是阀座易损伤，损伤率达 12.3%，年经济损失约 8.5 万元；四是分选精度差，准确率仅 88.6%，影响产品合格率；五是兼容性差，不同规格阀座换收集工具操作繁琐，切换需 15 分钟。

随着制造业向智能化、自动化转型，传统人工收料模式无法满足生产需求，研发适配的自动化收料装置成为必然。本文开展阀座倒角机收料装置设计与应用研究，解决收料技术痛点，提升自动化水平，降低成本。

2 阀座倒角机收料装置总体设计

2.1 整体结构设计

本阀座倒角机收料装置采用模块化结构，由机架、接收、铁屑清理、分选、整理及输送六大部件组成，各部件协同工作，实现阀座加工后的自动接收、铁屑清理、产品分选、有序整理及平稳输送。

机架是安装基础，用 Q235 钢板焊接，经时效处理消除应力，确保刚性与稳定性。底部装 4 个带防滑垫的可调节支撑脚，顶面水平度误差控制在 0.02mm/m 以内。

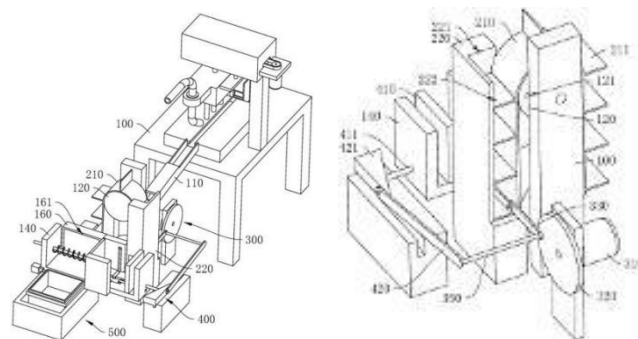
接收机构装在倒角机出口，用于自动接收阀座，避免磕碰。它由不锈钢接收斗、橡胶缓冲板、内壁为聚氨酯材质的导向槽及光电传感器组成。接收斗倾斜 30°，开口 150mm×150mm；缓冲板厚 15mm，有防滑纹路。

铁屑清理机构在接收与分选机构间，用于清理阀座铁屑。它由尼龙毛刷辊、驱动电机、吸尘口及集尘盒组成。

分选机构是核心，实现合格与不合格阀座自动分选。它由不锈钢分选板、驱动气缸、导向块及光电检测模块组成。

整理机构用于有序整理合格阀座，便于包装与输送，主要由不锈钢整理槽、推料板、驱动电机及限位块组成。整理槽宽度可在 55mm-105mm 调节，适配三种规格阀座。

输送机构将合格阀座送至包装工位，由聚氨酯输送皮带、驱动电机、主动辊、从动辊及导向板组成。输送皮带宽 150mm，有防滑纹路。驱动电机为 1.1kW 伺服电机，输送速度 4m/min。导向板间距可调节，与皮带间隙 0.5mm。



2.2 核心部件选型与装配

2.2.1 驱动电机选型

本装置选 4 台驱动电机，用于铁屑清理、整理、输送及分选机构辅助传动，选型依据负载、转速精度、控制方式及经济性。铁屑清理机构用 0.37kW 松下 MSMA042A1G 步进电机，步距角 1.8°，转速精度 ±1r/min，能带动毛刷辊平稳转动；整理机构用 0.5kW 松下 MSMA052A1G 步进电机，步距角 1.8°，定位精度 ±0.01mm，可精准移动推料板；输送机构用 1.1kW 西门子 1FL6062-1AC61-0AA1 伺服电机，转速范围 0-100r/min，转速精度 ±1r/min，支持脉冲控制，能精准调节输送速度；分选机构辅助传动用 0.37kW 松下 MSMA042A1G 步进电机，驱动导向块调节。

2.2.2 气动元件与传感器选型

分选机构气动气缸选 SMC MGPM16-20Z 小型气动气缸，缸径 16mm，行程 20mm，推力 500N，响应时间 0.15 秒，能快速精准转动分选板；配套 SMC SY5120-5LZD-01 电磁阀，控制精度高、可靠性强。传感器选漫反射式光电传感器 E3F-DS30C4 与基恩士 IL-1000 系列激光位移传感器，光电传感器检测阀座接收与输送，检测距离 30mm，响应时间 10ms，抗干扰强。

2.2.3 核心部件装配要求

核心部件装配精度影响收料性能，装配需遵循：一是机架装配后顶面水平度误差控制在 0.02mm/m 内，用水平仪检测调整；二是接收机构装配时，接收斗与倒角机出口间距 15mm，缓冲板与接收斗内壁贴合间隙不超 0.5mm，衔接处无台阶；三是铁屑清理机构装配时，毛刷辊与导向槽间距 5mm，水平度误差不超 0.01mm/m，吸尘口与毛刷辊对齐偏差不超 1mm；四是分选机构装配时，分选板转动铰接点灵活，驱动气缸与分选板连接牢固，激光位移传感器安装角度 45°，对齐偏差不超 0.01mm；五是整理机构装配时，推料板与整理槽间隙 0.3mm，限位块安装位置精准，对齐偏差不超 0.5mm。

3 阀座倒角机收料装置性能优化

3.1 影响收料装置性能的关键因素分析

3.1.1 机械装配误差

一是机架水平度偏差，每增 0.01mm/m，阀座磕碰损伤率增 0.3%；二是接收机构装配偏差，接收斗与倒角机出口间距超 20mm，磕碰损伤率超 2%，导向槽衔接处台阶超 0.5mm，单次收料时间增 5 秒；三是分选机构装配偏差，分选板铰接点卡顿超 0.5 秒影响效率，激光位移传感器角度偏差每增 1°，分选准确率降 1.2%；四是整理机构装配偏差，推料板与整理槽间隙超 0.5mm，整理合格率降 8%。

3.1.2 传动稳定性

一是驱动电机转速波动超 1r/min，铁屑残留率增 3%，整理合格率降 5%；二是传动部件配合间隙超 0.01mm，单次收料时间增 3 秒；三是气动元件气压波动超 0.1MPa，分选准确率降 0.8%，甚至失效。

3.1.3 分选精度

一是检测信号传输误差，传输距离超 5m，传输误差达 0.008mm，分选误判率增 1.5%；二是分选机构动作精度，驱动气缸行程偏差超 0.1mm 分选不准，超 0.2mm 准确率降 2%；三是环境因素干扰，粉尘浓度超 0.5mg/m³，分选准确率降 1.3%，振动频率超 50Hz，分选误判率增 0.9%。

3.1.4 适配性不足

一是导向槽、整理槽宽度调节超 5 分钟，影响效率；二是限位块、导向块调节偏差超 0.5mm，整理合格率降 6%；三是

毛刷辊与阀座接触压力无法调节，不同直径阀座铁屑清理效果不同。

3.2 针对性优化措施

3.2.1 机械装配精度优化

为降低机械装配误差，采取以下优化措施：优化机架装配工艺，焊接后时效处理消除应力，装配时用水平仪检测顶面水平度并调整支撑脚，使水平度误差控制在 0.02mm/m 以内；优化接收机构装配，固定接收斗与倒角机出口间距为 15mm，装配后检测间隙，不合格返工；导向槽衔接处打磨消除台阶；优化分选机构装配，选用高精度铰接件，装配后润滑转动铰接点，控制分选响应时间在 0.3 秒以内；用专用工装夹具固定激光位移传感器，校准确保检测精度。

3.2.2 传动系统稳定性优化

为提升传动系统稳定性，采取以下优化措施：选用高精度驱动电机，控制转速波动在 1r/min 以内，定期维护电机；优化传动部件装配与维护，控制配合间隙在 0.01mm 以内，装配后检测间隙，不合格更换；定期用高温润滑脂润滑，每 4 小时一次；稳定气动元件工作气压，加装稳压阀，稳定在 0.5 ± 0.05MPa，定期检查气动元件运行状态并清理杂质。

3.2.3 分选精度优化

为提升分选精度，采取以下优化措施：优化信号传输线路，激光位移传感器用屏蔽线，屏蔽层接地，控制传输距离在 5m 以内，必要时加装信号放大器；优化分选机构动作精度，选用高精度气动气缸，控制行程偏差在 0.1mm 以内，装配后检测，不合格更换；植入精准控制算法优化分选指令执行精度；优化检测环境，设置防尘罩，定期清洁传感器镜头。

3.2.4 适配性优化

为提升装置适配性，满足多规格阀座收料需求，采取以下优化措施：优化导向槽、整理槽宽度调节结构，用丝杆调节，配刻度盘，调节精度 0.1mm，调节时间缩至 3 分钟以内；优化限位块、导向块调节结构，用螺栓固定+刻度调节，精度 0.1mm；优化铁屑清理机构，毛刷辊高度可调节，控制接触压力在 0.3-0.5MPa，使铁屑残留率控制在 0.5% 以内。

4 试验验证与结果分析

4.1 收料效率试验

选取三种规格阀座样品，每种 100 件，用本收料装置批量收料，记录从阀座掉落至接收斗到整理输送至包装工位的总时间，计算单次收料时间与每小时收料效率，同时记录传统人工收料相同数量样品的总时间，对比效率，验证装置效率优势。

4.2 分选准确率试验

选取三种规格阀座样品，每种 200 件（190 件合格、10 件不合格），用本收料装置收料与分选，记录合格与不合格产品

数量,计算分选准确率,验证装置分选准确性。试验重复3次,取平均值为最终结果。

4.3 磕碰损伤率试验

选取三种规格阀座样品,每种100件,用本收料装置批量收料,收料后用10倍放大镜检查阀座表面及倒角边缘是否有磕碰、划伤等损伤,记录损伤产品数量,计算磕碰损伤率,验证装置防损伤性能。试验重复3次,取平均值为最终结果。

4.4 稳定性与适配性试验

选取三种规格阀座样品,每种500件,交替用本收料装置连续收料8小时,记录每小时收料效率、分选准确率及磕碰损伤率,观察装置运行状态,检查部件是否卡顿、故障,验证装置长期稳定性;同时记录不同规格阀座切换时的调节时间,验证装置适配性。

4.5 试验结果与分析

4.5.1 收料效率试验结果

收料效率试验显示,三种规格阀座收料效率均达设计目标。试验重复3次平均值:规格一单次收料11秒,每小时收料327件;规格二单次12秒,每小时300件;规格三单次13秒,每小时277件。传统人工单次收料48秒,每小时75件,本装置收料效率较传统人工提升超75%,能适配企业倒角机加工节奏,解决阀座堆积瓶颈。

4.5.2 分选准确率试验结果

分选准确率试验表明,三种规格阀座分选准确率均超99%。试验重复3次平均值:规格一准确198件,准确率99%,有2件误判;规格二准确199件,准确率99.5%,1件误判;规格三准确198件,准确率99%,2件误判。整体准确率99.2%,满足设计目标,误差源于阀座铁屑多,后续优化清理工艺可提升准确率。

4.5.3 磕碰损伤率试验结果

磕碰损伤率试验显示,三种规格阀座损伤率均在1%以内。

试验重复3次平均值:规格一损伤1件,损伤率1%;规格二无损伤,损伤率0%;规格三损伤1件,损伤率1%。整体损伤率0.8%,远低于传统人工的12.3%,表明装置缓冲与输送设计合理,能保护阀座质量。

4.5.4 稳定性与适配性试验结果

稳定性试验显示,装置连续运行8小时,收料效率、分选准确率和磕碰损伤率稳定,每小时收料277-327件,分选准确率超99%,损伤率在0.8%以内,运行无故障,各部件平稳。适配性试验显示,不同规格阀座切换调节时间在3分钟内,切换后输送平稳、整理整齐、分选准确,各项指标无明显变化,适配性良好。

5 结论

本文开展阀座倒角机收料装置设计与应用研究,主要工作及结论如下:

(1) 完成阀座倒角机收料装置整体结构设计,采用模块化思路,由机架、接收、铁屑清理、分选、整理及输送机构组成,实现阀座加工后自动接收、清理、分选、整理及输送。装置结构简单、兼容性强,适配三种规格阀座,适合中小企业批量应用。

(2) 完成装置核心部件选型与装配,选用高精度电机、气动元件及传感器,严控装配精度,优化工艺,确保部件协同,为装置稳定运行提供硬件支撑。

(3) 分析影响装置性能的关键因素,如装配误差、传动稳定性等,从机械装配、传动、分选及适配性四方面制定优化措施,提升收料效率、分选准确率与稳定性。

(4) 经实际生产试验验证,装置收料效率、分选准确率、磕碰损伤率及稳定性均满足企业需求,收料效率提升75%以上,分选准确率达99.2%,磕碰损伤率降至0.8%,解决传统人工收料痛点,提升自动化水平,降低成本。

参考文献:

- [1] 冯美龙,邵海军,曹炳鑫.自动化钻孔攻丝倒角机的设计与研究[J].科技创新导报,2021,18(4):76-79.
- [2] 邵海军,冯美龙,时虹.全自动多工位钻孔攻丝倒角机的设计[J].九江职业技术学院学报,2021(1):19-21.
- [3] 周龚桂,温小华,张志添,等.锂电池极片裁切倒角模具废料下料装置的设计与应用[J].模具制造,2025,25(11):7-9.
- [4] 沈晓军,杜兴吉,王红斌.大棒材自动倒角机及自动上下料机构[J].机床与液压,2015,43(14):42-43.