

油缸产品原材料利用率提升的优化策略与实践效益

崔志华 (开封工程职业学院, 河南 开封 475100)

摘要: 油缸作为液压传动系统的核心执行元件, 其生产过程中原材料(圆钢、钢管)的利用率直接影响企业生产成本控制与市场竞争力。定尺原材料(6m圆钢、9m钢管)在切割加工中易产生料头, 导致材料利用率偏低。本文基于某液压支架生产企业半年的生产实践, 从下料排产优化、料头精细化管理、利用率核算体系构建三个维度, 提出系统性改进方案。通过建立“派工-备料-统计-分析”四步排产法、料头分类消耗机制及双维度核算模型, 实现材料利用率从72.67%提升至74.83%, 套料利用率平均达95.19%。为金属加工企业降本增效提供可复制的实践效益。

关键词: 油缸生产; 原材料利用率; 料头管理; 套料优化; 经济效益

中图分类号: F406.3 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167(2025)027-0064-03

Optimization Strategies and Operational Benefits of Improving Raw Material Utilization in Hydraulic Cylinder Products

Cui Zhihua(Kaifeng Engineering Vocational College, Kaifeng Henan 475100, China)

Abstract: As the core actuator in hydraulic transmission systems, the utilization rate of raw materials (round steel, steel pipes) in cylinder production directly impacts cost control and market competitiveness for enterprises. The use of fixed-length raw materials (6-meter round steel, 9-meter steel pipes) often generates cutting scraps during processing, leading to low material utilization. Based on six months of production practices at a hydraulic support manufacturer, this paper proposes systematic improvement measures from three dimensions: optimized nesting and scheduling, refined scrap management, and a utilization accounting framework. By establishing a “Dispatching-Preparation-Statistics-Analysis” four-step scheduling method, a classified remnant material consumption mechanism, and a dual-dimension accounting model, the material utilization rate was increased from 72.67% to 74.83%, with nesting utilization averaging 95.19%. This provides replicable practical solutions for metal processing enterprises to reduce costs and enhance efficiency.

Keywords: Cylinder production; Raw material utilization; Scrap management; Nesting optimization; Production management

在现代制造产业中, 原材料成本占生产总成本的比例普遍达到50%~70%, 对于重型机械制造领域的油缸生产而言, 这一比例更高达60%以上。油缸产品的核心部件(缸筒、活塞杆、盘套件等)依赖圆钢、钢管等金属原材料加工而成, 其材料消耗量大、规格多样, 原材料利用效率直接决定企业的成本控制水平^[1]。

当前, 油缸生产企业受供应链限制与订单交付压力影响, 采购的原材料多为定尺料——圆钢以6m定尺为主, 钢管以9m定尺为主, 这两类材料占油缸生产原材料总消耗量的70%以上。定尺料虽能满足快速交付需求, 但因工件尺寸与定尺长度不匹配, 切割加工中不可避免产生大量料头(余料)。据行业调研数据显示, 国内油缸生产企业的原材料平均利用率为70~73%, 料头回收利用率不足, 部分企业甚至因管理不善导致10%以上的原材料以料头形式浪费, 年损失超百万元。

某液压支架生产企业油缸车间在专项改进前, 面临类似困境: 6m定尺圆钢(120mm、180mm等规格)和9m定尺钢管(194×21mm、219×23mm等规格)

加工中, 料头产生量占总用料量的8%~12%, 其中60%的料头因缺乏系统管理而被当作废料处理。为解决这一问题, 该企业开展了为期半年的原材料利用率提升专项工作, 通过构建全流程管理体系, 实现了料头量减少与利用率提升的双重突破。本文系统总结该实践过程, 从问题诊断、措施实施到效果验证, 形成完整的优化路径。

1 原材料利用现状与核心问题剖析

1.1 生产场景与材料浪费特征

该企业油缸产品覆盖工程机械、矿山机械等多个领域, 涵盖10余个系列、50余种规格, 不同规格产品的核心部件尺寸差异显著: 缸筒长度从0.3m到5m不等, 活塞杆直径涵盖 $\phi 45\text{mm}$ ~ $\phi 280\text{mm}$ 范围, 导致原材料切割需求高度多样化。在定尺料(6m圆钢、9m钢管)的加工过程中, 产生的料头呈现明显的类型化特征:

钢管类料头: 1m左右的外缸料头占30%($\phi 280$ 以上), 由于外缸筒直径大且行程长, 难以匹配常规缸筒加工需求; $\phi 194 \times 21\text{mm}$ 规格尺寸作为 $\phi 160$

表 1

名称	规格	材质	拉料情况	计划套料情况(单位:mm)	余料情况
圆钢	φ140	27simn	来料长度 8.5m	7支: 11件导杆 721 (Z002) +1件导杆 501 (Z002), 余 30 1支: 5件导杆 721 (Z002) +7件导杆 676 (Z002) +1件标准件活塞 73, 余 50 11支: 12件导杆 676 (Z002) +4件标准件活塞 73, 余 50 1支: 4件导杆 676 (Z002) +11件导杆 501 (Z002) +3件标准件活塞 73, 余 15	余 18件 36mm 余 2件 50mm
钢管	φ273*27	27simn	来料长度 2.2m	1支: 12件缸筒 772 (022G) +6件 461, 余 161	余料 90

表 2

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	平均
套料利用率	92.97%	98.74%	96.96%	94.72%	92.86%	94.91%	95.19%

推移千斤顶缸筒, 一般缸筒设计长度 $\geq 0.95m$, 导致容易产生 0.9m 以下料头; $\phi 219 \times 23mm$ 规格尺寸作为 $\phi 180$ 前梁、尾梁千斤顶缸筒, 一般缸筒设计长度 $\geq 0.5m$, 容易产生 0.5–1.0m 料头。以上规格钢管消耗量少, 且没有适配的其他用途。

圆钢类料头: $\phi 120mm$ 、 $\phi 180mm$ 规格圆钢易产生 0.7–1.0m 的长料头, 此规格常用于推移、尾梁、前梁千斤顶活塞杆, 因无法直接匹配标准工件尺寸, 导致现场料头积压太多, 即占用生产场地, 更造成严重的资源浪费。

1.2 问题根源的多维分析

1.2.1 排产规划缺乏系统性, 套料意识薄弱

传统下料排产采用“单工单驱动”模式, 调度人员仅根据订单紧急程度安排切割任务, 缺乏多工单协同套料思维。例如: 甲工单需要 1.8m $\phi 120mm$ 圆钢 6 件, 分散切割时需 2 根 6m 定尺料 (每根余料 0.6m), 产生 2 个 0.6m 料头; 乙工单需要 1.1m $\phi 120mm$ 圆钢 6 件, 分散切割时需 2 根 6m 定尺料, 一根产生 1 个 0.5m, 一根余料 4.9m; 完成以上两个工单会产生 3 根料头和 1 根余料, 这会造成料头堆积, 余料重复调用。若采用多工单套料, 3 根 6m 定尺料即可满足需求, 并不会产生料头, 分散排产导致料头量增加。这种“各自为战”的排产方式, 是料头大量产生的核心原因。

1.2.2 料头管理体系缺失, 全流程存在漏洞

料头管理存在“三不规范”: ①存放不规范: 料头随意堆放在车间角落, 不同规格、长度的料头混杂, 30% 的可利用料头因无法识别而被废弃; ②标记不规范: 60% 的料头未标注规格、材质等关键信息, 操作工需花费大量时间测量确认, 降低取用意愿; ③消耗不规范: 缺乏针对性利用方案, 如 180mm 圆钢料头因无适配工件长期积压, $219 \times 23mm$ 钢管料头甚至被当作废铁低价处理。

1.2.3 核算体系模糊, 数据支撑能力不足

原有利用率计算方式为工件重量 / 领料重量, 存在明显缺陷: ①未剔除锯缝损耗 (每道切割产生

2–3mm 锯缝); ②未统计可利用料头, 将其全部计入消耗; ③余料加工的标准件重量未关联原工单, 导致分子偏小。这种粗放核算无法反映真实利用水平, 更难以定位改进方向, 使料头浪费问题长期得不到解决。

2 原材料利用率提升的关键措施

2.1 下料排产优化: 构建四步闭环管理体系

针对套料规划滞后问题, 企业重构排产流程, 建立“派工 – 备料 – 统计 – 分析”四步闭环机制, 通过系统性规划减少料头产生。

2.1.1 派工阶段: 集中套料规划, 从源头减少料头

提前梳理未来一周的下料任务, 按材料规格 (如 120mm 圆钢、 $194 \times 21mm$ 钢管) 归类工单, 实施“同规格集中套料”^[2]。调度人员根据工单需求尺寸, 通过组合计算确定最优切割方案, 确保定尺料利用率最大化, 见表 1。

为保障套料落地, 制定《套料排产规范》, 明确提出“套料利用率”指标, 计算公式为: 套料利用率 = (下料毛重 / 领料重量) $\times 100\%$, 用于考核材料工艺员的套料使用情况, 直观显示剩余料或料头。半年套料利用率平均为 95.19%, 见表 2。

2.1.2 备料阶段: 料头优先调用, 提高复用率

派工前核查料头台账, 优先使用存量料头满足加工需求, 建立“料头 – 工单”匹配机制: ①每日派工前, 调度人员比对料头台账与工单需求, 生成“料头优先使用清单”; ②派工单明确标注“优先使用料头”, 并注明可利用料头的存放位置与规格; ③每日下班前, 现场核实料头存量与台账差异, 确保账实相符。例如: 某批需 0.8m 长 $194 \times 21mm$ 钢管的工件, 调度人员通过台账匹配到 1m 左右的同规格料头, 直接安排使用, 减少新料领用。通过该机制, 提高料头复用率。

2.1.3 统计阶段: 规范数据记录, 夯实分析基础

数据准确性是改进的前提, 制定《下料数据登记规范》, 要求操作工必填以下信息: ①材料的炉号、规格、定尺长度、工件尺寸、加工数量、总重量; ②料头类型、规格、长度、材质、存放位置。

为确保记录规范,企业采取“双监督”措施:①班组长每日检查记录完整性,对漏填、错填行为进行提醒;②车间每周抽查30%的记录,与实物比对,对不规范登记(如炉号错误、余料重量偏差)的操作工实施考核,提高数据记录准确率。

2.1.4 分析阶段:套料利用率量化评估,材料利用率优化计算公式

每周核算各规格材料的套料利用率,对比计划值与实际值差异,分析原因并制定改进措施。通过周度分析-整改循环,套料规划的精准度持续提升。产品材料利用率计算公式:(下料件的图纸成品净量+料头下标准件净重)/领料重量,用于考核前期余料及料头使用情况,每月计算对比,分析材料利用率提升空间。

2.2 料头精细化管理:分类消耗与全流程追溯

针对料头管理粗放问题,从分类消耗、存放追溯两方面建立精细化方案,提升料头利用效率。

料头分类消耗:靶向制定利用方案。通过半年数据统计,识别出5类重点料头,并制定专项消耗策略(见表3)。为确保料头利用规范,规定:①料头加工的工件需在ERP系统办理弃料手续^[3];②在下料进度表中标记“料头下”,与新料加工工件区分;③关键部件禁止使用料头,确保产品质量。

表3

料头类型	规格	特性分析	消耗方案	实施效果
圆钢料头	φ120mm	替代110mm圆钢	半年消耗3.2t	
圆钢料头	φ180mm	可加工为Φ140mm缸底	适配小型油缸 缸底加工	利用率提升至60%
钢管料头	φ194×21mm	适配支架加强筒	专项订单优先使用	3批订单消耗0.5t
钢管料头	φ219×23mm	规格特殊,适配性差	与供应商合作 回炉重轧	回收处理 2.1t

料头存放与追溯管理:规范有序,账实相符。分区存放:车间划定专门料头存放区,按“材料类型(圆钢/钢管)-规格-长度”分区,根据原材料长度情况,对其进行分类放置,设置整料放置区(含余料)、料头放置区两大区域,规定放置规则。

规范标记:料头产生后,操作工需立即标注规格、长度、产生日期,使用对应材质颜色的自喷漆在料头的外圆上画“○”(40Cr:红色;27SiMn:绿色;30CrMnSi:黄色;30CrMnTi:蓝色;35CrMnSi:银灰色)。

动态台账:每日更新料头电子台账,记录规格、数量、重量、存放位置,通过微信工作群实时同步更新信息。对台账登记错误的,立即提醒操作工整改,确保账实相符。

定期核查:每周检查料头存放与标记情况,对未按要求执行的班组下达整改通知,半年内累计整改12次,料头存放规范得到提升,余料存放有序。

2.3 提升设备稳定性,降低材料损耗

带锯床由于自身的不稳定性以及设备老旧,常常导致材料下斜,下大外径钢管斜度能达到4-6mm,导致材料产生不必要的浪费,通过对问题深度剖析,从设备上和操作上,采取了一些措施,目前斜度稳定在1.5-2mm左右。①设备技改,加固锯臂,并对磨损的部件进行更换;②对人员进行专业及机床性能认知培训。③改装GZ4220前虎钳,加长虎钳的长度,盘套件料头由原来的200-300长度,缩短到100左右。

3 实践效益与管理提升

3.1 直接经济效益

经过半年实施,原材料利用效率显著提升,核心指标改善如下:①利用率提升:原材料利用率从72.67%提升至74.83%,提高2.16个百分点。按年耗8000t、均价5000元/t计算,年节约成本:2.16%×8000×5000=86.4万元;②套料效率提升:减少操作人员分散工单频繁换活的时间,提高操作效率20%,降低了工人劳动强度。

表4

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	平均
利用率	72.67%	72.76%	75.16%	75.14%	74.45%	74.83%	74.17%

3.2 管理效能提升

现场管理水平提高:料头存放区规范化后,操作工取料时间从30min缩短至15min,效率提升1倍;

员工意识转变:通过考核与激励,员工主动套料、回收料头的意识增强,半年内提出改进建议12条。

4 结论与展望

本文通过某企业的实践案例证明:油缸生产中定尺原材料的料头浪费问题,可通过构建“排产优化-料头管理-核算改进”三位一体的解决方案有效解决。核心经验包括:①排产环节需建立集中套料机制,通过多工单协同减少料头产生;②料头管理需分类施策,针对不同类型料头制定专项消耗方案,并规范存放与追溯;③核算体系需精准量化,通过双维度对比明确改进空间,驱动持续优化。

参考文献:

- [1] 李春英,柴红梅.单体支柱油缸用原材料中的优化分析[J].煤矿机械,2008,29(6):27-28.
- [2] 赵田英,覃忠,杨娜,等.浅谈提高原材料利用率方法[J].装备制造技术,2013(9):202-203.
- [3] 马广涛,高志红,贾丽蓉.运用精益工具优化圆钢材料定额[J].新技术新工艺,2014(11):132-134.