 DOI: https://doi.org/10.12349/tie.v3i9.11787

Application and Fault Analysis of the SSH32 Steel Belt Head in the Melting, Casting, and Packaging Line

Xiaogen Wu

Yunxi Wenshan Zinc Indium Smelting Co., Ltd., Wenshan, Yunnan, 663700, China

Abstract

The packaging stage of a casting production line directly determines the efficiency of finished product handling and packaging quality. The SSH32 steel strip head, featuring an integrated mechanical-electrical design, enables stable, efficient, and high-strength bundling in non-ferrous metal casting packaging applications. Based on its practical application on a casting packaging line, this paper systematically describes the head's power architecture, detection and control logic, and complete operational workflow. By analyzing common field failures, it proposes actionable troubleshooting, resolution, and preventive maintenance strategies, providing practical guidance for ensuring stable equipment operation, rapid fault resolution, and process optimization—thereby enhancing the automation level and reliability of casting production lines.

Keywords

SSH32 steel strip head; casting and packaging line; steel strip bundling; fault diagnosis; pneumatic control; servo drive

SSH32 钢带机头在熔铸打包线中的应用与故障分析

吴小根

云锡文山锌铟冶炼有限公司，中国 · 云南 文山 663700

摘　要

熔铸生产线的打包环节直接决定成品转运效率与包装质量，SSH32钢带机头凭借机电气一体化集成设计，在有色金属熔铸打包场景中实现稳定、高效、高强度捆扎。本文以该机型在熔铸打包线的实际应用为基础，系统阐述机头动力构成、检测控制逻辑与完整工作流程，结合现场高频故障开展机理分析，提出可落地的排查、处置与预防性维护方案，为同类设备稳定运行、故障快速处理及工艺优化提供实践参考，助力提升熔铸生产线自动化水平与设备可靠性。

关键词

SSH32钢带机头；熔铸打包线；钢带捆扎；故障诊断；气动控制；伺服驱动

1 引言

在铝、锌、铜等有色金属熔铸生产线中，铸锭经冷却、码垛后需通过高强度捆扎完成出厂包装。传统人工或半自动化打包存在效率低、张力不均、扣合不牢等问题，难以适配连续化、高节拍生产需求。SSH32 钢带机头作为集成伺服送带、气动张紧、免扣咬扣与自动切断功能的专用打包执行机构，可适配 32mm 规格钢带，在高温、多尘、重载的熔铸现场保持稳定运行。当前行业研究多聚焦打包线整体方案，对机头核心机构、控制逻辑与故障根源的系统性分析不足，现场维护多依赖经验，处置效率偏低。本文结合设备结构原理与生产实践，从应用机理、故障分析、维护优化三方面展开论述，形成理论与实操结合的技术体系，为设备管理与维修人员提供支撑。

【作者简介】吴小根（1983–），男，中国江西南昌人，本科，高级工程师，从事电气技术研究。

2 SSH32 钢带机头结构组成与工作原理

2.1 核心动力与执行机构

SSH32 机头采用伺服电动 + 气动复合驱动方案，各单元分工明确、协同完成打包循环。伺服电机作为送收带核心动力源，通过齿轮箱驱动送带轮，实现定长精准送带与快速收带，保证钢带环绕垛体的位置精度与贴合度。涨紧气马达经减速机构输出大扭矩，为钢带提供稳定张紧力，确保铸锭垛在吊运、仓储中不松垮。导带门单元由专用气缸驱动翻转，送带阶段形成封闭通道防止钢带跑偏，收带与咬扣阶段及时打开避让动作路径。二合一气缸集成预咬扣、切带、做扣、复位功能，通过双活塞分级动作完成夹紧、切断、咬合一体化流程，简化机械结构并提升动作一致性。附加夹紧单元在咬扣与切断阶段对入口侧钢带实施制动，防止张力释放导致松包，提升扣合可靠性 [1]。

2.2 检测与控制系统

机头以接近开关为信号采集核心，配合电磁阀岛实现

全流程闭环控制。B1 为送带完成信号，钢带环绕到位后触发，终止送带并进入下一道工序；B2 检测机头与被打包物的接近状态，决定收带启动时机；B3、B4 分别对应导带门关、开到位，确保动作到位后再执行后续指令；B5、B6 监控送带轮压紧与脱离状态，避免钢带摩擦损伤；B7 为附加夹紧单元到位信号，保障咬扣阶段夹持稳定。电磁阀 Y5–Y16 分别对应慢速 / 快速张紧、咬扣单元开合、导带门动作、送带轮压紧 / 脱离、吹扫等功能，在 PLC 时序控制下按逻辑有序动作，实现送带、夹紧、收带、张紧、咬扣、切断、复位的全自动循环 [2]。

2.3 完整工作流程

打包流程分为六个连贯阶段。送带阶段：导带门关闭，送带轮压紧钢带，伺服电机正向送带，至 B1 触发后停止。夹紧阶段：二合一气缸小缸动作进入预咬扣，延时后导带门打开。收带阶段：机头靠近打包物，B2 信号有效后伺服反转收带，使钢带紧密贴合垛体。张紧阶段：送带轮脱离，涨紧气马达启动，按设定拉力拉紧钢带。咬扣切断阶段：大气缸动作完成咬扣与切带，延时后张紧停止，附加夹紧装置锁紧。复位阶段：气缸与机头回位，各机构恢复初始状态，等待下一轮启动。该流程通过时序与信号双重互锁，避免干涉，适配熔铸线连续作业要求。

3 熔铸打包线典型故障分析与处置

3.1 送带异常：卡带、送不到位、跑偏

送带故障多由路径阻力、压紧状态、钢带自身质量三大因素共同引发，是 SSH32 钢带机头在熔铸打包线上最易出现的问题。在高温多尘的熔铸现场，钢带携带的氧化皮、金属碎屑极易在导带槽内沉积，长期运行会造成通道局部堵塞、内壁刮损，钢带行进阻力大幅上升，进而引发卡带；送带轮长期摩擦后表面磨损、轮面粗糙度下降，配合压紧气缸压力不足、间隙过大，会出现明显打滑，即便伺服电机正常运转也无法将钢带送至设定位置；钢带边缘存在毛刺、卷边、弯折，或导向轮安装偏斜、导带门两侧对中性差，都会让钢带在高速输送中偏离轨道，无法正常环绕被打包物。处理时需先切断电源与气源，打开机头护罩彻底清理通道内残渣，校正变形的导带槽与导带门；通过调节压紧气缸压力，使钢带被适度夹持，以无明显压痕且手动拉动不打滑为最佳状态；及时更换接头不平、毛刺超标的钢带，人工上带时保证切口平整、插入深度约 200mm；最后校准导向轮平行度，确保两侧受力均匀，从路径、压紧、原料三方面全面恢复送带稳定性。

3.2 张紧失效：张力不足、过度张紧断带

张紧失效主要表现为张力不足松包与过度张紧断带两种情况，直接影响铸锭打包质量与转运安全。张力不足多由气源压力偏低、气马达内部磨损、传动机构润滑缺失造成，现场气源压力低于 0.5MPa、管路接头泄漏，会直接导致气马达输出扭矩不足；气马达叶片长期使用后磨损间隙增大，密封性能下降，动力输出明显衰减；减速箱润滑脂干涸、齿轮啮合不畅，也会大幅降低张紧效率。过度张紧断带则多因现场参数设置不合理，张紧时间过长、快慢张紧逻辑配合不当，拉力超过钢带承载极限；部分情况还因张紧轮磨损不均，局部应力集中引发断裂。现场先检查气源压力，确保稳定在 0.5–0.6MPa 并修复泄漏点；拆解涨紧气马达更换磨损叶片与密封件，清洁减速箱后补充耐高温润滑脂；根据铸锭垛型、重量与钢带厚度，优化张紧压力与动作时间，避免过载。建议建立“压力—带厚—垛重”对应参数表，实现不同工况快速匹配，提升张紧过程稳定性。

3.3 咬扣与切断故障：扣合不牢、切不断、带头毛边

咬扣与切断是打包成型的最后关键步骤，故障会直接导致打包失效、设备停机，在熔铸生产线中影响显著。扣合不牢多由咬爪高频磨损、咬合角度改变、二合一气缸压力不足造成，钢带表面厚重的氧化皮与油污也会降低咬爪夹持摩擦力，导致咬合后易松脱；切不断钢带通常是切刀长期使用变钝、刀刃缺口，或大气缸行程不足、切刀无法完全下压到位；带头出现毛边则源于切刀与砧座间隙过大、刀刃磨损严重，毛边还会在后续循环中划伤通道、诱发卡带。现场处理时需先停机断电，检查咬爪磨损程度，磨损超差立即更换，调整咬爪咬合角度，保证两层钢带咬合紧密；检测二合一气缸动作压力与行程，确保大小活塞动作顺畅、同步性良好，压力不足时调节电磁阀压力阀；彻底清理咬扣单元内的氧化渣、金属碎屑，适当增加吹扫电磁阀 Y10 的动作频次，每次咬扣后及时清理杂质；更换钝损切刀，精确调整切刀与砧座间隙，使切口平整无毛刺；同时优化咬扣延时参数，保证预咬扣、夹紧、切断动作衔接顺畅，从机械状态、气动压力、清洁维护三方面提升咬扣与切断的稳定性。

3.4 气动与电气信号故障：电磁阀漏气、传感器误信号

气动与电气信号是机头自动循环的控制核心，熔铸现场高温、高粉尘、强振动的环境，极易引发控制部件失效与信号紊乱。电磁阀岛长期处于高温工况下，密封件易老化硬化、阀芯易被粉尘卡滞，造成 Y5 至 Y16 各阀漏气、动作滞后，直接导致张紧、导带门、送带轮等执行机构工作异常；电气信号故障集中在接近开关，B1–B7 传感器表面堆积粉尘、铝渣，会遮挡感应面导致信号无法触发，如送带完成后 B1 无信号，设备一直处于送带状态；传感器安装支架受振动松动、位置偏移，会使检测距离超出感应范围，引发信号丢失或误触发，如 B2 机头到位信号误动作，导致提前收带、打包不合格；此外，传感器接线端子松动、线路老化破损，在高温与振动下易出现接触不良、短路，进一步加剧信号故障。现场维护时需定期用压缩空气吹扫电磁阀岛与传感器表面，清除粉尘与杂质，对老化密封件、破损气管及时更换；校准 B1–B7 各接近开关的安装距离与角度，确保感应可靠，优

先选用耐高温、抗干扰型号；检查传感器接线与重载接线端子，紧固松动接头，对线路做耐高温、防磨损防护处理；同时建立气动与电气信号点检表，每日检查电磁阀动作声音、泄漏情况，每周测试传感器信号灵敏度，从环境防护、定期维护、部件更换三方面降低气动与电气故障发生率，保障机头控制稳定。

4 预防性维护与工艺优化

4.1 分级维护体系

为保障 SSH32 钢带机头在熔铸打包线长期稳定运行，降低突发故障发生率，现场应建立日点检、周保养、月深度检修的三级预防性维护体系，将设备隐患控制在萌芽阶段。每日开机前需检查气源压力是否稳定在 0.5–0.6MPa，排查管路、电磁阀及气缸接头有无泄漏，同时测试吹扫功能是否正常，及时清理机头通道、导带槽内的金属残渣与氧化皮，避免积渣引发卡带、送带不畅。每周对送带轮、导向轮、轴承及咬扣机构进行定点润滑，选用耐高温润滑脂以适应熔铸现场环境，同时检查各接近开关固定支架是否松动，手动测试信号触发是否灵敏可靠。每月执行深度检修，拆解涨紧气马达检查叶片磨损情况，查看气缸密封件有无老化破损，检测伺服减速机运行噪音与润滑状态，校准张紧力参数与各动作时序，对达到使用寿命的密封件、轴承、咬爪等易损件统一更换，确保机械性能与控制精度维持在设计标准。

4.2 工艺与参数优化

结合熔铸生产线不同规格铸锭的外形尺寸、重量与包装要求，对 SSH32 钢带机头运行参数进行精细化匹配与动态优化，可显著提升打包质量、减少钢带损耗与设备故障。根据铸锭垛体大小精准设定送带长度，避免过长造成浪费或过短导致打包失败；合理调整收带延时、张紧压力及快慢张紧切换逻辑，在保证捆紧度的同时防止断带；优化咬扣延时参数，使预夹紧、咬扣、切断动作衔接更顺畅，提升扣合合格率。原材料方面，优先选用边缘平整、无毛刺、无卷边的合格钢带，人工上带时将钢带端头切平，插入深度控制在 200mm 左右，降低送带阻力与跑偏风险。同时优化 PLC 吹扫逻辑，在每次咬扣切断后自动启动吹扫装置，及时清理咬扣区域与通道内的氧化皮，减少粉尘卡滞对气缸、传感器与机械机构的影响，提升设备连续运行能力。

4.3 操作规范与培训

标准化操作与专业化技能是设备稳定运行的重要保障，现场需制定并执行严格的 SSH32 钢带机头操作规范，尤其明确钢带更换与手动上带流程。换带前必须将设备切换至本地控制模式，按步骤取下带盘、放置钢带、涨紧固定、穿带导向，全程避免强行拉扯导致机构变形；手动上带时必须佩戴防护手套，防止钢带边缘划伤，同时确认附加夹紧装置与输送单元处于松开状态，确保上带顺畅。此外，定期开展设备专项操作与维修培训，让操作人员熟悉机头动力结构、传感器信号功能、电磁阀动作逻辑，掌握常见故障的快速判断与基础处置方法，提升异常预判能力。通过理论讲解与现场实操结合，降低因操作不规范引发的故障，实现设备使用、维护、检修全流程标准化，提升整条熔铸打包线的运行效率与安全性 [3]。

5 结语

SSH32 钢带机头以伺服与气动复合驱动、多传感器闭环控制、模块化执行机构，在熔铸打包线实现高效稳定捆扎，满足高温、重载、连续化生产要求。现场故障集中在送带、张紧、咬扣、气动与信号系统，多与机构磨损、参数失准、环境杂质相关。通过明确故障机理、规范排查步骤、建立分级预防性维护体系并持续优化工艺参数，可显著降低停机率、提升打包质量与设备寿命。未来可结合数据监测实现张力、动作时序、气源压力的在线监控与预警，进一步提升智能化水平，为熔铸生产线高效稳定运行提供更强保障。

参考文献

[1] 袁贺菊.自动立体库在熔铸生产中的应用浅析[J].有色金属加工,2026,55(1):28-31.

[2] 王春晓,高万里,温家亮.铝合金熔铸生产工艺的自动化技术应用与发展[J].世界有色金属,2023,(6):18-20.

[3] 刘宝林.钢厂用全自动钢带卷打捆机剪切分析研究及优化设计[D].兰州理工大学,2021.