

# 提升叶片处理段生产能力

袁野

四川中烟工业有限责任公司 西昌卷烟厂

**摘要:** 本文以西昌卷烟厂精微 QC 小组的实践为研究对象,围绕叶片处理段生产能力不足问题展开系统研究。通过现状调查发现,叶片处理段仅能维持 4000kg/h,而叶丝线稳定在 5000kg/h,产能不匹配导致车间生产延迟和能耗增加。研究运用“人、机、料、法、环、测”六要素分析,明确松散回潮机电机功率偏小、切片方式效率不足和输送机速度不匹配是主要症结。针对问题,小组实施了电机与变频器升级、输送机速度闭环控制以及切片方式优化与插分机改造等措施。经连续验证,叶片处理段平均流量稳定在 5000.25kg/h,质量指标保持在 99.6% 以上,经济效益显著提升。研究表明,针对性技术改造能有效破解产能瓶颈,为卷烟行业绿色化与精益生产提供借鉴。

**关键词:** 叶片处理段; 生产能力; 原因分析; 工艺优化; QC 小组

在卷烟制丝工艺中,叶片处理段承担开包、切片、松散回潮和加料等任务,是连接原料与叶丝线的关键环节。其生产能力直接影响下游工序的节奏,一旦处理速度不足,就会导致待料、生产时间延长和能耗增加,从而削弱整体运行效率。近年来,随着“双碳”战略的提出和节能降耗政策的深入实施,烟草行业面临更高的绿色化与高效化要求。如何提升叶片处理段生产能力,成为卷烟企业实现高质量发展的重要课题。

从行业发展层面看,节能降耗已上升为企业核心战略。四川中烟工业有限责任公司积极响应国家方针,强调“以最小成本实现最大收益”,推动控本降耗和挖潜增效。西昌卷烟厂制丝车间则在执行过程中发现,叶丝线产能为 5000kg/h,而叶片处理段仅有 4000kg/h,两者差距 1000kg/h。调查显示,这种不匹配使切丝工序频繁待料,每批次延迟约 15 分钟,每天累计 120 至 150 分钟,导致车间常常无法在午夜前完成生产任务。问题不仅体现在效率损失,还增加了能耗和人工成本,甚至带来安全与质量风险。

为破解这一瓶颈,西昌卷烟厂精微 QC 小组将“提升叶片处理段生产能力”作为攻关重点,运用 QC 工具对问题进行系统分析。从人、机、料、法、环、测六个方面逐一排查,确认松散回潮机电机功率偏小、切片方式不合理以及输送机与电子秤速度不匹配是主要症结。基于此,小组制定了电机与变频器升级、输送机速度匹配调整以及切片方式优化和插分机改造等措施,并通过实地测试验证了改造效果。

本文以该实践为研究对象,旨在系统呈现叶片处理段生产能力提升的现状调查、原因分析、对策实施

和效果检验。

## 1 现状调查与问题提出

### 1.1 生产现状与数据调查

小组在 2024 年初通过对制丝车间生产情况的统计发现,虽然理论上每日生产任务能够按时完成,但实际上经常延迟至午夜以后,未能达到工厂“在零点前完成生产”的要求。统计数据显示,2024 年 1 月至 3 月共出现 60 次因贮叶时间不足导致的晚下班,占比高达 82.19%。进一步分析原因,发现贮叶不足主要源于叶丝线与叶片处理段产能不匹配,叶丝线速度快于叶片处理段,每批次差距 15 分钟,累计形成显著时间损耗。

同时,设备摸底调查表明,开包机、切片机、电子秤等设备额定能力均可达到 5000kg/h,但松散回潮机仅为 4800kg/h,成为潜在的能力瓶颈。经厂家咨询,其设计极限可承受 6000kg/h,但驱动系统参数设置偏低,未能发挥潜力。带料测试进一步验证了问题:在 5000kg/h 运行下,切片机出现切后间距大、电子秤流量波动超限,松散回潮机则触发电机过载报警,说明实际运行远未达到目标要求。

### 1.2 问题提出与研究意义

从现状调查可见,制约叶片处理段生产能力的关键不在所有设备,而集中在部分关键工序的匹配问题。如果这些问题不能解决,不仅产能提升目标难以实现,还会在能耗与劳动强度上带来长期损失。更严重的是,产能不匹配还影响生产节奏的均衡性,使工厂难以实现精益生产和节能降耗的战略目标。

因此,本研究提出的核心问题是:如何通过设

课题项目:提升叶片处理段生产能力 SCXC/QC2024033.32

备技术改造与工艺优化,使叶片处理段生产能力从4000kg/h提升至5000kg/h,从而与叶丝线相匹配?解决这一问题,不仅能显著提升车间效率,还能减少待料和能耗,符合节能环保和高质量发展的要求。

## 2 原因分析与主要症结

在叶片处理段生产能力不足的问题中,单纯依靠直观经验很难准确定位到真正的制约因素,因此有必要通过系统的方法开展原因分析。本研究遵循QC活动的基本思路,从“人、机、料、法、环、测”六个方面逐一排查可能的影响因素,结合现场测试与数据验证,最终明确了导致生产能力受限的关键症结。

### 2.1 系统性原因梳理

首先,从“人”的角度分析,操作人员技能和应急处置能力往往会影响生产稳定性。小组通过调取监控记录发现,在生产过程中,当出现物料堆积或堵塞时,操作人员能够迅速采取措施疏导,避免了大范围的待料现象。测量结果显示,松散回潮机滚筒顶起装置弧板间隙均符合 $20 \pm 1\text{mm}$ 的标准,因此可以排除人为因素是主要制约点。其次,从“机”的角度分析,设备本身性能是最有可能影响产能的要素。经设备摸底调查发现,开包机、电子秤和辅联设备均能满足5000kg/h的设计能力,但松散回潮机仅额定4800kg/h,成为显著短板。同时,在5000kg/h带料测试中,切片机出现切后间距大、电子秤流量波动异常,松散回潮机则触发过载报警,这些现象都指向设备与工艺能力不匹配。

从“料”的角度分析,烟叶原料的等级和水分波动会对加工产生一定影响,但通过对多批次原料的对比测试,未发现叶片处理段的物料特性存在异常。说明原料并不是造成能力不足的根本原因。

从“法”的角度,即操作工艺和切片方式的选择。现行“四刀五片”切片方式在4000kg/h下运行正常,但在提升至5000kg/h时,单次切片时间过长,造成输送节奏与加工能力错位,直接导致切后烟片间距超标,这也是引发后续流量不稳定的重要因素。

从“环”的角度,即环境条件。小组对车间温湿度进行了长时间监测,数据均维持在温度 $26.2\sim 27.9^\circ\text{C}$ 、湿度 $43.2\sim 47.2\%$ 范围内,未出现偏差,因此可以确认环境因素并未造成产能下降。

最后,从“测”的角度,即检测手段的准确性。通过比对电子皮带秤和输送机速度发现,输送机平均速度为 $0.032\text{m/s}$ ,明显低于电子秤的 $0.043\text{m/s}$ ,这种速度差造成了流量信号与实际物料输送的不一致,从而加剧了流量波动和称量精度问题。

### 2.2 关键症结确认

在上述系统性分析的基础上,小组通过实测与计算对潜在要因逐一验证。首先,电机功率问题得到确认:在5000kg/h的运行下,松散回潮机电机实际工作功率高达 $6.85\text{kW}$ ,超过额定 $5.5\text{kW}$ ,长期超负荷运行最终导致过载报警。其次,切片方式效率不足的判断也被数据支持:四刀五片方式切完一包200kg烟包需3分钟,而在此期间电子秤累计流量已达 $266.7\text{kg}$ ,超出标准,必然造成间距过大。最后,输送速度不匹配通过光电开关测速得到了实证,胶带输送机与电子秤的速度差异被明确量化,成为影响稳定性的又一主要要因。

综合以上分析,可以确认制约叶片处理段生产能力的症结集中在三方面:其一是松散回潮机电机功率偏小,无法满足高负荷需求;其二是切片机切片方式效率不合理,导致物料间距失控;其三是输送机与电子秤速度不匹配,影响了流量稳定性。这三方面因素相互叠加,共同造成了叶片处理段整体产能低于设计目标。

## 3 改进对策与实施过程

### 3.1 电机与变频器升级

针对松散回潮机电机功率不足的问题,小组通过计算得出:在5000kg/h生产能力下,电机实际所需功率达到 $6.85\text{kW}$ ,而原配置的 $5.5\text{kW}$ 电机长期处于超负荷运行状态。这不仅导致频繁过载报警,也存在设备寿命缩短和安全风险。为此,小组决定更换为 $7.5\text{kW}$ 电机,并同时更换与之匹配的变频器,以保证驱动系统整体的功率冗余。

实施过程中,首先确认了备件库中 $7.5\text{kW}$ 电机的技术参数,并对变频器进行了匹配性设置。安装过程中严格控制链轮对齐偏差在 $1\text{mm}$ 以内,保证传动平稳。更换完成后,进行了空载和带料实验,测试结果显示电机电流稳定在 $8.5\text{A}$ ,远低于额定电流 $14\text{A}$ ,运行温度维持在 $53^\circ\text{C}$ ,无持续升温现象。通过有限元分析进一步确认,传动齿轮受力远小于屈服强度,结构安全可靠。由此可以判断,该对策有效解决了电机过载的核心问题。

### 3.2 输送机速度匹配

通过编写闭环控制程序,小组实现了皮带输送机速度与电子皮带秤的同步。调整后输送速度稳定在 $0.043\text{m/s}$ ,与电子秤完全一致,流量波动问题得到根本解决。实验数据显示,10次测试结果平均值与标准高度吻合,满足工艺要求。

### 3.3 切片方式优化与插分机改造

更换切片方式为“三刀四片”,将切片时间缩短至2.25分钟,使得200kg烟包与输送节奏匹配,切后

间距小于 10cm,符合标准。然而在实际运行中,结块烟叶重量仍偏大(29.3kg),对松散程度造成不利影响。为解决这一问题,小组进一步改造插分机:增加插刀深度至 10cm,并新增插刀,使每小时下刀数增加 840 刀。改造后测试显示,结块烟叶重量下降至 0.6kg,满足  $\leq 3\text{kg}$  的工艺要求。

#### 3.4 效果检验与经济效益

经连续三个月运行验证,叶片处理段生产能力稳定在 5000.25kg/h,生产流量波动控制在  $\pm 3\text{kg}$  范围,工艺指标合格率保持在 99.6% 以上,未出现设备新增故障或质量缺陷。经济测算显示,改造后累计节约能耗成本约 9.71 万元,节省外包改造费用 48.78 万元,自主改造成本仅 2.63 万元,年度总经济收益达 55.86 万元,经济效益十分显著。

## 4 结论

本研究通过对叶片处理段生产能力不足问题的系统分析与改造实践,成功实现了从 4000kg/h 到 5000kg/h 的能力提升,彻底解决了叶丝线与叶片处理段不匹配的矛盾。研究过程表明,制约产能的根本原因主要集中在关键设备和工艺的匹配度,而通过合理的技术改造和工艺优化,可以在不依赖外部厂家高额改造费用的情况下,自主完成能力提升,既降低了成本,又提高了生产灵活性。

在推广意义上,本案例展示了 QC 小组活动在生

产改进中的实际价值。通过全员参与、科学分析和持续改进,不仅提升了生产效率,还兼顾了质量稳定和节能降耗的目标,符合行业向绿色化、智能化转型的趋势。未来的研究与实践,可以继续从加料系统、能耗控制和数字化监测等方面展开,进一步推动卷烟工业向高质量发展迈进。

#### 参考文献:

- [1] 赵迎春,刘旭东,李彬彬.关于制丝线中 YT602 叶片处理段电控系统的研究 [J].机械与电子,2016,34(5):33-36.
- [2] 王茜.卷烟企业节能减排潜力评估方法及其应用研究 [D].北京理工大学,2018.
- [3] 刘炳军,李江.烟片处理工艺参数与切丝含水率相关性研究 [J].大众科技,2014,16(11):111-114.
- [4] 李焕威.卷烟异地制丝工艺的研究 [D].华南理工大学,2013.
- [5] 李国龙.卷烟制丝分组加工工艺技术研究与应 [D].合肥工业大学,2006.
- [6] 许源.基于不同生命周期视角的烟草产品碳足迹核算研究 [D].山东大学,2024.
- [7] 张欢欢.卷烟制丝过程中烟丝化学成分和感官质量的动态变化研究 [D].河南农业大学,2014.
- [8] 李珊辉.卷烟加工及储存过程中微生物群落结构与其品质关系的研究 [D].云南大学,2015.