

临的主要挑战之一。

## 4 施工工艺对耐久性的影响

### 4.1 压实工艺对耐久性的影响

压实工艺是沥青路面施工中的关键环节，直接影响路面的密实度和耐久性。压实不足会导致路面孔隙率过高，从而降低路面的水稳定性和高温稳定性。研究表明，合理的压实工艺能够有效减少路面的孔隙率，提高路面的密实度和强度。在施工过程中，应根据沥青混合料的类型和施工环境，选择合适的压实设备和压实遍数，以确保压实效果。例如，对于改性沥青混合料，由于其黏度较高，需要适当增加压实遍数，以达到理想的密实度。

### 4.2 平整度控制对耐久性的作用

平整度是衡量沥青路面施工质量的重要指标之一，对路面的耐久性有直接影响。平整度不佳不仅会影响行车舒适性，还会导致路面局部应力集中，加速路面的损坏。在施工过程中，应严格控制摊铺和压实过程中的平整度。摊铺机的自动找平系统能够有效提高平整度，减少人工干预带来的误差。此外，施工人员应定期检查平整度，及时调整施工参数，确保路面平整度符合设计要求。为了进一步提升沥青路面的平整度和耐久性，可以从以下几个方面入手：首先，对路基施工进行严格控制，确保路基的平整度和压实度，为沥青面层提供良好的基础。其次，严格控制沥青混合料的质量，包括沥青的黏度、集料的级配等，以确保混合料的均匀性和施工性能。此外，合理的摊铺和压实工艺也是保证平整度的关键。例如，摊铺机的预热温度、熨平板的平整度、压路机的碾压速度和遍数等都会影响最终的平整度。通过这些措施，可以有效减少路面的不平整现象，提高行车舒适性，同时延长路面的使用寿命。

### 4.3 施工温度对耐久性的影响

施工温度是影响沥青路面耐久性的重要因素之一。沥青混合料在施工过程中需要在适宜的温度范围内进行摊铺和压实，以确保其性能。研究表明，施工温度过低会导致沥青混合料的黏度增加，影响摊铺和压实效果。当温度低于最佳施工温度范围时，混合料难以均匀摊铺和压实，容易出现裂缝，进而影响路面的平整度和稳定性。而施工温度过高则可能导致沥青混合料的性能下降，影响其长期耐久性。过高的温度会使沥青出现挥发和老化，导致其黏结性能和抗疲劳性能降低。沥青混合料的施工温度对摊铺和易性也有显著影响。在适宜的温度范围内，混合料的和易性较好，能够保证

摊铺过程的顺利进行。温度过高或过低都会使和易性变差，增加施工难度。此外，施工温度还会影响混合料的压实效果。在最佳温度范围内进行压实，能够保证路面的密实度和强度。若温度过低，压实过程中混合料的流动性不足，难以达到设计密实度，影响路面的承载能力和耐久性。

### 4.4 施工设备对耐久性的影响

施工设备的性能和操作水平对沥青路面的耐久性有重要影响。先进的施工设备能够提高施工效率和施工质量，减少施工过程中的误差。例如，大型摊铺机能够一次性完成较宽路面的摊铺，减少纵向接缝的数量，从而提高路面的整体性。此外，压实设备的性能也直接影响路面的压实效果。合理的设备选型和操作能够有效提高路面的密实度和耐久性。

### 4.5 施工质量控制对耐久性的作用

施工质量控制是确保沥青路面耐久性的关键环节。在施工过程中，应建立完善的质量控制体系，对施工的各个环节进行严格监控。从原材料的检验到施工过程中的质量检测，每一个环节都应符合设计要求。例如，在原材料检验环节，应对沥青和集料的质量进行严格检测，确保其符合标准。在施工过程中，应定期进行压实度、平整度和厚度等指标的检测，及时发现并纠正施工中的质量问题。通过严格的施工质量控制，能够有效提高沥青路面的耐久性，延长其使用寿命。

## 5 结语

沥青路面车辙处治后的耐久性受多种因素综合影响，其中处治材料性能、交通荷载特性及施工工艺是关键因素。通过优化材料性能、合理设计交通荷载分布及严格施工工艺控制，可有效提升车辙处治后沥青路面的耐久性。未来研究可进一步探索新材料与新技术在车辙处治中的应用，结合智能施工技术与实时监测手段，为道路养护管理提供更科学的决策支持，推动道路工程领域的可持续发展。

### 参考文献

- [1] 王晓峰. 沥青路面车辙处治技术研究[J]. 公路工程, 2023, 48(3):45-49.
- [2] 李志强. 沥青路面耐久性影响因素分析[J]. 交通科技与管理, 2022, 15(2):32-36.
- [3] 苏凯, 孙立军, 王永新, 等. 行车荷载及路面结构对车辙影响的有限元分析[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2007, 35(2):187-192.
- [4] 张佐华. 沥青路面施工工艺及质量控制[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011.

# Design of SJ1525 drum type feeder dual medium nozzle fixing device

Lin Li Wei Guo Ming Jiang Yu Huang Zunwei Yang

Sichuan Tobacco Industry Co., Ltd. Shifang Cigarette Factory, Deyang, Sichuan, 618499, China

## Abstract

In response to the problems of low maintenance efficiency and unstable atomization angle of the dual medium nozzle of SJ1525 drum feeder, this paper proposes a new fixed device design scheme. By analyzing the existing nozzle installation process defects, this paper elaborates on the fixture structure design based on the "two-point, one line" positioning principle, including bidirectional adjustment mechanism, spherical positioning component, and quick disassembly structure. Through production verification, the device has shortened the nozzle disassembly time from 61 minutes to 10 minutes, allowing a single person to complete the operation, significantly improving production efficiency and reducing quality risks. This article provides a scalable technical path for optimizing the precision adjustment mechanism of tobacco processing equipment.

## Keywords

drum type feeder; Dual medium nozzle; Fixed device; Atomization angle; efficiency optimization

# SJ1525 型滚筒式加料机双介质喷嘴固定装置的设计

李林 郭伟 江铭 黄宇 杨遵伟

四川中烟工业有限责任公司什邡卷烟厂, 中国 · 四川 德阳 618499

## 摘 要

针对SJ1525型滚筒式加料机双介质喷嘴维护效率低、雾化角度不稳定的问题, 本文提出一种新型固定装置设计方案。通过分析现有喷嘴安装工艺缺陷, 阐述基于“两点一线”定位原理的夹具结构设计, 包括双向调节机构、球面定位组件及快速拆装结构。经生产验证, 该装置将喷嘴拆装时间从61分钟缩短至10分钟, 单人即可完成操作, 显著提升生产效率并降低质量风险。本文为烟草制丝设备的精密调节机构优化提供了可推广的技术路径。

## 关键词

滚筒式加料机; 双介质喷嘴; 固定装置; 雾化角度; 效率优化

## 1 引言

在烟草制丝工艺中, 叶片加料是制丝生产中不可缺少的重要环节之一, 香精料液液的均匀度对制丝产品内在质量起着举足轻重的作用, 直接影响卷烟产品的内在质量。在叶片加料工序中施加的香、糖料的均匀度直接取决于喷嘴喷射角度和雾化效果。目前, 喷嘴安装在设备内部, 每次维修维护喷嘴时, 需取下喷嘴清洗内部, 再重新安装完全依靠维修调试人员的调试经验来判断, 而调试效果还是需要通过生产来验证, 如遇调试效果不好的情况就需要再次对喷嘴进行调试, 这会对产品质量带来影响, 且对喷嘴维修维护时间长, 每次维护保养需要 1 小时左右, 严重影响了生产连续性, 影响维修效率。

因此, 根据对以上情况分析现在的双介质喷嘴对生产造成的影响主要有以下两点:

1. 喷射角度、雾化效果直接影响烟叶的加料效果。
2. 维修时间长影响产品质量及生产效率是需要解决的

问题。

为此, 研制一种双介质喷嘴安装固定装置, 旨在实现喷嘴雾化角度固定、降低喷嘴维修维护时间, 提高卷烟产品质量。

## 2 项目研究意义

### 2.1 双介质喷嘴工作原理的深度解构

双介质喷嘴的核心功能是通过气液两相流耦合作用实现料液雾化, 其内部流场特性直接决定加料均匀性。根据伯努利方程与连续性方程, 引射介质(压缩空气或蒸汽)以高速通过前腔体锥形孔时, 流速从入口的 20m/s 骤增至喷口的 80m/s, 形成局部真空(负压值 -20kPa 至 -30kPa), 将后腔体料液(粘度 20-50mPa·s)吸入混合腔。此时, 锥套阀与锥形孔的径向间隙(设计值  $0.2 \pm 0.03\text{mm}$ )决定引射流量, 而针阀与锥套的轴向间隙(0.1-0.3mm)控制料液流速, 两者共同影响液气比(理想范围 1:8-1:12)。当间隙偏离设计值  $\pm 0.05\text{mm}$  时, 雾化粒径分布变异系数将从 12% 升

18%，导致料液颗粒粗细不均，粗颗粒（ $> 150\mu\text{m}$ ）易沉积形成黄斑，细颗粒（ $< 50\mu\text{m}$ ）则可能随气流逃逸。

尽管维修人员可通过压力传感器（精度 $\pm 0.5\%\text{FS}$ ）与流量计（精度 $\pm 1.0\%\text{R}$ ）校准间隙参数，但雾化角度的空间定位始终缺乏工程化解决方案。喷嘴需沿滚筒径向呈 $22.5^\circ$ 夹角安装，以确保料液在滚筒内形成螺旋状覆盖轨迹。传统夹具采用“法兰盘+橡胶密封圈”结构，仅能通过手工锉削调整安装面倾角，角度误差达 $\pm 10^\circ$ ，导致料液喷射覆盖区域偏移 $\pm 200\text{mm}$ ，滚筒轴向料液分布标准差达 $15\text{g/m}$ ，远超工艺要求的 $\pm 5\text{g/m}$ 。

## 2.2 维护流程的效率瓶颈与质量风险

典型案例显示，某牌号叶片加料时，因喷嘴角度偏差导致前3批次料液施不均与，烟叶粘附筒壁严重，且有严重黄斑烟风险，被迫停机调整，单次损失约 $60\text{kg}$ 烟叶原料。2023年车间统计数据表明，因喷嘴调试导致的计划外停机达10次，占当月总停机事件的38%。

## 2.3 质量风险的传导机制

雾化角度偏差引发的质量问题具有隐蔽性与滞后性：

1. 空间分布不均：角度偏斜使料液集中喷射于滚筒一侧，该区域烟叶糖料含量超工艺标准上限（ $\pm 5\%$ ），形成“糖斑”；对侧则因料液不足导致感官质量缺陷；

2. 时间序列波动：滚筒旋转时，角度偏差会导致同一位置烟叶接受料液量周期性变化，批次内加料均匀性变异系数（ $C_v$ ）从理想值 $0.8\%$ 升至 $1.5\%$ ；

3. 后续工序连锁反应：加料不均会导致后续干燥工序局部水分超标，增加烟丝造碎率（从 $1.2\%$ 升至 $1.8\%$ ），并影响卷制工序的重量稳定性（标准差从 $\pm 0.02\text{g/支}$ 升至 $\pm 0.05\text{g/支}$ ）。

据质量追溯数据，占该类质量问题总量的68%，返工成本超15万元。

## 2.4 设备管理的系统性矛盾

人机协同的深层矛盾车间现有维修团队中，具备喷嘴调试经验的人员占比仅33%，新手因缺乏角度调节量化基准，需通过“试喷-检测-调整”循环（平均2.3次/次）才能达标。某新员工首次调试耗时达150分钟，且调试后料液均匀性 $C_v$ 值为1.3%，远超资深员工的0.9%。这种依赖“肌肉记忆”的技能传承模式，与制丝车间“自动化、数字化”转型目标严重不匹配。

## 2.5 夹具设计的结构性缺陷

原夹具采用Q235碳钢材质，表面未经防腐处理，在高湿环境下年均腐蚀深度达 $0.1\text{mm}$ ，导致安装孔精度丧失。夹具与喷嘴接触面为平面贴合，缺乏定位止口，安装时需通过尺反复测量间隙，累计耗时占调试时间的20%。此外，夹具无角度锁定机构，设备运行时振动易导致螺栓松动，据振动监测数据，每运行8小时角度偏移量达 $0.5\text{-}1.0^\circ$ ，需每日班前重新校准。因此，突破传统夹具的机械结构局限，

新型固定装置，不仅是解决具体问题的技术创新，解决喷嘴定位问题可消除该工序80%的质量风险，具有显著的系统优化价值。

## 3 原因分析

双介质喷嘴的结构由前腔体、后腔体、连接器、“0”形密封圈、锥套阀调节器、锥套阀锁紧器、针阀调节器、针阀锁紧器等组成。前后腔体通过连接器连接，由于连接器内及后腔体内各有一个“0”形密封圈，锥套阀调节器装入后通过密封环将连接后的前后腔体隔成前后腔室，前腔体内轴向前端有个锥形孔，可以调节锥套阀与锥形孔的间隙。针阀调节器装在锥套阀调节器的套管内，可以调节锥套与针阀之间的间隙。在前后腔体的径向各有一个入口，前腔体入口进引射（汽、气）源，后腔室的入口是进料液（香、糖料），前腔体的轴向前端有一个喷口，香、糖料和引射（汽、气）源从这个喷口喷射。

## 4 问题现状：

熟悉双介质喷嘴加料喷嘴的工作原理后，可以得知料液的雾化效果是由锥套与针阀之间的间隙还有引射介质与料液的质量共同决定的，正常情况下在喷嘴安装之前维修人员就会根据需要调试好锥套与针阀之间的间隙，这个过程操作起来是很方便的快捷的，一般的维修人员都可以很熟练地完成操作步骤，所以由维修人员安装调试导致的雾化效果不佳而引起的产品质量问题是可以不考虑的。

料液喷嘴安装在滚筒前室内，处于密闭环境工作状态。加料喷嘴在长期的工作中，会因香、糖料液所带的杂质堵塞，喷嘴需要定期地进行维护保养，维修人员在保养时将喷嘴分解取下进行清洗，然后组装调试，传统的喷嘴安装夹具决定了喷嘴的雾化角度、雾化效果只能凭借工作经验进行调节，这样的调试检验方法较原始，全凭维修工个人技术水平，而原有的喷嘴固定夹具无法固定量化相应的精准度。这里的精准度主要考虑因雾化角度的精准度的影响，经常会出现筒体料液喷洒不均匀，造成产品黄斑缺陷、降级等，给产品质量造成严重影响。而每次清洗保养、调试喷嘴需要用时1小时以上，如果调试不好还会需要二次调试，严重影响了生产的连续性及生产计划的执行。

现在，为保障卷烟风格的完整性，连续性，稳定性在每日生产前，需要对制丝加料机进行清洁保养，这就大大增加拆装调整频次，由于拆装调整时间过长，严重制约当天生产任务的顺利完成。如果能缩短拆装调整时间，将对生产任务的顺利进行提供保障，因而决定成立项目组对叶片加料双介质喷嘴安装固定方式的进行改进。

## 5 改进思路

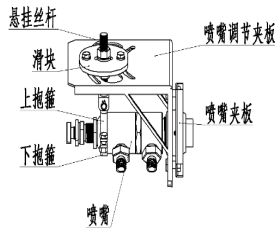
为缩短叶片加料工序料液双介质喷嘴的安装调试时间，有效地提高生产效率，提出以下改进思路：

1. 提出一种新型的夹具，能够在 X 方向和 Y 方向稳定的移动喷嘴的后室，来实现对喷嘴角度的精准调节；
2. 新的夹具不能影响对锥套与针阀之间的间隙（雾化效果）的调节。

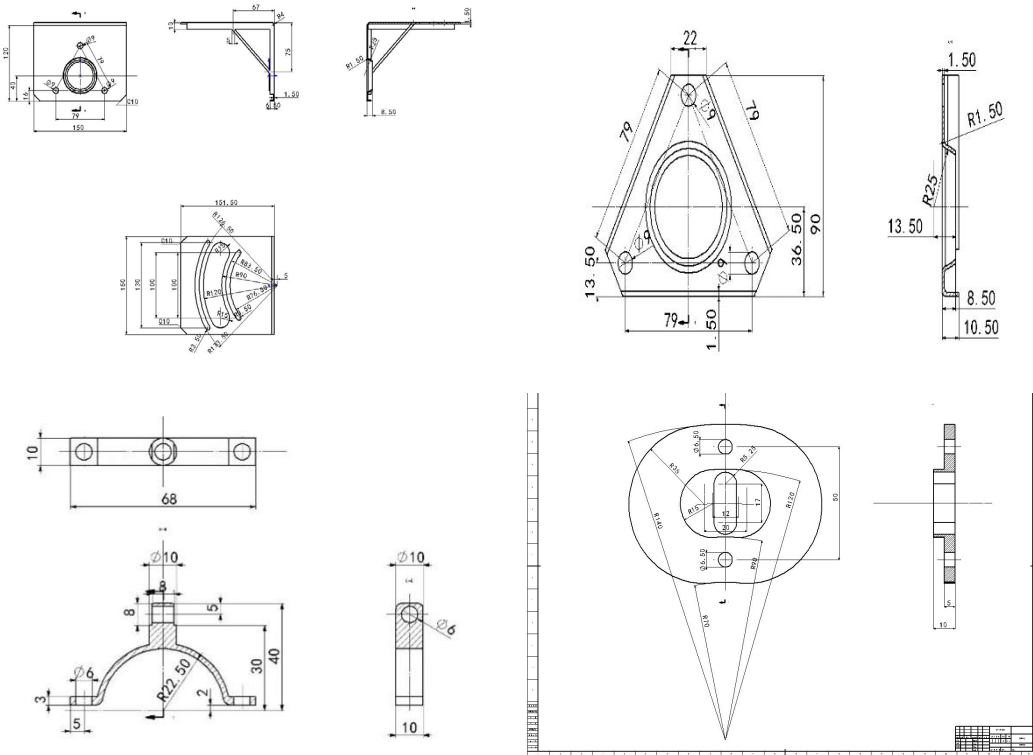
双介质喷嘴相对与改造前在筒体的位置不发生改变。

## 6 装置设计及安装方式

根据双介质喷嘴的工作原理，设计一款喷嘴安装固定装置。使用 304 不锈钢板作为固定装置的调节夹板，利用锁紧抱箍锁紧喷嘴后室，在抱箍上方设计 M8 螺钉作为悬挂丝杆吊装在钢板上基座，通过调节 M8 螺杆来实现喷嘴后室在 Y 方向上的移动。同时钢板上基座使用圆弧型滑槽供喷嘴调整角度，通过滑块在圆弧形滑槽中移动就可以实现喷嘴后室在 X 方向上的移动，最后利用 M6 螺钉将滑块锁紧抱死，以此形成“两点一线”固定喷射角度。



图一 . 喷嘴固定装置结构示意图



图二 固定装置设计零件图

## 7 双介质喷嘴前室的固定方式（如图一）

为保证喷嘴能固定在同一位置，还能实现喷嘴角度的变化，喷嘴前室上有一带螺纹可拆卸直径为 50mm 的球头。在喷嘴调节夹板和喷嘴夹板上分别设计了半径 25mm 的凹球面，通过喷嘴调节夹板和喷嘴夹板前后夹住喷嘴前室，同时用三颗螺钉将夹具固定在设备机架上，来完成喷嘴前室的固定。

新的喷嘴固定装置总体成一个“L”型（如图二），对喷嘴尾部并没有遮挡，对喷嘴雾化效果的调试并没有产生影响。

图二是新的喷嘴固定装置的零件图：

双介质喷嘴固定装置（如图三）的安装将拆卸下来球头安装在筒体机架上，同时通过在筒体的内外侧分别安装喷嘴夹板和喷嘴调节夹板将其固定。组装拆分后清洗好的喷嘴各个零件，调节锥套与针阀之间的间隙。将组装好的喷嘴旋入球头，调整位置。连接金属软管。使用抱箍连接喷嘴后室和悬挂丝杆。通过调节悬挂丝杆的高度和滑块的位置，调节喷嘴的雾化角度，并固定。安装好后的喷嘴，通过第一次安装，调整好的喷嘴角度，而喷嘴角度是由悬挂丝杆和滑块决定的，将其固定，就能保证喷嘴角度不变。下一次再清洁保养时，就只需要拆卸抱箍和金属软管后，将喷嘴旋出即可。安装时也只需要逆序安装，由于悬挂丝杆和滑块是固定的，维修员就不需要再对喷嘴角度进行调整，这样就大大的提高了工作效率。