封签涂胶系统校准装置在 GDX1 包装机维保中的应用

王林鹏，李国良，李晓东，任发军，王增浩
山东中烟工业有限责任公司青州卷烟厂，山东 青州 262500
DOI:10.61369/ETQM.2026090020

摘　　要： 针对 GDX1 包装机封签涂胶系统维修调整中存在的精度低、效率差、一致性不足等问题，开展封签涂胶系统校准装置的研制工作。采用仿形基准定位式校准方案，设计并制造由连接定位机架、轴向定位组件及周向定位组件构成的校准装置，该校准装置可实现封签涂胶系统一次精准校准，涂胶轮轴向偏移量平均降至0.26mm，周向偏移量平均降至0.69°，维修校准时间由50.1分钟缩短至16.3分钟，维修效率提升207.36%，有效解决了传统“塞尺 + 目测 + 经验”调整方式的弊端，保障了烟包包装质量，降低了维修人员劳动强度，具有较高的推广应用价值。

关 键 词： GDX1包装机；封签涂胶系统；校准装置；维修精度；效率优化

Application of Seal Label Gluing System Calibration Device in Maintenance and Service of GDX1 Packaging Machine

Wang Linpeng, Li Guoliang, Li Xiaodong, Ren Fajun, Wang Zenghao
Qingzhou Cigarette Factory, Shandong Tobacco Industrial Co., Ltd., Qingzhou, Shandong 262500

Abstract: Aiming at the problems of low precision, poor efficiency and insufficient consistency in the maintenance and adjustment of the seal gluing system of GDX1 packaging machine, the development of a calibration device for the seal gluing system was carried out. The profiling reference positioning calibration scheme was adopted to design and manufacture a calibration device composed of a connection positioning frame, an axial positioning component and a circumferential positioning component. This calibration device can realize one-time accurate calibration of the seal gluing system, with the average axial offset of the gluing wheel reduced to 0.26mm, the average circumferential offset reduced to 0.69°, the maintenance and calibration time shortened from 50.1 minutes to 16.3 minutes, and the maintenance efficiency increased by 207.36%. It effectively solves the drawbacks of the traditional adjustment method of "feeler gauge + visual inspection + experience", ensures the packaging quality of cigarette packs, reduces the labor intensity of maintenance personnel, and has high popularization and application value.

Keywords: GDX1 packaging machine; seal gluing system; calibration device; maintenance precision; efficiency optimization

引言

封签涂胶系统是 GDX1（ZB25）包装机组烟包成型的核心环节，封签粘贴质量直接影响烟包外观和产品合格率，其中封签粘贴不良导致的质量缺陷占包装类缺陷的36.6%。在设备维护过程中，封签胶缸需定期清洗、保养和维修，传统维修调整采用“塞尺 + 目测 + 经验”的方式，存在调整精度低、一次成功率低、维修耗时长、不同人员操作一致性差等问题，不仅影响生产效率，还存在质量隐患。为此，开展 GDX1 包装机封签涂胶系统校准装置的研制工作，旨在解决上述痛点，为设备高效稳定运行提供技术支撑[1]。

一、封签涂胶系统结构与现存问题

（一）系统结构与工作原理

GDX1包装机封签涂胶系统由封签胶缸、涂胶轮、传胶辊、驱动齿轮、锁紧机构等部件组成，封签胶缸为核心部件。涂胶轮通过驱动齿轮与机组联动，旋转蘸取胶液，经传胶辊梳理后将胶线均匀涂覆于封签指定位置，完成粘贴工序。轴向位置、周向相位、径向跳动是决定涂胶质量的关键参数，会导致封签上胶不均匀、胶液溢出、封签粘贴歪斜等问题[2]。

（二）现存问题深度分析

传统调整方式存在明显弊端：一、维修效率低，2025年1-3月各机组共维修调整16次，平均校准耗时40.3分钟、总耗时50.1分钟，耗时主要集中在涂胶轮的反复调整、试机确认环节；二、维修精度低，试验结果显示，涂胶轮轴向、周向、径向调整

作者简介：王林鹏（1982—），男，汉族，山东省青州市人，本科，包装机械维修高级技师，工程师，高级技师，主要从事卷烟包装设备机械维修。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

合格率分别为20.8%、14.6%、39.6%，整体一次调整合格率仅6.25%，其中周向调整难度最大；三、操作一致性差，无统一标准，人员经验差异影响质量稳定性，培训成本高[8]。

二、校准装置方案设计

（一）方案提出

采用仿形基准定位技术，以胶缸基准面为基准，包括连接定位机架、轴向定位组件以及周向定位组件三部分，连接定位机架负责支撑轴向和周向定位组件，并与胶缸基准定位连接。轴向定位组件与胶缸联轴器配合，实现涂胶组件轴向定位。周向定位组件与涂胶轮配合，实现涂胶轮周向定位。装置采用模块化设计，可快速装拆，无需改动设备原有结构[9]。其优势为定位精度高、操作简便直观，可实现一次校准到位；成本低廉，技术实现难度小，调整柔性佳，可有效降低定位调整难度和速度。

（二）最优方案细化设计

对各组件进行细化设计，明确结构参数、材料选择和加工要求，确保装置的定位精度和使用可靠性：

（1）连接定位机架：作为装置的基础部件，主要实现装置与胶缸的精准连接和固定，采用阶梯面定位 + 锁紧螺钉定位方式，计算可知，应力极低。

$$\sigma_{step,h}=\frac{F_h}{A_{step}}=\frac{1500}{6000\times10^{-6}}=0.25\,MPa$$

借助胶缸本身的基准面进行定位，确保装置与胶缸之间的位置重复性，重复定位精度可达 ±0.01mm。材料选用45# 钢，该材料具有良好的机加工性能、耐磨性和抗扭强度，调质处理后表面硬度达到 HRC25~30，可有效提升装置的使用寿命。整体尺寸确定为165×16×（37 + 38），锁紧槽尺寸：ϕ10×12，两定位面间距55±0.05mm，定位配合面尺寸16×3±0.02×5±0.02mm，关键配合面表面粗糙度小于1.6μm，并进行淬火处理，进一步提升表面硬度和耐磨性，确保定位精度稳定[10]。

（2）轴向定位组件：主要实现涂胶轮轴向位置的精准定位，采用轴套配合方式与机架连接，对中性好，定位精度可达0.01mm；与胶缸联轴器采用仿形啮合配合方式，操作简便、定位精度高、耐磨性佳，可有效避免轴向偏移。相关配合方式接触应力核算：$\sigma=\frac{1.48}{29.4}\approx0.05MPa$，相关配合精度核算：$\Delta\theta=arctan\left(\frac{0.05}{13.5}\right)\approx0.21^{\circ}$。材料选用45# 钢，经调质处理后，抗拉强度达到600-800MPa，硬度达到 HRC48-61HRC，加工性能优良，可满足定位精度和结构强度要求。整体尺寸为100×ϕ8mm，配合端面尺寸 ϕ20mm，车削加工，配合凸台尺寸5±0.02×5±0.02mm，表面粗糙度小于1.6μm，并进行淬火处理，确保配合精度和使用寿命[3]。

（3）周向定位组件：主要实现涂胶轮周向相位的精准锁定，采用仿形半圆包裹式配合方式与涂胶轮配合，定位精度高（实际重复精度约为 ±0.01mm）、操作快捷，接触应力低，不会损坏涂胶轮表面；采用锁紧螺钉与机架连接，拆装方便、适用性强，定位精度可达0.02mm。扭矩计算公式：$T_{torque}=F_v\left(\frac{d_2}{2}tan(\psi+\rho')+\frac{\mu_w d_w}{2}\right)$。材料选用45# 钢，硬度达到 HB170-210，刚性极佳，变形可忽略，可有效保证定位稳定性。整体尺寸为28×30mm，配合面尺寸 Φ28±0.05mm，锁紧螺孔 M4±0.05mm，表面粗糙度小于1.6μm，并进行淬火处理，提升表面耐磨性和配合精度[4]。

三、装置结构设计与研制

（1）图纸绘制与审核：采用 CAD 软件绘制三维模拟模型及各部件加工图纸，明确连接定位机架、轴向定位组件、周向定位组件的尺寸、公差、材料、加工工艺及表面处理要求，并完成图纸审核。

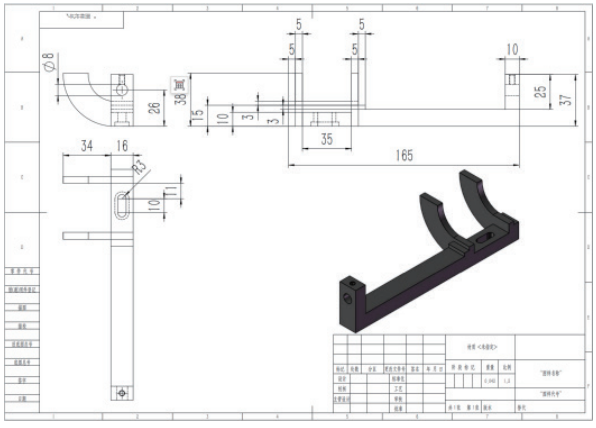


图3-1 连接定位机架加工图纸

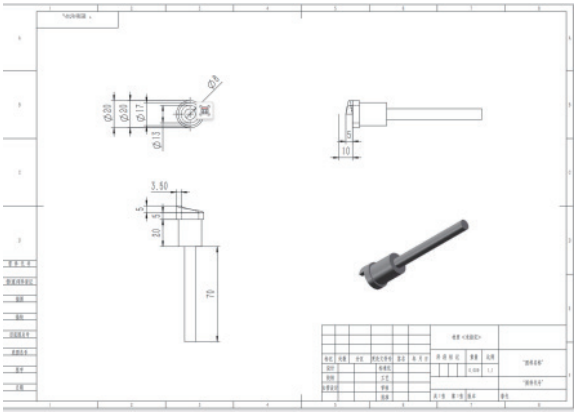


图3-2 轴向定位组件加工图纸

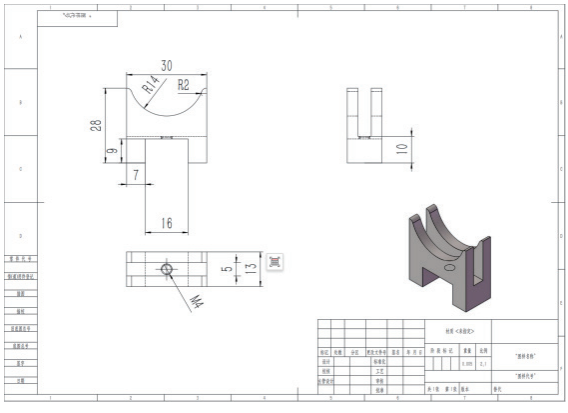


图3-3 周向定位组件加工图纸

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

（2）零部件加工制造：选用45# 钢原材料[5]，按图纸加工各组件，重点控制关键尺寸精度与表面粗糙度，精准加工定位配合面、锁紧螺孔等关键部位，确保尺寸符合公差要求。

（3）精度检测与筛选：采用百分表、游标卡尺等专业工具检测各组件精度，重点核查各配合面精度、关键尺寸公差及表面粗糙度。

（4）装配与模拟测试：将合格组件按图纸组装，确保连接可靠、无松动偏移；装配后在实验室模拟现场场景，验证装置调整用时、校准精度及便捷性。

（5）现场调试与优化：将装置投入3台不同运行状态的GDX1包装机进行现场调试，开展现场维修校准试验，记录相关数据，结合反馈优化装置及操作流程，确保适配现场需求[7]。

四、应用效果验证

对GDX1包装机封签涂胶系统维修校准工作开展为期3个月的跟踪调查，累计完成16次维修校准，覆盖车间所有GDX1包装机组，从精度、效率、质量三个维度验证校准装置的应用效果，具体如下：

（1）精度目标验证：跟踪数据表明，应用校准装置后，涂胶轮轴向定位精度均值为0.26mm（最大值0.42mm、最小值0.18mm），周向定位精度均值为0.69°（最大值0.87°、最小值0.52°），均满足预设精度要求（轴向偏移量≤0.5mm、周向偏移量≤1°）[6]。相较于传统调整方式，轴向、周向定位精度分别提升77.0%、52.8%，一次校准合格率由6.25% 提升至100%，彻底解决了定位精度不足、操作一致性差的痛点。

（2）效率目标验证：时间统计显示，应用校准装置后，单台设备维修校准平均用时16.3分钟，其中装置装拆2.1分钟、定位校准12.2分钟、试机确认2.0分钟；与传统维修校准平均用时50.1分钟相比，缩短33.8分钟，维修效率提升207.36%。

（3）质量效果验证：跟踪期间，经校准装置维修校准后的设备运行稳定，封签涂胶均匀、定位准确，未出现封签歪斜、烟包脏污、胶液溢出等质量缺陷；烟包封签粘贴合格率由98.2% 提升至99.8%，有效保障了产品质量稳定性，降低了质量损失。

五、结论

该装置可实现封签涂胶系统一次校准达标，涂胶轮轴向偏移量平均降至0.26mm，周向偏移量平均降至0.69°，维修校准时间由50.1分钟缩短至16.3分钟。该装置具备结构紧凑、操作便捷、成本低廉、安全可靠等优势，不仅优化了设备维保流程、提升了产品包装质量，还为卷烟包装设备精准维保提供了技术参考，具备较高的工程应用价值与行业推广前景。

参考文献

[1] 上海烟草工业机械厂 . GDX1 调整手册 [Z]. 郑州：河南科学技术出版社 ,2001.

[2]《卷烟包装工专业知识》编写组 . 卷烟包装工专业知识 [M]. 郑州：河南科学技术出版社 ,2012:2.

[3] 杨闯，朱祥龙，康仁科等 . 机械密封环工作面轮廓测量系统开发 [J]. 工具技术 , 2025 ,59 (12) ：145-151.

[4] 红塔烟草 (集团) 有限责任公司 . 一种烟包封签胶缸轴向锁紧装置 [P]. 中国 ,CN202121455653.0.2021-11-30.

[5] 戴卫良，陈建军，熊克林等 . GDX1包装机封签涂胶装置的改进研究 [J]. 机械制造与自动化 .2012 ,41 (02) ：87-88.

[6] 薛雷，牛红梅 . 气缸套半精车轴向定位器的改进 [J]. 内燃机配件，1997 (01) ：22-23.

[7] 贺韧，田晶，贺圣越等 . YB25型卷烟包装机封签涂胶系统的改进 [J]. 食品与机械 ,2021 ,37 (12) ：89-94.

[8] 红塔烟草 (集团) 有限责任公司 . ZB25封签打胶定位装置 [P]. 中国 ,CN201220045313.5.2012-9-26.

[9] 河南中烟工业有限责任公司 . 一种 YJ29接装机胶缸弯臂弯架组件 [P]. 中国 ,CN202420546387.X.2024-12-17.

[10] 广东正鑫智能科技有限公司 . 一种旋转90度定位功能机构 [P]. 中国 ,CN202320364491.2.2023-8-22.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.