

一种新型负压贴标装置的设计与应用

李南希, 李飞鸿, 桑 丛, 聂 鑫, 李 军

红塔烟草(集团)有限责任公司玉溪卷烟厂, 云南 玉溪

收稿日期: 2024年3月11日; 录用日期: 2024年4月18日; 发布日期: 2024年6月19日

摘 要

目前, 卷烟包装贴标设备都只能为单包烟包进行标签粘贴, 当需要将两包或多包烟包合并粘贴标签时, 只能采用人工粘贴的方式, 但人工粘贴效率不高且粘贴精度差。设计的新型负压贴标装置运用往复运动装置、标签模盒定位装置, 实现了标签的连续、高效、稳定的粘贴, 满足多包烟包标签粘贴的设备化生产要求。此新型负压贴标装置已用于细支玉溪(境界)卷烟的生产, 结构简单且运行状况良好, 相比手工粘贴效率得到大幅提升。该技术可为异型卷烟设备化生产提供支持。

关键词

多包标签粘贴, 标签定位, 往复运动

Design and Application of a New Type of Negative Pressure Labeling Device

Nanxi Li, Feihong Li, Cong Sang, Xin Nie, Jun Li

Yuxi Cigarette Factory, Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: Mar. 11th, 2024; accepted: Apr. 18th, 2024; published: Jun. 19th, 2024

Abstract

At present, cigarette packaging labeling equipment can only label a single pack of cigarettes. When two or more packs of cigarettes need to be combined and pasted with labels, manual pasting can only be used, but manual pasting is not efficient and pasting the accuracy is poor. The designed new negative pressure labeling device uses a reciprocating motion device and a label mold box positioning device to achieve continuous, efficient and stable label pasting, meeting the equipment production requirements for multi-pack cigarette label pasting. This new negative pressure labeling device has been used in the production of thin Yuxi (Jingjie) cigarettes. It has a simple structure and good operating conditions. Compared with manual pasting, the efficiency is greatly improved. This tech-

文章引用: 李南希, 李飞鸿, 桑丛, 聂鑫, 李军. 一种新型负压贴标装置的设计与应用[J]. 仪器与设备, 2024, 12(2): 126-133. DOI: 10.12677/iae.2024.122019

nology can provide support for the equipment production of special-shaped cigarettes.

Keywords

Multi-Pack Label Pasting, Label Positioning, Reciprocating Motion

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,国内的卷烟市场相比以往有着较大的变化,在互联网技术飞速发展的推动下,“便捷消费”、“个性化消费”逐渐占据主流位置且日趋强烈[1],随着细、短、中、爆卷烟的蓬勃发展,更是出现了大量异型包装卷烟,且异型包装的卷烟大多采用人工包装的方式进行包装。目前,卢洪林等[2]针对条盒封签自动贴标装置进行了研究设计,方鑫等[3]针对福克贴标机在输送通道上的单包税票贴票系统进行了改进设计,但未有针对多包烟包标签粘贴方面的研究。为此,本文设计了一款适用于多包烟包标签粘贴的负压贴标装置。

2. 问题分析

玉溪(细支境界)采用标签将两包烟包粘贴在一起,标签位于两包烟包的侧部,可以让两包烟包进行“折叠式”打开与闭合,同时标签中间有预剪切的虚线可将两包烟包分开,具有设计新颖、外观美观等优点,是玉溪品牌高一类卷烟储备牌号。但目前的贴标装置仅能将单张标签粘贴至单包烟包的正面,没有针对两包烟包组的侧面粘贴标签的装置,只能依靠人工手工粘贴,但手工粘贴存在生产效率低下、人工成本费用较高的问题。玉溪(细支境界)采用的这种独特两包“折叠式”包装方式,给设备化及规模化生产带来了挑战。为此,以卷烟两包“折叠式”包装方式为对象,设计一种针对可以进行多包烟包贴标的装置,以代替人工,节约人力成本,提升生产效率。

3. 方案设计

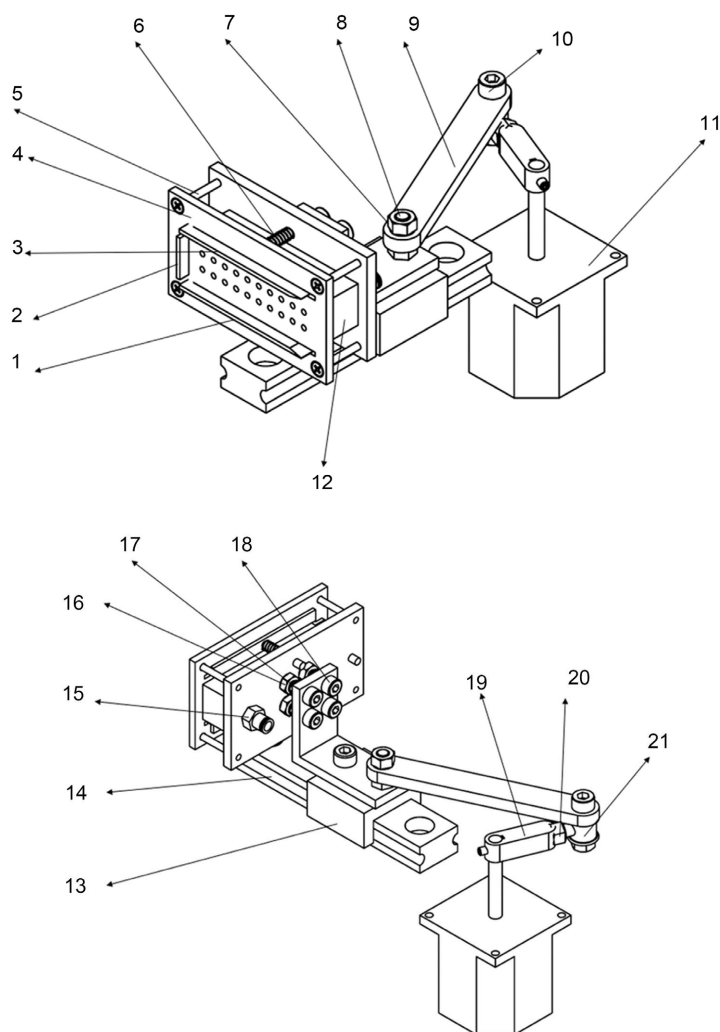
本文所设计的新型负压贴标装置属于卷烟专用包装设备领域,更具体地涉及一种卷烟包装机用贴标装置,其适用于多包烟包粘贴标签的异型包装卷烟的生产。其主要包含模盒定位装置及往复运动装置,贴标机构在烟包组静止的时候进行贴标工作,标签在定位模盒里有导片进行标签的定位,往复运动装置由驱动电机带动进行往复运动,每个工作循环完成一次标签的进入、定位及贴标的工作循环,将标签准确且牢固地粘贴于烟包组上。

3.1. 负压贴标装置机构组成及系统设计

如图1所示,模盒定位装置包括下导片1、侧导片2、上导片3、吸风板4、模盒固定螺栓5、弹簧6、负压底座12、负压接头15、弹簧16、模盒固定螺栓18、模盒支架17;往复运动装置包括滑座13、滑轨14、螺母7、连杆固定螺栓8、定长连杆9、转轴10、驱动电机11、调节连杆内螺纹段19、调节连杆外螺纹段21、锁紧螺母20。

如图2所示,吸风板上开有吸风孔,可将标签吸附在吸风板上,其有两长一短的3条通槽,导片可

以穿过吸风板的通槽，导片后部装有弹簧，将三块导片顶出吸风板 1 cm 的高度，突出的部分能够对标签进行定位，贴标的时候，三块导片被压缩至与吸风块平齐，标签与烟包组接触，进行标签的粘贴，如图 3 所示，上导片与下导片的前端有 15° 的倒角，对标签起到导向作用。负压底座和吸风板、磨合支架安装在一起，模盒支架上有导向孔，螺栓穿过导向孔与负压底座相连，可带动负压底座自由移动。负压底座与模盒支架之间安装有弹簧，当粘贴标签时，弹簧发生压缩，压住标签使其粘贴牢固。往复运动装置滑轨安装于底板上，滑座可沿滑轨自由移动，滑座上通过螺栓固定模盒支架，滑座由调节连杆驱动。可以通过调整调节连杆的长度尺寸，从而调整往复运动装置的运动距离。调节连杆与驱动电机输出轴连接，调节连杆与定长连杆、滑轨等机构组成曲柄滑块机构，将驱动电机的旋转运动转化为往复直线运动，带动模盒定位装置移动。



注：1：下导片；2：侧导片；3：上导片；4：吸风板；5：模盒固定螺栓；6：弹簧；7：螺母；8：连杆固定螺栓；9：定长连杆；10：转轴；11：驱动电机；12：负压底座；13：滑座；14：滑轨；15：负压接头；16：弹簧；17：模盒固定螺栓；18：模盒支架；19：调节连杆内螺纹段；20：锁紧螺母；21：调节连杆外螺纹段。

Figure 1. Structure diagram of negative pressure labeling device

图 1. 负压贴标装置结构图

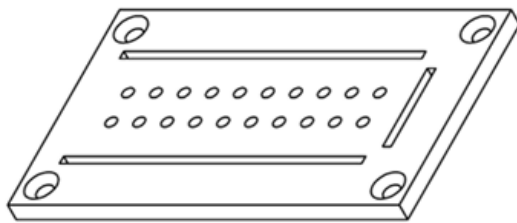


Figure 2. Schematic diagram of air suction panel
图 2. 吸风板示意图

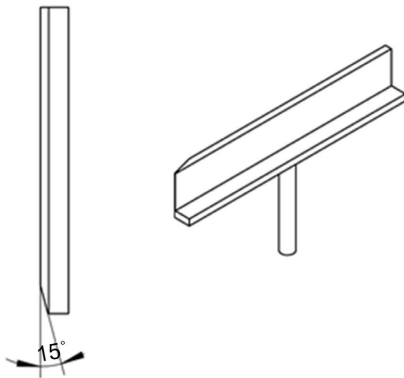


Figure 3. Schematic diagram of upper and lower guides
图 3. 上、下导片示意图

3.2. 贴标装置关键参数的设计

1) 曲柄滑块机构的设计

如图 4 所示，本装置为一对心曲柄滑块机构。其适配的卷烟包装机的运行速度为 200 包/min，贴标装置在烟包透明纸包装完成后在其两包堆叠状态进行贴标，堆叠的烟包组由被步进电机带动的齿带输送，贴标装置安装在齿形带旁，将标签贴在烟包组的侧面，贴标装置完成一次贴标循环所用时间为 0.6 秒。为保证贴标质量，在装置与烟包接触之后，弹簧收缩将标签压紧，所以曲柄和连杆的长度应大于机架至烟包的距离，弹簧压紧时间约 0.05 秒。

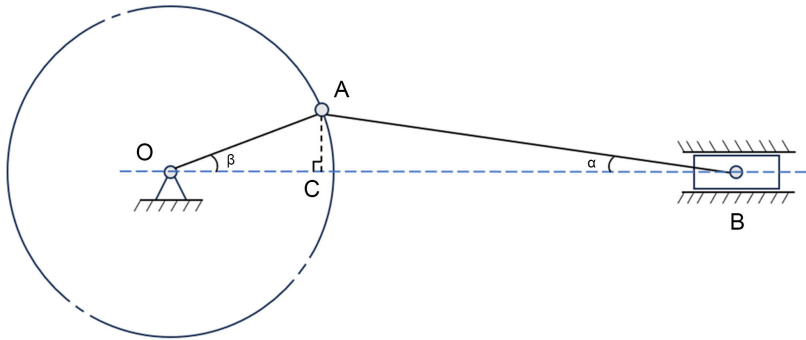


Figure 4. Schematic diagram of the crank slider mechanism of the labeling device
图 4. 贴标装置曲柄滑块机构示意图

因安装位置空间的影响，机架 O 与烟包的距离为 50 cm，B 点至模盒定位装置的距离为 20 cm，则可知 OB 的长度为 30 cm，弹簧压紧时间 0.05 秒为一次粘贴循环的 8%，则 $\beta = 14^\circ$ ，曲柄长度为 10 cm，根

据勾股定理及三角函数公式：

$$\begin{cases} \cos \beta = \frac{OC}{OA} \\ \sin \beta = \frac{AC}{OA} \\ CB^2 + AC^2 = AB^2 \end{cases}$$

则可以计算得出连杆的尺寸 $AB \approx 30.44 \text{ cm}$ ，为了方便加工取整连杆 AB 的尺寸为 30.4 cm ，根据 OB 与 $OA + OB$ 的尺寸之差为 0.4 cm ，得出模盒定位装置的弹簧压缩量为 0.4 cm 。

2) 弹簧的选定

模盒定位装置在弹簧弹性势能的作用下挤压烟包，根据玉溪卷烟厂《卷烟产品质量检验管理规定(2020 版)》的要求，烟包包装不能出现变形情况。为了得到一组烟包最大能够承受的压力，使用压力测量表进行实验，并统计烟包的变形率(变形率 = 变形烟包数/实验烟包总数)，结果见表 1。可见在对烟包组施加 48 N 以上的压力之后，烟包出现不可逆变形的情况，因此弹簧在被压缩 0.4 cm 的情况下总共能产生的压力最大值为 48 N 。

Table 1. Irreversible deformation rate of cigarette packs under different pressures
表 1. 不同压力下烟包不可逆变形率

测试压力(N)	测试烟包组数量	烟包不可逆变形率(%)
40	100	0
44	100	0
46	100	0
47	100	0
47.5	100	0
48	100	15
48.5	100	45

根据装置的结构设计，弹簧对烟包的压力主要来自四盘支撑负压底座的弹簧，这四盘弹簧施加在烟包组上的压力之和应小于 48 N ，支撑负压底座的弹簧压缩量为 0.4 cm ，则可以对弹簧进行选定：由于负压支座由四盘弹簧支撑，所以每盘弹簧在压缩 0.4 cm 的情况下给予烟包的最大压力为 12 N ，则设定弹簧的最小工作载荷 P_1 为 5 N ，最大工作载荷 P_n 为 40 N ，同时负压支座由 $M6$ 螺栓安装在模盒支架上，所以弹簧的内径 D_1 应大于 5.5 mm ，工作行程 h 为 20 mm ，则根据下列公式：

$$\begin{cases} P' = \frac{Pn - P_1}{h} Fj = n * f \\ Pj \geq 1.25 Pnt = \frac{Fj}{n} + d \\ n = \frac{P'd}{P'} Ho = nt + 1.5d \\ P' = \frac{P'd}{n} \end{cases}$$

可以计算出初算弹簧刚度 P' 为 1.75 N/mm ，极限载荷 P_j 为 50 N ，根据圆柱螺旋压缩弹簧计算表(GB/T 2089-1994)可以选取材料直径 $d = 1 \text{ mm}$ ，弹簧中径 $D = 7 \text{ mm}$ ，单圈刚度 $P'_n = 28.8 \text{ N/mm}^{-1}$ ，单圈最大型

变量 $f_j = 1.575$ ，则计算有效圈数 $n \approx 18.8$ 取标准值 18，最大形变量 $F_j \approx 28 \text{ mm}$ ，节距 $t = 2.575$ ，自由高度 $H_0 = 47.85 \text{ mm}$ ，取标准值 48 mm。根据以上计算结果可选定实际刚度 $P' = 1.6 \text{ N/mm}$ ，外径 $D_2 = 8 \text{ mm}$ ，内径 $D_1 = 6 \text{ mm}$ ，则选择 $\Phi 1 \times 48 \times 8 \times 65 \text{ Mn}$ 牌号 70 的弹簧。

3) 负压压强的确定

如图 5 所示，连接设备负压管路的气源经过过滤器和调压阀之后进入负压支座，在通气的时候将标签吸附在模盒内，由于标签所用材质较软较薄，所以装置的贴标稳定性及标签表面平整度受到负压压强大小的影响，难以准确进行计算。为此，通过调整调压阀来控制负压的大小，统计标签粘贴与标准位置之间的偏移率及标签表面是否出现吸附痕迹。统计结果如表 2 所示，可见在负压 0.025 Mpa 至 0.03 Mpa 之间标签的粘贴效果最佳，因此接入的负压压强应使用调压阀调整至 0.025 Mpa~0.03 Mpa。

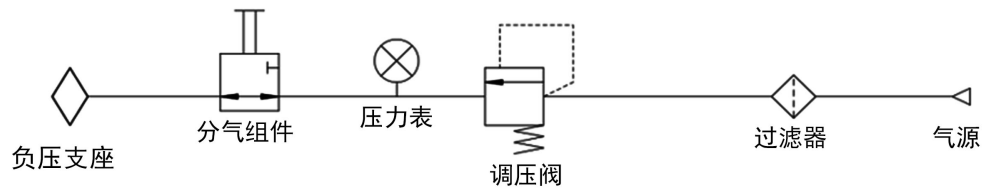


Figure 5. Schematic diagram of negative pressure pipeline of labeling device
图 5. 贴标装置负压管路示意图

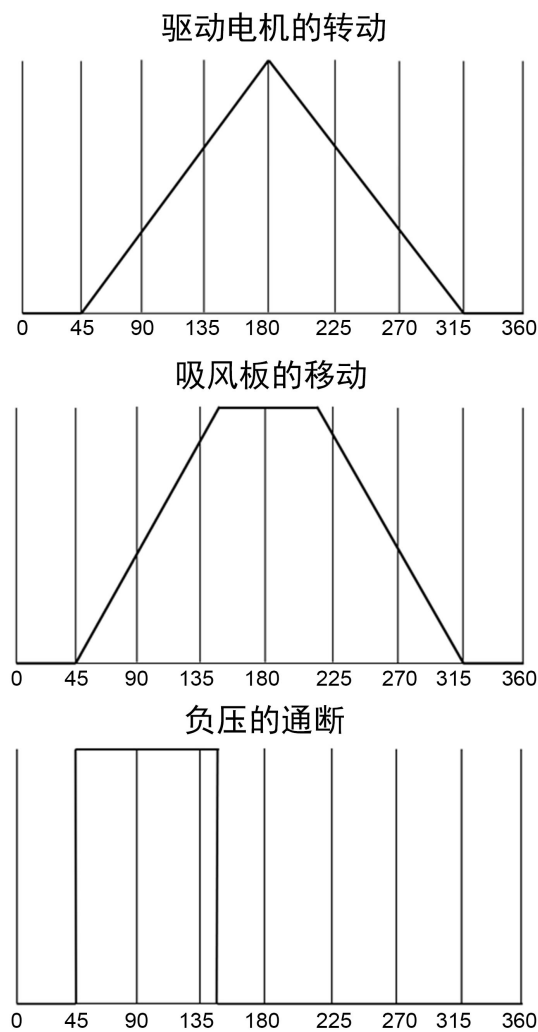
Table 2. Statistics on label affixing stability under different negative pressures
表 2. 不同负压压强标签粘贴稳定性统计

测试压强(Mpa)	标签偏移率(%)	标签是否出现吸附痕
0.01	8.3	否
0.015	5.7	否
0.02	1.3	否
0.025	0	否
0.03	0	否
0.035	0	是
0.04	0	是
0.045	0	是

3.3. 贴标装置运动关系的设计

贴标装置需要在烟包组步进输送停顿的过程中完成标签的粘贴，为实现贴标装置与包装机的相位配合，需对贴标装置的运动进行设计，以一个烟包组从停止到开始运动为一个相位，设计贴标装置的运动循环图。该装置在一个相位中，存在三个关键要素，分别为：1) 驱动电机的运动与停止，2) 标签吸附负压的通断，3) 吸风板压紧烟包组的时间。三个要素的相位关系如图 6 所示。

负压贴标装置的运动循环过程如下：当贴标装置的驱动电机 11 开始动作的时候，负压管路打开吸附标签，电机 11 驱动调节连杆 19 及定长连杆 9 动作，继而带动模盒定位装置沿着滑轨 14 做往复运动，当吸风板 4 与烟包接触时，负压管路关闭，模盒支架 17 在定长连杆 9 的推动下，压缩弹簧 16，给予标签和烟包一定程度的压力，随后模盒定位装置被定长连杆 9 带动开始回退至起始位置，完成一次标签粘贴循环。



注：横坐标为设备运行的机械相位(单位：度)。

Figure 6. Movement cycle diagram of negative pressure labeling device

图 6. 负压贴标装置运动循环图

4. 应用效果

试验设计：

材料：完成透明纸包装的玉溪(细支境界)烟包组。

设备：在两部分设备之间改造加装了烟包组步进齿带的 YB55 条透明纸包装机和 YB65 条盒包装机，其下游连接 YB95 条透明纸包装机。

测试方法：成品小盒经由 YB55 型包装机完成透明纸包装后经由步进齿带输送进入 YB65、YB95 型包装机进行后续包装，负压贴标装置安装在步进齿带位置，在烟包停顿时进行标签的粘贴。生产速度设置为 200 包/min，每天生产 6 小时，操作工人数为两人，每天进行生产效率及废品率的统计(仅统计标签粘贴不合格数，如标签歪斜、烟包错位)，作为对比手工班 15 人进行每天 6 小时的生产，统计产量以及不合格品数(同样仅统计标签粘贴不合格数)，不合格产品统计依据玉溪卷烟厂《卷烟产品质量检验管理规定(2020 版)》进行，试验时间为 2022 年 11 月 7 日~11 日。设备运行效率 = 设备实际产量/设备额定生产

速度下理论产量 × 100%，统计结果如表 3 所示。

Table 3. Statistics of computer experiment
表 3. 上机实验统计数据

测试时间	产量/箱	设备运行效率/%	不合格品率/%	手工班产量/箱	不合格品率/%
1	20.45	71.16	0.004	10.13	0.004
2	20.77	72.12	0.002	10.01	0.005
3	22.13	76.84	0.005	9.87	0.005
4	21.5	74.66	0.003	10.61	0.004
5	20.95	72.73	0.002	10.17	0.006

通过上述实验可以看出，运用负压贴标装置后，相比起 15 人的手工班总产量 50.79 箱，两人机台的总产量 105.8 箱，在人力成本较小的情况下取得了较为明显的产量提升，并且不合格品率也小于手工班，在 5 天的统计范围内，产量得到了 108%的提升。可见运用负压贴标装置之后，生产多包贴标的异型包装卷烟的生产效率及正品率得到了巨大的提升，也明显降低了人力成本。

5. 结论

本文所设计的负压贴标装置，实现了多包烟包粘贴标签的机械化生产。在标签输送至盒模时，导片起到了限位及稳定标签输送的作用，通过往复运动装置实现了标签的进给和粘贴，在粘贴的过程中，通过安装在导片及盒模支架上的弹簧，实现了标签的稳定粘贴，提高了标签粘贴的效率及精度。

参考文献

[1] 辛利江. 提高卷烟生产设备多样化生产适应性[J]. 内蒙古科技与经济, 2018(18): 84-86.
[2] 卢洪林, 陈涛, 刘翔, 等. YB65 型条盒包装机异型包装改进[J]. 烟草科技, 2021, 54(4): 100-106.
[3] 方鑫, 卢文彪, 赵忠清, 等. 基于福克贴标机在输送通道上贴票的系统改进设计[J]. 轻工科技, 2023, 39(3): 55-58.