

预制烟条侧盖开启装置的设计与应用

张松宇, 杨松, 聂鑫, 王建春, 吕小波

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: 2022年8月13日; 录用日期: 2022年9月12日; 发布日期: 2022年9月21日

摘要

为解决异形卷烟人工包装生产效率低、成本高的问题, 设计了预制条盒烟条侧盖开启装置, 该装置实现了预制条盒存储、自动打开侧盖、完成烟包装填等功能, 满足预制条盒烟条的设备化生产要求。改进的设备现用于中支卷烟的生产, 结构简单, 运行状况良好, 生产效率较手工包装大幅提升。该技术可为异形卷烟设备化生产提供支持。

关键词

烟条, 异形包装, 预制条盒

Design and Application of Side Cover Opening Device for Prefabricated Cigarette Case

Songyu Zhang, Song Yang, Xin Nie, Jianchun Wang, Xiaobo Lv

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

Received: Aug. 13th, 2022; accepted: Sep. 12th, 2022; published: Sep. 21st, 2022

Abstract

In order to solve the problems of low production efficiency and high cost of special packaging cigarette manual packaging, the side cover opening device of prefabricated cigarette case is designed. The device realizes the functions of prefabricated cigarette case storage, automatic opening of side cover, completion of cigarette packaging and filling, and meets the requirements of equipment production of prefabricated cigarette case. The improved equipment is now used in the production of middle-stick cigarettes. It has the advantages of simple structure, good operation and greatly improved production efficiency compared with manual packaging. The technology can provide support for the equipment production of special packaging cigarettes.

Keywords

Cigarette Case, Special Packaging, Prefabricated Cigarette Case

Copyright © 2022 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,随着国内卷烟市场由增量转变存量市场,细、短、中、爆卷烟蓬勃发展,同时也涌现出了一大批异形包装卷烟,此类卷烟多采用手工班方式完成包装。异形条装卷烟形式多样,有立式包装、预制条盒包装、礼盒包装等。目前,陆宇桢[1]、桑丛[2]、吕小波[3]针对“十包立式”条包开发改进了小盒翻转装置,实现立式包装生产设备化,卢洪林[4]对 YB65 型条盒包装机进行了异型包装改进。玉溪(中支境界)采用“节节高”条盒设计,具有设计新颖,实用价值高等优点,是玉溪品牌高一类卷烟储备牌号。但其采用硬质条盒设计、独特开启方式,也给生产带来较大挑战。为此,以玉溪(中支境界)卷烟预制条盒包装为对象,设计了一种针对预制条盒烟条侧盖开启的装置,在生产中代替人工开侧盖装条,实现生产自动化,提高生产效率。

2. 问题分析

目前,生产玉溪(中支境界)卷烟所使用的中支 YB25 型软包硬化包装设备配套的 YB65 型条包机仅能够实现常规二五平式条盒的自动化包装,对于预制条盒类型的异形条盒包装卷烟,仅能依靠手工班方式完成生产,存在包装成本高、生产效率无法满足供货需求等问题。为实现预制条盒设备化生产,需针对中支 YB25 型软包硬化包装设备中条盒包装机部分进行重新设计改造,以实现预制条盒包装卷烟设备化生产。因此,设计了一种针对预制条盒烟条侧盖开启的装置,能够在生产过程中实现以下功能:在设备工作过程中,预制条盒整体堆叠在一起,利用条盒自重下落到位,在烟包到位后,能够对上层的条盒侧盖提前进行开启,下层的条盒因自重落到运转平台上,保证烟包到位后直接进行装载,预制条盒烟包装填方式如图 1 所示。

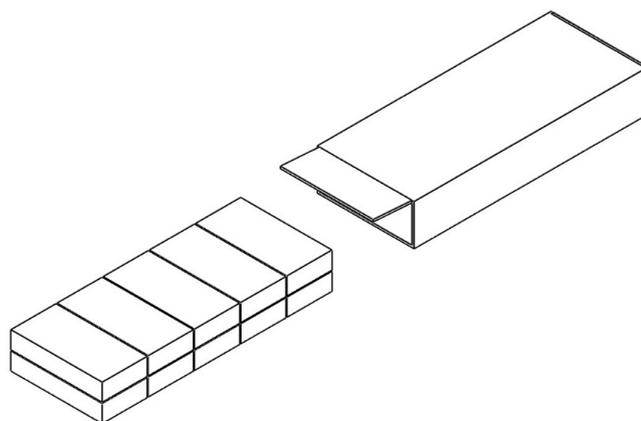


Figure 1. Filling diagram of prefabricated cigarette case

图 1. 预制条盒烟包装填示意图

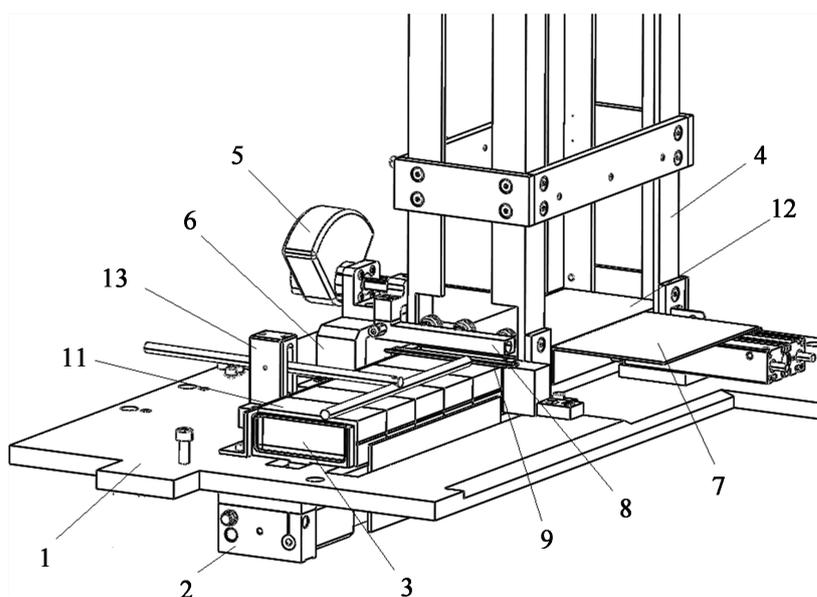
3. 方案设计

本次研究设计的装置属于烟包运输设备技术领域，适用于预制条盒包装卷烟的生产。目前玉溪(中支境界)卷烟使用的预制条盒侧盖为封闭状态，针对设计的烟条侧盖开启装置需要能够对储条装置中的预制条盒侧盖进行开启，并在预制条盒下落在运转平台上时，保持侧盖一直处于打开状态。针对这一装置，研究人员决定采用负压式吸嘴对侧盖进行吸取，使用摆动气缸控制吸嘴运动。

3.1. 结构组成

烟条侧盖开启装置组成如图 2、图 3 所示，由运转平台 1、纵向推送气缸 2、推板 3、条盒存储箱 4、摆动气缸 5、支架 6、承载推板 7、负压悬臂 8、侧盖挡板 9、横向推送气缸 10 组成。如下图所示，运转平台 1 上设置有堆叠存储条盒 12 的存储箱 4，存储箱 4 前侧底部设置有烟包 11 入口，烟包 11 入口顶部设置有侧盖开口，存储箱 4 左右两侧分别设置推送开口和条盒 12 出口。

运转平台上通过支架安装有摆动气缸，摆动气缸连接有用于吸取侧盖的负压悬臂，负压悬臂 8 通过



1. 运转平台、2. 纵向推送气缸、3. 推板、4. 条盒存储箱、5. 摆动气缸、6. 支架、7. 承载推板、8. 负压悬臂、9. 侧盖挡板、10. 横向推送气缸、11. 烟包、12. 条盒、13. 夹烟检测器。

Figure 2. Side cover opening device structure diagram of cigarette case

图 2. 烟条侧盖开启装置结构图

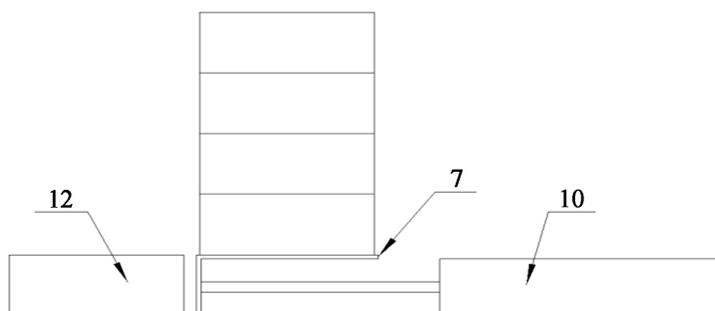


Figure 3. Schematic diagram of bearing push plate

图 3. 承载推板示意图

气管连接气源(空气压缩机)。推送开口对应安装有用于将装载烟包的条盒沿条盒出口推出的横向推送气缸, 横向推送气缸上安装有承载推板, 竖直板用于推动最底部的满载条盒 12, 推动的同时, 水平板承载上层条盒 12 水平位置不变。

为了实现在推动满包条盒过程中, 开启的侧盖能够不被阻挡, 推送开口位置上还设置有缺口。烟包 11 入口和侧盖开口之间设置的侧盖挡板 9, 沿水平位置向上倾斜一定角度($5^{\circ}\sim 10^{\circ}$), 以便于推送烟包进入预制条盒。

3.2. 机构运动关系设计

在烟条侧盖开启装置中, 为实现各功能组件相互配合以及该装置与上、下游机之间的相互相位关系, 需要对各部件运动关系进行设计[5], 以设备完成一次完整的条包推送为一个相位, 设计出各部件的运动循环图。该装置在一个相位中, 存在三个关键部件的运动, 分别为 a. 纵向推板的推出与返回、b. 承载推板的推出与返回、c. 负压悬臂的翻转与复位, 期间伴随着负压悬臂处气源的通断。其中, 纵向推板的推出与返回、承载推板的推出与返回两种动作各依靠一个气缸控制, 负压悬臂的翻转与复位依靠一个摆动气缸控制。三个运动与负压通断的相位关系如图 4 所示。

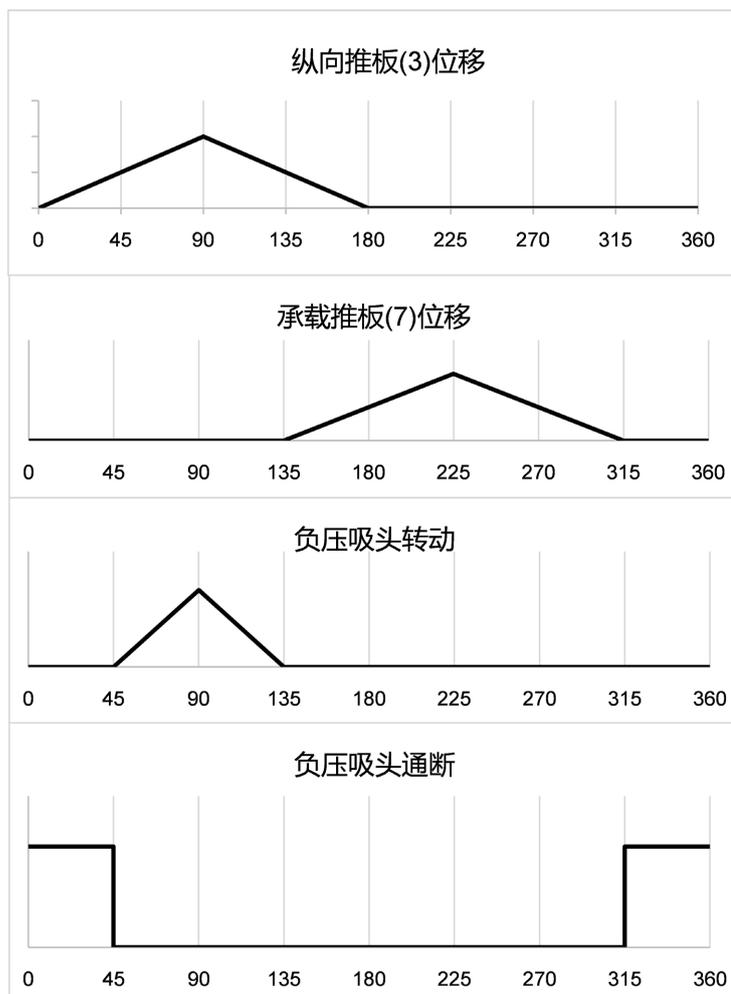


Figure 4. Motor cycle diagram of side cover opening device of cigarette case
图 4. 烟条侧盖开启装置运动循环图

该装置运动过程：烟包 11 到位后，此时，横向推送气缸 10 为伸长的状态，摆动气缸 5 动作，驱动负压悬臂 8 吸取条盒 12 侧盖，推送气缸复位，复位过程中，承载推板 7 脱离承载的条盒 12，条盒 12 由于自重下落至运转平台(1)，期间，负压悬臂 8 气源断开，侧盖落在侧盖挡板 9 上，保持侧盖开启的状态，即可驱动纵向推送气缸 2，将烟包 11 送入条盒 12 中，再次驱动横向推送气缸 10 即可将满包的条盒 12 推出。

3.3. 设备优化装置设计

3.3.1. 触发装置

在烟条侧盖开启装置中，烟包经上一流程被完全推入纵向轨道中，此时装置启用，整个装置运动由 0 相位开始运动，依次完成烟条侧盖开启，推入烟包，推出装有烟包的烟条三个动作。为此需要设计触发装置，检测到烟包完全到位后，发出指令信号，使整套设备开始按照设定动作运动。给出以下两种方案：

方案一：使用光电检测器检测烟包是否到位。

方案二：在纵向轨道挡板处采用接近开关检测烟包。

在工程中，方案一检测器主要对遮挡进行检测，对安装空间位置要求相对较低，需要设计相应的反光板，在该装置中由于反光板与检测器需要安装于垂直方向上才能够检测到烟包是否遮挡，在运动过程中检测器探头与反光板容易被灰尘污染导致检测效果下降，需要频繁清洁。方案二中接近开关只能检测金属，在烟包小包包装使用的铝箔纸材料能够被接近开关有效检测，同时接近开关对环境清洁要求较低，大大降低了对该检测器清洁频率的要求，同时由于接近开关只能检测金属的特性，在正常使用中误检测的概率非常低，能够很好地适应此装置的运动。最终采用接近开关作为触发装置，如图 5 所示，图中 A 为接近开关安装位置。

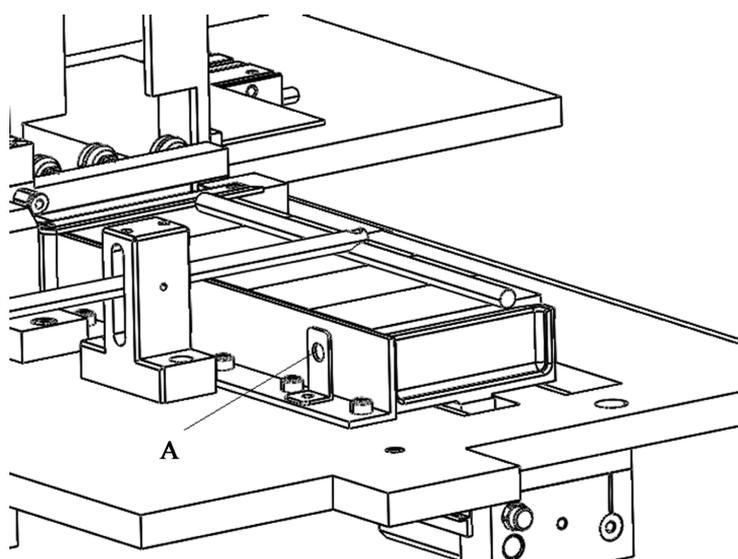


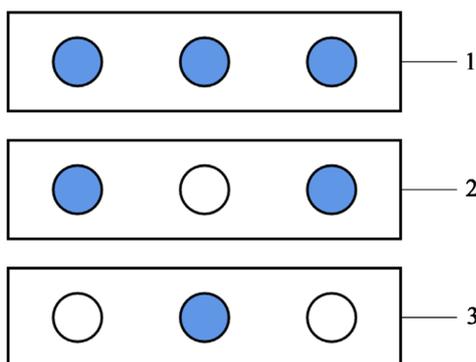
Figure 5. Installation position of proximity switch
图 5. 接近开关安装位置

3.3.2. 侧盖打开机构优化设计

该装置中预制条盒侧盖的打开依靠一个摆动气缸带动悬臂转动，悬臂外接一根供给负压的气管，悬臂内部存在连通气路为悬臂上的吸嘴提供负压，悬臂转动角度范围为 0~100°，旋转至 100°时吸嘴与条盒

侧盖接触，通过吸嘴上负压产生的吸力吸住条盒侧盖，再由摆动气缸带动悬臂顺时针转动 100° 将预制条盒侧盖打开。为防止侧盖未被打开的条盒落入装填位置，在装填过程中与烟包、纵向推杆发生干涉打坏设备，在负压悬臂上方加装盒盖开启状态检测器，当侧盖开启动作完成后，若发生盒盖未正常开启，检测器纵向推杆将停止运动，同时设备停机。

为降低因预制条盒侧盖未打开而导致的停机频次，实验人员针对此处结构进行优化设计，包含吸嘴排布方式优选与真空压力优选。在负压悬臂上设计有三个吸嘴安装位置，可以设置为三种不同的排布方式，分别为：1. 三吸嘴排布；2. 两吸嘴对称排布；3. 单吸嘴排布，三种排布方式如图 6 所示。在不采用三吸嘴排布式，剩余未安装吸嘴的位置采用堵头堵住该处孔洞，实验人员对吸嘴安装位置的排布方式采用三吸嘴排布、两吸嘴对称排布、单吸嘴排布三组对照进行预制条盒侧盖打开实验对比，实验数据如图 7 所示，并参考实验结果，最终优选单吸嘴排布方式。设备所需的真空来自于 YB65 包装设备，该设备真空压力范围为 $0.04\sim 0.056$ Mpa，实验人员在采用单吸嘴排布方式下选取真空压力分别为 0.04 Mpa， 0.048 Mpa、 0.056 Mpa 三组对照进行实验，实验数据如图 8 所示，实验结果表明，真空压力越大时，在运行中侧盖未被打开的次数就越少，最终选取 0.056 Mpa 作为侧盖打开机构真空压力。



1. 三吸嘴排布；2. 两吸嘴对称排布；3. 单吸嘴排布。

Figure 6. Different arrangement of suction nozzles

图 6. 吸嘴不同排布方式

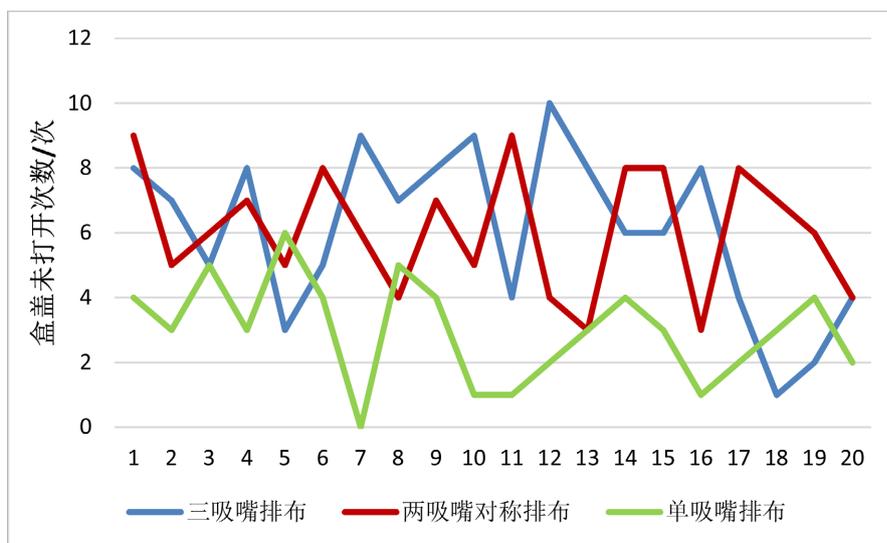


Figure 7. Line chart: Side covers of different nozzle arrangement modes are not opened

图 7. 不同吸嘴排布方式侧盖未打开折线图

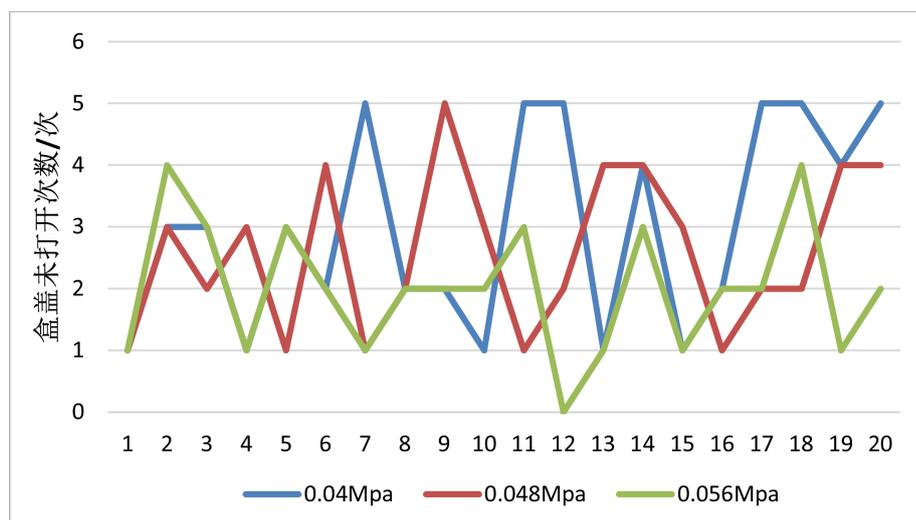


Figure 8. Line chart: Side cover is not opened under different vacuum pressures
图 8. 不同真空压力下方式侧盖未打开折线图

4. 应用效果

试验设计:

材料: 玉溪(中支境界)烟盒及预制条盒。

设备: 加装烟条侧盖开启装置的条盒包装机, 上游机连接 YB55 小盒透明纸包装机以及 YB65 包装机推杆组件, 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 YB65 型包装机推杆组件推入烟条侧盖开启装置, 再由 YB95 条透明纸包装机完成条透明纸包装。生产速度设置为 250 包/min (25 条/min), 由两名操作工依照单班次(6 h)进行连续生产, 统计设备运行效率(设备实际产量/设备额定生产速度下理论产量 × 100%), 连续统计 5 个工作日, 同时, 手工班 15 人开展单班次(6 h)生产, 统计每班次产量并依据玉溪卷烟厂《卷烟产品质量检验管理规定(2020 版)》对产品质量进行检验, 试验时间为 2021 年 11 月 15 日~19 日。统计结果如表 1 所示。根据统计结果绘制单日产量对比如图 9 所示。

结果分析: 由表 1 中数据可得, 两名操作工单班次(6 h)平均产量为 26.89 箱(1 箱 = 250 条卷烟), 而根据生产统计, 若采用手工封装方式, 手工班组 15 人平均日常量为 12.49 箱。实验中烟条侧盖开启装置运行稳定, 且产品无外观质量问题, 产量平均提升 115.56%, 相比手工班生产, 使用改进后的设备生

Table 1. System resulting data of standard experiment

表 1. 标准试验系统结果数据

测试时间	产量/箱	侧盖未打开次数	设备运行效率	手工班产量/箱	效率提升
第一天	27.49	3	76.36%	12.34	122.77%
第二天	25.96	4	72.12%	12.67	104.92%
第三天	28.38	2	78.84%	11.95	137.51%
第四天	26.48	5	73.55%	12.88	105.57%
第五天	26.15	2	72.63%	12.63	107.02%
平均值	26.89	3.2	74.70%	12.49	115.56%

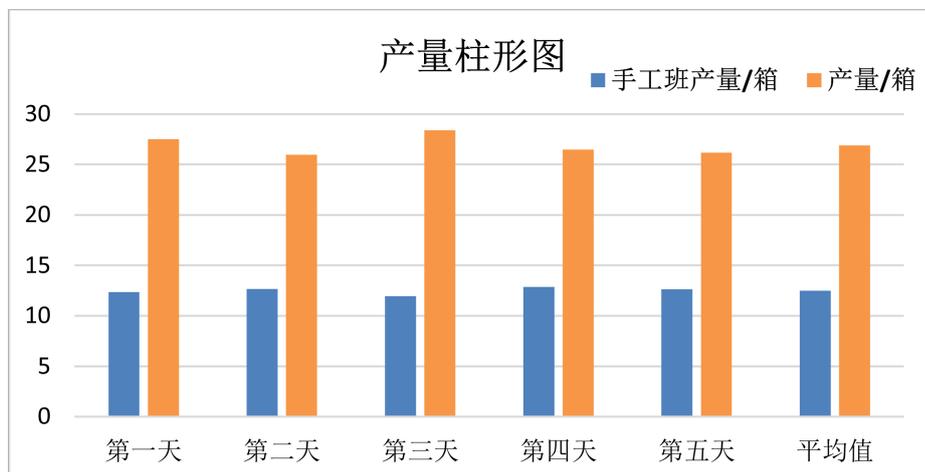


Figure 9. Production histogram during the experiment

图 9. 实验期间产量柱形图

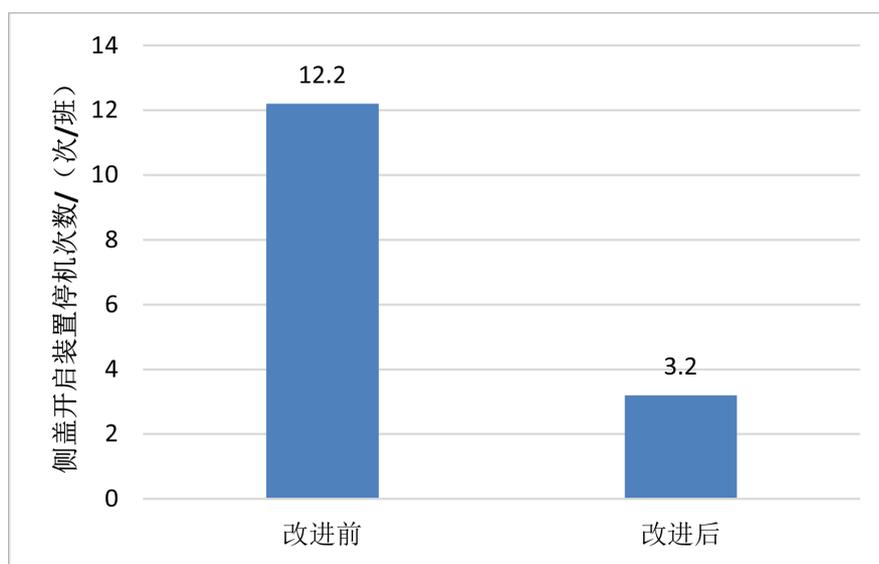


Figure 10. Bar chart: Single shift failure shutdown frequency of cigarette stick side cover opening device

图 10. 烟条侧盖开启装置单班次故障停机频次柱状图

产效率大幅提升。同时,如图 10 所示,侧盖未打开次数由改进前每班次 12.2 次降低至每班次 3.2 次。提升了该装置的运行稳定性与设备效率,减少了废品的产生。

5. 结论

本文设计了一种烟条侧盖开启装置,该装置能够实现预制条盒卷烟设备化生产中预制条盒的存储、自动打开侧盖、完成烟包装填等功能,生产效率较手工班生产大幅提升,产量平均提升 115.56%,同时该装置结构简单,维护性好,有很好的实际使用效果,能够为预制条盒类异形条包卷烟设备化生产提供技术支持。

参考文献

- [1] 陆宇桢, 马立, 吕小波, 等. YB65A 型硬条包装机小盒烟包翻转装置的设计[J]. 烟草科技, 2019, 52(8): 95-100.

-
- [2] 桑丛, 聂鑫, 耿杨扬, 等. YB65A 型硬条包装机翻包夹持装置的设计改进[J]. 机械工程与技术, 2021, 10(3): 315-322. <https://doi.org/10.12677/MET.2021.103036>
- [3] 吕小波, 李生辉, 李军, 等. YB65A 型硬条包装机烟包压紧及输送装置的分析与改进[J]. 机械工程与技术, 2021, 10(3): 329-335. <https://doi.org/10.12677/MET.2021.103038>
- [4] 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.
- [5] 孔志礼, 闫玉涛, 田万禄. 机械设计[M]. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 2015.