

ZB45 卷烟封装机组 YB55 烟包分离式加包器

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2024.04.001

周江 卢霄
资义琪 许建明
陈明浙江中烟工业有限
责任公司
杭州卷烟厂
浙江 杭州 310024

摘要: 为解决 ZB45 卷烟封装机组 YB55 加包器底部的烟包与砖塔模盒、在制品之间摩擦造成的透明纸表面擦伤缺陷问题,设计一种分离式加包器。实验结果表明:使用分离式加包器的 ZB45 设备投入使用 1 年后,烟包透明纸表面擦伤的市场投诉为 0 次。分离式加包器能一次性完成烟包夹紧与提升,避免最底层烟包和转塔模盒、在制品之间的摩擦,有效解决透明纸擦伤问题。

关键词: ZB45 卷烟封装机组; YB55; 透明纸表面擦伤; 分离式加包器

中图分类号: TB486

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2024)04-0001-06

引文格式: 周江,卢霄,资义琪,等. ZB45 卷烟封装机组 YB55 烟包分离式加包器 [J]. 包装学报, 2024, 16(4): 1-6.

ZB45 卷烟封装机组是我国技术最为成熟、普及率最高的卷烟封装设备,作用是将上游机提供的烟支加工成合格的烟包和条盒并输出^[1-2]。随着市场竞争的加剧、客户对卷烟制品外观质量要求的提高,各卷烟生产企业纷纷对卷烟封装机组进行技术改进,以提高生产效率^[3-5]。钱立根等^[6]改进了包装机补包器的控制程序,并在输出转盘模盒底部增加一个顶升气缸,通过气缸的顶升使烟包与模盒分离,以避免它们之间产生摩擦。包俊^[7]用气缸夹紧提升烟包的方法来改进烟包补充装置。但这些改进均存在控制较为复杂、对原设备改动较大、烟包添加动作不可靠等问题。目前,ZB45 卷烟封装机组中 YB55 还未实现通过一次性机械动作完成烟包夹紧与提升。针对此问题,本文设计了能一次性完成烟包夹紧与提升的分离式加包器,以避免烟包透明纸表面擦伤,提高产品合格率。

1 问题分析

ZB45 卷烟封装机组 YB55 加包器如图 1 所示,

由转塔、剔除工位和加包烟库组成。加包烟库通过自重将烟包添加到工位,以保证后续工位烟包数量准确。由转塔的间歇运动实现烟包传递与不合格烟包剔除^[8-10]。

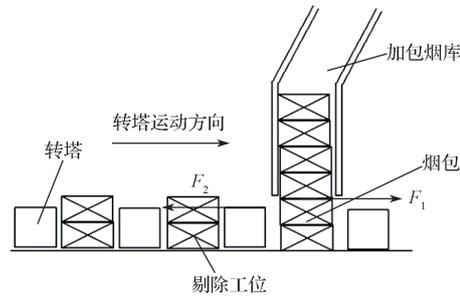


图 1 YB55 加包器示意图

Fig. 1 Schematic diagram of YB55 packaging device

正常工作时,转塔连续转动,加包烟库最下层烟包会不断与转塔模盒内的烟包以及转塔模盒之间发生摩擦^[11],摩擦使加包器最下层烟包与模盒内烟包的外层透明纸产生不同程度的质量缺陷,即轻微擦

收稿日期: 2023-12-23

基金项目: 浙江中烟工业有限责任公司科技计划项目 (ZJZY2014A008)

作者简介: 周江 (1979-), 男, 浙江中烟工业有限责任公司高级技师, 主要研究方向为卷烟制品包装技术,

E-mail: zhoujiang@zjtobacco.com

通信作者: 卢霄 (1995-), 男, 吉林大学硕士生, 主要研究方向为卷烟制作、农业机械化工, E-mail: 1584118623@qq.com

伤、严重擦伤、擦破或熔融。加包烟库内烟包数量为 40 包，单包质量为 26 g。通过摩擦力计算公式可知，加包烟库最下层烟包与转塔模盒内烟包产生的摩擦力 F_1 、与转塔模盒产生的摩擦力 F_2 分别为：

$$F_1 = \mu_1 n m g = 3.873 \text{ N}, \quad (1)$$

$$F_2 = \mu_2 n m g = 5.096 \text{ N}. \quad (2)$$

式中： m 是烟包质量，26 g； n 是加包烟库内烟包数量，40 包； μ_1 是烟包之间的摩擦系数，约为 0.38； μ_2 是转塔模盒与烟包之间的摩擦系数，约为 0.5^[12]。

由于转塔做循环的旋转运动，故设备正常运行时加包器最下层烟包透明纸表面受的摩擦力在 F_1 和 F_2 之间交替变化。据分析可知，擦伤、擦破缺陷为底层烟包与转塔模盒的粗糙表面持续摩擦形成；而熔融缺陷由过程中摩擦生热及设备持续运行中导致的热量积累形成。因此，本文对设备运行时间与缺陷之间关系开展进一步实验，测试数据如表 1 所示。

表 1 烟包透明纸擦伤程度和时间的关系

Table 1 The relationship between the scratch degree and time of transparent paper for bottom cigarette packs

时间 /s	擦伤程度	烟包质量
20	轻微擦伤	合格
185	严重擦伤	不合格
310	擦破、熔融	不合格

由表 1 可知，生产 3 min 后，加包器最底层烟包透明纸出现严重擦伤的质量缺陷，并且随着时间进一步延长，出现擦破、熔融更严重的质量缺陷。

2 研制思路

2.1 设计思路

由问题分析可知，缺陷发生的根本原因为加包器最底层烟包与模盒或模盒内烟包发生摩擦，故若阻止摩擦发生，即可避免缺陷产生。摩擦力产生的必要条件为物体间相互接触并挤压、物体接触面粗糙、物体间发生相对运动或存在相对运动趋势。综合考虑，本文采用避免加包器最底层烟包与模盒或模盒内烟包接触的方式，拟在原 YB55 自重式加包器基础上进行改进，研制一种烟包提升分离的加包器。此加包器的设计要求如下：设备正常运行时，加包器最底层烟包能与转塔模盒、在制品分离；按要求实现加包功能，即向空模盒添加烟包。

分离式加包器简图如图 2 所示。分离式加包器主要由导轨、弹簧、夹紧板、气缸、滑座、动力臂、滑块、

烟库烟包、夹紧板固定点等构成。正常工作时，在气缸的作用下拉动动力臂的末端在滑座中竖直上升，进而带动夹紧板做出夹紧、提升动作，提升烟库烟包与下方转塔分离，从而避免烟包与转塔模盒以及转塔模盒内烟包接触；添加烟包时，气缸推动动力臂末端向下运动，进而带动夹紧板做出放松、下降动作，烟库烟包受重力影响下落，进入待添加的空模盒当中，完成加包动作。

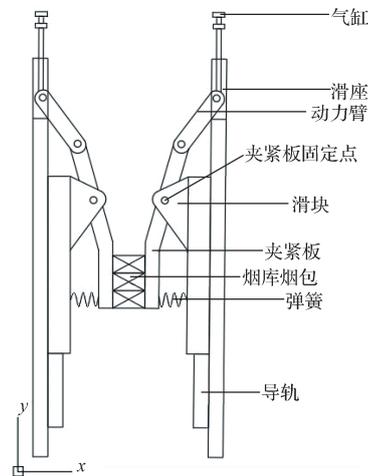


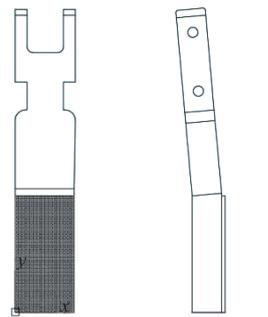
图 2 机构运动简图

Fig. 2 Schematic diagram of mechanism movement

2.2 夹紧板设计

2.2.1 夹紧板尺寸设计

据 YB55 加包器内侧面的尺寸确定夹紧板的尺寸。为了增大提升烟包时的摩擦力，在压紧面附着一层 1.5 mm 牛筋皮层。为了实现夹紧板的夹紧与松开动作，根据 $180^\circ - \arcsin(0.33) = 161^\circ$ （即气缸约提升 1 mm，夹紧板夹紧 0.33 mm），同时考虑夹紧过程中行程变化，烟包夹紧板侧面倾角设计为略大值 165° ，如图 3 所示。



a) 正视图 b) 左视图

图 3 烟包夹紧板正视图及左视图

Fig. 3 Front and left views of cigarette pack clamping plate

夹紧板厚度为 4 mm, 为保证烟包在添加时能顺利下落, 考虑增加 2 mm 安调余量, 因此夹紧板的安装空间为 6 mm。原加包器侧壁厚度为 10.6 mm, 大于夹紧板安装空间。夹紧板安装在加包器侧壁上, 故该尺寸满足安装夹紧板的改造要求。

2.2.2 夹紧板运动实现

如图 2 所示, 当夹紧板做出烟包夹紧提升动作时, 气缸带动动力臂末端在滑座上做竖直上升运动, 动力臂带动夹紧板进行运动。此时, 动力臂提供的力矩大于弹簧的力矩, 由动力臂提供力矩, 夹紧板开始做以夹紧板固定点为圆心的圆周运动, 同时, 圆周运动使弹簧拉伸, 限制夹紧板进一步夹紧。随着圆周运动的进行, 弹簧的力矩逐渐增大至与动力臂提供的力矩相等, 方向相反。

如图 4 所示, 当夹紧板做出烟包放松下降动作时, 弹簧处于拉伸状态, 动力臂提供的力矩与弹簧的力矩方向相同, 使夹紧板松开, 烟包下降, 同时, 气缸对动力臂、夹紧板整体做向下的作用力, 使其在导轨上做下降运动。待加包动作完成, 再由此状态进入烟包夹紧提升状态。

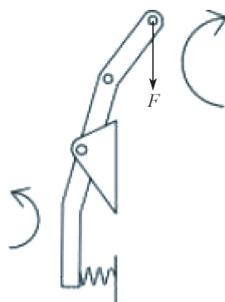


图 4 夹紧板放松下降动作示意图

Fig. 4 Schematic diagram of the loosening and lowering action of the clamping plate

2.2.3 烟包夹紧板行程设计

由上述分析可知, 当夹紧板行程过小时, 所提供的摩擦力无法抬升足够的烟包数 (正常工作时需保证抬升 40 包烟); 当夹紧板行程过大时, 其产生的压力将使烟包发生形变, 产生新的质量缺陷。为选定合适的夹紧板行程, 本文通过实验得到夹紧板行程、可抬升烟包数和烟包形变之间的关系, 如表 2 所示。

由表 2 可知, 夹紧板的最佳行程为 1 mm。因非运行状态下, YB55 加包器内侧离烟库烟包间距离为 3 mm, 得出单面夹紧板的夹紧行程应不小于 3 mm, 故夹紧板实际运行行程设计为 4 mm。

表 2 夹紧板行程、可抬升烟包数与烟包受损程度的关系

Table 2 The relationship between the stroke of the clamping plate, the number of cigarette packs that can be lifted, and the degree of damage to the cigarette packs

夹紧板行程 /mm	可抬升烟包数	烟包形变评估
0.3	6	未损伤
0.5	23	未损伤
1.0	45	未损伤
1.5	62	有损伤

3 加包器设计

3.1 原 YB55 加包器改造

原 YB55 的件器内部尺寸不可调节。为了降低研制的分离式加包器的调整难度, 对加包器进行分体式改造, 实现夹紧方向上的距离调整。加包器改造前后对比见图 5。

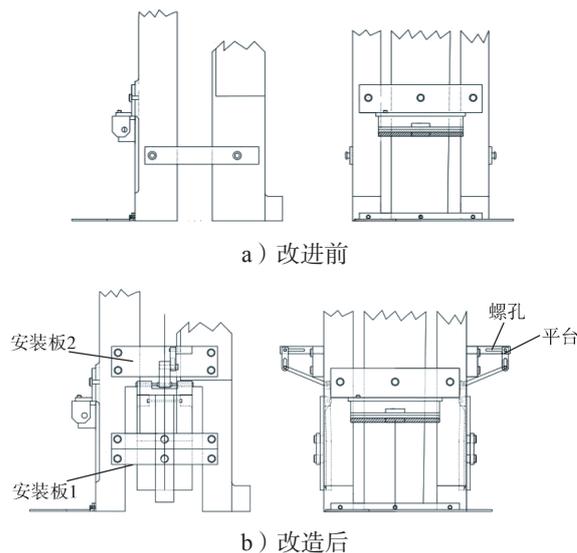


图 5 加包器改造前后示意图

Fig. 5 Schematic diagram before and after the modification of the packaging device

在原 YB55 加包器上, 增加两块安装板, 安装板 1、2 分别用于固定夹紧板与导轨、气缸与滑座。在安装板 2 上设置一平台, 并对平台进行中心镂空处理, 方便改变滑座安装位置, 以便适用于不同摩擦力下的应用场景。同时, 对安装板 1, 通过改变 4 处螺丝垫圈数量来改变夹紧板的缩进间距, 便于在不同包装规格的机型上工作。为保证夹紧板和转塔模盒运行时不发生碰撞, 加包器安装的最低位置为由夹紧板运行到最低位置距 YB55 出口转塔模盒及双

烟包的上平面 2 mm 处。

3.2 分离式加包器配套元件选型

3.2.1 驱动装置和控制单元选型

根据分离式加包器的运动特点选择驱动形式。气缸驱动可满足加包器的动作响应要求，还有改造难度低、结构简单等优点。气缸选型由需提升的质量和机构的总行程来决定。夹紧板夹紧烟包时，动力臂在滑座上提升 6 mm；夹紧板将烟包提升 5 mm，动力臂在滑座上提升 5 mm，所以动力臂的总行程 6 mm+5 mm=11 mm。考虑机构安装空间和提升质量的相关要求，压缩空气的气压要大于 300 kPa。为满足上述技术要求，查阅液压气动技术手册，选择气动元件 FESTO 系列 DSNU-16-25-P-A 型。该元件的最大工作压力为 1000 kPa，有效行程为 25 mm。当工作压力为 600 kPa 时即可提供返回行程 103.7 N、前进行程 120.6 N 的动力，满足满载烟包时（40 包）机构所需。

分离式加包器需要两个夹紧提升机构同时作用，因此需要两个气缸共同作用。为了方便备件管理和领用，二位四通电磁换向阀选用 ZB45 卷烟封装机组上现有型号 FESTO-MF-4-1/8。

3.2.2 电控相关功能设计

分离式加包器可独立完成烟包夹紧和提升动作，因此控制电路可脱离 ZB45 卷烟封装机组原有的程序控制，采用独立电路来实现对电磁阀的控制。相关电控设计见图 6。

在 YB55 剔除杆侧面工位安装一个检测剔除杆位置的传感器。判断转塔模盒为空模盒时，剔除杆动作，传感器控制分离式加包器的二位四通电磁换向阀换向，气缸向下运动，完成烟包添加动作。添加烟包时，光电感应器的连续信号不控制二位四通电磁换向阀，

二位四通电磁换向阀不换向，分离式加包器处于打开状态，烟包采用自重形式进行添加。连续添加动作完成后，由继电器延时断开二位四通电磁换向阀的电源并复位，气缸带动烟包抬升至待添加工位。

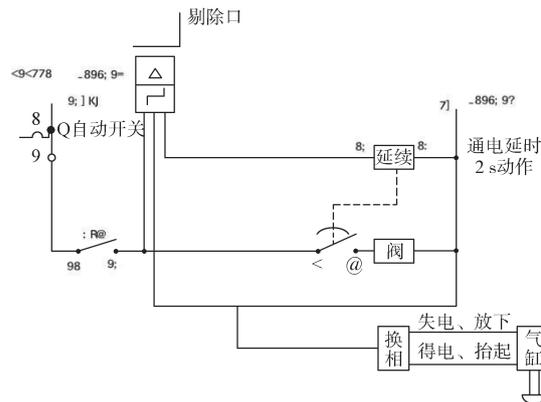


图 6 YB55 分离式加包器电磁阀电控原理示意图

Fig. 6 Schematic diagram of the electronic control principle of the solenoid valve of the YB55 separate filler

4 改进效果

为验证 YB55 小盒透明纸包装机使用分离式加包器后的效果，本文设置了 5 组不同条件下的设备，组一为空白对照组，其生产的烟包在进入加包器前均被剔除；组二为对照组，其采用的加包器为原加包器；组三实验组采用本文所提出的分离式加包器，夹紧板行程设定为 4 mm；组四实验组采用本文所提出的分离式加包器，夹紧板行程为 4.5 mm；组五实验组采用本文所提出的分离式加包器，夹紧板行程为 3.5 mm。5 组设备在 300 包/min 速度下持续运行 5 min，每隔 1 min 取加包器最底层烟包进行质量检查，检查结果如表 3 所示。

表 3 分离式加包器使用前烟包透明纸表面擦伤统计情况

Table 3 Statistical comparison of surface abrasions of packet transparent paper before and after using separate filler

取样时间 / min	空白对照组		对照组		组三实验组		组四实验组		组五实验组	
	擦伤程度	烟包变形	擦伤程度	烟包变形	擦伤程度	烟包变形	擦伤程度	烟包变形	擦伤程度	烟包变形
1	否	否	轻微擦伤	否	否	否	否	轻微变形	无擦伤	否
2	否	否	轻微擦伤	否	否	否	否	轻微变形	轻微擦伤	否
3	否	否	严重擦伤	否	否	否	否	轻微变形	轻微擦伤	否
4	否	否	严重擦伤	否	否	否	否	轻微变形	轻微擦伤	否
5	否	否	擦破	否	否	否	否	严重变形	严重擦伤	否

由表 3 可知，采用夹紧板行程为 4 mm 的分离式加包器时（组三实验组），加包器最底层烟包未出现相关缺陷；当未采用分离式加包器或者分离式加包器

的夹紧板行程过小时（对照组与组五实验组），底层烟包在不同运行时间时出现不同程度的透明纸擦伤缺陷；当采用的分离式加包器夹紧板行程过大时（组

四实验组), 底层烟包在不同运行时间时出现不同程度的烟包变形缺陷。可见, 使用合适夹紧板行程的分离式加包器, 能够降低加包器底层烟包的缺陷率。

进一步地分析分离式加包器投产使用后烟包透明纸的表面擦伤缺陷与烟包变形缺陷。本文对 19 台 ZB45 卷烟封装机组设备在 2021 年采用自重力加包器和 2022 年采用分离式加包器的生产情况进行分析, 4 个季度内烟包透明纸表面擦伤、烟包轻微及以上变形投诉结果见表 4。

表 4 分离式加包器使用前后烟包透明纸表面擦伤及烟包变形的统计结果

Table 4 Statistical results of surface scratches and deformation of cigarette packs on transparent paper before and after use of a separating filler

时间	2021 年			2022 年		
	总量	轻微擦伤	烟包变形	总量	轻微擦伤	烟包变形
第一季度	64	16	11	53	0	10
第二季度	39	11	13	42	0	9
第三季度	68	23	9	44	0	12
第四季度	51	15	10	57	0	9
全年	222	65	43	196	0	40

由表 4 可知, 分离式加包器使用后, 2022 年因烟包透明纸表面擦伤的市场投诉为 0 次, 说明分离式加包器能避免烟包与旋转模盒之间的摩擦, 提高烟包的外观质量; 同时, 2021 年烟包变形缺陷投诉包数为 43, 2022 年为 40, 说明采用分离式加包器后未引发更多的烟包变形缺陷产生。

5 结语

通过对造成“透明纸擦伤”这一质量缺陷的原因进行深入分析后, 设计了用于 ZB45 卷烟封装机组设备中的分离式加包器。分离式加包器在连续两年多的投入使用中, 烟包透明纸表面擦伤缺陷数量显著降低, 投诉包数由 2021 年的 65 降低至 2022 年的 0, 投诉率由 2021 年的 29% 左右下降到 2022 年的 0%, 同时并未引发更多烟包变形的质量缺陷。由此证明 YB55 分离式加包器研制是较为成功的。同时, 本文为烟草行业同类设备的使用提供了一种新方法。

参考文献:

[1] 刘恒, 刘昌林, 蹇立志, 等. ZB45 小盒包装机包装

产品质量提高研究[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2023(1): 169-173.

LIU Heng, LIU Changlin, JIAN Lizhi, et al. Research on Packaging Products Quality Improvement of ZB45 Small Box Packaging[J]. China Science and Technology Journal Database: Industry A, 2023(1): 169-173.

[2] 商超. GDX2 包装机商标纸上胶装置的改进设计[J]. 包装与食品机械, 2013, 31(5): 64-67.

SHANG Chao. Improvement Design of Trademark's Glue Device in GDX2 Packaging Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2013, 31(5): 64-67.

[3] 李爱菊. 谈谈影响软包卷烟产品质量的因素[C]//河南省烟草学会 2005 年学术交流年会. 郑州: 河南省烟草学会, 2006: 36-40.

LI Aiju. Talk About the Factors Affecting the Quality of Soft-Pack Cigarette Products[C]//2005 Academic Exchange Annual Meeting of Henan Tobacco Society. Zhengzhou: Henan Tobacco Society, 2006: 36-40.

[4] 黄启明. GD 系列包装机烟包通道变频改造[J]. 设备管理与维修, 2013(12): 48-49.

HUANG Qiming. Frequency Conversion Transformation of Packet Channel of GD Series Packaging Machine[J]. Plant Maintenance Engineering, 2013(12): 48-49.

[5] 林爱妹. GDX2 包装机组 CT 至 CV 联轴器结构改进[J]. 厦门科技, 2020(1): 53-55.

LIN Aimei. Structure Improvement of CT to CV Coupling for GDX2 Packaging Unit[J]. Xiamen Science & Technology, 2020(1): 53-55.

[6] 钱立根, 洪军. 基于 PLC 控制的非接触式 GDX2 包装机 CH 补包器[J]. 烟草科技, 2007, 40(6): 26-28.

QIAN Ligen, HONG Jun. PLC-Based Contactless Packet Replacer CH in GDX2 Cigarette Packing Machine[J]. Tobacco Science & Technology, 2007, 40(6): 26-28.

[7] 包俊. ZB45 型硬盒包装机组 CH 补偿烟库的改进[J]. 烟草科技, 2011, 44(3): 23-24.

BAO Jun. Improvement of Packet Reservoir CH in ZB45 Hard Packet Packing Line[J]. Tobacco Science & Technology, 2011, 44(3): 23-24.

[8] 石信语. YB55 小盒透明纸包装机补包装置检测功能的改进[J]. 现代制造技术与装备, 2018(3): 127.

SHI Xinyu. Improvement in Detection Function of YB55 Film Wrapper's Tobacco Bales Supplementary Equipment[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2018(3): 127.

[9] 胡广阔. YB55 型纸包装机不合格烟包剔除方式改进[J]. 设备管理与维修, 2016(2): 41-42.

HU Guangkuo. Improvement of Rejection Method for Unqualified Cigarette Packers of YB55 Paper Packaging

- Machine[J]. Plant Maintenance Engineering, 2016(2): 41-42.
- [10] 蔡培良, 何邦贵, 杨剑锋, 等. GDX1 小盒软包透明纸热封缺陷的视觉检测系统 [J]. 包装工程, 2017, 38(5): 92-95.
- CAI Peiliang, HE Banggui, YANG Jianfeng, et al. Visual Inspection System of GDX1 Box Soft Transparent Paper Heat-Sealing Defects[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(5): 92-95.
- [11] 罗代璋. 烟包摩擦系数检测及影响因素 [J]. 印刷技术, 2015(2): 33-35.
- LUO Daizhang. Detection of Cigarette Packet Friction Coefficient and Its Influencing Factors[J]. Printing Technology, 2015(2): 33-35.
- [12] 陈荣林. BOPP 彩膜在 FOCKE753 包装机中的应用与改进 [J]. 轻工科技, 2017, 33(11): 36-37.
- CHEN Ronglin. Application and Improvement of BOPP Color Film in FOCKE753 Packaging Machine[J]. Light Industry Science and Technology, 2017, 33(11): 36-37.

(责任编辑: 邓 彬)

YB55 Cigarette Pack Separate Filler in ZB45 Cigarette Packaging Group

ZHOU Jiang, LU Xiao, ZI Yiqi, XU Jianming, CHEN Ming

(Hangzhou Cigarette Factory, China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou 310024)

Abstract: To solve the problem of scratch defects on the surface of transparent paper caused by friction between cigarette packs and brick tower mold boxes at the bottom of the YB55 packaging unit of YB45 cigarette packaging group, a separate packaging unit was designed. The experimental results show that after one year of use of the ZB45 equipment with a separate filler, there was no customer complaint about the surface scratches of the transparent paper for cigarette packaging. The separate filler can complete the clamping and lifting of cigarette packs in one go, avoiding friction between the bottom layer cigarette packs, the turret mold box, and the products in progress, effectively solving the problem of transparent paper abrasion.

Keywords: ZB45 cigarette packaging group; YB55; transparent paper scratch; separated filler