

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2022.90137

YB517 盒外透明纸包装机烟包侧封整形装置设计与试验

Design and test of reshaping device for side sealing of cigarette packet of YB517 out-of-box transparent paper packaging machine

张成鹏 李 峰 张加义

ZHANG Cheng-peng LI Feng ZHANG Jia-yi

(山东中烟工业有限责任公司济南卷烟厂, 山东 济南 250104)

(Jinan Cigarette Factory, China Tobacco Shandong Industrial Co., Ltd., Jinan, Shandong 250104, China)

摘要:目的:解决 YB517 盒外透明纸包装机烟包侧封面透明纸皱褶、不平整等质量问题。方法:设计了一种烟包侧封整形装置。采用 YB517 盒外透明纸包装机输出转盘接烟板驱动轴作为动力源,通过设计往复运动机构、加热器组件、烟包定位组件以及优化推包座等部件,实现烟包侧封的加热整形;并运用 Solidworks 软件对整形装置的位移、速度、加速度进行仿真分析。接入“YB517 拉带热封器”的温度检测控制系统接口,在 IPC 控制面板上实现温度参数的显示和调节。采用上机试验取样抽检的方法对改造前后盒装透明纸折皱情况进行对比分析。结果:该侧封整形装置运动无干涉,速度、加速度曲线平缓,无明显冲击,运行稳定。YB517 盒外透明纸包装机安装侧封整形装置后,盒装透明纸折皱比例由改造前的 11.58% 降低到 2.50%,下降 78.40%。结论:该侧封整形装置能够减少皱褶,保证产品质量。

关键词:小盒烟包;透明纸;侧封;折皱;整形;加热;压实

Abstract: **Objective:** In order to solve the quality problems of YB517 transparent packaging machine, such as folds and unevenness of transparent paper on the sides of cigarette packages, a new cigarette-packaging side seal and shaping device was developed. **Methods:** After the improvements, the drive shaft of cigarette receiving plate of output turntable of YB517 was used as a power source, and the heating and shaping of cigarette package side seals were achieved by designing reciprocating mechanisms, heater components, cigarette package positioning components, and optimizing push seats; and using Solidworks software to simulate and analyze the displacement, velocity and acceleration of

the shaping device. At the same time, it was connected to the temperature measurement and control system of "Heat sealer for Drawstring" so that the temperature parameters can be displayed and adjusted on the IPC control surface. Finally, the method of sampling in the test was used to compare and analyze the wrinkle of boxed transparent paper before and after the transformation.

Results: The side seal shaping device had the advantages of no interference, gentle velocity and acceleration curve, no obvious impact and stable operation. The wrinkle ratio of boxed transparent paper decreased from 11.58% to 2.50%, which decreased 78.40%. **Conclusion:** It ensures product quality and improves consumers satisfaction.

Keywords: small pack of cigarettes; transparent paper; side sealing; folds; shaping; heating; compaction

YB517 盒外透明纸包装机是目前烟草行业主流的高速小盒透明纸包装设备,运行速度达到 550 包/min,其主要作用是在小盒烟包外面包裹一层透明纸,达到密封、防潮、美化外观、延长卷烟保质期和提高产品附加值的目[1]。随着社会的不断发展,消费者对卷烟产品的外观包装质量要求越来越高,精美的外观往往能够吸引消费者的注意[2]。而在实际生产中,YB517 盒外透明纸包装机生产的小盒烟包易出现烟包侧封面透明纸皱褶、不平整的问题,主要是因为设备高速运行时,包装成形轮在第二、三工位间歇停顿时间短,造成烟包侧封烙铁压实加热不充分[3-5]。

中国卷烟企业针对盒外透明纸侧封面透明纸折皱、不平整问题已有相关研究,曾学淑等[6]采用减少弧形瓦板第二工位槽口宽度和增加烙铁凹槽的方法;周红光等[7]通过改进烙铁工作表面的弧度、烙铁体采用复合材料、烙铁架子的材料优化和烙铁体调整机构的改造,提高

作者简介:张成鹏,男,山东中烟工业有限责任公司工程师。

通信作者:李峰(1986—),男,山东中烟工业有限责任公司助理工程师,硕士。E-mail: lifeng_boy@163.com

收稿日期:2021-12-27

了 GDX2 小盒透明纸侧边热封质量;周奎田^[4]通过改进烙铁尺寸和圆弧板槽口宽度,增加静电消除器,改善了 FOCKE401 透明纸包装机侧面松皱、起泡的问题。但这些改进仅仅针对 400 包/min 的中速包装设备有一定的改善效果,但对于超过 550 包/min 的高速包装设备收效甚微,而针对 YB517 盒外透明纸包装机烟包侧封整形技术的研究则鲜见报道。

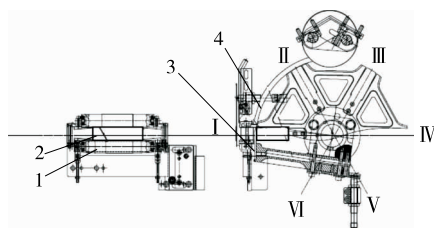
研究拟设计一种适用于 YB517 盒外透明纸包装机的烟包侧封整形装置,采用输出转盘接烟板驱动轴作为动力源,设计往复运动机构、加热器组件、烟包定位组件以及优化推包座等部件,实现烟包侧封的加热整形,运用 Solidworks 软件对整形装置的位移、速度、加速度进行仿真分析;接入“YB517 拉带热封器”的温度检测控制系统接口,在 IPC 控制面板上实现温度参数的显示和调节,并进行试验验证,以期减少烟包侧封褶皱,提高消费者满意度。

1 问题分析

1.1 工作原理

图 1 为 YB517 盒外透明纸包装机透明纸成型轮原理示意图。当硬盒烟包 2 带着透明纸通过滚轮式折叠装置 1 进入包装成型轮的工位 I 后,长边折叠板 3 在拉簧的拉力作用下,将硬盒烟包侧面下长边透明纸向上折叠,折叠后包装成型轮作顺时针间歇转动,硬盒烟包侧面上长边透明纸通过弧形折叠板 4 时被向下折叠。当包装成型轮旋转至工位 II、工位 III 时进行间歇停顿时,长边热封装置对完成长边折叠的硬盒烟包侧面透明纸进行热封,至此完成烟包侧封动作^[8-9]。

当设备刚开始启动时,设备运行速度小于 165 r/min,长边热封装置中的左加热器向下压,对包装成型轮工位 II 的硬盒烟包侧面的透明纸长边进行热封,在此包装速度下,硬盒烟包侧面长边仅一次热封。当设备进入正常工作高速工作时,设备运行速度大于 400 r/min,此时,长边热封装置中的左、右加热器均开始工作,对硬盒烟包侧面透明纸长边进行二次热封。



1. 滚轮式折叠装置 2. 硬盒烟包 3. 长边折叠板 4. 弧形折叠板

图 1 烟包成型轮示意图

Figure 1 Schematic diagram of cigarette packet forming wheel

1.2 存在的问题

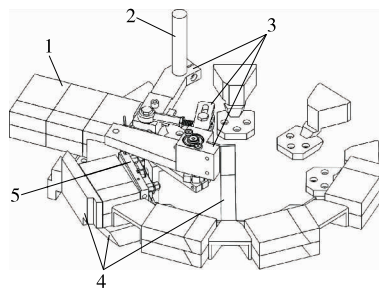
YB517 盒外透明纸包装机的包装成形轮在工位 II、工位 III 停顿时,长边侧封烙铁动作,对烟包侧面透明纸搭口进行压实加热,使搭口的两层透明纸热封在一起,由于 YB517 盒外透明纸包装机生产速度为 550 包/min,成形轮在每个工位停顿的时间约为 0.06 s,这个时间内侧封烙铁可以起到将透明纸搭口热封在一起的作用,但烟包侧面透明纸搭口表面存在褶皱、不平整的现象,影响产品的外观质量。工作中经常采取增加烙铁温度值、调整烙铁压实位置的方法来减少烟包侧封透明纸褶皱,但这些措施均未从根本上解决烟包侧封褶皱、不平整的质量问题,同时易引起其他质量隐患,如烙铁温度参数值设定过高会造成透明纸烫化损坏,烙铁压实位置过低易在烟包侧面产生压痕等。

2 系统设计

如图 2 所示,改进后在 YB517 盒外透明纸包装机输出转盘工位 II 处设计了一种烟包侧封整形装置,主要由往复运动机构 3、烟包定位组件 4 和加热器组件 5 组成。当烟包在输出转盘工位 II 停顿时,该装置利用设备原有接烟板驱动轴 2 的往复摆动,驱动四杆机构对烟包侧面透明纸搭口表面进行压实加热整形,由于输出转盘的转速是包装成型轮的 1/2,因此该整形装置的加热器比原设备的长边热封装置与烟包贴合时间延长了 1 倍,能够达到热整形的目的。

2.1 往复运动机构

如图 3 所示,往复运动机构包括驱动轴 1、摇臂 3、关节轴承 4、传动杆 5、轴座 6、连杆 7 等部件,其作用是实现侧封整形装置对烟包的往复压实动作。其中动力来源于 YB517 盒外透明纸包装机输出转盘工位 I 处接烟板 2 的驱动轴 1,在设备运行时,驱动轴 1 作往复旋转运动。摇臂 3 通过螺栓固定在驱动轴 1 上,在驱动轴 1 的带动下,摇臂 3 可作往复摆动;摇臂 3 通过关节轴承 4 与传动杆 5 连接,实现动力的传递。传动杆 5 的另一端固定在



1. 烟包 2. 接烟板驱动轴 3. 往复运动机构 4. 烟包定位组件 5. 加热器组件

图 2 烟包侧封整形装置结构示意图

Figure 2 Schematic diagram of structure of cigarette packet side seal shaping device

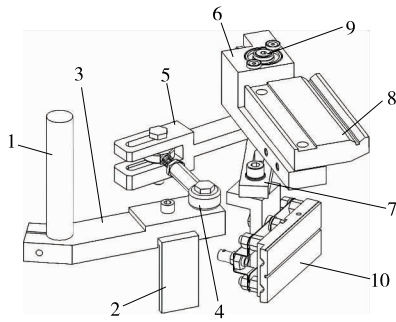


图3 往复运动机构结构示意图

Figure 3 Schematic diagram of structure of reciprocating mechanism

轴座6的轴上,连杆7的一端也固定在轴座6的轴上,轴座6安装在底板8上,底板8固定在设备烟包补偿库的底座上,通过轴座6中轴承与轴9的配合实现传动杆5与连杆7的动力传递。因此,通过接烟板驱动轴1的往复旋转运动最终实现连杆7的往复摆动。同时传动杆5上还有长孔槽,用于调整加热器组件的摆动幅度和角度;连杆7上的长孔槽用于调整加热器组件10相对于烟包侧面的位置。

2.2 加热器组件

如图4所示,加热器组件包括热整形烙铁板1、直弹性板3、支架4、定位套5、固定支架6等部件,其作用主要是对烟包侧面透明纸进行加热整形,从而起到“美容”的作用。烙铁板1上开有槽孔,横槽8用于防止双层烟包熨烫在一起,竖槽9用于避免烙铁板对小盒拉线头进行加热;两侧开有2个通孔10,用于安装烙铁芯,采用紧定螺钉通过螺孔11进行固定,4个双头螺柱2用于将烙铁板1固定在直弹性板3上。支架4和定位套5用于安装热电偶。直弹性板3通过中间的2个螺栓7固定在固定支架6上。固定支架6固定在图3中的连杆7上,从而通过连杆的往复摆动实现加热器组件对烟包的往复压实动作。

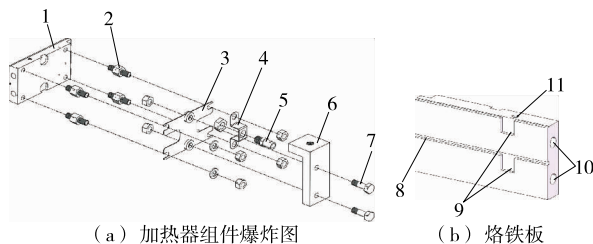


图4 加热器组件结构示意图

Figure 4 Schematic diagram of structure of heater assembly structure

2.3 烟包定位组件

如图5所示,烟包定位组件包括推包座1、第一挡板2、基准板3、第二挡板4、底板5等部件,其作用是使烟包在输出转盘中正确地定位,保证烟包顺利随输出转盘作逆时针间歇转动,同时在整形加热器对烟包进行加热时能够起到对烟包的定位作用,保证加热器能够压实烟包侧面。设备原推包座带有模框,能起到限位烟包的作用,而由于增加侧封整形装置后,原推包座的外形结构影响加热器组件的运动,因此将推包座模框的后挡板部分去除,改变其外形,以满足烙铁对烟包侧封面加热时往复摆动要求。同时设计第一挡板2、第二挡板4,分别对输出转盘工位I转向工位II以及工位III、工位IV的烟包进行限位;第一挡板2、第二挡板4通过螺栓固定在图3中的轴座6上。基准板3、底板5在加热器压实烟包时,可以起到定位烟包的作用,提高加热整形效果。

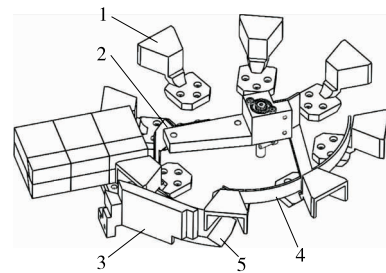


图5 烟包定位组件结构示意图

Figure 5 Schematic diagram of structure of cigarette packet positioning component

2.4 仿真分析

2.4.1 建立数学模型 烟包侧封整形装置的往复运动机构实际上为铰链四杆机构的一种形式,建立一个四杆机构的数学模型,其运动结构简图如图6所示。为保证机构具有确定的相对运动,该机构的自由度需满足原动件的数目与自由度的数目相等^[10]。自由度计算公式为:

$$F = 3n - 2P_L - P_h, \quad (1)$$

式中:

n ——活动构件数;

P_L ——低副数目;

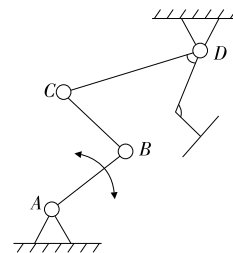


图6 往复运动机构结构简图

Figure 6 Kinematic sketch of reciprocating mechanism

P_h ——高副数目。

经计算得 $F=3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$, 即该机构的自由度为 1, 由于该机构仅有一个原动件 AB 杆, 因此满足机构具有确定相对运动的条件。

2.4.2 三维模型创建 使用 Solidworks 三维软件对四杆机构的各构件进行建模^[11]。利用软件绘图功能创建机架 A 和 D, a 杆、b 杆、c 杆的三维模型, 按照装配要求, 对圆柱销进行简化, 确定各构件之间的位置关系, 并将 a 杆、b 杆、c 杆的杆长分别设置为 80, 90, 130 mm, 完成往复运动四杆机构的三维模型创建, 如图 7 所示。

2.4.3 运动仿真分析 利用 Solidworks 中 Motion 插件对建立的四杆机构进行运动仿真, 对机架 A 和 D 进行定位约束, 在“运动算例”的“Motion Manager”中选择

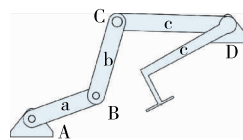


图 7 四杆机构模型

Figure 7 Model of four-bar mechanism

“Motion 分析”, 定义杆 a 为主动件, 选取从动件 c 杆为特征对象, 添加 a 杆顺时针旋转马达, 在结果和图解选项中选择线性位移、线性速度和线性加速度进行仿真计算, 可以获得从动件 c 杆的线性位移、线性速度和线性加速度的曲线图, 如图 8 所示。由图 8 可知, 线性速度、线性加速度曲线平缓, 无明显冲击, 仿真过程中并无干涉发生, 运动轨迹满足预期要求。

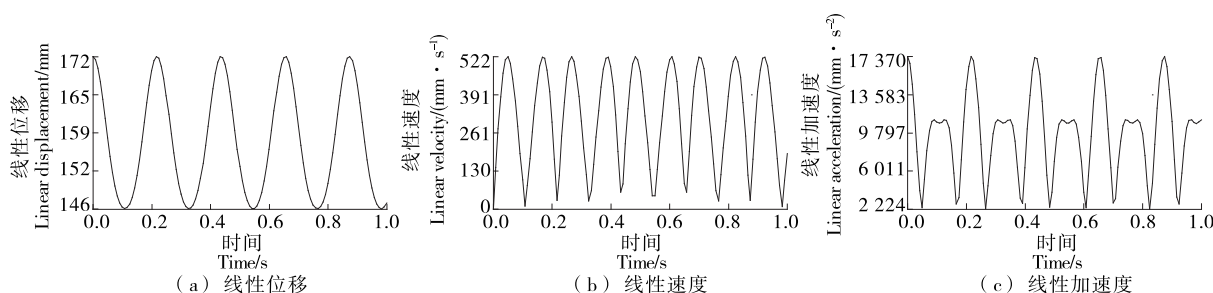


图 8 往复运动机构仿真图

Figure 8 Simulation diagram of reciprocating mechanism

2.5 温控系统

该整形装置温控系统选用两个型号为“80×6.35 110V/200W/CAVO 1000 USCITA 90”的电热器为加热元件, 采用“ASTME608(+GIALLO-NERO) LG2500”热电偶作为测温元件, 接入 YB517 盒外透明纸包装机“YB517 拉带热封器”控制接口, 实现整形装置电热器的加热及温度控制。温度由 IPC“加热器编程”参数“CH 拉带电热器恒温器”设定, 温度设定范围 40~200℃。温度控制波动范围小并具有自诊断功能, 完全满足整形设计要求。

3 应用效果

3.1 试验设计

3.1.1 材料

泰山(红将军)牌卷烟: 山东中烟工业有限责任公司济南卷烟厂;

透明纸: 规格为 120 mm×21 μm×2 500 mm, 山东中烟工业有限责任公司将军集团济南包装材料分公司。

3.1.2 设备

硬盒硬条包装机组: ZB47 型, 由 YB47 型硬盒包装机、YB517 型盒外透明纸包装机、YB617 型硬条包装机、YB917 型条外透明纸包装机 4 个单机组成, 上海烟草机械有限责任公司。

3.1.3 方法 ZB47 包装机按照 550 包/min 的生产速度运行, 连续生产运行 3 个班次(3 班次/d), 取样时间间隔为 1 h, 每个班次抽检 8 次, 每次取样数量为 50 盒/台, 累计取样 1 200 盒/台。按照 GB/T 5606.3—2005 的要求对小盒包装质量进行检验, 统计盒装透明纸褶皱数量, 并与改进前同一样本量进行比较^[12]。按式(2)计算盒装透明纸折皱比例。

$$c = \frac{m_1}{m_2} \times 100\%, \quad (2)$$

式中:

c ——盒装透明纸折皱比例, %;

m_1 ——盒装透明纸折皱数量, 盒;

m_2 ——抽检总盒数, 盒。

3.2 数据分析

改进后, 对侧封整形装置的运行情况和盒装透明纸折皱情况进行 3 个月的持续追踪。试验期间, 该整形装置运行稳定, 未与设备其他部位发生干涉, 透明纸折皱比例明显降低, 未出现随使用时间增加透明纸折皱比例增加的情况。设备高速、长时间运行均较为稳定。安装前后盒装透明纸折皱比例数据统计见表 1。

由表 1 可知, 盒装透明纸折皱比例由安装前的 11.58% 降低到 2.50%, 下降 78.40%。通过安装烟包侧

表 1 安装前后盒装透明纸折皱比例数据统计

Table 1 Statistics on the wrinkle ratio of boxed transparent paper before and after installation

生产线	安装前			安装后		
	折皱数量/盒	抽检总盒数/盒	折皱比例/%	折皱数量/盒	抽检总盒数/盒	折皱比例/%
A	142	1 200	11.83	32	1 200	2.67
B	136	1 200	11.33	28	1 200	2.33
平均值	139	1 200	11.58	30	1 200	2.50

封整形装置后, YB517 盒外透明纸包装机实现了小盒侧封整形功能, 透明纸搭口熨烫平整, 无褶皱, 小盒外观质量满足工艺要求, 产品质量稳定性得到提升。

4 结论

基于凸轮机构往复式运动特征, 在 YB517 盒外透明纸包装机输出转盘处设计了一种烟包侧封整形装置, 利用输出转盘的间歇运动和接烟板驱动轴的往复摆动, 实现了烟包透明纸搭口的热整形, 解决了烟包侧封褶皱、不平整的问题。以 ZB47 包装机组生产的“泰山红将军”牌卷烟为对象进行测试, 结果表明: 该侧封整形装置运行稳定可靠, 小盒外观质量满足工艺要求, 烟包侧封平整、无褶皱, 盒装透明纸折皱比例下降 78.40%, 有效提高了包装机组的产品质量稳定性。

参考文献

[1] 吕小波, 范铁楨. CH 包装机透明纸输送切割装置的改进[J]. 烟草科技, 2011(8): 24-26.
LU Xiao-bo, FAN Tie-zhen. Improvement of film conveying and cutting device in CH wrapper[J]. Tobacco Science & Technology, 2011(8): 24-26.

[2] 周福儒, 施友志, 贺韧, 等. YB95A 型条外透明纸包装机垂直成型通道的改进[J]. 食品与机械, 2019, 35(7): 121-123.
ZHOU Fu-ru, SHI You-zhi, HE Ren, et al. Improvement of vertical molding passage in YB95A carton overwrapper[J]. Food & Machinery, 2019, 35(7): 121-123.

[3] 蔡洪江, 李超, 刘旋, 等. GDX 包装机 CH 部位热封烙铁动作检测装置的设计[J]. 轻工科技, 2018, 34(10): 46-48.
CAI Hong-jiang, LI Chao, LIU Xuan, et al. Design of hot sealing soldering iron action detection device for CH part of GDX packaging machine [J]. Light Industry Science and Technology, 2018, 34(10): 46-48.

[4] 周奎田. FOCKE401 透明纸包装机侧边成型热封装置的改进[J]. 烟草科技, 2007(12): 24-26.
ZHOU Kui-tian. Improvement of film heat-sealing device in FOCKE401 wrapper[J]. Tobacco Science & Technology, 2007(12): 24-26.

[5] 董世谦. Focke 350 包装机组小包透明纸起皱现象的消除[J]. 烟草科技, 2001(2): 22-23.
DONG Shi-qian. Elimination of wrinkling of transparent paper in

small packets of focke 350 packaging machine[J]. Tobacco Science & Technology, 2001(2): 22-23.

[6] 曾学淑, 何邦贵. GDX2 小盒透明纸包装侧边热封装置的改进[J]. 科学技术与工程, 2012, 12(32): 8 767-8 769.
ZENG Xue-shu, HE Bang-gui. Improvement of packet film heat-sealing device in GDX2 wrapper[J]. Science Technology and Engineering, 2012, 12(32): 8 767-8 769.

[7] 周红光, 黎阳, 贺思建, 等. GDX2 包装机 4350(CH)侧边热封机构的改进[J]. 中国包装工业, 2013(18): 18-19, 22.
ZHOU Hong-guang, LI Yang, HE Si-jian, et al. Improvement of side heat sealing mechanism of G.DX2 packaging machine 4350 (CH) [J]. China Packaging Industry, 2013(18): 18-19, 22.

[8] 上海烟草机械有限责任公司培训教材编委会. ZB47 型硬盒硬条包装机组培训教材[Z]. 上海: 上海烟草机械有限责任公司, 2015: 348-355.
Training Material Editorial Board of Shanghai Tobacco Machinery Limited Corporation. Training material of ZB47 hard packet/carton packaging machine [Z]. Shanghai: Shanghai Tobacco Machinery Limited Corporation, 2015: 348-355.

[9] 《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: 95-100.
Compiling Group of Professional Knowledge for Cigarette Packers. Professional knowledge for cigarette packers [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2012: 95-100.

[10] 安培文, 黄茂林. 平面连杆机构的自调及其允差的分析研究[J]. 中国机械工程, 2002, 13(23): 2 040-2 044.
AN Pei-wen, HUANG Mao-lin. Research on self-adjustment and allowable errors of planar linkage mechanism [J]. China Mechanical Engineering, 2002, 13(23): 2 040-2 044.

[11] 汤霖森, 郭树国, 王丽艳. 基于 ANSYS 的带行星轮同轴变速单螺杆挤出机三维流场分析[J]. 食品与机械, 2021, 37(5): 107-110.
TANG Lin-sen, GUO Shu-guo, WANG Li-yan. Three-dimensional flow field analysis of coaxial variable speed single screw extruder with planetary gears based on ANSYS [J]. Food & Machinery, 2021, 37(5): 107-110.

[12] 吴树清, 孙勇, 杨芳, 等. YJ19 卷烟机烟支导板装置改进[J]. 食品与机械, 2021, 37(4): 124-128.
WU Shu-qing, SUN Yong, YANG Fang, et al. Improvement on cigarette guide plate device of YJ19 cigarette maker[J]. Food & Machinery, 2021, 37(4): 124-128.