

## GDX1/2 包装机组 CH 烟包补充功能的改进

周江, 鲁建新, 刘万里, 陈明, 郑倩倩, 冯慧清, 黄银海  
(浙江中烟工业有限责任公司杭州卷烟厂, 杭州 310024)

**摘要:** **目的** 对 GDX1/2 卷烟包装机组 CH 烟包补充器进行改进研究, 以减少其生产过程中透明纸擦伤的缺陷率。**方法** 生产过程中, 烟包补充器底部烟包透明纸擦伤的质量缺陷率较高。通过对补充器工作原理的分析, 确定补充器内最下方的烟包底部表面长时间处于摩擦状态是导致透明纸擦伤的主要原因。设计一种二维运动机构, 可以实现底部烟包和生产烟包分离的补充器, 以避免烟包之间的摩擦, 从而解决该位置产生的透明纸擦伤现象。**结果** 改进后的烟包补充器结构简单, 因透明纸擦伤的产品市场投诉数量降低了 22.2%。**结论** 该优化设计可有效减少 CH 烟包补充器位置的烟包擦伤质量缺陷。

**关键词:** GDX1/2; CH; 透明纸擦伤; 补充器

中图分类号: TB486 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)03-0214-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.03.030

## Improvement of CH Cigarette Pack Replenishment Function of GDX1/2 Packaging Unit

ZHOU Jiang, LU Jian-xin, LIU Wan-li, CHEN Ming, ZHENG Qian-qian,  
FENG Hui-qing, HUANG Yin-hai

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

**ABSTRACT:** The work aims to study the improvement of the CH cigarette pack replenisher of GDX1/2 cigarette packing unit to reduce the defect rate of transparent paper scratch in production. During production, the quality defect rate of the transparency paper was slightly high. Through analysis on the working principle of the replenisher, it was determined that the main reason for the scratch of the transparent paper was that the bottom surface of the cigarette pack in the replenisher was in the friction state for a long time. A two-dimensional movement mechanism was designed to separate the bottom cigarette pack and the production cigarette pack, so as to avoid the friction between the cigarette packs and solve the scratch phenomenon of transparent paper at this position. The structure of the improved cigarette pack replenisher was simple, and the market complaint on scratch of the transparent paper was reduced by 22.6%. This design can effectively reduce the quality defect of cigarette abrasion at the position of the CH cigarette pack replenisher.

**KEY WORDS:** GDX1/2; CH; transparent paper scratch; replenisher

意大利 GD 公司所研发的 GDX1/2 包装机是国内普及机型<sup>[1-3]</sup>, 随着科技水平的提升, 近年来国内外都不断对其进行技术改进, 以实现更好的生产

效率<sup>[4-6]</sup>。如, 李超等<sup>[7]</sup>通过导向轮的优化设计实现自动化烟包掉头, 提高了卷烟包装设备的运行效率; 蔡培良等<sup>[8]</sup>对包装设备加装了透明纸热封缺陷的视

收稿日期: 2020-04-27

基金项目: 浙江中烟工业有限责任公司科技项目 (ZJZY2014A008)

作者简介: 周江 (1979—), 男, 高级技师, 主要研究方向为卷烟制品包装技术。

通信作者: 陈明 (1981—), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为卷烟生产管理、物流自动化技术。

觉检测系统,保障了烟包透明纸质量;马从胜<sup>[9]</sup>基于负压吸尘和正压清吹的清洁方式,对烟丝烟末积灰进行过滤收集,减小了烟支输送带的故障率。GDX1/2 包装机的 CH 补充器内最下面的烟包底表面有烟包透明纸擦伤、熔化磨破的问题<sup>[10-11]</sup>仍未得到解决。为此,文中针对 CH 烟包补充器底部烟包摩擦问题对其功能进行改进,并进行相应的设计,以确保烟包的质量。

## 1 问题分析

如图 1 所示,CH 透烟包补偿装置利用烟包重量,在需要补充烟包时通过烟包自重补充到空模盒内。GDX1/2 包装机在运行过程中,当不合格烟包在 CH 剔除点被剔除后,CH 转塔轮采用自由落体式烟包补充装置,利用转塔间歇运动停止时段自动补充,以保证设备的连续运转。

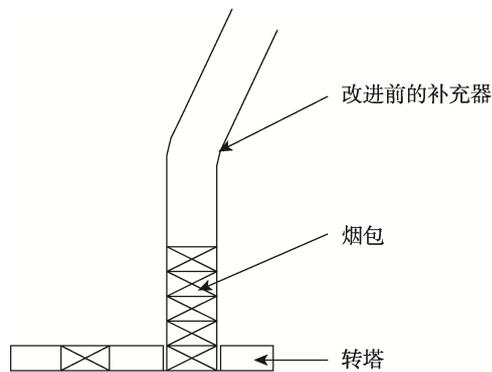


图 1 CH 烟包补充装置示意  
Fig.1 Schematic diagram of CH cigarette pack supplement device

设备长时间运行,补充器内最下面的烟包底表面长时间处于摩擦状态。补充器内烟包数量为 30,单包质量约为 25 g,则补充烟包质量  $m$  约为 750 g。烟包透明纸摩擦因数  $\mu_1$  约为 0.38<sup>[12]</sup>,转塔模盒的 PVC 摩擦因数  $\mu_2$  约为 0.5,则运动过程中,烟包和烟包,烟包和模盒之间所产生的摩擦力  $F_1$  和  $F_2$  分别为:

$$F_1 = \mu_1 mg = 2.793 \text{ N} \quad (1)$$

$$F_2 = \mu_2 mg = 3.675 \text{ N} \quad (2)$$

当设备在正常生产时,待补充烟包底部的摩擦力在两者之间不断交替变化,导致烟包透明纸表面产生擦痕,时间一长,摩擦产生的热量会使透明纸熔化变形,造成烟包透明纸擦伤、熔化磨破,严重时会造成烟包变形,产生不合格烟包,见表 1。

由表 1 可知,在设备运行约 3 min 后,待补充烟包底部透明纸已经存在明显的质量缺陷。此时设备需要补充透烟包,有明显质量缺陷的透烟包将流入下一工序。

表 1 底部烟包透明纸(21YS 型)擦伤程度和时间的关系  
Tab.1 Relationship between time and degree of scratches on transparent paper (type 21YS) of cigarette pack

时间/s	擦伤程度	烟包质量评估
35	轻微擦伤	合格
19	严重擦伤	不合格
320	熔融、擦破	不合格

## 2 改进思路

### 2.1 改进思路的确定

确立设计方向:结构简单,不破坏 CH 原有设计的完整性;采用优化 C600 补偿装置烟包提升、夹紧实现烟包零摩擦的设计思路<sup>[13]</sup>,使机械动作能够满足烟包补偿时的烟包提升和夹紧的要求,保证补偿装置动作准确、可靠、安全;整体烟包补充功能过程快速且要能满足设备高速生产运行的技术要求。

在不改变 CH 设备整体性的原则下,发现有一种二维运动机构<sup>[14]</sup>可以借鉴,原理新颖巧妙,结构简单,其机构原理见图 2。

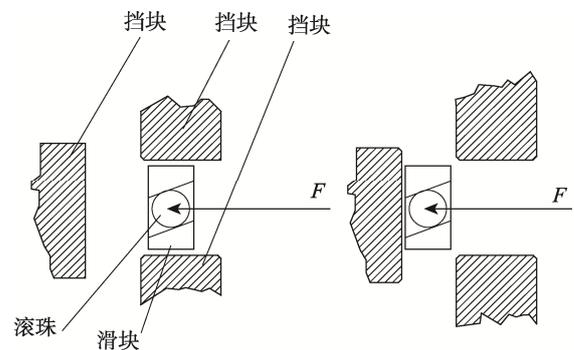


图 2 二维运动机构原理  
Fig.2 Schematic diagram of two-dimensional motion mechanism

由图 2 可知,在力  $F$  的作用下通过钢球 4 和滑块 5 上滑槽的共同作用,滑块 5 可以实现水平和竖直 2 个方向上的运动。

根据上述的原理分析,正好可以利用该机构的原理,在滑动块上安装夹紧推板来实现烟包水平加紧和竖直提升的 2 个运动。

## 3 改进设计

### 3.1 功能总体部署

在目前的 CH 烟包补偿装置上加装一个自行设计的独立的部件,通过补充器两侧的 2 个气缸,经过 1 次换向动作来实现烟包补偿时的补偿动作,以及在补

偿结束后的夹紧提升待补充烟包。做到该部件与转塔等设备运动部件分离,在需要进行烟包补充时能准确可靠地将待补充烟包进入转盘的空模盒内。

### 3.2 烟包夹紧板的设计

鉴于对加紧板的安装空间、运动空间以及烟包的夹持包数的考虑,确定加紧板的尺寸为 92 mm×78 mm×4 mm。为了降低烟包压紧时的刚性冲击以及增大接触面的摩擦力,压紧面设计附着一层 1.5 mm 牛筋皮层,样式见图 3。

通过实验可以得出烟包夹紧压缩程度、承载烟包数量和烟包变形程度之间的关系,进一步确定烟包夹紧板的夹紧距离,结果见表 2。

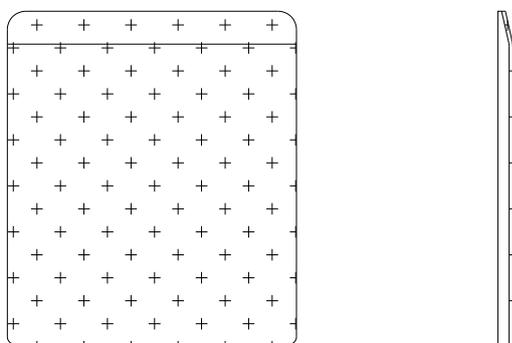


图 3 烟包夹紧抬升板  
Fig.3 Cigarette pack lifting plate

表 2 夹紧程度与烟包受损程度对照  
Tab.2 Comparison of clamping degree and cigarette pack damage degree

烟包夹紧距离/mm	承载烟包数量	烟包受损程度
0.3	7	未损伤
0.5	22	未损伤
1.0	46	未损伤
1.5	63	有损伤

由表 2 可知,夹紧距离约为 1 mm 的状态时,烟包基本未受损。按烟包压缩量为 1 mm 进行设计,加上补充库架的烟包间隙 3 mm,即要求单面夹紧板夹紧过程运动距离为大于 2 mm。

### 3.3 补充库架体的改造

夹紧片加上所附着牛筋皮的厚度为 4 mm。为了满足夹紧板在烟包补充装置内的夹紧动作,而不产生对烟包下落时的干涉现象,增加 2 mm 安装调整余量,在补充库内侧面所需的安装夹紧板的空间为 6 mm。补充器库架的壁厚为 10.6 mm,能够满足铣加工要求而不需改变原来的补充装置结构,只要改变壁厚,就可以使夹紧板在补偿装置内,完成对烟包夹紧 2 mm 的工作要求。这就避免了需要重新设计、开发补充器库架。烟包补充库架改进前后的对比见图 4。将烟包补充库架的内壁留出了 6 mm×85 mm×100 mm 的空间,便于安装夹紧板。铣加工相应部分的库架外壁厚度为 4.6 mm,对烟库壁的强度基本不影响。

### 3.4 夹紧板驱动机构设计

根据上述二维运动机构原理以及现场的安装空间限制要求,对夹紧板驱动机构进行实物设计制作。夹紧板水平驱动示意图见图 5。当滚珠 3 竖直向上运动时,夹紧器 4 上的斜面 and 滚珠 3 产生相对滑动,使夹紧板完成水平夹紧动作。

夹紧片的垂直运动,来实现将被夹紧烟包上升和下降的动作是通过限制滚珠和夹紧器的斜面的水平方向的自由度来实现。如图 6 所示,当锁片 2 在夹紧器 4 和滑座组成的槽中时,滚珠和夹紧器斜面的水平方向上的自由度被限制,此时滚珠作用在夹紧器斜面上的力只能使夹紧器上下运动,而不能产生水平方向上的相对滑动,夹紧器带着烟包进行上下运动。

将 2 个运动叠加后,就得到了一个完成烟包补偿时所需要的整套动作。叠加后的机械结构见图 7。

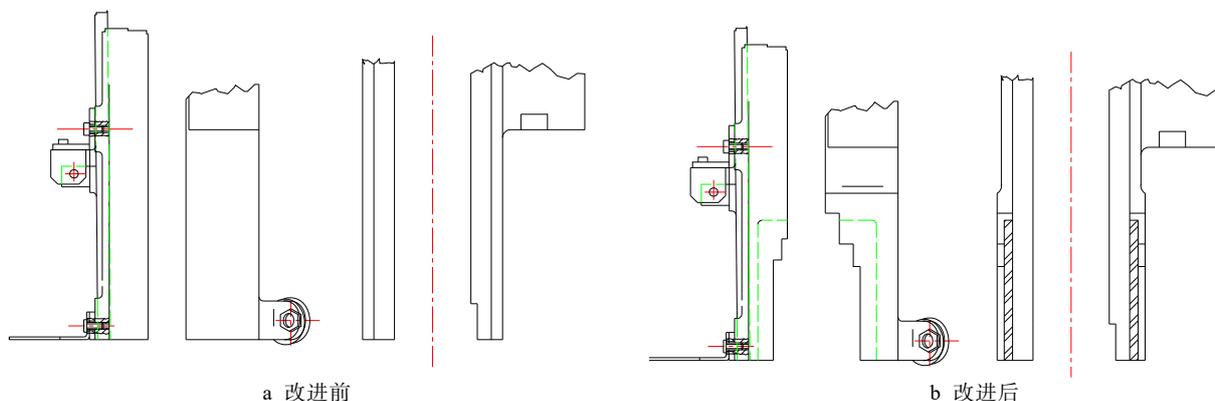


图 4 烟包补充库架改进前后对比  
Fig.4 Comparison chart before and after the improvement of cigarette pack replenishment rack

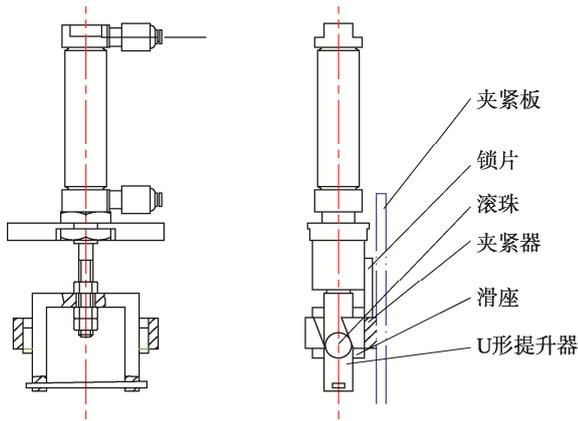


图 5 夹紧板水平驱动示意  
Fig.5 Schematic diagram of horizontal drive of clamping plate

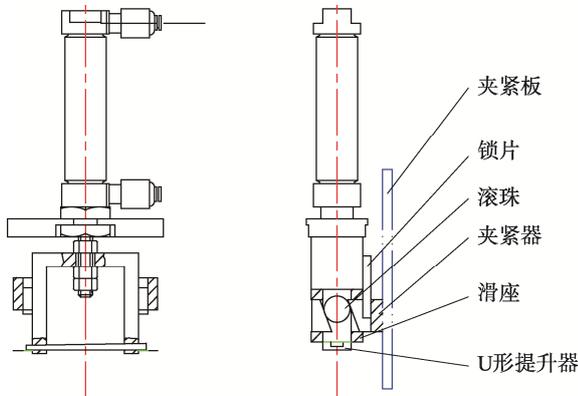


图 6 夹紧板垂直驱动的示意  
Fig.6 Schematic diagram of vertical drive of clamping plate

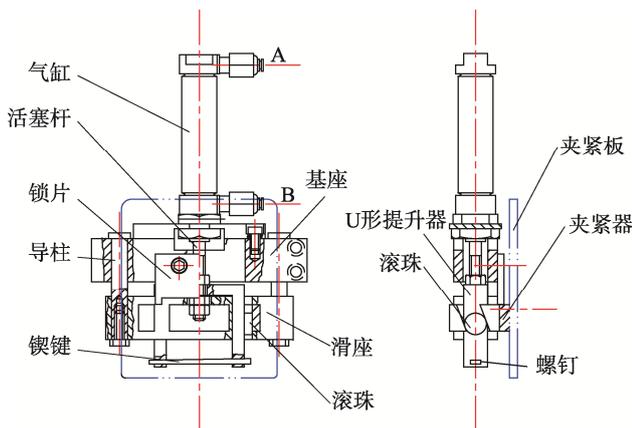


图 7 夹紧板驱动装置的完整机械结构  
Fig.7 Complete mechanical structure of clamping plate drive

当气缸 1 的 A 口进气, 活塞杆向下运动, 带动连接在活塞杆上的 U 形提升器 8 也向下动作, U 形提升器 8 上的滚珠 9 作用在夹紧器 11 上的斜面上。因为夹紧器 11 的水平运动的方向受到锁片 3 的限制, 所以 U 形提升器 8 只能带动滑座 6 沿左右 2 边对称分布的 2 根导柱 4 向下运动, 从而带动夹紧器也向下运动, 实现被夹紧的待补充烟包, 向下运动, 使之能够接近转盘的空模盒。当滑座运行到行程终点后, 由

于受到紧固在导柱 4 上的螺钉 12 的限制, 滑座 6 不能继续向下运动。此时由于锁片 3 已经从夹紧器 11 以及滑座所组成的槽内脱离, 因此 U 形提升器 8 上的滚珠 9 继续作用在夹紧器 11 的斜面上, 使夹紧器 11 在滑座 6 的槽内滑动, 带动夹紧器作松开烟包的动, 从而实现将已经接近转盘的待补充烟包进入空模盒内。最终实现烟包补偿装置取下并松开烟包的动, 完成烟包自动补充的动。

当补偿烟包的动结束后, 使气缸 1 的 B 口进气, 活塞杆向上运动, 带动 U 形提升器向上动, U 形提升器上的滚珠 9 作用在夹紧器 11 的上斜面上, 由于此时锁片 3 顶在夹紧器 11 的端面上, 因此限制了夹紧器向上的运动, 滚珠 9 作用在夹紧器的斜面上夹紧器只能在滑座 6 的滑动槽内朝夹紧烟包的方向作水平滑动, 而不能上下运动。当滚珠 9 在斜面上的滑动使锁片滑到夹紧器的槽内时, 装 U 形提升器上的楔键带动滑座 6 向上运动, 完成先夹紧待补充烟包, 后提升待补充烟包的 2 个动。由于在提升烟包的时候锁片 3 是锁在夹紧器槽内的, 所以避免了在提升过程中被夹紧的烟包因夹紧器松开而掉落的问题。

### 3.5 CH 烟包补充单元改进总装

CH 原有的补充烟库架的烟库壁都是固定不可调节的。这样就限制了它的适用范围, 为了提高烟包补偿装置的适用范围, 将补偿烟库进行必要的改造, 以便于烟包夹紧抬升机构各相关零件的安装固定。烟包补充库架改进前后对比见图 8。

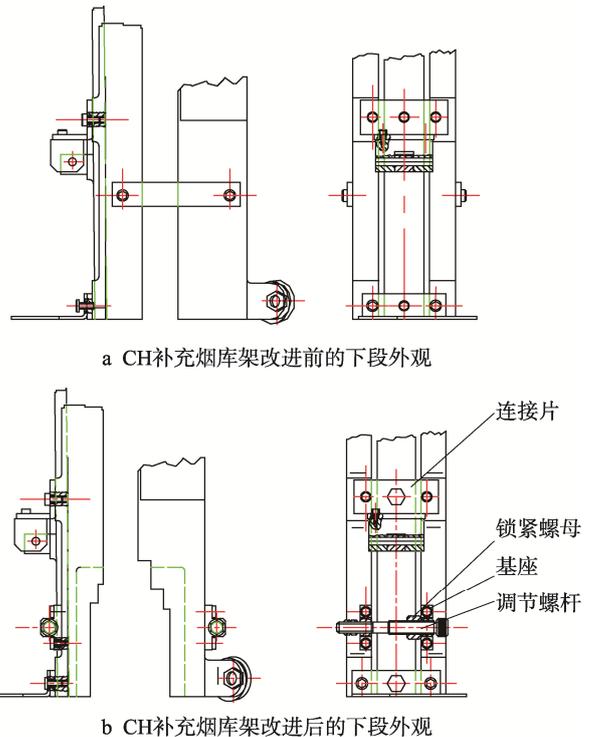


图 8 烟包补充库架改进前后对比  
Fig.8 Comparison chart of lower segment before and after improvement of cigarette pack supplementary storage rack

在连接片 1 上的固定孔上开长槽, 然后在补偿烟库宽度加装 1 个调节螺杆, 提高补偿装置的适用范围。考虑到夹紧器安装的安全性, 在设计安装定位的过程中, 使夹紧器在最低位时与 CH 出口转塔模盒及双烟包的上平面留有 2 mm 的空间。

完成 CH 烟包补充单元的整体设计改造后的机械结构装配效果见图 9。

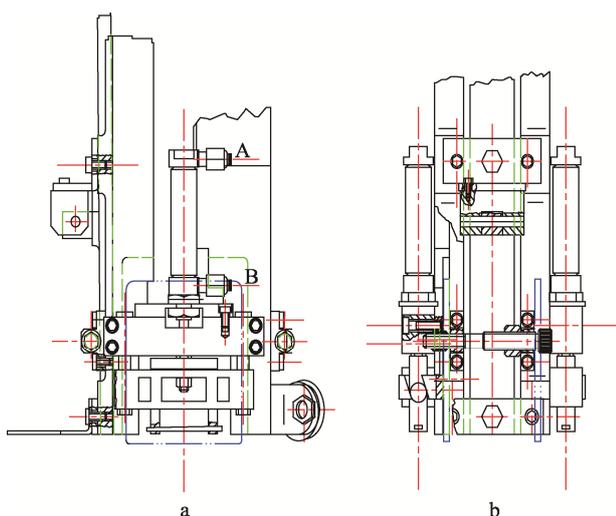


图 9 CH 烟包补充单元改造完成的总装效果  
Fig.9 Final assembly drawing of renovation of CH cigarette pack supplement unit

### 3.6 烟包补充功能相关配套元件设计选型

#### 3.6.1 驱动气缸和换向阀的选型

根据烟包夹紧提升驱动的要求, 气缸杆机械的总行程为: 滑座在导柱上的行程 8 mm 加上 U 形提升器从开始提升到 U 形提升器上的楔键开始带动滑座时所运动的距离 7 mm, 即总行程为 15 mm。该功能对气缸的机械强度要求不高, 但要求尽可能小巧, 相关气缸的气源工作压力为 0.3 mPa。为保证质量, 选用 FESTO 系列。根据上述的技术要求, 通过查阅液压气动技术手册<sup>[15]</sup>, 选定气缸的型号为 FESTO 牌号的 DSN-16-25-P 小型气缸, 其最大工作压力为 1 mPa, 工作行程为 25 mm, 能满足该课题的相关技术要求。

为了实现烟包夹紧抬升的驱动要求, 气缸滑杆在 2 个工位都需要气源保持, 确定选用 2 位四通电磁换向阀, 为了便于采购及库备, 选用 GD 设备上现有装配的电磁阀, 其件号为 2513915009。

#### 3.6.2 电控相关功能的设计

由于实现了机械构件的巧妙设计, 所有零部件不存在与流水线的运动体空间相互交错的内容, 所以在保证烟包及时释放补充的前提下, 基本无其他控制相关要求, 可以脱离 GD 的编程控制模式以外

围设计电路来实现检测及控制功能。相关电控设计原理见图 10。

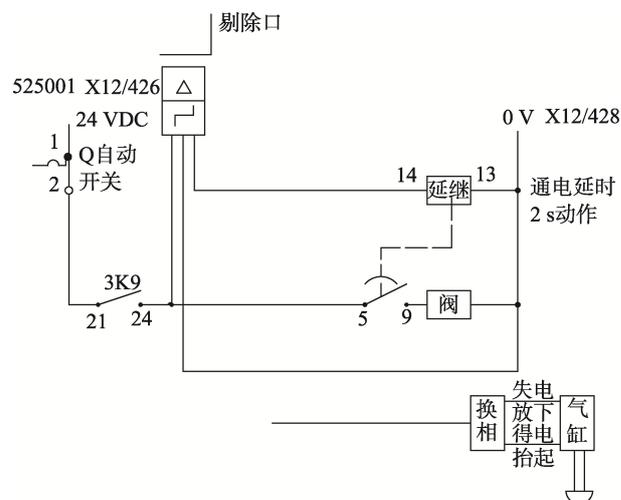


图 10 CH 烟包补充单元电控设计原理  
Fig.10 Schematic diagram of electric control design of CH cigarette pack supplement unit

利用 CH 转塔烟包剔除工位的设计空间, 在其剔除杆侧面工位安装一个传感器, 当其检测到此工位缺烟包时, 感应器发出信号, 使控制补偿装置的二位四通电磁换向阀实现换向, 通过气缸的上下运动完成烟包补充的工作。当出现连续剔包时, 光电感应器的连续信号不能控制电磁换向阀动作, 所以在设备需要连续剔包时, 夹紧板驱动装置只有一个补包动作, 在首包补充时的动作结束后, 后续连续剔除的烟包靠其自身质量补充到转盘模盒内。因为在连续剔包的时候不存在待补偿烟包的底面和转盘的长时间摩擦的问题, 所以不会产生待补充烟包底面擦伤的问题。当连续剔包完成结束, 经继电器延时后切断电磁阀电源, 驱动机构自动将烟包夹紧抬升。

## 4 改进效果

为了验证 CH 烟包补充功能的改进后效果, 对该装置改进前后的烟包透明纸擦伤情况进行了跟踪和统计分析。通过对 19 台 GD 设备在改进前 2018 年和改进后 2019 年, 全年 4 个季度的烟包透明纸擦伤的质量投诉量进行了同期对比, 对比结果见表 3。

从烟包质量市场投诉生产情况看, 改造后透明纸单面擦伤的市场投诉为 0 次, 解决了因待补充烟包和转塔等摩擦而产生的烟包透明纸擦伤的质量问题。对比改进前后的投诉情况, 改进后的烟包质量投诉量明显下降, 与 2018 年相比下降了约 22.2%, 该项指标有较大改善, 因此, 充分说明 CH 烟包补充功能的改进效果非常明显, 达到了项目预期效果。

表3 改进前后烟包质量市场投诉统计对比  
Tab.3 Comparison of market complaint on cigarette pack quality before and after improvement

时间	改进前投诉量 (2018年)		改进后投诉量 (2019年)	
	总量	透明纸擦伤	总量	透明纸擦伤
1 季度	59	16	33	0
2 季度	41	9	47	0
3 季度	73	19	41	0
4 季度	52	11	54	0
全年	225	55	175	0

## 5 结语

夹紧板驱动装置设计是在不破坏原来的补偿烟库等 CH 相关结构的基础上进行的, 对其各个部分进行了充分的分析利用, 采用了机、电、气一体化相结合的方式实现改进。在经过连续 1 年多时间的实际运行观察以及数据统计分析, 发现在改进后的烟包透明纸擦伤情况大大降低, 设备运行稳定可靠, 由此证明 CH 烟包补充功能的改进设计较为成功。同时, 也为烟草工业企业同类设备的管理提供了一种探索实践方法。

### 参考文献:

- [1] GD 公司. GDX2 包装设备维修手册[K]. 博洛尼亚: 博洛尼亚出版社, 1995: 38—77.  
GD Company. GDX2 Packaging Equipment Maintenance Manual[K]. Bologna: Bologna Press. 1995: 38—77.
- [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): 68—71.  
SHANG Chao. Improvement Design of Trademark's Glue Device in GDX2 Packaging Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2013, 31(5): 68—71.
- [3] 李爱菊. 谈谈影响软包卷烟质量的因素[C]// 2005 年河南省烟草学术年会论文集, 2005: 28—32.  
LI Ai-ju. Talk about the Influence of Soft Cigarette Quality Factors[C]// Proceedings of the 2005 Annual Conference on Tobacco in Henan Province, 2005: 28—32.
- [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 Qi-ming. GD Series Packaging Machine Fluegas Passage Frequency Conversion[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.  
LING Ai-mei. Equipment Management and Maintenance GDX2 Packaging Unit CT to CV Coupling Structure Improvement[J]. Xiamen Science And Technology, 2011, 32(17): 76—79.
- [6] 吴岩. GDX2 包装机 YB55A 透明纸摆动导纸辊架的改进[J]. 设备管理与维修, 2018(18): 75—76.  
WU Yan. The Improvement of the Swing Paper Guide Roller Frame of the GDX2 Packaging Machine YB55A Transparent Paper[J]. Equipment Management and Maintenance, 2018(18): 75—76.
- [7] 李超, 周诗华, 赵科文, 等. GDX2 包装机组便捷式烟包调头装置的设计[J]. 烟草科技, 2018, 51(12): 113—117.  
LI Chao, ZHOU Shi-hua, ZHAO Ke-wen, et al. Design of Convenient Cigarette Packet Turnover Device for GDX2 Packing Line[J]. Tobacco Science & Technology, 2018, 51(12): 113—117.
- [8] 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): 102—105.  
CAI Pei-liang, HE Bang-gui, YANG Jian-feng, et al. Visual Inspection System of GDX1 Box Soft Transparent Paper Heat-sealing Defects[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(5): 102—105.
- [9] 马从胜. GDX2 烟支输送带清洁装置设计[J]. 设备管理与维修, 2019(11): 118—119.  
MA Cong-sheng. Design of Cleaning Device for GDX2 Cigarette Conveyor Belt[J]. Plant Maintenance Engineering, 2019(11): 118—119.
- [10] 尹兴, 孙诚, 王蕊, 等. 玻璃纤维/聚乳酸复合包装薄膜的制备及表征[J]. 包装工程, 2016, 37(13): 19—23.  
YIN Xing, SUN Cheng, WANG Rui, et al. Preparation and Characterization of Glass Fiber/Poly Lactic Acid Composite Packaging Film[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(13): 19—23.
- [11] 张玉龙. 新型超耐磨塑料的近况[J]. 塑料技术, 1989, 9(2): 6—15.  
ZHANG Yu-long. Recent Development of a New Type of Super Wear-resistant Plastic[J]. Plastic Technology, 1989, 9(2): 6—15.
- [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(11): 36—37.  
CHEN Rong-lin. Application and Improvement of BOPP Color Film in Foxe753 Packaging Machine[J]. Light Industry SCIENCE and technology, 2017(11): 36—37.
- [13] 意大利 GD 公司. GDXI 包装机电气说明书[K]. 博洛尼亚: 博洛尼亚出版社, 2002: 12—17.  
Italian GD company. GDXI Packaging Machine Electrical Specification[K]. Bologna: Bologna Press, 2002: 12—17.
- [14] 闻邦椿. 机械设计手册(5 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010: 8—202.  
WEN Bang-chun. Mechanical Design Manual (5th ed)[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2010: 8—202.
- [15] 路甬祥. 液压气动技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 352—361.  
LU Yong-xiang. Hydraulic and Pneumatic Technical Manual[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2002: 352—361.