

## GD-H1000 卷烟包装机烟支推进机构的改进

周江, 刘万里, 陈明, 陈智威, 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 GD-H1000 卷烟包装机的烟支推进机构进行改进, 以增强其在生产过程中的稳定性。**方法** 在生产过程中, 烟支推进机构的故障率高, 通过对该机构的运行情况受力分析, 确定机构中的塑料滑块受交变载荷作用导致其磨损过快, 磨损后对推烟机构运行稳定性的影响是导致机构故障率高的主要原因。然后将机构中塑料滑块改进为滑块轴承, 以减少滑块磨损, 同时增加一组滑块轴承为虚约束, 以提高机构的运行稳定性, 并通过增加滑块轴承的润滑系统等改进手段对机构进行结构性的改进。**结果** 改进后的烟支推进机构运行稳定性得到明显提高, 故障停机时间从改进前的 116 h/年下降到了改进后的不到 7 h/年。**结论** 该优化设计可以有效减少推烟机构的故障停机时间, 增加烟支推进机构的稳定性, 进而提升设备综合运行效率。

**关键词:** GD-H1000; 烟支推进机构; 滑块轴承; 虚约束; 润滑系统

**中图分类号:** TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)01-0156-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.01.025

### Improvement of Cigarette Pushing Mechanism of GD-H1000 Cigarette Packaging Machine

ZHOU Jiang, LIU Wan-li, CHEN Ming, CHEN Zhi-wei, FENG Hui-qing, HUANG Yin-hai  
(China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou Cigarette Factory, Hangzhou 310024, China)

**ABSTRACT:** The work aims to improve the cigarette pushing mechanism of GD-H1000 cigarette packaging machine, so as to enhance its stability during the production. The failure rate of cigarette pushing mechanism was high in the production process. Based on the force analysis of the mechanism, it was certain that the effect of fast and severe abrasion of the plastic slider in the mechanism on the operational stability of the cigarette pushing mechanism under the action of alternative load was the main cause for the high failure rate of the mechanism. Then, the plastic slider in the mechanism was improved as the slider bearing to reduce the slider abrasion. Meanwhile, one group of slider bearings were added as virtual constraint to improve the operational stability of the mechanism, and the mechanism structure was improved by means of increasing the lubrication system for the slider bearing, etc. The operational stability of the improved cigarette pushing mechanism was significantly improved and the shutdown time was reduced from 116 h/year to 7 h/year after the improvement. The optimal design can effectively reduce the shutdown time of the cigarette pushing mechanism and strengthen its stability, thus enhancing the comprehensive operating efficiency of the mechanism.

**KEY WORDS:** GD-H1000; cigarette pushing mechanism; slider bearing; virtual constraint; lubrication system

GD-H1000 是由意大利 G.D 公司研发的卷烟包装设备, 其额定生产能力为 1000 包/min, 自动化程度

收稿日期: 2018-09-05

基金项目: 浙江中烟工业有限责任公司重点科技项目 (ZJZY2014D001)

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。

和包装速度均达到了世界领先水平<sup>[1]</sup>。GD-H1000 设备由一系列独立的模块单元组成,实现了模块化的设计,烟支推进机构就是该设备的模块单元之一,6组烟组推进器完成烟组的成形方式是按照“767”排列烟支组推送至6个相应的烟支模盒内的方式进行,其中模盒内的烟支被2根交替动作的输送带输送到下一个工位进行包装<sup>[2]</sup>。

GD-H1000 包装机烟支推进装置的摇杆滑块机构在使用过程中,由于机构中的塑料滑块受交变载荷的作用磨损速度过快,塑料滑块的磨损将会对机构的运行稳定性造成一定影响,因此造成烟支推进机构故障率较高。近年来,国内外针对 H1000 包装机各类故障和问题已进行了很多相关的改进,取得了不错的进展。例如,田晓鸿<sup>[3]</sup>在基于 ADAMS 的推烟机构推手中曲柄滑块机构的动态研究中通过分析曲柄滑块机构的运动学曲线和动力学曲线,实验结果直观形象地仿真出了曲柄滑块的运动情况。桑丛<sup>[4]</sup>等改进了烟库线性电机防尘装置,增加了电机的使用寿命。田晓鸿、李龙和曹巨江<sup>[5]</sup>在推烟包装机推手装置的解析法设计中采用结构分析法对组合机构进行了拆分组件并利用复极矢量函数对其各组件建立数学模型,最终获得了烟包推手的运动学方程式并进一步研究推烟包装机推手机构奠定理论基础。张国志、冯志斌、江威<sup>[6]</sup>等对 H1000 差动式模盒机构的剖析,并对其差动式模盒机构进行了的原理进行剖析。上述研究和改进均未能解决烟支推进机构故障率高的问题。张伟锋和陈青辉在新型 YB65 活动推烟板动力供给装置的研制<sup>[7]</sup>中通过研制气缸电气控制的新型 YB65 活动推烟板动力供给装置,解决了 YB65 条包机的主要故障问题。李坤、胡森、赵刚等在装封箱机推烟装置控制系统改进中<sup>[8]</sup>,结合统计数据并采用“人、机、料、法、环、测”等因素,对条烟倾倒现象进行分析并找出了问题

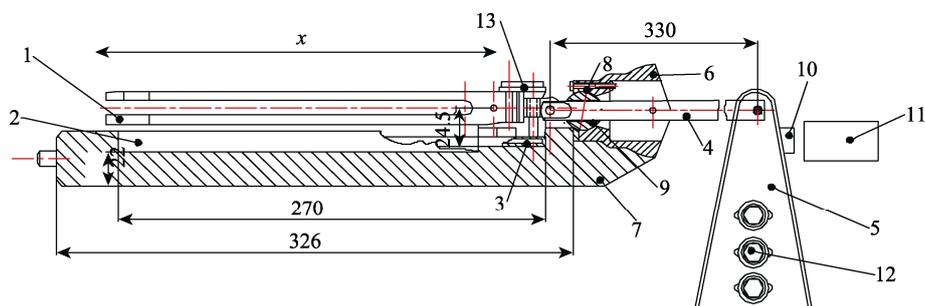
的主要原因,解决了装箱机在条烟推进烟箱时装封箱机频繁出现第1垛25条烟倾倒的问题。

为此,文中通过参考高圣斐<sup>[9]</sup>对超高速烟草包装机的推烟装置的探讨,结合田晓鸿<sup>[10]</sup>等推烟包装机推手装置的解析法设计和 H1000 烟支推进机构工作原理的对比分析,对推进机构的基座、滑块、导轨及润滑装置等主要零件进行设计与改进,将原来的2个平行塑料平面滑块和导轨组成的滑动副改成了有润滑的前后2组滑块轴承和导轨组成的滚动副,在减少摩擦力的同时提高机构运行的稳定性,从而降低推烟机构故障率。为 GD-H1000 设备的稳定发挥提供技术支撑。

## 1 问题分析

### 1.1 推烟杆工作原理分析

由图1可知,推烟杆1被摆杆5带动的连杆4驱动,摆杆5的往复摆动使安装在推烟杆安装座13上的推烟杆1往复移动完成烟支推送的动作,推烟杆安装座13被塑料滑块3支撑,塑料滑块3在滑槽2内往复移动约束着推烟杆安装座的径向的转动以及轴向的转动和移动,形状为一个长方形的塑料小块,长度为32.5 mm。工作时滑块3左右对称的安装在推烟杆安装座上安装后的尺寸为35 mm,滑块选用 PBT 工程塑料加工,硬度为 R117<sup>[11]</sup>,目的是为了延长铝合金滑槽的使用寿命。经过测量推烟杆1的行程为  $X=210$  mm,安装座9的总长为326 mm,见图1,滑块3极限滑动距离为242.5 mm,原烟支推进机构的为保证滑块的正常工作将滑槽2的长度设计为270 mm,滑块3在极限位置时和滑槽2的端面都有14 mm的余量,保证滑槽2和滑块3不发生碰撞。滑块底面和推烟杆中心的高度为24.5 mm。



1.推烟杆 2.滑槽 3.滑块 4.连杆 5.摆杆 6,9.安装座 7.球形副 8.螺钉 10,11.制动电磁铁 12.螺钉 13.推烟杆安装座 x.推烟杆行程

图1 机电集成超环面传动简图

Fig.1 Schematic diagram of electromechanical integrated toroidal drive

### 1.2 机构中零件失效原因分析

分析发现,滑块正常状态的滑块厚度为6 mm,推烟杆前端在运动时保持水平状态,如图2虚线部分所示;根据机构的薄弱环节易发生故障的维修经验<sup>[12]</sup>

看,滑块在运动中最容易磨损。当滑块上下表面均磨损0.5 mm后滑块厚度减薄到5 mm,推烟杆的前端会较正确的工作位置出现 $\pm 2.63$  mm的位置变化,如图2实线所示。烟支直径为7.8 mm。结果表明,这个位置变化会对烟支推送和成型产生很大影响。

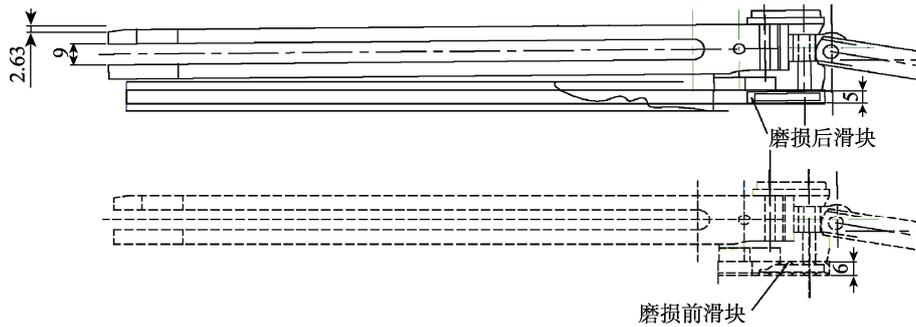


图2 滑块磨损后推烟状态  
Fig.2 Cigarette pushing state after the slider is worn

### 1.3 烟支推进机构的力学分析

力学分析<sup>[13]</sup>见图 3a。摆杆 4 作往复摆动，通过连杆 3 将动力传递到销轴 5，推烟杆 1 在连杆 3 的推力作用下做往复直线运动。其中推烟杆 1、滑块 2、销轴 5、轴承 6 形成一个构件，在对滑块 2 做受力分析时将其视为一个刚体，受力分析见图 3b。根据平面力学中刚体中力平移的原则，滑块 2 受到重力  $G$ 、连杆的推力  $F_n$  和一个力偶  $M$  的作用， $G$  为推烟杆组件的重量，推力  $F_n$  是一个交变载荷随摆杆的摆动幅度不同而变化，而  $M=F_n \times L$  ( $L=26$ ) 同样是一个交变载荷。如图 3c 所示， $F_n$  可以分解成 2 个分力  $F_x$  和  $F_y$ ， $F_x=F_n \times \cos \alpha$  ( $\alpha$  随连杆的运动变化) 带动推烟杆 1 做往复移动，而  $F_y=F_n \times \sin \alpha$  ( $\alpha$  随连杆的运动变化) 作用在滑块上。从上述内容可知，无效作用力包括重力  $G$ 、连杆的分力  $F_y$  以及力偶  $M$ ，由于这些无效作用力和力偶的存在加速了滑块的磨损和失效，滑块需要平衡 3 个无效作用力。

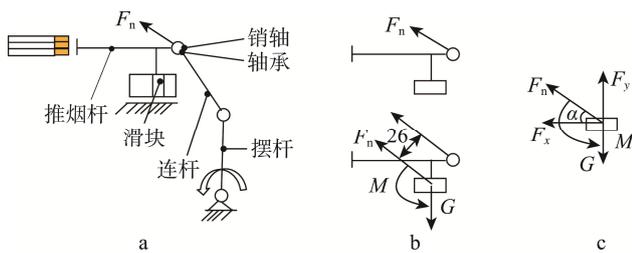


图3 烟支推进机构滑块静力学分析  
Fig.3 Static analysis of slider for cigarette pushing mechanism

## 2 改进方法

### 2.1 改进思路的确定

根据设计的要求，因为该机构运动形式简单，可靠性高，而且不需要对原有的机械结构做过大的改动，所以运动形式上仍然保持摆动滑块机构的运动形式。改进的具体思路如下所述。

- 1) 增加一个滑块约束为机构的虚约束，以保持安装推烟杆运动稳定性。
- 2) 用滚动副约束来代替滑动副约束，减少推烟杆组件在运动时受到的摩擦力，以及减少由于滑块受到摩擦力对铰链形成的反作用力。
- 3) 设计对滚动副的润滑系统，提高机构的运行稳定性。

根据改进后得到的推烟机构的机构运动简图见图 4。

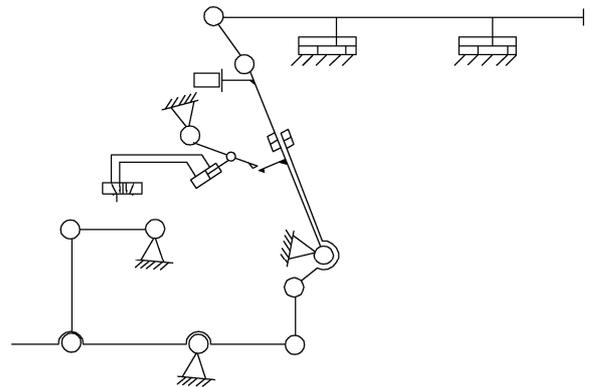


图4 双滑块烟支推进机构原理  
Fig.4 Principle of double-slider cigarette pushing mechanism

## 3 烟支推进机构的改进设计

### 3.1 滑块的选用

滑块的作用是控制推烟杆的往复直线运动，由于烟支推进机构故障主要是由推烟杆滑块机构磨损引起的，所以改进的重点主要是降低滑块的摩擦力，从而延长滑块的寿命。根据图 4 的改进思路，同时结合部件的结构，新机构设计采用滚动摩擦来代替滑动摩擦。由于原滑块安装尺寸为 35 mm，所以选用的滚动直线导轨副为 INA KUSE20H/INA 四排球系列标准滑块和相匹配的直线导轨组件。

滑块和导轨安装高度为 30 mm，滑块宽度  $B$  为 44 mm，大于原滑块安装尺寸 9 mm。长度  $L$  为 75，91 mm 2 种。由图 7 可知，前滑块为虚约束，因此考

考虑到后续改造安装位置的因素,前滑块选择  $L$  为 75 mm 的小滑块,后滑块由于承受了更大的载荷,因此选择  $L$  为 91 mm 的大滑块。导轨宽度  $B$  为 20 mm。查阅相关资料可知,该滑块的重量轻,动载荷达到 16 200 N,适用于高速运行,同时具有边界润滑装置,由于这些因素的存在,该滑块适合改进的需要<sup>[14]</sup>。查表得知滚动摩擦的摩擦因数  $\mu$  为 0.01,因此改进后较原来的滑动摩擦  $\mu$  从 0.5 下降了 50 倍到 0.01,由于选用的滑块导轨组件为通用标准件,因此为日后的维修、更换、采购提供了方便。滑块、导轨的结构见图 5。

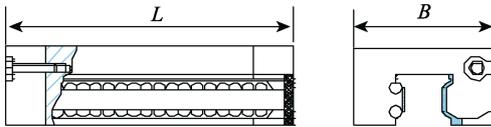


图 5 滑块选用示意

Fig.5 Schematic diagram of slider selection

### 3.2 导轨的选用

按照图 7 的设计思路改进后,结果表明,烟支推进器组件由左右 2 个滑块机构来保持,从而保证推烟杆的运行稳定性,因此 2 个滑块的行程相等且和原烟支推进器组件上的滑块的行程也一致,即推烟杆的行程  $S$  为 210 mm(见图 1),前滑块的长度  $L$  为 75 mm。综上 2 个条件的考虑,前导轨的长度因大于推烟滑块的行程  $S$  加上滑块的长度  $H$  的和即为:  $S_{前} > 285$  mm,而测量原烟支推进机构的安装座总长为 326 mm,为保证机构运行时不会发生碰撞,可增加  $\pm 10$  mm 的余量空间,因此前导轨长度选择  $S_{前} = 305$  mm。同理  $S_{后} > 301$  mm,同样要留  $\pm 10$  mm 的余量空间,因此后导轨的长度  $S_{后} = 321$  mm。考虑到轴承润滑的需要,选择具有润滑孔的导轨,见图 6。

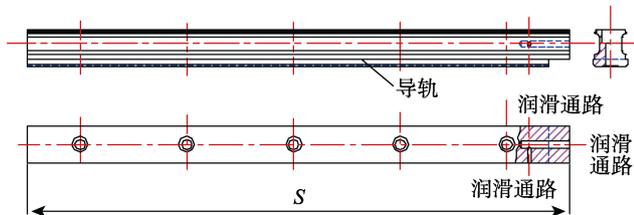


图 6 导轨示意

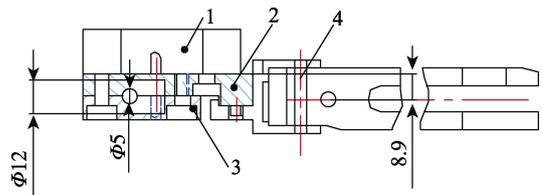
Fig.6 Schematic diagram of guide rail

### 3.3 连接零件设计

#### 3.3.1 推烟杆连接座的设计

在不改变原来推烟杆的基础上,为适应新的机械

结构,设计对推烟杆安装座进行重新设计,设计原理见图 7。新推烟杆安装座设计依据是选用的滑块的安装孔尺寸见图 7 中的 1。新推烟杆安装座设计了上下 2 块 2 个连接块(图 7 中的 2, 3),目的是将推烟杆支架 4 和滑块 1 通过连接块 2 和 3 紧固件固定为一体,同时两连接块组合形成的  $\Phi 12$  mm 孔安装的连接杆。连接杆和支架通过  $\Phi 5$  mm 的销钉连接。



1.滑块 2,3.连接块 4.推烟杆安装支架

图 7 新推烟杆安装座

Fig.7 Mounting seat of new cigarette push rod

#### 3.3.2 后滑块安装座的设计

从图 8a 可知后滑块安装座的设计要求是在安装滑块的同时连接杆和杆,为使机构在运动时不产生力偶,连接杆轴线和连杆的回转轴应在同一高度位置且相互垂直,因此连杆的一部分需要在后滑块安装座 4 内运动(图 8 中圆圈所示)<sup>[15]</sup>。考虑连杆的摆动角度,如图 8b 所示,当连杆在开始位置时铰链受到的法向力为  $F_{n1}$ ,连杆 3 处于结束位置时铰链受到到法向力为  $F_{n2}$ ,这 2 个力的夹角区域内在工作时都会承受力的作用,  $F_n$  为有效作用力,  $F_{n1}F_{n2}$  形成的夹角为连杆和推烟杆的压力角  $\alpha$ 。综合以上因素的考虑,设计的后滑块安装座的外形见图 9。

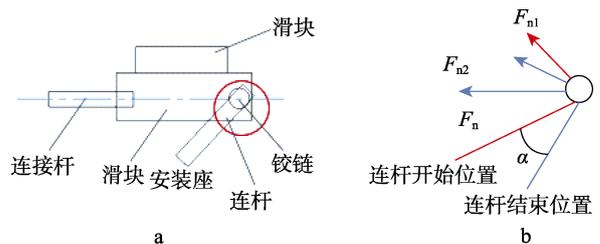


图 8 后滑块安装座设计示意

Fig.8 Schematic diagram of rear slider mounting seat design

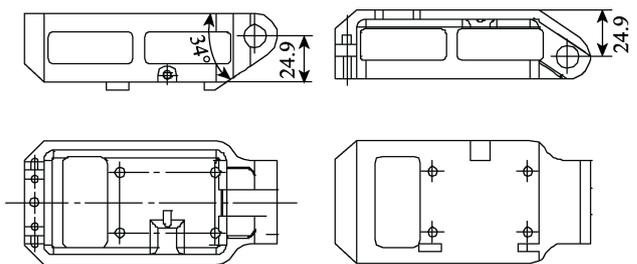


图 9 后滑块安装座示意

Fig.9 Schematic diagram of rear slider mounting seat

### 3.3.3 支推进机构基座的设计

为了安装新的导轨,需要对原来的推烟杆安装座进行改造,改造设计原理是滑块和导轨安装后不改变推烟杆的工作位置。从1.1节中可知,原滑块底面到推烟杆中心的高度为24.5 mm,而新的滑块和导轨的高度  $H$  为30 mm,加推烟杆安装座底面到推烟杆安装中心的距离为8.9 mm,两者相加的和为导轨底面到推烟杆安装中心的高度38.9 mm,因此推进器组件安装座应减去13.4 mm厚度,即为导轨的宽度  $20 \pm 0.2$  mm 将原滑块的活动长度  $B=270$  mm 增加到  $C=305$  mm,通过去除区域1,2,3的材料来获得上述尺寸,见图10。

前部的滑块和导轨可以通过对原烟支推进机构安装座的改造进行安装,后部的滑块和导轨需要在原安装座的基础上加设一个类似与前部的安装座,在确定后部安装座的结构之前需要确定后部导轨的安装位置。由于设备纵向安装空间为360 mm,而选定后导轨的长度为305 mm;后部安装座的最大外圆尺寸和前部基本相同,即不超过原安装座的安装法兰的直径为116 mm,因此有足够的空间进行后部安装座的改造以及导轨的安装。

确定设备安装空间后,需要进行推进机构后部安装座的外形设计。由图9可知,后滑块安装座的连接杆轴线和滑块安装座的距离为24.9 mm,而滑块和导轨的安装高度为  $H$  为30 mm,因此推进机构安装座的导轨安装面到推烟杆轴线距离为54.9 mm。在安装座底部加工  $M6 \times 1.5$  的黄油嘴安装螺孔,安装法兰的外形尺寸与前安装座一致,因此前后安装法兰可以共用,即前后安装座可以加工成一体。最终的安装座示意图见图11。

### 3.3.4 连杆、滑块连接杆设计

由于新的烟支推进器为双滑块约束的设计,因此须将2个滑块进行刚性连接。系统采用1根连接杆将2个滑块进行刚性连接,连杆的长度必须保证后部滑块有足够的空间完成在导轨上滑动。

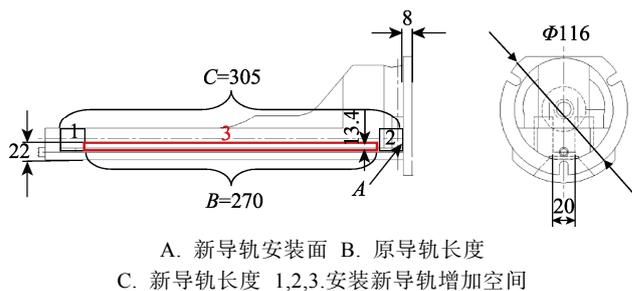


图10 原烟支推进机构安装座示意  
Fig.10 Schematic diagram of mounting seat of original cigarette pushing mechanism

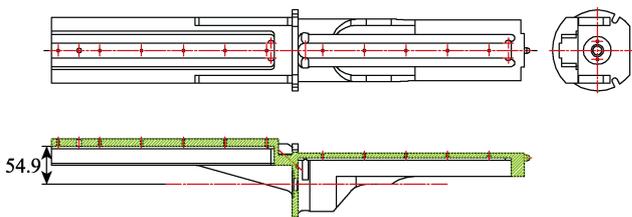
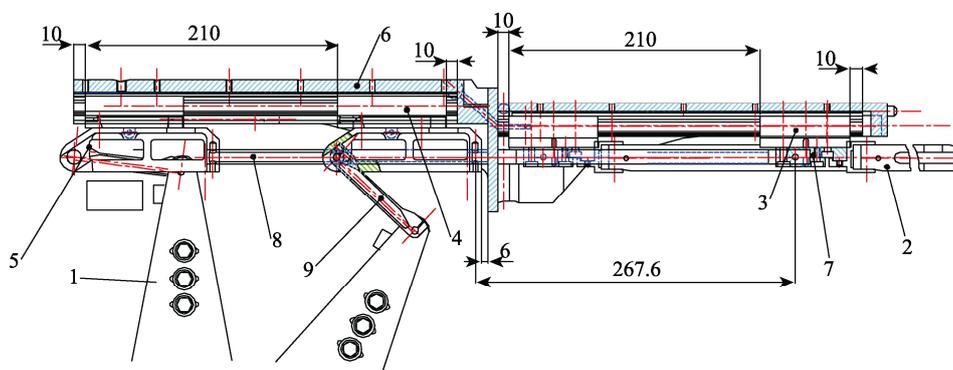


图11 烟支推进机构后部安装座示意  
Fig.11 Schematic diagram of rear mounting seat of cigarette pushing mechanism

根据图12可知,手动盘推进机构驱动摆杆1到最前面的工作位置,推烟杆2处在最前端,此时推烟杆的工作面与定位导轨烟支长度+1 mm的距离,以此为前滑块3的定位依据。同样后滑块4此时也应该在最前面位置,为防止后滑块安装座5和推进机构安装座6碰撞,将后滑块安装座4在最前端位置时,滑块4和推进机构安装座6的距离为6 mm,作为后滑块的定位依据。此时测量前连接块7和后滑块安装座5连接杆安装孔的距离,确定连接杆8的长度  $L=268$  mm,同时测量驱动摆杆1安装孔和后滑块安装座5的连杆安装孔的距离,确定连杆9的长度  $L=90$  mm,为减轻机构的总质量,连接杆采用外径为  $\Phi 12$  mm,内径为  $\Phi 8$  mm 硬铝 LY12 加工。



1.摆杆 2.推烟杆 3.前滑块 4.后滑块 5.后滑块安装座 6.推烟杆机构安装座 7.前连接块 8.连接杆 9.连杆

图12 烟支推进器总装  
Fig.12 General assembly of cigarette pusher

### 3.4 润滑装置的设计

通过对连杆滑块安装润滑装置,同时通过控制系统实现对滑块的定期润滑。从图 13 中可以看出,润滑油从油嘴安装孔 6,7 进入导轨 1,2 的加油孔 4,5 内,滑块在往复运动的同时对滑块进行润滑。润滑油嘴 6,7 根据润滑周期表进行人工润滑,润滑周期为 1000 h,润滑油牌号为 EP630。通过对烟支推进机构进行全新的设计,其结构与形状与原有装置有了很大区别。为减轻机构的总重量,以上除连接件和标准件外,其他零件都用锻铝 707312。该材料加工性能好,硬度能达到  $\geq 150$  HB,抗拉强度  $\geq 524$  MPa,该机构受力不超过 10 N,主要防止疲劳破坏。由于这些优良特性的存在,因此该型材料可以满足工作的需要。

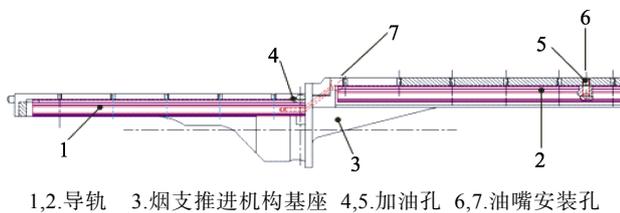


图 13 润滑系统示意

Fig.13 Schematic diagram of lubrication system

## 4 改进效果

为了验证烟支推进机构改进后的效果,对该装置改进前后的故障时间及计划维修时的烟支推进机构组件相关零件的更换进行了统计分析。通过对 3 个机台在改进前 2016 年和改进后 2017 年,全年 4 个季度的烟支推进机构故障停时进行同期对比,故障频数取其平均值,对比结果见表 1。

表 1 改进前后烟支推进机构故障频数和时间对比

Tab.1 Comparison of fault frequency and time before and after improvement of cigarette pushing mechanism

时间	改进前(2016年)		改进后(2017年)	
	频次	停时/h	频次	停时/h
1 季度	23	28	3	1.23
2 季度	19	50	5	1.53
3 季度	29	23	2	1.13
4 季度	35	15	7	2.77
全年	106	116	17	6.66

## 5 结语

文中在滑块的选用、导轨的选用和连接零件设计中进行了技术上和理论上的创新,实现了 GD-H1000

卷烟包装机烟支推进机构的改进,在经过连续 1 年多时间的实际运行观察以及数据统计,发现在改进后烟支推进机构发生故障的时间和次数均大大降低,由此证明烟支推进机构中滑块机构、连杆、连杆座、润滑装置的设计是较为成功的。该改进在提升设备效率的同时,也增强了技术攻关团队继续优化先进设备局部结构的信心,为烟草工业企业同类设备的管理提供一种探索实践方法。

### 参考文献:

- [1] GD H1000 Packing Machine Operating and Adjustments Manual[K]. Bologna: GD & CO, 2007: 12—17.
- [2] 郑小珍, 简庆龙, 莫景会. 提高超高速机 M8-H1000 设备有效作业率的研究[J]. 机械制造与自动化, 2017, 46(3): 92—95.  
ZHENG Xiao-zhen, JIAN Qing-long, MO Jing-hui. Research on Improving the Effective Operating Rate of Ultra-high Speed M8-H1000 Equipment[J]. Mechanical Manufacturing and Automation, 2017, 46(3): 92—95.
- [3] 田晓鸿. 基于 ADAMS 的推烟机构推手中曲柄滑块机构的动态研究[J]. 包装工程, 2014, 35(5): 46—49.  
TIAN Xiao-hong. Dynamic Study of the Crank Slider Mechanism in the Push Tobacco Mechanism Based on ADAMS[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(5): 46—49.
- [4] 桑丛, 赵亮, 周奎田, 等. GD-H1000 包装机烟库线性电机防尘装置的改进[J]. 烟草科技, 2013(7): 27—29.  
SANG Cong, ZHAO Liang, ZHOU Kui-tian, et al. Improvement of Linear Motor Dustproof Device for GD-H1000 Packing Unit[J]. Tobacco Science & Technology, 2013(7): 27—29.
- [5] 田晓鸿, 李龙, 曹巨江. 推烟包装机推手装置的解析法设计[J]. 包装工程, 2011, 32(17): 76—79.  
TIAN Xiao-hong, LI Long, CAO Ju-jiang. Analytical Design of Push Device for Cigarette Packer[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(17): 76—79.
- [6] 张国智, 冯志斌, 江威, 等. H1000 超高速包装机组差动式模盒机构剖析[J]. 烟草科技, 2014(11): 25—28.  
ZHANG Guo-zhi, FENG Zhi-bin, JIANG Wei, et al. Analysis of Differential Mandrel Mechanism in H1000 Ultrahigh-speed Cigarette Packer[J]. Tobacco Science & Technology, 2014(11): 25—28.
- [7] 张伟锋, 陈青辉. 新型 YB65 活动推烟板动力供给装置的研制[J]. 内燃机与配件, 2017(22): 16—17.  
ZHANG Wei-feng, CHEN Qing-hui. Development of a New YB65 Mobile Smoke Board Power Supply Device[J]. Internal Combustion Engines and Accessories, 2017(22): 16—17.
- [8] 李坤, 胡森, 赵刚, 等. 装封箱机推烟装置控制系统改进[J]. 包装与食品机械, 2017, 35(1): 66—68.

- LI Kun, HU Sen, ZHAO Gang, et al. Improved Control System of Box Packer Push Smoke Device[J]. Packaging and Food Machinery, 2017, 35(1): 66—68.
- [9] 高圣斐. 超高速烟草包装机的推烟装置探讨[J]. 中国包装工业, 2014(18): 13—14.
- GAO Sheng-fei. Discussion on the Smoke Pushing Device of the Super High Speed Tobacco Packing Machine[J]. Packaging Industry in China, 2014(18): 13—14.
- [10] 田晓鸿, 李龙, 曹巨江. 推烟包装机推手装置的解析法设计[J]. 包装工程, 2011, 32(17): 76—79.
- TIAN Xiao-hong, LI Long, CAO Ju-jiang. Analytic Design of the Pusher Device in Cigarette Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(17): 76—79.
- [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] 喻树洪, 叶锡军. 维修的方法[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2015.
- YU Shu-hong, YE Xi-jun. The Ideal of Maintenance[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2015.
- [13] 范钦珊, 薛克宗, 程保荣. 理论力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- FAN Qin-san, XUE Ke-zong, CHENG Bao-rong. The Oretical Mechanics[M]. Beijing: Higher Education Press.
- [14] 路甬祥. 液压气动技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- LU Yong-xiang. Hydraulic and Pneumatic Technical Manual[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2002.
- [15] 徐灏. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- XU Hao. Mechanical Design Manual[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2000.