

Design of the New Suction Device for the Extractor of ZB416A Hard Box Packaging Machine

Lihong Yang

Guangxi Tobacco Industry Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530001, China

Abstract

The ZB416A high-speed fine cigarette hard box packaging machine, developed by Shanghai Tobacco Machinery Factory, is a highly efficient equipment capable of processing 500 packs per minute and is widely used in domestic cigarette manufacturing enterprises. This model transfers cigarette packs output from the drying beam to the toothed conveyor belt and then to the overhead belt through upper and lower double suction cups. The original system had a design flaw of continuously maintaining negative pressure, which required the use of a baffle to forcibly position the packs when the suction cups released them. This led to extremely strict requirements for the negative pressure value - too high a negative pressure could tear the trademark paper at the moment of stopping, while too low a value could cause the suction cups to fail to hold the packs, resulting in creases. To address this technical bottleneck, the R&D team innovatively designed a dynamic negative pressure release device. This device automatically cuts off the negative pressure when the cigarette packs precisely reach the work position, eliminating the mechanical interference between the suction cups and the baffle and fundamentally solving the risk of pack damage caused by unstable suction pressure in the traditional structure.

Keywords

ZB416A hard box packaging machine; extracting system; suction release device

ZB416A 硬盒包装机新型抽出器吸风装置的设计

杨立鸿

广西中烟工业有限责任公司, 中国·广西南宁 530001

摘要

ZB416A 高速细支硬盒包装机是上海烟机厂研发的500包/分钟高效设备, 广泛应用于国内卷烟企业。该机型通过上下双吸盘将干燥梁输出的烟包转移至齿形传送带, 再输送至高架皮带。原系统存在负压持续开启的设计缺陷: 吸盘释放烟包时需依靠挡板强制定位, 导致对负压值要求极为严苛——负压过高易在挡停瞬间撕裂商标纸, 过低则引发吸包失败造成烟包褶皱。针对这一技术瓶颈, 研发团队创新设计了负压动态释放装置。该装置在烟包精准到达工位后自动切断负压, 消除吸盘与挡板间的机械干涉, 从根本上解决了传统结构因吸风压力不稳定导致的烟包损伤风险。

关键词

ZB416A 硬盒包装机; 抽出器系统; 吸风释放装置

1 引言

ZB416A 主机抽出器作用是把干燥梁出来的烟包吸取到指定位置, 然后由拨烟齿形带把烟包拨走, 由于原设计吸取烟包时, 负压是一致存在的, 达到指定位置后是靠一挡板挡住烟包, 而吸盘仍然继续往后运动才释放烟包, 此种情况对吸风大小有很高要求, 吸风过大会导致烟包在强行挡住时撕烂商标纸, 吸风过小则会导致烟包吸取不到位进而出现撞皱烟包缺陷, 为此, 需设计一款新型吸风释放装置, 保证烟包能稳定、准确达到指定位置。

【作者简介】杨立鸿(1989-), 男, 中国广西贵港人, 本科, 工程师, 从事卷烟包装机械维修研究。

2 问题描述

2.1 抽出器工作原理

如图1所示, 主机抽出器, 主要作用是通过上下吸盘把干燥梁上的烟包从通道上吸取到烟包同步齿形带上, 然后由齿形带把烟包输送到烟包过桥通道上。

2.2 存在问题

由于吸取烟包的负压是常通的, 当吸盘吸着烟包到达指定位置后, 是靠一挡板4, 挡住烟包运动, 而吸盘继续向后运动, 从而强行使烟包停在指定位置。此种设计对负压的大小有很高的要求, 负压过小会导致烟包吸取不稳, 无法达到指定位置, 进而容易造成烟包撞皱风险, 如图2。而负压过大会导致烟包在强行挡住时撕烂商标纸, 进而造成商标纸破损缺陷烟包, 如图3。改进前维修抽出器撞皱烟包次数性维修调整统计数据如表1所示。

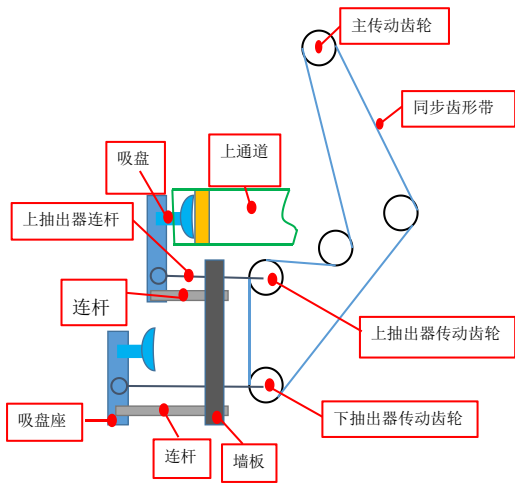


图 1 抽出器工作原理图



图 2 烟包撞皱



图 3 商标纸撕烂

表 1 改进前维修抽出器撞皱烟包次数性维修调整统计数据

月份	次数	耗时(分钟)
1	1	196
2	2	341
3	1	219
季度汇总	4	756

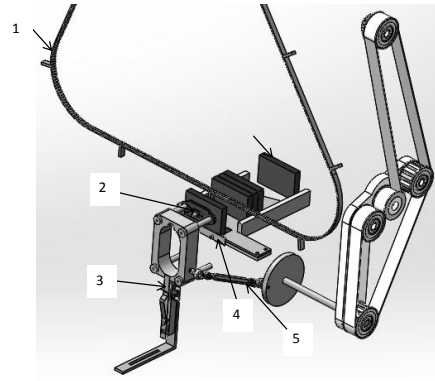
2.3 问题分析

抽出器出现烟包撞皱主要是因为烟包吸取不到位或者是烟包达到指定位置后，在负压断开瞬间，反弹力过大，进而造成烟包不能准确停在指定位置。而造成这两种情况的出现主要是因为吸取烟包时负压既要大又要小的矛盾，为解决负压既要大又要小是关键问题。

3 方案设计及实施

3.1 方案设计

为解决上述问题，设计一种烟包达到指定位置后就把负压释放掉的新型负压释放装置，有效解决负压既要大又要小矛盾。本着方便、高效、快捷、安全、可靠、经济的原则，提出了一种 ZB416A 硬盒包装机新型抽出器负压释放装置解决方案，如图 4 所示。



1—拨烟齿形带；2—吸盘座；3—负压释放装置；4—挡板；5—驱动连杆

图 4 ZB416A 硬盒包装机新型抽出器负压释放装置安装示意图

3.2 方案实施

本方案的关键点是烟包达到指定位置后如何把负压释放掉，使烟包平稳、准确达到指定位置。如图 5 所示，负压从孔 20 进入，从孔 22 出来，在吸取烟包过程中弹片 32 上的尼龙块 31，在弹簧片 30 的作用下堵住泄压孔 18，保证孔 22 出来的负压足够，当烟包吸取到指定位置后，吸盘座 2 继续向后运动顶开弹片 32，从而使从孔 20 进来的负压经泄气口 18 释放掉，此时从孔 22 出来没有负压，吸盘的负压连接孔 22，也就是吸取烟包的吸盘的释放掉，烟包没有负压后平稳、准确地停在指定位置。通过此设计，吸取烟包时可以把负压调整到最大，确保能稳定吸取烟包，而烟包达到指定位置后，把负压释放掉，能保证烟包达到指定位置时平稳准确。

本论证旨在评估使用 45 号钢制作的支架 27 (图 5) 在给定条件下的适用性，以及分析支架横截面上的受力情况，并验证所选用的 M4 8.8 级螺栓是否能满足承受力的要求。

3.3 材料参数

45 号钢：45 号钢是一种常用的中碳调质钢^[5]，它具有良好的综合机械性能，包括良好的韧性和塑性。然而，具体的机械性能(如屈服强度、抗拉强度)需要具体的数据，但通常中碳钢的抗拉强度在 500~700MPa 之间，这里我们假设其抗拉强度为 600MPa 作为估算。这种钢材广泛应用于机械制造领域，特别是在需要承受较大载荷的零件和结构中。

螺栓参数：M4 8.8 级螺栓，其抗拉强度约为 800MPa(根据标准，8.8 级表示螺栓材质的公称抗拉强度为 800MPa)，

剪切强度约为抗拉强度的0.6倍,即约480MPa。这种螺栓因其较高的强度和良好的耐腐蚀性能,常用于连接和固定各种结构部件。

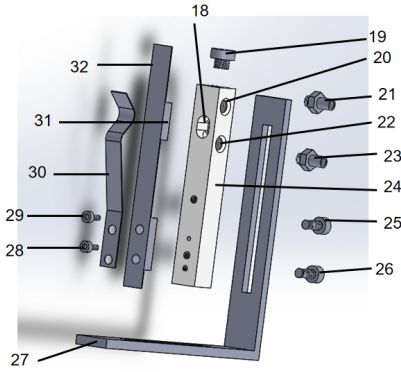


图5 负压释放装置结构示意图

3.4 受力分析

①支架受力:根据支架的受力情况约为1KG,根据牛顿第二定律 $F=ma=1\text{KG} \times 9.8\text{N/ms}=9.8\text{N}$,我们可以计算出支架所受的力。②支架横截面上受到的总力为9.8N,其横截面积为 240mm^2 。这个横截面积是支架在受力方向上的有效面积,对于计算应力至关重要。③平均应力 $\sigma=F/A=9.8\text{N}/240\text{mm}^2=0.4\text{MPa}$ 。这里的 σ 称为正应力,它表示单位面积上的力,是评估材料是否能够承受实际载荷的重要参数。④ σ 称为正应力; F 为总受力; A 为横截面积;这些参数是进行受力分析时必须考虑的基本要素。⑤考虑到安全裕量和可能的不均匀受力,实际设计时需考虑更大的安全系数。但此处的平均应力远低于45号钢的抗拉强度,因此从材料强度的角度看,支架是合适的,可以满足实际应用中的强度要求。

3.5 螺栓受力

①假设两颗螺栓均匀分担载荷,则每颗螺栓承受的力为 $F_{\text{bolt}}=F/2=9.8\text{N}/2=4.9\text{N}$ 。这个假设是为了简化计算,实际情况中螺栓的受力可能会有所不同。

②对于M4螺栓,其有效截面积(螺纹部分)约为 $A_{\text{bolt}}=\pi r^2=3.24 \times (2\text{mm})^2=12.57\text{mm}^2$ 。这个面积是螺栓在受力方向上的有效面积,对于计算螺栓的应力至关重要。

③若主要考虑拉伸,计算公式为: $\sigma=FN/A$;

其中, σ 表示拉应力, FN 表示横截面上的轴力, A 表示横截面的面积。则螺栓上的拉应力 $\sigma_{\text{bolt}}=\frac{F_{\text{bolt}}}{A_{\text{bolt}}}=\frac{9.8\text{N}}{12.57\text{mm}^2}=0.77\text{MPa}$,远低于螺栓的抗拉强度800MPa,因此拉伸强度方面符合要求,螺栓能够承受实际的拉伸载荷。

④剪切应力的大小与剪切力和受力面积有关,计算公式为: $\tau m=FQ/A$;

其中, τm 表示平均切应力, FQ 表示作用于截面上的剪切力, A 表示剪切面面积。则剪切应力 $\sigma_{\text{bolt}}=\frac{F_{\text{bolt}}}{A_{\text{bolt}}}=\frac{9.8\text{N}}{12.57\text{mm}^2}=0.77\text{MPa}$,也远低于螺栓的剪切强度480MPa,

因此剪切强度方面也符合要求,螺栓能够承受实际的剪切载荷。

3.6 结论

支架合适性:根据受力分析,45号钢支架在承受9.8N的力时,其平均应力远低于材料的抗拉强度,因此从强度角度考虑,该支架是合适的,可以满足实际应用中的强度要求。

螺栓选用:所选用的M4 8.8级螺栓在承受由支架分配过来的力时,无论是拉伸应力还是剪切应力,均远低于其允许的最大值,因此螺栓的选用也是合适的,可以保证连接的可靠性和结构的安全性。

新型抽出器负压释放装置,操作简单,成本低,效率高,精度高,安全可靠,寿命长,效果显著,如图6所示。

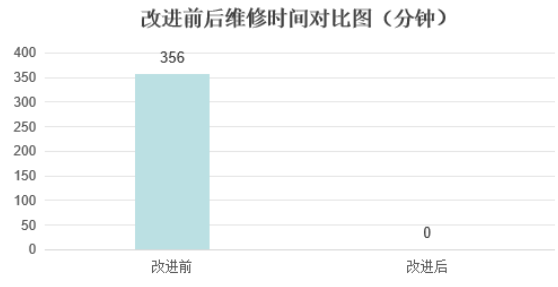


图5 改进前后季度维修耗时对比图

4 应用情况及效益分析

本设计已经推广应用到车间4台ZB416A高速细支包装机上,对ZB416常规高速包装机同样适用。本设计自安装在设备上使用以来,该部位未再发生烟包撞皱造成停机维修。按前期维修统计每季度每台车因烟包撞皱问题维修4次,总影响生产时间756分钟计算,以凌云香烟每件烟7500元计算,每年能多创造的经济效益: $756(\text{分钟}) \times 4(\text{季度}) \times 1 \text{件} \times 7500 \text{元}=206.8 \text{万元}$

5 结语

综上所述,ZB416A硬盒包装机新型主机抽出器负压释放装置的研发,不但可以帮助工厂取得了明显的经济效益,为工厂节约了技术改造费用;而且节约了大量维修资源,经济实用,设备效率提高显著,产品质量得到保证,降低原辅材料消耗,提高了人文士气,增强产品市场竞争力,维护消费者的利益。

参考文献

- [1] 周智光,王磊.《机械设计基础》.化学工业出版社,2011.
- [2] 上海烟草机械有限责任公司《ZB416A硬盒包装机使用说明书》
- [3] 上海烟草机械有限责任公司《ZB416A调机手册》
- [4] 《ZB45包装机组》编写组[M].ZB45包装机组.北京:北京出版社,2012.
- [5] 《烟机设备机械修理工(一至二级)基础知识》编写组.郑州:河南科学技术出版社,2020.8.