

GD 系列包装机-CH 透明纸刹车装置的改进

刘汝强

上海烟草（集团）公司天津卷烟厂 天津市东丽区杨家台雪莲路 13 号 300163

[摘要] 针对 GD 盒外透明纸包装机在实际运行中，经常发生小盒透明纸破包、小盒拉线错牙、小盒透明纸歪斜以及透明纸在输送通道内堵塞等质量缺陷和故障问题，严重影响设备的效率，通过对透明纸输送通道、小盒成型和透明纸供给系统的工作原理和结构进行分析研究，找到了原因所在，提出了透明纸纸圈架制动系统的全新的设计方案，通过方案的实施和完善，改变制动片与制动鼓的包角，使制动片与制动鼓始终保持面接触，使透明纸牵引力与透明纸纸圈架制动装置对纸圈的制动摩擦力在工作过程中不能处于动态平衡状态，达到了大大降低了产品质量缺陷数量和透明纸在输送通道堵塞的故障次数，并且简便维修操作和提高设备利用率的目的。

[关键词] 制动片 制动鼓 摩擦力 动态平衡

[前言] GD 系列包装机是由意大利 G.D 公司在八十年代设计制造的中高速香烟包装机组。目前我厂的产品包装主要由 GDX2 包装机和 GDX1 包装机完成。GDX2 包装机主要负责硬盒产品的包装、GDX1 包装机主要负责软盒产品的包装。GDX2 包装机和 GDX1 包装机在辅机设计理念和设计方案基本相同，区别在于产品外观尺寸相关的设备调整尺寸。在实际使用中，GD 系列包装机具有运行稳定、有效作业率高、消耗低、维修方便等优点。

在实际的生产过程中，发现由于某些部件设计的局限性，导致包装后的小盒存在质量缺陷以及故障停机问题，维修人员经常频繁调试设备，加大了维修人员的工作难度和强度。

1 存在问题

实际运行中，透明纸牵引力与透明纸纸圈架制动装置对纸圈的制动摩擦力在工作过程中不能处于动态平衡状态，制动片与制动鼓之间的摩擦力不能满足生产的需要，造成透明纸在释放速度快，致使透明纸输送速度不稳定和透明纸左右打摆，容易造成产品破包、拉线错牙、小盒玻璃纸歪斜等质量缺陷和造成透明纸在输送通道上堵塞等故障。

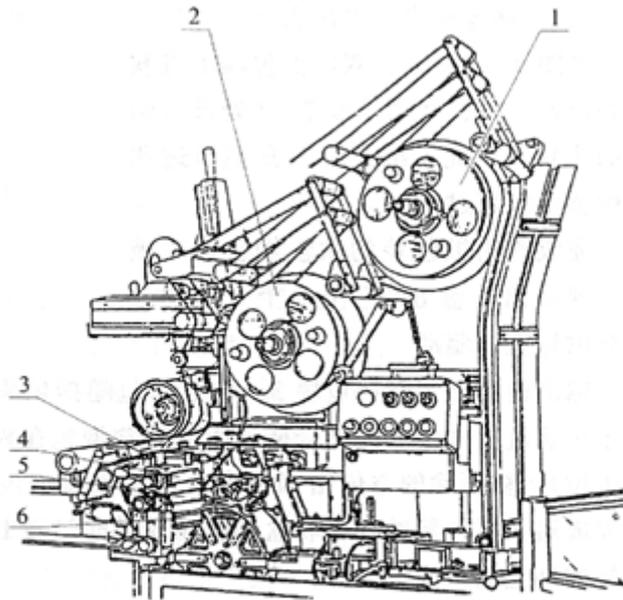
2 透明纸供给原理及透明纸纸圈架的结构与工作原理

2.1 透明纸供给原理

如图一所示，从纸圈 1 或 2 释放下来的透明纸，均需经一系列辊轮的导向，然后沿着导向辊 3 被垂直牵引向下，牵引透明纸所谓动力来源于一对送纸辊 4。在输送过程中，切纸刀 5 将透明纸裁切成一定长度，被裁切的透明纸与未裁切的透明纸为便于输送暂时保持四点相连，透明纸继续向下输送到软盒烟包地进入位置（即包装成型轮的包装槽前面），由加速轮 6 来完成透明纸四点分离。

透明纸在纸圈上的释放的快慢与制动片与制动鼓之间的摩擦力大小决定，当制动片与制动鼓之间的摩擦力大，则透明纸释放慢，反之，则透明纸释放快。





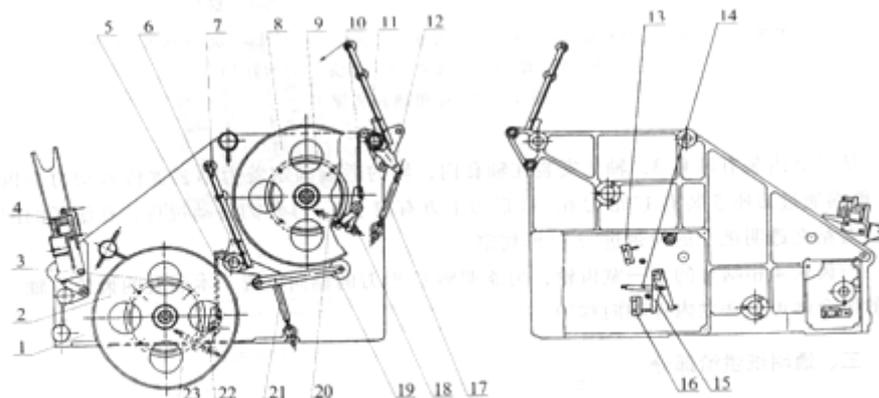
1、2. 纸圈 3. 导向辊 4. 一对送纸轮
5. 切纸刀 6. 加速辊
图一 透明纸供给

2.2 透明纸纸圈架的结构与工作原理

纸圈架上装有两个相同结构的纸圈，且带有透明纸消耗控制装置。透明纸纸圈架主要有滚轮架、纸圈、制动鼓、拼接装置、弹簧板微动开关、制动摆杆、压纸摆杆等组成。

如图二所示，纸圈架 1 装在机身上端面，在纸圈架上装有两个结构相同的纸圈 2、8。当透明纸在一对送纸辊对拉力牵引下，使滚轮架 7、11 上端的滚轮受到向左下方的拉力，由于滚轮架固定在摆杆 6、12 上，使滚轮架克服摆杆下端的弹簧 17、21 拉力和弹簧 20、23 通过制动摆杆 18、22 弹簧板 5、10 作用于摆杆上端的推力，使滚轮绕着轴作逆时针转动，这时制动摆杆下端制动片与纸圈上的制动鼓 3、9 放松，对制动鼓 3、9 摩擦力减少，纸圈作顺时针转动，透明纸从纸圈上自动松解释放下来，如果透明纸从纸圈松解过快，呈松弛状态，其对滚轮架上端的拉力减小，在摆杆下端的弹簧和制动摆杆下端弹簧拉力的作用下，使滚轮架绕轴作顺时针转动，同时，制动摆杆在弹簧力的作用下也顺时针方向摆动，制动摆杆下端制动片与制动鼓压紧，摩擦力增加，从而防止了纸圈在运动中的惯性使透明纸松解释放过快，因此，透明纸牵引力与制动装置对纸圈的制动摩擦力在工作过程中总处于动态平衡状态。



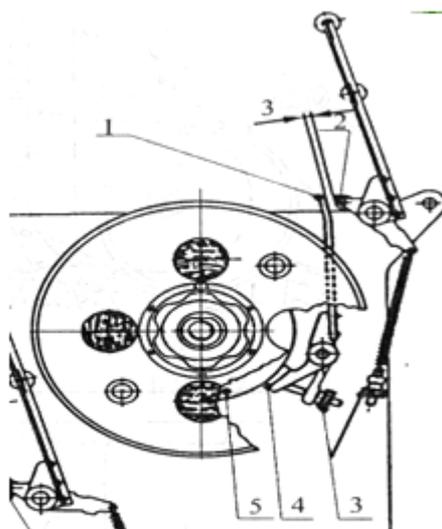


1. 纸圈 2、8. 纸圈 3、9. 制动鼓 4. 拼接装置 5、10. 弹簧板 6、12、13. 摆杆 7、11. 滚轮鼓
13、16. 微动开关 14、17、20、21、23. 弹簧 18、22. 制动摆杆 19. 压纸摆杆

图二 纸卷安装

2.2.1 制动摆杆的调整

如图三所示，制动摆杆的调整：用螺钉来调整，使制动摆杆下端的制动片完全地附在制动鼓上，另外调整偏心轴，在滚轮架处于没有拉力的状态时，是摆杆上的滚轮与弹簧板相距 3mm。



1. 弹簧板 2. 滚轮 3. 螺钉
4. 制动摆杆 5. 制动鼓

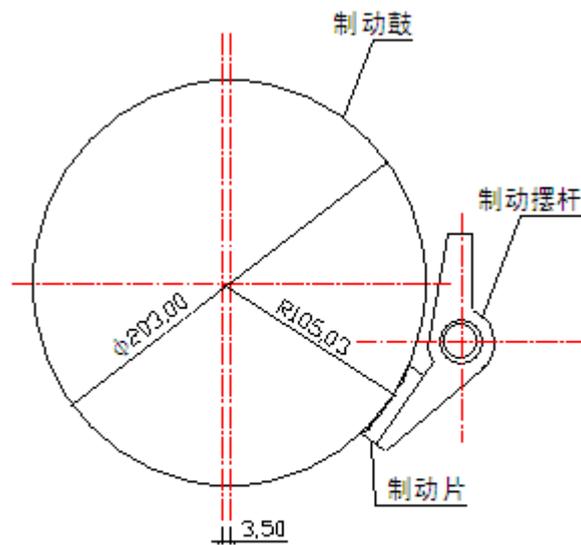
图三 制动摆杆的调整

3. 原因分析

3.1 透明纸牵引力与制动装置对纸圈的制动摩擦力不能处于动态平衡状态的原因分析。



图四 制动摆杆



图五 制动片与制动鼓工作效果图

如图四所示，制动摆杆上装有制动片，制动片为表面为弧形，材质为石棉加钢丝，它的作用是与制动摆杆配合与制动鼓相接触，产生摩擦力，为纸圈提供制动。制动片的外形尺寸为宽 15mm、长 42mm、厚 7mm，弧形半径为 105mm。而制动鼓的直径为 203mm，通过图五，我们可看出制动鼓圆心与制动片的弧形圆心不在同一点，两个圆心相距 3.5mm，造成制动片在 42mm 全长上不能同制动鼓完全接触，接近制动片中间处与制动鼓接触。当制动摆杆在透明纸牵引力的作用下，逆时针旋转，制动片也绕制动摆杆的中心逆时针旋转，制动片的工作面则逐渐变小。

为保证纸圈架平稳供应透明纸，透明纸的牵引力与制动片对制动鼓的摩擦力动态平衡，牵引力相对纸圈的力矩与摩擦力相对制动鼓的力矩相等，力矩动态平衡，即 $F_{牵} \cdot L_{牵} = F_{摩} \cdot L_{摩}$ ($F_{牵}$ =透明纸牵引力、 $L_{牵}$ =透明纸的半径、 $F_{摩}$ =制动片与制动鼓的摩擦力、 $L_{摩}$ =制动鼓半径)

对制动片进行受力和力矩分析：

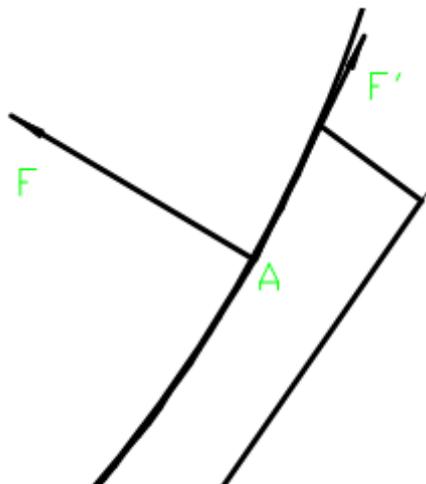
在理想状态下，将制动片分成若干个点，对点进行受力分析，则制动片所受的摩擦力为各个点所受摩擦力的合力。在制动片上任意取一点 A，进行受力分析，由于制动摆杆在透明纸牵引力的作用下，通过制动片对制动鼓有一个压力，并且由于制动鼓为直径为 203mm 的圆形，压力 F 的方向必定指向制动鼓的圆心，并且压力 F 的大小是透明纸牵引力与制动摆杆上拉伸弹簧的弹簧拉力的合力。由于压力的存在，致使制动片上的 A 点受到摩擦力发 F'，摩擦力的方向为 A 点与制动鼓交点处的切线方向。根据摩擦力的公式 $F' = u$



$$F_A = u F, F' = \int_0^{42} FA' F' = \int_0^{42} FA'$$

N, 其中 u 为摩擦系数、 N 为受力点所受的正压力。则由于压力 F 的受力方向指向制动鼓的圆心, 即 $F=N$, 则 A 点所受的摩擦力为

, 通过公式可以直观地发现制动鼓所受到的摩擦力为作用在制动片工作长度的各个点摩擦力的微积分。通过图五, 制动摆该在透明纸拉力和拉伸弹簧的弹簧拉力的共同作用下围绕制动摆杆的中心作圆周运动, 造成制动片的有效工作长度减小, 如在透明纸拉力和拉伸弹簧的弹簧拉力的合力不变的情况下, 由于制动片与制动鼓的工作长度减小, 致使摩擦力减小, 造成透明纸释放速度快, 致使透明纸输送速度不稳定和透明纸左右打摆, 容易造成产品破包、拉线错牙、小盒玻璃纸歪斜等质量缺陷和造成透明纸在输送通道上堵塞等故障。并且由于制动片的有效工作长度小, 造成制动片局部磨损严重, 为了保证透明纸释放的速度, 维修人员经常更换制动片或在制动片与制动鼓之间增加摩擦系数大的耐磨物质便向增加摩擦制动片对制动鼓的摩擦力。



图六 受力分析图

4.改进的思路

根据

的微积分公式, 制动鼓所受到的摩擦力为作用在制动片工作长度的各个点摩擦力的微积分。那增加制动片的有效的工作长度, 是解决问题的突破点。

将制动片无限延长, 变成包角等于 180° 的制动带, 并且一端与滚轮架相连, 一端与在纸圈架上的定位块相连, 并且通过弹簧调整制动力。

5.改进方案

5.1 制动带材质的选型

5.1.1 制动带的材质的要求:

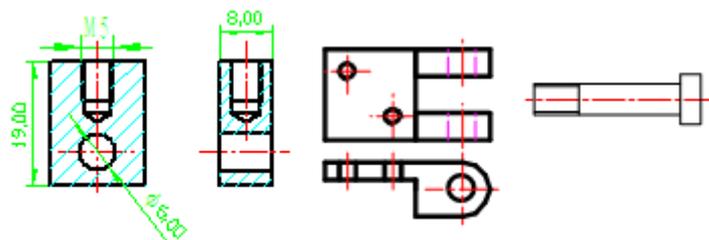
- A、摩擦系数: 由于与制动鼓的接触面大, 因此摩擦系数一般选择适中即可。
- B、疲劳强度和刚性: 由于制动带始终处于弯曲状态, 要求疲劳强度和刚性要强。
- C、耐磨性: 由于制动带与制动鼓之间产生磨擦力, 从设备管理的理念考虑, 耐磨性是重点。

5.1.2 基于上述对制动带材质的 3 种要求, 通过查阅《机械设计手册》(第四版、第 1 卷), 我们选择聚酰胺 (PA) 中的尼龙 66 (PA-66), 它具有疲劳强度和刚性较高, 耐热性较好, 耐磨性好, 摩擦因数为 $0.15 \sim 0.4$, p_v 极限值为 $0.9 \times 10^5 \text{Pam/s}$, 与上述的要求相符。

5.2 连接部件的设计:



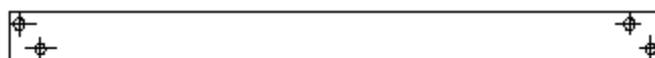
设计固定块（图七）与滚轮架相连，固定块在滚轮架上的定位保证制动带与制动鼓相切。并且根据固定块的尺寸设计与制动带连接的连接块（图八），连接块通过销轴（图九）同固定块相连。制动带（图十）通过压块（图十一）与连接块通过两个 m4 螺栓相连。制动带的另一端通过压块（图十一）与连接轴（图十二）通过 2 个 m4 的螺栓相连。连接轴（图十二）与支座（图十三）相连，支座（图十三）的位置处于制动鼓的下方，保证制动带与制动鼓相切。



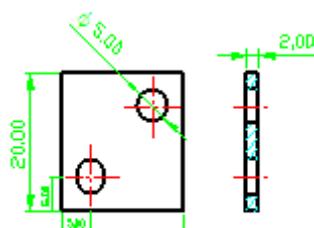
图七：固定块

图八：连接块

图九：销轴

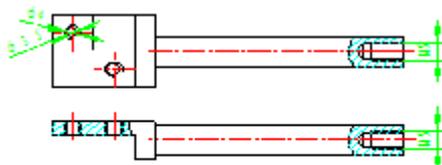


图十：制动带

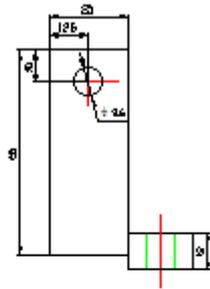


图十一：压块

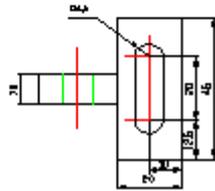
在连接轴（图十二）的光轴部位安装弹簧。连接轴（图十二）轴头上的 m5 的螺纹孔的作用是：1、给压缩弹簧定位。2、调整制动带的制动力。通过改变压缩弹簧的压缩量来调整制动带的松紧，变相调整制动力。具体的安装情况，详见装配图。



图十二：连接轴



图十三：支座



装配图

5.2 实施后的验证

将改装的零件安装到设备上并进行开机验证，开机过程中，仍然出现小盒透明纸破包、小盒拉线错牙、小盒透明纸歪斜的故障，调整支座的 m5 螺钉调节制动带的制动力，但是由于压缩弹簧不能满足为制动带的制动提供足够的压缩量，造成制动带不能与透明纸的拉力成动态平衡状态，造成上述的故障。问题的症结就是弹簧不能满足需要，由于弹簧的载荷与变形之比称为弹簧刚度，刚度越大，则弹簧越硬。我们要选择刚度大的压缩弹簧，但是受连接轴光轴的直径和长度的限制，查阅机械设计手册，不能选择符合改造所需的压缩弹簧。我们转变思路查阅机械设计手册，决定使用碟簧。碟簧作为一种非线性减振元件，能在很小的变形条件下，承受范围变化很大的载荷。碟形弹簧是承受轴向载荷的锥形环状盘片。一般情况下，盘片厚度恒定不变，载荷均匀分布在上表面内边缘和下表面外边缘。碟形弹簧通常用弹簧钢制成，可以承受静态载荷，非交变载荷或动态载荷，能够满足严格的疲劳寿命和加载损失的要求。

与其他类型弹簧相比，碟形弹簧具有如下特性：

- A:小边形，大承载能力
- B:与其他类型弹簧相比，具有较高的空间利用率
- C:正确的尺寸设计可以获得高疲劳寿命和低加载损失/蠕变倾向
- D:不同的弹簧组合方式可以获得所需的载荷特性曲线
- E:可以采用各种特殊材料和表面涂层方式
- F:采用标准尺寸产品可以降低成本低



根据机械设计手册我们选择符合改造设计需要的碟簧。

上机反复的验证，最后确定使用碟簧的件数，通过 m5 的螺栓调整碟簧的压缩量，保证制动带的制动力与透明纸的牵引力处于动态的平衡，基本解决了小盒透明纸破包、小盒拉线错牙、小盒透明纸歪斜以及透明纸在输送通道内堵塞等质量缺陷和故障问题，也方便维修人员对制动带的调整，调整 m5 的螺栓就能调整制动力，并且制动带与制动鼓的接触面大磨损程度低，有利于延长制动带的使用寿命长，基本达到免更换的程度，大大降低维修人员维修的劳动强度，相应也提高设备的效率。

6 结束语

通过 GD 系列包装机-CH 透明纸刹车装置的改进，拓宽了我们分析问题的思路，为以后在工作中遇到类似问题提供了经验。

参考文献资料：

《YB45 型硬盒包装机使用说明书》 上海烟草机械有限责任公司

《YB45 型硬盒包装机立体图册》 上海烟草机械有限责任公司

《ZB25 型包装机组》 中国科学技术出版社

《机械制图》 张永耀 机械工业出版社

《机械设计手册》 成大先 化学工业出版社

