

YJ27 接装机胶辊压紧装置的改进设计与应用

张文慧, 张鹏, 闫楷师

红云红河烟草(集团)有限责任公司乌兰浩特卷烟厂, 内蒙古 乌兰浩特 137400

DOI:10.61369/ERA.2025080009

摘 要 : 对 YJ27 接装机上胶装置的胶辊压紧机构进行技术改进, 采用气缸替代原碟簧施力方式, 可以通过调压阀精确调整气缸推力, 从而可以方便地根据胶水和水松纸的物理性能, 精确调整和控制涂胶层厚度, 减少设备生产运行中因涂胶问题造成的搓接漏气、泡皱等质量缺陷, 同时可避免压紧力过大造成的胶辊磨损和相关构件的损坏, 保证了产品质量的稳定, 提高了设备运行效率。

关 键 词 : YJ27 接装机胶辊; 压紧机构; 气缸; 碟簧

Improved Design and Application of the Rubber Roller Pressing Device of the YJ27 Filter Rod Joining Machine

Zhang Wenhui, Zhang Peng, Yan Kaishi

Ulanhot Cigarette Factory, Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd., Ulanhot, Inner Mongolia 137400

Abstract : The rubber roller pressing mechanism of the gluing device on the YJ27 filter rod joining machine is technically improved. An air cylinder is adopted to replace the original disc spring force application method. The thrust of the air cylinder can be precisely adjusted through a pressure regulating valve. Thus, it is convenient to precisely adjust and control the thickness of the glue coating layer according to the physical properties of the glue and tipping paper. This reduces quality defects such as joint air leakage and blistering wrinkles caused by gluing problems during the production and operation of the equipment. At the same time, it can avoid the wear of the rubber roller and the damage of related components caused by excessive pressing force, ensuring the stability of product quality and improving the operation efficiency of the equipment.

Keywords : YJ27 filter rod joining machine rubber roller; pressing mechanism; air cylinder; disc spring

引言

YJ27 接装机是我国卷烟企业广泛装备的一种中速滤嘴接装机, 采用了德国 HAUNI 公司上世纪 70 年代的 MAX70 接装机技术生产制造, 由于设计年代较早, 一些装置的结构采用了传统机械结构方式, 存在控制精度较差、调整繁琐和维修换件频繁等缺陷。水松纸涂胶是接装机上的一个重要功能装置, 涂胶过程中, 胶膜厚度的均匀性和稳定性不但直接关系到水松纸搓接质量, 也关联设备的运行性能。针对水松纸涂胶, 孙开等^[1]关于 PROTOS MAX 接装机接装纸与供胶辊接触的形式改进, 通过增加水松纸以供胶辊的接触包角, 来改善涂胶的均匀性; 陈永贵^[2]降低卷烟机组 MAX 供胶系统的故障频次, 对卷接机组供胶系统进行改造, 并重新对它的控制电路进行设计改造, 有效降低了 MAX 供胶系统的故障频次; 陈岱峰^[3]等水松纸表面特性及接装胶渗透性能研究用于卷烟生产质量控制, 通过对水松纸及胶水渗透过程进行表征结果, 对上胶过程和胶水适应性进行调整, 能够好的更优异的施胶效果, 提高产品生产质量; 但对于胶辊压紧装置本身对上胶辊胶层厚度控制精度对涂胶稳定性的影响则少有研究和报道。为此, 基于对现有胶辊压紧机构缺陷的分析和研究, 并对压紧机构进行改进, 以期解决烟支泡皱、漏气和通风率不稳定等问题, 提高产品质量, 降低调整难度和维修换件频率。

一、问题分析

(一) 工作原理

如图 1 所示的现有涂胶装置, 采用了胶池供胶方式, 一对相对旋转的圆柱胶辊通过挤压形成涂胶层, 其中一个位于左下方的胶辊, 其辊面带一定深度和宽度的凹层, 并浸泡在一个盛满胶水

的胶缸中, 另一个位于右上方的辊则表面是平的, 当两个胶辊接触并旋转, 在外力加压的作用下, 多余的胶水被挤出, 从而在上胶辊表面形成一层一定厚度和宽度的胶水, 然后涂抹在水松纸面上; 所以, 涂胶厚薄、均匀性和胶区分布不但取决于胶辊和胶辊轴本身的精度, 也与胶辊间的压力大小和稳定性有极大的关系。

胶辊的压紧机构如图 1 所示, 胶水缸 1 由两个螺钉顶尖 10 支

撑在弯臂 11 上,转动手柄 5 时,同轴的偏心轮 6 推动杠杆 7 经碟簧 8 推动顶杆,使弯臂 11 绕左边的支撑轴向上转动,将胶水缸的右端顶起,从而使支撑于胶水缸上的控胶辊向上与套在胶辊传动轴上的上胶辊接触,产生压紧力并由偏心轮和杠杆间的摩擦力自锁住,胶辊间的压紧力大小取决于碟簧的变形应力。

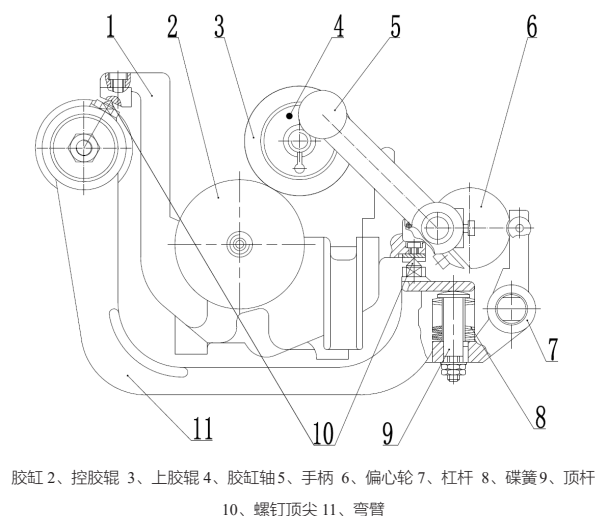


图1：原胶辊加压机构示意图

（二）存在问题

这样的压紧方式主要存在以下问题：不能根据产品的更换，胶水、水松纸的物理性能以及环境温湿度可能的变化，方便和精确地调整和设定涂胶对辊间的压力，达不到精确、稳定且合适的涂胶层，从而造成烟支因涂胶问题造成的搓接泡皱、漏气等质量缺陷，以及过大压紧力造成的胶辊非正常磨损和相关构件的损坏，加大了维修、调整频次和配件更换量。通过胶辊压紧机构的结构分析和长期观察总结，得出以下原因：①采用成对的一组碟簧（标准为 16 片），需成对增加或减少，虽然采用了螺杆螺母机构调整，但很难调整到涂胶工艺要求的最佳压力，过大的压力会造成胶辊磨损快，甚至会造成胶辊驱动轴弯曲变形和胶辊两端轴及轴承损坏，而压紧力过小，则会造成胶层厚度偏厚或不均匀，造成产品质量缺陷；②碟簧为 C 系列，尺寸 28*14.2*1*1.8，内孔直径为 14.2mm，套装在一根直径为 12mm 的顶杆 9 上，当碟簧轴向压缩变形时，内孔会变小，所以顶杆直径小于碟簧内孔直径，并不能起到精确导向的作用，所以，锁紧机构在顶起胶缸过程中，碟簧除轴向压缩变形外，径向也有可能滑动位移，造成轴向变形量的随机变化，偏离调定的预期压力，造成涂胶厚度变异；③碟簧随使用时间会产生疲劳，弹性模量变化，带来应力下降，调整、维修较频繁；④顶杆为模数件，需根据水松纸长度规格（胶辊直径需随之变化），选择不同长度的顶杆，所以，规格变化需重新配置顶杆、碟簧，以及繁琐的调整。

二、改进方法

改进的目的就是要克服碟簧压紧机构存在的各种问题，采用一种更合理的方式和机构来实现压紧力的精确调整设定，并能保

持更恒定的压紧力状态,实现供胶装置的原有调节和控制功能。改进时,尽量只对供胶装置的胶缸压紧功能相关的部位实施改造;采用原装置零件,不但可以保证原装置的工艺参数和运行性能,同时可以降低改造成本、库存零配件的沿用和缩短改造时间;改造件利用原有可利用安装基础件或新兼容设计的件安装,不对基础件进行破坏性加工,以保证改造的安全性和可逆性;采用现场改造方式,改造、调试时间控制在两个生产班时。

（一）改进技术原理

如图 2 所示,改进的胶辊压紧机构,采用一个气缸和杠杆机构来实现,利用气缸 5 的推力,通过杠杆 6,抬起弯臂 9 和胶缸 1,将控胶辊 2 转向上胶辊 4,并与之接触压紧,杠杆前安装一个滚轮 7,可以保证压紧机构始终与弯臂接触,消除机构因制造误差及运动时产生的晃动造成的位置微小变化所造成的压紧力变化。压紧力的大小取决于气缸的推力,气缸推力由通入的压缩空气压力决定。

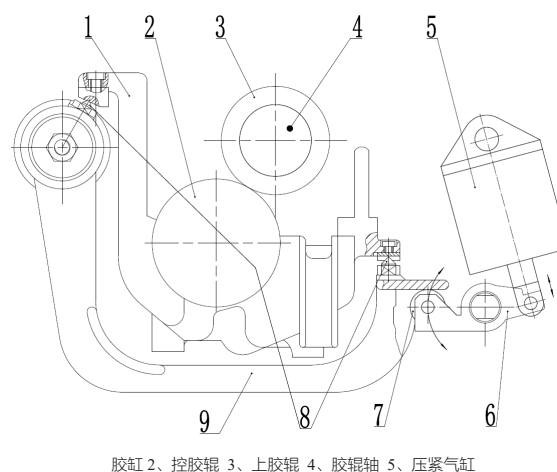


图2：改进后的气缸压紧装置示意图

（二）气缸选型

气缸作为胶辊压紧的施力构件,必须满足胶辊压紧所需推力,以及胶缸(含下胶辊)组件装卸抬起或降下时足够的行程。

1. 气缸推力计算

因为原压紧机构采用了碟簧施力,能够满足胶辊上胶的工艺要求;所以,可以通过计算原碟簧的工作力的大小和范围,就可以得到气缸所需的推力。

原顶杆由碟簧变形产生的力通过压紧弯臂、胶辊将下胶辊压向安装胶辊传动轴上的上胶辊,并产生能够控制涂胶层厚度的压力;如图 4 所示,一组 16 片碟簧按对合组合形式^[4]套在顶杆 1 的轴颈上,一并安装在摆臂 5 的一个孔中,并由螺母 3 轴向限位,顶杆上设置有一个导向限位销 4,可以防止顶杆旋转,同时也限制了顶杆轴向上下移动的范围;如图 4a,当限位销位于上极限位置时,碟簧的变形量最小,弹力也最小,顶杆推力 F_1 最小,胶辊压紧力就最小;如图 4b,当限位销位于下极限位置时,碟簧的变形量最大,弹力也最大,顶杆推力 F_2 最大,胶辊压紧力就最大。所以,只要计算出 F_1 和 F_2 ,就可确定气缸所需推力的范围。

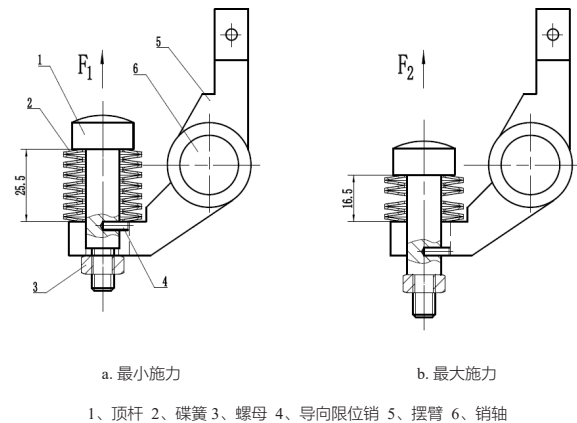


图4: 碟簧施力压紧机构

碟簧采用了 GB/T1972-2005 蝶形弹簧 C 系列 -C28-0.8, 规格和主要参数如表 1 所示:

表 1: 碟簧主要参数表^[4]

	内径 d /mm	厚度 t /mm	压平时变 形量 h ₀ /mm	自由高度 H ₀ /mm	f ≈ 0.75h ₀		
					F/N	f/mm	H ₀ -f/mm
28	14.2	0.8	1	1.8	801	0.75	1.05

①计算碟簧最小载荷 F₁:^[4]

$$\therefore F_1 = \frac{4E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t^3}{D^2 K_1} \cdot K_4^2 \cdot \frac{f_1}{t} \cdot \left[K_4^2 \left(\frac{h_0}{t} - \frac{f_1}{t} \right) \left(\frac{h_0}{t} - \frac{f_1}{2t} \right) \right]$$

式中: F₁—碟簧负载;

E—弹性模量 (MPa), 弹簧钢取 2.06 × 10⁵MPa;

μ—泊松比, 弹簧钢取 0.3;

C—外径与内径之比, D/d=28/14.2=1.97

计算系数 K₁=0.688; K₄=1 (无减薄量时);

碟簧变形量 f₁=(16H₀-25.5)/16=(16*1.8-25.5)/16=0.206mm;

$$\therefore F_1 = \frac{4 \times 2.06 \times 10^5}{1-0.3^2} \cdot \frac{0.8^3}{28^2 \times 0.688} \cdot 1 \cdot \frac{0.206}{0.8} \cdot \left[1 \times \left(\frac{1}{0.8} - \frac{0.206}{0.8} \right) \left(\frac{1}{0.8} - \frac{0.206}{2 \times 0.8} \right) + 1 \right]$$

$$= 340.4 \text{ (N)}$$

②计算碟簧最大载荷 F₂:^[4]

$$\therefore F_2 = \frac{4E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t^3}{D^2 K_1} \cdot K_4^2 \cdot \frac{f_2}{t} \cdot \left[K_4^2 \left(\frac{h_0}{t} - \frac{f_2}{t} \right) \left(\frac{h_0}{t} - \frac{f_2}{2t} \right) \right]$$

式中: F₂—碟簧负载;

E—弹性模量 (MPa), 弹簧钢取 2.06 × 10⁵MPa;

μ—泊松比, 弹簧钢取 0.3;

C—外径与内径之比, D/d=28/14.2=1.97

计算系数 K₁=0.688; K₄=1 (无减薄量时);

碟簧变形量 f₂=(16H₀-16.5)/16=(16*1.8-16.5)/16=0.769mm;

$$\therefore F_2 = \frac{4 \times 2.06 \times 10^5}{1-0.3^2} \cdot \frac{0.8^3}{28^2 \times 0.688} \cdot 1 \cdot \frac{0.769}{0.8} \cdot \left[1 \times \left(\frac{1}{0.8} - \frac{0.769}{0.8} \right) \left(\frac{1}{0.8} - \frac{0.769}{2 \times 0.8} \right) + 1 \right]$$

$$= 735 \text{ (N)}$$

③换算到气缸所需的推力

如图 5, 因为气缸 1 是由推力连杆 2 通过转轴再加力到胶辊压臂 3, 它们的扭矩相等, 气缸推杆与推力杠杆在压紧状态时接近成 90° 位置, 由于推力连杆与胶辊压臂的力臂长度不一样, 可以通过换算得出气缸推力:

$$\therefore T_{y1} = T_{t1}$$

式中: T_{y1}—胶辊压臂最小压紧扭矩; T_{y1}=0.04025F₁=0.04025 × 340.4=13.7Nm

$$T_{t1} \text{—气缸推力杠杆最小扭矩, } T_{t1} = T_{y1} = 0.032F_{t1}$$

$$\therefore \text{所需气缸最小推力 } F_{t1} = T_{y1} / 0.032 = 13.7 / 0.032 = 428.1\text{N}$$

$$\text{同样 } \therefore T_{y2} = T_{t2}$$

式中: T_{y2}—胶辊压臂最大压紧扭矩; T_{y2}=0.04025F₂=0.04025 × 735=29.58Nm

$$T_{t2} \text{—气缸推力杠杆最大扭矩, } T_{t2} = T_{y2} = 0.032F_{t2}$$

$$\therefore \text{所需气缸最大推力 } F_{t2} = T_{y2} / 0.032 = 29.58 / 0.032 = 924.5\text{N}$$

计算结果表明, 气缸推力 F_t 应当满足: 428.1 ≤ F_t ≤ 924.5N 条件

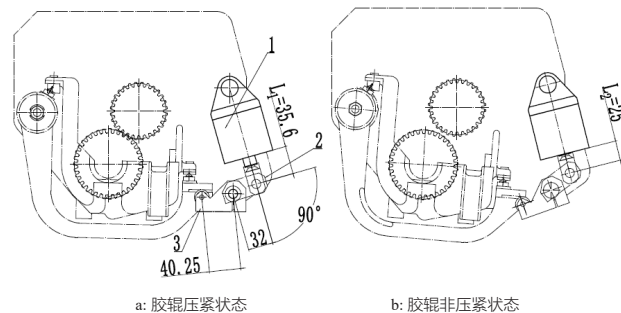


图 5: 气缸行程和推力设计计算图

2. 气缸行程计算

通过设计软件分别画出胶辊压紧和胶辊非压紧状态的位置图 5a, 下胶辊抬起压紧且传动齿轮啮合时如图 5b 状态, 测量气缸活塞杆伸出尺寸为 L₁=35.6mm; 拆装胶辊时, 下胶辊落下且齿轮脱离, 气缸活塞杆伸出尺寸为 L₂=25mm;

$$\therefore L_1 - L_2 = 35.6 - 25 = 10.6\text{mm}$$

$$\therefore \text{气缸行程 } S_1 > 10.6\text{mm}。$$

3. 气缸选型

根据计算的所需胶辊压紧力在 340.4—735N 之间, 气缸最小位移 10.6mm, 以及工作环境和防护要求, 选用安沃驰 (AVENTICS) 紧凑型单作用气缸, 型号为 0822406362; 具体参数如表 2:

表 2: 选用气缸的主要技术参数

活塞直径 - Ø	[mm]	50
行程 S	[mm]	25
缩回运动的活赛力 f _t	[N]	39
伸出运动的活赛力 F _t (0.63MPa 时)	[N]	1237
工作压力范围 P	[MPa]	0.1 - 1
缸体材料		铝材阳极氧化
活塞、活塞杆材料		不锈钢
环境温度范围		-25° C / +80° C

(1) 气缸推力 F_t=1237N, 这个推力是厂家给出在 0.63MPa 时的数据, 按照单作用气缸 (弹簧回缩) 推力计算公式:

$$F_t = \frac{\pi}{4} D^2 P - f_t$$

$$\text{则 } P = 4 (F_t + f_t) / \pi D^2$$

式中: F_t —气缸推力, N;

f_t —弹簧作用力, 39N;

D —气缸活塞直径, mm

P —气缸工作压力, MPa

当气缸最小推力 $F_{t1}=428.1\text{N}$ 时

$$P_1=4*(428.1+39)/50\pi=0.238\text{MPa} \text{ ①}$$

当气缸最大推力 $F_{t2}=924.5\text{N}$ 时

$$P_2=4*(924.5+39)/50\pi=0.51\text{MPa} \text{ ②}$$

①、②式计算结果表明: 气缸工作压力在0.238MPa—0.51MPa 之间, 平均工作压力 $P_1=0.238+0.51=0.374\text{MPa}$, 满足选型气缸工作压力0.1~1MPa 范围要求^[5]。

(2) 行程 $S=25\text{mm} \geq S_1=10.6\text{mm}$, 满足要求;

(三) 气路控制

如图8所示, 通过一个调压阀2, 可以无级, 精确地调整压缩空气压力, 从而获得胶辊的最佳压紧力, 因为胶辊、胶辊轴等相关构件本身存在制造误差, 胶辊旋转时, 这些综合误差会造成活塞的周期性波动, 所以在气控回路中, 加入一个单向阀4来隔离气源, 利用气体可压缩性来缓冲和吸收波动, 从而保持气缸相对恒定的推力^[6]。

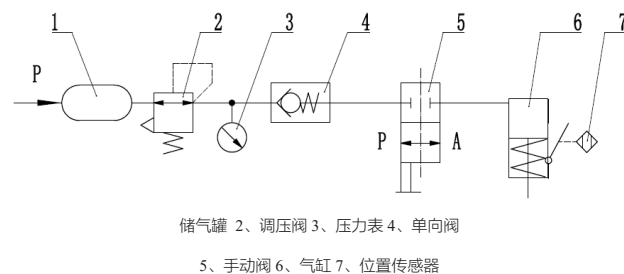


图8: 气路控制原理图

如图8所示的控制气路, 气源经储气罐1、调压阀2, 通过单向阀4接入两位三通手动阀5, 手动阀安装在接装机电控箱操作面板上(上面有备用的开关孔), 胶辊抬起/下降通过手控阀旋钮

操作转换气缸, 胶辊抬起时压缩空气推出活塞, 下降则由气缸内弹簧复位; 根据需要, 调整调压阀来获得最佳压紧力, 压力表3可显示和记录最佳推力的数值, 供操作人员观察、记录和用于不同辅材时的参考; 储气罐可以储存压缩空气, 平衡压力, 避免输入压缩空气压力的波动造成胶辊压紧力的波动变化^[7]。一个安装在气缸体上的磁性位置传感器7用于探测气缸活塞位置, 当胶辊到位并锁紧时, 发送机组控制系统胶缸准备就绪信号。

三、应用效果

通过该项技术的改造, 在实际生产操作维修过程中效果明显, 主要体现在以下几个方面:

1. 改造后涂胶装置安装方便快捷, 压紧机构操作灵活, 胶辊相对压力调整较为精准^[8]。
2. 控胶辊及上胶辊磨损和更换的频次降低, 控胶辊胶窗深度和上胶辊着胶量得到稳定控制。
3. 控胶辊两端滚针轴承和轴承座损坏和更换频次降低, 维修成本进一步降低。
4. 烟支搓接质量得到稳定提高, 接装纸泡皱、翘边、漏气及无胶区施胶等缺陷烟支数量减少, 产品合格率得到进一步提升。

四、结论

对YJ27接装机上胶装置胶辊压紧机构进行技术改进, 采用气缸替代原碟簧施力方式, 通过调压阀精确调整气缸推力, 可以方便地根据胶水和水松纸的物理性能, 精确调整和控制涂胶层厚度, 可以减少设备生产运行中因涂胶问题造成的搓接漏气、泡皱等质量缺陷, 同时可避免压紧力过大造成的胶辊磨损和相关构件的损坏, 有效提高了设备运行效率和烟支质量, 为以后通过对传统结构的改进来提升设备性能和产品质量, 提供了可借鉴的经验 and 思路。

参考文献

- [1] 孙开, 彭晓丽, 王晓燕. PROTOS70 MAX 接装机接装纸与供胶辊接触形式的改进 [J]. 科技创新导报, 2013, (13): 86. DOI: 10.16660/j.cnki.1674-098x.2013.13.039.
- [2] 陈永贵. 降低卷烟机组 MAX 供胶系统的故障频次 [J]. 科学与财富, 2014 (000) 001.
- [3] 陈岱峰, 费婷. 水松纸表面特性及接装胶渗透性能研究用于卷烟生产质量控制 [C]// 中国烟草学会. 中国烟草 2013 年学术年会论文集. 上海卷烟厂工艺质量科; , 2013: 386-396.
- [4] 机械设计手册. 3/ 徐灏主编, -2版, 第2章, 北京: 机械工业出版社, 2006.6 ISBN7-111-01969-5.
- [5] 机械设计手册. 1/ 徐灏主编, -2版, 第2章, 北京: 机械工业出版社, 2006.6 ISBN7-111-01969-5.
- [6] YJ27型滤嘴接装机使用说明书 51ACE0260004, 常德烟草机械有限责任公司, 2009.04.
- [7] ZJ17 卷接机组培训教材, 贾会志, 郑州, 河南人民出版社.
- [8] PROTOS1-8/MAX1-8 操作说明书.