

枕式包装机横切机构的传动问题分析及对策

The transmission problem and settling ways on the traversing sealing-cutting of pillow type packing machine

□ 唐善华[†] 仲淇生^{††}
Tang Shanhua Zhong Qisheng

摘要 针对枕式包装机的横封机构实现回转式封切时所面临的问题进行了综合分析,给出了相应的对策,并提出了横封刀辊上采用螺旋形刀刃进行封切的新观点。

关键词 枕式包装机 横切 对策 螺旋形刀刃

Abstract The transmission problem of traversing sealing-cutting of pillow-type packing machine was analyzed to find the settling ways, and gave a new practicable measure of spiral edge of knife with suitable spiral angle.

Keywords Pillow type packing machine Traversing sealing-cutting Settling-ways Spiral edge of knife

横封回转式的枕形自动包装机是一种三面封口,自动完成制袋、填充、封口、切断、成品送出等工序的包装设备,属于连续式包装,效率较高。枕形包装的横向封口是体现包装成品风格的最关键部位,其质量好坏完全取决于包装机的横向封口机构^[1]。

1 问题的提出

1.1 工作原理

回转式横封机构在结构上有单刀座机构、双刀座机构和多刀座机构等形式。图1为常见的单刀座横封回转式枕形包装机的包装原理。

1.2 工作过程及横封机构的要求

枕式包装机实现包装过程的基本思想是:纵封(包括送膜、送料、纵封辊、夹运辊)连续不断地匀速送进,同时,横封机构的上、下刀辊同步回转一圈就完成

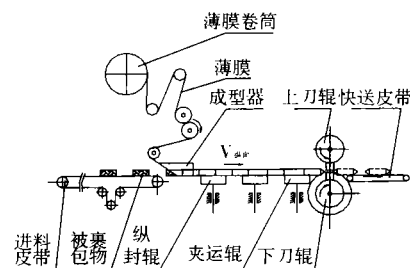


图1 枕形包装机的工作原理
一次横封和切断。这样,横封刀辊转动一圈的时间内,纵封匀速送进的长度就是一个包装袋的长度。为了适应一定范围内用户包装多种袋长的需要,一般要在纵封的传动线路上设置无级变速器,

由于纵封送进的速度变化了,而横封刀辊仍然只转一圈(即转速不变),且横封刀辊的转速和刀辊半径未改变,若采用的是普通的匀速传动装置(如普通齿轮传动、链传动),就会出现刀辊封切包装薄膜的线速度与被封切的包装膜送进的线速度不一致。当刀辊封切时的线速度 $V_{刀}$ 大于被封切的包装膜送进的线速度 $V_{膜}$ 时,易把膜拉坏;反之,当 $V_{刀}$ 小于 $V_{膜}$ 时,膜出现拥挤皱折,严重影响包装的正常进行。因而,对横封机构有着特殊的要求:

(1) 横封的传动必须采用不等速传动。即横封的传动机构传递给横封刀辊

的平均转速不变(横封刀辊旋转一圈纵封送进一个袋长),但瞬时转速必须按一定规律变化以满足 $V_{刀} = V_{膜}$ 的要求(实际生产中,总是让 $V_{刀}$ 略微大于 $V_{膜}$)。

(2) 横封机构的不等速传动还能在一定范围内调节以满足封切不同的袋长时 $V_{刀} = V_{膜}$ (或 $V_{刀}$ 略微大于 $V_{膜}$)。

(3) 由于①横封机构的传动须采用不等速传动,因而会有角加速度存在,势必会带来一定冲击;②为适应不同厚度的包装膜、被包装物的封切;③考虑刀具的磨损。因此,横封机构的上、下刀辊的

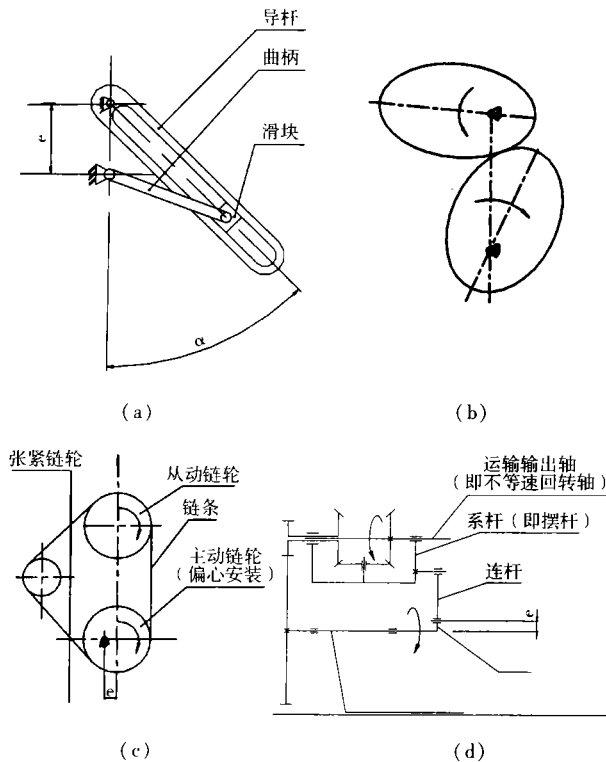


图2 不等速传动机构

[†] 武汉工业学院机械系高级工程师,430023 汉口

^{††} 河南许昌山花实业有限公司,
收稿日期 2003-04-15

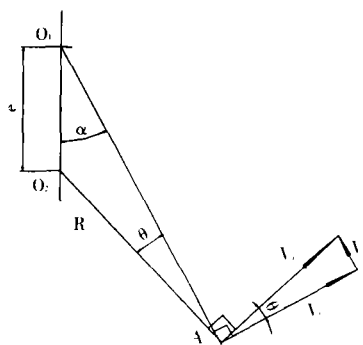


图3 速度矢量图

e. 导杆与曲柄的轴心线偏移量, $0 < e < R$
 R. 曲柄半径 Va. 动点 A 的绝对速度
 Ve. 牵连速度 Vr. 动点相对导杆的滑动速度
 α . 主动件导杆转过的角度 i. 曲柄导杆机构的传动比

两个支承座中,必须有一个是可调节的,并用弹簧锁紧。这就引出一个新问题:上下刀辊必须同步反向转动,然而两辊间的中心距又必须在一定范围内可调节,如果采用普通齿轮传动,当中心距调大时,会出现齿隙过大,造成冲击,中心距过小,齿轮会卡死,无法传动。

(4) 现行的横封刀具有直刀、锯齿刀,这些刀刃的几何中心线都是一条平行于刀辊回转轴线的直线,这样封切是在一瞬间完成的,且刀辊本身是不等速转动,有角加速度存在,因而冲击作用在所难免,能否改变刀刃的结构形状减小冲击,是个值得探讨的问题。

2 对策

2.1 不等速传动机构的分析及选用

能实现横封回转式封切不等速传动的方式有多种,如曲柄导杆机构、椭圆齿轮传动机构、偏心链轮机构、差速器不等速传动机构等,如图2。

2.1.1 曲柄导杆机构 见图2(a),在曲柄导杆机构中,曲柄和导杆均可选作主动件。现设导杆为主动件,导杆以 $\omega_{\pm}$ 的角速度匀速转动,从动件曲柄随之作转向不变的不等速回转运动。选取曲柄 O_2A 上的A点为动点,作速度矢量图(如图3)。

据速度矢量图可导出:

$$i = \frac{\omega_{\pm}}{\omega_{\pm}} = 1 + \frac{e \cos \alpha}{R \sqrt{1 - \frac{e^2}{R^2} \sin^2 \alpha}} \quad (1)$$

在此机构中要满足前面的要求(2),可通过调节偏移量e来实现。

若选取 $\alpha = \pi$ 为上、下刀辊封切的工作点,根据刀辊回转一圈包装膜走过一个袋长l,则有

$$\omega_{\pm} R_{\pm} T = l \quad (2)$$

式中, $T = 2\pi/\omega_{\pm}$ 为导杆转动一圈所需的时间,也是曲柄转动一圈所需的时间。

由上述两方程可解得:

$$e = \left[1 - \frac{l}{2\pi R_{\pm}} \right] R \quad (3)$$

由上式可知导杆与曲柄的轴心线偏移量e与包装袋长l成正比。

2.1.2 椭圆齿轮机构 见图2(b),椭圆齿轮机构也能实现不等速传动,但由于椭圆齿轮零件的加工很复杂,调整也不方便所以较少采用。

2.1.3 偏心链轮 见图2(c),在偏心链轮不等速传动机构中,运动从偏心链轮输入,经链条传递给从动链轮。此机构结构简单,但由于:①链传动本身传动比有波动(除中心距等于节距的整数倍,且 $z_1 = z_2$ 的情况外);②须设置张紧轮;③占据空间大。因此现在使用很少。

2.1.4 差动变速器 见图2(d),在差动变速器机构中,曲柄半径e可根据不同袋长的需要进行调节。当e增大时,输出轴左转动一圈的过程中角速度变化增大,反之则减少;当e=0时,输出轴的转速是恒定的,且与差速器的输入轴上的锥齿轮转速相当。

对上述各种不等速传动机构进行综合分析和比较可知,曲柄导杆机构具有结构简单,零件数量少,调节方便,实现的不等速运动规律 $\omega_{\pm}$ 变化较平缓,且包装袋长与偏移量的大小成正比,刻度尺的标定和查看都很方便。所以曲柄导杆机构在横封机构中比较适合。

2.2 可调中心距的上下刀辊同步反向传动的实现

2.2.1 采用特殊结构的齿轮传动 图4(a)为双片齿轮结构的齿轮传动。双片齿轮装在上刀辊轴上,主动齿轮装在下刀辊轴上,两轮齿数相等。其中,双片齿轮由两个零件连接而成——活套齿轮片空套在固定齿轮上,并通过调节螺栓与固定齿轮连成一体,固定齿轮片则用键固定在上刀辊轴上。当两刀辊轴中心距需微微调大时,可松开调节螺栓,将活套齿轮片转动一定角度,后再将螺栓拧

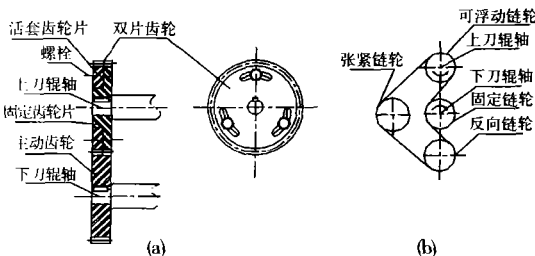


图4 可调中心距的上、下刀辊同步反向传动

紧,这样仍可保证齿轮副具有适当的齿侧间隙,从而保证了中心距调整后,上、下刀辊仍能同步反向转动。

2.2.2 采用链传动 如图4(b)所示,链传动方式亦可实现可调中心距的上、下刀辊同步反向传动。但是,由于一方面,上下刀辊的中心距会受这种传动方式的影响而较大;另一方面,链传动本身传动比有波动,因此在横切机构中不太适用。

2.3 采用螺旋形刀刃

现行的回转式封切装置,因加热方式及封口处花纹形状不同而有多种型式,如高频电热刀、圆电热丝、锯齿形等切断刀^[2]。但都属于“直线型”——即刀的几何中心线与刀辊的轴心线相平行!这样,整个包装袋全宽的切断是在同一瞬间完成的。由于整个袋宽的切口属于剃刀式的“一刀切”,且刀辊旋转本身有角加速度存在,因此造成封切时会出现较明显的冲击。此冲击将会直接影响刀辊的使用寿命和整机的寿命,并直接影响机器的性能,产生较大的噪音。

为此,可将封切刀刃的直线型改为螺旋形。作用是将剃刀式的一刀切改变成剪刀剪布式的逐点切断,以便大大减缓横封的冲击效应。由前可知,刀辊必须是不等速旋转,因此,采用螺旋形刀刃可能同时引出新的问题——封切的封口不平直,是斜的!

我们以常见的枕式包装的方便面的横向封口为例进行了分析计算:

在该包装机中,横封传动为曲柄导杆机构,刀辊封切的工作点选在 $\alpha = \pi$ 处。由式(1)可知,工作点 $\alpha = \pi$ 处为刀辊角速度和角加速度同时是最小值,说明 $\alpha = \pi$ 处是个比较理想的工作点。

设螺旋型刀刃的螺旋角 3° (“直线形”刀刃的螺旋角相当于 0°),根据式(1)、(2)、(3)并将曲柄半径、刀辊半径、包装袋长及袋宽

(下转 35 页)

体摄入过多的明矾,可能导致呕吐、腹泻^[2,3],甚至引起局部炎症,还可能引起代谢功能障碍和畸形^[3],甚至引起致死性腐蚀现象。因此,国家规定,在绿色食品的生产中禁止使用明矾^[4]。我们在配方4的基础上,采用绿色食品生产中允许使用的 CaCl_2 (浓度分别为0%、0.05%、0.1%、0.15%、0.2%)来进行保脆处理,以使即食黄花菜具有良好的脆度(表2)。研究表明,在配料中添加0.05%的 CaCl_2 ,可使即食黄花菜具有适当的脆度,但当 CaCl_2 的浓度达到0.1%时,即食黄花菜的质地变硬,不化渣。

表2 不同浓度 CaCl_2 处理与即食黄花菜脆度的关系

CaCl_2 浓度/%	脆度或质地
0	软烂,无咬劲
0.05	未软烂,质地适中
0.10	质地稍硬,略不化渣
0.15	质地硬,不化渣
0.20	质地坚硬,渣多

2.4 包装材料的选择

按照湖南熟食标准^[5]的规定,气温为25℃以下时,复合塑料袋包装的产品,保质期不能低于6个月;气温为25℃以上时,保质期不能低于3个月;而用铝箔袋和玻璃瓶包装的产品,保质期不低于9个月。要求产品在保藏期内不变色、无异味、不胀袋、包装无损坏,细菌总数不超过3万个/g。本试验采用四种包装方法,对用传统含硫干黄花菜、不含硫干黄花菜为原料生产的即食黄花菜进行包装,杀菌后定期观察外观变化,测定菌落总数,分析产品的保藏期,试验结果如表3。

从试验情况看,铝箔袋不能用于以含硫干黄花菜为原料的即食黄花菜产品的包装。只要采用不含硫的黄花菜为原料,生产出来的即食黄花菜,都可采用以

上四种包装,在工厂进行的中间试验的产品,其保藏期都达到了9个月以上,符合标准要求。^[5]

2.5 防腐方法的确定

对即食黄花菜进行防腐,是生产中的一个技术难题。因为该产品的pH值接近中性,使用山梨酸、苯甲酸等防腐剂均不能很好地解决防腐的问题。按照杀菌理论,对这类产品只能用高压高温杀菌,才能使产品达到商业无菌的目的。本试验按照我国绿色食品中食品添加剂使用准则的规定,在产品中添加0.05%的山梨酸;再在配方中添加20多种天然香辛料,既可以增强产品的香气,又可以增强杀菌效果。然后采用1.5 g/kg HLB9的蔗糖酯作为乳化剂,将各种配料制成O/W型连续相,以使得各配料充分乳化,混合均匀,保证所有产品都具有良好的保藏性。最后,采用真空包装技术,以减轻腐败变质。产品包装后用90℃的热水杀菌5 min,保藏效果如表3。

表3 包装材料与即食黄花菜保藏效果的关系

编号	包装方法	保藏效果
1	0.08 mm PP 蒸煮袋单层包装	保藏期9个月,以后色泽变深,香气变淡
2	0.08 mm PP 蒸煮袋作内包装,0.05 mm PE作外包装	保藏期10个月,以后色泽略变深,香气略变淡
3	铝箔包装	以含硫的干黄花菜为原料的即食黄花菜产品,1个月以后铝箔腐蚀,铝层消失,包装袋由不透明变成透明。以原菜为原料的产品保藏期12个月,以后色泽开始变深,香气变淡
4	四旋玻璃瓶包装	保藏期15个月,以后色泽未变深,香气未变淡

3 结论

(1) 生产即食黄花菜宜选用不含硫的干黄花菜为原料,而不能采用传统含硫干黄花菜为原料。

(2) 调味时,添加复合核苷酸和复合香辛料,可明显增进产品的口感。

(3) 在配料中添加0.05%的 CaCl_2 ,可提高即食黄花菜的脆度,但当 CaCl_2 的浓度达到0.1%时,产品的质地变硬,不化渣。

(4) 采用不含硫的干黄花菜为原料制成的产品,用四旋玻璃瓶包装的保藏效果最好,保藏期达到15个月;其次是复合铝箔包装的,保藏期为12个月;再次是以0.08 mm复合PP蒸煮袋作内包装,加上用0.05 mm聚乙烯膜作外包装的,保藏期为10个月,以后色泽略有变深,香气略有变淡;用0.08 mm复合PP蒸煮袋单层包装的,保藏期为9个月。

(5) 在产品中添加0.05%的山梨酸和20多种天然香辛料,在产品包装后再用90℃的热水杀菌5 min,以上四种包装的产品都可以保存9个月以上。

参考文献

- [日]郡司笃著, [中]刘纯洁, 张娟亭译. 食品添加剂手册. 北京: 中国展望出版社, 1988, 71~72.
- 凌关庭, 王亦云, 唐述朝. 食品添加剂手册(上). 北京: 化学工业出版社, 1989, 389~390.
- [日]郡司笃著, [中]刘纯洁, 张娟亭译. 食品添加剂手册. 北京: 中国展望出版社, 1988, 100.
- 中华人民共和国农业部. 绿色食品——食品添加剂使用准则. NY/T392-2000, 2000年4月1日实施.
- 湖南省质量技术监督局. 湖南熟食. DB43/160—2002, 2002年7月25日实施.

(上接28页)的值带入式中,可导出封切切口出现的不平直的最大偏差为 $\Delta=0.0476\text{ mm}$,这对包装的整体效果基本上没有影响。

另外,由于现代数控加工技术的迅猛发展和普及,螺旋型刀刃的加工已不是困难。因此,采用螺旋形刀刃是一种切实可行的措施,有利于减缓横封机构

的冲击效应,有利于可靠地封切,有利于延长机器的使用寿命和刀具的使用寿命,有利于从根本上改善封口质量。

参考文献

- 赵淮. 包装机械选用手册. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- 成大先主编. 机械设计手册. 北京: 化学

工业出版社, 1993.

- 楼任东主编. 包装机械结构参考图册. 上海: 上海科技出版社, 1981.
- 许林成主编. 包装机械原理与设计. 上海: 上海科技出版社, 1988.
- 孙凤兰主编. 包装机械概论. 北京: 印刷工业出版社, 1998.