

# 浅析影响薄膜收卷质量的因素

陈俊鸿

(广东金明精机股份有限公司, 广东 汕头 515098)

**摘要:** 本文介绍了薄膜收卷常见的三种形式及使用建议, 进一步分析影响收卷质量的一些因素及应对措施。影响膜卷质量的因素包含收卷张力、收卷压力、薄膜厚薄、内冷控制等工艺设置, 也包含换卷结构、离合器、弓辊设计、收卷轴、分边装置、除静电、分切刀等结构设计。

**关键词:** 收卷; 张力; 收卷压力; 换卷结构; 离合器

**中图分类号:** TQ320.66

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2024)12-0001-05

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2024.12.001

## 0 前言

薄膜生产出来后, 通常会利用套在收卷轴上的纸芯筒进行卷取而成为膜卷。薄膜收卷形式一般可以分为三种: 第一种是表面收卷, 其膜卷转动的动力来自于与膜卷表面接触的表面摩擦辊, 表面摩擦辊由摩擦辊电机直接带动; 第二种是中心收卷, 其膜卷转动的动力来自位于膜卷中心的收卷轴, 而收卷轴则由收卷电机直接带动; 第三种是复合收卷 (摩擦收卷 + 中心辅助收卷) (见图 1)。上述三种收卷结构不同, 各有优缺点, 适合于不同种类薄膜的卷取, 具体可参考表 1。

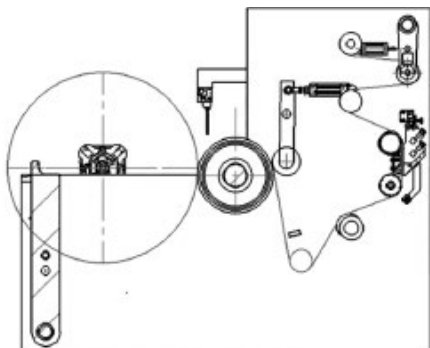


图 1 复合收卷

表 1 不同类薄膜卷取形式

| 材料特性  | 建议收卷形式         |
|-------|----------------|
| 高线速度  | 中心收卷           |
| 大卷径   | 复合收卷 (表面 + 中心) |
| 高弹性材料 | 表面收卷           |
| 高粘性材料 | 中心收卷           |
| 分切多卷  | 复合收卷 (表面 + 中心) |

随着薄膜应用越来越广泛, 客户对膜卷质量要求也越来越高, 膜面平整, 膜卷端面整齐, 不允许起皱、

暴筋、压纹等缺陷, 而造成这些缺陷的因素很多, 包括设备、工艺、环境、人为操作等, 具体问题需要结合实际情况具体分析。本文就对影响收卷质量的因素进行分析。

## 1 收卷张力

在薄膜在卷取过程中, 牵引或收卷装置会拉紧薄膜往前输送, 此时薄膜就会产生一定的张力。收卷张力太大, 膜卷太紧, 薄膜收缩后在膜卷端面容易形成“菊花瓣”, 或者薄膜被拉伸变形; 张力太小, 膜卷太松, 容易发生层间滑移, 或者跑偏、起皱。所以根据不同材料、不同厚度、不同宽度, 选择合适的张力至关重要, 张力大小一般设定为 50~600 N 之间。另外在实际收卷中, 有时张力设定是带锥度衰减的, 如果张力衰减太慢, 膜卷可能太紧, 若衰减太快, 则可能造成薄膜层间滑移, 所以收卷张力要缓慢减少。

薄膜一般属于弹性材料, 张力波动会使薄膜拉伸或回弹, 特别是比较薄, 比较窄的膜, 可能会出现薄膜的边缘左右游动或者分切缝隙忽大忽小, 造成端面不齐; 影响张力波动的因素有张力辊转动的灵活性、辊筒 (特别是牵引辊, 摩擦辊) 的动平衡、张力辊结

**作者简介:** 陈俊鸿 (1988-), 男, 机械工程师, 主要从事塑料机械、多层共挤下吹水冷薄膜吹塑机组的研究开发与管理工作, 曾荣获中国轻工业联合会科学技术进步奖“高性能功能化包装膜共挤吹塑先进装备研发与应用”一等奖, 中国轻工业联合会科学技术进步奖“风电、航空专用宽幅多层膜吹塑成套装备研究及产业化”二等奖。

收稿日期: 2024-09-24

构及控制精度等；张力辊的结构一般有张力传感器（见图2）和浮动张力辊（见图3）两种形式，张力传感器结构简单，张力值设定直观，适用范围广；浮动张力辊通过辊筒摆动，能对薄膜起到缓冲作用，张力相比更加稳定，精度更高，但结构相对复杂。

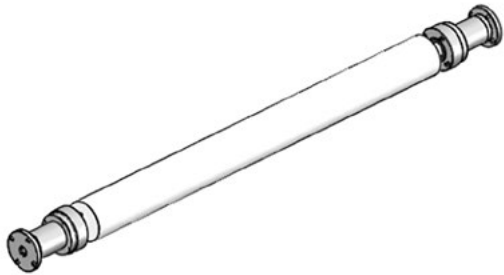


图2 张力传感器

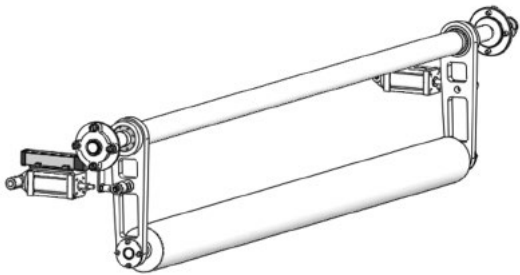


图3 浮动张力辊

## 2 收卷压力

摩擦收卷时，一般采用气缸通过收卷压臂拉着膜卷，以一定的压力贴紧摩擦辊，气缸上面安装有位置传感器，通过传感器检测膜卷大小来调整比例阀的压力，该机构为压臂组件（见图4），该压力为收卷压力。收卷压力主要用于排除膜卷里过多的空气，使得薄膜之间有适当的空隙，有利于后续时效处理薄膜的收缩。若压力太大，膜卷夹气较少，起皱、条纹的产生可能性变小，但由于收缩可能导致膜卷无法从纸芯拔出，另外也可能导致膜卷粘在一起，不利后续分切；收卷压力太小，膜卷夹气量比较多，可能存在膜卷松动滑移和产生纵向条纹。所以需要根据不同材料、不同厚度，选择合适的压力。另外膜卷需要内紧外松，有利于时效处理，所以收卷一般采用压力衰减，锥度控制。对于纯中心收卷，一般采用张力衰减控制，对于摩擦收卷，一般采用压力衰减控制。

一般压臂组件包含左右两个收卷压臂座，通过同步带、同步轴连接，保证在气缸作用下两边同步且压力一致，若同步带松动、老化，则会导致两端压力差

异，压的紧的一端容易起皱，这时要重新调整左右两端收卷压臂座，保证收卷轴各点与摩擦辊的压力一致。如果是同步带老化，磨损，则左右两条同步带要一起更换，才能保证受力一致。

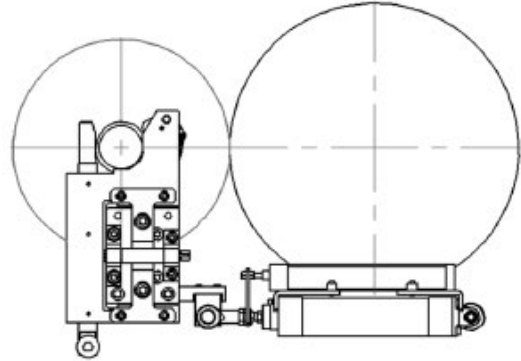


图4 压臂组件

## 3 薄膜厚薄

一般来说，薄膜厚薄均匀性好，收卷质量也会更好，若厚薄均匀性较差，薄点位置比较松，容易产生皱褶，厚点位置容易产生暴筋，同时暴筋会使膜卷各点受到的张力、压力差异更大，加剧膜卷起皱、端面不齐等质量问题。而影响厚薄的主要因素有挤出机塑化效果，挤出压力波动，模头流道设计，自动风环的控制效果等，另外还可以通过旋转牵引、S 纠偏来使薄膜的厚薄点错开，防止暴筋。

## 4 内冷控制精度

影响膜卷质量的另一个因素是内冷控制精度，薄膜的宽度由膜泡的大小决定，膜泡的大小通过内冷控制，即采用超声波传感器检测膜泡的大小，再往膜泡内吹冷却空气，同时将膜泡内的热空气抽走，使膜泡得到冷却且保持大小稳定不变，不过实际生产中，膜泡大小是会波动的，波动取决于内冷的控制精度。若膜泡大小波动较大，薄膜的宽度会发生变化，收卷端面容易不齐；另外也会造成薄膜局部厚薄会变化，容易产生皱褶。

## 5 换卷结构

薄膜收卷到设定米数后，需要切断换卷，目前一般采用自动换卷，主要结构由旋臂、切刀导辊、横切刀组成。换卷时，压辊打开，旋臂和切刀导辊逆时针旋上来，切刀导辊撑紧薄膜，横切刀切断，再逆时针旋下去，该过程旋臂 360° 旋转，且压辊需要打开夹合，

薄膜张力变化大,容易引起薄膜起皱、跑偏,影响膜卷打底,造成浪费较多。该换卷动作可进一步优化,换卷时,旋臂和切刀导辊顺时针旋上来,切断后再逆时针旋下去,该过程旋臂 $180^\circ$ 来回摆动,压辊全程无需打开,薄膜张力稳定,且打底不受影响(见图5)。

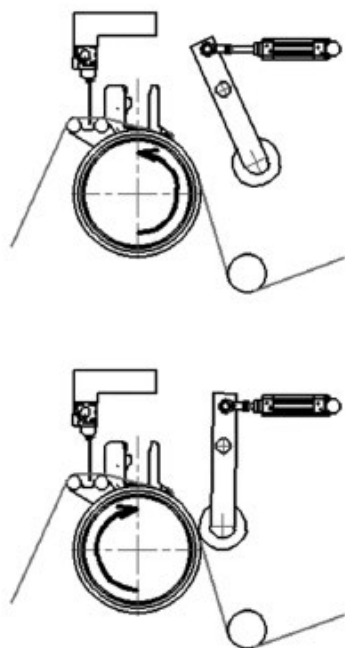


图5 换卷结构

## 6 中心动力离合器

一般复合收卷具有多种收卷模式可选择,中心动力作为选用项,所以一般设计成离合器结构。离合器堵头堵进去的瞬间,往往会对收卷轴有一个轴向的推力,造成膜卷左右窜动及张力波动,影响打底,另外收大卷时,收卷轴弯曲变形,若离合器啮合间隙太小,收卷轴齿轮卡紧离合器,导致离合器堵头堵退不出来。所以离合器设计时要注意,一是进退压力可调,小压力进,大压力退,且进退要平稳,减少冲击;二是另外啮合间隙要足够,防止离合器卡死;三是堵头堵进去时,中心速度要比收卷轴的速度略快,否则可能造成表面收卷张力变小,膜卷松动。四是堵进去时,中心力矩要足够小,再慢慢加大,防止表面收卷张力的突变。常见堵头离合器有端面三齿啮合和表面多齿啮合(见图6)。端面三齿啮合,啮合间隙很大,基本不存在进退卡阻现象,但是齿形很宽,堵进去时容易齿顶对齿顶,造成张力波动和收卷轴窜动,另外啮合面较少,收大卷时容易把堵头挤退。表面多齿啮合,齿形较细,堵进去容易,冲击较小,另外力矩传递更平

稳,张力更稳定,啮合面多,收大卷时堵头不易被挤退,不过设计时齿隙要尽量留大,建议 $1\sim 2\text{ mm}$ ,防止容易造成进退卡阻,影响膜面质量。

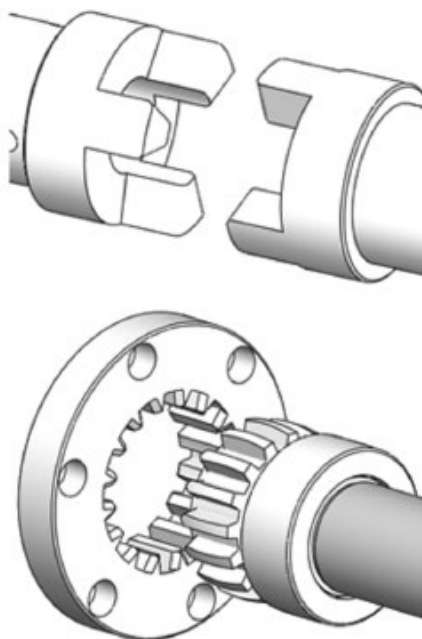


图6 离合器结构

## 7 辊筒质量

收卷上的辊筒包括膜路导辊、张力辊、弓辊、摩擦辊、压辊等。每一个辊筒的作用都不同,但其质量、安装精度都会影响膜卷的质量。一般要求各辊转动灵活,辊筒须经过静平衡或动平衡处理,跳动要小,各辊之间的平行误差小于 $0.3\text{ mm}$ ,水平误差小于 $0.05\text{ mm/m}$ ;转动卡阻或平行度不够都可能造成膜面闪动,张力波动,甚至起皱、端面不齐。

有些收卷在摩擦辊上有一条压辊压着薄膜,防止薄膜跑偏,同时起到隔断张力的作用,即换卷时,摩擦辊后段的张力变化不用影响到前段的膜路的张力。压辊开合要灵活,左右开合同步,轴向压紧力需一致,否则夹紧后容易造成薄膜跑偏。对于比较细长的压辊,可以适当的加工中高,即辊筒外形类似橄榄形,直径中间大,两头小,保证压紧时各点的压力差异小。

若采用浮动张力辊,则要求张力辊摆动非常灵活,气缸必须采用低摩擦气缸,确保气缸伸缩过程平稳连续,不会卡阻、跳步。另外进出张力辊的膜路最好是水平对称的(见图7),保证摆动过程张力不变。

收卷上经常安装有弓辊,来达到舒展薄膜,起到消除薄膜行进过程中的折皱和防止薄膜分切过程中可

能产生的交错。弓辊的质量及安装使用也非常重要，使用不当，不仅无法舒展薄膜，还会加重皱褶、端面不齐。

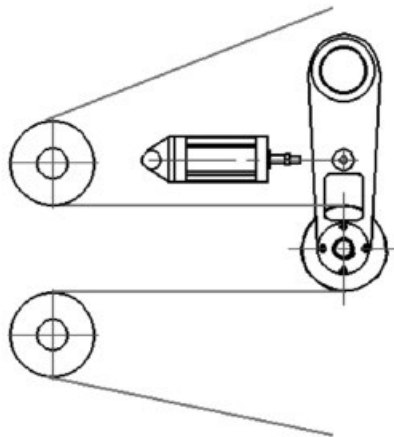


图7 浮动张力辊

弓辊的质量包括外径偏差小；胶套厚度均匀，硬度均匀，常用硬度为邵氏硬度 A60~65；辊面跳动小，根据宽度选择，一般在 0.08~0.25 mm 以内；弓轴强度高，弧高中心对称，左右相同位置弧高允许偏差值小于 0.5 mm；辊筒转动灵活，且平衡好，启动拉力尽量小，通常不超过 5 N。

对于薄膜性能差异较大，可以选用弓高可调的弓辊；对于分切多卷或者比较薄的膜，一般也选用弓高可调的弓辊，将弓高调低。

弓辊的安装要求，一般薄膜的包角应在 20°~90° 之间；为了达到良好的展平效果，展开方向与薄膜行进方向必须垂直，导出行程是弓辊直径的 2~3 倍，导入行程是导出行程的 2 倍，保证薄膜经过弓辊前后有足够的空间舒展。另外弓辊前后两条导辊的包角方向最好和弓辊包角相反（见图 8），特别是在分多卷是，膜的自重落在弓辊上，能起到更好的展平效果。

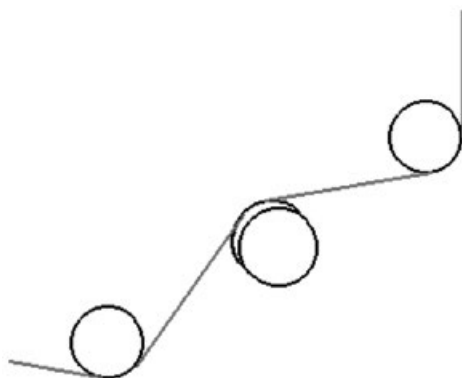


图8 弓辊包角方向

一些宽幅的弓辊，直径比较大，转动阻力也大，所以需要增加动力，否则薄膜不易拉动弓辊，造成薄膜拉伤。而弓辊的线速度要比前面牵引的线速度略快，收卷的线速度要比弓辊的略快。

## 8 收卷轴

一般收卷轴都是采用气胀轴，气胀轴有键条式、板条式、通键式，通键式强度最好，承载更重，板条式胀开后圆度较好，可以消除薄壁卷芯的变形，避免打底不平整。另外收大卷和分切时，气胀轴容易弯曲变形，造成膜卷端面不齐，所以要选用强度更好的收卷轴，同时缩短气胀轴支撑跨距或者增加辅助托辊来支撑膜卷，可以改善气胀轴弯曲变形，改善膜卷质量。

另外气胀轴气压不足，键条无法胀紧纸芯，膜卷变大之后，键条与纸芯相对滑动，产生异响，同时也可能导致膜卷端面不齐。一般气胀轴压力设置要 0.4~0.5 MPa。纸芯的质量也会影响膜卷质量，纸芯直线度差，容易造成打底起皱，表面不平整，膜卷底部容易出现凹凸不平；若纸芯强度不够，做一些收缩比较大的膜，可能会出现纸芯变形，气胀轴拔不出来。

## 9 分边装置

一般收卷都是内外两台收卷同时收片膜，这需要在进入收卷之前将筒膜分成两张片膜。分片时要注意剥离点的稳定性，否则容易造成端面不齐，对一些开口较差的，可能会拉伤薄膜边缘，导致膜卷端面不齐或翘边。所以分边装置可设计成大包角剥离（见图 9）。

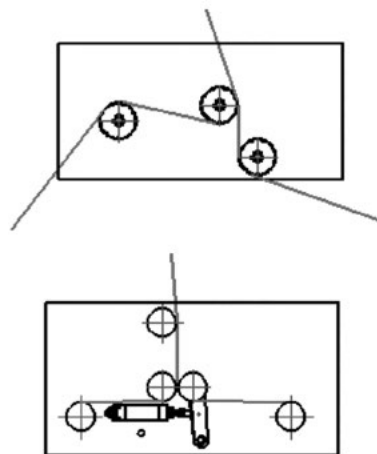


图9 分边装置

## 10 除静电装置

薄膜在运行过程中与辊筒接触，特别是胶辊接触

后会产生静电，到收卷处累积后静电很大，存在电击风险，另外静电吸附作用，可能会吸附一些杂物，小虫到薄膜表面，影响膜卷质量，同时在分边位置，静电吸附也容易导致薄膜分片不稳定，造成膜卷端面不齐。常用的有除静电绳、静电毛刷、除电棒等。除静电绳、静电毛刷一般安装在膜路上，能去除大部分静电，但是存在静电残留或刮花膜面的风险，除静电棒则不存在这个风险，除静电效果比较好，因为薄膜结构弓辊、摩擦辊等胶辊后会产生更多静电，所以除静电棒最好是安装在摩擦辊之后，对着膜卷位置（见图10）。

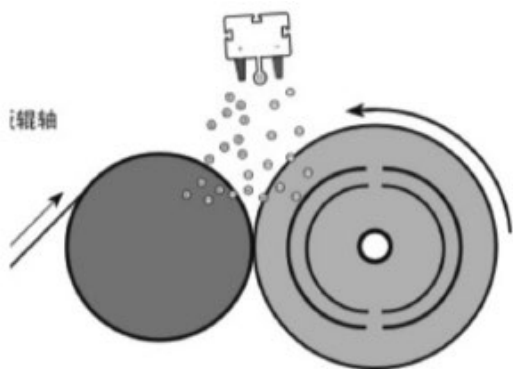


图10 除静电棒

## 11 分切刀

在生产过程中，有时膜卷边缘出现翘边现象，一般是分切刀刀片不锋利导致，切口产生毛边，经过收卷卷取叠加造成翘边，此时需要更换刀片。另外可以将切刀设计成连续上下摆动结构，使更长刃口切膜，延长刀片的使用寿命。

## 12 结语

收卷机结构复杂，动作流程多，控制点多，所以对收卷设计、加工、装配要求更高。收卷机对膜卷质量的影响最直接，好的收卷机能够保证膜卷平整，端面整齐，无起皱，少浪费，但影响膜卷质量的因素也很多，那是一个系统性的问题，包括设备机械结构、软件控制、工艺配方参数、车间环境、人为因素等，我们要在实践中不断分析总结，归纳出更加科学合理的问题分析和解决方法，进一步提升薄膜的质量。

### 参考文献：

- [1] 李中国. 浅谈薄膜收卷表观存在的问题对橡胶压辊的管理研究[J]. 橡塑技术与装备, 2023,49(12):15.
- [2] 李中国. 薄膜分切过程中静电对产品质量的影响及应对措施[J]. 橡塑技术与装备, 2023,49(11):70.

## Analysis of factors affecting the quality of film winding

Chen Junhong

(Guangdong Jinming Precision Machinery Co. LTD., Shantou 515098, Guangdong, China)

**Abstract:** This paper introduces three common forms of film winding and the use of recommendations, and further analyses some of the factors affecting the quality of winding and countermeasures. Factors affecting the quality of film winding include process settings such as winding tension, winding pressure, film thickness and internal cooling control, as well as structural designs such as changeover structure, clutches, bowler roll design, winding shafts, edge-splitting devices, de-staticisation, slitting knives, and so on.

**Key words:** winding; tension; winding pressure; winding change structure; clutch

(R-03)

《橡塑技术与装备》投稿邮箱：[crte@chinarpte.com](mailto:crte@chinarpte.com)

欢迎投稿，欢迎订阅，欢迎惠登广告