

聚酯薄膜生产中各种展平方式的研究与分析

李中国

(富维薄膜(山东)有限公司, 山东 潍坊 261061)

摘要: 聚酯薄膜作为一种产品, 由于它的特性, 在下游工序使用时的对平整性的要求特别高, 一般聚酯薄膜生产线上都配置有带有展平功能的一些辊筒、机构, 本文结合实际针对这一部分的功能概括的介绍了它们的结构、工作原理、影响因素、使用方法以及使用效果。

关键词: 聚酯薄膜; 夹持展平辊; 弓形辊; 螺旋纹展平辊; 中高辊

中图分类号: TQ323.4

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)09-0049-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.09.011

0 前言

聚酯薄膜因有极高的抗拉强度, 透明性好, 耐化学品性、耐油性、气密性好, 且耐冲击、弹性大, 具有耐高、低温性能等优点, 在食品包装、印刷、医药、电子、化工等领域应用十分广泛。上述的聚酯薄膜使用领域, 大多数对膜面的平整性有很高的要求, 这个平整性区别于微观的平整度, 比如由于添加剂的析出, 在膜面上形成的微观凸起, 加热冷却拉伸不均匀形成的隐形纹、橘皮纹等, 这些微观的平整度不在本文的讨论之列, 本文所述的薄膜平整性, 指的是膜面出现的皱褶, 筋条, 波浪状纹, 车轮印状纹等, 它是比较直观的且目视可见的一种表现, 它直接影响到下游客户对聚酯薄膜的进一步加工, 膜面不平整会导致膜幅定位不准、涂布条纹, 复合皱褶等问题, 因此, 聚酯薄膜产品的平整性非常关键, 尤其是最后分切后的成品, 必须要保证膜面的平整。根据聚酯薄膜的用途不同, 现在聚酯薄膜在国内外生产所涉及的厚度一般在6~300 μm之间, 由于聚酯薄膜本身的特性, 尤其是较薄的产品, 比较柔软, 横向宽度达到5~10 m, 在横向拉伸定型冷却过程中本身又处于悬空状态, 所以在生产时膜面是不平整的, 在整个生产线生产的过程中, 对薄膜进行展平是有必要的, 本文结合聚酯薄膜生产线的实际情况对各种展平的方式予以说明、总结和探讨。

1 工艺影响的平整性

现在聚酯薄膜的生产线都是双向拉伸的, 如图1所示。一般是先进行纵拉, 后进行横拉, 纵拉的过程中, 片材还处于较厚状态, 并且有多个平滑辊筒传送, 所以这个阶段平整度, 主要是厚度均匀性的影响, 保证辊筒和红外加热温度的均匀性和辊筒的冷却均匀性即可。在横拉阶段, 经过预热段和拉伸段后, 链夹夹持着片材作用在上面横向的拉力, 克服薄膜分子间的应力, 使膜材分子链重新排列取向, 这个时候拉伸后薄膜基本已经成型, 后续的热定型工序和冷却松弛工序对膜面的平整性影响就比较大了, 从100~130 °C的拉伸段, 进入到200~245 °C的热定型段, 通过异相成核和均相成核加速分子链的结晶, 使大分子链取向转变为结晶取向, 消除薄膜内应力, 提高结晶度到50%以上, 使晶体结构趋于完善, 薄膜的热收缩值下降; 随后进入到冷却松弛段, 通过调整窄链轨的宽度, 使膜幅松弛下来, 并且冷却到50 °C以下, 使分子链结构充分冻结, 减少薄膜的内应力在高温下产生的后期形变。

整个纵横拉伸阶段形成的膜面平整度可以取样到观察室, 纵向两侧加持平整, 使中间膜幅成自然松弛状态, 目测观察膜面是否平整, 或者将薄膜放置在水

作者简介: 李中国(1974-), 男, 工学学士, 高级工程师, 主要从事PET薄膜生产工艺管理工作。

收稿日期: 2023-06-28

平的玻璃板上,若薄膜平整性好,则膜与玻璃面贴服,看不到波浪起伏,尤其是对于厚一点的薄膜效果更加明显;这种膜面的不平整,在后期的分切收卷时,进行高张力硬收,使收卷硬度达到邵氏 96° 以上,然后常温放置熟化 24 h 以上,对于这种拉伸形成的不平整能起到一定的缓解作用。

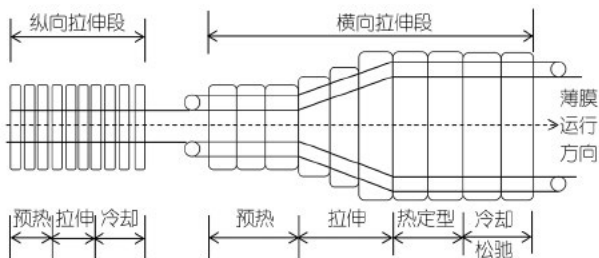


图1 聚脂薄膜双向拉伸设备示意图

较厚一点的薄膜,拉伸收卷后,取小片样张,正常情况下它是平整的,不能有卷曲或者翘边现象,如果有卷曲或者翘边这种现象一般是纵拉时,薄膜两面红外加热功率差别较大引起的,生产时要注意检查和保持两面加热功率的一致性。

2 后续展平

2.1 夹持展平辊

经过纵横拉伸后的薄膜经过多个辊筒的牵引,然后用钢芯卷取,收成薄膜的大卷以待分切,这个大卷我们称为母卷。在这个过程中,膜幅的展平主要是依靠两侧夹持展平辊,边部展平辊在薄膜两侧各一组,成一对结构,夹持在膜边上。两个夹持辊一般都是硬质耐磨树脂材料,或者一个硬质耐磨树脂材料加一个金属材料。夹持展平辊一般有万向功能,工作时,两个夹辊靠气缸压在一起,将薄膜以适当的压力夹持住,再通过展辊朝薄膜运行方向一定的角度,产生一个把薄膜垂直于薄膜运行方向横向拉伸的力量,再配合辊筒牵引的纵向力来实现展平,结构原理如下图 2 所示。相对来说,展辊相对于横向的角度越大,展平效果越好,但是因为角度太大,会在边部膜面上碾压出印痕,甚至产生磨屑,所以这个角度根据薄膜的种类,实际调试合适的适用角度,这个角度一般在 5°~30° 之间。

这种展平夹持辊根据辊筒位置的不同,一般可以设置多组。从横拉段出来刚进入牵引段时,膜幅由悬空状态绕到辊筒上,这个位置可以设置一组,对膜幅进行初步展平,使膜幅平整的贴合在辊筒上,如果设备配备有膜面清洁装置,展平还有利于提高膜面的清



图2 夹持展平辊示意图

洁效果。

聚脂薄膜生产线都配有电晕装置,在电晕辊之前可以设置一组,展平辊使膜幅伸展平整后,能很好的贴合在电晕辊上,可以避免电晕刀产生的高压电弧击穿薄膜,造成双面电晕。

最后在收卷之前可以设置一组,这一组的设置,对于母卷的卷取效果至关重要,因为母卷收卷效果的好坏,直接影响到后续的分切工序,大母卷严重的皱纹、压痕等,对于高端薄膜来说都是不允许的,这一组夹持展平辊跟收卷段张力、压力和转速的共同作用下,卷取出符合质量要求的母卷。

2.2 弓形辊

弓形辊又叫弯曲辊或者弧形辊,是分切机上重要的展平辊筒,朝向但不一定垂直于膜面有一定的弓曲度,所以叫弓形辊,示意图如图 3 所示。弓形辊内部具有弧形芯轴,外面是一组组短辊壳,辊壳表层一般覆有丁腈胶等橡胶,既耐磨又光滑,弓形角度在分切机运行时可以进行调整,这种结构能有效保持辊面的清洁及避免对薄膜的损伤。芯轴与辊壳之间有滚动轴承、卡圈、润滑脂、密封圈等组成。目前弓形辊使用的比较广泛,不仅仅在薄膜行业,其他的类似行业,比如纸张、金属箔、纺织品等卷绕材料产品的分切加工,都可以防止基材在运行中产生皱纹并予以舒展伸直。



图3 弓形辊示意图

一般薄膜厚度越薄,它的弓曲度相对越大,薄膜厚度越厚,它的弓曲度就越小,甚至没有弓曲度。弓形辊的原理是利用它的弓曲度,有使膜幅横向拉紧的趋势,从而达到展平的效果,它的优点是薄膜对辊筒的包角非常小,甚至是线接触都可以,展平效果明显。

2.3 对称螺旋纹展平辊

对称螺旋纹展平辊是辊筒表面上加工有螺旋的纹

路,从中间向两边同向对称分布,材料可以是金属辊或者橡胶辊,示意图如图4所示。

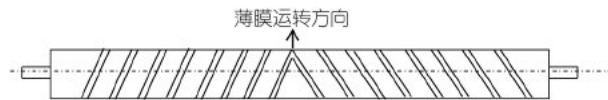


图4 对称螺旋纹展平辊

当薄膜接触螺旋纹展平辊的表面时,与螺旋纹展平辊表面上的向两侧倾斜的螺旋纹产生摩擦,倾斜螺棱会对薄膜施加一个横向扩展力,使薄膜有向两侧拉伸的力,从而使薄膜得以展平。这种对称螺旋纹展平辊,优点是结构简单,操作方便,费用低,缺点是这种展平辊因为靠的是薄膜自身和螺旋纹的摩擦力展平,所以这种展平辊效果不如前面所述的弓形辊,并且它需要薄膜以较大的张力和包角覆盖在辊筒上面,效果才好一些。

为了克服以上这些弊端,从国家知识产权局专利检索中发现,有的技术人员已对螺旋纹展平辊在原有的基础上进行了改进,比如,在展平辊内部进行真空处理,筒体内部设计成封闭的空间,可以通过旋转接头连接负压源,在对称螺旋纹的间槽内设有与筒体内腔相通的吸附孔。吸附孔自中央到两端数量逐渐增多。这样,可以实现一方面依靠隔膜自身的张力与辊体表面接触而展平的同时,可利用吸附孔的作用增加薄膜对辊体表面的磨擦力,而增强提高展平的效果。

还有一种是低张力薄膜运输展平辊,它表述的辊筒结构特征为橡胶表面加工对称排列螺旋纹,但螺旋纹的沟槽如图5所示,包括若干圈梯形凸起,梯形凸起的高度为 H ,四边形凸起的下底宽度为 L ,四边形凸起的下底宽度为 W ,倾斜角为 a ,其中,四边形凸起的下底宽度 L 小于上底宽度 W ,直角三角形腔体的倾斜角 a 朝外。它表述的工作原理是在薄膜张力作用下,辊筒表面两侧的环形梯形凸起在较小的张力下会向外侧发生变形,在摩擦力的作用下,薄膜产生向两侧拉伸的趋势,从而消除褶皱。 a 、 L 越小, W 、 H 越大,越容易发生变形,越适用于张力小的薄膜。它这种设计一定程度上克服了普通螺旋纹展平辊需要加大张力以保证足够的膜与辊筒之间的摩擦力的弊端。

2.4 中高辊

这种辊筒的主要特征为辊筒直径由中间向两端逐渐的变小,中间粗两头细,所以称为中高辊,这个中高的尺寸跟辊筒两端尺寸比较,差别小,属于毫米级甚至更低的,用肉眼看不出,只有用专门的测量工具

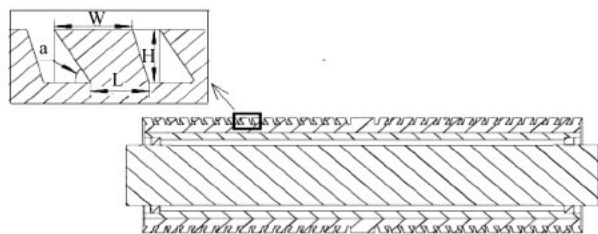


图5 低张力薄膜运输展平辊

才能测量出来。

这种辊筒一般适用在薄膜的最后卷取环节,它直接作用在膜面上,通过设备施加的线性压力,将膜层之间的空气排出去,从而不容易产生收卷时的底部皱纹和过程皱纹,达到膜面展平的目的。

普通的平直没有中高度的辊筒在收卷时,气缸提供的收卷压力作用在辊筒的两端,并且根据收卷工艺,随着收卷直径的增加,压力也在不断地增加,辊筒就会出现挠性变形,如图6所示,导致中间位置相对两端来说,作用在膜面上的压力要小于两端,最终的结果是导致中间位置排气不好,膜面不平整,容易产生皱褶。而中高辊因为在加工时,中间直径大,在正常收卷时,高出的这一部分基本抵消了辊筒的挠性变形量,使整个辊筒面均匀的作用在膜面上,从而使整个膜面平整,不容易产生皱纹。

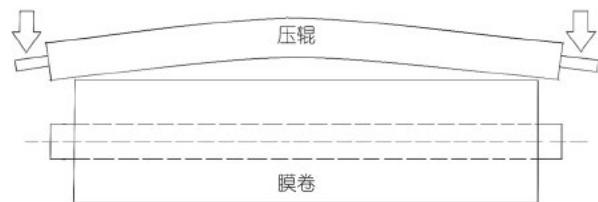


图6 普通辊筒挠性变形示意图

不同长度的辊筒加工的中高数据不同,如表1所示。

表1 辊筒中高数据对应表

压辊长度/m	1以下	1.2	1.5	2.0	2.5
中高量/mm	0.2~0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

3 结语

以上概述了薄膜生产线上所使用的展平方式,其实薄膜平整性不局限于以上所述,还受到其他的因素影响,比如厚度、车速、卷取工艺等,设备的使用维护、传动辊筒的表面状况、各辊筒之间的平行度等,都能影响到薄膜的展平效果。在未来的生产试验和实践中,更加深入的探索研究,相信会开发出更多的新型展平方法应用到生产中去。

参考文献：

- [1] 钟永均. 双向拉伸聚酯薄膜生产设备及工艺的探索 [J]. 化工管理, 2018(21):122-123.
- [2] 李中国. 分切机辊筒型状对聚酯薄膜收卷的影响 [J]. 聚酯工业, 2022,35(05):15-17.
- [3] 胡清方, 彭友华. 真空螺纹展平辊 [P]. 中国专利: CN202924451U.2013.05.08.
- [4] 阳声富, 严海宏, 汪月, 等. 一种低张力薄膜运输展平辊 [P]. 中国专利, CN218088210U, 2022.12.20.

Research and analysis of various spreading methods in polyester film production

Li Zhongguo

(Fuwei Films (Shandong) Co. LTD., Weifang 261061, Shandong, China)

Abstract: Polyester film as a product, used in the downstream process on the leveling requirements are particularly high due to its characteristics. Polyester film production line is generally configured with the leveling function of the roller or mechanism. This paper combines the actual situation for this part of the function to introduce their structure, working principle, influencing factors, the use of methods and the effect of use.

Key words: polyester film; pinch leveling rollers; bowed rollers; spiral leveling rollers; medium-high rolls

(R-03)

马牌轮胎母公司，大陆集团或将拆分！

Continental, the parent company of Mares tires, may be splitting up!

2024年8月5日，德国马牌轮胎母公司大陆集团发布通知，决定对汽车子集团的拆分进行进一步的详细评估，这意味着其有可能将大陆集团分割成为两家独立的公司。

执行董事会将于2024年第四季度就拆分事宜做出决定。如果获得批准，该拆分计划将在2025年底前完成，汽车子集团将成为一个完全独立的公司。拆分的准备工作已经在进行中。

据了解，汽车子集团在去年实现了约203亿欧元的销售额，目前约有100 000名员工，在制动和舒适系统、传感器解决方案和显示屏领域已经获得了强劲的市场地位，同时可以应对快速发展的软件定义汽车和自动驾驶的未来市场。

大陆集团首席执行官司徒澈表示，近几个月来，市场和客户发生了极大的变化，在汽车行业尤为显著。各区域市场的剧烈波动，以及软件驱动的技术转型要求企业具有更大的灵活性和自主决策能力。在这种背景下，计划将大陆集团拆分为两家独立的公司。

大陆集团监事会主席 Wolfgang Reitzle 表示，汽车子集团的拆分有可能提升集团竞争力，提高敏捷性和透明度。此外，投资者也将能够投资一家专注于汽车电子的公司。

据悉，盈利的轮胎和康迪泰克子集团将保留在大陆集团旗下。这一结构也将成为详细评估的一部分。

据了解，大陆集团轮胎子集团和康迪泰克子集团目前雇佣了约100 000名员工，在过去的财年中共实现了约208亿欧元的销售额，其中轮胎子集团为140亿欧元，康迪泰克子集团为68亿欧元。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)

