

# 三元乙丙橡胶 (EPDM) 作为薄膜分切压辊材料的实用分析

刘志美<sup>1</sup>, 孙聪明<sup>2</sup>, 李中国<sup>1\*</sup>

(1. 富维薄膜 (山东) 有限公司, 山东 潍坊 261061 ;

2. 潍坊德高新材料有限公司, 山东 潍坊 261061)

**摘要** : 三元乙丙橡胶 (以下称 EPDM) 作为一种高性能合成橡胶材料, 因其在抗老化、高回弹性、耐酸碱性、抗臭氧性和抗静电性等方面存在诸多优点, 在薄膜加工行业内得到广泛的应用, 文章从薄膜分切压辊的实际使用方面详细介绍了以 EPDM 为包装材料的使用优点、问题和处理方法, 以供行业内参考。

**关键词** : EPDM ; 阻尼性能 ; 回弹性能 ; 抗老化性 ; 抗静电性

**中图分类号** : TQ333.4

**文献标识码** : B

**文章编号** : 1009-797X(2026)01-0035-04

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2026.01.007

## 0 前言

EPDM 作为一种高性能合成橡胶材料, 它具备诸多优点, 首先它的抗紫外和抗臭氧能力表现出色, 远优于其它的合成橡胶; 其次它的高弹性和抗疲劳性, 在薄膜分切过程中, 利用它的弹性使辊面与膜面密切接触有利于排气, 压力解除后, 容易恢复原状; EPDM 的耐酸碱性, 尤其薄膜生产企业在清洁设备辊筒时, 经常把安全价廉的水、酒精、酮类等用来作为清洁液体, 用来清洁辊筒上的附着物, 粉尘等, 而 EPDM 恰恰对这些有非常好的抵抗性; 重要的一点, 是 EPDM 的加工性能好, 价格低于硅胶和特种聚氨酯, 且配方调整灵活, 它可以通过硫化填充等工艺的控制来调整硬度, 完全可以满足薄膜生产的硬度范围 (邵氏 50~80), 并且可以在其中添加抗静电剂等, 来达到薄膜分切的抗静电要求; 还有耐温性耐摩擦性等, 由于 EPDM 以上的种种优点, 特别适合用作薄膜分切辊筒材料, 所以在薄膜生产领域的应用越来越广泛, 本文以薄膜行业的实践经验从以下八个方面就它的实用性做简单的分析和介绍。

## 1 EPDM 的阻尼性能和回弹性能

### 1.1 EPDM 阻尼性能

是指它在受到外力作用时, 能够通过内部分子间的摩擦产生能量损耗, 从而减少振动的能力。阻尼性能的大小通常用损耗系数 ( $\tan\delta$ ) 来表示, 它反映了

材料在形变过程中能量损耗的程度。EPDM 的阻尼性能与其分子结构密切相关, 例如分子链上的侧基体积较大时, 会阻碍链段运动, 增加分子间的内摩擦, 从而使阻尼系数增大。此外, EPDM 中的结晶也会降低体系的阻尼特性。在实际应用中, 可以通过选择不同类型的橡胶、调整硫化体系、填充体系和增塑体系来调控 EPDM 的阻尼性能。

### 1.2 EPDM 的回弹性能

是指 EPDM 在受到外力作用产生形变后, 去除外力时能够迅速恢复到原来状态的能力。这种性能通常用回弹性来衡量, 影响它的回弹性的因素包括分子量、分子量分布、分子链柔顺性、交联密度、分子间的作用力、填料种类和用量、软化剂等。王祺等<sup>[1]</sup> 在实验中研究了不同填料或者配比对阻尼性能和回弹性能的影响, 两者都要兼顾, 以适合薄膜分切的要求

### 1.3 对分切的影响

薄膜分切中压辊需兼具以上两种性能, 通俗的讲, 也就是平常说的硬度和柔韧性, 在薄膜分切收卷中, 要求达到无皱、无划伤, 只有达到一定的硬度, 才能保证压辊在工作过程中, 紧密的与膜面贴合, 众所周知, 薄膜在生产过程中, 受各种因素的影响, 比如模头挤出、拉伸温度等因素影响, 厚度存在或多或少的

**作者简介** : 刘志美 (1972-), 女, 硕士, 主要从事 PET 薄膜生产质量研发管理工作。

\* 为通讯联系人

差异,这种差异的累积导致在收卷过程中,膜面会有微量的高低隆起,而EPDM的柔韧性,正好弥补了这一点,它能适应膜面的不平变化,在与膜面接触的过程中,随时将膜层间的空气排出,达到无皱的效果。而在实际的应用中,既要考虑压辊的排气性,还要兼顾它的耐磨性来延长压辊的使用寿命,所以分切压辊的橡胶硬度太软或者太硬都不合适,实践证明,橡胶硬度在邵氏70~75之间最为合适。硬度 $>85$  Shore A时回弹性下降,可能影响超薄薄膜( $<10\mu\text{m}$ )的分切平整度,压辊的硬度一般是邵氏 $A55\pm3^\circ$ ,这个硬度可吸收分切过程中的高频振动,减少薄膜边缘“锯齿纹”缺陷;在使用的过程中橡胶的硬度会慢慢地变高,属于正常现象。但随着硬度的升高,EPDM的回弹力也逐渐的变弱,这个问题可通过研磨或者重新包胶来解决此类问题。

EPDM的压缩永久变形率 $<20\%$ (ASTM D395),长期受压后仍能恢复原状,避免压辊表面在压力作用下凹陷,尤其是在实际使用中,分切压辊为了增加排气性,弥补两端加压力后对压辊造成的微观弯曲变形,橡胶辊面一般加工成中高型,即中间粗,两端细的纺锤形。正常情况下,辊面受挤压后,橡胶压缩变形后,自由状态放置一段时间后,辊面还会恢复到原来的中高度尺寸,来满足后续持续的使用要求,然而,实际分切过程中,同一规格的分切产品分切时间非常长,并且为了达到营收的目的,压辊的压力通常加得会非常大,在长时间高负荷的使用中,辊面的中高尺寸也会发生变化,王凡等<sup>[2]</sup>提出了不同的促进剂对于EPDM硫化的时间会更短,和硫化平坦性更好一些。硫化曲线平坦区域的宽窄,对于分切压辊影响较大。

如果测量数据显示中高度低于原来的50%以上,就要考虑对辊面按照原来尺寸数据进行重新磨削或者挂胶,反之,会产生由于收卷排气不畅产生的皱纹情况。

## 2 EPDM 包胶的方式

包胶方式对于分切压辊的使用效果影响较大,正常的包胶方式冷热硫化包胶,套胶,模具包胶等,根据分切压辊的使用性质,一般胶层厚度在5~10 mm,分切压辊的辊芯材质一般为金属或者碳纤维材质,需要对辊芯表面进行预处理,并且使用专门的黏合剂,基于以上因素,胶辊厂家多采用胶条或者胶片缠绕法,然后进行硫化、冷却、粗车、动平衡、研磨等程序,

达到需要的硬度、光洁度和尺寸数据。胶条缠绕法和胶片缠绕法,对分切压辊的影响主要是接缝的影响,胶条在辊芯上缠绕时,胶条与胶条间的接缝会与胶条存在少许差异,所以这种包胶方式加工出来的压辊容易在辊面上形成螺旋状纵向的纹路,如果进行精磨,影响小一些,正常磨削的话,纹路会非常明显,如图1。实践证明,在做高端薄膜收卷时,这种纹路会原封不动的印在膜面上;胶片缠绕的包胶方式能有效地避免上述螺旋状纹路,但会形成横向的搭接缝隙,形成凹陷或者不平,使用时对膜面会有影响,在实际使用过程中,以上问题都遇到过,都是通过优化包胶工艺解决的。

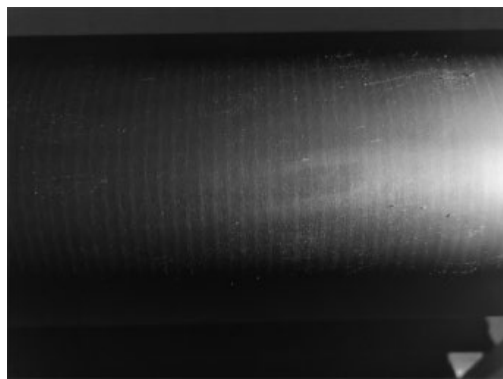


图1 胶层的螺旋状纹路

## 3 抗老化性

虽然EPDM具有优良的化学结构稳定但其在实际使用过程中受光、氧、热和化学介质等外界因素的作用,仍会发生一定程度的老化<sup>[3]</sup>,防老剂在三元乙丙橡胶调配混合的时候,是必须要面对的问题,本身三元乙丙橡胶在抗老性和抗臭氧性方面相比其他橡胶来说比较优异,在分切压辊的实际使用中也证明了这一点。按照薄膜行业的连续性生产的特点,分切压辊的磨削频率很高,橡胶表层会定期磨削,所以抗老化性不成问题。

## 4 抗静电性

高端薄膜因为洁净度的要求,必须要控制本身的静电,从而减少空气中的尘埃粒子的吸附,压辊作为分切收卷的最后一个接触膜面的辊筒,它的抗静电性就非常重要了,压辊包胶时,通常会把抗静电性作为一个重要指标;行业内对于抗静电性做了大量的研究,针对极性橡胶和非极性橡胶和合成型橡胶,适用不同的抗静电剂,常见的是高分子型的永久性抗静电剂和

碳类、金属类和石墨烯类等，许仕强等<sup>[4]</sup>研究了使用 N330 炭黑、HM3810 炭黑和 DENKA BLACK 导电炭黑等作为填料的（EPDM）复合材料产生不同的硫化特性、物理性能和电导率。

## 5 抗臭氧性

薄膜生产企业在生产电晕膜时，高压电极击穿空气会产生臭氧，大部分臭氧被风机排掉，仍有一小部分臭氧存留在膜层间的空隙里，收卷时臭氧势必会对辊筒表面的橡胶有一定的影响，这方面 EPDM 也有非常优异的表现，基本没有出现胶面皸裂的情况。

## 6 压印的影响

产生压印的原因主要是有以下两个方面。

### 6.1 EPDM 中有异物或者外伤

EPDM 在塑炼过滤的工艺环节，会对分切压辊有一定的影响，主要表现在胶层中会出现硬度略不同于胶层的橡胶颗粒或者异物，在压辊使用磨削中会逐渐的显露出来甚至脱落，或者在使用中造成表面磕碰形成的伤痕，在收卷时会对膜面产生条纹、亮点或者压痕。

### 6.2 压辊长期高压或者局部过载

薄膜分切压力普遍较高，尤其是边部位置，压辊整体的压力再加上边部轻微的切涨，导致压辊被压上一圈凹陷，如图 2，其他的橡胶也存在这个问题，这种情况不能再切超过这个凹陷位置宽度的产品，这个凹陷位置如果压在膜面上，分切时会形成一整圈的压印。可以切窄于这个压印的规格，保证膜面的平整，这种压印如果胶层厚可以通过研磨、胶层薄可以通过重新包胶来处理。

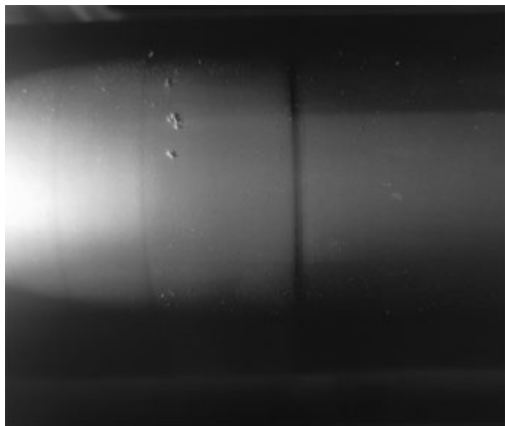


图 2 膜卷边部造成的凹陷

## 7 EPDM 与辊芯的黏合问题

黏合问题是压辊加工制造过程中的一个关键技术难点，它们不仅仅是表面能差异，一个较低一个较高，再加上热膨胀系数不一样，所以在实际长期使用中，会出现从端面开始 EPDM 与辊芯产生分离，但经过多年来压辊厂家的技术改进，对辊芯采用特殊的预处理工艺，包括喷砂、等离子、激光和化学处理等，加上专用的黏合剂，完全能满足薄膜分切压辊的正常需求。韩志勇等<sup>[5]</sup>论述了粘接用铝合金和复合材料表面处理技术，重点阐述了不同表面处理手段的目的、机理、分类以及影响表面处理品质的工艺参数；此外，对近些年来国内外铝合金混合处理技术和具有前景的复合材料能量处理技术的原理及优势进行了分析，并提供了较为有效的材料表面处理新思路。现在分切机上用的压辊宽度越来越宽，碳纤维辊芯技术应用的越来越多，目前国内许多胶辊厂家实现了碳纤维跟 EPDM 的完美结合。

## 8 EPDM 的清洁

EPDM 作为一种非极性橡胶，它的表面易粘附 BOPP、PE 等非极性薄膜和 BOPET 等弱极性薄膜的析出物，需频繁清洁，源于它的优异的耐酸碱性能，对于粘附在压辊上的其它污染物，如粉尘、低聚物、膜幅黏附和封闭管口时残留的胶体，可以通过我们常用的水、酒精、酮类配合硅胶粉尘辊轮进行清洁，但不可用汽油类、苯类和三氯乙烯进行清洁。

## 9 结语

无论是从性价比，还是从它的物性指标上来看，根据薄膜行业的需求，EPDM 是适合做薄膜分切压辊包胶材料的，关于 EPDM 的弊端，比如它的耐磨性、抗静电性、耐老化性等都是可以通过橡胶加工工艺手段干预的，解决好这些问题，它们就可以转变为它的核心优势。

### 参考文献：

- [1] 王祺，裴吕超，周宇通，等．兼顾高阳尼和高回弹性能的三元乙丙橡胶复合材料的组成、微观结构及性能关系研究[J]．北京化工大学学报（自然科学版），2025,52(01):39-47.
- [2] 王凡，张金，田春梅，等．促进剂对三元乙丙橡胶性能影响研究[J]．特种橡胶制品，2025,46(01):19-23+30.
- [3] 王爱华，王安迎．不同老化时间对三元乙丙橡胶老化性能的影响[J]．橡塑技术与装备，2022,48(10):42-45.

[4] 许仕强, 谭博文, 吴明生. 导电炭黑 / 三元乙丙橡胶复合材料的性能研究 [J]. 橡胶工业, 2024,71(06):421-426.

[5] 韩志勇, 马斯景, 路鹏程. 铝合金与复合材料连接表面处理方法的研究进展 [J]. 中国塑料, 2024,38(01):124-133.

## Practical analysis of ethylene propylene diene monomer (EPDM) as a material for film slitting rollers

Liu Zhimei<sup>1</sup>, Sun Congming<sup>2</sup>, Li Zhongguo<sup>1\*</sup>

(1.Fuwei Film (Shandong) Co. LTD., Weifang 261061, Shandong, China;

2.Weifang Degao New Material Co. LTD., Weifang 261061, Shandong, China)

**Abstract:** Ethylene propylene diene monomer (EPDM), as a kind of high-performance synthetic rubber material, has been widely used in the film processing industry due to its significant advantages in anti-aging, high resilience, acid and alkali resistance, ozone resistance, and antistatic properties. This article, based on the actual use of film slitting rollers, elaborates on the advantages, existing problems, and solutions of using EPDM as a rubber coating material, providing a reference for the industry.

**Key words:** EPDM; damping performance; resilience; anti-aging; antistatic property

(R-03)

## 携手并进 共启新章 | 雄鹰轮胎与罗克韦尔自动化签署战略合作协议

Hand in hand, embark on a new chapter |

Tercelo Tire and Rockwell Automation sign strategic cooperation agreement

2025年11月6日, 雄鹰轮胎集团与罗克韦尔自动化正式签署战略合作协议。青州市委副书记、市长田永全, 市商务局党组书记、局长李爱美, 经济开发区管理委员会主任马原, 雄鹰轮胎集团总经理单奇颜, 采购管理办公室经理林桐桐, 采购管理办公室经理助理万立之, 罗克韦尔自动化中国区总裁石安, 战略协同中心副总裁陈烨, 大区销售总监邱树昆等领导出席签约仪式。

在田市长等领导共同见证下, 双方代表签署协议并合影留念。此次合作聚焦智能制造系统集成、生产流程优化与能耗管理升级, 将深度融合自动化、数字化与智能化技术, 共同打造橡胶轮胎行业领先的绿色、低碳、智能化示范工厂, 树立下一代制造新标杆, 推动雄鹰轮胎的全面数字化转型与可持续发展。

石安总裁首先对雄鹰轮胎集团长期以来给予罗克韦尔自动化的支持表示感谢, 他表示在“中国制造2025”及“双碳”战略的指导下, 将以技术创新驱动产业升级, 助力雄鹰轮胎实现全价值链数字化转型, 共同打造橡胶行业智能化数字化示范工厂。同时, 以“双碳”战略为导向, 构建绿色低碳工厂, 实现从传统制造向智慧工厂的跨越, 为行业可持续发展提供可复制、可推广的解决方案。

此次签约意味着双方合作迈入新阶段。未来, 双方将依托各自核心优势, 携手前行、共谋发展, 持续深化在智能化、数字化、绿色化领域的合作, 不断探索新技术、新模式、新场景的应用, 推动轮胎行业高质量发展, 共同开启合作共赢新局面。

摘编自“雄鹰轮胎集团”

(R-03)

