

压延半成品—胎体帘布 PA1 存放周期的研究

安程, 马健, 梁威, 沈红娜, 李海艳

(山东丰源轮胎制造股份有限公司, 山东 枣庄 277300)

摘要: 本文选取山东丰源轮胎制造股份有限公司生产的压延半成品—胎体帘布 PA1 作为研究对象, 采用目前国内比较新型的对胶料黏性准确检测的一种方法即一种专门测试胶料表面黏性的快检检测仪器—TMA1000 胶料表面黏性分析仪, 对胎体帘布 PA1 进行黏性分析, 进而对其存放周期进行了优化研究, 制定出压延半成品—胎体帘布 PA1 合理的存放周期, 同时对 TMA1000 胶料表面黏性分析仪的测试原理以及半成品的测试重现性进行了分析, 对工艺生产具有重要的指导意义, 同时还能有效的提高轮胎的质量和安全性。

关键词: 压延; 半成品; 胎体帘布 PA1; 存放周期

引用论文: 安程, 马健, 梁威, 等. 压延半成品—胎体帘布 PA1 存放周期的研究 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(8):12-16.

中图分类号: TQ330.7

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2026)08-0012-05

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.08.003

0 前言

随着中国轮胎产业的飞速发展和国际竞争的日趋激烈, 国际市场对中国轮胎的质量提出了更高的要求^[1]。而黏性的控制是提高轮胎质量的重要因素。它不仅和轮胎的安全性关系密切, 同时和橡胶半部件的生产以及成型加工都有重要的关系。胶料黏性是指与物体接触后发生相对运动, 在接触面上产生的一种相互作用的剪切力, 也称为胶料的黏滞力。黏性过高或者过低都对橡胶制品的生产工艺有着非常大的影响^[2], 表面黏性的不良不仅会使轮胎的胎冠脱层、胎体脱层、胎肩气泡、外缘尺寸不良等质量问题的出现, 同时还会威胁到客户的生命和财产安全^[3]。另外, 在轮胎生产过程中, 不良的表面黏性也会严重影响生产, 甚至导致整批材料报废。目前轮胎对胶料表面黏性的检测 95% 以上以人为主观判断确定, 存在胶料表面黏性量化失真, 后续产品质量追溯无依据的弊端, 使产品质量无法实现精确、严格的管控^[3]。另外在工业生产中, 对于不同规格半成品的存放周期一般根据胶料的物理性能老化周期制定, 但是胶料的黏性随着季节变化受温度、湿度等影响很大, 对于黏性下降快的胶料容易造成废胶量增大的弊端, 因此根据不同胶种的黏性特征制定合理的存放周期, 对于工业生产效率及节约成本至关重要, 本文使用特拓(青岛)轮胎技术有

限公司研发的 TMA1000 胶料表面黏性分析仪, 具有检测精度高、速度快、操作简单, 是国内最先进的对胶料黏性准确快速检测的方法, 选取山东丰源轮胎制造股份有限公司生产的压延半成品—胎体帘布 PA1 作为研究对象, 对其存放周期进行优化研究, 制定出压延半成品—胎体帘布 PA1 合理的存放周期, 同时对 TMA1000 胶料表面黏性分析仪的测试原理以及半成品的测试重现性进行了分析, 对工艺生产具有重要的指导意义, 同时还能有效的提高轮胎的质量和安全性。

1 实验过程

1.1 试验设定

1.1.1 样品的选择

本文选取山东丰源轮胎制造股份有限公司部件车间工艺流水线上生产的压延半成品—胎体帘布 PA1 作为样品进行研究, 同时要求试验样品的长度和宽度不低于 15 cm×25 cm, 且胎体帘布 PA1 样品表面平整, 无打褶, 并可以覆盖测试区域。

1.1.2 实验条件及停放时间要求

测试的试验条件要求环境温度为 20~30 ℃, 湿度:

作者简介: 安程 (1996—), 女, 主要从事橡胶轮胎实验研究等工作。

≤ 45%。试验样品胎体帘布 PA1 应控制在稳定的环境温度和湿度下分别存放 2 h, 4 h, 72 h, 96 h, 120 h, 144 h, 168 h, 240 h, 336 h。

1.1.3 试验设备的选择

测试试验设备选用特拓（青岛）轮胎技术有限公司研发的 TMA1000 胶料表面黏性分析仪进行黏性的测试，如图 1 所示。



图 1 TMA1000 胶料表面黏性分析仪

1.2 实验原理及步骤

1.2.1 实验原理

特拓（青岛）轮胎技术有限公司研发的 TMA1000 胶料表面黏性分析仪是在滚球法的基本原理上进行改良和完善的一种新型的检测测试设备。测试原理是小球在胶料表面滚动时受到黏性等力的作用而使滚动速度下降，直至停止如图 2 所示。

小球从高处固定高度自由滚落，在胶片上受到力的作用而速度降低直至停下：

$$F=ma \tag{1}$$

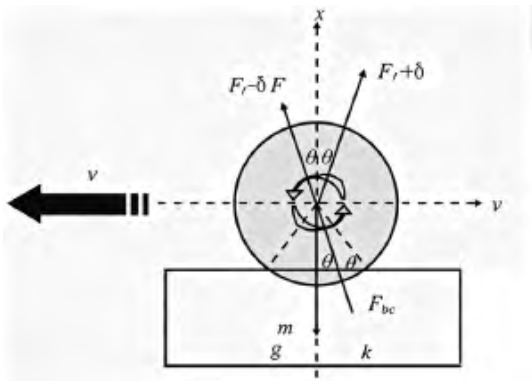


图 2 测试原理及力的示意图

$$F_{tac}=F/\cos\theta(\text{陷入度}\theta\text{与胶料硬度有关}) \tag{2}$$

特拓（青岛）轮胎技术有限公司研发的 TMA1000 胶料表面黏性分析仪拥有多组光电检测传感器，可以精确检测小球在胶料上的运动状态，多组数据反馈处理，经统计计算得出胶料的表面黏性 $F_{tac}^{[3]}$ 。

1.2.2 实验步骤

(1) 将取回的胎体帘布 PA1 试样分成 9 等份，每份 3 个作为平行试样。放置在试验环境中分别停留 2 h, 4 h, 72 h, 96 h, 120 h, 144 h, 168 h, 240 h, 336 h。

(2) 使用特拓（青岛）轮胎技术有限公司研发的 TMA1000 胶料表面黏性分析仪分别在指定的放置时间对其进行黏性测试，测试完毕，系统自动生成检测报告，并计算平行测定值的变差及相对变差；系统可根据相应半成品的控制标准对结果进行判定；系统预留接口，客户的 MES 系统可以从设备固定文件存储区域读取测试报告，见图 3 和表 1。

表 1 山东丰源轮胎制造股份有限公司研发实验室
物 性 检 测 报 告
TMA1000 黏性测试报告

序号	检测项目	胶料名称	标量长度 /cm	黏滞力 /N	检测依据
1	TMA 表面黏性测试	4.26C-NA1-1-1	148.5	0.173	企业自定
2		4.26C-NA1-1-2	188.3	0.139	
3		4.26C-NA1-2-1	152.6	0.169	
4		4.26C-NA1-2-2	160.8	0.160	
5		4.26C-PA1-1-1	92.6	0.275	
6		4.26C-PA1-1-2	78.4	0.321	
7		4.26C-PA1-2-1	78.2	0.318	
8		4.26C-PA1-2-2	75.1	0.333	
9		4.26C-PA1-3-1	80.0	0.316	
10		4.26C-PA1-3-2	74.3	0.339	
11		4.27C-PB1-1-1	62.1	0.400	
12		4.27C-PB1-1-2	62.7	0.379	
13		4.27C-PB1-2-1	69.0	0.362	
14		4.27C-PB1-2-2	80.0	0.318	
15		4.27C-PB1-3-1	86.7	0.292	
16		4.27C-PB1-3-2	81.0	0.314	
备注					

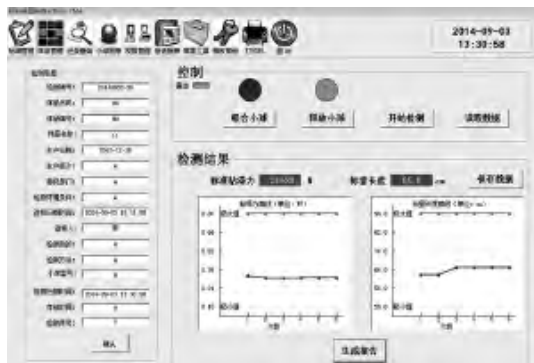


图3 TMA1000 黏性测试

1.2.3 设备的稳定性

表2 重复性试验数据

测试工位	胎体帘布-PA1 (正)	胎体帘布-PA1 (反)	胎体帘布-PB1 (正)	胎体帘布-PA1 (反)
	黏滞力 /N			
1	0.437	0.329	0.400	0.309
2	0.434	0.333	0.397	0.310
3	0.434	0.336	0.394	0.302
4	0.429	0.330	0.399	0.306
5	0.432	0.334	0.401	0.305
6	0.437	0.331	0.403	0.304
方差	0.000 007 833	0.000 005 833	0.000 008 333	0.000 007 667
平均值	0.434	0.332	0.399	0.306

根据表3中的测试数据进行作图分析,见图4和图5。

表3 PA1的黏滞力随停放时间的变化

时间/h	黏滞力 /N			平均值
	PA1 (1)	PA1 (2)	PA1 (3)	
0.50	0.413	0.409	0.411	0.411
1.00	0.525	0.521	0.519	0.522
1.50	0.485	0.479	0.480	0.481
2.00	0.439	0.431	0.433	0.434
4.00	0.426	0.427	0.429	0.427
72.00	0.419	0.421	0.419	0.420
96.00	0.397	0.395	0.399	0.397
120.00	0.395	0.389	0.390	0.391
144.00	0.391	0.389	0.378	0.386
166.00	0.31	0.313	0.325	0.316
240.00	0.305	0.311	0.299	0.305
336.00	0.288	0.300	0.286	0.291

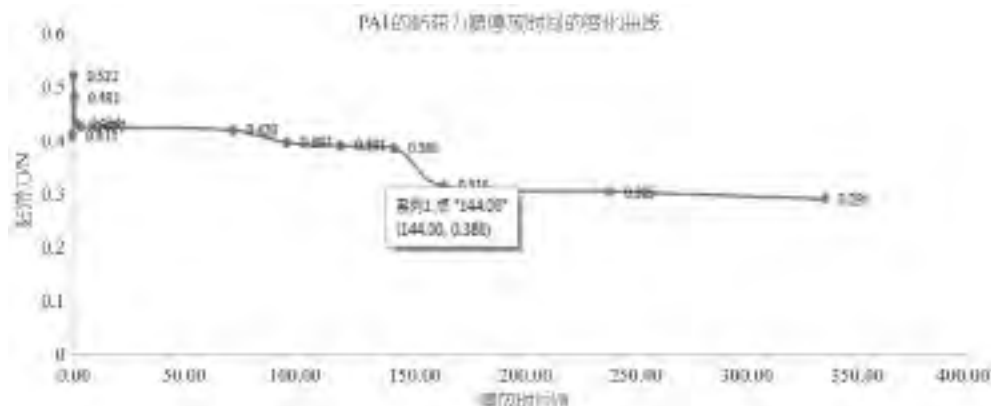


图4 PA1的黏滞力随停放时间的变化曲线

对两组停放2H的压延半成品—胎体帘布PA1正反面、压延半成品—胎体帘布PB1正反面进行重复性试验,试验数据见表2。

由表2可以得出,6个工位测试数据的方差均达到 10^{-6} ,因此,试验设备的稳定性满足试验。

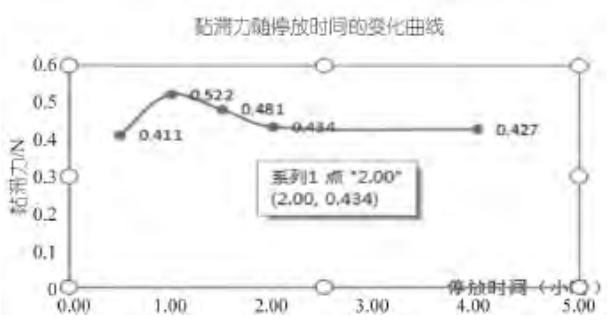
2 结果及分析

本文选取的是压延半成品—胎体帘布PA1,并对其分别进行放置在试验环境中停留2 h,4 h,72 h,96 h,120 h,144 h,168 h,240 h,336 h的周期性的测试研究分析,得出实验数据并进行分析,测试数据见表2。

由图4可以看出0~4 h的PA1的黏滞力随停放时间的变化情况不易清晰判断,为了更加清晰明了的观察PA1的黏滞力随停放时间在0~4 h的变化情况,先对图5中的0~4 h之间的曲线关系图进行放大分析处理得出图5。

由图5我们可以很清晰明了的看出,压延半成品—胎体帘布PA1在0.5 h时的黏滞力为0.411 N,随着时间的增加,1 h时黏滞力达到最大,黏滞力为0.522 N,但是接着就开始下降,1.5 h时黏滞力下降为0.481 N,但是从2 h时往后黏滞力的数值变得较为稳定,2 h时PA1的黏滞力为0.434 N,再结合图5分析得出压

延半成品 - 胎体帘布 PA1 在 144 h 时黏滞力为 0.386 N, 但是紧接着进行了大幅度的下降, 在 166 h 时黏滞力降为 0.316 N, 之后黏滞力的变化较为平稳, 综合观察并分析图 5、图 6 可以得出: 压延半成品 - 胎体帘布 PA1 在停放 1 h 时其黏滞力达到最大值 0.522 N, 接着黏滞力开始下降, 至 2 h 时黏滞力的下降进入一个平稳期, 但是, 在 PA1 停放时间达到 144 h 之后其黏滞力进入一个大幅下降, 之后黏滞力的变化较为稳定, 因此, 对于丰源轮胎制造股份有限公司生产的压延半成品 - 胎体帘布 PA1 其停放时间最小应为 2 h, 压延半成品 - 胎体帘布 PA1 停放 144 h 之后, 该帘布表面黏性下降较为明显。



山东丰源轮胎制造股份有限公司对胶料半成品部件的试验存放时间详见表 4。

对比表 3 中山东丰源轮胎制造股份有限公司有关半成品停放时间的要求: 压延胎体帘布 PA1 停放时间最少为 2 h, 最大为 168 h (7 天), 经过本文对压延胎体帘布 PA1 的黏性随停放时间的研究, 压延半成品 - 胎体帘布 PA1 优化的最大存放周期为最小停放时间为 2 h, 最大停放时间为 144 h (6 天), 基本符合, 后续经讨论将适时减少胎体帘布 PA1 最大停放时间 1 天, 确保胎体帘布 PA1 质量的稳定性。

3 结论

本文通过采用特拓 (青岛) 轮胎技术有限公司研发的 TMA1000 胶料表面黏性分析仪来研究分析山东丰源轮胎制造股份有限公司生产的压延半成品 - 胎体帘布 PA1 的停放时间与黏性变化之间的关系, 并经过批量对比试验分析得出, 压延半成品 - 胎体帘布 PA1 黏性稳定的存放周期为: 最小停放时间为 2 h, 最大停放时间为 144 h (6 天), 对目前山东丰源轮胎制造股份有限公司的工艺生产具有一定的指导意义, 同时有效的提高了轮胎的质量和安全性。

表 4 胶料半成品部件试验停放时间详表

胶料半成品部件名称	胶料半成品部件停放时间		
	最小停放时间	最大停放时间 / 天	最大老化期 / 天
胎面	XA/XB/XC/XD 四种胎面胶种停放 2 h, 其余胎面胶种停放 4 h		
挤出胎侧	胎侧停放 2 h	5	—
裁断后的带束层帘布	零停放	5	8
压延胎体帘布	PA1/PB1 2 h, 其它停放 4 h	7 天 (168 h)	10
裁断胎体帘布	零停放	4	6
压延冠带帘布	NX1 冠带帘布 停放 2 h, 其它冠带帘布停放 4 h	5	8
裁断冠带层	零停放	4	6
压延带束层胶片	4 h	5	20
纵裁带束层胶片	零停放	5	8
覆胶的钢丝圈	零停放	5	8

参考文献:

[1] 王雪飞. 山东万达宝通轮胎有限公司半钢子午胎项目评估研究 [D]. 东营: 中国石油大学 (华东), 2011.

[2] 李红卫, 王中江, 朱家顺, 等. 一种胶料表面黏性测量方法及装置 [D]. 发明专利. 中华人民共和国国家知识产权局.

[3] 刘华侨, 陈松, 杨京辉, 等. TMA1000 胶料表面黏性分析新技术 [D]. 世界橡胶工业. 2014.12(41):26-30.

Study on the storage period of calendered semi-finished product—carcass ply PA1

An Cheng, Ma Jian, Liang Wei, Shen Hongna, Li Haiyan
(Shandong Fengyuan Tire Manufacturing Co. LTD., Zaozhuang 277300, Shandong, China)

Abstract: Carcass ply PA1, a calendered semi-finished product manufactured by Shandong Fengyuan Tire

Manufacturing Co.Ltd., is selected as the research object. Utilizing a novel domestic method for accurately detecting the viscosity of rubber compound, the viscosity of carcass ply PA1 is analyzed through a specialized rubber compound surface viscosity rapid detection instrument, the TMA1000 rubber compound surface viscosity analyzer. Furthermore, an optimization study is conducted on its storage period, and a reasonable storage period for carcass ply PA1 is established. Simultaneously, the testing principle of the TMA1000 rubber compound surface viscosity analyzer and the test reproducibility of the semi-finished product are analyzed. The research results provide significant guidance for process production and can effectively enhance tire quality and safety.

Key words: calendaring; semi-finished products; carcass ply PA1; storage period

(R-03)

轮胎巨头，斥资 80 亿重投美国市场

Tire giant invests 8 billion yuan to re-enter the US market

2026 年 6 月 30 日，意大利高端轮胎巨头倍耐力正式公布重磅北美投资计划，将投入 10 亿~12 亿美元（折合人民币约 81 亿元）扩建美国本土产能。在米其林、普利司通持续关停、优化美国老旧工厂的行业大背景下，倍耐力逆势大额加码北美，清晰释放了深耕美国高端轮胎市场的核心战略意图。

此次百亿级投资并非单纯扩充产能，而是一套覆盖供货、市场、技术的完整布局。一方面扩大本土制造规模，提升北美本地化供应能力，缩短交付周期、对冲进口关税压力，拉动高性能、高附加值轮胎销量增长；另一方面同步落地 Cyber 智能轮胎技术本土化研发与量产，将内置传感、车机互联的前沿智能轮胎生产线落地美国，夯实高端配套技术壁垒。

业内分析指出，这笔最高 12 亿美元投入，有望成为 2026 年全球轮胎行业规模最大、影响力最强的单笔投资。不同于同行布局东南亚、非洲低成本产区，倍耐力将全部资金押注全球第二大轮胎消费市场美国，扩张北美市场份额的野心十分明确。

2025 年数据显示，倍耐力北美市场份额仅 3.52%，行业排名第七，落后米其林、普利司通、固特异等头部品牌。当前主流巨头纷纷收缩美国低效产能、优化全球生产布局，市场竞争格局迎来调整窗口期。倍耐力借本土扩产补齐供货短板、落地独家智能轮胎技术，精准瞄准豪华车、性能车高端细分赛道，目标冲击北美轮胎市场前五席位。

当下美国高端乘用车、超跑配套需求持续走高，Cyber 轮胎作为倍耐力核心差异化竞争力，可实时采集胎压、胎温、路面数据，适配高端车型电控系统，是抢占豪华配套订单的关键抓手倍耐力。依托本土化生产，倍耐力能够更快对接北美车企原厂配套需求，形成“产能 + 技术”双重优势。

此番逆势投资，标志着倍耐力全球战略重心持续向北美倾斜。在行业普遍压缩美国产能的反差下，81 亿元布局将重塑北美高端轮胎竞争格局，推动品牌份额快速提升，也为全球轮胎企业区域差异化布局提供全新参考。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)

