

天然橡胶产地对销耳橡胶衬套性能的影响

景玉龙, 江美娟, 赵鑫, 杜明欣, 杜华太, 杨兴娟

(中国兵器工业集团第五三研究所, 山东 济南 250031)

摘要:考察泰国、印度尼西亚和马来西亚天然橡胶(NR, 一级烟胶片)的门尼粘度对装甲车辆销耳橡胶衬套胶料物理性能和耐热老化性能以及销耳橡胶衬套动态疲劳寿命的影响。结果表明, 销耳橡胶衬套胶料的物理性能和销耳橡胶衬套动态疲劳寿命与NR的门尼粘度正相关, 销耳橡胶衬套胶料的耐热老化性能与其反相关。

关键词:销耳橡胶衬套; 天然橡胶; 产地; 门尼粘度; 物理性能; 耐热老化性能; 动态疲劳寿命

中图分类号: TQ332.1⁺2; TQ336.8

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2020)12-0929-04

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2020.12.0929



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

天然橡胶(NR)按照生胶制造方法与理化性能指标分为烟胶片、绉胶片和颗粒胶。其中, 烟胶片的耐老化性能较好, 是性能较好的品种。目前, 国内装甲装备行动系挂胶、航空轮胎等国防军工领域橡胶制品普遍采用进口一级烟胶片。但不同产地的烟胶片性能存在一定差异^[1-6]。

本工作主要对3种不同产地NR(烟胶片)的门尼粘度、装甲车辆履带销耳橡胶衬套胶料的物理性能和耐热老化性能以及销耳橡胶衬套的动态疲劳寿命进行试验研究, 以探讨不同产地NR(烟胶片)对复杂载荷下橡胶制品性能的影响。

1 实验

1.1 原材料

NR, 一级烟胶片, 分别为泰国、印度尼西亚和马来西亚产品; 其他助剂, 市售品。

1.2 配方

(1) 基本试验胶料配方。NR 100, 氧化锌 5, 硬脂酸 0.5, 硫黄 3, 促进剂M 0.7。

(2) 销耳橡胶衬套胶料配方。NR 100, 炭黑 N330 50, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 防老剂RD 3, 硫黄 2.5, 促进剂DM 1。

基金项目: 山东省重点研发计划项目(2018JMRH0202)

作者简介: 景玉龙(1988—), 男, 山东济南人, 中国兵器工业集团第五三研究所工程师, 硕士, 主要从事特种橡胶材料及制品研发工作。

E-mail: 273326759@qq.com

1.3 主要设备与仪器

5 L密炼机和JIC-725型两辊开炼机, 威福兴机械有限公司产品; 200 t真空平板硫化机, 中国台湾东毓油压有限公司产品; V-MV 3000型门尼粘度仪, 德国MonTech公司产品; LX-A型硬度仪, 日本三量株式会社产品; RGT-10A型电子万能拉力试验机, 美国英斯特朗公司产品; JNP-50型挂胶履带销胶环扭转疲劳试验机, 济南竞成测试仪器有限公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 基本试验胶料混炼

在密炼机中加入NR, 塑炼1.5 min, 加入氧化锌和硬脂酸, 混炼5 min后排胶至开炼机, 在开炼机上薄通、下片。混炼胶放置24 h后在开炼机加入硫黄和促进剂M, 打三角包、下片。

1.4.2 销耳橡胶衬套胶料混炼

在密炼机中加入NR, 塑炼1.5 min, 加入氧化锌、硬脂酸、炭黑和防老剂, 混炼5 min后排胶至开炼机, 在开炼机上薄通、下片。混炼胶放置24 h后在开炼机加入硫黄和促进剂DM, 打三角包、下片。

1.4.3 测试试样

(1) 门尼粘度试样。在113 kg NR上用工具刀取下20 g胶片并裁成圆形试样待测。

(2) 拉伸试样。将停放24 h的混炼胶进行返炼, 在真空平板硫化机上硫化成厚度为2 mm的胶片。硫化条件为: 基本试验胶料为145 °C × 10

min, 销耳橡胶衬套胶料为 $145\text{ }^{\circ}\text{C} \times 20\text{ min}$ 。将硫化胶片裁成1型哑铃形拉伸试样和直角形撕裂试样待测。

(3) 销耳橡胶衬套试样。将混炼胶与涂覆胶粘剂的金属件硫化成型(硫化条件为 $145\text{ }^{\circ}\text{C} \times 20\text{ min}$)。销耳橡胶衬套试样胶环宽度为18 mm, 胶环直径为38.2 mm, 如图1所示。



图1 销耳橡胶衬套试样

1.5 性能测试

(1) 生胶门尼粘度。按照GB/T 1232.1—2000, 用门尼粘度仪对NR进行门尼粘度测试。

(2) 胶料物理性能。按照GB/T 531.1—2008, 用硬度计对胶料进行邵尔A型硬度测试; 分别按照GB/T 528—2009和GB/T 529—2008, 用电子万能拉力试验机对胶料进行拉伸性能和撕裂强度测试, 拉伸速率均为 $500\text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(3) 销耳橡胶衬套动态疲劳寿命。按照GJB 2628—1996, 用挂胶履带销胶环扭转疲劳试验机(见图2)对NR销耳橡胶衬套试样进行动态疲劳寿命测试, 测试载荷为2.0 t, 扭转频率为 $256\text{ 次} \cdot \text{min}^{-1}$, 逆转角度为 $\pm 14.2^{\circ}$ 。



图2 JNP-50型挂胶履带销胶环扭转疲劳试验机

2 结果与讨论

2.1 生胶的门尼粘度

门尼粘度是NR的重要性能指标之一, 可以反映NR的平均相对分子质量和加工性能等。3种不同产地NR的门尼粘度见表1。

表1 3种不同产地NR的门尼粘度

门尼粘度	泰国	印度尼西亚	马来西亚
ML(1+4) 100 $^{\circ}\text{C}$	84	96	
ML(3+4) 100 $^{\circ}\text{C}$			103

由表1可知, 马来西亚NR的门尼粘度最高, 印度尼西亚NR其次, 泰国NR最低。根据门尼粘度可以推断不同产地由于气候等自然条件不同, NR的相对分子质量及其分布存在较大差异。

2.2 胶料的物理性能和耐热老化性能

2.2.1 物理性能

3种不同产地NR基本试验胶料的物理性能见表2。

表2 3种不同产地NR基本试验胶料的物理性能

项 目	泰国	印度尼西亚	马来西亚
邵尔A型硬度/度	36	39	39
拉伸强度/MPa	19.8	20.6	20.5
拉伸伸长率/%	783	698	728
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	34	39	40

由表2可知, 马来西亚与印度尼西亚NR基本试验胶料的拉伸强度相当, 泰国NR基本试验胶料的拉伸强度最低, 这与3种NR的门尼粘度具有一定的正相关性。

3种不同产地NR销耳橡胶衬套胶料的物理性能见表3。

表3 3种不同产地NR销耳橡胶衬套胶料的物理性能

项 目	泰国	印度尼西亚	马来西亚
邵尔A型硬度/度	66	65	65
拉伸强度/MPa	24.9	26.1	26.6
拉伸伸长率/%	500	527	586
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	65	60	53

由表3可知, 3种不同产地NR销耳橡胶衬套胶料的拉伸强度由高到低顺序为: 马来西亚NR、印度尼西亚NR、泰国NR。与基本试验胶料相比, 销耳橡胶衬套胶料的拉伸强度与NR的门尼粘度呈现更明显的正相关性。

2.2.2 耐热老化性能

3种不同产地NR销耳橡胶衬套胶料的耐热老化性能见表4。

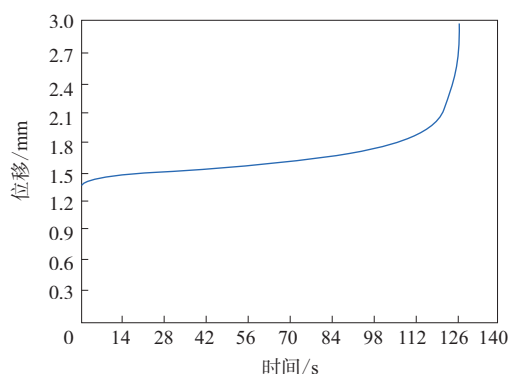
由表4可知, 3种不同产地NR销耳橡胶衬套胶料的耐老化性能由优到差的顺序为: 泰国NR、印度尼西亚NR、马来西亚NR。可以看出, 随着NR门尼粘度增大, 胶料的耐热老化性能降低。

表4 3种不同产地NR销耳橡胶衬套胶料
100 °C×24 h老化后的性能

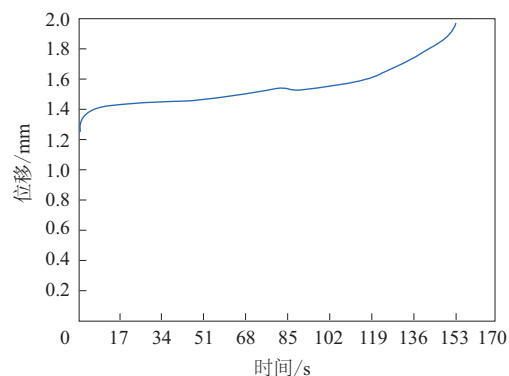
项 目	泰国	印度尼西亚	马来西亚
邵尔A型硬度/度	69	70	70
拉伸强度/MPa	25.0	23.6	22.7
拉断伸长率/%	422	410	413
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	55	55	49

2.3 销耳橡胶衬套的动态疲劳性能

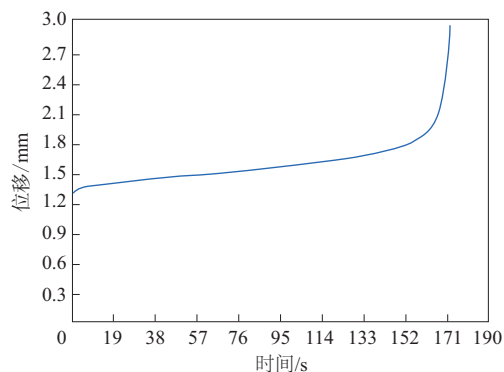
3种不同产地NR销耳橡胶衬套的动态疲劳位移-时间曲线见图3。



(a) 泰国NR



(b) 印度尼西亚NR



(c) 马来西亚NR

图3 销耳橡胶衬套动态疲劳位移-时间曲线

从图3可以看出,3种不同产地NR销耳橡胶衬套的动态疲劳寿命由长到短顺序为:马来西亚NR、印度尼西亚NR、泰国NR。

本工作还对3种不同产地NR销耳橡胶衬套进行动态疲劳寿命评价。经测试,销耳橡胶衬套的疲劳断裂的屈挠次数分别为:泰国NR 65.98×10^4 ,印度尼西亚NR 67.30×10^4 ,马来西亚NR 74.01×10^4 。可以看出,3种不同产地NR销耳橡胶衬套的动态疲劳性能由优到差的顺序为:马来西亚NR、印度尼西亚NR、泰国NR。

销耳橡胶衬套作为陆军装甲车辆履带的连接部件,受到苛刻的履带张紧力和扭转力,其对履带的使用寿命及装甲车辆的机动性起重要作用^[7-8]。销耳橡胶衬套使用寿命受NR基体的影响较大,根据以上数据推测,NR的门尼粘度越大,其销耳橡胶衬套的动态疲劳寿命越长,二者呈正相关。

3 结论

由于不同产地的气候环境不同导致NR(烟胶片)的相对分子质量及其分布和组分等不同,因此其门尼粘度存在一定差异。销耳橡胶衬套胶料的拉伸强度和销耳橡胶衬套动态疲劳寿命与NR的门尼粘度正相关,销耳橡胶衬套胶料的耐热老化性能与其反相关。可根据产品性能需求,采用不同门尼粘度的NR制备销耳橡胶衬套。

参考文献:

- [1] 景玉龙,杜华太,江美娟,等. CNT表面改性及CNT/橡胶复合材料研究[J]. 特种橡胶制品,2014,35(4):65-74.
- [2] 景玉龙,杜华太,江美娟,等. 不同应变率下多壁碳纳米管/天然橡胶复合材料的抗冲击性能研究[J]. 橡胶工业,2016,63(10):586-589.
- [3] 赵婧. 微观结构对天然橡胶的性能影响研究[J]. 橡塑技术与装备,2020,46(3):15-21.
- [4] 逢见光. 不同地域天然胶结构与性能的研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2019.
- [5] 林广义,孔令伟,井源,等. 不同产地天然橡胶标准胶的微观结构和性能[J]. 橡胶工业,2018,65(6):605-611.
- [6] 孔令伟. 天然胶的理化性能及不同季节、不同产地的差异性研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2018.
- [7] 江晓兰. 用不同催化体系合成的有规立构顺丁橡胶的动态疲劳性能[J]. 世界橡胶工业,2009,36(10):1-8.
- [8] 肖建斌,郭红革. 炭黑/白炭黑补强硫化胶的疲劳过程及使用寿命预测[J]. 世界橡胶工业,2006,33(1):29-32.

收稿日期:2020-06-11

Influence of NR Producing Area on Performance of Pin Lug Rubber Bushing

JING Yulong, JIANG Meijuan, ZHAO Xin, DU Mingxin, DU Huatai, YANG Xingjuan

(CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

Abstract: The influence of the Mooney viscosity of natural rubber (NR, RSS1) from Thailand, Indonesia and Malaysia on the physical properties and heat aging resistance of armored vehicle pin lug rubber bushing compound and dynamic fatigue life of pin lug rubber bushing was investigated. The results showed that the physical properties of the pin lug rubber bushing compound and dynamic fatigue life of pin lug rubber bushing were positively correlated with the Mooney viscosity of NR, and the heat aging resistance of the pin lug rubber bushing compound was inversely correlated to it.

Key words: pin lug rubber bushing; NR; producing area; Mooney viscosity; physical property; heat aging resistance; dynamic fatigue life

北京化工大学轮胎用植物油环保增塑剂研发成功 增塑剂在橡胶工业中起着非常重要的作用,可以降低胶料粘度,从而改善加工性能并降低加工能耗。2019年,全球橡胶增塑剂用量达到1 030万t。然而,目前常用的橡胶增塑剂多为不可再生的石油基小分子增塑剂,在橡胶加工过程中产生大量的挥发性有机物(VOCs),对环境造成严重污染;同时,部分石油基增塑剂含有致癌的稠环芳烃物质,对人体健康危害极大。

随着社会对可持续发展和环保的重视,开发符合新时代需求的无VOCs排放、可再生的环保橡胶增塑剂成为实现橡胶行业可持续发展的重要途径。从2012年开始,国外轮胎巨头企业(如固特异、米其林、韩泰)均纷纷提出植物油增塑剂的概念。

北京化工大学先进弹性体材料研究中心从2009年开始致力于绿色环保橡胶增塑剂的开发。植物油无毒、易获取、可再生、热稳定性高、增塑效果好,在轮胎加工和使用过程中不产生VOCs。然而,植物油直接用作橡胶增塑剂时,其双键会影响橡胶交联,导致橡胶材料力学性能下降。北京化工大学先进弹性体材料研究中心王朝副教授提出了植物油改性新方法,可以减小植物油活性双键含量,降低甚至避免植物油对橡胶交联的影响。

2019年北京化工大学联手安徽固瑞特新材料科技有限公司和中策橡胶集团有限公司,从植物油的改性、改性植物油的批量制备到改性植物油

在轮胎胎面胶中应用的工艺突破,再到轮胎的性能评价,成功开发出符合轮胎标签法的植物油雪地轮胎和高植物油量冬季轮胎。植物油轮胎的滚动阻力和高速性能与芳烃油轮胎相当,且耐低温性能更好。

中策橡胶集团有限公司王丹灵博士致力于改性植物油在轮胎中的应用开发,认为植物油增塑剂的成功开发可以解决轮胎在增塑剂层面的VOCs排放问题。例如,芳烃油的沸点一般在200℃左右,如果质量较差,其沸点可能降至100℃左右,而改性植物油的沸点在400℃左右。根据气味试验国家标准及测试方法,改性植物油胎面胶的气味等级比环保芳烃油胎面胶低半级以上。改性植物油轮胎符合环保的要求,是颇具潜力的下一代轮胎用生物基环保增塑剂。

安徽固瑞特新材料科技有限公司邵进董事长长期专注于绿色轮胎助剂及相关材料的研发,其公司通过与北京化工大学紧密合作,共同努力,克服了一系列技术难题,2019年双方就植物油改性专利实现了转让,成功开发出新型改性植物油增塑剂产品。多次试验证明,这款产品既能满足轮胎工业生产中的性能要求,取代石油基芳烃油增塑剂,又符合国家对环保和可持续发展的新要求,在橡胶和轮胎工业中具有巨大的发展潜力和广阔的市场前景。

(本刊编辑部)