

# 提高乳胶气囊耐疲劳性能的研究

李红兰<sup>1</sup>, 杨忠全<sup>2</sup>, 李争凯<sup>3</sup>

(1. 中国化工株洲橡胶研究设计院有限公司, 湖南 株洲 412003; 2. 中国气象局干部培训学院湖南分中心, 湖南 长沙 410007; 3. 湖南省怀化气象局, 湖南 怀化 418000)

**摘要:** 研究提高乳胶气囊(用天然胶乳制备)在高伸长率(高充盈)状态下耐疲劳性能的方法。结果表明,采用防老剂CPL和防老剂DTBHQ并用(并用比1/1),增加胶乳预硫化工艺(60℃下水浴恒温4h)和预硫化胶乳离心处理,乳胶气囊的耐疲劳性能明显提高,在700%伸长率下的平均疲劳次数达到85,产品性能可以满足国内市场要求。

**关键词:** 乳胶气囊; 耐疲劳性能; 防老剂; 天然胶乳

以天然胶乳制备的乳胶气囊与其他橡胶制品一样,由于其橡胶分子链中存在不饱和和活性基团,易与氧、臭氧及其它活性物质发生反应,使橡胶分子链断裂或过度交联,在使用和存放过程中会出现表面龟裂、泛白、硬化、发粘、物理性能下降等老化现象,导致其在高充盈(高伸长率)状态下的耐疲劳性能不理想,使用寿命短。影响乳胶气囊耐疲劳性能的因素很多,如胶乳品质、胶膜交联密度和胶膜纯度等。为了延长乳胶气囊的使用寿命,应尽可能提高胶膜的交联密度和纯度,也可加入能抑制胶膜老化的物质如防老剂等。每种防老剂都有其对应的使用范围,但有时将2种或3种防老剂并用会产生协同效应,达到比较理想的防护效果。

本工作主要研究使用时需膨胀一定倍数的乳胶气囊的物理性能,重点探讨乳胶气囊在高伸长率状态下的耐疲劳性能。针对胶乳品种、胶乳防护体系、胶乳预硫化工艺、预硫化胶乳离心处理和胶囊硫化条件开展了大量试验后,总结出影响最大的3个因素,即胶乳防护体系、胶乳预硫化工艺和预硫化胶乳离心处理,主要从这3个方面研究在保证乳胶气囊物理性能的同时,有效提高其耐疲劳性能。

## 1 实验

### 1.1 原材料

防老剂Lowinox CPL, 中联橡胶有限责任公司

提供;防老剂DTBHQ,广州泰俊化工有限公司产品;离心天然胶乳,工业级,马来西亚产品;稳定剂、促进剂、氧化锌、硫黄、增塑剂和润湿分散剂均为市售工业级产品。

### 1.2 配方

胶乳配方见表1。

配合剂	用量 <sup>1)</sup>	份
天然胶乳	100	
酪素	0.3	
氢氧化钾	0.15	
平平加O	0.1	
硫黄	1	
促进剂	1.5	
氧化锌	0.25	
防老剂	2	
增塑剂	2	

注:1)以干质量计。

### 1.3 试样制备

将酪素、氢氧化钾和平平加O分别制备成稀释溶液,将硫黄、促进剂、防老剂和氧化锌分别研磨成水分散体,将增塑剂制备成乳状液。采用通用的天然胶乳配合方法,将配合剂按表1中的顺序依次

加入到胶乳中,按正常的预硫化工艺和浸渍方法加工成试片和成品气囊。

#### 1.4 性能测试

原材料控制指标及检验方法按《胶乳工业原材料技术条件和试验方法汇编》中相关条款进行。

胶囊疲劳次数测定方法:对成品气囊进行充气,气囊的一头先充满气体,当直径膨胀至700%左右以后,开始往另一头延伸,至整个气囊充满气体而不爆炸,疲劳次数计1,然后放气,再重新充充气,如此反复直至气囊破裂,得出最终疲劳次数。

胶料其他性能按相应国家标准进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 胶乳预硫化工艺

胶乳预硫化是一种比较特殊的硫化方式,在胶乳中加入各种配合剂后,控制一定温度和时间,进

行预硫化。预硫化后的胶乳仍保持胶体状态。与配合胶乳干燥后再硫化制得的胶膜性能相比,预硫化胶乳制得的胶膜撕裂强度较大,永久变形较小,交联密度高、透明度较好,吸水性较小,其他性能相当,证明预硫化工艺是提高乳胶制品耐疲劳性能的有效途径之一。

采用常规工艺制造乳胶气囊。预硫化工艺对成品乳胶气囊性能的影响如表2所示。

从表2可以看出:预硫化工序以及预硫化条件对于乳胶气囊的性能很关键,不经过预硫化工序、直接用配合胶乳加工制得的乳胶气囊的疲劳次数明显小于使用预硫化工艺的乳胶气囊;预硫化温度超过80℃时,乳胶气囊的疲劳次数大幅减小;胶乳进行60℃×4h的水浴恒温预硫化,胶乳的硫化氯仿值控制在三中,乳胶气囊的耐疲劳性能最佳。

表2 预硫化工艺对成品乳胶气囊性能的影响

预硫化条件	氯仿值	老化前		老化后		疲劳次数 <sup>1)</sup>
		拉伸强度/MPa	拉断伸长率/%	拉伸强度/MPa	拉断伸长率/%	
未预硫化	二中	24.9	800	23.9	780	18
预硫化条件 <sup>2)</sup>						
50℃×3h	二末	29.1	860	28.9	900	38
50℃×5h	三中	33.4	890	29.4	860	58
55℃×3h	三初	30.2	880	27.6	930	53
60℃×2h	三初	31.0	910	29.4	920	45
60℃×4h	三中	32.5	880	31.3	870	64
80℃×1h	三中	28.1	850	27.2	820	35
80℃×2h	三末	27.5	830	26.3	820	30

注:1)伸长率为700%;2)恒温水浴,防老剂采用防老剂CPL。

### 2.2 防老剂并用

在所有的不污染、不变色防老剂中,酚类防老剂综合性能最佳,具有高抗萃取性、低挥发性、良好的耐热稳定性和相容性,能提高橡胶制品的耐氧和耐紫外光老化性能,特别是耐疲劳性能。防老剂CPL学名为聚合级空间受阻酚,是一种高效的不变色防老剂,广泛应用于天然胶乳制品生产。特殊防老剂DTBHQ能有效提高胶料的耐氧及耐紫外光老化性能,可提高橡胶制品的耐热、耐油及耐屈挠龟裂性能。本工作选用酚类防老剂CPL和防老剂

DTBHQ并用。防老剂并用比对成品乳胶气囊性能的影响见表3。

从表3可以看出:单用防老剂DTBHQ对于提高乳胶气囊的耐疲劳性能有一定效果,但效果并不是很明显;当防老剂CPL和防老剂DTBHQ按并用比1/1并用时,产生明显的协同效应,乳胶气囊的耐疲劳老化性能大幅提高,疲劳次数达到79。

### 2.3 预硫化胶乳离心处理

在对透明度和弹性要求较高,特别是有爆破体积要求的乳胶气囊生产过程中,对预硫化胶乳应进

表3 防老剂并用对成品乳胶气囊性能的影响

项目	1 <sup>#</sup> 配方	2 <sup>#</sup> 配方	3 <sup>#</sup> 配方	4 <sup>#</sup> 配方	5 <sup>#</sup> 配方
防老剂CPL/DTBHQ并用比	2/0	1.4/0.6	1/1	0.6/1.4	0/2
拉伸强度/MPa					
老化前	25.8	29.1	30.2	31.5	31.7
老化后	25.0	28.5	29.1	29.3	29.2
拉断伸长率/%					
老化前	800	850	900	860	890
老化后	800	800	840	840	870
平均疲劳次数	61	68	79	73	68

注：胶乳预硫化条件为60℃×4h，氯仿值为三中。

行离心处理，将多余的非橡胶成分（如未反应完全的分散体小颗粒等）除去。本试验分别采用离心处理和未离心处理的预硫化胶乳加工制造乳胶气囊，预硫化胶乳离心处理对成品乳胶气囊性能的影响如表4所示。从表4可以看出，与预硫化胶乳未采用离

心处理的乳胶气囊相比，预硫化胶乳采用离心处理的乳胶气囊物理性能、耐老化性能和耐疲劳性能较好，这表明胶膜中固体颗粒对乳胶气囊耐疲劳性能的影响很重要，固体颗粒含量越小，胶乳纯度越高，乳胶气囊的耐疲劳性能越好。

表4 预硫化胶乳离心处理对成品乳胶气囊性能的影响

项目	未离心处理		离心处理	
	老化前	老化后	老化前	老化后
500%定伸应力/MPa	1.6	1.4	1.3	1.3
拉伸强度/MPa	31.0	29.2	33.3	31.6
拉断伸长率/%	880	900	930	950
平均疲劳次数	78	76	85	86

注：防老剂CPL/DTBHQ并用比为1/1；胶乳预硫化条件为60℃×4h。

### 3 结论

(1) 采用防老剂CPL和防老剂DTBHQ并用，且并用比为1/1时可以大幅提高乳胶气囊在高伸长率下的耐疲劳性能。

(2) 采用60℃水浴恒温4h的胶乳预硫化工艺，胶乳氯仿值为三中左右，乳胶气囊成品性能最佳。

(3) 增加预硫化胶乳离心处理，除去胶乳体系中多余的非橡胶成分和未反应完全的分散体小颗粒等，是提高乳胶制品耐疲劳性能的有效方法，且胶膜更加均匀光滑、透明美观。

采取以上措施后，乳胶气囊的耐疲劳性能明显提高，乳胶气囊在700%伸长率下的平均疲劳次数达到85，产品性能可以满足国内市场乳胶气囊的使用要求。

## Improvement of the Fatigue Resistance of Latex Bladder

Li Honglan<sup>1</sup>, Yang Zhongquan<sup>2</sup>, Li Zhengkai<sup>3</sup>

(1. Zhuzhou Rubber Research and Design Institute, ChemChina, Zhuzhou 412003, China; 2. China Meteorological Administration Cadre Training College of Hunan Branch, Changsha 410007, China; 3. Huaihua Meteorological Bureau, Huaihua 418000, China)

**Abstract:** The purpose of this study was to improve the fatigue resistance of latex bladder (prepared by NR

latex) under highly inflated condition. The experimental test results showed that, in the optimized formulation and process, the antioxidant CPL and DTBHQ were jointly used at the ratio of 1/1, the latex was pre-vulcanized at 60 °C in water bath for 4 h, and the pre-vulcanized latex was treated by centrifugation. The average number of fatigue cycle to failure under 700% elongation reached 85, indicating significantly improved fatigue resistance of the obtained latex bladder. The product performance met the requirements of the domestic market.

**Keywords:** latex bladder; fatigue resistance; antioxidant; NR latex



## 邓禄普计划在美国建航空轮胎翻新厂

总部设在英国伯明翰的邓禄普航空轮胎公司计划在美国北卡罗来纳州的莫克斯维尔 (Mocksville) 建设一家航空轮胎翻新工厂, 以提高其在美国翻新轮胎市场的竞争力。该厂有望得到北卡罗来纳州政府的一笔资金支持。公司已经开始修整现有的厂房和其他建筑物, 陆续安装翻新轮胎设备, 预计2016年初可投产运营。

海外扩张是邓禄普公司近期经营成功的关

键, 目前英国伯明翰工厂产品80%以上用于出口, 邓禄普提供本地化轮胎分销和轮胎翻新的战略在亚太地区已被证明相当成功。在北卡罗来纳州拟建的轮胎翻新工厂也负责销售新轮胎, 以扩大邓禄普在几种普及型飞机 (包括波音737 NG) 中的市场份额。邓禄普将利用该厂增强其服务于窄体、宽体喷气式飞机以及军用飞机的能力。

祝迪

## 住友橡胶推进生物质轮胎项目

日本住友橡胶工业株式会社日前宣布, 计划实现高功能性生物质轮胎复合材料的商业化, 其第一代生物质轮胎将于2016年发布, 第二代生物质轮胎拟于2020年发布。住友橡胶称这种具有开拓性的生物质轮胎是有史以来第1种100%无石化资源轮胎。

住友橡胶表示, 无论在原材料、燃料效率和资源可持续利用方面, 还是轮胎性能方面, 生物质轮胎都具有显著的环保优势, 这充分证明了生物质材料的巨大潜力。

艾迪

欢迎订阅2015年《橡胶科技》《橡胶工业》《轮胎工业》