

铁路用耐低温减震橡胶制品的配方优化

刘士铎¹, 陈 云²

(1. 河北腾跃铁路装备股份有限公司, 河北 辛集 052360; 2. 丹阳贝尔特传动科技有限公司, 江苏 丹阳 212353)

摘要: 研究铁路用耐低温减震橡胶制品的配方优化。通过优化橡胶主体材料、炭黑、硫化体系, 添加耐低温增塑剂等措施优化配方, 铁路用减震橡胶制品的耐低温性能有效提高, 且物理性能、耐热性能和耐疲劳性能良好。

关键词: 天然橡胶; 顺丁橡胶; 硫化体系; 增塑剂; 减震制品; 低温刚度; 耐低温性能

中图分类号: TQ336.4⁺2; TQ330.38⁺4

文章编号: 2095-5448(2022)08-0389-03

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2022.08.0389



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着我国铁路交通事业的快速发展, 高性能减震橡胶制品的开发和应用备受重视, 由于耐低温性能和减震性能会严重影响铁路用减震橡胶制品的质量和使用寿命, 近年来耐低温减震橡胶制品的需求日益增大^[1-6]。

本工作通过优化橡胶主体材料、改善硫化体系、添加增塑剂等配方优化措施, 为高性能铁路用耐低温减震橡胶制品的开发提供参考。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), RSS3, 泰国产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号9000, 北京燕山石化公司产品; 炭黑N330和N774, 上海卡博特化工有限公司产品; 均匀剂M50, 德国Struktol公司产品; 交联剂TDB680和防老剂H, 安徽阜阳利普化工有限公司产品; 抗硫化返原剂PK900, 美国富莱克斯公司产品; 环保增塑剂TP-90B, 美国Hallstar公司产品。

1.2 配方

生产配方(A1配方)为: NR 100, 炭黑N774 85, 活性剂 7, 防老剂 4, 抗撕裂树脂HR-801 3, 流动助剂 2.5, 环烷油 6, 硫黄 2.4, 促

进剂 1.1, 其他 6.5, 合计 217.5。

试验配方通过调整生胶、硫化体系、增塑剂等的品种和用量进行配方优化。

1.3 主要设备和仪器

XK-450型开炼机, 广东湛江机械厂产品; GT-7104型电加热平板硫化机和AI-7000S型电子拉力机, 中国台湾高铁检测仪器有限公司产品; WTB-0.5型回弹性测试仪, 扬州天发试验机械有限公司产品; MZ-4010B1型橡胶硫化仪、MZ-4003型橡胶疲劳龟裂试验机、MZ-4211型高低温试验箱和MZ401-A型高温老化箱, 江苏明珠试验机械有限公司产品。

1.4 性能测试

胶料拉伸性能按GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变的测定》进行测试; 撕裂性能按GB/T 529—2008《硫化橡胶或热塑性橡胶 撕裂强度的测定(裤形、直角形和新月形试样)》进行测试; 耐疲劳性能按GB/T 13934—2006《硫化橡胶或热塑性橡胶 屈挠龟裂和裂口增长的测定(德墨西亚型)》进行测试; 耐老化性能按GB/T 3512—2014《硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验》进行测试; 压缩永久变形性能按GB/T 7759.1—2015《硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形测定 第1部分: 在常温及高温条件下》进行测试, 压缩率为25%; 制品低温刚度变化率和厚度

作者简介: 刘士铎(1964—), 男, 河北辛集人, 河北腾跃铁路装备股份有限公司高级工程师, 学士, 主要从事橡胶制品研制开发工作。

E-mail: xx83291181@163.com

永久变形按铁路货车减震制品低温性能测试标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 主体材料和炭黑

A2—A4配方调整主体材料和炭黑的品种和用量,先用NR并用耐低温性能较好的BR,再用炭黑N330减量代替部分炭黑N774,以增大胶料含胶率,其他组分和用量与A1配方相同。添加不同主体材料和炭黑的胶料与制品性能见表1。

表1 添加不同主体材料和炭黑的胶料与制品性能

项 目	A1配方	A2配方	A3配方	A4配方	指标
主体材料和炭黑用量/份					
NR	100	70	75	80	
BR	0	30	25	20	
炭黑N774	85	40	40	40	
炭黑N330	0	30	30	30	
硫化仪数据(145℃)					
t_{10}/min	5.12	5.56	5.61	5.13	
t_{90}/min	10.19	10.69	11.48	11.80	
硫化胶性能 ¹⁾					
邵尔A型硬度/度	67	66	66	66	65±5
拉伸强度/MPa	22.1	20.8	21.5	20.9	≥15
拉伸伸长率/%	416	403	436	448	≥400
蠕变增量(70℃×4h)/mm ³	0.023 4	0.022 0	0.016 4	0.016 3	
压缩永久变形/%					
35℃×24h	9.9	9.0	8.7	8.4	≤10
70℃×24h	19.2	17.9	17.8	18.5	≤20
110℃×3h	16.3	15.4	13.2	13.7	≤30
龟裂屈挠次数×10 ⁻⁴	12.8	15.4	19.9	16.3	
热老化后拉伸强度变化率/%					
70℃×96h	-8.8	-6.4	-5.8	-6.5	≥-15
110℃×3h	-7.3	-4.5	-3.9	-5.7	≥-10
制品低温刚度变化率/%					
	22.6	19.8	15.3	20.3	≤20
制品低温厚度永久变形/mm					
	0.34	0.28	0.22	0.30	

注:1)硫化条件为145℃×12min。

从表1可以看出,采用NR/BR(并用比为75/25),炭黑N774/N330(并用比为40/30)的A3配方胶料的物理性能、耐蠕变性能、耐热性能和耐疲劳性能总体较好,其制品的低温刚度变化率和低温厚度永久变形最小,耐低温性能最好,各项性能均达到企业标准要求。

2.2 硫化体系

添加不同硫化体系的胶料与制品性能见表2。B1—B4配方中NR/BR并用比为75/25,炭黑

表2 添加不同硫化体系的胶料与制品性能

项 目	B1配方	B2配方	B3配方	B4配方
硫化体系用量/份				
硫黄	2.4	1.7	1.7	1.5
交联剂TDB680	0	0.7	0	1
抗硫化返原剂PK900	0	0	0.7	0
均匀剂M50	0	0	0	1
硫化仪数据(145℃)				
t_{10}/min	5.56	5.02	5.69	5.61
t_{90}/min	10.69	10.19	10.89	11.08
硫化胶性能(145℃×12min)				
邵尔A型硬度/度	66	67	67	67
拉伸强度/MPa	21.5	19.9	18.6	20.8
拉伸伸长率/%	436	419	434	463
蠕变增量(70℃×4h)/mm ³	0.016 4	0.014 3	0.013 9	0.011 8
热老化后拉伸强度变化率/%				
70℃×96h	-5.8	-6.0	-7.4	-2.9
110℃×3h	-3.9	-3.2	-6.6	-3.6
屈挠次数×10 ⁻⁴				
出现裂口	10.9	10.5	10.8	12.8
断裂	19.9	18.8	19.8	20.9
粘合强度/(kN·m ⁻¹)	6.3	6.6	6.8	6.8
制品低温刚度变化率/%	15.3	14.3	16.3	12.9
制品低温厚度永久变形/mm	0.22	0.20	0.20	0.18

N774/N330并用比为40/30,调整硫化体系的组分及用量,其他组分和用量与A1配方相同。

从表2可以看出,与B1—B3配方胶料相比,采用硫黄/交联剂TDB680/均匀剂M50(并用比为1.5/1/1)的B4配方胶料的物理性能、耐蠕变性能、耐热性能和耐疲劳性能总体较好,其制品的耐低温性能也最好。

2.3 增塑剂

为提高制品的耐低温性能,采用环保增塑剂TP-90B代替环烷油。环保增塑剂TP-90B为浅琥珀色聚醚类液体,具有以下优点:与橡胶相容性好;为各种橡胶提供极佳的低温适应性能,使胶料在低温下柔软性好;极易分散于胶料中,不影响硫化,不会降低胶料的物理性能;在橡胶中有快速增塑作用,可以缓解胶料的轻微焦烧问题。

添加不同增塑剂的制品的耐低温性能见表3。其中,NR/BR并用比为75/25,炭黑N774/N330并用比为40/30,硫黄/交联剂TDB680/均匀剂M50并用比为1.5/1/1,其他组分和用量与A1配方相同。

表3 添加不同增塑剂的制品的耐低温性能

项 目	环烷油(6份)	增塑剂TP-90B(6份)
低温刚度变化率/%	12.9	9.3
低温厚度永久变形/mm	0.18	0.16

从表3可以看出,与添加环烷油的制品相比,添加增塑剂TP-90的制品耐低温性能更好。

3 结论

本工作通过优化橡胶主体材料、炭黑、硫化体系,选择耐低温增塑剂等措施,通过多轮试验,得到铁路用耐低温减震橡胶制品优化配方为:NR 75,BR 25,炭黑N774 40,炭黑N330 30,硫黄 1.5,交联剂TDB680 1,均匀剂M50 1,促进剂 1.6,活性剂 7,防老剂 4,抗撕裂树脂HR-801 3,流动助剂 2.5,增塑剂TP-90B 6,其他 6.5,合计 204.1。

配方优化后,铁路用耐低温减震橡胶制品的耐低温性能有效提高,且物理性能、耐热性能和耐

疲劳性能良好。

参考文献:

- [1] 郑方远,解希铭. 增塑剂对丁腈橡胶胶料性能的影响[J]. 橡胶工业,2020,67(8):607-610.
- [2] 王竹清,王伟. 基于橡胶减震器目标刚度曲线的多参数优化[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版),2022,43(1):86-91.
- [3] 崔茗涵. 汽车橡胶材料减震系统设计与应用[J]. 中国新技术新产品,2021(21):83-85.
- [4] 马安财,谭平,周福霖. 超高墩大跨铁路连续钢桁梁桥粘滞阻尼消能减震研究[J]. 地震工程与工程振动,2021,41(3):95-105.
- [5] 杨金蒙. 大型油浸式变压器密封用NBR/BR共混胶耐低温性能研究[D]. 沈阳:沈阳工业大学,2020.
- [6] 温晓玲,贾杨,王嵩. 飞机气门减震器注塑成型液路孔圆柱度优化分析[J]. 塑料科技,2022,50(1):93-96.

收稿日期:2022-03-17

Formulation Optimization of Low Temperature Resistant Damping Rubber Products for Railway

LIU Shiduo¹, CHEN Yun²

(1. Hebei Prance Railway Equipment Co., Ltd, Xinji 052360, China; 2. Danyang Belt Transmission Technology Co., Ltd, Danyang 212353, China)

Abstract: The formulation optimization of low temperature resistant damping rubber products for railway was studied. By optimizing the main rubber material, carbon black and vulcanization system, adding low temperature resistant plasticizer and taking other measures to optimize the formula, the low temperature resistance of the railway damping rubber products was effectively improved, and the physical properties, heat resistance and fatigue resistance were good.

Key words: NR; BR; vulcanization system; plasticizer; damping products; low temperature stiffness; low temperature resistance

大庆炼化橡胶防护蜡新品开发成功

日前,大庆炼化石油化工有限公司(简称大庆炼化)成功研发出橡胶防护蜡新产品。经检测,该产品的各项理化指标均符合石化行业标准。

大庆炼化的橡胶防护蜡工业化项目立项后,公司成立了特种蜡研发实验室,自主研发配方,同时配套设计施工生产工艺流程,按时间节点协调统筹生产过程的前期准备、加工成型、检验检测等工作。新产品研制成功后,北京橡胶工业研究设

计院有限公司对其在橡胶中的防护性能进行了实验室和工业评价,胶料的物理性能、工艺性能以及耐臭氧老化性能均满足要求。该橡胶防护蜡是由精选的组分蜡及多种添加剂加工而成的物理防老剂,可延长橡胶制品使用寿命。大庆炼化依托含蜡原油资源的固有优势,开发橡胶防护蜡特色产品,不但紧跟市场需求和前沿发展趋势,而且为拓宽蜡产品的产业链起到了积极作用。

(摘自《中国化工报》,2022-06-20)

欢迎参加“江昕轮胎杯”第22届中国轮胎技术研讨会
(2022年9月 江苏 徐州)