

原材料·配方

环保芳烃油和增塑剂DBP对履带车辆着地胶块胶料性能的影响

丁攀攀¹, 徐家刚², 张斌¹, 刘冬亮¹, 王楠¹, 白骏烈¹

(1. 北京橡胶工业研究设计院有限公司, 北京 100143; 2. 中国北方工业有限公司军贸技术研究院, 北京 100053)

摘要: 研究环保芳烃油和增塑剂DBP对履带车辆着地胶块胶料性能的影响。结果表明: 分别加入环保芳烃油和增塑剂DBP后, 胶料的 t_{10} 延长和门尼粘度降低, 加工性能改善, 硫化胶的物理性能提高, 抗切割性能和耐磨性能略有下降; 环保芳烃油和增塑剂DBP对硫化胶的耐热空气老化性能影响不大; 与添加增塑剂DBP的胶料相比, 添加环保芳烃油的胶料的加工性能较好, 硫化胶的物理性能、抗切割性能和耐磨性能较好, 压缩生热较低。

关键词: 履带车辆; 着地胶块; 环保芳烃油; 增塑剂DBP; 抗切割性能; 耐磨性能

中图分类号: TQ336.8

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2023)05-0371-04

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2023.05.0371



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

履带车辆的行驶路面多样, 包括越野路面、沙漠路面、草原路面、砾石路面、搓板路面等, 着地胶块作为履带车辆与地面接触的部件, 其性能要求较高。目前, 我国履带车辆着地胶块的使用寿命与国外产品差距较大, 其仍需进行持续和深入的研究^[1]。影响履带车辆着地胶块的使用寿命的主要因素有: 机械损伤、花纹开裂、侧面开裂、接头开裂、表面崩花掉块、整个胶块龟裂、胶块与金属剥离、橡胶与骨架脱层等^[2]。

延长履带车辆着地胶块的使用寿命的关键是提高在强大扭矩和剪切力作用下胶块的耐老化性能和耐疲劳性能^[3], 解决恶劣路况下作业时胶块的掉渣和崩块问题, 提高胶块的耐磨性能、抗切割性能、抗刺扎性能和耐寒性能^[4-15]。

本工作研究环保芳烃油和增塑剂DBP对履带车辆着地胶块胶料的硫化特性、门尼粘度、物理性能、耐热空气老化性能、压缩生热性能、抗切割性能和耐磨性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

聚聚丁苯橡胶(SSBR), 牌号T2003, 中国石化上海高桥石油化工有限公司产品; 环保芳烃油HJA1220, 中国海洋石油集团有限公司产品; 其他配合剂, 市售品。

1.2 试验配方

试验配方如表1所示。

1.3 试样制备

胶料采用2段混炼, 一段混炼在1.57 L密炼机中进行, 密炼室初始温度为70℃, 转子转速为80 r·min⁻¹, 混炼工艺为: 生胶(0.5 min)→小料(氧化锌、硬脂酸、防老剂等)(1.5 min)→补强剂、增塑剂(3 min)→提压砣、清扫(1.5 min)→排胶(160℃)。二段混炼在开炼机上进行, 混炼工艺为: 一段混炼胶→硫黄、促进剂→薄通6次→下片。

混炼胶室温下停放24 h后进行硫化, 硫化条件为153℃×30 min。

作者简介: 丁攀攀(1983—), 男, 河北石家庄人, 北京橡胶工业研究设计院有限公司高级工程师, 硕士, 主要从事高分子材料和橡胶制品方面的研究。

E-mail: dingpan1983@126.com

引用本文: 丁攀攀, 徐家刚, 张斌, 等. 环保芳烃油和增塑剂DBP对履带车辆着地胶块胶料性能的影响[J]. 橡胶工业, 2023, 70(5): 371-374.

Citation: DING Panpan, XU Jiagang, ZHANG Bin, et al. Effect of environment-friendly aromatic oil and plasticizer DBP on properties of compound of grounding rubber pad for tracked vehicle[J]. China Rubber Industry, 2023, 70(5): 371-374.

表1 试验配方
Tab. 1 Test formulas

份
Phr

组 分	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
SSBR	100	100	100	100	100	100	100
环保芳烃油	0	3	6	9	0	0	0
增塑剂DBP	0	0	0	0	3	6	9

注:为保证各配方胶料的邵尔A型硬度基本一致,除补强剂用量进行微调外,各胶料配方的其余组分和用量相同。

1.4 性能测试

各项性能按相应国家标准测试。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

胶料的硫化特性如表2所示。

从表2可以看出:加入环保芳烃油和增塑剂DBP后,胶料的 t_{10} 和 t_{90} 延长,加工安全性提高;随着环保芳烃油和增塑剂DBP用量的增大,胶料的 t_{90} 呈延长趋势;相比于增塑剂DBP,环保芳烃油对胶料 t_{90} 的影响稍小。

2.2 门尼粘度

1[#]—7[#]配方胶料的门尼粘度[ML(1+4)100℃]分别为124,126,119,114,124,122,111。可以看出:加入环保芳烃油和增塑剂DBP后,胶料的门尼粘度降低,加工性能改善;环保芳烃油或增塑剂DBP用量为3份时胶料的门尼粘度降低不明显,环保芳烃油用量为6份或增塑剂DBP用量为9份时胶料的门尼粘度明显下降。

2.3 物理性能

硫化胶的物理性能如表3所示。

从表3可以看出:添加环保芳烃油和增塑剂

表2 胶料的硫化特性(153℃)

Tab. 2 Vulcanization characteristics of compounds(153℃)

项 目	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
$F_L/(dN \cdot m)$	1.80	1.76	1.65	1.49	1.90	1.85	1.61
$F_{max}/(dN \cdot m)$	3.52	3.27	3.11	2.98	3.44	3.34	3.14
t_{10}/min	4.98	5.47	5.58	5.63	5.27	5.85	5.47
t_{90}/min	11.67	13.40	13.10	15.03	14.95	15.70	17.15

表3 硫化胶的物理性能

Tab. 3 Physical properties of vulcanizates

项 目	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
邵尔A型硬度/度	73	73	72	73	73	73	72
300%定伸应力/MPa	16.4	16.1	14.9	14.8	15.7	15.0	14.0
拉伸强度/MPa	19.4	22.6	20.9	18.8	22.3	22.1	21.3
拉断伸长率/%	345	401	399	374	402	421	436
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	60	60	61	55	59	57	55
拉断永久变形(3 min)/%	7	12	10	10	崩断	11	崩断
回弹值/%	47	47	45	46	46	46	44

DBP的硫化胶的邵尔A型硬度基本不变;添加少量环保芳烃油的硫化胶的300%定伸应力降低不明显,环保芳烃油对硫化胶的300%定伸应力的影响小于增塑剂DBP;添加适量增塑剂DBP对硫化胶的拉伸强度有益,随着增塑剂DBP用量的增大时,硫化胶的拉伸强度呈下降趋势;加入环保芳烃油和增塑剂DBP后,硫化胶的拉断伸长率增大;添加少量环保芳烃油和增塑剂DBP的硫化胶的撕裂强度

和回弹值变化不明显,且环保芳烃油对硫化胶的撕裂强度和回弹值影响小于增塑剂DBP;添加环保芳烃油的硫化胶的综合物理性能好于添加增塑剂DBP的硫化胶。

2.4 耐热空气老化性能

硫化胶的耐热空气老化性能如表4所示。

从表4可以看出:环烷芳烃油和增塑剂DBP对硫化胶的耐热空气老化性能影响较小;添加环保

表4 硫化胶的耐热空气老化性能(100 °C×72 h)
Tab. 4 Hot air aging resistance of vulcanizates(100 °C×72 h)

项 目	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
邵尔A型硬度变化/度	+7	+8	+9	+8	+7	+6	+7
拉伸强度变化率/%	-1.5	-1.3	-1.0	-1.1	-1.8	-2.3	-0.9
拉断伸长率变化率/%	-22.6	-23.7	-24.3	-24.6	-22.9	-35.6	-27.5

芳烃油的硫化胶的耐热空气老化性能好于添加增塑剂DBP的硫化胶,且添加环保芳烃油的硫化胶的耐老化性能较稳定,这与环保芳烃油与SSBR的相容性较好有关。

2.5 压缩生热性能

硫化胶的压缩生热性能如表5所示。

从表5可以看出,添加环保芳烃油的硫化胶的生热比添加增塑剂DBP的硫化胶低以及压缩率小,这可能是因为环保芳烃油与SSBR的相容性较好。

2.6 抗切割性能和耐磨性能

硫化胶的抗切割性能和耐磨性能如表6所示。

从表6可以看出:环保芳烃油和增塑剂DBP对

表5 硫化胶的压缩生热性能
Tab. 5 Compression heat build-up of vulcanizates

项 目	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
压缩疲劳温升/℃	61.4	64.3	63.4	61.7	66.3	64.7	62.6
终动压缩率/%	10.2	12.3	12.7	12.7	13.1	13.7	8.6
永久变形/%	9.5	10.9	10.7	10.6	10.8	11.9	8.5

注:预应力 1.0 MPa,冲程 5.71 mm,温度 55 °C。

表6 硫化胶的抗切割性能和耐磨性能
Tab. 6 Cutting resistance and abrasion resistance of vulcanizates

项 目	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
切割质量损失率/%	1.15	1.22	1.24	1.50	1.32	1.35	1.40
阿克隆磨耗量/cm ³	0.052	0.067	0.070	0.080	0.070	0.098	0.093

硫化胶的抗切割性能和耐磨性能有一定影响,随着环保芳烃油和增塑剂DBP用量的增大,硫化胶的抗切割性能和耐磨性能变差;添加环保芳烃油的硫化胶的抗切割性能和耐磨性能好于添加增塑剂DBP的硫化胶。

3 结论

分别加入环保芳烃油和增塑剂DBP后,履带车辆着地胶块胶料的 t_{10} 延长和门尼粘度降低,加工性能改善,硫化胶的物理性能提高,抗切割性能和耐磨性能略有下降;环保芳烃油和增塑剂DBP对硫化胶的耐热空气老化性能影响不大;与添加增塑剂DBP的胶料相比,添加环保芳烃油的胶料的加工性能较好,硫化胶的物理性能、抗切割性能和耐磨性能较好,压缩生热较低。

参考文献:

[1] 张东起. 国内外装甲挂胶履带板发展现状探析[J]. 中国军转民,

2015(5):52-55.
ZHANG D Q. Development of rubber track board for armoured vehicle at home and abroad[J]. Defence Industry Conversion in China, 2015(5):52-55.
[2] 王宇,王克成. 抗撕裂树脂在耐寒橡胶履带中的应用[J]. 橡胶科技, 2022, 20(7):340-343.
WANG Y, WANG K C. Application of anti-tear resin in cold-resistant rubber track[J]. Rubber Science and Technology, 2022, 20(7):340-343.
[3] 李晓青,沈新民,房中行,等. 炭黑用量和硫化工艺对工程装备履带用橡胶性能的影响[J]. 陆军工程大学学报, 2022, 1(4):43-49.
LI X Q, SHEN X M, FANG Z X, et al. Effects of carbon black amount and vulcanization process on properties of rubber for engineering equipment tracks[J]. Journal of Army Engineering University of PLA, 2022, 1(4):43-49.
[4] 姜在胜,潘蔡艳. 工程机械橡胶履带耐切割配方设计[J]. 中国橡胶, 2021, 37(5):60-61.
JIANG Z S, PAN C Y. Design of cutting resistant formula for engineering machinery rubber track[J]. China Rubber, 2021, 37(5):60-61.
[5] 杨瑞蒙,肖程远,谭莲影,等. 整体式橡胶履带用胶料抗切割性能的配方影响因素研究[J]. 橡胶科技, 2018, 16(1):31-33.

- YANG R M, XIAO C Y, TAN L Y, et al. Study on formulation factors influencing cut resistance of compound for integral rubber track[J]. Rubber Science and Technology, 2018, 16(1): 31-33.
- [6] 聂万江, 李文东, 曾季, 等. 农用机械橡胶履带胶料的配方改进及性能研究[J]. 橡胶工业, 2022, 69(6): 445-448.
- NIE W J, LI W D, ZENG J, et al. Study on formula and properties of rubber track compound for agricultural machinery[J]. China Rubber Industry, 2022, 69(6): 445-448.
- [7] 赵子涵, 穆希辉, 郭建华, 等. 橡胶履带轮驱动齿强度分析[J]. 兵器装备工程学报, 2019, 40(4): 62-66.
- ZHAO Z H, MU X H, GUO J H, et al. Strength analysis on rubber track conversion system drive tooth[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2019, 40(4): 62-66.
- [8] 张拓, 岳高峰, 刘好. 橡胶履带底盘的研究进展[J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2018, 32(5): 82-88.
- ZHANG T, YUE G F, LIU Y. Research progress of rubber tracked chassis[J]. Journal of Chongqing Institute of Technology, 2018, 32(5): 82-88.
- [9] 方周荣. 450×90KB×51农用橡胶履带的研制[J]. 橡胶科技, 2015, 13(3): 35-39.
- FANG Z R. Development of 450×90KB×51 agricultural rubber track[J]. Rubber Science and Technology, 2015, 13(3): 35-39.
- [10] 王丽莉, 王克成. 橡胶履带芯粘合工艺及其脱胶分析[J]. 橡胶科技, 2015, 13(5): 34-40.
- WANG L L, WANG K C. Bonding process of metal core in rubber track and analysis on adhesion failure[J]. Rubber Science and Technology, 2015, 13(5): 34-40.
- [11] 李博. 盐业机械中橡胶履带的选用[J]. 盐业与化工, 2015, 44(4): 27-30.
- LI B. Selection of rubber track for salt machinery[J]. Journal of Salt and Chemical Industry, 2015, 44(4): 27-30.
- [12] 相辉玉, 梁康, 张勇. 三角橡胶履带轮现状及发展综述[J]. 工程机械, 2019, 50(8): 59-64.
- XIANG H Y, LIANG K, ZHANG Y. Overview of the status and development of triangular rubber track wheels[J]. Construction Machinery and Equipment, 2019, 50(8): 59-64.
- [13] 孔江生, 张维良, 朱天军. 橡胶履带的结构分析及改进措施[J]. 工程机械, 2002, 33(6): 27-29.
- KONG J S, ZHANG W L, ZHU T J. Design analysis of rubber track and its improving measures[J]. Construction Machinery and Equipment, 2002, 33(6): 27-29.
- [14] 王曦, 吕凯, 赵重年, 等. 某橡胶履带轮框架应力应变分析及拓扑优化[J]. 军事交通学院学报, 2021, 23(2): 89-95.
- WANG X, LYU K, ZHAO C N, et al. Stress and strain analysis and topology optimization of a rubber track wheel frame[J]. Journal of Academy of Military Transportation, 2021, 23(2): 89-95.
- [15] 王丽莉, 王克成. 橡胶履带质量问题的原因分析及解决措施[J]. 橡胶科技, 2015, 13(1): 37-43.
- WANG L L, WANG K C. Root cause analysis of the quality issues of rubber track and corrective actions[J]. Rubber Science and Technology, 2015, 13(1): 37-43.

收稿日期: 2022-12-16

Effect of Environment-friendly Aromatic Oil and Plasticizer DBP on Properties of Compound of Grounding Rubber Pad for Tracked Vehicle

DING Panpan¹, XU Jiagang², ZHANG Bin¹, LIU Dongliang¹, WANG Nan¹, BAI Junlie¹

(1. Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry Co., Ltd, Beijing 100143, China; 2. NORINCO Military Trade Technology Research Institute, Beijing 100053, China)

Abstract: The effect of environment-friendly aromatic oil and plasticizer DBP on the properties of the compound of grounding rubber pad for tracked vehicles was studied. The results showed that after adding environment-friendly aromatic oil and plasticizer DBP respectively, the t_{10} of the compound was prolonged and Mooney viscosity was reduced, the processability was improved, the physical properties of the vulcanizate were improved, and the cutting resistance and wear resistance decreased slightly. Environment-friendly aromatic oil and plasticizer DBP had little effect on the hot air aging resistance of the vulcanizate. Compared with the compound containing plasticizer DBP, the compound with environment-friendly aromatic oil had better processability, the physical properties, cutting resistance and wear resistance of the vulcanizate were better, and the compression heat build-up was lower.

Key words: tracked vehicle; grounding rubber pad; environment-friendly aromatic oil; plasticizer DBP; cutting resistance; wear resistance