

均匀设计在电梯导靴轮胶料硫化体系优化中的应用

李 蓉,王 凡,周 俊,丁礼平,刘 军,林春梅

(中国航天科技集团公司 第四研究院第四十二研究所,湖北 襄阳 441003)

摘要:通过均匀设计试验研究硫化体系中硫黄和促进剂M用量对电梯(直梯)导靴轮胶料及成品性能的影响,并确定优化的硫黄和促进剂M用量。结果表明:与硫黄用量相比,促进剂M用量对胶料性能的影响更显著;促进剂M用量对混炼胶的 t_{10} 和 F_{max} ,硫化胶的硬度、拉伸强度、拉断伸长率和拉断永久变形,成品导靴轮的硬度和低频噪声影响显著;硫黄用量对硫化胶的硬度、拉伸强度和拉断伸长率,成品导靴轮的硬度影响显著;促进剂M用量取1~1.5份、硫黄用量取2~3份为宜。

关键词:均匀设计;硫化体系;硫黄;促进剂;电梯导靴轮

中图分类号:TQ336.4;TQ330.38⁺5

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2019)08-0615-04

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2019.08.0615

硫化体系由硫化剂、促进剂等组成,其用量对胶料的性能有显著影响^[1]。均匀设计是从均匀性角度出发的一种试验设计方法,即从全面试验点中挑选出部分代表性的试验点,这些试验点在试验范围内充分均衡分散,能反映体系的主要特征^[2-5]。

本工作通过均匀设计试验研究硫化体系中硫黄和促进剂M用量对电梯(直梯)导靴轮胶料及成品性能的影响,并确定优化的硫黄和促进剂M用量。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SCRWF,云南天然橡胶产业集团有限公司产品;炭黑N550,河南轮胎厂洛阳炭黑分厂产品;防老剂4010NA、防老剂D、促进剂CZ和促进剂M,浙江超微细化工有限公司产品。

1.2 试验配方

NR 100,炭黑N550 65,氧化锌 5,硬脂酸 2,防老剂4010NA 1.5,防老剂D 1.5,聚丁烯 5,硫黄 变量,促进剂CZ 1.5,促进剂M 变量。

基于硫黄和促进剂M用量的2因子6水平均匀设计试验方案如表1所示。

作者简介:李蓉(1973—),女,湖北襄阳人,中国航天科技集团公司第四研究院第四十二研究所工程师,学士,主要从事特种橡胶制品配方及成型工艺的研究。

E-mail:876256724@qq.com

表1 均匀设计试验方案

方案	硫黄用量/份	促进剂M用量/份
1	1.75	0.75
2	2	1.5
3	2.25	0.5
4	2.5	1.25
5	2.75	0
6	3	1

1.3 试样制备

1.3.1 混炼胶

开炼机辊距调至最小,将生胶薄通5~6次,使其连续包辊后,再逐步放大辊距,然后依次加入氧化锌、硬脂酸、1/2炭黑N550、防老剂4010NA和防老剂D,混炼均匀后再加入余下1/2炭黑N550和聚丁烯,最后加入硫黄、促进剂CZ和促进剂M进行混炼。为使填料均匀分散,开炼机辊温为60~75℃,采用冷却水冷却。

1.3.2 硫化胶

将混炼胶薄通5~10次后,放置16~24 h,然后在开炼机上下片,得到厚度为1.2 mm左右的胶片,沿下片方向裁成105 mm×105 mm的胶片,采用平板硫化机进行硫化,硫化温度为(150±2)℃,时间为7 min,压力为10~15 MPa。

1.3.3 成品

将混炼胶薄通5~10次后,放置16~24 h,然后在开炼机上下片,得到厚度为0.5~0.6 mm的胶片,将胶片裁成4 cm×50 cm、质量170~180 g的胶条,将胶条与金属骨架(轮毂)贴合,采用平板硫化

机硫化,硫化温度为 $(150 \pm 2)^\circ\text{C}$,时间为15 min,压力为15~20 MPa。

1.4 性能测试

1.4.1 混炼胶硫化特性

混炼胶的硫化特性采用MDR-2000E型硫化仪按照GB/T 16584—1996进行测试。试验条件为:温度 150°C ,振荡频率 $(0.5 \sim 2) \text{ Hz}$,时间 30 min。

1.4.2 硫化胶物理性能

硫化胶的邵尔A型硬度采用LX-A型硬度计按照GB/T 531.1—2008进行测定;拉伸强度和拉断伸长率采用INSTRON4505型电子拉力机按照GB/T 528—2009进行测试。

1.4.3 成品性能

导靴轮胶面的邵尔A型硬度采用LX-A型硬度计按照GB/T 531.1—2008测试。

胶面与轮毂间的粘合强度采用INSTRON4505型电子拉力机按照GB/T 528—2009测试。试验方法为:将导靴轮沿轮毂边缘剥开约1/3长度,用工装固定于拉力机底部,剥开部分用夹头夹住并进行试验,拉伸速率为 $100 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

导靴轮的低频噪声采用NYDP-1型低频噪声测试仪测试。

导靴轮的台架试验温升采用NY742-100型台架试验机和Fluke F572型手持式精密红外测温仪测试。

2 结果与讨论

2.1 混炼胶硫化特性

混炼胶的硫化特性如表2所示。相关性分析表明,硫黄用量对混炼胶硫化特性的影响不显著。促进剂M用量与混炼胶硫化特性的相关性分别如图1和2所示,图中促进剂M用量的单位为份。

表2 混炼胶的硫化特性

方案	t_{10}/min	t_{90}/min	$F_{\text{max}}/(\text{dN} \cdot \text{m})$
1	1.18	4.28	1.51
2	0.58	6.43	1.66
3	1.30	4.38	1.61
4	1.02	5.04	1.79
5	2.56	7.14	1.45
6	1.07	4.25	1.53

由图1和2可知,促进剂M用量对混炼胶硫化特性,尤其是 t_{10} 和 F_{max} 的影响显著。

2.2 硫化胶物理性能

硫化胶的物理性能如表3所示。相关性分析结果表明,硫黄用量对硫化胶拉断永久变形的影响不显著。硫黄和促进剂M用量与硫化胶物理性能的相关性如图3—6所示,图中硫黄和促进剂M用量的单位为份。

由图3—6可知:硫黄和促进剂M用量对硫化胶的邵尔A型硬度、拉伸强度和拉断伸长率影响显著;促进剂M用量对硫化胶的拉断永久变形影响显著。

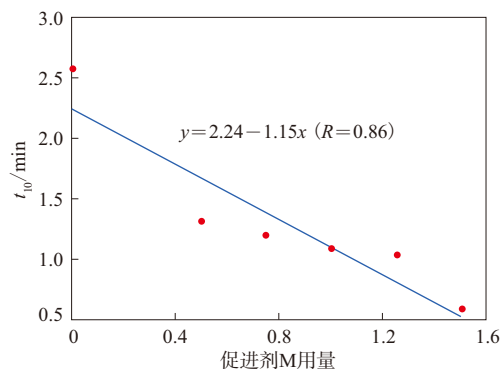


图1 促进剂M用量与混炼胶 t_{10} 之间的相关性

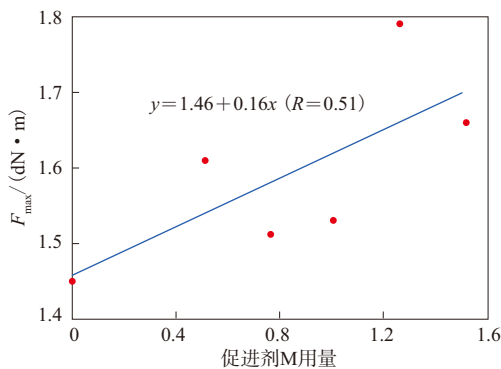


图2 促进剂M用量与混炼胶 F_{max} 之间的相关性

表3 硫化胶的物理性能

方案	邵尔A型硬度/度	拉伸强度/MPa	拉断伸长率/%	拉断永久变形/%
1	72	20.5	531	11.80
2	75	19.0	472	9.75
3	75	19.5	495	12.00
4	76	18.9	453	14.75
5	73	21.9	524	18.70
6	76	19.3	449	11.55

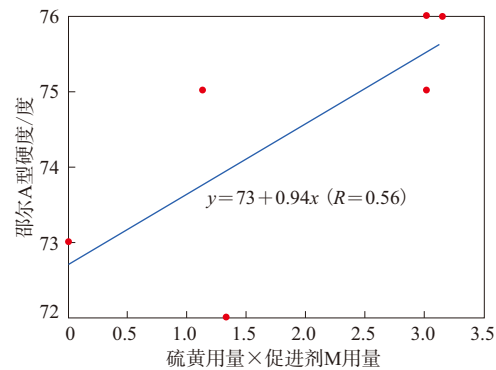


图3 硫黄用量×促进剂M用量与硫化胶邵尔A型硬度之间的相关性

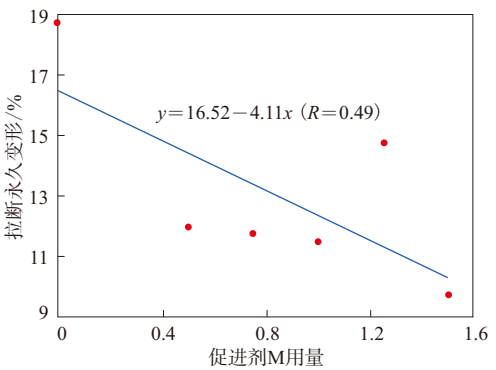


图6 促进剂M用量与硫化胶拉伸永久变形之间的相关性

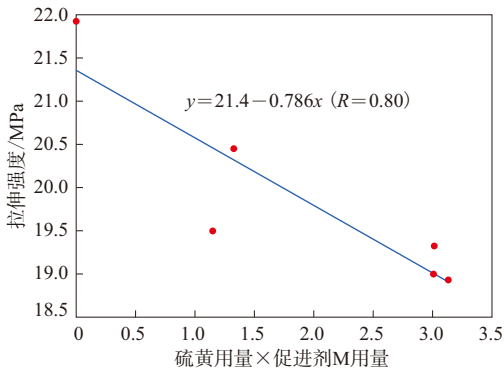


图4 硫黄用量×促进剂M用量与硫化胶拉伸强度之间的相关性

表4 导靴轮性能测试结果				
方案	邵尔A型硬度/度	粘合强度/(kN·m ⁻¹)	台架试验温升/℃	低频噪声电压/mV
1	75	73	72	40
2	76	70	72	24
3	75	116	65	51
4	76	133	72	27
5	74	70	72	37
6	76	110	70	27

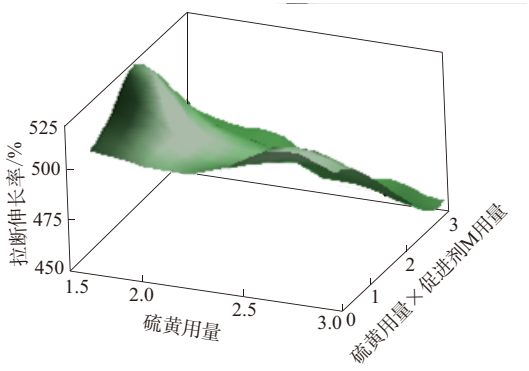


图5 硫黄用量和硫黄用量×促进剂M用量与硫化胶拉伸伸长率之间的相关性

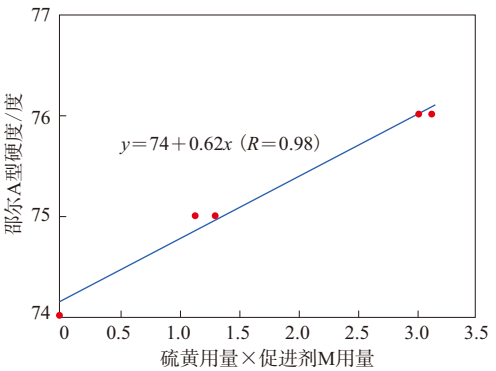


图7 硫黄用量×促进剂M用量与导靴轮邵尔A型硬度之间的相关性

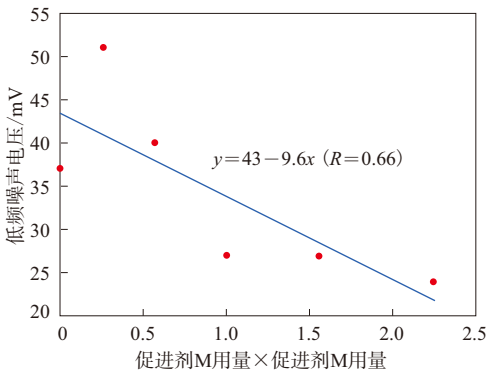


图8 促进剂M用量×促进剂M用量与导靴轮低频噪声电压之间的相关性

2.3 成品性能

导靴轮性能测试结果如表4所示。相关性分析表明,硫黄和促进剂M用量对导靴轮粘合强度和台架试验温升的影响不显著。硫黄和促进剂M用量与导靴轮性能的相关性如图7和8所示,图中硫黄和促进剂M用量的单位为份。

由图7和8可知:促进剂M用量对导靴轮邵尔A

型硬度和低频噪声的影响显著;硫黄用量对成品邵尔A型硬度的影响显著。

3 结论

(1)与硫黄用量相比,促进剂M用量对胶料性能的影响更显著。

(2)促进剂M用量对混炼胶的 t_{10} 和 $F_{\max}$,硫化胶的硬度、拉伸强度、拉断伸长率和拉断永久变形,成品导靴轮的硬度和低频噪声影响显著,促进剂M用量取1~1.5份为宜。

(3)硫黄用量对硫化胶的硬度、拉伸强度和拉断伸长率,成品导靴轮的硬度影响显著,硫黄用量

取2~3份为宜。

参考文献:

- [1] 巩丽,王海涛,董成磊,等.不同硫化体系天然橡胶胶料的动态性能研究[J].橡胶工业,2017,64(1):22-25.
- [2] 高齐圣,隋树林,孟宪德.均匀设计在橡胶配方研究中的应用[J].橡胶工业,1996,43(10):583-586.
- [3] 李雪梅,胡义扬,段小华,等.基于均匀设计的抗肝纤维化中药有效组分配伍研究[J].中国中西医结合杂志,2010,30(1):58-63.
- [4] 王兆军.均匀设计在参数设计中的应用[J].南开大学学报(自然科学版),2000,33(2):57-60.
- [5] 车剑飞,肖迎红,宋晔.高分子材料配方均匀设计系统[J].现代塑料加工应用,2002,14(1):24-26.

收稿日期:2019-03-16

Application of Uniform Design in Optimization of Curing System of Elevator Guide Wheel Compound

LI Rong, WANG Fan, ZHOU Jun, DING Liping, LIU Jun, LIN Chunmei

(The 42nd Institute of the Fourth Academy of CASC, Xiangyang 441003, China)

Abstract: The effects of the amount of sulfur and accelerator M in curing system on the properties of the compound and finished product for elevator (staircase) guide wheel were investigated by uniform experiment design, and the optimum amounts of sulfur and accelerator M were determined. The results showed that, compared with the amount of sulfur, the amount of accelerator M had more significant effect on the properties of the compound. The amount of accelerator M had a significant effect on various properties such as t_{10} and $F_{\max}$ of the compound, the hardness, tensile strength, elongation at break and permanent deformation at break of the vulcanizate, and the hardness and low frequency noise of the finished guide wheel. The amount of sulfur had a significant effect on the hardness, tensile strength and elongation at break of the vulcanizate, and the hardness of the finished guide wheel. The optimum amount of accelerator M was 1~1.5 phr and optimum amount of sulfur was 2~3 phr.

Key words: uniform design; curing system; sulfur; accelerator; elevator guide wheel

一种用于再生橡胶脱硫装置的供料系统 由张旭申请的专利(公开号 CN 107540872A,公开日期 2018-01-05)“一种用于再生橡胶脱硫装置的供料系统”,提供了一种用于再生橡胶脱硫装置的供料系统,包括脱硫平台、脱硫罐、行车架、行车导轨、行车、减速模块、拌料罐和散热片。脱硫罐安装于脱硫平台的下方;行车架设置于脱硫平台右侧,行车架延伸到脱硫平台的上方;行车导轨倾斜

装于行车架的顶端;行车在行车导轨的台阶面上活动;减速模块安装在行车导轨上;拌料罐位于脱硫平台右侧挖出的地面坑洞内;散热片安装在脱硫平台下表面。该供料系统能够实现自动上料、不需要在平台上进行混料操作,解决了操作人员在平台上完成物料的预混和装罐存在的劳动强度大、环境恶劣和物料容易引起火灾隐患的问题。

(本刊编辑部 赵 敏)