

氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶性能的影响研究

王军龙¹, 李旭东¹, 姜丽¹, 郝永清¹, 李琳晓¹, 胡政¹, 贺拥军²

(1. 西安重装渭南橡胶制品有限公司, 陕西 渭南 710000;

2. 西安科技大学, 陕西 西安 714000)

摘要: 对比了不同含量氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶性能的影响, 确定了 25 份氯化石蜡含量为综合性能最佳, 芯胶性能既能满足标准要求也能满足生产要求。

关键词: 氯化石蜡; 芯胶; 输送带

中图分类号: TQ330.7

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)05-0052-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.05.012

钢丝绳芯阻燃输送带是煤矿企业运输煤炭的关键部位, 其性能的差异显著影响煤炭企业生产的平稳性。近年来, 煤矿企业发生的火灾事故显著的对输送带阻燃性能的可靠性提出了新的要求。氯化石蜡作为传统阻燃剂在阻燃输送带中具有广泛的应用, 其对输送带的阻燃性能、黏合性能、使用性能有着很大的影响, 探究氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶性能的影响具有很大的意义。

介绍氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶性能影响的文献相对较少, 更多的研究阻燃输送带配方中各个阻燃剂的协同作用^[1-2], 不同阻燃剂对高分子材料的阻燃协同作用^[3]; 因此研究氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶性能的影响有助于全方位的了解氯化石蜡的综合影响, 为实际使用提供借鉴。

本文主要研究在丁苯胶(SBR1502)、天然橡胶(SCR5)、顺丁胶(BR9000)三胶并用的主体下, 探究氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带的黏合性能、硫化性能、物理性能、生产工艺及阻燃性能的影响, 探究氯化石蜡在钢丝绳芯阻燃输送带芯胶中的最佳用量。

1 实验部分

1.1 原材料

丁苯橡胶 SBR1502, 中国石化齐鲁石油化工公司; 天然橡胶 SCR, 云南农垦; 氯化石蜡 70[#], 山东阳光; 促进剂 NOBS, 山东尚舜化工有限公司; 炭黑, 江西

黑猫炭黑股份有限公司; 阻燃剂、硫磺、黏合剂等均为市售工业级橡胶用材料; 钢丝绳为市售输送带用骨架材料。

1.2 实验设备与检测仪器

2L 小型密炼机, 瑞安市金诺橡塑机械有限公司; XK-160 型开炼机, 大连华韩橡塑机械有限公司; 600×600 型平板硫化机, 青岛祥杰橡胶机械制造有限公司; GT-M2000AN 硫化仪, 高特威尔检测仪器(青岛)有限公司; WDW 型微机控制电子万能试验机, 上海龙华测试仪器有限公司; SJPR-01A 型输送带用酒精喷灯燃烧性能试验箱, 青岛中橡化科技有限公司。

1.3 芯胶的制备

将原材料按照实验配方称量后, 按照以下混炼工艺进行混炼: 密炼机转速 25 r/min, 上顶栓压力 0.5 MPa。添加丁苯胶与天然橡胶混炼 120 s; 添加氧化锌、防老剂、阻燃剂等小料, 混炼 60 s; 添加炭黑, 混炼 150 s; 提上顶栓, 落上顶栓, 混炼 60 s, 混炼胶成团后经开炼机薄通 5 遍, 下片、放置冷却, 以备检测用。

1.4 试样的制备与检测

芯胶与骨架材料的黏合强度按 GB/T 5755 的规定进行制样、检测。

芯胶燃烧性能按照 MT/T668-2019 标准 5.16 试

作者简介: 王军龙(1988-), 工程师, 研究生, 主要从事输送带配方设计与开发方面工作研究。

收稿日期: 2023-11-10

验方法制样、检测。

芯胶物理性能按照 GB/T528—2008 标准的规定进行制样、检测。

2 结果讨论

2.1 氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶黏合性能的影响

芯胶配方如表 1 所示，制备过程按照 2.3 实验过程进行。

表 1 氯化石蜡对黏合性能的影响

序号	材料名称	用量 / 份
1	天然胶、丁苯胶、顺丁胶	100
2	硬脂酸	1.5
3	氧化锌、氧化镁	11
4	防老剂	2.3
5	黏合剂	2.5
6	炭黑、白炭黑	75
7	硫化体系	4
8	阻燃剂 (不含氯化石蜡)	50
9	氯化石蜡	10、20、30、40、50

按照表 1 中配方，参照 1.3 的混炼胶制备方法，分别制备了不同氯化石蜡含量的阻燃芯胶；按照 GB/T 5755 准备了 $\Phi 4.5$ 钢丝绳抽出黏合试样。硫化工艺参数：芯胶厚度 15 mm、硫化温度 150 °C、硫化时间 45 min、硫化压力 3.5 MPa。不同氯化石蜡含量对芯胶黏合强度的影响结果如下图所示：

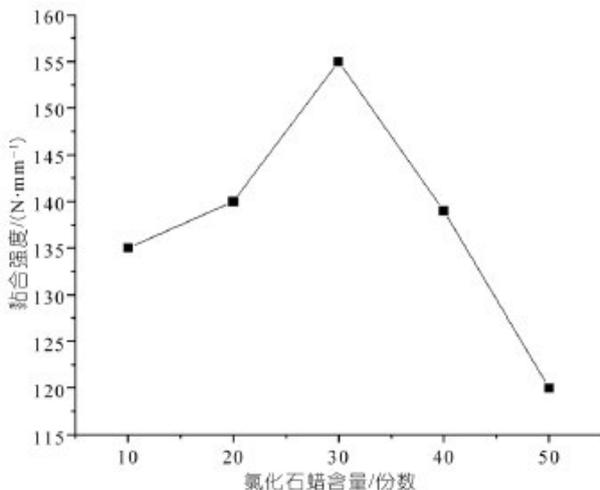


图 1 氯化石蜡含量对芯胶与钢丝绳芯黏合的影响

由图 1 可知，随着氯化石蜡含量增加，芯胶与钢丝绳芯的黏合强度先增加后降低，当氯化石蜡含量 < 30 份时，黏合强度随氯化石蜡含量的增加而升高是因为氯化石蜡具有一定的增塑作用，随着混炼温度的升高有助于材料的分散，提高了芯胶的均匀程度，在

一定程度上提高了芯胶与钢丝绳的黏合强度；当氯化石蜡含量 > 30 份时，黏合强度随氯化石蜡含量的增加而降低是因为，氯化石蜡呈酸性，当酸性值积累到一定程度会对钢丝绳表面的镀锌层造成破坏，降低了芯胶与钢丝绳芯的黏合强度。因此在芯胶配方设计的过程中要综合考虑黏合强度与其他性能的平衡，控制氯化石蜡的含量。

2.2 氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶硫化性能的影响

按照表 1 配方制备的芯胶，在 180 °C × 4 min 条件下采用无转子硫化仪对不同芯胶的 T_{10} 、 T_{90} 及最大扭矩进行了检测，具体数据如表 2 所示：

表 2 不同氯化石蜡含量对应芯胶的硫化曲线参数

硫化曲线参数	氯化石蜡含量 / 份数				
	10	20	30	40	50
T_{10}/s	60	65	68	73	78
T_{90}/s	219	220	218	220	221
最大扭矩 (M_H)	35	38	42	48	53

由图 2 可知随着氯化石蜡含量的增加，芯胶的起硫时间有所延长，这是因为氯化石蜡显酸性，对促进剂的作用用一定的抑制。由图 3 可知，随着氯化石蜡含量的增加，芯胶的工艺硫化时间并没有发生明显的变化，这可能是由于，氯化石蜡影响了促进剂在起硫时间断的中间体的生成，但在后期会加快硫化速度，因此没有对最终的工艺硫化时间产生明显的影响。

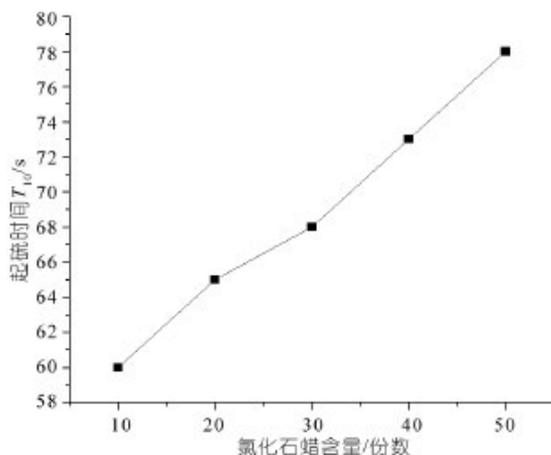


图 2 氯化石蜡含量对起硫时间 T_{10} 的影响

由图 4 可知，随着氯化石蜡含量的增加，芯胶的最大扭矩呈上升趋势，这可能是由于氯化石蜡在硫化的过程中会释放出极性氯离子，增加了橡胶的交联程度，导致了最大扭矩值的上升。

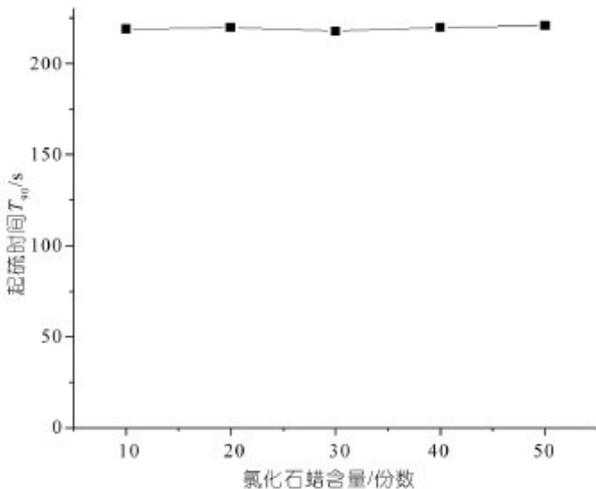


图3 氯化石蜡含量对工艺硫化时间 T_{90} 影响

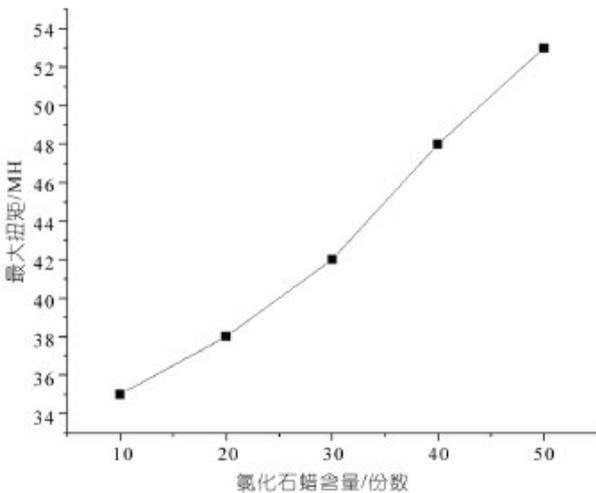


图4 氯化石蜡含量对最大扭矩 M_H 的影响

2.3 氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶物理性能的影响

按照表1配方制备的芯胶，按照GB/T528—2008标准的规定进行制样、检测芯胶的物理性能，具体结果见表3：

表3 氯化石蜡含量对芯胶物理性能的影响

物理性能	氯化石蜡含量 / 份数				
	10	20	30	40	50
拉断强力 / MPa	21	22	22.5	22.8	23
拉断伸长率 / %	500	520	480	400	380

由表3可知，随着氯化石蜡含量的增加，芯胶的拉断强力呈增大趋势，但随着氯化石蜡含量的增大，拉断强力的上升趋势逐渐放缓。这是因为在氯化石蜡含量低的时候随着氯化石蜡含量的增加，氯化石蜡具有增塑的作用增加了胶料的分散程度，提升了胶料的

均匀性，减少了硫化胶的破坏点，使得硫化胶的拉断强度呈上升趋势^[4]；当氯化石蜡大量增加，虽然能够增加硫化胶的交联程度，但可能已经达到橡胶的最大范围，因而上升趋势逐渐放缓。

由表3可知，随着氯化石蜡含量用量的增加，拉断伸长率先增加后降低，当氯化石蜡 < 30 份时拉断伸长率上升试音氯化石蜡的增塑效果和交联程度的上升；当氯化石蜡 > 30 份时拉断伸长率下降是因为随着氯化石蜡含量的增加，交联程度增加、硬度上升，增加了硫化胶交联键，限制了硫化胶受力后的形变，导致拉断伸长率的下降。

2.4 氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶生产工艺的影响

按照表1配方制备的芯胶，对比了不同含量氯化石蜡芯胶的开炼机操作工艺性能，对比情况如表4所示：

表4 氯化石蜡含量对芯胶开炼机操作工艺的影响

材料名称	氯化石蜡含量 / 份数				
	10	20	30	40	50
是否黏辊	否	否	否	不易下辊	无法下辊

由表4中不同氯化石蜡含量的芯胶的开炼机操作过程是否黏辊情况可知，当氯化石蜡 > 30 份时，增加了混炼胶在开炼机的操作难度，这是因为氯化石蜡的软化点为95℃，混炼胶生产温度在130℃以上，已经超过氯化石蜡的软化点，大量的氯化石蜡会稀释生胶的格林强度，导致混炼胶操作难度加大。

2.5 氯化石蜡对钢丝绳芯阻燃输送带芯胶阻燃性能的影响。

按照表1配方制备的芯胶，对比了不同含量氯化石蜡芯胶的燃烧性能，对比情况如表4所示：

表5 氯化石蜡含量对芯胶阻燃性能的影响

燃烧性能	氯化石蜡含量 / 份数				
	10	20	30	40	50
有焰燃烧 / s	5.6	2.1	2	1.8	1.5
无焰燃烧 / s	1.5	1.2	1.3	1.6	1.3

由表5可知随着氯化石蜡量的增加，贴胶的有焰燃烧呈下降趋势，当氯化石蜡的量增加到20份时，有焰燃烧达到了MT/T668—2019标准的要求，这是因为氯化石蜡与三氧化二锑反应，生产三氧化二锑，三氧化二锑附着于表面，隔绝了空气，阻断了材料的继续燃烧^[5-6]但氯化石蜡含量对无焰燃烧的影响较小，还需其他阻燃剂配合，协同发挥作用。

3 结论

(1) 不同含量的氯化石蜡的对芯胶与钢丝绳芯黏合有影响，但都能满足标准的要求。

(2) 氯化石蜡能延迟芯胶硫化，增加硫化胶的交联程度，造成拉断伸长率的下降。

(3) 氯化石蜡含量会影响混炼胶的操作工艺，应控制氯化石蜡含量，综合考虑氯化石蜡的影响，控制氯化石蜡含量在 20 份左右。

术与装备, 2007,33(2):38-41.

[2] 屈柏峰. 硼酰化钴在钢丝绳芯输送带黏合胶中的应用 [J]. 橡胶工业, 2005,52:424-426.

[3] 赵薇. 阻燃剂对膨胀型防火涂料热衰减性能的影响 [J]. 化工新型材料, 2021,49(05):142-145.

[4] 尤光星. 超支化膨胀型阻燃剂的合成及其在 PVG 输送带中的应用研究 [J]. 塑料工业, 2014,42, (10)17-21.

[5] 杨化民, 王军龙. 模压成型法 PVG 阻燃整芯输送带覆盖胶的配方优化 [J]. 橡胶工业, 2019,66(01):036-040.

[6] 姜丽. 长寿命耐高温分层带覆盖胶的研制 [J]. 橡塑技术与装备, 2020,46(19):42-44.

参考文献：

[1] 曲成东. 煤矿用阻燃钢丝绳芯输送带黏合胶的研制 [J]. 橡塑技

Research on the influence of chlorinated paraffin on the performance of flame retardant conveyor belt core adhesive for steel wire rope cores

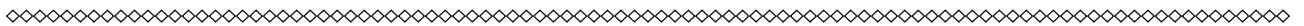
Wang Junlong¹, Li Xudong¹, Jiang Li¹, Hao Yongqing¹, Li Linxiao¹, Hu Zheng¹, He Yongjun²

(1. Xi'an Zhongzhuang Weinan Rubber Products Co. LTD., Weinan 710000, Shaanxi, China;
2. Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 714000, Shaanxi, China)

Abstract: This article compares the effects of different contents of chlorinated paraffin on the performance of flame retardant conveyor belt core adhesive for steel wire rope cores, and determines the optimal comprehensive performance under 25 parts of chlorinated paraffin content. The core adhesive performance under this condition can meet both standard requirements and production requirements.

Key words: chlorinated paraffin; core adhesive; conveyor belt

(R-03)



赛轮成为国际汽联 F4 方程式中国锦标赛官方合作伙伴
Sailun becomes the official partner of the FIA Formula F4 China Championship

近日，赛轮集团与铭泰赛车运动有限公司正式达成合作，赛轮轮胎成为 2024 赛季壳牌喜力国际汽联 F4 方程式中国锦标赛官方指定轮胎，为新赛季精彩赛事保驾护航，赋能中国速度。赛事季前筹备中，赛轮轮胎与全新 M21-F4 赛车形成“最佳拍档”，共同完成测试工作。不仅如此，赛轮轮胎还特地与壳牌喜力国际汽联 F4 方程式中国锦标赛共同举办赛事轮胎培训，由专业工程师向车队详细介绍新轮胎特性，力助各支车队顺利完成新赛季赛道首秀，更好地服务新赛季征程。

近年来，赛轮在赛事胎领域持续创新突破，在多项国内外顶尖赛事中积累了丰富的赛事经验，并将赛事轮胎技术转化到民用轮胎领域，为消费者提供更高性能的轮胎产品和服务，实现赛事轮胎和民用轮胎的共同进阶。壳牌喜力国际汽联 F4 方程式中国锦标赛新赛季的大幕即将拉开。从揭幕战与 F1 同场竞技，到成都天府国际赛道的闪亮登场，从宁波的多变天气，再到经典的珠海赛道对决，让我们共同期待赛轮与壳牌喜力国际汽联 F4 方程式中国锦标赛携手带来新赛季精彩赛事，共同为中国速度赋能！

编自“中国轮胎商务网”

(R-03)