

普通用途钢丝绳芯输送带 H 型覆盖胶的研制

汪光亮, 谢艳霞, 孙桂美, 王 飞, 杨 静, 张鹏飞

(兖矿集团唐村实业有限公司, 山东 邹城 273522)

摘要:对普通用途钢丝绳芯输送带 H 型覆盖胶进行配方优化, 并研究其物理性能。结果表明, 当输送带覆盖胶配方为: 顺丁橡胶/天然橡胶 30/70, 炭黑 N220 50, 氧化锌 5, 硬脂酸 1, 防老剂 RD 2, 防老剂 4010NA 1, 芳烃油 8, 硫黄 2.3, 促进剂 CZ 1.3 时, 覆盖胶的物理性能满足国家标准和德国标准要求。

关键词:输送带; 覆盖胶; 物理性能

中图分类号: TQ336.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2013)12-0743-03

正常使用条件下, 钢丝绳芯输送带的使用寿命与覆盖胶的物理性能呈正比关系。在输送带运行过程中, 上覆盖胶持续受到形状各异的散装固体物料冲击和摩擦, 厚度逐渐减小。当上覆盖胶磨损到一定程度, 水分便很容易渗入输送带内部, 锈蚀钢丝绳, 使输送带失效。因此, 覆盖胶的使用寿命也就代表着钢丝绳芯输送带的使用寿命。随着输送带用户生产效率的提高, 输送物料的粒径和输送带的速度均增大, 其对覆盖胶的划裂、磨损速度也增大。国外钢丝绳芯输送带的使用寿命一般都在 10 年以上, 而国内一般为 5 年左右, 主要原因是国内输送带生产厂家和使用企业都没有对覆盖胶性能引起足够重视, 均采用增大覆盖胶厚度以达到延长输送带使用寿命的目的, 对高性能覆盖胶的相关研究较少。

本工作以 GB/T 9770—2001《普通用途钢丝绳芯输送带》性能要求为目标, 对 H 型覆盖胶的拉伸强度、拉断伸长率、磨耗量进行研究。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), 牌号 SCR5, 云南天然橡胶产业股份有限公司产品; 丁苯橡胶(SBR), 牌号 1502, 中国石油吉林石化分公司有机合成厂产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号 9000, 中国石化齐鲁石油化

工股份有限公司产品; 炭黑 N220, 山东青州化工股份有限公司产品。

1.2 主要仪器及设备

X(S)M-1.5 型密炼机和 XLB-600×600×2 型电加热平板硫化机, 青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品; TCS-2000 型拉力试验机和 GT-7012-D 型辊筒式磨耗机, 中国台湾高铁科技股份有限公司产品。

1.3 试样制备

胶料在 1.5 L 密炼机中按常规工艺混炼, 混炼胶在平板硫化机上硫化, 硫化条件为 147 °C×30 min。

1.4 性能测试

拉伸性能按 GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》进行测试, 采用 4.0 mm 宽裁刀制备哑铃形试样, 拉伸速率为 500 mm·min⁻¹; DIN 磨耗量按 GB/T 9867—2008《硫化橡胶或热塑性橡胶耐磨性能的测定(旋转辊筒式磨耗机法)》进行测试。

2 配方设计

2.1 基体橡胶

基体橡胶的选择主要集中在 NR, SBR 和 BR 三种通用橡胶上。NR 是一种结晶型橡胶, 自补强性较大, 具有较大的强度, 未补强 NR 硫化胶的拉伸强度为 17~25 MPa, 炭黑补强 NR 硫化胶的拉伸强度可达 25~35 MPa。SBR 硫化胶的拉伸强度和 DIN 磨耗量介于 NR 和 BR 之间, 硫化曲

作者简介:汪光亮(1982—), 男, 山东济宁人, 兖矿集团唐村实业有限公司工程师, 学士, 主要从事输送带新产品开发及输送带生产管理工作。

线平坦,胶料不易焦烧和过硫化,价格低于其他两种橡胶,可显著降低并用胶的配方成本。与 NR 和 SBR 相比,BR 硫化胶具有优异的耐磨性能,这是由于聚丁二烯主链上无取代基,分子间作用力小,分子长而细,分子中有大量的可发生内旋转的 C—C 单键,分子链十分柔顺,但 BR 硫化胶的拉伸强度和撕裂强度较低、加工性能欠佳,需与其他橡胶并用。

国标要求 H 型覆盖胶的拉伸强度不小于 25 MPa,拉断伸长率不小于 450%,DIN 磨耗量不大于 120 mm³。国标对拉伸强度指标要求较高,这就决定了必须以 NR 为主体橡胶。SBR/NR 并用比对覆盖胶物理性能的影响如表 1 所示,BR/NR 并用比对覆盖胶物理性能的影响如表 2 所示。

表 1 SBR/NR 并用比对覆盖胶物理性能的影响

项 目	SBR/NR 并用比				
	10/90	20/80	30/70	40/60	50/50
拉伸强度/MPa	24.9	23.8	23.2	22.8	22.5
拉断伸长率/%	478	470	482	485	480
DIN 磨耗量/mm ³	163	160	155	151	146

注:配方其余组分和用量为炭黑 N220 60,氧化锌 5,硬脂酸 1,防老剂 RD 2,防老剂 4010NA 1,芳烃油 10,硫黄 2.5,促进剂 CZ 1.3。

表 2 BR/NR 并用比对覆盖胶物理性能的影响

项 目	BR/NR 并用比				
	10/90	20/80	30/70	40/60	50/50
拉伸强度/MPa	24.1	23.4	23.0	22.1	21.1
拉断伸长率/%	448	440	435	430	430
DIN 磨耗量/mm ³	157	134	115	100	87

注:同表 1。

从表 1 和 2 可以看出:SBR/NR 并用胶的 DIN 磨耗量与指标要求相差较大;BR/NR 并用胶的 DIN 磨耗量显著减小,耐磨性能得到明显改善。分析认为,BR/NR 并用胶的高耐磨性能与聚丁二烯链段较好的有规立构性和活动性有关,并且与橡胶具有较好的热氧降解稳定性、与活性炭黑生成快速松弛的高动态刚度结构、低摩擦因数和耐疲劳等综合性能有关^[1]。综合各项性能考虑,基体橡胶选用并用比为 30/70 的 BR/NR 并用胶。

2.2 补强体系

炭黑对橡胶的补强作用取决于炭黑的性质,如粒径大小、聚集体形态以及粒子的表面化学性质。炭黑粒径是影响炭黑补强效果的重要因素之一。炭黑粒径越小,补强性能越好,硫化胶的耐磨性能也越好^[2]。由于覆盖胶对拉伸强度和磨耗量的要求都比较高,本工作选用粒径较小的炭黑 N220 作为补强填充剂。炭黑 N220 用量对覆盖胶物理性能的影响如表 3 所示。

表 3 炭黑 N220 用量对覆盖胶物理性能的影响

项 目	炭黑 N220 用量/份						
	40	45	50	55	60	65	70
芳烃油用量/份	6	7	8	9	10	11	12
拉伸强度/MPa	24.2	27.8	28.3	24.1	23.0	21.9	19.8
拉断伸长率/%	458	445	440	432	435	439	428
DIN 磨耗量/mm ³	101	92	98	108	115	130	151

注:配方其余组分和用量为 BR/NR 30/70,氧化锌 5,硬脂酸 1,防老剂 RD 2,防老剂 4010NA 1,硫黄 2.5,促进剂 CZ 1.3。

从表 3 可以看出:当炭黑 N220 用量为 50 份时,覆盖胶的拉伸强度达到最大值;当炭黑 N220 用量继续增大时,拉伸强度逐渐减小。分析认为:当炭黑用量较小时,橡胶大分子与炭黑形成的“结合橡胶”含量较小;当炭黑用量较大时,炭黑分散不均匀,被定向排列的二维状态的橡胶量减小,物理性能变差。因此,覆盖胶中炭黑 N220 适宜用量为 50 份。

2.3 硫化体系

半有效硫化体系兼具有效和普通硫化体系的优点,即硫化胶的拉伸强度、耐磨性能和耐疲劳性能接近普通硫化体系,生热则接近有效硫化体系,硫化返原性和耐老化性能居两者之间。BR 和 NR 都属于烯烃类橡胶,采用硫黄硫化时有着相似的硫化特性。硫化体系对覆盖胶物理性能的影响如表 4 所示。

从表 4 可以看出,硫黄和促进剂用量对覆盖胶拉断伸长率的影响明显。当硫黄用量为 2.3 份、促进剂 CZ 用量为 1.3 份时,覆盖胶的综合物理性能较好。分析认为,当硫化剂用量较大时,胶料交联密度较大,网链不能均匀受力,应力易集中于局部网链上,使有效网链减少,这种受力的不

表 4 硫化体系对覆盖胶物理性能的影响

项 目	配方编号				
	1#	2#	3#	4#	5#
硫黄用量/份	2.5	2.5	2.3	2.3	2.1
促进剂 CZ 用量/份	1.5	1.3	1.3	1.1	1.1
拉伸强度/MPa	27.5	27.6	27.9	26.2	25.8
拉断伸长率/%	442	468	533	598	620
DIN 磨耗量/mm ³	95	101	99	108	115

注:配方其余组分和用量为 BR/NR 30/70,炭黑 N220 50,氧化锌 5,硬脂酸 1,防老剂 RD 2,防老剂 4010NA 1,芳烃油 8。

均匀性随着交联密度的增大而加剧。

通过对基体橡胶、补强体系和硫化体系的选择,最终确定覆盖胶的配方为:BR/NR 30/70,炭黑 N220 50,氧化锌 5,硬脂酸 1,防老剂 RD 2,防老剂 4010NA 1,芳烃油 8,硫黄 2.3,促进剂 CZ 1.3。优化配方覆盖胶的性能如表 5 所示。

从表 5 可以看出,覆盖胶的物理性能均满足国家标准要求,同时也满足德国标准 DIN 22102—2002《输送散状物料的带式输送机计算》要求,这为争取国外高性能高附加值的钢丝绳芯输送带订单提供了技术支持。

3 结论

(1)并用BR可改善NR覆盖胶的耐磨性能,

表 5 优化配方覆盖胶的性能

项 目	测试结果	指标 ¹⁾
硫化仪数据(147 ℃)		
t_{10}/min	4.35	
t_{90}/min	9.91	
物理性能		
密度/(Mg · m ⁻³)	1.120	
邵尔 A 型硬度/度	63	
拉伸强度/MPa	27.9	≥25.0
拉断伸长率/%	533	≥450
DIN 磨耗量/mm ³	99	≤120

注:1)GB/T 9770—2001《钢丝绳芯输送带》。

炭黑用量对覆盖胶的拉伸强度影响较大,硫黄和促进剂用量对覆盖胶的拉断伸长率影响明显。

(2)输送带 H 型覆盖胶的优化配方为:BR/NR 30/70,炭黑 N220 50,氧化锌 5,硬脂酸 1,防老剂 RD 2,防老剂 4010NA 1,芳烃油 8,硫黄 2.3,促进剂 CZ 1.3。该配方覆盖胶的物理性能同时满足国家标准和德国标准的要求。

参考文献:

- [1] 江皖兰. 顺丁橡胶系并用胶具有高耐磨性的原因[J]. 世界橡胶工业, 2009, 36(1): 11-17.
- [2] 朱文靖. 天然橡胶补强的研究进展[J]. 热带农业工程, 2006 (1): 11-15.

收稿日期: 2013-06-07

Development of H-type Cover Compound for Universal Steel Cord Conveyor Belt

WANG Guang-liang, XIE Yan-xia, SUN Gui-mei, WANG Fei, YANG Jing, ZHANG Peng-fei

(Yankuang Group Tangcun Industry Co., Ltd, Zoucheng 273522, China)

Abstract: The formulation of H-type cover compound for universal steel cord conveyor belt was optimized, and its physical properties were investigated. The optimum formula of the cover compound was as follows: BR/NR 30/70, carbon black N220 50, zinc oxide 5, stearic acid 1, antioxidant RD 2, antioxidant 4010NA 1, aromatic oil 8, sulfur 2.3, accelerator CZ 1.3. The test results showed that the physical properties of the cover compound met the requirements in national and German standards.

Key words: conveyor belt; cover compound; physical property

欢迎订阅 2014 年《橡胶工业》《轮胎工业》杂志