

抗疲劳剂KX-600在钢丝绳芯输送带 粘合胶中的应用

苏鲲鹏, 孟 阳, 戚玉显, 曲成东*

(无锡宝通科技股份有限公司, 江苏 无锡 214112)

摘要:研究抗疲劳剂KX-600(活性酚醛树脂和间-甲-白粘合体系复合材料)对钢丝绳芯输送带粘合胶性能的影响。结果表明:对于普通钢丝绳芯粘合胶,随着抗疲劳剂KX-600用量的增大,胶料的硫化特性和物理性能变化不大,粘合性能及老化后的粘合性能保持性、耐疲劳性能提高,在试验范围内抗疲劳剂KX-600的适合用量为3份;对于阻燃钢丝绳芯粘合胶,抗疲劳剂KX-600的加入,可以有效克服无机填料对胶料物理性能和粘合性能的负面影响,提高胶料的耐疲劳性能。

关键词:抗疲劳剂;钢丝绳芯输送带;粘合胶;粘合性能;耐疲劳性能

中图分类号:TQ330.38⁺2;TQ336.2 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2018)00-0000-03

钢丝绳芯输送带由于强力高、抗冲击性好、伸长率小等优点,在煤矿等长距离、大运程的工作场合应用十分广泛^[1]。但是钢丝绳芯输送带的胶与钢丝绳粘合性能直接影响输送带的使用寿命,同时钢丝绳芯输送带粘合胶的耐疲劳性能对输送带的使用寿命有较大的影响。延长输送带的使用寿命可以有效降低成本,因此研发具有较好粘合性能和耐疲劳性能的钢丝绳芯输送带粘合胶很有意义。

1 实验

1.1 主要原材料

丁苯橡胶(SBR),牌号1502,杭州浙晨橡胶有限公司产品;天然橡胶(NR),SCR10,东莞市同舟化工有限公司产品;抗疲劳剂KX-600(活性酚醛树脂和间-甲-白粘合体系复合材料),南京库橡化工科技有限公司产品。

1.2 配方

1.2.1 普通钢丝绳芯输送带粘合胶

通过调整抗疲劳剂KX-600用量并配合使用

间-甲(亚甲基给予体粘合剂RA和亚甲基接受体粘合剂RS)粘合体系以及采用粘合增进剂XS-132来改善普通钢丝绳芯输送带粘合胶性能,试验配方如表1所示。

表1 普通钢丝绳芯输送带粘合胶试验配方 份

组 分	配方编号				
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]
粘合剂RA	0	0	0	1.5	0
粘合剂RS	0	0	0	1.0	0
粘合增进剂XS-132	0	0	0	0	3
抗疲劳剂KX-600	1	2	3	3	0
防老剂	4.5	4.5	2.5	2.5	2.5

注:配方其他组分和用量为SBR/NR 100,炭黑 45,白炭黑 10,活性剂 9,粘合增进剂B-23 2,增塑剂 40,硫黄 3,促进剂 1.7。

1.2.2 阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶

阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶试验配方:SBR/NR 100,炭黑N220 50,白炭黑 10,活性剂 7.4,防老剂 3,钴盐 2,阻燃剂 86.5,抗疲劳剂KX-600 3,促进剂 1.3,硫黄 3。

1.3 主要设备和仪器

XSM-2/80型试验密炼机,上海科创橡塑机械设备有限公司产品;XK-160型开炼机,无锡市晨光橡塑机械厂产品;XLB-D350×350×2电加热平板硫化机,湖州东方机械有限公司产品;M3000A

作者简介:苏鲲鹏(1992—),男,江苏无锡人,无锡宝通科技股份有限公司工程师,学士,主要从事输送带配方研发工作。

*通信联系人(boton67786@126.com)

型无转子硫化仪,高特威尔检测仪器(青岛)有限公司产品;ALA-7000LA30型伺服控制电脑拉力试验机,高铁检测仪器(东莞)有限公司产品。

1.4 试样制备

普通钢丝绳芯输送带粘合胶和阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶均采用两段混炼。在密炼机(转子转速为 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)中进行一段混炼,加料顺序为生胶、小料、炭黑、硫黄和促进剂,混炼约7 min,80℃排胶;在开炼机上进行二段混炼,保证配合剂分散均匀。胶料硫化条件为 $150^\circ\text{C} \times 40 \text{ min}$ 。

1.5 性能测试

胶料的硫化特性、物理性能、粘合性能和耐疲劳性能均按照相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 普通钢丝绳芯输送带粘合胶

2.1.1 硫化特性

普通钢丝绳芯输送带粘合胶的硫化特性对比如表2所示。

表2 普通钢丝绳芯输送带粘合胶的硫化特性对比

项 目	配方编号				
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]
$F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	1.97	1.81	1.94	1.96	2.16
$F_{\max}/(\text{dN} \cdot \text{m})$	21.58	22.68	21.26	21.33	24.23
t_{10}/min	5.60	5.70	5.85	5.28	6.52
t_{90}/min	31.78	31.62	32.12	31.88	35.35

从表1可以看出,抗疲劳剂KX-600的用量增大,胶料的硫化特性基本不变,这说明抗疲劳剂KX-600对胶料硫化没有不良影响,并不参与胶料的硫化。相比于只使用抗疲劳剂KX-600的胶料,在使用抗疲劳剂KX-600的基础上配合使用间-甲粘合体系的胶料硫化特性也没有明显的改变;而使用粘合增进剂XS-132的胶料获得了较长的硫化诱导期和正硫化时间,同时 $F_{\max}$ 也较大,这些充分说明了粘合增进剂XS-132对硫化有较大的影响。

2.1.2 物理性能

普通钢丝绳芯输送带粘合胶的物理性能对比如表3所示。

从表3可以看出:随着抗疲劳剂KX-600用量的增大,胶料的拉伸强度增大;当抗疲劳剂KX-600用量为3份时,胶料的拉断伸长率有所提高,硬

表3 普通钢丝绳芯输送带粘合胶的物理性能对比

项 目	配方编号				
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]
邵尔A型硬度/度	76	76	73	74	75
100%定伸应力/MPa	3.8	4.2	3.9	3.9	4.2
300%定伸应力/MPa	13.4	14.3	14.1	13.5	14.7
拉伸强度/MPa	17.3	18.1	19.5	19.3	18.0
拉断伸长率/%	399	390	422	440	370

度有所下降。结合表2中硫化特性数据,分析造成这种结果的原因可能是抗疲劳剂KX-600虽未参与交联,但在胶料中形成了网状结构,从而提高了胶料的拉伸强度。相比于只使用抗疲劳剂KX-600的胶料,在使用抗疲劳剂KX-600的基础上配合使用间-甲粘合体系的胶料300%定伸应力有所下降,拉断伸长率有所提高;而使用粘合增进剂XS-132的胶料拉伸强度偏低,拉断伸长率明显减小。

2.1.3 粘合性能和耐疲劳性能

普通钢丝绳芯输送带粘合胶的粘合性能对比如表4所示。

表4 普通钢丝绳芯输送带粘合胶的粘合性能对比

项 目	配方编号				
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]
常温抽出试验					
抽出力/N	96.0	122.4	167.3	142.1	172.2
覆胶状况	无	较多	满	满	满
老化后抽出试验					
抽出力/N	85.0	118.5	165.1	120.0	148.4
覆胶状况	无	较多	满	满	满

注:老化条件为 $145^\circ\text{C}/1 \text{ MPa} \times 150 \text{ min}$ 。

从表4可以看出:随着抗疲劳剂KX-600用量的增大,胶料的抽出力明显增大,同时钢丝绳表面覆胶量也不断增大;使用抗疲劳剂KX-600胶料的老化后抽出力保持性明显优于配合使用粘合剂RA和RS以及使用粘合增进剂XS-132的胶料。

钢丝绳芯输送带的耐疲劳性能对使用寿命有较大影响,随着耐疲劳性能的提高,使用寿命不断延长。1[#]、2[#]和5[#]配方胶料的疲劳寿命测试结果分别为10 098,45 300,23 522次,3[#]和4[#]配方胶料均超过60 000次。

由此可见,随着抗疲劳剂KX-600用量的不断增大,胶料的耐疲劳性能不断提高,抗疲劳剂KX-600用量为3份时胶料的疲劳寿命超过了60 000次,远超过国家标准要求,可以极大地延长输送带的使用寿命。

总体而言,使用3份抗疲劳剂KX-600可以达到与配合使用间-甲粘合体系或者等量使用粘合增进剂XS-132同样的效果。抗疲劳剂KX-600、间-甲粘合体系和粘合增进剂本质上属于粘合体系,所不同的是抗疲劳剂KX-600为交联和间-甲-白粘合体系,间-甲粘合体系由亚甲基给予体与树脂型间苯二酚给予体发生缩合反应或形成氢键而对骨架材料与橡胶起交联、粘合作用^[2];粘合增进剂XS-132自身发生缩聚反应而起交联、粘合作用。

从成本上考虑,抗疲劳剂KX-600的成本高于粘合增进剂XS-132,但低于间-甲粘合体系。综合考虑,为了有效提高普通钢丝绳芯输送带的使用寿命,选择使用抗疲劳剂KX-600。

2.2 阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶

根据普通钢丝绳芯输送带粘合胶的试验结果,确定在阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶中使用3份抗疲劳剂KX-600进行试验(参比配方不加抗疲劳剂KX-600,配方其余组分和用量与试验配方相同)。

2.2.1 物理性能

阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶的物理性能对比如表5所示。

表5 阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶的物理性能对比

项 目	试验配方	参比配方
邵尔A型硬度/度	76	73
100%定伸应力/MPa	3.5	2.3
300%定伸应力/MPa	11.0	9.9
拉伸强度/MPa	19.9	13.8
拉断伸长率/%	470	437

阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶中填充的大量无机阻燃剂对物理性能产生很大的影响^[3]。从表5可以看出,参比配方胶料的拉伸强度明显较低,但是加入抗疲劳剂KX-600可使高阻燃剂填充量的粘合胶获得较高的拉伸强度,且拉断伸长率也有所提高。

2.2.2 粘合性能和耐疲劳性能

阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶的粘合性能对比如表6所示。

表6 阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶的粘合性能对比

项 目	试验配方	参比配方
常温抽出试验		
抽出力/N	137.0	105.0
覆胶状况	满	满
老化后抽出试验		
抽出力/N	141.0	89.0
覆胶状况	满	满

注:同表4。

从表6可以看出,无机阻燃剂对胶料粘合性能有不良的影响,但是加入抗疲劳剂KX-600可使胶料获得较大的抽出力,并且覆胶状况良好,同时老化后胶料的抽出力保持性较好。

试验配方胶料的疲劳寿命超过60 000次,参比配方胶料为35 868次。由此可见,试验配方胶料耐疲劳性能较好。

3 结论

(1)随着抗疲劳剂KX-600用量的增大,普通钢丝绳芯输送带粘合胶的硫化特性和物理性能变化不大,粘合性能及老化后粘合性能保持性、耐疲劳性能提高,在试验范围内抗疲劳剂KX-600用量为3份时效果最佳。

(2)加入抗疲劳剂KX-600可以克服阻燃钢丝绳芯输送带粘合胶因填充大量无机阻燃剂对其物理性能和粘合性能的影响,提高粘合胶的耐疲劳性能。

参考文献:

- [1] 李平,屈柏峰. 钢丝绳芯输送带粘合胶的研制[J]. 橡胶工业,2002,49(6):344-346.
- [2] 杨清芝. 实用橡胶工艺学[M]. 北京:化学工业出版社,2005:72-73.
- [3] 王志广,张大伟,曹文国,等. 钢丝绳芯阻燃输送带粘合胶料的研究[J]. 橡胶工业,2003,50(3):147-150.

收稿日期:2017-11-27