

普通用途防撕裂钢丝绳芯输送带的开发

陆 蔚

(阜新橡胶有限责任公司, 辽宁 阜新 123000)

- 1 前言
- 普通用途钢丝绳芯输送带是以钢丝绳为骨架材料的一种高强力输送带。因其具有抗张强度高、伸长率小、张紧行程短、成槽和动态性能好等特点,而广泛地应用于冶金、港口、煤炭等重工业,被长距离、高负荷、高速度输送机所采用。但是普通用途钢丝绳芯输送带只有纵向钢丝绳,没有横向骨架,加之使用环境的特殊,胶带在高速运转时若受到尖锐硬物料的冲击,带子将会被划破,瞬间造成几十米、几百米乃至上千米的纵向撕裂,从而给使用者造成较大的经济损失。所以防撕裂型钢丝绳芯输送带已成市场急需。本文就防撕裂钢丝绳芯输送带研制的关键技术问题加以论述,最终阐述生产工艺流程,粘合胶、覆盖胶的配方和硫化主要工艺参数。
- 2 纵向骨架材料的选择
- 骨架材料在输送带中起承受牵引力和载荷压力等作用。对于钢丝绳芯输送带来说,由于带体在驱动辊作用下进行大载荷、高速度运行,因此,在骨架材料的选择上主要考虑钢丝绳的强度、钢丝绳的柔软性和钢丝绳与橡胶的粘合。基于上述考虑,骨架材料应选择柔软性好、强度高、刚度小的钢丝绳。通过对 $6\times 7+IWS$ 、 $6\times 19+IWS$ 、 $6\times 19W+IWS$ 这三种钢丝绳进行比较,直径相同,结构不同,其强度、柔软性及与橡胶的粘合强度不同。 $6\times 19+IWS$ 的柔软性好于 $6\times 19W+IWS$,而 $6\times 19W+IWS$ 的柔软性好于 $6\times 7+IWS$ 。 $6\times 19+IWS$ 结构的钢丝绳,钢丝之间是点接触,缝隙大,粘合胶易于渗透,因此与粘合胶的粘合强度好于 $6\times 19+IWS$ 结构的钢丝绳。另外,钢丝绳表面镀层对粘合胶与钢丝绳的粘合强度影响也较大。其中镀铜或镀锌钢丝绳与粘合胶均有较高的粘合强度。实验表明,镀铜钢丝绳容易锈蚀,使钢丝绳芯输送带的使用寿命缩短。因此,选用镀锌钢丝绳为好。综合考虑各因素,骨架材料的选择应根据不同强度规格的钢丝绳芯输送带选用不同结构的钢丝绳,当强度规格为 $ST630\sim ST1250$ 时,选用镀锌钢丝绳结构为 $6\times 7+IWS$;当强度规格为 $ST1600\sim ST2000$ 时,选用镀锌钢丝绳结构为 $6\times 19+IWS$;当强度规格为 $ST2500\sim ST4000$ 时选用结构为 $6\times 19W+IWS$ 结构的镀锌钢丝绳。
- 3 横向增强层(防撕裂层)的选择
- 从国外的相关资料看,作为防撕裂层的材料主要有两种。一种是橡胶网布(钢丝网布或化纤网布),另一种是横向绳(钢丝绳或化纤绳)。根据国内原材料情况及使用要求,也可选用上述两种材质。但是这两种材质虽然都能达到防撕裂的目的,而其效果是不同的,见表 1。

从横向拉伸强度和开裂阻力上看,钢丝绳优于化纤绳,但是化纤绳弹性比较好,有一定的叠加使用,抗冲击性能较好。网布结构的增强层由于形状成网络结构,其冲击强度优于绳结构,开裂阻力的叠加效果也优于绳结构。不同材质、不同结构的增强层,其效果各有利弊,可视用户的使用条件来确定。
- 4 配方设计
- 4.1 盖胶配方设计
- 4.1.1 生胶的选择
- 天然橡胶的弹性好、强力高、工艺性能好,丁苯橡胶有耐磨性能好、耐屈挠性好、对补强填充剂的揉合性好等优点,并且两种胶并用后,表现出良好的加工性能,再加之价格低、货源好,利于大批量生产,因此,设计盖胶配方时,应选择天然橡胶和丁苯橡胶并用。

表 1 两种防撕裂层效果对比表

材质	绳直径/mm	绳间距/mm	单根强度/ N	横向拉伸强度/（N°mm ⁻¹ ）	开裂阻力/kN	作用效果
尼龙绳	Φ 2.0	10	1300	130	1.8	可叠加 2600N/ 2 根
钢丝绳	Φ 2.0	12	3700	308	3.2	3700 N/ 根
	Φ 2.0	20	3700	185	2.6	3700 N/ 根

4.1.2 补强剂的选择

补强剂是橡胶输送带的重要配合剂之一。它不仅能提高输送带的机械强度,而且能改善胶料的加工性能,并赋予制品较好的耐磨性。由于盖胶强度要求高,靠常规的补强剂难以达到要求,因此,在本体系中加入硅烷偶联剂,对炭黑补强的橡胶体系则起到架桥作用,从而达到提高胶料的抗张强度和抗撕裂性,延长使用寿命的目的。橡胶输送带的补强剂主要是炭黑,品种有高耐磨炭黑、中超耐磨炭黑、半补强炭黑、通用炭黑、混气炭黑。不同种类的炭黑,因其粒径、结构及表面化学性质不同,对胶料的补强效果不同。特别是加入硅烷偶联剂后,补强效果将大不相同。一般半补强炭黑、混气炭黑粒径较大,结构性低,因而对胶料补强性较差,但弹性好。中超炭黑、高耐磨炭黑粒径小、结构较高,因而补强效果好,能赋予橡胶良好的抗张强度、抗撕裂性和高耐磨性,但在混炼时生热大,易使胶料焦烧,也易产生凝胶。考虑产品加工性能和综合使用性能,覆盖胶选择以中超炭黑为主,并用一部分混气炭黑,以改善胶料的加工性能,同时兼具延迟硫化的作用,利于厚制品的硫化。

4.1.3 盖胶配方

天然橡胶 80.0; 丁苯橡胶 20.0; 硫黄 1.3; 促进剂 1.8; 氧化锌 5.0; 硬脂酸 2.5; 防老剂 2.0; 石蜡 1.0; 古马隆 7.0; 芳烃油 4.0; 偶联剂 1.0; 中超炭黑 45.0; 通用炭黑 10.0; 合计 180.6。

4.2 粘合胶配方设计

4.2.1 生胶的选择

不同种类橡胶与粘合胶的粘合强度不同,通过对比实验可以看出,全天然橡胶配方与钢丝绳粘合强度最低,丁苯橡胶与天然橡胶并用好于顺丁橡胶与天然橡胶并用。试验表明,全丁苯橡胶配方性能最好。

4.2.2 粘合剂的选择

钢丝绳芯输送带要求粘合胶与钢丝绳之间有

较高的粘合强度以满足使用要求,在粘合胶的配方设计时,可以通过添加粘合剂达到目的。

对比试验表明,除环烷酸钴外,粘合剂 A、RS、RH 单用效果不明显,而当它们分别与环烷酸钴并用时,均起到了显著的粘合效果。有人认为,加入环烷酸钴,加快了锌与硫黄的反应速度,使橡胶中的多硫化物与硫化锌之间的界面上产生的交联数量增多,使形成的化学键结合力相应增强;还有人认为是在钢丝绳镀锌层表面形成锌和钴的硫化物混合物层,一方面能很好地与锌层结为一体,另一方面其分子结构能伸入橡胶基体内,起到一种物理机械连接作用,使粘合力增高。总之,钴盐尤其是环烷酸钴的加入,对提高镀锌钢丝绳与粘合胶的粘合力是有益的。RS、RH 粘性大,易粘辊,不利于出型、成型,因此,在粘合胶设计时,选择粘合剂 A 与环烷酸钴并用体系。

4.2.3 补强剂的选择

根据 4.1.2 条款所述,粘合胶的补强剂以中超炭黑为主并用部分白炭黑,目的是起粘合作用,显著提高胶与钢丝绳的粘合强度。

4.2.4 粘合胶配方

丁苯橡胶 100.0; 硫黄 2.0; 促进剂 1.1; 氧化锌 8.0; 硬脂酸 2.0; 防老剂 2.0; 白炭黑 10.0; 炭黑 50.0; 软化剂 8.0; 环烷酸钴 8.0; 合计 191.1。

4.3 贴胶配方设计

防撕裂层用的网布(化纤网布、钢丝网布)都要先挂胶,然后再与粘合胶和盖胶合成。由于化纤网布主要是尼龙和聚酯浸胶网布,采用对应贴胶即可。实验证明,附着力和工艺均能满足要求。钢丝绳网布所用的贴胶可在粘合胶的基础上进行调整,调整的重点是软化体系和粘合体系,使之既保证附着力,又保证工艺性,其配方为: 丁苯橡胶 100.0; 硫黄 2.0; 促进剂 1.0; 氧化锌 8.0; 硬脂酸 2.0; 防老剂 2.0; 白炭黑 10.0; 炭黑 50.0; 软化剂 8.0; 环烷酸钴 8.0; 粘合剂

3.0; 合计 198.0。

5 加工工艺

5.1 工艺流程

生产工艺的关键，一是纵向钢丝绳等间距排列，并使每根钢丝绳初张力相同，然后使每根钢丝绳在恒张力下成型硫化。经多次试验，确定了采用拉带机、成型车联动同步拉带进模，在恒张力下合模硫化，同时在硫化前将复合胶片与钢丝绳冷压成型的生产工艺。这样既可以保证钢丝绳不弯曲，又可使整个生产过程中钢丝绳间距均匀，张力一致，从而保证产品质量。二是横向增强体防撕裂层的铺设。防撕裂层有两种。一种是在带体中加入横向钢丝绳，另一种是在带体中加入网布。前者是在独特的横向钢丝绳铺设装置上完成的。后者是在压延机上将网布双面贴胶，然后在专用设备上将防撕裂层合在粘合胶与盖胶之间，通过这种工艺即可保证在成型过程中防撕裂层的尺寸要求及位置，又可确保良好的产品质量。

5.2 硫化工艺参数的确定

5.2.1 硫化温度与硫化时间的确定

由于该种类输送带厚度为 14~40 mm 之间，带体较厚，因此硫化温度定为 150±1℃。硫化时间是根据胶料在此硫化温度下硫化曲线和带体的厚度来确定的，一般为 35~50 min。

5.2.2 硫化压力的确定

由于防撕裂带的带体较厚，硫化单位压力确定为 3.0±0.1MPa，较一般输送带单位压力高。由于硫化压力高，可防止产品在硫化过程中产生气泡，提高胶料的致密性，有助于提高硫化胶料的物理机械性能，同时也有利于橡胶与钢丝绳及防撕裂层之间的渗透、粘合，提高粘合强度，延长使用寿命。

6 产品的物理机械性能

6.1 覆盖胶物理机械性能

表 2 覆盖胶物理机械性能

项目	D		H		L	
	指标	实测	指标	实测	指标	实测
拉伸强度/MPa	≥	18	20	25	26.2	20
扯断伸长率/%	≥	400	525	450	600	400
磨耗量/m m ³	≤	90	80	120	115	150
					138	

注：1. D-强磨损工作条件下；H-强划裂工作条件下；L-一般工作条件下；2. 覆盖胶在热空气老化试验(70℃×168h)后其拉伸强度变化率和扯断伸长率变化率为 -25% ~ +25%。

6.2 成品带性能

表 3 成品带性能

项目	指标	实测值	备注
粘合强度/(N·mm ⁻¹), 老化前	≥	130	148
		95	124
粘合强度/(N·mm ⁻¹), 老化前	≥	120	132
		90	106

7 结论

- 1. 研制的防撕裂钢丝绳芯输送带，工艺路线合理，技术措施得当，钢丝绳镀层、结构选择合理，产品所需原材料立足于国内。
- 2. 在配方设计中，通过合理选材，科学配合，使产品性能符合 HG3646-1999 标准，使用性能满足用户现场使用需求。
- 3. 该产品研制成功，可满足作业环境苛刻的用户的需求，延长带的使用寿命，具有较好的经济效益和社会效益。
- 4. 该产品已获国家专利。

上海京海化工有限公司
硫化剂 PAS-80 投产

橡胶硫化剂 PAS-80,有效硫含量 80%，是一种有机聚合加成结构的无毒无臭硫黄给予体。产品中硫的有机聚合加成物含量不低于 60%，游离硫含量 39%，具有可与不溶性硫黄媲美的不喷硫特性。由于碳氢加成基的不饱和结构，不仅具有与橡胶的良好相容性和分散性，而且能增进橡胶与骨架材料，如钢丝和纤维，在热或湿热条件下的粘合。PAS-80 可以用于天然橡胶和合成橡胶，制造忌喷霜的橡胶制品、动态制品、橡胶与骨架材料复合制品和卫生橡胶制品。上海京海化工有限公司于 2003~2004 年已送样品在 50 多个橡胶企业进行了胶料配合试验，获得了广泛的良好响应。该公司已建成年产能达 1000t 的生产装置，产品即将面市。

京 海