

# 钢丝绳芯输送带粘合胶的研制

李平, 屈柏峰

(阜新橡胶有限责任公司, 辽宁 阜新 123000)

**摘要:** 介绍了钢丝绳芯输送带粘合胶的配方设计原则。采用正交试验法对影响钢丝绳粘合强度(抽出法)的主要因素进行了优选, 最终确定的配方为: SBR 100, 氧化锌 8; 硬脂酸 1; 防老剂 3; 增塑剂 10; 补强填充剂 55; 白炭黑 14; 促进剂 NOBS 1.1; 环烷酸钴 7; 硫黄 2。其硫化胶拉伸强度为 13.9 MPa, 扯断伸长率为 575%, 邵尔 A 型硬度为 67 度; 钢丝绳粘合强度为  $137 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$ , 远远高出 GB 9770—88 的标准要求。

**关键词:** 钢丝绳芯输送带; 正交试验; 粘合胶; 粘合强度

中图分类号: TQ330.38<sup>+</sup>9 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2002)06-0344-03

钢丝绳芯输送带(以下简称“钢丝绳”)是一种高强度型输送带, 具有抗张强度高、伸长率小、成槽性好、动态性能优良等特点, 在长距离、大运量的物料输送场合中发挥着重要作用, 特别是随着运输吞吐量的增大和长距离运输线的不断增加, 钢丝绳的地位显得越来越重要, 其产量增长趋势明显。

从结构上看, 钢丝绳一般分 3 个部分(见图 1), 一是钢丝绳, 它是钢丝绳拉力的主要承载体; 二是粘合胶(即钢丝绳芯层胶), 其主要作用是将钢丝绳牢固地结合在一起, 提供钢丝绳的整体性和屈挠性; 最外层是覆盖胶, 主要用来保护钢丝绳, 并适应各种物料的输送要求, 如耐热、耐寒、难燃等用途。钢丝绳与橡胶的粘合是钢丝绳生产的核心问题, 只有保证橡胶与钢丝绳之间有足够的粘合力, 才能显示出钢丝绳的特点和优势。

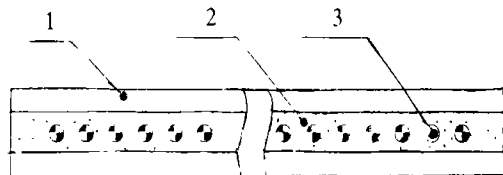


图1 钢丝绳结构

1—覆盖胶; 2—粘合胶; 3—钢丝绳

## 1 钢丝绳与橡胶的粘合机理

### 1.1 机械连接作用

在钢丝绳生产过程中, 粘合胶在硫化前会产生塑性流动, 胶料充分润湿钢丝绳, 并扩散、渗透到钢丝绳股之间; 硫化后橡胶固化, 将橡胶与钢丝绳连接在一起, 产生机械连接作用。

### 1.2 化学粘合

化学粘合就是橡胶与钢丝绳之间形成化学键, 再经硫化形成网络结构, 使橡胶与钢丝绳牢固地粘合成一个整体。该过程形成的粘合力要远远大于机械粘合力。

目前, 钢丝绳所用的钢丝绳一般选用镀锌钢丝绳, 在其与橡胶的粘合机理研究中, 还没有一个能被大家完全接受的理论或学说, 但在粘合胶的配方实践中, 以下两点是可以肯定的:

(1) 钢丝表面的镀层锌是能与橡胶粘合的金属, 可在粘合过程中参与化学反应, 失去镀锌层的钢丝是难以粘合的;

(2) 在胶料中加入钴盐类增粘剂尤其是环烷酸钴, 能极大地提高橡胶与钢丝绳的粘合力。

## 2 配方设计原则

### 2.1 生胶

生胶是胶料物理性能的主要来源。NR 的物理性能好, 但是全 NR 的胶料粘合力并不高, 经试验证明, 掺用 SBR 能使粘合力提高, 且随 SBR 用

作者简介: 李平(1963-), 男, 辽宁阜新人, 阜新橡胶有限责任公司工程师, 主要从事输送带的配方研制及技术管理工作。

量的增大,粘合力增大。另外,SBR 的耐老化性能优于 NR,在获得橡胶与钢丝绳的初始粘合力及保持热老化后橡胶与钢丝绳粘合力方面显示出明显优势。因此,生胶选用全 SBR。

2.2 增塑体系

增塑剂能使胶料获得适宜的塑性值,保证胶料硫化初期的塑性流动,以便于充分润湿钢丝绳表面并渗透到钢丝绳股间,因此选择增塑效果好、价格低廉的软化重油作为增塑剂。

2.3 补强填充体系

对胶料进行补强填充处理,是使胶料获得优良物理性能的必要条件,粘合胶选择补强性能优异的高耐磨炭黑作为补强剂。另外,白炭黑的加入有利于胶料定伸应力的提高,对粘合并有利。

2.4 防护体系

粘合胶不但要保证较高的初始粘合力,而且要适应钢丝绳使用寿命长的特点,即要有较好的耐老化性能。钴盐的加入给胶料带来了有害金属离子钴,因此选择以耐老化性能好且对有害金属离子有较好防护作用的 MB 为主、BLE 为辅的防护体系。

2.5 增粘体系

选择普遍采用并已沿用多年的环烷酸钴直接粘合体系。

2.6 硫化体系

采用硫黄硫化是橡胶与钢丝绳获得良好粘合力的有效而经济的方法,这是由于胶料中的硫黄能与锌反应生成硫化锌,从而与橡胶产生化学结合力。另外,适当延长胶料的焦烧期,有利于胶料对钢丝绳的润湿和渗透,既能产生机械粘合力,又能为橡胶与钢丝绳产生化学结合提供必要条件——充分润湿,因此,促进剂选择后效性促进剂 NOBS。经验和实践证明,适当增大氧化锌用量对提高粘合力有利。

3 配方优选

由于影响钢丝绳粘合强度的因素较多,且橡胶硫化过程是一个复杂的化学反应过程,因此采用多因素正交试验法  $L_{16}(4^5)$ ,以几种对粘合强度影响较大的物料作为变量因子进行优选。因子与水平关系如表 1 所示。

表 1 因子与水平关系

| 水 平 | 因 子 |     |    |     |    |
|-----|-----|-----|----|-----|----|
|     | A   | B   | C  | D   | E  |
| I   | 8   | 2.0 | 9  | 1.1 | 6  |
| II  | 7   | 2.5 | 14 | 1.3 | 8  |
| III | 6   | 3.0 | 19 | 1.5 | 10 |
| IV  | 5   | 3.5 | 24 | 1.7 | 12 |

注: A—环烷酸钴; B—硫黄; C—白炭黑; D—促进剂 NOBS; E—氧化锌。基本配方为: SBR 1500 100; 硬脂酸 1; 防老剂 3; 增塑剂 10; 补强填充剂 60。

试验结果见表 2。

由表 2 可见,极差顺序为:白炭黑>氧化锌=硫黄>环烷酸钴=促进剂 NOBS,用量并不是影响钢丝绳粘合强度大小的最主要因素。在本试验中,白炭黑用量极差为 15,是影响粘合强度的主要因素。

各因子对钢丝绳粘合强度的影响分析如下:

(a)随环烷酸钴用量的增大,钢丝绳粘合强度有增高趋势,但其用量过高粘合强度反而降低,环烷酸钴的用量以 7 份为佳;

(b)硫黄用量以 2.0 或 3.5 份较好,但硫黄用量为 3.5 份时,胶料的邵尔 A 型硬度太高,达到 78 度,因此选择硫黄用量为 2.0 份;

(c)白炭黑用量为 9 或 14 份时,均能得到较高的粘合强度,考虑到白炭黑的加入有利于胶料定伸应力的提高,故白炭黑选用 14 份;

(d)促进剂 NOBS 的用量对钢丝绳粘合强度的影响不是很大,只要能保证胶料有足够的焦烧期及产生必需的交联密度即可,同时从胶料成本方面考虑,促进剂 NOBS 选用 1.1 份;

(e)氧化锌用量对钢丝绳粘合强度的影响与促进剂 NOBS 相似,氧化锌选用 6,8 和 10 份均可。氧化锌用量大有利于胶料定伸应力和耐热老化性能的提高,但存在密度大、分散困难的缺点,综合考虑氧化锌选用 8 份。

最终确定配方为: SBR 100; 氧化锌 8; 硬脂酸 1; 防老剂 3; 增塑剂 10; 补强填充剂 55; 白炭黑 14; 促进剂 NOBS 1.1; 环烷酸钴 7; 硫黄 2。

按上述配方复试,硫化胶的拉伸强度为 13.9 MPa,扯断伸长率为 575%, $t_{90}$ 为 23.17 min,邵尔 A 型硬度为 67 度;钢丝绳粘合强度为 137

表 2 试验结果

| 序号    | 环烷酸钴 | 硫黄  | 白炭黑 | 促进剂<br>NOBS | 氧化锌 | 粘合强度/<br>( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ ) | 拉伸强度/<br>MPa | 扯断伸长<br>率/% | $t_{90}/\text{min}$ |
|-------|------|-----|-----|-------------|-----|--------------------------------------------|--------------|-------------|---------------------|
| 1     | 8    | 2.0 | 9   | 1.1         | 6   | 138                                        | 14.5         | 520         | 15.21               |
| 2     | 8    | 2.5 | 14  | 1.3         | 8   | 123                                        | 15.1         | 615         | 12.33               |
| 3     | 8    | 3.0 | 19  | 1.5         | 10  | 114                                        | 14.6         | 480         | 12.71               |
| 4     | 8    | 3.5 | 24  | 1.7         | 12  | 106                                        | 10.9         | 325         | 10.79               |
| 5     | 7    | 2.0 | 19  | 1.5         | 12  | 130                                        | 15.4         | 535         | 14.71               |
| 6     | 7    | 2.5 | 24  | 1.7         | 10  | 128                                        | 12.6         | 545         | 15.75               |
| 7     | 7    | 3.0 | 9   | 1.1         | 8   | 116                                        | 17.4         | 565         | 12.33               |
| 8     | 7    | 3.5 | 14  | 1.3         | 6   | 124                                        | 11.0         | 360         | 11.25               |
| 9     | 6    | 2.0 | 14  | 1.7         | 8   | 114                                        | 16.0         | 535         | 14.58               |
| 10    | 6    | 2.5 | 9   | 1.5         | 6   | 115                                        | 15.8         | 500         | 12.00               |
| 11    | 6    | 3.0 | 24  | 1.3         | 12  | 122                                        | 14.1         | 510         | 11.83               |
| 12    | 6    | 3.5 | 19  | 1.1         | 10  | 128                                        | 12.1         | 390         | 16.96               |
| 13    | 5    | 2.0 | 9   | 1.3         | 10  | 122                                        | 17.1         | 600         | 17.00               |
| 14    | 5    | 2.5 | 14  | 1.1         | 12  | 107                                        | 14.8         | 605         | 15.75               |
| 15    | 5    | 3.0 | 19  | 1.7         | 6   | 118                                        | 14.4         | 450         | 10.46               |
| 16    | 5    | 3.5 | 24  | 1.5         | 8   | 132                                        | 11.8         | 395         | 11.92               |
| I/4   | 120  | 126 | 130 | 122         | 124 |                                            |              |             |                     |
| II/4  | 125  | 118 | 125 | 123         | 121 |                                            |              |             |                     |
| III/4 | 120  | 118 | 115 | 123         | 123 |                                            |              |             |                     |
| IV/4  | 119  | 123 | 115 | 117         | 116 |                                            |              |             |                     |
| 极差    | 6    | 8   | 15  | 6           | 8   |                                            |              |             |                     |

注:硫化温度为 150℃。

$\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ ,远远高出 GB 9770—88(粘合强度为  $68.65\text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ )的标准要求。

4 结论

(1)选用环烷酸钴直接粘合体系能够获得较高的抽出力。

(2)选用环烷酸钴(7份)、硫黄(2份)、白炭黑

(14份)、促进剂 NOBS(1.1份)、氧化锌(8份)配合体系的胶料物理性能好、抽出力高、工艺性能好。用该粘合胶配方生产的钢丝绳芯输送带经近两年各煤矿、电厂、水泥厂、港口等广大用户使用效果良好。

第一届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

国内外简讯 4 则

△拜耳公司计划出售其聚合物胶乳公司 50%的股份,还将出售生产橡胶助剂的莱茵化学莱茵瑙公司。此举为拜耳公司机构重组计划的一个组成部分。

ERJ, 184[ 1], 3(2002)

△到 2005 年美国密封圈、垫需求量将增至 97 亿美元,平均年增长 5%。该项增长主要来源于 20 世纪 90 年代经济繁荣时期购置的工业、电子设备密封圈、垫已老化需要更换。

ERJ, 184[ 1], 6(2002)

△ContiTech 流体公司购买了中国长春大洋公司 51%的股份,成立其在华第 2 家生产胶管的合资公司——ContiTech 大洋公司。该公司于 2002 年 1 月投产,雇员 100 人,2002 年年产能力可达 30 万标米。其产品主要是大众捷达、宝来和奥迪 A6 等车型用的空调和动力转向胶管。

ERJ, 184[ 1], 6(2002)

△Warbrick 国际公司推出一系列无接头牵引带。这些牵引带是按特定用途制成的,成型和硫化一次完成,消除了在工作条件下出现脱层的可能性。该产品主要用于电缆、软管和柔性型材的牵引。

ERJ, 184[ 1], 6(2002)