

设备工艺因素对V带性能的影响

曾宪奎

(青岛化工学院 266042)

朱国有

(无锡橡胶厂 214035)

摘要 运用正交试验法、多项式回归分析法和方差分析法等数学方法,考察了与生产设备有关的5个工艺因素[线绳张力,排线密度,胶片粘合力,硫化温度(压力)和硫化时间]对V带成品质量的影响程度。结果表明,排线密度对全厚度拉伸强度影响较大;排线密度、硫化温度和硫化时间对线绳抽出力影响显著;除胶片粘合力外的所有因素对V带疲劳寿命都有显著影响。

关键词 V带,成型设备,正交试验法,多项式回归分析法,方差分析法

新型橡胶传动带(橡胶切边V带、同步齿型带、多楔带)是传动带的发展方向。传动带的研究主要分两个方面,即传动原理的研究和生产制造技术的研究。生产制造技术的研究又可分为材料、工艺、配方和生产设备的研究,其中生产设备占有重要的地位。

本工作利用自行设计制造的橡胶切边V带生产设备^[1]研究了主要生产技术参数(线绳张力、胶片粘合力、线绳密度、硫化时间和硫化温度)对产品质量指标(V带全厚度拉伸强度、线绳抽出力和疲劳寿命)的影响程度。

1 试验方法的选择

正交试验设计方法是处理多因素试验的一种科学的试验方法,可用来科学地安排试验方案和对试验结果进行计算分析,找出最优或较优的生产条件或工艺条件。

1.1 指标的确定

在本工作中,要考察的胶带质量性能指标有3个:胶带全厚度拉伸强度 σ 、线绳抽出力 f 和疲劳寿命 H 。

胶带全厚度拉伸强度 σ 是对全截面试样拉伸至断裂时所承受的负荷。全厚度拉伸强度主要与胶带内张力线绳的数量有关,线绳数量越多,其值越大。但此时线绳排列密度也增大,线绳间的粘合橡胶减少,导致线绳抽出力和疲劳寿命降低。

线绳抽出力 f 表征了胶带强力层绳芯与周围橡胶的粘合强度。线绳抽出力的大小不仅与所采用的粘合体系有关,而且与线绳张力、线绳排列密度有关。实践证明,线绳抽出力的提高,可使胶带疲劳寿命和实际使用寿命相应地提高。

胶带疲劳寿命是衡量胶带质量高低最重要的检验指标之一,是在规定条件下进行的运转试验,以达到终止条件时所积累的正常运转小时数作为衡量带的耐疲劳性能的指标。该指标的高低,直接关系到胶带实际使用寿命的长短,是胶带整体物理性能的体现。

当然,衡量胶带质量的好坏,还有屈挠性能、导静电性能、耐高温低温性能等。但本工作只选择了以上3个最主要的指标。

1.2 因素及各水平的确定

在胶带生产过程中,影响胶带质量指标的因素很多,而且影响过程也较复杂。因为本工作的研究对象是新型V带生产设备,所以抛开工艺配方等方面的因素,着重研究了与生产设备有关的5个主要因素:线绳张力;排线密度;胶片粘合力;硫化温度(压力)和硫化时间。

线绳张力选取10, 20, 25, 30和40 N五个水平;排线密度(100 mm内排放的线绳根数)选取60, 65, 70, 75和80根 $\cdot (100\text{ mm})^{-1}$ 五个水平。胶片粘合力(带筒成型时上压辊对胶片压力的大小及均匀程度)选取50, 80, 100, 120和150 kPa五个水平;硫化温度选取160, 165, 170, 175和180 $^{\circ}\text{C}$ 五个水平;硫化时间选取35, 40, 45, 50

和 55 min 五个水平。

胶带品种、规格、型号众多, 为方便试验起见, 本工作只对 AV10 切边 V 带进行了试验。

2 结果与分析

2.1 试验方案及试验数据

本工作采用 5 个因子 5 个水平, 利用 5 个水平 6 个变量正交表, 表的代号为 $L_{25}(5^6)$, 共需进行 25 次试验。正交表相应内容及试验数据如表 1 所示(正交表第 6 列空置)。

2.2 试验数据处理

求出各因子每个水平所对应的平均目标值可以分析 5 个因素的单独作用或影响。现以排线密度与各目标函数的关系为例说明, 具体关系如表 2 所示。

2.3 比较与分析

借助 Graphtool 软件可对以上试验数据进一步处理, 将其转化为因子(自变量)与指标的关系曲线图。并且可直接利用 Graphtool 软件的数据处理功能, 作出多项式回归的回归曲线

表 1 正交试验表

试验号	因 子						指 标		
	1	2	3	4	5	6	σ	f	H
1	10	60	50	160	35	1	4 135	38.62	213.2
2	10	65	80	165	40	2	4 361	42.77	242.3
3	10	70	100	170	45	3	4 897	44.95	282.7
4	10	75	120	175	50	4	4 963	40.09	242.0
5	10	80	150	180	55	5	5 088	31.88	162.3
6	20	60	80	170	50	5	4 279	46.39	244.4
7	20	65	100	175	55	1	4 286	40.00	213.9
8	20	70	120	180	35	2	4 744	36.23	227.3
9	20	75	150	160	40	3	4 917	43.11	242.3
10	20	80	50	165	45	4	5 445	38.28	232.9
11	25	60	100	180	40	4	4 291	44.44	220.8
12	25	65	120	160	45	5	4 487	48.30	276.8
13	25	70	150	165	50	1	4 888	45.41	265.6
14	25	75	50	170	55	2	4 904	39.42	227.3
15	25	80	80	175	35	3	5 369	33.58	211.8
16	30	60	120	165	55	3	4 266	44.34	220.4
17	30	65	150	170	35	4	4 401	42.84	234.2
18	30	70	50	175	40	5	4 886	41.41	244.6
19	30	75	80	180	45	1	5 085	40.83	223.3
20	30	80	100	160	50	2	5 547	36.38	214.5
21	40	60	120	175	55	2	4 326	49.90	226.8
22	40	65	150	180	50	3	4 382	33.44	203.4
23	40	70	80	160	55	4	4 774	40.56	209.0
24	40	75	100	165	35	5	4 983	37.42	226.8
25	40	80	120	170	40	1	5 464	38.71	225.3

注: 因子中, 1—线绳张力, N; 2—排线密度, $\text{根} \cdot (100 \text{ mm})^{-1}$; 3—胶片粘合力, kPa; 4—硫化温度, $^{\circ}\text{C}$; 5—硫化时间, min; 6—空置。

指标中, σ —全厚度拉伸强度, $\text{kN} \cdot \text{根}^{-1}$; f —线绳抽出力, $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$; H —疲劳寿命, h。

指 标	排线密度/[$\text{根} \cdot (100 \text{ mm})^{-1}$]				
	60	65	70	75	80
$\sigma/(\text{kN} \cdot \text{根}^{-1})$	4.259	4.382	4.883	4.960	5.383
$f/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	38.74	40.47	41.71	47.92	35.77
H/h	225.10	234.10	245.80	232.34	209.40

图(仍以排线密度为例), 回归曲线图如图 1~3 所示。

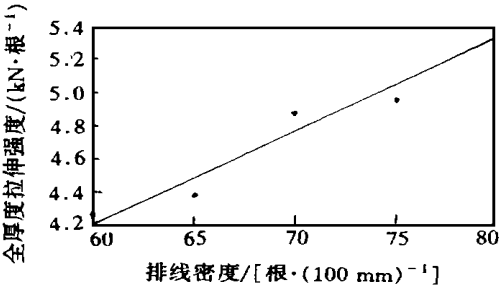


图 1 全厚度拉伸强度与排线密度的关系

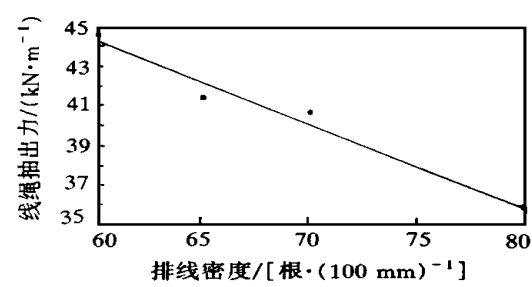


图2 线绳抽出力与排线密度的关系

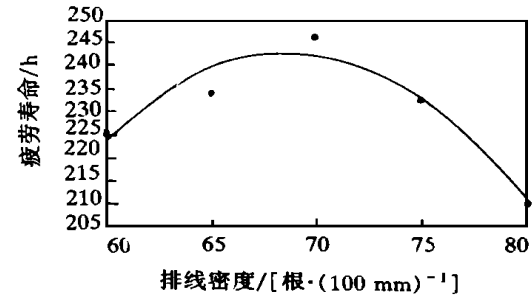


图3 疲劳寿命与排线密度的关系

由图1~3可见,V带全厚度拉伸强度与排线密度成正比;线绳抽出力与排线密度成反比;疲劳寿命与排线密度也有密切关系,排线密度过大或过小都会使V带的疲劳寿命下降。

2.4 方差分析

以上用直观分析法分析了目标函数与各个因子之间的关系,并估计得到了最优生产条件。但是这种方法精度不高,必须进一步用数理统计的方差分析法,将因素水平变化所引起的试验结果间的差异与误差波动所引起的试验结果间的差异区分开来,从而把影响结果的主要和次要因素分开。

多因素试验结果的差异由两部分组成:各因素水平变化引起的差异;试验误差引起的差异。以下就各个目标函数进行有关的方差分析。

(1)V带全厚度拉伸强度σ

表3为对V带全厚度拉伸强度σ的方差分析表。

由表3可得出各因素对拉伸强度影响显著性结果:

- 线绳张力
- 不显著
- 排线密度
- 高度显著
- 胶片粘合力
- 不显著
- 硫化温度
- 不显著
- 硫化时间
- 不显著

表3 V带全厚度拉伸强度σ方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方差	F 值	显著性
线绳张力	0.062 5	4	0.015 6	0.968 9	—
排线密度	4.181	4	1.045 3	64.925	***
胶片粘合力	0.016 4	4	0.004 1	0.254 7	—
硫化温度	0.015 2	4	0.003 8	0.236 0	—
硫化时间	0.103 1	4	0.025 8	1.602 5	—
误差	0.006 45	4	0.016 1	—	—
总和	4.347	24	—	—	—

(2)线绳抽出力f

表4为对线绳抽出力f的方差分析表。

表4 线绳抽出力f方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方差	F 值	显著性
线绳张力	20.584	4	5.121	3.589	—
排线密度	236.387	4	59.079	41.413	***
胶片粘合力	55.966	4	13.99	9.804	*
硫化温度	78.392	4	19.60	13.74	**
硫化时间	144.379	4	36.10	25.298	***
误差	5.708	4	1.427	—	—
总和	504.583	24	—	—	—

由表4可得出各因素对V带的线绳抽出力影响显著性结果:

- 线绳张力
- 不显著
- 排线密度
- 高度显著
- 胶片粘合力
- 有一定影响
- 硫化温度
- 显著
- 硫化时间
- 高度显著

(3)疲劳寿命H

表5为对疲劳寿命H的方差分析表。

表5 疲劳寿命H方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方差	F 值	显著性
线绳张力	1.299 486	4	324.871	15.37	**
排线密度	3.590 855	4	897.713	42.48	***
胶片粘合力	663.86	4	165.965	7.85	*
硫化温度	3.682.96	4	920.747	43.57	***
硫化时间	4.647.94	4	1161.985	54.98	***
误差	84.534	4	21.133 5	—	—
总和	14241.30	24	—	—	—

由表5可得出各因素对V带的疲劳寿命的影响显著性结果:

- 线绳张力
- 显著
- 排线密度
- 高度显著
- 胶片粘合力
- 较不显著
- 硫化温度
- 高度显著
- 硫化时间
- 高度显著

3 结论

(1)线绳排列密度的大小和均匀性是新型传动带生产设备的一个重要的技术参数。线绳排列均匀,则生产出的传动带质量稳定。

(2)传动带成型过程中,线绳张力的恒定以及张力的**大小也是非常重要的。**

(3)在传动带硫化过程中,硫化温度和硫化时间在实际范围内是相辅相成相互联系的,硫

化温度高,则硫化时间就可相应缩短。

(4)硫化温度和硫化时间是传动带生产过程中的一个相当重要的参数。因此其精确控制非常重要。

参考文献

- 1 曾宪奎. 新型 V 带成型设备的设计及试验研究:[学位论文]. 东营:石油大学(华东),1997

收稿日期 1999-04-09

登录普胶带公司的输送带 计算机监控系统

据 BETA Public Relations B. V. 新闻稿:

荷兰 Drachten 的登录普胶带公司推出了一种有效的钢丝帘线输送带计算机监控系统——EyeQ 系统。

EyeQ 系统可以连续地对钢丝帘线输送带中的裂口损伤进行预防和监测。该系统可(向用户)提供连续的胶带状态信息流,并在发现损坏时报警和/或停机。如果胶带上安装了特制的裂口探测线,那么当探测到纵向裂口时系统会立即制动胶带的运行。

除了裂口损伤, EyeQ 系统还可向用户提供发生在钢丝帘线上的任何损伤的连续信息,并可精确指出其发生的位置,这就使决定是否有必要对损伤进行应急修补成为可能。

EyeQ 系统还可以确定已发生损伤的程度,并根据不同的损伤程度分类,监测其发展。这样可使用户选择允许较小的损伤通过,直至其列入较为严重的等级;或马上采取预防措施防止其升级到必须使整个生产线都停下来的程度。

此系统包括一个编码器、一个起磁器以及传感器和任选的裂口探测线。编码器安装在一个非驱动的滑轮上,用以测定胶带的位置和速度;起磁器可在带体钢丝和裂口探测线周围形成一个磁场;传感器可收集必要的胶带状态信息和任何新事故的位置及其发展的信息;裂口探测线是安装在带体里的,可用于降低裂口损坏的危险,并在发现纵向裂口时激活输送机制动程序。

EyeQ 系统和实时工作的精密计算机系统相连接。(系统)安装时, EyeQ 系统会为整条输

送带做一个“特征轮廓图”,这样系统工作时就可参照特征轮廓图确定胶带发生的任何变化,并按照其严重程度划分为 1~5 五个等级。当损伤程度超过了预设的限度时,系统便可自动停止胶带的运行。

EyeQ 系统的裂口探测线既可在胶带制造时嵌入,也可以非常低的费用就地安装。这个探测器可确保极其高效的裂口探测。它由间隔很密的钢丝组成,并以 45°角横贯胶带安装。两组探测线间胶带断面上的任何损伤都可被检测出来。此探测线设计得可对极轻微的裂口特征做出反应——启动报警装置或启动输送机停止程序。

登录普胶带公司的 EyeQ 裂口监控系统有便携式和固定式两种,固定式可提供更高水平的信息。但是一旦胶带发生裂口,这两种形式的设备都可很好地防止胶带进一步的损坏。

(黄向前译 涂学忠校)

上海卡博特化工有限公司通过 ISO 9002 质量体系认证

在全体员工的共同努力下,经审核,上海卡博特化工有限公司已通过 ISO 9002 质量体系认证,于 1999 年 6 月 30 日获得由上海质量体系审核中心颁发的 ISO 9002《质量体系认证证书》,证明该公司建立和实施了符合 GB/T 19002—1994 idt ISO 9002:1994 标准要求的质量体系。该体系覆盖范围包括轮胎用炭黑、工业橡胶用炭黑及特种用途炭黑的生产和服务全过程。同时该公司获得由上海质量体系审核中心颁发的“Quality System Certificate of Conformity”。

(本刊编辑部 涂学忠供稿)