

橡胶同步带的研制

陈哲

(陕西省汉中市同步带厂 723000)

摘要 讨论了同步带的结构与主体材料、胶料配方与性能,以及生产工艺要点。着重介绍了在硫化罐胶套硫化法的基础上,将模具外腔的加温加压介质内蒸汽改为过热水,实现 1.0kPa 以上的大压力硫化。采取改用过热水加压硫化法等措施后,产品质量大幅度提高,达到了同类国外产品的先进水平。

关键词 同步带,氯丁橡胶,玻璃纤维绳,变形纱,硫化,过热水,蒸汽,硫化罐

同步带是工作面为齿状结构,以带齿与轮齿啮合而传递动力的新型传动带。同步带传动,集齿轮传动、链传动和带传动的优点于一体,具有传动同步带准确、噪声低、功效高、速比大、无污染、能耗低、机械结构紧凑等特点^[1],而且传动功率范围大^[2],最高带速可达 $120\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在目前所有的带传动方式中,它是精度及使用要求最高的一种,适用领域很广。

国外对同步带的应用已相当普遍,其生产量已接近 V 带。其中,生产技术较为先进的有意、德、美、英、日等国。我国则自 80 年代以来,已在青岛、上海、无锡、贵州等地引进了几条生产线,相继投产。与此同时,在消化吸收国外先进技术的基础上,采用国产化设备的几条生产线也建成投产。但是迄今为止,全国同步带的年产量还只有 600 万条,而国内市场的年需求量则在 3000 万条以上^[4],因而仍需大量进口,每年耗费国家大笔外汇。

1991 年,我厂与西北工业大学合作,经过一年多的共同努力,把曾获 1990 年北京国际博览会银奖的同步带科技成果转化成了年产 50 万条同步带的工业化生产线,并于 1992 年通过了省级鉴定。所生产的同步带,质量达到了同类进口产品水平,用户普遍反映良好,可以替代进口,因而供不应求。这条

生产线,在 1993 年 5 月的陕西省第三届科技成果交易会上,荣获金奖。

1 产品结构及主体材料

1.1 产品结构

同步带传动的失效形式有:整带断裂、带齿剪切或磨损、强力层拔出、带子伸长、包布剥落等。因此,高质量的同步带必须满足以下几项要求:①齿形尺寸准确,偏差小;②整带的疲劳强度高、疲劳生热小,在工作载荷下伸长率小;③强力层材料拉伸疲劳强度高,弹性模量大;④带齿胶有足够的硬度,能控制齿的变形和具有足够的抗剪切、抗撕裂强度;⑤带背胶较软,有良好屈挠性能;⑥各主体材料之间有足够的粘附强度;⑦具有一定的耐高低温、耐热、耐水、耐化学腐蚀性;⑧和齿轮材料的摩擦系数小。

关于同步带的齿形结构,目前使用较多的为单面梯形齿。但是,根据传动需要,梯形齿会向圆弧形齿方向发展^[6]。

根据上述各项要求,我们采用计算机辅助设计,确定了同步带的最佳结构尺寸及主体材料品种。

1.2 主体材料

(1)同步带的本体胶料是带背胶和带齿胶。带背胶是保护层,将强力层牢牢固定在节

线位置,传动时承受拉伸和弯曲,同时将应力传递给强力层;带齿胶在传动中承受剪切应力,向强力层传递应力和保护强力层。这两种胶料需能组成一个整体。目前国际上一般都选用耐热、耐水、耐臭氧、耐天候老化、耐油等综合物理性能较好的氯丁橡胶^[7]。我们也选用这一种胶种。

(2)同步带强力层在于承受负荷,国际上主要使用玻璃纤维绳(简称玻纤绳)和Kevlar(芳香族聚酰胺纤维,简称芳纶)。玻纤绳具有比强度高(高达 $1300\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$)和比模量高、断裂伸长率低(2%~4%)、疲劳强度高、耐热性能好^[8]而又价廉等优点,但耐水、耐屈挠、抗冲击性欠佳。国产同步带一般均使用玻纤绳。这种骨架材料已在制造过程中经过硅烷型偶联剂和RFL胶乳及其他增强型浸润剂的处理^[9],可以直接使用。我厂使用的是南京玻璃纤维研究设计院生产的专用玻纤绳。

(3)齿面布在于保护齿部和线绳,以提高带齿的抗剪切力和耐磨性,并使线绳免受齿轮顶部的损害。一般是有较高伸缩性的尼龙帆布——变形纱,以满足其强度高、韧性大、耐磨损和磨擦系数低等要求;而且为了加工方便,纬向要有60%以上的伸长率。经试验,我厂选用了中国纺织工业大学生生产的同步带专用变形纱。

230)的性能,就各种配合剂的品种和规格进行多次筛选,利用正交试验法优选出了生产不同性能要求同步带的配方。基本配方为:氯丁橡胶 100;氧化镁 4.0;氧化锌 5.0;促进剂 0~0.5;防老化体系 3.5~5.0;炭黑 40~45;软化增塑剂 4.0;粘合体系 19.8;其他 7.0。其中,粘合体系为粘合剂RS、粘合剂A和白炭黑。其硫化胶物理性能见表1。

表1 不同性能同步带的胶料物理性能

测试项目	带背胶和带齿胶		胶浆胶
	一般传动用	特殊传动用	
拉伸强度,MPa	>12.0	>16.0	>12.0
扯断伸长率,%	>300	>400	>400
300%定伸应力 MPa	>6.0	>8.0	>6.0
撕裂强度 $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$	>35	>46	>35
扯断永久变形 %	<12	<15	<15
门尼粘度 ML(1+4)100℃	68±4	61±4	—
门尼焦烧(120℃) min	15±3	12±3	25±3
邵尔A型硬度 度	76±4	76±4	58±4
粘附强度 (H抽出法),kN	>0.10	>0.25	—
相对密度	1.35±0.05	1.42±0.05	1.32±0.05
老化性能(120℃×168h)			
拉伸强度降低率 %	<75	<75	—
扯断伸长率降低率 %	<25	<25	—
邵尔A型硬度 度	≤90	≤90	—

注:试料硫化条件为 $153\text{C}\times 30\text{min}$ 。

2 胶料配方及性能

在同步带胶料的性能要求中,最重要的是使胶料与玻纤绳牢固粘合,并具有良好的焦烧期内流动性,以保证成齿良好。

玻纤绳与橡胶的界面粘合力较小,需采用间甲白直接粘合体系,使粘合强度达到设计要求,以获得较高的抽出强度。

在配方设计上,还必须保证胶料有足够的可塑性,以满足成齿要求。

我们根据不同型号同步带的结构及传动要求,针对国产氯丁橡胶(LDJ-120和LDJ-

3 生产工艺要点

3.1 压延胶片

为了制取合格的胶片,须在胶料处于弹性态时,采用降速压延法,使胶料分子排列规整,表面光洁无气泡,无焦烧;并采用空气冷却,使胶片在松弛状态下卷取,减少压延效应^[10],降低收缩率。因氯丁橡胶易粘冷辊,故压片辊温控制为:上辊 $56\sim 66\text{C}$;中辊 $45\sim 55\text{C}$;下辊 36C 左右。热炼胶温度为 $60\sim 70\text{C}$ 。两侧对角加料,并在上辊与中辊间保

持适量积胶,以减少空气的卷入。

3.2 成型

成型工序的关键因素,是玻纤绳的缠绕张力及排布。同步带在使用中最常见的失效形式是断带及伸长变形,这主要是强力层造成的,与成型工艺有很大关系。通过试验及分析计算,我厂采用了独特的缠绕张力。为了确保成型质量,我们结合工艺特点,自行研制了带有专门张力控制装置的同步带成型机。该机根据电力拖动原理,通过调节电压来控制玻纤绳张力,从而保证了缠绕张力及其均匀性,并能自动调节张力,具有张力恒定、结构紧凑、操作方便、可靠性高等优点。

贴胶片则是成型的另一关键因素。氯丁橡胶低温时易变硬,导致自粘性差,容易造成层间夹气,影响成品使用质量,甚至报废。为此,我厂在成型机的供料架上装有胶片加热装置及压力辊(整辊总压力240kg),从而可排除层间的空气,使各胶层贴合密实。

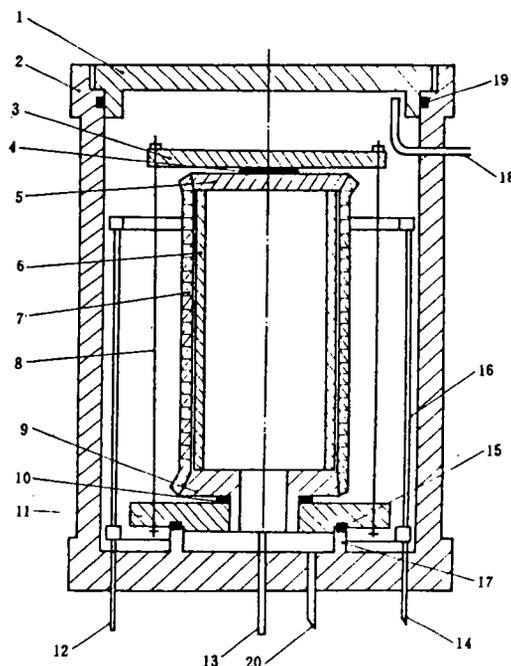
3.3 硫化

同步带的外观质量,齿顶硬度以及其他诸多成品性能,都与硫化工艺密切相关。

目前国外的技术先进厂家以及国内引进技术厂家所采用的同步带硫化方法,都是硫化罐胶套硫化法,靠硫化介质蒸汽加压。其工艺为将成型好的带坯吊入硫化胶套内,使其内外隔离,放入立式硫化罐内硫化,内外腔通入不同压力的蒸汽,靠内外压差形成致密的带齿及整体^[11]。此法简易可靠,成本较低,压力均匀。但是,饱和蒸汽的压力与温度是直接相关的,当确定了硫化温度,蒸汽的压力也就被限定了,因而其硫化外压最高不超过1.0MPa。由于硫化压力较低,常使带齿不饱满、齿侧夹气、物理性能较差。而且,从经济及工艺方面考虑,该硫化法一般只宜于硫化节长小于3000mm的同步带。

为了提高氯丁橡胶胶料与玻纤绳强力层及齿包布的粘附强度,增大胶料的致密性,使带齿饱满,以及改善带子外观质量,提高其综

合性能,我们经多次试验,确定以过热水作为加压介质,进行大压力硫化。同时,制定了一套切实可行的硫化工艺,研制了相应的硫化罐(见附图)。



附图 同步带过热水加压硫化罐

1—罐盖;2—罐体;3—模具架上压板;4—高度调节橡胶垫;5—胶套上封头;6—成型好的带坯;7—胶套;8—上下压板拉紧螺杆;9—胶套下封头;10—下封头密封垫;11—模具架下压板;12—排水口;13—进汽口;14—进水口;15—内外腔平密封圈;16—加热蒸汽排管;17—内外腔密封止口;18—放汽口;19—唇口形密封圈;20—排汽口

这种过热水加压硫化法,是在硫化罐胶套硫化法的基础上,将外部加压介质由蒸汽改为过热水,而温度则等同于硫化温度。硫化时,在模具外腔中通入过热水,使胶料较好地塑化流动,形成饱满的带齿;而在模具内腔中,则仍是通入一定压力的饱和蒸汽,保持硫化温度。这样,硫化温度和压力可以分别控制,因而可用更高的压力(>1.0MPa)进行硫化,克服了胶套硫化法压力偏低的缺陷,大幅度提高了产品质量。

这种过热水加压硫化法,采用微机对硫化过程及工艺参数进行自动控制和监测。它既适用于长模具(长度 950mm),一罐硫化三模或一模;亦可用于短模具(长度 430mm),一罐硫化六模或两模。

3.4 磨背及切割

国外及国内引进技术的厂家,其同步带硫化后的磨背和切割,都是分别在齿鼓和膨胀鼓上进行的。这些设备的加工费用很高,而且需要的数量多,操作也不方便。我厂则根据同步带的传动原理,设计了专用磨背切割架、磨背轴及小胀辊。磨背机上还装有大功率的

吸尘设备,可以抽走磨背粉末,并防止静电。切割时,在主胀辊上采取措施,消除了带筒的跑偏现象。

4 产品性能

4.1 物理机械性能

我厂采用上述结构、配方、工艺生产的同步带,经陕西省橡胶制品质量监督检测站抽样检测,其物理机械性能达到了日本 JIS K6372—89 标准的规定值(见表 2),机床试验寿命超过 1 亿(10^8)次(绕转数)。

表 2 同步带物理机械性能

项 目	L 型		H 型		M3 型		ZA 型	
	标准	实测	标准	实测	标准	实测	标准	实测
拉伸强度, $\text{kN} \cdot \text{cm}^{-1}$	$\geq 1.20^*$	2.70	$\geq 2.67^*$	3.52	—	2.97	$\geq 5.0^{***}$	4.94
		2.61		3.97	—	2.22		3.97
		2.83		3.44		2.43		4.84
参考力伸长率, %	$\leq 4.0^*$	2.1	$\leq 4.0^*$	1.9	$\leq 4.0^*$	2.0	$\leq 4.0^*$	1.8
		2.0		2.2		1.8		2.0
		1.8		2.0		1.8		2.0
齿剪切强度, $\text{kN} \cdot \text{cm}^{-1}$	$\geq 0.39^*$	0.65	≥ 0.50	0.86	—	0.57	$\geq 0.85^{***}$	0.87
		0.69		0.67	—	0.43		0.79
		0.71		0.79		0.55		0.93
绳抽出强度, $\text{kN} \cdot (3 \text{ 根绳})^{-1} \geq 0.33^{**}$		0.61	$\geq 0.55^{**}$	0.99	—	0.80	—	1.94
		0.77		1.17		0.63		1.88
		0.70		1.04		0.60		1.95
包布剥离强度, $\text{N} \cdot \text{cm}^{-1}$	$\geq 44^{**}$	83	$\geq 44^{**}$	106	—	77	—	106
		74		96		66		111
		71		93		71		93
带背邵尔 A 型硬度, 度	—	76	—	79	—	75	$72 \pm 3^{***}$	73
		74		80		77		75
		76		75		74		71

注:①* 为 ISO5269—1982, JIS K6372—1989 等标准的规定值;

②** 值为 FZ/T 90042.5—92 及 Q/HD 201—92 标准的规定值;

③*** 值为 HB m65.13—88 标准规定值。

4.2 产品使用情况

该同步带系列产品,已在我国西北地区的数十家工厂及单位的多种传动设备上成功应用并大量推广,得到用户好评。例如:

(1)西北第五棉纺织厂无梭织布车间,将

我厂 225L075、270H100 等同步带安装在 200—280 织机开口传动件上。该机以 $420\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 转速运行,使用环境恶劣,每天 24h 不停地工作。经一年零两个月的连续运行表明,我厂同步带使用效果良好,各方面性能达

到进口带水平^[12]。目前,西北纺织行业已在推广使用我厂产品。

(2)汉中卷烟二厂每年约需4万条同步带,自1992年6月起试用我厂生产的 $3 \times 5 \times 12$ 、 $3 \times 69 \times 12$ 、 $3 \times 92 \times 12$ (19)、 $3 \times 93 \times 12$ (19)、 $3 \times 129 \times 12$ 等规格同步带(模数带)分别在YJ14/22机组和YJ14单机上运转8个月后,带齿磨损轻微。经全面考核,我厂同步带的各项技术指标和使用寿命均优于同类产品,可以替代进口^[12]。在西北烟草专卖局协助下,烟草行业已开始大量使用我厂产品。

(3)陕西省电子工业工会1992年4月将我厂生产的54ZA19汽车同步带(时规带)装在POLONEZ汽车上,试用8个月后卸下,带齿仅有轻微磨损,总行驶里程11859km,性能良好,满足传动要求,能替代进口。

5 结语

(1)同步带的主体材料,选用国产的氯丁橡胶、玻纤绳、变形纱,是现实可行的。

(2)在同步带生产工艺上,我厂自制的有张力控制装置的成型机,可使玻纤绳缠绕张力均匀、适中、排布整齐,在成型供料架上装胶片加热滚压装置,可排除层间空气和使胶层贴合密实;将硫化罐胶套加压硫化的加压介质由蒸汽改为过热水的过热水加压法,提高了氯丁橡胶料与玻纤绳、齿包布的粘附强

度,增大了胶料的致密性,使得带齿饱满,整带外观质量和综合性能得到提高;自行设计制造的磨背切割设备,与国际上通常的齿鼓和膨胀鼓相比,加工费用低,操作较方便。

(3)实践证明,我厂对同步带结构、主体材料、胶料配方特别是生产工艺上进行的一系列改进和完善,收到了提高产品质量、降低生产成本的明显效果,使同步带质量达到了国际上同类产品的先进水平。

参考文献

- 1 张锡山,徐铁华,带传动技术,5,纺织工业出版社,北京,1988。
- 2 张锡山,徐铁华,带传动技术,200,纺织工业出版社,北京,1988。
- 3 日本BANDO公司技术资料,1992。
- 4 陕西省纺织机械公司信息源,西安,1991。
- 5 国际标准ISO5296,国家标准GB11616等。
- 6 吴贻珍,橡胶工业,39[5],303(1992)。
- 7 《橡胶工业手册》编写小组,橡胶工业手册(1),129,燃料化学工业出版社,北京,1974。
- 8 Лискарев, П. В. Фильтровальные ткани изстеклянного волокна,гостехиздат,1960。
- 9 李志福,橡胶工业,38[6],340(1991)。
- 10 广州橡胶工业总公司教材编写组,橡胶基本工艺原理,176,职工培训教材,1985。
- 11 西北工业大学同步带研制组,硫化罐使用说明书,西安,1992。
- 12 汉中市同步带厂,同步带技术及投产鉴定会材料之八,用户使用证明材料,西安,1992。

收稿日期 1993-10-23

新型TK-100型高岭土在丁基橡胶药用瓶塞中的应用

全国首家引进全套丁基橡胶药用瓶塞生产线,最近在湖北宜昌华强化工厂通过国家级技术鉴定。

在丁基橡胶药用瓶塞生产中,TK-100型高岭土的应用不仅使胶料易于混炼、热炼和预成型,具有良好的工艺性能和硫化性能,

而且提高了丁基橡胶瓶塞的物理和化学性能,满足了对产品洁净度的要求。

该种瓶塞经意大利SEALLINE公司和国家医用高分子材料检测中心试验证明,其物理性能完全符合国际标准ISO、德国DIN等的规定;化学性能达到国际标准ISO、德国DIN、美国USP和日本JP等的规范。

(西北橡胶工业制品研究所 李书春供稿)