

国内外汽车用传动带的发展

谢忠麟

(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039)

摘要: 介绍了国内外汽车用传动带的种类、技术标准、原材料构成及今后的发展方向。

关键词: 汽车 V带; 汽车同步带; 汽车多楔带; 汽车变速 V带

1 汽车传动带的品种

1. 汽车 V带 (GB/T 12732-1996 公司标准如大众公司 TI617;

2. 汽车同步带 (GB/T 12734-2004 公司标准如大众公司 TI661);

3. 汽车多楔带 (GB/T 13552-1998);

4. 汽车变速 V带。

2 结构、材料和工艺

经过 10多年的努力, 我国汽车胶带行业已基本实现原化工部提出的“三化”(氯丁化、线绳化和切割化)的目标。

笔者根据文献, 整理出汽车传动带的概况(见表 1), 从中可以看出汽车传动带的结构、材料和工艺的现状和发展方向。

3 材料进展

3.1 橡胶

3.1.1 氯丁橡胶 (CR)

以往汽车 V带使用 NR、NR/SBR和 NR/CR等, 已不适应汽车的发展, 当前国内汽车 V带、同步带和多楔带大多使用 120、230和 320型 CR。国外使用 GRT WB以及对纤维有良好粘合性能、动态性能和加工性能的牌号, 如 Bayprene 216、Butacolor MC等。

3.1.2 氢化丁腈橡胶 (HNBR)

目前, 汽车 V带要求在一定耐油条件下, 且能在 $-40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ 下长期使用, 由于 CR耐热性欠佳, 无法达到严格的要求, 已被 HNBR所替代。在一般行驶条件下, HNBR同步带的工作寿

命可达 10万 ~ 15 km。HNBR比 CR耐热性高 30°C 左右, 热老化后硬度和伸长率变化小, 同步带耐久性提高 2 ~ 6倍。

未来的汽车对同步带的要求更高: 使用寿命达到 20万 ~ 30万 km, 工作温度 $-35^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ (瞬间 175°C), 耐油性不亚于 CR 150°C 下使用寿命可达 3000 h。而且在提高耐油性的同时不能牺牲其低温性能, 带齿的动态储存模量不低于 1.4 MPa。要达到如此高的条件, 只有采取过氧化物硫化的 HNBR/ZMA(甲基烯酸锌)芳纶短纤维复合材料才能达到, 当工作温度达到 175°C 时, 要用芳纶纤维浆粕补强的 AEM(乙烯-丙烯酸酯橡胶, 美国杜邦公司)才行。

汽车同步带一般使用可硫黄硫化的部分氢化型 HNBR。例如日本瑞翁 (Zeony) 公司 ZeoPol 2020 和 2020 L、德国朗盛公司的 Therban C3467。德国 Contitech 公司使用含 ZMA 的 HNBR (估计是朗盛公司生产的 Therban VPKA 8796—笔者注)与芳纶短纤维配合制造的“HSN-POWER”牌同步带, 在汽油机上使用, 其寿命已达到 24万 km, 接近所谓“与发动机同寿命”的目标。

3.1.3 热塑性乙丙橡胶

利用全动态硫化热塑性 EHM (例如美国 AES 的“山都普林”)的热塑性和热熔合性, 我国 90年代末期从以色列引进 VOLTAV 带生产线, 试制成功了热塑性弹性体齿型 V带。它无需包布, 顶胶和齿胶都是 Santoprene, 抗拉体是聚酯线绳 (预处理、双绳芯结构), 成品性能达到 GB/T 1171 (普通 V带) 的指标, 但尚没有资料显示它已在汽车 V带中得到推广应用。

表 1 汽车传动带所用橡胶概况

品种	伸张层 (顶胶)	压缩层 (底胶)	背胶	齿胶
汽车 V带				
包布式	CR	CR		
切边式				
平型	CR	CR+短纤维		
齿型	CR	CR+短纤维		
同步带				
切边式			CR HNBR AEM	CR HNBR AEM+芳纶 浆粕 (楔胶) CR+短纤维 HNBR+短纤维
多楔带				
变速 V带			HNBR	HNBR+芳纶短纤维

表 2 汽车传动带所用织物概况

品种	抗拉体	顶面	齿面
汽车 V带			
包布式	聚酯软线绳	平纹帆布, 广角帆布	
切边式			
平型	聚酯软线绳	平纹帆布, 广角帆布	
齿型		平纹帆布, 广角帆布	无
同步带	玻纤硬线绳 芳纶硬线绳	同包布 V带 高弹性包布 不详	不详
多楔带	玻纤硬线绳 芳纶硬线绳	维棉或涤 棉窗布 不详	无
变速 V带	芳纶硬线绳	不详	

包布式汽车 V带的主要工艺特点: 顎式平板模型硫化; 硫化罐圆模硫化。

国内仍有生产, 国外通常采用广角帆布作包布。

切边式、平型、齿型汽车 V带的主要工艺特点: 底(齿)胶辊式挤出机挤出、短纤维取向; 齿胶裁断并接; 自动单鼓成型机成型; 立式胶套硫化机硫化; 磨削; 切割。

国内有些工厂用开炼机出片, 使短纤维取向, 但取向效果不理想。

HNBR同步带国内已试制过, 未形成大规模生产; AEM同步带国外正在开发。

多楔带的主要工艺特点: 反成型法整体成型; 立式胶套硫化罐硫化; 仿形砂轮磨削。

HNBR多楔带国内尚无生产。

3 2 线绳

3 2 1 聚酯线绳

聚酯线绳目前广泛用于汽车 V带, 它分为聚酯软线绳(红色)和聚酯硬线绳(黑色), 前者只能用于包布式汽车 V带, 而切割式汽车 V带则必须使用硬线绳。

聚酯线绳一般经过 RFL+ RP(即 Pexu!间苯二酚-对氯苯酚-甲醛预缩合粘合剂)浴浸渍或 D417(苯酚封端异氰酸酯/RFL)二浴浸渍。所用胶乳(L)为丁苯吡胶乳, 若将氯丁胶乳部分或全部代替丁苯吡胶乳, 粘合强度大大增加。

常用的聚酯硬线绳有: 国产 3×3(细度 1.22±0.1mm, 断裂强度≥610N)和 2×5(细度 1.25mm, 断裂强度 680N), 日本帝人公司的 AS-33(细度 1.16mm, 断裂强度 605.6N)和 AS×5(细度 1.26mm, 断裂强度 655.6N)等。

3 2 2 玻璃纤维线绳

目前国内的汽车同步带基本上采用玻璃纤维线绳。由于玻璃纤维表面缺少粘合活性基团, 采用一般 RFL处理无法获得满意的结果, 因此, 在 RFL浸渍液中加入硅烷偶联剂、糊精等物质, 将一次浸渍改为二次甚至三次浸渍。

为了提高橡胶同步带用玻璃纤维线绳的耐疲劳性能, 将 RFL中用的丁苯吡胶乳改为氯磺化聚乙烯胶乳、羧基丁苯胶乳或氢化丁腈胶乳, CR同步带热老化后运转试验的耐疲劳性大大增加, 特别是氢化丁腈胶乳浸渍的玻璃纤维线绳的 CR同步带的拉伸强度保持率是浸丁吡胶乳的 2倍。HNBR胶乳浸渍玻璃纤维线绳的 HNBR同步带效果更好, 经 120℃×400 h运转试验后, 同步带的拉伸强度保持率高达 92%。目前, 国内有两家公司生产同步带用玻璃纤维线绳, 但与国外产品尚有差距; 强度较低(约为进口产品的 1/2), 断裂伸长率又大, 无线绳抽出力控制指标, 而且直径公差较大, 表面粗糙, 有明显的颗粒状胶疙瘩, 因此橡胶同步带生产厂乐意选取用进口的玻璃纤维线绳。英国 NGF公司和德国米勒公司生产的同步带用玻璃纤维线绳质量上乘。

3 2 3 芳纶线绳

近年来, 国外芳纶已逐渐成为替代玻璃纤维

作同步带线绳的一种新型材料。与玻璃纤维相比,芳纶纤维有一系列优点:(1)密度低(玻璃纤维的 $1/2$)、断裂强度高(玻璃纤维的3倍)、模量高(玻璃纤维的2倍),但断裂伸长率比玻璃纤维稍高;(2)弯曲和耐疲劳性能优,芳纶和玻璃纤维的重复弯曲疲劳次数分别为50000次以上和10次以下;(3)扭转性能好,芳纶和玻璃纤维的重复扭转次数分别为39和0次。缺点是芳纶线绳在同步带运行中的伸长和蠕变略大。

我国从上世纪90年代初就已开始芳纶线绳汽车同步带的研制,目前已有国产芳纶硬线绳生产,由于芳纶原丝由国外进口,其性能指标与国外同规格芳纶线绳(例如德国F+W公司产品)相同,但芳纶在同步带中的应用,我国尚处于试验阶段。为了提高芳纶与橡胶的粘合性能,需要对芳纶进行浸胶处理。国外芳纶线绳一般使用二浴浸渍法,第一浴的浸渍液为异氰酸酯、水基环氧树脂等粘合助剂浸渍液,第二浴为RFL浸渍液。受原材料的限制,国内一直使用(RFL+RP)一浴浸渍法。二浴法中异氰酸酯有毒,存在环保问题,一浴法生产的线绳,粘合强度随时间下降快,而受潮烘干后粘合强度保持率仅为二浴法的60%。国外新开发的属于离子型聚氨酯的DNOTANE浸渍液是环保技术,但价格高,在国内应用目前恐有困难。

3.3 包布

1. 普通V带包布:国内采用以棉纱、维棉或聚酯短纤维棉或聚酯短纤维棉混纺纱制成的轻型帆布为包布,通常不采用纯化纤维帆布,织物结构为平纹。包布式V带、切边式V带和同步带的顶面布可以使用。

2. 广角帆布:广角帆布层属梭织物范畴,没有任何经纱和纬纱,纱线相交角度不是通常的 90° ,而是 120° 和 60° ,织物组织为 $1/1$ 平纹,系涤棉混纺。广角帆布的耐磨性比普通V带包布提高一倍多,从而大大减少了带体因包布磨损而引发的早期底部折裂现象,提高使用寿命。国外已广泛应用于包布V带,国内已有试制产品。

3. 高弹性包布:同步带的齿面(底面)包布,有别于普通包布,要求有足够的弹性,以保证硫化时形成完整的带齿。高弹性包布(以前叫“变

形纱齿包布”)是以高弹性合成纤维(如尼龙、聚酯弹性丝,其单丝线密度很低)织成斜纹组织,其经向断裂伸长率很低,而纬向断裂伸长率很高(如德国CCC公司的尼龙高弹性包布,纬向折裂伸长率为 $130 \pm 20\%$,而经向断裂伸长率只有 $26 \pm 3\%$)。这样会使纬向可伸缩,以满足同步带的工艺使用要求。我国同步带齿面高弹性包布已有近10年生产历史,但至今尚未实现产品标准化。

3.4 短纤维

切边式汽车V带和多楔带的齿底(楔)胶加入短纤维,可使胶料硬度大、强力高、耐疲劳好、不易断裂,成型时采用使纤维排列方向与V带方向相垂直贴底胶的方法,增大了V带横向刚性,同时也提高了底胶的强力、硬度和耐磨性,增大了V带与带轮的摩擦力。

预处理尼龙短纤维(国产)、木质素短纤维(美国孟山都公司)、聚酯短纤维、棉短纤维都在汽车V带和多楔带上应用,以预处理尼龙短纤维效果最好。棉短纤维无需预处理,成本较低,也被生产厂选用,获得上海大众公司认可的切边式汽车V带,则使用聚酯短纤维。使用短纤维时其长径比和用量要适当,除棉短纤维外,需要进行表面处理。

3.5 工艺装备

80年代中期,我国引进了多套切割V带和同步带生产线(包括短纤维并接机、单鼓成型机和万能成型机、成型切割打磨机、测长打磨机、胶套硫化罐)以及包括软件在内的同步带全套技术装备,大多是从德国肖斯公司引进的,少数从日本神户机械公司引进。此后V带工艺装备的国产化方面取得了很大的发展,开发出多功能V带成型机、切割机、胶套硫化罐、磨带机、多楔带双辊磨削机等一系列汽车V带、切边式V带和同步带等生产设备,为我国汽车发展作出了贡献。

参考文献:略

▲横滨橡胶公司正考虑在罗马尼亚的布加勒斯特东部的Calaras地区建立一家轮胎厂,有关项目细节并未公布。
邵建文