

输送带技术现状及发展趋势

丁攀攀

(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143)

摘要:介绍输送带的分类,从输送带骨架材料、橡胶材料、生产工艺技术和设备等方面综述国内外输送带的技术现状及发展趋势。结合技术现状,对我国输送带今后一段时期内的技术发展提出建议。

关键词:输送带;织物带芯;钢丝绳芯;PVC 难燃输送带

输送带是继轮胎后第二大橡胶工业产品,主要用于矿山、码头、冶金、机械及仓储业的物料输送。输送带是带式输送机的主要部件之一,与其他输送形式相比,带式输送机具有操作安全、使用方便、维修容易、运费低廉、输送量大、输送连续等优点,在较短距离输送粒状、粉状物料时,有着其他运输形式无可比拟的优势。带式输送机自投入使用以来不断向增大单机跨度、提高输送速度、拓展输送机宽度等方向发展。

1 输送带的分类

输送带的种类很多,可以按照带芯材质、使用性能及形状等分类,具体分类如下。

(1) 按带芯材质,输送带分为织物芯输送带(棉帆布输送带、锦纶输送带和整体织物芯输送带)、钢丝绳芯输送带、牵引钢丝绳芯输送带(钢缆输送带)和钢网输送带等。

(2) 按使用性能,输送带分为普通输送带、阻燃输送带、耐热输送带、耐寒输送带、耐油输送带和耐酸碱输送带等。

(3) 按形状,输送带分为管状输送带、挡边输送带、花纹输送带、提升输送带和盖状输送带等。

2 输送带常用材料

2.1 骨架材料的种类和性能

织物带芯是织物芯输送带的骨架材料,几乎

承受输送带工作时的全部负荷;覆盖胶是织物带芯的保护层,使织物带芯免受冲击、磨损和腐蚀。输送带织物带芯从结构上主要分为分层式织物(帆布)带芯、整体式织物带芯、直经直纬织物带芯及其变型。发达国家输送带织物带芯的材质主要为锦纶 6、锦纶 66、聚酯/锦纶和芳纶等,其中锦纶 66 和聚酯骨架材料消耗量大,芳纶骨架材料刚进入应用阶段。另外,高强度(断裂强度不低于 $2\,000\text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$)输送带多采用钢丝绳芯结构。

2.1.1 整体织物带芯

整体织物带芯是输送带专用骨架材料,其组织结构复杂,分为双经线和单经线 2 种结构。国外整体织物带芯的经线一般使用锦纶和聚酯纤维,纬线一般使用锦纶/棉纤维,为提高带芯与覆盖胶的粘合性能,经线表面可覆盖棉纤维。整体织物带芯浸渍聚氯乙烯(PVC)乳液可制得 PVC(全塑)整体织物芯阻燃输送带,而在 PVC 整体织物芯阻燃输送带基础上加贴胶层即制得 PVG(橡塑)整体织物芯阻燃输送带。整体织物芯阻燃输送带是不分层输送带,综合性能优于分层式帆布芯输送带。

2.1.2 直经直纬织物带芯

直经直纬织物带芯的结构特点是主经纬线互不相交,纬线在主经线两侧,由边经线连接。由于经线和纬线伸直排列,不织缩,因而纤维的强度保持率高,织物的尺寸稳定性好。直经直纬织物带

芯的经线一般为聚酯或芳纶纤维,纬线为锦纶 66 纤维,带芯通常由 1~2 层织层组成,成品输送带具有芯薄、盖厚的特点。直径直纬织物带芯是今后的发展方向。

2.1.3 钢丝绳芯

钢丝是用一种优质的特制高碳钢(碳含量 0.7%左右)拉制而成的。输送带用钢丝的表面需

要镀锌或镀铜,镀层的作用一是增加钢丝与橡胶的粘合力,二是防止钢丝锈蚀。从防腐的角度上讲,镀铜比镀锌更好。目前工业上生产的输送带所用的钢丝绳基本上作镀锌处理。

输送带常用的骨架材料的性能见表 1。

输送带芯体性能与骨架补强材料的关系见表 2。

表 1 输送带常用骨架材料的性能

项 目	棉	锦纶 6	锦纶 66	聚酯	芳纶	玻璃纤维	钢丝
相对密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	1.54	1.14	1.14	1.38	1.44	2.54	7.85
单纤维直径/ μm	15	25	25	25	12		
单纤维细度/dtex	1.6	6.7	6.7	5.7	1.7		
断裂强度/MPa	230	850	850	1100	2750	2250	2750
拉伸伸长率/%	8	16	19	13	4	5	2.5
拉伸强度/($\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$)	15	85	80	80	190	85	35
初始模量/($\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$)	225	500	300	850	4000	2150	1500
150℃下的收缩率/%	0	5	6	11	0.2	0	

表 2 输送带芯体性能与骨架材料的关系

芯体性能	相应使用的骨架材料					
	钢丝绳	聚酰胺	聚酯	维纶	棉纤维	芳纶
强度性能	✓	✓	✓			✓
伸长性能	✓		✓			✓
尺寸稳定性	✓		✓	✓		✓
粘着性能	✓	✓	✓	✓	✓	✓
耐屈挠性能		✓		✓	✓	✓
抗冲击性能		✓	✓	✓		✓
柔软性能					✓	

注:✓为性能较好。

2.2 橡胶材料

输送带用橡胶材料主要有天然橡胶(NR)、丁苯橡胶(SBR)、顺丁橡胶(BR)、丁腈橡胶(NBR)、三元乙丙橡胶(EPDM)和氯丁橡胶(CR)等。表面的覆盖胶所用胶种一般为 NR, SBR 和 BR, 今后将向溶聚丁苯橡胶(SSBR)、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)等发展。输送带用聚合物发展方向如下。

(1)耐热输送带用橡胶材料由 CR 和 SBR 向 EPDM 发展;

(2)耐油输送带用橡胶材料由 NBR 和 CR 向

PVC/NBR 和聚氨酯橡胶(PUR)以及氯磺化聚乙烯橡胶(CSM)等特种耐油橡胶发展;

(3)耐燃输送带用橡胶材料由 CR 向 PVC 发展;

(4)抗冲击和耐磨输送带用橡胶材料由 NR, SBR 和 BR 向 PUR 发展;

(5)耐酸碱输送带用橡胶材料由 NR 和 SBR 向 EPDM 发展;

(6)耐臭氧输送带用橡胶材料由丁基橡胶(IIR)向 EPDM 发展。

不同聚合物覆盖胶性能如表 3 所示。

表 3 不同聚合物覆盖胶性能

覆盖胶性能	聚合物									
	NR	SBR	BR	CR	NBR	IIR	EPDM	PUR	PVC	PE
耐磨性能	✓	✓	✓					✓	✓	
抗冲击性能	✓		✓					✓		
耐热性能		✓		✓		✓				
耐燃性能	✓	✓		✓			✓		✓	
耐油性能					✓			✓	✓	
耐酸碱性能	✓					✓	✓	✓		✓
适用食品性能		✓	✓		✓	✓	✓			✓
耐臭氧性能				✓			✓	✓	✓	

注：同表 2。

3 输送带生产工艺技术和装备

3.1 织物芯输送带

3.1.1 带芯成型

国外织物芯输送带的带芯成型主要采用 2 种方法：一种是多环路联合成型机成型法（东欧国家和俄罗斯较多采用此法）；另一种是多层复合成型机成型，多为美国、日本和西欧国家所采用。多环路联合成型是使胶布经过对齐和调中心后，通过封闭的环路输送线进入复合辊内，得到质量均匀的输送带带芯。其优点是工艺简单、自动化程度高、节约垫布，缺点是布层间张力不够均匀。多层复合成型是通过胶布导开装置、复合压辊、调中心装置、调张力装置和卷曲装置完成成型操作，带芯各层间张力均匀。青岛胶带(集团)有限公司从德国 Siempel Kamp 公司引进的具有合幅拼缝功能的恒张力成型机就是此类设备的先进机型。

3.1.2 覆盖胶贴合

覆盖胶贴合方式基本分为带芯成型过程中同时贴覆盖胶和带芯成型后在压延机上贴覆盖胶 2 种。

压延机上贴覆盖胶对提高输送带的外观质量、简化覆盖胶贴合工艺、降低材料消耗和提高生产效率都大有好处。由于此法为热贴合，有利于覆盖胶与带芯之间的粘合，有利于排除覆盖胶贴合过程中可能产生的隔层气泡。

德国贝尔斯托夫公司设计制造的 2 条输送带生产线代表着当今国际先进水平的输送带生产线。一条是生产织物芯输送带的四辊压延机生产

线，成品宽度 2 300 mm，它的核心是 S 型四辊压延机，该压延机生产线可用于帆布双面贴胶和单面擦胶以及输送带带芯的双面贴覆盖胶。另一条是配备三辊压延机的辊筒机头挤出生产线，用于生产钢丝绳芯输送带和织物芯输送带覆盖胶胶片，胶片宽度为 1 800 mm，胶片厚度为 1.5~1.8 mm。

3.1.3 硫化

织物芯输送带的硫化基本上为平板硫化机硫化和鼓式硫化机硫化。国外还有一种兼具鼓式硫化机和平板硫化机特点的连续平板硫化装置，用于输送带硫化，它既像平板硫化机一样加热时间长、单位压力大，又像鼓式硫化机一样可以连续硫化。英国 TBA 公司已采用这种设备制造橡塑难燃输送带。我国山东安泰橡胶有限责任公司引进了该设备，也用于橡塑难燃输送带的生产。

3.2 钢丝绳芯输送带

钢丝绳芯输送带的生产方法基本上分为恒张力成型硫化法和低张力成型硫化法 2 种。恒张力成型硫化法是主要方法，包括美国、日本和欧洲多数国家在内的许多国家均采用此方法，国内基本上也都采用恒张力成型硫化法。采用此法的设备以德国辛贝尔坎普公司和加拿大帕特斯公司的产品为代表。加拿大帕特斯公司的设备除能进行恒张力成型外，还可铺设横向钢丝绳，每组可铺设 6 根横向钢丝绳（绳间间距为 10~20 mm），其生产的输送带具有横向抗撕裂的特点。我国阜新橡胶有限责任公司引进了该生产线。

意大利塞雅公司的产品采用的是低张力成型法。该成型法的特点为：(1)采用特殊的钢丝绳，

即3股钢丝和锦纶合股形成三叉状,避免了钢丝内摩擦,降低了生热,提高了钢丝绳与橡胶间的粘合力,提高了胶带寿命;(2)简化了工艺,成型和硫化均不需要较高和恒定的张力,因此使用一般的成型设备在较低的张力下即可完成,投资大大减少。

3.3 PVC 整芯难燃抗静电输送带

PVC 整芯难燃抗静电输送带的生产设备以英国芬那公司采用浸渍法生产工艺的设备为代表。此种输送带的 PVC 浸渍带芯经塑化完成。

浸渍是 PVC 整芯难燃抗静电输送带特有的工艺步骤,目的是使编织带芯的纤维充分吸附 PVC 乳胶,塑化后能形成密实的整体。浸渍在专用生产线上进行,先将带芯预热,使其中水分充分挥发,然后通过浸浆槽,经过多 S 辊使带芯的纬向受到拉伸和挤压,使乳液自然渗透,再经过液下搓擦辊强行浸渍,最后通过真空箱真空浸渍,通过调整真空度可以使各种厚度的带芯充分浸透,浸透的带芯进入塑化箱,经一次塑化和二次塑化后,用热风将带芯迅速烘干并冷却定型,最后卷取。浸渍带芯所用的乳液中 PVC 与溶剂(汽油)的质量配比为 1:33。

也有另外一种方法,即在此基础上加贴覆盖胶,然后导入平板硫化机,最后在 50℃ 以下冷脱模。但该方法热能消耗高、生产效率低,而且硫化平板长期使用容易变形,目前国内 2 种方法都在采用。

4 输送带的发展趋势

世界胶带生产技术高度集中于欧、美、日等的工业集团手中。我国宏观经济快速发展,刺激了输送带工业相关下游产业的发展,进而拉动对各类输送带的需求。我国输送带的发展趋势和特点如下。

(1)普通用途输送带的性能和质量进一步改善和提高。普通用途织物芯输送带向高强度、少层化方向发展;钢丝绳芯输送带注重提高抗冲击、抗撕裂性能及耐磨性能等。

(2)具有特殊功能和用途的输送带发展迅速,成为输送带的重点产品,如各种用途的阻燃输送

带,特别是 PVC 和 PVG 整体带芯煤矿井下用输送带发展迅速。耐热、耐寒、耐油、耐酸碱及大倾角输送带的性能和产量不断提高,输送带的使用温度可达 150~180℃,采用特殊配方覆盖胶的输送带耐热性能可达 180~250℃。

(3)轻型输送带取得了突破性进展,逐步在输送带产品中占据重要地位,其规格已达数百种,在食品、电子、机械及物流等领域得到了广泛应用。

(4)重视节能、环保型输送带的开发,如能防止物料散落、粉尘飞扬的封闭式输送带发展迅速,目前已有吊挂和圆管等输送带品种。我国成功开发符合 MT 668 标准的煤矿井下用钢丝绳芯阻燃输送带和高耐热等级的输送带,技术达到国际先进水平。

4.1 研发低伸长锦纶织物芯输送带的途径

锦纶织物芯输送带的使用寿命约为棉帆布输送带的 2~3 倍,但问题是产品使用初期伸长率大,给用户带来不少麻烦。虽然经向以聚酯纤维、纬向以锦纶纤维为骨架材料的聚酯输送带初始伸长率有所减小,但其密度大、成本高、带体硬、使用寿命又不及锦纶输送带,因此低伸长的锦纶输送带是研发热点,是织物芯输送带产品发展的趋势之一。

杜邦公司的 HYTEN 高强度聚酰胺纤维是一种具有扁平断面形状的锦纶 66 单丝,其强度分别比聚酯和普通锦纶纤维高 38% 和 10%,具有模量高、收缩率低、尺寸稳定性好的特点。日本的聚乙二酰丁二胺(锦纶 64)纤维具有高温下低蠕变、低收缩的特点,性能优良。采用这些尺寸稳定性好的纤维是降低输送带初始伸长率的有效途径之一。

直径直纬织物芯输送带在织物结构上有所变革。其骨架材料集平纹织物和帘布织物的优点于一身,主经纬线不相互交织,强度保持率在 90% 以上,既能保证织物在工作负荷下的低伸长,又能提高胶带的抗冲击性能和撕裂强度,同时由于织物上的凹凸面增大,还有利于层间粘合强度的提高,有效延长胶带的使用寿命,这也是解决锦纶输送带初始伸长率大的有效途径之一。

4.2 提高耐高温和阻燃输送带使用寿命

提高耐高温输送带使用寿命的核心技术有:以 EPDM 为覆盖胶的主体材料,提高覆盖胶的耐屈挠性能以及覆盖胶与带芯的热粘合力,克服掉块、脱层问题;采用 DSP 聚酯纤维、锦纶 64 纤维或玻璃纤维等低热收缩骨架材料以消除带体产生荷叶边;提高覆盖胶的耐灼烧性能等。

目前我国煤矿井下使用的阻燃输送带主要以 PVC 或 PVG 整芯织物芯阻燃带为主,由于接头强度低、耐磨性能差,使用寿命只有锦纶织物芯输送带的 1/3,因此进一步研究能适应煤矿井下使用的分层锦纶阻燃输送带成为阻燃输送带制造企业和煤矿单位寻找新经济增长点的共同课题。

4.3 延长钢丝绳芯输送带使用寿命

提高钢丝绳芯输送带使用寿命的方法如下。

(1) 提高覆盖胶耐氧和耐臭氧老化性能,特别是提高带芯胶与钢丝绳覆胶的粘合力。

(2) 采用新结构钢丝绳。钢丝绳芯输送带的钢丝绳一般为同一直径的多根单丝合股而成,结构多为 7×7 或 7×19,而新型钢丝绳芯则由多种不同直径的单丝合股,在排列上采用的是开放式结构,即中心的钢丝较粗,外围的钢丝较细,这样合股的钢丝绳外围空隙相对较大,可增大橡胶与钢丝绳芯的粘合强度,对延长钢丝绳芯输送带的寿命有较理想的效果,国外先进国家均已采用此种结构。近期国外还出现 3 股钢丝和锦纶合股在一起的钢丝绳芯,锦纶在中间形成三叉状。这种钢丝绳的特点是降低了钢丝绳间的摩擦,纵向伸长大,横向弹性变形小,在冲击负荷下,具有良好的收缩性,用其制成的输送带具有良好的柔韧性和成槽性,使用寿命延长。

(3) 提高抗撕裂性能的钢丝绳芯输送带。国外钢丝绳帘线横向增强的抗撕裂钢丝绳芯输送带正在发展,目前已有 ISO/DIS 15326 标准;国内上海胶带股份有限公司和阜新橡胶有限责任公司也已

有生产。实际应用证明,这种输送带具有较高的抗撕裂强度,是抗撕裂钢丝绳芯输送带的发展趋势。

5 结语

整体而言,我国输送带在品种和产量上基本能满足国内需求,并有部分出口,但与发达国家相比还存在一定的差距,如存在产品规格系列不完全、使用寿命较短、产品档次较低和测试手段不完善等问题。我国输送带工业将朝着节能、节材、安全、环保的方向发展,以钢丝绳、锦纶、聚酯和芳纶为骨架材料的输送带将快速发展,更加注重提高输送带的抗冲击、抗撕裂、耐磨、耐臭氧性能以及延长输送带的使用寿命。阻燃输送带、环保型密闭式输送带、轻型输送带、大倾角输送带、高强力提升带、耐热输送带、耐油输送带、耐酸碱输送带及各种花纹输送带等功能性和特殊用途的高强度输送带将得到迅速的发展。与此同时,发展循环经济也成为我国输送带工业研究的另一个新课题,目的是提高材料的循环利用率,节约自然资源,保护环境,实现可持续发展。

▲在东风汽车商用车公司 2010 年度经销商大会上风神轮胎股份有限公司从近 500 家供应商中再次胜出,喜获 10 家“最佳供应商”之一。风神公司是唯一一家获得东风汽车商用车公司“最佳供应商”的轮胎企业,风神公司这是第 10 次连续获得“最佳供应商”称号。风神公司与东风汽车商用车公司再次签署了“战略合作协议”,这标志着风神公司与东风汽车商用车公司的合作又迈上了一个新台阶。

闫春保 王 辉

▲日前,山东玲珑轮胎有限公司被山东省经济和信息化委员会、财政厅、劳动和社会保障厅等 15 个部门授予首批“山东省诚信示范企业”。

刘纯宝

欢迎订阅《橡胶科技市场》
欢迎在《橡胶科技市场》上刊登广告

输送带技术现状及发展趋势

作者：[丁攀攀](#)，[DING Pan-pan](#)
作者单位：[北京橡胶工业研究设计院, 北京, 100143](#)
刊名：[橡胶科技市场](#)
英文刊名：[CHINA RUBBER SCIENCE AND TECHNOLOGY MARKET](#)
年，卷(期)：2010, 08(7)
被引用次数：2次

本文读者也读过(10条)

1. [陈凤伟](#). [顾征宇](#) [骨架材料对输送带性能的影响](#)[会议论文]-2006
2. [周世元](#) [输送带用增强骨架材料及其组织结构](#)[期刊论文]-[橡胶工业](#)2003, 50(1)
3. [曾宪奎](#). [宗殿瑞](#). [ZENG Xian-kui](#). [ZONG Dian-rui](#) [国内外输送带技术现状及发展趋势](#)[期刊论文]-[特种橡胶制品](#) 2007, 28(5)
4. [丁攀攀](#) [输送带技术现状及发展趋势](#)[会议论文]-2009
5. [王妍伟](#). [王华](#). [杨东辉](#) [我国输送带及其织物带芯概况](#)[期刊论文]-[橡胶工业](#)2004, 51(2)
6. [李忠厚](#). [张艳梅](#). [张平则](#). [徐重](#) [基材碳含量对离子渗W、Mo、Co的影响](#)[期刊论文]-[材料热处理学报](#)2004, 25(6)
7. [王克全](#). [Wang Kequan](#) [纳米级CaCO3在PVC输送带中的应用](#)[期刊论文]-[煤矿现代化](#)2002(2)
8. [厚盖胶PVC整芯输送带](#)[期刊论文]-[技术开发与贸易机会](#)2001(16)
9. [阻燃钢丝绳芯输送带带芯胶配方改进](#)[期刊论文]-[橡胶工业](#)2003, 50(10)
10. [杨景才](#). [贾剑珉](#). [葛长淮](#). [于广顺](#). [刘勇](#). [张巨清](#) [阻燃整芯输送带冷粘缝合修复技术](#)[期刊论文]-[橡胶工业](#) 2003, 50(4)

引证文献(1条)

1. [戴长军](#) [轻型输送带挤出复合生产技术研究及其辊压压花成型数值模拟](#)[学位论文]硕士 2011

引用本文格式：[丁攀攀](#). [DING Pan-pan](#) [输送带技术现状及发展趋势](#)[期刊论文]-[橡胶科技市场](#) 2010(7)