

胶管生产技术现状与发展趋势

范仁德

(中联橡胶总公司 100723)

摘要 对国内外胶管的品种、所用原材料及生产工艺与装备的现状和发展趋势进行了详细阐述,并对我国胶管工业的发展提出了建设性的意见。

关键词 胶管

长期以来,各行业的发展,特别是汽车工业、油压机械的发展对胶管工业的影响非常大,使胶管市场不断变化并对胶管使用性能提出了新的要求,本文拟从胶管的品种、材料和设备等方面进行论述,期望对我国胶管工业的发展有所促进。

1 几种胶管的生产现状与发展趋势

1.1 编缠胶管

编缠结构胶管具有承压性能和弯曲性能好、材料利用率高、可大长度生产、自动化程度和生产效率高而成本低等优点,且所有胶管都可采用编缠结构,所以编缠结构胶管已成为胶管的主要品种,特别是在工业发达国家,几乎90%以上的胶管都是编缠结构。日本的布卷胶管实际上也是编缠结构,只是缠绕的骨架材料不是线而是布。

在工业发达国家里,汽车工业用编缠结构胶管的发展是引人注目的,品种有刹车管、燃料管、加热器管、散热器管、空调管和水箱管等,其产量占胶管总量的50%以上,日本为70%。汽车胶管的使用条件苛刻,性能要求高,须组装方便,所以其品种和质量在不断增多和提高。如空调管等高技术产品,每年都要对其性能进行严格考核,且考核项目繁多,(桑塔纳配套胶管要考核的项目达17项),只有获得许可证后,才允许配套使用。国外真正能够获得几家著名汽车公司认可的胶管公司为数不多。

70年代前,国内编缠结构胶管很少,仅占胶管产量的10%以下,胶管市场几乎被夹布胶管和吸引胶管(实际上也是夹布胶管)所占有。70年代初期,开始提倡和推广使用编缠结构胶管,并取得一定进展,70年代末,编缠结构比例达到20%左右。到80年代,胶管的编缠化比例大幅度提高,估计目前包括钢丝胶管和树脂胶管在内的所有编缠胶管所占的比例已达40%。随着汽车用胶管、耐压胶管和树脂胶管的发展,胶管编缠化的速度将进一步加快,预计“八五”末期将达到50%以上。近几年,国内胶管厂家看到了空调市场有很好的发展前景,纷纷进行开发和引进,由于空调管的生产技术难度较大,真正通过全部考核的空调管生产厂家很少。

1.2 夹布胶管

夹布胶管的特点是制造工艺简单,对产品规格、层数范围等要求的适应性强,并且管体挺性好,用途广泛。但胶管变形大,屈挠性差,材料利用率低,劳动强度大,生产效率低,成本高。我国夹布胶管的生产技术比较成熟,在品种、材料、生产工艺和设备等方面已形成了一个完整的体系。夹布胶管仍是我国胶管生产的主要品种,70年代以前,所占比例超过90%,目前仍占60%以上。我国胶管工业这种不合理的品种结构不会维持很长时间,预计,“八五”末期,夹布胶管将会退居次要地位,以编缠结构取代夹布结构是大势所趋。今后夹布胶管主要用于一些大口径胶管,如吸

水胶管、输油胶管和排泥胶管等。

1.3 高压胶管

高压胶管是编缠胶管的一个重要品种,是胶管中最具代表性的产品。高压胶管的生产设备和技术都已达到成熟阶段,可以代表胶管生产的水平。

高压胶管品种的一个重要发展是高压树脂软管已占有一定地位。例如:1972年日本开始引进和开发高压树脂胶管,到1990年以前以20%以上的速度递增。尽管从1991年开始所有胶管的需求量下降,但1992年高压树脂胶管销售额仍达到高压软管销售总额的30%以上。高压树脂管特别适用于建筑机械和机床等,并且该种软管在汽车上的应用也有新的发展,除了已在制动系统应用外,在空调管上的应用已有突破。

国内也很重视高压树脂管的生产,80年代末泰州橡胶总厂引进了德国、日本的尼龙树脂管生产设备和技术,目前主要生产汽车、机床和建筑机械用尼龙树脂管,满足了国内需求。

尽管高压树脂管发展很快,但高压橡胶管仍占主导地位,特别是大口径高压管几乎都是钢丝编缠高压胶管。

国外高压钢丝编缠胶管的产量约占胶管总产量的30%,我国仅占10%左右,部分工厂通过引进设备,技术装备水平有了一定提高,但与国外工业发达国家高压胶管生产不同的是大部分胶管都不配备管接头,这是国内高压胶管销售额低的一个重要因素。

1.4 树脂软管

树脂软管是50年代伴随合成树脂工业的发展而被开发的,树脂软管已成为橡胶管的强劲竞争对手,国外树脂管的生产一般占橡胶管的50%以上,主要品种有耐压管、螺旋管、波纹管、折叠管(平型管)、高压尼龙管等。其结构基本都是编缠结构。

国内从70年代末开始推广软管树脂化,当时发展很快,主要生产比较简单的折叠管,

用于农业和建筑工地输水,部分生产厂通过引进设备和技术,生产耐压管、螺旋管和波纹管等。后来,由于聚氯乙烯(PVC)价格提高以及生产习惯等因素,影响了软管树脂化的发展,但近几年对螺旋和波纹管的需求呈上升趋势,例如石家庄橡胶三厂的农业用螺旋管供不应求。

综上所述,80年代我国胶管品种和结构的主要发展趋势是树脂化和编缠化,两者相互影响,相互促进。到90年代,随着树脂和热塑性弹性体的发展,胶管的树脂化和编缠化将进一步发展,这必将带动整个胶管工业发生质的变化,使之达到一个新的水平。

2 胶管用原材料的现状和发展趋势

2.1 生胶与树脂

胶管的管体可以使用合成橡胶、树脂和热塑性弹性体。管体材料的树脂化是一个重要的发展趋势。国外风水管一般使用树脂,连一部分高压胶管也采用尼龙树脂,树脂使用比例已超过橡胶和树脂用量的50%,国内管体材料的树脂化始于70年代,目前所占比例较低,约10%。

热塑性弹性体也已开始用于制造软管,例如AES公司生产的Santoprene热塑性弹性体已用于制造汽车软管。

在国外,汽车用胶管是发展最快的品种,其管体所用材料变化也很大,由于其它品种胶管用材料变化不大,本文仅就汽车胶管用材料的变化进行阐述。

近几年,汽车燃料已改用无铅燃料并且有向高氧化值发展的趋势,这使燃料对橡胶的腐蚀性更大了,燃料的喷射往往会使燃料升温并产生对胶管内层有害的酸性气体,因此须在胶管内侧使用防护膜衬层以保护橡胶层,如德国大陆公司在丁腈橡胶(NBR)内层上加聚酰胺(PA6)膜衬层,使胶管的渗透率降低90%,降为 $0.004\text{mL} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot 24^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。燃料胶管内层使用的另一种材料是全氟

弹性体(FFKM)。杜邦公司推出的燃料胶管为四层结构,最内层为耐燃料的氟橡胶,第二层为 NBR 或氯磺化聚乙烯(CSM),第三层为增强织物层,最外层为 CSM。

作为豪华汽车不可缺少的空调管所用材料的变化是较大的。一般常用的致冷剂 R12 是破坏臭氧层的物质,用致冷剂 HFC 134A 取代 R12 是必然趋势,国外研究表明,聚合物的种类对 HFC 134A 的渗透性能影响较大,如果使用 HFC 134A 致冷剂,空调管仍采用原来使用的 NBR 作管体材料,则气体渗透系数会增加 30%~50%;采用氯丁橡胶(CR)、CSM 和氢化丁腈橡胶 HNBR 作材料,则气体渗透系数大大减小;采用复合尼龙树脂,则气体渗透较低,约为 20%。这种复合尼龙树脂为尼龙 6、尼龙 11 和聚烯烃材料所组成的聚合物合金,具有三种材料的综合性能,应力应变性能优于尼龙 6,气体渗透性与尼龙 6 大体相同,柔软性很好,很适合于空调胶管。

油冷却管和油/汽通气管所用材料正在发生变化。从过去使用 NBR/CR 改用丙烯酸乙酯(ACM)并且用特种纤维作增强材料,ACM 使用温度可达 170℃。

燃料蒸气管和真空排放管开始从用 CR 向用氯醚橡胶(ECO)方向发展。拜耳公司的 HNBR 已在内含大量添加剂的液压油动力转向胶管中得到应用。

2.2 骨架材料

2.2.1 织物材料

国外工业发达国家的胶管用纤维骨架材料以聚酯为多,棉纤维已基本不用,人造丝和维纶仍有一定量的应用,特别是在日本仍以人造丝和维纶为主,但其耐热性较差,影响了应用推广。玻璃纤维由于弯曲性能较差主要应用于部分风水胶管和耐热胶管上,芳纶强度高,重量轻,可与钢丝竞争,国外已在尼龙树脂管上应用,以代替钢丝编织胶管,但由于其价格昂贵,因而限制了其应用。

目前,国内胶管骨架材料主要使用棉纤维,占 50%左右,其次是维纶,另外还部分使用聚酯、尼龙和人造丝,玻璃纤维很少使用。

2.2.2 组织结构

国外胶管用纤维结构主要是股纱和帘布。制造胶管时,将股纱和帘布按平衡角 54°44' 螺旋状缠绕于管坯上,其产品具有承压强度高,屈挠性能和耐疲劳性能好等优点,且可充分利用材料强度,节省材料,降低成本。

国内胶管用织物结构主要以平纹棉帆布为主,部分使用维棉混纺、涤棉混纺平纹帆布,主要用于制造夹布胶管。编织胶管、缠绕胶管等使用合股纱,过去使用棉合股纱,后来发展为维纶合股纱,近几年开始使用聚酯合股纱。大部分胶管都使用不经 RFL 处理的白坯纱,但空调胶管等对粘合强度要求较高的胶管使用浸胶合股纱。新近成立的吴江富达线绳公司将生产具有 90 年代技术水平的各类浸胶线绳,这将改变目前高级浸胶线绳依赖进口的局面。

2.2.3 金属线材

胶管用金属线材主要有钢丝、钢丝绳、一般的碳钢丝、铁丝和不锈钢丝。其中钢丝和钢丝绳多用于编缠高压胶管,一般碳钢丝则用于吸水胶管,铁丝为夹布胶管或吸水胶管的铠装增强材料,不锈钢丝主要用于耐腐蚀胶管。

2.2.4 聚酯单丝

在某些胶管中,也使用聚合物单丝,亦称棕丝。如德国 Hoechst 公司可以提供吸引胶管、真空吸尘胶管、谷物虹吸胶管等使用的聚酯单丝。在胶管中,单丝呈螺旋状,可使管体柔软,弯曲半径小。其规格性能见附表。

3 工艺与装备

胶管生产基本上都有挤出、成型和硫化三部分,下面分别就其发展动态进行阐述。

3.1 挤出工艺

传统的挤出工艺是热喂料挤出。1963 年

附表 聚酯单丝规格性能

型号	直径 mm	强度 cN · tex ⁻¹	伸长率 %	热空气收缩率 (150℃), %
900	1.4	33~41	31~42	1~5
911	0.9	39	31~33	2~3
930	2.0	31~46	15~17	8~12

出现了冷喂料挤出工艺,采用该工艺的生产效率较高,半成品质量好,设备占地面积小,总投资低。后来的抽真空冷喂料挤出机带有滤胶装置,不仅能保证产品的内径、外径、壁厚和偏心率符合要求,而且能有效去除杂质。90年代初,美国 Actoetrix 等公司开始用激光技术测量软管尺寸,其测量精度可达 $\pm 10\mu\text{m}$,测量外径范围为 $10\sim 80\text{mm}$ 。目前自动控制壁厚的技术已经开发成功,瑞士一家公司已将该技术应用于挤出工艺,实现了测量、反馈、调整的全过程自动化。

近年来,剪切机头挤出机在美国、西欧逐步推广使用,其特点是剪切机头固定在挤出机和口型之间,胶料在回转芯型和静止圆筒之间形成的环状剪切间隙中受到剪切力和前推力,并通过芯型,这种双重剪切摩擦作用和外部加热结合在一起,使胶温迅速上升至 $150\sim 190^\circ\text{C}$,硫化程度达到 $10\%\sim 50\%$,使挤出物形状尺寸更稳定,为连续化生产创造了有利条件。此外,剪切机头还能使高分子材料定向,从而使胶料强度提高 50% 左右,且制品柔软,和金属接头时内膜不易撕裂。

复合挤出工艺和短纤维补强胶料的挤出工艺也正被推广使用,复合挤出即是将几种不同性能或不同色泽的胶料经特殊挤出机头挤出,围绕在预先编织好的织物长筒周围,同时制成胶管的内外胶,复合成为胶管。该挤出工艺可与连续硫化工艺相结合。短纤维补强胶料挤出工艺即是将加入短纤维的混炼胶通过一个由护套式的机头和口型组成的挤出机,使短纤维和橡胶定位,其中部分纤维沿周向取向,其余呈径向和轴向,使胶管能承受一

定的压力。

3.2 成型工艺

硬芯法成型工艺由于不能适应大长度软管的生产,又难以实现生产的自动化和连续化,且生产成本高,劳动强度大,故只局限于某些大口径及专用胶管的生产。软芯法成型工艺是国外重点发展的生产方法,它适用于生产直径为 38mm 以下的大长度胶管,但由于胶芯长度有限(最长 250mm)而给自动连续生产带来一定困难,无芯法也是软管成型的主要方法,其中固定芯棒法和回转芯棒法无需半硫化内胶,产品规格尺寸准确。

高压钢丝的编织与缠绕设备的改进已相当完善。改进重点是:加大了该设备的线轴容线量,已适应大长度胶管的生产需求;在钢丝和线绳破断时该设备能自动停车;研究张力控制装置并适当加大钢丝张力;胶管的内径、壁厚、偏心率发生变化及钢丝、线绳张力变化超出规定值时,设备会自动停车。

美国 Rockwell 公司的 22S-Ⅱ型和 Mayer 公司的 MR-11 型编织机的特点是速度快、锭子容量大、能耗和噪声低、寿命长。Rockwell 公司的 RB-2 型编织机是 80 年代出现的旋转式高速编织机,两组锭子反向旋转构成编织结构,实现了真正圆环状的锭子运行轨道,锭子转速高达 $68\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$,生产能力接近钢丝缠绕机的水平。线绳缠绕机的线盘最高转速已达 $2000\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$,钢丝缠绕机的线盘转速可达 $75\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

3.3 硫化工艺

国外大口径软管、特殊结构软管及高压软管多采用缠尼龙布或包铅后分批蒸汽硫化,近年来,意大利、日本和法国等国开始以新方法代替包铅工艺。软芯法和无芯法成型工艺的出现为胶管连续硫化奠定了基础,简化了工艺过程,生产效率大大提高。英国一家生产高压胶管的公司采用加压盐浴硫化方法,取得了成功的经验,但此法应用于胶管生产尚未推广,主要在电缆硫化中采用。常压硫

化法适用于致密性要求较低的中低压胶管。

4 对我国胶管工业发展的意见

(1)胶管品种结构要继续向树脂化和编织化发展,这是我国胶管工业实现现代化的关键。

(2)要稳定和提高高压钢丝胶管的质量,重点抓好汽车用胶管的品种开发和质量提高。

(3)要在用好合成橡胶的同时,注意推广树脂如PVC、聚氨酯、尼龙和热塑性弹性体的应用。

(4)推广使用聚酯股线和帘布,并解决好粘合问题,注意开发芳纶在胶管中的应用。

(5)提倡使用冷喂料挤出机、高速编织机、缠绕机和适合我国的连续硫化装置,推广胶管壁厚的自控系统,以提高胶管生产的工艺装备水平。

(6)注意提高我国胶管的测试水平,按照国家标准和国际标准进行严格测试,增加必要的试验装置,尽快完成胶管质量评定由定点试验向室内试验的转移。

收稿日期 1994-01-19

轮胎生产流水线用输送带

轮胎生产流水线用输送带采用高强度、低伸长率,经特殊加工处理的聚酯织物为芯材,表面涂覆弹性好、耐磨、耐油、耐温、耐水、耐老化的橡胶,采取合理的防走偏结构。这种输送带与传统输送带相比具有许多显著的优点,如:抗张强度高,轻薄,工作稳定、可靠,色彩宜人,完全能满足轮胎生产的成型、输送等工艺要求,使用质量和效果基本上达到了国外同类产品的先进水平,而价格仅为进口价格的1/4~1/5。

目前,江阴皮革总厂生产的轮胎生产线用输送带已得到化工部北京橡胶工业研究设计院和桂林橡胶工业设计研究院的确认,成功地应用于上海载重轮胎厂、天津橡塑机械厂等单位的引进设备和国产设备上,应用效果很好。目前江阴皮革总厂已被列为该产品的定点生产厂家。

(国营江阴皮革总厂 周明供稿)

纺织牵伸接枝胶辊

纺织牵伸接枝胶辊,最近在江苏无锡通过江苏省科委的新产品鉴定。该新产品以最新型的高分子聚合物Glue为接枝材料,成功地采用微机控制密炼新工艺,改变了以往纺织橡胶胶辊明胶水溶解工艺,其生产工艺简单、劳动

强度小、生产效率高。纺织牵伸接枝胶辊具有硬度适中、弹性好、压缩变形小、抗静电、表面细腻、涂料渗透力强、耐磨、耐老化龟裂等优点。该生产工艺填补了国内空白,产品质量达到了国内同类产品的先进水平。

经多家纺织厂使用,其成纱质量CV%值降低了0.1%~0.5%,使用寿命长、适纺性能好、抗绕花,能有效控制涂料脱落,得到了用户的好评。

(无锡二橡胶股份有限公司 黄顺道供稿)

胶鞋硫化实现微机控制

中国化工装备总公司北京天地密封器材发展公司与有关企业合作,经过多年的努力,研制成功了胶鞋硫化微机控制系统。

这种系统是根据阿累尼乌斯方程直接测算制品在硫化罐内的硫化程度,自动选择最佳等效硫化时间。它具有工艺适应面宽、抗干扰能力强、稳定性和可靠性强等特点。它采用通用语言编程,执行速度快,操作人员只需经简单培训就可上机操作。能明显改善工人的操作环境。经过两家企业近1年的试验证明,采用这套系统后,与人工硫化相比,硫化时间平均缩短13min,硫化罐利用率提高1.4倍,产品一级品率达到这两个厂的历史最好水平。

(摘自《中国化工报》,1994,5,11)