

国内外橡胶软管工业现状和发展趋势

王维相

(沈阳橡胶研究设计院, 辽宁 沈阳 110021)

摘要: 介绍了世界软管工业的生产现状和发展趋势。评述了我国橡胶软管工业的现状, 预测了软管工业生产和发展前景, 讨论了制约软管工业发展的因素并提出了发展我国软管工业的设想。软管行业应当进行产业结构调整, 提高高压钢丝编织、缠绕软管的产量, 减小夹布胶管产量; 推广软管壁厚自控系统, 提高测试水平。

关键词: 橡胶; 软管工业; 发展趋势

中图分类号: T Q336. 3 文献标识码: A 文章编号: 1000- 890X(2000)02-0117-05

1 国外软管工业生产现状和发展趋势

众所周知, 国外各国软管工业的发展与汽车、机床、建筑业、地下采矿、石油开采以及海上石油钻探有着密切的联系, 软管作为上述行业的配件显示出了强大的生命力, 其中欧洲和北美近年来软管的产量(见表 1)就证明了这一点。各国涌现了一批实力雄厚、占据软管市场份额较大的公司(详见表 2), 引起了人们注意。

1. 1 生产和设备现状

近年来, 国外软管生产厂全部使用抽真空冷喂料挤出机并带有滤胶装置(已开始采用颗粒化胶料), 不仅可以保证软管的内径、外径和壁厚尺寸, 达到规定的偏心率, 而且可消除杂质。进入 90 年代后, 美国 Actoetrix 等公司应用激光技术测量软管尺寸, 实现了测量、反馈和调整的全自动化; 另外, 剪切机头挤出机、复合挤出工艺和短纤维增强胶料挤出工艺的应用使美国和欧洲软管生产厂进一步提高了连续化生产程度。在成型工艺方面, 仍然是硬芯法、软芯法和无芯法 3 种, 但软芯法是普遍采用的方法, 一般适用于直径为 38 mm 以下的大长度软管。另外也有一些工厂采用无芯法生产软管。无芯法有固定芯棒法和芯棒法, 固定芯棒法是在固定的硬芯棒外表面进行钢丝或纤维编织或缠绕, 同时从芯棒的内腔挤出内胶, 这表明以无芯

表 1 欧美 1993~1997 年软管产量 万 t

国别	1993	1994	1995	1996	1997
美国	9. 00	9. 20	9. 35	9. 55	9. 61
德国	4. 67	4. 95	5. 10	5. 46	6. 43
意大利	5. 00	5. 94	7. 12	6. 44	7. 93
法国	2. 07	2. 17	2. 38	2. 19	2. 45
英国	2. 00	2. 03	2. 06	2. 10	2. 32
西班牙	4. 67	4. 95	4. 70	4. 65	4. 10

表 2 国外著名软管公司一览表 *

公司名称	国别	软管销售额/ 亿美元	备注
Mark IV/ Dayco	美国	7. 00	占总收入 50%
Gates	美国	5. 69	占总收入 36%
Aeroquip- Vickers	美国	5. 00	占总收入 25%
Hutchinson	法国	3. 15	占总收入 25%
ContiTech	德国	2. 96	汽车和工业软管
Phoenix	德国	1. 94	占总收入 20%
Trelleborg	瑞典	1. 89	软管和工业橡胶制品
Saiag	意大利	1. 60	占总收入 24%
固特异	美国	1. 00	不详
BT R/ 登录普	英国	1. 00 以上	液压软管
阿旺	英国	1. 00	不详
Veritas		1. 00	占总收入 66%
横滨	日本	1. 00	不详
IVG	意大利	1. 00	不详
Semperit		0. 55	占总收入 20%
Codan	丹麦	0. 30	占总收入 50%

注: * 本表所列数据为 1997 年年底统计数字, 其它的还有法国克莱伯公司、意大利 Manuli 公司和瑞典 Freudenberg 公司等表现不菲。

法采取钢丝紧密编织或缠绕可以实施软管大长度连续化生产(无芯法成型工艺能对软管骨架材料连续施加张力和预应力, 使软管的可靠性

作者简介: 王维相(1950-) 男, 辽宁沈阳人, 沈阳橡胶研究设计院高级工程师, 主要从事橡胶软管的研究工作。

得以提高)。某些软管生产使用了性能先进、自动化程度高的钢丝编织机、缠绕机以及配套使用的钢丝合股机和导线机,例如美国 Magnatech 公司生产的 RB-2 型高速编织机、225-II 型高速编织机、WSW-III 型精密钢丝缠绕机和 Mayer 公司生产的 MR-11 型钢丝编织机都获得了广泛应用。据不完全统计, RB-2 型编织机在欧洲和北美就有近 280 台, 225-II 型高速编织机在欧洲和北美有近 950 台, WSW-III 型精密钢丝缠绕机在欧洲和北美有 49 台, 而 Mayer 公司生产的 MR-11 型高速编织机由于综合性能和价格优势则更受到软管生产厂的欢迎, 有数以千台的机器在使用。

综上所述, 国外在高压软管生产所用的钢丝编织和缠绕设备上是很完善的, 实现了高速、连续、组合配置的自动化生产。

1.2 液压软管

首批问世的钢丝编织橡胶液压软管是美国橡胶公司在 1938 年生产的, 英国登录普公司在 1939 年也开始生产。早期生产的液压软管用于飞机的制动系统、飞机副翼和其它控制机械系统和燃油系统, 也用在某些军用车辆(例如坦克)上。液压软管在固定的金属管线中实施软连接必须具有 4 倍安全因数(爆破压力/工作压力), 承受高达 0.2 MPa 的工作压力和脉冲压力。早期的软管采用 CR 作内胶层、中胶层和外胶层, 钢丝编织层作增强层, 在软管外胶层缠绕水包布再进行硫化。由于对耐油和耐燃的要求, 改用 NBR 作内胶层或作软管的胶料。为了满足耐燃液压油的要求, 例如磷酸酯基的液压介质, 还采用 EPDM 制造软管。在过去的几年里, 英国和其它欧洲制造商在液压工业中一直力求提高软管和管接头的质量, 主要是相容性和安全性。其中致密性液压软管可能被列为最近 10 年里液压软管工业中最有意义的进展之一, 现在可以制造出 2 层钢丝编织层的液压软管, 而性能却超过了 2 层编织软管规范的指标。这种软管的弯曲半径更小, 可使致密性的管件组合件更短, 不仅性能好, 而且降低了费用。例如 Winster 软管有限公司生产的 Ulfaflex 致密性液压软管就具有这样的特点。

1.3 汽车用软管

近年来由于汽车制造业发展和对环境保护的高标准要求, 诸多公司都致力于多层复合结构的软管开发, 软管的内层采用各种新型的弹性体或两种材料的复合体或层合体, 增强层采用高强度细钢丝以及 Kevlar 纤维等, 外胶层也采用热塑性弹性体等新材料并获得了成功, 开始规模化生产。典型应用见表 3。

表 3 汽车软管种类以及弹性体构成

软管名称	软管用弹性体	性能特点
燃油软管	(NBR/CR)NBR/CSM	耐臭氧
	FKM/ECO/ECO	耐酸性汽油
	FKM/NBR/ECO	以及低渗透性
	HNBR/CSM	
汽化器软管	NBR/CR	一般
	NBR/CSM	耐臭氧
	ECO	耐热
输油软管	NBR/PVC	一般
	FKM/NBR(PVC)	低渗透性
输水软管	EPDM, EPDM/PU	耐热
制动软管	EPDM, NBR/CR	
	NBR/CSM	耐臭氧
空调软管	PA/ IIR/ EPDM	
AT 冷却软管	ACM/ ACM	
PS 高低压软管	NBR/CR	
	ACM	
空气软管	NBR/CR, ECO	耐热
	ACM, VMQ	耐热

注: CSM—氯磺化聚乙烯; FKM—维通型氟橡胶; ECO—氯醚橡胶; HNBR—氢化丁腈橡胶; PA—聚酰胺; ACM—丙烯酸酰胺聚合物; VMQ—甲基乙烯基硅橡胶。

1.4 海洋石油开采用软管

近年来随着海洋石油开采的发展, 一系列供海洋石油开采用的软管已被开发出来, 供海上钻井平台和海上输油使用。目前有英国登录普公司、意大利 Manuli 和 IVG 公司以及法国克莱伯公司都能生产海洋石油开采和输油用的软管。目前海上输油软管有 3 种类型:

(a)水下输油软管。这种软管一端安装于海底输油管线终端, 浸于海水里。

(b)飘浮软管。这种软管一直漂浮在水面, 多采用海绵泡沫为漂浮体, 也有用硬质聚氨酯泡沫作飘浮材料。

(c)浮沉式输油软管。这种输油软管在管体上有空气层, 通过充气和排气可使软管漂浮

和沉降。目前在海洋石油开采输油方面,基本上由登录普公司、Manuli 公司、IVG 公司以及日本横滨和普利司通公司的软管占领市场,并且这类大口径的输油软管已经成功地应用于世界上众多的钻井平台和海洋输油作业之中。

1.5 发展趋势

软管工业无疑获得了长足的发展,从最初有限的种类和规格发展到今天涉及到液压工程机械、石油钻探、航空航天、汽车、船舶、煤矿开采及农业水利等众多的领域,所使用的软管种类数以百种,软管规格则数以千种。据 ISO/TC45(国际标准化组织第 45 技术委员会)SCI 软管分技术委员会的统计,已经制订的软管标准就有 77 项之多,涉及到软管试验方法的国际标准有 20 项,目前液压软管寿命达到 100 万次脉冲已经很平常了。近年来由于环境保护的呼声日趋高涨,使用无铅汽油以及制冷剂 R134a 的使用都要求软管采用符合要求的胶料以满足环境保护的要求,同时人们对阻燃和耐燃软管的应用给予了更多的注意。随着更加精巧的机械设备出现,对所用软管也提出了更高的要求,例如要求有更大的弯曲半径和较小的质量等,而 ISO/DIS 11237 液压型钢丝紧密编织增强的橡胶软管和软管组合件则对此做出了明确的规定。人们还希望软管工业也能和轮胎工业一样将废弃软管回收以避免污染环境。随着新材料的出现及热塑性弹性体的广泛应用,人们有理由相信软管工业会运用成熟的生产技术生产出符合 21 世纪要求的产品。

2 我国软管工业生产现状和发展趋势

2.1 生产能力和产量

软管行业在我国已有 40 年的历史,现已成为我国橡胶工业主要产业之一。近年来随着我国汽车制造、石油开采、农业水利、海洋化工以及建筑业迅速发展,对软管的需求日益提高;同时与国际标准靠拢,促进了传统的软管工艺、生产方法、标准和结构的不断改进,涌现出一批设备先进、综合实力较强的软管骨干企业。据不完全统计,截止 1996 年年底,我国胶管行业县市级以上的生产厂有 148 家(其中 1 000 人以

上的厂家有 16 家,500~1 000 人的厂家有 32 家,500 人以下的厂家有 100 家),另外还有一批乡镇软管企业,在 300 家左右。如果将乡镇企业的软管产量计算在内,年生产能力超过 1.8 亿标米。例如沈阳第四橡胶厂 1997 年钢丝编织软管的产量就达到了 390 万标米。我国钢丝编织软管年产量在 100 万标米以上,大、中型软管企业按年产量排名如下:青岛第六橡胶厂、宜昌中南橡胶厂、沈阳第四橡胶厂、重庆中南橡胶厂、广州胶管厂、齐齐哈尔橡胶厂、西北橡胶厂、广州胶管厂天河分厂、山东枣庄橡胶厂、杭州永固橡胶厂、北京橡胶二厂、沈阳胶管总厂、上海橡胶总厂、安徽淮南橡胶管带厂和天津胶管厂。

我国生产压缩空气用橡胶软管,输水、通用橡胶软管,织物增强吸水软管,焊接用氧气、乙炔橡胶软管和输稀酸碱橡胶软管的厂家有 30 家:安徽凤阳橡胶厂、吉林市橡胶厂、乌鲁木齐市橡胶一厂、石家庄第三橡胶厂、河南安阳第二橡胶厂、锦州橡胶厂、河南开封橡胶厂、江西万载橡胶厂、南昌橡胶制品厂、贵州申一橡胶厂、广东韶关橡胶厂、山东曲阜橡胶厂、济南橡胶厂、浙江仙居橡胶厂、海口市橡胶三厂、广西柳州橡胶厂、湖北沙市橡胶厂、福建闽侯橡胶厂、邯郸市橡胶厂、潍坊橡胶厂、通化市橡胶制品厂、成都市橡胶二厂、保定第一橡胶厂、太原市胶管厂、无锡市橡胶厂和郑州第二橡胶厂、兰州橡胶制品厂、龙口市胶管厂、昆明橡胶管带厂和江苏徐州市橡胶四厂。

上述软管生产厂每年生产软管的总产量超过 6 000 万标米。1991~1998 年我国软管年产量见表 4。

目前我国软管工业以钢丝、纤维编织或缠绕增强的软管比例有了大幅度提高,与夹布胶管的产量相比,为 60:40。生产能力在 1.8 亿标米以上,基本上满足国内的需求,而且生产潜力较大,尚有一定数量软管可以出口。

2.2 原材料和生产工艺

我国软管工业在近 10 年里获得了长足的发展,软管用的弹性体及增强用的钢丝和纤维的品种和数量也都有明显的增多。目前用于生

表 4 1991~1998 年我国软管年产量 亿标米

年份	产量	年份	产量
1991	1.189 0	1995	1.030 0
1992	1.282 8	1996	0.896 4
1993	1.200 0	1997	0.800 0
1994	0.998 8	1998	0.980 0

产软管用的橡胶和弹性体有几十种之多,常用的有:NR, SBR, EPDM, NBR, CIIR, CR、氯磺化聚乙烯、氯化聚乙烯和氟橡胶,另外某些热塑性弹性体,例如乙烯-丙烯酸弹性体和聚丙烯酸酯弹性体也都获得了应用,这表明所生产的软管品种有了明显的增多。另外,软管用的增强材料也有了更多的选择,纤维和钢丝的品级基本可以满足软管生产的需求。在生产输空气、输水、低压软管时仍旧以人造丝、聚酯纤维作为增强材料,而在生产中高压液压软管时仍以钢丝作为软管的增强材料,所选用的钢丝依所生产的液压软管压力和尺寸而定,钢丝直径为 0.20~0.80 mm,在生产大口径软管时还要选用钢丝帘线和扁钢丝作增强材料。最普通的钢丝帘线结构为 1+6+12,有时也称为 1×19W,该结构具有高强度、致密性和抗疲劳性能。还有一种强力更高的 1×31W 钢丝帘线用于生产大口径的软管。

目前从软管行业上看,所采用的成型工艺与国外一样,也是硬芯法、软芯法和无芯法 3 种,而且也多采用软芯法和无芯法生产软管。从硫化工艺上看,绝大多数仍采用缠尼龙水布后进行蒸汽硫化。值得一提的是,在近 10 年里尼龙水包布已经取代了纯棉水包布,沈阳市华龙工业布带厂在近十年里一直生产这种尼龙布带,这是一个提高软管外观质量的最佳措施。用尼龙水包布包缠的软管外观质量完全符合 HG 2185—91 橡胶软管外观质量标准的要求。据悉,1993 年国内生产的胶管共耗用生胶 2.8 万 t,随着合成橡胶用量的增大,液压软管、高压树脂软管、油田用软管及汽车工业用软管,还有大口径、大长度软管都相继工业化生产,以钢丝或纤维编织和缠绕结构增强的软管所占比例大增,与世界软管工业的先进水平差距大为缩短。软管行业目前可以生产 ISO/TC45/SC1 软管分技术委员会规定的 77 项软管标准规定

的产品。

2.3 工装设备

我国软管行业所用的设备大部分为国产设备。70 年代末期,钢丝编织和缠绕增强的软管在国内少数厂家生产并开始投入市场,受到用户的欢迎,这种类型软管的生产受到了重视。国内软管行业有 40 余家,从国外引进软管生产线或单机设备,促进了生产的发展。从 1985 年起引进国外设备的情况见表 5。

表 5 国内软管厂家引进国外设备情况 台

软管厂家	WSW- II型	225- II 型	MR-11	RB-2 型
	钢丝缠 绕机	钢丝编 织机	型编 织机	编织机
沈阳第四橡胶厂	1	1	—	4
青岛第六橡胶厂	—	—	4	—
广州胶管厂	—	2	—	—
上海橡胶总厂	—	—	2	2
山东枣庄橡胶厂	—	—	7	—
西北橡胶厂	—	—	2	1
重庆中南橡胶厂	—	—	2	1
齐齐哈尔橡胶厂	—	1	—	—
河南平顶山胶管厂	—	—	—	1
沈阳橡胶研究设计院	1	—	—	—

除表 5 所列设备外,北京橡胶二厂从瑞士引进了年产量为 100 万米缠绕增强的胶管热空气连续硫化生产线;南京 7425 工厂从意大利引进了年产 400 万根高档制动软管和 200 万根空调软管的生产线;江西宜春橡胶厂从英国引进了年产量为 4.5 万米的制动编织软管生产线,可满足 300 万辆汽车配套用;邯郸橡胶厂从美国引进了 SE-18 型高速缠绕机;沈阳胶管总厂从德国引进了 HM-604 型双梭圆织机生产消防水龙带;重庆中南橡胶厂从西班牙引进了一条年生产能力为 150~200 万标米的针织软管微波硫化生产线。另外国内有 9 个厂家从意大利和德国引进了 PVC 软管生产线,它们是广州胶管厂(2 台)、石家庄第三橡胶厂(3 台)、沈阳胶管总厂(2 台)、蚌埠橡胶厂(2 台)、锦州橡胶厂(1 台)、开封橡胶厂(1 台)、武汉胶管厂(1 台)、泰州橡胶总厂(4 台)和枣庄橡胶厂(3 台)。

国产的钢丝编织机合股机、导线机也都表现出优异的性能,与从国外引进的设备配合使用发挥了巨大的作用。

2.4 市场和行业调整

“九五”期间,汽车、机电、煤矿、冶金和石油开采等国家重点支柱产业都有了稳步的发展,仅煤矿市场对钢丝编织和缠绕软管的需求量就达400万标米(1996年我国原煤产量为13.4亿t,软管需求量为350万标米,1997年需求量为380万标米)。随着轿车国产化,与之配套的制动软管、空调软管和燃油软管的需求量大幅度提高。在油田开发中,钻探胶管以及输油软管的需求也在扩大。

目前软管市场的总需求量维持在1.2亿~1.4亿标米之间,出口在500万~800万标米左右。然而软管行业的生产能力在1.8亿标米以上,生产能力过剩。特别是近年仓促上马的乡镇胶管厂从大型软管企业获取技术后,争夺原材料、市场,促使软管价格下降,并且由于质量不好又造成了宝贵资源的浪费。另外,由于PVC树脂管生产线的引进,大量的PVC树脂管挤占了部分橡胶软管市场,替代了部分橡胶软管。不过由于煤炭和石油工业的发展,高压钢丝编织和缠绕软管的用量增幅很大,可以补充由于PVC树脂管挤占的份额。另外,随着我国对外开放在不断深入和扩大,国外一些橡胶公司和企业也瞄准了中国这一市场,例如美国固特异公司与我国青岛一家胶管厂合资建厂,主要生产汽车制动软管、空调软管以及软管组合件;意大利ALF Agomma公司所属的一个软管生产厂也在中国建立一家合资工厂,主要生产输水软管、空气软管、耐化学品软管和排吸水软管(采用硬芯法);美国Gates公司也在积极与国内一家大型软管专业生产企业进行洽谈拟合资建立高压钢丝编织软管工厂。这表明,随着中国加入世贸组织(WTO)时间的到来,我国软管行业将面临着巨大的挑战。为此,我们应当清楚地看到差距,进行有效的调整。目前存在的差距主要表现在以下几方面:

(a)软管厂家过多,各厂发展不平衡,产品品种不足,质量问题较多;

(b)夹布胶管所占比例仍然很高,约占40%~45%,而钢丝和纤维缠绕、编织软管所占

比例仍然低于20%(国外高压钢丝编织、缠绕软管的产量约占软管总产量的30%),而且高技术附加值的软管很少,例如海洋输油用飘浮软管和大口径软管等;

(c)目前软管行业由于受技术装备、研制条件以及资金不足等方面影响,很少有较多技术附加值的软管产品投入市场;

(d)企业亏损严重。

针对上述问题,笔者提出下述调整措施供参考。

(a)软管行业应当进行结构调整,实施地区内强强联合,充分发挥优势,并且关、停、并、转一批长期亏损、产品质量不合格、环境污染严重的企业,使产业结构合理化;

(b)发挥研究所与软管企业、专业院校的优势,开发和生产出质量好、价格合理、适合市场和用户的软管产品,注意提高高压钢丝编织、缠绕软管的产量比例,减小夹布胶管产量;

(c)完善软管行业工装设备,使国产的挤出机、高速编织机、缠绕机尽快形成能与国外同类装置相抗衡的生产能力,推广软管壁厚自控系统,从设备上保证软管生产的质量水平;

(d)按照国家标准和国际标准进行严格测试,完善软管试验设备,使之达到国际标准规定的水平。例如涉及到软管试验的项目就达到20项之多,如果100%按照标准通过全部的试验项目,软管的质量就会得到保证。

3 结语

我国软管工业在“九五”期间无疑有了长足的发展,已经成为我国橡胶工业的一支重要力量,所生产的软管品种基本上可以满足国内各行业的需求,特别是耐高温、耐高压液压软管以及耐燃软管都已经获得了成功的应用,并且都已经达到了ISO标准的要求。

随着我国加入WTO组织的日期日趋临近,我国的软管行业无疑是面临着机遇和挑战,只要能够认真地解决所出现的上述问题,扬长避短,勿庸置疑,我国的软管行业一定会成功地跨入21世纪,再创辉煌。

收稿日期:1999-09-26