

软管增强机械设备的技术进展

王维相

(中橡集团沈阳橡胶研究设计院 沈阳 110021)

据有关资料介绍,编织作为软管增强结构的一种工艺要求始于上世纪初。当时是采用立式编织机以纱线编织的方法进行的。在20年代中期则把钢丝增强的工艺结构方法用于软管工业,并已研制出了卧式编织机。当时可以在15~18 m长的钢芯上制造出增强的软管,这类编织机不论是采用纱线增强,还是采用钢丝增强,都是采用“五月柱”(Maypole)原理,锭子的结构与纺织行业生产用的锭子相似。30年代随着汽车液压制动系统应用,即制动软管的应用,以及原来无机械加工、建筑设备、采矿和钻探设备上对液压装备广泛的应用,迅速地扩大了软管市场。诸多的软管增强机械设备生产厂家,例如Magnatech公司(前身为Rockcuell Inter公司)、Mayer Industries公司、Wardwell公司、Spirka公司、Cater公司、Karg公司以及盘锦橡塑机械厂,顺应市场的要求开发和研制出了各具特色的供软管行业用的纱线、钢丝旋转式编织机、精密钢丝缠绕机以及配套使用的纱线、钢丝合股机。本文主要介绍这类软管增强机械设备的现况、发展以及在软管行业中的应用,技术进展以及相关附属设备的应用和发展前景。

1 Magnatech 225-II型高速编织机

60年代中期,为适应软管市场的需求,开始了对第一台高速大容量锭子软管编织机的开发。首先是改变软管编织机锭子的结构。当时改进了出线张力控制装置,增大了编织线的容量,锭子容线量的增加,特别是在钢丝增强的情况下,接近了普通锥形齿轮传动的五月柱式编织机的限度。铸铁锭子支座在承受不断变化的角加速度的同时,还要承受1335~1780 N悬臂供给装置的力作用。

锭子支座、编织盘和锥形齿轮受力值都已达到了它们的极限。当时Rockwell公司开发和研制出了225-II型梭动高速编织机,该机采用梭动系统控制,以“五月柱”式编织方式进行编织作业。该编织机的转速可以达到每分钟225转,这样在20锭的编机设备上每分钟为45转,在24锭上37.5转,在36锭上25转。钢丝线轴的容量为8.15 kg,而纱线轴的容量为2376 cm³。由于该机锭子的移动是靠梭动系统控制,具有股钢丝或股线张力均匀一致的特点。另外,由于采用慢起动开车的方式,锭子的位置易于控制,换线方便。该机也可以与其它设备,例如可以和下面介绍的RB-2型编织机、WSW-III型钢丝缠绕机、牵引机、缠布带机、卷取装置配套使用,成为生产高压软管的生产线。Magnatech 225-II型高速编织机的价格低于RB-2型编织机,该设备自研制生产共计销售(截止1999年)1200台,其中欧洲380台,北美670台,亚洲90台,南美60台。

2 RB-2型旋转式编织机

70年代中期,工程技术人员又开始进行理论设计和研究,以找出能提高编织软管生产效率有别于五月柱原理的编织机。研究结果表明,如果能解决使外圈锭子的编织线上下通过大的内圈编织线装置的这一难题,那么旋转式编织机原理就可实现。旋转式编织机原理是使编织线在真正的圆环形轨道上旋转,并且只是使外圈锭子引出的钢丝向内外运动,产生能形成编织结构的交织方式。这样五月柱原理的动态反向力、不平衡负荷和高悬臂力所产生的速度限制也就不存在了。四连杆机构的研制成功是一项重大的技术突破,经过改进,它可以引导外圈锭子编织线通过对大的

内圈锭子供线装置上下移动,能够承受 133.5 N 编织线的张力和 668 N 左右的动态力。经过 5 年设计和研制, Rockwell 公司生产的 RB-2 型旋转式编织机在 80 年代初投放了市场。标准的 RB-2 型纱线、钢丝旋转式编织机性能指标见表 1。

表 1 RB-2 型旋转式编织机

锭子数		16	20	24	36
锭子转数/(r·min ⁻¹)	纱线	100	90	75	50
	钢丝	90	80	69	45
占地面积/m ²	编织盘	4.5	4.5	4.5	4.5
	牵引机	1.3	1.3	1.3	1.3
质量/kg	编织盘	3061	3198	3352	4205
	牵引机	1497	1497	1497	1497
线轴容量	纱线/cm ³	3606	3606	3606	3606
	钢丝	11.34	11.34	11.34	11.34
锭子张力/N	纱线	17.6 ~ 53.3			
	钢丝	最大 133.3			

从表 1 可以看出, RB-2 型旋转编织机可以装载 16、20、24 或 36 个锭子,从而可以减少锭子更换时间。例如 24 锭编织机,当使用纱线时,转数为每分钟 75 转,使用钢丝时,转数为每分钟 69 转,如果生产 12.7 mm 内径纱线增强的软管时,年产量为 110 万 m;如果生产同等规格钢丝增强的软管,年产量为 88 万 m。如果使用 36 锭编织机,上纱线的锭子转数为每分钟 50 转,上钢丝时锭子转数为每分钟 45 转,如生产内径 25.4 mm 软管,纱线增强的软管年产量可以达到 146 万 m;钢丝增强的软管年产量为 116 万 m。不论 24 锭或是 36 锭的编织机,每台机器的编织线容量是相同的,钢丝锭子容量都是 11.34 kg,纱线锭子的容量都是 3606 cm³。该编织机结构为通用的两上两下式结构,具有编织速度快,线轴容量大,操作简便的特点;与以往的编织设备相比,生产效率可以提高一倍,锭子更换时间减少 35%,(这一点在于纱线和钢丝都作用相同的锭子时,上线的程序简化);从设备操作方面来看,钢丝或纱线的张力均匀一致,内锭子轨道自动上油,空白线轴时光电监测器控制,转盘速度用齿轮控制,外圈锭子股线轨道设计合理,有可靠的股线张力控制;还有,在设备软起动系统中有调节电压的可控无线变速装置,这些特点保证了设备的可靠性和适用性。由于该机采用标准设计,可以和下面介绍的

WSW-Ⅲ型精密钢丝缠绕机、牵引机、缠布带机等设备配套使用,生产高质量的高压软管。该编织机一投入市场就受到了人们的关注,截止 1998 年, RB-2 型纱线、钢丝旋转编织机已经出厂 395 台,在欧洲销售了 170 台,在北美销售 139 台,南美销售 11 台,亚洲销售 75 台。

3 MR-IIS 型编织机

ries 公司为满足橡胶软管制造商的需求,在上世纪 70 年代就开发研制出了 MR-IIS 型编织机,其中的编织系统已经申请了专利。MR-IIS 型编织机采用的是五月柱式编织方式,现有 16、20、24 和 36 锭 4 种规格的编织机。每一种都有双丝轴引出装置,可扩大编织规格,例如 24 锭编织机装上双线轴就可以作 36 锭和 48 锭使用。双线轴引出装置前装一同锥差动器,使其张力补偿平衡,其中,锭子单根钢丝的容量为 9.5 kg,单纱的容量为 5162 cm³,双钢丝容量为 16.3 kg,该编织机也采用两上两下的编织方式,既可用钢丝编织,也可用纱线编织,可以编织内径尺寸 4 ~ 38 mm 软管。该机由于采用了行星式齿轮运转方式,补偿了角加速度,放线辊对准编织点,在编织周期里,无论锭子运转在任何位置上,都可以将摆动降低到最低的限度,在整个编织周期里,锭子张力波动都控制在 40%之内,从而保证了纱线或钢丝的编织质量。另外在 MR-IIS 型编织机上装有光电传感控制系统,可不间断地测量锭子上纱线或钢丝的剩余量,使机器保持最佳的运行速度。MR-IIS 型编织机性能指标见表 2。

与 MR-IIS 型编织机配套使用的设备还有内胶挤出机、外胶挤出机以及履带牵引装置,其中 Mayer 公司提供的 MC-2 型履带牵引装置的主要技术指标如下:最大牵引力 4410 N,履带最低线速度 440 mm·min⁻¹,履带最高线速度 4.7 m·min⁻¹,可牵引最小软管直径 6 mm,最大软管直径 152 mm,有效功率 14.7 kW,装置质量 1292.7 kg,外形尺寸 1169×1600×1575 mm。采用 MR-IIS 型编织机生产软管时,既可以采用硬芯法,也可以采用软芯法,都能编织出质量好的软管。生产的效率也是很高的,例如采用该编织机编织汽车制动软管(内径 4.8 mm,行程 21.77 mm)每小时编织长度 49 m;汽车空调管(内径 18 mm,行程 38.10 mm)每

小时编织长度 85.7m。

采用 MR-IIS 型编织机编织制动软管时,第一层纱线长 2256m, 编织角为 40°, 纱线长 2848m, 编织角则为 45°; 中胶厚度为 0.3mm, 外胶层厚度为 1.0mm; 在生产空调管时第一层纱线

为每股 3 根, 编织角度 50°, 第二层纱线也是每股 3 根, 编织角度 56°, 中胶层的厚度也是 0.3mm。

近年来, Mayer 公司积极开发欧洲、北美和亚洲的胶管市场, 截止 1999 年, MR-IIS 型编织机已经销售 1000 台以上。

表 2 MR-IIS 型编织机

编织盘尺寸	16 锭	20 锭	24 锭	36 锭
长/mm	910	910	910	1016
宽/mm	1496	1496	1496	2166
高/mm	2017	2017	2017	2858
质量/kg	2200	2300	2400	5000
中心线高/mm	1264	1264	1264	1575
钢丝容量/cm ³ (kg)	1600(9.1)	1600(9.2)	1600(9.1)	1600(9.1)
转数(钢丝)/(r·min ⁻¹)	235~275(158.7~68.7)	235~275(147~55)	235~275(139.1~45.8)	235~275(126~30.5)
纱线容量/cm ³ (kg)	3800(2.15)	3800(2.15)	3800(2.15)	3800(2.15)
转数(纱线)/(r·min ⁻¹)	245~260(58~65)	245~260(49~52)	245~260(40.8~43)	245~260(27~28.8)
最大纱线容量/cm ³ (kg)	4900(4.5)	4900(4.5)	4900(4.5)	4900(4.5)
锭子张力/N	19.6~133.4	19.6~133.4	19.6~133.4	19.6~133.4
对电源要求	230/460V 60/50Hz +/− 10%			
单盘/mm	2135×1933×2977	2135×1933×2977	2135×1933×2977	2696×2616×3417
双盘/mm	4103×1933×2977	4103×1933×2977	4103×1933×2977	4976×2616×3417
三盘/mm	6236×1933×2977	6236×1933×2977	6236×1933×2977	7267×2616×3417

4 Magnatech WSW-Ⅲ型精密钢丝缠绕机

钢丝编织增强的软管在液压设备、建筑、采矿等行业获得很好的应用,但是在要求超高压的应用场合,钢丝编织结构的软管又表现出了一定的局限性,因此在上世纪 70 年代人们就开发出了钢丝缠绕增强结构的软管满足那些超高压应用的需求。Magnatech 公司研制生产的 WSW-Ⅲ型精密钢丝缠绕机恰好是可以生产 SAE 3517 规定的 4 层钢丝缠绕和 4 层重型钢丝缠绕的高压软管(100R10 系列)以及 6 层钢丝缠绕和 4 层重型钢丝缠绕的高压软管(100R12 系列)。这种钢丝缠绕机投放市场后受到了许多公司的注意,法国、英国、日本、意大利以及美国一些公司都已采用。Magnatech WSW-Ⅲ型精密钢丝缠绕机具有很高的生产率,缠绕机转盘的最大转数达到 75rpm,钢丝的承载力,每个转盘最大可以达到 6223N,钢丝线轴配套可随需要选择,可以每盘布置 90、120、150 或者 180 根钢丝,适于缠绕内径 6~51mm 整个系列的高压软管。机器上装有预成型装置,调整比较方便,重现性不错。另外钢丝出线张力大,

均匀。钢丝线轴采用锭子组形式,分为 3、4、5、6 线锭子组 4 种。线轴的数目可根据生产需要进行调整,减少换线时间,提高生产效率。该机的线轴安装在针状轴承上并用制动圆盘控制,每组线轴都有一外部调节装置,钢丝线张力均匀一致。在缠绕作业时,可采用纵向或斜向缠绕两种方式包中胶,由于采用变换齿轮变速和无级变速两种方式改变牵引速度,盘与盘之间以变换齿轮方式精确控制转速,各盘均可以以目前被大家所接受的 54°44′ 缠绕角实施缠绕,有代表性的缠绕角度可见表 3。

表 3 某些公司和厂家的钢丝缠绕软管的缠绕角度

缠绕层	英国 BTR φ25×4S	法国 Kleber φ19×4S	意大利 Pirelli φ19×4S	日本 Togawa φ25×6S	日本 Tokai φ51×6S	中国 S. R. D. I. R. P φ19×4S
1	56°	52°50′	54°44′	51°30′	52°	52°50′
2	56°30′	54°44′	54°44′	52°	52°50′	54°44′
3	57°	54°44′	57°	54°30′	53°40′	54°44′
4	57°30′	55°10′	57°	54°30′	54°20′	55°20′
5				56°	56°40′	
6				57°30′	57°30′	

(未完待续)