

行业发展

SPECIAL REPORT

输送带生产装备的发展趋势

柳宏伟

(青岛橡六集团, 山东 青岛 266041)

摘要:介绍输送带生产装备的发展趋势。为满足输送带生产节能、高效、自动化以及产品大型化的要求,输送带炼胶设备由剪切型密炼机向捏合型密炼机发展,胶片生产设备由压延机向挤出压延生产线发展,平板硫化机向大型化发展。

关键词:输送带;生产装备;捏合密炼机;挤出压延生产线;硫化机

输送带产业的发展主要依赖于煤炭、钢铁、水泥、港口、矿山、电力等行业的发展,近年来我国国民经济持续、快速发展,带动了这些产业不断拓展,从而为输送带行业带来了良好的发展机遇,输送带产品进入了快速发展期。除个别产品外,我国输送带产品系列发展基本上与国外同步,并与国际市场接轨。总的说来,我国输送带产品品种基本齐全,质量水平不断提高,有的产品质量已达到国际先进水平。与此相对应的是输送带生产装备的快速发展,国内外较大的橡胶机械制造厂家竞相研制输送带专用生产装备,输送带生产装备正向高效化、大型化、自动化、智能化方向发展,德国克劳斯玛菲-贝尔斯托夫公司、海福乐-克虏伯公司、达辛北尔康普公司在这方面一直处于领先地位。笔者通过与上述3家德国公司进行技术交流,对输送带专用生产装备的发展趋势有了更明确的认识。现将输送带专用生产装备的发展趋势概述如下。

1 剪切型密炼机向捏合型密炼机发展

目前,绝大多数橡胶制品生产厂家使用剪切型(N)密炼机进行胶料混炼加工,随着捏合型(E)密炼机生产和应用技术的不断完善和日益成熟,其性能优势显现出来,在橡胶制品行业大有取代剪切型密炼机的趋势。

N密炼机主要通过转子的四棱长、短棱峰与

混炼室内壁间隙(0.5 mm)产生相对运动对胶料进行剪切,胶料在长、短棱峰间翻动而混合。该机填充因数大(一般为0.70~0.75),混炼时间短,产量高,但胶料受到的剪切力大,生热快,同时转子内部采用喷淋方式冷却,冷却面积小,传热效果差,无法迅速带出胶料热量,因此排胶温度较高。

E型密炼机主要通过转子长、短棱的相对转动将胶料挤入转子棱峰之间,对胶料进行剪切混炼。该机型填充因数比N型密炼机小,一般为0.65~0.70,胶料主要在转子棱峰间受捏合作用,混炼效果好,胶料温升低,可以以较高的转速进行混炼,同时转子内部采用强制性冷却水道冷却,冷却面积大,传热效果好,能够迅速带走热量,因此排胶温度较低。另外,通过控制转速及温度,能够恒温排胶。

E型密炼机与胶料接触的部件表面全部焊接硬质合金。焊接时先将工件预热,然后用自动电弧焊机将硬质合金焊接在工作表面上,焊接的硬质合金层质地、厚度均匀,无微小裂纹,抗张强度高,耐腐蚀性好,表面洛氏硬度超过50度。焊接工件先进行热处理,以消除热应力,然后打磨加工,制得高精度工件。

E型密炼机采用液压上顶栓,能够迅速、稳定对胶料施加恒定压力,提高胶料的混炼效果。排料门和锁紧装置也采用液压控制。上顶栓装置、

混炼室、底座等部件采用模块化设计,互换性好,安装、拆卸方便,能够大大缩短安装、拆卸时间。

E 型密炼机转子端部轴向密封为液压式密封,该密封系统通过 3 个或 4 个液压缸对端部的密封面施加恒定的压力,并通过高压油泵向密封面注油,在密封面产生高压油膜,使混炼室内的炭黑等粉料无法通过密封油膜。这种密封方式密封效果好,密封结构简单,密封圈拆卸、更换方便,得到广泛应用。

E 型和 N 型密炼机使用情况对比见表 1。

表 1 E 型和 N 型密炼机使用情况对比

项 目	E 型密炼机	N 型密炼机
能耗效率	***	**
温度控制精度	***	**
胶料分散程度	****	**
油混炼效率	**	*
有效容积率	**	****
喂料和排料效率	**	****
混炼室内壁摩擦	*	****
产量	**	***

注: * 表示一般, **** 表示大, ** 和 *** 界于一般与大之间。

从表 1 可以看出, E 型密炼机在有效容积率、喂料和排料效率、产量上较 N 型密炼机略小,但其能耗低、分散效果好和降温效果好、排胶温度控制准确,并能做到恒温排胶,在同样排料温度情况下,可以通过提高转速来弥补有效容积率、喂料和排料效率、产量小的不足。因此, E 型密炼机已越来越多地在输送带生产中应用。

2 压延机向挤出压延生产线发展

目前,输送带宽幅胶片主要采用三辊或四辊压延机生产。在压延机压延过程中由于出现堆积胶,造成胶片断面含有大量气泡,影响输送带产品使用寿命,同时在较厚输送带生产过程中需要进行多次胶片贴合,还会产生贴合气泡和贴合厚度公差,从而极大地制约了输送带产品质量提高。为避免压延机致使胶片产生上述缺陷,德国贝尔斯托夫公司率先开发了辊动头胶片挤出压延生产线设备。该生产线由于采用超宽、超厚胶片挤出机头的结构设计,并改善了机腔流道曲线结构,生

产的超宽、超厚胶片质地密实,不夹杂气泡,表面光亮、整洁,断面尺寸精度高,生产效率高,国外大部分输送带生产商已采用挤出压延生产线替代压延机生产宽幅胶片,国内也有少数输送带生产企业采用挤出压延生产线进行宽幅胶片生产。挤出压延生产线生产的宽幅胶片质量较以前使用压延机生产的宽幅胶片质量大大提高。

宽幅胶片挤出压延生产线主要用于宽、厚胶片的挤出压延、贴合,目前已能够生产宽 3050 mm、厚 20 mm 的单幅胶片。生产线主机配备 $\Phi 120 \times 18D$, $\Phi 150 \times 18D$, $\Phi 200 \times 18D$, $\Phi 250 \times 18D$ 和 $\Phi 300 \times 18D$ 型销钉冷喂料挤出机,辅机进行单幅胶片的卷取、双幅胶片的热贴合、冷贴合。生产线主要由带金属探测器的供料机、销钉冷喂料挤出机、两辊或三辊压延机、胶片冷却机、胶片贴合装置和胶片卷取机等设备组成,各种设备由直流电机驱动,整条生产线由西门子 S7 系列 PLC 系统全线自动控制,通过计算机输入和调节控制参数,自动化程度高,仅需 2 人就可进行全线操作。

销钉冷喂料挤出机经过特殊改型设计,结构更加紧凑、合理。挤出机头分为上、下两块整体设计,液压自动开模、锁模。机头最大出片宽度可达 3050 mm,最大厚度可达 20 mm。机头流道采用计算机辅助设计,自动仿形机床一次加工完成,流道曲线平缓,曲面加工精度高,无死角,能使胶料在流道内的流动速度趋于一致,以使在口型板宽度方向上胶料的挤出速度一致,即挤出胶片在宽度方向上的厚度均匀。上、下模带有钻孔冷却水道,配有独立的温度控制装置,在口型处设有测温点,在整个宽度范围内胶片挤出温度差可控制 3°C 以内。机头合模时,通过液压油缸将上、下模合紧,上模内的锁模油缸锁紧后,下模上的推顶油缸将上、下模压紧,再由横向锁紧油缸将锁模块锁紧,使得机头成一封闭整体。通过更换口型板调节挤出胶片厚度,口型板分 10 mm 以下、10~15 mm、15~20 mm 几种规格。挤出胶片宽度可通过在模腔内镶宽度调节块调节,调节块宽度分 100 mm 和 200 mm 两种规格,调节块用铝合金制造,即坚硬又轻,更换非常方便。

挤出机前配套的两辊压延机机架为焊接结

构,压延辊筒材质为冷硬铸铁,辊筒在接近外圆表面周边设有冷却水道,使辊筒表面冷却均匀、迅速,辊筒表面经过热研磨加工,使之受温度变化而产生的热变形最小。辊距由液压油缸调节,由位移传感器检测辊缝间距并发出控制信号,通过控制液压伺服系统调节油缸活塞位移来实现辊距调节,使辊距调节准确、迅速,并具有过辊距保护功能。下辊两端轴承座带有轴交叉装置,上辊两端轴头带有预弯曲装置,对沿压延宽度方向的胶片进行厚度补偿。上、下辊筒采用单独直流电机驱动,减速机输出轴头通过万向联轴节分别与上、下辊筒轴头相联接,将电机动力输到辊筒,辊速调节准确、便捷。

胶片采用九辊或十辊冷却机冷却,冷却辊直径在800~1000 mm之间,辊筒采用夹套焊接结构,冷却效果好。胶片冷却后,由切边装置将胶片定宽切边,两边切下的胶边通过输送带送回挤出机喂料口,继续使用。胶片采用中心卷取装置卷取,卷取装置前部装的测速装置用于控制胶片卷曲速度,防止胶片伸长或落地以及胶片卷得过紧或过松。

整条生产线由西门子S7系列PLC系统进行自动控制,以挤出机头出口压力为控制基准参数(不同胶料配方,基准压力值不同)。当机头压力变大时,压力传感器发出控制信号,降低挤出机的螺杆转速,提高两辊压延机的转速,使机头压力与传感器设定值逐渐趋于一致。反之,当机头压力变小时,压力传感器发出控制信号,提高挤出机的螺杆转速,降低两辊压延机转速,使机头压力与传感器设定值逐渐趋于一致。

在冷却辊后安装胶片测厚装置,在线检测胶片厚度,当检测的胶片厚度出现偏差时,能自动向两辊压延机液压辊距装置发出控制信号,调节辊缝间距和轴交叉装置,使压出的胶片在宽度方向上厚度均匀一致,调节迅速、准确,自动完成。

在更换配方换胶料时,将挤出机后移离开两辊压延机,退出锁模油缸,用开模油缸将模具打开,上模和下模开启角度超过90°,以便于清理模腔内的剩余胶料。开启挤出机,将机腔内剩余胶料全部推出,启动下模腔内的推胶杆,将附着在下模

腔上的胶芯推离下模腔,再将压延机前部的辊道架升起,人工将胶芯沿辊道架推向压延机辊缝,通过压延机将胶芯压成胶片,冷却存放,便于下次再用,此种换料方式非常方便,换料时间30 min左右。

3 平板硫化机向大型化发展

随着钢铁工业、机械加工工业和液压元件制造技术的技术进步,输送带平板硫化机向大型化、自动化和上压式方向发展。

德国辛北尔康普机械有限公司设计和制造的最大钢丝绳芯输送带平板硫化机规格为3.2×18.5 m。该平板硫化机生产线采用全新的设计理念,对传统的下压式平板硫化机进行了更新,引入多油缸上压式结构。多油缸上压式大型平板硫化机的设计、制造及使用,解决了生产超宽橡胶制品的难题。多油缸上压式大型平板硫化机的最大优点是下热板固定不动,使得硫化生产线的操作中心线标高恒定,特别适合于钢丝绳芯输送带的生产。另外,由于其多液压缸的特点,整个热板表面受压均衡,极少产生局部欠压现象。其液压系统的独特设计,使得上热板的升降更迅速,电机总功率更小,因而更加节能。

多油缸上压式平板硫化机采用上压式结构,下热板固定在框板上,上热板由油缸带动从上往下将上热板压在带体表面,然后进行加压硫化,前夹持装置和拉伸装置都固定在框板上。这种布局的最大优点是生产线的水平操作面恒定,便于操作,钢丝绳的张力恒定、均匀,有利于提高产品质量。

上热板和下热板都为厚150 mm的整体钢板,在靠近工作表面处设加热孔道,还可以根据要求,设计成多个加热回路。在上板宽度方向上每排安装6个液压油缸,在长度方向上每排安装26个装液压油缸,在上板上总计安装油缸156个,其中75%的油缸(117个)为单作用式,25%的油缸(39个)为双作用式,当施加硫化压力时,全部油缸都加压,要升起热板,双作用油缸的下油腔进油,将热板升起,使单作用油缸压力回油。当热板在重力作用下下降时,油缸上腔自动吸油,可以减小低压泵的流量,当热板接近硫化带体表面时,同时通低压油和高压油,使热板迅速向带体施压,当

压力到达设定值时,低压油关闭,高压油加压。可以选用低流量的低压泵,电机功率相对降低,可节约大量电能。

采用有限元分析方法,对多油缸上压式平板硫化机和常规下压式平板硫化机的热板受力进行对比,并用热敏成像技术拍出受力图片进行分析可以得出,多油缸上压式平板硫化机的热板受力更加均匀,受力点分布更加合理,最大压力点的压力和最小压力点的压力差在10%以内;常规下压式平板硫化机受力点分布较散,最大压力点的压力和最小压力点的压力差超过20%,这是下压式平板硫化机经常产生硫化欠压的主要原因。

液压系统回路的压力采用编程控制,即在带宽方向上油缸的油压采用分级控制,最里面一组油缸压力相同,中间一组油缸压力相同,最外面一组油缸压力相同。在硫化机入口处装有测量带宽

的传感器,能够将带宽数据传到计算机,由计算机按照编好的程序自动调节各组油缸的油压,使硫化带芯在宽度方向上受压更加均匀。

由于液压密封圈材质和加工技术的不断进步,使密封圈的使用寿命大大延长,液压油缸密封圈经过300万次动作行程后,才进行更换,可大大减小更换液压缸密封圈及维修硫化机的维修工作量。

4 结语

E型密炼机、宽幅胶片挤出压延生产线、大型上压式平板硫化机代表了当今输送带生产装备的最高水平,国际一流输送带生产企业大都装备这些生产设备,输送带的高端市场大都被这些大型输送带制造商所垄断。因此,捏合型密炼机、宽幅胶片挤出压延、大型上压式平板硫化机也是国内输送带生产企业生产装备的发展方向。

我国丁苯橡胶行业的发展建议

1. 努力实现产品牌号系列化、专业化、功能化。目前,我国乳聚丁苯橡胶(ESBR)产品只有1500,1502,1712,1778等几个主要牌号,与国外拥有几十个牌号的产品相比,差距较大,特别是还不能生产档次较高的牌号产品,例如用于制造海绵体、胶鞋和玩具等色淡透明制品及用于制造强度要求不高的橡胶制品所需的低门尼粘度SBR1507,用于轮胎胎面充油50份的SBR1714,以及广泛受到中小型加工企业欢迎的用于胎侧内外的色亮非污染型充环烷油SBR1778N等品种都不能生产。此外,预交联SBR、粒状SBR、液体SBR、羧基SBR及防滑SBR等品种在国内均没有生产,远不能满足市场需求,因此国外产品大量进入国内市场。可见,增加产品牌号,实现产品系列化、专业化、功能化是应对日趋严峻的竞争、提升企业竞争力的有效途径。

2. 重视产品的加工应用研究。SBR生产企业应积极与下游企业相互合作,共同进行产品的开发。目前,应该对我国已有的SBR产品进行全面的性能包括加工特性评价,为下游加工企业提供技术服务,提供产品的加工应用、市场推广服务

指南。在此基础上共同研究开发下游企业急需的品种牌号,最终使SBR的生产、开发与市场需求相结合,从而为我国SBR产业整体技术水平的提高打下坚实的基础。

3. 加强环保治理,生产环保橡胶,全面提升装置的经济效益和社会效益。目前,国内SBR生产企业均扩大了生产能力,部分装置扩能后存在凝聚废气及干燥床产生废气增多、废水排放量增大、污染物排放量超标等问题。生产企业应全面分析与研究装置的实际情况,借鉴国内外先进、有效的处理方法,从而实现增量不增耗、增产不增污的目标。如江苏南通中华化工公司采用将凝聚废气引入干燥床、废气焚烧等一系列措施,使SBR装置凝聚干燥废气的排放情况得到改善;齐鲁石化橡胶厂对SBR装置污水系统进行了改造,减小了污水量和化学需氧量(COD),还能回收大量的废水中的苯乙烯,减少物料损失。各企业应互相学习,取长补短,全面提升我国环保治理水平。此外,绿色环保橡胶的研发及生产越来越受到人们的青睐。通过对降低聚合物中残余单体含量及亚硝胺含量等方面的有效研究,开发新型、高效、无毒的链终止剂,消除产品中的亚硝胺,改善橡胶厂的工作环境,达到环保的目的。

崔小明