

充气轮胎配方设计

第11讲 轮胎生产工艺及设备

周伊云

(化工部北京橡胶工业研究设计院 100039)

要制造高质量的轮胎,除了要有好的产品外,工艺及设备水平也起着关键性的作用,尤其是对子午线轮胎,要求加工精度高,尺寸稳定性好,必须配备相应的符合要求的工艺装备和检测设备。通过近年来的技术改造,斜交轮胎生产和产品质量已达到了一定的水平。但是,由于我国子午线轮胎生产历史较短,相应地对工艺和装备的认识还不深入,因此本讲拟介绍子午线轮胎的生产工艺及装备,以满足我国子午线轮胎生产不断发展的需要。当然其中也会涉及到一些斜交轮胎的生产工艺及设备。

1 混炼

目前国际上用的密炼机有 F270, F370, F620, GK270, GK400 和 GK650 等,已全部实现炭黑自动输送、称量和投料;小料自动称量;塑料包装投料;油料管道输送、自动称量和投料;用能量、温度和时间进行单一或综合控制。整个过程实现自动化操作,由程序卡指令电子计算机控制全过程,并由电视机屏幕监控。目前正在开发胶料颗粒管道输送。上辅机一般为具有 6 个斗的自动进料口。下辅机一般为带有辊筒机头的螺杆挤出机或是多台开炼机,胶片冷却效果好,自动化程度高。

混炼工艺向高温短时间发展,而且根据胶料性能的需要,采用不同速度和多段混炼。例如, F270 的一段母炼胶的混炼时间为 3—4min,排胶温度 150—170℃,转速一般为 40—60r · min⁻¹,有的胶料需要 3 段甚至 4

段混炼,以确保特殊配合剂和加硫温度的要求。终炼时,硫黄加入到密炼机中,加不溶性硫黄的排胶温度要控制在 90℃ 以下,终炼的转速应为 15—20r · min⁻¹,此时下辅机以多台开炼机组为宜。用能量消耗或温度来控制混炼周期,胶料混炼质量比较均匀稳定。用此种密炼机可大大改善工作环境。

国内已进口了许多台 F270, GK270, F370 和 GK400,并从德国引进了相应的制造技术,预计在今后 10—20 年内我国轮胎工业的混炼工艺条件将有根本改观。

随着检测手段的完善,目前混炼胶的质量检定已在以前单纯测定硬度、密度、塑性值的基础上增设了流变特性、帘布胶附着力及门尼粘度值的监测,使混炼胶的质量更为均一。

2 挤出

挤出机目前已由热喂料发展到冷喂料。最早出现的是热喂料挤出机,60 年代为了节省能源和简化工序推出了冷喂料挤出机,直到 70 年代才用于胎面胶挤出,到 80 年代已发展到用于各种小部件的挤出和压延胶胶。冷喂料挤出机的最大优点是供胶不用预热,挤出温度比较低,挤出半成品的致密性、尺寸稳定性比较好,但对混炼胶质量的均一性和门尼粘度值的要求比热喂料更严格。随着轮胎性能要求越来越高和成型工艺的发展,三复合挤出被普遍采用。根据需要还可以把热喂料和冷喂料挤出机联合使用:一般门尼粘

度值低的胶料用热喂料机,而门尼粘度值高的胶料用冷喂料机。根据需要还可以与压延机联用,如胎面/胎侧/胎面基部(缓冲胶片)的复合(见图 1,2),这不仅可以简化成型工序,保证了成型的自动化,而且还保证了各部件界面附着力高,提高了轮胎的内在质量。其中压延机缓冲胶片的胶料由冷喂料挤出机供给。

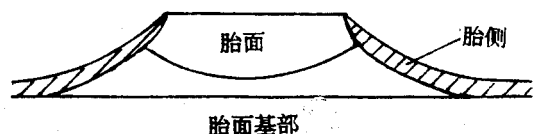


图 1 胎面/胎侧/胎面基部复合示意图

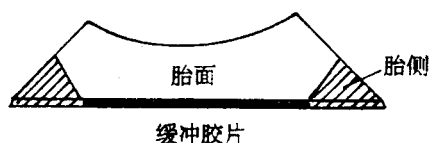


图 2 胎面/胎侧/缓冲胶片复合示意图

一般胎面挤出联动线长达 100m 以上,有两条收缩辊道,在进水槽前贴塑料薄膜,采用水喷淋冷却方法,自动定长,自动裁断。挤出半成品尺寸稳定性好,胶料表面新鲜,保证了成型的自动化和高质量。为保证胶料新鲜,有的小部件挤出甚至不用水喷淋而用自然冷却或风冷,用塑料薄膜卷取,保证了部件的尺寸稳定性,也防止了紫外线的照射。

3 压延

3.1 纤维帘布压延

目前压延机发展很快,不仅工作辊筒的加工精度很高,而且压延温度、厚度、张力控制准确,自动反馈精确,为此还增设了各种相应的辅助设备,形成一条压延联动线,包括帘布导开装置、平板硫化接头机、定中心装置、贮布架、干燥机、张力测量装置、穿透式测厚装置、测长装置、裁断输送装置、卷布器、扩布器、供胶装置及其垫布清洗整布器等,保证了

压延机高效率、高精度,整个工艺过程可以全自动进行,由闭路电视监控。国内已进口了有关样机。

在纤维帘布压延过程中,要严格控制供胶温度(80—90℃)和供胶量及胶料的塑性,不可出现局部堆积胶过多的现象;还应根据需要,严格控制辊筒速比;并按不同帘线控制不同的干燥辊筒温度,严格控制进压延机的帘线含水率($<1\%$),尤其是人造丝帘线因吸湿性强,干燥辊温要在 150℃ 以上才行,而尼龙和聚酯帘线则应相应降低温度;严格控制压延帘布张力,避免压延过程中帘布收缩和打褶。

为了避免帘线伸张不均、纬纱变形,可以采用弹性纬纱,但先进的压延机还带有破纬装置,进行无纬压延,避免了纬纱的影响。

此外,帘布覆胶后,还有排纱线装置。

通常用的四辊压延机的规格为 $\Phi 610\text{mm} \times 1800\text{mm}$,线速度 $6\text{—}60\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

3.2 钢丝帘布压延

目前国外有冷压延和热压延两种。

钢丝帘布热压延联动装置采用钢丝帘布两面贴胶方法,有帘线导开架,装有数百个排列规整的锭子座。单根钢丝由导开架导出,并有张力装置,经过若干个整经辊按规定密度整齐通过四辊压延机工作辊,进行双面贴胶。压延机带有测厚、刺泡装置及供胶等附属设备。钢丝帘布离开压延机被牵引进入冷却装置,一般在冷却后,在钢丝帘布的一面或两面贴上塑料薄膜,进入贮布架卷取。

锭子房需要控制温度和相对湿度。钢丝张力要均匀,张力可采用重锤法、电磁法、永磁法和气动法等控制,进入整经辊前还可以用电磁铁使其排列有序。

钢丝帘布压延机规格以辊筒直径 $\times$ 辊筒长度表征。一般有 $400\text{mm} \times 1000\text{mm}$, $500\text{mm} \times 1250\text{mm}$, $600\text{mm} \times 1500\text{mm}$, $700\text{mm} \times 1800\text{mm}$ 等,压延最大宽度则分别为 800, 1000, 1200 和 1500mm,联动线总长可达

50m,线速度为 $2-40\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

比较新的四辊钢丝帘布压延机是把4个辊筒分为前后两组安装,两面挂胶分两次进行。因此厚度调整比较方便,上、下胶片控制比较精确,这种设备国内已有进口。

大型的四辊压延机除了用开炼机连续供胶外,目前还普遍采用冷喂料挤出机供料,不仅方便、劳动强度低,而且供胶温度也比较低,胶料的门尼粘度和塑性值比较稳定,压延质量好。

国外也有采用冷压延法的。最简单的就是把先压好的两个胶片卷取好,然后上、下胶片与钢丝同步通过两辊压延机,压成钢丝帘布。这种方法的优点是设备简单,钢丝不受热,避免了表面氧化,但胶片厚度和钢丝密度不易控制,胶料不易渗入钢丝内,对钢丝与胶粘合不利。

最新的冷压延方法是采用两台三辊压延机和一台两辊压延机组合。用三辊压延机压上、下胶片,经冷却导入两辊压延机与钢丝复合。该方法的优点是胶片表面新鲜,可提高胶与钢丝的粘合力,厚度比较均一,缺点是设备多、占地面积大。

3.3 钢丝帘布挤出法覆胶

近几年来有不少厂家用挤出法制造钢丝帘布,国内大量进口了此种挤出机。其工作原理类似于方钢丝圈整排钢丝覆胶挤出,当然在设备精度上要求是大不相同的。首先用的是微机控制的冷喂料挤出机,并具有精确的挤出口型,还有自动裁断、接头、包边、卷取装置,有的还配有X光检测仪,是一条完整的联动线。在挤出过程中能始终保持每根钢丝的张力恒定。这种钢丝帘布挤出机的优点是钢丝与胶粘合力高、胶渗透力强、自动化程度高、占地面积小,省去了锭子架上的张力控制装置、裁断机及包边机等一系列辅助设备和相应工艺,而且随挤随用,帘布表面新鲜。缺点是挤出宽度比较窄;到目前为止,最宽不超过150mm,国内进口的仅只有120mm,只适

用于半钢子午线轮胎的带束层用。

4 裁断

4.1 纤维帘布裁断

纤维帘布裁断机一般可分为卧式和立式两种。

4.1.1 卧式裁断机

一般卧式裁断机用于胎体帘布裁断。目前国内裁断机都具有光电定长的自动裁断装置,用人工接头,而国外普遍采用自动接头机,速度快,质量比较稳定,帘布不易变形。

为了提高工作效率、减少操作人员及节省占地面积,开发了高台式裁断机。裁断的帘布经滑板落到接头台上,由人工接头,然后卷取。子午线轮胎对半成品部件要求严格,因此全部采用高台式裁断机。此时的高台式裁断机不仅有滑板,而且往往在接头台上有气孔,帘布处于浮动状态,自动接头,使帘布变形减到最小。卷取时有精确的对中装置。在帘布裁断时,把通常用的一块长压板改为多头压点,使帘布裁断时不移动,裁断的精度可达到:角度 $\pm 0.5^\circ$,宽度 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

4.1.2 立式裁断机

立式裁断机主要用于裁断较窄的胶布(如胎圈包布)。

4.1.3 多刀纵裁机

随着子午线轮胎的发展,胶料小部件增多,精度要求严格。多刀纵裁机就是用于裁断 0° 帘布和各种窄胶条用的,并且往往是连同附贴上面的塑料薄膜一同裁切,然后一同卷取,裁切的精度很高。

多刀纵裁机亦可用于裁断供冷喂料挤出机用的混炼胶胶条,但这种纵裁机的型号与上述的有所不同。

裁断工艺要求保证裁断角度、宽度准确,接头符合要求,且卷取对中性高。

4.2 钢丝帘布裁断

钢丝帘布裁断机主要有铡刀式和圆盘刀式两种,裁断角度均可调整。

铡刀式裁断机结构比较简单,实际上与机加工常用的剪板机相同,使用比较普遍,但裁断宽度受铡刀长度的限制。

圆盘刀式裁断机的裁断长度不受刀具限制。有主传动式和被传动式两种。主传动式因钢丝切头温度过高,易引起胶料焦烧,刀片也容易钝,目前已很少用。现在大多采用的是被传动式的。根据上、下刀的配合,又分为圆盘刀-圆盘刀和圆盘刀-矩形刀式,尤其是后者,各国采用较多。该型号的裁断机在裁断时都带有夹紧帘布装置,是一条带有供布、裁断、接头、X 光检查及包边-卷取全套装置的联动线,自动化程度高,仅需一人就可操作,裁断精度高,角度误差 $\pm 0.5^\circ$,宽度误差 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

在生产规模较大的厂家,为了提高生产效率和保证生产精度,胎体帘布和带束层的裁断选用两台设备分别进行,即小角度和大角度分别裁断。

为了解决接头劈缝问题,机械制造者进行了大量的研制工作,目前最新生产的上、下压辊对接的自动接头机已经能完全解决这个问题。当然在成型机上接头时,除了用自动拼接机外,还应事先用电热刀切割掉一根钢丝,然后把两片帘布的新鲜剖面拼接在一起。

5 内衬层生产

内衬层(对无内胎轮胎来说,应称之为气密层)的生产可采用压延法和挤出法。

5.1 压延法

压延联动线主机为四辊压延机,还包括供料、划泡、贴合、冷却和卷取等装置,并有集中控制柜。关键是控制速度同步,避免拉伸。辊筒也可用型辊,可随时根据轮胎的规格更换,且采用钻孔冷却。内衬层由二层以上的胶片贴合而成,可以是同一种胶料,也可以由不同胶料组成。后者第一次压延后,再进行第二次贴合。国内已有多家购进了台湾产的这种生产线,主机为 $\Phi 457\text{mm} \times 1068\text{mm}$,全线长

约 30m ,工作速度 $4\sim 40\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$,工作宽度 1000mm 。

这种工艺生产投资较低,规格变动比较方便,对半钢子午线轮胎较适宜。

5.2 挤出法

主机为辊筒机头挤出机,一般为 $\Phi 150\text{mm}$ 冷喂料挤出机,压延机为 $\Phi 400\text{mm} \times 1200\text{mm}$,带有若干套型辊以及型辊预热罐。

载重子午线轮胎宜选用这种方法。气密层一般由三种不同胶料组成,即密封层、中间层和过渡层。气密层需具一定形状,即两肩部较厚,在胎趾部位最薄。采用这种工艺气泡较小,但投资相对较高。

6 胎圈制备

6.1 胎圈钢丝覆胶

斜交轮胎一般采用 $\Phi 65\text{mm}$ 的热喂料钢丝圈挤出机,将钢丝整排挤出覆胶后,缠绕成矩形钢丝圈。目前已由天津橡塑机械厂生产出冷喂料挤出覆胶的新型矩形钢丝圈挤出机。用其成型的钢丝圈平整性、紧固性好,胶与钢丝粘合力高,爆破强力也高于老式的钢丝圈成型机。

轿车子午线轮胎钢丝圈一般采用矩形结构,生产线大体与斜交轮胎相同;通常用 $\Phi 60\sim 10\text{DT}$ 型冷喂料挤出机,可以整排挤出覆胶,也可以单根缠绕。卷成机一般为单工位(即一次卷成一个钢丝圈),也有双工位的,有自动计圈、切割和压头装置。上面提到的天津橡塑机械厂生产的钢丝圈成型机也可用于轿车子午线轮胎生产,但钢丝最好用高伸长的,尤其是无内胎子午线轮胎。

米西林采用的圆断面钢丝圈强力高,受力均匀,尤其适用于高速轿车子午线轮胎,但由于生产效率低、成本高而没有得到广泛应用。

由于子午线轮胎的胎圈应力比斜交轮胎高 $30\%\sim 40\%$,对于载重子午线轮胎(包括

轻型),单排钢丝缠绕而成的矩形钢丝圈的强力已不能满足要求,需要钢丝以单根覆胶后缠绕成多边形,如U型等,对设备要求较高,尤其是要保证断面形状符合设计要求,缠绕速度可达 $300\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ 。目前国内已进口多台钢丝圈缠绕成型机,而且已开始开发这类装备。

6.2 三角胶条

子午线轮胎三角胶条高而大,要求严格,一般采用挤出法生产,也有少数用型辊压延的,胶料致密性差,不适用于高质量子午线轮胎。载重子午线轮胎还分上、下胶条,可进行复合挤出。一般用冷喂料挤出机较理想。

6.3 胎圈成型机

上述两个部件在胎圈成型机上通过冷贴组成一体。子午线轮胎的三角胶条较大,尤其是复合胶条更高,胎圈成型机要比斜交轮胎的更为复杂。目前已有立式和卧式两种,其中载重子午线轮胎用的更为复杂些,但都比较灵巧。

国外已有将胎圈制造连成一条线的,即钢丝覆胶缠绕和三角胶条同时挤出,然后进行热贴,生产自动化程度较高,质量好,生产效率。

7 多部件预复合机

为了满足子午线轮胎成型自动化要求,许多部件要预先复合。有一部分部件在挤出时预复合,如胎面与小胎侧、胎圈护胶与胎侧胶等;还有一些部件是通过预复合机进行预复合的,如内衬层与胎圈护胶/胎侧胶的复合件等。预复合机要有导开、贴合、压合、卷取等全部自动的联动装置,其中关键的是对中装置,这样才能保证部件位置准确,确保成型质量。

斜交轮胎用的帘布筒贴合机也属于复合机的范畴,但基本上用手工操作,贴合精度较差,而且不用于胶片预复合,因此严格来讲不属于同类的预复合机。

8 成型

目前国内斜交轮胎一般用半芯轮式机头,压辊正、反包,成型棒上帘布筒和胎面、帘子较多,成型质量不理想,有待改造。

子午线轮胎一般用半鼓式和鼓式机头,用指正包和压辊反包,或用胶囊反包,后者反包质量比较好,操作简便,效率高,但对半成品的自粘性 & 材料分布比较严格。供料方式采用层贴法,其它小部件也多采用成卷方式供料,并带有自动裁断、对中装置,在供料的过程中要避免拉伸。

子午线轮胎成型机又分一次法和二次法。一次法成型机一般用于全钢子午线轮胎和要求质量高的半钢子午线轮胎中,成型效率高、轮胎质量好,尤其是钢丝圈不变形、不扭曲,各部位定型准确。但要求多部件预先复合好,复合要求准确。这种成型方法使各部件的变形减到最小,成型的胎坯质量好,这是成型机的发展方向,尤其是全钢子午线轮胎应选用一次法成型机。

二次法成型机是把一、二段胎坯分别在两个机头上完成。成型质量虽不如一次法成型机,但机器造价低,维修方便,对半成品部件要求不那么严格,能满足一般使用要求,所以仍得到广泛应用。

9 硫化

轮胎硫化设备主要有硫化机和硫化罐两种。

硫化机一般又以胶囊的型式分为A型、B型和AB型(或BA型);按加热方法又分为加热板式和蒸汽锅式。一般55英寸以下用加热板式,它具有蒸汽消耗量少的优点,但胎侧与胎冠受热不均;以开模方式分,有升降型、升降平移型和升降翻转型;以传动方式分,又有机械式和液压式。液压硫化机精度高,代表了发展方向。

硫化用的热源,胶囊内一般为过热水,外模型用饱和蒸汽。为了节省能源,目前很多国

家采用直接蒸汽硫化,硫化温度达 200℃左右,在胶料配方及工艺上都要作相应的变化,才能保证在高温硫化条件下的轮胎质量;必要时,施工设计也要作相应变化。

至于硫化周期控制,70 年代用数字式时间控制器,计时部分采用数字集成电路,使时间控制精度大为提高,但仍然是以时间作为硫化的控制参数。事实上,由于胎坯温度、模型、胶囊、蒸汽、过热水、压力等因素总是在一定范围内波动,因此实际上每条胎的硫化程度是有差异的,用同一时间来控制硫化,对轮胎质量和能源利用都是不利的,以致近年来,轮胎定型硫化机开始使用硫化程度积分仪。一般取轮胎最薄弱部位为控制点,用仪器把硫化速度对时间积分,计算出实际硫化程度,达到给定的硫化程度就结束硫化。据报道这可使轿车轮胎硫化时间缩短 5%—10%,载重轮胎缩短 19%—20%。

国内消息

'95 亚太炭黑研讨会即将召开

'95 亚太炭黑研讨会将于 1995 年 12 月 7—8 日于台湾台北举行。此研讨会提供与会人士讨论亚太地区炭黑之未来展望及潜在利用机会;并使来自炭黑制造、原材料供应及产品应用等不同领域之人士共聚一堂互相分享彼此之经验。会中除邀请著名的法国学者 J.

10 成品测试

目前国内外轮胎成品测试按载重轮胎和轿车轮胎标准分别进行检测。

子午线轮胎的测试项目大致按附表进行。

附表 子午线轮胎的测试项目

测试项目	载重 轮胎	轻型载 重轮胎	轿车、 轮胎
耐久性能	+	+	+
高速性能		+	+
水压爆破试验	+	+	+
强度试验	+	+	+
脱圈(无内胎)试验			+
均匀性	+	+	+
不圆度	+		
平衡度			+
X 光检测	+	+	+
静负荷试验	+	+	+
噪声			+
整车操纵稳定性			+

B. Donnet 教授进行精采的演讲外,并有来自 10 余国的专家们发表的 20 多篇论文。欢迎橡胶界同仁踊跃参加。有办来台手续及住宿均可获妥善安排。请直接向联络人联络。

研讨会联络人:李茂松博士

地址:工业技术研究院化学工业研究所

电话:886-35-732467

电传:886-35-732347

(中国合成橡胶股份有限公司

江道彬供稿)