

工程设计中子午线轮胎生产设备的选择

潘久胜

(桂林橡胶工业设计研究院,广西 桂林 541004)

摘要:介绍了子午线轮胎生产从混炼到成品检验各工段的设备选择问题。密炼机选用规格一般在 270 L 或以上,塑炼和母炼及中间混炼配用双螺杆挤出压片机,终炼配用 2 台两辊压片机;帘布覆胶采用 S 或 Z 形四辊压延双面覆胶生产线;胎面、胎侧和胎圈护胶均采用复合挤出生产线;半钢子午线轮胎大多采用二段法成型设备,全钢子午线轮胎一般采用一次法成型机。

关键词:工程设计;子午线轮胎;设备选型

中图分类号: TQ330.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2000)05-0292-05

当前轮胎结构日趋子午化。子午线轮胎与斜交轮胎相比,具有行驶里程高、节油及乘坐舒适等优点,综合社会效益显著,取代斜交轮胎是必然趋势。

选择子午线轮胎生产设备必先确定相应的工艺技术。不同的子午线轮胎生产工艺技术对生产设备的要求也不尽相同,只有在确定生产工艺后,才能根据实际情况,与技术软件配合并综合考虑,选择符合要求的子午线轮胎生产设备,以确保节约投资和产品质量。以下就子午线轮胎生产各工段主要设备的选择问题作一简单阐述。

1 炼胶设备

1.1 密炼机

子午线轮胎某些部件使用的胶料硬度比斜交轮胎高,配合剂分散困难;混炼时剪切强度大,温升快、排胶温度高,故要进行三、四段或更多段数的混炼,且要求设备具有很高的冷却效率。因此,在密炼机选型时必须考虑这些因素。此外,由于子午线轮胎厂用量大,选择设备规格在 270 L 或以上,当炼某种特殊胶料时,也可选择 160 L 或以下规格的密炼机。

近年来,为满足子午线轮胎生产过程中的

炼胶工艺要求,国内轮胎厂除采用进口设备外,目前大都采用国产切线型转子的 XM-270/20/40 型密炼机、GK 型密炼机和 BB270 型密炼机。这类设备具有高速、高压、大功率和剪切速率高等特点,适合于子午线轮胎胶料塑、混炼。

为了满足不同工艺阶段胶料的配炼要求,密炼机设计有不同的转子转速。一般说来,塑、混炼胶允许的排胶温度比终炼胶高。在满足工艺要求的情况下,提高转子转速及加大压砣和卸料门对胶料单位面积的压力,有利于提高生产效率。而终炼时则主要考虑排胶温度不能超过额定值;转子转速相对较低,以降低炼胶时的温升及排胶温度,确保胶料质量。

目前可供选择的密炼机转速有双速,例如,20/40 和 30/60 $r \cdot \min^{-1}$;也有因工艺技术要求而用其它转速的,例如,双速:30/45 $r \cdot \min^{-1}$,四速:15/20/30/40 $r \cdot \min^{-1}$ 。密炼机采用 ST 转子(两个转子速比为 1:1)也是一个新发展趋势。

冷却系统为密炼机必不可少的组成部分之一。为了提高冷却效果及保护设备的关键部件,密炼机压砣、混炼室壁及转子内部钻孔,在炼胶过程中通以软化水并强制循环,再通过温控系统对软化水进行冷却,从而达到降低胶料温度的效果。

对于无级调速密炼机,其费用比同规格有级调速密炼机高。在大规模生产中,各台密炼

机不同的转速及各段配炼的匹配已考虑在先,故不宜采用无级调速密炼机;在小规模生产中,例如全钢子午线轮胎为30万条左右、半钢子午线轮胎为100万条左右,使用密炼机不超过两台时,可采用无级调速密炼机。

在满足炼胶工艺要求的基础上,一般偏向

采用大容量密炼机,例如370和400L,其生产能力、所占空间及价格与270L的比较情况见表1。

综合比较密炼机的价格及生产能力,大容量密炼机并不占很大优势,国产密炼机已能满足加工子午线轮胎胶料的要求。

表1 不同容量密炼机的比较

密炼机型号	生产能力/(t·d ⁻¹)	外形尺寸/mm	质量/t	价格(参考)/万元
XM-270/20/40	30	9 690 ×4 155 ×5 680	约57	245
GK-270/20/40	30	6 000 ×4 200 ×5 600	43	280
XM-370 ×(6~60)	48	9 430 ×5 470 ×7 400	75	830/910
GK-400N	50	10 270 ×7 080 ×6 030	84.5	1 800

1.2 下辅机

下辅机的选择也取决于生产工艺。一般要求能进一步降低胶料温度,若能起补充混炼作用则更佳。密炼机下辅机通常指压片机及胶片冷却装置。压片机分为单螺杆挤出压片机、双螺杆挤出压片机和两辊压片机3种。

1.2.1 压片机

(1) 单螺杆挤出压片机

单螺杆挤出压片机自动化程度高,可以连续作业,污染小,但其降温效果比开炼机差,不能起补充混炼作用,排胶速度也比双螺杆挤出压片机慢。螺杆直径一般有380×450及380×460两种,配用于270L密炼机。

(2) 双螺杆挤出压片机

双螺杆挤出压片机是在单螺杆挤出压片机的基础上发展起来的,不仅具有自动化程度高,可以连续作业、污染小的特点,而且排胶速度快。目前轮胎厂常用的有XJY-S330, XJY-330Z和XJY-S450, XJY-450Z双螺杆挤出压片机,分别配用于270和370L密炼机。型号上带“Z”的为最新开发的啮合锥形斜置式双螺杆挤出压片机,沿挤出方向设备成下倾角布置,两根螺杆呈锥形,螺纹彼此相互啮合,借助重力送料,自洁性好,胶料摩擦小,温升低。配用于270L密炼机的双螺杆挤出压片机的电机总功率仅为上述单螺杆挤出压片机的2/3。

(3) 两辊压片机

采用两辊压片机作为密炼机卸料时的接料、压片设备,既能补充混炼,又能迅速降低胶

温,但需人工操作,且密炼机卸料时有烟气排出,有碍健康,须有排烟措施。使用压片机工人劳动强度高,占地面积相对较大。通常270L密炼机配备2~3台660两辊压片机;370~400L密炼机配备2台710两辊压片机。

一般情况下,塑炼、母炼及中间混炼配用双螺杆挤出压片机,终炼配用2台两辊压片机。单螺杆挤出压片机因功率消耗较双螺杆挤出压片机高1/3,故不推荐采用单螺杆挤出压片机。

1.2.2 胶片冷却装置

胶片冷却装置一般采用步进传递、挂架贮片、风机强制冷却的结构。挂架冷却的实际长度可根据需要进行调整。国产型号主要有800和900mm宽两种,挂胶量为2 200及3 600kg(或4 400kg)。前者用于270L密炼机;后者用于370L(或400L)密炼机。冷却效果一般可达到不高于环境温度5℃。

2 部件制造设备

2.1 帘布制造设备

2.1.1 钢丝帘布覆胶生产线

钢丝帘布覆胶有热压延、冷压延及挤出3种方法可供选择。冷压延帘布质量控制受人为因素影响较多,工序复杂,质量不易保证,而热压延则具有较完善的自动控制设施及相关装置,质量控制有保证,故目前选择热压延较多。热压延一般采用500×1300和610×1500等S形或Z形四辊压延机。500×1300S形四辊压延机组测厚部分分为上、下覆胶厚度及

总厚度测量,精度可达到 0.05 mm;辘筒间距调节公差为 ± 1 mm;设计速度为 4.5 ~ 45 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$,适用于年生产能力为 100 万条左右全钢子午线轮胎(综合)、700 万 ~ 900 万条半钢子午线轮胎(综合)的生产。

对于中小规模半钢子午线轮胎的生产,从经济角度考虑,一般可选择挤出生产线生产钢丝帘束层,挤出机配用 T 形口型。钢丝帘线经口型后即被覆胶,然后进行自动裁断、接头、包边和卷取。钢丝帘布宽度约为 150 mm。因操作简单,容易掌握生产技术和保证质量,运行费用低,占地面积小,该生产线获得广泛应用,年生产能力为 80 万 ~ 90 万条轮胎(综合)。

在选择热压延或挤出法生产钢丝帘布时,可根据生产规模、工艺要求及经济效益三者综合考虑,权衡选择。

2.1.2 纤维帘布覆胶生产线

纤维帘布压延一般采用 610 × 1730 和 700 × 1800 等 S 形或 Z 形四辊压延机双面覆胶生产线。该生产线带有张力控制、自动测厚反馈和调偏等装置,由计算机控制。700 × 1800 S 形四辊压延机组测厚部分精度可达到 0.03 mm,设计速度为 8 ~ 80 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$,用于半钢子午线轮胎生产时,年生产能力达到 1 200 万 ~ 1 300 万条(综合)。

随着生产水平提高,压延机的供胶方式也在不断进步。80 年代前用数台开炼机供胶,80 年代改用冷喂料挤出机供胶,90 年代采用一台大容量销钉冷喂料挤出机配一台 660 热炼机供胶。据称,此种方法较前两种方法更为节能,并使胶料性能更为均一。但在实际生产中,因用户经验及看法不同,选择也会不同。

2.1.3 帘布裁断设备

(1) 胎体钢丝帘布裁断角度为 90°,带束层钢丝帘布裁断角度为 15° ~ 30°。钢丝帘布裁断常用设备为圆盘刀加矩形刀型或铡刀型 2 种。这两种设备均可裁断胎体帘布和带束层帘布,但一般用圆盘刀加矩形刀型裁断切边较长的带束层帘布,而用铡刀型裁断胎体帘布。圆盘刀加矩形刀型为法国 ZELANT GUZUIT 公司专利产品。获得其许可的生产厂家有美国阿克隆

标准公司及日本三菱重工业株式会社。荷兰 VMI 公司和德国 FISCHER 公司都生产铡刀型裁断机,前者采用真空吸附送布、机械定宽;后者采用电磁圆盘送布、光电定宽。裁断质量及效率均很高。对于子午线轮胎成型,帘布裁断后的拼接质量很重要,裁断机最好带胎体帘布拼接装置。

90 钢丝帘布裁断机用于裁断 9.00R20 胎体帘布时,年生产能力约为 65 万条;15° ~ 90° 铡刀式钢丝帘布裁断机裁断 9.00R20 带束层帘布时,年生产能力约为 70 万条;用于裁断轿车子午线轮胎带束层帘布时,年生产能力约为 135 万条;用于裁断轻型载重子午线轮胎带束层帘布时,年生产能力约为 110 万条。

(2) 纤维帘布裁断使用 90 高台式裁断机。纤维帘布高台式裁断机用于裁断轻型载重子午线轮胎胎体帘布时,年生产能力约为 190 万条;用于轿车子午线轮胎时,年生产能力约为 230 万条。其裁断精度为 ± 1.9 mm,最大裁断宽度为 1 524 mm,厚度为 0.8 ~ 2.5 mm,裁断角为 40° ~ 90°;90 裁断时速度达 20 $\text{刀} \cdot \text{min}^{-1}$,50 裁断时达 15 $\text{刀} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

2.2 胎面胶挤出设备

目前,胎面胶一般采用带复合机头的销钉式冷喂料挤出机生产线挤出。随着轮胎胶料配方的发展,胎面胶已由双复合向三复合发展。目前国内主要采用双复合挤出,可供选择的双复合挤出机规格有 120/90, 150/120, 200/150 和 250/200 四种,并有相应配套的联动装置可供选择。销钉式冷喂料复合挤出机挤出的半制品塑性均匀、尺寸稳定、质量较好。挤出联动线上关键的因素是强制收缩及冷却定型,只有充分收缩和冷却,才能保证胶条尺寸稳定。另外输送速度要保持同步,以免半成品变形。最后通过精确称量和定长切割,存放于百页车上备用。用于载重子午线轮胎生产时,年生产能力约为 95 万条(代表规格);用于轻型载重车/轿车子午线轮胎生产时,年生产能力约为 250 万条/500 万条(代表规格)。

2.3 胎侧和胎圈护胶复合挤出生产线

胎侧和胎圈护胶复合挤出生产线的基本情

况与胎面挤出生产线相同,但由于半成品较薄,可以用风冷代替水冷,可用卷取存放在小车上形式存放,最好与成型机的供料方式相匹配。可选择的生产线有 120/90, 150/120 和 200/150 复合挤出生产线。

2.4 内衬层生产线

内衬层胶的制备有两种设备:一种是用带辊筒机头的冷喂料挤出联动线;另一种是用压延机出片。前者出胶片厚度较精确,无气泡,保证质量,而后者需配热炼机供胶设备,且压延厚度难以控制,胶片易产生气泡。

2.5 钢丝圈生产设备

对于轻型载重子午线轮胎和轿车子午线轮胎,由于胎体较薄,承载较小,钢丝圈受力不均对轮胎的使用影响较小,因此可以使用矩形钢丝圈,其生产设备可选择通常使用的任何一种矩形断面钢丝圈挤出生产线。对于全钢载重子午线轮胎,由于承载大而造成受力不均的现象比较严重,必须采用圆形、六角形或 15°斜底六角形甚至七边形断面的钢丝圈,这几种钢丝圈在轮胎成型过程中不易包藏空气。目前国内主要采用六角形及 15°斜底六角形钢丝圈,而生产六角形钢丝圈的生产线仍主要采用进口设备,如美国 N. S. 公司与日本神户制钢的 PH 型和意大利倍耐力公司的 PH 型等钢丝圈挤出生产线。制成的平底或 15°斜底六角形钢丝圈适用于有内胎和无内胎子午线轮胎的生产。

国产六角形子午线轮胎钢丝圈挤出生产线用于生产 305~622 mm 正六角形、斜底六角形及扁六角形等钢丝圈,可满足年生产能力为 15 万~20 万条全钢子午线轮胎的生产。国产方钢丝圈生产线一次可成型 2 个钢丝圈,生产线速度为 $400 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$,宽度为 30 mm,高度为 12 层。断面参数和高度可编程设定。

胎圈芯成型包括钢丝圈缠包布及贴合三角胶,因胎圈芯结构不同,轮胎成型时放置方式也不相同,所用设备由生产工艺决定。

3 成型设备

3.1 半钢子午线轮胎成型机

半钢子午线轮胎胎圈直径一般为 305 ~

406 mm,其成型方法有二段法和一次法两种。在一次法成型中,胎圈芯定位和胎体定型基本同时进行,定型后进行帘布反包,故胎圈芯定位准确,不变形,但一次法成型机结构复杂,价格很高,维修量大。因此目前普遍采用二段法成型机。成型机头由半芯轮式向半鼓式、鼓式逐步改进。一次法成型机头及二段法成型机的第 2 段定型机头有 3 种:金属鼓、胶囊鼓和无胶囊鼓。由于使用金属鼓定型时不能适应胎坯的微小变化,灵活性差,且结构复杂,造价高,因此使用较少。无胶囊鼓则是将胎圈部位用夹持环密封夹紧,直接向胎坯内充气,使之膨胀定型,但由于胎坯无胶囊支持,定型后发生的偏差较大,胎坯成型不规整时尤其严重。因此该定型方式对各部件及成型要求很高。胶囊鼓制造简便,在额定压力下外形稳定,具备良好的灵活性及实用性。国内半钢子午线轮胎成型机的设计制造技术日趋成熟,第 1 段成型机采用指形正包、双胶囊反包,每班可成型 120 条(215/75R15);第 2 段成型机采用无胶囊定型鼓,每班可成型 150~200 条(215R16C)。第 1 段成型机与第 2 段成型机的配比一般为 1:1 或 3:2,视生产情况而定。

国内选用的半钢子午线轮胎一次法成型机主要是德国克虏伯公司生产的半自动 P1+2 SA 型、全自动 P1+2 A 型及荷兰 VMI 公司生产的成型机。VMI 公司生产的 VRP148-S 一次法成型机成型轮胎周期为 50~70 s;VRP248-S 一次法成型机为自动化程度很高的改进型,成型轮胎周期为 50 s;据介绍,其最新推出的 2020 型四鼓半钢子午线轮胎一次法成型机成型效率更高,成型周期可缩短至 35 s。

3.2 全钢载重子午线轮胎成型机

全钢载重子午线轮胎一般采用一次法成型工艺。保证成型精度及提高成型效率是成型机发展的方向。不同的生产工艺对成型机的要求也略有不同,例如倍耐力的一次法成型工艺要求在第 3 层带束层两边各贴上一条 0 带束层及内衬层为异型断面等;而费尔斯通的一次法成型工艺则为 4 层带束层,胎侧和耐磨胶为机外预复合,内衬层和胎侧/耐磨胶预复合,然后再

在成型机上成型,减少了机上成型工序。一般成型机制造商均可根据不同工艺要求提供设备,因此应根据轮胎的生产水平及软件要求对成型机进行有针对性的选择。

子午线轮胎成型机的供料应保持在无张力自由状态下供料。

目前国内可供上述两种工艺方法选用的全钢载重子午线轮胎一次法成型机及其配套设备可成型 508~622 mm 全钢载重子午线轮胎,每班产量为 40~45 条(9.00R20)。

4 硫化设备

工程设计中关于子午线轮胎硫化设备的选择问题还没有一个绝对的确切意见。目前可供选择的国产轮胎硫化机主要是机械连杆式硫化机,液压硫化机的设计和制造则正在发展中。由于子午线轮胎硫化机要求具有较高的机械精度,而一般认为 B 型硫化机比 A 型硫化机具有较高的装胎、定型和合模精度,能较好保证硫化质量。A 型硫化机配有囊筒,且胶囊只有下端固定,因此使用中能耗大,定型不稳定;RIB 型能耗也较大。至于液压硫化机,理论上其机械精度高于连杆结构的 A 型和 B 型硫化机,但其价格很高,一般难以接受,且国内开发的只有 1 140 和 1 092 mm 两种小规格硫化机。

国外克虏伯公司、HERBERT 公司和 NRM 公司生产的液压硫化机有多种规格。不同类型硫化机对硫化子午线轮胎质量的影响则未见有详细的介绍。硫化机硫化轮胎的质量取决于硫化工艺条件。

硫化机的控制已向计算机自动控制方向发展,可按编程控制,自动显示、记录和打印硫化过程中的数据及变化情况。

子午线轮胎硫化使用的活络模有两种:一种采用圆锥面作为活络模径向运动的导向面;另一种则采用倾斜平面作导向面。前者造价低,导向面作相对运动时呈线接触,因而易产生空隙、粘附杂物和磨损,活络模合模定位不精确。而平面导向可在相对移动时保持面接触,避免了上述弊病,但需处理好面与面之间的润

滑问题。

5 成品检验设备

控制质量是市场激烈竞争的要求,尤其是原配胎的质量。为确保轮胎的质量,产品必须经过严格检验。通常生产中需要考虑选择的成品检验设备有下述 4 种。

(1) 扩胎外观检查机。用机械扩张轮胎内腔,用肉眼进行外观缺陷检查。

(2) 均匀性试验机。由于子午线轮胎在高速下行驶,故必须选用在线检测的均匀性试验机,它主要用于检验轮胎的尺寸偏差(径向力偏差、横向力偏差及其最高一次谐波、锥度及角度效应等)和力的波动,以确保轮胎在高速行驶下的平稳性。

(3) X 光检验机。它在子午线轮胎生产过程中是一种必备的在线检验设备,检验轮胎中钢丝帘布和胎圈配置是否符合要求、内部有无缺陷,以确保轮胎的使用性能。现有国产 1016,1216,1027 和 LTX11 型等 X 光检验机可供选择。

(4) 高速/耐久性试验机。不论是轿车/轻型载重车子午线轮胎,还是载重子午线轮胎,生产中均需配备高速/耐久性试验机,以检验轮胎的高速性能和耐久性能。目前国产设备已能满足使用要求。

另外,强度试验是必不可少的一项内容;无内胎轮胎还需做脱圈试验。所有的试验内容都是为了确保轮胎的使用性能及安全要求。

6 结语

子午线轮胎生产设备的选择取决于生产工艺,工艺设计则是根据轮胎使用情况有所偏重,故生产工艺种类较多且复杂,生产过程要求严格、精确。此外,生产设备选择除工艺问题外,还有设备本身的问题,既要考虑适应工艺路线,又要考虑设备维修使用的先进程度及发展趋势。因此需软件、硬件密切配合,综合考虑,才能达到满意的生产效益、经济效益及社会效益。