

新型钢丝带束层生产线 ——对挤出法钢丝帘布生产线的改进

石大千,关江敏

(北京首创轮胎有限公司 研究所,北京 100096)

摘要:通过对 Steelastic 挤出法钢丝帘布生产线进行改进,设计出了新型宽幅帘布挤出法钢丝带束层生产线。新生产线的主要改进有:挤出螺杆的形式、穿丝狭缝、整经张力辊、裁刀驱动方式、电磁吸引定长输送方式和双工位接头等。新生产线通过合理的工艺过程和设备配置,达到了保证产品质量、降低生产成本和简化工艺操作的目的。

关键词:钢丝帘布;带束层;挤出法;子午线轮胎

中图分类号: TQ330.4⁺4; TQ336.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2001)11-0692-05

传统的大规模子午线轮胎生产中采用压延法生产钢丝帘布,再通过裁断和接头工序得到胎体帘布和带束层;对于生产规模较小的半钢子午线轮胎生产,往往采用挤出法生产钢丝带束层。

1 挤出法钢丝帘布生产线

挤出法制造钢丝帘布的生产原理是:用冷喂料挤出机把胶料挤入机头,机头内的流道将胶分为上下两股,均匀分配到排列整齐的钢丝上下表面,在机头内压的作用下,把胶牢固地覆在钢丝上,从而得到覆胶帘布。

美国 Steelastic 公司挤出法钢丝帘布生产线采用主辅螺纹螺杆形式的 90 mm 冷喂料挤出机,钢丝帘布覆胶机头位于挤出机前端(见图1),机头为左右两开式,右机头固定不动,左侧机头可向左移出,便于清胶。流道全部位于左机头上,右侧机头是平板形式,左右机头由螺栓锁紧。左机头上装有穿丝板,右机头上装有控制成型尺寸的口型板。穿丝板上钻有一排通孔,钢丝帘线从孔中穿过,得到整经。从左机头上下两流道挤出的胶料在此与钢丝结合,通过

成型口型完成覆胶过程。

覆胶帘布的生产采用闭环控制。在挤出机螺杆前端的机筒上,装有压力和温度传感器。温度传感器能直接测量出挤入机头内的胶温,但不直接参与反馈控制。压力传感器信号参与反馈控制,在设定压力状态下控制挤出机的出胶量。控制过程为:钢丝帘布的覆胶速度直接影响流道里的用胶量,帘布覆胶速度快,用胶多,机腔内压力就会下降,压力传感器测得压力变化,控制螺杆转速提高,加大供胶量,从而保证机头内腔的压力基本恒定。这种控制操作简单、覆胶均匀,生产的钢丝帘布质量好,能满足子午线轮胎生产工艺的要求。

挤出法钢丝带束层生产线不仅要能对帘布覆胶,还要能完成覆胶帘布冷却、自动裁断、接头和卷取等工艺操作。

Steelastic 挤出法钢丝帘布生产线的局限性可归纳如下:

(1)目前使用的 Steelastic 带束层生产线生产能力较低,不能适应大规模生产的需要。影响生产能力的主要因素是挤出法生产的钢丝帘布幅宽太小(最大 200 mm)。挤出法生产钢丝宽幅帘布的最大障碍是胶料流动距离有限。因为混炼胶是一种粘稠体,流动性差,流动阻力大。如果流道距离太大,由于流动阻力作用,胶

作者简介:石大千(1956-),男,北京人,北京首创轮胎有限公司高级工程师,学士,主要从事橡胶(轮胎)生产设备的设计和维修管理工作。

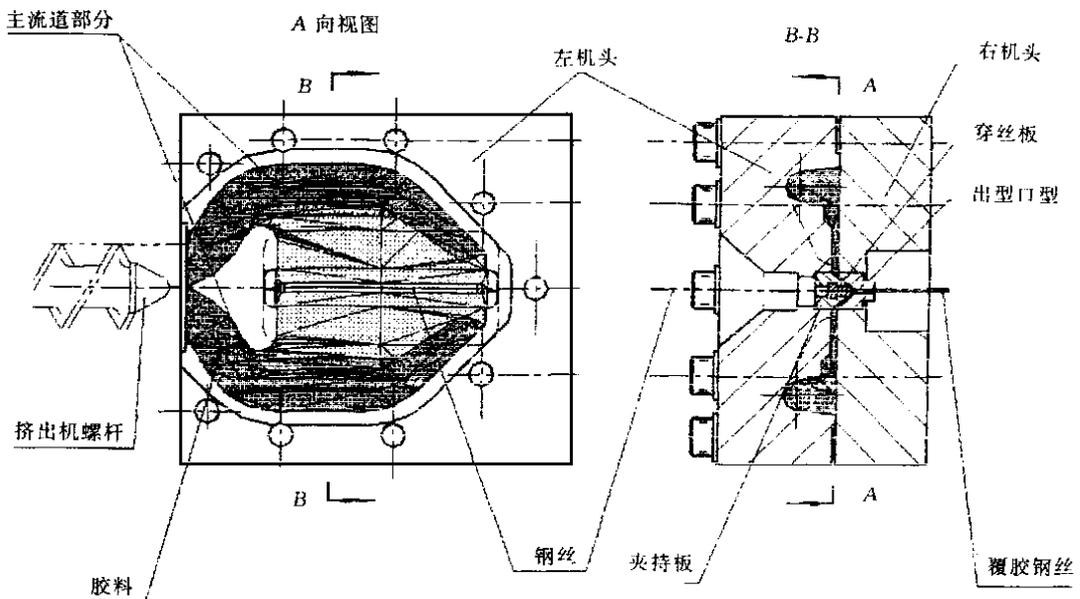


图 1 钢丝帘布覆胶机头

料无法到达远离挤出机的一侧,帘布会覆不上胶。

(2) 挤出法钢丝帘布覆胶,钢丝的整经由穿丝板完成。虽然使用穿丝板可省去整经辊,但也带来操作上的不便。每次更换钢丝规格时,都要将钢丝一根根从穿丝板小孔中穿过,费工费时。

(3) 穿丝板带来的另一个问题就是钢丝不能有接头,钢丝的焊接接头往往要大于穿丝板的孔径,使钢丝断在孔中,并将穿丝孔堵塞,而且清除断丝非常困难。

(4) 受裁断和接头速度的限制,挤出帘布的生产效率较低。Steelastic 钢丝带束层生产线,最大裁断频率 $34 \text{ 次} \cdot \text{min}^{-1}$,带束层覆胶的最大线速度不到 $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

影响挤出法钢丝帘布生产速度的关键是帘布宽度窄、裁断频率低、接头速度慢等问题,因此改进现有挤出法生产的帘布宽度、裁断和接头是设计新生产线时要解决的重点问题。

2 宽幅帘布挤出法带束层生产线的设计

如果保持目前 Steelastic 钢丝带束层生产线机头形式不变,只简单地加大流道长度,主流道中靠近挤出机一侧的胶料将较多地流向钢丝

帘布;远离挤出机的一侧,由于流动阻力作用,流向钢丝帘布的胶就会越来越少。加大挤出压力虽能使主流道中的胶料流得更远些,但挤出机的挤出压力却不能无限提高,胶料在机头里的滞留时间也必须控制,因此采用简单的传统机头设计很难再增大帘布的覆胶宽度,必须在机头流道中采取相应措施来补充因摩擦引起的胶料流动减弱问题,同时又要保证在钢丝帘布上下两侧的流道里有等压、均匀的胶料流向帘布。为此,我公司设计了一种能够满足上述要求的机头,主要是在流道中采用一种特殊结构的螺杆,螺杆的容积在挤出方向上有变化,可控制胶料均匀地排出并分布到钢丝帘布上。此项设计正在申请国家专利。

为了方便操作和维修,特别是便于加工,把原来 Steelastic 生产线中“穿丝板”上的一排丝孔改造成一条能让钢丝排列后穿过的窄缝,钢丝的整经和加张力由机头前面的整经张力辊控制完成。这样,操作者就可用专用夹具夹住按整经要求排列好的钢丝,引导其通过覆胶机头,再把上下对开的新式“穿丝板”和出型口型装入机头,即可完成钢丝穿过机头的工作。这一操作过程前后只需 $10 \sim 20 \text{ min}$,而现在使用的 Steelastic 带束层生产线,挤出 200 mm 宽的帘

布时就要穿 120~180 根钢丝;如果帘布幅度增大到 600 mm,换一次钢丝规格要穿约 500 根钢丝。采用新方法的另外一个优点是避免了穿丝板堵塞。

机头前面整经张力辊的作用是,既要对钢丝整经,又要对每根钢丝施以一定的、均匀的张力。为了具备以上功能,将整经张力辊设计成一个整经辊和一个摩擦板组合的形式。整经辊上刻有整经用沟槽,摩擦板位于整经辊下方,摩擦面带有与整经辊弧度一致的弧面,弧面能包容整经辊的 1/3,在摩擦板的出入端各有两个整经板,整经板上面的整经沟槽对出入整经

张力辊的钢丝进行定位。整经辊带有阻尼装置,可调节辊的摩擦阻力,控制钢丝张力。摩擦板下方装有推顶气缸,使摩擦板压向整经辊,调节气缸气压,亦可控制钢丝张力。整经张力辊的前面还要安装粗整经辊等一系列装置,保证整经质量,不会乱丝。经过整经张力辊后的钢丝帘布直接进入“穿丝板”,整经张力辊的位置一定要对正“穿丝板”,以使钢丝准确进入到“穿丝板”中。

在机头后面依次设置帘布牵引、冷却、贮布、裁断、接头和卷取装置。新型钢丝带束层生产线布置如图 2 所示。

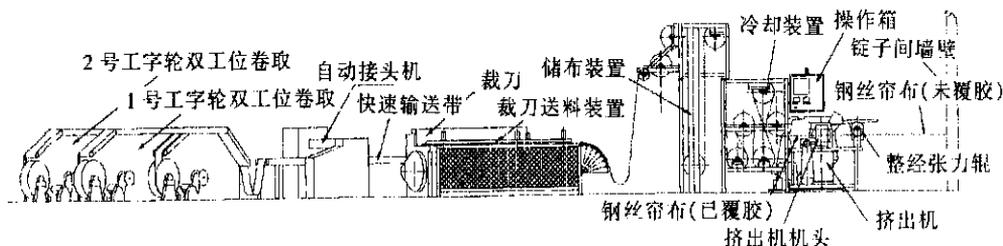


图 2 新型钢丝带束层生产线

裁断和接头是带束层生产线的又一个关键工序,裁断和接头的速度决定着整条生产线的效率。带束层宽度相同时,每刀裁断的钢丝帘布越宽,生产效率就越高。

带束层裁断的特点是:帘布裁断方向和运行方向间有一个较大的角度,要做到裁断断面整齐、钢丝不散股,其难度要大于裁断钢丝胎体帘布。因此采用剪板机裁刀的驱动方式,用两个齿轮带动连杆,驱动裁刀做往复裁断动作。这种方式的优点是:裁断速度快,裁刀冲击力靠飞轮惯性给予,裁刀驱动力大,简单易行。

裁断宽幅带束层帘布的裁刀刃口较长,所需剪切力较大。若用气缸驱动,则需很大直径的气缸才能保证裁断的剪切力,同时,还要求裁刀有一定的剪切速度,因此用气量也大,要配有大的压缩空气管路和控制阀,这样还不如齿轮连杆实用,制造方便。天津市橡塑机械联合有限公司为上海载重轮胎厂制造的 90 胎体帘布裁断接头机,其裁刀驱动方式采用气缸驱动,之所以可行,是因为胎体帘布的裁断频率比带束

层裁断频率低得多,而且裁断宽度也小。Steelastic 生产线中的 200 mm 宽的帘布裁断也是用气缸驱动,正是因为切口短,所需的切断力小。

帘布定长裁断输送装置也必须考虑采用快捷方式。Steelastic 生产线用真空吸附帘布,伺服电机驱动齿型带,带动吸附板做定长输送。虽然这种方式能快速、准确地定位帘布,但不易于宽幅钢丝帘布的输送定位,因为宽幅帘布整个帘布体的质量和面积很大,要求真空的吸附力也大,用气量大,若用大功率真空吸附,就增加制造成本和技术难度,从经济和实用两个角度看,均不合理。因此,宽幅钢丝帘布的定长输送装置采用电磁铁吸附方法(此设计正在申请专利)。电磁铁吸附的优点是吸附力大,技术简单,造价便宜,易于维护。为了进一步缩短裁断、定位、输送工作时间,把吸附板设计在裁刀前部,在裁刀进行裁断动作的同时,吸附板进行抬起、回位、吸附,裁刀裁断结束时,吸附板进行送料和定位,延长裁断和输送定位操作的重复

时间,缩短等待时间。这种设计比 Steelastic 生产线原来的设计要节省时间,Steelastic 生产线的吸附板设计在裁刀的后面,待裁刀抬起后,吸附板穿过裁刀与帘布间的空隙吸附帘布并输送定位。由于裁刀在开启位时,要等待吸附板动作,不能充分利用裁断和输送定位的交叉时间,降低了裁断速度,影响了生产效率。Steelastic 生产线裁断周期大约为 2 s,电磁铁吸附板大约能缩短到 1.5 s 左右。

裁断后的钢丝帘布需对接后才能连接成带束层。帘布自动接头的速度往往低于裁断速度很多。根据测算,带束层对接、定位、压合的过程大约在 3 s 左右,大大低于裁断速度。为了平衡接头与裁断速度,采用了裁断后快速输送,并在输送过程中自动分至两个工位分别进行定位、对接和压合动作。提高接头效率的主要方法仍然是延长工作的重叠时间。如果在同一工位,前后装有两个接头装置,同时接两个头就能进一步提高生产效率。

带束层卷取采用工字轮卷取方法,每个接头装置跟有一对前后排列的卷取工位,两个工位交替使用,换卷和垫布时不停机,可连续作业。

高效带束层生产线的生产能力是 Steelastic 带束层生产线的 3 倍,制造成本比 Steelastic 生产线的售价还低,单条生产线大约能满足年产 300 万套半钢轿车和轻载车子午线轮胎所需的用量(按每天工作 20 h,每年 300 d 工作日,开机率 85%计)。

3 主要指标及设计参数的确定

带束层的精度指标和设备调节范围是根据一般轮胎生产工艺制定的,主要有以下几项:

裁断角度	18°~30°
裁断宽度精度	±1 mm
裁断角度精度	±0.5°
搭接精度	-1~0 根
搭接错位精度	±1 mm
钢丝直径	0.6~0.9 mm

3.1 挤出机主要参数的确定

(1) 覆胶帘布和胶料断面面积的计算

帘布的宽度为 6 dm,出口口的最大厚度为 0.015 dm,每根钢丝的截面积约为 0.000 063 dm²,钢丝总根数为 426 根。

钢丝所占总截面积

$$S = 0.000\ 063 \times 426 = 0.026\ 838(\text{dm}^2)$$

帘布中胶料截面积

$$S = 6 \times 0.015 - 0.026\ 838 = 0.063\ 162(\text{dm}^2)$$

(2) 耗胶体积的计算

帘布最大覆胶速度取决于裁断速度和带束层宽度,以 1.5 s 裁一刀计算,每分钟可裁 40 刀,裁断最大输送距离约为 6.146 5 dm,帘布最大覆胶速度 v 为 245.86 dm·min⁻¹。

耗胶体积

$$V = S \cdot v = 15.529(\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1})$$

(3) 耗胶量的计算

胶料密度 为 1.148 kg·dm⁻³,

耗胶体积

$$V = 60 \times 15.529 = 931.74(\text{dm}^3 \cdot \text{h}^{-1})$$

耗胶质量 $m = V \times 1\ 070(\text{kg} \cdot \text{h}^{-1})$

(4) 挤出机选型

机头内胶料压力应在 13.23 MPa 左右才能保证帘布覆胶的密实和粘合性。选择挤出机型号时必须使其最大挤出能力超过生产最大挤出量 30%左右。

挤出机最大排胶量应为

$$1\ 070 \times 1.3 = 1\ 391(\text{kg} \cdot \text{h}^{-1})$$

根据挤出机最大排胶量选定设备:销钉冷喂料挤出机选择 150 型,其最大排胶量为 1 200~1 600 kg·h⁻¹;MCTD 传递式冷喂料挤出机选择 120 型,它的最大排胶量为 1 800 kg·h⁻¹。

3.2 裁刀长度的选择

带束层最小裁断角度为 18°,帘布宽度为 600 mm,裁断长度 $L = 600/\sin 18^\circ = 1\ 941$ (mm),裁刀刃口长度至少为 2 000 mm。

3.3 帘布送料装置时间参数的确定

裁刀最大裁断频率 f 为 40 次·min⁻¹,裁刀运动最小周期 $1/f$ 为 1.5 s,帘布送料最大距离 d 为 0.614 65 m。

帘布吸盘动作过程为:吸板放、吸起、吸板抬^{0.4 s}送料、定位^{0.35 s}吸板放、放布、吸板起

0.4 s 回位 $\frac{0.35\text{ s}}$ 完成。

回位与送料、定位时间为 0.4 s ,以送料最大距离 d 为 $0.614\ 65\text{ m}$ 计算,送料平均速度

$$v = d / t = 1.536\ 625(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$$

最小加速度

$$a = 2(d/2) / t^2 = 15.366\ 25(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$$

3.4 电磁铁吸引力的估算

(1) 胶料质量

$$m_1 = SL = 0.063\ 162 \times 10 \times 1.148 = 0.725(\text{kg})$$

式中 L ——胶料长度, dm。

(2) 钢丝帘布质量

$$m_2 = S l = 0.026\ 838 \times 10 \times 7.8 = 2.12(\text{kg})$$

式中 l ——钢丝帘布长度, dm;

——钢丝帘布密度, $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。

(3) 覆胶帘布质量

$$m = m_1 + m_2 = 2.845(\text{kg})$$

吸附板吸附抬起 1 m 长的帘布,要拖动 4

m 长的帘布运行。

(4) 最小吸附力

$$F = 4am + mg = 202.749(\text{N})$$

4 结语

此新型钢丝带束层生产线设计的指导思想就是要在保证质量的前提下,尽可能地减少设备投资和提高生产效率,降低能源消耗,尽量做到操作简单,维修方便,减少工序间作业,降低生产费用。

这种新型钢丝带束层生产线与压延、裁断接头工艺相比,省去了压延卷取和裁断导开装置及压延供胶设备。同时,节省了压延卷取垫布,生产能耗也大幅度降低。这种带束层生产线只要稍加改进,就能制成全钢载重子午线轮胎用的钢丝胎体帘布生产线。

第11届全国轮胎技术研讨会论文

Modification of steel cord extruder line

SHI Da-qian, GUAN Jiang-min

(Beijing Shouchuang Tire Co. Ltd., Beijing 100096, China)

Abstract: A new wide steel belt production line has been designed by modifying Steelastic steel cord extruder line. The main modifications include screw configuration, narrow filament passing gap, warping tension roll, cutting knife driving way, electric-magnetic cut-to-length and conveying way, double station splicer and so on.

Key words: steel cord; belt; extrusion; radial tire

免充气内胎

中图分类号: TQ336.1⁺2 文献标识码: D

由张宽申请的专利(专利号 99214416, 公布日期 2000-08-16)“一种免充气内胎”具有免充气的功能,可充分填充钢圈轮与外胎之间的空间,具有良好的减震效果和较低的成本及较长的使用寿命。该内胎的横截面呈椭圆形,在内胎上部设置减震槽,减震槽上端设有开口,下端的内胎内设有龙骨管。本专利产品适用于各种车辆。

轮胎低压防爆报警器

中图分类号: U463.23⁺4.92 文献标识码: D

由袁杰兵申请的专利(专利号 99212622, 公布日期 2000-04-12)“轮胎低压防爆报警器”包括带导气管的气压报警开关,导气管连通气门嘴,气门嘴装配在下端带内凸台的管状基座内,基座下部与气门嘴下端面之间设置密封圈,基座上部配置经螺纹连接的压紧螺母,气门嘴上部设置气门芯和气门嘴帽。本实用新型配置方便,报警准确及时,适用范围广泛。