

单辊筒口型挤出及其应用研究

于 健

(青岛化工学院 宜利达工业公司, 山东 青岛 266042)

摘要: 介绍了大长度、固定截面橡胶制品成型新方法——单辊筒口型挤出的工作原理和工艺特点。采用单辊筒口型挤出设备和特殊口型可以实现低压力、大宽度、复杂截面形状橡胶制品的高效率连续生产。另外, 还就其实际应用情况进行了一些设想和分析。

关键词: 单辊筒机头; 橡胶挤出机; 连续生产

中图分类号: TQ330. 4⁺4; TQ330. 4⁺6 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2002)02-0097-04

目前, 生产较大长度、固定截面橡胶制品较为流行的设备有冷、热喂料挤出机和双辊及多辊筒压延机。但当制品要求成型前后保持较小成型压力、较小的膨胀率及较低的温度, 或制品的截面形状差异较大, 如具有锐边、截面上有不对称凹陷或截面厚薄变化较大时, 这些设备就很难胜任。虽然采用其它橡胶制品成型方式, 如硫化机、注射机或硫化罐也能完成一些几何形状和尺寸精度要求较高的制品, 但这些成型方式的生产能力和所能生产的制品尺寸都有限。

近年来, 加拿大 RMS 公司研制成功的单辊筒口型挤出生产工艺很好地解决上述问题。根据这种生产工艺的原理, 结合我国实际生产现状, 我公司进行了一些研究并设想了一些生产应用情况, 现介绍如下。

1 单辊筒口型挤出

1.1 主要结构

单辊筒口型挤出设备基本结构如图 1 所示。挤出机采用冷、热喂料挤出机均可, 其规格根据制品的需胶量而定。

挤出机头呈扁平状, 与常见的轮胎胎面挤出机头十分相似, 但此处所用的口型和口型板却很独特。

单辊筒是该设备的主要工作部分。通过与机

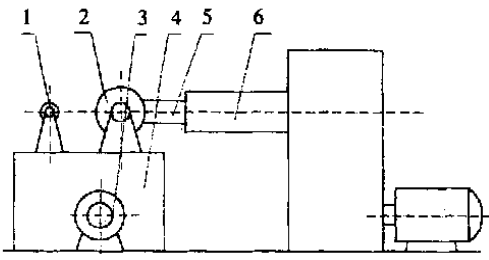


图 1 单辊筒口型挤出设备

1—托辊; 2—单辊筒; 3—电动机; 4—机架;
5—机头和口型 6—挤出机

头、口型和口型板组合, 选择合理的转速、工作温度和口型板形状, 可生产出多种尺寸精确、形状特殊的制品。辊筒转速由无级变速器控制, 辊温由温控装置控制。

锁紧装置由气液增压器和连杆等部件组成。锁紧装置要便于口型板的安装、拆卸和更换。工作中用于压紧口型板, 使其在工作中不产生丝毫的变形和位移, 从而确保制品成型尺寸准确。锁紧装置的主要驱动力由压缩空气通过气液增压器转换产生。

托辊装置用来托住已成型好的半成品, 使其不致产生拉伸变形, 并将半成品向下一工序输送。托辊上方可设置一组切刀, 将托辊作为砧辊, 十分方便地将半成品裁成胶条或胶块。

机架由型钢和钢板等材料组焊而成。其上部主要用来放置单辊筒、托辊装置、锁紧装置和切割装置等部件, 下部用于放置电动机、减速器、电器控制元件和气动元件等部件。

作者简介: 于健(1956-), 男 山东青岛人, 青岛化工学院宜利达工业公司工程师, 主要从事橡胶机械的开发设计和制造工作。

1.2 工作原理

该设备的主要工作原理如图2所示。

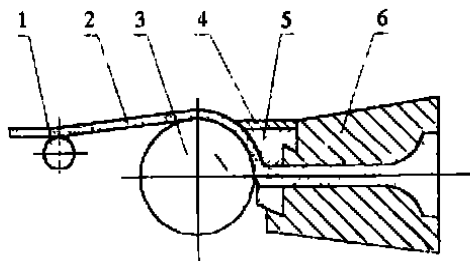


图2 单辊筒工作原理示意

1—托辊；2—制品；3—辊筒；4—口型板；

5—口型 6—机头

混炼好的胶料经挤出机螺杆剪切塑化后推送至挤出机头。机头内型腔流道的形状是从机头入口处的圆柱状向机头出口处的扁平状过渡变化的。在型腔入口处有一较大的“凸腭”部分，此凸腭对螺杆推送来的胶料起到阻碍和分流的作用，有利于型腔内胶料从圆柱状快速向扁平状转化，有利于促进同一截面胶料流动速度的均匀和稳定，更有利于保证进入口型的胶料质地均匀、形状稳定。

口型由预成型口型和口型板组成。预成型口型分上、下两块，用内六角螺钉连接。口型的一端加工有两条半燕尾槽，靠两条半燕尾槽连接在机头的前端，其扁平状的胶料流道恰好与机头型腔流道出口对正；口型另一端的上半块前端面开有一条与水平面呈一定夹角的楔形流道槽以便于胶料流动。口型板是最终决定挤出制品断面形状的关键部件。口型板的形状和尺寸基本上就是挤出制品的形状和尺寸，相对于一般挤出制品来说，其尺寸修正量很小。口型板安装在预成型口型的上面，由锁紧装置将口型板和预成型口型一起锁紧在机头上。

单辊筒是一个组合件，其两端安装在可以调节的轴承座中，并整体放置在机架上。可以调节单辊筒与口型及口型板之间的距离以形成一个圆弧形出胶流道。此距离的大小依据挤出制品的厚度要求来确定。单辊筒还对挤出制品的形状和尺寸起着定型的作用，带有温度控制装置的单辊筒依靠旋转和摩擦力将制品从口型处均衡地“拖拽”出来并匀速地向托辊方向输送。

1.3 单辊筒挤出工艺的特点

(1) 低压力挤出

当挤出机头内稳定流动的胶料被推进预成型口型段时，胶料内部的挤压应力就会得到一些缓解。当胶料继续被推进口型楔形流道、口型板和单辊筒共同组成的圆弧形出胶流道处时，在单辊筒不断旋转的作用下，胶料中的挤压应力得到充分的释放，形成低挤出应力胶料。这是因为：①圆弧形出胶流道下部与大气相通，此处胶料相对压力趋近于“零”（等于大气压力）；②单辊筒依靠其旋转和摩擦不断将挤出的胶料“拖拽”出来（还有来自螺杆的推力）。这两种因素的共同存在和相互作用产生了低压力挤出的效果。这也就意味着单辊筒挤出橡胶制品的变形量小、形状尺寸稳定，而不像通常的挤出机挤出那样，机头内胶料压力大，从口型挤出的制品膨胀率大、尺寸变化大、难以准确掌握。

(2) 制品形状

当胶料被推进到口型楔形流道、口型板和单辊筒共同组成的圆弧形出胶流道处时，随着单辊筒不断的旋转，胶料的一面贴在光滑的辊筒壁上随着单辊筒一起运动，另一面被口型板阻碍着，按照口型板上的曲线形状（口型形状）被“挤出”，从而形成一面光整、另一面具有一定形状的橡胶制品。这就是单辊筒机头易于生产一面光整、另一面或三面具有一定形状的橡胶制品的原因。

(3) 应用范围

该设备适合于采用扁平状机头生产片状制品，因此机头可以设计得宽一些，相对应的口型、口型板也可随之加宽。另外，单辊筒挤出制品密实、无气泡、膨胀率小、形状尺寸准确、尺寸变化小，这就提高了生产的灵活性和方便性。可以很容易地采用同一设备、同一机头和口型，挤出胶料相同但截面形状不同的多种橡胶制品，充分发挥挤出机的生产能力、提高工作效率。而对设备来说，既不会出现过载运行，也不会影响使用寿命。这对通常使用的压制片状制品的机头（如胎面机头和L型机头等）挤出生产工艺来说是很难做到的。因为普通挤出机头挤出制品时的压力高、温度高、膨胀率大，制品尺寸较难控制，而单辊筒机头具有低温度、低压力挤出的特点。

1.4 与常用压型方法的对比

目前常用的片状橡胶制品生产工艺主要有压延法、挤出法和挤出压延组合法。当制品截面厚度变化较大或尺寸精确度要求较高且制品密实无气泡和粘合性好时, 这些方法都难以做到, 而单辊筒口型挤出则可以较好地完成这一工作。

压延法生产时, 胶料通过辊隙被压制成型。在此过程中, 胶料成型时间短、压力低, 因此制品的膨胀率小、形状尺寸精确, 粘合性能也较好, 但这种方法难以制得截面厚度较大或截面厚度变化较大的制品(因为极易产生气泡)以及侧面有凸凹形状的制品。另外, 制造压型辊的成本高、成型制品的适用范围小, 更换制品规格时耗资大、停机时间长, 若非很大批量的生产不宜采用此法。

挤出法通过更换机头和口型来成型不同的制品。胶料在螺杆的强烈剪切和塑化作用下产生较高的温度并形成粘流态。胶料被螺杆推送至机头口型处快速堆积并产生很高的挤出压力, 胶料在这样的高温高压下被挤压出来。要改变挤出制品形状时, 只需更换口型即可。与压延成型法相比, 挤出法具有生产制品形状变化范围大, 更换口型方便, 且成本低、时间短, 能生产形状复杂的制品等优点。缺点是挤出的制品膨胀率大、尺寸精度难控制, 生产较薄或截面厚度差别较大的制品有困难。

单辊筒口型挤出法集合了压延法和挤出法的优点, 形成了一套独特、实用的挤出生产工艺。首先, 采用具有扁平状内腔的挤出机机头确保了在机头型腔内的胶料在同一截面上做等速流动, 使胶料的高挤压应力得到缓解、释放, 聚合物相互间的结合力趋于稳定, 弹性变形减小, 致密度更加均匀, 为制品料质的密实均匀和尺寸稳定奠定了基础。其次, 由单辊筒、口型、口型板组成的圆弧形出胶流道的下部与大气相通, 具有低挤出压力的特点。第三, 采用动静结合的成型工艺, 使通过口型等速流出的胶料贴在辊筒上随之转动, 使口型处的瞬间成型出胶速度相等, 有效地降低了胶料通过口型板处的膨胀率, 既保证了成型制品的尺寸精度, 又保持了成型制品均匀的致密度, 降低了胶料内部的挤压应力。另外, 单辊筒挤出还能够更好地控制胶料的挤出温度。

2 单辊筒口型挤出的应用研究

2.1 单辊筒口型单机挤出

图3所示为单辊筒口型单机生产子午线轮胎钢丝圈三角胶示意。

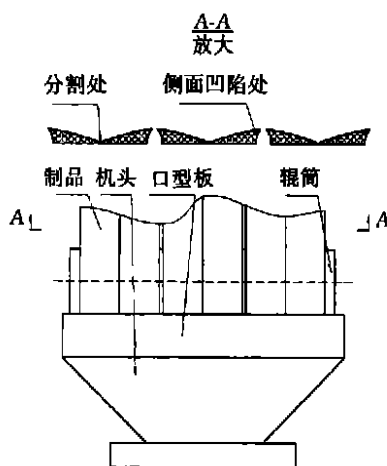


图3 三角胶生产示意

由图3可见, 采用这种方法可以很容易地同时生产出多条质量好、尺寸精度高的制品, 尤其是制品侧面的凹陷形状能准确地挤出, 而且不会因挤出膨胀而变形。

多条制品同时挤出时, 口型板出型曲线的加工是很关键的。出型曲线处的尺寸精度直接决定着制品的尺寸准确性, 也关系着制品用胶量的多少和生产成本。由于该挤出法为低温、低压力挤出, 制品出型时的膨胀率很小, 因此口型板的出型曲线在设计、加工制造时基本上与制品的尺寸一致, 只有少数制品需要修正和调节尺寸。具体何种制品需要修正调节, 要通过实际经验来确定。一般地, 制品在同一截面上尺寸由小突然变大的部分需修正调节的可能性较大。这些情况在设计 and 加工口型板出型曲线时是很重要的。

2.2 单辊筒口型双机挤出

(1) 应用设想

单辊筒口型机头便于同时成型多条或幅面较宽的片状制品, 配用单台中、小型挤出机生产较大规格片状制品时, 往往会出现供胶能力不足的现象。若配用供胶能力合适的大型挤出机, 则会导致设备投资过大, 致使产品前期投入大、生产成本低, 而且还可能涉及工艺实现的问题, 此时可考虑使用单辊筒口型双机挤出。

以生产幅面 L 为 2~3 m, 厚度 H 为 2~5 mm 的胶片为例。设定胶片的挤出线速度 v 为 $0.5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, 胶料的密度 ρ 为 $2.5 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$, 则出胶量 Q 为:

$$Q = vLH\rho = 1\,125 (\text{kg} \cdot \text{h}^{-1})$$

这表明, 要生产此规格制品, 需要配备生产能力为 $1\,125 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 的挤出设备。如果采用单台大规格的设备(如 $\Phi 200 \text{ mm}$ 热喂料挤出机), 虽然生产能力可满足供胶量的要求, 但是很难满足生产工艺的要求。因为胶料要从直径 200 mm 的圆形截面变为 $5 \text{ mm} \times 2\,000 \text{ mm}$ 的矩形截面, 这样的挤出机头轴向过渡变化段势必会太长, 对胶料的挤出生产工艺来说十分困难。随之而来的问题是机头内腔存胶过多、胶料温度难以控制, 致使机头内胶料的流动性不好、易堵塞、自硫, 从而造成出胶不畅, 甚至设备损坏。

使用两台 $\Phi 120 \text{ mm}$ 的热喂料挤出机(单台生产能力为 $200 \sim 600 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$), 同样可以满足出胶量的要求。更为重要的是, 两台挤出机共用一个机头生产幅面较宽的片状制品时, 不但能使挤出机头的轴向过渡变化段长度大大减小, 而且还能使胶料在机头内腔的流动状况适合挤出生产, 完全满足制品的生产工艺和质量要求。

(2)应用可行性

在生产幅面较宽的片状制品时, 两台挤出机共用一个单辊筒机头, 挤出机与机头相连接的模式是呈“Π”形的。即两台挤出机平行放置, 胶料同向挤出, 如图 4 所示。

俯视该机头内胶料流动的型腔部分是两个交汇的梯形, 梯形的窄端就是机头与挤出机的连接端, 即机头胶料入口处。两梯形交汇部分的区域决定着两台挤出机挤出的胶料在机头出口处相互融合的程度, 同时也直接影响两台挤出机对胶料的挤出速度。调节两台挤出机的挤出速度, 使机头型腔内流动着的两股胶料在同一截面处流速相等。当胶料流动到交汇处时, 就能很好地相互融合成一体, 共同向机头口型处流动。再通过辊筒与口型之间的一系列作用力就能生产出理想的制品。

虽然该机头比其它类型的机头要大得多, 但加工制造和生产应用却并不复杂。制造时, 上、下

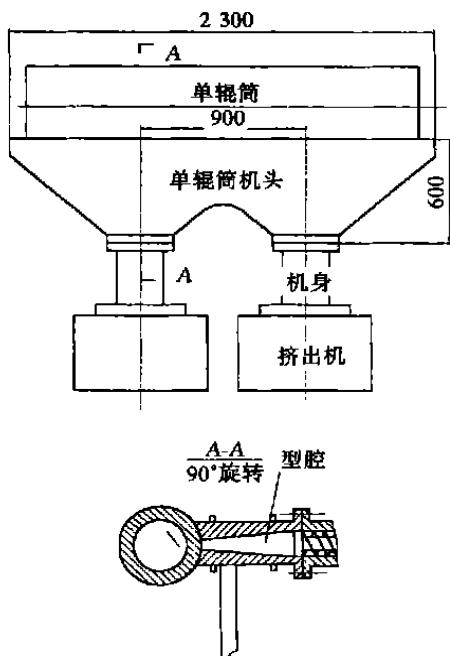


图 4 双机共挤模式

两半机头选用可焊性和耐磨性好的碳钢材料, 采用通常机械加工方式成型即可。型腔流道最好采用组装模块与机头内腔相组合。组装模块可设计成多种样式, 针对不同的制品, 选用相应的组装模块。上、下两半机头均应各自加工出加热、冷却通道, 以满足制品成型生产的工艺要求。其次, 在正常生产应用时, 机头下部应加设支撑架将机头托住, 以免机头下垂影响制品的正常生产。由温控装置控制机头型腔内的胶料温度, 能使胶料具有良好的塑性和稳定性, 保证成型制品的质量。

尽管该模式机头的进胶和出胶方式与通常的机头不同, 成型制品的工艺原理也不同, 但是根据单辊筒挤出机的挤出原理, 再结合上述的胶料挤出原理分析, 采用单辊筒双挤出机实现胶料的挤出是可行的。只要能将两挤出机的挤出速度调节合适, 两型腔的交汇区域选择恰当, 挤出多种制品或大幅面制品也是可行的。

3 结语

随着设备应用技术的进一步发展, 单辊筒挤出方式将会在橡胶挤出生产线中发挥出巨大的作用。另外, 它还可以与鼓式硫化机或其它硫化装置联动应用。