

异型橡胶制品的挤出和连续硫化

Capelle G 著 瞿光明摘译

中图分类号: TQ330.4⁺4 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2000)04-0225-05

异型橡胶制品绝大部分是在汽车工业上固定和可动体之间,例如门、窗和行李箱等作密封件,类似的功能也用于一般工业部门及建筑工业中作门窗密封用。传统的生产过程分3个阶段。混炼胶在成型为所需要的异型件之前,首先在挤出机内经塑化并且在挤出机口型内校正成型。随后半成品在分批(非连续)硫化罐内进行硫化。然后是第3阶段,即把异型件卷绕成卷或切成最终长度。

在现代化生产线上,所有3个过程合并成一。连续不断的硫化作业线在紧接挤出机之后的位置,以起主导地位的超高频/热空气工作原理或盐浴加热系统工作进行,随后是冷却装置、定长裁断机和卷取机。利用同样的基本原理,中空多部件且具有复杂唇封的异型制品,有时包括断面是硬或软性海绵橡胶或嵌夹钢件或有钢丝骨架的异型件均可在当前设备上制成。产品范围从单位长度质量为 $10 \sim 20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$ 的小型异型制品扩展到单位长度质量达 $30 \sim 35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$ 的大截面制品,例如码头用的护舷等。生产线速度取决于异型件断面大小和混炼胶的硫化特性,一般在 $1 \sim 40 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 范围内。已发现生产速度的限制在最终的产品输送方面较多,而在加工设备方面较少。正常生产线速度及典型异型制品的生产如表1所示。

1 排气挤出机的最新发展

在最近20年里,排气挤出机这项技术的发展没有出现什么特别突出的特色。对这类机器的标准要求,例如对挤出胶的最高可能程度的塑化、无波动挤出以及混炼胶湿汽和增塑剂挥发气排出等,现今已有的多数挤出机都能做

到,可是生产率都比较低。

另外,这些挤出机都受一个同样的缺点的困扰:在口型回压波动情况下排气性能波动(造成产品断面波动)。这是由于在机筒排气区段螺杆物料填充程度变化而引起的挤出胶自由面变化,它直接与排气过程有关。

为克服此缺点,迄今为止已做了许多尝试,例如另外换用低性能螺杆、正常标定螺杆和高强度螺杆等,变动需要附加费用,并且为获得均衡一致的产品质量不得不作重复投资。

在针对建筑工业以及一般工业领域加强大截面异型制品生产的背景下,直到现在挤出机的达产能力始终没有获得第一优先权,但目前其重要性正在增长。

也就是说,不必更换螺杆而能满足不同生产要求的高性能抽真空挤出机和具有断面足够大处理室的硫化系统的开发是非常必要的。尽管以前传统的异型制品生产线生产能力能达到 $100 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,最大为 $400 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,而现生产线生产能力都要求达到 $1500 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

这意味着排气挤出机的螺杆直径比以往任何时候的更大。现在使用的螺杆直径是150和200 mm,而以前最大直径曾经为60,90和120 mm。随同这些大螺杆的出现,研究开发成功了保证抽真空区域挤出胶自由面最大的可调断面技术设备。

为了能用于这种特殊的异型件生产,在1993年推出了PinConvert(销钉转换)挤出机,此后,又进一步研究开发成功特别适合于挤出应用的机筒排气技术。

正如从图1中可看到的,该机器转换加工段中的液压或机械操作节流阀栓可以在生产中

表 1 典型异型制品及其正常生产速度

异型件	制品	橡胶	微波功率/kW	生产速度/(m·min ⁻¹)	单位长度质量/(kg·m ⁻¹)
	硬海绵	EPDM	2×6	25~30	0.1
	硬海绵钢增强件	EPDM	2×6	10~25	0.25
	硬海绵钢增强件	EPDM	2×6	15~20	0.35
	硬海绵	EPDM	4×6	12	0.45
	硬海绵钢增强件	SBR	2×6	15	0.2
	硬海绵	SBR	2×6	20	0.2
	硬海绵	SBR	4×6	2.0~2.5	4.65
	硬海绵	SBR	72×1.2	1.5~1.8	9.5
	硬海绵	SBR	20×1.2	0.3~0.5	30

连续进行调整。因此，该挤出机排气圆顶之前的喂料区段的螺杆每转物流进出量可以得到控制。另一方面，该挤出机计量段螺杆每转物流进出量则仅仅与混炼胶的塑性值(粘度)和口型回压有关。用这种方式，这类挤出机在喂料段、加工段与计量段性能之间可轻易获得平衡。排气段的物料填充程度可以预设，而且用这种方式可以避免传统机器中挤出胶离开排气圆顶时发生的众所周知的问题，并且排气效果可以预先确定。

第 1 台这种机器自从 1996 年起已投入运行。

2 齿轮泵作辅助设备

齿轮泵在热塑性材料挤出中使用已是公认的惯例。所有已知泵类转子均采用普通轴承，用热塑性材料自身作润滑介质，并允许一定程度的熔融体泄漏。硫化型混炼胶可否用此种齿轮泵则令人怀疑。首先因为混炼胶在塑化状态时表现更多的是粘性，与热塑性材料相比，粘度约大 10 倍，结果是可流动性小；第二是由于橡

胶在轴承内经历了高切变，混炼胶易于因过热而开始硫化。齿轮泵置于挤出机之后的好处是众所周知的，主要表现在以下几个方面：

- 胶料静压升高要求的挤出胶单位能量输入小，热负荷低，输送效率高；
- 齿腔间的填充最佳，递送性能恒定，挤出机挤出量无波动而且提高异型件尺寸公差精度。

对此作一定量说明，齿轮几何形状设计最佳的齿轮泵的单位能量输入，包括胶料升压仅为相同产量挤出机的 25%~30%，因此这一加工阶段温升还不到它的 1/3。

因挤出机挤出量波动而引起的异型件公差波动可降低 3/4~9/10 倍。换句话说，出胶量变化越大，降低的效果越大，因为在挤出机压力之下压入齿轮泵齿腔的挤出胶，不管为何种目的或达到何种程度，它总是不可压缩的。为了消除市售齿轮泵的这一固有问题，现已研究开发成功以滚柱轴承替代通常普通金属轴承为特色的齿轮泵。新设计中还包括如下细节：

- 两个转子都安排有双螺旋齿，以使轴承

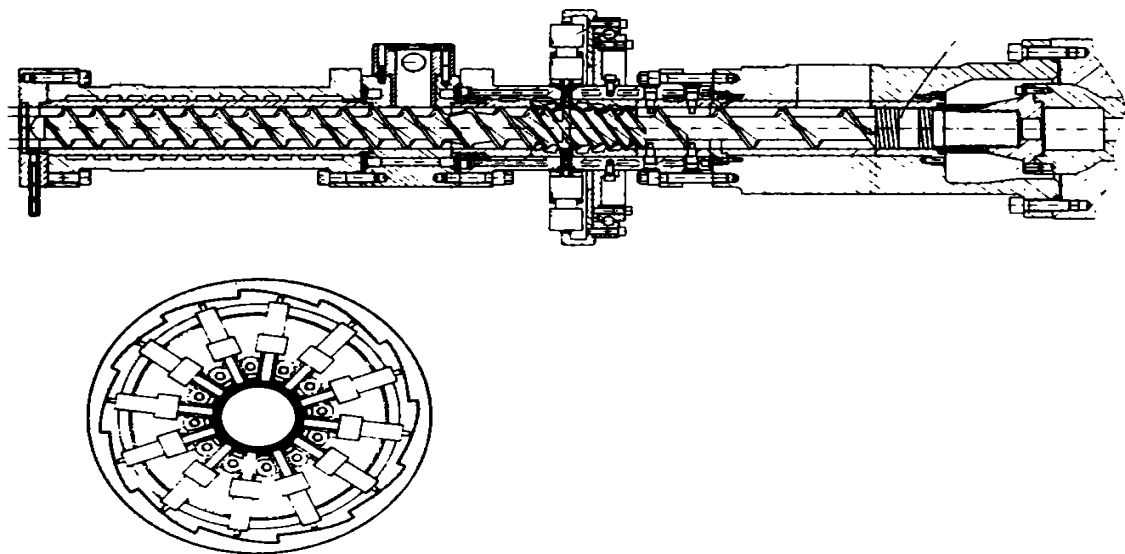


图1 销钉转换挤出机简图

无轴向负荷而只有径向负荷;

- 依靠回压压送丝杠段以及允许齿轮泵后丝杠段和滚柱轴承之间的泄漏自由排出的方法保护轴承;

- 转子轴直径和转子直径本身几乎一样, 以致转子侧边和机筒之间没有径向间隙;

- 转子以及机筒安装有旋转接头以控制温度。

齿轮泵主机筒, 包括所有的轴承箱都在中心剖分, 使整个装置检修保养非常方便。VacGE 90 SC×16D 挤出机(PinConvert 型)配备了按上述设计制造的齿轮泵。该机器的配置是按异型件挤出生产量为 $400 \sim 600 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 来设计。此外齿轮泵是按输入和输出法兰之间增大原料静压力 25 MPa 来设计。一般来说, 挤出机以 1.5~3.0 MPa 的压力向齿轮泵递送挤出胶能完全充满齿腔, 该压力由挤出机螺杆速度设定。这样使挤出机完全独立工作, 而不涉及口型回压(异型件断面), 使它始终处于恒定的加工条件之下。另外, 还可保证单位能耗低的工艺优势, 降低了混炼胶的热负荷, 尺寸稳定性高, 并且挤出胶排气达到最佳。

为确保异型件尺寸稳定性, 图2~6所突出指明的是所设计的齿轮泵转子转速与其产量、转子转速与挤出胶温升、挤出胶温升与恒定产

量下出入口之压力差(口型压力)、齿轮泵单位能耗与压差及挤出机到齿轮泵胶料压力变化与挤出高粘度 EPDM 混炼胶出口剩余变化等函数关系。

3 微波硫化生产线

正如通常所熟知的那样, 混炼胶在加热和加压条件下使半成品从塑性可变状态转换到弹性体的硫化中, 所经历的是一不可逆转的化学过程。在传统的硫化过程中, 不论是分批还是连续, 输入产品的能量均要通过传导。而另一方面, 微波系统却以高频磁能原理工作, 通过产品内部分子之间的摩擦生热。因此微波硫化过程是随着磁能进入产品整个断面而同时进行

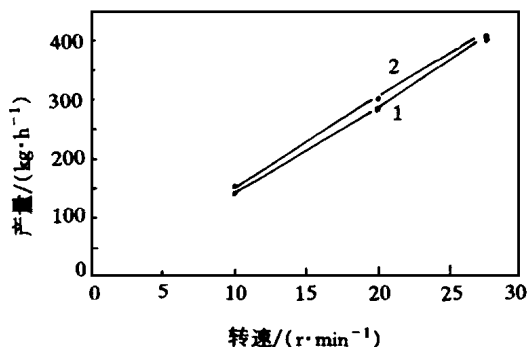


图2 产量与转速的关系

1—NR; 2—EPDM

的,故特别适合体积大的异型制品的加热。所有其它方法会发生的产品边部或表面过硫或其核心欠硫的危险,在此都可以消除。

微波硫化设备有 2 种基本类型:一是中空通道系统,在这种系统中,磁能以所谓的驻波形

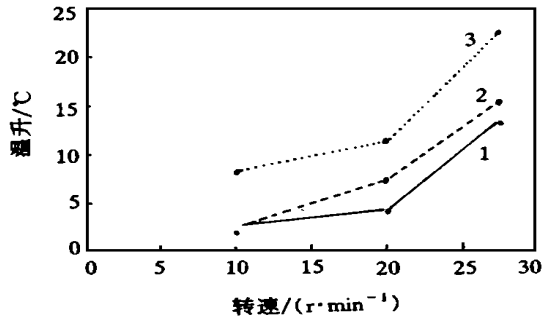


图 3 挤出 NR 时温升与转速的关系
1—4 MPa; 2—10 MPa; 3—20 MPa

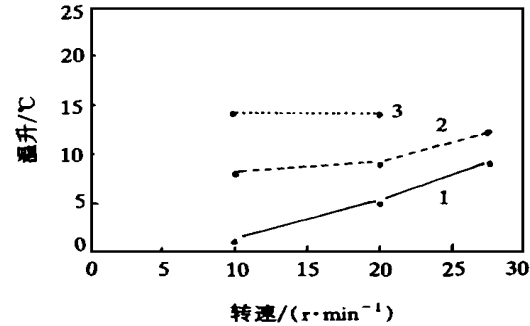


图 4 挤出 EPDM 时温升与转速的关系
注同图 3

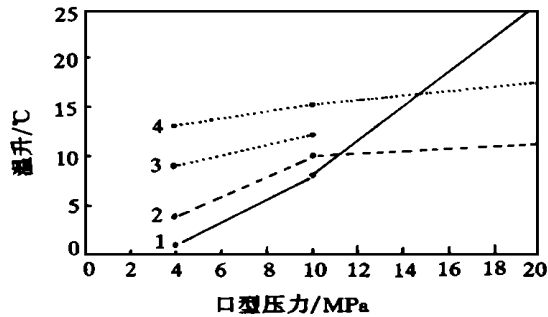


图 5 温升与口型压力的关系
1—10 r·min⁻¹(EPDM); 2—22 r·min⁻¹(NR); 3—
28 r·min⁻¹(NR); 4—28.5 r·min⁻¹(EPDM)

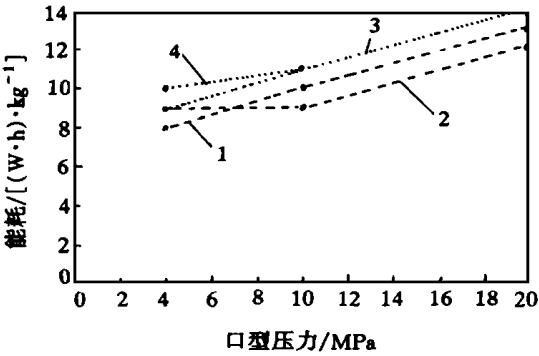


图 6 单位能耗与口型压力的关系
1—22 r·min⁻¹(NR); 2—22 r·min⁻¹(EPDM); 3—
28.5 r·min⁻¹(NR); 4—28.5 r·min⁻¹(EPDM)

式存在,最大能量集中在能量输入处附近;二是共振室系统,在这种系统中形成分布的磁场,不存在局部最大和最低能量点。近些年来,中空通道系统的重要性正在减弱,这多半是因为加工室受最大断面(50 mm×50 mm)的限制的物理原因,它严重地限制了可以加工的产品的范围,因为其最大能量集中引起产品过热问题。后者对有钢嵌片产品特别重要。比较起来,共振室系统更普遍适用。这是因为,一方面,在现代的系统上共振室的宽度可以为 100~700 mm,而高达 200 mm;另一方面,因为可以一个接一个地联结许多个共振室,故可逐步向异型制品输入能量,因而也允许对硫化过程进行明确无误的控制。

微波系统一般使用 6 kW 磁电管,它可以调节能量输出量,特别是近来,加工室更宽,还采用了所谓的 1.2 kW 技术。能量输出量的调节是通过这些低费用磁电管开启和关闭切换改变时间长短来进行的,例如,在 2 s 的一个周期中开启 0.2 s,关闭 1.8 s 可获得名义功率额定值的 20%。另外,在 1.2 kW 系统内,磁电管安排在工作方向的对角位上,使能量分布最优。

共振室本身按波长一半的等间距向工作方向倾斜定位,可以进一步提高能量分布均匀性。因为无压硫化不仅依靠交联过程的反应温度,而且依赖加工时间,故装置的微波区段后面跟着使用红外能或者瓦斯作它们热源的被称为加

热室的加热区段。硫化温度通常为 $160 \sim 200$ $^{\circ}\text{C}$ 。对于混炼胶来说, 硫化时间通常为 $1.5 \sim 2.5$ min。因此, 超高频装机功率和加热室总长度按所需要的生产速度和异型件每米质量确定。微波系统共振室功率一般为 $6 \sim 24$ kW。不过, 在加工大体积建筑型件的特殊场合, 总装机功率达 85 kW。依据加热室宽度, 配备 $2.5 \sim 5$ $\text{kW} \cdot \text{m}^{-1}$ 加热功率。通常加热室长度为 $9, 12, 18$ 和 24 m, 常常好几个加热室排成一直线, 以达到所需硫化时间。为了限制装置总长度, 特别当加工的异型件不是硬型件时, 要使用多路加热室。

4 排放盐有效回收的盐浴硫化生产线

虽然以往盐浴由于环保原因被认为是一种过时的连续硫化方法, 但在最近 10 年里, 它们多少有了一点复兴。这是由于异型件产品的某个物理特性, 比如最佳压缩变形, 一直到目前为止只有过氧化物硫化的混炼胶才可能具备, 而且为了避免不必要的表面反应而只可在无氧气层条件下方能进行等要求所致。随后是超高频和热空气硫化系统, 由于它们本身的自然特性, 都不能用于这类产品的硫化。此外, 更有利环保的盐和硫化之后回收盐的技术已同时开发出来, 故上述缺点现在仅在有限的程度和意义上是如此了。反对这种系统的进一步的异议是盐压力对异型件几何整体性的影响, 而此点也已因机器的改进而大半消除。现代盐浴硫化生产线在入口末端装备了所谓的盐水喷洒系统, 它对表面起预硫化的作用而使异型件断面硬化。仅在经过预硫化后异型件才浸入盐内, 以前半成品在从动钢传动带上, 在整个硫化过程中易于与盐接触, 靠盐的作用工作, 现在改为依靠从

动辊筒装置使它离开一定距离, 当异型件被压到盐下面时, 仅与盐点接触, 从而可使产品自由通过 2 组导辊之间, 保证原始几何形状不变。留在异型件表面上的盐通过洗涤和冷却联合装置洗除, 而带盐的水则流进蒸发器, 在此除水, 回收出大部分盐。现代盐浴生产线带有开敞的加工槽。从盐浴出来后有洗涤小瀑布、蒸发器、冷却装置和带有宽度测量仪的履带式牵引装置。

5 下辅机

下辅机位于硫化系统之后, 有诸如冷却装置、定长裁断机和卷取装置等, 各生产线之间大体上非常相似, 而仅仅因涉及具体异型件产品规范、异型件断面和生产线速度等要求而布置有所不同。衬羊毛绒的异型件, 例如汽车窗槽及门密封异型制品要求在生产线内配置最昂贵的下辅机。有时由于尺寸规格较小, 异型制品并行多股排列, 在多台双联卷取装置上生产。这种生产线上带有每一异型件各自单独的导送系统。

6 结语

由于对大截面异型制品的要求日益提高及经济上的原因, 使得进一步开发连续硫化系统成为必要。这一目标确定了开发带齿轮泵混炼胶用高性能排气挤出机及其硫化装置的发展趋势。这些要求大部分已由 1.2 kW 微波技术所满足, 然而另一方面, 由于某一产品质量方面的要求, 促成了盐浴硫化生产线意外重新出现。

译自 英国“Rubber Technology International’ 98”, P114 ~ 119

衡阳橡胶厂开发成功钙塑瓦楞包装箱

中图分类号: TQ327.8 文献标识码: D

湖南衡阳橡胶厂为改变现有产品落后的局面, 积极拓展新的领域。经过近半年的努力, 开发出钙塑瓦楞包装箱新产品。

该产品主体材料为碳酸钙和塑料。生产过程中的密炼、开炼等工序与橡胶制品相同, 但加

工温度较高。另外, 生产设备新增了瓦楞机及钉箱机等辅助设备。该产品配方中因可大量使用碳酸钙, 故成本低, 利润可观。该产品可替代现有的纸制包装箱, 具有防潮、抗压的特点, 市场前景看好。

(湖南衡阳橡胶厂 朱元利供稿)