

双螺杆挤出机连续生产

Gerd Capelle

(德国贝尔斯托夫公司)

中图分类号:TQ330.4⁺3

文献标识码:B

文章编号:1006-8171(2000)10-0620-04

在日常生产中,绝大多数的橡胶聚合物最大的缺点是它们都呈胶包状,这导致了造粒过程的额外支出,而且在加工不同胶料时,缺乏多数连续混炼系统所需的灵活性。

正是由于原材料费用过高,1975~1980年间聚合物生产商才未能够把新开发的粉末橡胶在橡胶工业中推广开来。

塑料工业中双螺杆挤出机和分批投料技术的发展,为橡胶混炼胶连续生产开启了希望之门。图1所示即为一种带有多个重力计量加料口的连续混炼挤出机。

除可以分批投料以外,这种双螺杆挤出机的螺杆和机筒内壳还采用了积木式设计(见图2),从而使这种挤出机的加工部分能够轻松地适应各种不同的加工任务。

上述双螺杆挤出机完全安装好的加工部分

的三维立体图如图3所示。

现在的橡胶混炼胶几乎完全是用非连续操作的密炼机生产的。这种工艺有许多缺点:分批操作不可避免地导致胶料品质的波动;许多胶料只能通过所谓的两段法混炼进行生产。

为了使橡胶与活性填充剂如炭黑之间产生化学键,胶温通常需要为160~180℃。然而,由于混炼中有交联所需交联剂的加入,为了避免焦烧,根据配方的不同,胶温不能超过110~120℃。

由于密炼机混炼室容积相对较大而冷却表面积相对较小,通常在混炼过程中难以使胶温降低。这个致命的缺点对于挤出系统,尤其是双螺杆挤出系统是不存在的。

相对于机筒内有效冷却表面积而言,螺槽的混炼室容积较小,因此在双螺杆挤出机的工

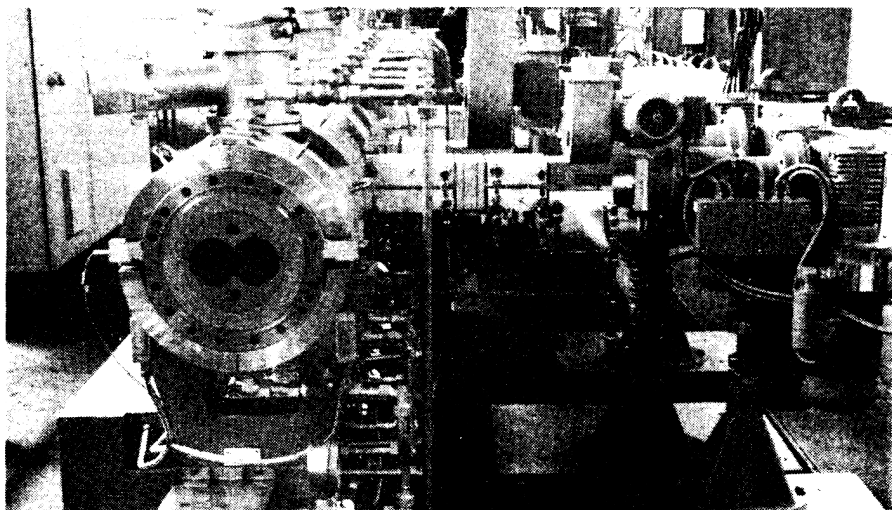


图1 带有多个重力加料口的ZE双螺杆挤出机

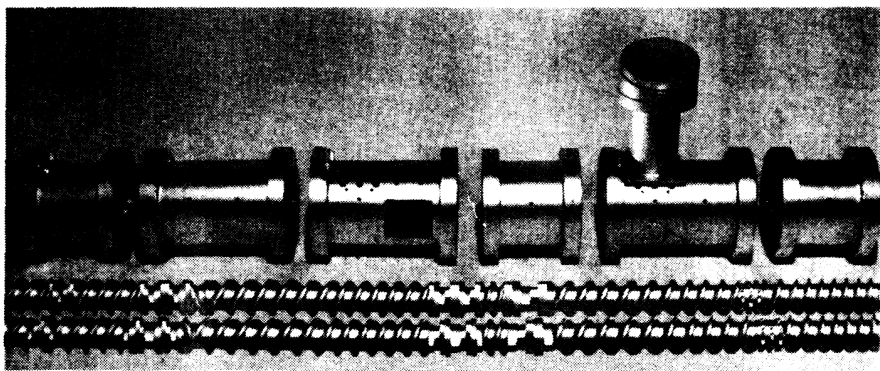


图 2 贝尔斯托夫 ZE 双螺杆挤出机的积木式部件

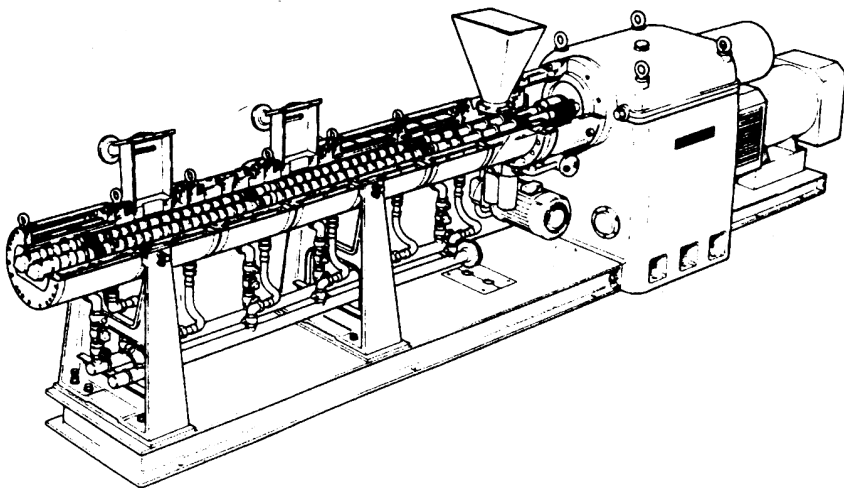


图 3 ZE 双螺杆挤出机的基本设计方案

作部分,从预混阶段到终炼阶段降低混炼胶胶温都是能够实现的。

因为这种工艺是连续的,所以避免了喂料波动。前提条件是要保证喂料口不间断地投入橡胶和配合剂。

1 工艺介绍

到目前为止,橡胶混炼连续生产所使用的双螺杆挤出机螺杆加工部分的长径比通常为 40:1~80:1。

挤出机被分成两个主要的加工区域。在第 1 加工区域制得母胶,这部分的长度大约是螺杆直径的 25 倍;在第 2 加工区域得到终炼胶。第 2 加工区域安装有低温冷却水循环系统,可

保证胶料的冷却效果。

图 4 示出了双螺杆挤出机的基本设计方案。

由图 4 可见,这种机器的加工部分共有 4 个为添加橡胶和配合剂而设的喂料点,挤出机安装有 2 个排气式机筒,第 1 个与大气相连(在挤出方向上才能够看到),第 2 个与一个真空泵相连。

橡胶、氧化锌和部分炭黑通过主喂料口投入挤出机。这 3 种材料在通过螺杆传送部件之后的捏炼段时被充分混合,传送部件可对胶料产生静态压力。在这个混合过程中胶温达到 180 ℃。

在机筒加工区域第 3 部分,当螺槽中的胶

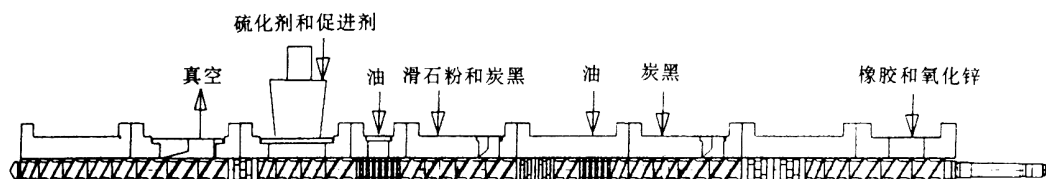


图4 双螺杆挤出机基本设计方案

料被齿状圆盘混合时注入增塑油,增塑油被均匀地分散在胶料中,从而获得胶温的第一次降低。

剩余的炭黑和其它配合剂,如滑石粉,在机筒第4部分加入挤出机。第4部分同样有螺杆传送部件,同样在之后的捏炼段将新加入材料与胶料充分混合。

后面所有的机筒部分都安装有低温冷却水循环系统,使混炼胶进入机筒第7部分时温度能够降低到可以加入硫化剂和促进剂的程度。

一小段捏炼部件用于交联剂的混合。

挤出机剩余的加工部分安装有螺杆传送部件,这段传送部件使胶料获得下面工序挤出工具所需的静压力。

螺杆部件,如传送部件、捏炼部件和齿形圆盘的设计见图5~7。

已经证明,这种双螺杆挤出机的基本设计方案对大量门尼粘度 $[ML(1+4)100\text{ }^{\circ}\text{C}]$ 为50~90的胶料的连续混炼和单段混炼都是适宜的。

结果还表明,这个系统能够和传统的冷喂

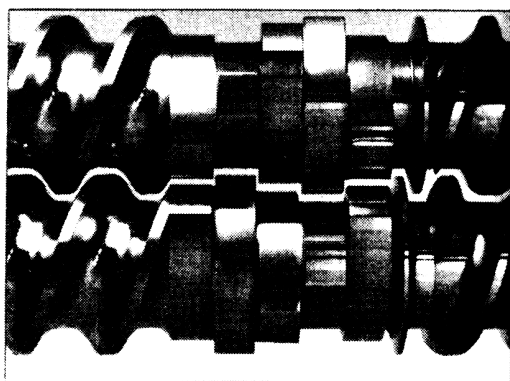


图6 ZE螺杆部件——捏炼部件

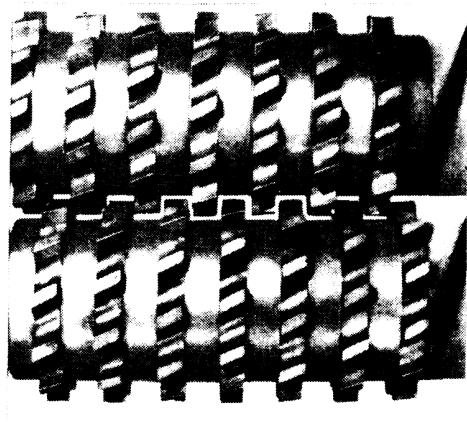


图7 ZE螺杆部件——齿形圆盘

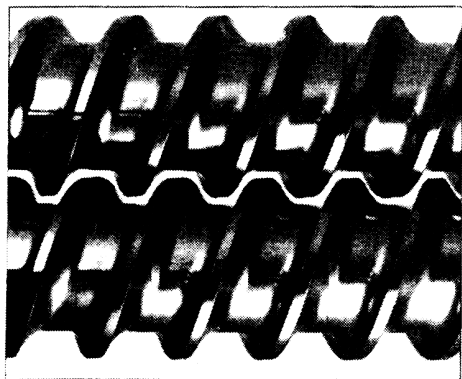


图5 ZE螺杆部件——传送部件

料挤出机联机操作。从双螺杆挤出机挤出的胶条送往冷喂料挤出机进行进一步加工,从而得到筒状和其它各种形状的橡胶挤出物。

2 试验结果

除初步定向试验外,还用 ZE90A $\times$ 40.5D

双螺杆挤出机进行了一系列完整的试验。

取一个门尼粘度为 90 的内胎用 EPDM 胶料进行试验。当螺杆转速为 $100 \sim 110 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 时,连续生产的产量为 $500 \sim 600 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,能量消耗为 $180 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$,胶温 $130 \sim 135 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。当生产品质相近而门尼粘度为 60 的胶料时,产量达到 $700 \sim 800 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,能量消耗为 $120 \sim 140 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

由此得出推论,使用 ZE130A 双螺杆挤出机,产量可以达到 $1\,000 \sim 1\,500 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,而要获得 $2\,000 \sim 2\,500 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 的产量需要使用 ZE180A 挤出机。

对混炼胶的质量评价产生了一些有趣的结果。连续混炼胶料的炭黑分散程度远远高于密炼机混炼的胶料。混炼后立即目测混炼胶表面就已经可以得出这个明显的结论,当然也可以通过胶料超薄切片进行实验室分析得到证明。

由于超薄切片的分析不能保证对炭黑分散度的完全客观的评价,还另外进行了电阻率测定。密炼机生产的混炼胶的电阻率为 $10 \sim 100 \Omega \cdot \text{cm}$,而连续生产的混炼胶的电阻率为 $10\,000 \sim 100\,000 \Omega \cdot \text{cm}$ 。绝对值的差别清楚地表明了炭黑分散度显著提高。

就绝对值而言,连续混炼胶的物理性能数据要比非连续生产得到的混炼胶约高 $20\% \sim 40\%$ 。

此外,已经证明了连续混炼胶料硫化胶样品的物理性能数据的离散度较小。连续混炼胶料的物理性能数据的标准偏差能够降低一个数量级,并且能够和花费相当代价、使用复杂设备的实验室密炼机混炼的胶料所得到的数据相媲美。

与密炼机混炼的胶料相比,双螺杆挤出机混炼胶料中配合剂浓度即使有波动(在挤出机喂料过程中不正确计量引起的),对胶料物理性能的影响也较小或者根本就没有影响。由此可以看出,双螺杆挤出机的混炼强度远远高于密炼机混炼。

3 可行性研究

用非连续混炼法生产单位质量胶料所需的生产费用可以被粗略地分成:原料费用 85%;工资费用 8%;机器折旧 7%,可见生产费用最多可以降低 15%。

鉴于还只是在发展双螺杆挤出机连续混炼生产的初级阶段,目前就报出固定价格好像不合时宜,因此,还应该把重点集中在使用双螺杆挤出机连续混炼降低生产费用的可能性上。

粗略计算证明,设备资金消耗可以降低 $15\% \sim 25\%$,这一计算还没有考虑到密炼机安装时所需的昂贵建设费用。

用连续单段混炼系统取代两段混炼能降低单位胶料制备时的设备和人力消耗,另外,储存、运输和母胶检测费用也省去了。

密炼机批次操作不可避免的启动功率峰在连续混炼工艺中不会发生。而启动功率超过平均功率 100% ,因此连续混炼工艺可使能量消耗大大降低。

假如对某些产品能够实现把混炼和挤出工艺合二为一的话,那么可预期的资金消耗降低率将远远超过前面所提到的 15% 的最大值,因为整个生产线都被省去了。

总而言之,不考虑产品质量的提高(这也构成可行性研究的一部分),通过对连续混炼生产的成功应用会取得相当大的合理性。

4 前景展望

仅仅在西欧,1998 年混炼胶的产量就超过 300 万 t,这些混炼胶用在轮胎和其它橡胶制品生产几乎相同的部分。假如投资安装连续混炼系统替换现有设备成为可能,那么即使在有限程度上,它也将导致设备上的巨大投资。

为了考察连续混炼系统是否适合其它橡胶产品,在不远的将来,还将和轮胎及 V 带生产商一起合作进行一系列的试验。

(闫卫国摘译 涂学忠校)

译自英国“Tire Technology International”,
Sept'99, P60~63