

# 最新一代多头螺纹传递混炼挤出机的理论和应用

Fisher F W, Hohl M W

(A-Z Formen- und Maschinenbau GmbH, German)

中图分类号: TQ330.4<sup>+</sup>4 文献标识码: B 文章编号: 1006-8171(2002)05-0310-03

自 20 世纪初以来,螺杆输送系统(即螺杆挤出机)就被橡胶工业用作对品种繁多的高弹性胶料进行混炼、均化、塑化和定型的一个手段。过去,螺杆和机筒的开发有许多基本上是根据直觉和经验。为了实现更好的性能,设计工作者经常采用来自其它行业的思路,例如,早期的设计线索有时候来自肉食加工等行业。

早期的工艺设计通常采用热喂料机器。胶料先由开炼机塑炼预热后再喂到挤出机里。冷喂料挤出机的开发始于 20 世纪 30 年代,尽管引人注目的成功在第二次世界大战以后才有记录。弹性体理想的混炼、均化和塑化要在众多特意设计并按顺序配置的区段中实现,这些区段的设计思路当时经常是继承于塑料工业。从那时起,设计就变得越来越专门化和专业化。然而,许多橡胶挤出系统现在依然还依赖于各种按顺序配置的区段来实现适当的性能。

## 1 MCTD 的操作原理

一个能独立完成而不是会同众多不同的其它区段一道完成的混炼、均化和塑化系统是多头螺纹传递混炼机,简称 MCT。MCT 挤出机依靠一个相互作用性强的螺杆和机筒设计(即传递区)来强力混炼和捏合胶料。图 1 示出 1 台 MCT 挤出机的相互作用式传递螺纹的示意图。螺杆的收敛形螺纹与机筒的扩张形流道相交,可使挤出胶挤出螺杆后部分进入机筒里,从而垂直于已经传递到机筒里的流动胶料而被剪切,因而 MCT 的混炼作用靠在传递区对胶料进行分流、差动输送和

重新会流而实现。在此过程中,胶料沿径向和轴向都得到混炼。

图 2 示出由计算机辅助设计(CAD)得出的 D 代多头螺纹传递混炼机(MCTD)螺杆和机筒的三维模型。螺杆不断变化的几何形状与机筒左旋螺纹的转变相互作用(图中只表示出喂料兼传递混炼段),从而把挤出胶在剪切过程中从螺杆传递到机筒,促进径向和轴向混炼。

图 3 示出挤出机内胶料的流动情况,其中图

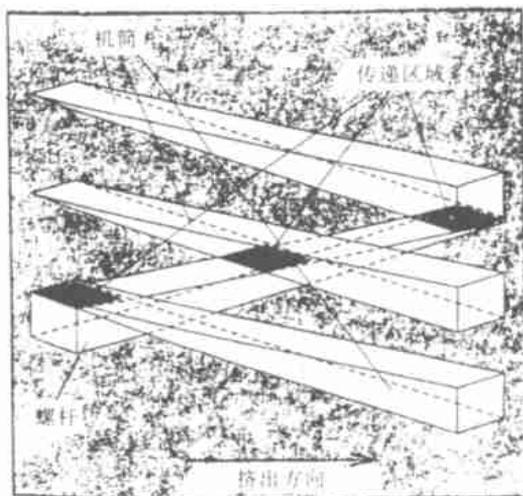


图 1 MCT 挤出机的相互作用式传递螺纹示意

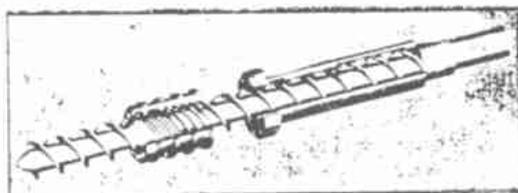


图 2 MCTD 螺杆和机筒的三维模型

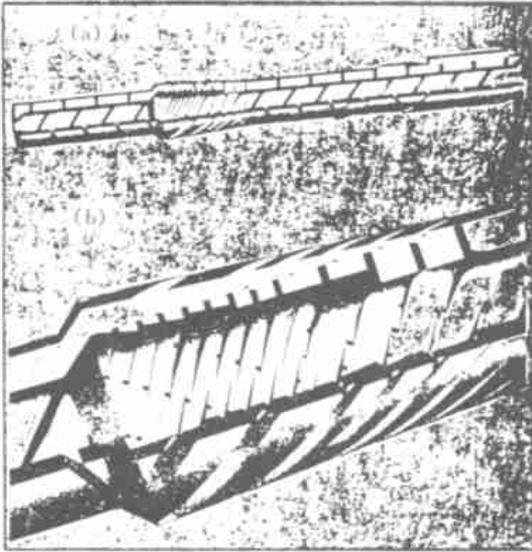


图3 胶料在挤出机内的流动情况

3(b)突出示出传递区内对向流动的过程。

## 2 MCTD 的性能

新型轮胎胎面胶的开发正在导致填充剂用量越来越大的炭黑/白炭黑改性弹性体的应用。高用量补强填充剂(典型为炭黑或白炭黑)致使胶料粘度增大。此类高填充弹性体使普通挤出机越来越感到力不从心。既要在塑化中获得均一性,又要保持在严格规定的挤出胶温度范围内,这就经常无法从冷喂料挤出机得到足够的产量,以致频繁地使用过于庞大因而经济上不合算的挤出机。

然而,无论是在实践中,还是在科学试验里,对于混炼众多经过改性的弹性体,MCT,尤其是最新一代MCTD系列挤出机都已经证明是成功的。在德国亚琛大学的聚合物加工学院(IKV),已在一台MCTD挤出机的传递混炼段里将一种用量高达10%(按质量计)的操作油试验流体连续分散在一种弹性体基质中,结果分散均匀。IKV开展的较早的工作表明,最终混炼质量与在密炼机里得到的基本相同。

## 3 节流

尽管在加工大多数胶料时,MCTD与普通挤出机相比取得了优异的效果,但在挤出以复原性好的NR为典型的其它胶料时却遇到了更大的挑战。这可能归因于把这些不同胶料塑化所需要的

剪切功要大得多。要让一台机器能够加工这么多不同的胶料,就必须改变在挤出胶上所做的剪切功的大小。这可以通过在传递期间调整压力从而调整随压力而变的剪切功而实现。这种压力调整通过一个最新开发出来的节流系统控制。值得注意的是,节流系统调节范围为0~100%(实际100%闭合)。此外,这个新系统不会造成任何开启位置死点。它包括有一个可调式锥形环,锥形环可以轴向定位,以便其前沿与转子-螺杆的零深度环相互作用。因此,有可能把流动胶料横断面从节流量为零变到闭合度接近100%。可变节流发生在最有效的位置,即在传递混炼挤出机前部最活跃的剪切区之后。

在实践中,有些胶料可以在节流系统处于开启状态的情况下塑化,而需要较大剪切功的胶料则可能需要流动区域的闭合度超过90%。然而,高节流胶料的粘度可以降低得很低,即使流动胶料横断面受到高而短的限制,获得适当的挤出量和加工仍然成为可能。

## 4 工业试验

目前有数百台传递混炼式挤出机在世界各地投入使用。用于新轮胎以及翻胎工业的传递混炼式挤出机从试验用到254mm规格不等。除了能够以更高的产量和更好的质量挤出各种胶料以外,传递混炼式挤出机结构还极为紧凑。不仅其混炼段比普通挤出机短得多,而且其齿轮箱和电动机设计成一个整体,可减小占地面积。

在用如双复合、三复合或四复合等复合挤出机系统生产时,缩小尺寸的优点是至关重要的。图4示出的是3台MCTD挤出机绕一个三复合挤出机机头极为紧凑的排列的侧视图。

A-Z公司挤出机的另一个优点是其能耗较低。在挤出炭黑/白炭黑补强的弹性体时尤其如此,据报道,平均节电约20%。

传递混炼式挤出机还成为一系统专门化的轮胎热翻和冷翻机械的关键设备,只在北美已经投入使用的就远远超过100台。采用CTC-SB和CTC-SB挤出机/成型机时,传递混炼式挤出机把缓冲胶直接挤出到胎体上,不仅可提高质量,还可大大节省人力和物力。

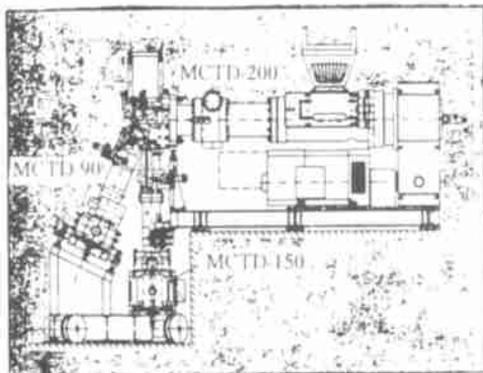


图4 3台MCTD挤出机绕一个三复合挤出机头排列的侧视图

## 5 开发潜力

如上所述,在挤出多种胶料的时候,最新一代MCTD挤出机已经显示出显著的产量、能耗和尺寸方面的优势。新节流系统的推出已经让传递混炼式挤出机对即使是复原性好的NR也能适当加工。因此使用当前系列的MCTD挤出机可以加工品种繁多的胶料。然而,挑战是设计一种对所有普通的工业用胶料都能以同样优越的产量、质量和节能效果进行加工的挤出机。研究工作者目

前正在积极地攻克这道难关,其中有一项特殊的革命性解决办法值得特别一提:在独立的德国橡胶技术研究所开展的最新试验表明,把挤出胶置于高频超声波刺激下可以改善弹性体的流动行为。尤其是试验表明,在受(功率还不够大,远未达到最佳状态的)超声波刺激时,试验弹性体的粘度下降。由此可以断定,胶料将会因此而变得更容易挤出得多。

## 6 结语

螺杆挤出的发展很快,原先曾被视为是热喂料挤出机领地或者根本就不能挤出的许多胶料现在都在用冷喂料挤出机加工。然而,轮胎开发工作者正在配合越来越难以加工的胶料,因此相关机械的设计工作者就必须不断地找到创新性的新途径,让挤出机能跟上开发步伐。传递混炼式挤出机可以视为此类创新的典范,而且这种不断的开发和优化应该使未来胶料获得全面的优异性能。

(马舒文摘译 涂学忠校)

译自美国“Rubber World”,222[4],

25~26(2000)