

轮胎工业中挤出技术的发展趋势

Peter Wood

中图分类号:TQ330.6⁺4 文献标识码:B 文章编号:1006-8171(2001)09-0567-05

冷喂料挤出技术经过35年多的发展,已有相当多的机型可供选择,每种设计都要使混炼胶料升温和塑化,并稳定地挤出精确的形状。最近开发的机型表明,设备占用空间减小了,同时提高了生产效率和挤出质量。

1 普通挤出机的螺杆形式

本标题所说的“普通”指的是通常说的具有平滑机筒和销钉机筒的设备。

1.1 主辅螺纹螺杆

虽然现在较少使用主辅螺纹螺杆(见图1),而更普遍地采用销钉螺杆,但主辅螺纹螺杆在直径小于和等于120 mm的挤出机中仍有使用价值。其优点包括:

® 对大多数胶料来说,直径小于和等于90 mm的主辅螺纹螺杆挤出机的挤出能力大于相应规格的销钉式挤出机;

® 由于一条主螺纹在螺杆全长上是连续的,因而有自洁能力;

® 磨蚀寿命等于或高于销钉式挤出机。

主辅螺纹螺杆的性能主要取决于螺纹的设计细节,有两点要着重考虑,即螺杆上的螺旋角和螺纹间距。最通常的设计采用两段辅螺纹,辅螺纹一端始于主螺纹凸棱后侧,与主螺纹有不同的螺旋角,导致其另一端与主螺纹凸棱前侧相接,因此胶料要两次被挤压通过主辅螺纹形成的螺纹槽,前、后两段辅螺纹的棱高是不同的,以补偿胶料粘度在通过第2段辅螺纹时相对于通过第1段时的变化。

为了保证主辅螺纹螺杆的使用效果,选用正确的温度是非常重要的。胶料流过辅螺纹时,适当降低粘度也十分重要。如果螺杆和机

筒温度合适,胶料的挤出能力就能得到提高。喂料段比计量段温度要高,对于许多胶料,尤其是以NR为主的胶料,采用反轮廓比较有利。

1.2 高功率混炼(HIM)螺杆

HIM螺杆是一种主辅螺纹螺杆的替代品,即英国Leyland(现为NFM Iddon)的Iddon兄弟设计的高功率混炼(High-Intensity Mixing)螺杆(见图2)。这种螺杆在翻胎业中比在轮胎制造厂用的更多。如同主辅螺纹螺杆一样,它也是一条不间断、贯穿整个螺杆的主螺纹。在主螺纹间有一系列小螺纹,具有不同于主螺纹的螺旋角,以切开并重合流动物料,保证聚合物的加热和混炼均匀。与所有物料都要依次通过辅螺纹与机筒的间隙、很少有纵向混合的主辅螺纹螺杆相比,HIM螺杆中小螺纹在胶料流动方向上也有混合均匀的作用。

主辅螺纹螺杆和HIM螺杆一般用在最小型的多复合挤出机上,也用在胎圈钢丝覆胶和翻胎装置上。

1.3 销钉螺杆

在轮胎工业中,销钉螺杆(见图3)占有重

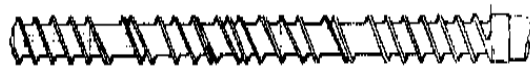


图1 主辅螺纹螺杆



图2 HIM螺杆



图3 销钉螺杆

要地位,它的出现使较大型的冷喂料挤出机对NR基混炼胶的挤出效果大为改观,其挤出效率可与热喂料挤出机相媲美。在更新的挤出机设计推出之前(后文将谈到),这种形式的挤出螺杆在直径大于和等于150 mm的挤出机中占有绝对统治地位。

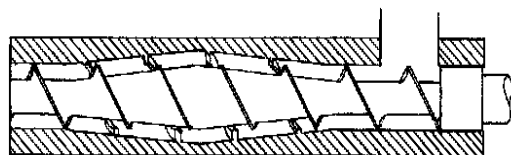
关于挤出机机筒的销钉,有一点值得一提,就是在使用时不一定要装满所有的销钉。机器制造商可提供不装销钉的空位,而只装少到50%销钉的挤出机也并不罕见。怎样安排销钉,在很大程度上要视所挤出胶料的性质而定。通常取消最靠近喂料口的一圈销钉,并且相邻圈只装一半销钉是相当普遍的,这样能有助于挤出机喂料。一般第1圈销钉有碍喂料,尤其是硬料。减少一些销钉,能降低胶料通过销钉时的温升。然而一般都有两圈是装满销钉的,以避免胶料的“短路”和挤出凉胶块。销钉挤出机的挤出温度除机头外,一般要低于主辅螺纹和HIM螺杆式挤出机。

2 最新发展

最近几年,有两种新概念冷喂料挤出机被橡胶工业所接受。第1种形式已在轮胎工业中采用,其基础是传递混炼原理(见图4)。第2种形式目前在轮胎行业应用还有限,其基础是齿轮泵原理(见图5)。

2.1 以传递混炼技术为基础的挤出机

以传递混炼技术为基础的冷喂料挤出机在有多头螺纹的机筒内采用多头螺纹螺杆段,已



← 传递混炼段 →
螺杆将物料传递到有螺纹的机筒,机筒螺纹将物料传递回螺杆

图4 传递混炼原理

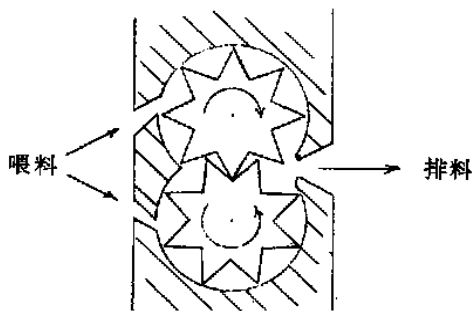


图5 齿轮泵原理

在翻胎领域里有效地使用了近20年。这种机筒和螺杆相互作用称作“多次剪切传递混炼”。机筒螺旋线方向与螺杆螺旋线方向相反,给机筒螺旋线内的物料以向前运动的力,并使混合过程从螺杆流向机筒槽然后再返回。这一段替代了传统主辅螺纹螺杆的辅螺纹,并使螺杆长径比降低到10:1[传统冷喂料挤出机(销钉式、主辅螺纹式)长径比为15:1或更大],能为工厂节省占地。

在原设计中,传递混炼段由进料段平滑的螺杆和机筒供料,其后为平滑的计量段(如同传统的主辅螺纹螺杆),没有现在周向排列的节流阀(见图6)。这种形式的螺杆能满足多种胶料要求,但用于韧性和弹性较大的胶料时,不能使胶料充分塑化。

为克服这一局限性,在混炼段和计量段之间设置了“节流阀”。“节流阀”用以调节螺杆最高处和机筒最深处之间的间隙,因而增大了通过传递混炼段的“背压”,并改善了对胶料的作用。最初的调节采用简单调节螺杆位置的方法,但机械系统不能满足要求,因而采用了可移动机筒环(见图7)。虽然有时不利于输出,但这样可以更好地控制挤出机的塑化效果。

贝尔斯托夫(Berstorff)采用另一种途径来改善塑化效果。它把销钉和传递混炼原理相结合,设计成销钉传递式挤出机。在喂料段加有销钉,使胶料在传递混炼段前能有一定的塑化,

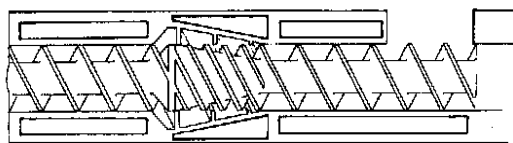


图6 多次剪切传递混炼原理

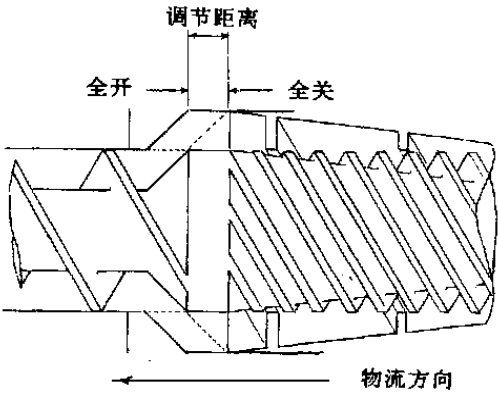


图 7 调节阀原理(环式)

并通过调节销钉安装数量和机筒“节流阀”两方面调节混炼效果(见图 8)。此种机器的优点是：

- ® 占地少(长度比销钉机筒减小 50 %),因此提高了工厂的空间利用率;
- ® 用“节流阀”能更好地控制橡胶的塑化;
- ® 与其它同口径销钉挤出机相比,有更高的挤出潜力,尤其是对高粘度的 NR 胶料。

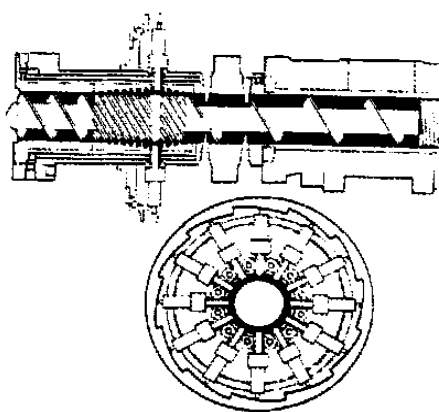


图 8 调节阀原理-贝尔斯托夫式

2.2 不同形式挤出机的对比

机器的挤出效率不仅取决于螺杆形式,而且与机器的温度和胶料特性有关。因为没有用同种胶料在各类机器上做试验,所以无法进行直接对比,所能得到的只是制造商公布的挤出机的一些典型输出特征数据。不同形式挤出机的典型值列于表 1。

表 1 不同形式挤出机的典型值

项 目	螺杆直径/mm								
	150			200			250		
螺杆形式	主辅螺纹	销钉	传递	主辅螺纹	销钉	传递	主辅螺纹	销钉	传递
产量/(kg·h ⁻¹)	870 ~	1 350 ~	1 500 ~	1 500 ~	2 250 ~	2 600 ~	2 400 ~	3 300 ~	4 400 ~
	1 400	2 000	2 500	2 300	3 200	4 100	3 400	4 700	7 500
转速/(r·min ⁻¹)	32 ~ 40	40	50	30	35	40	20	27	30
功率/kW	140	180	180	250	300	300	300	464	420
长径比	15 ~ 17	15 ~ 17	8 ~ 10	16 ~ 18	16 ~ 18	8 ~ 10	16 ~ 20	16 ~ 20	8 ~ 10

2.3 采用齿轮泵原理的挤出机

利用齿轮泵已有很长时间吸引着橡胶工业。其优点是齿轮泵一般都排量大、能耗低,仅有非常有限的能量输入胶料。但直至最近,齿轮泵还仅用于各种粘性流体,而不是粘弹性材料如橡胶上。20 世纪 80 年代初,挤出橡胶的齿轮泵已在瑞典使用,但第一次公布的这种机器是 Rollex 设计并在德国 Uth 公司制造的。这种思路后来也被其它公司采用,包括特乐斯特(Troester)、Maag(采用 Schiesser 技术)和贝尔斯托夫。

这种挤出机在轮胎工业中的应用几乎没有报道过,但无可质疑,齿轮挤出机能节省占地面积,对改善复合挤出的布局有重大意义,也许起

初它是为挤出小部件设计的。齿轮泵的挤出精度也备受关注。显然齿轮挤出机正处在“鸡与蛋”的关系中,齿轮泵足以满足轮胎生产所要求的高效的观点尚未得到轮胎工业界评价,他们在其信任水准升至一定程度前对订购该设备将持审慎态度。

齿轮挤出机与传统挤出机连接(见图 9),从投资上说是不经济的,但挤出品却更均匀稳定。这种设置也能补偿一些老式挤出机由于磨损造成的输出轻微波动,但在橡胶行业中没有采用这样设计的大型挤出泵。

3 影响挤出机性能的因素

如果忽略了机器的喂料质量,冷喂料挤出

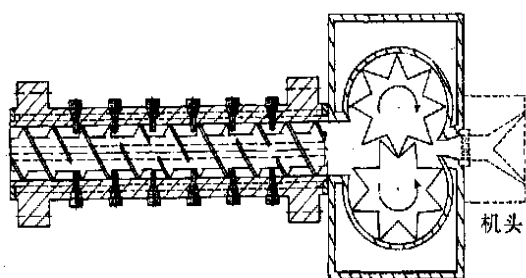


图9 齿轮挤出机

机要获得完全满意的挤出性能是不可能的。挤出机头的压力传感器能显示出由最轻微的喂料中断所导致的机头掉压。换言之,如果机器的喂料不足,就会看到压力变化是相当客观的,随之是挤出物尺寸的变化。正确的操作应在喂料斗中总保持一些富余的滚动积胶。

喂料辊当今被所有冷喂料挤出机采用。喂料辊的设计和功能有几种不同的理念,它们关系到辊的直径及其相对于螺杆的转速。简单的设计采用定速比,但现已认识到,辊随螺杆固定的速度变化是不适宜的,因为螺杆速度增大1倍,输出不一定也增大1倍。控制喂料辊的速度变化有两种方法,即独立驱动(如德国一些制造商所采用的)或自动调节离合器(美国 Davis 标准公司设计),后者的设计起初采用弹簧压合,出现了离合器磨损问题,后改用气动调压,据称解决了磨损问题。

挤出机喂料斗与喂料辊相接合形成螺旋下切结构,也能改善喂料性能。螺旋下切带动料斗中凉、粘胶料进入首段机筒。

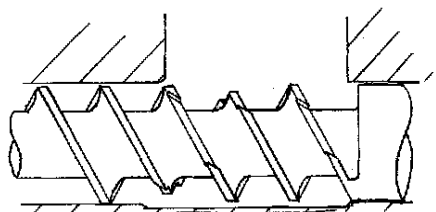
还有几种改善挤出机喂料的尝试,即改进挤出机螺杆结构,方法有:

- ® 改变喂料段螺杆螺纹旋角;
- ® 螺杆棱上开槽[见图 10(1)];
- ® 在进料部分采用四头螺纹[见图 10(2)];
- ® 采用 6 头结构和两个不同旋导角[见图 10(3)]。

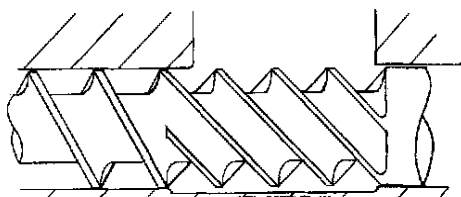
下述选自 Schiesser 的压辊喂料系统用液压驱动喂料辊,保证挤出机喂料部位是充满的。据称这种喂料器能减少传统挤出机和齿轮挤出机挤出胶料中潜在的气泡。

3.1 机器的温度

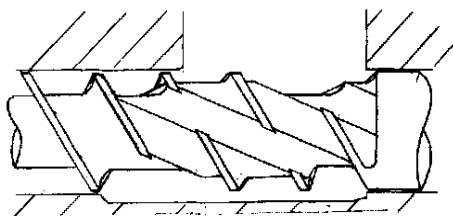
同橡胶工业中大多数橡胶加工机器一样,挤出机的温度最好用控温水控制。有个问题经



(1) 螺杆开槽



(2) 四头排列



(3) 六头排列

图10 挤出机螺杆结构改进方法

常引起争论,水温是保持测温点特定的金属温度,还是将循环水恒定于设定温度。每种控温系统都有人提倡,但只要能保持恒定的条件,可能在这两点之间没有什么可供选择的。

3.2 近期胶料改进引起的效应

最近有文章披露含白炭黑的胶料出现一些问题。与传统的炭黑胶料相比,硅烷化程度能影响挤出效率和口型膨胀率。因此更有必要对来自炼胶车间的胶料进行认真监控,以保证稳定的挤出线性能。

输出量降低,一部分原因是硅烷化反应产生醇渣而限制了温度,另一部分原因是白炭黑胶料的每转螺杆排量都要少一点。

众所周知,白炭黑胶料会加快密炼机的磨

损,同样,也能增加挤出机的磨损,结果导致挤出物的形状失控。

4 结语

从所有大型挤出机自开炼机热喂料到现在,橡胶挤出已有非常大的变化。销钉挤出机自 20 世纪 70 年代末出现以来,克服了早期平滑机筒挤出机输出波动和生产效率低的问题。近来出现的贝尔斯托夫和 RCM 设计的多次剪切、传递混炼式挤出机,能看到轮胎胶料挤出将

来发展的趋势,尤其与销钉挤出机相比,据称更节能和有更大的产量。节省工厂占地面积也是很有意义的,尤其是多复合挤出,但是进一步改进要配合齿轮挤出机的应用。齿轮挤出机的降临将影响轮胎部件的生产,然而这一设备也必须被看作是有巨大潜力的设备。

(石大千摘译 涂学忠校)

译自英国“Tire Technology International
September '99”, P54 ~ 59