

双主副螺纹冷喂料橡胶挤出机

于健,卜秋祥

(青岛化工学院 宜利达工业公司, 山东 青岛 266042)

摘要:介绍了收敛式双主副螺纹型冷喂料橡胶挤出机的技术特性、参数设计和控制系统。该机螺杆由喂料段、塑化段和挤出段组成。喂料段和塑化段的主螺纹采用较大螺纹升角的双头等深等距结构,可保证螺杆的抗扭强度和输送胶料的能力;挤出段采用双头等深不等距的收敛式螺纹。该机能适用多种胶料的加工,挤出制品致密性高,稳定性好。

关键词:挤出机;螺杆;双主副螺纹

中图分类号: TQ330.4⁺4 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2002)06-0356-04

橡胶挤出机是橡胶行业的通用设备,近20年来,冷喂料橡胶挤出机一直受到各橡胶制品厂家青睐。而冷喂料橡胶挤出机有多种类型:普通螺纹式、复合螺纹式、销钉螺杆式和销钉机筒式等。对使用厂家来说,究竟该选用哪一种挤出机既能保证产品质量、提高生产效率,又能节约能源、降低成本,是一个值得认真考虑的问题。

十几年来,销钉机筒冷喂料挤出机是应用发展最快的机型,该类型设备生产能力高、挤出制品质量好、尺寸稳定,但是在实际生产应用中,该类型设备与通常类型的冷喂料挤出机比较,还有一些极为不利的方面。例如,销钉机筒挤出机对机械制造技术要求高、生产加工过程较复杂,致使设备投入成本较高;销钉材质要求高并且易损坏,造成设备事故;螺杆的自洁性较差、更换麻烦;需配用的电机较大等。针对这些现象,结合实际生产需求,我公司设计出一种新型的冷喂料橡胶挤出机——双主副螺纹冷喂料挤出机。

1 双主副螺纹橡胶挤出机

通过对主副螺纹冷喂料橡胶挤出机几种螺杆形式的特点对比,根据 Maillefer^[1] 结构形式的螺杆(见图1)原理,设计了一种螺杆直径为65 mm、

螺纹为3种规格组合式的挤出机——收敛式双主副螺纹型冷喂料橡胶挤出机。

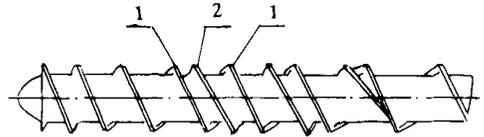


图1 Maillefer 螺杆结构示意图

1—主螺纹; 2—副螺纹

1.1 技术特性

螺杆

直径	65 mm
长径比	14
材料	38CrMoAlA(氮化处理)
压缩比	
喂料段	1
塑化段	2.05
挤出段	1.83
螺纹结构	收敛式双主副螺纹
螺纹升角	
喂料段	25°
塑化段	25°(主螺纹), 36°(副螺纹)
挤出段	25°(入料端), 13°(出料端)

最高工作转速 80 r·min⁻¹

电动机

型号	Z4-132-3
额定功率	18.5 kW
额定转速	1 540 r·min ⁻¹

作者简介:于健(1970-),男,山东青岛人,青岛化工学院宜利达工业公司工程师,工学学士,主要从事高分子材料加工机械方面的研究和开发工作。

额定电压	440 V
最大生产能力	130 kg·h ⁻¹

1.2 参数设计

1.2.1 螺杆

螺杆是挤出机的一个重要零部件,其结构形式与几何参数决定着挤出机对胶料加工的适用范围、塑化能力、生产能力及自洁能力,经过分

析选择后,确定其各部位的结构、参数及相互间的组合应用形式,如图2所示。

(1) 结构简述

本研制螺杆主要由喂料段、塑化段和挤出段组成。喂料段和塑化段的主螺纹采用较大螺升角的双头等深等距结构形式。这种结构形式可以

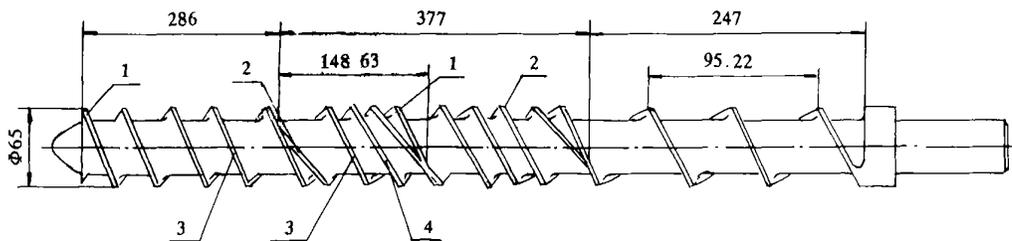


图2 双主副螺旋螺杆结构示意图

1—主螺纹I; 2—副螺纹I; 3—主螺纹II; 4—副螺纹II

保证螺杆的抗扭强度和输送胶料的能力。两条副螺纹分别对称贯穿分布在塑化段区域内,并且均与主螺纹有三处相交,这样易于对胶料进行充分的剪切、塑化。挤出段采用了双头等深不等距的收敛式螺纹,螺纹工作长度为286 mm,长径比为4.4,比国产XJ-65型热喂料橡胶挤出机的工作螺纹长径比大0.4。

(2) 工作原理

螺杆转动时喂料段吃入的胶料经过螺杆与机筒之间的摩擦、生热、软化被输送至塑化段,经塑化段双头主副螺纹反复地剪切、塑化后,灼热的呈粘流态的胶料被输送至挤出段。

由于挤出段的螺纹结构与XJ-65型热喂料橡胶挤出机相似,因此,挤出段不仅能保证将塑化段输送来的胶料流畅地挤压出去,而且还能将这些胶料再进一步均匀塑化。尤其是对一些塑化不充分而进入挤出段并且带有相当热量的胶料能起到补充塑化的作用。就像经过开炼机塑炼、热炼后的胶料再喂入热喂料挤出机那样,有效地保证了制品的均匀性、致密度、尺寸稳定性。尤其是对一些挤出塑化性能差的胶料,例如NR、CR和IIR等均有良好的挤出成型效果。

① 喂料段

考虑到该段螺纹应具有吃料能力强、送料快和排气性能好的特点,设计选定螺纹升角25°、导

程95.22 mm、螺槽深度7.5 mm和螺棱轴向宽度6 mm,根据弹性固体塞输送理论推导的工程上常用的计算公式^[2]计算出喂料段的生产能力 Q :

$$Q = 3.6\pi f D_m H n \gamma (t - ib)$$

已知,填充因数 f 为0.6,螺杆平均直径 D_m 为57.5 mm,螺槽深度 H 为7.5 mm,螺杆转速 n 为82/60 r·s⁻¹,胶料平均密度 γ 为1.6 Mg·m⁻³,导程 t 为95.22 mm,螺纹头数 i 为2,螺棱轴向宽度 b 为6.0 mm,有效作用因数 η 为0.25。将已知量代入上述公式,计算得 $Q = 133 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

由计算可知,选用上述参数时喂料段向塑化段输送胶料的能力为133 kg·h⁻¹。

② 塑化段

塑化段是该螺杆设计的独特之处,也是该机的重要部分。此段的双头主螺纹的几何参数与喂料段相同。在不考虑副螺纹的情况下,其输送胶料的能力与喂料段相同。当附加两条副螺纹后,其工作机理就产生了复杂的变化。

两条副螺纹设计成等深等距、螺旋升角为36°的大导程螺纹,与塑化段区域内的主螺纹分别有三处相交,对胶料共形成6个薄通段。这些薄通段起“研磨器”与“过滤筛”的组合作用,将胶料反复撕裂、剪切、塑化,使粘流态的胶料通过,而阻滞住非粘流态的“胶核”继续塑化。

两段副螺纹的棱顶比主螺纹的棱顶低约 1.5 mm, 在主副螺纹交汇处均做了圆角过渡处理, 便于粘流态胶料顺利流动, 如图 3 所示。

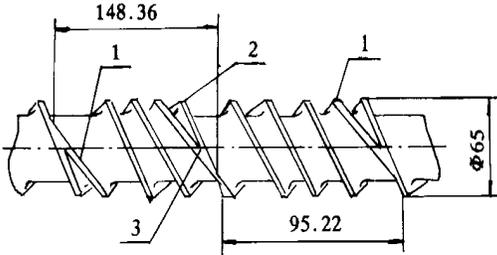


图 3 螺杆塑化段结构示意图

1—副螺纹 Φ62; 2—主螺纹 Φ65; 3—交汇处

当螺杆在机筒内旋转时, 从喂料段输送至塑化段的胶料开始进入第 1 段副螺纹(第 1 对薄通处), 胶料经螺杆与机筒内壁的摩擦、剪切、塑化后, 在螺槽间被不断向前推进, 粘流态的胶料就会在副螺纹棱顶与机筒内壁之间形成漏流, 涌向后面的主螺纹螺槽; 非粘流态的胶料在薄通处被剪切、塑化。

由于橡胶的粘弹性及应力松弛现象, 落入主螺纹螺槽的漏流胶料会在瞬间将其所承受的挤压应力释放, 这些膨胀松弛的胶料很快就会被主螺纹推送至第 2 段副螺纹的螺槽中(第 2 对薄通处)。同时第 1 段副螺纹尚未塑化好的胶料也会被主螺纹推进输送到第 2 段副螺纹的螺槽中经过再次剪切、塑化等进入第 3 段副螺纹的螺槽中。

通过主、副螺纹相互组合出的这些“屏障”, 强烈地使胶料反复进行剪切、挤压、塑化、膨胀和松弛。对大多数胶料来说, 只要能控制好该段的操作温度或工艺要求温度, 都可以满足胶料的塑化、挤出要求, 均匀地进入挤出段。

③挤出段

挤出段螺纹为收敛式双头等深不等距式, 其几何参数设计为: 螺纹槽深度 7.5 mm; 螺纹升角入料端 25° , 出料端 13° ; 压缩比 1.83; 长径比 4.4。

根据流体输送理论推导出的修正体流量的公式^[2]计算机头全开时的挤出流量:

$$Q = \frac{1}{2} \pi D n Y H (t - ib) \cos^2 \theta$$

已知入料端螺纹升角 θ 为 25° , 入料端螺纹导程 t

为 8.531 mm, 将已知量代入上述公式, 计算得 $Q = 363 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

实际上, 胶料在挤出段是非牛顿型粘流体, 考虑到其粘度及高弹性, 流量 Q 要小于上述计算值。另外, 由于喂料段输送能力及机头处口型的限制, 其最大输送量不会超过喂料段所输入的胶料量。由于挤出段大流量快速向前输送胶料, 胶料涌向机头口型时, 会受到口型截面较小的限制, 骤然阻滞并且在机头内腔里快速堆积, 形成较高的挤出压力, 从而提高了挤出制品的致密度和挤出速度。

如果能适当地控制喂料速度和胶料的挤出工艺温度, 就能高产量地挤出高质量的橡胶制品。因此, 在设计时喂料口与螺杆配合的吃料能力与输送能力还应给予充分考虑。

1.2.2 喂料口

该机喂料口的吃料采用非强制性方式, 通过螺杆的较大螺距与机筒处的特殊偏心方式相结合, 形成一种对带状胶料吃料能力特别强的结构形式, 如图 4 所示, 带状胶料应在一定的厚度范围内。

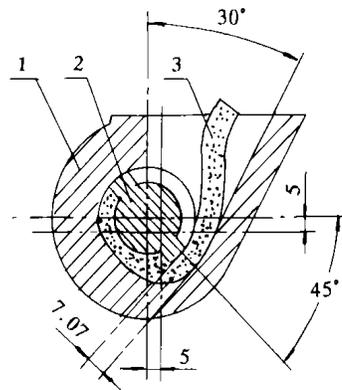


图 4 喂料口结构示意图

1—机筒; 2—螺杆; 3—带状胶料

这种喂料口的偏心角度在 -45° 方向上, 偏移量为 7.07 mm, 喂料口的轴向长度为 70 mm。由于与喂料口相配合的螺杆喂料段双头螺纹的螺旋升角和螺距大, 再加上前面塑化段的“屏障”作用, 使快速吃进的胶料极易在短时间内建立起较大的输送压力。这种组合不仅能使挤出机输送胶料能力高, 均匀稳定, 而且还能大大减少因喂料不均匀而导致的挤出脉动现象, 同时可避免强制性喂料

经常出现的旁压辊处塞胶和溢胶现象。

2 控制系统

2.1 温控装置

该机的加热、冷却采用了五通道的水循环温控装置,分别对机头、机身和螺杆进行加热、冷却控制。各区段的温度控制是根据生产时胶料的工艺、性能要求来设定的。为了使胶料在挤出生产过程中能更好地控制挤出温度,便于生产操作人员对胶料性能准确掌握,该机将机身部分按螺杆的三段分区方式来进行温度控制。这样会对实际生产应用带来极大的益处,如图5所示。

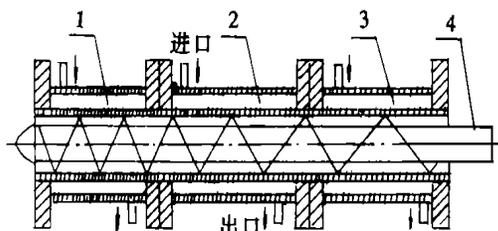


图5 机身加热、冷却原理示意

1—挤出段; 2—塑化段; 3—喂料段; 4—螺杆

2.2 电气控制

该机的驱动电机采用Z4-132-3直流电动机,可以在规定的转速范围内实行无级调速并输出恒定转矩。与交流整流子无级调速电机相比,具有调速范围宽、噪声低的优点。

在机头接近口型处,设计有压力传感器装置。根据不同性能的胶料,设定好其压力要求范围。挤出过程中机头内的胶料压力超过设定的范围值时,压力信号就会反馈至控制柜,并及时报警,便于及时修正操作过程中的不恰当条件、参数,控制挤出制品的质量。

3 应用

由于双主、副螺旋的特殊结构,该机能适用多种胶料的加工,尤其是对电线、电缆的包胶、护套层胶的包覆,胶管挤出及外层包胶和胎面胶的挤出等,挤出制品致密性高、稳定性好、料质均匀。

例如,对该机做过塑化性、均匀性试验:取3条EPDM胶片,2片黑色、1片白色,尺寸均为厚2mm、宽50mm,胶片温度约为13℃,3片胶同时叠放投入喂料口。螺杆转速为50~60 r·min⁻¹,出胶口型尺寸为Φ20mm,控制工作温度为:机头70℃;机身挤出段60℃,塑化段55℃,喂料段45℃;螺杆40℃。各段温度均为温控装置的仪表显示值。

当圆形制品经过口型挤出时,无论是从其外表面或从多处截面来观察(目测),两种颜色对比分明的胶料相互之间的混合均匀程度超过90%,几乎看不出有明显的颜色差别。挤出的制品表面光滑、细致,截面处看不到有任何气孔。

4 结语

上述情况只是在小规格挤出机上研究的结果。对于较大规格的挤出机,还有待于进一步研究、探讨和发展,以便使冷喂料橡胶挤出机能尽量降低其生产和应用成本,改善工作性能。

参考文献:

- [1] 化工部橡胶加工设计技术中心站. 橡胶工业设计 国外橡胶设备资料图册 第一辑[M]. 北京: 化工部橡胶加工设计技术中心站, 1980. 99.
- [2] 华南工学院. 橡胶工业设计(上册)[M]. 北京: 化学工业出版社, 1984. 268.
- [3] Peter R W. 冷喂料挤出机器和方法[J]. 瞿光明摘译. 轮胎工业, 2000, 20(2): 107.

收稿日期: 2001-12-08

启 事

近来在橡胶行业出版物上一稿多投的现象时有发生,我们认为这种做法有悖职业道德。为此两刊编辑部郑重声明,凡给两刊投寄稿件一经通知采用不得再作它投。如发现给两刊投寄稿件已在其它刊物发表的本刊将不再采用。对故意多次一稿多投者,两刊将对其稿件予以封杀。

《橡胶工业》《轮胎工业》编辑部

2002年6月