

LTS 型、TTS 型三螺杆挤出机与双螺杆挤出机的比较

崔 鹏

王保民

(石家庄德倍隆科技有限公司,石家庄 050200) (山东省塑料研究开发中心,济南 250002)

摘要 从机械设计角度,对石家庄德倍隆科技有限公司生产的 LTS 型、TTS 型三螺杆挤出机与双螺杆挤出机进行了比较。指出 LTS 和 TTS 型三螺杆挤出机操作范围更宽,混炼能力更强,能够降低能耗,能满足新材料对混合效果不断提高的要求。

关键词 三螺杆挤出机 双螺杆挤出机 机械设计 能耗

高速啮合型同向双螺杆挤出机已得到普遍应用,而高速啮合型三螺杆挤出机是近年来市场上出现的新产品,其优异的性能越来越受到人们的关注,但对其还缺乏深入的研究。笔者从机械设计角度对 LTS 型、TTS 型三螺杆挤出机与双螺杆挤出机进行了比较。

1 LTS、TTS 系列三螺杆挤出机的性能参数

石家庄德倍隆科技有限公司是最早研发三螺杆挤出机的单位之一,现已开发出两大系列(LTS、TTS 系列)共 5 个品种的三螺杆挤出机产品,具体性能参数见表 1。螺杆组合结构示意图见图 1。

表 1 LTS 系列和 TTS 系列三螺杆挤出机的性能参数

型号	长径比范围	螺杆转速/ r · min ⁻¹	主机功率/ kW	生产能力/ kg · h ⁻¹
LTS - 52	20 ∶ ~56 ∶ 4	350/500	55 ~132	260 ~1 100
LTS - 75	20 ∶ ~56 ∶ 4	350/500	110 ~280	500 ~2 200
TTS - 47	20 ∶ ~48 ∶ 4	350/500	55 ~132	150 ~300
TTS - 67	20 ∶ ~48 ∶ 4	350/500	55 ~280	350 ~700
TTS - 83	20 ∶ ~48 ∶ 4	350/500	90 ~600	500 ~1 200

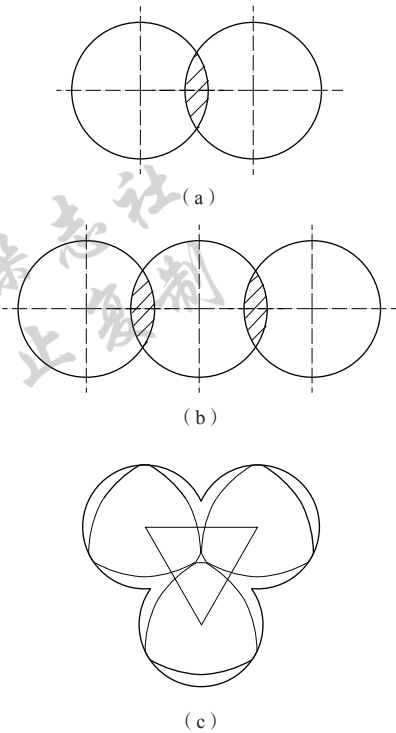
2 LTS 型、TTS 型三螺杆挤出机与双螺杆挤出机的机械设计比较

石家庄德倍隆科技有限公司开发出产品后,并没有急于推向市场,而是在 LTS - 52 型及 TTS - 47 型三螺杆挤出机上进行了大量的工艺试验。结果表明,无论 LTS 型还是 TTS 型三螺杆挤出机,在混合质量、产量、能耗、排气性能上均明显优于双螺杆挤出机。

表 2 列出 LTS 型、TTS 型三螺杆挤出机与双螺杆挤出机的机械设计比较。

由表 2 可以看出, LTS、TTS 型三螺杆挤出机具有下列优点:

(1) 在机械设计上,3 种类型的挤出机都是组合式,有利于加工工艺的调整。在机筒设计上,3 种机型基本相同,只是内孔的数量及布置方式不同。在



a — TE 双螺杆排列; b — LTS 型(一字形)三螺杆排列;
c — TTS 型(倒三角形)三螺杆排列

图 1 螺杆组合结构示意图

螺杆设计上,3 种挤出机相同,同样规格的元件都能通用。所以双螺杆挤出机能应用的领域都可用 LTS 型及 TTS 型三螺杆挤出机替代而无需改变加工工艺,并可制造出性能更优异的材料。

(2) 三螺杆挤出机的分流效果更好、剪切次数更多,具有更好的分布混合和分散混合^[1]。

比如,在生产高浓度聚乙烯(PE)炭黑色母粒时,因炭黑颗粒粒径小,且在混炼、造粒过程中与载体树脂的相容性差,因此会产生团聚现象,使炭黑颗粒在树脂中的分散不均匀,影响产品质量。当使用双螺杆挤出机生产这种色母粒时,因该机型只有 1

表 2 LTS 系列、TTS 系列三螺杆挤出机与双螺杆挤出机的机械设计比较

项 目	双螺杆挤出机	LTS 型三螺杆挤出机	TTS 型三螺杆挤出机
喂料	计量喂料	计量喂料	计量喂料
机筒	组合式	组合式	组合式
螺杆	组合式	组合式	组合式
螺杆根数	2	3	3
螺杆线数	1、2 或 3	1、2 或 3	3
啮合型式	共轭	共轭	共轭
自洁性	优	优	优
相同直径螺杆的自由容积	较高 (二线螺纹)	最大 (二线螺纹)	小
每转 1 周分流剪切次数	2 ² (二线) 3 ² (三线)	2 ³ (二线) 3 ⁶ (三线)	3 ⁹
排气界面面积	较大	大	最大(二线)
等长径比下滞留时间	较长(二线) 最短(三线)	最长 较长(三线)	最长(三线)
相同混合质量下滞留时间	长	较短	最短
相同产量下的机器体积	大	小	最小

个啮合区,剪切力度和剪切次数均达不到理想的效果,因此螺杆的长径比必须很大才能打破颗粒料的团聚作用,且炭黑的添加量不能超过 45%,否则会因剪切作用不好而造成分散不均匀,也会因瞬时扭矩过大而造成非正常停机;如果在高速搅拌机内混合不均匀,在双螺杆挤出机内很难达到均匀分散。而 TTS 型(倒三角形)三螺杆挤出机具有 3 个啮合区,运转起来相当于 3 对双螺杆同时作用,物料在其中经受的剪切次数比双螺杆多数百倍^[2]。在相同的长径比下,该型挤出机的混合效果是双螺杆挤出机的 3 倍,各组分很容易得到均匀化和微粒化,物料在空间多个层面上充分交换流动,可达到良好的塑化分散效果,且能够实现高达 55% 的填充比例,加料和输送也非常稳定。另外,它的自洁性优良,可避免出现物料死角,使生产出的产品性能均一。

当生产炭黑屏蔽料、双防母料、抗静电母料等功能母料时,因这些物料的有效成分成本高,要求其添加量尽可能少,而分散尽可能均匀些,以获得优良的改性效果。而对于无卤阻燃聚丙烯料,需添加大量的无卤阻燃剂才能达到卤系阻燃效果,如果分散不均,不仅影响到制品的物理、力学性能,而且也影响阻燃效果。三螺杆挤出机的优异剪切分散混合性能正适合于满足此要求。

总之,三螺杆挤出机能以较小的长径比实现与双螺杆挤出机等同甚至更优异的混合分散效果,既

提高了物料的质量,又简化了生产工序,降低了成本,是母料生产商制造高性能、高品质产品的理想选择。

(3) 三螺杆挤出机具有更大的排气界面面积,有利于排气操作,使排气对产量的影响降至最低。

在生产除味母料时,需使用一种比表面积大、内部孔穴结构多的助剂。该助剂对低分子物质具有物理选择吸附和化学反应的特性,利用其物理吸附特性,用它加工成的除味母料可以有效地除去一些塑料中散发出的异味低分子物,如硫化氢、氯化氢及水分子等对加工有害的物质。但在母粒造粒过程中,由于这种助剂的特殊孔穴结构,在运输、储存和生产加工过程中其内部会吸收大量的气体和水分。使用双螺杆挤出机造粒时,第一个排气口处会因气体过多将物料顶出而出现溢料,在第二个排气口抽真空脱挥发分时会因挥发分太多,受热后气体带着物料从排气口膨出而堵塞真空管道,使气体不能正常排出造成停机。采用 LTS 型(一字形)三螺杆挤出机生产这种母料时,即使不用抽真空,挥发分也能顺利脱除,两个排气口都没有膨出现象,且颗粒颜色、粒形均一,证明挥发分脱除很充分。这是因为该型挤出机的三根螺杆呈一字形排列,2 个啮合区相当于两个双螺杆同时作用,物料被细致地分流,在 3 根螺杆表面的暴露面积加大,即表面更新作用加大,几乎是双螺杆挤出机的 2 倍,所以物料内部的低分子物更易于脱除干净,达到良好的排气效果,使生产出的粒料具有更高的外观质量和物理、力学性能,也使排气对产量的影响降至最低。

由此可见,使用三螺杆挤出机造粒无论在产品性能还是在生产状态、排气脱挥发分方面,都明显优于普通双螺杆挤出机,非常适用于生产一些含可挥发性气体多、排气要求高的物料。

(4) 三螺杆挤出机具有更宽的滞留时间范围,更有利于滞留时间短和滞留时间长的加工工艺。

降低交联 PE 料分子量的工艺是要求交联 PE 的长碳链尽可能完全地降解成分子量分布窄的低分子物。用普通双螺杆挤出机处理这种交联 PE 料时,至少需要 60∶1 的长径比才能达到要求,但此种设备空间大、耗能高。而使用 LTS 型三螺杆挤出机,只需要 36∶1 左右的长径比就可实现比双螺杆挤出机更好的塑化混合效果。三螺杆挤出机的强烈剪切作用、优良的自洁性能可使物料在螺杆之间反复交换流动,在机筒中受热均匀,不会出现在双螺杆挤

出机中因主机转速过快而造成在机筒内滞留时间短,未能充分均匀塑化的现象,相对延长了滞留时间,保证了交联PE分子链降低的程度,而且三螺杆挤出机对反应温度和螺杆转速的控制较双螺杆挤出机精确,对挤出非常有利。

在进行PE接枝反应挤出时,要求物料停留在机筒内的时间尽量长,而引发剂添加量有限,要求引发剂在体系中的分散一定要均匀,使接枝物在引发剂的作用下,尽可能均匀、完全地接枝到树脂上。使用双螺杆挤出机挤出时,往往利用其高转速形成的高剪切,使其在高温下、较短的时间内完成接枝,但这样耗费的功率相当大,反应也容易不完全。而使用三螺杆挤出机时,其剪切作用强烈,物料在其中交换充分,反应完全,且长径比不需要很大,也能达到滞留时间长,优势非常明显。

在制备聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)等工程塑料和聚碳酸酯(PC)/PBT等合金时,使用小长径比的LTS型三螺杆挤出机可使物料滞留的时间尽可能短,以避免其酯键受热分解,其均匀有效地剪切同样能达到优良的塑化效果。而TTS型三螺杆挤出机在这方面更具有突出的优势,所需要的长径比更小,剪切分散效果更好^[3]。

(5) 三螺杆挤出机具有更低的能耗。

随着螺杆转速的提高,三螺杆挤出机的产量比双螺杆挤出机高,正位移输送能力更强,它的长径比短,螺杆长度仅为常规双螺杆挤出机的1/2,降低能耗非常显著,物料在机筒内自由流动的空间增大,有

利于降低螺杆扭矩,从而降低能耗,且三螺杆挤出机的长径比小,机型小,占用空间也小,对水、电等能源的损耗比一般双螺杆挤出机都小很多。

生产加工上述的半交联PE料时,若使用南京的TE-75型双螺杆挤出机,要达到2.5 t/d的产量,其主机电流接近180 A,而用LTS-52型三螺杆挤出机,其主机电流仅需要69 A。如果提高喂料量,还可以继续增加产量。再如,若生产透明填充母料,用SJH-60型双螺杆挤出机,产量为8 t/d,而使用LTS-52型三螺杆挤出机,在同样电流下,产量可达到15 t/d,且产品的质量更好。在相同产能下,机型小,所占用的场地小,从机械损耗角度来看,具有良好的节约场地和节能效果。在当今世界能源紧张的形势下具有重要的意义。

3 结论

总之,从机械设计角度看,石家庄德倍隆科技有限公司生产的LTS型、TTS型三螺杆挤出机与双螺杆挤出机基本一样,但LTS型和TTS型三螺杆挤出机的操作范围更宽,混炼能力更强,且大大降低能耗,能满足新材料对混合效果不断提高的要求。

参考文献

- [1] 姜南,张文呈,信春玲.三螺杆挤出机的填充和分散特性[C]//2006塑料加工技术高峰论坛论文集.北京:北京化工大学,2006.
- [2] 姜南,马兴巍,张文呈.三螺杆挤出机的挤压特性[C]//2006塑料加工技术高峰论坛论文集.北京:北京化工大学,2006.
- [3] 何和智,闫卫斌,王媛,等.基于聚合物动态三螺杆挤出设备的高性能改性塑料制备新技术[J].工程塑料应用,2006,34(12):63-67.

COMPARISON BETWEEN LTS, TTS TRI-SCREW EXTRUDERS AND TWIN-SCREW EXTRUDER

Cui Peng

(Shijiazhuang Debeilong Technology Co. Ltd., Shijiazhuang 050200, China)

Wang Baomin

(Shandong Provincial Plastics R&D Center, Jinan 250002, China)

ABSTRACT TTS and LTS three-screw extruders made by Debeilong company were compared with the twin-screw extruder from the perspective of mechanical design. It was pointed out that LTS and TTS tri-screw extruders had broader operation domain, stronger mixing ability, and they could reduce energy consumption and meet the increasing demand of new material on mixing effect.

KEYWORDS tri-screw extruder, twin-screw extruder, mechanical design, energy consumption

碳纤维增强尼龙飞镖镖杆

8月18日专业生产飞镖的德国Evolution Dart Technology公司推出改进的新型飞镖。飞镖一般包括四个部分,镖尾可由不同的材料如聚酯等制成,影响飞镖的飞行性能;镖筒即手握住的部分;镖杆是连接镖身和镖尾的部分;镖尖可

由金属或塑料制成。

该公司采用Chem Polynwe公司生产的质量分数为20%的碳纤维增强尼龙材料Beetle 66CF4,利用注射成型工艺生产出新型飞镖镖杆。该材料具有所需的高硬度和优异韧性。

(中聚网)