

三螺杆挤出工艺在填充母料生产中的应用

王鹏 孙浩

(石家庄德倍隆科技有限公司,石家庄 050200)

摘要 对石家庄德倍隆科技有限公司生产的三螺杆挤出机与双螺杆挤出机进行了比较。结果表明,三螺杆挤出工艺是生产填充母料的比较理想的新一代加工方法。它的推广应用对于提高填充母料生产技术水平将会起到积极的推动作用。

关键词 三螺杆挤出机 挤出工艺 填充母料

聚烯烃填充母料(简称“填充母料”)作为塑料行业中的一种重要原辅材料,在我国经历了三十年的发展历史,回顾其在开发应用的演变过程,人们关注较多的是母料载体树脂的选择、加工助剂的效能以及填料的表面处理。然而自从 20 世纪 80 年代中期我国自行研制双螺杆挤出机问世以来,双螺杆挤出机逐步代替了开炼机、密炼机,成为挤出行业通用的生产设备。随着填充母料市场向精细化、系列化、功能化、低成本方向发展,许多配混难题使用传统双螺杆挤出机无法根本解决。

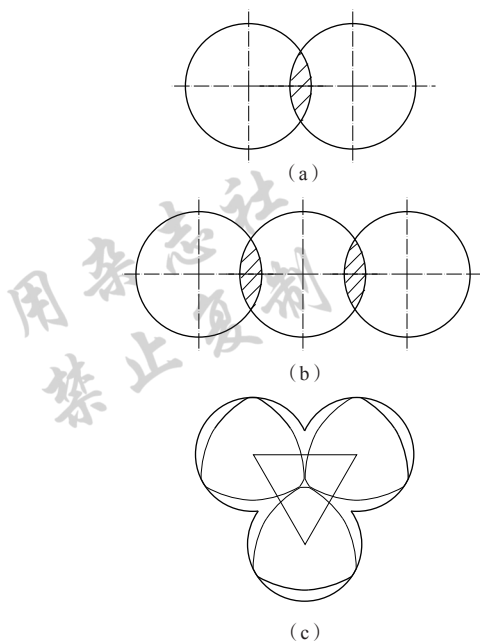
1 三螺杆挤出机与双螺杆挤出机的机械设计比较

市场需求推动技术革新,石家庄德倍隆科技有限公司开发出两大系列(LTS 一字型系列和 TTS 倒三角型系列)共五个品种的三螺杆挤出机。作为传统双螺杆挤出机的升级换代产品,在共混、填充、增强等改性塑料中投入实际应用。三螺杆挤出与传统双螺杆挤出相比较,其在技术、能耗及产品质量等方面的优劣与否,一直是这一领域普遍关注的问题。螺杆组合结构示意图如图 1 所示。结合实验研究、实际生产考核以及母料产品在塑料制品中的应用情况,笔者就上述问题进行述评。

(1) 三螺杆解决了高目数填料的喂料难题。

三螺杆挤出具有较好的分流效果,并可进行较多次的剪切,因而具有较好的塑化效果。生产目数高的填充母粒时,由于塑化不好会影响吃料量,进而影响产量。如使用 3 000 目的 CaCO_3 生产填充料,采用某国产双螺杆 75 机时吃料困难,且吃料量有限,有时根本喂不进料,进料口向上返料,甚至沸石粉也加不进去,出现喂料少、产量低等现象,在实际生产中可能会经常遇见。这是因为双螺杆生产这种填充母粒时,只有一个啮合区,塑化达不到理想效果。有时也会因瞬时扭矩过大而造成非正常停机。

而三螺杆挤出机具有多个啮合区,运转起来相



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

图 1 螺杆组合结构示意图

当于多对双螺杆同时作用,物料在其中经受的剪切次数成倍高于双螺杆挤出机,相同螺杆长径比的情况下,其塑化效果是双螺杆挤出机的数倍,剪切次数增加,物料在空间多个层面上充分交换流动,达到了良好的塑化效果。物料在螺筒里输送顺畅,吃料快,产量大。另外,三螺杆挤出机自洁性优良,可避免出现物料死角,使生产出的产品性能均一。此外,传统双螺杆挤出机在生产高填充母料时, CaCO_3 需在进主机前充分活化才能使产品合格。而三螺杆挤出机因混炼能力较强,对高搅工艺要求不是很苛刻,降低了操作难度。

(2) 三螺杆挤出机可以减少填充母料配方体系中润滑剂的用量,增加无机填料的用量,从而降低材

料成本。

传统的双螺杆挤出机填料用量大时,相应的润滑剂用量也需增加以保障塑化效果。因为常用的增塑剂是小分子物质,链短,且链间结合十分松散,会使母粒的各种性能指标下降,特别是拉伸强度明显降低。三螺杆挤出机可以实现在不增加增塑剂的同时,加大填料的比 例,达到同样的塑化效果。既节省成本,又保证了母粒的质量。传统双螺杆填料用量很难超过 90%,否则会因剪切作用不强而造成分散不均,或者因瞬时扭矩过大而造成非正常停机。而三角形三螺杆挤出机具有三个啮合区,运转起来相当于三对双螺杆挤出机同时作用,物料在其中经受的剪切次数要成倍高于双螺杆,相同螺杆长径比下,其混合效果是双螺杆挤出机的 3 倍,各组分很容易均匀化和微粒化,物料在空间多个层面上充分交换流动,达到了良好的塑化分散效果,且能够实现 93% 的高填充比例,加料和输送也非常稳定。

(3) 三螺杆挤出机生产的填充母料性能更优。

用石家庄德倍隆有限公司生产的 LTS-52 一字型三螺杆和某国产双螺杆 75 机,进行了 PP/CaCO₃ 和 PE/CaCO₃ 填充母料的生产性考核。填料首先经偶联处理并加入适量助剂,再与树脂混合后加入挤出机料筒,具体工艺见图 2。其中不同工艺生产的填充母料用于 PP 打包带和扁丝的部分性能见表 1。填充母料产品性能及填充打包带、扁丝的性能经测试均达到或超过有关行业标准和国家标准的规定。

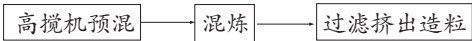


图 2 工艺流程

表 1 产品的性能对比

生产工艺	PP 打包带		
	母料含量/份	拉断力/kN	断裂伸长率/%
三螺杆	20	2.75	17
双螺杆	20	2.73	16
生产工艺	PP 扁丝		
	母料含量/份	相对强度/ $N \cdot tex^{-1}$	断裂伸长率/%
三螺杆	10	0.34	22
双螺杆	10	0.34	21

采用此工艺后填充料料条表面光滑,无传统双螺杆挤出机常见的分散不良现象。料条拉伸强度、弯曲强度、缺口冲击强度均比双螺杆挤出机明显提高。相同的配方体系下,成品的质量比双螺杆挤出高一个档次。相同的质量要求下,三螺杆挤出机能够增大填料的用量,减少润滑剂的用量,从而使其成

本大大降低。

(4) 三螺杆挤出机更省电,更高产。

用石家庄德倍隆有限公司生产的 LTS-52 一字型三螺杆和某国产双螺杆 75 机,进行了对比生产实验。基本配方为:PP 8 份,CaCO₃ 100 份,偶联剂 1 份,石蜡 3 份,硬脂酸 2 份。结果如表 2、表 3 所示。

表 2 LTS-52 三螺杆与某国产 75 机参数及配置比较

机型	螺杆直径/ mm	螺杆转速/ $r \cdot \min^{-1}$	螺杆长径 比	装机功率/kW	
				加热	主机
三螺杆	52.0	500	36.4	32	90
双螺杆	71.4	500	40.4	40	110

表 3 生产中实际测定参数和产量的比较

机型	螺杆转速/ $r \cdot \min^{-1}$	主机电流/A	产量/ $kg \cdot h^{-1}$
三螺杆	480	112	1432
双螺杆	480	160	930

经对比发现,用 LTS-52 三螺杆挤出机生产的母粒,粒形整洁圆滑,表面富有光泽,色调均一,质感瓷润,无传统双螺杆挤出机常见的分散不良现象,且耐候性增强。

由表 3 可知,生产加工上述 PP/CaCO₃ 和 PE/CaCO₃ 填充母料时,使用某国产的 TE-75 机,若达到 930 kg/h 的产量,其主机电流需接近 160 A,而使用自行研制的一字型三螺杆 LTS-52,达到更高产量时主机电流只有 112 A,如果提高喂料量,还可以继续增加产量。又如生产透明填充母料,用 SJH-60 双螺杆,产量为 8 t/d,而一字型三螺杆 LTS-52 在同样电流情况下,产量可达到 15 t/d,且产品的质量更好。在相同产能下,机型较小,所占用的场地也小。从机械损耗角度看,具有良好的节约场地和节能效果。在当今世界能源紧张的情势下具有非常重大的意义,笔者在工艺实验中也已验证了这一结论。

2 结语

(1) 采用三螺杆挤出工艺生产填充母料技术上可行。相同配方体系下,三螺杆挤出工艺比双螺杆挤出工艺所制产品质量要好。相同的产品质量要求下,三螺杆配方成本大大降低。

(2) 三螺杆挤出机能够实现比双螺杆扭矩更高,更高速的挤出,可满足 CaCO₃ 的高目数需求。

(3) 石家庄德倍隆科技有限公司生产的 LTS 型、TTS 型三螺杆挤出机的操作范围比传统双螺杆更宽、混炼能力更强、长径比小、省电、能够满足新材料对混合效果不断提高的要求,是双螺杆挤出机的更新换代产品。

APPLICATION OF THREE-SCREW EXTRUSION PROCESS IN THE FILLING
MASTERBATCH PRODUCTION

Wang Peng, Sun Hao

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

ABSTRACT Three-screw extruder Technology and twin-screw extruder being made in Debeilong Technology Co. Ltd. was compared. The results showed that the three-screw extrusion process was a kind of new generation of processing methods to produce the ideal filling masterbatch, which played an important role in its application for improving filler production technology.

KEYWORDS three-screw extruder, extrusion process, filling masterbatch

欢迎订阅 2010 年《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘

邮发代号 24-42, 24-138 全国各地邮局均可订阅

也可直接通过邮局或银行汇款向《工程塑料应用》杂志社订阅《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘, 请注明
订阅期刊/光盘的名称、收件人、邮编及地址。

《工程塑料应用》国内外公开发行的全国性塑料专业技术类刊物, 月刊, 大 16 开本, 每月 10 日出版。本刊为中文核心期刊, 是中国工程塑料工业协会会刊, 荣获首届、第二届、第三届国家期刊奖等 26 项国家、省部级优秀期刊奖, 入选美国化学文摘(CA)千种表。2010 年定价 13 元/期, 全年 156 元。1986 年以来的期刊价目见表 1。欢迎读者来函(附名片) 免费索取样刊。

《化学分析计量》国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物, 双月刊, 大 16 开本, 单月 20 日出版。本刊为中国科技核心期刊, 荣获 6 项省部级优秀期刊奖, 被美国化学文摘(CA)收录。2010 年定价 13 元/期, 全年 78 元。创刊号以来的期刊价目见表 2。欢迎读者来函(附名片) 免费索取样刊。

《工程塑料应用》、《化学分析计量》合订本光盘 我社已将《工程塑料应用》自创刊号(1973 年) 至 2009 年底共 37 卷 242 期的期刊电子化, 并制成合订本光盘, 现公开发售; 同时也将《化学分析计量》自创刊号(1992 年) 至 2009 年底共 18 卷 71 期的期刊电子化, 并制成合订本光盘, 现公开发售。分别利用这两种合订本光盘既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅各期刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文, 又可根据读者自定义的关键词进行全文检索, 非常方便、实用。

《工程塑料应用》合订本光盘优惠售价 500 元; 《化学分析计量》合订本光盘优惠售价 200 元。

邮局汇款:

收款单位: 山东省济南市 108 信箱杂志社
邮编: 250031 传真: (0531) 85947355 85878057
电话: (0531) 85878057 85878223 85878278

银行汇款:

户 名: 中国兵器工业集团第五三研究所
开户银行: 济南市工商银行经十一路支行
帐 号: 1602001229014425546

网上订阅: <http://www.epa1973.com>

表 1 《工程塑料应用》单册期刊、合订本价格表

年 份	期 数	每册单价 / 元	全年定价 / 元	合订本 / 元
1986 ~1989	16	0.825	13.2	19
1990 ~1992	12	1.4	16.8	23
1993、1994	10	2.4	24	30
1995	6	2.8	16.8	23
1996	6	3	18	24
1997	6	3.5	21	27
1998	12	3.5	42	48
1999	12	4	48	54
2000	12	5	60	66
2001	12	5.5	66	78(两本)
2002	12	6	72	84(两本)
2003	12	6.5	78	90(两本)
2004	12	7	84	96(两本)
2005	12	7.5	90	102(两本)
2006	13	8	104	116(两本)
2007	12	9	108	120(两本)
2008	12	10	120	132(两本)
2009	12	12	144	156(两本)
2010	12	13	156	156(单册)
合 计	213		1000(优惠)	1100(优惠)

表 2 《化学分析计量》单册期刊、合订本价格表

年 份	期 数	每册单价 / 元	全年定价 / 元	合订本 / 元
创刊号 ~1998	9	3	27	33
1999 ~2001	14	4	56	62
2002	6	5	30	72
2003	6	6	36	
2004	6	7	42	93
2005	6	7.5	45	
2006	6	8	48	108
2007	6	9	54	
2008	6	10	60	66
2009	6	12	72	78
2010	6	13	78	78(单册)
合 计	77		450(优惠)	500(优惠)