

双螺杆挤出机的进展及其应用

张平亮

(无锡职业技术学院, 无锡 214073)

摘要 着重介绍日本新型双螺杆挤出机的最新研制和开发的机型, 评述新型双螺杆挤出机的特点, 特别是新近开发的 SCR 双螺杆挤出机、BIVOLAV 双螺杆挤出机、HTM 双螺杆挤出机、TEX 双螺杆挤出机、高剪切型双螺杆挤出机、格子形叶的双螺杆挤出机、新 AP 型双螺杆挤出机的结构、性能及其应用, 提出今后双螺杆挤出机发展前景及方向。

关键词 双螺杆挤出机 进展 应用

近年来, 随着工程塑料向高品质化、高性能化、低成本化方向发展, 在世界范围内出现了塑料制品的多样化、复合化。与之相对应的是需要开发具有适宜的停留时间和高剪切力的高性能双螺杆挤出机, 以适应多品种小批量塑料材料改性等要求, 并使制造工程合理化, 实现小型机大容量生产的需要。

1 新型双螺杆挤出机

双螺杆挤出机与单螺杆挤出机相比, 具有优越的生产性和混炼性, 并能用于工程塑料的改性, 因而受到广大用户的青睐, 因此促进了世界各国特别是日本开发新型双螺杆挤出机的热潮, 以满足高品质、高性能工程塑料产品的需要。

1.1 新型 HVR 双螺杆挤出机

自从 1956 年美国发明了如图 1a 所示的 HVR 双螺杆挤出机^[1,2]以来, 由于这种多圆板式双螺杆挤出机在物料均一化、停留时间分布、表面更新等方面比以前机型有很大的优越性, 因而得到了广泛的应用, 但仍存在槽内壁下部出现滞留物的问题。为了消除以上问题, 三菱重工公司开发了如图 1b 所示的新型 HVR, 其为带特殊圆板的双螺杆挤出机^[2]。

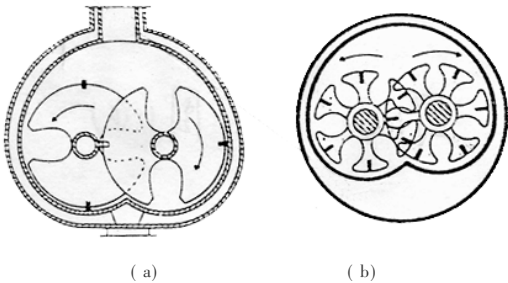


图 1 HVR 双螺杆挤出机剖面图

1.2 自洗净式 SCR 和新型 SCR 双螺杆挤出机

由于 HVR 双螺杆挤出机不适用于 2 ~ 3 kPa · s 以上超高粘度液体和非牛顿性的聚合物。三菱重工

公司开发了如图 2 所示的自洗净式 SCR 双螺杆挤出机^[3], 它是由在机筒内八字形的断面上设有两根同向回转轴, 其轴上装有许多偏心圆板所构成。由于偏心圆板运动, 体积随之发生变化, 这时高粘度液体受到强烈的压缩力, 液体产生强烈的流动, 同时由于机筒内壁与捏合盘角度啮合小, 使固体分散成微细化的颗粒。

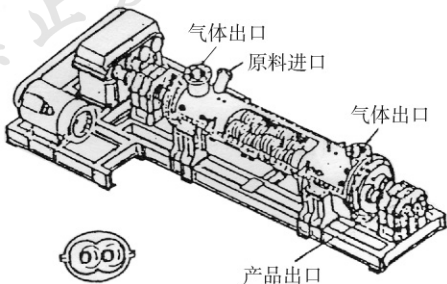


图 2 自洗净式 SCR 双螺杆挤出机

三菱重工公司又对 SCR 双螺杆挤出机进行了改进, 推出新一代 SCR 双螺杆挤出机^[4,5], 如图 3 所示。它以活塞流方式达到机筒内的物料完全混合。这种机型由于两轴以等速同向回转, 混合物料的机筒面可以得到完全清洗, 具有完全自洗净性。它适用于 10 kPa · s 超高粘度液体或非牛顿性聚合物的强制移动输送, 还可在缩聚系的聚合物反应中用于超高粘度液体的脱挥发分操作。

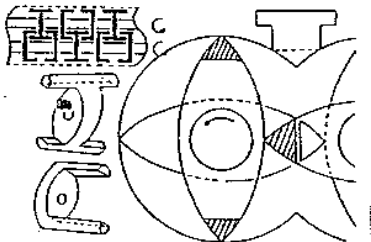


图 3 新 SCR 双螺杆挤出机剖面图

1.3 BIVOLAV 双螺杆挤出机

住友重工公司在改进了 HVR 双螺杆挤出机的基础上,设计成 BIVOLAV 双螺杆挤出机,如图 4 所示^[6]。

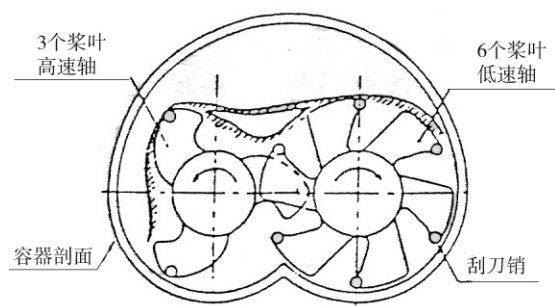


图 4 BIVOLAV 双螺杆挤出机剖面图

(1) 结构 BIVOLAV 机筒截面形状为倒立的心状,机筒下半部分为液相部,上半部分为半圆锥剖面状的气相部。为确保气液相的物质移动,内部搅拌桨叶结构为水平放置 2 根平行的螺杆,各轴上安装多层花状或特殊形状的桨叶,其桨叶外周端连接刮刀,两轴以相反方向回转。液体在机筒中央汇合,同时内桨叶相互研磨。

(2) 特点 ①具有 2:1 的回转比,其混合性能好。由于桨叶交叉配置,并以 2:1 的相反速度啮合回转,因此由回转数差而产生相对周速度,桨叶间的液体得到高的混炼效果,具有对不同粘度液体的混合或微粉体的均一分散的功能;同时,由于反应进行时伴随着液体的高粘度化、固化,固化的物料也被破碎、粉体化,实现了均相化。②大的蒸发面积。有 50% 的液体滞留空间(操作液量与空间容积比),比表面积(气液界面积/操作液量)为 $30 \text{ m}^2/\text{m}^3$,蒸发程度高。③优越的自身洗涤性。高粘度液体粘着少、机筒内死浆少、飞溅少、传热特性提高。④流动性能好。在机筒的轴向方向保持最大的侧向活塞流。

(3) 用途 BIVOLAV 双螺杆挤出机用于聚酯系树脂的缩合聚合反应;单质、低挥发成分的除去;以超高粘度液体为对象的物质移动伴随的混合、混炼,粉体与液体的均一分散操作等。

1.4 HTM 双螺杆挤出机

为了满足汽车用高性能复合材料(如 PP/滑石粉微粒/橡胶)、电线用非卤化物阻燃混合物料(PP、PE、E/VAC 等聚合物配以质量分数 50%~70% 的氢氧化镁)的混炼,另外,为了改善生态环境而进行的回收再利用,特别是废塑料(PP、PVC、PS 等)复合

混炼后的再生利用,シライイ公司开发了如图 5 所示的 HTM 双螺杆挤出机^[7]。

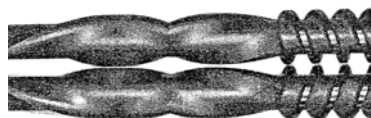


图 5 HTM 双螺杆挤出机螺杆

该机由长螺杆和短螺杆两根螺杆组成。长螺杆的排出端为单螺杆,两根螺杆以非啮合相反方向旋转,并且短螺杆转速比长螺杆高 10%。该机与以往的机型相比,具有高 5 倍以上的剪切速度,熔融聚合物在两根螺杆内高压的相互挤压过程中产生了高混炼性。在设定相同的条件(捏合盘的直径、转速、挤出量等)下,HTM 双螺杆挤出机的挤出温度要比传统双螺杆挤出机降低 $10 \sim 20^\circ\text{C}$,从而实现熔融聚合物的低温和高挤出量挤出。

由于其具有非啮合螺杆结构,与深螺槽啮合式双螺杆挤出机相比,投料进入的空气、气体等能在螺杆的间隙中逃离。同时双螺杆的出口部设计有聚合物流量调节阀,从而极大地改善了熔融聚合物填充率低的情况,阻止冲击振动现象的发生。

1.5 TEX 双螺杆挤出机

日本制钢所研制出图 6 所示的 TEX 系列双螺杆挤出机及其不同形状的捏合盘^[8,9]。由于该机具有世界最高水平的螺杆驱动扭矩设计,使啮合螺槽达到深槽化、高扭矩化,实现了螺杆转数的高速化和螺杆形状与机筒组合的最佳化,可产生低温条件下强烈的混炼作用,生产能力比普通机型平均提高 4~5 倍。特别是对热敏感的高粘度材料,可以控制聚合物温度的上升,并能很好地混炼挤出,生产能力高。该机还具有通信系统,能进行远距离监控,使操作省力,实现高速、高功能的控制。

图 6a 所示为 TEX 系列 FR 型捏合盘,其输送能力高、密封性能好。但是对于 FR 型捏合盘,由于其形状连续化,许多聚合物容易在低谷处通过,因此必须设法扩大机筒与捏合盘尖端之间的间隙,否则会引起聚合物停留时间短、熔融不均一,要达到高熔点聚合物均一反应所要求的混炼是十分困难的。为了弥补 FR 型捏合盘的不足,日本制钢所开发了如图 6b 所示的 TKR 型捏合盘,使混炼能力达到最佳化。但是当 TKR 型机筒与捏合盘尖端间的间隙小时,剪切速度增大,聚合物受到大的剪切应力,则会引起局部发热,熔体粘度降低,尖端之间通过的聚合物流量降低,填料的分散效果变差。为此又将混炼部分设

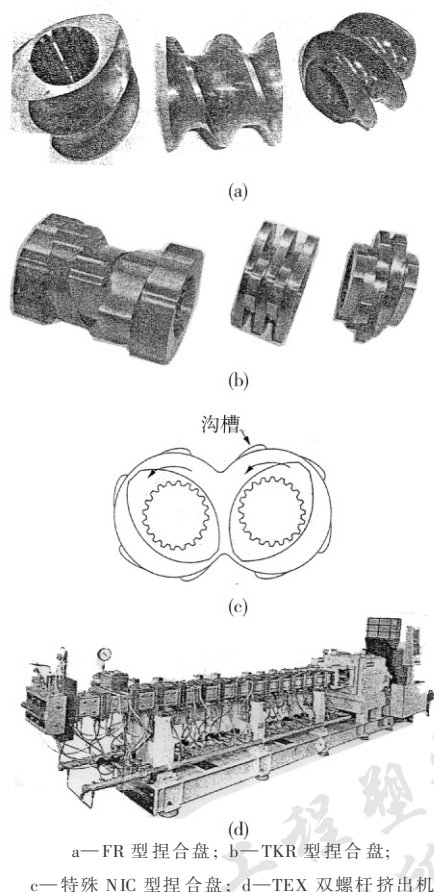


图 6 TEX 系列双螺杆挤出机及其不同捏合盘

计成如图 6c 所示的特殊 NIC 型捏合盘, 由于 NIC 型捏合盘容易达到尖端间隙扩大效果, 且内部设有多条沟槽, 使剪切速度变小, 局部聚合物发热得到了控制, 实现了低温混炼。同时还有数条沟槽产生来回不同的强弱剪切作用, 分散混炼效果好。NIC 型捏合盘主要用来提高炭黑的分散效果。

TEX 系列双螺杆挤出机特别是 TKR 型和 NIC 型双螺杆挤出机主要应用于平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下超微粒子填充料的混炼, 使其冲击强度提高。

1.6 高剪切型双螺杆挤出机^[10]

该种双螺杆挤出机的结构特点及用途如下:

(1) 结构 该装置螺杆如图 7 所示。由图 7 可以看出, 在两根螺杆上装有水滴形的螺旋桨叶并多层配置, 该螺旋桨叶以 2 片为 1 组, 其 2 片桨叶以相对 180° 进行配置。这里 10 片桨叶集成一层叶轮, 每一层叶轮依次 90° 相位差配装, 每一根螺杆上有 4 层叶轮。这两根螺杆上的桨叶以相同的方向回转, 桨叶与桨叶间对液体进行处理, 其剪切力较大。

(2) 优点 能进行充分混合, 能处理高粘度的物料, 粘污少, 并可获得与三台挤出机相同的脱气性

能。

(3) 用途 用于高性能工程塑料, 如聚合物混合物和聚合物合金。

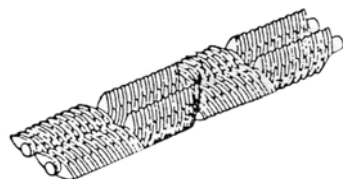


图 7 高剪切型双螺杆挤出机螺杆

1.7 其它新型双螺杆挤出机

日立制作所公司开发了如图 8 所示的格子形叶的双螺杆挤出机^[11, 12]。该机特别适用于熔融的工程塑料类及超高粘度液体的均一分散混炼。

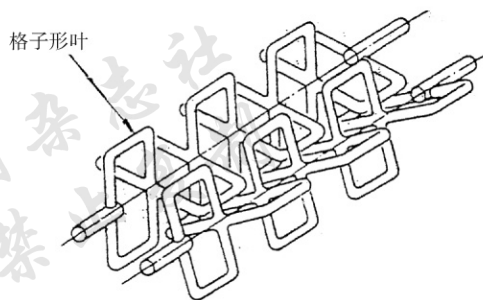


图 8 格子形叶双螺杆挤出机剖面图

日本 LIST 公司开发出如图 9 所示的新 AP 型双螺杆挤出机^[13], 该机有低速级和高速级两根螺杆, 由带有立刀的圆板组成。其立刀的圆板结构与新 SCR 挤出机立刀啮合结构相似, 其回转比为 4 : 1。它适于液晶聚合物 (LCP) 和聚碳酸酯 (PC) 溶液的浓缩粉化、液相超高粘度化、固相化及全过程的处理。

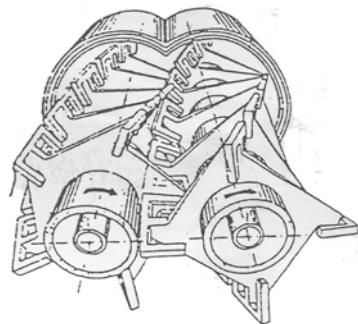


图 9 新 AP 型双螺杆挤出机剖面图

2 结语

以上介绍了国外特别是日本研制的新型双螺杆挤出机。目前美国、德国、日本等国正在努力提高机器的效率, 以广泛应用于工程塑料、橡胶等的混炼挤出。我国应借助国外生产双螺杆挤出机成熟的经

验,研制出适合我国的新型双螺杆挤出机,以提高我国产品质量和技术水平,把产品打入国际市场,提高竞争能力。

参考文献

1 耿孝正.塑料混合及设备.北京:中国轻工业出版社,1993.
2 島田隆文.多機能化の反応装置.化学装置(日),1988(2):33
3 村上泰弘.ポリマ!の复合化プロセスと将来展望.化学装置(日),1992(1):63
4 尾見信三.次世代ポリマ!製造プロセス!現状と将来展望.化学装置(日),1992(1):58
5 张平亮.国外多功能反应设备的进展.化工进展,1995(7):44
6 西见晴行.高分子重合反应装置.产业机械(日),1993(4):31
7 伊藤康文.复合树脂コンパウンド用特殊二轴押出机 HTM 型の

特征と应用技术.プラスチックエ!ジ,2003(6):86
8 井上茂树.二轴混練押出机によるコンパウンディング技術の進歩.プラスチックエ!ジ,2003(6):80
9 井上,沛崎.二轴スクリ!押出机によるコンパウンディング技術. Plastics Age Encyclopedia,2003(3):192
10 小田,井上.二轴混練押出机における特殊混練技術.成形加工(日),2002(2):291
11 小田亲生.二轴格子形叶横型高粘度攪拌機の流动特性.化学工學论文集(日),1991,17(2):430
12 丸子盛久.二轴格子形叶横型高粘度攪拌機.化学工學论文集(日),1990,16(4):673
13 张平亮.新型的聚合反应装置及其技术.化工设备设计,1996,33(4):43

THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF TWIN SCREW EXTRUDER

Zhang Pingliang

(Wuxi Institute of Vocational Technology, Wuxi 214073, China)

ABSTRACT The works and results of twin screw extruder in japan were mainly introduced. The characteristics of new twin screw extruders such as SCR twin screw extruder, BIVOLAV twin screw extruder, HTM twin screw extruder, TEX twin screw extruder, high shear twin screw extruder, twin screw extruder of the grid impeller, AP twin screw extruder were reviewed in construction, property and application. Development trends of twin screw extruder were proposed.

KEYWORDS twin screw extruder, development, application