

柱塞式挤出机在超高分子量聚乙烯成型中的应用

熊淑云 柳和生 黄兴元

(南昌大学机电工程学院聚合物加工研究室,南昌 330031)

摘要 针对超高分子量聚乙烯(UHMWPE)的难加工性,简述了单柱塞式、双柱塞式、柱塞冲压式等柱塞式挤出机的研究和应用现状,提出了立式四柱塞 UHMWPE 挤出成型。立式四柱塞挤出通过四个柱塞依次交替进行,挤出过程较为连续,制品表面的脉动现象较小,从而提高制品表面质量。

关键词 超高分子量聚乙烯 柱塞式挤出机 加工

超高分子量聚乙烯(UHMWPE)是指粘均相对分子质量在150万以上的一种线性聚乙烯(PE)^[1],是一种分子结构与普通PE基本相同的热塑性工程塑料,因极高的相对分子质量,具有其它工程塑料无法比拟的冲击性能、耐磨性能、耐化学药品性、自润滑性、耐低温性、耐应力开裂性、抗粘附能力、电绝缘性优良、安全卫生及吸水率较低等特性^[2],满足许多对材料有特殊要求的场合,广泛应用于建筑、运输、纺织、食品、化工、石油、电气、造纸、采矿、体育和医疗等领域,被称为“令人惊异的塑料”。

UHMWPE在固态具有优良的综合性能,由于其相对分子质量极高,分子链长且呈线性乱缠型分布,熔体特性和普通PE等一般热塑性塑料截然不同,存在着熔体流动性极差、熔体临界剪切速率低易破裂、加工过程中不易进料,以及成型温度范围窄、易氧化降解等^[3]难加工特性,给成型加工带来了极大的困难,限制了UHMWPE的推广应用,UHMWPE的成型加工已成世界性难题。研究者对此进行了长期的探索,取得一定的成效。目前,对UHMWPE的成型研究主要分为两类:改性和加工^[4]。改性通过添加其它材料而提高其流动性,从而改善加工性能,这往往会在一定程度上影响UHMWPE的某些性能;加工通过改变加工部件的原理和结构而使其适应UHMWPE的难加工性。压制烧结是UHMWPE最原始的加工方法^[5],主要用于板材生产,其存在生产效率低、劳动强度大、制品质量不稳定等缺点。螺杆挤出法是一种连续挤出成型技术,采用专用的单螺杆挤出机,加以特殊的添加剂及加工工艺能实现对UHMWPE的加工,但降低了UHMWPE制品的某些性能。美国菲利浦化学公司已用特殊设计的单螺杆挤出机制造成功 $\phi 1219.2$ mm的管材,北京化工大学塑料机械研究所于1994年研制出 $\phi 45$ mm型UHMWPE专用螺杆挤出机^[6]。而柱塞挤出由于不

受相对分子质量高低的制约,从而在纯UHMWPE制品成型方法中表现出优越性,但由于其工作不连续,提高其生产效率和制品表面质量是研究的重要方向。

1 柱塞挤出成型的工作过程

柱塞式挤出成型过程是将粉料加入进料室,经加热段熔融塑化后,在柱塞压力作用下使熔融物料通过挤出机口模挤出、冷却,从而获得所要求的断面形状制品的过程。该方法存在着成型过程中不出现剪切,制品的质量较好等优点。世界上第一台柱塞挤出机由一个手动的柱塞和机头组成,用于连续制造铅管,它是J. Bramah于1795年发明的^[7],于1870年开始用于塑料加工。随着螺杆挤出机的出现,并表现出对塑料加工的良好适应性和优越性,使得柱塞挤出机的发展应用几乎停滞。近年来,由于UHMWPE和聚四氟乙烯(PTFE)等新型原料在成型时,螺杆挤出机表现出不适应性,而柱塞挤出机表现出良好的适应性,引起了学者们的再次重视。

2 柱塞式挤出成型在UHMWPE中的应用研究

2.1 单柱塞式

德国Oberhausen的A. G. Rullrchemie首先发明了UHMWPE柱塞挤出法^[8]。凭借柱塞挤出成型表现出对UHMWPE加工的优越性,使其迅速向高压方向发展,代表性产品有日本三井公司制造的SIM-4749A设备、美国Philips Scientific公司和德国WK公司制造的设备,其中美国Philips Scientific公司制造了年生产能力分别为10、25 t和70 t 3种不同规格的柱塞挤出机。

我国辽宁省阜新红旗塑料机械厂研制并制造了STJ系列立式柱塞挤出机,表1为其主要技术参数^[9],适于连续加工UHMWPE管材、棒材、异型材

表 1 立式柱塞挤出机的主要技术参数

项 目		不同型号挤出机的技术参数			
		STJ-100/ FRE-100	STJ130/ FRE150	STJ300/ FRE320	STJ400
最大压制力 /kN		100/100	100/100	100/100	500
液压电机功率 /kW		11/11	11/11	22/22	37
加热功率 /kW		12/12	12/12	15/18	18
可生产 管材 尺寸	直径 / mm	≤100 / ≤100	≤130 / ≤150	≤320 / ≤320	≤400
	壁厚 / mm	STJ 系列 3 ~5; FRE 系列 ≥5			
	挤出线速度 / m · h ⁻¹				
		STJ 系列 2.5 ~5, 最高可达 8			

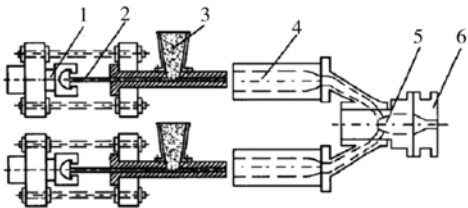
等制品,在生产直径数百毫米的大口径管材方面显示出较其它加工方法更大的优越性。

柱塞式挤出在成型 UHMWPE 制品时具有不受相对分子质量大小的限制,可不经任何改性进行成型加工的优点,但柱塞式挤出属于非连续挤出,使得 UHMWPE 制品表面存在“竹节”缺陷,且生产效率低。

2.2 双柱塞式

为了提高挤出效率和挤出制品的表面质量,1993 年 Werner & Pfleidere 公司推出的双油缸/双柱塞推压机,此推压机采用两个柱塞进行往复运动,减少了加工时间,且克服了热降解,可将 UHMWPE 加工成不同壁厚的制品。

2003 年北京化工大学塑料机械及塑料工程研究所设计制造了纯 UHMWPE 双柱塞挤出设备,如图 1 所示。主要由大型压力机、加料部分、加热部分、缓冲部分及相位滞后装置等组成^[10]。其中加热部分采用了薄板结构,实现了快速加热,大大提高了生产效率;利用缓冲部分较大程度地弥补了柱塞挤出的不足,采用双柱塞交替挤出实现连续挤出,较大限度减少了脉动,从而减少了制品表面“竹节”缺陷的产生。



1—油缸; 2—推杆; 3—料斗; 4—加热器; 5—缓冲部; 6—法兰盘

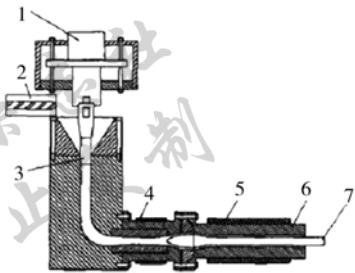
图 1 新型柱塞挤出成型装置原理图

2.3 柱塞冲压式

北京化工大学塑料机械及塑料工程研究所于 2003 年推出了 RAM-200 型曲柄冲压式交联聚乙

烯(PE-X)管材生产线。改动该生产线的成型模具可以用于加工 UHMWPE 管材制品。柱塞冲压式挤出机是一种机械式柱塞挤出机,它主要利用“锻造”原理,采用双工位式,由一根曲轴连接两套曲柄连杆机构,并分别带动一个柱塞实现往复运动,从而大大提高了生产效率,同时还降低了制品的成本。柱塞冲压式挤出机通过柱塞的往复运动将物料压入机筒内,在外部热源的主要作用下使其在机筒内不断熔融,并在柱塞冲压力推动下使其向口模方向前进,最终经口模直接挤出成型。

柱塞冲压式挤出机主要由冲压往复运动部分、物料压入部分、流道部分和成型控制部分组成,其原理图如图 2 所示^[8]。



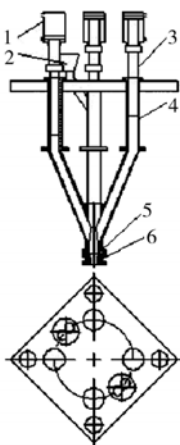
1—电机; 2—螺旋喂料装置; 3—柱塞; 4—预热区;
5—加热区; 6—筒体; 7—芯棒

图 2 柱塞冲压式挤出机原理图

目前,国外有韩国的泰成机械、喜星化学昌原工厂采用柱塞冲压挤出法生产过氧化物交联聚乙烯(PEX-a)管材,国内的烟台中新阳光管业有限公司采用柱塞冲压挤出法同时进行 PEX-a、UHMWPE 和 PTFE 管材的生产。3 家公司所用主机结构相似,工作原理相同,但生产实践证明烟台中新阳光管业有限公司由于采用了曲柄球头机构、副导柱机构、双球面壁厚调偏技术、自动润滑装置、特殊降噪技术等专利技术,具有更好的加工能力和工作性能^[11]。

2.4 四柱塞式挤出机

与单柱塞挤出比较,双柱塞挤出的挤出效率、表面质量有了很大提高,沿着这一思路,笔者提出立式四柱塞 UHMWPE 挤出,装置如图 3 所示。由液压柱塞系统、加料部分、加热部分及缓冲部分等组成,通过将物料加入 4 个柱塞筒进行预热和加热熔融,由液压柱塞系统控制 4 个柱塞依次交替将物料挤入到一个汇集装置——缓冲部分,最后通过口模挤出制品,从而实现连续挤出。立式四柱塞挤出保持了立式柱塞挤出机的优点。立式柱塞挤出机的最大特点是占地面积小、操作简便、柱塞和模具的对中性好



1—液压缸；2—料斗；3—推杆；4—机筒；5—缓冲部；6—法兰盘

图3 四柱塞挤出装置简图

且不易偏移,生产出的制品精度高。且立式四柱塞挤出通过4个柱塞依次交替进行,挤出过程较连续,制品表面的脉动现象较小,从而提高制品的表面质量。

3 结语

随着人们的不断努力和新技术的发展,柱塞挤出对UHMWPE成型的广泛适应性将得到更多的应用,逐步克服UHMWPE的加工困难,UHMWPE的优

异性能将得到更广泛的研究和应用。

参考文献

- [1] 李倩兮,吴宏武.超高分子量聚乙烯成型工艺及其加工设备研究进展[J].机械工程材料,2007,31(6):1-5.
- [2] 梁淑君,贾润礼.超高分子量聚乙烯的研究现状[J].山西化工,2002,22(2):20-22.
- [3] 叶素娟,黄承亚,禹权.超高分子量聚乙烯的成型工艺及改性研究进展[J].合成材料老化与应用,2006,35(2):43-49.
- [4] 韩飞.超高分子量聚乙烯的成型技术现状及研究进展[J].甘肃化工,2005(1):1-6.
- [5] 许中义.超高分子量聚乙烯成型工艺及在化工领域中的应用[J].炼油与化工,2004,15(1):8-9.
- [6] 魏晓峰,刘广建.超高分子量聚乙烯的成型工艺最新研究现状[J].塑料挤出,2004(5):10-13.
- [7] 李建立,刘菊红,王伟明.柱塞挤出机的应用和发展[J].工程塑料应用,2005,33(8):63-67.
- [8] 李维维.柱塞冲压挤出过程固体熔融研究[D].北京:北京化工大学,2008:5.
- [9] 雷毅,郭建良,彭旭东.超高分子量聚乙烯管道成型技术及其在油气集输中的应用[J].石油工程建设,2005,31(2):1-5.
- [10] 刘广建,魏晓峰.双柱塞超高分子量聚乙烯特殊挤出成型工艺研究[J].塑料,2003,32(6):55-58.
- [11] 李建立,刘继红,王伟明.超高相对分子量聚乙烯管材新型连续挤出成型技术[J].中国塑料,2006,20(1):101-105.

APPLICATION OF PLUNGER EXTRUDER IN PROCESSING UHMWPE

Xiong Shuyun, Liu Hesheng, Huang Xingyuan

(Polymer Processing Lab, School of Mechanical and Electrical Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

ABSTRACT Aiming at the processing difficulty of Ultra-high molecular weight polyethylene(UHMWPE), the research and application status of the plunger extrusion molding device, including batch plug type, double piston and piston stamping type was described, the vertical four piston UHMWPE extrusion molding was also proposed. The vertical four piston extrusion was runned by four alternating piston. The extrusion process was more continuous, and the pulsation phenomenon of products' surface was less, thus enhancing the quality of products' surface.

KEYWORDS UHMWPE, plunger extruder, processing

赛默飞世尔科技公司推出全新系列的 微量锥形双螺杆混合机

2010年3月23日赛默飞世尔科技公司宣布推出 Thermo Scientific HAAKE MiniCTW,这是新系列微量锥形双螺杆混合机中的最新型号。此系列机器具备多种型号,可用于包括高分子材料、生物科学、纳米技术和制药等多种市场领域。

此系列所有型号均可用于混合5g或7mL物料,特别适用于混合昂贵或少量物料的企业,如纳米复合材料、生物高分子材料或药品。客户通过选配的强制喂料机,可以连续挤出体积超小的物料。该仪器基于成熟的锥形双螺杆技术,采用同向和异向旋转螺杆,可作为独立单元工作,具有数据导出功能。借助通道和旁通阀,可限定停留时间。上部料筒可方便快速地拆卸清洗,新软件可实现用户友好的过程监

控,型号多样,应用范围广。

Thermo Scientific HAAKE MiniCTW 最适用于需要精确控制的高粘性熔体反应式挤出。该仪器以循环模式运行时,可以轻松控制反应混合所需的反应时间。测试结束后,可以打开旁通阀,使样品呈条状挤出。通过测量驱动马达的扭矩,能有效监控响应过程。

(工塑网)

乐凯双酚类光稳定剂质量优于国外同类产品

由乐凯集团乐凯化学有限公司承担的双酚类光稳定剂合成及其络合物含量分析共性技术开发项目,日前通过河北省组织的专家验收。该双酚类光稳定剂适用于聚丙烯、聚乙烯、(乙烯/醋酸乙烯)共聚物等塑料。该项目开发的双酚类光稳定剂质量超过国外产品,已出口欧美等十几个国家和地区。

(色母粒)