



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110815628 B

(45) 授权公告日 2025.03.21

(21) 申请号 201911109102.6
 (22) 申请日 2019.11.13
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 110815628 A
 (43) 申请公布日 2020.02.21
 (66) 本国优先权数据
 201921636683.4 2019.09.29 CN
 (73) 专利权人 四川大学
 地址 610065 四川省成都市武侯区一环路
 南一段24号
 (72) 发明人 傅强 申开智 张杰 王映雄
 付嘉鑫
 (74) 专利代理机构 成都科海专利事务有限责任
 公司 51202
 专利代理师 唐丽蓉

(51) Int.Cl.
B29B 9/06 (2006.01)
B29C 48/92 (2019.01)
B29C 48/25 (2019.01)
B29C 48/395 (2019.01)
B29C 48/505 (2019.01)
B29C 48/625 (2019.01)
B29C 48/62 (2019.01)
 (56) 对比文件
 CN 103419349 A, 2013.12.04
 CN 207028124 U, 2018.02.23
 CN 211164808 U, 2020.08.04
 US 2001013248 A1, 2001.08.16
 US 6210030 B1, 2001.04.03
 WO 8704389 A1, 1987.07.30

审查员 周茜

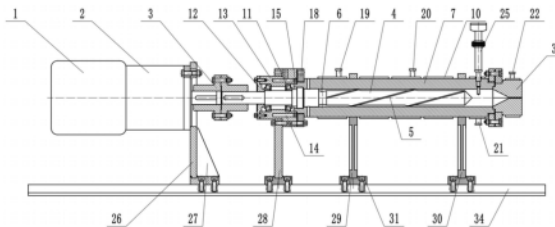
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种聚合物熔体解缠结装置

(57) 摘要

本发明公开了一种聚合物熔体解缠结装置中依次连接的驱动电机、解缠结机构、成型口模由支撑机构固定支撑,在线检测机构安装在解缠结机构和成型口模上,支撑机构固定连接于底座上,解缠结机构中后部一侧外接挤出机的出口端,控制系统与驱动电机相连。本发明可使熔体中的分子链在周向剪切场或周向振动场,尤其是周向剪切和周向振动叠加的复合应力场下逐渐移开,达到高度的解缠结效果,不仅可解决因高分子材料粘度高而引起的材料翘曲变形、熔接痕强度差等问题,还可在保持粘度变化不大的情况下,大幅降低成型温度,从而使制品的整体温差减小、内应力降低。



1. 一种聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置包括依次连接的驱动电机(1)、解缠结机构、成型口模(35)以及固定机构、在线检测机构、支撑机构、底座(34)和控制系统,依次连接的驱动电机(1)、由固定机构固定的解缠结机构和成型口模(35)由支撑机构固定支撑,在线检测机构安装在解缠结机构和成型口模(35)上,支撑机构固定连接于底座(34)上,解缠结机构中后部一侧外接挤出机(36)的出口端,控制系统与驱动电机(1)相连,

其中所述的控制系统为一计算机和设置在计算机内的可编程逻辑控制器,并可通过外部输入的以下4个参数来控制与之相连的驱动电机进行周向旋转、周向振动或周向旋转与周向振动叠加的复合运动:

$$V1=2f \cdot \theta+V$$

$$V2=V-2f \cdot \theta$$

$$\theta1=(2f \cdot \theta+V)/2f$$

$$\theta2=(V-2f \cdot \theta)/2f$$

式中:V1为正给进速度,单位为rad/s;

V2为反给进速度,单位为rad/s;

$\theta1$ 为正给进角度,单位为rad;

$\theta2$ 为反给进角度,单位为rad;

V为旋转速度,单位为r/min,具体根据聚合物种类的不同进行选择;

f为振动频率,单位为Hz,具体根据聚合物种类的不同进行选择;

θ 为振动幅度,单位为 $^{\circ}$,具体根据聚合物种类的不同进行选择。

2. 根据权利要求1所述的聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置中所述的解缠结机构包括解缠结芯轴(4)、料筒(7)和加热套(10),解缠结芯轴(4)通过位于后半段外的固定机构活动固连使前半段悬臂位于料筒(7)内,芯轴前半段上为光滑面或同向均布有至少2条螺纹(5)的螺纹面,每条螺纹(5)均始于料筒(7)进料口(8)对应的芯轴外表面所开的环形凹槽(6)的边缘,螺纹的升角 φ 为 $45^{\circ} \sim 85^{\circ}$,螺槽的深度为 $0.5 \sim 3\text{mm}$,芯轴后端头通过联轴器(3)与驱动电机(1)相连;料筒(7)通过后端头外的固定机构连接于解缠结芯轴(4)外,在解缠结芯轴(4)环形凹槽(6)对应的筒壁一侧上开有进料口(8),并通过一挤出机连接器(9)外接挤出机(36)的出口端,进料口后的筒壁内表面或为光滑面或为设置有至少2条旋转方向与解缠结芯轴(4)的螺纹方向相反的凸起螺纹(5),且螺纹的升角和螺槽的深度与芯轴上的螺纹相同;加热套(10)位于料筒(7)外。

3. 根据权利要求2所述的聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置中所述的解缠结机构中所述的解缠结芯轴(4)的直径D为 $15 \sim 60\text{mm}$,其长径比L/D为 $10 \sim 30$;所述的解缠结芯轴(4)的螺纹头数为 $2 \sim 4$ 头;所述的解缠结芯轴(4)和料筒(7)上的螺纹(5)截面形状为矩形、锯齿形或梯形。

4. 根据权利要求1或2或3所述的聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置中所述的固定机构是由轴承(11)、轴承盖(12)、轴承座(13)和轴承座连接法兰(18)构成,轴承(11)位于轴承座(13)内,轴承盖(12)和轴承座连接法兰(18)分别位于轴承座(13)两端并通过连接件与其固连为一体,轴承座(13)中开有冷却水道(14),该冷却水道(14)开在与轴承座连接法兰(18)连接一端的座体上,为一未贯通的环形水槽,槽口有一与之匹配堵头(15),在环形水槽两盲端的中段壁上分别开有冷却水进、出口(16-17)。

5. 根据权利要求1或2或3所述的聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置中所述的在线检测机构包括温度传感器、压力传感器和在线粘度计,其中温度传感器至少有四个,第一、第二温度传感器(19-20)分别安装在料筒(7)的进料口(8)后的筒壁和中部筒壁上,第三温度传感器(21)安装在料筒(7)前端端头一侧的空腔壁上,第四温度传感器(22)安装在成型口模壁上;压力传感器至少有二个,第一压力传感器(23)安装在进料口(8)对应的料筒壁上,第二压力传感器(24)安装在成型口模(35)壁上;在线粘度计(25)安装在料筒(7)前端端头另一侧的空腔壁上。

6. 根据权利要求4所述的聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置中所述的在线检测机构包括温度传感器、压力传感器和在线粘度计,其中温度传感器至少有四个,第一、第二温度传感器(19-20)分别安装在料筒(7)的进料口(8)后的筒壁和中部筒壁上,第三温度传感器(21)安装在料筒(7)前端端头一侧的空腔壁上,第四温度传感器安装在成型口模壁上;压力传感器至少有二个,第一压力传感器(23)安装在进料口(8)对应的料筒壁上,第二压力传感器(24)安装在成型口模(35)壁上;在线粘度计(25)安装在料筒(7)前端端头另一侧的空腔壁上。

7. 根据权利要求1或2或3所述的聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置中所述的支撑机构至少由四个板式支撑固定柱构成,第一支撑固定柱(26)由底部一侧水平延伸的柱座(31)通过连接件固定于底座(34)上,第二至四支撑固定柱(28-30)均由其各自底部两侧水平延伸的柱座(31)通过连接件固定于底座(34)上。第一支撑固定柱(26)位于驱动电机(1)处,其柱体截面呈“L”形,在“L”形一侧设置有加强筋(27),上部开有通孔,驱动电机(1)的输出轴穿过该通孔通过联轴器(3)与解缠结芯轴(4)相连,输出轴后侧的连接法兰通过连接件与第一支撑固定柱(26)固连支撑;第二至四支撑固定柱(28-30)依次分别位于固定机构外、进料口(8)前的料筒(7)外和解缠结芯轴(4)前端的料筒(7)外,其上半部的固定端是由一与下半部连为一体的半圆形缺口(32)和另一活动连接的半圆形固定弧条(33)构成,并分别通过两侧各自端边延伸的开有通孔的柱座(31)用连接件连接。

8. 根据权利要求6所述的聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置中所述的支撑机构至少由四个板式支撑固定柱构成,第一支撑固定柱(26)由底部一侧水平延伸的柱座(31)通过连接件固定于底座(34)上,第二至四支撑固定柱(28-30)均由其各自底部两侧水平延伸的柱座(31)通过连接件固定于底座(34)上。第一支撑固定柱(26)位于驱动电机(1)处,其柱体截面呈“L”形,在“L”形一侧设置有加强筋(27),上部开有通孔,驱动电机(1)的输出轴穿过该通孔通过联轴器(3)与解缠结芯轴(4)相连,输出轴后侧的连接法兰通过连接件与第一支撑固定柱(26)固连支撑;第二至四支撑固定柱(28-30)依次分别位于固定机构外、进料口(8)前的料筒(7)外和解缠结芯轴(4)前端的料筒(7)外,其上半部的固定端是由一与下半部连为一体的半圆形缺口(32)和另一活动连接的半圆形固定弧条(33)构成,并分别通过两侧各自端边延伸的开有通孔的柱座(31)用连接件连接。

一种聚合物熔体解缠结装置

技术领域

[0001] 本发明属于高分子材料加工设备技术领域,具体涉及一种能够实现聚合物熔体状态下解缠结并连续输出解缠结塑料熔体的装置。

背景技术

[0002] 高分子材料已成为现代人类最为广泛使用的重要材料之一,如何更加节能、环保、高效、优质地进行高分子材料加工,对科学技术的发展和经济水平的提高都具有十分重要的意义

[0003] 众所周知,低于所谓临界分子量 M_c 时,聚合物熔体的粘度正比于相对分子量 M ,而当相对分子量高于 M_c 时,熔融状态的高分子链就会相互缠结形成缠结网络,限制了分子链在熔体中的运动能力,使聚合物熔体的粘度正比于分子质量 M 的3.4次方,大大的增加了材料的粘度,给成型加工过程带来了不小的困难。这使得在一般情况下,高分子材料的挤出和注射成型都需要在较高的压力(注射成型熔体压力可高达100MPa)和较高的熔体温度(通常大于200°C)下进行,无疑,这会产生相当大的能量消耗。尤其当使用高粘度材料、成型薄壁大型制品时,这个问题更加突出。从理论上讲,对于一种特定分子量的聚合物,若能在熔体状态下实现高分子链的部分解缠结甚至完全解缠结,便能够显著的降低聚合物熔体的粘度,从而大幅度改善聚合物材料的加工性能。相较于传统的加入增塑剂或降低分子量等提高聚物流动性和加工性的方法,通过解缠结方式来降低粘度提高加工性能不会大幅影响聚合物材料的分子量,进而不会降低最终制品的力学性能。

[0004] 现有的主流熔体加工装置(如挤出、注塑等)多数不仅只能提供单纯的剪切场,且所产生的剪切方向、剪切速率等都是不变的。这种单纯的剪切场能够引起垂直于流动方向上流层间分子链的滑移,从而使缠结点得到一定程度的解脱,引起粘度下降的现象,被称之为“剪切变稀”。剪切变稀所带来的粘度下降虽有利于加工过程的进行,但由于剪切速率恒定且剪切时间较短,当分子链的热运动导致的恢复缠结与剪切诱导的解缠结达到动态平衡时,分子链的缠结状态便维持不变,解缠结不会继续进行,粘度也将保持不变。因此,现有装置产生的单纯剪切场解缠结效果是十分有限的,不容易实现高效的分子链解缠,进而也不能大幅度改善聚合物材料的加工性能,降低能耗。

[0005] 据了解,目前还未见文献报道有开展如何进一步利用应力场来实现聚合物熔体高度解缠结的研究,更没有专门用于大规模制备聚合物熔体解缠降粘原料的装置。

发明内容

[0006] 本发明的目的是针对现有技术的空白,提供一种能够实现聚合物熔体状态下解缠降粘并连续输出解缠结熔体的装置。

[0007] 本发明为实现上述目的所提供的一种聚合物熔体解缠结装置,其特征在于该装置包括依次连接的驱动电机、解缠结机构、成型口模以及固定机构、在线检测机构、支撑机构、底座和控制系统,依次连接的驱动电机、由固定机构固定的解缠结机构和成型口模由支撑

机构固定支撑,在线检测机构安装在解缠结机构和成型口模上,支撑机构固定连接于底座上,解缠结机构中后部一侧外接挤出机的出口端,控制系统与驱动电机相连。

[0008] 以上熔体解缠结装置中所述的解缠结机构包括解缠结芯轴、料筒和加热套。解缠结芯轴通过位于后半段外的固定机构活动固连使前半段悬臂位于料筒内,芯轴前半段上为光滑面或同向均布有至少2条螺纹的螺纹面,每条螺纹均始于料筒进料口对应的芯轴外表面所开的环形凹槽的边缘,螺纹的升角 φ 为 $45 \sim 85^\circ$,螺槽的深度为 $0.5 \sim 3\text{mm}$,芯轴后端头通过联轴器与驱动电机相连;料筒通过后端头外的固定机构连接于解缠结芯轴外,在解缠结芯轴料筒环形凹槽对应的筒壁一侧上开有进料口,并通过一挤出机连接器外接挤出机的出口端,进料口后的筒壁内表面或为光滑面或为设置有至少2条旋转方向与解缠结芯轴的螺纹方向相反的凸起螺纹,且螺纹的升角和螺槽的深度与芯轴上的螺纹相同;加热套位于料筒外。

[0009] 以上熔体解缠结装置中解缠结机构中所述的解缠结芯轴的直径 D 为 $15 \sim 60\text{mm}$,优选 $30 \sim 50\text{mm}$;其长径比 L/D 为 $10 \sim 30$,优选 $15 \sim 20$ 。

[0010] 以上熔体解缠结装置中解缠结机构所述的解缠结芯轴的螺纹头数优选 $2 \sim 4$ 头。

[0011] 以上熔体解缠结装置中解缠结机构所述的解缠结芯轴和料筒上的螺纹截面形状为矩形、锯齿形或梯形。

[0012] 以上熔体解缠结装置中解缠结机构所述的解缠结芯轴前端端头与料筒端头之间留有粘度测试空腔,以便于插放粘度计,避免芯轴扰动干涉。

[0013] 以上熔体解缠结装置中所述的固定机构是由轴承、轴承盖、轴承座和轴承座连接法兰构成。轴承位于轴承座内,轴承盖和轴承座连接法兰分别位于轴承座两端并通过连接件固连为一体。轴承座中开有冷却水道,该冷却水道开在与轴承座连接法兰连接一端的座体上,为一未贯通的环形水槽,槽口有一与之匹配堵头,在环形水槽两盲端的中段壁上分别开有冷却水进、出口。

[0014] 以上熔体解缠结装置中所述的在线检测机构包括温度传感器、压力传感器和在线粘度计。其中温度传感器至少有四个,第一、第二温度传感器分别安装在料筒的进料口后的筒壁和中部筒壁上,第三温度传感器安装在料筒前端端头一侧的空腔壁上,第四温度传感器安装在成型口模壁上;压力传感器至少有二个,第一压力传感器安装在进料口对应的料筒壁上,第二压力传感器安装在成型口模壁上;在线粘度计安装在料筒前端端头另一侧的空腔壁上。

[0015] 以上熔体解缠结装置中所述的支撑机构至少由四个板式支撑固定柱构成,第一支撑固定柱由底部一侧水平延伸的柱座通过连接件固定于底座上,第二至四支撑固定柱均由其各自底部两侧水平延伸的柱座通过连接件固定于底座上。第一支撑固定柱位于驱动电机处,其柱体截面呈“L”形,在“L”形一侧设置有加强筋,上部开有通孔,驱动电机的输出轴穿过该通孔通过联轴器与解缠结芯轴相连,输出轴后侧的连接法兰通过连接件与第一支撑固定柱固连支撑;第二至四支撑固定柱依次分别位于固定机构外、进料口前的料筒外和解缠结芯轴前端的料筒外,其上半部的固定端是由一与下半部连为一体的半圆形缺口和另一活动连接的半圆形固定弧条构成,并分别通过两侧各自端边延伸的开有通孔的水平翼用连接件连接。

[0016] 以上熔体解缠结装置中所述的控制系统为一计算机和设置在计算机内的可编程

逻辑控制器 (PLC), 即可通过外部输入的以下4个参数(4个参数的计算方式)来控制与之相连的驱动电机进行周向旋转、周向振动或周向旋转与周向振动叠加的复合运动:

[0017] $V_1 = 2f \cdot \theta + V$

[0018] $V_2 = V - 2f \cdot \theta$

[0019] $\theta_1 = (2f \cdot \theta + V) / 2f$

[0020] $\theta_2 = (V - 2f \cdot \theta) / 2f$

[0021] 式中: V_1 为正给进速度, 单位为 rad/s;

[0022] V_2 为反给进速度, 单位为 rad/s;

[0023] θ_1 为正给进角度, 单位为 rad;

[0024] θ_2 为反给进角度, 单位为 rad;

[0025] V 为旋转速度, 单位为 r/min, 具体根据聚合物种类的不同进行选择;

[0026] f 为振动频率, 单位为 Hz, 具体根据聚合物种类的不同进行选择;

[0027] θ 为振动幅度, 单位为 $^\circ$, 具体根据聚合物种类的不同进行选择。

[0028] 几种常用材料的 V 、 f 和 θ 的数值可在下表范围内选择:

[0029]

| 材料 | $V/r \cdot \text{min}^{-1}$ | f/Hz | $\theta/^\circ$ |
|-----------|-----------------------------|---------------|-----------------|
| 聚乙烯 (PE) | 5 ~ 40 | 5 ~ 10 | 10 ~ 30 |
| 聚丙烯 (PP) | 5 ~ 40 | 5 ~ 10 | 5 ~ 30 |
| 聚碳酸酯 (PC) | 10 ~ 30 | 3 ~ 10 | 15 ~ 40 |
| 聚苯乙烯 (PS) | 10 ~ 30 | 3 ~ 10 | 5 ~ 30 |

[0030] 以上熔体解缠结装置中所述的驱动电机与芯轴之间还可根据需要进行配置减速器, 这是本领域技术人员公知的常识。

[0031] 以上熔体解缠结装置中所述的成型口模可以选用成型片材、薄膜或丝条的口模, 并根据需要进行更换; 成型口模通过机头连接法兰与料筒连接。

[0032] 工作时, 首先是将解缠结装置的加热套及轴承座的冷却水打开, 待温度上升到解缠结物料的熔融温度时, 开启驱动电机, 通过控制系统的计算机触摸显示屏输入计算出来的参数 V_1 、 V_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值, 可编程逻辑控制器 (PLC) 即输出控制指令, 驱动电机即按指令驱动相连接的解缠结芯轴运动, 然后由挤出机将塑化好的塑料熔体通过挤出机连接器输入料筒。聚合物熔体在料筒及芯轴上表面或螺棱的周向剪切及拖曳作用实现解缠结。解缠结后的熔体在挤出机的挤出压力作用下通过成型口模成型制品。安装在料筒上的第一温度传感器、第二温度传感器、第三温度传感器和安装在成型口模上的第四温度传感器可实时监测料筒中塑料在熔融状态下的温度, 当温度高于所需温度时, 加热套停止加热, 当温度低于所需温度时, 加热套又开始加热工作。安装在料筒进料端的第一压力传感器和出料端的第二压力传感器可实时监测挤出过程中的压力变化。安装在料筒出料端的在线粘度计可实时监测塑料熔体在解缠结过程中的粘度变化。

[0033] 本发明与现有技术相比, 具有以下有益效果:

[0034] 1. 由于本发明提供的熔体解缠结装置中的控制系统可使解缠结芯轴不仅对进入其中的熔体再次施以周向旋转应力场或周向振动应力场或周向旋转与周向振动叠加的复合运动应力场, 且如果有其上凸起螺纹的随之扰动, 还可放大应力场的作用, 因而可使熔体中的分子链在周向剪切场或周向振动场, 尤其是在周向剪切和周向振动叠加的复合应力场

下,一张一弛不断改变受力方向时逐渐移开,从而达到高度的解缠结效果。

[0035] 2. 由于本发明提供的熔体解缠结装置中不仅解缠结芯轴的螺纹为等距等深、大升角、浅螺槽的多头螺纹,且料筒上也分布着同样角度、深度且与芯轴上螺棱反向的凸起的螺纹,因而可对聚合物熔体产生更强的应力作用,进一步提高解缠结的效果。

[0036] 3. 由于本发明提供的熔体解缠结装置在采用一个驱动电机的情况下,不仅就能够使解缠结芯轴产生单一的周向旋转应力场或单一的周向振动应力场,还能同时产生周向旋转与周向振动的复合应力场,因而可在保证和提高解缠结效果的前提下,既可使整个装置的总体尺寸和结构的复杂性较小,且还可以降低制造成本。

[0037] 4. 由于本发明提供的熔体解缠结装置直接与成型口模相连,不仅解缠结后的聚合物熔体能够直接挤出成型得到各种制品,且由于挤出成型时熔体仍处于解缠结状态具有较低粘度,分子链具有较强运动能力,因而既可使所得到的成型制品表面质量,如表面粗糙度、非结晶性材料的透明度等得到改善,也可使结晶性材料的结晶度及力学性能有望得到一定程度的提高。

[0038] 5. 由于本发明提供的熔体解缠结装置还能够直接挤出成型丝条造粒成为粒料,该粒料能够将熔体中的解缠结状态保留在其中并用于二次加工,因而一方面在二次加工中能够表现出较低的粘度,可以在很大程度上解决由于高分子材料粘度高而引起的各种问题,如由于充填阻力大、热量损失快而造成的材料翘曲变形、熔接痕强度差等。另一方面,在保持粘度变化不大的情况下,解缠结粒料能够大幅降低成型温度,从而使制品的整体温差减小、内应力降低。

[0039] 6. 由于本发明提供的熔体解缠结装置还设置有在线检测机构,因而能够实时测量并精确控制熔体粘度、剪切速率、熔体压力、温度等参数,并通过熔体粘度间接了解解缠结的效果,以进行实时调整。

附图说明

[0040] 图1为本发明提供的聚合物熔体解缠结装置主视装配剖面结构示意图。

[0041] 图2为本发明提供的聚合物熔体解缠结装置俯视装配结构示意图。

[0042] 图3为本发明提供的聚合物熔体解缠结装置料筒的主视剖面结构示意图。

[0043] 图4为本发明提供的聚合物熔体解缠结装置中轴承座的侧视结构透视示意图。

[0044] 图5为本发明提供的聚合物熔体解缠结装置中轴承座的主视剖面结构图。

[0045] 图6为本发明提供的聚合物熔体解缠结装置中第二至四支撑固定柱的结构示意图。

[0046] 图7为本发明提供的聚合物熔体解缠结装置另一种解缠结芯轴为光滑面的主视装配剖面结构示意图。

[0047] 图8为本发明提供的聚合物熔体解缠结装置中驱动电机运动原理图。(1)为周向振动时角速度-时间曲线;(2)为周向旋转时角速度-时间曲线;(3)为周向振动与周向旋转叠加时角速度-时间曲线。

[0048] 图9为利用本发明提供的聚合物熔体解缠结装置处理不同时间后聚碳酸酯(PC)材料的熔体流动曲线。

[0049] 图10为利用本发明提供的聚合物熔体解缠结装置在不同运动条件下处理5min后

低密度聚乙烯在平板流变仪中测定的复数粘度与震荡频率关系图。

[0050] 图1~图7中,1-驱动电机;2-减速器;3-联轴器;4-解缠结芯轴;5-螺纹;6-环形凹槽;7-料筒;8-进料口;9-挤出机连接器;10-加热套;11-轴承;12-轴承盖;13-轴承座;14-冷却水道;15-堵头;16-冷却水进口;17-冷却水出口;18-轴承座连接法兰;19-第一温度传感器;20-第二温度传感器;21-第三温度传感器;22-第四温度传感器;23-第一压力传感器;24-第二压力传感器;25-在线粘度计;26-第一支撑固定柱;27-加强筋;28-第二支撑固定柱;29-第三支撑固定柱;30-第四支撑固定柱;31-柱座;32-半圆形缺口端;33-半圆形固定弧条;34-底座;35-成型口模;36-挤出机。

具体实施方式

[0051] 下面通过附图和实施例对本发明进行具体描述,有必要在此指出的是以下实施例只用于对本发明作进一步说明,不能理解为对本发明保护范围的限制,该领域的技术熟练人员根据上述本发明内容对本发明做出一些非本质的改进和调整,仍属于本发明保护范围。

[0052] 实施例1

[0053] 本实施例提供一种聚合物熔体解缠结装置,如图1、2所示。具体包括依次连接的驱动电机1、减速器2、解缠结机构、成型口模35以及固定机构、在线检测机构、支撑机构、底座34和控制系统。依次连接的驱动电机1、由固定机构固定的解缠结机构和成型口模35由支撑机构固定支撑,在线检测机构安装在解缠结机构和成型口模35上,支撑机构固定连接于底座34上,解缠结机构中后部一侧外接挤出机的出口端,控制系统与驱动电机1相连。

[0054] 其中解缠结机构包括解缠结芯轴4、料筒7和加热套10。解缠结芯轴4通过位于后半段外的固定机构活动固连使前半段悬臂位于料筒7内,其直径D为45mm,长径比L/D为15;本实施例芯轴4前半段为同向对应均布有3条螺纹5的螺纹面,每条螺纹5均始于料筒7进料口对应的芯轴4上开的环形凹槽6的边缘,该环形凹槽6是起缓冲作用,以避免熔融物料在此产生滞料。每条螺纹5的升角 φ 为 75° ,螺槽的深度为3mm,螺纹5的截面形状为矩形;芯轴后端头通过联轴器3与驱动电机1相连,前端端头与料筒7端头之间留有粘度测试空腔,以便于插放在线粘度计25,避免芯轴4扰动对解缠结物料产生干涉,影响效果。料筒7通过后端头外的固定机构连接于解缠结芯轴4外,在解缠结芯轴4料筒7环形凹槽6对应的筒壁一侧上开有进料口8,进料口8通过一中部开有通孔或螺纹连接或焊接其上的倒“T”形挤出机连接器9(见图2)外接挤出机36,本实施例采用螺纹连接。该连接器9与挤出机36则是通过另一端部与挤出机36挤出口法兰连接,由挤出机36塑化的聚合物熔体在挤出压力的作用下通过进料口8输入解缠结机构并通过成型口模35输出;筒壁内表面上设置有3条旋转方向与解缠结芯轴的螺纹方向相反的凸起螺纹5,见图3,且其上螺纹的升角和螺槽的深度与芯轴上的螺纹相同;料筒7末端通过端头自带的法兰盘与成型口模35相连;加热套10包覆位于料筒7外。

[0055] 固定机构是由轴承11、轴承盖12、轴承座13和轴承座连接法兰18构成。轴承11位于轴承座13内,轴承盖12和轴承座连接法兰18分别位于轴承座13两端并通过连接件固连为一体,本实施例采用圆锥滚子轴承,且轴承座13内开设有冷却水道14用于隔热。解缠结机构中的解缠结芯轴4是穿过固定机构由其中的轴承座13支撑固连。本实施例轴承座的冷却水道开在与轴承座连接法兰18连接一端的座体上,为一未贯通的环形水槽,槽口有一与之匹配

堵头15,在环形水槽两盲端的中段壁上分别开有冷却水进、出口16-17,如图4、5所示。

[0056] 在线检测机构包括温度传感器、压力传感器和在线粘度计。其中温度传感器至少有四个,本实施例设置为四个。其中第一、第二温度传感器19-20分别安装在料筒7的进料口后的筒壁和中部筒壁上,第三温度传感器21安装在料筒7前端端头一侧的空腔壁上,第四温度传感器22安装在成型口模壁上。压力传感器至少有二个,本实施例设置为二个。其中第一压力传感器23安装在进料口8对应的料筒7壁上,第二压力传感器24安装在成型口模35壁上;在线粘度计25安装在料筒7前端端头的空腔壁上。

[0057] 支撑机构至少由四个板式支撑固定柱构成,本实施例为四个。第一支撑固定柱26由底部一侧水平延伸的柱座31通过连接件固定于底座34上,第二至四支撑固定柱28-30均由其各自底部两侧水平延伸的柱座31通过连接件固定于底座34上。第一支撑固定柱26位于驱动电机1处,其柱体截面呈“L”形,在“L”形一侧设置有加强筋27,上部开有通孔,驱动电机1通过减速器2的输出轴穿过该通孔再由联轴器3与解缠结芯轴4相连,减速器2输出轴上的连接法兰通过连接件与第一支撑固定柱26固连并由其支撑;第二至四支撑固定柱28-30依次分别位于轴承座13外、进料口8前的料筒7外和解缠结芯轴4前端的料筒外,其上半部的固定端是由一与下半部连为一体的半圆形缺口端32和另一可活动连接的半圆形固定弧条33构成(见图6),并分别通过两侧各自端边延伸的开有通孔的柱座31用连接件连接。

[0058] 控制系统为一计算机和设置在计算机内的可编程逻辑控制器(PLC),使用时可通过外部输入的以下公式计算出来的4个参数即可利用可编程逻辑控制器(PLC)编程控制与之相连的驱动电机,使与之相连的解缠结芯轴来获取所需要的运动模式,进行周向旋转、周向振动或周向旋转与周向振动叠加的复合运动:

$$[0059] \quad V1 = 2f \cdot \theta + V$$

$$[0060] \quad V2 = V - 2f \cdot \theta$$

$$[0061] \quad \theta1 = (2f \cdot \theta + V) / 2f$$

$$[0062] \quad \theta2 = (V - 2f \cdot \theta) / 2f$$

[0063] 式中:V1为正给进速度,单位为rad/s;

[0064] V2为反给进速度,单位为rad/s;

[0065] $\theta1$ 为正给进角度,单位为rad;

[0066] $\theta2$ 为反给进角度,单位为rad;

[0067] V为旋转速度,单位为r/min,具体根据聚合物种类的不同进行选择;

[0068] f为振动频率,单位为Hz,具体根据聚合物种类的不同进行选择;

[0069] θ 为振动幅度,单位为°,具体根据聚合物种类的不同进行选择。

[0070] 本实施例驱动电机采用伺服电机,伺服电机的工作原理如图8所示。当 $V=0$ 时, $f \cdot \theta \neq 0$ 时,运动模式为周向振动,如图4(1)所示;当 $V \neq 0, f \cdot \theta = 0$ 时,运动模式为周向旋转,如图4(2)所示;当 V, f, θ 均不为零时,运动模式为周向振动与周向旋转的复合运动,如图4(3)所示。

[0071] 成型口模35可以选用成型片材、薄膜或丝条的口模,可根据需要进行更换。成型口模35通过机头连接法兰与料筒7连接。

[0072] 实施例2

[0073] 本实施例聚合物熔体解缠结装置的结构与实施例1基本相同,不同之处在于:解缠

结芯轴4和料筒7都为光滑面的,如图7所示。

[0074] 实施例3

[0075] 本实施例聚合物熔体解缠结装置的结构与实施例1基本相同,不同之处在于:1)解缠结芯轴4的直径D为30mm,长径比L/D为18,前半段为同向对应均布有2条螺纹的螺纹面,每条螺纹的升角 φ 为 85° ,螺槽的深度为0.5mm,螺纹的截面形状为梯形;2)料筒7筒壁内表面上也同向对应均布有2条螺纹5,每条螺纹的升角、螺槽的深度和螺纹的截面形状均与解缠结芯轴4上的完全相同。

[0076] 实施例4

[0077] 本实施例聚合物熔体解缠结装置的结构与实施例1基本相同,不同之处在于:解缠结芯轴4的直径D为50mm,长径比L/D为20,前半段为同向对应均布有4条螺纹的螺纹面,每条螺纹的升角 φ 为 50° ,螺槽的深度为2mm,螺纹的截面形状为锯齿形;2)料筒7筒壁内表面上也同向对应均布有4条螺纹5,每条螺纹的升角、螺槽的深度和螺纹的截面形状均与解缠结芯轴4上的完全相同。

[0078] 应用例1

[0079] 本应用例采用实施例1的装置,先将其加热套10及轴承座13的冷却水打开,根据要处理的对象为聚碳酸酯(PC)材料,确定让温度升至 280°C ,开启驱动电机1,通过选定的处理参数:周向转速 $V=10\text{r/min}$ 、振动频率 $f=5\text{Hz}$ 、振动幅度 $\theta=30^\circ$ 。处理时间分别为10min及20min,并按公式计算出来的参数 V_1 、 V_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值通过计算机触摸显示屏输入控制系统,可编程逻辑控制器(PLC)即输出控制指令,驱动电机1即按指令驱动相连接的解缠结芯轴4进行周向旋转及周向振动叠加的复合运动,然后由挤出机36将塑化好的聚碳酸酯熔体通过挤出机连接器9输入料筒7进行解缠结处理并由成型口模35挤出丝条切粒、冷却、干燥。

[0080] 应用例2

[0081] 本应用例采用实施例2的装置,先将其加热套10及轴承座13的冷却水打开,根据要处理的对象为低密度聚乙烯(LDPE)材料,确定让温度升至 160°C ,开启驱动电机1,通过选定的处理参数:周向转速 $V=20\text{r/min}$ 、振动频率 $f=10\text{Hz}$ 、振动幅度 $\theta=15^\circ$ 。处理时间分别为5min,并按公式计算出来的参数 V_1 、 V_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值通过计算机触摸显示屏输入控制系统,可编程逻辑控制器(PLC)即输出控制指令,驱动电机1即按指令驱动相连接的解缠结芯轴4进行周向旋转及周向振动叠加的复合运动,然后由挤出机36将塑化好的低密度聚乙烯(LDPE)熔体通过挤出机连接器9输入料筒7进行解缠结处理并由成型口模35挤出片材后经水槽冷却定型。

[0082] 应用例3

[0083] 本应用例与应用例2的材料、装置、温度及处理时间完全相同。不同之处在于,本应用例所选定的参数为:周向转速 $V=0\text{r/min}$ 、振动频率 $f=10\text{Hz}$ 、振动幅度 $\theta=15^\circ$ 。驱动电机1按指令驱动相连接的解缠结芯轴4进行周向振动。然后由挤出机36将塑化好的低密度聚乙烯熔体通过挤出机连接器9输入料筒7进行解缠结处理并由成型口模35挤出片材后经水槽冷却定型。

[0084] 应用例4

[0085] 本应用例与应用例2的材料、装置、温度及处理时间完全相同。不同之处在于,本应用例所选定的参数为:周向转速 $V=20\text{r/min}$ 、振动频率 $f=0\text{Hz}$ 、振动幅度 $\theta=0^\circ$ 。驱动电机1

按指令驱动相连接的解缠结芯轴4进行周向旋转。然后由挤出机36将塑化好的低密度聚乙烯熔体通过挤出机连接器9输入料筒7进行解缠结处理并由成型口模35挤出片材后经水槽冷却定型。

[0086] 应用对比例1

[0087] 本应用对比例与应用例1的材料、装置及温度完全相同。不同之处在于：本例中驱动电机1关闭，解缠结芯轴4处于静止状态，即 $v=f=\theta=0$ 。由挤出机36塑化好的聚碳酸酯熔体进入料筒7后未经任何解缠结处理直接通过成型口模35挤出丝条切粒、冷却、干燥。

[0088] 应用对比例2

[0089] 本应用对比例与应用例2的材料、装置及温度完全相同。不同之处在于：本例中驱动电机1关闭，解缠结芯轴4处于静止状态，即 $v=f=\theta=0$ 。由挤出机36塑化好的低密度聚乙烯熔体进入料筒7后未经任何解缠结处理直接通过成型口模35挤出成型片材后经水槽冷却定型。

[0090] 为考察本发明解缠结装置的技术效果，首先将应用例1和应用对比例1处理后得到的粒料利用高压毛细管流变仪测定不同剪切速率下的表观粘度并绘制出的熔体流动曲线，如图9所示。从图9的曲线可看出，相较于未经过本发明处理的材料(0min)，和处理了10min及20min后得到的材料其表观粘度大幅降低，且可以明显的看到，随着处理时间的增加，其表观粘度变的更低、解缠效果更好。利用凝胶渗透色谱(GPC)测定了不同试样的重均分子量，如下表所示。随着处理时间的增加，试样的重均分子量有所下降，分子量分布有所变宽，但分子量降低的幅度并不大，分子量降低的幅度不足以解释粘度的降低。因此，说明本发明能够在基本不降低分子量的情况下实现有效的熔体解缠结。

| | | 处理时间 | | |
|--------|-----------|-------|--------|--------|
| | | 直接挤出 | 10 min | 20 min |
| [0091] | 重均分子量 Mw | 48800 | 47800 | 45500 |
| | 分子量分布 PDI | 1.84 | 1.87 | 1.93 |

[0092] 其次，将应用例2、应用例3、应用例4及应用对比例2所得到的片材裁剪成圆形薄片，并利用旋转流变仪进行震荡扫描，得到复数粘度-震荡频率曲线。如图10所示。其中应用对比例2中因聚合物熔体未经任何处理，表现出了最高的复数粘度，而其它三种运动方式均可以降低熔体的复数粘度，但相较于单纯的周向旋转(应用例4)和周向振动(应用例3)来说，复合运动(应用例2)下熔体的解缠结效果最好，复数粘度最低。因此，本发明提出的在单纯周向剪切上叠加周向振动形成的复合应力场比单纯的周向剪切场具有更好的解缠结效果。

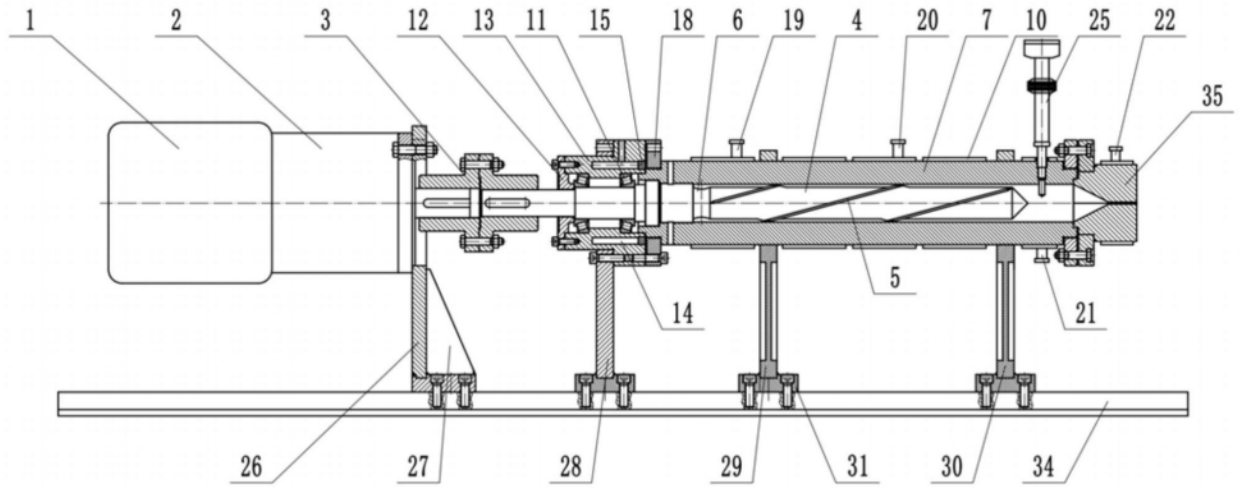


图1

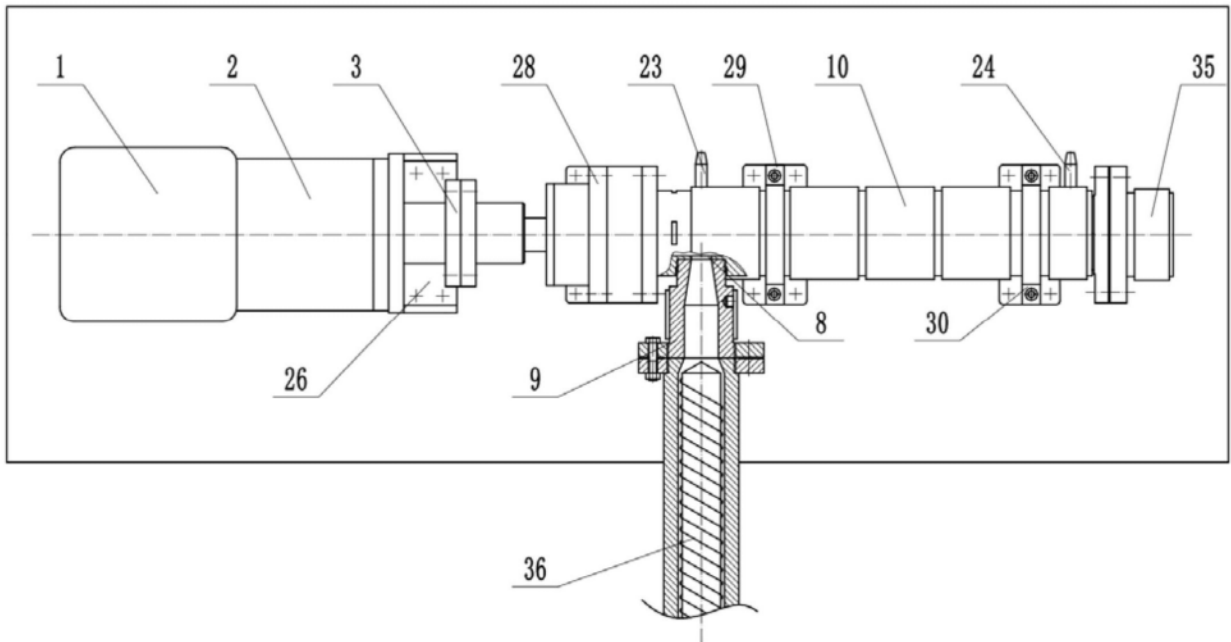


图2

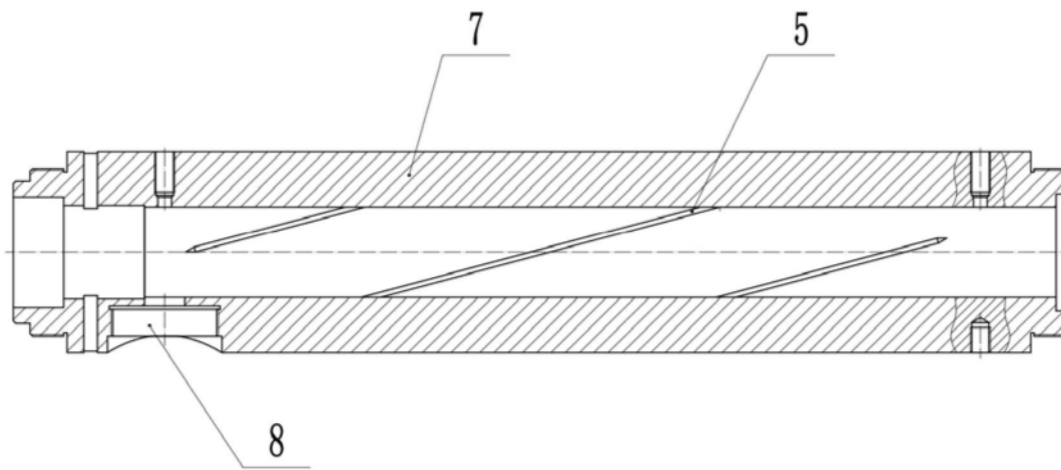


图3

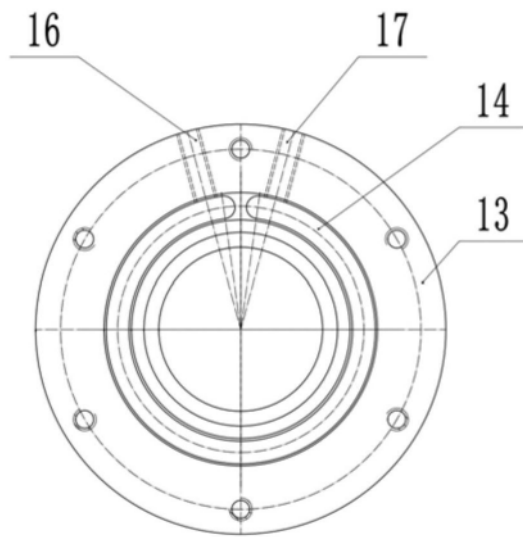


图4

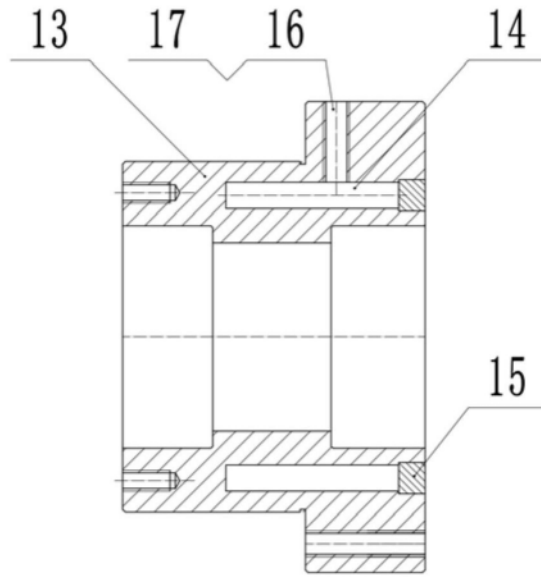


图5

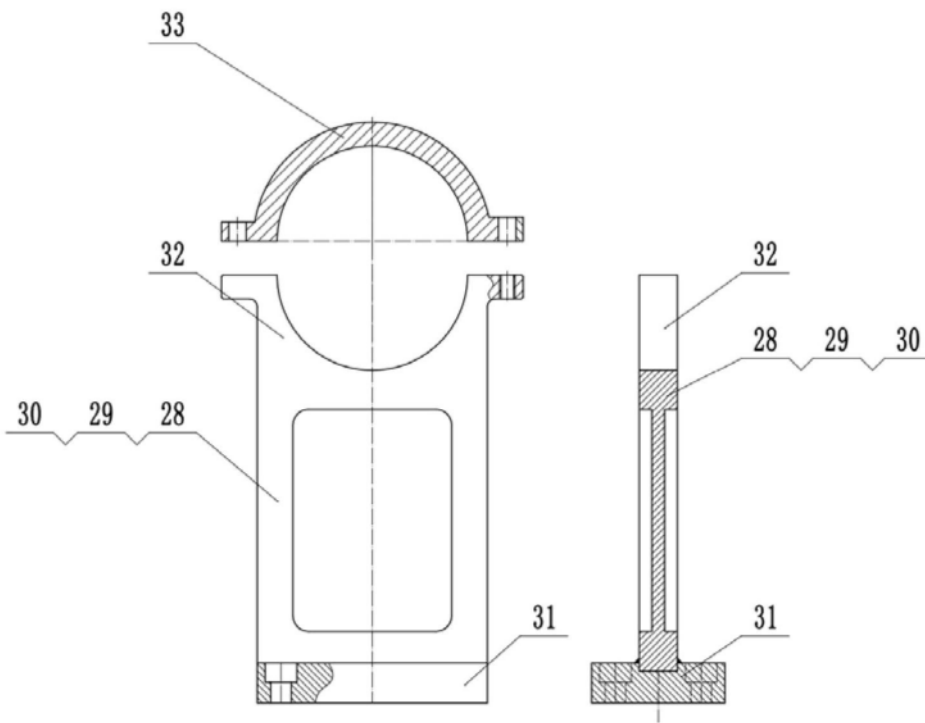


图6

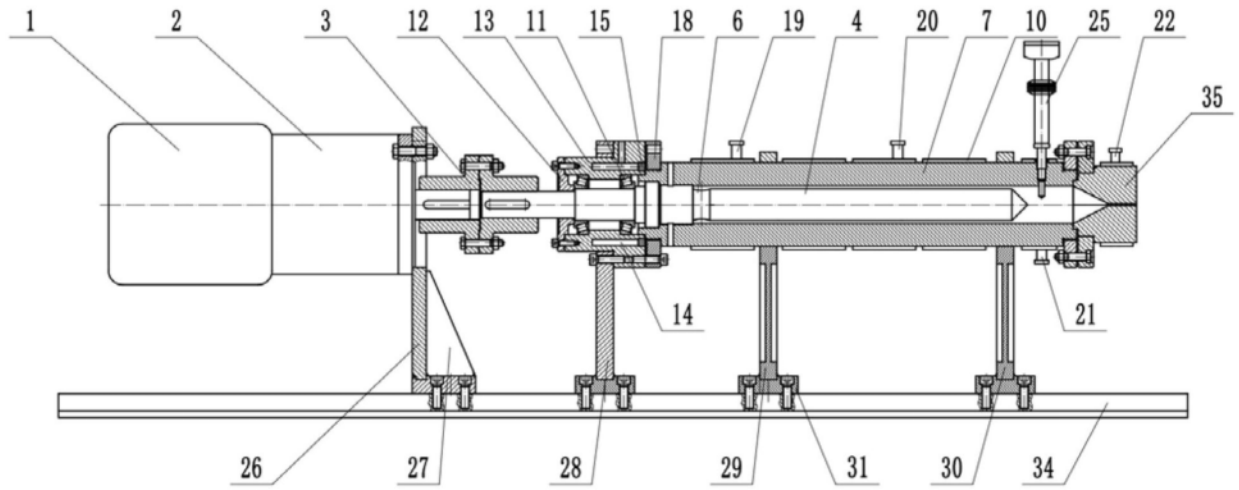


图7

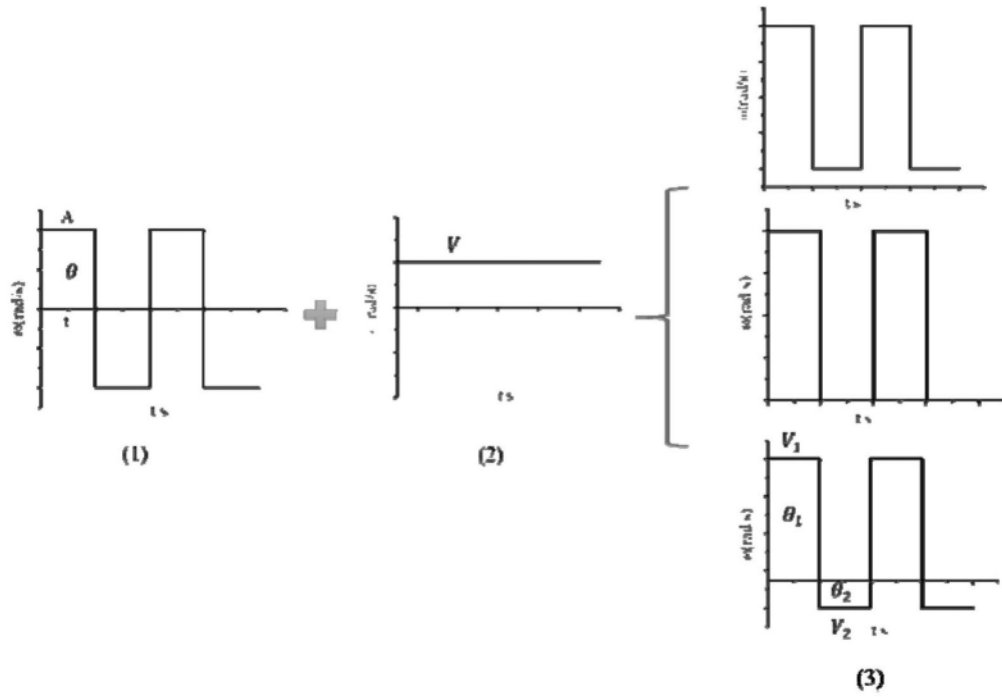


图8

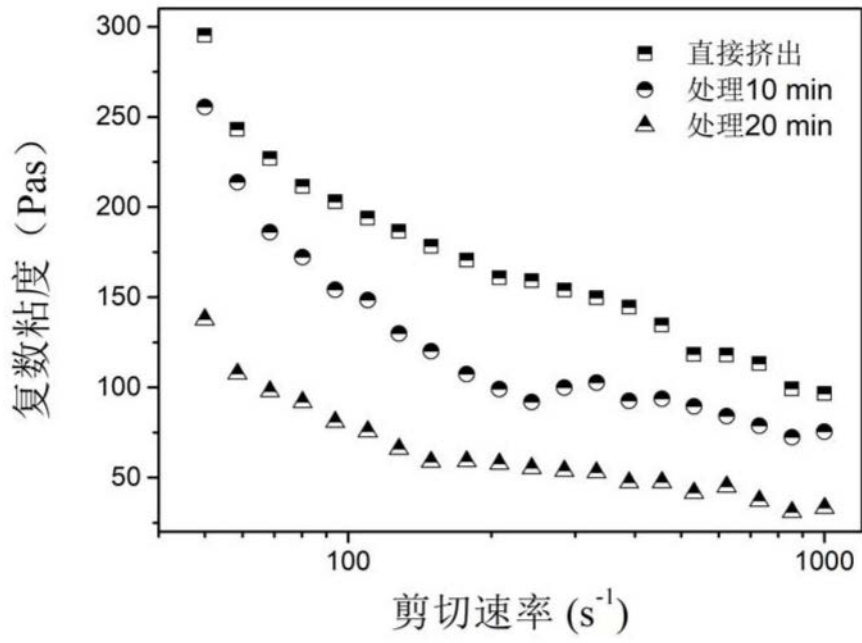


图9

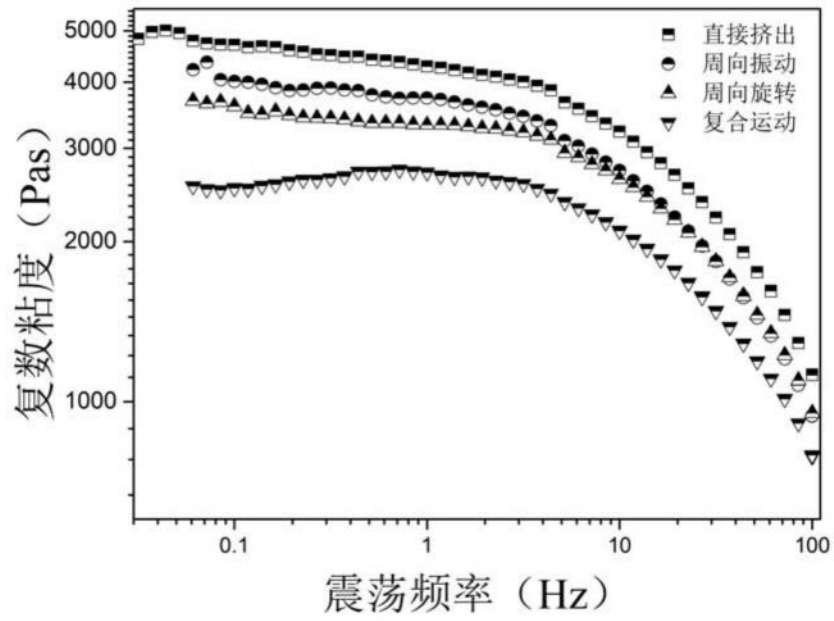


图10