



(45)授权公告日 2019.05.07

权利要求书2页 说明书14页 附图2页

1. 一种三维打印方法,其通过熔体进入一三维打印装置进行打印成品,其特征在于:所述三维打印装置包括三维运动机构、工作平台机构和计算机控制与驱动系统,其特征是:所述三维打印装置还包括螺杆挤出机构,所述的工作平台机构安装在三维运动机构上;所述计算机控制与驱动系统是用于整机的自动控制与驱动;

所述螺杆挤出机构包括供料筒(4)、螺杆挤出机(22)、计量泵(7)和喷头(8);

所述计量泵(7)的进口连接所述螺杆挤出机(22)的出口;所述计量泵(7)的出口连接所述喷头(8)的进口;

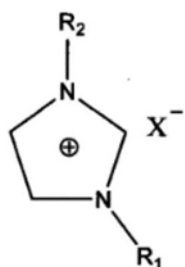
所述喷头(8)由输送管道(23)、喷嘴(10)和冷却装置(9)构成;所述输送管道(23)一端为所述喷头(8)的进口,连接所述计量泵(7)的出口,其另一端安装所述喷嘴(10);所述冷却装置(9)安装于所述喷嘴(10)的出口位置;

所述喷嘴(10)至少包括一个喷丝孔,所述喷丝孔由导孔、锥形过渡段和喷丝微孔组成,所述导孔和所述喷丝微孔通过所述锥形过渡段连接;所述喷丝微孔的出口外接圆直径为10~500um;

所述冷却装置(9)为环吹风装置或侧吹风装置;

所述熔体为由尼龙树脂基体和增粘成核剂组成的改性尼龙材料;所述增粘成核剂是由离子液体和纳米碳素填料复配而成;所述增粘成核剂中离子液体与纳米碳素填料的质量比为10~40:1;

所述的离子液体由阳离子和阴离子组成,其中阳离子为烷基咪唑离子,其结构式如下:



其中,R₁为甲基或丁基,R₂为甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基或异丁基;阴离子为氯离子或溴离子。

2. 根据权利要求1所述的三维打印方法,其特征在于,所述三维运动机构由X轴运动机构(24)、Y轴运动机构(25)和Z轴运动机构(26)组成;所述X轴运动机构(24)包括X轴电机(15)和丝杠导轨(14)组成;所述Y轴运动机构(25)包括Y轴电机(16)和丝杠导轨(17)组成;所述Z轴运动机构(26)包括Z轴电机(11)和丝杠导轨(12)组成;所述X轴运动机构(24)支撑固定在Y轴运动机构(25)的丝杠螺母上,Y轴运动机构(25)支撑固定在成型工作平台支撑架(18)上,Z轴运动机构(26)竖直固定在基座(20)上;所述X、Y和Z轴运动机构上各有一个运动控制电机,该电机均为步进电机或伺服电机。

3. 根据权利要求2所述的三维打印方法,其特征在于,所述工作平台机构由成型工作平台(13)、成型工作平台支撑架(18)和调平螺母(19)组成;所述成型工作平台(13)安装在所述的X轴运动机构(24)上,具有合适的摩擦系数,能够很好的固定第一层打印材料;所述成型工作平台支撑架(18)与所述的Y轴运动机构(25)固连,同时与Z轴运动滑块(27)固接,能够随Z轴做上下直线运动;所述调平螺母(19)能够调节成型工作平台(13)的高度,保证成型工作平台(13)平面对喷头(8)出料口的垂直度要求。

4. 根据权利要求1所述的三维打印方法,其特征在于,所述供料筒(4)与螺杆挤出机(22)的进料口相连;所述供料筒(4)呈圆形漏斗状,外面设置干燥加热器(3);

所述螺杆挤出机(22)包括螺杆(1)、连接螺杆的挤出电机(2)、加热圈(5)和温度传感器(6);所述挤出电机(2)固定安装在螺杆(1)的右侧,由竖直支撑轴(28)固定;所述加热圈(5)和温度传感器(6)安装在螺杆(1)外面;所述螺杆挤出机构为立式或者卧式。

5. 根据权利要求1所述的三维打印方法,其特征在于,所述输送管道(23)末端分成1~6路支管,每路支管端部安装一喷嘴(10),且在每路支管上安装一截止阀(29)用于控制多喷头的工作状态;喷嘴(10)截面形状可为圆形、矩形、三角形、菱形中的一种或几种;

所述喷嘴(10)至少包括一个喷丝孔是指包括1~1000个喷丝孔;所述喷丝微孔的截面形状为圆形、矩形、三角形、菱形、十字形、一字形或Y形;

所述喷嘴(10)安装于转盘(31);所述冷却装置(9)吹风的风温为15~25℃,风速为0.01~0.1m/s;所述计量泵(7)熔体流量为0.1~3000L/h,精度为±0.1%。

6. 根据权利要求1所述的三维打印方法,其特征在于,所述改性尼龙材料的熔融指数为1~30g/10min,结晶度<20%,熔融温度<300℃,成形收缩率<1%;所述尼龙树脂基体与所述增粘成核剂的质量比为1.5~9:1;所述尼龙树脂基体为尼龙6、尼龙66、尼龙1010、尼龙46、尼龙6T或尼龙9T中的一种或多种。

7. 根据权利要求1所述的三维打印方法,其特征在于,所述纳米碳素填料为单壁碳纳米管、多壁碳纳米管、石墨烯、碳纳米纤维中的一种或多种。

8. 根据权利要求1所述的三维打印方法,其特征在于,所述改性尼龙材料通过以下步骤制得:

(1) 将纳米碳素填料和离子液体混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;

(2) 再将所述增粘成核剂与尼龙树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后空气冷却造粒,真空烘干。

9. 根据权利要求8所述的三维打印方法,其特征在于,机械球磨采用球磨机,转速为100~600转/分,球磨时间0.5~4小时;共混采用高速混合机,转速为400~1000转/分,时间1~10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为220~350℃,机头205~330℃,双螺杆挤出机转速为100~1000转/分;干燥是用真空烘箱在100~130℃的温度下干燥2~4小时。

一种三维打印方法

技术领域

[0001] 本发明属3D打印技术领域,特别是涉及一种高精度、高效、高适应性的三维打印方法。

背景技术

[0002] 融熔沉积三维打印机又称为融熔挤压快速成型机,这种打印机首先将成形零件的三维实体模型进行分层切片,并将成形零件的截面信息储存于STL格式文件中;然后,丝材由供丝机构送至加热液化管加热、熔融,使得熔融状态的材料在计算机控制下,根据截面信息由加热喷头挤出、沉积在工作台上,快速凝固形成一层薄层。一层沉积完成后,工作台下降一个层(设定为切片厚度)的高度,再进行下一层的沉积,新的一层和前一层自然粘结在一起,如此循环,直到获得最终成形零件。

[0003] 由于上述成型工艺属于增材制造,无需传统的切削加工机床和工模具,制备出任意复杂形状的三维几何实体,具有高度柔性,材料利用率高,且产品开发周期大大缩短,制造成本大大降低等优点,因此,非常适合新产品的开发研制,被广泛应用于汽车、航空航天、医用等领域。

[0004] 目前传统的融熔三维打印机有以下两个特点:(1)成型材料为塑料丝料(直径为1.75mm),即采用丝料进料方式;(2)采用滚轮副通过摩擦力将塑料丝料送进挤出装置的加热料筒而被逐渐加热熔融,在丝材送进过程中,位于加热料筒上段的材料起到类似于活塞推进的作用,把加热料筒下段处于熔融态的熔体挤出喷嘴。由此导致的缺点是:(1)成型材料必须首先制备成丝材(直径在1.75mm左右),从而对成型材料的拉伸、延展性、塑性等均有一定的要求;此外,选用的材料还必须保证制备成丝材后具有足够的抗弯强度,以实现依赖材料丝本身的活塞推进作用挤出熔体,因此,限制了成型材料选用的自由度,同时提高了成型材料的成本。(2)现有挤出装置由于摩擦轮输送力和液化管入口到轮间丝材的抗失稳能力有限,使得成型速度无法提高,喷头的走速为30—300mm/s;在熔体挤出过程中,经常发生喷嘴堵塞现象,使得喷嘴的直径为0.1—0.5mm左右,同时喷嘴出丝滞后和流涎现象无法克服,从而影响成型件的成型精度和效率,难以实现高密度工件的高效成型。

[0005] 针对上述问题,有研究者对三维打印机装置进行了研究和改进,如中国专利CN2761402Y(熔体连续挤出装置)中,采用融熔挤出连续设计,省去了送丝系统,通过电机驱动螺杆直接将融熔的材料从喷嘴挤出。由于采用螺杆设计,挤出力获得一定提高,因此可以避免喷嘴堵塞现象,同时成型材料通过加料装置直接加入料筒,使得成型材料无需预制成丝材,不受成型材料形状限制,增大了材料的可选性。不足之处在于对于粘度较低的成型材料,成型过程中流涎现象无法避免,而且由于螺杆挤出压力提高有限,无法成型粘度高的高分子材料,如聚碳酸酯、聚苯酚等。又如中国专利CN1586865A(热塑性颗粒体材料的快速成形螺杆挤压喷头装置)中,同样采用螺杆挤出装置,主要包括推杆送料机构,蜗轮蜗杆一级减速传动机构,微型挤压螺杆喷头机构和温控加热机构。通过推杆送料机构实现了颗粒体的间歇送料;采用小模数大传动比的蜗轮蜗杆传动机构,可使喷头的装置结构更紧凑;具有

特殊结构的三段式微型挤压螺杆能够实现送料、压缩,融熔和稳定技术的工艺过程;温控和加热部分用于对颗粒体的加热并保持融熔温度的稳定。该装置同样不受成型材料形状限制,增大了材料的可选性,从而降低材料成本,此外,能够提高成型速度,减小流涎。不足之处在于这种喷头装置仍然靠螺杆提高挤压力,无法成型粘度高的高分子材料,如聚碳酸酯、聚苯酚等。同时正由于挤压力有限,使得喷嘴的直径为0.3mm,难以实现高精度成型件的制备。另外,螺杆挤压过程中压力波动较大,使其无法精确控制挤出量,从而导致出丝不稳定,影响成型件的精度。

[0006] 目前,应用于融熔三维打印机的打印材料主要是丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS)、聚乳酸 (PLA)、尼龙 (PA) 等。其中ABS树脂是以接枝共聚物为橡胶相和苯乙烯-丙烯腈为基体相的两相不均匀系结构,使其兼具有丙烯腈的耐化学性、耐油性和表面硬度,丁二烯的耐寒性和韧性,苯乙烯的良好介电性、光泽和加工性等综合性能,但是其力学强度不高,且随着分子量增加,加工性能下降。而PLA力学性能差,易发生脆性断裂,尤其是在熔融成型过程中容易发生降解,极大的限制了打印制件的使用。而在尼龙材料中,目前使用较多的尼龙12,如美国Stratasys公司开发的尼龙12,其主要是由于尼龙12的熔融温度在尼龙材料中最低,吸水率和成型收缩率都较小等原因,最适合作为3D打印材料,但是其价格昂贵,制品力学性能较差。然而,其他纯尼龙材料由于其分子结构而受到了很大的限制,主要表现在成形温度高,成形收缩率大,结晶速度慢,当加工温度高于熔点后,熔体粘度小和耐熔垂性能差,采用融熔三维打印技术打印时从喷嘴挤出的丝在成形平台上容易出现坍塌,同时层间由于收缩而产生翘边,甚至开裂等缺陷,从而影响3D打印过程的顺利进行及成形件的性能。因此,开发低成本、高性能的尼龙打印材料具有十分重要的意义。

发明内容

[0007] 为了克服已有技术的不足和缺陷,本发明提出了一种三维打印方法,本发明在挤出装置中采用螺杆和计量泵的组合,通过挤出压力的提高和挤出流量的精确控制,满足不同粘度聚合物的稳定打印成型,减小甚至避免成型低粘度聚合物时的流涎;其次,由于计量泵的增压作用可以有效地提高材料从喷嘴的挤出速度,更快的堆积成型件,从而提高成型效率,同时,由于挤出压力的提高,能够实现结合使用直径更小的喷孔,从而提高成型制品的精度,此外,由于使用直径更小的喷孔,使挤出丝材比表面积大大增加,其冷却速度增加,进而能够进一步提高成型速度,而成型速度的提高,可以大大增加挤出丝材分子链的取向度,从而达到提高成型件力学性能的效果。通过本发明的技术能够有效提高成型材料选择的自由度,降低材料成本,提高成型制作速度、成型件精度及机械性能等。

[0008] 本发明的一种三维打印方法,其通过熔体进入一三维打印装置进行打印成品,其特征在于:所述三维打印装置包括三维运动机构、工作平台机构和计算机控制与驱动系统,其特征是:所述三维打印机装置还包括螺杆挤出机构,所述的工作平台机构安装在三维运动机构上;所述计算机控制与驱动系统是用于整机的自动控制与驱动;

[0009] 所述螺杆挤出机构包括供料筒、螺杆挤出机、计量泵和喷头;

[0010] 所述计量泵的进口连接所述螺杆挤出机的出口;所述计量泵的出口连接所述喷头的进口;

[0011] 所述喷头由输送管道、喷嘴、和冷却装置构成;所述输送管道一端为所述喷头的进

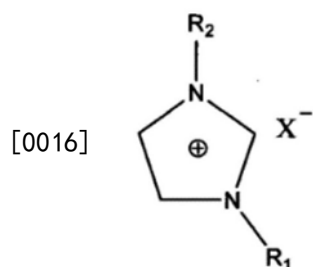
口,连接所述计量泵的出口,其另一端安装所述喷嘴;所述冷却装置安装于所述喷嘴的出口位置;

[0012] 所述喷嘴至少包括一个喷丝孔,所述喷丝孔由导孔、锥形过渡段和喷丝微孔组成,所述导孔和所述喷丝微孔通过所述锥形过渡段连接;

[0013] 所述冷却装置为吹风装置,为环吹风装置或侧吹风装置;

[0014] 所述熔体为由尼龙树脂基体和增粘成核剂组成的改性尼龙材料;所述增粘成核剂是由离子液体和纳米碳素填料复配而成;

[0015] 所述的离子液体由阳离子和阴离子组成,其中阳离子为烷基咪唑离子,其结构式如下:



[0017] 其中,R₁为甲基或丁基,R₂为甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基或异丁基;阴离子为氯离子或溴离子;

[0018] 作为优选的技术方案:

[0019] 如上所述的一种三维打印方法,所述三维运动机构由X轴运动机构、Y轴运动机构和Z轴运动机构组成;所述X轴运动机构包括X轴电机和丝杠导轨组成;所述Y轴运动机构包括Y轴电机和丝杠导轨组成;所述Z轴运动机构包括Z轴电机和丝杠导轨组成;所述X轴支撑固定在Y轴丝杠螺母上,Y轴支撑固定在成型工作平台支撑架上,Z轴竖直固定在基座上;所述X、Y和Z轴上各有一个运动控制电机,该电机均为步进电机或伺服电机。

[0020] 如上所述的一种三维打印方法,所述工作平台机构由成型工作平台、成型工作平台支撑架和调平螺母组成;所述成型工作平台安装在所述的X轴运动机构上,具有合适的摩擦系数,能够很好的固定第一层打印材料;所述成型工作平台支撑架与所述的Y轴运动机构固连,同时与Z轴运动滑块固接,能够随Z轴做上下直线运动;所述调平螺母能够调节成型工作平台的高度,保证成型工作平台平面对喷头出料口的垂直度要求。

[0021] 如上所述的一种三维打印方法,所述输送管道末端分成1~6路支管,每路支管端部安装一喷嘴,且在每路支管上安装一截止阀用于控制多喷头的工作状态;喷嘴截面形状可为圆形、矩形、三角形、菱形中的一种或几种;

[0022] 所述喷嘴至少包括一个喷丝孔是指包括1~1000个喷丝孔;所述喷丝微孔的截面形状为圆形、矩形、三角形、菱形、十字形、一字形或Y形;所述喷丝微孔的出口外接圆直径为10~500μm;

[0023] 所述喷嘴安装于转盘;所述冷却装置吹风的风温为15~25℃,风速为0.01~0.1m/s;所述计量泵熔体流量为0.1~3000L/h,精度为±0.1%。

[0024] 如上所述的一种三维打印方法,所述改性尼龙材料的熔融指数为1~30g/10min,结晶度<20%,熔融温度<300℃,成形收缩率<1%;所述尼龙树脂基体与所述增粘成核剂的质量比为1.5~9:1;所述增粘成核剂中离子液体与纳米碳素填料的质量比为10~40:1;所

述尼龙树脂基体为尼龙6、尼龙66、尼龙1010、尼龙46、尼龙6T或尼龙9T中的一种或多种。

[0025] 如上所述的一种三维打印方法,所述纳米碳素填料为单壁碳纳米管、多壁碳纳米管、石墨烯、碳纳米纤维中的一种或多种。

[0026] 如上所述的一种三维打印方法,所述改性尼龙材料通过以下步骤制得:

[0027] (1) 将纳米碳素填料和离子液体混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;

[0028] (2) 再将所述增粘成核剂与尼龙树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出

[0029] 后空气冷却造粒,真空烘干;

[0030] 如上所述的三维打印方法,机械球磨采用球磨机,转速为100~600转/分,球磨时间0.5~4小时;共混采用高速混合机,转速为400~1000转/分,时间1~10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为220~350℃,机头205~330℃,双螺杆挤出机转速为100~1000转/分;干燥是用真空烘箱在100~130℃的温度下干燥2~4小时。

[0031] 如上所述的三维打印方法,用三维打印装置先将改性尼龙材料按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,再将所得产品在去离子水中超声清洗0.5~4小时后,放入真空烘箱100~130℃干燥热处理2~4小时;所述打印的工艺参数:打印温度200~300℃,打印速度10~1000mm/s,打印厚度0.01~0.5mm。

[0032] 有益效果

[0033] 本发明与现有技术相比较,具有如下显而易见的突出实质性特点和显著优点:

[0034] (1) 本发明通过采用螺杆和计量泵的组合,实现成型过程中喷头出丝量的精确控制和出丝的稳定性,提高成型精度;同时通过计量泵的增压作用,实现成型高粘度热塑性聚合物,从而拓宽成型材料的选择范围,使其具有高适应性。

[0035] (2) 本发明通过计量泵的增压作用,可以有效地提高材料从喷孔的挤出速度,更快的堆积成型件,从而提高成型效率;此外,增压能够使用直径更小的喷孔,减小挤出材料的横截面积,取得更好的成型精度,同时由于挤出丝材比表面积的大大增加,其冷却速度增加,进而能够进一步提高成型速度,而成型速度的提高,可以大大增加挤出丝材的取向度,从而提高成型件的力学性能。

[0036] (3) 本发明通过采用多喷头多喷嘴,可以同时成型多个成型件,从而可以有效提高成型效率,满足批量成型的要求;同时通过功能化添加装置,能够实现非均质多材料的成型,从而扩大其应用领域。

[0037] (4) 本发明提出的一种应用于三维打印的改性尼龙材料在打印过程中可有效避免翘边的发生,且最终打印成型件具有力学性能优异、成型精度高,表面光滑、易于去除支撑等优点。

[0038] 综上所述,本发明中所采用的装置具有结构简单紧凑、自动化程度高、易控制、高精度、高效率和高适应性等优点,适用于工业制造中具有复杂精细三维结构的批量稳定成型,对于推广应用三维打印制造技术具有积极效果。

附图说明

[0039] 图1为本发明中三维打印装置的结构示意图。

[0040] 图2为本发明中三维打印装置的多喷头结构示意图

[0041] 图3为本发明中三维打印装置的多喷嘴结构示意图

[0042] 图中:1-螺杆,2-挤出电机,3-干燥加热器,4-供料筒,5-加热圈,6-温度传感器,7-计量泵,8-喷头,9-冷却装置,10-喷嘴,11-Z轴电机,12-丝杠导轨,13-成型工作平台,14-丝杠导轨,15-X轴电机,16-Y轴电机,17-丝杠导轨,18-成型工作平台支撑架,19-调平螺母,20-基座,21-固定螺栓,22-挤出螺杆装置,23-输送管道,24-X轴运动机构,25-Y轴运动机构,26-Z轴运动机构,27-Z轴运动滑块,28-支撑轴,29-截止阀,30-功能组分添加装置,31-转盘。

具体实施方式

[0043] 下面结合具体实施方式,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0044] 本发明的一种三维打印方法,其通过熔体进入一三维打印装置进行打印成品。其中三维打印装置如图1所示,包括三维运动机构、工作平台机构和计算机控制与驱动系统,三维打印机装置还包括螺杆挤出机构,工作平台机构安装在三维运动机构上;所述计算机控制与驱动系统是用于整机的自动控制与驱动;螺杆挤出机构包括供料筒4、螺杆挤出机22、计量泵7和喷头8;计量泵7的进口连接螺杆挤出机22的出口;计量泵7的出口连接喷头8的进口;

[0045] 如图1所示,喷头8由输送管道23、喷嘴10、和冷却装置9构成;输送管道23一端为喷头8的进口,连接计量泵7的出口,其另一端安装喷嘴10;冷却装置9安装于喷嘴10的出口位置;喷嘴10至少包括一个喷丝孔,喷丝孔由导孔、锥形过渡段和喷丝微孔组成,导孔和喷丝微孔通过锥形过渡段连接;冷却装置9为吹风装置,为环吹风装置或侧吹风装置。

[0046] 三维运动机构由X轴运动机构24、Y轴运动机构25和Z轴运动机构26组成;X轴运动机构24包括X轴电机15和丝杠导轨14组成;Y轴运动机构25包括Y轴电机16和丝杠导轨17组成;Z轴运动机构26包括Z轴电机11和丝杠导轨12组成;X轴支撑固定在Y轴丝杠螺母上,Y轴支撑固定在成型工作平台支撑架18上,Z轴竖直固定在基座20上;X、Y和Z轴上各有一个运动控制电机,该电机均为步进电机或伺服电机。

[0047] 工作平台机构由成型工作平台13、成型工作平台支撑架18和调平螺母19组成;成型工作平台13安装在X轴运动机构24上,具有合适的摩擦系数,能够很好的固定第一层打印材料;成型工作平台支撑架18与Y轴运动机构25固连,同时与Z轴运动滑块27固接,能够随Z轴做上下直线运动;调平螺母19能够调节成型工作平台13的高度,保证成型工作平台13平面对喷头8出料口的垂直度要求。

[0048] 供料筒4与螺杆挤出装置22的进料口相连;供料筒4呈圆形漏斗状,外面设置干燥加热器3;螺杆挤出机22包括螺杆1、连接螺杆的挤出电机2、加热圈5和温度传感器6;挤出电机2固定安装在螺杆1的右侧,由竖直支撑轴28固定;加热圈5和温度传感器6安装在螺杆1外面;螺杆挤出机构为立式或者卧式。

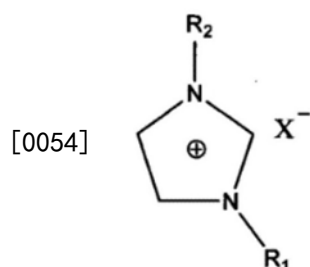
[0049] 计量泵7熔体流量为0.1~3000L/h,精度为 $\pm 0.1\%$,从而确保在成型过程中挤出量的精确控制,保证整个机构在连续工作中的稳定性,同时起到增压的作用,确保高粘度热塑性材料的顺利挤出成型。

[0050] 输送管道23末端分成1~6路支管,每路支管端部安装一喷嘴10,且在每路支管上安装一截止阀29用于控制多喷头的工作状态;喷嘴10截面形状可为圆形、矩形、三角形、菱形中的一种或几种;图3是本发明中三维打印装置的多喷嘴结构示意图;

[0051] 喷嘴10至少包括一个喷丝孔是指包括1~1000个喷丝孔;喷丝微孔的截面形状为圆形、矩形、三角形、菱形、十字形、一字形或Y形;喷丝微孔的出口外接圆直径为10~500um。

[0052] 喷嘴10安装于转盘31。冷却装置9吹风的风温为15~25℃,风速为0.01~0.1m/s。从而提高成型过程中的挤出丝材的冷却效率。

[0053] 其中,熔体为由尼龙树脂基体和增粘成核剂组成的改性尼龙材料;增粘成核剂是由离子液体和纳米碳素填料复配而成;离子液体由阳离子和阴离子组成,其中阳离子为烷基咪唑离子,其结构式如下:



[0055] 其中,R₁为甲基或丁基,R₂为甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基或异丁基;阴离子为氯离子或溴离子。

[0056] 其中,改性尼龙材料通过以下步骤制得:

[0057] (1) 将纳米碳素填料和离子液体混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;

[0058] (2) 再将所述增粘成核剂与尼龙树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出

[0059] 后空气冷却造粒,真空烘干;

[0060] 下面举例说明改性尼龙材料的制备方法:

[0061] 实施例1

[0062] (1) 一种改性尼龙6材料的制备方法,包括以下步骤:

[0063] 1) 将单壁碳纳米管和离子液体1-甲基-3-甲基咪唑氯化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与单壁碳纳米管的质量比为10:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为100转/分,球磨时间0.5小时;

[0064] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6树脂基体与增粘成核剂的质量比为1.5:1;所述共混采用高速混合机,转速为400转/分,时间1分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为225℃,机头210℃,双螺杆挤出机转速为100转/分;粒料在100℃下真空干燥2小时后得改性尼龙6材料,其熔融指数为10g/10min,结晶度为15%,熔融温度为190℃,成形收缩率为0.5%。

[0065] (2) 一种改性尼龙6材料的3D打印方法:

[0066] 用三维打印装置先将改性尼龙材料按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度200℃,打印速度10mm/s,打印厚度0.01mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗0.5小时后,放入真空烘箱100℃干燥热处理2小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表1。

[0067] 表1为实施例1得到的3D打印尼龙6产品的最终力学性能参数

[0068]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
57.4	86.1	1925.8	29.8

[0069] 实施例2

[0070] (1) 一种改性尼龙66材料的制备方法,包括以下步骤:

[0071] 1) 将多壁碳纳米管和离子液体1-丁基-3-甲基咪唑溴化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与多壁碳纳米管的质量比为40:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为600转/分,球磨时间4小时;

[0072] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙66树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙66树脂基体与增粘成核剂的质量比为9:1;所述共混采用高速混合机,转速为1000转/分,时间10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为280℃,机头260℃,双螺杆挤出机转速为1000转/分;粒料在130℃下真空干燥4小时后得改性尼龙66材料,其熔融指数为30g/10min,结晶度为18%,熔融温度为250℃,成形收缩率为0.8%。

[0073] (2) 一种改性尼龙66材料的3D打印方法:

[0074] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度280℃,打印速度1000mm/s,打印厚度0.5mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗4小时后,放入真空烘箱130℃干燥热处理4小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表2。

[0075] 表2为实施例2得到的3D打印尼龙66产品的最终力学性能参数

[0076]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
69.6	110.3	2580.5	18.5

[0077] 实施例3

[0078] (1) 一种改性尼龙6T材料的制备方法,包括以下步骤:

[0079] 1) 将石墨烯和离子液体1-丁基-3-乙基咪唑溴化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与石墨烯的质量比为20:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为600转/分,球磨时间3小时;

[0080] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6T树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6T树脂基体与增粘成核剂的质量比为6:1;所述共混采用高速混合机,转速为1000转/分,时间10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为350℃,机头330℃,双螺杆挤出机转速为100转/分;粒料在130℃下真空干燥4小时后得改性尼龙6T材料,其熔融指数为5g/10min,结晶度为10%,熔融温度为290℃,成形收缩率为0.4%。

[0081] (2) 一种改性尼龙6T材料的3D打印方法:

[0082] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度300℃,打印速度200mm/s,打印厚度0.3mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗3小时后,放入真空烘箱130℃干燥热处理3小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表3。

[0083] 表3为实施例3得到的3D打印尼龙6T产品的最终力学性能参数

[0084]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
70.1	98.5	2113.5	21.1

[0085] 实施例4

[0086] (1) 一种改性尼龙9T材料的制备方法,包括以下步骤:

[0087] 1) 将碳纳米纤维和离子液体1-丁基-3-丙基咪唑氯化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与碳纳米纤维的质量比为30:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为300转/分,球磨时间4小时;

[0088] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙9T树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙9T树脂基体与增粘成核剂的质量比为5:1;所述共混采用高速混合机,转速为800转/分,时间8分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为300℃,机头280℃,双螺杆挤出机转速为500转/分;粒料在120℃下真空干燥3小时后得改性尼龙9T材料,其熔融指数为15g/10min,结晶度为8%,熔融温度为260℃,成形收缩率为0.3%。

[0089] (2) 一种改性尼龙9T材料的3D打印方法:

[0090] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度270℃,打印速度60mm/s,打印厚度0.2mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗0.5小时后,放入真空烘箱120℃干燥热处理3小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表4。

[0091] 表4为实施例4得到的3D打印尼龙9T产品的最终力学性能参数

[0092]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
78.2	105.6	2468.2	16.9

[0093] 实施例5

[0094] (1) 一种改性尼龙46材料的制备方法,包括以下步骤:

[0095] 1) 将多壁碳纳米管和离子液体1-甲基-3-丁基咪唑溴化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与多壁碳纳米管的质量比为25:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为400转/分,球磨时间2.5小时;

[0096] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙46树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙46树脂基体与增粘成核剂的质量比为3:1;所述共混采用高速混合机,转速为600转/分,时间5分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为320℃,机头300℃,双螺杆挤出机转速为300转/分;粒料在125℃下真空干燥4小时后得改性尼龙46材料,其熔融指数为5g/10min,结晶度为6%,熔融温度为278℃,成形收缩率为0.7%。

[0097] (2) 一种改性尼龙46材料的3D打印方法:

[0098] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度280℃,打印速度400mm/s,打印厚度0.3mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗2小时后,放入真空烘箱125℃干燥热处理3小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表5。

[0099] 表5为实施例5得到的3D打印尼龙46产品的最终力学性能参数

[0100]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
55.5	84.2	2050.3	40.3

[0101] 实施例6

[0102] (1) 一种改性尼龙1010材料的制备方法,包括以下步骤:

[0103] 1) 将单壁碳纳米管和离子液体1-甲基-3-异丙基咪唑溴化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与单壁碳纳米管的质量比为15:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为250转/分,球磨时间2小时;

[0104] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙1010树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙1010树脂基体与增粘成核剂的质量比为2:1;所述共混采用高速混合机,转速为400转/分,时间10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为220℃,机头205℃,双螺杆挤出机转速为1000转/分;粒料在100℃下真空干燥2小时后得改性尼龙1010材料,其熔融指数为15g/10min,结晶度为5%,熔融温度为185℃,成形收缩率为0.4%。

[0105] (2) 一种改性尼龙1010材料的3D打印方法:

[0106] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度200℃,打印速度500mm/s,打印厚度0.1mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗1小时后,放入真空烘箱100℃干燥热处理2小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表6。

[0107] 表6为实施例6得到的3D打印尼龙1010产品的最终力学性能参数

[0108]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
53.2	77.6	1435.4	72.2

[0109] 实施例7

[0110] (1) 一种改性尼龙6材料的制备方法,包括以下步骤:

[0111] 1) 将单壁碳纳米管、石墨烯和离子液体1-甲基-3-仲丁基咪唑氯化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与单壁碳纳米管和石墨烯总质量的质量比为10:1;所述单壁碳纳米管与石墨烯的质量比为1:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为200转/分,球磨时间1小时;

[0112] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6树脂基体与增粘成核剂的质量比为1.5:1;所述共混采用高速混合机,转速为600转/分,时间5分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为225℃,机头210℃,双螺杆挤出机转速为100转/分;粒料在100℃下真空干燥2小时后得改性尼龙6材料,其熔融指数为14g/10min,结晶度为12%,熔融温度为192℃,成形收缩率为0.4%。

[0113] (2) 一种改性尼龙6材料的3D打印方法:

[0114] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度198℃,打印速度250mm/s,打印厚度0.05mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗0.5小时后,放入真空烘箱100℃干燥热处理2小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表7。

[0115] 表7为实施例7得到的3D打印尼龙6产品的最终力学性能参数

[0116]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
66.1	98.1	2125.8	21.4

[0117] 实施例8

[0118] (1) 一种改性尼龙6材料的制备方法,包括以下步骤:

[0119] 1) 将多壁碳纳米管、碳纳米纤维和离子液体1-丁基-3-异丁基咪唑氯化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与多壁碳纳米管和碳纳米纤维总质量的质量比为10:1;所述多壁碳纳米管与碳纳米纤维的质量比为2:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为200转/分,球磨时间2小时;

[0120] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6树脂基体与增粘成核剂的质量比为1.5:1;所述共混采用高速混合机,转速为600转/分,时间5分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为225℃,机头210℃,双螺杆挤出机转速为100转/分;粒料在100℃下真空干燥2小时后得改性尼龙6材料,其熔融指数为12g/10min,结晶度为14%,熔融温度为194℃,成形收缩率为0.3%。

[0121] (2) 一种改性尼龙6材料的3D打印方法:

[0122] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度205℃,打印速度300mm/s,打印厚度0.2mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗1小时后,放入真空烘箱100℃干燥热处理2小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表8。

[0123] 表8为实施例8得到的3D打印尼龙6产品的最终力学性能参数

[0124]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
65.5	97.1	2125.3	24.8

[0125] 实施例9

[0126] (1) 一种改性尼龙1010材料的制备方法,包括以下步骤:

[0127] 1) 将单壁碳纳米管、多壁碳纳米管、石墨烯和离子液体1-甲基-3-异丙基咪唑氯化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与单壁碳纳米管、多壁碳纳米管和石墨烯总质量的质量比为15:1;所述单壁碳纳米管、多壁碳纳米管和石墨烯的质量比为1:1:1,所述的机械球磨采用球磨机,转速为600转/分,球磨时间2小时;

[0128] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙1010树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙1010树脂基体与增粘成核剂的质量比为2:1;所述共混采用高速混合机,转速为600转/分,时间10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为220℃,机头205℃,双螺杆挤出机转速为1000转/分;粒料在100℃下真空干燥2小时后得改性尼龙1010材料,其熔融指数为8g/10min,结晶度为4%,熔融温度为188℃,成形收缩率为0.3%。

[0129] (2) 一种改性尼龙1010材料的3D打印方法:

[0130] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度198℃,打印速度450mm/s,打印厚度0.1mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗1小时后,放入真空烘箱100℃干燥热处理2小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表9。

[0131] 表9为实施例9得到的3D打印尼龙1010产品的最终力学性能参数

[0132]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
57.2	84.6	1611.1	60.5

[0133] 实施例10

[0134] (1) 一种改性尼龙6/尼龙1010材料的制备方法,包括以下步骤:

[0135] 1) 将多壁碳纳米管和离子液体1-甲基-3-丁基咪唑氯化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与多壁碳纳米管的质量比为10:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为200转/分,球磨时间2小时;

[0136] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6树脂和尼龙1010树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6树脂基体和尼龙1010树脂基体总质量与增粘成核剂的质量比为1.5:1;所述尼龙6树脂基体与尼龙1010树脂基体质量比为3:1;所述共混采用高速混合机,转速为600转/分,时间5分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为225℃,机头210℃,双螺杆挤出机转速为300转/分;粒料在100℃下真空干燥2小时后得改性尼龙6/尼龙1010材料,其熔融指数为12g/10min,结晶度为11%,熔融温度为195℃,成形收缩率为0.4%。

[0137] (2) 一种改性尼龙6/尼龙1010材料的3D打印方法:

[0138] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度205℃,打印速度800mm/s,打印厚度0.2mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗1小时后,放入真空烘箱100℃干燥热处理2小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表10。

[0139] 表10为实施例10得到的3D打印尼龙6/尼龙1010产品的最终力学性能参数

[0140]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
60.5	85.1	1785.3	45.8

[0141] 实施例11

[0142] (1) 一种改性尼龙9T/尼龙66材料的制备方法,包括以下步骤:

[0143] 1) 将碳纳米纤维和离子液体1-丁基-3-乙基咪唑氯化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与碳纳米纤维的质量比为25:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为500转/分,球磨时间2小时;

[0144] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙9T树脂基体和尼龙66树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙9T树脂基体和尼龙66树脂基体总质量与增粘成核剂的质量比为5:1;所述尼龙9T树脂基体与尼龙66树脂基体质量比为1:1;所述共混采用高速混合机,转速为600转/分,时间6分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为300℃,机头280℃,双螺杆挤出机转速为600转/分;粒料在120℃下真空干燥3小时后得改性尼龙9T/尼龙66材料,其熔融指数为24g/10min,结晶度为15%,熔融温度为265℃,成形收缩率为0.5%。

[0145] (2) 一种改性尼龙9T/尼龙66材料的3D打印方法:

[0146] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度275℃,打印速度400mm/s,打印厚度0.2mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗0.5小时后,放入真空烘箱120℃干燥热处理3小时;最后将所得打印产品按ISO

标准进行性能测试,结果见表11。

[0147] 表11为实施例11得到的3D打印尼龙9T/尼龙66产品的最终力学性能参数

[0148]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
78.2	112.6	2540.5	15.9

[0149] 实施例12

[0150] (1) 一种改性尼龙6T/尼龙46材料的制备方法,包括以下步骤:

[0151] 1) 将石墨烯和离子液体1-丁基-3-乙基咪唑溴化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与石墨烯的质量比为20:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为600转/分,球磨时间3小时;

[0152] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6T树脂基体和尼龙46树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6T树脂基体和尼龙46树脂基体总质量与增粘成核剂的质量比为5:1;所述尼龙6T树脂基体与尼龙46树脂基体质量比为1:1;所述共混采用高速混合机,转速为1000转/分,时间10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为350℃,机头330℃,双螺杆挤出机转速为200转/分;粒料在130℃下真空干燥4小时后得改性尼龙6T/尼龙46材料,其熔融指数为5g/10min,结晶度为8%,熔融温度为288℃,成形收缩率为0.5%。

[0153] (2) 一种改性尼龙6T/尼龙46材料的3D打印方法:

[0154] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度300℃,打印速度150mm/s,打印厚度0.3mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗2小时后,放入真空烘箱130℃干燥热处理3小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表12。

[0155] 表12为实施例12得到的3D打印尼龙6T/尼龙46产品的最终力学性能参数

[0156]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
62.4	89.5	2213.5	30.1

[0157] 实施例13

[0158] (1) 一种改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料的制备方法,包括以下步骤:

[0159] 1) 将单壁碳纳米管和离子液体1-丁基-3-丙基咪唑溴化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与单壁碳纳米管的质量比为20:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为600转/分,球磨时间3小时;

[0160] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体总质量与增粘成核剂的质量比为5:1;所述尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体质量比为1:2:1;所述共混采用高速混合机,转速为1000转/分,时间10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为350℃,机头330℃,双螺杆挤出机转速为200转/分;粒料在130℃下真空干燥4小时后得改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料,其熔融指数为7.5g/10min,结晶度为9%,熔融温度为280℃,成形收缩率为0.4%。

[0161] (2) 一种改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料的3D打印方法:

[0162] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型

工艺参数为:打印温度295℃,打印速度100mm/s,打印厚度0.2mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗2小时后,放入真空烘箱130℃干燥热处理3小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表13。

[0163] 表13为实施例13得到的3D打印尼龙6T/尼龙46/尼龙9T产品的最终力学性能参数
[0164]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
67.4	93.5	2268.2	24.1

[0165] 实施例14

[0166] (1) 一种改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料的制备方法,包括以下步骤:

[0167] 1) 将单壁碳纳米管、石墨烯和离子液体1-甲基-3-丙基咪唑溴化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与单壁碳纳米管和石墨烯的总质量的质量比为15:1;所述单壁碳纳米管与石墨烯的质量比为2:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为600转/分,球磨时间4小时;

[0168] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体总质量与增粘成核剂的质量比为6:1;所述尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体质量比为1:1:1;所述共混采用高速混合机,转速为800转/分,时间10分钟;双螺杆挤出机的挤出温度为350℃,机头330℃,双螺杆挤出机转速为200转/分;粒料在130℃下真空干燥4小时后得改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料,其熔融指数为13g/10min,结晶度为8%,熔融温度为283℃,成形收缩率为0.3%。

[0169] (2) 一种改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料的3D打印方法:

[0170] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度298℃,打印速度700mm/s,打印厚度0.15mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗2小时后,放入真空烘箱130℃干燥热处理3小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表14。

[0171] 表14为实施例14得到的3D打印尼龙6T/尼龙46/尼龙9T产品的最终力学性能参数
[0172]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
72.3	99.5	2438.2	18.4

[0173] 实施例15

[0174] (1) 一种改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料的制备方法,包括以下步骤:

[0175] 1) 将单壁碳纳米管、石墨烯、碳纳米纤维和离子液体1-甲基-3-丁基咪唑溴化物混合并机械球磨配制得到增粘成核剂;所述离子液体与单壁碳纳米管、石墨烯和碳纳米纤维的总质量的质量比为20:1;所述单壁碳纳米管、石墨烯和碳纳米纤维的质量比为2:1:1;所述的机械球磨采用球磨机,转速为600转/分,球磨时间4小时;

[0176] 2) 再将所述增粘成核剂与尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体共混,然后经双螺杆挤出机熔融挤出后冷却造粒;所述尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体总质量与增粘成核剂的质量比为8:1;所述尼龙6T树脂基体、尼龙46树脂基体和尼龙9T树脂基体质量比为1:1:1;所述共混采用高速混合机,转速为800转/分,时间10分

钟;双螺杆挤出机的挤出温度为350℃,机头330℃,双螺杆挤出机转速为200转/分;粒料在130℃下真空干燥4小时后得改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料,其熔融指数为11g/10min,结晶度为7%,熔融温度为285℃,成形收缩率为0.3%。

[0177] (2)一种改性尼龙6T/尼龙46/尼龙9T材料的3D打印方法:

[0178] 用三维打印装置先将打印丝材按ISO标准进行逐层沉积并堆积打印成产品,成型工艺参数为:打印温度300℃,打印速度200mm/s,打印厚度0.2mm。再将所得产品在去离子水中超声清洗3小时后,放入真空烘箱130℃干燥热处理4小时;最后将所得打印产品按ISO标准进行性能测试,结果见表15。

[0179] 表15为实施例15得到的3D打印尼龙6T/尼龙46/尼龙9T产品的最终力学性能参数

[0180]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
74.2	106.5	2450.2	17.6

[0181] 表7为目前常用于3D打印PA12的力学性能参数

[0182]

拉伸强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)
48.2	68.9	1280.7	30.5

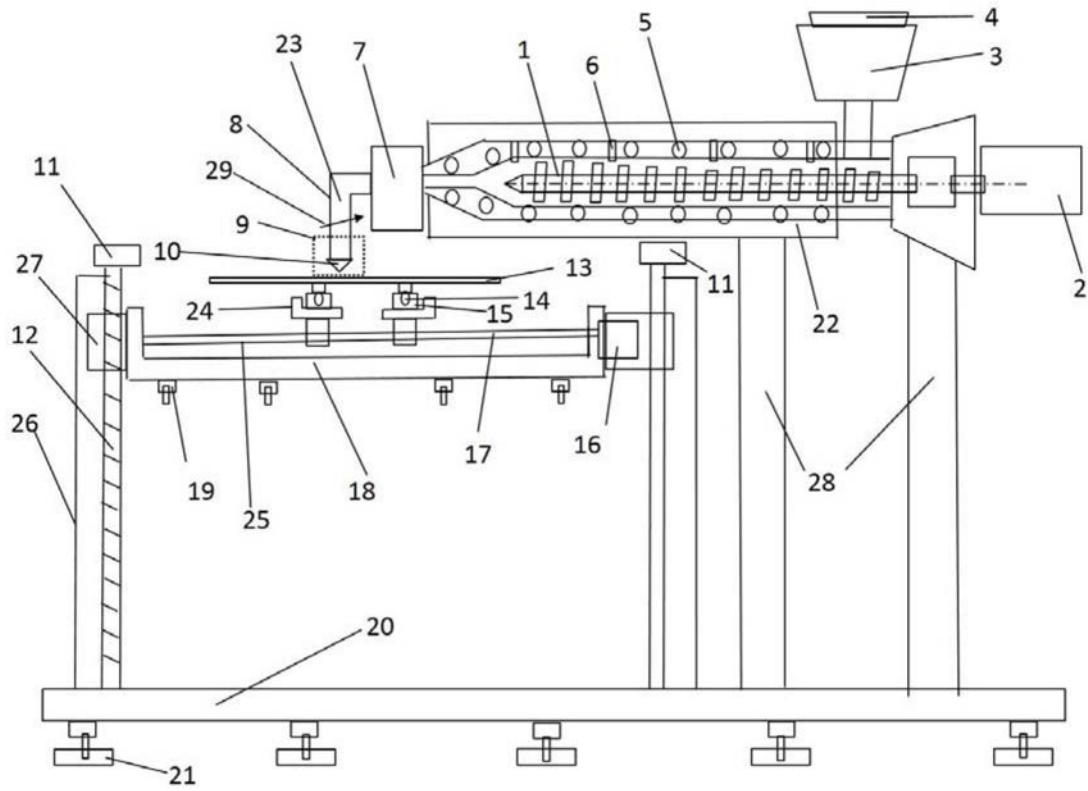


图1

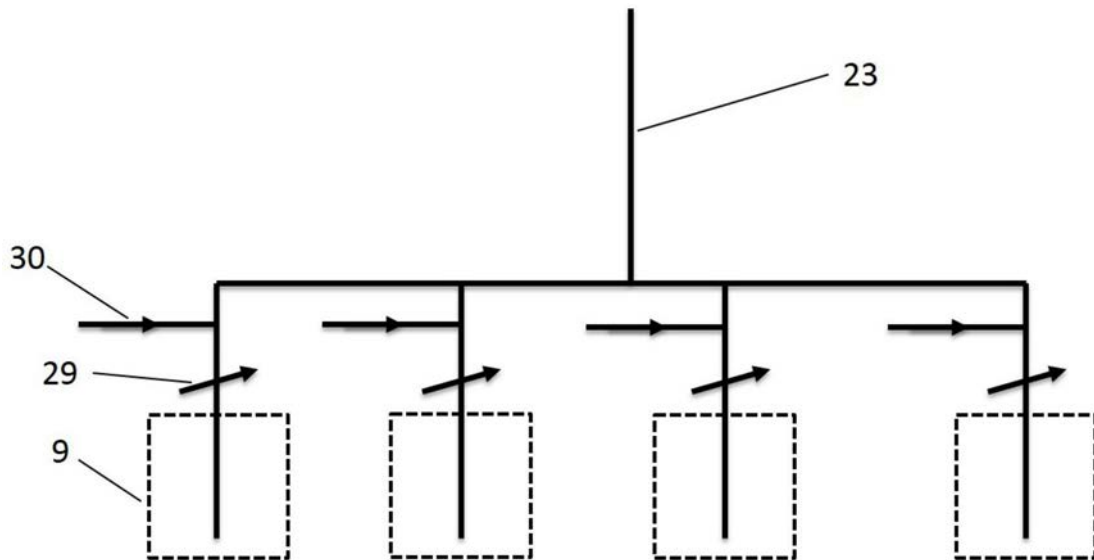


图2

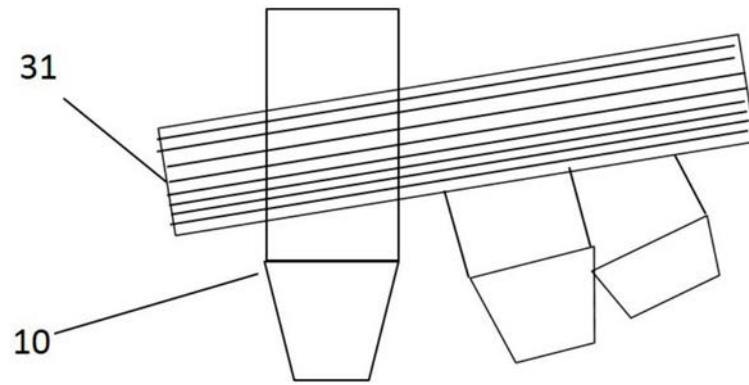


图3