



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114989581 B

(45) 授权公告日 2024.04.05

(21) 申请号 202210455631.7

C08L 69/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.24

C08L 51/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C08J 9/12 (2006.01)

申请公布号 CN 114989581 A

C08J 9/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.09.02

(56) 对比文件

(73) 专利权人 宁波能之光新材料科技股份有限公司

CN 105017738 A, 2015.11.04

地址 315800 浙江省宁波市北仑区春晓听海路669号

CN 106751611 A, 2017.05.31

CN 107541032 A, 2018.01.05

(72) 发明人 贾金超 赵平 薄桂强 林静云  
张发饶

CN 107722581 A, 2018.02.23

CN 112210197 A, 2021.01.12

CN 112940468 A, 2021.06.11

WO 2013030300 A1, 2013.03.07

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公司 33109

王青松. 聚乳酸/聚丙烯共混体系的制备及其发泡行为研究. 中国塑料. 2013, 第27卷(第1期), 全文.

专利代理师 李博

审查员 钱远美

(51) Int. Cl.

C08L 67/04 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种生物可降解聚乳酸发泡粒子及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及生物基可降解材料领域,为解决现有技术下聚乳酸熔体强度低、结晶速率慢,难于制备泡孔分布均匀的发泡产品,并且制得的产品韧性较差的问题,公开了一种生物可降解聚乳酸发泡粒子及其制备方法,生物可降解聚乳酸发泡粒子原料以重量份计包括:聚乳酸100份、聚甲基乙撑碳酸酯5~20份、相容剂2~5份、抗氧化剂1~1.5份、成核剂1~1.5份、超临界二氧化碳发泡剂1~5份。本发明公开的生物可降解聚乳酸发泡粒子的韧性好,其泡孔孔径小、一致性好,并且泡孔分布均匀。

1. 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,其特征是,其原料以重量份计包括:聚乳酸100份、聚甲基乙撑碳酸酯5~20份、相容剂2~5份、抗氧化剂1~1.5份、成核剂1~1.5份、超临界二氧化碳发泡剂1~5份;

所述相容剂的制备原料,以重量份计,包括聚甲基乙撑碳酸酯100份、共挤树脂25~30份、甲基丙烯酸缩水甘油酯1~2份、引发剂0.1~0.2份。

2. 根据权利要求1所述的一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,其特征是,所述共挤树脂为PBAT、PCL、PBS的一种或者几种;所述引发剂为过氧化二甲苯酰、过氧化二异丙苯和2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧基)己烷中的一种。

3. 根据权利要求1或2所述的一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,其特征是,所述相容剂的制备方法包括如下步骤:

(1) 将单体甲基丙烯酸缩水甘油酯、引发剂溶于溶剂中;

(2) 将步骤(1)所得溶液与聚甲基乙撑碳酸酯和共挤树脂在50~60℃下共混30min,共混过程中利用真空抽提去除溶剂;

(3) 将步骤(2)所得的混料加入双螺杆挤出机中,设置挤出机各区温度为140~195℃,螺杆转速控制在250~300rpm,在挤出机11区设置真空口,保持挤出机11区的真空度在0.08MPa以上,挤出后的物料冷却并造粒。

4. 根据权利要求3所述的一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,其特征是,所述步骤(1)中溶剂为丁酮。

5. 根据权利要求1所述的一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,其特征是,所述抗氧化剂为四[β-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸]季戊四醇酯、三[2,4-二叔丁基苯基]亚磷酸酯中的一种或几种。

6. 根据权利要求1所述的一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,其特征是,所述成核剂为纳米ZnO、TMC-300、LAK301、右旋聚乳酸中的一种或几种。

7. 根据权利要求1所述的一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,其特征是,所述生物可降解聚乳酸发泡粒子的发泡倍率为5-30倍。

8. 一种根据权利要求1-7任意一项所述的生物可降解聚乳酸发泡粒子的制备方法,其特征是,包括如下步骤:

(1) 将聚乳酸、聚甲基乙撑碳酸酯和相容剂干燥后与抗氧化剂、成核剂混合;

(2) 将步骤(1)中混料加入双螺杆挤出机中挤出共混,挤出过程中向双螺杆挤出机注入超临界二氧化碳;

(3) 将挤出的树脂切粒,粒子干燥后即得到生物可降解聚乳酸发泡粒子。

9. 根据权利要求8所述的一种生物可降解聚乳酸发泡粒子的制备方法,其特征是,所述步骤(2)中双螺杆挤出机各区温度设置范围160~190℃,转速设置范围为200~250rpm,在第5区设置超临界流体注入口,设置超临界流体注入压力为12~20MPa。

## 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及生物基可降解材料领域,尤其涉及一种生物可降解聚乳酸发泡粒子及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 聚乳酸(PLA)可通过以玉米为原料,通过发酵生成乳酸单体,乳酸单体二聚为丙交酯并经分离提纯,最后在聚合釜中开环聚合得到。PLA含有手性活性中心,可根据其光学活性分为左旋聚乳酸(PLLA)、右旋聚乳酸(PDLA)和内消旋聚乳酸(PDLLA),由于人体只能消化左旋PLA,因此市场上主流产品为PLLA,而PDLA一般用于PLLA的成核剂。现阶段PLA的成本是其在生物基可降解材料中应用的最大制约因素,其售价是普通聚烯烃类的1.5~2.5倍,因此为降低成本,市场上大部分PLA产品为改性PLA产品。发泡聚乳酸具有的优良的机械性能和富有竞争力的成本优势,近年来得到市场的广泛青睐,其主要用于缓冲包装、隔热隔音、一次性塑料制品等领域,可取代聚苯乙烯这类传统塑料制品。但是,由于PLA熔体强度低、结晶速率慢,因此难于制备泡孔分布均匀的发泡产品,而且单纯的PLA虽然强度高于聚丙烯等通用塑料,但是其韧性极差,缺口冲击强度一般在2~3kJ/m<sup>2</sup>。

[0003] 例如,在中国专利文献上公开的“一种以聚乳酸/聚甲基乙撑碳酸酯为基料的全生物降解材料及其制备方法”,其公告号为CN105017738A,本全生物降解材料按重量份配比是:聚乳酸5-60份,聚甲基乙撑碳酸酯树脂10-60份,生物基填料5-35份,无机填料30份,助剂0.3-10份。将上述各组分充分混合后经螺杆熔融塑化直接挤出0.2-2mm厚的板材。该材料将聚乳酸和聚甲基乙撑碳酸酯共混提高了机械性能,但是该材料没有发泡过程,其也不适用于制备为泡孔分布均匀的发泡粒子。

### 发明内容

[0004] 本发明为了克服现有技术下聚乳酸熔体强度低、结晶速率慢,难于制备泡孔分布均匀的发泡产品,并且制得的产品韧性较差的问题,提供一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,本发明所述的聚乳酸熔体强度高、结晶速度快、发泡倍率大,由该粒子制得的产品韧性好、可生物降解。本发明还提供了一种生物可降解聚乳酸发泡粒子的制备方法,该制备方法步骤简单,得到的发泡粒子的泡孔尺度小且分布均匀。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,其原料以重量份计包括:聚乳酸100份、聚甲基乙撑碳酸酯5~20份、相容剂2~5份、抗氧化剂1~1.5份、成核剂1~1.5份、超临界二氧化碳发泡剂1~5份。

[0007] 本发明加入聚甲基乙撑碳酸酯(PPC)来提高PLA的熔体强度和韧性,采用超临界二氧化碳作为发泡剂,复配成核剂来提高PLA的结晶速率,并且由于PPC树脂的极性更小,可以溶解更多的超临界二氧化碳,因此可以制备发泡倍率更大的聚乳酸发泡粒子。同时为提高PPC与PLA的相容性,添加相容剂来减小PPC与PLA之间的界面张力,使得PPC能够更好的分散

在其中,进而使其在发泡过程中到孔径较小且一致性好的泡孔。

[0008] 作为优选,所述相容剂为聚甲基乙撑碳酸酯接枝甲基丙烯酸缩水甘油酯,其组成以重量份计,包括聚甲基乙撑碳酸酯100份、共挤树脂25~30份、甲基丙烯酸缩水甘油酯1~2份、引发剂0.1~0.2份。

[0009] PPC接枝GMA后可通过环氧基团与PLA端羧基的反应来降低PPC与PLA树脂界面张力,从而提高PPC与PLA的相容性,由于PPC熔体强度很低无法单独进行挤出加工,因此采用其他生物可降解树脂共挤造粒,用来提高接枝PPC在加工中的熔体强度。

[0010] 作为优选,所述共挤树脂为PBAT、PCL、PBS的一种或者几种;所述引发剂为过氧化二甲苯酰、过氧化二异丙苯和2,5-二甲基-2',5'-双(叔丁基过氧基)己烷中的一种。

[0011] 作为优选,所述相容剂的制备方法包括如下步骤:

[0012] (1) 将单体甲基丙烯酸缩水甘油酯、引发剂溶于溶剂中;

[0013] (2) 将步骤(1)所得溶液与聚甲基乙撑碳酸酯和共挤树脂在50~60℃下共混30min,共混过程中利用真空抽提去除溶剂;

[0014] (3) 将步骤(2)所得的混料加入双螺杆挤出机中,设置挤出机各区温度为140~195℃,螺杆转速控制在250~300rpm,在挤出机11区设置真空口,保持挤出机11区的真空度在0.08MPa以上,挤出后的物料冷却并造粒。

[0015] 由该方法制备得到的相容剂中接枝率高且杂质含量少。

[0016] 作为优选,所述步骤(1)中溶剂为丁酮。

[0017] 甲基丙烯酸缩水甘油酯、引发剂在丁酮中溶解性好,并且丁酮易于真空抽提除去。

[0018] 作为优选,所述抗氧剂为四[β-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸]季戊四醇酯、三[2,4-二叔丁基苯基]亚磷酸酯中的一种或几种。

[0019] 作为优选,所述成核剂为纳米ZnO、TMC-300、LAK301、右旋聚乳酸中的一种或几种。

[0020] 成核剂可提高PLA的结晶速率。

[0021] 作为优选,所述生物可降解聚乳酸发泡粒子的发泡倍率为5-30倍。

[0022] 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子的制备方法,包括如下步骤:

[0023] (1) 将聚乳酸、聚甲基乙撑碳酸酯和相容剂干燥后与抗氧剂、成核剂混合;

[0024] (2) 将步骤(1)中混料加入双螺杆挤出机中挤出共混,挤出过程中向双螺杆挤出机注入超临界二氧化碳;

[0025] (3) 将挤出的树脂切粒,粒子干燥后即得到生物可降解聚乳酸发泡粒子。

[0026] 在熔体熔融过程中注入超临界二氧化碳使其发泡,可实现连续化生产,发泡效率较高,发泡效果好。

[0027] 作为优选,所述步骤(2)中双螺杆挤出机各区温度设置范围160~190℃,转速设置范围为200~250rpm,在第5区设置超临界流体注入口,设置超临界流体注入压力为12~20MPa。

[0028] 可在在双螺杆机头处加装熔体泵来控制熔体压力,保证粒子发泡的稳定性。

[0029] 因此,本发明具有如下有益效果:(1) 通过加入了PPC来改性PLA的韧性,在进行改性后,PLA发泡粒子制备的发泡板的缺口抗冲击强度有12~15kJ/m<sup>2</sup>提高到50~70kJ/m<sup>2</sup>,断裂伸长率提高了30~40%提升到了60~80%;(2) 通过加入PPC及其相容剂提高了PLA熔体强度,进而可以得到更均匀且尺度更小的微孔泡沫,普通的PLA发泡其泡孔直径在20~50μ

m,利用PPC提高熔体强度的方法可以将泡孔直径控制在15~20 $\mu$ m。

### 具体实施方式

[0030] 下面结合具体实施方法对本发明做进一步的描述。

[0031] 本发明的具体实施方法中,PLA采用挤塑级PLLA,其熔融指数的范围为4~12g/10min。

[0032] 实施例1

[0033] 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,由如下步骤制备:

[0034] (1) 制备相容剂:将单体GMA、引发剂DCP按照质量比15:1溶于丁酮中,GMA与丁酮的质量比为1:10,然后将溶液加入PPC与PBAT中在50~60 $^{\circ}$ C下共混30min,PPC与PBAT的质量比为7:3,溶液中GMA与PPC的质量比为1:100,共混过程中采用真空泵将丁酮蒸汽排出,并用异丙醇溶剂吸收丁酮蒸汽;然后将混料加入双螺杆挤出机中,设置挤出机各区温度为140 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 150 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 160 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 170 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 190 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 190 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 190 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 195 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 195 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C,螺杆转速控制在250rpm,在挤出机11区设置真空口,利用真空泵将真空度保持在0.08MPa以上,挤出后的物料利用风冷传送带冷却,冷却后利用切粒机造粒得到相容剂;

[0035] (2) 制备PLA发泡粒子:对PLA、PPC、相容剂进行干燥处理,PLA、PPC、相容剂的质量比为100:10:2,选择抗氧剂1010作为抗氧剂,其与PLA的质量比为1:100,选择LAK301作为成核剂,其与PLA的质量比为1:100,将以上物料加入高混机中共混20min;然后将混料加入双螺杆挤出机挤出造粒,各区设置温度为160 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 170 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 175 $^{\circ}$ C,设置转速为220rpm。在第5区设置超临界流体注入口,采用质量柱塞泵将超临界二氧化碳注入双螺杆熔体中,设置注入压力为18Mpa,保持注入的超临界二氧化碳与PLA质量比为1:100,挤出的料采用水下切粒的方法切粒,然后将发泡粒子干燥。

[0036] 实施例2

[0037] 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,由如下步骤制备:

[0038] (1) 制备相容剂:将单体GMA、引发剂DCP按照质量比15:1溶于丁酮中,GMA与丁酮的质量比为1:10,然后将溶液加入PPC与PBAT中在50~60 $^{\circ}$ C下共混30min,PPC与PBAT的质量比为7:3,溶液中GMA与PPC的质量比为1:100,共混过程中采用真空泵将丁酮蒸汽排出,并用异丙醇溶剂吸收丁酮蒸汽;然后将混料加入双螺杆挤出机中,设置挤出机各区温度为140 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 150 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 160 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 170 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 190 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 190 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 190 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 195 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 195 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C,螺杆转速控制在250rpm,在挤出机11区设置真空口,利用真空泵将真空度保持在0.08MPa以上,挤出后的物料利用风冷传送带冷却,冷却后利用切粒机造粒得到相容剂;

[0039] (2) 制备PLA发泡粒子:对PLA、PPC、相容剂进行干燥处理,PLA、PPC、相容剂的质量比为100:10:3,选择抗氧剂1010作为抗氧剂,其与PLA的质量比为1:100,选择LAK301作为成核剂,其与PLA的质量比为1:100,将以上物料加入高混机中共混20min;然后将混料加入双螺杆挤出机挤出造粒,各区设置温度为160 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 170 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 185 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 180 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 175 $^{\circ}$ C,设置转速为220rpm。在第5区设置超临界流体注入口,采用质量柱塞泵将超临界二氧化碳注入双螺杆熔体中,设置注入压力为18Mpa,保持注入的超临界二氧化碳与PLA质量比为1:100,挤出的料采用水下切粒的方法切粒,然

后将发泡粒子干燥。

[0040] 实施例3

[0041] 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,由如下步骤制备:

[0042] (1) 制备相容剂:将单体GMA、引发剂DCP按照质量比15:1溶于丁酮中,GMA与丁酮的质量比为1:10,然后将溶液加入PPC与PBAT中在50~60℃下共混30min,PPC与PBAT的质量比为7:3,溶液中GMA与PPC的质量比为1:100,共混过程中采用真空泵将丁酮蒸汽排出,并用异丙醇溶剂吸收丁酮蒸汽;然后将混料加入双螺杆挤出机中,设置挤出机各区温度为140℃→150℃→160℃→170℃→180℃→190℃→190℃→190℃→195℃→195℃→185℃→180℃,螺杆转速控制在250rpm,在挤出机11区设置真空口,利用真空泵将真空度保持在0.08MPa以上,挤出后的物料利用风冷传送带冷却,冷却后利用切粒机造粒得到相容剂;

[0043] (2) 制备PLA发泡粒子:对PLA、PPC、相容剂进行干燥处理,PLA、PPC、相容剂的质量比为100:20:5,选择抗氧剂1010作为抗氧剂,其与PLA的质量比为1:100,选择TMC-300作为成核剂,其与PLA的质量比为1:100,将以上物料加入高混机中共混20min;然后将混料加入双螺杆挤出机挤出造粒,各区设置温度为160℃→170℃→180℃→180℃→180℃→180℃→185℃→185℃→185℃→185℃→180℃→175℃,设置转速为220rpm。在第5区设置超临界流体注入口,采用质量柱塞泵将超临界二氧化碳注入双螺杆熔体中,设置注入压力为18Mpa,保持注入的超临界二氧化碳与PLA质量比为1:100,挤出的料采用水下切粒的方法切粒,然后将发泡粒子干燥。

[0044] 对比例1

[0045] 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,由如下步骤制备:

[0046] (1) 将PLA进行干燥处理,选择抗氧剂1010作为抗氧剂,其与PLA的质量比为1:100,选择TMC-300作为成核剂,其与PLA的质量比为1:100,将以上物料加入高混机中共混20min;然后将混料加入双螺杆挤出机挤出造粒,各区设置温度为160℃→170℃→180℃→180℃→180℃→180℃→185℃→185℃→185℃→185℃→180℃→175℃,设置转速为220rpm。在第5区设置超临界流体注入口,采用质量柱塞泵将超临界二氧化碳注入双螺杆熔体中,设置注入压力为18Mpa,保持注入的超临界二氧化碳与PLA质量比为1:100,挤出的料采用水下切粒的方法切粒,然后将发泡粒子干燥。

[0047] 对比例2

[0048] 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,由如下步骤制备:

[0049] (1) 对PLA、PPC进行干燥处理,PLA、PPC的质量比为100:10,选择抗氧剂1010作为抗氧剂,其与PLA的质量比为1:100,选择LAK301作为成核剂,其与PLA的质量比为1:100,将以上物料加入高混机中共混20min;然后将混料加入双螺杆挤出机挤出造粒,各区设置温度为160℃→170℃→180℃→180℃→180℃→180℃→185℃→185℃→185℃→185℃→180℃→175℃,设置转速为220rpm。在第5区设置超临界流体注入口,采用质量柱塞泵将超临界二氧化碳注入双螺杆熔体中,设置注入压力为18Mpa,保持注入的超临界二氧化碳与PLA质量比为1:100,挤出的料采用水下切粒的方法切粒,然后将发泡粒子干燥。

[0050] 对比例3

[0051] 一种生物可降解聚乳酸发泡粒子,由如下步骤制备:

[0052] (1) 制备相容剂:将单体GMA、引发剂DCP按照质量比15:1溶于丁酮中,GMA与丁酮的

质量比为1:10,然后将溶液加入PPC与PBAT中在50~60℃下共混30min,PPC与PBAT的质量比为7:3,溶液中GMA与PPC的质量比为1:100,共混过程中采用真空泵将丁酮蒸汽排出,并用异丙醇溶剂吸收丁酮蒸汽;然后将混料加入双螺杆挤出机中,设置挤出机各区温度为140℃→150℃→160℃→170℃→180℃→190℃→190℃→190℃→195℃→195℃→185℃→180℃,螺杆转速控制在250rpm,在挤出机11区设置真空口,利用真空泵将真空度保持在0.08MPa以上,挤出后的物料利用风冷传送带冷却,冷却后利用切粒机造粒得到相容剂;

[0053] (2) 制备PLA发泡粒子:对PLA、PPC、相容剂进行干燥处理,PLA、PPC、相容剂的质量比为100:10:2,选择抗氧剂1010作为抗氧剂,其与PLA的质量比为1:100,将以上物料加入高混机中共混20min;然后将混料加入双螺杆挤出机挤出造粒,各区设置温度为160℃→170℃→180℃→180℃→180℃→180℃→185℃→185℃→185℃→185℃→180℃→175℃,设置转速为220rpm。在第5区设置超临界流体注入口,采用质量柱塞泵将超临界二氧化碳注入双螺杆熔体中,设置注入压力为18Mpa,保持注入的超临界二氧化碳与PLA质量比为1:100,挤出的料采用水下切粒的方法切粒,然后将发泡粒子干燥。

[0054] 采用密度仪对各实施例和对比例制备得到的发泡粒子的密度进行测量,检测标准为GB/T27868-2011;采用SEM扫描式电子显微镜对发泡粒子内泡孔的尺寸及其分布进行观察,并统计泡孔数量。将各实施例和对比例制备得到的发泡粒子分别制备为发泡板,检测其拉伸强度、断裂伸长率和缺口冲击强度,检测标准为GB/T 9614。

[0055] 发泡粒子的检测结果如下表所示:

项目	泡孔尺寸 ( $\mu\text{m}$ )	平均泡孔密度 ( $10^8$ 个/ $\text{cm}^3$ )	粒子密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	拉伸强度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	断裂伸长率 (%)	缺口冲击强度 ( $\text{kJ}/\text{m}^2$ )
实施例 1	22.5	5.21	0.23	11.3	67	59.2
实施例 2	18.9	5.90	0.21	11.8	72	64.3
实施例 3	20.3	5.84	0.20	9.8	85	70.9
对比例 1	42.6	0.89	0.35	12.8	42	16.6
对比例 2	39.5	2.84	0.29	8.5	52	36.9
对比例 3	24.7	5.09	0.23	10.2	70	56.1

[0057] 实施例1-3的检测数据表明,本发明所述发泡粒子泡孔尺寸小,泡孔多,并且制备的发泡板韧性好。

[0058] 从实施例1与对比例1的数据可以看出,通过加入PPC,粒子中的气泡孔径明显的变小,这说明通过加入PPC可以有效提高了PLA的熔体强度,同时PPC也增大了熔体对超临界的二氧化碳的溶解度,在同等发泡条件下,其发泡倍率高于单独采用PLA发泡的效果。

[0059] 对比例2中没有加入相容剂,其发泡效果比实施例差;而实施例2相比于实施例1,相容剂的比例提高,这使得粒子中泡孔的大小下降,而泡孔的密度则有一定的增加,所得的粒子密度更小;因此可以得出,通过加入相容剂,可以有效的提高PPC与PLA的界面相容性,促进PPC在PLA基体树脂熔体中的分散,进而进一步改善PLA的发泡性能。

[0060] 对比例3没有添加成核剂,其泡孔尺寸和泡孔密度数据小于实施例1,这是因为成核剂可提高结晶速率、结晶度进而改善发泡效果。