

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C08F 255/02 (2006.01)
B29C 47/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610017181.4

[43] 公开日 2007年5月9日

[11] 公开号 CN 1958634A

[22] 申请日 2006.9.15

[21] 申请号 200610017181.4

[71] 申请人 中国科学院长春应用化学研究所

地址 130022 吉林省长春市人民大街 5625 号

[72] 发明人 唐 涛 毕务国 王艳辉

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 马守忠

权利要求书 2 页 说明书 18 页

[54] 发明名称

高熔体强度聚丙烯树脂及其制备方法

[57] 摘要

本发明涉及一种高熔体强度聚丙烯树脂及其制备方法。高熔体强度聚丙烯树脂由 A 组份、B 组份及 C 组份组成：其中 A 组份的重量百分比为 70% ~ 99.8%，B 组份的重量百分比为 0.1% ~ 29.9%，C 组份的重量百分比为 0.1% ~ 25%；B 组份的重量百分比的最优范围为 0.1% ~ 20%，C 组份的重量百分比的最优范围为 0.1% ~ 10%。其中 A 组份为原生态聚丙烯树脂，B 组份为乙烯基聚丁二烯，C 组份为丙烯酸酯类化合物。其制备方法为，将上述组分混合均匀后，从熔融接枝反应设备的喂料口加入到料腔，进行熔融接枝反应，反应温度为 190 ~ 240℃，反应结束后，得到高熔体强度聚丙烯树脂。所得产品熔体强度高，基本力学性能不下降，应用效果好。

1、高熔体强度聚丙烯树脂，它是由 A 组份、B 组份及 C 组份组成：其中 A 组份的重量百分比为 70% ~ 99.8%，B 组份的重量百分比为 0.1% ~ 29.9%，C 组份的重量百分比为 0.1% ~ 25%；

所述的 A 组份为原生态聚丙烯树脂；

B 组份为乙烯基含量摩尔比率为 50% ~ 98% 的乙烯基聚丁二烯；

C 组份为丙烯酸酯类：三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、丙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸酯、丙氧化甘油三丙烯酸酯、季戊四醇三丙烯酸酯、1,4 丁二醇二丙烯酸酯或 1,6 己二醇二丙烯酸酯；

2、根据权利要求 1 所述的高熔体强度聚丙烯树脂，其特征是，所述的 B 组份的重量百分比的最优范围为 0.1% ~ 20%。

3、根据权利要求 1 所述的高熔体强度聚丙烯树脂，其特征是，所述的 C 组份的重量百分比的最优范围为 0.1% ~ 10%。

4、根据权利要求 1 所述的高熔体强度聚丙烯树脂，其特征是，所述的 B 组份为选择乙烯基含量摩尔比率为 70% ~ 98% 的乙烯基聚丁二烯。

5、根据权利要求 1 所述的高熔体强度聚丙烯树脂的制备方法，其特征是，步骤和条件为：

熔融接枝反应设备选取双螺杆挤出机或单螺杆挤出机；将 A 组分、B 组分和 C 组分按配比混合均匀，从双螺杆挤出机或单螺杆挤

出机的喂料口加入到料腔，进行熔融接枝反应，双螺杆挤出机或单螺杆挤出机转数设定为 20 转/分钟 ~ 300 转/分钟，双螺杆挤出机或单螺杆挤出机共分为四个加热区，其中，一加热区温度设定为 190℃ ~ 230℃，二加热区温度设定为 200℃ ~ 240℃，三加热区温度设定为 200℃ ~ 240℃，四加热区温度设定为 200℃ ~ 240℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。

6、根据权利要求 1 所述的高熔体强度聚丙烯树脂的制备方法，其特征是，步骤和条件为：

熔融接枝反应设备选取密炼机；将 A 组分、B 组分和 C 组分按配比混合均匀，从密炼机的喂料口加入到料腔，进行熔融接枝反应，反应温度设定为 190℃~240℃，反应时间为 1 ~ 15 分钟，结束反应，得到高熔体强度聚丙烯树脂。

高熔体强度聚丙烯树脂及其制备方法

技术领域

本发明涉及一种高熔体强度聚丙烯树脂及其制备方法

背景技术

聚丙烯是一种应用广泛的通用塑料，它具备许多优异的性能，如相对密度小、无味无臭、耐食用油、耐腐蚀性优良、电性能和化学稳定性好、并且价格低、产量大，仅次于PVC和PE。但聚丙烯韧性差、低温易脆断、热变形温度不高；而且聚丙烯的链结构呈线性，熔融状态下，聚丙烯没有应变硬化效应，导致其熔体强度低和耐熔垂性能差等缺点，因此大大限制了聚丙烯的应用。同时，聚丙烯的软化点与熔点接近，当温度高于熔点后，其熔体强度和熔体的黏度急剧下降，导致热成型时制品壁厚不均，挤出、涂布、压延时出现边缘卷曲收缩，挤出发泡时泡孔塌陷等问题。因此，开发熔融状态下具有应变硬化效应的聚丙烯，即高熔体强度聚丙烯，是势在必行的。

目前，制备高熔体强度聚丙烯方法主要分为两大类：一类是聚丙烯与其他化合物进行反应改性；另一类是聚丙烯与其他聚合物进行共混改性。具体实施方法主要有：射线辐照法、反应挤出法、后聚合釜法、溶液接枝法、动态交联法、熔融共混改性法等。

专利CN1045107A、CN1055372A阐述了采用过氧化物在聚合釜内引发接枝改性聚丙烯粉末得到了具有应变硬化的聚丙烯树脂。另一项专利（CN1432596A）采用2,5-二甲基-2,5-双(8-叔丁基过氧化己烷

与二丙烯酸-1,6-丁二醇酯的丙酮溶液混合通过注射加入到双螺杆挤出聚丙烯粉料的熔体中,进行接枝,得到高熔体强度聚丙烯树脂。一篇公开报导(Journal of Applied Polymer Science, vol. 61, 1395~1404, 1996)采用聚丙烯与多官能团单体三丙烯酸季戊四醇酯在过氧化物存在下反应能制得高熔体强度聚丙烯。另一篇报导(Journal of Applied Polymer Science, vol. 66, 809~819, 1997)采用聚丙烯与聚乙烯、三甲基三丙烯酸酯在过氧化物的作用下,通过双螺杆挤出制备支化的高熔体强度聚丙烯。此外,还有采用丙烯酸酯类单体在过氧化物作用下,与聚丙烯进行熔融接枝可制备高支化聚丙烯树脂(《中国塑料》,第16卷,第10期,24~28,2002)。从上述报导中可以看出,在制备高熔体强度聚丙烯过程中,都采用过氧化物作为引发剂。然而,过氧化物的引入会使聚丙烯发生很大程度的降解,大大降低聚丙烯的力学性能。此外,还会增加高熔体强度聚丙烯树脂产品的成本,降低产品在市场中的竞争地位。

发明内容

本发明的目的在于提供一种高熔体强度聚丙烯树脂。

本发明的另一个目的是提供一种高熔体强度聚丙烯树脂的制备方法。

本发明的技术方案如下:

高熔体强度聚丙烯树脂,它是由A组份、B组份及C组份组成:其中A组份的重量百分比为70%~99.8%,B组份的重量百分比为0.1%~29.9%,C组份的重量百分比为0.1%~25%;

所述的 B 组份的重量百分比的最优范围为 0.1% ~ 20%，C 组份的重量百分比的最优范围为 0.1% ~ 10%。

其中 A 组份为原生态聚丙烯树脂（简称 PP），所谓的“原生态聚丙烯树脂”是没有添加任何助剂、由聚合釜内直接生产出来的聚丙烯树脂。

B 组份为乙烯基含量摩尔比率为 50% ~ 98% 的乙烯基聚丁二烯；优先选择乙烯基含量摩尔比率为 70% ~ 98% 的乙烯基聚丁二烯。

C 组份为丙烯酸酯类：三羟甲基丙烷三丙烯酸酯（TMPTA）、乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯（EO₃-TMPTA）、丙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯（PO₃-TMPTA）、三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸酯（TMPTMA）、丙氧化甘油三丙烯酸酯（PO₃-GTA）、季戊四醇三丙烯酸酯（PETA）、1,4 丁二醇二丙烯酸酯（BDDA）或 1,6 己二醇二丙烯酸酯（HDDA）。

本发明的制备方法为：

(1)、熔融接枝反应设备选取双螺杆挤出机或单螺杆挤出机；将 A 组分、B 组分和 C 组分按配比混合均匀，从双螺杆挤出机或单螺杆挤出机的喂料口加入到料腔，进行熔融接枝反应，双螺杆挤出机或单螺杆挤出机转数为 20~ 300 转/分钟，双螺杆挤出机或单螺杆挤出机共分为四个加热区，其中，一加热区温度设定为 190℃ ~ 230℃，二加热区温度设定为 200℃ ~ 240℃，三加热区温度设定为 200℃ ~ 240℃，四加热区温度设定为 200℃ ~ 240℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。

(2)、熔融接枝反应设备选取密炼机；将 A 组分、B 组分和 C 组

分按配比混合均匀，从密炼机的喂料口加入到料腔，进行熔融接枝反应，反应温度设定为 190℃ ~ 240℃，反应时间为 1~ 15 分钟，结束反应，得到高熔体强度聚丙烯树脂。

本发明在实施例中采用的测试仪器如下：

拉伸性能测试：采用 Inxtron 材料实验机，拉伸速度为 50mm/min；

结晶温度测定：采用 DSC；

熔融指数测定：采用 SRZ-400D 型熔体流动速率测定仪；

熔体强度测定：采用 RHEOTENS 71.97 熔体强度测定仪。

本发明摒弃传统使用过氧化物引发接枝反应的方法制备高熔体强度聚丙烯树脂，采用原位热引发接枝的方法制备高熔体强度聚丙烯树脂。此法简单、便捷，无需引入过氧化物引发剂，可以直接应用于目前生产的普通聚丙烯树脂改性，生产出高熔体强度聚丙烯树脂，从而节省了人力、物力和财力，提高了高熔体强度聚丙烯树脂在市场竞争中的地位。

具体实施例如下。

实施例 1

按重量百分比为 99.8%称取聚丙烯 2994 克，重量百分比为 0.1%称取乙烯基含量摩尔比率为 96%的乙烯基聚丁二烯 3 克，重量百分比为 0.1%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 3 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 20 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 190℃，二加热区温度设定为 210℃，三加热区温度设定为

240℃，四加热区温度设定为 220℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 2

按重量百分比为 98%称取聚丙烯 2940 克，重量百分比为 1%称取乙烯基含量摩尔比率为 96%的乙烯基聚丁二烯 30 克，重量百分比为 1%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 30 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 70 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 200℃，二加热区温度设定为 200℃，三加热区温度设定为 200℃，四加热区温度设定为 200℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 3

按重量百分比为 97%称取聚丙烯 2910 克，重量百分比为 2%称取乙烯基含量摩尔比率为 96%的乙烯基聚丁二烯 60 克，重量百分比为 1%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 30 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 100 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 200℃，二加热区温度设定为 240℃，三加热区温度设定为 240℃，四加热区温度设定为 210℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 4

按重量百分比为 98%称取聚丙烯 2940 克，重量百分比为 0.5%称

取乙烯基含量摩尔比率为 96%的乙烯基聚丁二烯 15 克, 重量百分比为 1.5%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 45 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 150 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 200℃, 二加热区温度设定为 240℃, 三加热区温度设定为 230℃, 四加热区温度设定为 220℃, 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 5

按重量百分比为 97%称取聚丙烯 2910 克, 重量百分比为 1%称取乙烯基含量摩尔比率为 93%的乙烯基聚丁二烯 30 克, 重量百分比为 2%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 60 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 200 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 220℃, 二加热区温度设定为 220℃, 三加热区温度设定为 220℃, 四加热区温度设定为 220℃, 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 6

按重量百分比为 95%称取聚丙烯 2850 克, 重量百分比为 4.9%称取乙烯基含量摩尔比率为 93%的乙烯基聚丁二烯 147 克, 重量百分比为 0.1%称取三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸酯 3 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 250 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热

区温度设定为 190℃，二加热区温度设定为 240℃，三加热区温度设定为 240℃，四加热区温度设定为 240℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 7

按重量百分比为 96%称取聚丙烯 2880 克，重量百分比为 2%称取乙烯基含量摩尔比率为 96%的乙烯基聚丁二烯 60 克，重量百分比为 2%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 60 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 300 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 190℃，二加热区温度设定为 220℃，三加热区温度设定为 230℃，四加热区温度设定为 240℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 8

按重量百分比为 95%称取聚丙烯 2850 克，重量百分比为 2%称取乙烯基含量摩尔比率为 93%的乙烯基聚丁二烯 60 克，重量百分比为 3%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 90 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 200 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 210℃，二加热区温度设定为 230℃，三加热区温度设定为 230℃，四加热区温度设定为 220℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 9

按重量百分比为 94.99%称取聚丙烯 2850 克，重量百分比为 3%称取乙烯基含量摩尔比率为 93%的乙烯基聚丁二烯 90 克，重量百分比为 2%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 60 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 200 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 230℃，二加热区温度设定为 230℃，三加热区温度设定为 230℃，四加热区温度设定为 220℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 10

按重量百分比为 90%称取聚丙烯 2700 克，重量百分比为 3%称取乙烯基含量摩尔比率为 91%的乙烯基聚丁二烯 90 克，重量百分比为 7%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 210 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到密炼机中进行熔融接枝反应，温度设定为 210℃，熔融反应 1 分钟后，结束反应，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 11

按重量百分比为 90%称取聚丙烯 2700 克，重量百分比为 7%称取乙烯基含量摩尔比率为 98%的乙烯基聚丁二烯 210 克，重量百分比为 3%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 90 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 210 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设

定为 240℃，二加热区温度设定为 240℃，三加热区温度设定为 240℃，四加热区温度设定为 240℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 12

按重量百分比为 85%称取聚丙烯 2550 克，重量百分比为 5%称取乙烯基含量摩尔比率为 91%的乙烯基聚丁二烯 150 克，重量百分比为 10%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 300 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 200 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 200℃，二加热区温度设定为 230℃，三加热区温度设定为 240℃，四加热区温度设定为 220℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 13

按重量百分比为 85%称取聚丙烯 2550 克，重量百分比为 10%称取乙烯基含量摩尔比率为 91%的乙烯基聚丁二烯 300 克，重量百分比为 5%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 150 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到密炼机中进行熔融接枝反应，温度设定为 190℃，熔融反应 15 分钟后，结束反应，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 14

按重量百分比为 80%称取聚丙烯 2400 克，重量百分比为 10%称取乙烯基含量摩尔比率为 98%的乙烯基聚丁二烯 300 克，重量百分比为

10%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 300 克,在搅拌机中均匀混合 20min 后,加入到密炼机中进行熔融接枝反应,温度设定为 240℃,熔融反应 10 分钟后,结束反应,得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 15

按重量百分比为 75%称取聚丙烯 2250 克,重量百分比为 10%称取乙烯基含量摩尔比率为 91%的乙烯基聚丁二烯 300 克,重量百分比为 15%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 450 克,在搅拌机中均匀混合 20min 后,加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中,挤出机的转数设定为 200 转/分钟,挤出机共分四个加热区,其中一加热区温度设定为 200℃,二加热区温度设定为 240℃,三加热区温度设定为 240℃,四加热区温度设定为 230℃,挤出造粒,得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 16

按重量百分比为 70%称取聚丙烯 2100 克,重量百分比为 5%称取乙烯基含量摩尔比率为 91%的乙烯基聚丁二烯 150 克,重量百分比为 25%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 750 克,在搅拌机中均匀混合 20min 后,加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中,挤出机的转数设定为 200 转/分钟,挤出机共分四个加热区,其中一加热区温度设定为 200℃,二加热区温度设定为 230℃,三加热区温度设定为 230℃,四加热区温度设定为 220℃,挤出造粒,得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 17

按重量百分比为 79.9%称取聚丙烯 2397 克, 重量百分比为 20%称取乙烯基含量摩尔比率为 90%的乙烯基聚丁二烯 600 克, 重量百分比为 0.1%称取丙氧化甘油三丙烯酸酯 3 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 200 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 200℃, 二加热区温度设定为 220℃, 三加热区温度设定为 230℃, 四加热区温度设定为 220℃, 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 18

按重量百分比为 84.9%称取聚丙烯 2547 克, 重量百分比为 0.1%称取乙烯基含量摩尔比率为 90%的乙烯基聚丁二烯 3 克, 重量百分比为 15%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 450 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 200 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 190℃, 二加热区温度设定为 240℃, 三加热区温度设定为 240℃, 四加热区温度设定为 220℃, 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 19

按重量百分比为 95%称取聚丙烯 2850 克, 重量百分比为 2.5%称取乙烯基含量摩尔比率为 87%的乙烯基聚丁二烯 75 克, 重量百分比为 2.5%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 75 克, 在搅拌机中均匀混合

20min后, 加入到 $L/D = 40$ 、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 200 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 200°C , 二加热区温度设定为 230°C , 三加热区温度设定为 230°C , 四加热区温度设定为 220°C , 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 20

按重量百分比为 96%称取聚丙烯 2880 克, 重量百分比为 1%称取乙烯基含量摩尔比率为 85%的乙烯基聚丁二烯 30 克, 重量百分比为 3%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 90 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 $L/D = 40$ 、 Φ 为 35mm 的单螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 20 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 190°C , 二加热区温度设定为 220°C , 三加热区温度设定为 240°C , 四加热区温度设定为 200°C , 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 21

按重量百分比为 94%称取聚丙烯 2820 克, 重量百分比为 3%称取乙烯基含量摩尔比率为 82%的乙烯基聚丁二烯 90 克, 重量百分比为 3%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 90 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 $L/D = 40$ 、 Φ 为 35mm 的单螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 100 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 210°C , 二加热区温度设定为 240°C , 三加热区温度设定为 240°C , 四加热区温度设定为 210°C , 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯

树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 22

按重量百分比为 97%称取聚丙烯 2910 克，重量百分比为 1%称取乙烯基含量摩尔比率为 76%的乙烯基聚丁二烯 30 克，重量百分比为 2%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 60 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的单螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 200 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 200℃，二加热区温度设定为 230℃，三加热区温度设定为 230℃，四加热区温度设定为 240℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 23

按重量百分比为 92%称取聚丙烯 2760 克，重量百分比为 2%称取乙烯基含量摩尔比率为 74%的乙烯基聚丁二烯 60 克，重量百分比为 6%称取 1,4-丁二醇二丙烯酸酯 180 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的单螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 300 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 230℃，二加热区温度设定为 240℃，三加热区温度设定为 240℃，四加热区温度设定为 240℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 24

按重量百分比为 89%称取聚丙烯 2670 克，重量百分比为 3%称取乙烯基含量摩尔比率为 70%的乙烯基聚丁二烯 90 克，重量百分比为

8%称取 1,6-己二醇二丙烯酸酯 240 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 220 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 200℃, 二加热区温度设定为 220℃, 三加热区温度设定为 220℃, 四加热区温度设定为 210℃, 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 25

按重量百分比为 93%称取聚丙烯 2790 克, 重量百分比为 3%称取乙烯基含量摩尔比率为 66%的乙烯基聚丁二烯 90 克, 重量百分比为 4%称取季戊四醇三丙烯酸酯 120 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 120 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 200℃, 二加热区温度设定为 220℃, 三加热区温度设定为 220℃, 四加热区温度设定为 210℃, 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1。

实施例 26

按重量百分比为 94%称取聚丙烯 2820 克, 重量百分比为 4%称取乙烯基含量摩尔比率为 65%的乙烯基聚丁二烯 120 克, 重量百分比为 2%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 60 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 200 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 210℃, 二加热区温度设定为 230℃, 三加热区温度设定为 230

℃，四加热区温度设定为 210℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1

实施例 27

按重量百分比为 88%称取聚丙烯 2640 克，重量百分比为 6%称取乙烯基含量摩尔比率为 63%的乙烯基聚丁二烯 180 克，重量百分比为 6%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 180 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 200 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 200℃，二加热区温度设定为 230℃，三加热区温度设定为 230℃，四加热区温度设定为 210℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1

实施例 28

按重量百分比为 88%称取聚丙烯 2640 克，重量百分比为 2%称取乙烯基含量摩尔比率为 55%的乙烯基聚丁二烯 60 克，重量百分比为 10%称取丙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 300 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 100 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 200℃，二加热区温度设定为 220℃，三加热区温度设定为 220℃，四加热区温度设定为 210℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1

实施例 29

按重量百分比为 88%称取聚丙烯 2640 克, 重量百分比为 8%称取乙烯基含量摩尔比率为 50%的乙烯基聚丁二烯 240 克, 重量百分比为 4%称取乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 120 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 $L/D = 40$ 、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 200 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 200°C , 二加热区温度设定为 220°C , 三加热区温度设定为 220°C , 四加热区温度设定为 210°C , 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1

实施例 30

按重量百分比为 85%称取聚丙烯 2550 克, 重量百分比为 10%称取乙烯基含量摩尔比率为 50%的乙烯基聚丁二烯 300 克, 重量百分比为 5%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 150 克, 在搅拌机中均匀混合 20min 后, 加入到 $L/D = 40$ 、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中, 挤出机的转数设定为 180 转/分钟, 挤出机共分四个加热区, 其中一加热区温度设定为 200°C , 二加热区温度设定为 220°C , 三加热区温度设定为 220°C , 四加热区温度设定为 210°C , 挤出造粒, 得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1

实施例 31

按重量百分比为 95%称取聚丙烯 2850 克, 重量百分比为 2%称取乙烯基含量摩尔比率为 91%的乙烯基聚丁二烯 60 克, 重量百分比为 3%称取 1, 6 己二醇二丙烯酸酯 90 克, 在搅拌机中均匀混合 20min

后，加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 200 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 200℃，二加热区温度设定为 220℃，三加热区温度设定为 220℃，四加热区温度设定为 210℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1

实施例 32

按重量百分比为 70%称取聚丙烯 2100 克，重量百分比为 29.9%称取乙烯基含量摩尔比率为 91%的乙烯基聚丁二烯 897 克，重量百分比为 0.1%称取三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 3 克，在搅拌机中均匀混合 20min 后，加入到 L/D = 40、 Φ 为 35mm 的双螺杆挤出机中，挤出机的转数设定为 200 转/分钟，挤出机共分四个加热区，其中一加热区温度设定为 200℃，二加热区温度设定为 220℃，三加热区温度设定为 220℃，四加热区温度设定为 210℃，挤出造粒，得到高熔体强度聚丙烯树脂。取部分样品进行性能测试和熔体强度测定。结果见表 1

表 1 实施例 1 ~ 32 的测试结果

序号	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (MPa)	断裂伸长率 (%)	结晶温度 (°C)	熔融指数 (g/10min)	熔体强度 (cN)
纯聚丙烯	38	700	762	110	2.28	5
实施例 1	38	720	701	111	2.07	8
实施例 2	38	744	690	113	1.78	11
实施例 3	39	790	670	118	1.51	20
实施例 4	38	750	680	114	1.71	13
实施例 5	39	812	662	124	0.66	31

实施例 6	39	781	672	117	1.65	16
实施例 7	40	823	659	120	1.14	25
实施例 8	40	832	641	127	0.41	42
实施例 9	39	811	660	125	0.56	35
实施例 10	41	841	629	122	1.07	27
实施例 11	41	804	671	123	0.69	30
实施例 12	42	852	641	120	1.12	24
实施例 13	40	833	640	124	0.60	32
实施例 14	42	867	622	127	0.45	37
实施例 15	42	871	619	119	1.33	22
实施例 16	41	970	607	122	1.01	28
实施例 17	41	710	708	123	0.70	30
实施例 18	39	849	635	127	0.43	39
实施例 19	39	801	680	124	0.57	33
实施例 20	38	829	645	122	1.05	27
实施例 21	39	805	673	124	0.66	31
实施例 22	38	785	691	120	1.08	26
实施例 23	38	766	692	119	1.41	21
实施例 24	38	780	688	119	1.35	22
实施例 25	37	791	675	123	0.71	30
实施例 26	39	775	689	118	1.45	20
实施例 27	38	740	691	120	1.30	23
实施例 28	39	732	699	124	0.63	32
实施例 29	38	710	703	122	0.72	29
实施例 30	37	768	692	120	1.40	21
实施例 31	39	822	655	123	0.67	30
实施例 32	40	835	632	124	0.65	31