

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680043995.3

[51] Int. Cl.

C08K 5/29 (2006.01)

C08L 77/00 (2006.01)

C08K 7/06 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 11 月 26 日

[11] 公开号 CN 101313023A

[22] 申请日 2006.11.20

[21] 申请号 200680043995.3

[30] 优先权

[32] 2005.11.23 [33] US [31] 60/739,590

[86] 国际申请 PCT/US2006/044922 2006.11.20

[87] 国际公布 WO2007/061965 英 2007.5.31

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.23

[71] 申请人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 K·施诺哈拉

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 庞立志 韦欣华

权利要求书 2 页 说明书 9 页

[54] 发明名称

碳纤维增强的聚酰胺树脂组合物

[57] 摘要

一种具有良好的抗冲击性和劲度的聚酰胺组合物，其包含聚碳化二亚胺、用胶粘剂处理的碳纤维和任选的抗冲改性剂。还公开了由其所形成的制品。

1. 一种聚酰胺组合物, 其包含: (a)至少一种聚酰胺; (b)含有至少一种胶粘剂的碳纤维; 和(c)至少一种聚碳化二亚胺。

2. 权利要求1的组合物, 其中所述的组合物包含大约65-大约94.7重量%的聚酰胺(a)。

3. 权利要求1的组合物, 其中所述的组合物包含大约85-大约90重量%的聚酰胺(a)。

4. 权利要求1的组合物, 其中所述的组合物包含大约75-大约94.7重量%的聚酰胺(a)、大约5-大约20重量%的碳纤维(b)和大约0.3-大约5重量%的聚碳化二亚胺(c), 其中所述的重量%是基于组合物的总重量。

5. 权利要求1的组合物, 其中所述的至少一种聚酰胺选自: 聚酰胺66/6共聚物; 聚酰胺66/68共聚物; 聚酰胺66/610共聚物; 聚酰胺66/612共聚物; 聚酰胺66/10共聚物; 聚酰胺66/12共聚物; 聚酰胺6/68共聚物; 聚酰胺6/610共聚物; 聚酰胺6/612共聚物; 聚酰胺6/10共聚物; 聚酰胺6/12共聚物; 聚酰胺6/66/610三元共聚物; 聚酰胺6/66/69三元共聚物; 聚酰胺6/66/11三元共聚物; 聚酰胺6/66/12三元共聚物; 聚酰胺6/610/11三元共聚物; 聚酰胺6/610/12三元共聚物; 和聚酰胺6/66/PACM(双-对{氨基环己基}甲烷)三元共聚物中的一种或多种。

6. 权利要求1的组合物, 其中所述的至少一种聚酰胺选自: 聚酰胺6; 聚酰胺66; 聚酰胺46; 聚酰胺69; 聚酰胺610; 聚酰胺612; 聚酰胺1010; 聚酰胺11; 聚酰胺12; 半芳族聚酰胺; 对苯二甲酰己二胺和对苯二甲酰2-甲基戊二胺的聚酰胺; 间苯二甲酰己二胺和己二酰己二胺的聚酰胺; 对苯二甲酰己二胺、间苯二甲酰己二胺和己二酰己二胺的聚酰胺; 以及它们的共聚物和混合物中的一种或多种。

7. 权利要求1的组合物, 其中所述的至少一种聚酰胺选自: 聚(己二酰间苯二甲胺); 聚(对苯二甲酰十二烷基二胺); 聚(对苯二甲酰癸二胺); 聚(对苯二甲酰壬二胺); 和对苯二甲酰己二胺和己二酰己二胺的聚酰胺中的一种或多种。

8. 权利要求5的组合物, 其中所述的聚酰胺是聚酰胺66。

9. 权利要求1的组合物, 其进一步包含(d)至少一种抗冲改性剂。

10. 权利要求 8 的组合物,其中所述的组合物包含大约 2-大约 29.7 重量%的抗冲改性剂(d),基于组合物的总重量。

11. 权利要求 8 的组合物,其中所述的组合物包含大约 2-大约 19.7 重量%的抗冲改性剂(d),基于组合物的总重量。

12. 权利要求 8 的组合物,其中所述的抗冲改性剂包含马来酸酐接枝的乙烯-丙烯-二烯聚合物或马来酸酐接枝的乙烯-丙烯共聚物。

13. 权利要求 8 的组合物,其中所述的抗冲改性剂是一种离聚物。

14. 权利要求 1 的组合物,其中所述的组合物包含大约 5-大约 30 重量%的碳纤维(b)。

15. 权利要求 1 的组合物,其中所述的组合物包含大约 8-大约 15 重量%的碳纤维(b)。

16. 权利要求 1 的组合物,其中所述的组合物包含大约 0.3-大约 5 重量%的聚碳化二亚胺(c)。

17. 权利要求 1 的组合物,其中所述的组合物包含大约 1-大约 2 重量%的聚碳化二亚胺(c)。

18. 权利要求 1 的组合物,其中所述的至少一种聚碳化二亚胺是脂肪族、脂环族或者芳族聚碳化二亚胺。

19. 一种由权利要求 1 的组合物模制的制品。

20. 齿轮形式的权利要求 14 的制品。

碳纤维增强的聚酰胺树脂组合物

技术领域

本发明涉及聚酰胺树脂组合物。更特别地，本发明涉及包含聚碳化二亚胺、用胶粘剂处理的碳纤维和任选的抗冲改性剂的聚酰胺树脂组合物。该聚酰胺组合物具有良好的抗冲击性。

背景技术

由于它们优异的物理性能、耐化学性和可加工性，聚酰胺组合物被用于广泛的多种应用中。通常的应用包括汽车零件和电气和电子零件。尽管聚酰胺具有良好的固有韧性，但是经常使用低弹性橡胶抗冲改性剂来增加聚酰胺组合物的韧性。但是，这些抗冲改性剂的添加会降低所得到的树脂的劲度。劲度可以通过增强剂和填料的加入来提高，特别是无机增强剂(例如玻璃纤维)和矿物填料，但是这种方法会导致另外的问题如对加工设备的磨损、各向异性和增加的熔融粘度。例如，当玻璃纤维增强的聚酰胺组合物用于在高负载下使用的零件例如齿轮中时，来自该零件的磨损粉末会损坏邻近的其他构件。

因此，无需加入玻璃纤维作为增强剂的具有良好劲度的包含抗冲改性剂的聚酰胺组合物是令人期望的。

已知的是通过加入用反应性官能团改性的弹性体材料到聚酰胺树脂中可以显著的改进冲击强度。例如，美国专利 4346194 公开了一种坚韧的聚酰胺掺合物，其包含 a)60-97 重量%的聚酰胺(尼龙 66 和尼龙 6 的混合物)和 b)3-40 重量%的聚合物增韧剂，该增韧剂选自(i)具有羧基或者羧酸酯官能度的弹性体烯烃共聚物或(ii)至少一种 α -烯烃和至少一种 α , β -不饱和羧酸的离子共聚物，其可以包含三元可共聚单体，并且其是通过用金属碱性盐中和它的酸性成分来至少部分离子化的。

已经公开了聚酰胺组合物，其中熔融粘度和抗水解性已经通过加入聚碳化二亚胺而得以改进。例如，在美国专利 4128599 中公开了具有独特的流变性和改进的剪切性能的聚碳化二亚胺改性的易加工的聚酰胺产物。公开了聚碳化二亚胺作为桥联剂的作用，其中碳二亚胺

基团桥接所述聚酰胺中端部的 COOH 和 NH₂ 基团。

美国专利 5360888 公开了一种聚酰胺树脂组合物，其包含 0.1-5 重量的用来稳定高温水解的芳族聚碳化二亚胺。

美国专利申请公开 2004/0010094 公开了一种聚酰胺树脂组合物，其包含碳化二亚胺基团与聚酰胺的酸端基的比例为 0.10-3.5 摩尔当量的芳族或脂肪族聚碳化二亚胺。

本发明的组合物具有高刚度和冲击强度，而不需玻璃纤维的存在。

发明概述

简而言之，根据本发明的一个方面，这里提供一种聚酰胺组合物，其包含：(a)至少一种聚酰胺；(b)包含至少一种胶粘剂(sizing agent)的碳纤维；和(c)至少一种聚碳化二亚胺。

依照本发明的另外一个方面，这里提供一种由聚酰胺组合物模制的制品，其包含：(a)至少一种聚酰胺；(b)包含至少一种胶粘剂的碳纤维；和(c)至少一种聚碳化二亚胺。

发明详述

本发明的组合物包含聚酰胺、聚碳化二亚胺、用胶粘剂处理的碳纤维和任选的抗冲改性剂。

聚酰胺

本发明组合物的聚酰胺是至少一种热塑性聚酰胺。该聚酰胺可以是均聚物、共聚物、三元共聚物或者更高级的聚合物。可以使用两种或多种聚酰胺的混合物。合适的聚酰胺可以是二羧酸或者它们的衍生物和二胺和/或氨基酸的缩合产物、和/或内酰胺的开环聚合产物。合适的二羧酸包括己二酸、壬二酸、癸二酸、十二烷二酸、间苯二酸和对苯二酸。合适的二胺包括四亚甲基二胺、六亚甲基二胺、八亚甲基二胺、九亚甲基二胺、十二亚甲基二胺、2-甲基五亚甲基二胺、2-甲基八亚甲基二胺、三甲基六亚甲基二胺、双(对氨基环己基)甲烷、间苯二甲二胺和对苯二甲二胺。合适的氨基酸是 11-氨基十二烷酸。合适的内酰胺包括己内酰胺和月桂内酰胺。

优选的脂肪族聚酰胺包括聚酰胺 6; 聚酰胺 66; 聚酰胺 46; 聚酰胺 69; 聚酰胺 610; 聚酰胺 612; 聚酰胺 1010; 聚酰胺 11; 聚酰胺 12; 半芳族聚酰胺例如聚(己二酰间苯二甲胺)(聚酰胺 MXD6)、聚(对苯二甲酰十二烷基二胺)(聚酰胺 12T)、聚(对苯二甲酰癸二胺)(聚酰胺 10T)、聚(对苯二甲酰壬二胺)(聚酰胺 9T)、对苯二甲酰己二胺和己二酰己二胺的聚酰胺(聚酰胺 6T/66); 对苯二甲酰己二胺和对苯二甲酰 2-甲基戊二胺的聚酰胺(聚酰胺 6T/DT); 间苯二甲酰己二胺和己二酰己二胺的聚酰胺(聚酰胺 6I/66); 对苯二甲酰己二胺、间苯二甲酰己二胺和己二酰己二胺的聚酰胺(聚酰胺 6T/6I/66)以及这些聚合物的共聚物和混合物。

合适的脂肪族聚酰胺的例子包括聚酰胺 66/6 共聚物; 聚酰胺 66/68 共聚物; 聚酰胺 66/610 共聚物; 聚酰胺 66/612 共聚物; 聚酰胺 66/10 共聚物; 聚酰胺 66/12 共聚物; 聚酰胺 6/68 共聚物; 聚酰胺 6/610 共聚物; 聚酰胺 6/612 共聚物; 聚酰胺 6/10 共聚物; 聚酰胺 6/12 共聚物; 聚酰胺 6/66/610 三元共聚物; 聚酰胺 6/66/69 三元共聚物; 聚酰胺 6/66/11 三元共聚物; 聚酰胺 6/66/12 三元共聚物; 聚酰胺 6/610/11 三元共聚物; 聚酰胺 6/610/12 三元共聚物; 和聚酰胺 6/66/PACM(双-对{氨基环己基}甲烷)三元共聚物。

一种优选的聚酰胺是聚酰胺 66。可以使用聚酰胺和其他的热塑性聚合物的混合物。聚酰胺优选以大约 65-大约 94.7 重量%, 或者更优选以大约 75-大约 94.7 重量%, 或者仍然更优选以大约 85-大约 90 重量% 而存在, 基于组合物的总重量。

碳纤维

碳纤维可以是任何类型的, 包括例如由聚丙烯腈(PAN)、沥青、人造丝(rayon)和/或纤维素纤维制成的那些纤维。

碳纤维是用一种或多种胶粘剂进行表面处理的。合适的胶粘剂的例子包括聚酰胺、尿烷和环氧化物。当成束的长纤维被切割为具有几毫米长度的短切纤维时, 胶粘剂的存在可以帮助保持纤维的束状。这能够帮助提高纤维在组合物中的可分散性。胶粘剂在碳纤维中以大约 1-大约 10 重量% 存在, 基于胶粘剂和碳纤维的总重量。碳纤维可以使用本领域任何已知的合适的方法用胶粘剂来处理。

能够想到是胶粘剂可以和聚碳化二亚胺反应，由此提高碳纤维和聚酰胺的相容性，并由此提高物理性能。优选的胶粘剂是可以和聚碳化二亚胺反应的那些胶粘剂，例如聚酰胺和尿烷。环氧化合物也可以用作胶粘剂，虽然据信它们不直接和聚碳化二亚胺进行反应。

合适的包含胶粘剂的碳纤维可以从市场上购买。合适的市售碳纤维的一个例子是供自 Toho Tenax, Co., Ltd. 的 Besfight®。

碳纤维优选在组合物中以大约 5-大约 30 重量%，或者更优选大约 5-大约 20 重量%，或者仍然更优选大约 8-大约 15 重量%而存在，基于组合物的总重量。

聚碳化二亚胺

聚碳化二亚胺可以是脂肪族、脂环族或芳族聚碳化二亚胺，并可以用下面的化学式表示：



这里 R 基团表示脂肪族、脂环族或芳族基团。

合适的 R 基团的例子包括但不限于，衍生自 2,6-二异丙基苯基、3,5-二乙基甲苯、4,4'-亚甲基-双(2,6-二亚乙基苯基)、4,4'-亚甲基-双(2-乙基-6-甲基苯基)、4,4'-亚甲基-双(2,6-二异丙基苯基)、4,4'-亚甲基-双(2-乙基-5-甲基环己基)、2,4,6-三异丙基苯基、正己烷、环己烷、二环己基甲烷和甲基环己烷等的二价基团。

聚碳化二亚胺可以通过本领域技术人员已知的多种方法来制造。常规的制造方法描述在美国专利 2941956 或者日本 Kokoku 专利申请 S47-33279, *J. Org. Chem.*, 28, 2069-2075(1963), *Chemical Reviews*, 81, 619-621(1981)中。典型的，它们通过伴随着有机二异氰酸酯的脱羧酸化的缩聚反应来制造。这种方法产生异氰酸酯封端的聚碳化二亚胺。

例如，芳族二异氰酸酯、脂肪族二异氰酸酯和脂环族二异氰酸酯或者它们的混合物可以用来制备聚碳化二亚胺。合适的例子包括 1,5-萘二异氰酸酯、4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯、4,4'-二苯基二甲基甲烷二异氰酸酯、1,3-亚苯基二异氰酸酯、1,4-亚苯基二异氰酸酯、2,4-三氯乙烯(trilene)二异氰酸酯、2,6-三氯乙烯二异氰酸酯、2,4-三氯乙烯二异氰酸酯和 2,6-三氯乙烯二异氰酸酯的混合物、六亚甲基二异氰酸酯、环己烷-1,4-二异氰酸酯、亚二甲苯基二异氰酸酯、异佛尔酮二异

氰酸酯、二环己基甲烷-4,4'-二异氰酸酯、甲基环己烷二异氰酸酯、四甲基亚二甲苯基二异氰酸酯、2,6-二异丙基苯基异氰酸酯和1,3,5-三异丙基苯-2,4-二异氰酸酯,等等。

链终止剂可以用来控制聚合和产生具有除了异氰酸酯之外的端基的聚碳化二亚胺。合适的链终止剂的例子包括单异氰酸酯。合适的单异氰酸酯包括苯基异氰酸酯、甲苯基异氰酸酯、二甲基苯基异氰酸酯、环己基异氰酸酯、丁基异氰酸酯和萘基异氰酸酯等等。

其他合适的链终止剂包括醇、胺、亚胺、羧酸、硫醇、醚和环氧化物。例子包括甲醇、乙醇、苯酚、环己醇、N-甲基乙醇胺、聚(乙二醇)单甲醚、聚(丙二醇)单甲醚、二乙胺、二环己基胺、丁基胺、环己基胺、柠檬酸、苯甲酸、环己酸、乙烯硫醇、芳基硫醇和苯硫酚。

有机二异氰酸酯反应来形成聚碳化二亚胺是在碳二亚胺化催化剂例如1-苯基-2-磷杂环戊烯(phospholene)-1-氧化物、3-甲基-1-苯基-2-磷杂环戊烯-1-氧化物、1-乙基-2-磷杂环戊烯-1-氧化物、3-甲基-ε-磷杂环戊烯-1-氧化物和前述的3-磷杂环戊烯异构体的存在下进行的。在这些催化剂中,3-甲基-4-苯基-2-磷杂环戊烯-1-氧化物是具有特别反应性的。

聚碳化二亚胺优选在组合物中以大约0.3-大约5重量%,或者更优选大于大约1-大约2重量%而存在,基于组合物的总重量。

抗冲改性剂

所述任选的抗冲改性剂是任何合适的用于增韧聚酰胺树脂的抗冲改性剂。合适的抗冲改性剂的例子在美国专利4174358中给出,其在此引入作为参考。优选的抗冲改性剂是羧基取代的聚烯烃,其是具有连接其中的羧基部分的聚烯烃,该羧基部分要么连接在聚烯烃主链自身上,要么连接在侧链上。用“羧基部分”表示羧基基团例如二羧酸、二酯、二羧酸单酯、酸酐、单羧酸和酯类以及盐的一种或多种。羧基盐是被中和的羧酸。有用的抗冲改性剂是二羧基取代的聚烯烃,其是具有连接其中的二羧基部分的聚烯烃,该二羧基部分要么连接在聚烯烃主链自身上,要么连接在侧链上。用“二羧基部分”表示二羧基基团例如二羧酸、二酯、二羧酸单酯和酸酐的一种或多种。优选的聚烯烃是乙烯和一种或多种另外的烯烃的共聚物,其中另外的烯烃是炔类。

所述的抗冲改性剂优选是基于烯烃共聚物，例如乙烯/ α -烯烃的聚烯烃。适于制备所述的烯烃共聚物的烯烃的例子包括具有 2-8 碳原子的烯，例如乙烯、丙烯、1-丁烯、1-戊烯或者 1-己烯。二烯单体例如 1,4-己二烯、2,5-降冰片二烯、1,7 辛二烯和/或二环戊二烯可以任选的用于所述聚烯烃的制备。优选的烯烃共聚物是衍生自乙烯、至少一种具有 3-6 个碳原子的 α -烯烃和至少一种非共轭二烯的聚合物。特别优选的聚烯烃是由 1,4-己二烯和/或二环戊二烯和乙烯/丙烯共聚物制造的乙烯-丙烯-二烯(EPDM)聚合物。

羧基部分可以在聚烯烃的制备过程中通过和包含不饱和羧基的单体的共聚而被引入到烯烃共聚物中来形成抗冲改性剂。羧基部分还可以通过用包含羧基部分的不饱和接枝剂例如酸、酯、二酸、二酯、酸酯或者酸酐来接枝聚烯烃而被引入。

合适的包含不饱和羧基的共聚单体或者接枝剂的实例包括马来酸、马来酸酐、马来酸单酯、马来酸单乙酯的金属盐、富马酸、富马酸单乙酯、衣康酸、乙烯基苯甲酸、乙烯基邻苯二甲酸、富马酸单乙酯的金属盐和马来酸、富马酸或者衣康酸的——甲基、丙基、异丙基、丁基、异丁基、己基、环己基、辛基、2-乙基己基、癸基、硬脂基、甲氧基乙基、乙氧基乙基、羟基或者乙基——单酯和二酯，等等。马来酸酐是优选的。

一种优选的抗冲改性剂是 EPDM 聚合物或用马来酸酐接枝的乙烯/丙烯共聚物。聚烯烃（例如聚乙烯、聚丙烯，和 EPDM 聚合物）和已经用包含羧基部分的不饱和化合物接枝的聚烯烃的混合物可以用作抗冲改性剂。

其他优选的抗冲改性剂是离聚物，其是含羧基基团的聚合物，该聚合物已经用二价金属阳离子例如锌、锰、镁或类似物部分中和。优选的离聚物是已经用锌部分中和的乙烯/丙烯酸和乙烯/甲基丙烯酸共聚物。离聚物是 E. I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware 在 Surlyn® 商标下市售的。

当使用时，抗冲改性剂优选以组合物的大约 2-大约 29.7 重量%，或者更优选大约 2-大约 19.7 重量%，或者仍然更优选大约 8-大约 15 重量%而存在，基于组合物的总重量。

本发明的组合物可以进一步包含其他添加剂例如阻燃剂、润滑

剂、脱模剂、染料和颜料、UV 光稳定剂、增塑剂、热稳定剂、抗氧化剂和无机填料。

在本发明的一种实施方案中，本发明的组合物不包含玻璃或者玻璃纤维。在另外一种实施方案中，组合物不包含除了炭黑之外的任何增强剂，例如无机增强剂(包括玻璃和玻璃纤维)或者矿物填料。

本发明的组合物是熔融混合的共混物，其中全部的聚合组份彼此良好分散并且全部的非聚合物成分分散在聚合物基质中或者被基质所结合，目的是该共混物形成统一的整体。任何熔融混合方法可以用来结合本发明的聚合物组份和非聚合物成分。

例如，聚合物组份和非聚合物成分可以在一个步骤中全部一次性加入或者逐步加入到熔融混合器例如诸如单或者双螺杆挤出机；搅拌器；捏合机；或者班伯里密炼机中，然后熔融混合。当以逐步形式加入聚合物组份和非聚合物成分时，首先加入和熔融混合部分的聚合物组份和/或非聚合物成分，随后加入和进一步熔融混合剩余的聚合物组份和非聚合物成分直到得到良好混合的组合物。

本发明的组合物可以使用本领域技术人员已知的方法例如诸如注射模塑、吹塑、挤出、热成型、熔融浇铸、真空模塑和旋转模塑来形成制品。该组合物可以二次模塑到由不同材料制成的制品上。该组合物可以挤出成薄膜或者片材。该组合物可以形成单丝。

所形成的制品可以用于不同的用途，包括住宅、汽车零件、电气商品、电子原件和建筑材料。优选的制品包括齿轮。

实施例

实施例 1-11 和对比例 1-6 的制备

将表 1-2 所示的组份在双轴捏合机中熔融混合、挤出、固化和切成小片。所给的分量为基于组合物总重量的重量百分比。

试样的准备

4.0 mm 高 x175 mm 长 x20 mm 宽的 ISO 试样由上述所得到的薄片使用用于非增强的尼龙树脂的常规的模塑条件来形成。

物理性能的测量

使用上述的试样来测量物理性能。拉伸强度、模量和断裂伸长率根据 ISO527-1/-2 来测量。

弯曲模量和弯曲强度根据 ISO178 来测量。

缺口简支梁冲击强度根据 ISO179/1eA 来测量。

下面的材料用作实施例和对比例中的组合物的成分。

聚酰胺(聚酰胺 6, 6): Zytel®101, 获自 DuPont。

聚碳化二亚胺: Stabaxol P, 一种获自 Bayer 的芳族聚碳化二亚胺。

抗冲改性剂: 用马来酸酐接枝的 EPDM 橡胶。

碳纤维碳纤维是短切碳纤维, 由 Toho Tenax Co., Ltd. 制造, 并具有 7 μ m 的直径和 6mm 的纤维长度(短切), 已经用胶粘剂进行了处理。

碳纤维 A 是 BESFIGHT® HTA-C6-S 并包含 5 重量 % 的环氧胶粘剂。

碳纤维 B 是 BESFIGHT® HTA-C6-NR 并包含 4.5 重量 % 的聚酰胺 6 胶粘剂。

碳纤维 C 是 BESFIGHT® HTA-C6-US 并包含 2.5 重量 % 的尿烷胶粘剂。

表 1

	对比 例 1	实施 例 1	对比 例 2	实施 例 2	实施 例 3	实施 例 4	实施 例 5	对比 例 3	实施 例 6
聚酰胺	95	93.5	90	89.5	88.5	88	85	90	88.5
聚碳化二亚胺	--	1.5	--	0.5	1.5	2.0	5.0	--	1.5
碳纤维 A	--	--	--	--	--	--	--	10	10
碳纤维 B	5	5	10	10	10	10	10	--	--
拉伸强度(Mpa)	126	130	176	164	166	160	157	166	155
断裂伸长率 (%)	2.2	7.2	3.1	3.9	4.3	4.4	4.3	2.7	4.3
拉伸模量(Mpa)	6700	6400	10110	10330	10490	10400	10630	9720	9530
弯曲强度(Mpa)	203	191	255	242	247	239	236	238	231
弯曲模量(Mpa)	5602	5600	7960	7560	7460	7430	7410	7630	7580
缺口简支梁冲 击强度(KJ/m ²)	3.2	5.9	3.9	6.3	9.7	10.2	10.8	4.5	7.3

所给的成分量是相对于组合物总重量的重量百分比。

表 2

	对比 例 4	实施 例 7	对比 例 5	实施 例 8	对比 例 6	实施 例 9	实施 例 10	实施 例 11
聚酰胺	90	88.5	85	83.5	80	78.5	83.5	78.5
聚碳化二亚胺	--	1.5	--	1.5	--	1.5	1.5	1.5
抗冲改性剂	--	--	--	--	--	--	10	10
碳纤维 A	--	--	--	--	--	--	--	--
碳纤维 B	--	--	15	15	20	20	5	10
碳纤维 C	10	10	--	--	--	--	--	--
拉伸强度 (MPa)	173	163	207	191	220	209	102	133
断裂伸长率 (%)	3.6	4.0	3.0	3.1	3.0	3.0	9.4	6.4
拉伸模量 (MPa)	9590	9560	12240	13870	19030	17620	5200	8900
弯曲强度 (MPa)	246	240	295	290	321	307	152	200
弯曲模量 (MPa)	7830	7640	10720	10400	12610	12380	4260	6370
缺口简支梁冲击强度 (KJ/m ²)	4.7	9.0	6.7	11.0	8.5	10.9	15.3	16.5

所给的成分量是相对于组合物总重量的重量百分比。

从对比例 1 和实施例 1；对比例 2 和实施例 2-5；对比例 3 和实施例 6；对比例 4 和实施例 7；对比例 5 和实施例 8；和对比例 6 和实施例 8 之间的对比可以清楚的看到，相对于包含含胶粘剂的碳纤维而不含聚碳化二亚胺的聚酰胺组合物，包含含胶粘剂的碳纤维和聚碳化二亚胺的聚酰胺组合物具有显著改进的抗冲击性而没有显著的牺牲其他的物理性能。

实施例 10 和 11 显示在包含含胶粘剂的碳纤维和聚碳化二亚胺的聚酰胺组合物中的抗冲改性剂的存在进一步提高了抗冲击性。

实施例 3、6 和 7 之间的对比显示，相对于包含含环氧胶粘剂的碳纤维和聚碳化二亚胺的聚酰胺组合物，包含含聚酰胺和尿烷胶粘剂的碳纤维和聚碳化二亚胺的聚酰胺组合物提高了抗冲击性。