(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105109160 A
(43)申请公布日 2015.12.02

(21)申请号 201510449254.6

(22)申请日 2015.07.28

(71)申请人 长沙五犇新材料科技有限公司
地址 410323 湖南省长沙市浏阳制造产业基地纬三路2号厂房

(72)发明人 陈如意 刘军

(74)专利代理机构 长沙星耀专利事务所 43205
代理人 陈亚琴 宁星耀

(51)Int.Cl.
B32B 27/06(2006.01)
B32B 27/32(2006.01)
B32B 27/16(2006.01)
B32B 37/06(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页

(54)发明名称

高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材及其制造方法

(57)摘要

高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材及其制造方法，所述复合板材由表层及夹设于表层之间的防弹层和/或缓冲层形成的一个或几个单元组成；所述复合板材最外层的表层为连续玻纤增强聚丙烯板；当所述复合板材为多单元复合而成时，单元之间的表层为连续玻纤增强尼龙板或连续玻纤增强聚丙烯板。所述制造方法采用多层喷胶，加热模压成型，具体工艺过程为：将各片材分别进行预热，然后在预热好的材料表面喷胶，再将喷胶后的各层材料进行叠层组合，放入模具中加热，保温加压，保温保压模压成型，冷却，即成。经检测，本发明复合板材具有高强度、高模量、高抗冲、防弹性和热塑性好的特点，成本仅75元/kg；可任意机加工，用于车辆箱体或防弹墙体材料等。

CN 105109160 A

1. 一种高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材，其特征在于：由表层及夹设于表层之间的防弹层和/或缓冲层形成的一个或几个单元组成；所述复合板材最外层的表层为连续玻纤增强聚丙烯板；当所述复合板材为多单元复合而成时，单元之间的表层为连续玻纤增强尼龙板或连续玻纤增强聚丙烯板。

2. 根据权利要求 1 所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材，其特征在于：所述复合板材各组分的重量份组成为：表层 30 ～ 48 份，防弹层 0.5 ～ 1.5 份，缓冲层 2 ～ 3 份。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材，其特征在于：所述连续玻纤增强尼龙板和连续玻纤增强聚丙烯板的玻纤含量为 50 ～ 70%，厚度为 4 ～ 12mm。

4. 根据权利要求 1 ～ 3 之一所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材，其特征在于：所述防弹层为芳纶布和/或超高分子量聚乙烯纤维布，所述芳纶布为平纹布或无纬布，密度为 300 ～ 500g/m^2，所述超高分子量聚乙烯纤维布为平纹布或无纬布，密度为 400 ～ 600g/m^2；所述缓冲层为聚乙烯醇缩丁醛片材，厚度为 0.5 ～ 2.0mm；所述防弹层和/或缓冲层由单层或多层交错设置。

5. 根据权利要求 1 ～ 4 之一所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材，其特征在于：所述复合板材的组合包括：

A、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/聚乙烯醇缩丁醛片材/连续玻纤增强聚丙烯板；

B、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/聚乙烯醇缩丁醛片材/超高分子量聚乙烯纤维布/连续玻纤增强聚丙烯板；

C、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/连续玻纤增强聚丙烯板/聚乙烯醇缩丁醛片材/连续玻纤增强聚丙烯板；

D、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/连续玻纤增强聚丙烯板/聚乙烯醇缩丁醛片材/超高分子量聚乙烯纤维布/连续玻纤增强聚丙烯板；

E、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/连续玻纤增强尼龙板/聚乙烯醇缩丁醛片材/连续玻纤增强聚丙烯板；

F、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/连续玻纤增强尼龙板/超高分子量聚乙烯纤维布/聚乙烯醇缩丁醛片材/连续玻纤增强聚丙烯板；

G、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/超高分子量聚乙烯纤维布/聚乙烯醇缩丁醛/连续玻纤增强聚丙烯板；

H、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/连续玻纤增强聚丙烯板/超高分子量聚乙烯纤维布/聚乙烯醇缩丁醛片材/连续玻纤增强聚丙烯板；

I、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/聚乙烯醇缩丁醛片材/连续玻纤增强聚丙烯板/超高分子量聚乙烯纤维布/连续玻纤增强聚丙烯板；或

J、连续玻纤增强聚丙烯板/超高分子量聚乙烯纤维布/聚乙烯醇缩丁醛片材/连续玻纤增强聚丙烯板。

6. 如权利要求 1 ～ 5 之一所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材的制造方法，其特征在于：采用多层喷胶，加热模压成型，具体工艺过程为：将各片材分别进行预热，然后在预热好的材料表面喷胶，再将喷胶后的各层材料进行叠层组合，放入模具中加热，保温加压，保温保压模压成型，冷却，即成。

7. 根据权利要求 6 所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材的制造方法，其特征在于：

所述预热的工艺条件为：连续玻纤增强尼龙板的预热温度为 160 ～ 210℃，时间为 0.5 ～ 1.0h；连续玻纤增强聚丙烯板的预热温度为 120 ～ 160℃，时间为 0.5 ～ 1.0h；芳纶布的预热温度为 120 ～ 200℃，时间为 0.2 ～ 0.5h；超高分子量聚乙烯纤维布的预热温度为 120 ～ 180℃，时间为 0.2 ～ 0.5h，聚乙烯醇缩丁醛的预热温度为 30 ～ 60℃，时间为 0.1 ～ 0.5h。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材的制造方法，其特征在于：所述加热的温度为 150 ～ 200℃，加热的时间为 0.3 ～ 1.0h。

9. 根据权利要求 6 ～ 8 之一所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材的制造方法，其特征在于：所述模压成型的压力为 5 ～ 10MPa，保温保压的时间为 1.0 ～ 2.0h。

10. 根据权利要求 6 ～ 9 之一所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材的制造方法，其特征在于：所述喷胶所用的粘合剂为环氧树脂类或聚丙烯酸酯类粘合剂；所述粘合剂的用量为 100 ～ 600g/m^2。

高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种聚丙烯复合板材及其制造方法，具体涉及一种高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材及其制造方法。

背景技术

[0002] 上世纪七十年代，美国杜邦公司率先开发出对苯二甲对苯二胺（PPTA）命名为Kavlar，这种芳香族聚酰胺具有耐高温、高强度、高模量等特点，通过纺丝制成高强度高模量纤维用于防弹衣。随着加工应用技术的发展，PPTA 的用途不断扩大，各种芳纶复合材料问世，这种复合材料具有高强度、高模量、耐高温的特性，但价格昂贵，仅限于军工、航空尖端装备领域的应用。

[0003] 上世纪九十年代，超高分子量聚乙烯纤维一问世便得到广泛关注，超高分子量聚乙烯纤维具有高强度、高冲击性能，其价格比芳纶略低，已广泛用于高强绳索、防弹衣。

[0004] 近年来，业内围绕芳纶及超高分子量聚乙烯纤维应用开展了大量研究，充分利用其高强度高模量特性，开发多种芳纶及超高分子量聚乙烯纤维复合材料，以拓展其应用领域。现有技术中，大致分为金属、陶瓷基芳纶复合材料，金属、陶瓷基超高分子量聚乙烯纤维复合材料，环氧树脂基芳纶复合材料，热塑性树脂基芳纶复合材料，热塑性树脂基超高分子量聚乙烯纤维复合材料等。

[0005] CN2847208Y 公开了一种金属、陶瓷 / 芳纶复合板材具有较好的防弹效果。

[0006] CN10324386A 公开了一种防弹复合板材，采用芳纶等防弹纤维 / 无极陶瓷基金属复合做防弹层，用气体或液态做中间缓冲隔离层，经组合加工成防弹复合材料。

[0007] CN101856871A 公开了一种用合成树脂与芳纶、超高分子量聚乙烯纤维复合制备防弹材料。

[0008] CN2066825U 公开了一种金属板 / 纤维增强树脂 / 金属网 / 硬质填料 / 树脂复合板材。

[0009] CN101400964A 公开了一种木板做表层，芳纶布做防弹层，聚丙烯树脂为底层的复合板，该板材具有防爆作用。

[0010] 上述发明中，使用金属、陶瓷材料做基料，虽具有较高的强度与刚性，但金属、陶瓷比重大，导致所制备的复合材料重量大，携带或安装不便，特别是金属、陶瓷与芳纶、超高分子量聚乙烯纤维织物不相容，不能融为一体，至多也只是形成一种组合体，所以，不适合制造大型板材或制件；另外，这种组合物回收困难；而采用普通的玻纤增强热塑性材料或未经增强的合成树脂与芳纶或超高分子量聚乙烯纤维复合材料时，其强度不高，不适合制造大型板材；采用热固性树脂与芳纶复合制备的材料虽具很高的强度，但芳纶用量大，复合材料的成本太高，且不可回收利用。

发明内容

[0011] 本发明所要解决的技术问题是，克服现有技术存在的上述缺陷，提供一种具有高

强度、高模量、高抗冲性、重量轻、成本低、可回收的高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材。

[0012] 本发明进一步要解决的技术问题是，克服现有技术存在的上述缺陷，提供一种高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材的制造方法。

[0013] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案如下：一种高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材，由表层及夹设于表层之间的防弹层和/或缓冲层形成的一个或几个单元组成；所述复合板材最外层的表层为连续玻纤增强聚丙烯板；当所述复合板材为多单元复合而成时，单元之间的表层为连续玻纤增强尼龙板或连续玻纤增强聚丙烯板。

[0014] 所述连续玻纤增强尼龙板具有高强度、高模量、高抗冲性，比重轻、耐腐蚀、耐老化、耐高温、耐低温性，可机加工组装等特点，比强度超过钢材，是钢板理想的替代材料；所述连续玻纤增强聚丙烯板具有比重轻(是钢材的1/6)、机械强度抗冲击强度高等特点。两种复合板材还具有可任意机加工性、可喷涂性与可回收性；更重要的是两种板材均具有很好的防弹特性。

[0015] 进一步，所述复合板材各组分的重量份组成为：表层30～48份，防弹层0.5～1.5份，缓冲层2～3份。

[0016] 进一步，所述连续玻纤增强尼龙板和连续玻纤增强聚丙烯板的玻纤含量为50～70%(优选55～65%)，厚度为4～12mm(优选5～10mm)。由于复合板材模压成型时的加热温度不足以使板材中的树脂完全熔融，因此，在制造同样厚度的复合板材时，若尼龙、聚丙烯板厚度过小，层间的粘结力小，最终影响产品强度，同时，增加用胶量，增加制造成本；若尼龙、聚丙烯板厚度过大，模压加热时间长，可能导致材料发生热降解，从而影响产品性能，因此，选择合适厚度的基材是制造高性能复合板材的基础。

[0017] 进一步，所述防弹层为芳纶布和/或超高分子量聚乙烯纤维布，所述缓冲层为聚乙烯醇缩丁醛片材；所述防弹层和/或缓冲层由单层或多层交错设置。芳纶布和超高分子量聚乙烯纤维布是业已证实防弹性最好的材料，在复合材料中使用少量的防弹材料就能有效地提高其防弹性能；所述聚乙烯醇缩丁醛具有极高的吸能与隔热特性，聚乙烯醇缩丁醛作为多层复合材料的夹层材料，提供优异的吸能作用，有效提高复合板材的防弹抗冲击性能。

[0018] 进一步，所述芳纶布为平纹布或无纬布，优选无纬布，密度为300～500g/m^2（优选350～450g/m^2)，所述超高分子量聚乙烯纤维布为平纹布或无纬布，优选无纬布，密度为400～600g/m^2。若采用的芳纶布或超高分子量聚乙烯纤维布过厚(即纤维布的密度过大)，由于这两种防弹材料与尼龙及聚丙烯之间不能完全熔融粘结，在一定程度上会影响与树脂间的粘结力，同时，由于防弹布价格高，将提高复合板材的成本；若纤维布过薄，会影响产品的防弹性能，因此，选择合适尺寸的防弹布十分重要。

[0019] 进一步，所述聚乙烯醇缩丁醛片材的厚度为0.5～2.0mm(优选0.8～1.0mm)。聚乙烯醇缩丁醛片材的厚度太薄时，其缓冲效果差，太厚时，在模压加热过程中可能产生部分熔融流淌。

[0020] 进一步，所述复合板材的组合包括：

A、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/聚乙烯醇缩丁醛片材/连续玻纤增强聚丙烯板；

B、连续玻纤增强聚丙烯板/芳纶布/聚乙烯醇缩丁醛片材/超高分子量聚乙烯纤维布/连续玻纤增强聚丙烯板；

C、连续玻纤增强聚丙烯板 / 芳纶布 / 连续玻纤增强聚丙烯板 / 聚乙烯醇缩丁醛片材 / 连续玻纤增强聚丙烯板 ;

D、连续玻纤增强聚丙烯板 / 芳纶布 / 连续玻纤增强聚丙烯板 / 聚乙烯醇缩丁醛片材 / 超高分子量聚乙烯纤维布 / 连续玻纤增强聚丙烯板 ;

E、连续玻纤增强聚丙烯板 / 芳纶布 / 连续玻纤增强尼龙板 / 聚乙烯醇缩丁醛片材 / 连续玻纤增强聚丙烯板 ;

F、连续玻纤增强聚丙烯板 / 芳纶布 / 连续玻纤增强尼龙板 / 超高分子量聚乙烯纤维布 / 聚乙烯醇缩丁醛片材 / 连续玻纤增强聚丙烯板 ;

G、连续玻纤增强聚丙烯板 / 芳纶布 / 超高分子量聚乙烯纤维布 / 聚乙烯醇缩丁醛 / 连续玻纤增强聚丙烯板 ;

H、连续玻纤增强聚丙烯板 / 芳纶布 / 连续玻纤增强聚丙烯板 / 超高分子量聚乙烯纤维布 / 聚乙烯醇缩丁醛片材 / 连续玻纤增强聚丙烯板 ;

I、连续玻纤增强聚丙烯板 / 芳纶布 / 聚乙烯醇缩丁醛片材 / 连续玻纤增强聚丙烯板 / 超高分子量聚乙烯纤维布 / 连续玻纤增强聚丙烯板 ;或

J、连续玻纤增强聚丙烯板 / 超高分子量聚乙烯纤维布 / 聚乙烯醇缩丁醛片材 / 连续玻纤增强聚丙烯板。

[0021] 本发明所述复合板材可根据用途不同,通过基材厚度或组合的调整,控制成品厚度为 10 ～ 30mm。

[0022] 本发明进一步解决其技术问题所采用的技术方案如下 :一种高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材的制造方法,采用多层喷胶,加热模压成型,具体工艺过程为 :将各片材分别进行预热,然后在预热好的材料表面喷胶,再将喷胶后的各层材料进行叠层组合,放入模具中加热,保温加压,保温保压模压成型,冷却,即成。

[0023] 进一步,所述预热的工艺条件为 :连续玻纤增强尼龙板的预热温度为 160 ～ 210℃(优选 180 ～ 200℃),时间为 0.5 ～ 1.0h ;连续玻纤增强聚丙烯板的预热温度为 120 ～ 160℃(优选 130 ～ 140℃),时间为 0.5 ～ 1.0h ;芳纶布的预热温度为 120 ～ 200℃ (优选 130 ～ 180℃),时间为 0.2 ～ 0.5h ;超高分子量聚乙烯纤维布的预热温度为 120 ～ 180℃ (优选 140 ～ 160℃),时间为 0.2 ～ 0.5h,聚乙烯醇缩丁醛的预热温度为 30 ～ 60℃ (优选 40 ～ 50℃),时间为 0.1 ～ 0.5h。

[0024] 进一步,所述加热的温度为 150 ～ 200℃(优选 160 ～ 180℃),加热的时间为 0.3 ～ 1.0h (优选 0.4 ～ 0.6h)。

[0025] 进一步,所述模压成型的压力为 5 ～ 10MPa (优选 6 ～ 8MPa),保温保压的时间为 1.0 ～ 2.0h (优选 1.4 ～ 1.8h)。

[0026] 进一步,所述喷胶所用的粘合剂为环氧树脂类或聚丙烯酸酯类粘合剂,优选环氧树脂类粘合剂 ;所述粘合剂的用量为 100 ～ 600g/m^2(优选 150 ～ 300g/m^2)。这两种胶黏剂具有很强的粘结力,所述连续玻纤增强尼龙板、连续玻纤增强聚丙烯板、芳纶布、超高分子量聚乙烯纤维布、聚乙烯缩丁醛之间具有较好的粘结性,喷胶后,加热过程中与材料粘结固化,有助于提高复合材料层间粘结力,保证不同材料的相互粘结,提高复合材料整体的力学性能,尤其是防弹抗冲击性能。

[0027] 所述冷却是指将热压后的板材自然冷却(或水冷)至 60℃出模为宜,出模后再自然

冷却至室温，即可包装出厂。冷却温度即为出模温度，若出模温度太高时产品易变形翘曲，同时，高温作业易带来烫伤，冷却温度太低则生产效率降低。

[0028] 经检测，本发明高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材具有高强度、高模量、高抗冲、防弹性和热塑性好的特点。这种复合板材与金属陶瓷基防弹材料及热固性芳纶防弹材料比，具有更好的防弹性能；重量轻；可回收利用；且本发明复合板成本仅 75 元 /kg，相对于现有防弹材料，成本得到大幅降低；本发明复合板材可进行任意机加工。

[0029] 本发明所述高强度防弹热塑性聚丙烯复合板材可用作多种防弹车辆，如通讯车、医疗救护车、通勤运输车、移动房车的箱体材料，也可用作多种工程车如环保垃圾运输车、高空作业车辆作业平台或防弹房墙体材料等。

具体实施方式

[0030] 下面结合实施例对本发明作进一步说明。

[0031] 本发明实施例采用自制连续玻纤增强尼龙 6 复合板（LFPA6）：牌号 LFPA6-G60，规格 1200*2000*5mm，每张重量 16.5kg，玻纤含量为 60%；连续玻纤增强聚丙烯复合板材（LFPP）：牌号 LFPP-G60，规格 1200*2000*5mm，每张重量 15.6kg，玻纤含量为 60%；芳纶无纬布，宽幅规格 1200*1200mm，密度 350g/m^2，每张重量 0.84kg；超高分子量聚乙烯（UHMWPE）纤维无纬布，宽幅规格 1200*2000mm，密度 500g/m^2，每张重量 0.48kg；聚乙烯醇缩丁醛（PVB）片材：规格 1200*2000*1mm，每张重量 2.4kg；其它所使用的材料或化学试剂，如无特殊说明，均通过常规商业途径获得。

[0032] 实施例 1～ 7

实施例 1 ～ 7 中各材料的用量及组合方式如表 1 所示：

表 1 实施例 1 ～ 7 中各材料的用量及组合方式

材料 / 实施例编号	张数，重量					组合方式
	LFPP	LFPA6	芳纶布	UHMWPE	PVB	
1	2张，31.2kg	0	1张，0.84kg	0	1张，2.4kg	LFPP/芳纶/PVB/LFPP
2	2张，31.2kg	0	1张，0.84kg	1张，0.48kg	1张，2.4kg	LFPP/芳纶/PVB/UHMWPE/LFPP
3	3张，46.8kg	0	1张，0.84kg	0	1张，2.4kg	LFPP/芳纶/LFPP/PVB/LFPP
4，5	3张，46.8kg	0	1张，0.84kg	1张，0.48kg	1张，2.4kg	LFPP/芳纶/LFPP/UHMWPE/PVB/LFPP，LFPP/芳纶/PVB/LFPP/UHMWPE/LFPP
6	2张，31.2kg	0	1张，0.84kg	1张，0.48kg	1张，2.4kg	LFPP/芳纶/UHMWPE/PVB/LFPP
7	2张，31.2kg	1张，16.5kg	1张，0.84kg	1张，0.48kg	1张，2.4kg	LFPP/芳纶/LFPA6/UHMWPE/PVB/LFPP

制造方法：将LFPA6板在180℃下预热0.5h，LFPP在140℃下预热0.5h，芳纶布在130℃下预热20min，UHMWPE在150℃下预热20min，PVB在40℃下预热10min；在预热好的材料复合面喷环氧树脂胶，喷胶量为300g/m^2；将喷胶后的各层材料分别按表1所述组合方式叠层组合；将组合好的板材送入模具中，加热至180℃，加热时间0.5h，保温加压至7MPa，保温保压模压成型1.5h，停止加热加压，自然冷却至60℃，取出产品，自然冷却至室温。本体取样检测其弯曲强度、弯曲模量、落球冲击强度与防弹测试。

[0033] 将实施例1～7所得复合板材的性能进行测试，具体测试方法如下：

（1）弯曲强度及弯曲模量测试：按ISO178-2001塑料弯曲测试方法标准实施；

（2）落球冲击试验：从所得复合板材中取600*800mm的样品，样品四周固定在长方形支撑架上，将10kg重的铁球从高度为1m处，对准样品中心自由落体冲击样品，观察样品冲击裂纹或冲击痕深度与大小；

（3）防弹测试方法：从所得复合板材中取800*800mm的样品，固定在支架上，用85式7.62mm冲锋枪射击，射击距离为220m，发射方式：2发点射和连发射击（10发）。

[0034] 具体测试结果，如表2所示：

表2 实施例1～7所得复合板材性能测试结果

实施例编号	板材厚度（mm）	弯曲强度（MPa）	弯曲模量（GPa）	落球冲击	2发点射	连发射击
1	10.10	280.0	1.9	有冲击痕3.5mm，可见裂纹1~2mm	有孔洞3.2mm，未击穿	平均孔洞3.5mm，最深3.6mm，未击穿
2	10.10	290.0	2.1	有冲击痕3.8mm，裂纹2~3mm	有孔洞3.4mm，未击穿	平均孔洞3.8mm，最深4.0 mm，未击穿
3	15.10	275.0	1.8	有冲击痕3.0mm，微裂纹	有孔洞3.2mm，未击穿	平均孔洞3.5mm，最深3.8mm，未击穿
4	15.13	292.0	2.2	有冲击痕2.6mm，无裂纹	有孔洞3.2mm，未击穿	平均孔洞3.4mm，最深3.8mm，未击穿
5	15.14	280.0	2.0	冲击痕2.0mm，无裂纹	有孔洞3.0mm，未击穿	平均孔洞3.1mm，最深3.3mm，未击穿
6	10.04	285.0	2.0	有冲击痕3.1mm，裂纹2~3mm	有孔洞3.5mm，未击穿	平均孔洞3.9mm，最深4.2mm，未击穿
7	15.12	300.0	2.1	冲击痕2.0mm，无裂纹	有孔洞2.8mm，未击穿	平均孔洞2.9mm，最深3.1mm，未击穿

由表2可知：连续玻纤增强聚丙烯板为基材的复合板材的弯曲强度高达300MPa，弯曲模量高达2.2GPa；落球冲击痕≤3.8mm，说明复合材料具有较好的刚性，是因为聚丙烯与芳纶的相容性较好；2发点射孔洞≤3.5mm，连发射击孔洞≤3.9mm，均未被击穿，说明所制备的复合板材具有很高的强度。另外，连续玻纤增强尼龙板的价格约为连续玻纤增强聚丙烯板的1.4倍，可以根据不同消费对象对强度的要求和价格的接受程度，生产出满足不同消费者需求的产品。