

芳纶 1313 网状纤维及其制备方法、芳纶环氧树脂胶及其制备方法

本申请要求于 2019 年 07 月 02 日提交中国专利局、申请号为 201910591470.2、发明名称为“一种芳纶 1313 网状纤维及其制备方法、芳纶环氧树脂胶及其制备方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明属于芳纶环氧树脂胶技术领域，具体涉及一种芳纶1313网状纤维及其制备方法、芳纶环氧树脂胶及其制备方法，特别涉及一种芳纶1313网状纤维及其制备方法、常温固化的芳纶阻燃环氧树脂结构胶系列及其制备方法、芳纶纸蜂窝复合制件。

背景技术

胶黏剂是指通过界面的黏附和内聚等作用，能使两种或两种以上的制件或材料连接在一起的天然的或合成的、有机的或无机的一类物质，统称为胶黏剂，又叫黏合剂，习惯上简称为胶。简而言之，胶黏剂就是通过黏合作用，能使被黏物结合在一起的物质。胶接（粘合、粘接、胶结、胶粘）是指同质或异质物体表面用胶黏剂连接在一起的技术，可以适用于不同材质、不同厚度、超薄规格和复杂构件的连接。胶接近代发展最快，应用行业极广。胶黏剂的分类方法很多，按应用方法可分为热固型、热熔型、室温固化型、压敏型等。其中，热固型胶是工业上应用较多的一类胶，主要包括环氧树脂、酚醛树脂、脲醛树脂、三聚氰-甲醛树脂、有机硅树脂、呋喃树脂、不饱和聚酯、丙烯酸树脂、聚酰亚胺、聚苯并咪唑、酚醛-聚乙烯醇缩醛、酚醛-聚酰胺、酚醛-环氧树脂、环氧-聚酰胺等类别。但是热固型胶的粘接固化，往往都需要进行加热，这为其应用带来了极大的不便，限制了其进一步的应用。

在当今高速和高效的社会，需要更加便捷快速的交通发展，各种运动载体（交通工具）为了节能环保和高速化纷纷进行轻量化设计，航空材料中的芳纶纸蜂窝，具有低密度、高强度、无热胀冷缩、无金属疲劳、阻燃、无毒、耐低温等优点，而国内的高铁发展，同样将芳纶纸蜂窝芯制件批量化应用到了高铁车辆内饰材料上。

-2-

然而,在这一航空转民用的过程中,目前最普遍的芳纶蜂窝复合制件的生产工艺在制作上,是钢模热压、真空罐热压、真空袋热复等等,不仅能耗大,设备成本高,而且生产效率低,需要高温热压机、大型真空罐、高温烘箱等大型设备,难以达到大批量低成本的生产,导致产品昂贵,特别是在定制加工上

5 还存在很大的局限性,大大限制了芳纶纸蜂窝复合制件的发展和广泛应用。

因此,如何找到一种适宜的树脂胶及其生产方法,能够在常温下进行固化,同时具有较好的性能,能够解决目前芳纶蜂窝复合制件存在的上述缺陷,满足芳纶纸蜂窝复合制件的相关标准,已成为行业内各生产厂家亟待解决的问题之一。

10 发明内容

有鉴于此,本发明要解决的技术问题在于提供一种芳纶 1313 网状纤维及其制备方法、芳纶环氧树脂胶及其制备方法,特别是一种常温固化的芳纶阻燃环氧树脂结构胶系列。本发明提供的芳纶阻燃环氧树脂结构胶系列,具有较好的粘接性能,而且还能够用于封边和塑型,进而满足多方面的需求。

15 本发明提供了一种芳纶 1313 网状纤维,所述芳纶 1313 纤维为絮状纤维团状芳纶 1313 纤维;

芳纶 1313 纤维丝之间交织形成立体网状结构。

优选的,所述芳纶 1313 网状纤维的细度为 1~2D;

所述芳纶 1313 网状纤维在微观上,具有丝状、条状和膜状相互交联形成

20 的微观立体网状结构;

所述丝的直径为 10~500nm;

所述条的直径为 0.5~20 μ m;

所述膜的直径为 5~50 μ m。

本发明提供了一种芳纶 1313 网状纤维的制备方法,包括以下步骤:

25 1) 将聚合后的芳纶 1313 浆料喷入凝固液中,在搅拌的条件下进行凝固沉析,得到湿纤维团;

2) 将上述步骤得到的湿纤维团经过热风干燥后,得到蓬松的芳纶 1313 网状纤维。

优选的,所述凝固液包括二甲基乙酰胺溶液;

-3-

所述芳纶 1313 浆料喷入的流量小于等于 1000mL/min;

所述芳纶 1313 浆料与凝固液的质量比为 1: (2~20);

所述凝固沉析的时间为 5~40min;

所述热风干燥的温度为 60~85℃。

5 本发明提供了一种芳纶环氧树脂胶, 按原料质量百分比计, 包括:

环氧树脂 90~94 重量份;

二氧化硅 3.5~7.5 重量份;

发泡填充料 0~10 重量份;

芳纶 1313 网状纤维 0.3~0.5 重量份。

10 优选的, 所述环氧树脂包括阻燃环氧树脂;

所述芳纶 1313 网状纤维的长度为 1~7mm;

所述芳纶 1313 网状纤维的长宽比为 (50~1000): 1;

所述二氧化硅包括气相二氧化硅粉;

所述发泡填充料包括空心玻璃微珠和/或纳米空心漂浮粉;

15 所述芳纶环氧树脂胶包括芳纶环氧树脂封边胶、芳纶环氧树脂填充胶和芳纶环氧树脂成型胶中的一种或多种;

所述芳纶环氧树脂封边胶和芳纶环氧树脂填充胶中, 按原料质量百分比计, 所述二氧化硅各自选自 3.5~5.7 重量份;

20 所述芳纶环氧树脂成型胶中, 按原料质量百分比计, 所述二氧化硅为 5.7~7.5 重量份。

优选的, 所述二氧化硅的粒径为 12nm~6μm;

所述芳纶环氧树脂封边胶的密度为 0.6~1.0 g/cm³;

所述芳纶环氧树脂封边胶用于轻质蜂窝复合材料封边;

所述芳纶环氧树脂填充胶的密度为 1.4~1.6 g/cm³;

25 所述芳纶环氧树脂填充胶用于在树脂复合材料上粘接五金件;

所述芳纶环氧树脂成型胶的密度为 0.9~1.6 g/cm³;

所述芳纶环氧树脂成型胶在固化前成面团状;

所述芳纶环氧树脂成型胶用于在树脂复合材料上进行造型。

本发明提供了一种如上述技术方案任意一项所述的芳纶环氧树脂胶的制

-4-

备方法，包括以下步骤：

a) 将芳纶 1313 网状纤维、环氧树脂和二氧化硅进行混合后，得到芳纶环氧树脂胶。

优选的，所述步骤 a) 中，还包括发泡填充料；

5 所述混合的时间为 10~30min；

所述芳纶环氧树脂胶在使用前，还需加入固化助剂；

所述固化助剂包括改性胺类固化剂、促进剂和偶联剂；

所述芳纶环氧树脂胶与固化助剂的质量比为 4: 1；

所述芳纶环氧树脂胶的开放时间为 30~40min 。

10 本发明还提供了一种芳纶纸蜂窝复合制件，包括预浸料固化片、芳纶纸蜂窝芯以及哈尼康胶；

所述芳纶纸蜂窝芯复合在所述预浸料固化片之间，形成夹层结构；

所述哈尼康胶包括哈尼康粘接胶；

所述哈尼康粘接胶粘接在所述芳纶纸蜂窝芯和所述预浸料固化片之间；

15 所述哈尼康胶为上述技术方案任意一项所述的芳纶环氧树脂胶或上述技术方案任意一项所述的制备方法所制备的芳纶环氧树脂胶。

优选的，所述哈尼康胶还包括哈尼康封边胶；

所述哈尼康封边胶作为所述芳纶纸蜂窝复合制件的封边。

所述预浸料固化片包括玻纤和/或碳纤预浸料固化片；

20 所述哈尼康胶还可以填充预埋在所述芳纶纸蜂窝复合制件的任意位置；

所述芳纶纸蜂窝复合制件还包括五金件。

优选的，所述任意位置包括需要后期进行机加工或手工加工的位置；

所述加工的方式包括尺寸定位、切边、开孔和挖槽中的一种或多种；

所述五金件设置在填充预埋或后埋的哈尼康胶处；

25 所述五金件在设置时还可以与所述哈尼康胶配合使用。

优选的，所述预浸料固化片包括双层预浸料固化片和/或多层预浸料固化片；

所述双层预浸料固化片的厚度为 0.3~0.36mm；

所述多层预浸料固化片的厚度大于等于 0.45mm；

-5-

所述预浸料固化片的树脂含量为 35%~65%;

所述预浸料固化片的挥发分含量小于等于 8%。

优选的,所述芳纶纸蜂窝芯形状包括正六边形蜂窝芯、多边形蜂窝芯、波纹形蜂窝芯和过拉伸形蜂窝芯中的一种或多种;

5 所述芳纶纸蜂窝芯的孔格尺寸为 1.83~3.67mm;

所述芳纶纸蜂窝芯的密度为 32~120kg/m³;

所述芳纶纸蜂窝芯的高度为 1~860 mm。

本发明还提供了一种芳纶纸蜂窝复合制件的制备方法,包括以下步骤:

10 A)将芳纶纸蜂窝作为芯材,预浸料固化片作为面材,通过哈尼康粘接胶进行粘接,合模加压固化后,再采用哈尼康封边胶进行封边后,得到芳纶纸蜂窝复合制件。

优选的,所述合模加压固化的温度为 25~60℃;

所述合模加压固化的初步固化时间为 3~48 小时;

所述合模加压固化的完全固化时间为 1~7 天;

15 所述合模加压固化的压力为 0.1~0.3MPa;

所述预浸料固化片由玻纤和/或碳纤预浸料经过热加压固化后得到;

所述热加压固化的温度为 120~150℃;

所述热加压固化的时间为 25~330 分钟;

所述热加压固化的压力为 0.1~0.3MPa。

20 优选的,所述粘接前还包括预处理步骤;

所述预处理包括裁剪、打磨、去油和除尘中的一种或多种;

所述哈尼康粘接胶的用量为 300~350 克/平方米;

所述粘接后还包括填充预埋步骤;

所述封边前和/或封边后,还包括机加工步骤;

25 在得到所述芳纶纸蜂窝复合制件之前还包括后处理步骤。

优选的,所述填充预埋步骤具体为:

在需要后期进行机加工或手工加工的位置,填充哈尼康粘接胶进行预埋;

所述机加工步骤具体为:

对制件的填充预埋位置进行尺寸定位、切边、开孔和挖槽中的一步或多步

后，加装五金件或在哈尼康粘接胶的配合使用下加装五金件；

所述后处理步骤包括喷漆涂装、贴膜和贴防火板中的一种或多种。

本发明还提供了上述技术方案任意一项所述的芳纶纸蜂窝复合制件或上述技术方案任意一项所述的制备方法所制备的芳纶纸蜂窝复合制件在轨道交通轻量化、轻质阻燃板材家具方面的应用。

5 本发明提供了一种芳纶 1313 网状纤维，所述芳纶 1313 纤维为絮状纤维团状芳纶 1313 纤维；芳纶 1313 纤维丝之间交织形成立体网状结构。与现有技术相比，本发明针对现有热固型胶的粘接固化，往往都需要进行加热，这为其应用带来了极大的不便，限制了其进一步的应用的弊端。更结合目前现有的芳纶
10 蜂窝复合制件生产工艺，在工艺过程上存在能耗大，设备成本高，生产效率低，需要高温热压机，难以达到大批量低成本的生产，导致产品昂贵，特别是在定制加工上还存在很大的局限性的问题。

本发明创造性的得到了一种芳纶 1313 网状纤维，该芳纶 1313 纤维具有絮状纤维团状的形貌，而且芳纶 1313 纤维丝之间交织形成立体网状结构。本发
15 明又将其用于环氧树脂胶中，得到了一种芳纶环氧树脂胶，在环氧树脂胶中加入芳纶 1313 网状纤维，类似水泥加钢筋原理，使得环氧树脂胶固化后具有更好抗压、抗剪、防开裂、耐低温等较好的粘接性能。该芳纶环氧树脂胶是一种阻燃环氧树脂结构胶系列，不仅具有较好的粘接性能，而且通过调整组分和物理参数，还能够用于封边和塑型，进而满足多方面的需求。芳纶环氧树脂胶能
20 够在常温下进行固化，同时具有较好的性能，能够满足芳纶纸蜂窝复合制件的相关标准，从而解决了目前制备芳纶蜂窝复合制件存在的过程繁琐，生产成本高等缺陷。

本发明还设计了一种芳纶纸蜂窝复合制件工艺及其常温制备方法。本发明利用上述芳纶环氧树脂胶，将芳纶纸蜂窝芯粘贴在预浸料固化片之间，形成夹
25 层结构，得到了芳纶纸蜂窝复合制件。本发明提供的芳纶纸蜂窝复合制件，采用先期制备好的预浸料固化片结合芳纶环氧树脂胶，能够在最后的复合工序中使用常温进行复合，减少了生产时间和设备投入，使得在成品件加工时，不再需要占用热压机、大型真空罐、高温烘箱等大型设备，从而降低生产成本，实现大批量芳纶纸蜂窝复合板的工业化生产。而且制备的芳纶纸蜂窝复合制件有

-7-

效的保持了芳纶纸蜂窝芯的刚性、平整度及强度，具有较好的阻燃性、保温性以及力学性能。本发明提供的芳纶 1313 网状纤维的制备方法工艺简单，条件温和，更加适于规模化生产与推广。

实验结果表明，本发明提供的芳纶环氧树脂胶，完全固化后胶体邵氏硬度为 85~95D，固化胶块的压缩强度大于等于 55~65 MPa；10mm 深 M6 螺钉拉力大于等于 2000N；剪切强度（60℃保温 3 天，25℃常温 7 天）大于等于 10~15MPa，具有较好的低温性能，耐低温达到-55℃。而且制备的芳纶纸蜂窝复合制件同样具有较好的综合性能，拉伸性能为 1.70~2.40 MPa；平压性能为 2.0~3.6 MPa；剪切性能为 0.60~1.30 MPa；滚筒剥离强度为 45~70 N*mm/mm；弯曲刚度为 $6.0 \times 10^7 \sim 11.0 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$ 。

附图说明

图 1 为本发明制备的芳纶 1313 网状纤维的外观图；

图 2 为本发明制备的芳纶 1313 网状纤维的扫描电镜图。

具体实施方式

为了进一步理解本发明，下面结合实施例对本发明优选实施方案进行描述，但是应当理解，这些描述只是为了进一步说明本发明的特征和优点，而不是对发明权利要求的限制。

本发明所有原料，对其来源没有特别限制，在市场上购买的或按照本领域技术人员熟知的常规方法制备的即可。

本发明所有原料，对其纯度没有特别限制，本发明优选采用分析纯或芳纶环氧树脂胶制备领域常规的纯度要求。

本发明所有原料，其牌号和简称均属于本领域常规牌号和简称，每个牌号和简称在其相关用途的领域内均是清楚明确的，本领域技术人员根据牌号、简称以及相应的用途，能够从市售中购买得到或常规方法制备得到。

本发明提供了一种芳纶 1313 网状纤维，所述芳纶 1313 纤维为絮状纤维团状芳纶 1313 纤维；

芳纶 1313 纤维丝之间交织形成立体网状结构。

本发明对所述芳纶 1313 的定义没有特别限制，以本领域技术人员熟知的芳纶 1313 的定义和概念即可，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品

要求和质量要求进行选择和调整,可以是一种聚酰胺纤维,可称为聚间苯二甲酰间苯二胺纤维。

本发明所述芳纶 1313 网状纤维,具有絮状纤维团状,或类似棉絮状的纤维团的宏观形貌,而且芳纶 1313 纤维丝之间交织形成 3D 立体空间的网状结构。

5 本发明原则上对所述芳纶 1313 网状纤维的特征参数没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能,更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述芳纶 1313 网状纤维的
10 细度优选为 1~2D,更优选为 1.2~1.8D,更优选为 1.4~1.6D。

本发明原则上对所述芳纶 1313 网状纤维的微观结构没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能,更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,在微观上,所述芳纶 1313
15 网状纤维特别优选具有丝状、条状和膜状相互交联形成的微观立体网状结构。在本发明中,丝状、条状和膜状,其组成上均是芳纶 1313,芳纶 1313 丝具有细丝状,芳纶 1313 条可以是芳纶 1313 膜卷曲后成为条状,也可以是芳纶 1313 丝缠绕在一起形成条状,而芳纶 1313 膜则具有膜的典型类二维性征,较大的片径和较薄的厚度。

20 本发明原则上对所述芳纶 1313 网状纤维的微观结构参数没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能,更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述丝的直径优选为 10~500nm,更优选为 50~400nm,更优选为 100~300nm,更优选为 150~200nm。
25 所述条的直径优选为 0.5~20 μm ,更优选为 3~18 μm ,更优选为 5~15 μm ,更优选为 8~12 μm 。所述膜的直径优选为 5~50 μm ,更优选为 15~40 μm ,更优选为 25~30 μm 。

本发明还提供了一种芳纶 1313 网状纤维的制备方法,包括以下步骤:

1) 将聚合后的芳纶 1313 浆料喷入凝固液中,在搅拌的条件下进行凝固沉

析，得到湿纤维团；

2) 将上述步骤得到的湿纤维团经过热风干燥后，得到蓬松的芳纶 1313 网状纤维。

5 本发明对上述制备方法中的参数、选择和结构，以及相应的优选原则，与前述芳纶 1313 网状纤维中参数、选择和结构关系，以及相应的优选原则均可以进行对应，在此不再一一赘述。

本发明首先将聚合后的芳纶 1313 浆料喷入凝固液中，在搅拌的条件下进行凝固沉析，得到湿纤维团。

10 本发明对所述聚合的方式和过程没有特别限制，以本领域技术人员熟知的常规制备芳纶 1313 的聚合方式和过程即可，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整。

15 本发明原则上对所述芳纶 1313 浆料喷入的方式和参数没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能，更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能，满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，所述喷入的方式优选为通过白金喷头形成高压喷雾进行喷入。本发明所述芳纶 1313 浆料喷入的流量优选小于等于 1000mL/min，更优选小于等于 800mL/min，更优选小于等于 500mL/min，可以为 1~1000mL/min，可以为 300~800mL/min，可以为 500~600 mL/min。

20 本发明原则上对所述凝固液的选择没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能，更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能，满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，所述凝固液，即沉析剂，优选包括二甲基乙酰胺 (DMAc) 溶液，更优选为质量含量为 45%~55% 的二甲基乙酰胺溶液 (其中，质量含量还可以为 47%~53%，或 49%~51%)。本发明所述二甲基乙酰胺溶液具体可以为 45%~55% 的二甲基乙酰胺、0~1% 的极性溶剂 (如氯化锂) 和 44%~54% 的水。其中，极性溶剂也可以为 0.2%~0.8%，或者为 0.4%~0.6%；水也可以为 46%~52%，或者为 48%~50%。

25

本发明原则上对所述凝固液的用量没有特别限制，本领域技术人员可以根

据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能，更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能，满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，所述芳纶 1313 浆料与凝固液的质量比优选为 1:(2~20)，更优选为 1:(5~18)，更优选为 1:(7~15)，更优选为 1:(10~13)。

5 本发明原则上对所述凝固沉析的状态没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能，更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能，满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，所述凝固沉析，即沉析，是芳纶浆料凝固后沉析成纤维丝的状态，优选是指芳纶 1313 浆料经喷丝后已凝固成芳纶 1313 纤维状。

10 本发明原则上对所述凝固沉析的具体参数没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能，更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能，满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，所述凝固沉析的时间，即搅拌的时间或在凝固液中时间，优选为 5~40min，更优选为 10~35min，更优选为 15~30min，更优选为 20~25min。

本发明随后将上述步骤得到的湿纤维团经过热风干燥后，得到蓬松的芳纶 1313 网状纤维。

20 本发明原则上对所述热风干燥的具体参数没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶 1313 网状纤维的性能，更好的提高芳纶环氧树脂胶的性能，满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，所述热风干燥的温度优选为 60~85℃，更优选为 65~80℃，更优选为 70~75℃。

25 本发明经过上述步骤，将聚合反应后的芳纶浆料通过白金喷头高压喷雾状打入凝固浴中，在搅拌的条件下，在搅拌装置或棍棒介质上，形成湿的絮状纤维团，然后将得到的湿纤维团，通过大型的热风烘干设备，进行干燥蓬松后，得到纤维丝交织形成立体网状结构的芳纶 1313 网状纤维。

本发明还提供了一种芳纶环氧树脂胶，按原料质量百分比计，包括：

环氧树脂 90~94 重量份；

- 11 -

二氧化硅 3.5~7.5 重量份;
发泡填充料 0~10 重量份;
芳纶 1313 网状纤维 0.3~0.5 重量份。

5 本发明原则上对所述环氧树脂的具体选择没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述环氧树脂优选包括阻燃环氧树脂。

10 本发明原则上对所述环氧树脂的加入量没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述环氧树脂的加入量优选为 90~94 重量份,更优选为 90.5~93.5 重量份,更优选为 91~93 重量份,更优选为 91.5~92.5 重量份。

15 本发明原则上对所述二氧化硅的具体选择没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述二氧化硅优选包括气相二氧化硅粉。所述二氧化硅的粒径优选为 12nm~6 μ m,更优选为 50nm~1 μ m,更优选为 100~800nm,更优选为 150~600nm,更优选为 200~400nm。

20 本发明原则上对所述二氧化硅的加入量没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述二氧化硅的加入量优选为 3.5~7.5 重量份,更优选为 4~7 重量份,更优选为 4.5~6.5 重量份,更优选为 5~6 重量份。

25 本发明原则上对所述发泡填充料的具体选择没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述发泡填充料优选包括空心玻璃微珠,更优选为单一密度的空心玻璃微珠或不同密度的空心玻璃微珠。本发明所述发泡填充料优选用于调节芳纶环氧树脂胶的密度。

本发明原则上对所述发泡填充料的加入量没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述发泡填充料的加入量优选为 0~10 重量份,更优选为 2~8 重量份,更优选为 4~6 重量份。

本发明原则上对所述芳纶 1313 网状纤维的具体参数没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述芳纶 1313 网状纤维的长度优选为 1~7mm,更优选为 2~6mm,更优选为 3~5mm。所述芳纶 1313 网状纤维的长宽比优选为 (50~1000): 1,更优选为 (250~800): 1,更优选为 (450~600): 1。

本发明原则上对所述芳纶 1313 网状纤维的加入量没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,所述芳纶 1313 网状纤维的加入量优选为 0.3~0.5 重量份,更优选为 0.32~0.48 重量份,更优选为 0.35~0.45 重量份,更优选为 0.38~0.42 重量份。

在本发明中,为完整和细化技术方案,保证芳纶环氧树脂胶的性能,不仅满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求,而且进一步满足复合制件的多方面的需求,所述芳纶环氧树脂胶的种类优选包括芳纶环氧树脂封边胶、芳纶环氧树脂填充胶和芳纶环氧树脂成型胶中的一种或多种,更优选包括芳纶环氧树脂封边胶、芳纶环氧树脂填充胶和芳纶环氧树脂成型胶。

本发明原则上对所述芳纶环氧树脂封边胶的组成没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能,满足复合制件多方面的加工要求和高要求,所述芳纶环氧树脂封边胶中,按原料质量百分比计,所述二氧化硅的加入量优选为 3.5~5.7 重量份,更优选为 3.8~5.5 重量份,更优选为 4.0~5.3 重量份,更优选为 4.2~5.0 重量份。

本发明所述芳纶环氧树脂封边胶优选对密度进行控制,所述芳纶环氧树脂封边胶的密度优选为 $0.6\sim 1.0\text{g/cm}^3$,更优选为 $0.65\sim 0.95\text{g/cm}^3$,更优选为

0.7~0.9g/cm³，更优选为 0.75~0.85g/cm³。本发明所述芳纶环氧树脂封边胶优选用于轻质蜂窝复合材料封边。

5 本发明原则上对所述芳纶环氧树脂填充胶的组成没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能，满足复合制件多方面的加工要求和高质量要求，所述芳纶环氧树脂封边胶中，按原料质量百分比计，所述二氧化硅的加入量优选为 3.5~5.7 重量份，更优选为 3.8~5.5 重量份，更优选为 4.0~5.3 重量份，更优选为 4.2~5.0 重量份。

10 本发明所述芳纶环氧树脂填充胶优选对密度进行控制，所述芳纶环氧树脂填充胶的密度优选为 1.4~1.6g/cm³，更优选为 1.42~1.58g/cm³，更优选为 1.45~1.55g/cm³，更优选为 1.48~1.53g/cm³。本发明所述芳纶环氧树脂填充胶优选用于在树脂复合材料上粘接五金件。

15 本发明原则上对所述芳纶环氧树脂成型胶的组成没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能，满足复合制件多方面的加工要求和高质量要求，所述芳纶环氧树脂成型胶优选对二氧化硅的加入量进行控制，按原料质量百分比计，所述二氧化硅的加入量优选为 5.7~7.5 重量份，更优选为 6.0~7.3 重量份，更优选为 6.2~7.0 重量份，更优选为 6.4~6.8 重量份。

20 本发明所述芳纶环氧树脂填充胶的密度优选为 0.9~1.6g/cm³，更优选为 1.0~1.5g/cm³，更优选为 1.1~1.4g/cm³，更优选为 1.2~1.3g/cm³。本发明所述芳纶环氧树脂成型胶优选在固化前，具有面团状的形貌；所述芳纶环氧树脂成型胶优选用于在树脂复合材料上进行造型。

本发明还提供了一种如上述技术方案任意一项所述的芳纶环氧树脂胶的制备方法，包括以下步骤：

25 a) 将芳纶 1313 网状纤维、环氧树脂和二氧化硅进行混合后，得到芳纶环氧树脂胶。

本发明所述芳纶环氧树脂胶的制备方法中，所述原料的具体优选方案，以及加入份数的优选数值与前述芳纶环氧树脂胶中组分的具体优选方案，以及加入份数的优选数值均一致，在此不再一一赘述。

本发明为完整和细化技术方案，保证芳纶环氧树脂胶的性能，不仅满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，而且进一步满足复合制件的多方面的需求，所述步骤 a) 中优选还包括发泡填充料，即所述原料优选为芳纶 1313 网状纤维、环氧树脂、发泡填充料和二氧化硅。具体的，所述步骤 a) 具体可以

5 以为：

将芳纶 1313 网状纤维、环氧树脂、发泡填充料和二氧化硅进行混合后，得到芳纶环氧树脂胶。

本发明原则上对所述混合的具体参数没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶

10 环氧树脂胶的性能，满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，所述混合的时间优选为 10~30min，更优选为 12~28min，更优选为 15~25min，更优选为 18~22min。

在本发明中，为完整和细化技术方案，保证芳纶环氧树脂胶的性能，不仅满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，而且进一步满足复合制件的多方面的需求，所述芳纶环氧树脂胶在使用前，还需加入固化助剂。本发明原则上对所述固化助剂的具体选择和比例没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶环氧树脂胶的性能，满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求，所述固化

15 助剂优选包括改性胺类固化剂、促进剂和偶联剂。所述芳纶环氧树脂胶与固化助剂的质量比优选为 4: 1。

本发明为完整和细化技术方案，保证芳纶环氧树脂胶的性能，在满足芳纶纸蜂窝复合制件的加工要求和质量要求时，更有利于实际使用，所述芳纶环氧树脂胶的开放时间优选为 30~40min，更优选为 32~38min，更优选为 34~36min。所述开放时间，即芳纶环氧树脂胶 A、B 组分混合后涂胶时间，

20 包括混合和涂胶的时间。在本发明中，开放时间过后，胶体开始逐步粘稠硬化。

本发明还提供了一种芳纶纸蜂窝复合制件，包括预浸料固化片、芳纶纸蜂窝芯以及哈尼康胶；

所述芳纶纸蜂窝芯复合在所述预浸料固化片之间，形成夹层结构；

所述哈尼康胶包括哈尼康粘接胶；

所述哈尼康粘接胶粘接在所述芳纶纸蜂窝芯和所述预浸料固化片之间；

所述哈尼康胶为上述技术方案任意一项所述的芳纶环氧树脂胶或上述技术方案任意一项所述的制备方法所制备的芳纶环氧树脂胶。

本发明原则上对所述预浸料固化片的定义没有特别限制，以本领域技术人员熟知的预浸料固化片的定义即可，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述预浸料固化片优选是指预浸料热压固化后的片材，优选为预浸料树脂固化片。

10 本发明原则上对所述预浸料固化片的选择没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述预浸料固化片优选包括玻纤和/或碳纤预浸料固化片，更优选为玻纤或碳纤预浸料固化片，即玻纤树脂预浸料固化片或碳纤树脂预浸料固化片。

15 本发明原则上对所述预浸料固化片的结构没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述预浸料固化片优选包括双层预浸料固化片和/或多层预浸料固化片。具体的，所述双层预浸料固化片的厚度优选为 0.3~0.36mm，更优选为 0.31~0.35mm，更优选为 0.32~0.34mm。所述多层预浸料固化片的厚度优选大于等于 0.45mm，更优选大于等于 0.65mm，更优选大于等于 0.85mm。

20 本发明原则上对所述预浸料固化片的参数没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述预浸料固化片的树脂含量优选为 35%~65%，更优选为 40%~60%，更优选为 45%~55%。
25 所述预浸料固化片的挥发分含量优选小于等于 8%，更优选小于等于 6%，更优选小于等于 4%。

本发明对所述芳纶纸蜂窝芯没有特别限制，以本领域技术人员熟知的芳纶纸制作的蜂窝芯即可，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明所述芳纶蜂窝芯的材质优选为芳纶纸；所述的

蜂窝芯优选为正六边形蜂窝芯、多边形蜂窝芯、波纹形蜂窝芯和过拉伸形蜂窝芯中的一种或多种，更优选为正六边形蜂窝芯、多边形蜂窝芯、波纹形蜂窝芯或过拉伸形蜂窝芯，更优选为正六边形蜂窝芯。

本发明原则上对所述芳纶纸蜂窝芯的参数没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述芳纶纸蜂窝芯的孔格尺寸优选为 1.83~3.67mm，更优选为 2.03~3.37mm，更优选为 2.33~3.17mm，更优选为 2.63~3.17mm。所述芳纶纸蜂窝芯的高度优选为 1~860 mm，更优选为 50~600 mm，更优选为 100~500 mm，更优选为 200~400 mm。

10 所述芳纶纸蜂窝芯的密度优选为 32~120kg/m³，更优选为 40~110kg/m³，更优选为 50~100kg/m³，更优选为 60~90kg/m³，更优选为 70~80kg/m³。

本发明原则上对所述哈尼康胶没有特别限制，以本领域技术人员熟知的哈尼康胶即可，可以自行制备或市售购买即可，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述哈尼康胶优选包括哈尼康粘接胶，即芳纶环氧树脂填充胶。所述哈尼康粘接胶具体可以为哈尼康 CP2016 胶。

15

在本发明中，芳纶纸蜂窝芯复合在所述预浸料固化片之间，即芳纶纸蜂窝芯的上面和下面均复合有预浸料固化片，形成三明治似的夹层结构。本发明原则上对所述复合的方式没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述复合优选为粘接。即所述哈尼康粘接胶粘接在所述芳纶纸蜂窝芯和所述预浸料固化片之间。

20

本发明原则上对所述哈尼康胶的选择没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述哈尼康胶优选还包括哈尼康封边胶，即芳纶环氧树脂封边胶。所述哈尼康封边胶具体可以为哈尼康 CP2015 胶。

25

在本发明中，哈尼康封边胶作为所述芳纶纸蜂窝复合制件的封边，即将哈

尼康封边胶设置在夹层结构的四周，形成封边。本发明原则上对所述哈尼康封边胶的用量没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述哈尼康封边胶的封边厚度优选为 1~8mm，更优选为 2~6mm，更优选为 3~4mm，更优选为 3.3~3.6mm。

本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，更为进一步便于后续的加工定制，所述哈尼康胶优选还可以填充预埋在所述芳纶纸蜂窝复合制件的任意位置。所述填充预埋在所述芳纶纸蜂窝复合制件的任意位置的哈尼康胶具体优选为哈尼康粘接胶或哈尼康填充成型胶，更优选为哈尼康填充成型胶。

本发明原则上对所述哈尼康胶没有特别限制，以本领域技术人员熟知的哈尼康胶即可，可以自行制备或市售购买即可，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述哈尼康胶优选包括哈尼康填充成型胶，即芳纶环氧树脂成型胶。所述哈尼康填充成型胶具体可以为哈尼康 CP2017 胶。

在本发明中，所述任意位置优选包括需要后期进行机加工或手工加工的位置。即后续如果需要在芳纶纸蜂窝复合制件上进行机加工或手工加工时，可预先根据工艺图纸在需要进行机加工或手工加工的部位填充哈尼康粘接胶或填充成型胶进行预埋。本发明所述加工的方式优选包括尺寸定位、切边、开孔和挖槽中的一种或多种，更优选为尺寸定位、切边、开孔和挖槽中的多种。

本发明为进一步完整和细化芳纶纸蜂窝复合制件的结构，满足多方面的需求，满足加工要求，利于批量生产，所述芳纶纸蜂窝复合制件优选还包括五金件。本发明原则上对所述五金件的设置方式没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述五金件优选设置在填充预埋的哈尼康胶(具体优选为哈尼康粘接胶或哈尼康填充成型胶)处。

进一步的，所述五金件在设置时优选还可以与所述哈尼康胶配合使用。本发明所述配合使用的哈尼康胶具体优选为哈尼康粘接胶或哈尼康填充成型胶。

所述即芳纶纸蜂窝复合制件，按图纸要求进行机加工或手工加工时，如尺寸定位、切边、开孔、挖槽等，可以用哈尼康胶填充造型，埋置五金件，两者配合使用，最后得到具有哈尼康封边胶封边的芳纶纸蜂窝复合制件。

本发明还提供了一种芳纶纸蜂窝复合制件的制备方法，包括以下步骤：

- 5 A) 将芳纶纸蜂窝作为芯材，预浸料固化片作为面材，通过哈尼康粘接胶进行粘接，合模加压固化后，再采用哈尼康封边胶进行封边后，得到芳纶纸蜂窝复合制件。

- 10 本发明对上述芳纶纸蜂窝复合制件中所需材料的参数、选择和结构关系，以及相应的优选原则，与前述芳纶纸蜂窝复合制件中参数、选择和结构关系，以及相应的优选原则均可以进行对应，在此不再一一赘述。

本发明原则上对所述预浸料固化片的来源没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述预浸料固化片特别优选由玻纤和/或碳纤预浸料经过热加压固化后得到。具体可以为：

- 15 将双（多层）层玻纤或碳纤预浸料放入热压机，进行固化处理，形成预浸料固化片。

更具体的步骤可以为：

- 20 用溶剂擦拭清理模具，并检查模具的平整性。在预浸料与模具的接触面上涂上脱模剂，将2层或多层预浸料平整的铺设在模具内，合模放入热压机。首先进行在第一压力下进行第一次升温保温，然后在第二压力下进行第二次升温保温，最后在第三压力下进行第三次升温保温后，待冷却后从模具中取出，从而制备出预浸料固化片。

- 25 本发明对上述步骤中的过程参数没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明上述步骤中的过程参数依据预浸料的材质、层数以及产品要求进行选择和调整。

本发明原则上对所述热加压固化的参数没有特别限制，本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整，本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能，满足加工要求，利于批量生产，所述热加压固化的温度优选为120~150℃，更优选为125~145℃，更优选为130~140℃。本发明

所述热加压固化的压力优选为 0.1~0.3MPa, 更优选为 0.12~0.28MPa, 更优选为 0.15~0.25MPa, 更优选为 0.18~0.22MPa。本发明所述热加压固化的时间优选为 25~330 分钟, 更优选为 60~300 分钟, 更优选为 120~240 分钟, 更优选为 150~210 分钟。

- 5 本发明先行单独制备了预浸料固化片, 使得预浸料摆脱了必须冷藏储备、产品保质期短等多重限制, 可以批量化固化预浸料, 使得在成品件加工时不再需要占用热压机, 从而降低生产成本, 实现批量生产。

- 10 本发明原则上对所述粘接的过程没有特别限制, 本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整, 本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能, 满足加工要求, 利于批量生产, 所述粘接的过程优选参照粘接标准 DIN6701。

- 15 本发明为了进一步细化和完整制备过程, 保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能, 满足加工要求, 利于批量生产, 特别是细化上述粘接过程, 所述粘接前优选还包括预处理步骤。所述预处理优选包括裁剪、打磨、去油和除尘中的一种或多种, 更优选为裁剪、打磨、去油和除尘。

上述粘接的具体步骤可以为以下步骤:

裁剪芳纶纸蜂窝片、预浸料固化片, 均需留有相应尺寸余量。按粘接标准 DIN6701 要求双面打磨预浸料固化片 (如有预浸料的拼接缝需打磨平整), 用丙酮或酒精溶剂擦洗去油除尘。

- 20 上述粘接的具体步骤可以为以下步骤:

确认哈尼康粘接胶混胶配比, 严格称重 A、B 组分, 充分搅拌混胶。A、B 组分混合后, 合适的操作时间在 30 分钟左右, 超时胶体硬化。

- 25 本发明原则上对所述粘接的参数没有特别限制, 本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整, 本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能, 满足加工要求, 利于批量生产, 所述粘接用哈尼康粘接胶的用量优选为 300~350 克/平方米, 更优选为 310~340 克/平方米, 更优选为 320~330 克/平方米。

本发明原则上对所述合模加压固化的参数没有特别限制, 本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整, 本发明为保证

芳纶纸蜂窝复合制件的性能,满足加工要求,利于批量生产,所述合模加压固化的压力优选为 0.1~0.3MPa,更优选为 0.12~0.28MPa,更优选为 0.15~0.25MPa,更优选为 0.18~0.22MPa。所述合模加压固化的温度优选为 25~60℃,更优选为 30~55℃,更优选为 35~50℃,更优选为 40~45℃。所述合模加压固化的时间包括初步固化时间和/或完全固化时间两种概念。其中,所述合模加压固化的初步固化时间优选为 3~48 小时,更优选为 12~36 小时,更优选为 18~30 小时。所述合模加压固化的完全固化时间优选为 1~7 天,更优选为 2~6 天,更优选为 3~5 天。在本发明中,所述合模加压固化的温度为 25~35℃的常温时,所述合模加压固化的初步固化时间优选大于等于 24 小时,更优选大于等于 36 小时,更优选大于等于 48 小时。所述合模加压固化的温度为 50~60℃的高温时,所述合模加压固化的初步固化时间优选大于等于 3 小时,更优选大于等于 5 小时,更优选大于等于 8 小时。同样的,所述合模加压固化的温度为 25~35℃的常温时,所述合模加压固化的完全固化时间优选大于等于 7 天,更优选大于等于 9 天,更优选大于等于 12 天。所述合模加压固化的温度为 50~60℃的高温时,所述合模加压固化的完全固化时间优选大于等于 1 天,更优选大于等于 2 天,更优选大于等于 3 天。

本发明原则上对所述哈尼康封边胶的用量没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际生产情况、产品要求和质量要求进行选择和调整,本发明为保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能,满足加工要求,利于批量生产,所述哈尼康封边胶的用量优选与复合制件封边的厚度相关联。所述哈尼康封边胶的封边厚度优选为 1~8mm,更优选为 2~6mm,更优选为 3~4mm,更优选为 3.3~3.6mm。

本发明为了进一步细化和完整制备过程,保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能,满足加工要求,利于批量生产,所述粘接后优选还包括预处理步骤。所述填充预埋步骤具体优选为:

25 在需要后期进行机加工或手工加工的位置,填充哈尼康胶进行预埋。
更具体可以为:

根据工艺图纸在需要开孔、挖槽等复合后进行机加工的部位填充哈尼康粘接胶进行预埋。

本发明为了进一步细化和完整制备过程,保证芳纶纸蜂窝复合制件的性

能,满足加工要求,利于批量生产,所述封边前和/或封边后优选还包括机加工步骤。所述机加工步骤具体优选为:

对制件的填充预埋位置进行尺寸定位、切边、开孔和挖槽中的一步或多步后,加装五金件或在哈尼康胶的配合使用下加装五金件。

5 更具体可以为:

脱模后制件后加工尺寸定位、切边、开孔、挖槽,加装五金件或在哈尼康粘接胶的配合使用下加装五金件。

10 本发明为了进一步细化和完整制备过程,保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能,满足加工要求,利于批量生产,在得到芳纶纸蜂窝复合制件之前优选还包括后处理步骤。所述后处理步骤优选括喷漆涂装、贴膜和贴防火板(优选为热固性树脂浸渍纸高压层积板)中的一种或多种。

本发明为了进一步细化和完整制备过程,保证芳纶纸蜂窝复合制件的性能,满足加工要求,利于批量生产,上述芳纶纸蜂窝复合制件的具体制备过程可以为以下步骤:

15 步骤 1: 将双(多层)层玻纤或碳纤预浸料放入热压机,进行固化处理,形成预浸料固化片;

步骤 2: 裁剪芳纶纸蜂窝片、预浸料固化片,均需留有相应尺寸余量。按粘接标准 DIN6701 要求双面打磨预浸料固化片(如有预浸料的拼接缝需打磨平整),用丙酮或酒精溶剂擦洗去油除尘

20 步骤 3: 确认哈尼康粘接胶混胶配比,严格称重 A、B 组分,充分搅拌混胶。A、B 组分混合后,合适的操作时间在 30 分钟左右,超时胶体硬化。

步骤 4: 根据工艺图纸在需要开孔、挖槽等复合后进行机加工的部位填充哈尼康粘接胶进行预埋。

25 步骤 5: 每层按 $300\sim 350\text{g/m}^2$ 用量涂刷哈尼康粘接胶,合模后平板件加压 $0.1\sim 0.2\text{MPa}$,弧形件加压 $0.2\sim 0.3\text{MPa}$ 。加压固化(25°C 以上需 24 小时以上, 60°C 左右 3 小时以上达到初步固化)。

步骤 6: 脱模后制件后加工尺寸定位、切边、开孔、挖槽,用哈尼康粘接胶填充粘接(若需),用哈尼康结构胶封边后得到芳纶纸蜂窝复合制件。

步骤 7: 将步骤 6 得到的芳纶纸蜂窝复合制件经过涂装、贴膜或贴上防火

板（热固性树脂浸渍纸高压层积板），得到适用于中国标准动车组车内装饰中使用的轻量化间壁橱柜板材。

本发明还提供了上述技术方案任意一项所述的芳纶纸蜂窝复合制件或上述技术方案任意一项所述的制备方法所制备的芳纶纸蜂窝复合制件在轻量化
5 板材家具方面的应用。

本发明原则上对所述轻量化板材家具的具体选择没有特别限制，以本领域技术人员熟知的广义上的板材家具概念即可，本领域技术人员可以根据使用情况、环境要求和性能要求进行选择和调整，本发明所述轻量化板材家具更优选为运动载体上的轻量化板材家具，具体可以为高铁列车内饰、间壁和橱柜等等。

10 本发明上述步骤提供了一种芳纶纸蜂窝及其常温制备方法、应用。本发明利用哈尼康粘接胶，将芳纶纸蜂窝芯粘贴在预浸料固化片之间，形成夹层结构，再采用哈尼康封边胶对芳纶纸蜂窝复合制件进行封边，得到了芳纶纸蜂窝复合制件，是一种可常温固化的芳纶纸蜂窝复合制件。本发明提供的芳纶纸蜂窝复合制件，采用先期制备好的预浸料固化片结合哈尼康胶，能够在最后的复合工
15 序中使用常温进行复合，减少了生产时间和设备投入，使得在成品件加工时，不再需要占用热压机、大型真空罐、高温烘箱等大型设备，从而降低生产成本，实现大批量芳纶纸蜂窝复合板的工业化生产。而且进一步采用哈尼康胶进行封边，可以直接生产批量的板材，综合采用哈尼康胶进行粘接、封边和填埋，则可以生产各种批量的板材。同时后期定制加工和客户自行加工时，同样可以采用
20 哈尼康胶进行封边和后期处理，得到定制的成品板材，这也有利于批量的工业化生产，同时解决了定制加工上存在的局限性。此外，预浸料固化片先行单独制备，也使得预浸料摆脱了必须冷藏储备、产品保质期短等多重限制，可以批量化固化预浸料。

本发明提供的常温制备方法工艺简单，条件温和，更加适于规模化生产与
25 推广，而且制备的芳纶纸蜂窝复合制件有效的保持了芳纶纸蜂窝芯的刚性、平整度及强度，具有较好的阻燃性、保温性以及力学性能。

本发明上述步骤提供了一种芳纶 1313 网状纤维及其制备方法、常温固化的芳纶阻燃环氧树脂结构胶系列及其制备方法、芳纶纸蜂窝复合制件。本发明采用特定的芳纶 1313 网状纤维，该芳纶 1313 纤维具有絮状纤维团状的形貌，

而且芳纶 1313 纤维丝之间交织形成立体网状结构。本发明又将其用于环氧树脂胶中，得到了一种芳纶环氧树脂胶，在环氧树脂胶中加入芳纶 1313 网状纤维，类似水泥加钢筋原理，使得环氧树脂胶固化后具有更好抗压、抗剪、防开裂、耐低温等较好的粘接性能。该芳纶环氧树脂胶是一种阻燃环氧树脂结构胶系列，不仅具有较好的粘接性能，而且通过调整组分和物理参数，还能够用于封边和塑型，进而满足多方面的需求。芳纶环氧树脂胶能够在常温下进行固化，同时具有较好的性能，能够满足芳纶纸蜂窝复合制件的相关标准，从而解决了目前制备芳纶蜂窝复合制件存在的过程繁琐，生产成本高等缺陷。

本发明还提供了一种芳纶纸蜂窝复合制件工艺及其常温制备方法。本发明利用上述芳纶环氧树脂胶，将芳纶纸蜂窝芯粘贴在预浸料固化片之间，形成夹层结构，得到了芳纶纸蜂窝复合制件。本发明提供的芳纶纸蜂窝复合制件，采用先期制备好的预浸料固化片结合芳纶环氧树脂胶，能够在最后的复合工序中使用常温进行复合，减少了生产时间和设备投入，使得在成品件加工时，不再需要占用热压机、大型真空罐、高温烘箱等大型设备，从而降低生产成本，实现大批量芳纶纸蜂窝复合板的工业化生产。而且制备的芳纶纸蜂窝复合制件有效的保持了芳纶纸蜂窝芯的刚性、平整度及强度，具有较好的阻燃性、保温性以及力学性能。本发明提供的芳纶 1313 网状纤维、阻燃环氧树脂结构胶和芳纶纸蜂窝复合制件的制备方法工艺简单，条件温和，更加适于规模化生产与推广。

实验结果表明，本发明提供的芳纶环氧树脂胶，完全固化后胶体邵氏硬度为 85~95D，固化胶块的压缩强度大于等于 55~65 MPa；10mm 深 M6 螺钉拉力大于等于 2000N；剪切强度（60℃保温 3 天，25℃常温 7 天）大于等于 10~15MPa；具有较好的低温性能，耐低温达到-55℃。而且制备的芳纶纸蜂窝复合制件同样具有较好的综合性能，拉伸性能为 1.70~2.40 MPa；平压性能为 2.0~3.6 MPa；剪切性能为 0.60~1.30 MPa；滚筒剥离强度为 45~70 N*mm/mm；弯曲刚度为 $6.0 \times 10^7 \sim 11.0 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$ 。

为了进一步说明本发明，以下结合实施例对本发明提供的一种芳纶 1313 网状纤维及其制备方法、芳纶环氧树脂胶及其制备方法进行了详细描述，但是

应当理解，这些实施例是在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，只是为进一步说明本发明的特征和优点，而不是对本发明权利要求的限制，本发明的保护范围也不限于下述的实施例。

实施例中所述材料均由市售购得，其牌号与厂家与说明书中所述的牌号与
5 厂家相一致。

实施例 1

1) 将聚合后的芳纶 1313 浆料通过白金喷头形成高压喷雾喷入凝固液中，凝固液即沉析剂，为 50%二甲基乙酰胺 (DMAc) 溶液，加 50%的离子水的混合液，芳纶 1313 浆料喷入的流量 500mL/min。喷入的同时进行搅拌，并以
10 3000mL/min 流量同步补充加入凝固液进沉析池中，芳纶 1313 浆料经过 30 分钟凝固沉析后，得到湿纤维团。

2) 将湿纤维团送入干燥机经过 60℃、30 分钟热风干燥后，得到蓬松的芳纶 1313 网状纤维。

对本发明实施例 1 制备的芳纶 1313 网状纤维进行检测。

15 参见表 1，表 1 为本发明制备的芳纶 1313 网状纤维的性能数据。

表 1

序号	检测项目	检测结果	序号	检测项目	检测结果
1	特性粘数	1.754	2	240 度热收缩率	15.31%
3	百度 (%)	82.54	4	干浆个数 (个/6.3g)	69
5	尘埃度	三级	6		
执行标准: GB/T3332、GB/T7974、GB/T1541					

对本发明实施例 1 制备的芳纶 1313 网状纤维进行表征。

参见图 1，图 1 为本发明制备的芳纶 1313 网状纤维的外观图。

由图 1 可以看出，本发明制备的芳纶 1313 网状纤维具有絮状纤维团状，
20 或类似棉絮状的纤维团的宏观形貌，而且芳纶 1313 纤维丝之间交织形成 3D 立体空间的网状结构。

参见图 2，图 2 为本发明制备的芳纶 1313 网状纤维的扫描电镜图。

由图 2 可以看出，本发明制备的芳纶 1313 网状纤维在微观上，具有丝状、条状和膜状相互交联形成的微观立体网状结构。

实施例 2（配制哈尼康 CP2015）

a)购置 A 组分环氧树脂 90%、芳纶 1313 网状纤维 0.5%、二氧化硅 4.5%、发泡填充料 5.0%进行混合后，得到 A 组分芳纶环氧树脂胶。

搅拌混合的时间为 30min。

5 b) 购置 B 组分环氧树脂（固化剂）。

A 组分芳纶环氧树脂胶与 B 组分固化助剂的质量比优选为 4： 1。

将 A、B 组分按 4:1 质量比搅拌混合 10min，制作检测样块。

对本发明实施例 2 制备的样块进行性能检测。

参见表 2,表 2 为本发明实施例 2 制备的芳纶环氧树脂封边胶的性能数据。

10 表 2 芳纶环氧树脂封边胶（哈尼康 CP2015）样块检测数据

完全固化胶体硬度	邵氏： ≥85D
固化胶块压缩强度	≥55 MPa
完全固化胶体密度	1.0 克/cm ³
剪切强度（MPa）	≥10MPa（60℃保温 3 天，25℃常温 7 天）

实施例 3（配制哈尼康 CP2016）

a) 购置 A 组分环氧树脂 94%、芳纶 1313 网状纤维 0.3%、二氧化硅 5.7%进行混合后，得到 A 组分芳纶环氧树脂胶。

15 搅拌混合的时间为 30min。

b) 购置 B 组分环氧树脂（固化剂）。

A 组分芳纶环氧树脂胶与 B 组分固化助剂的质量比优选为 4： 1。

将 A、B 组分按 4:1 质量比搅拌混合 10min，制作检测样块。

对本发明实施例 3 制备的样块进行性能检测。

20 参见表 3,表 3 为本发明实施例 3 制备的芳纶环氧树脂填充胶的性能数据。

表 3 芳纶环氧树脂填充胶（哈尼康 CP2016）样块检测数据

完全固化胶体硬度	邵氏： ≥92D
固化胶块压缩强度	≥63 MPa
完全固化胶体密度	≤1.5 克/cm ³
剪切强度（MPa）	≥15MPa（60℃保温 3 天，25℃常温 7 天）

实施例 4（配制哈尼康 CP2017）

a) 购置 A 组分环氧树脂 92%、芳纶 1313 网状纤维 0.5%、二氧化硅 7.5% 进行混合后，得到 A 组分芳纶环氧树脂胶。

搅拌混合的时间为 30min。

5 b) 购置 B 组分环氧树脂（固化剂）。

A 组分芳纶环氧树脂胶与 B 组分固化助剂的质量比优选为 4：1。

将 A、B 组分按 4:1 质量比搅拌混合 10min，制作检测样块。

对本发明实施例 4 制备的样块进行性能检测。

参见表 4,表 4 为本发明实施例 4 制备的芳纶环氧树脂成型胶的性能数据。

10 表 4 芳纶环氧树脂成型胶（哈尼康 CP2017）样块检测数据

完全固化胶体硬度	邵氏：≥90D
固化胶块压缩强度	≥60 MPa
完全固化胶体密度	≤1.6 克/cm ³
剪切强度（MPa）	≥13MPa（60℃保温 3 天，25℃常温 7 天）

实施例 5

预浸料固化片的制备：

15 用溶剂擦拭清理模具，并检查模具的平整性。在预浸料与模具的接触面上
涂上 55NC 脱模剂，将 2 层或多层玻纤酚醛预浸料平整的铺设在模具内，合模
放入热压机。温度由 20℃升至 80℃并保温 40min，升温速率为 1℃/ min，压
强为 0.1MPa；然后将升温至 120℃并保温 60min，升温速率为 2℃/min，压强
为 0.2MPa；最后升温至 150℃并保温 20min 升温速率为 2℃/min，压强为
0.3MPa，待冷却后从模具中取出，从而制备出合格的玻纤酚醛预浸料固化片。

20 对本发明实施例 5 制备的玻纤酚醛预浸料固化片进行性能检测。

参见表 5，表 5 为本发明实施例 5 制备的玻纤酚醛预浸料固化片的性能数
据。

表 5

测试项目	测试标准	测试温度	测试结果 (avg) /(min)	单位
拉伸强度	ASTM D638-2010	23 ℃	386/371	MPa
拉伸模量	ASTM D638-2010	23 ℃	20.6/18.9	GPa
弯曲强度	ISO 178-2010	23 ℃	417/403	MPa
		80 ℃	402/392	
弯曲模量	ISO 178-2010	23 ℃	25.0/23.3	GPa
		80 ℃	20.6/18.3	
压缩强度	ASTM D695-2010	23 ℃	339/323	MPa
压缩模量	ASTM D695-2010	23 ℃	20.8/19.1	GPa
层间 剪切强度	JC/T 773-2010	23 ℃	40.8/37.8	MPa
		80 ℃	30.0/27.4	

芳纶蜂窝复合件的制备:

将两片预浸料固化片涂胶面用砂纸打磨平整，然后除尘并用丙酮溶剂擦净。按 330 克/平方米用胶量均匀涂上哈尼康粘接胶 CP2016，黏合在芳纶蜂窝
5 上下两面，成夹心结构。放入压机，在常温 25℃左右加压 0.2MPa，经过 24 小时后达到初步固化（可流转后道工序再加工），或者放入压机，在恒温 60℃左右加压 0.2MPa，经过 3 小时后达到初步固化（可流转后道工序再加工）。

将蜂窝预浸料复合件（板）按图纸尺寸用圆盘推锯或五轴加工中心切边，再用哈尼康封边胶 CP2015 封边胶加工封边，等待固化后再上五轴加工中心精
10 准切边开孔，用哈尼康粘接胶 CP2016 填埋螺套或五金件。哈尼康固化不需加压，固化时间温度：常温 25℃左右经过 24 小时后或恒温 60℃左右经过 3 小时后达到初步固化。

对本发明实施例 5 制备的芳纶蜂窝复合件进行性能检测。

参见表 6，表 6 为本发明实施例 5 制备的芳纶蜂窝复合件的滚筒剥离试验

性能数据。

表 6

			力学性能指标			型号规格		60mm 芳纶蜂窝预浸料	
执行标准			GB/T1457-2005			试验项目		复合件滚筒剥离强度试验	
试验参数									
测试温度			22℃			相对湿度		55%	
试验速度(mm/min)			30			试验日期		2019-04-19	
试验数据									
试样编号	宽度 mm	厚度 mm	最大 负荷 N	平均 负荷 N	空载荷 N	净载荷 N	平均强度 N.mm/mm		
1	60	1	338.9	249	82	167	34.8		
空板	60	1	91.8	82	82	-	-		
2	60	1	456.0	384	82	302	62.9		
3	60	1	425.3	340	82	258	53.8		
4	60	1	335.7	268	82	186	38.8		
5	60	1	298.8	246	82	164	34.2		
平均值							44.9		

PS：测试标准规定同时测试 5 件样品取得平均值。

参见表 7，表 7 为本发明实施例 5 制备的芳纶蜂窝复合件的性能数据。

5

表 7

芳纶蜂窝复合件物理性能			
拉伸性能	1.83MPa	GB/T1452-2005	符合
平压性能	2.23MPa	GB/T1453-2005	符合
剪切性能	1.23MPa	GB/T1455-2005	符合
滚筒剥离强度	44.9 N·mm/mm	GB/T1457-2005	符合
弯曲刚度	$7.84 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$	GB/T1456-2005	符合

实施例 6

快固预浸料固化片的制备:

用溶剂擦拭清理模具，并检查模具的平整性。在预浸料与模具的接触面上涂上 55NC 脱模剂，将 2 层或多层玻纤酚醛预浸料平整的铺设在模具内，合模放入热压机。温度由 60℃ 升至 145℃ 并保温 30min，升温速率为 3℃/min，压强为 0.25MPa，待冷却至 60℃ 后从模具中取出，从而制备出合格的快固玻纤酚醛预浸料固化片。

对本发明实施例 6 制备的玻纤酚醛预浸料固化片进行性能检测。

参见表 8，表 8 为本发明实施例 6 制备的玻纤酚醛预浸料固化片的性能数据。

表 8

测试项目	测试标准	测试温度	测试结果（avg）/(min)	单位
拉伸强度	ASTM D638-2010	23℃	380/368	MPa
拉伸模量	ASTM D638-2010	23℃	20.4/18.8	GPa
弯曲强度	ISO 178-2010	23℃	415/401	MPa
		80℃	403/390	
弯曲模量	ISO 178-2010	23℃	25.0/23.3	GPa
		80℃	19.8/18.1	
压缩强度	ASTM D695-2010	23℃	335/323	MPa
压缩模量	ASTM D695-2010	23℃	20.2/19.2	GPa
层间 剪切强度	JC/T 773-2010	23℃	39.8/37.7	MPa
		80℃	30.1/27.2	

芳纶蜂窝复合件的制备:

将两片预浸料固化片涂胶面用砂纸打磨平整，然后除尘并用丙酮溶剂擦净。按 330 克/平方米用胶量均匀涂上哈尼康粘接胶 CP2016，黏合在芳纶蜂窝

上下两面，成夹心结构。放入压机，在常温 25℃左右加压 0.2MPa，经过 24 小时后达到初步固化（可流转后道工序再加工），或者放入压机，在恒温 60℃左右加压 0.2MPa，经过 3 小时后达到初步固化（可流转后道工序再加工）。

将蜂窝预浸料复合件（板）按图纸尺寸用圆盘推锯或五轴加工中心切边，再用哈尼康封边胶 CP2015 封边胶加工封边，等待固化后再上五轴加工中心精准切边开孔，用哈尼康粘接胶 CP2016 填埋螺套或五金件。哈尼康固化不需加压，固化时间温度：常温 25℃左右经过 24 小时后或恒温 60℃左右经过 3 小时后达到初步固化。

对本发明实施例 6 制备的芳纶蜂窝复合件进行性能检测。
参见表 9，表 9 为本发明实施例 6 制备的芳纶蜂窝复合件的滚筒剥离试验性能数据。

表 9

			力学性能指标			型号规格		60mm 芳纶蜂窝预浸料	
执行标准			GB/T1457-2005			试验项目		复合件滚筒剥离强度试验	
试验参数									
测试温度			22℃			相对湿度		55%	
试验速度(mm/min)			30			试验日期		2019-04-24	
试验数据									
试样编号	宽度 mm	厚度 mm	最大 负荷 N	平均 负荷 N	空载荷 N	净载荷 N	平均强度 N.mm/mm		
1	60	1	338.0	248	82	165	34.7		
空板	60	1	91.6	82	82	-	-		
2	60	1	455.0	380	82	299	62.0		
3	60	1	423.3	340	82	256	53.3		
4	60	1	339.7	269	82	196	41.8		
5	60	1	358.8	286	82	178	40.2		
平均值							46.4		

PS：测试标准规定同时测试 5 件样品取得平均值。

参见表 10，表 10 为本发明实施例 6 制备的芳纶蜂窝复合件的性能数据。

表 10

芳纶蜂窝复合件物理性能			
拉伸性能	1.80MPa	GB/T1452-2005	符合
平压性能	2.19MPa	GB/T1453-2005	符合
剪切性能	1.25MPa	GB/T1455-2005	符合
滚筒剥离强度	46.6 N·mm/mm	GB/T1457-2005	符合
弯曲刚度	$7.81 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$	GB/T1456-2005	符合

实施例 7

预浸料固化片的制备：

- 5 用溶剂擦拭清理模具，并检查模具的平整性。在预浸料与模具的接触面上涂上 55NC 脱模剂，将 2 层或多层玻纤酚醛预浸料平整的铺设在模具内，合模放入热压机。温度由 20℃ 升至 80℃ 并保温 40min，升温速率为 1℃/ min，压强为 0.1MPa；然后将升温至 120℃ 并保温 60min，升温速率为 2℃/min，压强为 0.2MPa；最后升温至 150℃ 并保温 20min 升温速率为 2℃/min，压强为 10 0.3MPa，待冷却后从模具中取出，从而制备出合格的玻纤酚醛预浸料固化片。

对本发明实施例 7 制备的玻纤酚醛预浸料固化片进行性能检测。

参见表 11，表 11 为本发明实施例 7 制备的玻纤酚醛预浸料固化片的性能数据。

表 11

测试项目	测试标准	测试温度	测试结果 (avg) /(min)	单位
拉伸强度	ASTM D638-2010	23℃	385/377	MPa
拉伸模量	ASTM D638-2010	23℃	21.1/18.4	GPa
弯曲强度	ISO 178-2010	23℃	416/405	MPa
		80℃	399/392	
弯曲模量	ISO 178-2010	23℃	24.8/23.2	GPa

-32-

		80℃	20.9/18.0	
压缩强度	ASTM D695-2010	23℃	334/327	MPa
压缩模量	ASTM D695-2010	23℃	21.7/19.3	GPa
层间 剪切强度	JC/T 773-2010	23℃ 80℃	40.0/37.7 31.0/28.4	MPa

加温固化芳纶蜂窝复合件的制备:

将两片预浸料固化片涂胶面用砂纸打磨平整,然后除尘并用丙酮溶剂擦净。按 330 克/平方米用胶量均匀涂上哈尼康粘接胶 CP2016,黏合在芳纶蜂窝上下两面,成夹心结构。放入压机,在恒温 60℃左右加压 0.2MPa,经过 3 小时 5 小时后达到初步固化(可流转后道工序再加工)。

将蜂窝预浸料复合件(板)按图纸尺寸用圆盘推锯或五轴加工中心切边,再用哈尼康封边胶 CP2015 封边胶加工封边,等待固化后再上五轴加工中心精准切边开孔,用哈尼康粘接胶 CP2016 填埋螺套或五金件。哈尼康固化不需加压,固化时间温度:常温 25℃左右经过 24 小时后或恒温 60℃左右经过 3 小时 10 后达到初步固化。

对本发明实施例 7 制备的芳纶蜂窝复合件进行性能检测。

参见表 12,表 12 为本发明实施例 7 制备的芳纶蜂窝复合件的滚筒剥离试验性能数据。

表 12

	力学性能指标				型号规格		60mm 芳纶蜂窝预浸料	
执行标准	GB/T1457-2005				试验项目		复合件滚筒剥离强度试验	
试验参数								
测试温度		23℃			相对湿度		60%	
试验速度(mm/min)		30			试验日期		2019-04-27	
试验数据								
试样编号	宽度	厚度	最大	平均	空载荷	净载荷	平均强度	
	mm	mm	负荷	负荷	N	N	N.mm/mm	

			N	N				
1	60	1	392.0	353	82	197	46.4	
空板	60	1	92.0	82	82	-	-	
2	60	1	450.0	381	82	312	63.8	
3	60	1	378.8	340	82	194	41.2	
4	60	1	335.7	268	82	186	39.1	
5	60	1	425.3	359	82	258	53.8	
平均值							48.9	

PS: 测试标准规定同时测试 5 件样品取得平均值。

参见表 13，表 13 为本发明实施例 7 制备的芳纶蜂窝复合件的性能数据。

表 13

芳纶蜂窝复合件物理性能			
拉伸性能	1.85MPa	GB/T1452-2005	符合
平压性能	2.26MPa	GB/T1453-2005	符合
剪切性能	1.27MPa	GB/T1455-2005	符合
滚筒剥离强度	48.9 N·mm/mm	GB/T1457-2005	符合
弯曲刚度	$7.90 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$	GB/T1456-2005	符合

5 以上对本发明提供的一种芳纶 1313 网状纤维及其制备方法、常温固化的芳纶阻燃环氧树脂结构胶系列及其制备方法、芳纶纸蜂窝复合制件进行了详细的介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想，包括最佳方式，并且也使得本领域的任何技术人员都能够实践本发明，包括制造和使用任何装置或系统，和实施任何结合的方法。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。本发明专利保护的范围通过权利要求来限定，并可包括本领域技术人员能够想到的其他实施例。如果这些其他实施例具有不是不同于权利要求文字表述的结构要素，或者如果它们

10

—34—

包括与权利要求的文字表述无实质差异的等同结构要素,那么这些其他实施例也应包含在权利要求的范围内。