

多核芯纤维复合材料内正交结构件、制作工艺和薄膜材料

技术领域

本发明属于纤维复合材料加工制造技术领域，具体涉及多核芯纤维复合材料内正交结构件、制作工艺和薄膜材料。

背景技术

随着世界经济水平和技术水平的不断发展，人们对现有各种装备或场所的板材的强度和重量以及使用性能等提出了更多的要求。比如用作厂房或住宅地板、壁板或顶棚的板材，或者用作工程车辆或工业设备壳体的板材，一般是用金属或非金属材料（比如塑胶）制作而成的，在安装时候存在现场工人劳动负荷强、易造成安全隐患以及施工难度大等技术问题；在使用过程中也存在易腐蚀、易变形、强度达不到要求、抗震性能差等问题。为了解决这些问题，厂商们纷纷研制出了基于纤维复合材料的替代品。这些纤维复合材料的板材制品，在具有优异的机械强度之外，还具有现有金属或塑料板材所欠缺的许多性能，比如拉伸强度高、耐腐蚀性好、抗震性能和抗冲击性能优异等优点。然而，限于结构和工艺等方面的局限性，现有纤维复合材料板材在使用过程中仍然存在一些问题。比如在机翼和各种涡轮机叶片的应用中，现有纤维复合材料叶片一般为实体或空心结构或分体式单核心结构，仍然存在重量不够轻、强度不够大、抗震性能差、启动扭矩过大以及稳定性不足等问题。下面以风力发电机叶片的技术发展现状为例，对各种现有技术的优点和缺陷进行详细介绍。

在气候恶化和环境保护压力的推动下，人们对于清洁能源的需要将会迎来跳跃式的发展。据国际风能委员会预计，全球风能发电量将在 2022 年增长至 1000GW，风力发电设备的国际市场是巨大的，当前风叶的生产成本占到整个风力发电设备总成本的 15%左右，这意味着风叶这一风力发电设备的关键部件将会有 150 亿美元的市场份额。

早期的风力发电设备由于采用单片式结构的风叶，存在强度不够、容易折断失效等问题。

现代的设计理念是以风翼作为风叶的基础结构，存在不能有效俘获风能、要求风速较高（至少 22 英里/小时）以及启动扭矩过高等缺陷。当前主流的设计方案是使用具有半核芯结构的机翼型风叶，每一个风叶包括两个独立成型的半风叶，两个半风叶通过设置于其间的泡沫材料粘接在一起。设置在风叶中间的泡沫塑料结构可以起到降低震动、噪音以及增加风叶稳定性的效果。但是由于采用了分体式的风叶结构，这种风叶存在容易沿接缝处开裂以及机械强度不足等弊端。据调查，在大型风力发电机组上目前约有 100000 只具有这种半核芯结构的风叶需要维修或更换，后期维护费用巨大。

另一方面，由于家用能量的消耗巨大，一些公司正在致力于开发低风速和低海拔的风能解决方案。举例而言，假如一个美国家庭屋主每年的能量消耗费用包括燃油和燃气在内约为15000美元，而市场上目前5kW的风力发电机组的装机费用约为7500美元，如果这个家庭选择使用风能的话，那么他们每年将会从清洁能源的利用上获得7500美元的收益。在居民住宅和商业建筑中，低速风能市场是巨大的，但是目前还没有可行的解决方案。

在美国，约有7500万户独立住宅、3000万户公寓楼和600万的写字楼可以配备低速风能发电设备，潜在的市场收入超过5600亿/年。美国大概有7500万个独立居民住宅，平均能量消费为2400美元/年，以装备风能发电设备可以产出约为年能量平均消费额50%利润或者说每年能够产出1200美元收益计，那么三年后全国每年的该项收益将会是1800亿美元。另外的300万户公寓楼住户，以每栋公寓楼20户计算，平均能量消费是20000美元/年。按照10000美元/年的收益计算，市场需求是3000亿美元/年。低风速低海拔的风能发电同样可以在商业写字楼方面得到应用，以平均30600美元的能量消费计，根据2012年全美国一共560万栋商业写字楼的规模计算，潜在的市场容量是860亿美元/年。

在清洁能源的倡议下，各国政府会在不久的将来大力推进或者强制实施可再生能源的利用，因而，研发一种高效率、低能耗、低故障率以及适用于低风速、低海拔发电的风力发电风叶将会具有巨大的社会意义和经济意义。同时，研发一种具有更高的机械强度、更好的抗震性能、更完美的机械结构以及更加优异的强重比（强度/重量）的结构件例如板材以及相应的加工工艺对于社会经济和技术发展的进步性而言，都有着非常重要的意义。

发明内容

针对现有技术中存在的技术问题，本发明基于理论分析和现场实践，提供了多核芯纤维复合材料内正交结构件、制作工艺以及薄膜材料，该多核芯纤维复合材料内正交结构件可以用作各种规模各种风速风力发电机组的风叶或者其他对强度要求较高的板材或其他应用环境，有利于提高设备的机械强度，降低设备的能源消耗，拓展设备的适用范围，改善现有设备或设施的使用性能。

本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺为：

一种多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺，包括：核芯前塑体制备步骤，用薄膜材料制作用来盛放发泡材料的发泡材料容器，并将适量的发泡材料充填进发泡材料容器内，制得核芯前塑体；核芯前塑体装模步骤，将若干个核芯前塑体制备步骤中制作的核芯前塑体按照预定的空间布局置入模具，并用纤维材料层封装所述核芯前塑体；纤维壳体和核芯架构一体成型步骤，升高模腔温度，在发泡材料膨胀压力的作用下，核芯室墙体和结构面板同步成型，形成包括有至少两个核芯室的结构件壳体；同时，核芯前塑体内的发泡材料膨胀充填

每个核芯室，形成核芯室墙体内正交于结构面板的多核芯空间架构。

优选地，在本申请提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺中，薄膜材料可以是现有技术中包括诸如光学薄膜、复合薄膜、超导薄膜、聚酯薄膜、尼龙薄膜、塑料薄膜、纤维薄膜、蜡纸薄膜、发泡材料薄膜等在内的各种薄膜，只要具有良好的塑型特性，可以根据多核芯纤维复合材料内正交结构件的具体结构制得具有适宜形状的核芯前塑体，即可应用于核芯前塑体制备步骤中。

进一步优选地，本申请提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺中采用的薄膜材料包括包括蜡膜树脂层、粘接树脂层和发泡材料聚合物树脂混合物层；发泡材料聚合物树脂混合物层系由发泡材料聚合物树脂混合物涂覆而成，发泡材料聚合物树脂混合物中包含体积分数不低于 65% 的发泡材料。其中发泡材料聚合物树脂混合物优选为含有烃溶剂的树脂凝胶，如乙烯-醋酸乙烯共聚物等等，用于防止发泡材料在纤维材料层加热和固化过程中降解和收缩；具备蜡膜树脂层、粘接树脂层和发泡材料聚合物树脂混合物层的薄膜材料不但具有良好的塑型特性，可以根据多核芯纤维复合材料内正交结构件的具体结构制得具有适宜形状的核芯前塑体，还能够防止发泡材料在纤维材料层加热和固化过程中发生降解和收缩。

进一步优选地，本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺中采用的薄膜材料包括粘稠状粘接物层和带有聚合物粘接剂的非水溶性蜡膜层；粘稠状粘接物层包括溶剂载体、发泡材料、非水溶性可膨胀粘稠状聚合物粘接剂和热敏性成型树脂，发泡材料均匀分布在溶剂载体内且在溶剂载体内的体积分数不低于 50%。

优选地，在前述各种多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺中，发泡材料的单体颗粒具有微胶囊结构，微胶囊结构包括塑胶材质的胶囊壳体，胶囊壳体内封装有发泡材料。

本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件为：

一种多核芯纤维复合材料内正交结构件，包括壳体，其特征在于：壳体包括若干个结构面板和设置在结构面板之间的至少两个核芯室，至少两个核芯室中每两个相邻的核芯室之间设置有核芯室墙体，核芯室墙体内正交于结构面板，壳体和核芯室墙体的材质均为碳纤维材料或玻璃纤维材料；核芯室内设置有由泡沫塑料构成的核芯；结构面板、核芯室、核芯室墙体和核芯通过纤维材料和泡沫塑料热成型工艺一体成型。

作为本发明多核芯纤维复合材料内正交结构件的优选，结构面板、核芯室、核芯室墙体和核芯通过前述任一技术方案所记载的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺一体成型。

作为本发明多核芯纤维复合材料内正交结构件的优选，该多核芯纤维复合材料内正交结构件为叶片结构，结构面板为叶片面板。

作为本发明多核芯纤维复合材料内正交结构件的优选，壳体为扇面状造型，核芯室沿着壳体的径向延伸，并沿着壳体的圆周方向均匀分布；或者，核芯室沿着壳体的圆周方向延伸，并沿着壳体的径向均匀分布。

作为本发明多核芯纤维复合材料内正交结构件的优选，该多核芯纤维复合材料内正交结构件为板材结构，结构面板为板材面板，核芯室呈蜂窝状分布或呈正交或斜交的网格状分布或呈条带状分布。

作为本发明多核芯纤维复合材料内正交结构件的优选，核芯满充核芯室。

作为本发明多核芯纤维复合材料内正交结构件的优选，壳体为封闭型壳体。

本发明提供的用于加工多核芯纤维复合材料内正交结构件的薄膜材料为：

一种薄膜材料，其特征在于：包括蜡膜树脂层、粘接树脂层和发泡材料聚合物树脂混合物层；发泡材料聚合物树脂混合物层系由发泡材料聚合物树脂混合物涂覆而成，发泡材料聚合物树脂混合物中包含体积分数不低于 65% 的发泡材料。或者，一种薄膜材料，其特征在于：包括粘稠状粘接物层和带有聚合物粘接剂的非水溶性蜡膜层；粘稠状粘接物层包括溶剂载体、发泡材料、非水溶性可膨胀粘稠状聚合物粘接剂和热敏性成型树脂，发泡材料均匀分布在溶剂载体内且在溶剂载体内的体积分数不低于 50%。

本申请的技术效果主要体现在以下几个方面：

本申请提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件，由于采用了多核芯内正交空间结构，以及采用了纤维壳体和核芯架构一体化的热成型工艺，具有更高的强度、更好的强重比，更优异的稳定性和抗震性，以及更加完美的空间架构。以风力发电机叶片的应用为例，本申请提供的多核芯纤维复合材料叶片以及加工工艺，解决了现有技术中存在的技术问题，促进了风力发电以及相关技术领域的突破性进步。

第一，突破现有技术中采用分体式条带状风叶的技术局限，采用强度高、重量轻的大面积纤维叶片作为风叶，在保证同等发电功率的前提下，启动扭矩大幅降低，有效捕风面积成倍增长，可以同时适用于在强风速和低风速的自然环境中使用，有效提高了发电效率。

第二，突破现有技术中分体式半核芯组装技术方案的技术局限，采用一体成型的多核芯内正交的技术方案，纤维壳体和塑料核芯可以通过本申请提供的叶片制作工艺一体成型，由于具有多个充填核芯和多个核芯室墙体，不但有效增加了叶片整体的机械强度，显著降低了叶片转动时候的震动和噪音，提高了叶片运转时候的稳定性，还有效提高了叶片纤维壳体和充填核芯之间连接的紧密程度，提高了叶片整体的可靠性。另一方面，多核芯一体成型的技术方案，还使得大面积叶片结构的技术方案在提高发电效率和降低启动扭矩方面的作用成为现实。

第三，突破现有技术中塑料核芯和叶片面板非正交结构的技术局限，可以在纤维壳体和多核芯同步成型的同时，加工出核芯室墙体正交或垂直于叶片面板的多核芯空间架构，这种空间架构是理论上最有利于提高叶片抗压能力、减少震动和降低运转噪音的最强和最完美结构。由于现有技术中并不存在本申请提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件以及相应的制作工艺，本申请公开的技术方案填补了市场空白，解决了现有技术中存在的技术问题，具有明显的技术进步性和社会经济环保意义。

为使本发明的技术方案及技术效果更加清楚、明确，以下结合说明书附图和具体实施方式对本发明公开的多核芯纤维复合材料内正交结构件以及相应的制作工艺进行详细说明。

附图说明

图 1：优选实施例一中叶片结构整体透视图；

图 2：图 2 中 A-A 截面图；

图 3：优选实施例一中叶片制作工艺示意图；

图 4：优选实施例二中叶片结构整体透视图；

图 5：优选实施例三中蜂窝状核芯室结构示意图；

图 6：本申请中内正交结构的含义说明图；

图 7：三层薄膜材料结构示意图；

图 8：两层薄膜材料结构示意图。

标识说明：

A*-粘稠状粘接物层，B-带有聚合物粘接剂的非水溶性蜡膜层；

1-蜡膜树脂层，2-粘接树脂层，3-发泡材料聚合物树脂混合物层；

10-壳体，20-核芯；

110-结构面板，120-核芯室，130-核芯室墙体。

具体实施方式

优选实施方式一：风力发电机叶片的应用

请参阅图 1 和图 2，本申请优选实施例一中公开了一种扇面状多核芯纤维复合材料叶片，其包括封闭型的壳体 10，壳体 10 包括两个结构面板 110（也即叶片面板），组装风力发电机转子的时候，两个结构面板 110 分别形成风叶的前面板和风叶的后面板；壳体 10 整体造型为扇面状，扇面状壳体 10 的表面积为现有同样长度条带状风叶的 6-10 倍，有利于大规模增加叶片的捕风面积。

壳体 10 内设置有五个锥体型的核芯室 120，核芯室 120 沿着壳体 10 的径向方向延伸，且沿着壳体 10 的圆周方向均匀分布。五个核芯室 120 中每两个相邻的核芯室 120 之间设置有

核芯室墙体 130，核芯室墙体 130 内正交于结构面板 110，壳体 10 和核芯室墙体 130 的材质均为碳纤维材料复合材料；核芯室 120 内设置有由泡沫塑料形成的核芯 20，核芯 20 充满核芯室 120；结构面板 110、核芯室 120、核芯室墙体 130 和核芯 20 通过图 3 所示的纤维材料和泡沫塑料热成型工艺一体成型，也即通过本申请要求保护的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺一体成型。

请参阅图 3，本申请提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件的制作工艺包括如下步骤：核芯前塑体制备步骤，用薄膜材料制作用来盛放发泡材料的发泡材料容器，并将适量的发泡材料充填进发泡材料容器内，制得核芯前塑体。其中薄膜材料可以是现有技术中包括诸如光学薄膜、复合薄膜、超导薄膜、聚酯薄膜、尼龙薄膜、塑料薄膜、纤维薄膜、蜡纸薄膜、发泡材料薄膜等在内的各种薄膜，只要具有良好的塑型特性，可以根据多核芯纤维复合材料内正交结构件的具体结构制得具有适宜形状的核芯前塑体，即可应用于核芯前塑体制备步骤中。本实施例中使用的薄膜材料为发明人自主创新的专用薄膜材料，请参阅图 7，其包括蜡膜树脂层、粘接树脂层和发泡材料聚合物树脂混合物层；发泡材料聚合物树脂混合物层系由发泡材料聚合物树脂混合物涂覆而成，发泡材料聚合物树脂混合物中包含发泡材料和凝胶型聚合物树脂且发泡材料的体积分数不低于 65%。具体而言凝胶型聚合物树脂可以是含有烃溶剂的树脂凝胶如乙烯-醋酸乙烯共聚物或地板胶、填缝胶等等；具备蜡膜树脂层、粘接树脂层和发泡材料聚合物树脂混合物层的薄膜材料不但具有良好的塑型特性，可以根据多核芯纤维复合材料内正交结构件的具体结构制得具有适宜形状的核芯前塑体，并且还能够防止发泡材料在纤维材料层加热和固化过程中发生降解和收缩。由于纤维材料层的热熔、成型和固化过程往往需要几十分钟甚至若干个小时，如果核芯前塑体使用的薄膜材料不具备防止核芯降解和收缩功能，则无法生成理想的多核芯纤维复合材料内正交空间架构。根据实际检测和理论分析，薄膜材料中的发泡材料聚合物树脂混合物层的最优技术参数为：导热系数 3W/m.K，热容 1J/g.K，介电强度 200 VAC/mil，工作温度介于-68 至 395 华氏度之间，耗散因子 0.002 /100 kHz。在一些改进的实施例中，本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺中还可以采用发明人自主创新的另外一种专用薄膜材料，请参阅图 8，其包括粘稠状粘接物层和带有聚合物粘接剂的非水溶性蜡膜层，粘稠状粘接物层涂覆在带有聚合物粘接剂的非水溶性蜡膜层上；粘稠状粘接物层包括溶剂载体、发泡材料、非水溶性可膨胀粘稠状聚合物粘接剂和热敏性成型树脂；其中溶剂载体为树脂凝胶或地板胶、填缝胶等等，发泡材料均匀分布在溶剂载体内且在溶剂载体内的体积分数不低于 50%。具有粘稠状粘接物层和带有聚合物粘接剂的非水溶性蜡膜层的薄膜材料也能够防止发泡材料在纤维材料层加热和固化过程中发生降解和收缩，得到完美的多核芯内正交空间架构。

核芯前塑体装模步骤，将若干个核芯前塑体制备步骤中制作的核芯前塑体按照预定的空间布局或需要的空间布局置入模具（本实施例中为沿径向延伸、沿着圆周方向均布），并用纤维材料层完全封装。具体操作可以是：在模具内设置纤维材料层，将核芯前塑体制备步骤中制作的若干个核芯前塑体按照图 3 中所示的空间布局置入模具内，并用纤维材料层将核芯前塑体完全封装；或者，也可以先使用纤维材料层将若干个核芯前塑体按照图 3 中所示的空间布局完全封装，然后再将封装后的核芯前塑体连同纤维材料层一起装入模具。

纤维壳体和核芯架构一体成型步骤，将模腔内温度先后升高和降低至与纤维材料层和发泡材料相适应的熔化温度和固化温度，在发泡材料膨胀压力的作用下，核芯室墙体 130 和结构面板 110 同步成型，形成包括有若干个核芯室 120 的封闭型的壳体 10；同时，核芯前塑体内的发泡材料膨胀充填每个核芯室 120，形成核芯室墙体 130 内正交于结构面板 110 的多核芯空间架构。

可以使用现有技术中可以得到的任何发泡塑料材料作为本申请中的核芯材料，只要能够实现可以在碳纤维材料或玻璃纤维材料固化前维持一定的压力，以使得在热成型工艺中形成的核芯室墙体 130 内正交于结构面板 110，即可应用于本申请提供的技术方案，并取得预期的技术效果。举例而言，本优选实施例中采用单体粒径在 10-30 微米之间、单体密度为 1.03g/cm^3 之间、膨胀系数介于 50-70 之间的发泡材料作为核芯材料，取得了完美的纤维壳体和核芯架构同步成型效果。本优选实施例中使用的发泡材料可以在碳纤维材料或玻璃纤维材料固化前维持一定的压力（具体为在 70°C 前可以维持不低于 7kg/cm^2 的压强），从而使得在热成型工艺中形成的核芯室墙体 130 可以内正交于结构面板 110。如果使用的发泡材料不能在纤维材料固化前维持一定的压力，会使得核芯室墙体不能内正交或垂直于结构面板，进而会影响到成品的技术性能，比如抗风强度、启动扭矩和低风速捕风效率等技术参数。不失一般性，任何其他现有技术中能够得到的发泡塑料、发泡塑料组合或者发泡塑料和其他材料的组合，在满足可以在碳纤维材料或玻璃纤维材料固化前维持一定的压力，以使得在热成型工艺中形成的核芯室墙体内正交于叶片面板的前提下，均可以作为本申请中的核芯材料。因而，所有采用其他发泡塑料、发泡塑料组合或者发泡塑料和其他材料的组合进行的替换或变形，均属于本发明要求保护的范畴。作为优选，本申请使用的发泡材料的单体颗粒具有微胶囊结构，微胶囊结构包括塑胶材质的胶囊壳体，胶囊壳体内封装有发泡材料。由于微胶囊颗粒分散比较均匀，并且熔解后发泡材料的释放比较快速和集中，因而具有微胶囊结构的发泡材料具有受热均匀、导热快速、发泡同步性好等技术特点。

随着风力发电规模的不断增长和风力发电应用环境的不断发掘，风叶的体积和结构也需要不断的变化，以适应规模和应用场景的变化，这给风叶研发和制造厂商提出了更高的要求。

有别于传统的条带状叶片设计理念，本申请的发明人发现，高强度、轻量级的扇形叶片不但更加有助于提高风能的捕获效率，还使得低风速、低海拔和低扭矩的应用成为可能。在叶片长度相等的前提下，本申请提供的扇面状多核芯纤维复合材料叶片的有效捕风面积是传统条带状叶片捕风面积的 6-10 倍。现有技术中具有半核芯结构的传统风叶，以功率为 5kW 和风翼长度为 9 英尺为例，叶片的表面积约为 15 平方英尺。采用本申请提供的扇型多核芯纤维复合材料叶片，在同样是 15 平方英尺的表面积的前提下，风翼的长度仅为 2.5 英尺。

据实际检测，在 5kW 发电机组的应用中，本申请提供的扇面状多核芯纤维复合材料叶片在 11-13 英里/小时的风速下，能够以 1000-1600 转/分钟的速度运转，而提供风力的风机的转速为 3000 转/分钟。并且，在 3 英里/小时的风速条件下，还具有 0.1NM 的超低启动扭矩，而风机的总重仅为 15kg，可见，本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交叶片，可以在极低的风速下正常运转，维持持续的能量产出。

通过本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺，可以制备出具有多核芯结构且核芯的墙体内正交于叶片面板的叶片，这种多核芯墙体和面板内正交结构是目前强度最高、强重比最优化的纤维复合材料叶片结构。以 685g 总重的应用为例，叶片的最厚处尺寸为 7mm，最薄处的厚度为 3mm。

本发明提供的多核芯纤维复合材料结构件及其制作工艺中，多核芯空间架构和纤维壳体通过纤维材料和泡沫塑料热成型工艺一体成型。用于形成核芯的泡沫塑料可以在碳纤维材料或玻璃纤维材料固化前维持一定的压力，从而可以在热成型工艺中同步形成内正交于叶片面板的多个核芯室墙体。

现有技术中的各种纤维复合材料加工工艺均无法生产出本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交叶片的纤维壳体结构以及面板和核芯室墙体正交的核芯结构，所制作的条带状叶片也达不到本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交叶片的机械强度和强重比。本发明提供的多核芯纤维复合材料内正交叶片中，由于核芯室墙体内正交于叶片的叶片面板，可以允许大面积超薄型的叶片面板具有足够的强度以抵抗风力产生的压力。

现有技术中的纤维热成型风叶制品中，通过采用分立式半核芯叶片以及泡沫塑料充填结构，降低风叶的震动和噪音，提高稳定性。数十年来，在纤维热成型工艺和风叶结构方面基本没有什么创新，造成近年来风力发电整体效率不高，投入产出比较大，以及不能适用于低风速和低海拔发电的等新的应用需求。本申请通过使用高密度、低重量的发泡塑料作为核芯的芯材，以及采用扇形的大面积叶片和多核芯内正交的内部空间架构，有效降低了叶片在高速运转时候的震动和噪音，提高了叶片的稳定性，同时还具有强大的风能捕获能力以及很小的启动扭矩，可以广泛适用于住宅发电和商业写字楼发电等应用环境。

优选实施方式二：风力发电机叶片的另一个应用

图 4 所示为本申请多核芯纤维复合材料内正交结构件及其制作工艺的另一种实施方式。在本优选实施例中，壳体 10 内的核芯室 120 以及充填在核芯室 120 内的核芯 20 整体为环状结构，核芯室 120 沿着壳体 10 的圆周方向延伸，且沿着壳体 10 的径向均匀分布。与叶片的结构变化相适应，在核芯前塑体制备步骤中，用来盛放发泡材料的发泡材料容器的造型也为环状结构；在核芯前塑体装模步骤中，核芯前塑体也需要按照沿着径向均布、沿着圆周方向延伸的空间布局放置。其他方面与优选实施方式一相同，所述领域技术人员可以参照实施。

优选实施例三：厂房、居室或其他板材的应用

在本发明另一个优选实施例中，公开了一种强度高、重量轻的内正交板状结构件，该板状内正交结构件可以是平板或弧形板或曲面板，可以广泛用于制作各种板材比如居室或厂房的地板、壁板、天花板或轮船、车辆、设备的外壳结构。请参阅图 5，壳体 10 内的多个核芯室 120 为蜂窝状结构，在其他的实施例中，当然还可以开发出其他的多核芯空间架构，比如正交或斜交的网格状结构等，多个核芯室在壳体内均匀分布，且核芯室墙体内正交于壳体的面板。与结构变化相适应，在核芯前塑体制备步骤中，用来盛放发泡材料的发泡材料容器的造型也为蜂巢单元结构；在核芯前塑体装模步骤中，核芯前塑体需要按照立体蜂窝的空间架构放置并用纤维材料层封装。其他方面与优选实施方式一和优选实施例二基本相同，所述领域技术人员可以参照实施。

优选实施例四：常规风刀式或条带状风力发电机叶片的应用

将本申请优选实施例一和优选实施例二中公开的多核芯纤维复合材料内正交叶片用作风力发电机的转子叶片，无疑会取得十分有益的技术效果。其中最为简单可行的技术方案是赋予现有的风刀叶片以纤维复合材料多核芯内正交结构，使现有的风刀叶片既具有本申请前已述及的各种优点，又能完美适应已装机的各种配套设施。因此，本申请公开的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺以及相应的多核芯纤维复合材料内正交结构件在传统风刀叶片方面的直接应用，同样也属于本申请的保护范围。

需要特别说明的是，以上介绍的各种实施例以及变化的实施例，大多数是基于平面型结构面板的应用，然而，本申请提供的解决方案并不仅仅局限于平面型结构面板的应用，请参阅图 6，图 6 示出了一种不规则曲面型结构件，在该不规则曲面型结构件中，具有不规则曲面型结构面板，该不规则曲面型结构件同样具备本申请要求保护的多核芯纤维复合材料内正交结构件的所有技术特征。因而，对本申请中所记载的内正交的理解，也不仅仅限定于平面型结构面板的垂直结构，还应该包括不规则曲面型结构面板在三维空间内的正交结构。

以上结合说明书附图对本发明的优选实施例进行了详细阐述，应该说明的是，本发明的

保护范围包括但不限于上述实施例；说明书附图中公开的具体结构也只是本发明的较佳实施方式，所述领域的技术人员还可以在此基础上开发出其他实施例，任何不脱离本发明创新理念的简单变形或等同替换，均涵盖于本发明，属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺，包括：

核芯前塑体制备步骤，用薄膜材料制作用来盛放发泡材料的发泡材料容器，并将适量的发泡材料充填进发泡材料容器内，制得核芯前塑体；

核芯前塑体装模步骤，将若干个核芯前塑体制备步骤中制作的核芯前塑体按照预定的空间布局置入模具，并用纤维材料层封装所述核芯前塑体；

纤维壳体和核芯架构一体成型步骤，升高模腔温度，在发泡材料膨胀压力的作用下，核芯室墙体（130）和结构面板（110）同步成型，形成包括有至少两个核芯室（120）的结构件壳体（10）；同时，所述核芯前塑体内的发泡材料膨胀充填每个所述核芯室（120），形成核芯室墙体（130）内正交于结构面板（110）的多核芯空间架构。

2、根据权利要求1多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺，其特征在于：

所述发泡材料的单体颗粒具有微胶囊结构，所述微胶囊结构包括塑胶材质的胶囊壳体，所述胶囊壳体内封装有发泡材料。

3、根据权利要求1所述的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺，其特征在于：

所述薄膜材料包括蜡膜树脂层（1）、粘接树脂层（2）和发泡材料聚合物树脂混合物层（3）；所述发泡材料聚合物树脂混合物层（3）系由发泡材料聚合物树脂混合物涂覆而成，所述发泡材料聚合物树脂混合物中包含体积分数不低于65%的发泡材料。

4、根据权利要求1所述的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺，其特征在于：

所述薄膜材料包括粘稠状粘接物层（A*）和带有聚合物粘接剂的非水溶性蜡膜层（B）；

所述粘稠状粘接物层（A*）包括溶剂载体、发泡材料、非水溶性可膨胀粘稠状聚合物粘接剂和热敏性成型树脂，所述发泡材料均匀分布在所述溶剂载体内且在所述溶剂载体内的体积分数不低于50%。

5、一种多核芯纤维复合材料内正交结构件，包括壳体（10），其特征在于：

所述壳体（10）包括若干个结构面板（110）和设置在所述结构面板（110）之间的至少两个核芯室（120），所述至少两个核芯室（120）中每两个相邻的核芯室（120）之间设置有核芯室墙体（130），所述核芯室墙体（130）内正交于所述结构面板（110），所述壳体（10）和所述核芯室墙体（130）的材质均为碳纤维材料或玻璃纤维材料；

所述核芯室（120）内设置有由泡沫塑料构成的核芯（20）；

所述结构面板（110）、所述核芯室（120）、所述核芯室墙体（130）和所述核芯（20）通过纤维材料和泡沫塑料热成型工艺一体成型。

6、一种多核芯纤维复合材料内正交结构件，包括壳体（10），其特征在于：

所述壳体（10）包括若干个结构面板（110）和设置在所述结构面板（110）之间的至少两个

核芯室(120),所述至少两个核芯室(120)中每两个相邻的核芯室(120)之间设置有核芯室墙体(130),所述核芯室墙体(130)内正交于所述结构面板(110),所述壳体(10)和所述核芯室墙体(130)的材质均为碳纤维材料或玻璃纤维材料;

所述核芯室(120)内设置有由泡沫塑料构成的核芯(20);

所述结构面板(110)、所述核芯室(120)、所述核芯室墙体(130)和所述核芯(20)通过权利要求1-4中任一项权利要求所述的多核芯纤维复合材料内正交结构件制作工艺一体成型。

7、根据权利要求5或6所述的多核芯纤维复合材料内正交结构件,其特征在于:

该多核芯纤维复合材料内正交结构件为叶片结构,所述结构面板(110)为叶片面板;或者,该多核芯纤维复合材料内正交结构件为板材结构,所述结构面板(110)为板材面板,所述核芯室(120)呈蜂窝状分布或呈正交或斜交的网格状分布或呈条带状分布。

8、根据权利要求5或6所述的多核芯纤维复合材料内正交结构件,其特征在于:

所述壳体(10)为扇面状造型,所述核芯室(120)沿着所述壳体(10)的径向延伸,并沿着所述壳体(10)的圆周方向均匀分布;或者,所述核芯室(120)沿着所述壳体(10)的圆周方向延伸,并沿着所述壳体(10)的径向均匀分布。

9、根据权利要求5或6所述的多核芯复合材料内正交结构件,其特征在于:所述核芯(20)充满所述核芯室(120)。

10、根据权利要求5或6所述的多核芯复合材料内正交结构件,其特征在于:所述壳体(10)为封闭型壳体。

11、一种薄膜材料,其特征在于:包括蜡膜树脂层(1)、粘接树脂层(2)和发泡材料聚合物树脂混合物层(3);所述发泡材料聚合物树脂混合物层(3)系由发泡材料聚合物树脂混合物涂覆而成,所述发泡材料聚合物树脂混合物中包含体积分数不低于65%的发泡材料。

12、一种薄膜材料,其特征在于:包括粘稠状粘接物层(A*)和带有聚合物粘接剂的非水溶性蜡膜层(B);所述粘稠状粘接物层(A*)包括溶剂载体、发泡材料、非水溶性可膨胀粘稠状聚合物粘接剂和热敏性成型树脂,所述发泡材料均匀分布在所述溶剂载体内且在所述溶剂载体内的体积分数不低于50%。