



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119981254 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202510407919.0

(22) 申请日 2025.04.02

(71) 申请人 华南理工大学建筑设计研究院有限公司

地址 510655 广东省广州市天河区华南理工大学设计院楼内

(72) 发明人 苏朝浩 罗建河 郑少鹏 胡楠
王子安

(74) 专利代理机构 北京知艺互联知识产权代理有限公司 16137

专利代理师 孟晨光

(51) Int. Cl.

E04B 1/34 (2006.01)

E04G 21/14 (2006.01)

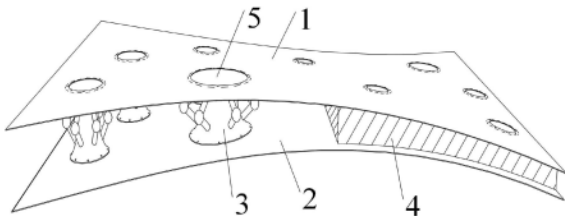
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件及制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件及制作方法,属于建筑工程及增材制造技术领域。该构件包括上下两层板材、中间开洞状3D打印连接件、两层板材间空腔的填充材料;制作时,先组装上下两层板件与中间开洞状3D打印连接件,形成一个带有空腔的双层结构,然后再往空腔浇灌填充材料,形成一个厚度可变的带开洞状态的整体壳体构件。3D打印连接件起结构加强作用,可显著提升壳体强度、刚度及稳定性等结构性能,且据具体位置的厚度和尺度大小要求,可定制化设计和3D打印制作,对于异形壳体具有更优的适配性,同时壳体厚薄可变、形态自由,带有透光或发光孔洞,具有更丰富的空间效果和艺术表现力。



1. 一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件,其特征在于:包括上层板材和下层板材,所述上层板材和所述下层板材之间设置有3D打印连接件以及空腔填充层;

所述上层板材和所述下层板材上均开设有洞口,所述洞口的边缘均匀开设有钉孔;

所述3D打印连接件为中空封闭结构,上下端面开设有孔洞,所述3D打印连接件通过螺栓或铆钉穿过所述钉孔和所述孔洞与所述上层板材以及所述下层板材固定连接。

2. 根据权利要求1所述的一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件,其特征在于:所述3D打印连接件的外壁上设置有突起。

3. 根据权利要求2所述的一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件,其特征在于:所述突起为圆柱形或圆锥形。

4. 根据权利要求1所述的一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件,其特征在于:所述上层板材和所述下层板材为铝合金板或钢板。

5. 根据权利要求1所述的一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件,其特征在于:所述洞口为多边形、圆形或者自由曲线形。

6. 如权利要求1-5任一项所述的一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件的制作方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、根据设计模型生成三维数据,打印3D打印连接件;

S2、将上层板材、下层板材与3D打印连接件通过螺栓或铆钉连接,形成空腔结构;

S3、向空腔内灌注填充材料,固化形成空腔填充层。

7. 根据权利要求6所述的一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件的制作方法,其特征在于:所述S1中,3D打印连接件由塑料或金属材料3D打印而成。

8. 根据权利要求6所述的一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件的制作方法,其特征在于:所述S3中,填充材料为混凝土或树脂材料。

一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件及制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑结构工程及增材制造技术领域,尤其是涉及一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件及制作方法。

背景技术

[0002] 现有壳体结构在工程应用中普遍存在以下技术瓶颈,严重制约了其在复杂建筑形态与功能性需求场景中的推广:

[0003] 一、传统壳体力学性能局限性

[0004] 单一厚度设计的固有缺陷:常规壳体多采用等厚度设计,无法根据受力分布进行局部厚度优化,导致材料利用率低。例如,在受弯矩较大的区域,薄壁结构易产生塑性铰;而在受力较小的区域,厚壁设计则造成冗余质量。

[0005] 夹层填充结构的力学缺陷:传统夹层壳体(如蜂窝芯、泡沫填充)虽能部分提升刚度,但其与面板的连接强度不足,易在长期荷载作用下发生脱胶或分层。

[0006] 以上两种传统壳体的结构难以适应复杂力学工况(如非均匀荷载、弯扭组合应力)。

[0007] 二、异形壳体适配性困境

[0008] 传统连接件的几何约束:钢制肋条、木制支撑等常规连接件依赖模具加工,对自由曲面、变厚度壳体适配性低。

[0009] 定制化生产效率低下:针对复杂曲面需逐件定制连接件,生产周期长,且模具损耗率高。

[0010] 三、美学与功能协同难题

[0011] 透光孔洞的功能性与安全性矛盾:传统壳体透光孔洞多采用后期机械开孔,破坏面板完整性,且投用后容易出现局部开裂问题。

[0012] 装饰性需求与结构强度的冲突:传统壳体难以实现复杂曲面造型,而且为满足建筑师对镂空、渐变等艺术效果的追求,常需牺牲结构性能,难以实现力学性能与美学设计的统一。

[0013] 因此,传统壳体结构存在在复杂工况下的强度不足、异形适配性差及施工效率低等问题,难以满足现代建筑对壳体结构的需求,亟待通过创新性的结构形式与制造工艺突破现有局限。

发明内容

[0014] 本发明的目的是提供一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件及制作方法,通过3D打印连接件的定制化设计与空腔填充材料的协同作用,制得了一种厚度可变、力学性能优越且可快速组装的异形开洞壳体构件,解决传统壳体结构在复杂工况下的强度不足、异形适配性差及施工效率低等问题,并赋予壳体透光、渐变形态等艺术表现功能。

[0015] 为实现上述目的,本发明提供了一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件,

包括上层板材和下层板材,所述上层板材和所述下层板材之间设置有3D打印连接件以及空腔填充层;

[0016] 所述上层板材和所述下层板材上均开设有洞口,所述洞口的边缘均匀开设有钉孔;

[0017] 所述3D打印连接件为中空封闭结构,上下端面开设有孔洞,所述3D打印连接件通过螺栓或铆钉穿过所述钉孔和所述孔洞与所述上层板材以及所述下层板材固定连接。

[0018] 优选的,所述3D打印连接件的外壁上设置有突起,用于增强与空腔填充层的咬合,有效防止其脱离和滑移。

[0019] 优选的,所述突起为圆柱形或圆锥形。

[0020] 优选的,所述上层板材和所述下层板材为铝合金板或钢板。

[0021] 优选的,所述洞口为多边形、圆形或者自由曲线形。

[0022] 本发明还提供了上述一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件的制作方法,包括以下步骤:

[0023] S1、根据设计模型生成三维数据,打印3D打印连接件;

[0024] S2、将上层板材、下层板材与3D打印连接件通过螺栓或铆钉连接,形成空腔结构;

[0025] S3、向空腔内灌注填充材料,固化形成空腔填充层。

[0026] 优选的,所述S1中,3D打印连接件由塑料或金属材料3D打印而成,可以加强壳体的结构性能。

[0027] 优选的,所述S3中,填充材料为混凝土或树脂材料。

[0028] 因此,本发明提供的一种用3D打印连接件加强的异形开洞壳体构件及制作方法,具有以下有益效果:

[0029] (1) 力学性能提升:3D打印连接件充当内部加强肋,与空腔填充层协同抵抗剪切力,壳体整体刚度得到了显著提升,可作为平面受力构件、竖向受力构件以及空间受力构件使用;

[0030] (2) 无模板施工:上层板材和下层板材可以兼作浇筑模板,节省传统模板材料;

[0031] (3) 艺术与功能融合:3D连接件为中空透光设计(如透明树脂材质+孔洞阵列),可以实现动态光影效果,满足建筑美学需求;

[0032] (4) 对于异形壳体具有更优的适配性:3D打印连接件可以根据壳体具体位置的厚度和尺度大小要求,定制化设计和3D打印制作,对于异形壳体具有更优的适配性,空间适应性更强;

[0033] (5) 快速定制化生产:3D打印连接件可适配任意异形洞口,且上下两层板材和3D打印连接件可通过螺栓或铆钉连接,组装快捷简便,缩短设计到安装周期。

[0034] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0035] 图1是本发明变厚度壳体剖面图;

[0036] 图2是本发明壳体构件爆炸图;

[0037] 附图标记说明:

[0038] 1、上层板材;2、下层板材;3、3D打印连接件;4、空腔填充层;5、洞口;6、钉孔;7、孔

洞;8、铆钉;9、突起。

具体实施方式

[0039] 以下通过附图和实施例对本发明的技术方案作进一步说明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围,其他的任何未违背本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代,组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。此外应理解,在阅读了本发明的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围,都属于本发明保护的范围。

[0040] 在本文中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中各个位置出现的“实施例”一词并不一定指代相同的实施例,亦不特别限定其与其它实施例之间的独立性或关联性。原则上,在本申请中,只要不存在技术矛盾或冲突,各实施例中所提到的各项技术特征均可以以任意方式进行组合,以形成相应的可实施的技术方案。

[0041] 除非另有定义,本文所使用的技术术语的含义与本申请所属技术领域的技术人员通常理解的含义相同;本文中对相关术语的使用只是为了描述具体的实施例,而不是旨在限制本申请。

[0042] 本发明中若无特殊说明,所采用的试剂、仪器、设备等均为该领域技术人员常规用到的试剂、仪器和设备。

[0043] 以下实施例的材料选择:

[0044] 上层板材和下层板材:1.5mm厚铝合金板,抗拉强度 $\geq 300\text{MPa}$;

[0045] 3D打印连接件:透明PC塑料(透光率 $\geq 85\%$),高度梯度变化(50mm~120mm),外壁锥形突起高度8mm;

[0046] 填充材料:C40轻质混凝土(密度 1800kg/m^3)。

[0047] 实施例1

[0048] 本实施例提供了一种用3D打印连接件加强的曲面屋顶壳体构件,如图1所示,为本实施例变厚度壳体剖面图,示意上下两层板材与3D打印连接件及填充层的关系以及壳体的厚度变化;如图2是本实施例壳体构件爆炸图,示意上下两层板材与3D打印连接件的装配关系。具体的,曲面屋顶壳体构件包括上层板材1和下层板材2,上层板材1和下层板材2之间设置有3D打印连接件3以及空腔填充层4。

[0049] 上层板材1和下层板材2上均开设有圆形洞口5,洞口5的边缘均匀开设有钉孔6,3D打印连接件3为中空环壁封闭结构,上下端面开设有孔洞7,3D打印连接件3通过螺栓或铆钉8穿过钉孔6和孔洞7与上层板材1以及下层板材2固定连接。3D打印连接件3的外壁上设置有圆柱形突起9,用于增强与空腔填充层4的咬合,有效防止其脱离和滑移。

[0050] 实施例2

[0051] 本实施例提供了上述一种用3D打印连接件加强的曲面屋顶壳体构件的制作方法,具体的,包括以下步骤:

[0052] 步骤1:根据屋顶曲面模型生成连接件三维数据,确保其外轮廓与上层板材和下层板材的洞口边缘匹配,并通过有限元分析优化连接件分布密度;

[0053] 步骤2:采用FDM工艺打印3D打印连接件,打印层厚0.2mm,填充率80%;

[0054] 步骤3:将3D打印连接件与预开孔上层板材和下层板材用不锈钢铆钉连接,空腔最大厚度120mm(中央承重区)、最小厚度50mm(边缘区域);

[0055] 步骤4:从底部注浆孔向空腔内泵送混凝土,每层浇筑厚度 $\leq 30\text{mm}$,插入式振捣器密实,自然养护7天固化形成空腔填充层。

[0056] 效果验证:

[0057] 极限承载力测试:均布荷载达 15kN/m^2 时未发生屈曲破坏(对比无连接件结构提升45%)。

[0058] 透光效果:日间自然光通过连接件孔洞形成散射光斑,夜间内置LED灯带实现穿孔照明。

[0059] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其进行限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而这些修改或者等同替换亦不能使修改后的技术方案脱离本发明技术方案的精神和范围。

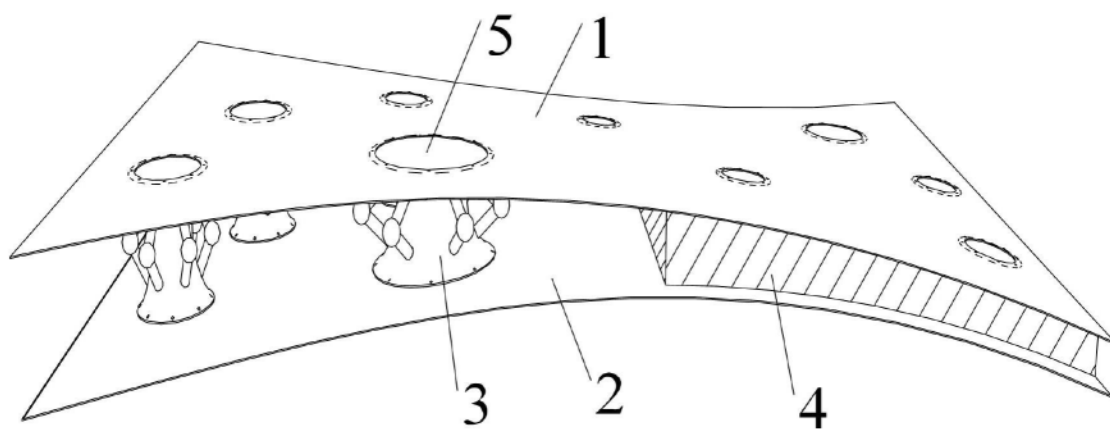


图1

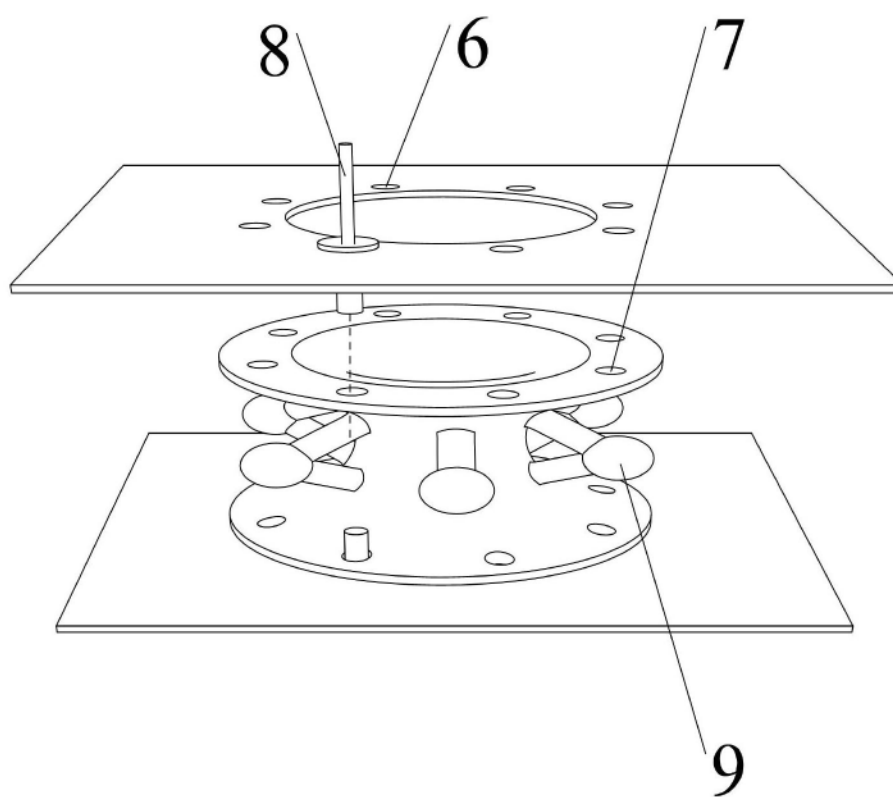


图2