



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113389128 A

(43) 申请公布日 2021.09.14

(21) 申请号 202110411024.6

(22) 申请日 2021.04.16

(71) 申请人 北京林业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路35号

(72) 发明人 孟鑫淼 潘晟羲 毕彦斌 颜欣
李翔

(51) Int. Cl.

E01D 2/02 (2006.01)

E01D 19/00 (2006.01)

E01D 101/10 (2006.01)

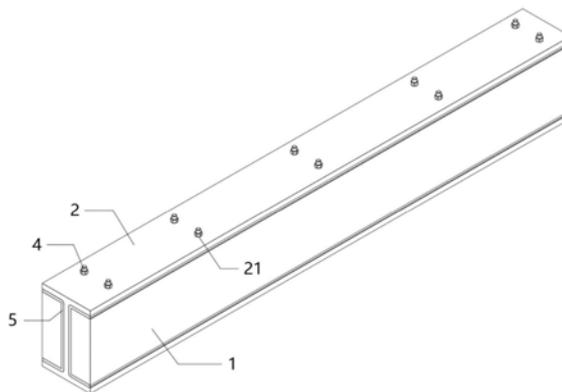
权利要求书3页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构及其制造方法

(57) 摘要

本发明公开了考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构及其制造方法。所述的FRP-集成竹新型组合梁结构,其中具体包括集成竹材,FRP拉挤型材:等厚和不等厚集成竹材连接在FRP两端、集成竹材填充FRP凹陷处、外部FRP、内填集成竹材,螺栓,螺栓贯穿FRP和集成竹,连接两个构件;胶粘剂,胶粘剂均匀涂在FRP和集成竹表面,连接两个构件。这四种组合方式的连接方式分别为胶接、螺栓连接、胶栓连接和铆钉连接。所述FRP-集成竹组合梁可以有效避免集成竹材易开裂的性能缺陷,用耐腐蚀和力学性能良好的FRP材料约束集成竹材,可提升集成竹材力学性能,进而提高组合梁的承载与变形能力,最终扩大竹木结构在土木工程领域内的应用范围,实现环保与经济效益。



1. 考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构,其特征在于,包括:

集成竹梁(1),所述集成竹梁符合实际建筑结构;

FRP拉挤型材(2、3),所述FRP拉挤型材位置为所述集成竹材连接在FRP拉挤型材两端、集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处、外部FRP拉挤型材、内填集成竹材,所述FRP形状包括:工字型、方管型等中的至少一种。

螺栓(4),所述螺栓贯穿FRP拉挤型材和集成竹,所述螺栓连接两个构件。

结构胶(5),所述胶粘剂设于FRP拉挤型材和集成竹表面,所述胶粘剂连接两个构件。

铆钉(6),所述铆钉贯穿FRP拉挤型材和集成竹,所述铆钉连接两个构件。

2. 根据权利要求1所述的考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构,其特征在于,所述FRP拉挤型材长度为L,所述集成竹材连接在FRP拉挤型材两端搭接长度不小于L;所述FRP拉挤型材长度为L,所述集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处长度不小于L;所述FRP拉挤型材长度为L,所述集成竹材内填FRP拉挤型材长度不小于L,所述FRP拉挤型材包裹集成竹材。

3. 根据权利要求1所述的考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构,其特征在于,所述FRP拉挤型材包括工字型、方管型中的至少一种;所述集成竹材和FRP拉挤型材部分开设有螺栓孔或铆钉孔,组合梁结构组件还包括螺栓或铆钉,所述螺栓或铆钉与所述螺栓孔或铆钉孔配合;所述FRP拉挤型材截面宽度为B,高度为H,所述螺栓或铆钉间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间,所述螺栓或铆钉间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间。

4. 考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,其特征在于,所述考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构为根据权利要求1~3中任意一项所述的FRP-集成竹新型组合梁结构,所述制造方法包括如下步骤:

S10、所述集成竹材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述集成竹材的表面,以在所述集成竹材的表面形成组合区域;

S20、所述工字型FRP拉挤型材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述工字型FRP拉挤型材的表面,以在所述工字型FRP拉挤型材的表面形成组合区域;

S30、比较所述集成竹材和工字型FRP拉挤型材两者长度、截面宽度、截面高度,将两者切割成相同长度L,能够吻合连接的宽度和高度,以至于等厚和不等厚集成竹材能在工字型FRP拉挤型材两端组合;

S40、根据尺寸范围,所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的所述螺栓孔位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在工字型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;根据尺寸范围,在所述FRP拉挤型材上标注铆钉孔的位置,根据标注出的所述铆钉孔位置在所述集成竹相应位置上标注铆钉孔的位置,将铆钉穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;形成四种不同连接方式的组合梁。

5. 根据权利要求4所述的考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,其特征在于,所述等厚或不等厚集成竹材在所述工字型FRP拉挤型材两端组合;所述

螺栓或铆钉间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、所述螺栓或铆钉间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间。

6. 考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,其特征在於,所述考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构为根据权利要求1~3中任意一项所述的FRP-集成竹新型组合梁结构,所述制造方法包括如下步骤:

S10、所述集成竹材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述集成竹材的表面,以在所述集成竹材的表面形成组合区域;

S20、所述工字型FRP拉挤型材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述工字型FRP拉挤型材的表面,以在所述工字型FRP拉挤型材的表面形成组合区域;

S30、比较所述集成竹材和工字型FRP拉挤型材两者长度、截面宽度、截面高度,将两者切割成相同长度L,能够吻合连接的宽度和高度,以至於集成竹材能在工字型FRP拉挤型材凹陷处组合;

S40、根据尺寸范围,所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的所述螺栓孔位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在工字型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;根据尺寸范围,在所述FRP拉挤型材上标注铆钉孔的位置,根据标注出的所述铆钉孔位置在所述集成竹相应位置上标注铆钉孔的位置,将铆钉穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;形成四种不同连接方式的组合梁。

7. 根据权利要求6所述的考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,其特征在於,所述集成竹材在所述工字型FRP拉挤型材凹陷处组合。

8. 考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,其特征在於,所述考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构为根据权利要求1~3中任意一项所述的FRP-集成竹新型组合梁结构,所述制造方法包括如下步骤:

S10、所述集成竹材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述集成竹材的表面,以在所述集成竹材的表面形成组合区域;

S20、所述方管型FRP拉挤型材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述方管型FRP拉挤型材的表面,以在所述方管型FRP拉挤型材的表面形成组合区域;

S30、比较所述集成竹材和方管型FRP拉挤型材两者长度、截面宽度、截面高度,将两者切割成相同长度L,能够吻合连接的宽度和高度,以至於集成竹材能在方管型FRP拉挤型材内部填入组合;

S40、根据尺寸范围,所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的所述螺栓孔位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在工字型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;根据尺寸范围,在所述FRP拉挤型材上标注铆钉孔的位置,根据标注出的所述铆钉孔位置在所述集成竹相应位置上标注铆钉孔的位置,将铆钉穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;形成四种不同连接方式的组

合梁。

9. 根据权利要求8所述的考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,其特征在於,所述集成竹材在所述方管型FRP拉挤型材内部填入组合。

10. 根据权利要求4~9中任意一项所述的考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,其特征在於,所述FRP拉挤型材和集成竹通过不同组合和连接方式成为组合梁结构。

考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构及其制造方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及土木工程领域，尤其是涉及多种考虑界面滑移效应的 FRP-集成竹新型组合梁结构及其制造方法。

背景技术：

[0002] 相关技术中，中国是世界竹材的中心产区之一，竹林面积占全球竹材种植面积的四分之一。随着能源枯竭和环境恶化，高能耗、高污染的传统建筑结构亟待转型升级，竹产业的高质量和高附加值正是推进生态文明建设的最好诠释。组合结构已经成土木工程行业研究热点，将FRP和集成竹组合，可以优势互补，是满足生态文明建筑组合。

[0003] 集成竹相较于传统原竹有轻质高强、力学性能好的优点，但耐久性差、弹性模量低限制其发展。而FRP材料轻质、高强、耐久耐腐蚀性好，正好可以弥补集成竹的缺陷，将两者结合在一起实现 $1+1>2$ 的效果。

[0004] 在组合结构研究中，界面滑移效应影响组合梁性能的重要因素。针对在组合结构中减少界面滑移影响，国内外已有一定的实践研究及理论依据。目前工程实践中，连接方式大多为两种，胶结和螺栓连接，胶结操作方便但强度低、易脆性断裂，螺栓连接不易破坏但滑移大，合理的连接方式是实现FRP-集成竹新型组合梁的重要前提。

发明内容：

[0005] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明的一个目的在于提出多种考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构，该FRP-集成竹新型组合梁结构，能够有效减小集成竹材易开裂的性能缺陷，同时大幅度提高集成竹梁的承载能力和变形能力，使其受力性能更为稳定，并且耐腐蚀，耐久性能好，符合绿色环保理念。

[0006] 本发明的另一个目的在于提出多种考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构及其制造方法。

[0007] 根据本发明第一方面实施例的多种考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构，包括：集成竹材，FRP拉挤型材：等厚和不等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端、集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处、外部FRP拉挤型材、内填集成竹材，螺栓，螺栓贯穿FRP拉挤型材和集成竹，螺栓连接两个构件；结构胶，设于FRP拉挤型材和集成竹表面，连接两个构件；铆钉，铆钉贯穿FRP拉挤型材和集成竹。这四种组合方式分别用胶接、螺栓连接、胶栓连接、铆钉连接。

[0008] 根据本发明第一方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构，由于本发明实施例的FRP-集成竹新型组合梁结构，可以有效减小集成竹材易开裂的性能缺陷，同时大幅度提高集成竹梁的承载能力和变形能力，使其受力性能更为稳定，并且耐腐蚀，耐久性能好，符合绿色环保理念，用FRP增强集成竹梁结构整体的施工方便，成本低，实用性更广泛，通过胶接、栓接和胶栓接能够降低界面滑移效应对组合结构

力学性能的负面影响。

[0009] 在本发明的一些实施例中,所述FRP拉挤型材长度为L,所述集成竹材连接在FRP拉挤型材两端搭接长度不小于L;所述FRP拉挤型材长度为L,所述集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处长度不小于L;所述FRP拉挤型材长度为L,所述集成竹材内填FRP拉挤型材长度不小于L,所述FRP拉挤型材包裹集成竹材。

[0010] 在本发明的一些实施例中,所述FRP拉挤型材包括工字型、方管型中的至少一种。

[0011] 在本发明的一些实施例中,所述集成竹材和FRP拉挤型材部分开设有螺栓孔或铆钉孔,组合梁结构组件还包括螺栓或铆钉,所述螺栓或铆钉与所述螺栓孔或铆钉孔配合。

[0012] 在本发明的一些实施例中,所述FRP拉挤型材截面宽度为B,高度为H,所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间,所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间。

[0013] 根据本发明第二方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,包括步骤如下:

[0014] S10、所述集成竹材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述集成竹材的表面,以在所述集成竹材的表面形成组合区域;

[0015] S20、所述工字型FRP拉挤型材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述工字型FRP拉挤型材的表面,以在所述工字型FRP拉挤型材的表面形成组合区域;

[0016] S30、比较所述集成竹材和工字型FRP拉挤型材两者长度、截面宽度、截面高度,将两者切割成相同长度L,能够吻合连接的宽度和高度,以至于等厚和不等厚集成竹材能在工字型FRP拉挤型材两端组合;

[0017] S40、根据尺寸范围,所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的所述螺栓孔位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在工字型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;根据尺寸范围,在所述FRP拉挤型材上标注铆钉孔的位置,根据标注出的所述铆钉孔位置在所述集成竹相应位置上标注铆钉孔的位置,将铆钉穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;形成四种不同连接方式的组合梁。

[0018] 根据本发明第二方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,采用此制造方法,施工方便,成本低,不需要大型的即可制造,应用性广泛。同时集成竹材在FRP两端易于观察组合构件相对位置。

[0019] 根据本发明第三方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,包括步骤如下:

[0020] S10、所述集成竹材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述集成竹材的表面,以在所述集成竹材的表面形成组合区域;

[0021] S20、所述工字型FRP拉挤型材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述工字型FRP拉挤型材的表面,以在所述工字型FRP拉挤型材的表面形成组合区域;

[0022] S30、比较所述集成竹材和工字型FRP拉挤型材两者长度、截面宽度、截面高度,将两者切割成相同长度L,能够吻合连接的宽度和高度,以至于集成竹材能在工字型FRP拉挤

型材凹陷处组合；

[0023] S40、根据尺寸范围,所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B\sim B$ 或 $1/3H\sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L\sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的所述螺栓孔位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在工字型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;根据尺寸范围,在所述FRP拉挤型材上标注铆钉孔的位置,根据标注出的所述铆钉孔位置在所述集成竹相应位置上标注铆钉孔的位置,将铆钉穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;形成四种不同连接方式的组合梁。

[0024] 根据本发明第三方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,采用此制造方法,施工方便,成本低,不需要大型的即可制造,应用性广泛。同时集成竹材在工字型FRP拉挤型材凹陷处组合,减小组合梁的空间体积,将两种材料紧密组合在一起。

[0025] 根据本发明第四方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,包括步骤如下:

[0026] S10、所述集成竹材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述集成竹材的表面,以在所述集成竹材的表面形成组合区域;

[0027] S20、所述方管型FRP拉挤型材以水平方向放置,切割并清洁需要组合的所述方管型FRP拉挤型材的表面,以在所述方管型FRP拉挤型材的表面形成组合区域;

[0028] S30、比较所述集成竹材和方管型FRP拉挤型材两者长度、截面宽度、截面高度,将两者切割成相同长度 L ,能够吻合连接的宽度和高度,以至于集成竹材能在方管型FRP拉挤型材内部填入组合;

[0029] S40、根据尺寸范围,所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B\sim B$ 或 $1/3H\sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L\sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的所述螺栓孔位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在工字型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;根据尺寸范围,在所述FRP拉挤型材上标注铆钉孔的位置,根据标注出的所述铆钉孔位置在所述集成竹相应位置上标注铆钉孔的位置,将铆钉穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;形成四种不同连接方式的组合梁。

[0030] 根据本发明第四方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,采用此制造方法,施工方便,成本低,不需要大型的即可制造。同时集成竹材在方管型FRP拉挤型材内部填入组合,减少组合梁的空间体积,FRP四周包围集成竹材,增强力学性能。

[0031] 在本发明的一些实施例中,所述集成竹和FRP拉挤型材通过不同组合和连接方式成为组合梁结构,形式多种多样。

[0032] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明：

[0033] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。其中:

[0034] 图1根据本发明实施例的胶栓连接的、集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的立面图;

[0035] 图2是根据本发明实施例的螺栓连接的、等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0036] 图3是根据本发明实施例的胶接的、等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0037] 图4是根据本发明实施例的胶栓连接的、等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0038] 图5是根据本发明实施例的铆钉连接的、等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0039] 图6是根据本发明实施例的螺栓连接的、不等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0040] 图7是根据本发明实施例的胶接的、不等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0041] 图8是根据本发明实施例的胶栓连接的、不等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0042] 图9是根据本发明实施例的铆钉连接的、不等厚集成竹材连接在FRP拉挤型材两端的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0043] 图10是根据本发明实施例的螺栓连接的、集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0044] 图11是根据本发明实施例的胶接的、集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0045] 图12是根据本发明实施例的胶栓连接的、集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0046] 图13是根据本发明实施例的铆钉连接的、集成竹材填充FRP拉挤型材凹陷处的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0047] 图14是根据本发明实施例的螺栓连接的、外部FRP拉挤型材、内填集成竹材的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0048] 图15是根据本发明实施例的胶接的、外部FRP拉挤型材、内填集成竹材的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0049] 图16是根据本发明实施例的胶栓连接的、外部FRP拉挤型材、内填集成竹材的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0050] 图17是根据本发明实施例的铆钉连接的、外部FRP拉挤型材、内填集成竹材的FRP-集成竹新型组合梁结构组件的一种实施方式的截面图;

[0051] 附图标记:

- [0052] FRP-集成竹新型组合梁结构组件1000;
- [0053] 集成竹材1;
- [0054] 工字型FRP拉挤型材2;螺栓孔21;铆钉孔22;
- [0055] 方管型FRP拉挤型材3;螺栓孔31;铆钉孔32
- [0056] 螺栓4;
- [0057] 结构胶5;
- [0058] 铆钉6。

具体实施方式:

[0059] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0060] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0061] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0062] 下面参考图2-图17描述根据本发明第一方面实施例的考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构1000。

[0063] 如图2-图17所示,考虑界面滑移效应的多种FRP-集成竹新型组合梁结构1000,包括:集成竹材1,工字型FRP,拉挤型材2,方管型FRP拉挤型材3,螺栓4,结构胶5,铆钉6。

[0064] 如图2-图17所示,集成竹材1设于工字型FRP拉挤型材2或方管型FRP拉挤型材3的空隙处。

[0065] 具体地,如图2-图9所示,等厚或不等厚集成竹材1设于工字型FRP拉挤型材2的两端,由此工字形FRP拉挤型材2的左右存在空缺,可填充其他材料组件。FRP拉挤型材2可以对集成竹材1起到增强横向和纵向强度的作用,防止集成竹材1从内部发生干裂或抑制集成竹材1的进一步开裂,提升集成竹材1的力学性能,还可以大幅提高集成竹材1的耐久耐腐蚀性,增加新型组合梁整体的受力稳定性。等厚和不等厚集成竹材连接在FRP两端影响整体力学性能。

[0066] 具体地,如图10-图13所示,集成竹材1设于工字型FRP拉挤型材2的凹陷处,使两者更加紧密结合,其效果类似于在实心集成竹内部进行加固。FRP拉挤型材2可以对集成竹材1起到增强横向和纵向强度的作用,防止集成竹材1从内部发生干裂或抑制集成竹材1的

进一步开裂,提升集成竹材1的力学性能,还可以大幅提高集成竹材1的耐久耐腐蚀性,增加新型组合梁整体的受力稳定性。

[0067] 具体地,如图14图17所示,集成竹材1设于方管型FRP拉挤型材3的内部空腔中,对集成竹材1起到类似环向加固作用,防止集成竹材1从内部发生干裂或抑制集成竹材1的进一步开裂,提升集成竹材1的力学性能,还可以大幅提高集成竹材1的耐久耐腐蚀性,增加新型组合梁整体的受力稳定性。

[0068] 其中,FRP拉挤型材形状包括:工字型、方管型。

[0069] 其中,每种组合梁包括4种连接方式:螺栓连接,胶接,胶栓连接,铆钉连接。

[0070] 也就是说,集成竹材1和FRP拉挤型材的连接方式多种多样。可以如图2、图4、图10、图14所示采用螺栓连接,也可以如图3、图7、图11、图15所示采用胶接,还可以如图4、图8、图12、图16所示,选用胶栓连接,更可以如图5、图9、图13、图17所示采用铆钉连接。可以使FRP拉挤型材和集成竹材1根据实际情况的需要选择不同的连接方式以满足具体的强度需要。

[0071] 由此可知,通过螺栓连接、胶接、胶栓连接或铆钉连接集成竹材1和FRP拉挤型材2或3形成FRP-集成竹组合梁,减少相对错动的情况,降低组合结构中界面滑移效应对力学性能的负面影响,加强组合结构的整体性能和承载能力。且连接方式操作简单方便,材料易得,成本低,连接后即达到增强效果。

[0072] 如图2、图4、图10、图14所示,采用螺栓连接将集成竹材1和FRP拉挤型材2或3组合起来,根据四种组合方式和尺寸范围:所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的所述螺栓孔位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,螺栓4贯穿两者,形成组合梁。

[0073] 如图3、图7、图11、图15所示,采用胶接将集成竹材1和FRP拉挤型材2或3组合起来,在FRP拉挤型材的工字型上下两端或中间凹陷处或方管型内表面涂刷结构胶5,将集成竹粘贴固化在一起,形成组合梁。

[0074] 如图4、图8、图12、图16所示,采用胶栓连接将集成竹材1和FRP拉挤型材2或3组合起来,根据四种组合方式和尺寸范围:所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的所述螺栓孔位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,在FRP拉挤型材的工字型上下两端或中间凹陷处或方管型内表面涂刷结构胶5,将集成竹粘贴固化在一起,根据标注出的所述螺栓孔位置将螺栓4穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹,形成组合梁。

[0075] 如图5、图9、图13、图17所示,采用铆钉连接将集成竹材1和FRP拉挤型材2或3组合起来,根据四种组合方式和尺寸范围:所述铆钉间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、所述铆钉间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,在所述FRP拉挤型材上标注铆钉孔的位置,根据标注出的所述铆钉孔位置在所述集成竹相应位置上标注铆钉孔的位置,铆钉4贯穿两者,形成组合梁。

[0076] 根据本发明第一方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构1000,由于本发明实施例的FRP-集成竹新型组合梁结构1000,可以能够有效减小集成竹材

1易开裂的性能缺陷,同时大幅度提高集成竹梁的承载能力和变形能力,使其受力性能更为稳定,并且FRP拉挤型材2或3增强耐腐蚀,耐久性能,符合绿色生态环保理念,用FRP增强集成竹梁结构整体的施工方便,成本低,实用性更广泛,通过胶接、栓接和胶栓接能够降低界面滑移效应对组合结构力学性能的负面影响。

[0077] 进一步地,本发明实施例中的FRP-集成竹新型组合梁1000,其FRP拉挤型材的具体实施形式有多种。在应用中,在要求便于施工且受力要求较低的情况下,可以采用工字型FRP拉挤型材,并使用胶连接。在要求长期重载的情况下时,对受力的要求很高,此时可以采用方管型FRP拉挤型材,并使用胶栓连接。当然,具体实施形式的选择要根据集成竹1作为结构构件的受力要求而定。

[0078] 由此,本发明实施例中的FRP拉挤型材具有轻质高强耐腐蚀的特点,还可以广泛应用于增强和加固混凝土结构、钢结构和木结构,现有研究表明,合理的加固方式可以有效提高构件的承载力和延展性。

[0079] 如图2-图9所示,工字型FRP拉挤型材2长度为L,截面宽度为B,截面高度为H,若为不等高,两侧截面高度差为 $1/3H\sim 1/2H$,单侧集成竹材1搭接长度不小于为L,宽度不小于截面B,高度为 $1/4H\sim 1/3H$ 。

[0080] 具体地,螺栓孔21位置布置:所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B\sim B$ 或 $1/3H\sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L\sim 1/6L$ 之间。螺栓4直径为D,所选螺栓直径D不得大于 $1/20B$,螺栓长度大于H但需小于 $2H$ 。螺栓孔直径同螺栓4直径D,为拧紧牢固可略小于D,但不得小于 $9/10D$ 。工字型FRP拉挤型材2单侧上下皆设一列螺栓孔21,由此工字型FRP拉挤型材2上共设4列螺栓孔21。涉及胶接时,所涂抹的建筑结构胶高度不得大于 $1/20H$ 。铆钉6和铆钉孔22位置与螺栓和螺栓孔位置尺寸关系相同。

[0081] 如图10-图13所示,工字型FRP拉挤型材2长度为L,单侧凹陷处截面宽度为B,截面高度为H,集成竹材1搭接长度不小于为L,宽度不大于工字型单侧凹陷处截面B和H,应做到近似吻合效果。

[0082] 具体地,螺栓孔21位置布置:所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B\sim B$ 或 $1/3H\sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L\sim 1/6L$ 之间。螺栓4直径为D,所选螺栓直径D不得大于 $1/20B$,螺栓长度大于H但需小于 $2H$ 。螺栓孔直径同螺栓4直径D,为拧紧牢固可略小于D,但不得小于 $9/10D$ 。工字型FRP拉挤型材2单侧上下皆设一列螺栓孔21,由此工字型FRP拉挤型材2上共设4列螺栓孔21。涉及胶接时,所涂抹的建筑结构胶高度不得大于 $1/20H$ 。铆钉6和铆钉孔22位置与螺栓和螺栓孔位置尺寸关系相同。

[0083] 如图14-图17所示例,方管型FRP拉挤型材3的长度为L,内部空腔截面宽度为B,高度为H,集成竹材1搭接长度不小于为L,宽度不大于方管型内部空腔截面B和H,应做到近似吻合效果。

[0084] 具体地,螺栓孔31位置布置:所述螺栓间距离在截面中位于 $1/3B\sim B$ 或 $1/3H\sim H$ 之间、所述螺栓间距离在长度上位于 $1/4L\sim 1/6L$ 之间。螺栓4直径为D,所选螺栓直径D不得大于 $1/20B$,螺栓长度大于H但需小于 $2H$ 。螺栓孔直径同螺栓4直径D,为拧紧牢固可略小于D,但不得小于 $9/10D$ 。方管型FRP拉挤型材3每边可设置两个螺栓孔31,上下左右四边即共有8个螺栓孔31。涉及胶接时,所涂抹的建筑结构胶高度不得大于 $1/20H$ 。铆钉6和铆钉孔32位置与螺栓和螺栓孔位置尺寸关系相同。

[0085] 下面根据图2-图9,描述本发明第二方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,包括步骤如下:

[0086] S10、集成竹材1以水平方向放置,切割并清洁需要组合的集成竹材1的表面,以在集成竹材1的表面形成组合区域。

[0087] S20、工字型FRP拉挤型材2以水平方向放置,切割并清洁需要组合的工字型FRP拉挤型材2的表面,以在工字型FRP拉挤型材2的表面形成组合区域。

[0088] 具体地,切割即为用切割机切割出要连接成组合梁的材料长度,清洁材料表面的竹蜡和浮尘。

[0089] S30、比较集成竹材1和工字型FRP拉挤型材2两者长度、截面宽度、截面高度,工字型FRP拉挤型材2长度为L,截面宽度为B,截面高度为H,若为不等高,两侧截面高度差为 $1/3H \sim 1/2H$,单侧集成竹材1搭接长度不小于为L,宽度不小于截面B,高度为 $1/4 \sim 1/3H$ 。切割后能够使等厚或不等厚集成竹材1能在工字型FRP拉挤型材2两端组合。

[0090] S40、根据尺寸范围,螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,螺栓4直径为D,所选螺栓直径D不得大于 $1/20B$,螺栓长度大于H但需小于 $2H$ 。螺栓孔21直径同螺栓4直径D,为拧紧牢固可略小于D,但不得小于 $9/10D$ 。在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的螺栓孔21位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合,所涂抹的建筑结构胶高度不得大于 $1/20H$;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在工字型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;铆钉6连接位置与螺栓4连接位置符合相同尺寸范围,以形成四种不同连接方式的组合梁。

[0091] 可选地,螺栓孔或铆钉孔尺寸为2-5mm的孔。

[0092] 优选地,本发明实例中截面宽度为100mm,高度为150mm,螺栓孔或铆钉孔尺寸为3mm。

[0093] 根据本发明第二方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,采用此制造方法,施工方便,成本低,不需要大型的即可制造,应用性广泛。同时集成竹材1在FRP2两端易于观察组合构件相对位置。

[0094] 下面根据图10-图13,描述本发明第三方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,包括步骤如下:

[0095] S10、集成竹材1以水平方向放置,切割并清洁需要组合的集成竹材1的表面,以在集成竹材1的表面形成组合区域。

[0096] S20、工字型FRP拉挤型材2以水平方向放置,切割并清洁需要组合的工字型FRP拉挤型材2的表面,以在工字型FRP拉挤型材2的表面形成组合区域。

[0097] 具体地,切割即为用切割机切割出要连接成组合梁的材料长度,清洁材料表面的竹蜡和浮尘。

[0098] S30、比较集成竹材1和工字型FRP拉挤型材2两者长度、截面宽度、截面高度,工字型FRP拉挤型材2长度为L,单侧凹陷处截面宽度为B,截面高度为H,集成竹材1搭接长度不小于为L,宽度不大于工字型单侧凹陷处截面B和H,切割后能够使集成竹材1能在工字型FRP拉挤型材2凹陷处吻合组合;

[0099] S40、根据尺寸范围,螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、螺栓间距

离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,螺栓4直径为 D ,所选螺栓直径 D 不得大于 $1/20B$,螺栓长度大于 H 但需小于 $2H$ 。螺栓孔21直径同螺栓4直径 D ,为拧紧牢固可略小于 D ,但不得小于 $9/10D$ 。在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的螺栓孔21位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合,所涂抹的建筑结构胶高度度不得大于 $1/20H$;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在工字型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;铆钉6连接位置与螺栓4连接位置符合相同尺寸范围,以形成四种不同连接方式的组合梁。

[0100] 可选地,螺栓孔或铆钉孔尺寸为2-5mm的孔。

[0101] 优选地,本发明实例中截面宽度为100mm,高度为150mm,螺栓孔或铆钉孔尺寸为3mm。

[0102] 根据本发明第三方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,采用此制造方法,施工方便,成本低,不需要大型的即可制造,应用性广泛。同时集成竹材在工字型FRP拉挤型材凹陷处组合,减小组合梁的空间体积,将两种材料紧密组合在一起。

[0103] 下面根据图14-图17,描述本发明第四方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,包括步骤如下:

[0104] S10、集成竹材1以水平方向放置,切割并清洁需要组合的集成竹材1的表面,以在集成竹材1的表面形成组合区域。

[0105] S20、方管型FRP拉挤型材3以水平方向放置,切割并清洁需要组合的方管型FRP拉挤型材3的表面,以在方管型FRP拉挤型材3的表面形成组合区域。

[0106] 具体地,切割即为用切割机切割出要连接成组合梁的材料长度,清洁材料表面的竹蜡和浮尘。

[0107] S30、比较所述集成竹材和工字型FRP拉挤型材两者长度、截面宽度、截面高度,将两者切割成相同长度 L ,内部空腔截面宽度为 B ,高度为 H ,集成竹材1搭接长度不小于为 L ,宽度不大于方管型内部空腔截面 B 和 H ,能够吻合连接的宽度和高度,以至于集成竹材能在方管型FRP拉挤型材内部填入组合。

[0108] S40、根据尺寸范围,螺栓间距离在截面中位于 $1/3B \sim B$ 或 $1/3H \sim H$ 之间、螺栓间距离在长度上位于 $1/4L \sim 1/6L$ 之间,螺栓4直径为 D ,所选螺栓直径 D 不得大于 $1/20B$,螺栓长度大于 H 但需小于 $2H$ 。螺栓孔31直径同螺栓4直径 D ,为拧紧牢固可略小于 D ,但不得小于 $9/10D$ 。在所述FRP拉挤型材上标注螺栓孔的位置,根据标注出的螺栓孔31位置在所述集成竹相应位置上标注螺栓孔的位置,将螺栓穿入固定所述FRP拉挤型材和集成竹;并且用结构胶涂刷两种组件连接表面进行组合,所涂抹的建筑结构胶高度度不得大于 $1/20H$;再者将以上两种方式结合,将集成竹材能在方管型FRP拉挤型材胶栓连接进行组合;铆钉6连接位置与螺栓4连接位置符合相同尺寸范围,以形成四种不同连接方式的组合梁。

[0109] 可选地,螺栓孔或铆钉孔尺寸为2-5mm的孔。

[0110] 优选地,本发明实例中截面宽度为100mm,高度为150mm,螺栓孔或铆钉孔尺寸为3mm。

[0111] 根据本发明第四方面实施例的考虑界面滑移效应的FRP-集成竹新型组合梁结构的制造方法,采用此制造方法,施工方便,成本低,不需要大型的即可制造。同时集成

竹材在方管型FRP拉挤型材 内部填入组合,减少组合梁的空间体积,FRP四周包围集成竹材,增 强力学性能。

[0112] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述 意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含 于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的 示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特 征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以 合适的方式结合。

[0113] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员 可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例 进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等 同物限定。

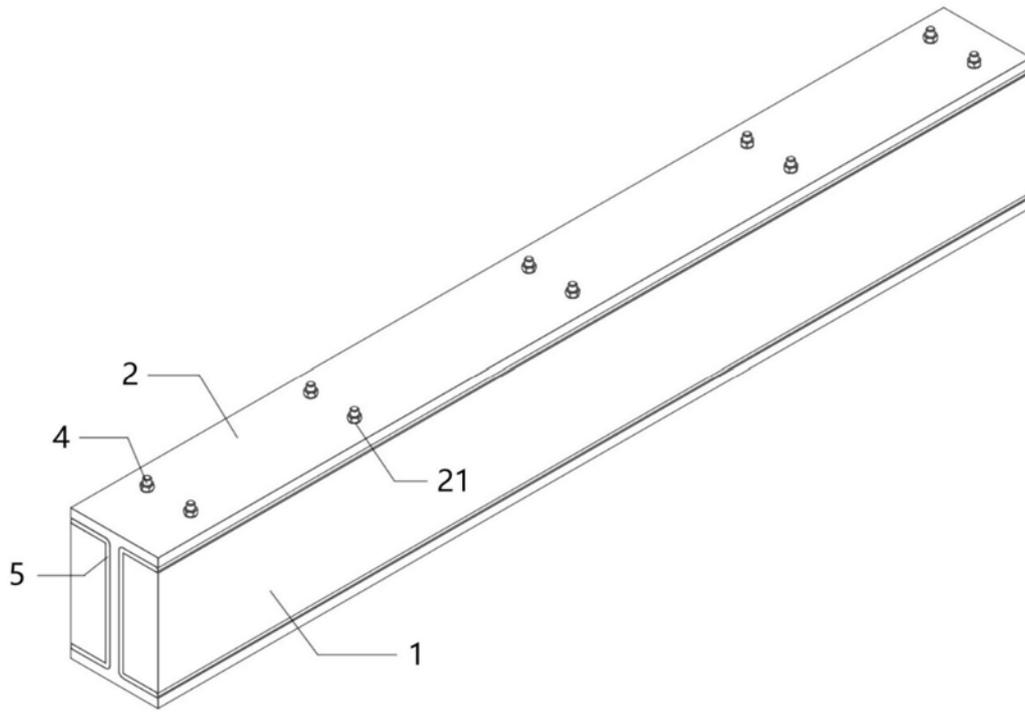


图1

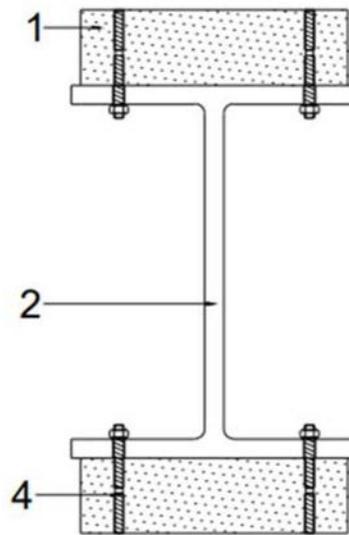


图2

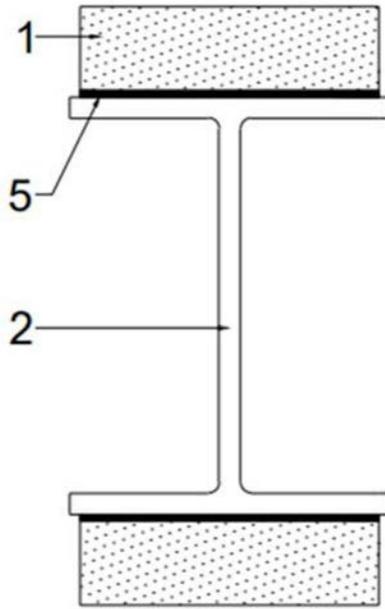


图3

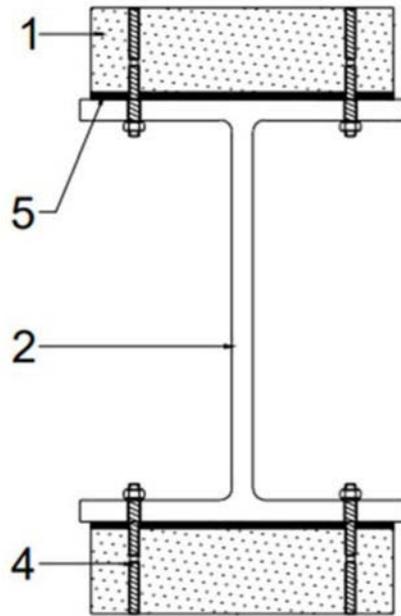


图4

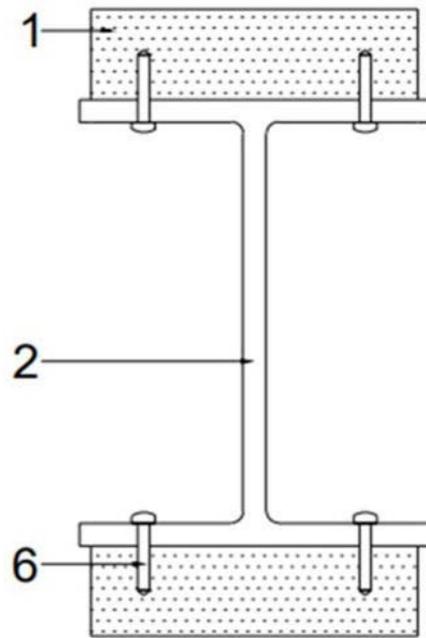


图5

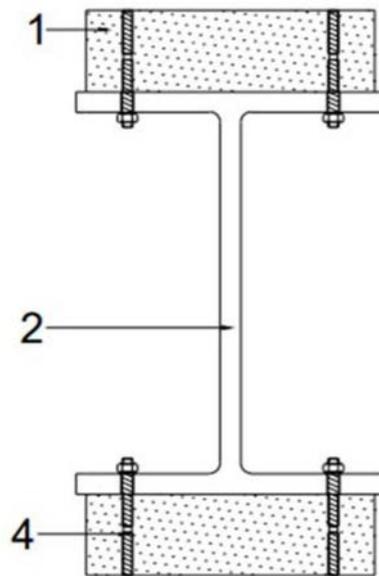


图6

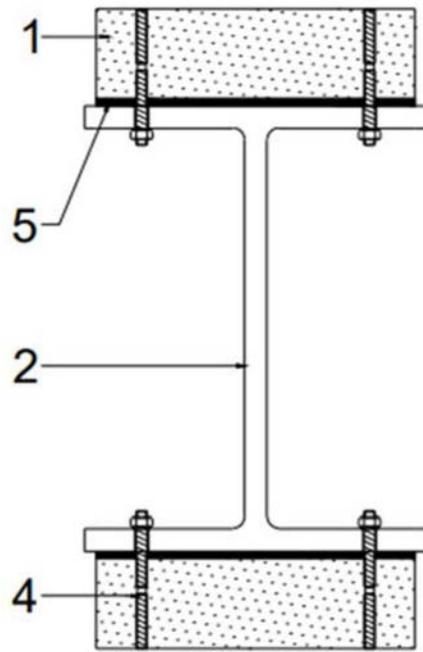


图7

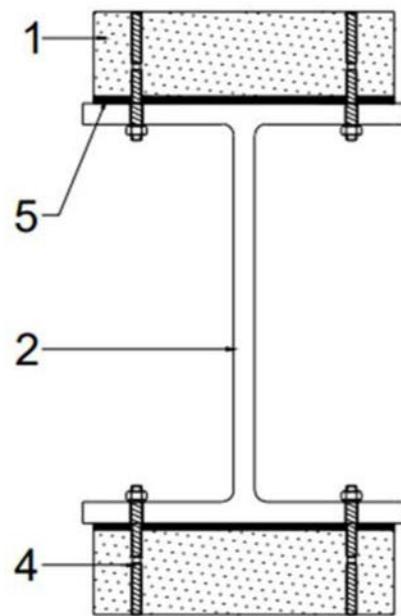


图8

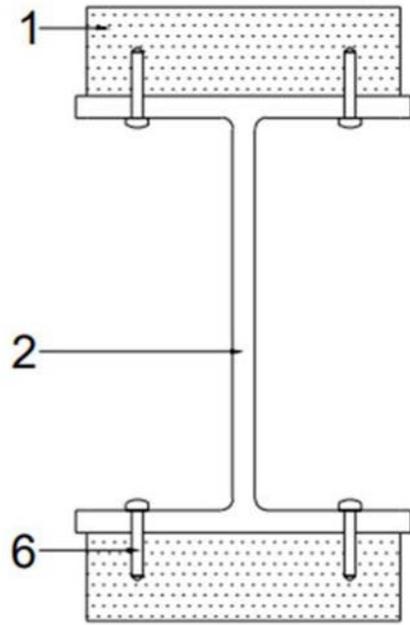


图9

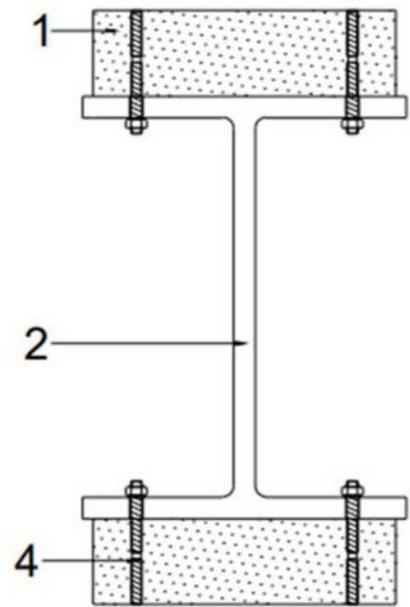


图10

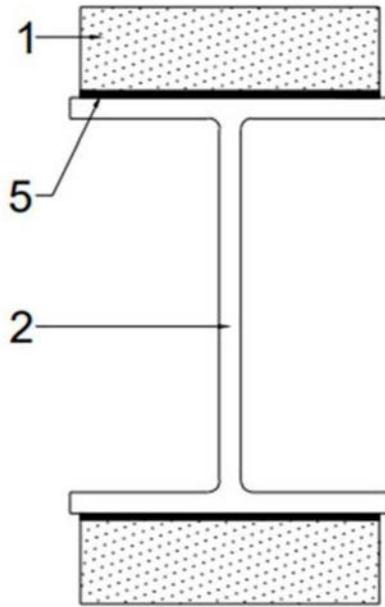


图11

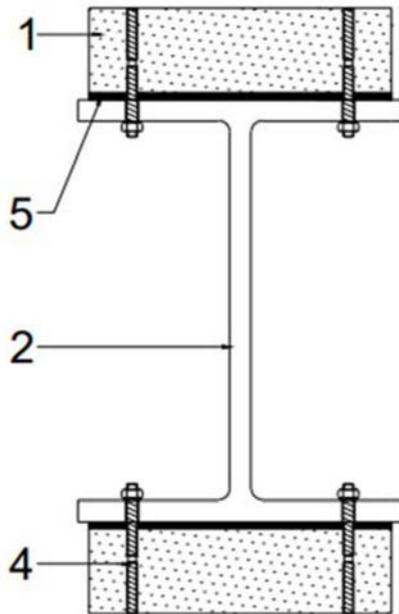


图12

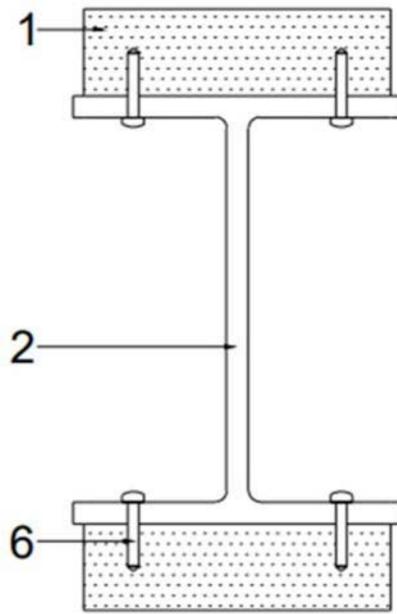


图13

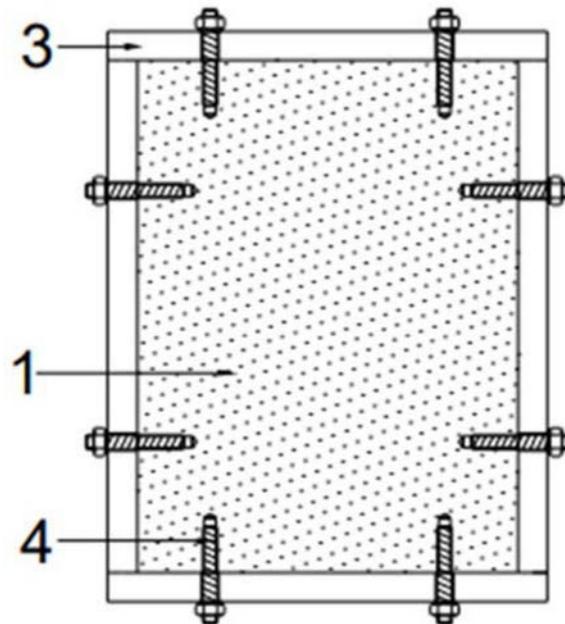


图14

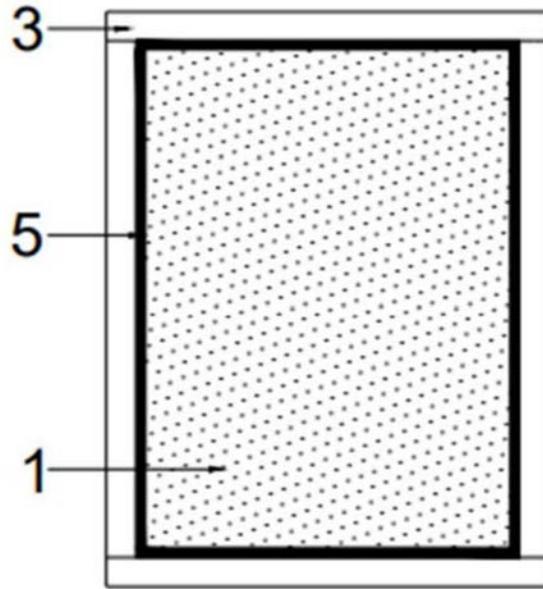


图15

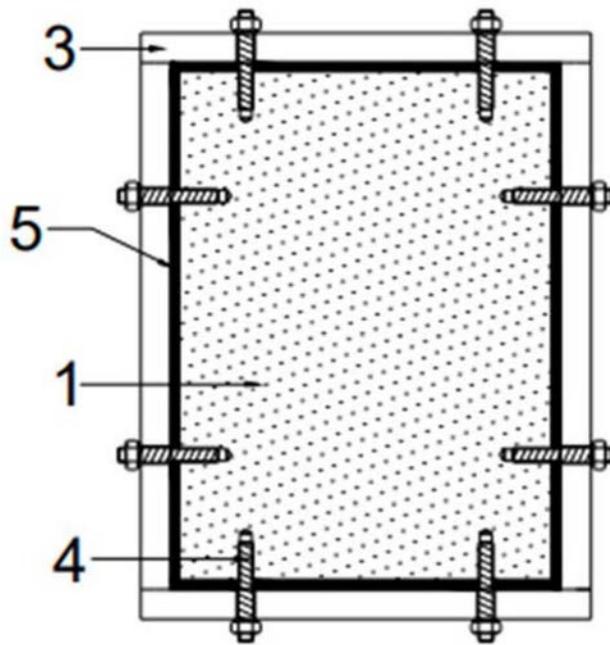


图16

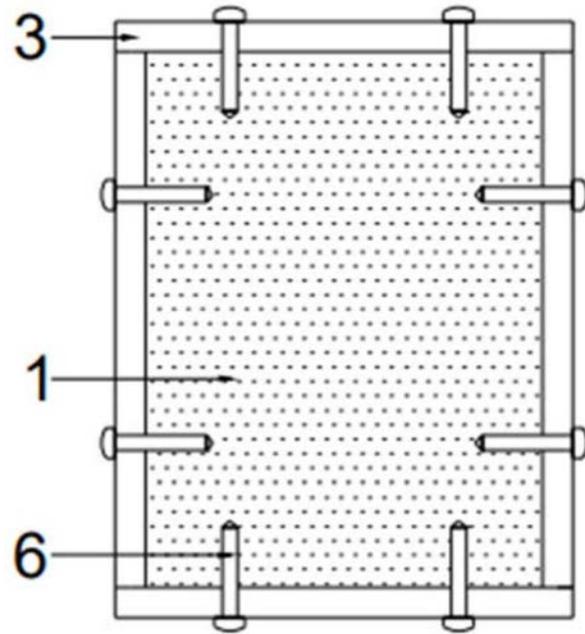


图17