



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211114418 U

(45)授权公告日 2020.07.28

(21)申请号 201921608263.5

(22)申请日 2019.09.25

(73)专利权人 天津大学

地址 300350 天津市津南区海河教育园雅  
观路135号天津大学北洋园校区

(72)发明人 罗云标 刘会州 严加宝 齐连训  
李忠献

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代  
理事务所 12201

代理人 李素兰

(51)Int.Cl.

E04G 3/293(2006.01)

E04B 1/343(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

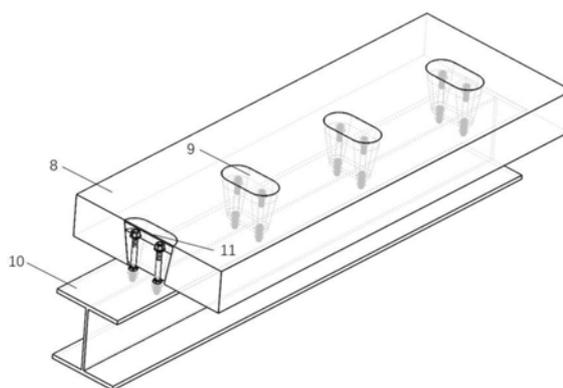
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

### (54)实用新型名称

一种主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁

### (57)摘要

本实用新型公开了一种主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,主要包括工字形钢梁、预制钢筋混凝土板、抗剪螺栓套组、插块和钢盖板。工字形钢梁上翼缘左右两边对称的位置预设开孔;预制钢筋混凝土板内布有钢筋,且在螺栓对应位置留有放置插块预留孔,预留孔由两侧的半圆台体和中间的四棱柱体组成,插块与预留孔形状相同,插块放入后与预留孔孔壁完全贴合,混凝土板与钢梁通过螺栓连接;抗剪螺栓套组是由螺栓、螺母和垫片组成。本实用新型构件采用可拆卸螺栓连接代替栓钉焊接,通过对螺杆截面削弱,可以改善组合梁的破坏模式,避免钢梁和混凝土板两种主材的损伤,保证施工质量,提高使用效率,便于主材回收和重复使用。



1. 一种主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,包括沿水平方向设置的工字形钢梁,在所述的工字形钢梁的上翼缘上支撑设置有预制混凝土板,在所述的预制混凝土板上前后间隔开有多个预留孔,其特征在于:在每个预留孔中安装有一个与预留孔形状吻合的插块,所述的插块的顶面低于预留孔的顶面,所述的插块的底面高于预留孔的底面,在每个插块上左右间隔开有两个螺杆连接孔,在与每个螺杆连接孔对应位置的工字形钢梁上均开有一个钢梁连接孔,每个所述的钢梁连接孔的上部为锥形孔且下部为与锥形孔底端直径相同的圆形孔,所述的锥形孔的顶部为直径大端,在每个钢梁连接孔的上部的锥形孔中均安装有一个锥形螺母,所述的锥形螺母的下部与锥形孔形状吻合,所述的锥形螺母的顶壁露出工字形钢梁的上翼缘的顶壁设置;

每一个螺杆连接孔中插有一个双头螺柱,所述的双头螺柱包括从上至下依次连接的上螺纹杆段、光滑杆段和下螺纹杆段;所述的双头螺柱的下螺纹杆段依次穿过工字形钢梁上对应设置的锥形螺母、钢梁连接孔、下垫片以及下螺母设置,所述的锥形螺母与双头螺柱螺纹连接,所述的下垫片通过旋紧下螺母固定在工字形钢梁的下翼缘的底壁上;并且通过旋紧下螺母,使得所述的锥形螺母紧密贴合地固定在工字形钢梁的锥形孔的壁上;所述的双头螺柱的上部套有上垫片并螺纹连接有上螺母,所述的上垫片通过旋紧上螺母固定在插块的顶壁上;所述的双头螺柱的上螺纹杆段和光滑杆段设置在插块的螺杆连接孔内;在每个预留孔中安装有一个支撑设置在双头螺柱上的钢盖板,钢盖板与预制混凝土板固定在一起,所述的钢盖板上表面与预制混凝土板上表面齐平。

2. 根据权利要求1所述的主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,其特征在于:所述的锥形孔的母线与水平面成 $60^\circ$ 。

3. 根据权利要求1或者2所述的主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,其特征在于:高于锥形螺母顶壁且位于插块底面之间的一段下螺纹杆段作为缩颈杆段,所述的缩颈杆段的横截面积小于双头螺柱其余部位处的横截面积。

4. 根据权利要求3所述的主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,其特征在于:所述的缩颈杆段高度为5mm。

5. 根据权利要求3所述的主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,其特征在于:所述预留孔由两侧的半圆台体和中间的四棱柱体组成;所述半圆台体侧平面为等腰梯形且与四棱柱体侧面完全相同且重合,所述预留孔的底面半圆半径 $r_2=25\text{mm}$ ,预留孔半圆台体母线与钢梁上翼缘顶壁夹角角度 $\alpha_2=80^\circ$ 。

6. 根据权利要求5所述的主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,其特征在于:所述的插块的底面与锥形螺母顶壁的距离 $h_1=\tan 80^\circ \times (r_1-25)-h_2$ , $h_2$ 为锥形螺母顶壁距离钢梁上翼缘顶壁的距离, $r_1$ 为两侧半圆台体的底面半径。

7. 根据权利要求6所述的主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,其特征在于:锥形螺母锥体母线与钢梁上翼缘顶壁的夹角角度 $\alpha_1=60^\circ$ 。

## 一种主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及可拆卸钢-混凝土组合梁,尤其涉及一种主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,属于建筑工程领域。

### 背景技术

[0002] 钢-混凝土组合梁是将钢梁和混凝土板通过剪力连接件连成整体的构件,其中剪力连接件是钢-混凝土组合梁中关键受力构件之一,可以使该组合结构充分发挥钢材抗拉性能好和混凝土抗压强度高的优势。钢-混凝土组合梁结构抗剪连接采用焊接栓钉连接,施工质量差且成本较高,拆卸困难,其根部焊接处的疲劳问题也比较突出。

[0003] 目前,我国正处于大规模城镇化建设阶段,工程拆除产生的建筑垃圾成为环境保护和可持续发展的重要问题,因此使结构具备全生命周期可拆卸性尤为重要,具有广阔的应用前景。近年来,螺栓剪力连接件在一些组合梁构件中代替焊接栓钉作为剪力连接件。螺栓剪力连接件由螺帽、螺杆、螺纹、螺母及垫片组成,螺杆穿过钢梁翼缘上预设的孔洞,通过上、下两个螺母紧固于钢梁翼缘上,钢梁翼缘下面与螺母之间设有垫片。相比于焊接栓钉剪力连接件,使用螺母连接栓杆与钢梁,施工操作方便,连接质量稳定。螺栓连接的安装相比于焊接形式,可以节省较多的人力物力和施工时间,减少焊接相关的费用。同时螺栓连接配合预制混凝土板可以使组合梁具有可拆卸的特点,便于后期的维修和回收利用。

[0004] 中国专利CN103590322A公开了“一种剪力连接件、含该剪力连接件的组合梁及施工方法”,其构造原理为在混凝土板和钢梁之间设置钢板,并用螺栓剪力连接件将混凝土板、钢板和钢梁连接起来,该构造虽能加强螺栓剪力连接件的预拉力效果,但会对钢梁和混凝土板造成损伤,不利于拆卸和主材构件的循环利用,螺栓和钢梁翼缘孔留有孔隙,螺栓和钢梁相对位置错动,因此造成螺栓抗剪连接件刚度降低,且具有刚度和极限抗剪承载力无法准确预测以及延性差等缺点。

[0005] 中国专利CN108193588A公开了“一种装配式钢-混结合梁剪力键”,其构造原理在钢梁上翼缘上下侧均增设钢填板并用高强螺栓和螺帽将上下侧钢填板与钢梁上翼缘紧固,预制混凝土板留有二次浇筑预留孔,然后将预制混凝土板放在钢梁上侧且摆放到位,使用UHPC浇筑预留孔,使预制混凝土板和钢梁通过螺栓剪力连接件湿连接成整体,该构造虽能提高组合梁整体性,提高剪力连接件的抗剪性能和预拉力效果,但将预制混凝土板、钢梁和螺栓剪力连接件通过湿连接方法连成整体需要等到二次浇筑的UHPC达到承载强度后才可以使使用,螺栓剪力连接件会对钢梁和混凝土板造成损伤,不利于拆卸和主材构件的循环利用,且具有刚度和极限抗剪承载力无法准确预测以及延性差等缺点。

[0006] 综上所述,使用螺栓剪力连接件在作为可拆卸装配式组合梁的剪力连接件时,往往存在以下问题:(1)螺栓通常采用高强钢材制成,强度大于钢梁的强度,在实际应用中,容易对钢梁和混凝土板造成损伤,不利于后期拆卸,也不利于钢梁和混凝土板的循环利用,螺栓自身材质较脆,延性低,延伸率小,导致螺栓作为剪力连接件时变形能力较小;(2)目前采用带有预留孔的预制混凝土板通过湿连接方法将钢梁、螺栓剪力连接件连接成整体,该组

合梁需要等到预留孔填充料达到强度后才可使用,不能满足快速拼装快速使用的装配式结构要求;(3) 螺栓剪力连接件发生螺杆剪断的破坏模式时,螺杆的剪断面通常位于混凝土板底面与钢梁翼缘顶面的交接面,此处螺杆环面上有螺纹,该段螺杆变形过大或者是对钢梁翼缘螺孔的局部承压破坏导致变形过大,都会增大后期拆卸工作的施工难度,不利于构件的循环利用;(4) 在混凝土板和钢梁交接面发生破坏时,破坏前破坏位置周围螺栓、预留孔浇筑材料和钢梁受力复杂,难以推导出准确求解极限抗剪承载力和抗剪刚度的理论公式,不利于前期结构准确的承载设计,造成材料的浪费;(5) 传统螺栓作为剪力连接件,钢梁翼缘预设的开孔与螺栓往往留有孔隙,钢梁和螺栓会产生相对错动,降低螺栓剪力连接件的刚度。

## 发明内容

[0007] 本实用新型的目的在于克服已有技术的缺点,提供一种可拆卸、主材无损伤、抗剪刚度可调节且延性更好的主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁。

[0008] 本实用新型的技术方案如下:

[0009] 本实用新型的一种主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,包括沿水平方向设置的工字形钢梁,在所述的工字形钢梁的上翼缘上支撑设置有预制混凝土板,在所述的预制混凝土板上前后间隔开有多个预留孔,在每个预留孔中安装有一个与预留孔形状吻合的插块,所述的插块的顶面低于预留孔的顶面,所述的插块的底面高于预留孔的底面,在每个插块上左右间隔开有两个螺杆连接孔,在与每个螺杆连接孔对应位置的工字形钢梁上均开有一个钢梁连接孔,每个所述的钢梁连接孔的上部为锥形孔且下部为与锥形孔底端直径相同的圆形孔,所述的锥形孔的顶部为直径大端,在每个钢梁连接孔的上部的锥形孔中均安装有一个锥形螺母,所述的锥形螺母的下部与锥形孔形状吻合,所述的锥形螺母的顶壁露出工字形钢梁的上翼缘的顶壁设置;

[0010] 每一个螺杆连接孔中插有一个双头螺柱,所述的双头螺柱包括从上至下依次连接的上螺纹杆段、光滑杆段和下螺纹杆段;所述的双头螺柱的下螺纹杆段依次穿过工字形钢梁上对应设置的锥形螺母、钢梁连接孔、下垫片以及下螺母设置,所述的锥形螺母与双头螺柱螺纹连接,所述的下垫片通过旋紧下螺母固定在工字形钢梁的下翼缘的底壁上;并且通过旋紧下螺母,使得所述的锥形螺母紧密贴合地固定在工字形钢梁的锥形孔的壁上;所述的双头螺柱的上部套有上垫片并螺纹连接有上螺母,所述的上垫片通过旋紧上螺母固定在插块的顶壁上;所述的双头螺柱的上螺纹杆段和光滑杆段设置在插块的螺杆连接孔内;在每个预留孔中安装有一个支撑设置在双头螺柱上的钢盖板,钢盖板与预制混凝土板固定在一起,所述的钢盖板上表面与预制混凝土板上表面齐平。

[0011] 本实用新型相对于现有技术具有以下优点及突出效果:

[0012] 1、钢梁与预制混凝土板通过螺栓连接,克服了栓钉焊接的焊接质量和焊接技术问题,便于组装拆卸,可以提高使用效率,并且有利于主材的回收和重复使用,符合绿色发展理念。

[0013] 2、通过对螺杆截面削弱,有意诱导破坏位置向上部削弱位置转移,使螺杆在削弱部分先发生塑性屈服,进而保护主材无损伤,可以有效避免混凝土板与钢梁翼缘接触面的剪切破坏或钢梁翼缘局部承压破坏的不利破坏模式。通过调整螺杆截面削弱程度,可以定

量设计螺栓剪力连接件的设计抗剪承载力和抗剪刚度,提高了螺栓剪力连接件的延性和变形能力。

[0014] 3、通过改变高强砂浆插块下表面与钢梁上翼缘上表面的距离,以此调节剪力连接件抗剪刚度及抗剪承载力,便于设计计算,同时可满足不同施工要求。

[0015] 4、较传统螺栓剪力连接件钢梁预设的开孔为直螺栓孔且与螺栓有孔隙,造成螺栓剪力连接件刚度的下降,本实用新型使用锥形螺母,将锥形螺母嵌入钢梁预留的锥形螺孔中,使螺栓剪力连接件与钢梁相对位置不发生错动,避免了由于螺栓相对错动造成的螺栓抗剪连接件刚度损失。

[0016] 5、相比传统留有预留孔的预制混凝土板与钢梁和螺栓剪力连接件通过现浇预留孔的湿连接方法,具有需要等到现浇预留孔材料具备承载强度后才能投入使用的缺点,本实用新型各构件均为工厂制作的成品,使用干连接方法,实现拼装完成即可投入使用,适用于抢险救灾等应急状况下道路和建筑设施等。

### 附图说明

[0017] 图1为本实用新型主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁中抗剪螺栓套组结构示意图;

[0018] 图2为本实用新型主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁中插块结构示意图;

[0019] 图3为本实用新型主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁中螺栓剪力连接件结构图;

[0020] 图4为图3所示的结构中特征尺寸示意图;

[0021] 图5为本实用新型主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁结构示意图;

[0022] 图6为本实用新型主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁中预留孔结构示意图。

### 具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体安装方法对本实用新型进行详细说明。

[0024] 如附图所示,本实用新型的一种主材免损伤的可拆卸钢-混凝土组合梁,包括沿水平方向设置的工字形钢梁10,在所述的工字形钢梁10的上翼缘7上支撑设置有预制混凝土板8,在所述的预制混凝土板8上前后间隔开有多个预留孔,在每个预留孔中安装有一个与预留孔形状吻合的插块6,所述的插块6的顶面低于预留孔的顶面,所述的插块6的底面高于预留孔的底面,在每个插块6上左右间隔开有两个螺杆连接孔6-4、6-5,在与每个螺杆连接孔对应位置的工字形钢梁10上均开有一个钢梁连接孔,每个所述的钢梁连接孔的上部为锥形孔且下部为与锥形孔底端直径相同的圆形孔,所述的锥形孔的顶部为直径大端,在每个钢梁连接孔的上部的锥形孔中均安装有一个锥形螺母4-2,所述的锥形螺母4-2的下部与锥形孔形状吻合,所述的锥形螺母4-2的顶壁露出工字形钢梁10的上翼缘7的顶壁设置。

[0025] 每一个螺杆连接孔中插有一个双头螺柱并且所述的双头螺柱的下部依次穿过工字形钢梁10上对应设置的锥形螺母4-2、钢梁连接孔、下垫片5-2以及下螺母4-3设置,所述的双头螺柱包括从上至下依次连接的上螺纹杆段1、光滑杆段2和下螺纹杆段3。

[0026] 所述的锥形螺母4-2与双头螺柱螺纹连接,所述的下垫片5-2通过旋紧下螺母4-3固定在工字形钢梁10的下翼缘的底壁上。并且通过旋紧下螺母4-3,使得所述的锥形螺母4-

2紧密贴合地固定在工字形钢梁10的上翼缘7光滑锥形孔的壁上。所述的双头螺柱的上部套有上垫片5-1并螺纹连接有上螺母4-1,所述的上垫片5-1通过旋紧上螺母4-1固定在插块6的顶壁上。如图5所示,所述的双头螺柱的上螺纹杆段1和光滑杆段2用于设置在插块6的螺柱连接孔内。在每个预留孔中安装有一个支撑设置在双头螺柱上的钢盖板11,钢盖板11与预制混凝土板固定在一起,所述的钢盖板11上表面与预制混凝土板8上表面齐平。

[0027] 优选的锥形孔的母线与水平面成 $60^\circ$ , $60^\circ$ 作为常用角度便于钢梁翼缘加工钻孔,进一步优选钢梁连接孔的下部圆形孔的孔径D为 $(d+2)$  mm,d为双头螺柱下螺纹杆段3外径。

[0028] 优选的,高于锥形螺母4-2顶壁且位于插块6底面之间的一段下螺纹杆段3作为缩颈杆段,所述的缩颈杆段的横截面积小于双头螺柱其余部位处的横截面积,所述的缩颈杆段为减小螺纹杆截面面积段,可以诱导螺栓破坏位置向横截面积最小处转移,优选的缩颈杆段高度为5mm。且通过扭矩扳手旋紧下螺母4-3对位于锥形螺母4-2和下螺母4-3之间的下螺纹杆段3施加预拉力。

[0029] 如图6所示,优选的所述预留孔9由两侧的半圆台体和中间的四棱柱体组成,可以减少预留孔对混凝土板的占比,不影响配筋和混凝土板的整体性;所述半圆台体侧平面ABCD为等腰梯形且与四棱柱体侧面完全相同且重合。所述预留孔9的底面半圆半径 $r_2=25$ mm,为减小插块滑动和应力集中,预留孔半圆台体母线与钢梁上翼缘顶壁夹角角度 $\alpha_2=80^\circ$ 。

[0030] 优选的所述插块6采用抗压强度不低于100MPa的高强砂浆;插块6的底面与锥形螺母4-2顶壁的距离 $h_1$ 可通过改变插块6两侧半圆台体6-1、6-2底面半径 $r_1$ 来调节,即 $h_1=\tan 80^\circ \times (r_1-25)-h_2$ , $h_2$ 为锥形螺母顶壁距离钢梁上翼缘顶壁的距离, $h_1$ 越小螺栓剪力连接件刚度和承载力越大;优选的预制混凝土板8厚度为150mm,即预留孔9的高度为150mm,优选的所述插块6高度 $H=100$ mm。

[0031] 所述的抗剪螺栓套组中锥形螺母4-2需在工厂将普通螺母4-1加工出如图4所示 $\alpha_1$ 倾角,为方便钢梁翼缘孔的加工和组合梁的连接,优选的锥形螺母4-2锥体母线与钢梁上翼缘顶壁的夹角角度 $\alpha_1=60^\circ$ ;在拼装过程中,预留出高于锥形螺母4-2上表面的一段下螺纹杆段3,以作为缩颈杆段,优选的缩颈杆段高度为5mm。

[0032] 本结构的安装过程如下:如图5所示,将预制混凝土板8吊装在工字形钢梁10的上翼缘7后,将插块6中的螺柱连接孔6-4、6-5分别对准工字形钢梁10的上翼缘7锥形孔中的两双头螺柱上部分,如图3所示,插块6穿过双头螺柱上螺纹杆段1和光滑杆段2与预制混凝土板8的预留孔9孔壁紧闭贴合且无法产生晃动,所述的上垫片5-1通过旋紧上螺母4-1固定在插块6的顶壁上,然后使用扭矩扳手旋紧上螺母4-1对位于锥形螺母4-2和上螺母4-1之间的双头螺柱杆段施加预拉力。最后,如图5所示,所述钢盖板11放置于预制混凝土板预留孔9上表面处,钢盖板9上表面与预制混凝土板8上表面齐平。

[0033] 当需要更换预制混凝土板8时,只需将抗剪螺栓套组的上螺母4-1拧下,并将上垫片5-1和插块取出,即可将预制混凝土板8整体拆卸和更换。

[0034] 上述对本实用新型的具体实施进行描述是为了便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本实用新型。但应该清楚,熟悉该领域技术的人员可以容易地对本实用新型做出各种修改,并应用到其他实施例中去而不必经过创造性的劳动。因此,本实用新型不限于具体实施方式,本领域技术人员根据本实用新型的揭示,不脱离本实用新型范畴所做出

---

的改进和修改都应该在本实用新型的保护范围之内。

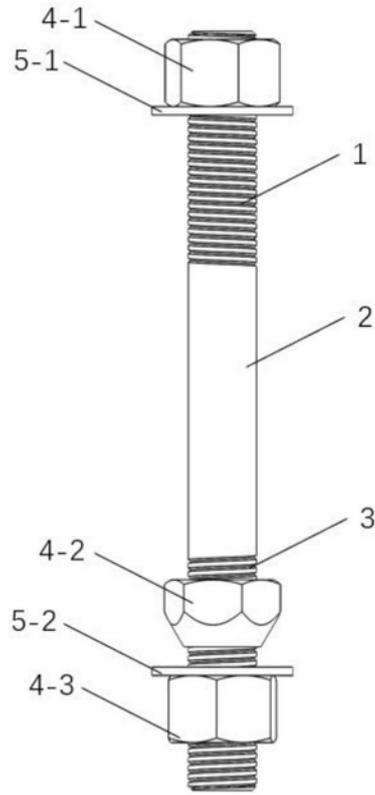


图1

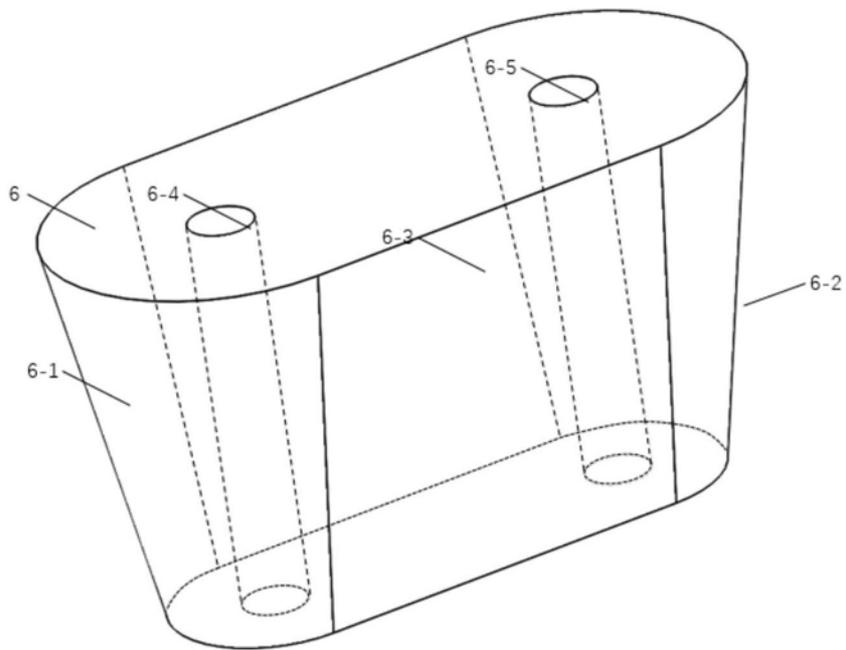


图2

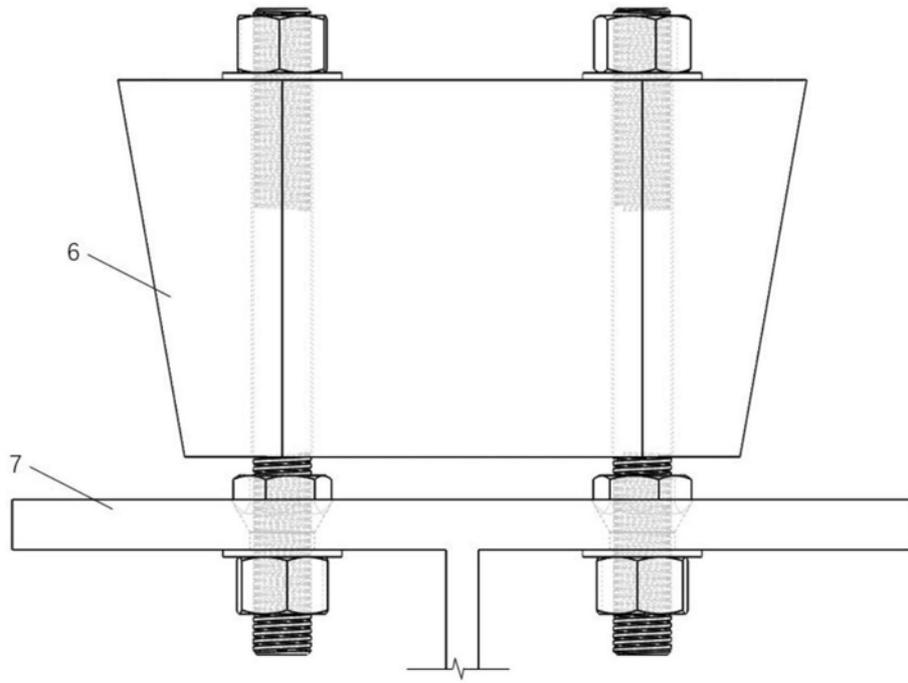


图3

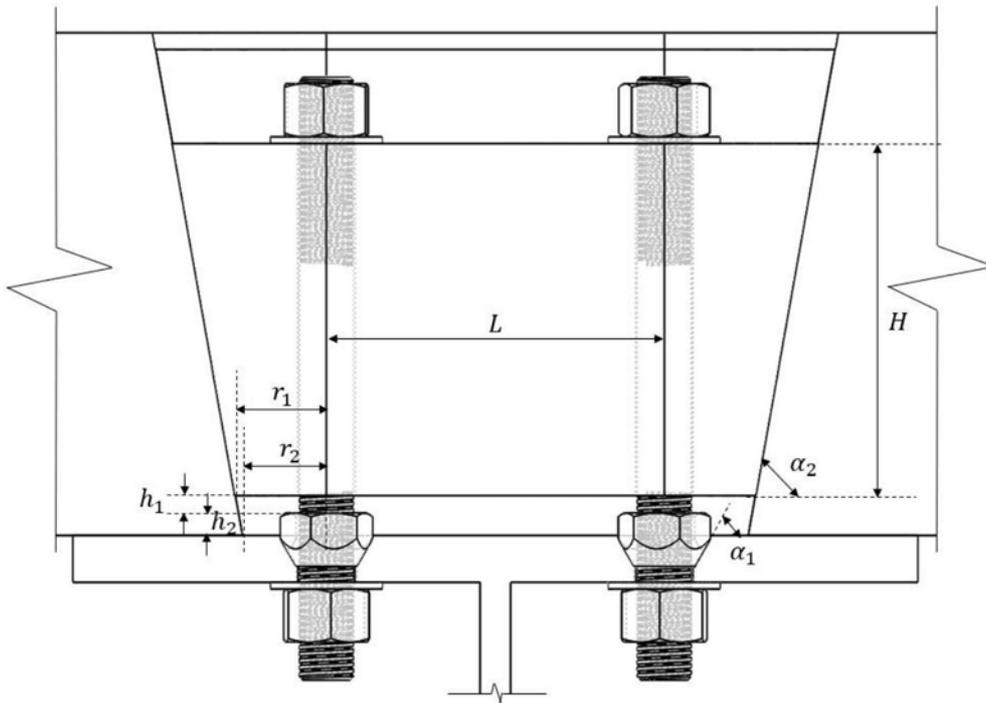


图4

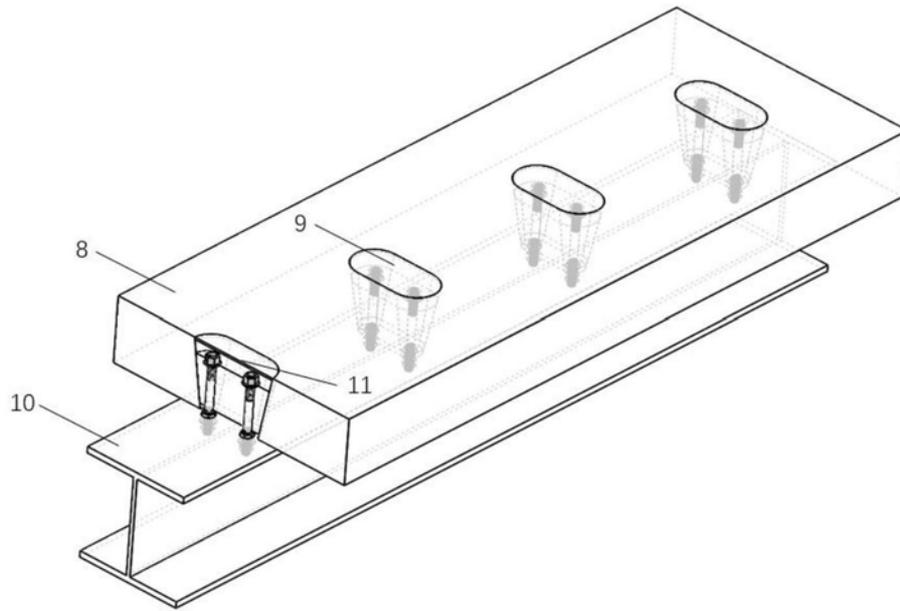


图5

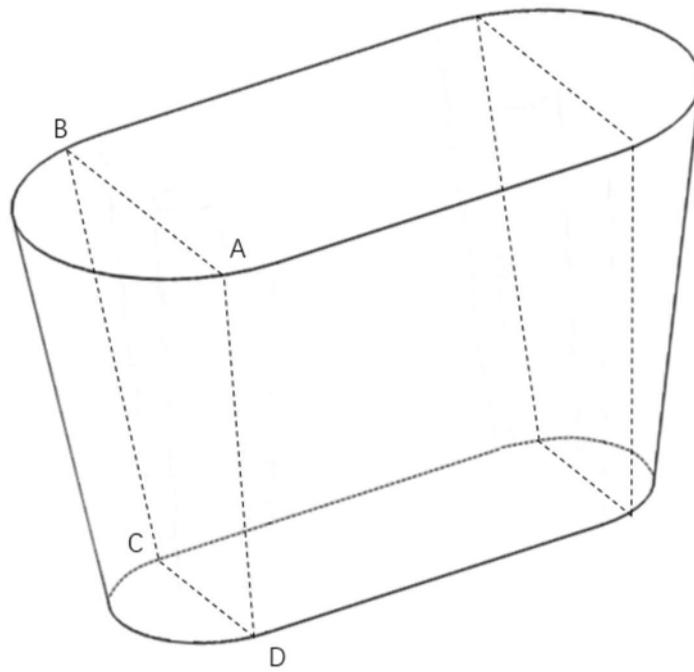


图6