



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213539882 U

(45) 授权公告日 2021.06.25

(21) 申请号 202021632589.4

E04B 1/62 (2006.01)

(22) 申请日 2020.08.07

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(73) 专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72) 发明人 曹万林 杨兆源 董宏英 潘有健

乔崎云 张建伟

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 沈波

(51) Int. Cl.

E04H 9/02 (2006.01)

E04B 1/98 (2006.01)

E04B 1/18 (2006.01)

E04B 1/58 (2006.01)

E04B 5/02 (2006.01)

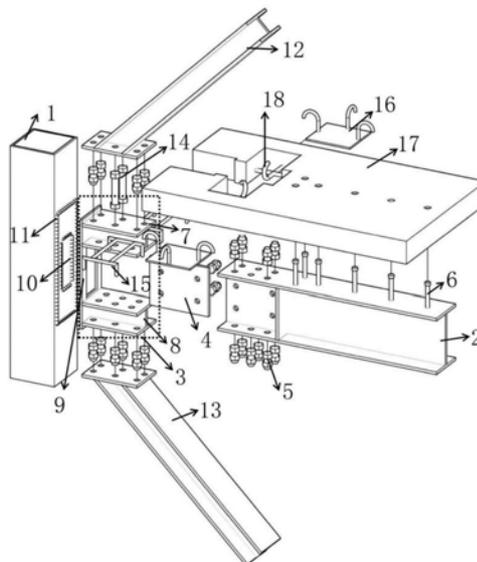
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

## (54) 实用新型名称

一种钢管混凝土柱H钢梁支撑π形连接边柱中部节点

## (57) 摘要

本实用新型公开了一种钢管混凝土柱H钢梁支撑π形连接边柱中部节点,该节点主要由轻型方钢管再生混凝土柱、H型钢梁、π形连接件、腹板连接板、高强螺栓、钢支撑、板凳钢筋以及预制再生混凝土局部楼板组成。本实用新型所述梁-柱-撑连接节点,对比现有技术,构造简单,装配率高,传力路径明确。具有两道抗震防线,π形连接件失效后,腹板连接板仍具备一定承载能力。π形连接件是钢支撑与梁柱节点的重要连接构造,不仅实现了钢支撑与节点的装配式连接还通过浇筑灌浆料加强了连接部位的强度与稳定性。该节点梁-柱-撑-楼板连接牢固,整体性强,抗震性能优异,为装配式绿色轻钢组合结构的工程设计提供了关键技术支撑。



CN 213539882 U

1. 一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在於: $\pi$ 形连接件(3)由 $\pi$ 形连接件上肢(7)以及 $\pi$ 形连接件下肢(8)通过直角角焊缝焊接在中心开孔的矩形底板(9)上形成, $\pi$ 形连接件上肢(7)和 $\pi$ 形连接件下肢(8)上下对称, $\pi$ 形连接件上肢(7)和 $\pi$ 形连接件下肢(8)的侧部通过矩形底板(9)连接; $\pi$ 形连接件(3)通过矩形底板(9)的外侧角焊缝(10)及中部开孔处内侧角焊缝(11)与轻型方钢管再生混凝土柱(1)侧面贴焊连接;H型钢梁(2)通过30mm长高强螺栓(5)与 $\pi$ 形连接件(3)连接;H型钢梁(2)上翼缘与 $\pi$ 形连接件上肢(7)相连,H型钢梁(2)下翼缘与 $\pi$ 形连接件下肢(8)相连;楼板抗剪栓钉(6)等间距均匀焊接在H型钢梁(2)上翼缘顶面;腹板连接板(4)一端穿过矩形底板(9)中心矩形形孔与轻型方钢管再生混凝土柱(1)通过双侧直角角焊缝进行焊接,另一端通过30mm长高强螺栓(5)与H型钢梁(2)连接;上层钢支撑(12)通过其下部开有螺栓孔的连接板与 $\pi$ 形连接件上肢(7)通过30mm长高强螺栓(5)以及70mm贯通高强螺栓(14)连接在一起;下层钢支撑(13)通过其下部开有螺栓孔的连接板与 $\pi$ 形连接件下肢(8)通过30mm长高强螺栓(5)连接在一起;板凳钢筋(15)一端通过70mm贯通高强螺栓(14)固定在 $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板位置,另一端延伸至预制再生混凝土楼板(17)中与楼板钢筋(18)绑扎在一起;预制再生混凝土楼板(17)则通过其上抗剪螺栓预留孔以及灌浆料托板(16)处的预留孔与H型钢梁(2)进行装配,灌浆料托板(16)提前预埋在预制再生混凝土楼板(17)中。

2. 根据权利要求1所述的一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在於:所述的轻型方钢管再生混凝土柱(1)中的方钢管采用一次性热轧成型的无缝钢管,方钢管截面为正方形。

3. 根据权利要求1所述的一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在於:在 $\pi$ 形连接件(3)的 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)外侧设置厚度不小于H型钢梁(2)腹板厚度的加劲肋。

4. 根据权利要求1所述的一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在於:所述腹板连接板(4)为矩形钢板,矩形钢板的长度与 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)的长度相同,宽度为中心开孔的矩形底板(9)矩形孔洞高度的0.8倍,厚度为H型钢梁(2)腹板厚度的1.0~1.2倍;腹板连接板(4)一侧通过两侧垂直角焊缝,透过中心开孔的矩形底板(9)矩形孔洞垂直焊接在轻型方钢管再生混凝土柱(1)上。

5. 根据权利要求1所述的一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在於:所述 $\pi$ 形连接件上肢(7)以及 $\pi$ 形连接件下肢(8)为两个材料、尺寸相同的短工字钢梁,其外伸长度为H型钢梁(2)梁高的1.0~1.5倍,梁高为H型钢梁(2)梁高的0.5~1.0倍,上下翼缘及腹板厚度为H型钢梁(2)翼缘厚度的0.8~1.0倍,翼缘宽度与H型钢梁(2)翼缘宽度相同。

6. 根据权利要求1所述的一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在於:所述矩形底板(9)为中心开孔的矩形钢板。

7. 根据权利要求1所述的一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在於:所述外侧角焊缝(10)、内侧角焊缝(11)均为矩形底板(9)与轻型方钢管再生混凝土柱(1)之间的直角角焊缝。

8. 根据权利要求1所述的一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在於:所述上层钢支撑(12)以及下层钢支撑(13)为热轧H型钢,以 $60^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 角布置在两个相

邻轻型方钢管再生混凝土柱(1)之间;上层钢支撑(12)翼缘宽度与 $\pi$ 形连接件上肢(7)相等。

9.根据权利要求1所述的一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点,其特征在于:所述板凳钢筋(15)由两侧两根带锚固端的弓形钢筋以及中间横向连接钢筋构成。

## 一种钢管混凝土柱H钢梁支撑 $\pi$ 形连接边柱中部节点

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种钢管混凝土柱-H型钢梁-钢支撑- $\pi$ 形连接件组合式边柱中部节点及作法,属于结构工程技术领域。

### 背景技术

[0002] 近年来,我国装配式建筑技术发展迅速。装配式建筑具有施工效率高、建设成本低、绿色循环可持续等优点。随着城镇化进程的深入,村镇住宅建筑在我国新建建筑总量中占比大幅度提高,在新建住宅建筑中占主导地位。在村镇住宅建筑中大力推行装配式建筑的应用对我国的城镇化进程以及建筑产业化发展具有重要意义。随着可持续发展战略的推进,推广装配式建筑的同时兼顾绿色节能减排的环境需求也是建筑业发展的必然趋势。因此研发适用于村镇绿色住宅装配式结构体系,是推进我国装配式绿色建筑以及建筑产业化中亟待解决的问题。

[0003] 钢结构因其轻质高强、易成形、可循环利用等优点,成为应用于装配式建筑的理想结构体系。但传统钢结构体系应用于村镇低、多层住宅建筑仍存在很多问题。(1)传统钢结构建筑中结构柱多采用H型钢柱,在钢结构厂房中尤为多见。若应用于村镇住宅这种长宽比接近1的建筑,由于H型钢柱存在弱轴,会造成结构两个抗震主轴方向抗震性能差异过大,造成刚度分布不规则严重影响结构抗震性能。同时H型钢柱在较大轴力与弯矩作用下柱底容易出现屈曲失稳现象,结构整体稳定性存在风险。(2)传统钢结构梁柱节点形式多采用外环板、内隔板以及铸钢等节点形式。首先这些节点形式耗钢量大,构造复杂,设计难度高。同时在现场施工时不可避免的需要焊接作业,因此装配效率低,不适用于装配式建筑,对于村镇住宅这种荷载规模较小的建筑性价比较低。其次这些节点形式多为整体式节点,即同一节点域通常连接了多个方向的主次梁,因此若节点域破坏势必引起该节点上连接的所有钢梁出现倒塌风险。且结构布置不灵活,使住宅户型布置单一。(3)由于村住宅建筑荷载规模较小,结构柱截面尺寸较小,因此单以结构柱作为抗侧力构件会降低结构抗侧刚度,因此需要在柱间布置钢支撑来增强结构整体抗侧力水平。而传统钢结构节点无法实现钢支撑的装配。(4)传统钢结构节点构造较为复杂。多数节点形式在节点域存在斜向加劲肋等加强构造,这些异形构造增大了标准化的装配式墙板以及装配式楼板在钢结构中的应用的难度。

[0004] 基于此,研发一种抗震性能可靠、装配化程度高并且适用于村镇住宅的新型装配式钢结构节点是目前亟待解决的问题。本实用新型提出了一种钢管混凝土柱-H型钢梁-钢支撑- $\pi$ 形连接件组合式边柱中部节点及作法。节点的竖向承重构件采用钢管混凝土柱这一组合结构构件,其竖向承载能力更强,两主轴方向抗震性能相同。且在复杂应力状态下的力学性能明显优于传统钢结构中的H型钢柱。由轻型钢管混凝土柱与H型钢梁组成的框架结构称为轻钢框组合架接结构。同时,该节点构造将梁、柱、钢支撑以及装配式楼板进行了一体化设计,完全实现了节点所连接构件的整体装配化。

## 实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种钢管混凝土柱-H型钢梁-钢支撑- $\pi$ 形连接件组合式边柱中部节点及作法,以解决轻钢框架住宅中部梁柱节点装配效率低、受力不合理、抗震性能差等缺点。同时使框架中部边柱节点处的梁、柱、楼板以及钢支撑达到一体化装配效果。

[0006] 为实现上述目的,本实用新型采用如下技术方案:一种钢管混凝土柱-H型钢梁-钢支撑- $\pi$ 形连接件组合式边柱中部节点,该节点包括轻型方钢管再生混凝土柱(1)、H型钢梁(2)、 $\pi$ 形连接件(3)、腹板连接板(4)、30mm长高强螺栓(5)、楼板抗剪栓钉(6)、外侧角焊缝(10)、内侧角焊缝(11)、上层钢支撑(12)、下层钢支撑(13)、70mm贯通高强螺栓(14)、板凳钢筋(15)、灌浆料托板(16)、预制再生混凝土楼板(17)以及楼板钢筋(18)。

[0007]  $\pi$ 形连接件(3)由 $\pi$ 形连接件上肢(7)以及 $\pi$ 形连接件下肢(8)通过直角角焊缝焊接在中心开孔的矩形底板(9)上形成, $\pi$ 形连接件上肢(7)和 $\pi$ 形连接件下肢(8)上下对称, $\pi$ 形连接件上肢(7)和 $\pi$ 形连接件下肢(8)的侧部通过矩形底板(9)连接; $\pi$ 形连接件(3)通过矩形底板(9)的外侧角焊缝(10)及中部开孔处内侧角焊缝(11)与轻型方钢管再生混凝土柱(1)侧面贴焊连接;H型钢梁(2)通过30mm长高强螺栓(5)与 $\pi$ 形连接件(3)连接;H型钢梁(2)上翼缘与 $\pi$ 形连接件上肢(7)相连,H型钢梁(2)下翼缘与 $\pi$ 形连接件下肢(8)相连;楼板抗剪栓钉(6)等间距均匀焊接在H型钢梁(2)上翼缘顶面。腹板连接板(4)一端穿过矩形底板(9)中心矩形形孔与轻型方钢管再生混凝土柱(1)通过双侧直角角焊缝进行焊接,另一端通过30mm长高强螺栓(5)与H型钢梁(2)连接。上层钢支撑(12)通过其下部开有螺栓孔的连接板与 $\pi$ 形连接件上肢(7)通过30mm长高强螺栓(5)以及70mm贯通高强螺栓(14)连接在一起。下层钢支撑(13)通过其下部开有螺栓孔的连接板与 $\pi$ 形连接件下肢(8)通过30mm长高强螺栓(5)连接在一起;板凳钢筋(15)一端通过70mm贯通高强螺栓(14)固定在 $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板位置,另一端延伸至预制再生混凝土楼板(17)中与楼板钢筋(18)绑扎在一起。预制再生混凝土楼板(17)则通过其上抗剪螺栓预留孔以及灌浆料托板(16)处的预留孔与H型钢梁(2)进行装配,灌浆料托板(16)提前预埋在预制再生混凝土楼板(17)中。

[0008] 所述的轻型方钢管再生混凝土柱(1)中的方钢管采用一次性热轧成型的无缝钢管,方钢管截面为正方形。钢管外径为100mm~150mm,壁厚为4mm~8mm,内填再生混凝土,再生粗骨料粒径为5mm~20mm。所述的轻型方钢管再生混凝土柱(1)具有以下优势:方钢管对内填再生混凝土具有约束作用,提高再生混凝土承载力的同时增强了混凝土的延性;内填再生混凝土限制钢管屈曲,可以有效避免钢管失稳破坏。在实际工程中,钢管混凝土柱具有刚度大、承载力高、抗火抗腐蚀性能好等优点。

[0009] 所述H型钢梁(2)是轻钢框架结构中的主要承重构件,其承担墙体、楼板荷载并将其传递给柱。轻钢框架中所使用的为热轧H型钢梁。为避免H型钢梁(2)端部因局部应力集中发生局部屈曲,在 $\pi$ 形连接件(3)的 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)外侧设置厚度不小于H型钢梁(2)腹板厚度的加劲肋以提高局部刚度。由于 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)需要与矩形底板(9)焊接,焊缝位置会有凸起,在装配前需要将H型钢梁(2)上下翼缘的端部各打磨5mm三角形缺口,保证各螺栓孔精确对正。在H型钢梁(2)顶面均匀布置抗剪栓钉,准备用以装配式楼板的安装。

[0010] 所述 $\pi$ 形连接件(3)是轻钢框架及轻钢桁架梁柱节点的关键部件,由 $\pi$ 形连接件上

肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)与中心开孔的矩形底板(9)构成。

[0011] 所述腹板连接板(4)为矩形钢板,矩形钢板的长度与 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)的长度相同,宽度为中心开孔的矩形底板(9)矩形孔洞高度的0.8倍,厚度为H型钢梁(2)腹板厚度的1.0~1.2倍。腹板连接板(4)一侧通过两侧垂直角焊缝,透过中心开孔的矩形底板(9)矩形孔洞垂直焊接在轻型方钢管再生混凝土柱(1)柱壁上。腹板连接板(4)通过高强螺栓与H型钢梁(2)腹板相连,形成节点抗震的第二道防线。试验证明, $\pi$ 形连接件(3)在地震作用下失效后腹板连接板(4)仍然可以为节点提供可靠的抗弯与抗剪承载力,因此可以有效防止轻钢框架由于梁柱节点失效造成的连续倒塌。腹板连接板(4)的宽度小于矩形底板(9)矩形孔洞的高度,从而避开内侧角焊缝(11)焊接在轻型方钢管再生混凝土柱(1)柱壁上。腹板连接板(4)轴线偏离H型钢梁(2)弱轴轴线0.5倍腹板连接板(4)厚度与H型钢梁(2)腹板厚度之和。保证H型钢梁(2)安装时轴线可以与轻型方钢管再生混凝土柱(1)重合。焊缝质量控制等级应为一或二级。

[0012] 所述的30mm长高强螺栓(5)是梁柱节点连接的重要构件,其材料应为高强度合金钢或其他优质钢材,在装配式轻钢住宅中多采用8.8和10.9两个强度等级。其长度一般为螺母外露出10~20mm。为方便节点处高强螺栓安装,可先将螺母焊接在 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)螺栓孔处,在H型钢梁(2)上下翼缘间使用扭矩扳手装配螺栓,每个螺栓设定相同扭矩。

[0013] 所述楼板抗剪栓钉(6)是加强H型钢梁(2)与预制再生混凝土楼板(17)的重要构件,可充当楼板抗剪键。其长约40mm,其直径8~10mm,沿梁上翼缘顶面设置一道或者两道,水平间距为80~150mm,楼板施工时可与混凝土楼板整体浇筑也可置于装配式楼板后浇带处进行浇筑。

[0014] 所述 $\pi$ 形连接件上肢(7)以及 $\pi$ 形连接件下肢(8)为两个材料、尺寸相同的短工字钢梁,其外伸长度为H型钢梁(2)梁高的1.0~1.5倍,梁高为H型钢梁(2)梁高的0.5~1.0倍,上下翼缘及腹板厚度为H型钢梁(2)翼缘厚度的0.8~1.0倍,翼缘宽度与H型钢梁(2)翼缘宽度相同。 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)通过角焊缝垂直焊接于中心开孔的矩形底板(9)上, $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)关于中心开孔的矩形底板(9)形心对称布置,上工字钢悬挑短梁下翼缘底部与下工字钢悬挑短梁上翼缘顶部距中心开孔的矩形底板(9)的形心距离分别为H型钢梁(2)的0.55倍梁高长度。如此可以保证 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)保留一定空隙,保证H型钢梁(2)可以顺利拼装在 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)之间。 $\pi$ 形连接件(3)通过外侧角焊缝(10)及内侧角焊缝(11)与轻型方钢管再生混凝土柱(1)侧面贴焊连接,焊缝质量控制等级应为一或二级。

[0015] 所述矩形底板(9)为中心开孔的矩形钢板。其材料强度与轻型方钢管再生混凝土柱(1)所用钢材相同,在轻钢住宅建筑中可采用Q345钢。其高度为300mm,并且满足其与 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)直角角焊缝尺寸要求。其宽度为100mm,即与 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)等宽并满足外侧角焊缝(10)尺寸要求。矩形底板(9)中间位置矩形孔洞宽60mm,高140mm,并满足内侧角焊缝(11)尺寸要求。矩形底板(9)主要起到轻型方钢管再生混凝土柱(1)与 $\pi$ 形连接件(3)的连接过渡作用,并且局部加强了轻型方钢管再生混凝土柱(1)钢管壁厚度,保护该部位钢管柱壁不受腐蚀。

[0016] 所述外侧角焊缝(10)、内侧角焊缝(11)均为矩形底板(9)与轻型方钢管再生混凝土

土柱(1)之间的直角角焊缝。焊脚高度为8mm,采用一级二级焊缝。这两处焊缝将由 $\pi$ 形连接件(3)传递的弯矩、轴力和剪力通过矩形底板(9)传递到轻型方钢管再生混凝土柱(1),主要起到传递荷载的作用。

[0017] 所述上层钢支撑(12)以及下层钢支撑(13)为热轧H型钢,以 $60^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 角布置在两个相邻轻型方钢管再生混凝土柱(1)之间。上层钢支撑(12)翼缘宽度与 $\pi$ 形连接件上肢(7)相等,下层钢支撑(13)翼缘宽度与 $\pi$ 形连接件下肢(8)相等,腹板高度一般为60mm~100mm。采用Q345钢材。其下端通过开有螺栓孔的钢板与 $\pi$ 形连接件上肢(7)上翼缘通过高强螺栓连接。钢支撑与其下端的钢板焊接。上层钢支撑(12)与下层钢支撑(13)主要起到提高框架抗侧刚度、承载力以及提高框架地震过程中的耗能能力。

[0018] 所述70mm贯通高强螺栓(14)为S8.8S或S10.3级高强螺栓。其上端位于上层钢支撑(12)底部节点板上表面,下端位于H型钢梁(2)上翼缘下表面。70mm贯通高强螺栓(14)连接了上层钢支撑(12)底部节点板、 $\pi$ 形连接件上肢(7)以及H型钢梁(2)上翼缘。将三者连接成一个整体,同时将板凳钢筋(15)一侧卡在 $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板位置,起到连接板凳钢筋(15)与 $\pi$ 形连接件(3)的作用。

[0019] 所述板凳钢筋(15)为一种预制成型钢筋,是节点-楼板一体化设计的关键。其由两侧两根带锚固端的弓形钢筋以及中间横向连接钢筋构成,两侧弓形钢筋长80mm,直角锚固端长30mm。中间两根横向连接钢筋长70mm,间距60mm。两端通过点焊或绑扎的形式将弓形钢筋与其进行固定,形成一个预制成型三维钢筋网。板凳钢筋(15)采用HRB335 $\Phi$ 8钢筋组成,其延伸至预制再生混凝土楼板(17)的预留孔中并和露出的楼板钢筋(18)进行绑扎,另一端通过70mm贯通高强螺栓(14)固定在 $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板位置, $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板两侧对称布置两个板凳钢筋(15)。将其设计为“板凳”形有利于其与楼板钢筋(18)以及灌浆料之间的锚固,同时锚固端朝下可以垫高钢筋网使其与楼板钢筋(18)位于同一高度处便于绑扎。

[0020] 所述灌浆料托板(16)为三边焊接有预埋锚固钢筋弯钩的薄钢板,其厚度为3mm,矩形钢板尺寸长为120mm,宽为110mm。略大于预制再生混凝土楼板(17)在此处预留的长100mm,宽100mm的灌浆孔洞。灌浆料托板(16)在预制再生混凝土楼板(17)成型前埋入预留孔洞下部,钢板上表面与楼板下表面以及 $\pi$ 形连接件上肢(7)下翼缘上表面平齐。钢板外边缘与 $\pi$ 形连接件上肢(7)下翼缘边缘吻合,因此可以保证灌浆料倒入后底部不漏浆。

[0021] 所述预制再生混凝土楼板(17)为工厂预制的钢筋混凝土楼板,其厚度为80mm~100mm,一般与 $\pi$ 形连接件上肢(7)高度相等,混凝土采用再生混凝土,混凝土强度为C40。根据设计要求内部配有单层或双层钢筋网一般采用HRB335级 $\Phi$ 8钢筋,钢筋间距为100mm。预制楼板在节点处为 $\pi$ 形连接件上肢(7)预留孔洞楼板上表面与 $\pi$ 形连接件上肢(7)上翼缘表面平齐。在 $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板两侧预留长100mm、宽100mm灌浆孔,灌浆孔内部放置板凳钢筋(15)后灌注高强灌浆料,使灌浆料填满预留孔洞以及 $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板两侧,从而达到楼板与装配式节点共同工作的目的。

[0022] 所述楼板钢筋(18)即为预制再生混凝土楼板(17)内配置的分布钢筋,预留孔洞处露出的分布钢筋起到与板凳钢筋(15)连接的作用。

[0023] 本实用新型涉及一种钢管混凝土柱-H型钢梁-钢支撑- $\pi$ 形连接件组合式边柱中部节点及作法,其具体做法如下:

[0024] 第一步:工厂预制轻型方钢管再生混凝土柱(1),选择相应尺寸方钢管以及钢板,切割、打磨、开孔,随后在内部浇筑再生混凝土,经过养护完成轻型方钢管再生混凝土柱(1)的制作。如图5所示。

[0025] 第二步:在工厂车间加工 $\pi$ 形连接件(3)以及腹板连接板(4),先选择相应尺寸的成品热轧工字钢梁,进行切割、打磨、打孔等制作成 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8),将相应厚度热轧钢板切割、开孔,制作成中心开孔的矩形底板(9)。将 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)与矩形底板(9)进行焊接,制作成 $\pi$ 形连接件(3)。选择相应尺寸与强度的钢板进行切割、开孔后制作成腹板连接板(4)。如图6所示。

[0026] 第三步:在工厂车间将 $\pi$ 形连接件(3)以及腹板连接板(4)焊接至轻型方钢管再生混凝土柱(1)的相应位置。首先将 $\pi$ 形连接件(3)焊接至轻型方钢管再生混凝土柱(1)上,应注意 $\pi$ 形连接件(3)通过外侧角焊缝(10)及内侧角焊缝(11)与轻型方钢管再生混凝土柱(1)侧面贴焊连接,因此 $\pi$ 形连接件(3)通过两圈矩形满焊角焊缝与方钢管柱连接这样充分保证了焊缝长度,充分满足节点处焊缝的抗剪承载力与抗弯承载力。然后将腹板连接板(4)通过矩形底板(9)中心孔洞焊接至方钢管柱上。将螺母焊接至 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)螺栓孔位置以备安装螺栓。如图7所示。

[0027] 第四步:设置一道加劲肋焊接在H型钢梁(2)端部腹板位置,加劲肋厚度不小于H型钢梁(2)腹板厚度。按照设计位置加工H型钢梁(2)的上下翼缘与腹板螺栓孔。最后在H型钢梁(2)顶面焊接栓钉。如图8所示。

[0028] 第五步:工厂加工上层钢支撑(12)、下层钢支撑(13),选择符合截面尺寸要求的热轧H型钢,打磨、切削成相应尺寸。选择钢板,经过切割、打磨、开孔等工序,加工制作钢支撑底部节点板。将加工成型的钢支撑焊接到底部节点板上。预制钢支撑加工完成。如图9所示。

[0029] 第六步:制作灌浆料托板(16)和预制再生混凝土楼板(17),工厂选择成品钢板切割成相应尺寸,通过切割、弯折等工序加工灌浆料托板(16)上的锚固用钢筋弯钩,将钢筋弯钩点焊到钢板上加工完成灌浆料托板。制作、绑扎楼板钢筋,支楼板模板,将灌浆料托板放置在开洞处,浇筑楼板再生混凝土,养护成型。如图10所示。

[0030] 第七步:在施工现场安装带有 $\pi$ 形连接件(3)及腹板连接板(4)的轻型方钢管再生混凝土柱(1)。在H型钢梁(2)端部上下切割长约5mm的三角形缺口,将H型钢梁(2)滑入两侧方钢管柱 $\pi$ 形连接件(3)之间,使 $\pi$ 形连接件(3)及腹板连接板(4)上的螺栓孔与H型钢梁(2)螺栓孔对正,用高强螺栓拧紧固定。如图11所示。

[0031] 第八步:将预制上层钢支撑(12)通过高强螺栓安装到 $\pi$ 形连接件上肢(7)相应位置上。将预制下层钢支撑(13)通过高强螺栓安装到 $\pi$ 形连接件下肢(8)相应位置上。如图12所示。

[0032] 第九步:将预制再生混凝土楼板安装到相应位置。如图13所示。

[0033] 第十步:将板凳钢筋(15)放置到 $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板处相应位置,拧紧70mm贯通高强螺栓(14)将板凳钢筋(15)固定在 $\pi$ 形连接件上肢(7)腹板位置。并将板凳钢筋(15)绑扎到楼板钢筋(18)上。如图14所示。

[0034] 第十一步:在楼板抗剪栓钉(6)、 $\pi$ 形连接件上肢(7)板凳钢筋(15)以及灌浆料托板(16)等位置浇筑高强灌浆料,待养护完成即可进行后续施工。如图15所示。

[0035] 与现有技术相比,本实用新型涉及一种钢管混凝土柱-H型钢梁-钢支撑- $\pi$ 形连接

件组合式边柱中部节点及作法,具有以下优势:

[0036] 1、本实用新型创造性的采用 $\pi$ 形连接件(3)这一构造进行梁柱间的装配连接: $\pi$ 形连接件(3)增大了梁柱节点域高度,提高了节点抗剪承载力。同时中心开孔的矩形底板(8)贴焊在轻型方钢管再生混凝土柱(1)上使节点处柱壁钢材不会直接暴露在空气中,提高了节点抗腐蚀性能。整个节点有较强的受弯、受剪承载能力。

[0037] 2、本实用新型创造性的将节点连接构造与钢支撑构造进行装配: $\pi$ 形连接件(3)中 $\pi$ 形连接件上肢(7)上翼缘开螺栓孔与上层钢支撑(12)的底部连接板采用螺栓进行连接。这种构造形式使钢支撑在框架装配式阶段即可进行装配,无需后期增设其他部件即可进行支撑安装。大大简化了施工步骤,节省成本且提高了施工效率。

[0038] 3、本实用新型创造性的将装配式楼板通过板凳钢筋与节点连接部位进行整体化设计:预制再生混凝土楼板(17)在与 $\pi$ 形连接件上肢(7)连接部位开孔,内部露出楼板钢筋(18),楼板钢筋(18)与板凳钢筋(15)进行绑扎。板凳钢筋(15)通过70mm贯通高强螺栓(14)与 $\pi$ 形连接件上肢(7)进行固定。最后在开动部位浇筑刚强灌浆料,即形成了预制楼板-板凳钢筋- $\pi$ 形连接件连接构造。这一构造使预制楼板与节点域进行了可靠连接, $\pi$ 形连接件内部灌注钢管灌浆料后大大增强了其抗弯、抗压能力及稳定性。进一步保证了钢支撑与 $\pi$ 形节点连接构造的可靠性。

[0039] 4、节点构造设计简单,在装配式轻钢框架及轻钢桁架结构中布置灵活。现有节点构造中不管是外环板式还是内隔板式梁柱节点,对于边柱、角柱以及中柱都采用整体式设计,不仅耗费大量钢材而且会造成梁柱节点裸露的设计问题。而本实用新型涉及的节点构造只需要安装在梁柱连接一侧,只需在有梁的一侧设置 $\pi$ 形连接件及腹板连接板大大提高了节点布置的灵活性并且降低了钢材、螺栓的损耗。同时 $\pi$ 形连接件有利于装配式墙板及楼板的施工安装。目前常采用的带三角形肋板节点虽提高了节点刚度与抗震性能但三角肋板节点处装配式墙板与楼板的安装较为复杂,不免出现墙板及楼板局部切角等处理。本实用新型中设计的 $\pi$ 形连接件构造形式更加规则,工字钢悬挑短梁高度均小于或接近于楼板厚度,工字钢悬挑短梁腹板处可设置抗剪键或拉接筋与楼板浇筑为一个整体,也可隐藏于装配式墙体或外墙保温中,较好的解决了装配式钢结构房屋露梁、露柱的弊端。

[0040] 5、受力明确,具备两道抗震防线。本实用新型涉及的节点连接构造设计简便、可靠度高。H型钢梁将建筑荷载传递给梁柱节点,H型钢梁的轴力、剪力及弯矩通过螺栓传递给 $\pi$ 形连接件及腹板连接板,最终由矩形底板及腹板连接板的焊缝实现二者与钢管柱的作用力传递。因此通过控制焊缝长度及钢材厚度即可完成不同荷载作用下的节点设计,其设计可靠性更加明确。在地震往复荷载作用下 $\pi$ 形连接件作为第一道防线耗散大部分地震能量, $\pi$ 形连接件失效后腹板连接板仍可承担剪力与弯矩作用,整个节点仍可继续工作。这对于装配式结构地震作用下抗连续倒塌及震后修复具有积极意义。

[0041] 6、装配化程度高、工业化水平高。本实用新型涉及的方钢管再生混凝土柱、 $\pi$ 形连接件、腹板连接板、H型钢梁等均可以在工程预制,施工现场拼装。工程规模化生产精度高、质量控制严格、节省资源。减少了施工现场焊接与湿作业工作量,可针对不同梁柱截面生产出标准统一、规格不同的标准件进行拼装,有利于实现住宅产业化。

[0042] 7、节能环保、运输方便。本实用新型涉及的预制连接件耗钢量少,采用再生混凝土等环保节能材料,节点组件多采用热轧型钢,材料易得并且可以基本实现无废料。本实用新

型提出的节点构造作法将容易造成噪声污染、光污染的工序放在工厂进行,在保证施工质量的同时,可以做到绿色环保。

### 附图说明

- [0043] 图1节点构造拆解图。
- [0044] 图2节点整体俯视图。
- [0045] 图3节点整体轴测图。
- [0046] 图4节点整体仰视图。
- [0047] 图5步骤1—制作再生钢管混凝土柱。
- [0048] 图6步骤2—制作 $\pi$ 形连接件与腹板连接板。
- [0049] 图7步骤3—焊接 $\pi$ 形连接件。
- [0050] 图8步骤4—制作工字钢底梁。
- [0051] 图9步骤5—制作钢支撑。
- [0052] 图10步骤6—制作预制再生混凝土楼板。
- [0053] 图11步骤7—装配梁柱。
- [0054] 图12步骤8—装配钢支撑。
- [0055] 图13步骤9—装配楼板。
- [0056] 图14步骤10—绑扎固定板凳钢筋。
- [0057] 图15步骤11—浇筑灌浆料。

### 具体实施方式

- [0058] 下面结合具体实施例对实用新型做进一步说明。
- [0059] 如图3所示,一种钢管混凝土柱-H型钢梁-钢支撑- $\pi$ 形连接件组合式边柱中部节点,该节点包括轻型方钢管再生混凝土柱(1)、H型钢梁(2)、 $\pi$ 形连接件(3)、腹板连接板(4)、30mm长高强螺栓(5)、楼板抗剪栓钉(6)、 $\pi$ 形连接件上肢(7)、 $\pi$ 形连接件下肢(8)、矩形底板(9)、外侧角焊缝(10)、内侧角焊缝(11)、上层钢支撑(12)、70mm贯通高强螺栓(14)、板凳钢筋(15)、灌浆料托板(16)、预制再生混凝土楼板(17)以及楼板钢筋(18)。
- [0060] 根据建筑荷载大小通过《混凝土结构设计规范》以及《钢管混凝土设计规范》可对方钢管再生混凝土柱所需承载力进行计算,通过调整钢管外径、厚度以及再生混凝土强度对方钢管再生混凝土柱进行调整。
- [0061] 根据《钢结构设计规范》对 $\pi$ 形连接件的上下工字钢悬挑短梁的翼缘与腹板厚度、梁高、悬挑长度等主要参数进行设计,确定矩形底板的长度与厚度以及中心开孔尺寸等。
- [0062] H型钢梁是结构中的主要承重构件。需根据H型钢梁梁端轴力、剪力与弯矩结合《钢结构设计规范》调整腹板连接板长度与厚度,计算节点域所需螺栓数量以及焊缝长度等。
- [0063] 根据楼面荷载设计楼板厚度、混凝土强度、分布钢筋直径、分布钢筋间距等参数。根据 $\pi$ 形连接件尺寸以及梁上抗剪螺栓布置确定预留孔洞位置及大小。
- [0064] 根据结构抗震设计相关理论,确定钢支撑截面尺寸以及布置角度等参数。以上数据确定后即可进行性下料、生产、施工、装配等程序。
- [0065] 本实用新型所述节点刚度由于 $\pi$ 形连接件对梁柱节点域的高度的增大得到提高。

从而有效控制了工字型截面梁的变形,避免了梁挠度过大以及外界震动荷载激励下梁震幅过大的缺陷。

[0066] 所述节点中,楼板与 $\pi$ 形连接件通过板凳钢筋以及高强螺栓等构造进行了有效连接,后期浇筑灌浆料后更是对 $\pi$ 形连接件进行了强化。 $\pi$ 形连接件上肢因与底梁和钢支撑二者同时连接,其上翼缘受到钢支撑传来的局部压力以及剪力,下翼缘受到底梁传来的轴力、弯矩和剪力,整体处于复杂应力状态。腹板周围浇筑灌浆料后极大的提升了其局部承压性能以及抗剪承载力。因此节点域的抗弯刚度得到提升,抗剪承载力提高。

[0067] 根据《钢结构设计规范》规定,本实用新型所述节点的破坏形式设计为梁端变形破坏,地震作用下钢梁破坏位置集中于梁翼缘螺栓孔处,此处钢梁翼缘截面将会经历从屈服到断裂的过程,这是一个较为缓慢的、有显著变形的过程,具有理想的延性破坏特征。

[0068] 本实用新型所述节点在设计中的主要耗能区域为 $\pi$ 形连接件,在往复荷载作用下 $\pi$ 形连接件上下工字钢悬挑短梁的翼缘发生变形从而消耗部分地震能量,上下工字钢悬挑短梁的腹板将发挥加劲肋的作用,形成连接梁端的拉压杆桁架体系,在控制节点变形的同时也会消耗部分地震能量。

[0069] 根据《结构抗震设计规范》框架结构应符合“强柱弱梁”规则并需具备多道抗震防线。本实用新型所述节点的第一道抗震防线为 $\pi$ 形连接,腹板连接板为第二道抗震防线。在第一道与第二道抗震防线相继失效的过程中,节点区域楼板相互挤压,梁端楼板和墙之间的裂缝变宽甚至完全开裂,此过程持续时间较长,利于人员疏散。

[0070] 采用本实用新型所述的一种钢管混凝土柱-H型钢梁-钢支撑- $\pi$ 形连接件组合式边柱中部节点及作法连接牢固、整体性好、装配便捷、绿色环保,是适用于低、多轻钢框架及轻钢桁架住宅建筑体系梁柱装配一种新型节点连接型式。

[0071] 以上是本实用新型的一个典型实施例,本实用新型的实施不限于此。

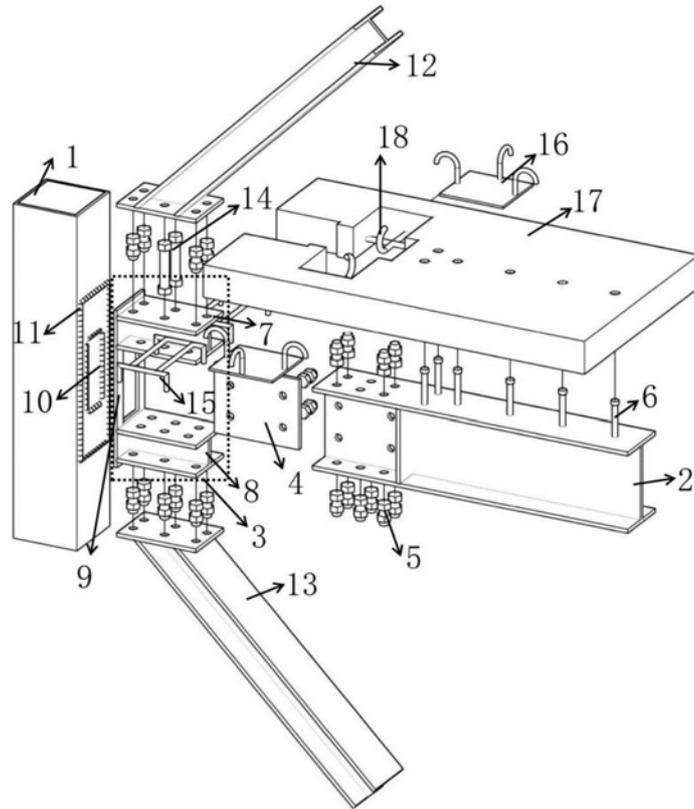


图1

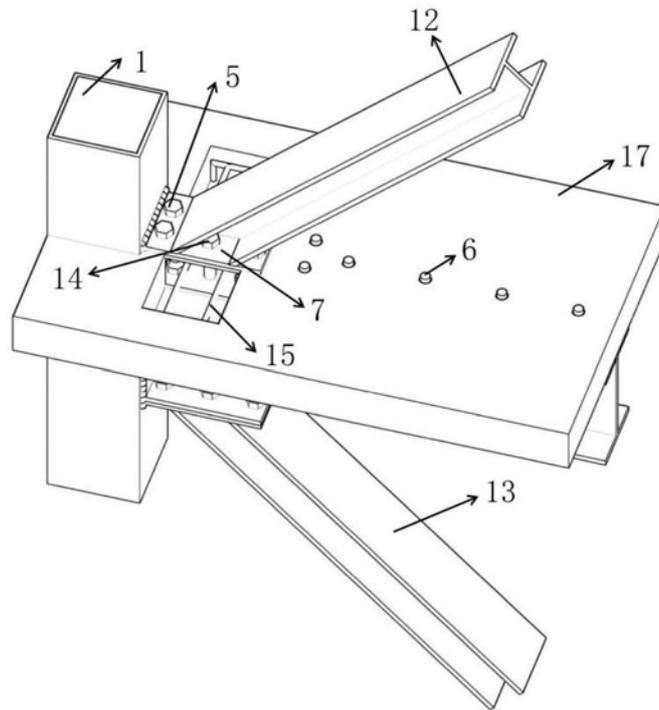


图2

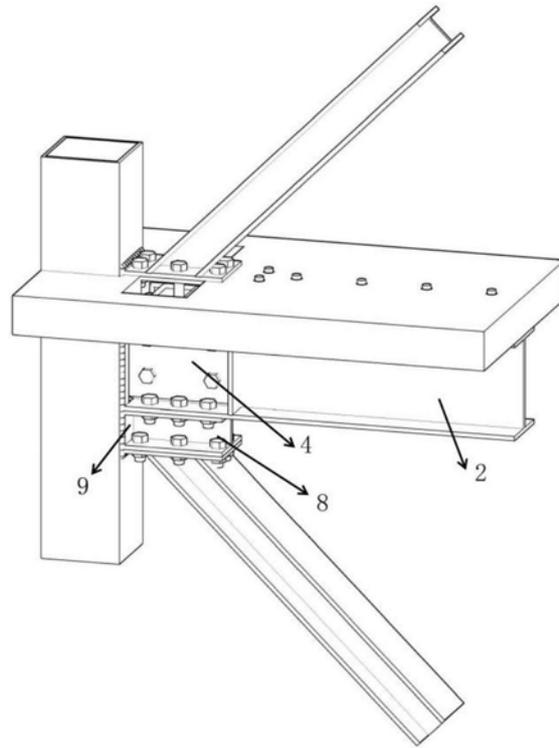


图3

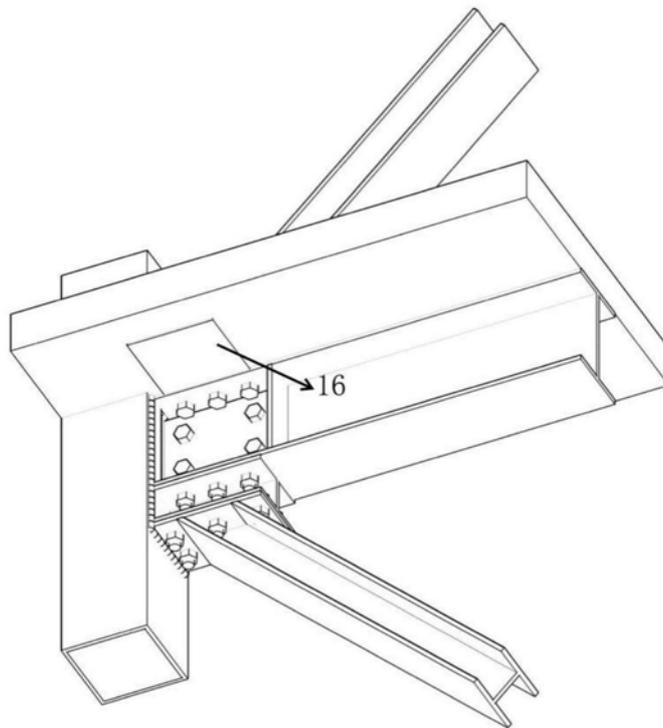


图4



图5

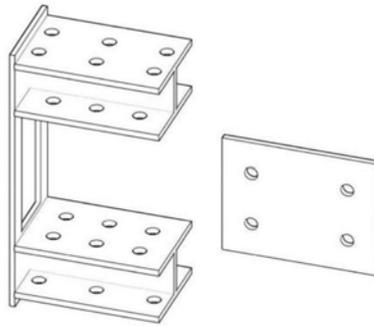


图6

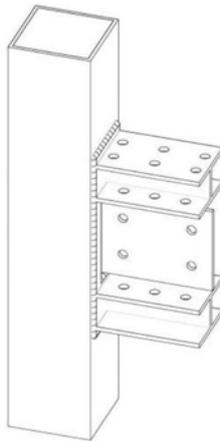


图7

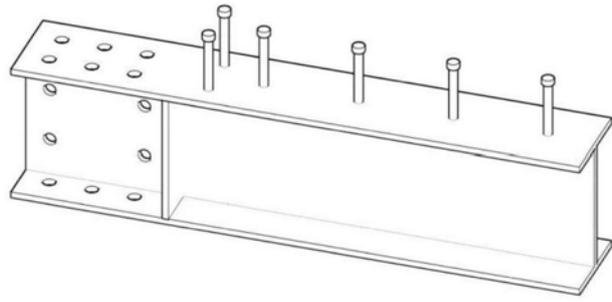


图8



图9

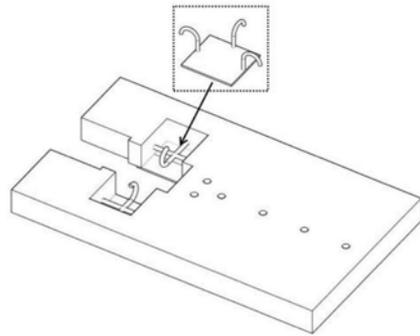


图10

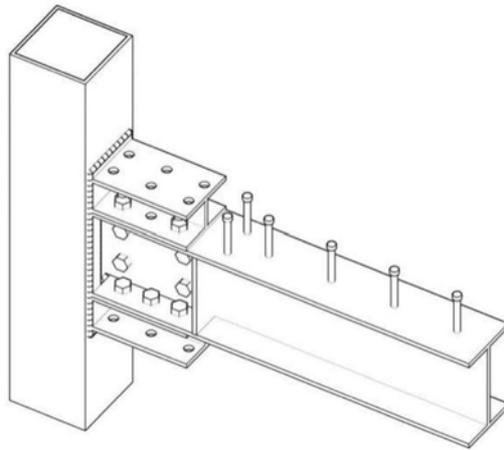


图11

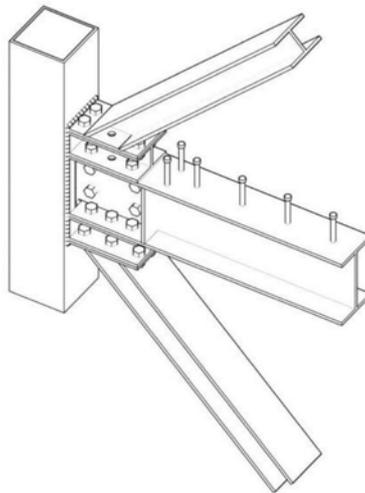


图12

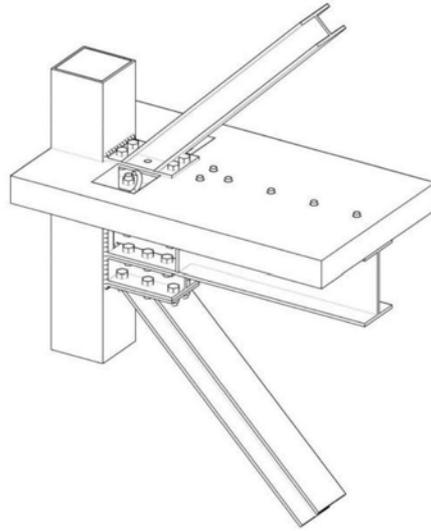


图13

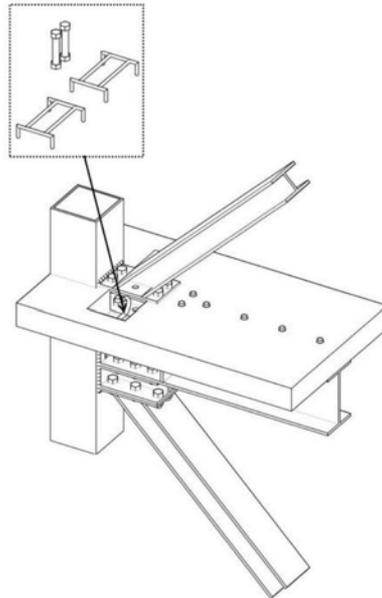


图14

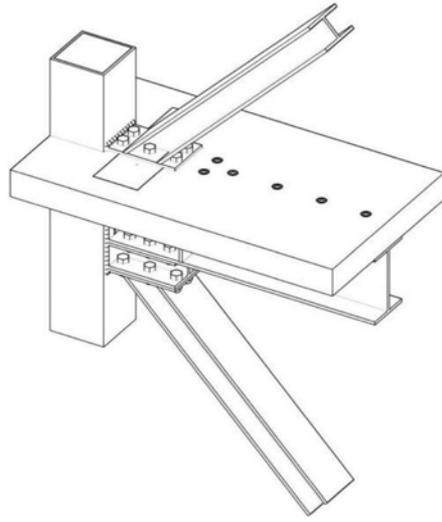


图15