



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112663927 B

(45) 授权公告日 2021.08.20

(21) 申请号 202010721435.0

E04G 3/24 (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.24

E04G 3/26 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

E04G 5/04 (2006.01)

申请公布号 CN 112663927 A

审查员 熊卉

(43) 申请公布日 2021.04.16

(73) 专利权人 中国建筑第二工程局有限公司

地址 100070 北京市丰台区汽车博物馆东
路6号院E座

(72) 发明人 王贺 陈质毅 封伟 王昂

白学永

(74) 专利代理机构 北京中建联合知识产权代理

事务所(普通合伙) 11004

代理人 王灵灵

(51) Int. Cl.

E04G 3/22 (2006.01)

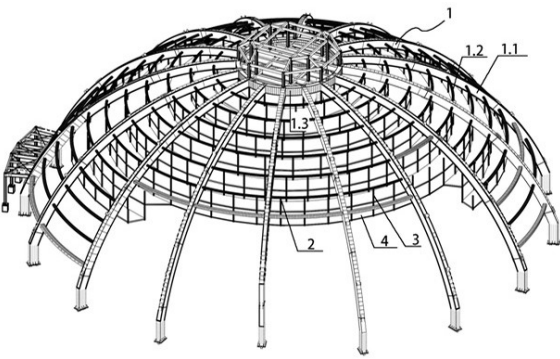
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台
及其施工方法

(57) 摘要

一种钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台及其施工方法,其吊设于穹顶骨架底部,包括吊点、吊杆和阶梯平台,吊点通过门形挂板挂设于次梁上;吊杆对应吊点竖向设置,下层吊杆的中间托板与上层吊杆的底部托板等高设置,阶梯平台包括中心平台和围绕中心平台周围阶梯状设置的一系列环形平台,台面桁架的横梁一端与上层吊杆的底部托板固连,另一端与下层吊杆的中间托板固连,相邻层水平台面之间设置有爬梯。本发明设计新颖,通过沿环形圈梁间隔布置的吊杆,实现平台面依托穹顶结构逐级布置,操作方便,适用于大跨度曲面穹顶施工;吊点免焊接吊点,便于安拆;顶底可同时施工,节省工期;整体性强,施工安全性有保证。



1. 一种钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:吊设于穹顶骨架(1)底部,所述穹顶骨架(1)包括中心圈梁(1.3)、主梁(1.1)和次梁(1.2),所述中心圈梁(1.3)设于穹顶骨架(1)顶部中心,所述主梁(1.1)自中心圈梁(1.3)向底部四周均匀辐射状布置,所述次梁(1.2)分层水平设于相邻主梁(1.1)之间,形成高度不同的多层环向闭合结构;

所述操作平台包括吊点(2)、吊杆(3)和阶梯平台(4);

所述吊点(2)设于次梁(1.2)和中心圈梁(1.3)上,其沿次梁(1.2)或中心圈梁(1.3)环向分层间隔设置,且避开幕墙转接件;包括门形挂板(2.1),所述门形挂板(2.1)挂设于次梁(1.2)上;

所述吊杆(3)对应吊点竖向设置,包括主体杆(3.1)、中间托板(3.2)和底部托板(3.3),所述主体杆(3.1)的顶部固连H形连接板(3.4),所述H形连接板(3.4)横向设于门形挂板(2.1)底部内侧,其两侧板分别与门形挂板(2.1)两翼板贴紧并固连;所述中间托板(3.2)上开设预留孔,其水平套设于主体杆(3.1)外侧并与主体杆(3.1)固连;所述底部托板(3.3)水平焊接于主体杆(3.1)底部;相邻两层吊杆(3)中,下层吊杆的中间托板(3.2)与上层吊杆的底部托板(3.3)等高设置;

所述阶梯平台(4)包括中心平台(4.4)和围绕中心平台(4.4)周围阶梯状设置的一系列环形平台(4.5);

所述中心平台(4.4)设于中心圈梁(1.3)底部,由间隔吊设于中心圈梁(1.3)底部的顶层吊杆围合形成,顶层吊杆底部设底部托板(3.3),底部托板(3.3)之间交叉设置钢梁形成中心桁架,进而形成中心平台(4.4);

所述环形平台(4.5)为由高到低梯度变化的水平环形桁架,其设于相邻层吊杆(3)之间,一侧与上层吊杆(3)的底部托板(3.3)固连,另一侧与下层吊杆(3)的中间托板(3.2)固连;

所述阶梯平台(4)中,相邻层水平台面之间设置有爬梯(6);所述阶梯平台(4)自穹顶顶部中心向底部四周高度逐渐降低,分层连续设置,形成施工面。

2. 根据权利要求1所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:所述水平环形桁架包括两侧的弦杆(4.1)和中间的腹杆(4.2);所述弦杆(4.1)设于同层相邻两主体杆(3.1)的中间托板(3.2)之间或底部托板(3.3)之间,端部分别对应固连;所述腹杆(4.2)的一端与上层吊杆(3)的底部托板(3.3)固连,另一端与下层吊杆(3)的中间托板(3.2)固连。

3. 根据权利要求1所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:所述H形连接板(3.4)为一体结构或分体结构;为一体结构时其两侧板与门形挂板(2.1)两翼板之间分别通过螺栓接连,中间的腹板自上而下插设于主体杆(3.1)顶部的开槽内并满焊固定;为分体结构时,包括两个T形板,所述T形板的腹板在主体杆(3.1)的顶部两侧面对应焊接固定。

4. 根据权利要求2所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:所述弦杆(4.1)或腹杆(4.2)与中间托板(3.2)或底部托板(3.3)之间通过连接板(5)实现固连;所述连接板(5)为平板或直角板,为平板时其竖向焊接在中间托板(3.2)或底部托板(3.3)上,与弦杆(4.1)或腹杆(4.2)端部螺栓接连,为直角板时其一侧与中间托板(3.2)或底部托板(3.3)螺栓连接,另一侧与弦杆(4.1)或腹杆(4.2)端部螺栓接连。

5. 根据权利要求1所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:所述中间托板(3.2)与主体杆(3.1)的连接方式为焊接,或在中间托板(3.2)顶底两侧分别设置环形卡箍实现可调连接。

6. 根据权利要求1所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:所述爬梯(6)包括踏步和两边的扶梯,所述踏步顶底分别与上下层的平面桁架固连。

7. 根据权利要求1所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:所述吊杆(3)为方管;距离穹顶中心的最内侧一圈吊杆(3)上仅设置底部托板(3.3),且吊杆底部与穹顶中心钢梁之间设置支撑梁进行加强;远离穹顶中心的最外侧一圈吊杆(3)上也仅设置底部托板(3.3),且吊杆底部与外围幕墙龙骨之间设置加强撑。

8. 根据权利要求1所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:所述阶梯平台(4)上分别铺设脚手板(4.3),每层水平台面两侧均设置防护栏;所述防护栏包括两侧的立杆、立杆之间的横杆,以及设于水平台面底部、拉结两侧立杆的对拉杆。

9. 根据权利要求2所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:所述弦杆(4.1)和腹杆(4.2)采用槽钢、方钢或角钢,腹杆(4.2)成Z字形布置,将平面桁架分割成一系列三角架;所述次梁(1.2)为圆钢,相应的,所述门形挂板(2.1)顶部为与圆钢相适应的弧形贴板。

10. 根据权利要求1-9任意一项所述的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台的施工方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、准备工作:依据穹顶骨架(1)的外形构造和施工要求,确定吊点(1)的布置区域,依据次梁(1.2)的间隔布置高度及阶梯平台(4)层间高度,确定吊点(1)在次梁(1.2)上的布置位置;

步骤二、吊杆(2)制作:依据步骤一阶梯平台(4)的阶梯高度确定吊杆(2)的尺寸及中间托板(3.2)、底部托板(3.3)的安装位置,在工厂进行吊杆(2)批量预制;

步骤三、放线定位:进行放线定位,确保吊点(1)安装避开次梁上的幕墙转接件;

步骤四、吊点(1)安装:在吊点安装区域内进行吊点安装,将门形挂板(2.1)挂设于次梁(1.2)上;

步骤五、相邻两层吊杆(2)安装:在最下面两层或最上面两层吊点上进行两层吊杆(2)安装;

步骤六、安装台面平面桁架:在施工完成的两层吊杆(2)上进行阶梯平台(4)的平面桁架安装,在同层相邻吊杆之间安装弦杆(4.1),在上下层对应吊杆(2)之间安装腹杆(4.2),整体形成平面桁架,保证阶梯平台(4)的整体性;

步骤七、进行相邻一层吊杆(2)的安装:紧邻已经安装好的两层吊杆(2)进行下一层吊杆(2)的安装;

步骤八、重复步骤六和步骤七,直至所有吊杆(2)和台面平面桁架施工完成;

步骤九、防护栏和脚手板(4.3)的安装:在每层阶梯平台(4)的两侧布设防护栏,并在台面上铺设脚手板(4.3);

步骤十、楼梯安装:在最底层水平台面的底部和相邻水平台面之间分别设置楼梯;

步骤十一、整体质检验收:对整个平台结构进行质检,确保安装牢固,至此,施工完成。

一种钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及穹顶施工技术领域,具体涉及一种钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台及其施工方法。

背景技术

[0002] 随着建筑行业的发展,大型建筑楼宇不断出现,形态各异的造型幕墙渐渐成为一种主流需求,为实现这种需求,操作平台作为施工辅助结构就被赋予了新的要求,体现在造型与结构根据建筑造型的要求产生了各种异形的变化。

[0003] 目前,建筑施工操作平台大部分为平面结构,适用于局部施工操作,且主要集中于落地式平台,对于造型各异的大跨度穹顶结构来说,其使用起来有诸多劣势,如需要经常挪动满足大跨度要求,地面施工与高空施工在空间作业上存在交叉,不能保证两方面同时无干扰进行等等,此外,目前出现的少数用于钢结构建筑高空作业的施工平台,主要是由连接板焊接在主结构上,通过吊杆连接施工平台的结构横梁,然后在横梁上铺设跳板。但是,此种施工平台只适用于同一平面或较为规则的屋顶结构,不适用于穹顶结构,且后期拆除需要切除吊点连接板进行修补。

发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台及其施工方法,解决现有平台结构该施工平台多集中于平面落地式结构、需要频繁转移且在地面施工与高空施工在空间作业上存在交叉时不能保证两方面同时无干扰进行、不适应于大跨度多曲率的穹顶结构施工的技术难题,以及目前少数吊装平台与主体结构焊接、容易对主体附着面造成损害、安装与拆除操作复杂、不能重复使用的技术问题。

[0005] 为实现上述技术目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台,其特征在于:吊设于穹顶骨架底部,所述穹顶骨架包括中心圈梁、主梁和次梁,所述中心圈梁设于穹顶骨架顶部中心,所述主梁自中心圈梁向底部四周均匀辐射状布置,所述次梁分层水平设于相邻主梁之间,形成高度不同的多层环向闭合结构;

[0007] 所述操作平台包括吊点、吊杆和阶梯平台;

[0008] 所述吊点设于次梁和中心圈梁上,其沿次梁或中心圈梁环向分层间隔设置,且避开幕墙转接件;包括门形挂板,所述门形挂板挂设于次梁上;

[0009] 所述吊杆对应吊点竖向设置,包括主体杆、中间托板和底部托板,所述主体杆的顶部固连H形连接板,所述H形连接板横向设于门形挂板底部内侧,其两侧板分别与门形挂板两翼板贴紧并固连;所述中间托板上开设预留孔,其水平套设于主体杆外侧并与主体杆固连;所述底部托板水平焊接于主体杆底部;相邻两层吊杆中,下层吊杆的中间托板与上层吊杆的底部托板等高设置;

[0010] 所述阶梯平台包括中心平台和围绕中心平台周围阶梯状设置的一系列环形平台;

[0011] 所述中心平台设于中心圈梁底部,由间隔吊设于中心圈梁底部的顶层吊杆围合形成,顶层吊杆底部设底部托板,底部托板之间交叉设置钢梁形成中心桁架,进而形成中心平台;

[0012] 所述环形平台为由高到低梯度变化的水平环形桁架,其设于相邻层吊杆之间,一侧与上层吊杆的底部托板固连,另一侧与下层吊杆的中间托板固连;

[0013] 所述阶梯平台中,相邻层水平台面之间设置有爬梯;所述阶梯平台自穹顶顶部中心向底部四周高度逐渐降低,分层连续设置,形成施工面。

[0014] 所述水平环形桁架包括两侧的弦杆和中间的腹杆;所述弦杆设于同层相邻两主体杆的中间托板之间或底部托板之间,端部分别对应固连;所述腹杆的一端与上层吊杆的底部托板固连,另一端与下层吊杆的中间托板固连。

[0015] 进一步优选的,所述H形连接板为一体结构或分体结构;为一体结构时其两侧板与门形挂板两翼板之间分别通过螺栓接连,中间的腹板自上而下插设于主体杆顶部的开槽内并满焊固定;为分体结构时,包括两个T形板,所述T形板的腹板在主体杆的顶部两侧面对应焊接固定。

[0016] 进一步优选的,所述弦杆或腹杆与中间托板或底部托板之间通过连接板实现固连;所述连接板为平板或直角板,为平板时其竖向焊接在中间托板或底部托板上,与弦杆或腹杆端部螺栓接连,为直角板时其一侧与中间托板或底部托板螺栓连接,另一侧与弦杆或腹杆端部螺栓接连。

[0017] 进一步优选的,所述中间托板与主体杆的连接方式为焊接,或在中间托板顶底两侧分别设置卡箍,实现可调连接。

[0018] 进一步优选的,所述爬梯包括踏步和两边的扶梯,所述踏步顶底分别与上下层的平面桁架固连。

[0019] 进一步优选的,所述吊杆为方管;距离穹顶中心的最内侧一圈吊杆上仅设置底部托板,且吊杆底部与穹顶中心钢梁之间设置支撑梁进行加强;远离穹顶中心的最外侧一圈吊杆上也仅设置底部托板,且吊杆底部与外围幕墙龙骨之间设置加强撑。

[0020] 进一步优选的,所述阶梯平台上分别铺设脚手板,每层水平台面两侧均设置防护栏;所述防护栏包括两侧的立杆、立杆之间的横杆,以及设于水平台面底部、拉结两侧立杆的对拉杆。

[0021] 进一步优选的,所述弦杆和腹杆采用槽钢、方钢或角钢,所述腹杆成Z字形布置,将平面桁架分割成一系列三角架;所述次梁为圆钢,相应的,所述门形挂板顶部为与圆钢相适应的弧形贴板。

[0022] 此外,本发明还提供上述钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台的施工方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0023] 步骤一、准备工作:依据穹顶骨架的外形构造和施工要求,确定吊点的布置区域,依据次梁的间隔布置高度及阶梯平台层间高度,确定吊点在次梁上的布置位置;

[0024] 步骤二、吊杆制作:依据步骤一阶梯平台的阶梯高度确定吊杆的尺寸及中间托板、底部托板的安装位置,在工厂进行吊杆批量预制;

[0025] 步骤三、放线定位:进行放线定位,确保吊点安装避开次梁上的幕墙转接件;

[0026] 步骤四、吊点安装:在吊点安装区域内进行吊点安装,将门形挂板挂设于次梁上;

[0027] 步骤五、相邻两层吊杆安装：在最下面两层或最上面两层吊点上进行两层吊杆安装；

[0028] 步骤六、安装台面平面桁架：在施工完成的两层吊杆上进行阶梯平台的平面桁架安装，在同层相邻吊杆之间安装弦杆，在上下层对应吊杆之间安装腹杆，整体形成平面桁架，确保平面台面的水平度；

[0029] 步骤七、进行相邻一层吊杆的安装：紧邻已经安装好的两层吊杆进行下一层吊杆的安装；

[0030] 步骤八、重复步骤六和步骤七，直至所有吊杆和台面平面桁架施工完成；

[0031] 步骤九、防护栏和脚手板的安装：在每层阶梯平台的两侧布设防护栏，并在台面上铺设脚手板；

[0032] 步骤十、楼梯安装：在最底层水平台面的底部和相邻水平台面之间分别设置楼梯；

[0033] 步骤十一、整体质检验收：对整个平台结构进行质检，确保安装牢固，至此，施工完成。

[0034] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：可以不用在主结构上焊接吊点连接板，可以根据穹顶的高度变化错层布置施工平台，可以在拆除时避免切割。

[0035] 与现有技术相比，本发明的技术优势在于：

[0036] 1、本发明针对大跨度穹顶结构特点，提供一种大型的阶梯式平台，通过沿环形圈梁间隔布置的吊杆，实现平台面依托穹顶结构逐级布置，各级之间设置通道，工人在平台上可以自由移动到需要施工的位置，操作方便，施工效率高，有效解决了大跨度曲面穹顶的施工难题；

[0037] 2、本发明阶梯式平台不仅为顶部穹顶施工提供了空间，且由于其沿穹顶幕墙设计，为底部施工预留了充分空间，顶底可以同时施工，大大节省了工期；

[0038] 3、本发明阶梯式平台同层内部连接方式灵活，采用平面桁架作为主体支撑结构，同时设置防护栏和拉结杆等，进一步保证了平台强度；层与层之间通过共同的托板进行连接，同时顶底均设置加强撑与穹顶结构连接，有效保证了阶梯式平台的整体性，确保施工安全；

[0039] 4、吊点为免焊接吊点，安装与拆除施工方便，避免了后期拆除时对已完工程的破坏；所有构件工厂预制，现场螺栓连接；

[0040] 综上，本发明钢结构穹顶高空施工平台设计新颖，标准件组合、拆装迅速，解决了传统吊杆焊接构成的施工平台架设或拆除作业繁琐，影响工程进度，工程后期还需要对切除焊点处进行修补，浪费人力物力，增加施工成本弊端，解决了传统工艺对穹顶结构无法进行高空施工的难题，通过采用该工法，经济效益显著，可有效节约脚手架租赁成本，通过计算，按正向投影面积，可节约28元/m²，工期节省约90天。

附图说明

[0041] 图1为本发明涉及的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台的整体结构示意图；

[0042] 图2为本发明涉及的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台的仰视结构示意图；

[0043] 图3为本发明涉及的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台的剖面结构示意图；

[0044] 图4为本发明涉及的钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台的局部三维结构示意

图；

[0045] 图5为图4中的I局部示意图；

[0046] 图6为图5中的A-A剖面示意图；

[0047] 图7为图5中的B-B剖面示意图；

[0048] 图8为图5中的C-C剖面示意图；

[0049] 图9为图8中的D-D剖面示意图；

[0050] 图10为本发明涉及的爬梯的示意图。

[0051] 附图标记：1-穹顶骨架、1.1-主梁、1.2-次梁、1.3-中心圈梁、2-吊点、2.1-门形挂板、3吊杆、3.1-主体杆、3.2-中间托板、3.3-底部托板、3.4-H形连接板、4-阶梯平台、4.1-弦杆、4.2-腹杆、4.3-脚手板、4.4-中心平台、4.5-环形平台、5-连接板、6-爬梯。

具体实施方式

[0052] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。下面结合附图对本发明进一步说明。

[0053] 目前国内经济发展迅速，建筑业发展也日新月异，随着建筑水平的不断提高，异形建筑的数量也在不断增加。然而，在优美造型的施工过程中，不可避免的出现了一些施工难题，为达到设计师的方案落地，降低施工成本，特需在施工工艺上力求创新，不断改进，方能实现这一目标。本实施例涉及的施工主结构为钢结构穹顶型式，外挂玻璃幕墙，高空作业如使用常规脚手架将会占用室内空间较长时间，无法满足工期要求。且普通的吊挂平台无法做出拱形效果。通过项目的BIM方案模拟等科技攻关，研发了钢结构穹顶阶梯式吊挂平台施工工法，弥补了常规脚手架及施工平台的不足。通过北京市建筑业联合会科技工作委员会相关专家鉴定，达到了国际先进水平。

[0054] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：使用环板套装在主结构上，在环板上预留螺栓孔，吊杆使用矩形钢管，在矩形钢管顶端两侧焊接T型连接板，通过螺栓与环板连接。吊杆上根据平台标高在中间部分与底部分别设置托板。根据平台水平梁的角度在托板上焊接连接板，连接板与水平横梁通过螺栓连接。达到施工平台错层布置，拆除时免切割的目的。该工法针对大跨度拱形结构，采用了阶梯式吊挂平台，通过楼梯将各平台连接，使操作平台既满足高空作业的安装要求，又满足空间占有率小的要求。

[0055] 如图1-4，一种钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台，吊设于穹顶骨架1底部，穹顶骨架1包括中心圈梁1.3、主梁1.1和次梁1.2，所述中心圈梁1.3设于穹顶骨架1顶部中心，所述主梁1.1自中心圈梁1.3向底部四周均匀辐射状布置，次梁1.2分层水平设于相邻主梁1.1之间，形成高度不同的多层环向闭合结构，本实施例中穹顶骨架1为球面骨架，其顶部中心为平面，周围设置中心圈梁；

[0056] 如图5，操作平台包括吊点2、吊杆3和阶梯平台4，吊点2沿次梁1.2环向分层间隔设置，包括门形挂板2.1，门形挂板2.1挂设于次梁1.2上；吊杆3对应吊点竖向设置，包括主体杆3.1、中间托板3.2和底部托板3.3。

[0057] 如图6和7，中间托板3.2上开设预留孔，其水平套设于主体杆3.1外侧并与主体杆

3.1固连;底部托板3.3水平焊接于主体杆3.1底部;相邻两层吊杆3中,下层吊杆的中间托板3.2与上层吊杆的底部托板3.3等高设置;中间托板3.2与主体杆3.1的连接方式为焊接,或在中间托板3.2顶底两侧均设置卡箍,实现中间托板3.2在主体杆3.1上的高度可调;最顶层和最底层的吊杆3上仅设置底部托板3.3;中间托板3.2和底部托板3.3采用等尺寸的矩形板,其边长可以为吊杆3方管边长的10~30倍。

[0058] 如图8和图9,主体杆3.1的顶部固连H形连接板3.4,H形连接板3.4横向设于门形挂板2.1底部内侧,其两侧板分别与门形挂板2.1两翼板贴紧并固连;H形连接板3.4为一体结构或分体结构;为一体结构时其两侧板与门形挂板2.1两翼板之间分别通过螺栓接连,中间的腹板自上而下插设于主体杆3.1顶部的开槽内,连接缝满焊固定;为分体结构时,包括两个T形板和中间的平面板,平面板竖向嵌设在主体杆3.1顶部并与其满焊固定,两侧伸出主体杆3.1两侧形成连接部,两个T形板的腹板分别对应一侧连接部焊接固定。

[0059] 主体杆3.1为方管,为方管,其与穹顶骨架最低净高不低于1.5m;距离穹顶中心的最内侧一圈吊杆3上仅设置底部托板3.3,且吊杆底部与穹顶中心钢梁之间设置支撑梁进行加强;远离穹顶中心的最外侧一圈吊杆3上也仅设置底部托板3.3,且吊杆底部与外围幕墙龙骨之间设置加强撑。

[0060] 如图2和图10,阶梯平台4包括中心平台4.4和围绕中心平台4.4周围阶梯状设置的一系列环形平台4.5;中心平台4.4设于中心圈梁1.3底部,由间隔吊设于中心圈梁1.3底部的顶层吊杆围合形成,顶层吊杆底部设底部托板3.3,底部托板3.3之间交叉设置钢梁形成中心桁架,进而形成中心平台4.4;环形平台4.5为由高到低梯度变化的水平环形桁架,其设于相邻层吊杆3之间,一侧与上层吊杆3的底部托板3.3固连,另一侧与下层吊杆3的中间托板3.2固连。

[0061] 水平环形桁架包括两侧的弦杆4.1和中间的腹杆4.2;弦杆4.1设于同层相邻两主体杆3.1的中间托板3.2之间或底部托板3.3之间,端部分别对应固连;腹杆4.2的一端与上层吊杆3的底部托板3.3固连,另一端与下层吊杆3的中间托板3.2固连;弦杆4.1或腹杆4.2与中间托板3.2或底部托板3.3之间通过连接板5实现固连;连接板5为平面板或直角板,为平面板时其竖向焊接在中间托板3.2或底部托板3.3上,与弦杆4.1或腹杆4.2端部螺栓接连,为直角板时其一侧与中间托板3.2或底部托板3.3螺栓连接,另一侧与弦杆4.1或腹杆4.2端部螺栓接连。所述次梁1.2为环形圈梁;一系列环形平台4.5共同拼合形成阶梯平台4。

[0062] 阶梯平台4自穹顶顶部中心向底部四周高度逐渐降低,分层连续设置,形成施工面。最底层水平台面与地面之间设置有楼梯;相邻层水平台面之间设置有爬梯,爬梯采用普通扣件式脚手架材料制作,包括踏步和扶手。阶梯平台4上分别铺设脚手板4.3,每层水平台面两侧均设置防护栏。防护栏包括两侧的立杆、立杆之间的横杆,以及设于水平台面底部、拉结两侧立杆的对拉杆。

[0063] 在材料选用上,弦杆4.1和腹杆4.2采用槽钢、方钢或角钢,腹杆4.2成Z字形布置,将平面桁架分割成一系列三角架;次梁1.2为圆钢,相应的,门形挂板2.1顶部为与圆钢相适应的弧形贴板。

[0064] 在上述钢结构穹顶高空作业阶梯式操作平台的施工中,整体制作工艺流程为:

[0065] 图纸设计→构件加工→吊点安装→吊杆安装→水平桁架安装→栏杆安装→跳板铺设→楼梯安装→验收→投入使用,具体包括如下步骤:

[0066] 步骤一、准备工作：依据穹顶骨架1的外形构造和施工要求，确定吊点1的布置区域，依据次梁1.2的间隔布置高度及阶梯平台4层间高度，确定吊点1在次梁1.2上的布置位置；布置吊点时避开幕墙转接件，且吊点距离设置有序，规格统一，水平桁架结构稳定。

[0067] 根据需求图纸设计必须满足几个条件：

[0068] (1)满足 $1\text{KN}/\text{m}^2$ 的施工荷载需求；

[0069] (2)因原结构有效果要求，吊点不能焊接在原结构上；

[0070] (3)原结构上方有玻璃幕墙转接件，吊点需避开转接件；

[0071] (4)在尽量少的占用下方空间的前提下，作业空间保证1.5m净高；

[0072] (5)结构稳定，不能摇晃，且安装及拆除减少焊接作业。

[0073] 步骤二、吊杆2制作：依据步骤一中阶梯平台4的阶梯高度确定吊杆2的尺寸及中间托板3.2、底部托板3.3的安装位置，在工厂进行吊杆2批量预制；同时进行其他构件加工，按照设计图纸绘制构件加工图，发至加工厂。厂家按照图纸将构件分类包装，发至现场，标识清晰便于安装。

[0074] 步骤三、吊点1安装：在吊点安装区域内进行吊点安装，将门形挂板2.1挂设于次梁1.2上；先使用登高车将作业人员运送至吊点安装位置附近，测量校对确保位置准确，避开幕墙转接件。将环板套装在原主结构上，开始进行下一步吊杆安装。

[0075] 步骤四、放线定位：进行放线定位，确保下层吊杆的中间托板3.2与上层吊杆的底部托板3.3共面设置。

[0076] 步骤五、相邻两层吊杆2安装：在最下面两层或最上面两层吊点上进行两层吊杆2安装；吊杆通过4M16的螺栓与环板连接，在螺栓拧紧之后需将吊杆调整到位，垂直于地面。吊杆安装由下至上，两层吊杆安装完毕后可进行水平桁架安装。

[0077] 步骤六、安装台面平面桁架：在施工完成的两层吊杆2上进行阶梯平台4的平面桁架安装，在同层相邻吊杆之间安装弦杆4.1，在上下层对应吊杆2之间安装腹杆4.2，整体形成平面桁架，确保平面台面的水平度；具体的，在两层吊杆调整到位的时候安装水平横梁，水平横梁按照编号安装到指定位置，通过螺栓与吊杆托板上的连接板连接，螺栓紧固，先安装水平向横梁，再安装斜向横梁，形成桁架结构。

[0078] 步骤七、进行相邻一层吊杆2的安装：紧邻已经安装好的两层吊杆2进行下一层吊杆2的安装。

[0079] 步骤八、重复步骤六和步骤七，直至所有吊杆2和台面平面桁架施工完成。

[0080] 步骤九、防护栏和脚手板4.3的安装：在每层阶梯平台4的两侧布设防护栏，并在台面上铺设脚手板4.3；在平台支架安装完毕后，在水平槽钢上部每间隔1.5m铺设48.3*3.0钢管，采用双股12号绑丝进行绑扎固定。在钢管上铺设3000*200*50钢挑板。在挑板上部安装180*15mm的木踢脚板。同时在距离挑板顶部600mm、1200mm处在设置两道水平护栏，采用48.3*3.0钢管。先安装栏杆，再铺跳板，跳板不是直接铺在水平桁架上的，是有一层脚手架，按照跳板的长度布置的，为了让跳板能够稳定紧固。

[0081] 步骤十、楼梯安装：在最底层水平台面的底部和相邻水平台面之间分别设置楼梯；

[0082] 步骤十一、整体质检验收：对整个平台结构进行质检，确保安装牢固，至此，施工完成。检查验收应分阶段性进行，材料进场应先检查吊杆的上、中、下三个部位是否焊接牢固，在水平横梁安装前应检查吊点是否安装牢固。在平台投入使用前应进行全面检查。检查项

目包括：跳板是否绑扎牢固、横梁紧固是否到位、栏杆扶手是否按要求设置、通道是否设置齐全和踢脚板是否符合要求等。

[0083] 应用实例一

[0084] 某地环球影城标段二项目201单体百鸟园，为跨度60米，高度21米的穹顶式钢结构。外饰面为玻璃幕墙，高空有附着在主结构上的机电管线，装饰构件等。因施工周期跨度较长，若使用常规脚手架从地面搭设，将占用穹顶内部一年以上时间，导致无法进行室内精装作业。通过应用钢结构穹顶阶梯式吊挂平台施工工法，加快工程施工进度，保证施工质量，节约了成本，实现了预期目标。

[0085] 应用实例二

[0086] 某地迪士尼宝藏湾项目-TC503单体沉船宝藏之战，占地面积15279m²，高跨建筑高度为20.6米，低跨10.04米。结构形式为钢结构框架，为黑暗骑乘类单体。室内高空有大量机电管线与设备，施工周期长，与室内装饰装修施工存在交叉作业。为解决上述难题，本工程应用了钢结构穹顶阶梯式吊挂平台施工工法。取得了较好的经济效益，同时缩短了工期。

[0087] 本发明吊点为免焊接吊点，安装与拆除施工方便，避免了后期拆除时对已完工程的破坏；所有构件工厂预制，现场螺栓连接；水平桁架设计，安全稳定不摇晃；本发明适用于大跨度穹顶钢结构、拱形钢结构、高差变动较大的异形钢结构，在高空作业时需要搭设高空平台的工程。高空作业的内容主要包括玻璃幕墙安装、机电管线安装、装饰装修等，均可使用本工法。

[0088] 对于本领域技术人员而言，显然本发明不限于上述示范性实施例的细节，而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下，能够以其他的具体形式实现本发明。因此，无论从哪一点来看，均应将实施例看作是示范性的，而且是非限制性的，本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定，因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内，不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

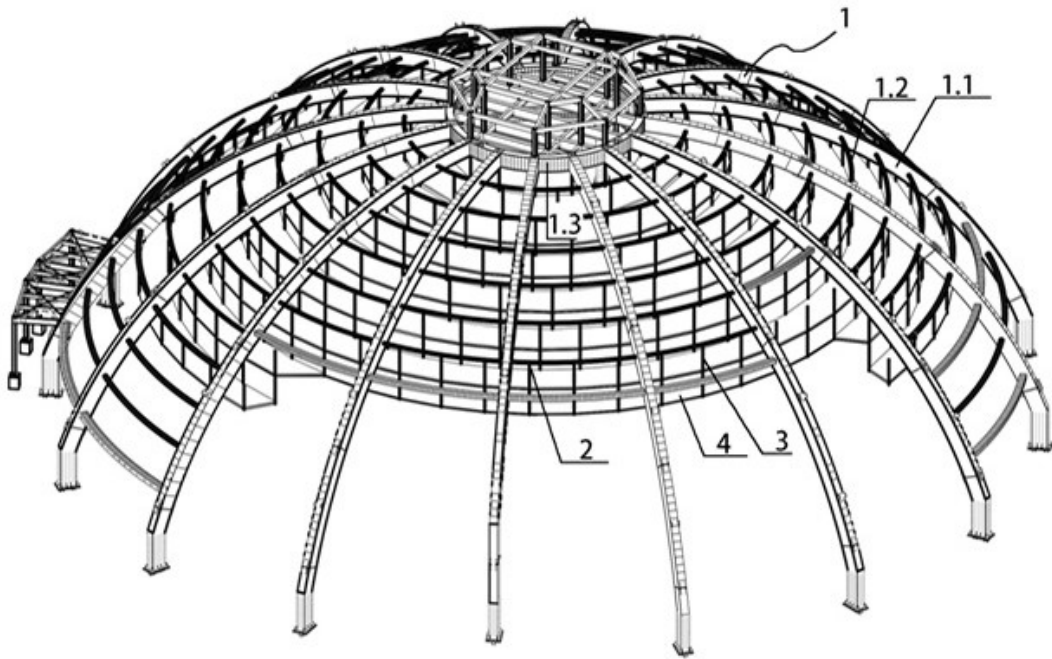


图1

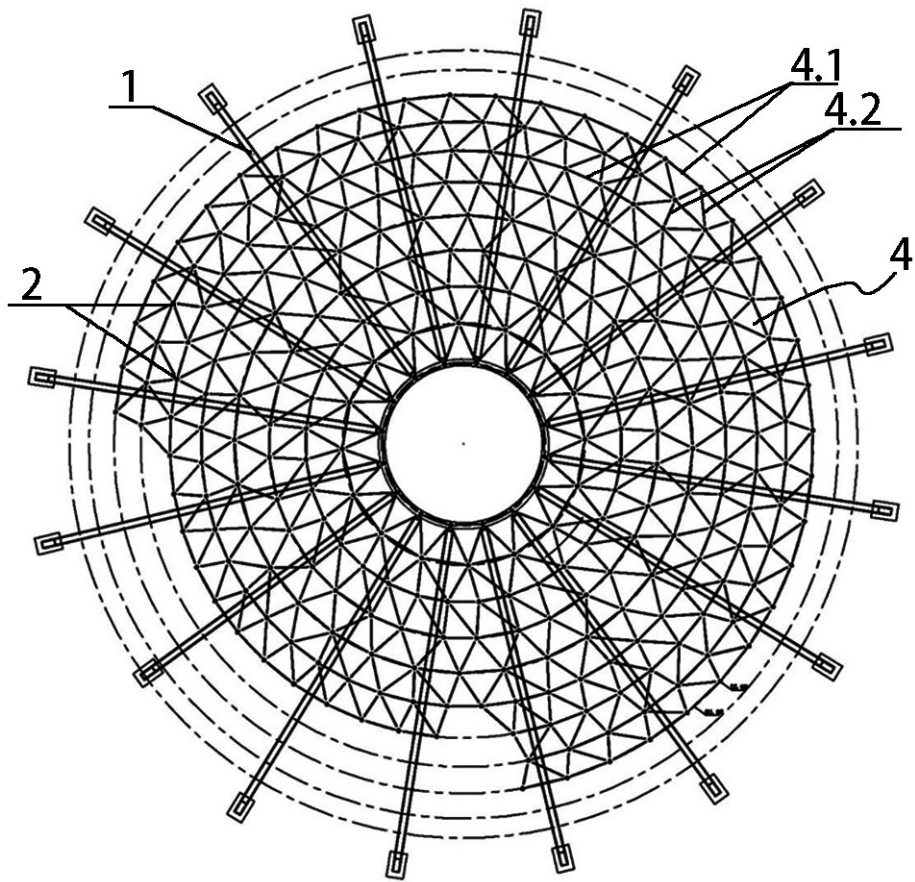


图2

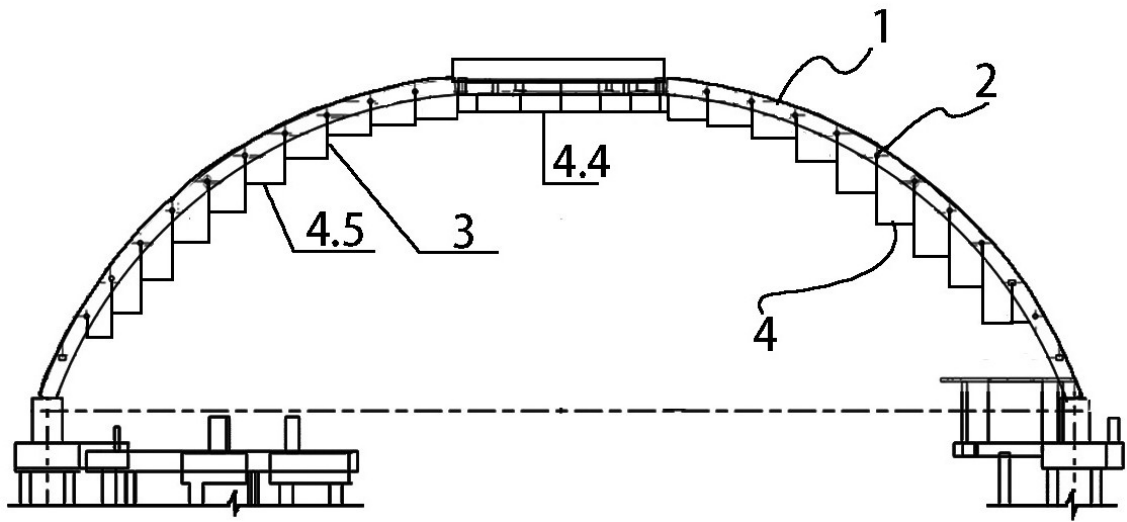


图3

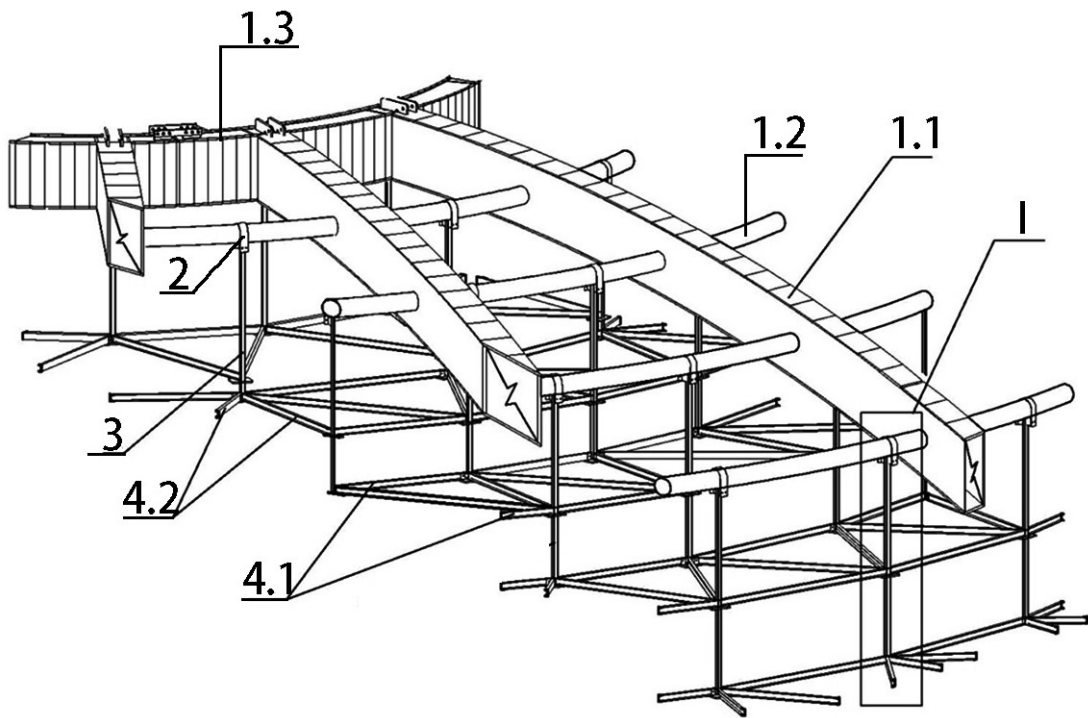


图4

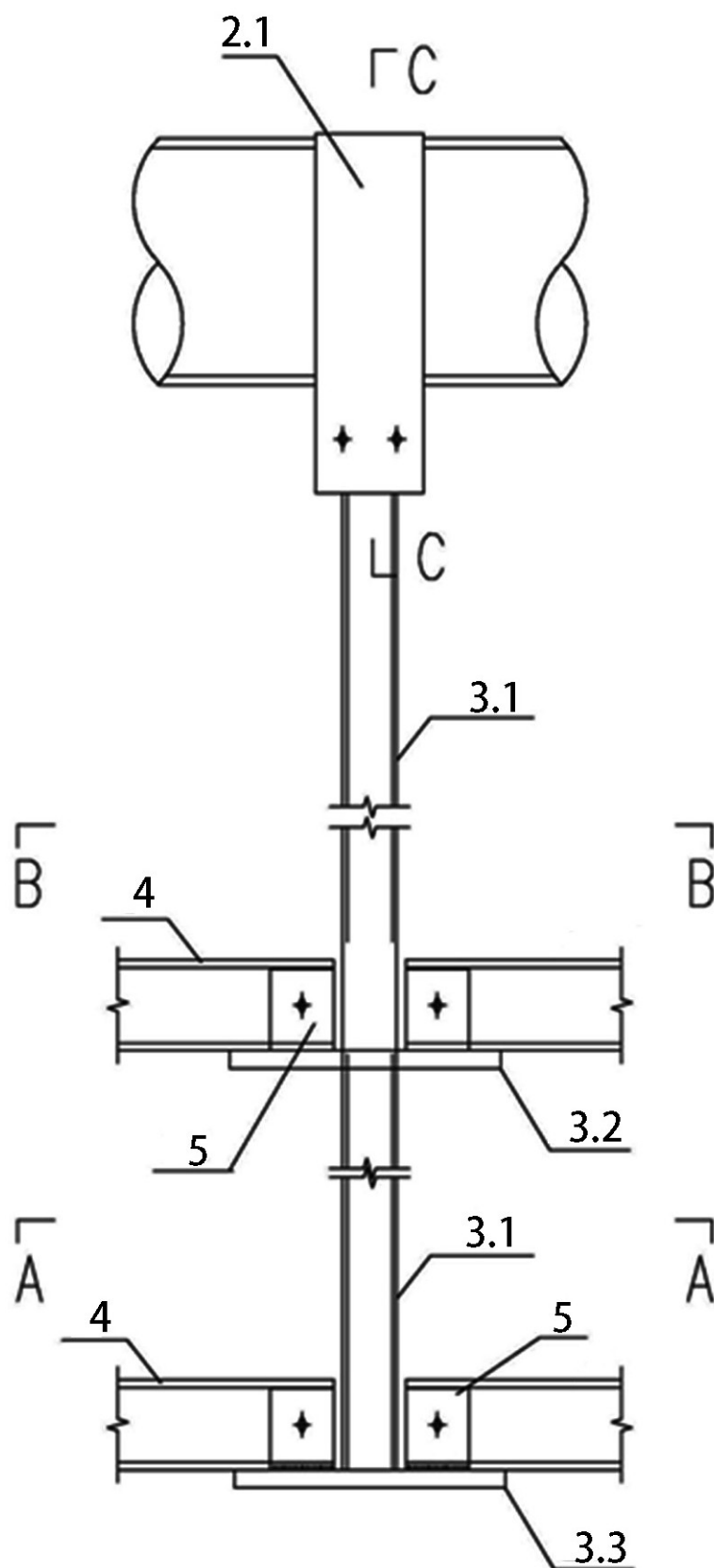


图5

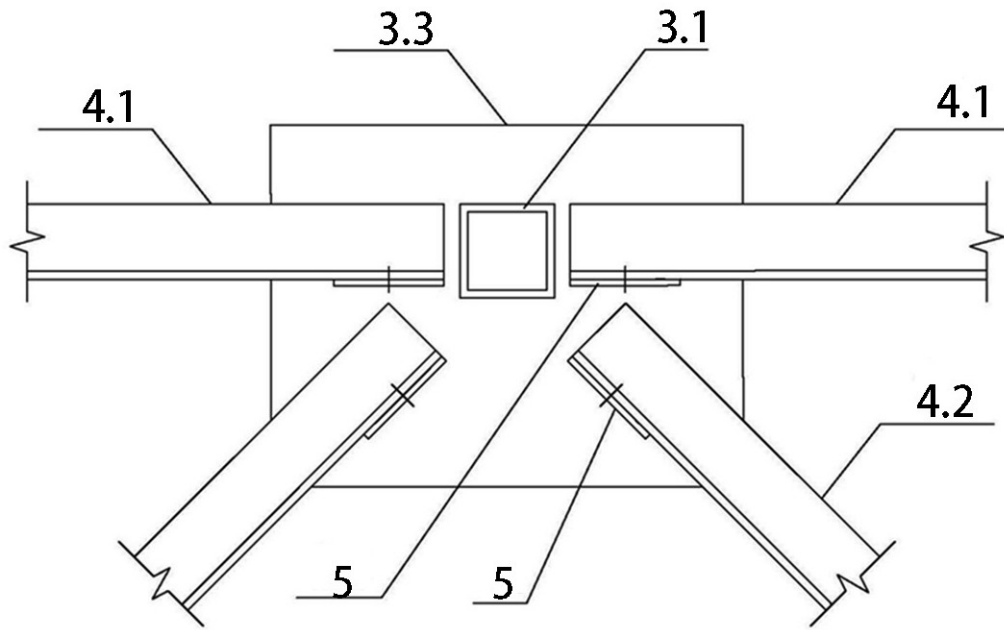


图6

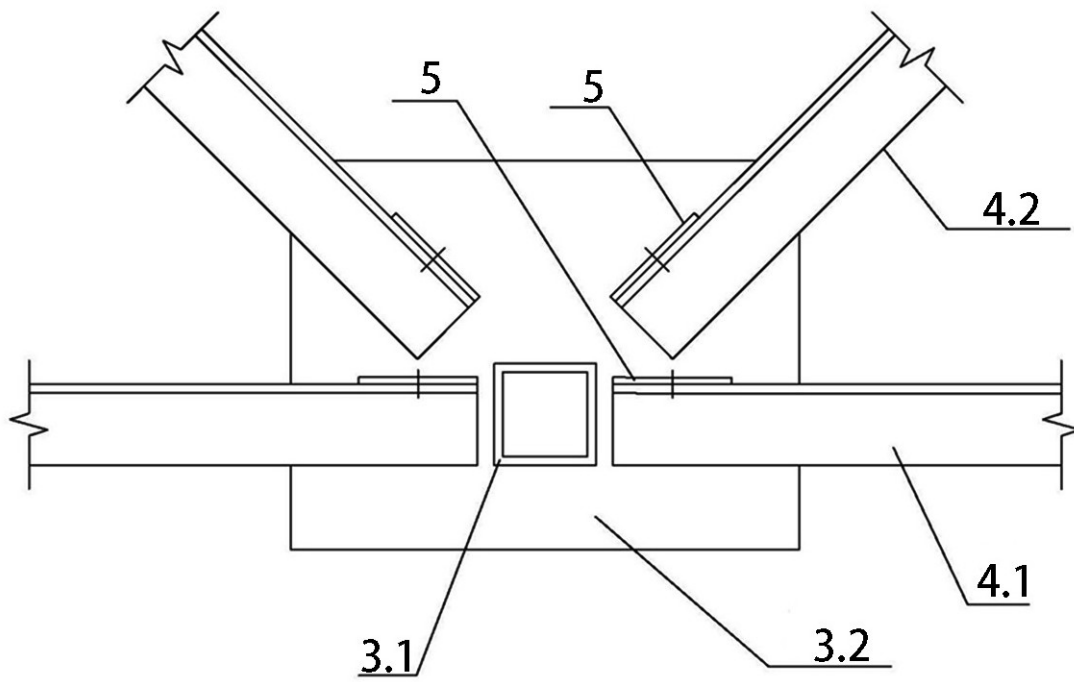


图7

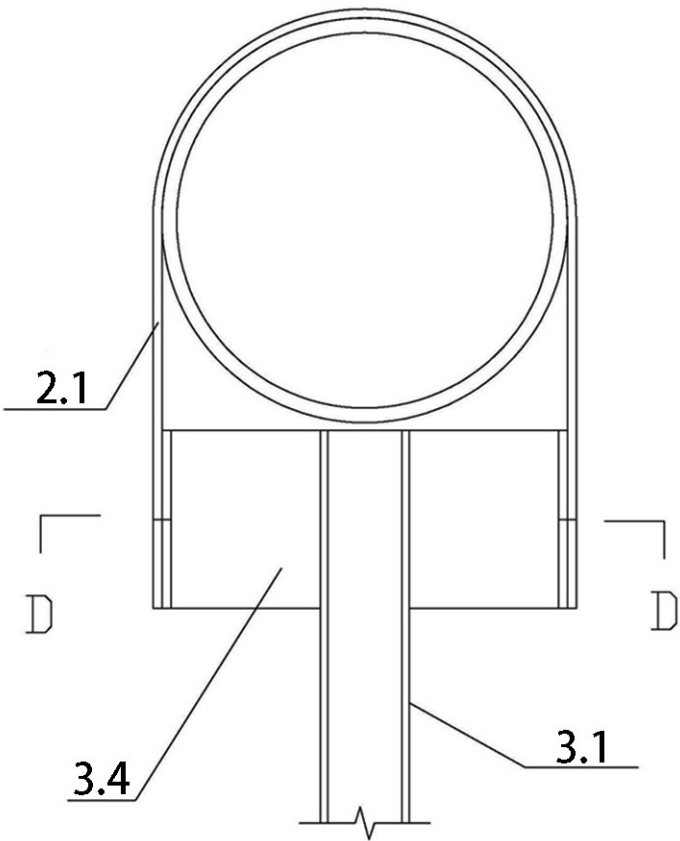


图8

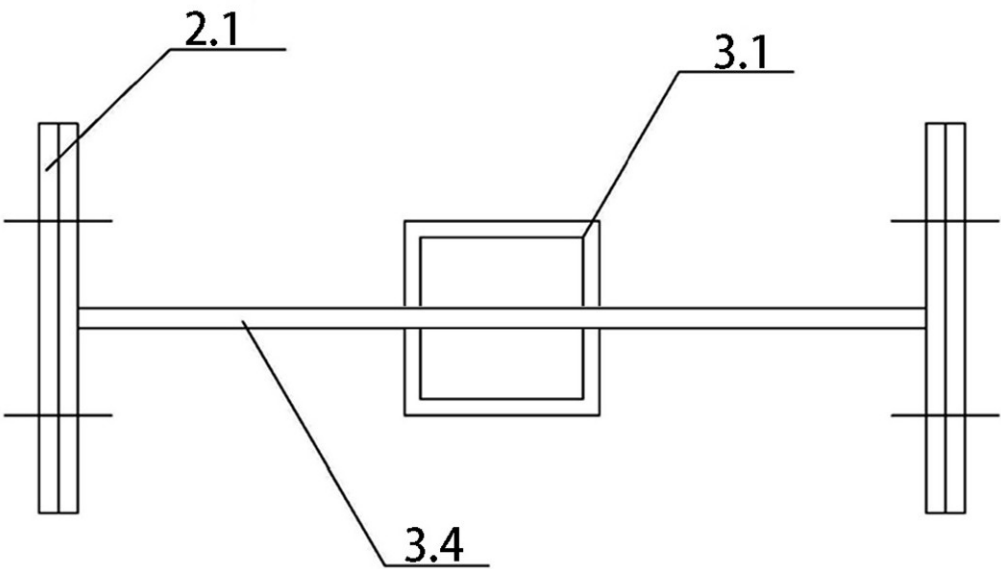


图9

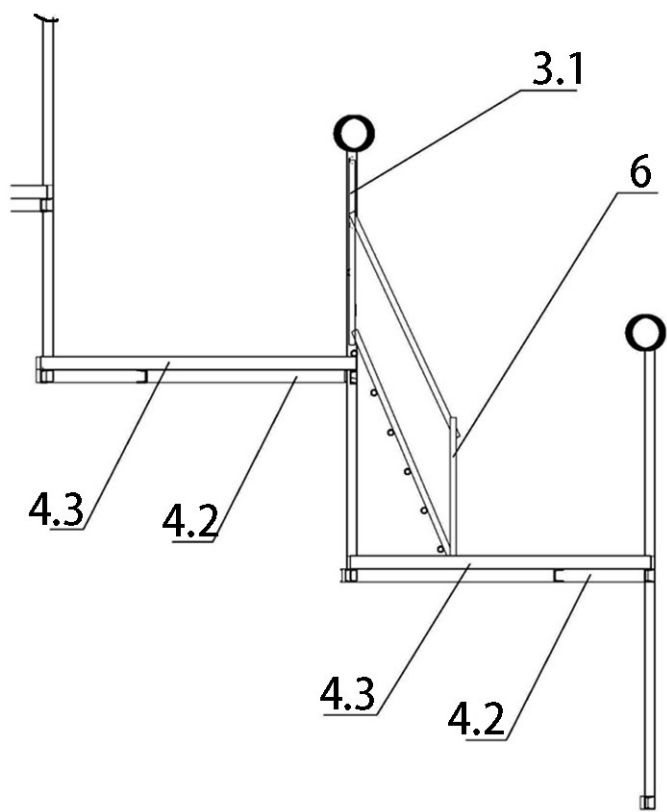


图10