



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107044114 A

(43)申请公布日 2017.08.15

(21)申请号 201710400978.0

(22)申请日 2017.05.31

(71)申请人 中国葛洲坝集团机电建设有限公司

地址 610091 四川省成都市青羊区广富路  
239号N区15栋

(72)发明人 王文忠 甘师华 邓发江 王丽娇  
陈晓东 周杰 鲁应华 张岩  
李选 卢晓亮

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所  
42103

代理人 成钢

(51)Int. Cl.

E02B 9/06(2006.01)

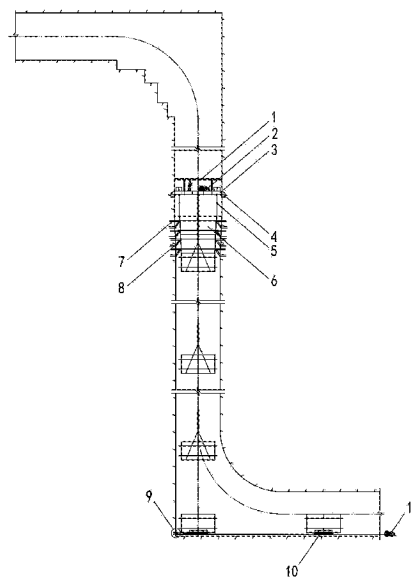
权利要求书1页 说明书6页 附图13页

## (54)发明名称

一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法

## (57)摘要

一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法，包括以下步骤：在竖井内压力钢管安装部位顶部设置临时起重吊装工作平台，在临时起重吊装工作平台上设置卷扬机，利用卷扬机进行压力钢管的“自上向下”安装。采用上述方式，可有效解决埋藏式竖井“正装法”施工无法从竖井顶部“自上向下”进行吊装或从上游测引水隧洞运输大型压力钢管困难，减少或避免土建扩挖，规避与上游侧引水隧洞土建施工矛盾，加快工程施工进度，缩短工期，降低工程造价和安装施工成本，且无需专用或大型起重吊装设备。



1. 一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征是包括以下步骤:在竖井内压力钢管安装部位顶部设置临时起重吊装工作平台(3),在临时起重吊装工作平台(3)上设置卷扬机(2),利用卷扬机(2)进行压力钢管的“自上向下”安装。

2. 根据权利要求1所述的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征还在于还包括以下步骤:

1) 选定竖井内临时起重吊装工作平台(3)的位置并进行起重吊装工作平台(3)安装施工;

2) 进行压力钢管始装节(6)、第二节和第三节的吊装、定位及加固;

3) 钢管外壁砼回填施工;

4) 重复步骤2)-3),依次完成后续压力钢管的安装施工;

5) 在钢管内壁进行油漆补涂;

6) 拆除起重吊装工作(3)平台、压力钢管完工验收。

3. 根据权利要求2所述的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征还在于:所述的步骤1)具体包括以下步骤:

1) 进行起重吊装工作平台(3)洞壁支撑基础施工及加固;

2) 进行起重吊装工作平台(3)制作及安装;

3) 起重卷扬机(3)钢丝绳、吊具及操作控制系统安装。

4. 根据权利要求2所述的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征还在于:所述的起重吊装工作平台(3)在完成安装施工之后,进行起重吊装工作平台(3)及卷扬机(2)荷载试验。

5. 根据权利要求1所述的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征还在于:所述的起重吊装工作平台(3)采用“井”字形或“米”字形焊接结构形式,起重吊装工作平台(3)顶部设有平台防护棚(1)。

6. 根据权利要求5所述的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征还在于:所述的起重吊装工作平台(3)底部设有至少四个均布设置的焊接吊耳,手拉葫芦(5)悬挂在吊耳上。

7. 根据权利要求6所述的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征还在于:所述的起重吊装工作平台(3)底板侧面上设有平台基础(4),平台基础(4)固定设置在竖井壁上。

8. 根据权利要求1所述的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征还在于:所述的竖井底部水平段两端分别设有下平洞水平运输地锚导向(9)和下平洞水平运输牵引卷扬机(11)、下平洞水平运输地锚导向(9)和下平洞水平运输牵引卷扬机(11)之间连接,下平洞水平运输牵引卷扬机(11)的牵引绳上设有压力钢管水平运输台车(10)。

9. 根据权利要求1所述的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,其特征还在于:所述的竖井侧壁上设有多个临时支撑锚杆(7),临时支撑锚杆(7)位于竖井外的一端上设有临时支撑牛腿(8),压力钢管外壁设置的支撑支座(12)搭接在临时支撑牛腿(8)上。

## 一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及水电工程施工领域,特别是一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法。

### 背景技术

[0002] 目前国内外水电工程高竖井内大型压力钢管安装施工,由于受施工技术条件和传统惯性思维方式影响,一般采用“从上向下”进行吊装就位,“自下向上”进行组拼焊接安装施工方式(俗称:“正装法”)。这种施工方式要求,压力钢管必须从上游侧引水隧洞或施工支洞或其它临时道路运输至竖井压力钢管安装部位顶部,然后再使用预先设置在竖井顶部的起重吊装设备,将压力钢管按顺序依次逐节吊装至安装位置进行组拼和焊接,完成整个竖井段压力钢管的安装施工工作。

[0003] 该方法的优点是,技术上较为成熟,安装施工效率较高,尤为适用于开敞式竖井内大型压力钢管的安装施工。

[0004] 但这种施工方法也存在着明显的不足和问题:首先是水利水电工程中引水隧洞布置由于工程技术和造价等原因,竖井设计以埋藏式居多,开敞式竖井应用较少,该施工方法在工程应用中往往受到竖井上游侧引水隧洞或施工支洞的断面和交通条件的限制,无法满足大型压力钢管在隧洞内的运输,或必须进行必要扩挖或处理,尤其是在引水隧洞较长或轴线布置有阶梯或小角度折线或埋深较大时,因此而增加的隧洞扩挖和砼回填工程量是非常大的,工程经济上往往很难接受。其次,为满足竖井内大型压力钢管起重吊装要求,开敞式竖井需在竖井顶部设置专用的门式起重吊装设备,埋藏式竖井则必须对竖井顶部进行扩挖和增设砼岩锚梁等处理,以满足竖井内大型压力钢管起重吊装设备的布置和起重吊装空间的需求,额外增加工程费用。此外,对于埋藏式竖井,当土建引水隧洞砼衬砌施工与竖井压力钢管安装施工工期重叠或交叉时,往往由于压力钢管运输通道被土建施工占用,而导致竖井压力钢管无法施工或被迫停工。尤其是当引水隧洞较长且无专用压力钢管运输支洞或工期较紧的时候,竖井压力钢管安装与土建隧洞施工的工期矛盾就更加突出,有时甚至是无法克服和解决,从而严重影响到工程整体施工进度。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种可有效解决埋藏式竖井“正装法”施工无法从竖井顶部“自上向下”进行吊装或从上游侧引水隧洞运输大型压力钢管困难,减少或避免土建扩挖,规避与上游侧引水隧洞土建施工矛盾,加快工程施工进度,缩短工期,降低工程造价和安装施工成本,且无需专用或大型起重吊装设备,操作简便、经济实用、安全可靠,适用于各种竖井内大型压力钢管安装施工的新思路和新方法。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,包括以下步骤:在竖井内压力钢管安装部位顶部设置临时起重吊装工作平台,在临时起重吊装工作平台上设置卷扬机,利用卷扬机进行压力钢管的“自上向下”安装。

[0007] 优选的方案中,还包括以下步骤:

- 1) 选定竖井内临时起重吊装工作平台的位置并进行起重吊装工作平台安装施工;
- 2) 进行压力钢管始装节、第二节和第三节的吊装、定位及加固;
- 3) 钢管外壁砼回填施工;
- 4) 重复步骤2)-3), 依次完成后续压力钢管的安装施工;
- 5) 在钢管内壁进行油漆补涂;
- 6) 拆除起重吊装工作平台、压力钢管完工验收。

[0008] 优选的方案中,所述的步骤1)具体包括以下步骤:

- 1) 进行起重吊装工作平台洞壁支撑基础施工及加固;
- 2) 进行起重吊装工作平台制作及安装;
- 3) 起重卷扬机钢丝绳、吊具及操作控制系统安装。

[0009] 优选的方案中,所述的起重吊装工作平台在完成安装施工之后,进行起重吊装工作平台及卷扬机荷载试验。

[0010] 优选的方案中,所述的起重吊装工作平台采用“井”字形或“米”字形焊接结构形式,起重吊装工作平台顶部设有平台防护棚。

[0011] 优选的方案中,所述的起重吊装工作平台底部设有至少四个均布设置的焊接吊耳,手拉葫芦悬挂在吊耳上。

[0012] 优选的方案中,所述的起重吊装工作平台底板侧面上设有平台基础,平台基础固定设置在竖井壁上。

[0013] 优选的方案中,所述的竖井底部水平段两端分别设有下平洞水平运输地锚导向和下平洞水平运输牵引卷扬机、下平洞水平运输地锚导向和下平洞水平运输牵引卷扬机之间连接,下平洞水平运输牵引卷扬机的牵引绳上设有压力钢管水平运输台车。

[0014] 优选的方案中,所述的竖井侧壁上设有多个临时支撑锚杆,临时支撑锚杆位于竖井外的一端上设有临时支撑牛腿,压力钢管外壁设置的支撑支座搭接在临时支撑牛腿上。

[0015] 本发明所提供的一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法,通过采用上述结构,具有以下有益效果:可有效解决高竖井内大型压力钢管安装时,无法从进水口侧进行运输或从顶部进行吊装的困难和问题,且该方法简单易行、操作简便、安全可靠、经济实用,对施工环境亦无特别要求;

可适用于各种高竖井内大型压力钢管的安装施工,尤其适用各类大中型水利水电工程中,竖井上游侧无法进行钢管运输或无法进行顶部吊装,或竖井压力钢管安装与上游侧引水隧洞土建衬砌施工进度矛盾等施工作业环境。对于非全钢衬砌高竖井压力钢管(竖井仅有部分钢管衬砌)安装,可做到与竖井土建衬砌同时进行施工,能够有效解决和克服现有施工方法带来的与土建施工进度的矛盾,加快工程施工进度。

## 附图说明

[0016] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

图1为本发明的整体结构示意图。

[0017] 图2为本发明图1中起重吊装工作平台部分的结构示意图。

[0018] 图3为本发明图2中A-A的剖面结构示意图。

- [0019] 图4为本发明图2中B-B的剖面结构示意图。
- [0020] 图5为本发明的起重吊装工作平台基础结构示意图。
- [0021] 图6为本发明图5中C处的放大结构示意图。
- [0022] 图7为本发明图6中D-D的剖面结构示意图。
- [0023] 图8为本发明的竖井压力钢管首节起重安装示意图。
- [0024] 图9为本发明的支撑支座和临时支撑牛腿连接位置的结构示意图。
- [0025] 图10为本发明图9中E向的支撑支座放大结构示意图。
- [0026] 图11为本发明第二、三节压力钢管起重安装示意图。
- [0027] 图12-13为本发明的竖井安装工作台车结构型式示意图。
- [0028] 图中：平台防护棚1，卷扬机2，起重吊装工作平台3，平台基础4，手拉葫芦5，钢管始装节6，临时支撑锚杆7，临时支撑牛腿8，下平洞水平运输地锚导向9，压力钢管水平运输台车10，下平洞水平运输牵引卷扬机11，支撑支座12。

### 具体实施方式

#### [0029] 实施例1：

如图1中，一种高竖井内大型压力钢管倒装施工方法，其特征是包括以下步骤：在竖井内压力钢管安装部位顶部设置临时起重吊装工作平台3，在临时起重吊装工作平台3上设置卷扬机2，利用卷扬机2进行压力钢管的“自上向下”安装。

#### [0030] 实施例2：

在实施例1的基础上，还包括以下步骤：

- 1) 选定竖井内临时起重吊装工作平台3的位置并进行起重吊装工作平台3安装施工；
- 2) 进行压力钢管始装节6、第二节和第三节的吊装、定位及加固；
- 3) 钢管外壁砼回填施工；
- 4) 重复步骤2)-3)，依次完成后续压力钢管的安装施工；
- 5) 在钢管内壁进行油漆补涂；
- 6) 拆除起重吊装工作3平台、压力钢管完工验收。

#### [0031] 优选的方案中，所述的步骤1)具体包括以下步骤：

- 1) 进行起重吊装工作平台3洞壁支撑基础施工及加固；
- 2) 进行起重吊装工作平台3制作及安装；
- 3) 起重卷扬机3钢丝绳、吊具及操作控制系统安装。

#### [0032] 实施例3：

##### 1. 起重吊装工作平台位置的选定：

起重吊装工作平台在竖井内高度位置的选定，按竖井压力钢管始装节上管口安装高程为基准，并充分考虑起重吊装工作平台及起重卷扬机的上极限起吊高度位置，以及压力钢管始装节起重吊装对高度和空间的需要。其安装基础高程计算公式为：

起重吊装工作平台安装基础高程(单位:m)= 竖井压力钢管始装节上管口设计高程 + 始装节吊装索具上管口以上净高度 + 起吊定动滑轮组最小极限工作距离 + 定滑轮至起重吊装工作平台底部基础高度 + 预留安全操作高度(取0.5-1.0m)。

##### [0033] 2. 起重吊装工作平台设计：

起重吊装工作平台的主要作用是为竖井压力钢管安装提供起重吊装手段,包括:基础部分、起重平台部分和安全防护部分。

#### [0034] (1) 结构型式

为简化设计、便于现场制作安装和节约工程成本,工作平台承重结构部分可采用井字形或米字形焊接结构形式,承重主钢梁可采用工字形或箱形截面,次梁和联系梁采用工字钢或槽钢等型钢材料,并在平台底部中间位置设有一用于起重卷扬机钢丝绳导向和竖井钢管吊装的定滑轮组;为便于竖井首装节压力钢管安装调整,在工作平台底部(首装节管口位置上方)均布设置至少4个用于悬挂手拉葫芦的焊接吊耳装置;为便于操作人员行走、放置设备器具和防止杂物掉落,工作平台表面可采用5-8mm花纹钢板进行点焊满铺。

[0035] 工作平台的荷载计算包括:最大吊装压力钢管管节重量,吊装滑轮组及吊索具重量,起重卷扬机重量,计划在平台上堆放的施工设备和材料重量,操作人员重量,防护棚(罩)重量及防护能力荷载,工作平台自重,底部最大悬挂重量和预留安全裕度等。

[0036] 为防止工作平台上方和竖井顶部意外落物造成施工人员和设备损伤,在工作平台上部设置有用型钢与花纹钢板组成的防护棚,防护棚桁架底部中心位置设有一用于悬挂工作吊笼的定滑轮,并可在相应位置设置若干吊耳装置,以方便工作平台上起重卷扬机的安装调整和便于其他设备的移动。

[0037] 防护棚的荷载计算包括:最大可能坠落物及冲击荷载,棚顶部杂物堆积荷载,桁架底部最大悬挂重量,防护棚自重量,预留安全裕度等。

#### [0038] (2) 基础设计

如图5所示。

#### [0039] (3) 起重卷扬机及滑轮组的选择

压力钢管起重吊装卷扬机采用具有自锁性能的涡轮蜗杆式或具有良好制动和防暴性能的矿山型专用起重卷扬机。卷扬机及定动滑轮组起重量的选择,按最大吊装钢管管节单元和吊索具重量考虑;卷扬机最大容绳量选择,按滑轮组倍率和满足竖井钢管最大起吊高度需求考虑;卷扬机额定转速选择,按配用滑轮组后起重吊装(动滑轮)升降速度0.5-2.0m/min要求考虑。

[0040] 如单台起重卷扬机额定起重量或容绳量不能满足上述要求时,可选用二台同型号卷扬机,并配合平衡梁进行压力钢管的起重吊装。

#### [0041] 起重吊装工作平台的制作与安装:

##### (1) 基础及预埋件施工

基础预埋件的安装及砼浇筑,应随土建竖井开挖施工同步进行,可在土建竖井开挖施工至工作平台基础安装高程时,进行基础的二次扩挖、预埋件的安装和砼的浇筑施工工作。

##### [0042] (2) 工作平台制作

起重吊装工作平台的制作应根据工地施工现场和竖井内施工运输道路情况确定,可在工厂内进行整体或分半(瓣)制作,也可制作成零部件后,在现场进行组装。

##### [0043] (3) 安装

起重吊装工作平台在竖井内的安装,可采用在竖井顶部设置临时简易起吊天锚方式,由下向上或由上向下进行安装;或采取在工作平台上方,利用竖井周围岩壁设置4-8组临时起吊天锚,由下向上进行安装;当工作平台位置距离竖井上平洞高度较小,且上平洞空间可

满足汽车起重机吊装要求时,也可采用汽车起重机直接进行安装。

[0044] 当竖井土建开挖施工采用“自上向下”扩挖工艺时,亦可在土建竖井全断面扩挖至工作平台安装高程后,将起重吊装工作平台连同其基础及预埋件一次连续全部安装完成。

#### [0045] (4) 荷载试验

起重吊装工作平台和起重卷扬机及滑轮组吊装系统全部安装完成后,正式投入使用前,应按相关规定对整个起重吊装系统进行1.1倍动荷载和1.25倍静荷载试验,试验合格后,方可投入正式使用。

#### [0046] 压力钢管的安装:

##### (1) 首装节压力钢管起重吊装

先将压力钢管首装节通过竖井下平洞,采用专用轨道运输台车或其它方式运输至竖井底部,按钢管的水流方向和安装状态放置,然后用起重吊装工作平台上的起重卷扬机吊装滑轮组,将钢管起吊至压力钢管首装节安装高度位置,用吊装工作平台底部对称均布的4个手拉葫芦,与钢管外壁对应位置布置的4个临时吊耳配合,精调管口高程和水平,用侧向临时架设千斤顶或调节螺杆调整管口中心。

[0047] 首装节安装调整合格后,可利用压力钢管外壁的加劲环做为加固支撑点,用型钢与事先已在周围岩壁上对应位置设置的锚杆,对首装节钢管进行支撑加固和电焊固定,如图8所示。(若压力钢管外壁无加劲环,则可采用在外壁增设焊接支座方式,做为固定加固支撑点,如图9所示。)

##### (2) 后续压力钢管安装

首装节压力钢管安装加固完成后,即可按照“自上向下”的安装顺序进行下面第二节压力钢管管节的吊装。

[0048] 将第二节钢管起吊至首装节底部管口安装位置时,利用首装节钢管内壁上的灌浆孔或临时增设吊耳,也可利用首装节钢管外壁加劲环或支撑型钢做为悬挂点,对称均布至少四个手拉葫芦,与第二节钢管外壁或内壁上对应位置布置的临时吊耳配合,进行第二节钢管与首装节钢管对接环缝高程和水平的调整;用侧向临时架设千斤顶或调节螺杆进行对接管口中心和错缝的调整;然后进行对接环缝的组拼和焊接工作。

[0049] 当第二节压力钢管与首装节压力钢管的组合环缝焊接完成,经无损探伤检测及复检合格后,支撑加固固定完毕,即可进行第三节压力钢管管节的继续安装工作,其方法与第二节钢管安装方法相同。

#### [0050] (3) 钢管外壁砼回填施工

以三节压力钢管为一组,当第一单元组第1-3节压力钢管安装全部完成后,即可移交土建进行钢管外壁砼的回填浇筑施工。钢管外壁砼的回填施工,可采用“自上向下”或“自下向上”泵送砼供料方式。

[0051] 当第一单元组压力钢管外壁回填砼龄期期满或达到设计强度70%以上时,方可进行下面第二单元组压力钢管第4-6节管节的安装工作。第二单元组第4-6节管节安装方法与第一单元组第2-3节管节安装方法相同。

[0052] 第二单元组钢管外壁砼的回填施工,可采用“自下向上”泵送砼供料,埋管浇筑施工方式。

[0053] 重复上述方式,完成后续单元组的钢管安装。

**[0054] 实施例5:**

完成压力钢管安装作业之后,进行压力钢管内壁油漆补涂,压力钢管内壁油漆补涂可在竖井压力钢管全部安装完成后一次进行补刷,也可采取随竖井各管节安装同步进行。

**[0055]** 竖井压力钢管安装工作全部完成,并通过工程完工验收后,即可将竖井内的起重吊装工作平台进行拆除和回收。

**[0056]** 起重吊装工作平台的拆除和回收可根据竖井结构特点,采取在竖井顶部设置临时简易起吊天锚或在工作平台上方利用竖井周围岩壁设置4-6组临时起吊天锚等方式,将工作平台解体后,由上向下或由下向上依次吊出;当竖井上平洞空间可满足汽车起重机吊装要求时,也可采用汽车起重机直接将工作平台解体后吊出。(工作平台基础砼及预埋件部分,除非露出竖井砼衬砌表面,可不予拆除。)

**注意事项:****(1) 竖井压力钢管安装工作台车设置**

如图12-13,安装工作台车的主要作用和目的是:为竖井压力钢管的安装、调整和环缝的组拼、焊接、防腐等工作提供操作平台,同时为载人(货)吊笼升降提供悬挂支点和停靠位置。安装工作台车随压力钢管安装同步上升或下降。

**[0057]** 工作台车采用型钢和薄钢板焊接制成,分上、中、下三层(也可简化为二层)。其中,上层用于管节对接环缝的焊接、打磨、探伤、检查和防腐使用,中层用于放置焊接设备、氧气瓶、乙炔瓶和焊接材料等,下层供安装人员用于管节调整、组拼、压缝工作平台。

**[0058]** 工作台车中间设置有一简易客货吊笼升降装置,主要是供运送和搭载竖井钢管安装施工人员、设备和材料上下之用。客货吊笼随安装工作台车整体上升(或下降)而同步上升(或下降),亦可单独工作自行升降。

**[0059]** 工作台车的升降可使用竖井起重吊装工作平台进行起吊,也可利用上节钢管上的灌浆孔或在钢管内壁设置临时吊耳装置,采用均布的手拉葫芦进行人工升降。

**[0060] (2) 钢管安装高程和中心的测量与控制**

竖井压力钢管管节安装高程及水平度的测量与控制,采取长钢卷尺预先在竖井内壁上分段布设若干固定的高程控制点,在安装过程中,每安装2-3节用水准仪对钢管管口的高程及水平度进行一次测量和调整。也可采用高精度激光测距仪由竖井底部安装高程基准点,直接对各安装管节进行测量和控制。

**[0061]** 压力钢管安装中心位置,采用高精度激光投点仪进行控制。将激光投点仪安置固定在竖井底部(或顶部),自下向上(或自上向下)投点,并以此为基准中心线控制钢管安装中心。投点仪应定期用全站仪进行复测,并用顶部已安装好的钢管中心进行校核,以控制钢管中心安装精度。



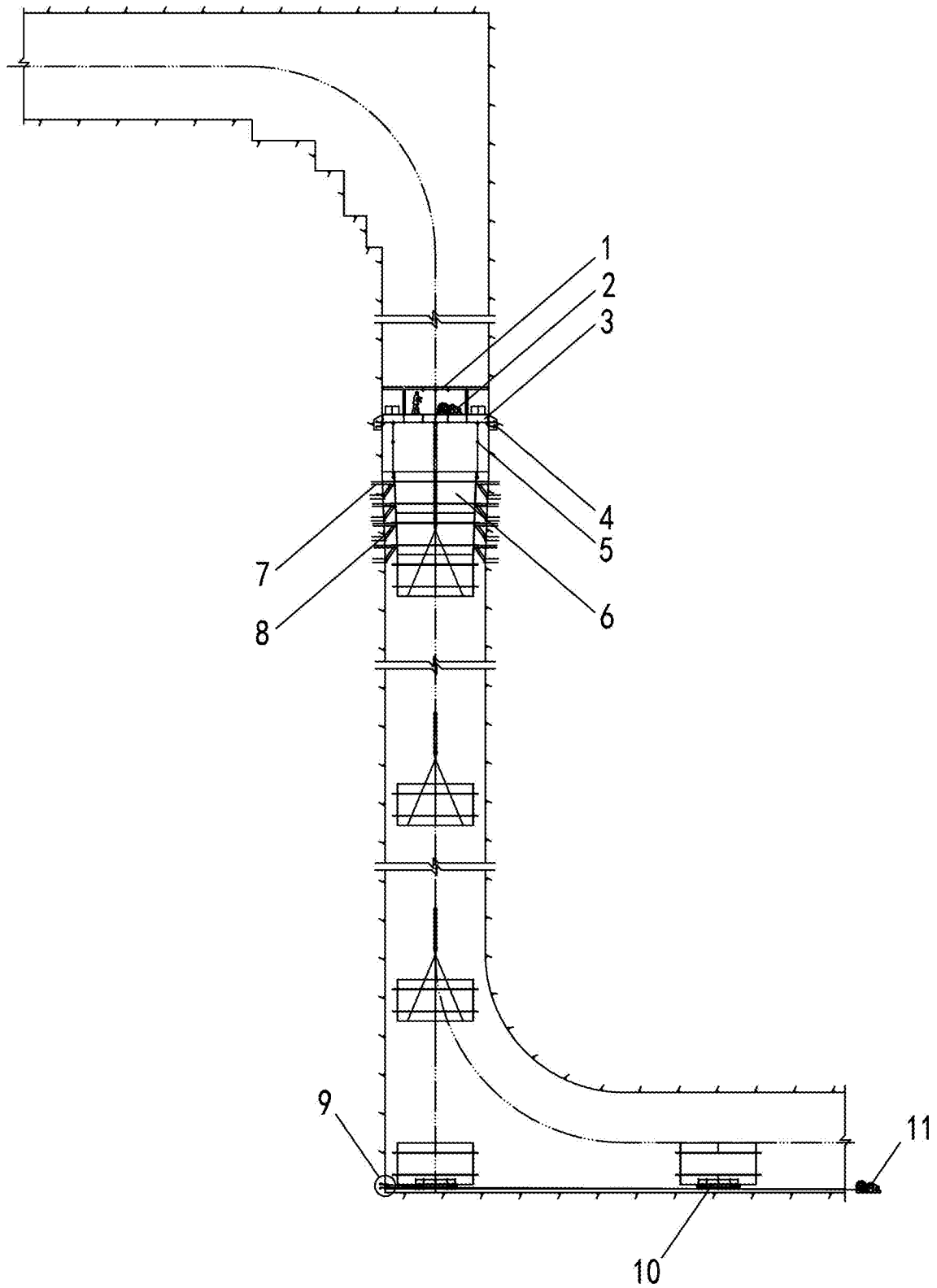


图1

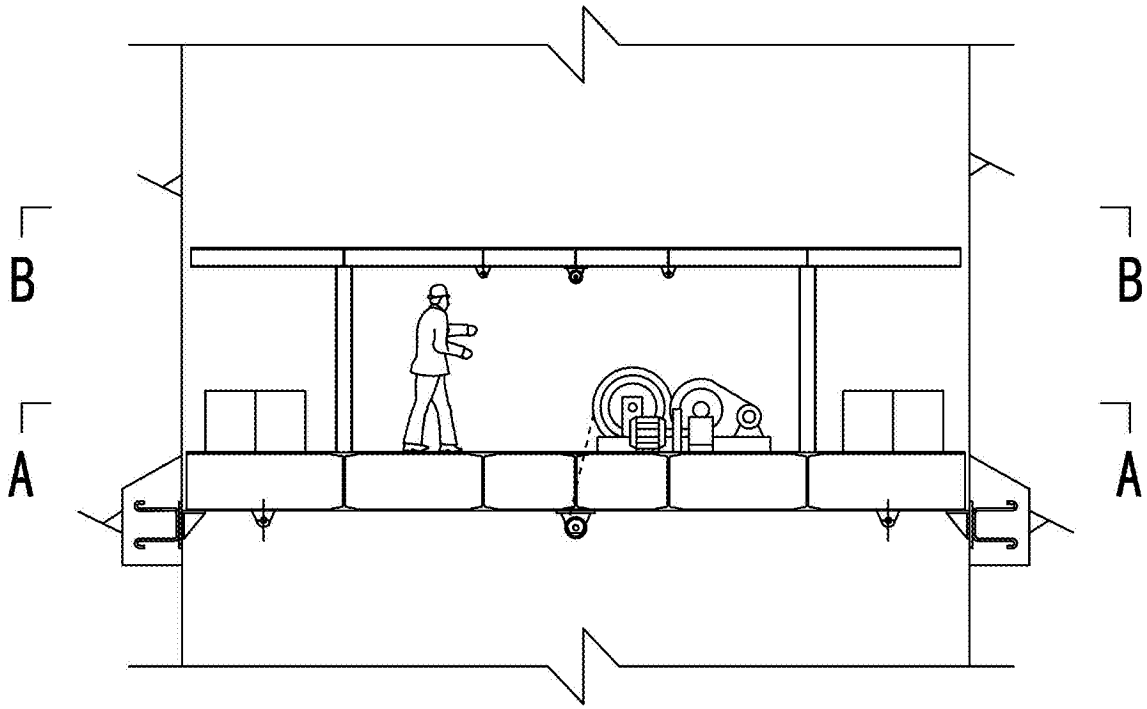
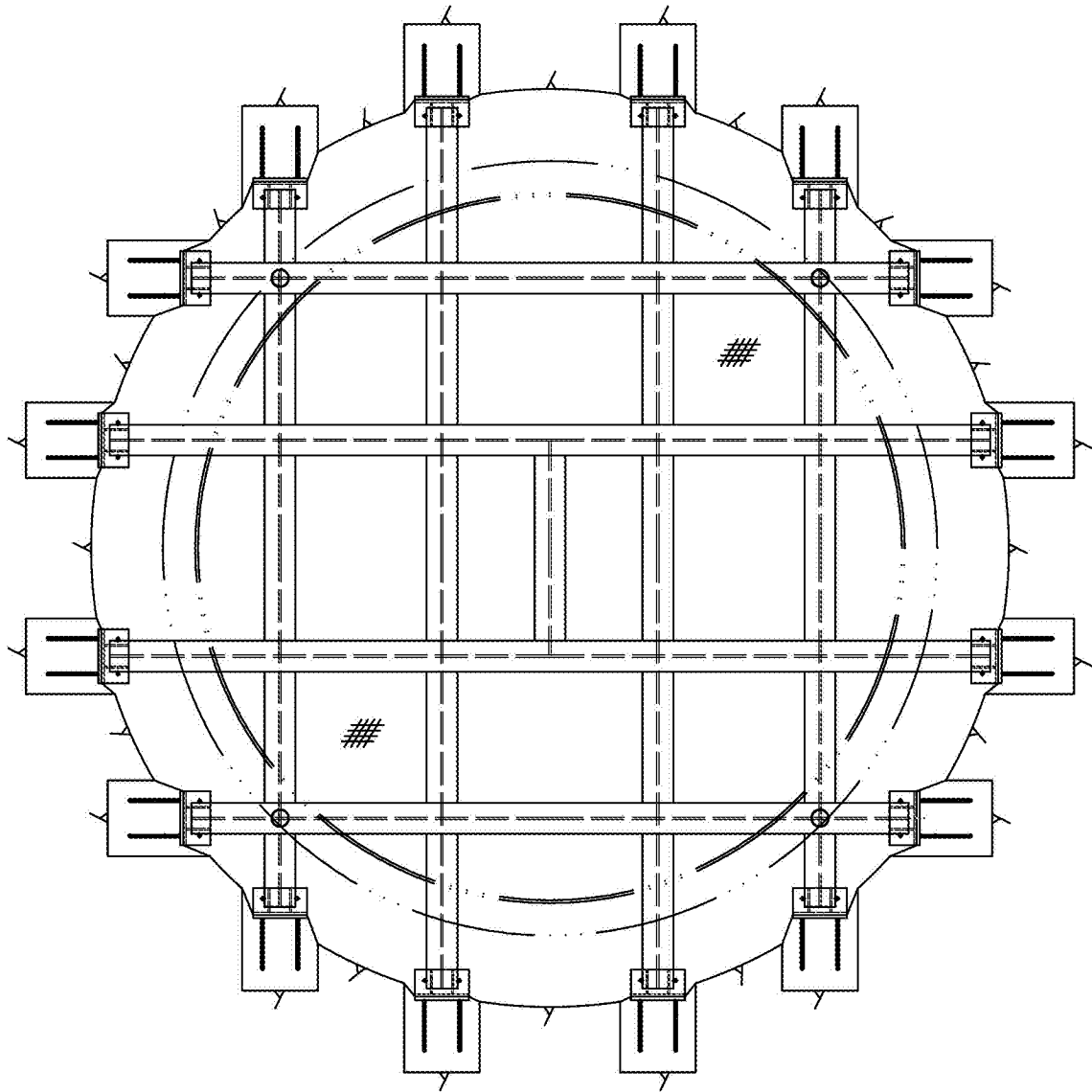


图2



A - A

图3

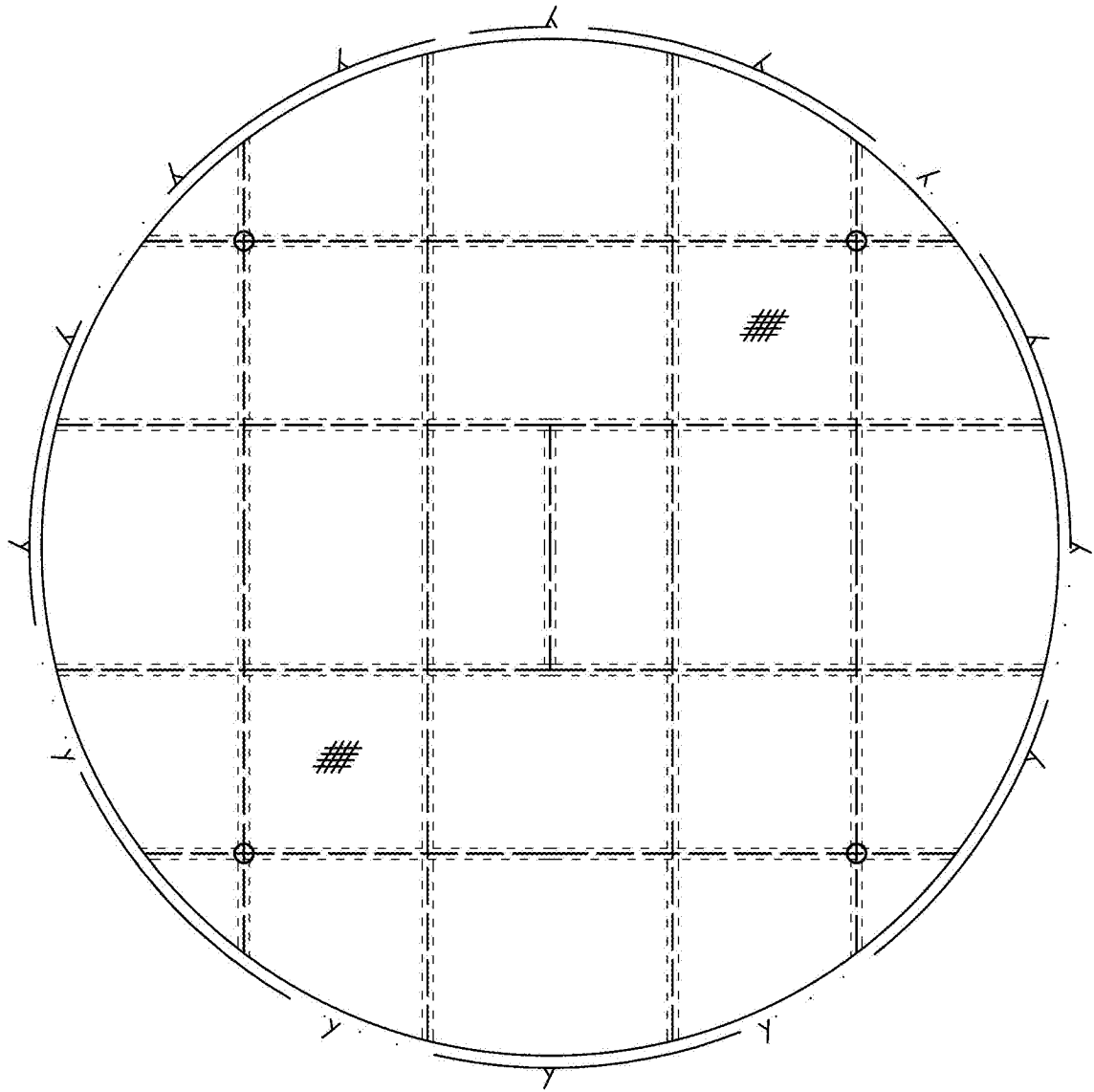


图4

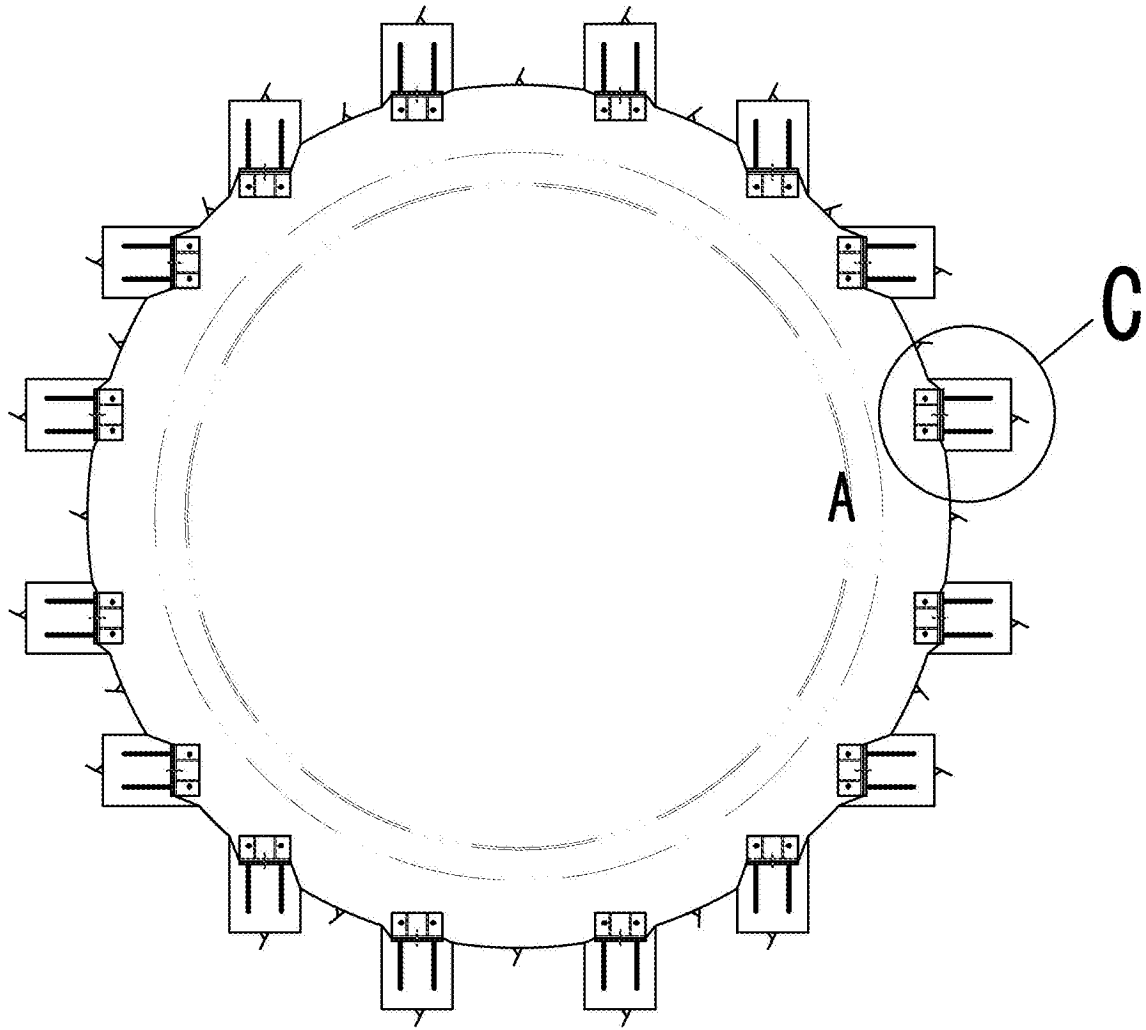


图5

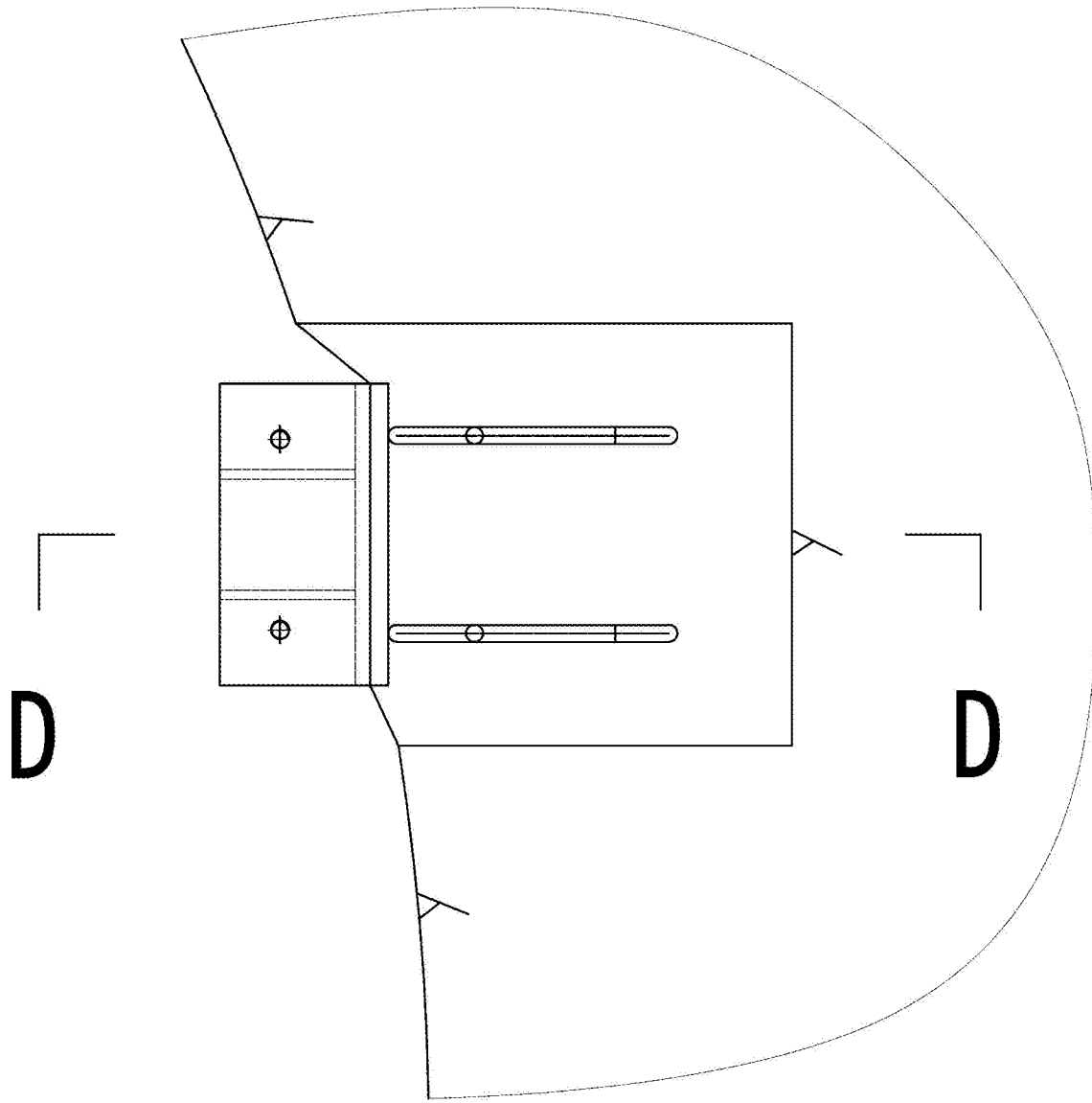


图6

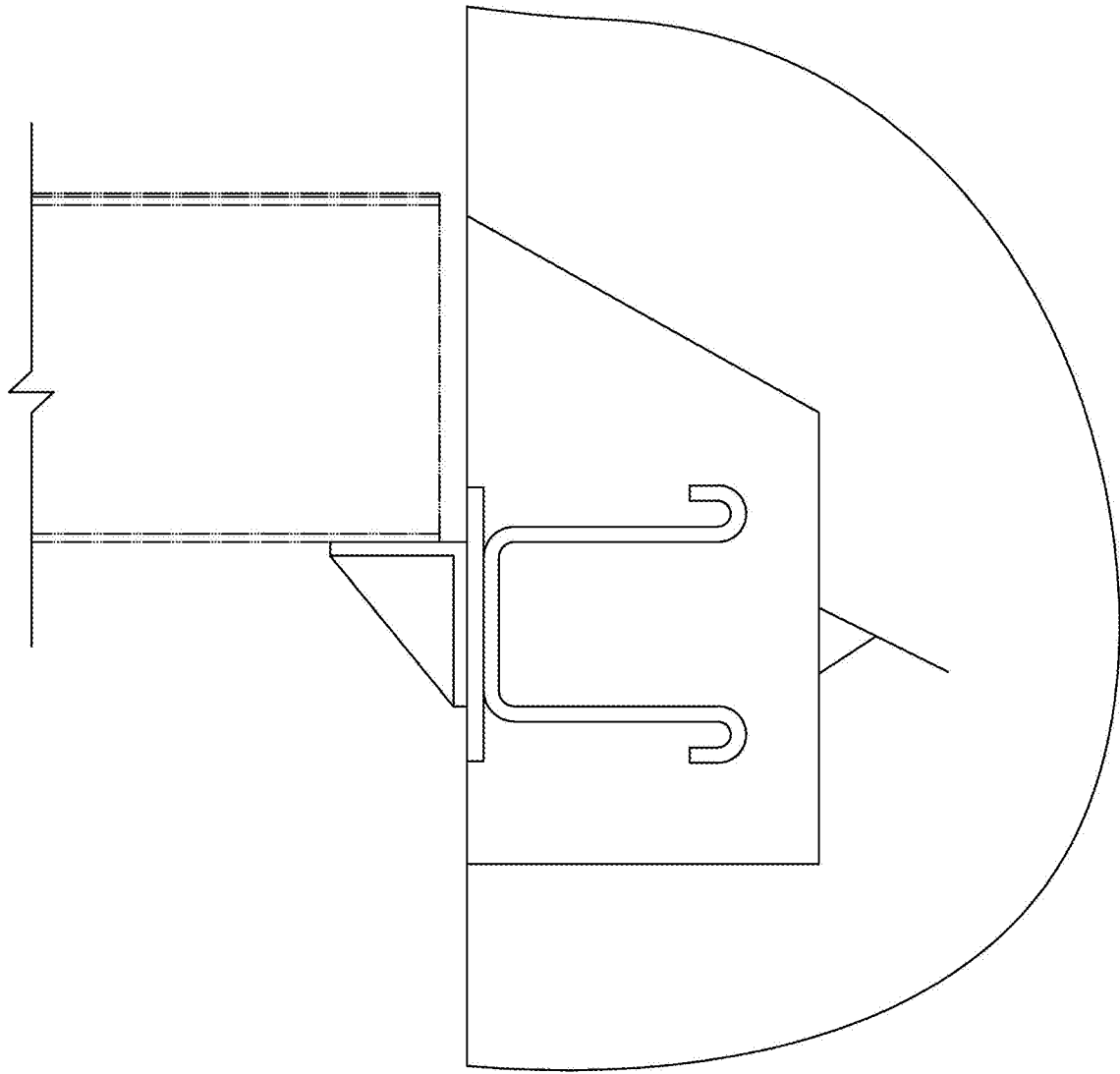


图7

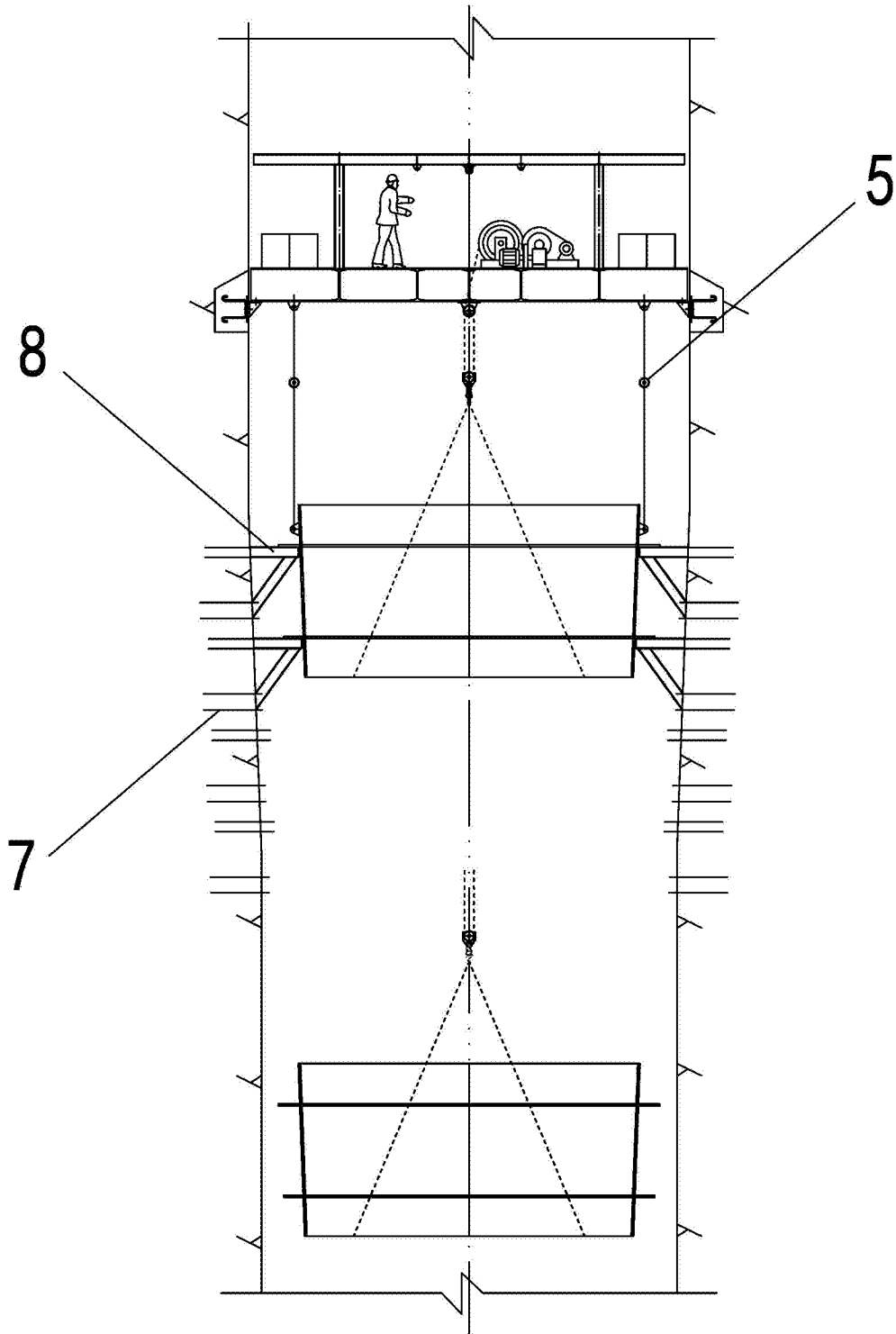


图8



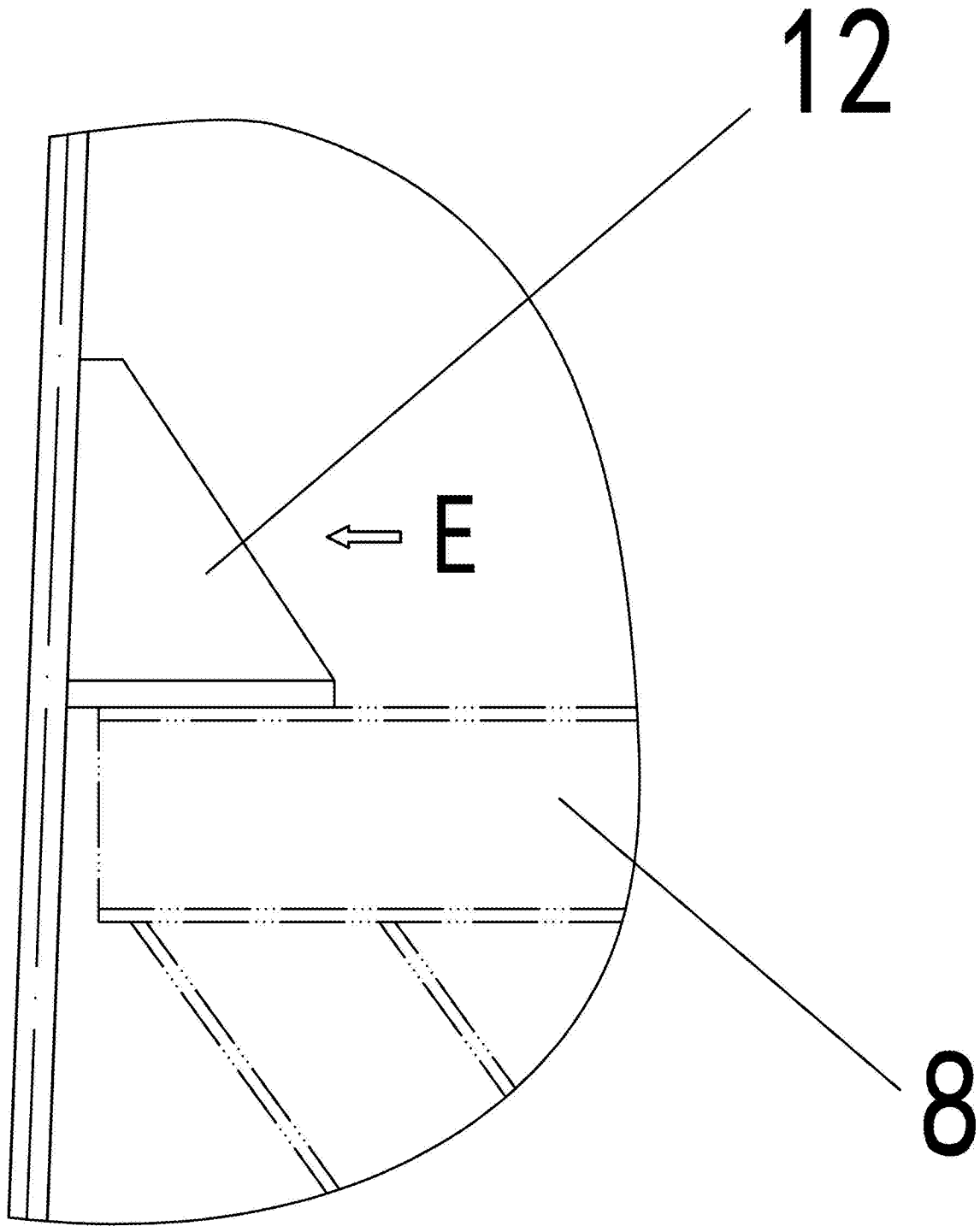


图9

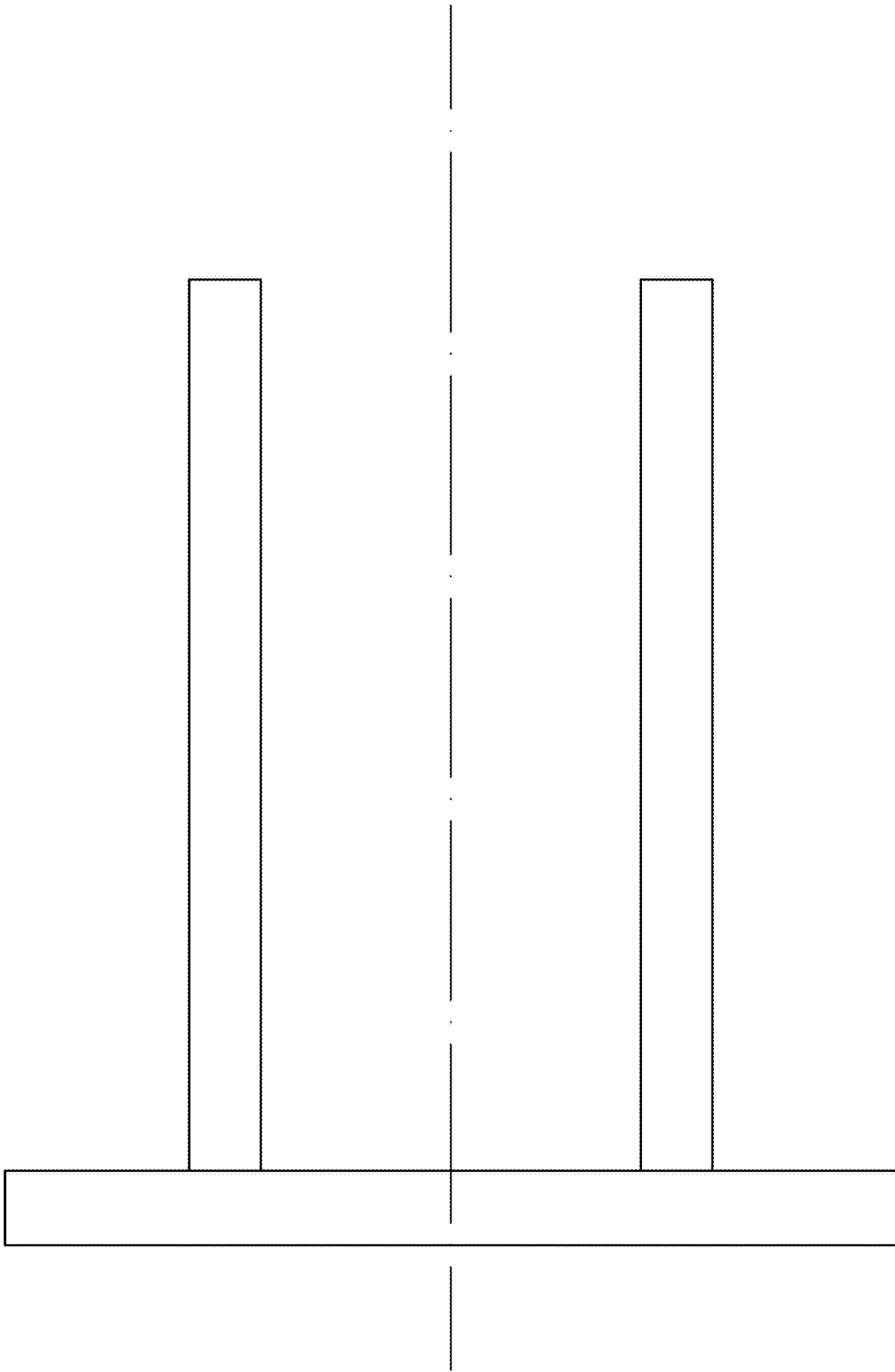


图10

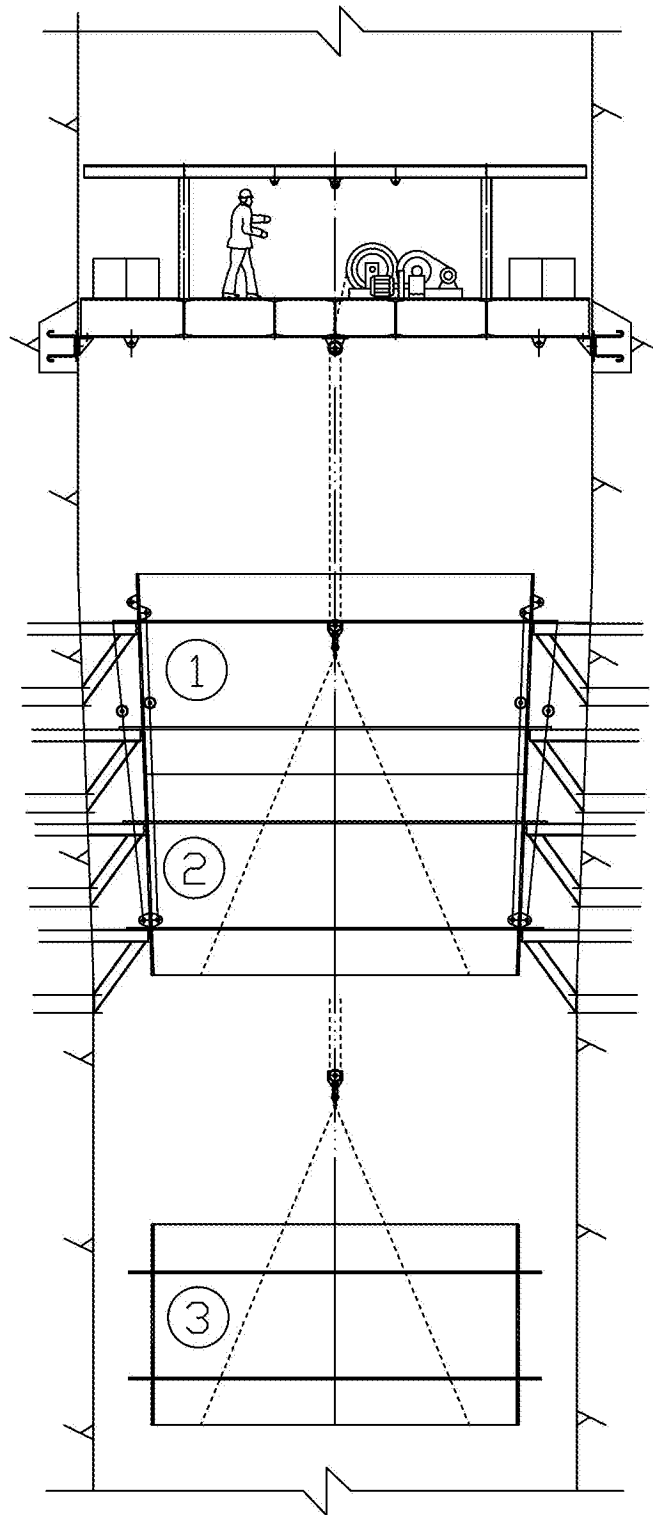


图11

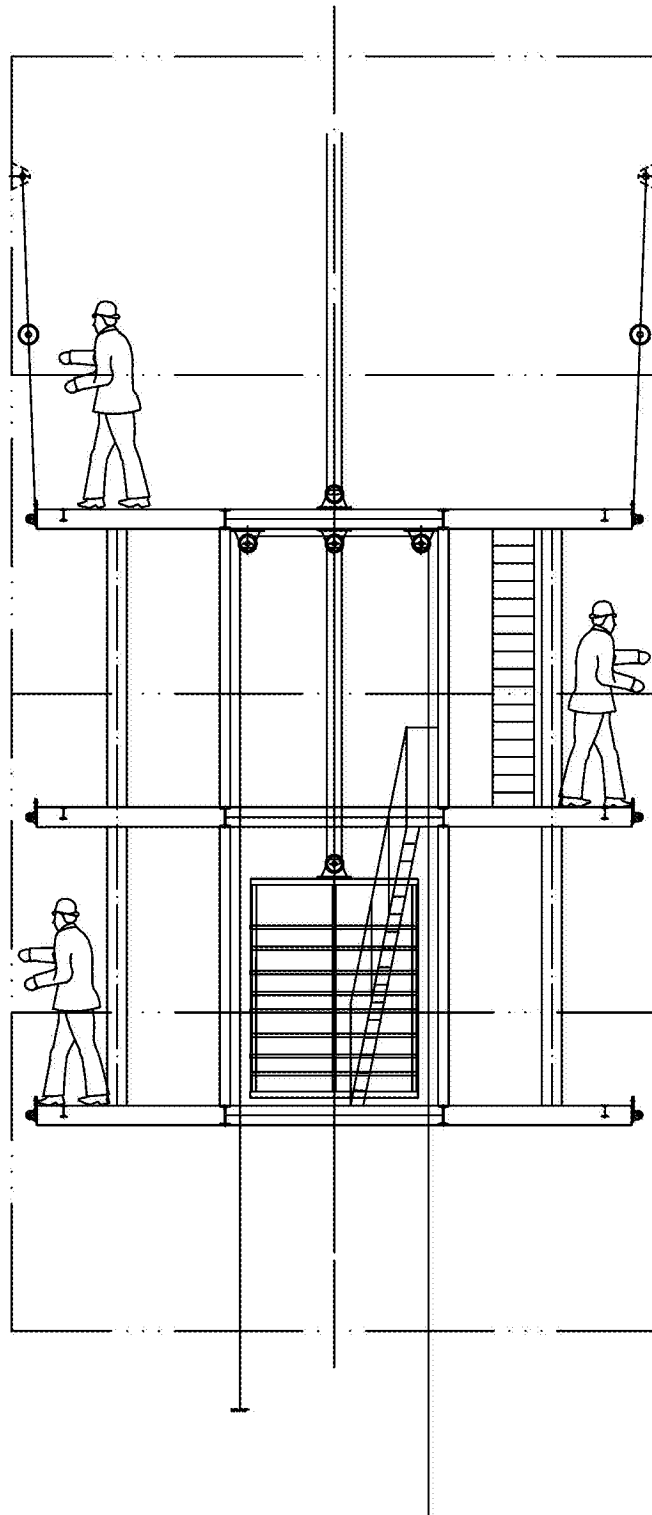


图12

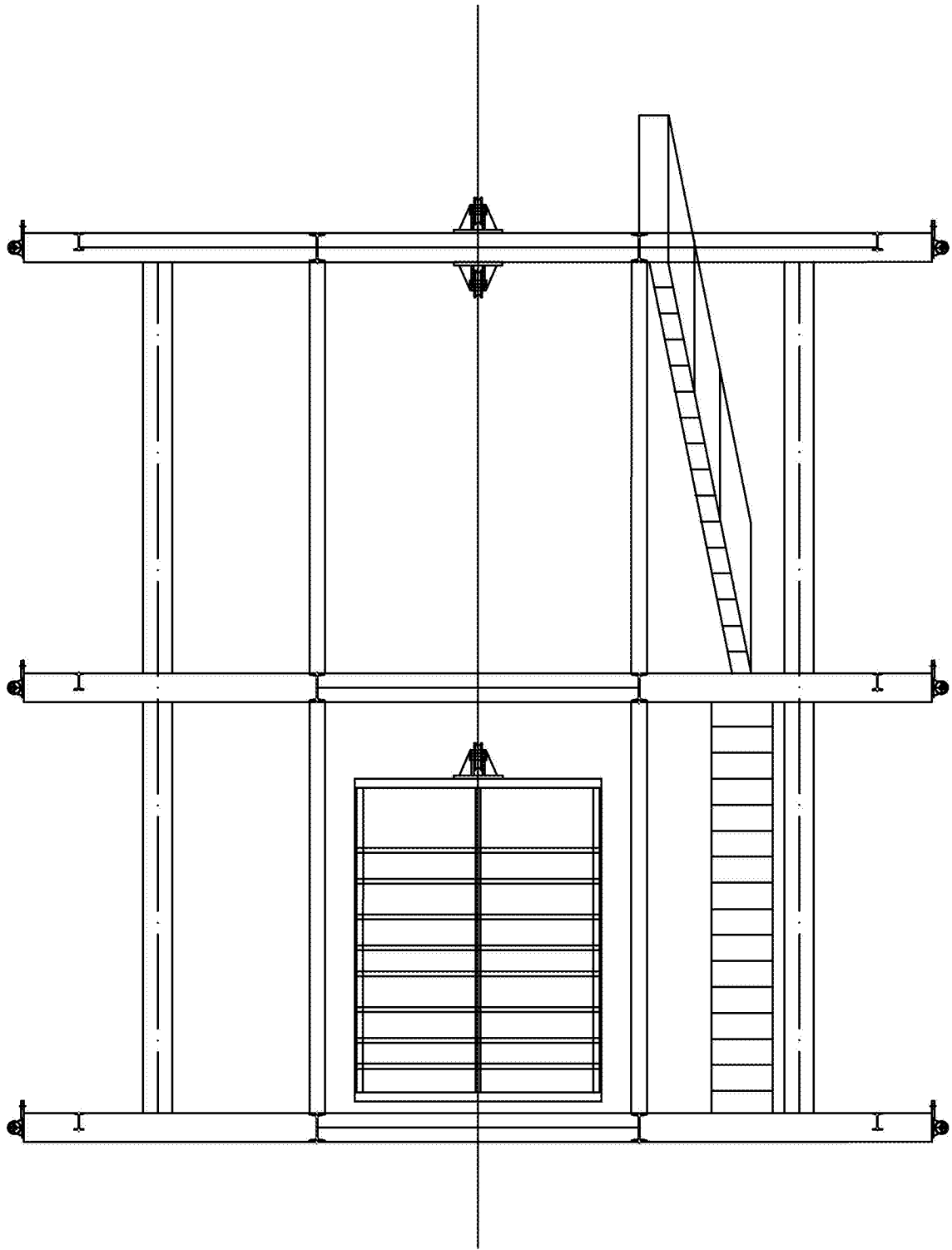


图13