



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113408036 A

(43) 申请公布日 2021.09.17

(21) 申请号 202110802891.2

E04H 5/04 (2006.01)

(22) 申请日 2021.07.15

G06F 119/14 (2020.01)

(71) 申请人 中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

地址 710075 陕西省西安市高新技术产业
开发区团结南路22号

(72) 发明人 王宁壁 雷蕾 侍雪雷 王甲麟
贾鹏 应捷 顾群 张玉明 李毅
王炳媛

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 王艾华

(51) Int.Cl.

G06F 30/13 (2020.01)

E04H 12/08 (2006.01)

权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种变电构架梁柱连接结构及其设计方法

(57) 摘要

本发明公开一种变电构架梁柱连接结构及其设计方法,包括钢管人字柱、进出线梁和母线梁,进出线梁以及母线梁均与钢管人字柱固接;进出线梁和母线梁均采用三角形截面格构梁;在钢管人字柱的连接节点处设置钢管人字柱环形节点板和悬挑的牛腿顶板,钢管人字柱环形节点板的下方设置加劲板,钢管人字柱顶端设置柱顶板,柱顶板的下方设置加劲板,进出线梁设置在母线梁的上方,母线梁的上弦杆和下弦杆分别与钢管人字柱连接;进出线梁的上弦杆和下弦杆分别与钢管人字柱连接。构架梁与钢管人字柱采用固接连接时柱截面相应减小;梁跨中与支座处受力均匀;梁截面减小,梁柱可以协同受力,提高构架结构的整体性;大大减小了柱顶板尺寸及劲板数量。

1. 一种变电构架梁柱连接结构,其特征在于,包括进出线梁(1)、母线梁(2)和钢管人字柱(3),进出线梁(1)以及母线梁(2)均与钢管人字柱(3)固接;进出线梁(1)和母线梁(2)均采用三角形截面格构梁;在钢管人字柱(3)的连接节点处设置钢管人字柱环形节点板(32)和悬挑的牛腿顶板,悬挑的牛腿顶板包括与进出线梁连接的悬挑牛腿顶板(33)和与母线梁连接的悬挑牛腿顶板(34),钢管人字柱环形节点板的下方设置加劲板(36),钢管人字柱顶端设置柱顶板(31),柱顶板的下方设置加劲板(35),进出线梁(1)设置在母线梁(2)的上方,母线梁上弦杆(21)和母线梁下弦杆(22)分别与钢管人字柱(3)连接;进出线梁上弦杆(11)和进出线梁下弦杆(12)分别与钢管人字柱(3)连接;进出线梁上弦杆(11)通过杆端连接板与柱顶板(31)连接。

2. 根据权利要求1所述的变电构架梁柱连接结构,其特征在于,钢管人字柱(3)平面内母线梁(2)所在高度范围内设交叉钢管腹杆。

3. 根据权利要求2所述的变电构架梁柱连接结构,其特征在于,所述加劲板贯通钢管人字柱(3)的钢管。

4. 根据权利要求1所述的变电构架梁柱连接结构,其特征在于,母线梁梁端的母线梁竖向斜腹杆(23)与钢管人字柱环形节点板下方的加劲板(36)连接,母线梁梁端的母线梁水平向交叉斜腹杆(24)连接于母线梁下弦杆(22)杆端连接板上,母线梁下弦杆(22)的杆端连接板再与钢管人字柱上与母线梁连接的悬挑牛腿顶板(34)连接。

5. 根据权利要求1所述的变电构架梁柱连接结构,其特征在于,位于进出线梁梁端的进出线梁竖向斜腹杆(13)与柱顶板下的加劲板(35)连接,位于进出线梁梁端的进出线梁水平向交叉斜腹杆(14)连接于进出线梁下弦杆(12)的杆端连接板上,进出线梁下弦杆(12)杆端连接板与钢管人字柱上与进出线梁连接的悬挑牛腿顶板(33)连接。

6. 根据权利要求1所述的变电构架梁柱连接结构,其特征在于,母线梁(2)和进出线梁(1)梁端宽度小于母线梁(2)和进出线梁(1)跨中的宽度。

7. 根据权利要求1所述的变电构架梁柱连接结构,其特征在于,进出线梁(1)和母线梁(2)与钢管人字柱(3)连接时,进出线梁(1)和母线梁(2)的梁端均设置梁端连接板,通过所述梁端连接板与柱顶板(31)、环形节点板(32)、悬挑的牛腿顶板螺栓连接,梁端连接板上均采用圆孔。

8. 权利要求1~7所述变电构架梁柱连接结构的设计方法,其特征在于,具体过程如下:

获取边界条件,即获取变电站工程所在地区的地震动峰值加速度值、相应的地震基本烈度、地震动反应谱特征周期以及站址所在区域的气象条件;

计算作用于钢管人字柱联合构架的荷载;

采用极限状态设计法,结合所述荷载以及边界条件得到变电构架梁柱连接结构的构件断面尺寸,进而得到变电构架梁柱连接节点及整体结构。

9. 根据权利要求8所述的设计方法,其特征在于,计算作用于钢管人字柱联合构架的荷载时,对于承载能力极限状态,结构及构件应按荷载效应的基本组合进行设计;对于正常使用极限状态,采用荷载的标准组合进行设计。

一种变电构架梁柱连接结构及其设计方法

技术领域

[0001] 本发明属于变电站构架设计领域,具体涉及一种变电构架梁柱连接结构及其设计方法。

背景技术

[0002] 一些750kV变电站新建工程中750kV配电装置区采用HGIS布置方案,750kV联合构架由进出线梁、母线梁和钢管人字柱组成,母线梁与进出线梁垂直布置,进出线梁跨度为41.0m,挂线点高度42.5m,母线梁跨度为42.5m,挂线点高度31.0m。联合构架柱采用钢管人字柱,联合构架梁采用三角形截面格构梁,梁柱铰接。整个结构的受力协同性及整体性较差,材料利用率低。

发明内容

[0003] 为了解决现有技术中存在的问题,本发明提供一种变电构架梁柱连接结构及其设计方法,针对变电站联合构架中大跨度三角形格构梁与钢管人字柱的连接节点型式,从结构受力及构造要求等方面对梁柱采用固接连接型式,采用大跨度三角形截面格构梁与钢管人字柱固接的结构型式,达到充分利用钢材拉压弯强度高、韧性好的力学特性,降低结构造价的目的。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种变电构架梁柱连接结构,包括进出线梁、母线梁和钢管人字柱,进出线梁以及母线梁均与钢管人字柱固接;进出线梁和母线梁均采用三角形截面格构梁;在钢管人字柱的连接节点处设置钢管人字柱环形节点板和悬挑的牛腿顶板,悬挑的牛腿顶板包括与进出线梁连接的悬挑牛腿顶板和与母线梁连接的悬挑牛腿顶板,钢管人字柱环形节点板的下方设置加劲板,钢管人字柱顶端设置柱顶板,柱顶板的下方设置加劲板,进出线梁设置在母线梁的上方,母线梁上弦杆和母线梁下弦杆分别与钢管人字柱连接;进出线梁上弦杆和进出线梁下弦杆分别与钢管人字柱连接;进出线梁上弦杆通过杆端连接板与柱顶板连接。

[0005] 钢管人字柱平面内母线梁所在高度范围内设交叉钢管腹杆。

[0006] 所述加劲板贯通钢管人字柱的钢管。

[0007] 母线梁梁端的母线梁竖向斜腹杆与钢管人字柱环形节点板下方的加劲板连接,母线梁梁端的母线梁水平向交叉斜腹杆连接于母线梁下弦杆杆端连接板上,母线梁下弦杆的杆端连接板再与钢管人字柱上与母线梁连接的悬挑牛腿顶板连接。

[0008] 位于进出线梁梁端的进出线梁竖向斜腹杆与柱顶板下的加劲板连接,位于进出线梁梁端的进出线梁水平向交叉斜腹杆连接于进出线梁下弦杆的杆端连接板上,进出线梁下弦杆杆端连接板与钢管人字柱上与进出线梁连接的悬挑牛腿顶板连接。

[0009] 母线梁和进出线梁梁端宽度小于母线梁和进出线梁跨中的宽度。

[0010] 进出线梁和母线梁与钢管人字柱连接时,进出线梁和母线梁的梁端均设置梁端连接板,通过所述梁端连接板与柱顶板、环形节点板、悬挑的牛腿顶板螺栓连接,梁端连接板

上均采用圆孔。

[0011] 本发明所述变电构架梁柱连接结构的设计方法,具体过程如下:

[0012] 获取边界条件,即获取变电站工程所在地区的地震动峰值加速度值、相应的地震基本烈度、地震反应谱特征周期以及站址所在区域的气象条件;

[0013] 计算作用于钢管人字柱联合构架的荷载;

[0014] 采用极限状态设计法,结合所述荷载以及边界条件得到变电构架梁柱连接结构的构件断面尺寸,进而得到变电构架梁柱连接节点及整体结构。

[0015] 计算作用于钢管人字柱联合构架的荷载时,对于承载能力极限状态,结构及构件应按荷载效应的基本组合进行设计;对于正常使用极限状态,采用荷载的标准组合进行设计。

[0016] 与现有技术相比,本发明至少具有以下有益效果:

[0017] 进出线梁和母线梁与钢管人字柱采用固接连接时,梁跨中与支座处受力均匀,不同于铰接连接时梁跨中受力最大、支座受力最小,因此梁截面相应减小,三角形格构梁的各钢管弦杆截面相应减小,进而梁腹杆由长细比构造控制转变为稳定控制,提高材料利用率,采用固接节点型式的结构相对于采用铰接节点型式的结构减少钢材量;进出线梁或母线梁与钢管人字柱采用固接连接,梁柱可以协同受力,提高构架结构的整体性;进出线梁与钢管人字柱固接连接时,只有进出线梁上弦杆杆端连接板伸至柱顶板上,大大减小了柱顶板尺寸及劲板数量,同时方便地线柱或避雷针在柱顶板上连接,避免了进出线梁与钢管人字柱铰接连接时进出线梁下弦杆杆端连接板与地线柱或避雷针底座相碰的问题。

[0018] 进一步的,进出线梁和母线梁与钢管人字柱连接时,进出线梁和母线梁的梁端均设置梁端连接板,通过梁端连接板与柱顶板、环形节点板或悬挑的牛腿顶板螺栓连接,梁端连接板上均采用圆孔;梁端与支座间不会产生相对滑移,能避免出现内力重分布与弹性计算模型不相符的情况,能准确地传递构架梁端内力。

附图说明

[0019] 图1为一种联合构架中母线梁以及进出线梁与钢管人字柱的连接节点铰接示意图。

[0020] 图2为一种联合构架中母线梁以及进出线梁与钢管人字柱的连接节点固接示意图。

[0021] 图3a为本发明一种可实施的联合构架中母线梁与钢管人字柱的连接节点固接示意图。

[0022] 图3b为图3a的A-A截面示意图。

[0023] 图3c为图3a的B-B截面示意图。

[0024] 图4a为本发明一种可实施的联合构架中进出线梁与钢管人字柱的连接节点固接示意图。

[0025] 图4b为图4a的C-C截面示意图。

[0026] 图4c为图4a的D-D截面示意图。

[0027] 附图中,1-进出线梁,11-进出线梁上弦杆,12-进出线梁下弦杆,13-进出线梁竖向斜腹杆,14-进出线梁水平向交叉斜腹杆,2-母线梁,21-母线梁上弦杆,22-母线梁下弦杆,

23-母线梁竖向斜腹杆,24-母线梁水平向交叉斜腹杆,3-人字柱,31-人字柱柱顶板,32-人字柱环环节点板,33-与进出线梁连接的悬挑牛腿顶板,34-与母线梁连接的悬挑牛腿顶板,35-柱顶板下方的加劲板,36-人字柱环环节点板下方的加劲板。

具体实施方式

[0028] 一种新型的变电构架梁柱连接结构,包括联合构架中母线梁与钢管人字柱的连接节点和进出线梁与钢管人字柱的连接节点。

[0029] 参考图3,一种变电构架梁柱连接结构,包括进出线梁1、母线梁2和钢管人字柱3,进出线梁1以及母线梁2均与钢管人字柱3固接;进出线梁1和母线梁2均采用三角形截面格构梁;在钢管人字柱3的连接节点处设置钢管人字柱环环节点板32和悬挑的牛腿顶板,悬挑的牛腿顶板包括与进出线梁连接的悬挑牛腿顶板33和与母线梁连接的悬挑牛腿顶板34;钢管人字柱环环节点板的下方设置加劲板36,钢管人字柱顶端设置柱顶板31,柱顶板的下方设置加劲板35,进出线梁1设置在母线梁2的上方,母线梁上弦杆21和母线梁下弦杆22分别与钢管人字柱3连接;进出线梁上弦杆11和进出线梁下弦杆12分别与钢管人字柱3连接。

[0030] 母线梁梁端的母线梁竖向斜腹杆23与钢管人字柱环环节点板下方的加劲板36连接,母线梁梁端的母线梁水平向交叉斜腹杆24连接于母线梁下弦杆22杆端连接板上,母线梁下弦杆22的杆端连接板再与钢管人字柱上悬挑的牛腿顶板34连接。

[0031] 进出线梁梁端的进出线梁竖向斜腹杆13与柱顶板下的加劲板35连接,进出线梁梁端的进出线梁水平向交叉斜腹杆14连接于进出线梁下弦杆12杆端连接板上,进出线梁下弦杆12杆端连接板与钢管人字柱上悬挑的牛腿顶板33连接。

[0032] 母线梁2和进出线梁1梁端宽度小于母线梁2和进出线梁1跨中的宽度。

[0033] 进出线梁1和母线梁2与钢管人字柱3连接时,进出线梁1和母线梁2的梁端均设置梁端连接板,通过所述梁端连接板与柱顶板31、环环节点板32或悬挑的牛腿顶板螺栓连接,梁端连接板上均采用圆孔。

[0034] 钢管人字柱上的悬挑牛腿需要足够的刚度,其与人字柱的连接计算满足规范要求。

[0035] 本发明所述变电构架梁柱连接结构的设计方法,具体过程如下:

[0036] 获取边界条件,即获取变电站工程所在地区的地震动峰值加速度值、相应的地震基本烈度、地震动反应谱特征周期以及站址所在区域的气象条件;

[0037] 计算作用于钢管人字柱联合构架的荷载;

[0038] 采用极限状态设计法,结合所述荷载以及边界条件得到变电构架梁柱连接结构的构件断面尺寸,进而得到变电构架梁柱连接节点及整体结构。

[0039] 在进出线梁和母线梁弦杆与钢管人字柱连接节点处,人字柱钢管壁受梁连接板传来的较大局部应力,需验算在三向应力状态下的折算应力。

[0040] 联合构架中固接节点包括母线梁与钢管人字柱的连接节点和进出线梁与钢管人字柱的连接节点两种情况。

[0041] 1)联合构架中母线梁与钢管人字柱的连接节点。将钢管人字柱3平面内看作一个整体刚架柱,与三角形截面格构的母线梁2采用整体固接,钢管人字柱3平面内母线梁高范围内设交叉钢管腹杆,为了保证母线梁2与钢管人字柱3连接处钢管柱的局部稳定,在钢管

柱中设置贯通的加劲板。母线梁梁端宽度收窄,高度不变,母线梁上弦杆21杆端连接板与钢管人字柱3环形节点板32螺栓连接,梁端的母线梁竖向斜腹杆23连接于钢管人字柱环形节点板下方的加劲板36上,梁端的母线梁水平向交叉斜腹杆24连接于母线梁下弦杆22杆端连接板上,母线梁下弦杆22杆端连接板再与钢管人字柱上与母线梁连接的悬挑牛腿顶板34螺栓连接,悬挑牛腿的刚度直接影响着母线梁跨中弯矩的大小。为了使母线梁上弦杆21和母线梁下弦杆22在跨中和支座处受力更趋均匀,需要足够刚度的悬挑牛腿且其与人字柱的连接计算满足规范要求。钢管人字柱的钢管壁受梁连接板传来的较大局部应力,需验算在三向应力状态下的折算应力。参考图3a、图3b以及图3c。

[0042] 2) 进出线梁与钢管人字柱的连接节点。将钢管人字柱3平面外看作一个整体双管柱,与三角形截面格构进出线梁1采用整体固接。进出线梁梁端宽度收窄,高度不变,进出线梁上弦杆11杆端连接板与柱顶板31螺栓连接,梁端的进出线梁竖向斜腹杆13连接于柱顶板下的加劲板35上,梁端的进出线梁水平向交叉斜腹杆14连接于进出线梁下弦杆12杆端连接板上,进出线梁下弦杆12杆端连接板再与钢管人字柱3上与进出线梁连接的悬挑牛腿顶板33螺栓连接,悬挑牛腿的刚度直接影响着进出线梁跨中弯矩的大小。为了使进出线梁上弦杆11和进出线梁下弦杆12在跨中和支座处受力更趋均匀,需要足够刚度的悬挑牛腿且其与钢管人字柱3的连接计算满足规范要求。进出线梁下弦杆12与钢管人字柱3连接处,钢管人字柱的钢管壁受梁连接板传来的较大局部应力,需验算在三向应力状态下的折算应力。进出线梁1与钢管人字柱3固接连接时,只有进出线梁上弦杆11杆端连接板伸至柱顶板31上,大大减小了柱顶板尺寸及劲板数量,同时方便地线柱或避雷针在柱顶板上连接。避免了进出线梁与钢管人字柱铰接连接时进出线梁下弦杆杆端连接板与地线柱或避雷针底座相碰的问题,参考图4a、图4b以及图4c。

[0043] 联合构架中三角形截面格构梁与钢管人字柱整体固接的结构设计在国内外尚属首创。

[0044] 结合某750kV变电站新建工程中750kV构架总平面布置及各个荷载工况下的导线拉力,利用空间杆系分析软件STAAD Pro (V8i) 对750kV构架建立整体模型进行空间计算,对钢管人字柱联合构架梁柱采用固接节点与采用铰接节点分别进行计算比较,提出最优节点结构型式。

[0045] 两种结构模型中输入相同的边界条件:1) 基本风压,2) 站区的地震动峰值加速度值、相应的地震基本烈度、地震动反应谱特征周期,3) 站址所在区域的其他气象条件等。

[0046] 计算荷载(或作用)

[0047] 作用于钢管人字柱联合构架的荷载主要有:导(地)线拉力、结构自重、风荷载、冰荷载及安装检修所产生的临时荷载、温度作用及地震作用,按最终规模所产生的荷载进行分析计算。

[0048] 导线拉力由电气专业提供,导线覆冰荷载由电气专业在导线拉力中考虑。

[0049] 风荷载对变电构架的影响很大,根据现行国家标准《高耸结构设计规范》GB50135的要求,考虑0度和90度风(即顺导线和垂直导线风)对构架的作用效应。一般结构的基本自振周期 $T \geq 0.25s$,由风引起的结构振动比较明显,而且随着结构自振周期的增长,风振也随着增强,因此设计时均应考虑风振的影响。《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》DL/T5154中风振系数 β_z 对于自立式铁塔,当全高不超过60m时,全高采用一个系数。

[0050] 对于比较高柔的构架结构来说,风振的影响一般要大于地震的影响,但是如果结构的重量较大,又处在地震高烈度区,则地震的影响会更强烈些。因此建造在地震高烈度区的结构,充分考虑地震作用的影响,以保证结构的安全。《建筑抗震设计规范》GB50011规定,对于烈度8度以上地区的高耸结构,应计算竖向地震作用。水平及竖向地震作用均采用反应谱法计算。

[0051] 对于暴露在室外的构架,受温度作用影响较直接,同时结构纵向尺寸较大,温度效应的累计作用明显。《变电站建筑结构设计技术规程》DL/T 5457规定,两端设刚性支撑总长超过150m的连续排架,或总长超过100米的连续刚架,应计算温度作用效应的影响。在计算温度作用效应时,应根据工程具体条件合理选择计算温差。

[0052] 荷载(或作用)组合

[0053] 750kV联合构架采用极限状态设计法设计,即承载能力极限状态和正常使用极限状态。承载能力极限状态对应于结构或结构构件达到最大承载力或不适于继续承载的变形,正常使用极限状态对应于结构或结构构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值。

[0054] 1) 对于承载能力极限状态,结构及构件应按荷载效应的基本组合进行设计。

[0055] 2) 对于正常使用极限状态,采用荷载的标准组合进行设计。

[0056] 正常使用极限状态的控制条件:柱顶的允许挠度值对于钢管人字柱平面内、平面外(带端撑)为 $h/200$ (h 为柱计算点高度),横梁跨中为 $L/400$ (L 为梁跨度)。

[0057] 计算模型

[0058] 750kV构架采用联合构架,钢管人字柱+三角形截面格构梁结构,进出线梁和母线梁与钢管人字柱分别采用铰接、固接两种节点型式的计算模型分别参考图1和图2。

[0059] 钢管人字柱计算长度的确定

[0060] 1) 进出线梁和母线梁与钢管人字柱铰接连接

[0061] 首先将钢管人字柱看作一个整体刚架柱,平面内与母线梁铰接,按无侧移框架柱的计算长度系数查取,取横梁线刚度为零, $k_1=0, k_2=10$,查得 $\mu_{1下}=0.732$ 。下段柱的整体长细比 $\lambda_{1下}=\mu_{1下} \cdot L_{1下}/i_{1下}$,其中 $L_{1下}=31.5\text{m}$,偏于保守 $i_{1下}$ 取钢管人字柱与母线梁连接处的整体截面对纵轴的回转半径;上段柱按悬臂柱, $\mu_{1上}=2.0$,整体长细比 $\lambda_{1上}=\mu_{1上} \cdot L_{1上}/i_{1上}$,其中 $L_{1上}=11.5\text{m}$,偏于保守 $i_{1上}$ 取钢管人字柱柱头处整体截面对纵轴的回转半径。其次计算钢管人字柱平面内柱肢的稳定性,计算长度系数 μ_2 从下段向上段依次为0.7、1.0。钢管人字柱平面外与进出线梁铰接,端部设端撑,先将钢管人字柱看作一个整体双管柱,按无侧移框架柱的计算长度系数查取,取横梁线刚度为零, $k_1=0, k_2=10$,查得 $\mu_2=0.732$ 。整体长细比 $\lambda_2=\mu_2 \cdot L_2/i_2$,其中 $L_2=43.0\text{m}$, i_2 为钢管人字柱的整体截面对横轴的回转半径。其次计算平面外钢管人字柱柱肢的稳定性,计算长度系数 $\mu_3=0.5, L_3=43.0\text{m}$, i_3 为钢管人字柱柱肢截面的回转半径。

[0062] 2) 进出线梁和母线梁与钢管人字柱固接方式连接

[0063] 首先将钢管人字柱看作一个整体刚架柱,平面内与母线梁固接,按无侧移框架柱的计算长度系数查取, k_1 为相交于柱上端的横梁线刚度之和与柱线刚度之和的比值,当梁远端为铰接时,应将横梁线刚度乘以1.5,当横梁远端为嵌固时,则将横梁线刚度乘以2.0,由此可见,横梁与柱固接时 k_1 更大,当 k_2 值一定时,计算长度系数 μ 值更小。偏于保守下段柱线刚度取柱脚处钢管人字柱整体截面对纵轴的惯性矩计算,上段柱线刚度取与母线梁连接

处钢管人字柱整体截面对纵轴的惯性矩计算,这样柱线刚度之和更大, k_1 更小,查出的 μ 值更大。经计算 $k_1=0.03$,当 $k_2=10$ 时,查得 $\mu_{1下}=0.728$,相比1)中的下段柱计算长度系数要小;上段柱的整体长细比计算、钢管人字柱平面内柱肢的稳定性计算均同1)。钢管人字柱平面外与进出线梁固接,端部设端撑,将钢管人字柱看作一个整体双管柱,经计算 $k_1=18.89$,当 $k_2=10$ 时,按无侧移框架柱的计算长度系数查取,查得 $\mu_2=0.549$,相比1)中的平面外钢管人字柱整体计算长度系数要小得多。平面外钢管人字柱柱肢的稳定性计算同1)。

[0064] 通过上述比较可以看出,钢管人字柱平面内与母线梁固接相对于铰接来说钢管人字柱的整体计算长度系数减少不是很明显,但平面外与进出线梁固接相对于铰接来说钢管人字柱的整体计算长度系数减少较多。无论平面外还是平面内,梁柱固接连接相比铰接连接钢管人字柱的整体计算长度系数是减小的,相应的柱截面尺寸也是减小的。

[0065] 参考箱型截面的公式和《钢结构设计手册》计算钢管人字柱钢管柱肢的局部稳定性。

[0066] 计算结果比较

[0067] 通过对两种节点型的结构计算,构件断面尺寸及主材截面见表1。

[0068] 表1两种节点型的结构构件断面尺寸及主材截面

节点型式	构件		构件断面尺寸	主材截面
[0069] 铰接节点	钢管人字柱	端撑柱	跟开 8.9m	$\Phi 750 \times 16$
		端撑处出线柱	跟开 8.9m	$\Phi 750 \times 14$
		出线柱	跟开 8.9m	$\Phi 750 \times 12$
	钢管格构三角形梁	出线梁	2.5m $\times$ 2.5m (宽 x 高)	$\Phi 273 \times 12$ (上弦) $\Phi 203 \times 10$ (下弦)
		母线梁	2.5 m $\times$ 2.5m (宽 x 高)	$\Phi 219 \times 12$ (上弦) $\Phi 180 \times 10$ (下弦)
[0070] 固接节点	钢管人字柱	端撑柱	跟开 8.9m	$\Phi 700 \times 14$
		端撑处出线柱	跟开 8.9m	$\Phi 700 \times 12$
		出线柱	跟开 8.9m	$\Phi 700 \times 12$
	钢管格构三角形梁	出线梁	2.0m $\times$ 2.0m (宽 x 高)	$\Phi 245 \times 12$ (上弦) $\Phi 194 \times 10$ (下弦)
		母线梁	2.0 m $\times$ 2.0m (宽 x 高)	$\Phi 203 \times 12$ (上弦) $\Phi 168 \times 10$ (下弦)

[0071] 进出线梁与钢管人字柱采用固接连接,钢管人字柱上下段受力均匀,不同于铰接连接时柱脚受力最大;由于各榀钢管人字柱分担了构架大部分纵向力,端撑柱分担的纵向力要小得多,不同于铰接连接时端撑柱要承担构架的大部分纵向力,相比之下端撑柱截面减小得最多。母线梁与钢管人字柱采用固接连接,钢管人字柱整体受力,不同于铰接连接时仅与母线梁连接的柱肢受力大而对侧的柱肢受力小,因此构架梁与钢管人字柱采用固接连接时柱截面相应减小。

[0072] 进出线梁和母线梁与钢管人字柱采用固接连接时,梁跨中与支座处受力均匀,不同于铰接连接时梁跨中受力最大、支座受力最小,因此梁截面相应减小,三角形格构梁的各

钢管弦杆截面相应减小。由于梁截面减小,梁腹杆由原来的长细比构造控制转变为稳定控制,提高了材料利用率。两种节点型式的结构钢材量统计显示,采用固接节点型式的结构相对于采用铰接节点型式的结构减少钢材量约18%。进出线梁或母线梁与钢管人字柱采用固接连接,梁柱可以协同受力,提高构架结构的整体性。

[0073] 钢管人字柱联合构架的固接节点设计

[0074] 包括联合构架中母线梁与钢管人字柱的连接节点和进出线梁与钢管人字柱的连接节点两种情况。

[0075] (1) 联合构架中母线梁与钢管人字柱的连接节点。将钢管人字柱平面内看作一个整体刚架柱,与三角形截面格构梁采用整体固接,钢管人字柱平面内母线梁高范围内设交叉钢管腹杆,为了保证母线梁与钢管人字柱连接处钢管柱的局部稳定,在钢管柱中设置贯通的径向劲板。母线梁梁端宽度收窄,高度不变,母线梁上弦杆杆端连接板与钢管人字柱环形节点板螺栓连接,梁端处母线梁竖向斜腹杆连接于钢管人字柱环形节点板下方的加劲板上,母线梁端水平向交叉斜腹杆连接于下弦杆杆端连接板上,母线梁下弦杆杆端连接板再与钢管人字柱上悬挑的牛腿顶板螺栓连接,悬挑牛腿的刚度直接影响着母线梁跨中弯矩的大小,悬挑牛腿的刚度越小,母线梁跨中弯矩越大,母线梁与钢管人字柱协同作用效果越不明显,近乎母线梁铰接于钢管人字柱上。为了使母线梁上下弦杆在跨中和支座处受力更趋均匀,需要足够刚度的悬挑牛腿且其与钢管人字柱的连接计算满足规范要求。母线梁弦杆与钢管人字柱连接处,钢管人字柱钢管壁受梁连接板传来的较大局部应力,需验算在三向应力状态下的折算应力。母线梁与钢管人字柱固接节点见图3a、图3b以及图3c,图中螺栓数仅为示意。

[0076] (2) 进出线梁与钢管人字柱的连接节点。将钢管人字柱平面外看作一个整体双管柱,与三角形截面格构梁采用整体固接。进出线梁梁端宽度收窄,高度不变,进出线梁上弦杆杆端连接板与柱顶板螺栓连接,梁端处进出线梁竖向斜腹杆连接于柱顶板下的加劲板上,进出线梁端水平向交叉斜腹杆连接于进出线梁下弦杆杆端连接板上,进出线梁下弦杆杆端连接板再与钢管人字柱上悬挑的牛腿顶板螺栓连接,悬挑牛腿的刚度直接影响着进出线梁跨中弯矩的大小,悬挑牛腿的刚度越小,进出线梁跨中弯矩越大,进出线梁与钢管人字柱协同作用效果越不明显,近乎进出线梁铰接于钢管人字柱上。为了使进出线梁上下弦杆在跨中和支座处受力更趋均匀,需要足够刚度的悬挑牛腿且其与钢管人字柱的连接计算满足规范要求。进出线梁下弦杆与钢管人字柱连接处,钢管人字柱钢管壁受梁连接板传来的较大局部应力,需验算在三向应力状态下的折算应力。进出线梁与钢管人字柱固接连接时,只有进出线梁上弦杆杆端连接板伸至柱顶板上,大大减小了柱顶板尺寸及劲板数量,同时方便地线柱或避雷针在柱顶板上连接。避免了进出线梁与钢管人字柱铰接连接时梁下弦杆杆端连接板与地线柱或避雷针底座相碰的问题。进出线梁与钢管人字柱固接节点见图4a、图4b以及图4c,图中螺栓数仅为示意。

[0077] 当进出线梁和母线梁与钢管人字柱铰接时,梁支座处为了方便安装采用椭圆孔,孔长向沿梁长方向,构架梁端与支座间允许有相对滑移,每一跨的温度应力已得到部分释放,STAAD模型中无法准确模拟这种状态,计算得到的温度应力比实际受力偏大。当进出线梁和母线梁与钢管人字柱固接时,为了传递构架梁端内力,梁支座处采用圆孔,梁端与支座间不允许有相对滑移,避免出现内力重分布与弹性计算模型不相符的情况。STAAD模型能准

确模拟结构实际的温度应力状态。但采用圆孔时对构架梁的加工精度提出了更高的要求。

[0078] 采用HGIS布置方案的750kV配电装置区,为了提高整个配电装置区的通透性及节约钢材,构架柱采用钢管人字柱,构架梁采用三角形截面格构梁,梁柱固接,减小了钢管人字柱的整体计算长度系数,进一步减小柱截面及梁截面,提高梁腹杆的材料利用率。采用固接节点型式的结构相对于采用铰接节点型式的结构减少钢材量约18%。而且梁柱采用固接节点后整个联合构架的整体性和安全储备得到有效提高。

[0079] 无论是进出线梁或母线梁,为了使母线梁或进出梁上下弦杆在跨中和支座处受力更趋均匀,需要足够刚度的悬挑牛腿且其与钢管人字柱的连接计算满足规范要求。母线梁上下弦杆及进出线梁下弦杆与钢管人字柱连接处,钢管人字柱钢管壁受梁连接板传来的较大局部应力,需验算在三向应力状态下的折算应力。进出线梁与钢管人字柱固接连接时,只有进出线梁上弦杆杆端连接板伸至柱顶板上,大大减小了柱顶板尺寸及劲板数量,同时方便地线柱或避雷针在柱顶板上连接。

[0080] 为了准确传递构架梁端内力,梁支座处采用圆孔,梁端与支座间不允许有相对滑动,避免出现内力重分布与弹性计算模型不相符的情况。

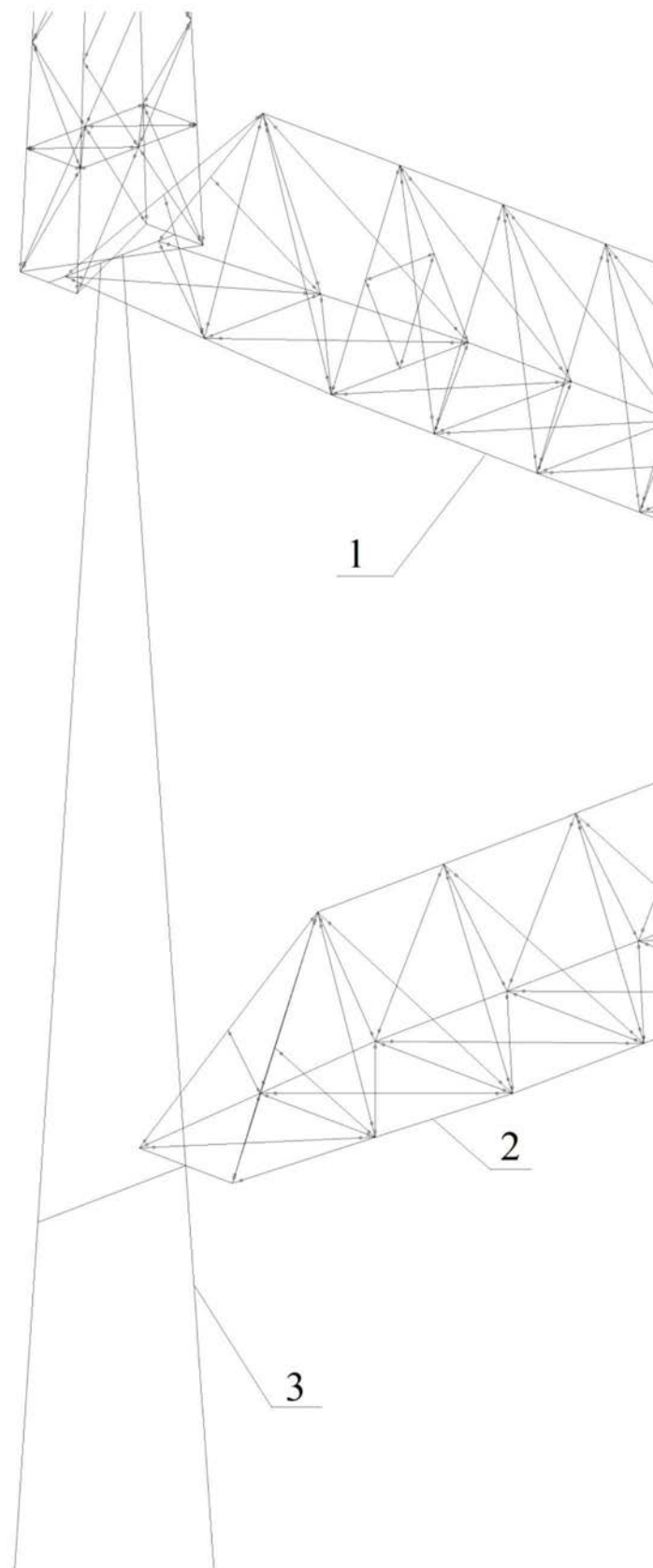


图1

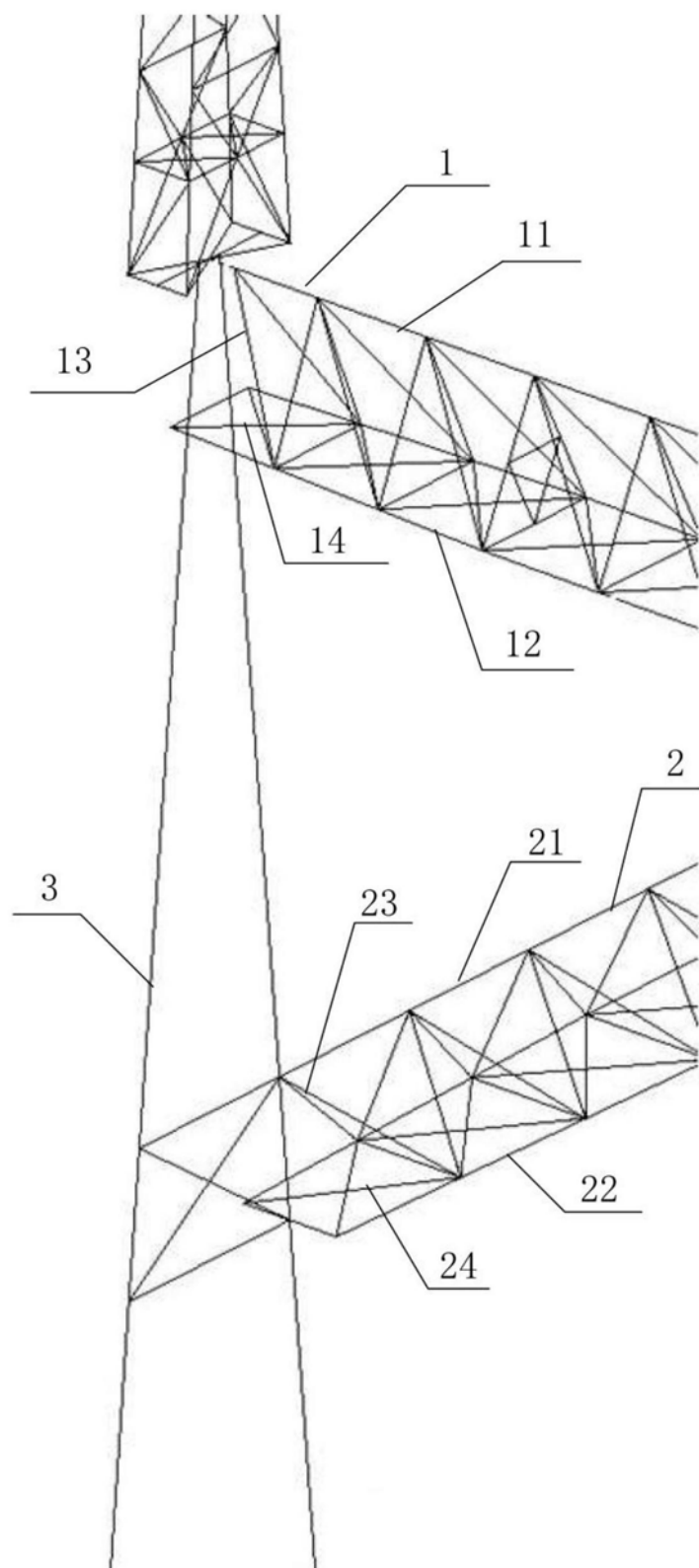


图2

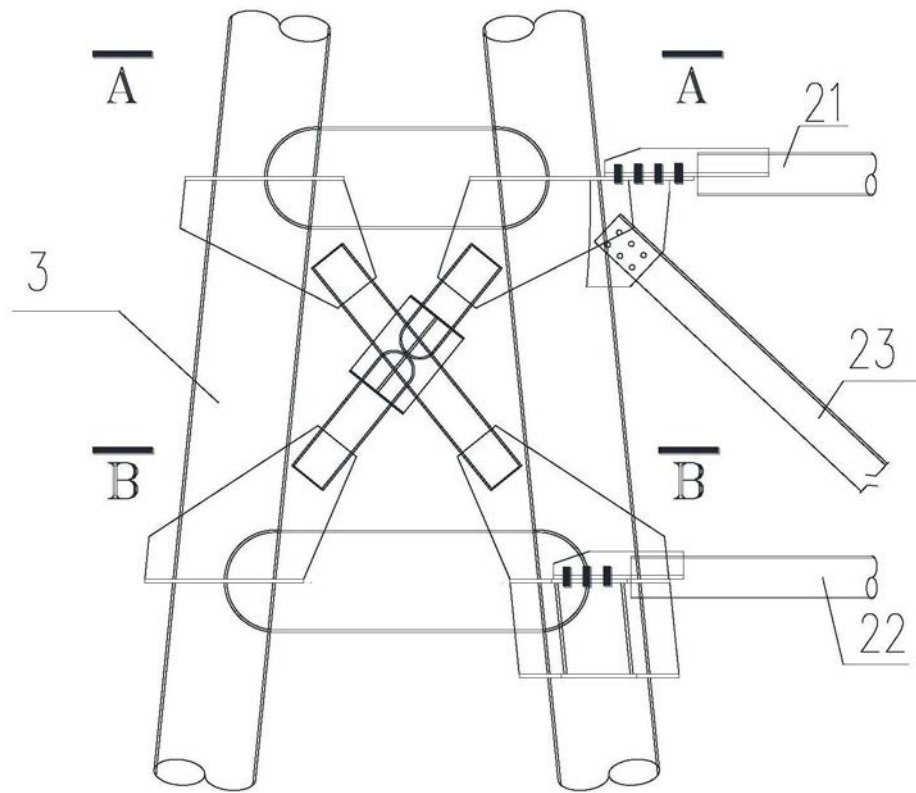


图3a

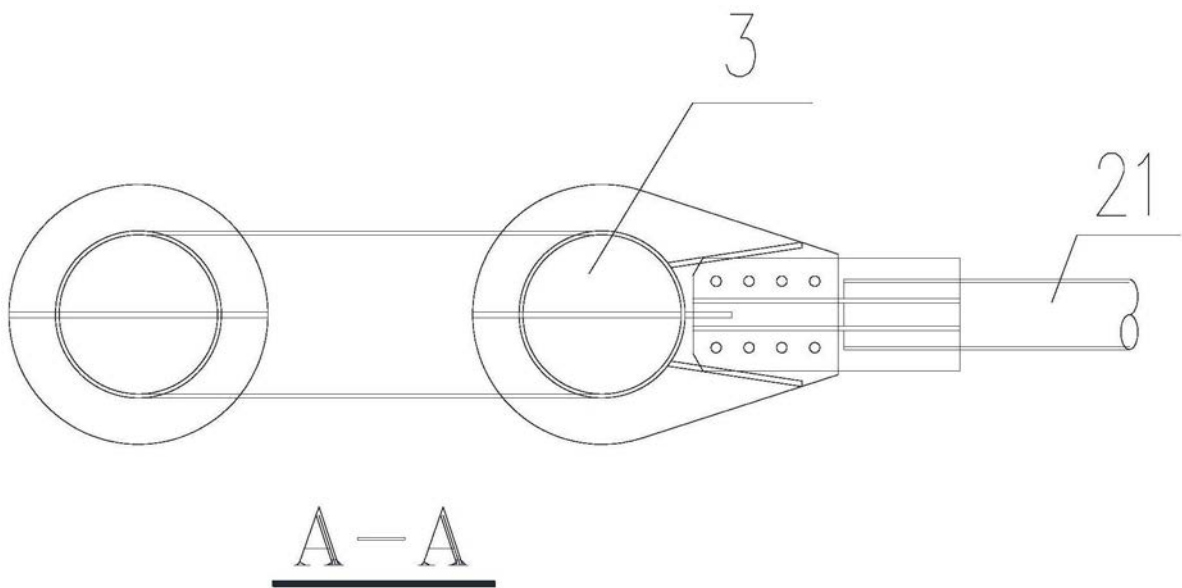


图3b

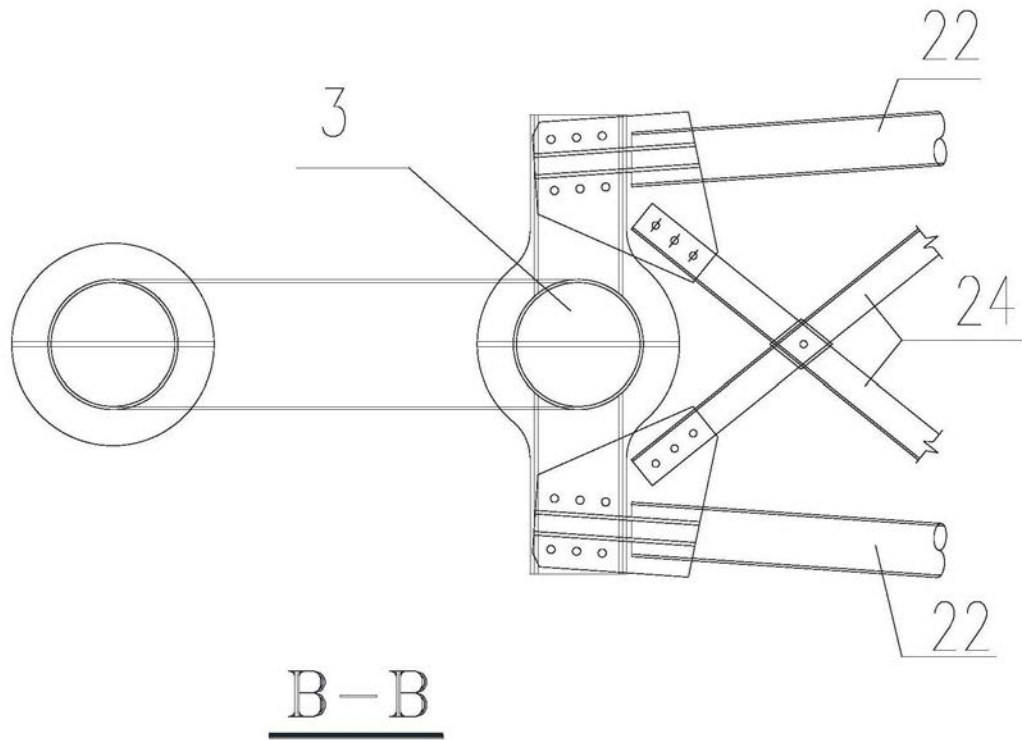


图3c

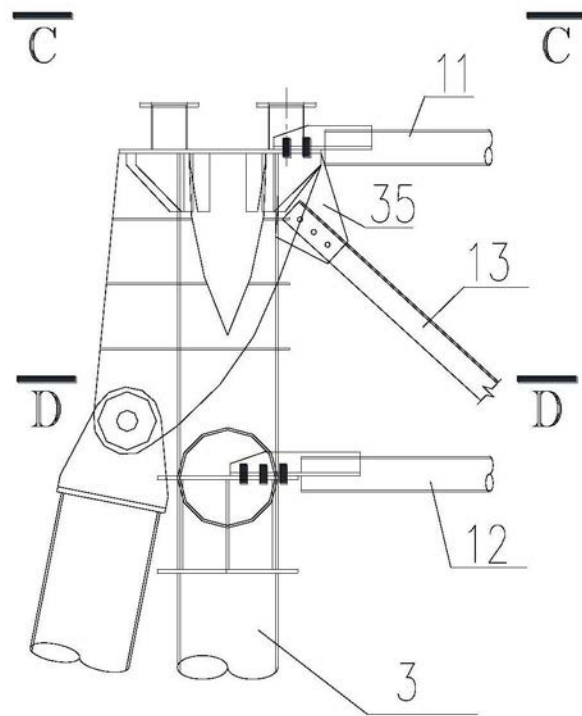


图4a

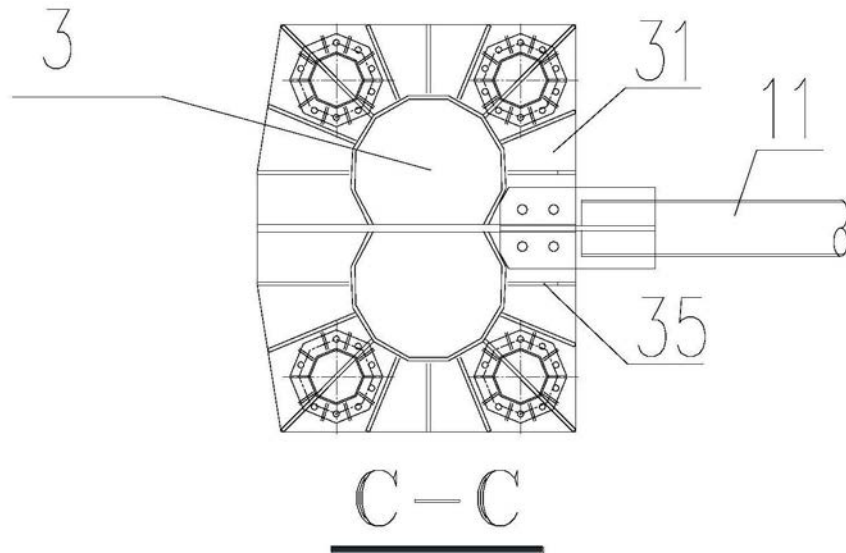


图4b

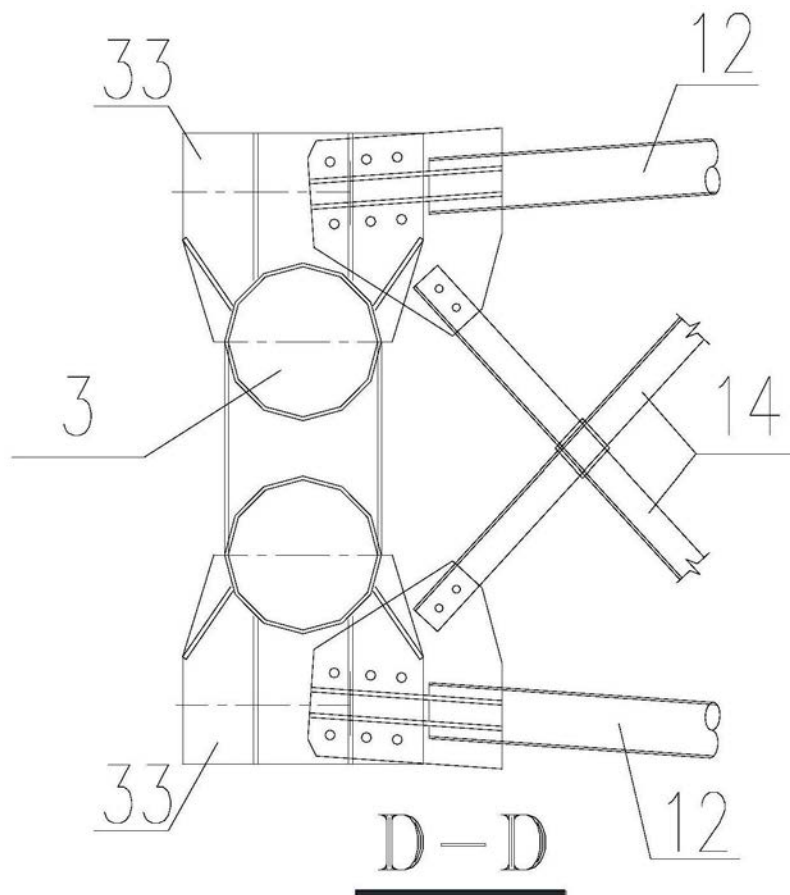


图4c