



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114429827 B

(45) 授权公告日 2022.06.07

(21) 申请号 202210359881.0

CN 105551836 A, 2016.05.04

(22) 申请日 2022.04.07

CN 107301882 A, 2017.10.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107925342 A, 2018.04.17

申请公布号 CN 114429827 A

CN 112036025 A, 2020.12.04

(43) 申请公布日 2022.05.03

CN 102109547 A, 2011.06.29

(73) 专利权人 西南交通大学

CN 103137316 A, 2013.06.05

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111号

CN 104051028 A, 2014.09.17

CN 108597850 A, 2018.09.28

CN 103995052 A, 2014.08.20

JP H07209456 A, 1995.08.11

(72) 发明人 许宇鸿 熊国臻 刘海峰

US 4392918 A, 1983.07.12

(74) 专利代理机构 成都华飞知识产权代理事务

JP 2010066211 A, 2010.03.25

所(普通合伙) 51281

US 4263096 A, 1981.04.21

专利代理师 叶任海

DE 2010710 A1, 1971.04.08

SU 786616 A1, 1987.10.23

US 4302284 A, 1981.11.24

(51) Int. Cl.

G21B 1/05 (2006.01)

G21B 1/17 (2006.01)

审查员 马梨

(56) 对比文件

CN 107006110 A, 2017.08.01

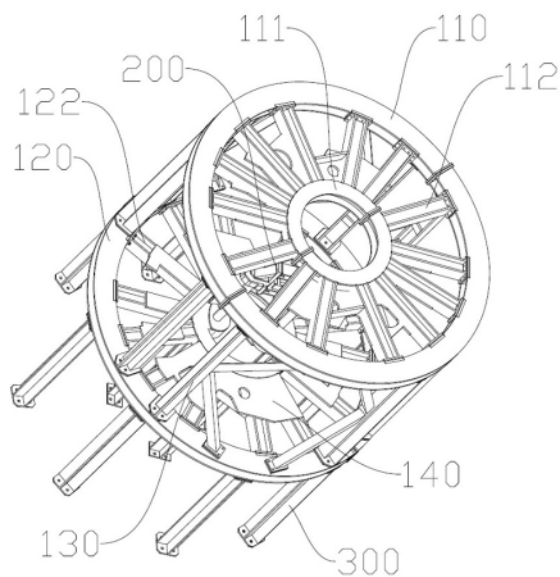
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种仿星器线圈固定系统

(57) 摘要

本发明涉及磁约束核聚变技术领域,具体涉及一种仿星器线圈固定系统,包括支撑笼体和中心支撑结构,所述支撑笼体包括上支撑平台、下支撑平台和多个纵向支撑件,在上支撑平台和下支撑平台上分别设有辅助板,中心支撑结构设在支撑笼体内,用于从线圈系统内侧对线圈系统进行固定支撑。本发明通过辅助板为真空室和线圈系统提供稳定的支撑点位,利用中心支撑结构从线圈系统内侧对线圈系统进行固定支撑,能降低仿星器运行过程中的电磁力带来的不良影响,进而实现完整准确的固定线圈系统和真空室的位置,对设计制造一种对等离子体具有优异约束性能的准环对称仿星器具有重要意义。



1. 一种仿星器线圈固定系统,其特征在于:包括支撑笼体和中心支撑结构,所述支撑笼体包括上支撑平台、下支撑平台和多个纵向支撑件,在上支撑平台和下支撑平台之间安放线圈系统,线圈系统用于产生磁场位形,所述纵向支撑件环绕线圈系统设置,纵向支撑件的两端分别与上支撑平台、下支撑平台连接,所述上支撑平台的底部和下支撑平台的顶部分别设置有辅助板,所述辅助板用于为真空室和线圈系统提供支撑点位,所述中心支撑结构设置在支撑笼体内,且中心支撑结构位于线圈系统中心的非磁场位形区域,中心支撑结构用于从线圈系统内侧对线圈系统进行固定支撑;

所述上支撑平台包括第一外支撑环、第一内支撑环和多个第一横向支撑件,所述第一内支撑环同轴设置在第一外支撑环内,所述第一横向支撑件位于第一外支撑环和第一内支撑环之间,且第一横向支撑件的两端分别与第一外支撑环、第一内支撑环可拆卸连接,与上支撑平台对应的辅助板和第一横向支撑件固定连接;

所述下支撑平台包括第二外支撑环、第二内支撑环和多个第二横向支撑件,所述第二内支撑环同轴设置在第二外支撑环内,所述第二横向支撑件位于第二外支撑环和第二内支撑环之间,且第二横向支撑件的两端分别与第二外支撑环、第二内支撑环可拆卸连接,与下支撑平台对应的辅助板和第二横向支撑件固定连接;

所述中心支撑结构包括两个安装柱,在两个安装柱的顶部分别设置有固定台,所述固定台用于从内侧为线圈系统提供支撑点位,每个固定台的外侧侧壁上设置有六个支撑点位;

在上支撑平台和下支撑平台之间设置有两个辅助梁组,每个辅助梁组均包括两个倾斜设置的上辅助梁和两个倾斜设置的下辅助梁,所述上辅助梁的顶部与第一外支撑环连接,上辅助梁的底部与相邻纵向支撑件的中部侧壁连接;所述下辅助梁的底部与第二外支撑环连接,下辅助梁的顶部与相邻纵向支撑件的中部侧壁连接;

两个固定台之间设置有两个连接柱,所述连接柱的两个端部用于为线圈系统提供支撑点位;在两个安装柱的顶部分别设置有三角形的连接架,所述固定台设置在连接架的外侧,在两个连接架之间设置有两个连接梁,两个连接梁上下平行设置,位于上方的连接梁的两端分别与两个连接架的顶部固定连接,位于下方的连接梁的两端分别与两个连接架的底部固定连接,所述连接柱位于两个连接梁之间。

2. 根据权利要求1所述的一种仿星器线圈固定系统,其特征在于:所述第二内支撑环的内壁上设置有两个安装基台,所述中心支撑结构与安装基台可拆卸连接。

3. 根据权利要求1所述的一种仿星器线圈固定系统,其特征在于:所述中心支撑结构为对称结构,所述连接架呈等腰三角形结构,所述固定台位于连接架的三角形的顶点位置,连接梁与连接架的底面连接。

一种仿星器线圈固定系统

技术领域

[0001] 本发明涉及磁约束核聚变技术领域,具体涉及一种仿星器线圈固定系统。

背景技术

[0002] 随着社会的发展进步,人类对能源的需求越来越大,世界能源危机日益加剧。在现有的能源体系中,主要以传统的煤、石油、天然气等不可再生能源为主,这些能源不仅在使用过程中会对环境产生巨大污染,而且可供使用的年限非常有限。因此,为了维持人类社会高速的可持续发展,必须发展安全且储量丰富的清洁能源。受控核聚变能正是这样一种能源,由于其燃料在海水中储量丰富且聚变反应过程中不产生长周期放射性物质,而被公认为是解决人类能源危机的最佳途径。

[0003] 核聚变反应的发生需要上亿度的高温,如此高的温度使物质被电离而形成高温等离子体。研究表明,采用强磁场可以很好地将高温等离子体中的带电粒子约束在一个磁容器内,这就是磁约束的基本原理。多年来的研究结果表明,受控磁约束聚变是最有可能率先实现聚变能商业化的途径。目前,世界上最有成效的两种受控磁约束聚变装置为托卡马克和仿星器。

[0004] 对于托卡马克,虽然经过半个多世纪的不懈探索,基于托卡马克位形的磁约束聚变研究已经取得了巨大的进展;但是,托卡马克等离子体电流在接近极端条件时可能由于磁流体不稳定性引起等离子体的大破裂,从而导致装置的安全风险。

[0005] 而磁约束聚变的另一类装置——仿星器的磁场完全由外置磁场线圈的电流产生。由于仿星器没有等离子体电流,故不会引起大破裂,并能够长时间稳态运行,因此它更适合作为商用聚变堆。美国、日本和德国等国家都拥有仿星器装置,国际上对仿星器的研究也从未间断。仿星器通过外置扭曲的磁场线圈,不需要等离子体电流即可产生约束高温等离子体的螺旋磁场。然而,仿星器的线圈结构和制造工艺比托卡马克复杂得多。与托卡马克相比,早期建造的传统仿星器具有很高的磁场波纹度。从原理上讲,这将引起大的新经典输运损失,导致其约束性能低于托卡马克,这正是传统仿星器未能成为国际主流的磁约束聚变位形的主要原因。鉴于仿星器位形具有无等离子体大破裂的明显优势,人们一直在坚持不懈的对仿星器进行研究,其中,改善和优化传统仿星器的磁场位形,以提高其对等离子体的约束性能便成为近年来磁约束聚变研究的焦点之一。

[0006] 通过了解和分析当前国际上现有的磁约束聚变装置的特性,申请人设计一种将托卡马克与传统仿星器优势相结合的准环对称磁场位形的仿星器,该准环对称仿星器包括线圈系统、真空室、支撑系统、电源系统、水冷系统、中央控制系统、加热和诊断系统;为保证准环对称仿星器能够正常稳定运行,就需要对线圈系统和真空室进行有效固定,并防止线圈系统产生的电磁力影响装置的稳定性。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种能对线圈系统和真空室进行有效固定,并能降低运行

过程中电磁力影响的仿星器线圈固定系统。本发明提供了一种仿星器线圈固定系统,包括支撑笼体和中心支撑结构,所述支撑笼体包括上支撑平台、下支撑平台和多个纵向支撑件,在上支撑平台和下支撑平台上分别设有辅助板,中心支撑结构设在支撑笼体内,用于从线圈系统内侧对线圈系统进行固定支撑。本发明通过辅助板为真空室和线圈系统提供稳定的支撑点位,利用中心支撑结构从线圈系统内侧对线圈系统进行固定支撑,能降低仿星器运行过程中的电磁力带来的不良影响,进而实现完整准确的固定线圈系统和真空室的位置,对设计制造一种对等离子体具有优异约束性能的准环对称仿星器具有重要意义。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0009] 一种仿星器线圈固定系统,包括支撑笼体和中心支撑结构,所述支撑笼体包括上支撑平台、下支撑平台和多个纵向支撑件,在上支撑平台和下支撑平台之间安放线圈系统,线圈系统用于产生磁场位形,所述纵向支撑件环绕线圈系统设置,纵向支撑件的两端分别与上支撑平台、下支撑平台连接,所述上支撑平台的底部和下支撑平台的顶部分别设置有辅助板,所述辅助板用于为真空室和线圈系统提供支撑点位,所述中心支撑结构设置在支撑笼体内,且中心支撑结构位于线圈系统中心的非磁场位形区域,中心支撑结构用于从线圈系统内侧对线圈系统进行固定支撑。

[0010] 进一步地,所述上支撑平台包括第一外支撑环、第一内支撑环和多个第一横向支撑件,所述第一内支撑环同轴设置在第一外支撑环内,所述第一横向支撑件位于第一外支撑环和第一内支撑环之间,且第一横向支撑件的两端分别与第一外支撑环、第一内支撑环可拆卸连接,与上支撑平台对应的辅助板和第一横向支撑件固定连接。

[0011] 进一步地,所述下支撑平台包括第二外支撑环、第二内支撑环和多个第二横向支撑件,所述第二内支撑环同轴设置在第二外支撑环内,所述第二横向支撑件位于第二外支撑环和第二内支撑环之间,且第二横向支撑件的两端分别与第二外支撑环、第二内支撑环可拆卸连接,与下支撑平台对应的辅助板和第二横向支撑件固定连接。

[0012] 进一步地,所述第一外支撑环、第一内支撑环、第一横向支撑件、第二外支撑环、第二内支撑环和第二横向支撑件均采用截面为工字形的钢梁结构。优选地,所述第一外支撑环、第一内支撑环、第二外支撑环和第二内支撑环分别采用两个半圆形的钢梁组合构成。

[0013] 进一步地,所述上支撑平台和下支撑平台之间设置有八个纵向支撑件。所述中心支撑结构包括两个安装柱,在两个安装柱的顶部分别设置有固定台,固定台用于从内侧为线圈系统提供支撑点位。两个安装柱平行且竖直设置,设对剖两个安装柱的竖直平面为基准面,两个安装柱的轴心线均位于基准面内,八个纵向支撑件对称设置在所述基准面的两侧。

[0014] 进一步地,所述上支撑平台和下支撑平台之间设置有两个辅助梁组,两个辅助梁组分设于基准面的两侧,并相对于基准面对称设置。

[0015] 每个辅助梁组均包括两个倾斜设置的上辅助梁和两个倾斜设置的下辅助梁,所述上辅助梁的顶部与第一外支撑环连接,上辅助梁的底部与相邻纵向支撑件的中部侧壁连接,所述下辅助梁的底部与第二外支撑环连接,下辅助梁的顶部与相邻纵向支撑件的中部侧壁连接。构成辅助梁组的上辅助梁和下辅助梁呈左右、上下对称结构。

[0016] 进一步地,八个纵向支撑件均呈竖直状连接在第一外支撑环与第二外支撑环之间,且八个纵向支撑件与第一外支撑环和第二外支撑环的连接点位分别处于 33.75° 、

56.25°、123.75°、146.25°、213.75°、236.25°、303.75°、326.25°位置,四个上辅助梁与第一外支撑环的连接点位分别处于78.75°、101.25°、258.75°、281.25°位置,四个下辅助梁与第二外支撑环的连接点位分别处于78.75°、101.25°、258.75°、281.25°位置;优选地,所述基准面位于0°和180°点位。

[0017] 进一步地,所述第二内支撑环的内壁上设置有两个安装基台,所述中心支撑结构与安装基台可拆卸连接。

[0018] 进一步地,每个固定台的外侧侧壁上设置有六个支撑点位。固定台外侧侧壁上的六个支撑点位构成“U”形结构。优选地,固定台上的支撑点位与线圈系统中的线圈盒和连接凸台相匹配,进而方便将线圈系统的内侧与中心支撑结构的固定台进行连接固定。

[0019] 进一步地,六个支撑点位依次相邻设置,且六个支撑点相对于所述基准面对称设置。

[0020] 进一步地,两个固定台之间设置有两个连接柱,所述连接柱的两个端部用于为线圈系统提供支撑点位。利用两个连接柱对应线圈系统中的四个M4线圈,由于M4线圈的位置不方便直接连接在固定台上,而且M4线圈的向心力小,因此通过两个连接柱将四个M4线圈分两组连接起来,从而达到抵消向心力的效果。

[0021] 进一步地,在两个安装柱的顶部分别设置有三角形的连接架,所述固定台设置在连接架的外侧,在两个连接架之间设置有两个连接梁,两个连接梁上下平行设置,位于上方的连接梁的两端分别与两个连接架的顶部固定连接,位于下方的连接梁的两端分别与连接架的底部固定连接,所述连接柱位于两个连接梁之间。所述连接架呈等腰三角形结构,所述固定台位于连接架的三角形顶点位置,连接梁与连接架的底面连接。两个连接梁用于连接两侧的固定台,这样就能将电磁力带来的影响部分抵消。

[0022] 进一步地,所述中心支撑结构为对称结构。

[0023] 进一步地,所述上支撑平台包括十四个第一横向支撑件,下支撑平台包括十四个第二横向支撑件。通过采用第一外支撑环、第一内支撑环和十四个第一横向支撑件构建上支撑平台;通过第二外支撑环、第二内支撑环和十四个第二横向支撑件构建下支撑平台,上支撑平台和下支撑平台能为真空室上下部分的窗口留出空间,通过在支撑平台上设置辅助板,利用辅助板为真空室和线圈系统提供稳定的支撑点位,配合八个纵向支撑件、四个上辅助梁和四个下辅助梁,构成稳定的笼式结构,能够完整准确的固定线圈和真空室的位置,同时这一整体结构还可以抵御线圈系统因电磁力导致的垂直方向上的位移和环向上的倾覆力矩。

[0024] 优选的,辅助板被切分成了多个片状结构,其中,上支撑平台底部的辅助板被切分成了八块片状板,包括两块联板和六块独板,每块联板连接在四个第一横向支撑件上,每块独板连接在一个第一横向支撑件上,在两块联板之间的左右两侧各布设三块独板。且下支撑平台顶部的辅助板也被切分成了八块片状板,也包括两块联板和六块独板,每块联板铺设连接在四个第二横向支撑件上,每块独板铺设连接在一个第二横向支撑件上,在两块联板之间的左右两侧各布设三块独板。上支撑平台底部的辅助板与下支撑平台顶部的辅助板相对设置。

[0025] 进一步地,所述下支撑平台的底部设置有多多个支撑柱;优选地,下支撑平台的底部设置有十二个支撑柱,所述支撑柱优选为钢柱,具体在第二外支撑环的底部沿环向均匀设

置八个支撑柱,在第二内支撑环的底部沿环向均匀设置四个支撑柱。通过在下支撑平台的底部采用十二根钢柱固定在实验室地面上,从而为底部安装的诊断设备留出空间。

[0026] 上述仿星器线圈固定系统,在线圈系统的上下两端以及强场侧设置线圈端支撑点位,线圈端支撑点位通过连接结构与上支撑平台的辅助板、下支撑平台的辅助板、中心支撑结构的固定台或中心支撑结构的连接柱连接。由于线圈系统的电磁力主要分布在向心方向和垂直方向,因此支撑点位应分布于线圈系统的上、下端和强场侧;而选择在装置的中平面处设置强场侧的支撑点位,主要是考虑到结构的空间占用和装配问题,强场侧的线圈端支撑点位与中心支撑结构的固定台或中心支撑结构的连接柱对应连接;对于垂直方向的点位,由于需要为真空室上的诊断窗口预留空间,因此在线圈系统的正上方和正下方设置支撑点位,线圈系统正上方和正下方的线圈端支撑点位与辅助板对应连接。

[0027] 进一步地,与辅助板对应的连接结构,所述连接结构的端面与辅助板形状相匹配。优选地,连接结构为刚性的连接结构。

[0028] 本发明的有益效果是:本发明提出的一种仿星器线圈固定系统,通过采用第一外支撑环、第一内支撑环和十四个第一横向支撑件构建上支撑平台,通过第二外支撑环、第二内支撑环和十四个第二横向支撑件构建下支撑平台,上支撑平台和下支撑平台能为真空室上下部分的窗口留出空间,通过在上支撑平台和下支撑平台上设置辅助板,利用辅助板为真空室和线圈系统提供稳定的支撑点位,配合八个纵向支撑件、四个上辅助梁和四个下辅助梁,构成稳定的笼式结构,能够完整准确的固定线圈和真空室的位置,同时这一整体结构还可以抵御线圈系统因电磁力导致的垂直方向上的位移和环向上的倾覆力矩,并利用中心支撑结构从线圈系统内侧对线圈系统进行固定支撑,从而降低运行过程中电磁力带来的不良影响,同时保证了真空室窗口的使用空间,对设计制造一种对等离子体具有优异约束性能的准环对称仿星器具有重要意义。

附图说明

[0029] 图1为本发明仿星器线圈固定系统的立体结构示意图;

[0030] 图2为本发明仿星器线圈固定系统的主视图;

[0031] 图3为本发明仿星器线圈固定系统的侧视图;

[0032] 图4为本发明下支撑平台和中心支撑结构的连接结构示意图;

[0033] 图5为本发明下支撑平台和中心支撑结构的连接俯视图;

[0034] 图6为本发明上支撑平台和中心支撑结构的连接仰视图;

[0035] 图中,110、第一外支撑环;111、第一内支撑环;112、第一横向支撑件;120、第二外支撑环;121、第二内支撑环;122、第二横向支撑件;123、安装基台;130、纵向支撑件;131、上辅助梁;132、下辅助梁;140、辅助板;200、中心支撑结构;210、安装柱;220、固定台;230、连接架;240、连接柱;250、连接梁;300、支撑柱。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图进一步详细描述本发明的技术方案,但本发明的保护范围不局限于以下所述。

[0037] 如图1至图6所示,一种仿星器线圈固定系统,包括支撑笼体和中心支撑结构200,

所述支撑笼体包括上支撑平台、下支撑平台和多个纵向支撑件130,在上支撑平台和下支撑平台之间安放线圈系统,线圈系统用于产生磁场位形,所述纵向支撑件130环绕线圈系统设置,纵向支撑件130的两端分别与上支撑平台、下支撑平台连接,所述上支撑平台的底部和下支撑平台的顶部分别设有辅助板140,所述辅助板140用于为真空室和线圈系统提供支撑点位,所述中心支撑结构200设置在支撑笼体内,且中心支撑结构200位于线圈系统中心的非磁场位形区域,中心支撑结构200用于从线圈系统内侧对线圈系统进行固定支撑。

[0038] 具体地,所述上支撑平台包括第一外支撑环110、第一内支撑环111和多个第一横向支撑件112,所述第一内支撑环111同轴设置在第一外支撑环110内,所述第一横向支撑件112位于第一外支撑环110和第一内支撑环111之间,且第一横向支撑件112的两端分别与第一外支撑环110、第一内支撑环111可拆卸连接,与上支撑平台对应的辅助板140和第一横向支撑件112固定连接。

[0039] 具体地,所述下支撑平台包括第二外支撑环120、第二内支撑环121和多个第二横向支撑件122,所述第二内支撑环121同轴设置在第二外支撑环120内,所述第二横向支撑件122位于第二外支撑环120和第二内支撑环121之间,且第二横向支撑件122的两端分别与第二外支撑环120、第二内支撑环121可拆卸连接,与下支撑平台对应的辅助板140和第二横向支撑件122固定连接。

[0040] 具体地,所述第一外支撑环110、第一内支撑环111、第一横向支撑件112、第二外支撑环120、第二内支撑环121和第二横向支撑件122均采用截面为工字形的钢梁结构。优选地,所述第一外支撑环110、第一内支撑环111、第二外支撑环120和第二内支撑环121分别采用两个半圆形的钢梁组合构成。

[0041] 如图4所示,所述中心支撑结构200包括两个安装柱210,在两个安装柱210的顶部分别设置有固定台220,所述固定台220用于从内侧为线圈系统提供支撑点位。

[0042] 具体地,所述上支撑平台和下支撑平台之间设置有八个纵向支撑件130。

[0043] 两个安装柱210平行且竖直设置,设对剖两个安装柱210的竖直平面为基准面,两个安装柱210的轴心线均位于基准面内,八个纵向支撑件130对称设置在所述基准面的两侧。

[0044] 如图1至图3所示,所述上支撑平台和下支撑平台之间设置有两个辅助梁组,两个辅助梁组分设于基准面的两侧,并相对于基准面对称设置。每个辅助梁组均包括两个倾斜设置的上辅助梁131和两个倾斜设置的下辅助梁132,所述上辅助梁131的顶部与第一外支撑环110连接,上辅助梁131的底部与相邻纵向支撑件130的中部侧壁连接;所述下辅助梁132的底部与第二外支撑环120连接,下辅助梁132的顶部与相邻纵向支撑件130的中部侧壁连接。构成辅助梁组的上辅助梁131和下辅助梁132呈左右、上下对称结构。

[0045] 具体地,八个纵向支撑件130均呈竖直状连接在第一外支撑环110与第二外支撑环120之间,且八个纵向支撑件130与第一外支撑环110和第二外支撑环120的连接点位分别处于 33.75° 、 56.25° 、 123.75° 、 146.25° 、 213.75° 、 236.25° 、 303.75° 、 326.25° 位置,四个上辅助梁131与第一外支撑环110的连接点位分别处于 78.75° 、 101.25° 、 258.75° 、 281.25° 位置,四个下辅助梁132与第二外支撑环120的连接点位分别处于 78.75° 、 101.25° 、 258.75° 、 281.25° 位置;优选地,所述基准面位于 0° 和 180° 点位。

[0046] 具体地,所述第二内支撑环121的内壁上设置有两个安装基台123,所述中心支撑

结构200与安装基台123可拆卸连接。

[0047] 具体地,每个固定台220的外侧侧壁上设置有六个支撑点位。固定台220外侧侧壁上的六个支撑点位构成“U”形结构,具体如图4所示。优选地,固定台220上的支撑点位与线圈系统中的线圈盒和连接凸台相匹配,进而方便将线圈系统的内侧与中心支撑结构200的固定台220进行连接固定。

[0048] 具体地,固定台220外侧侧壁上的六个支撑点位依次相邻设置,且六个支撑点相对于所述基准面对称设置。

[0049] 具体地,两个固定台220之间设置有两个连接柱240,所述连接柱240的两个端部用于为线圈系统提供支撑点位。利用两个连接柱240对应线圈系统中的四个M4线圈,由于M4线圈的位置不方便直接连接在固定台220上,而且M4线圈的向心力小,因此通过两个连接柱240将四个M4线圈分两组连接起来,从而达到抵消向心力的效果。

[0050] 具体地,在两个安装柱210的顶部分别设置有三角形的连接架230,所述固定台220设置在连接架230的外侧,在两个连接架230之间设置有两个连接梁250,两个连接梁250上下平行设置,位于上方的连接梁250的两端分别与两个连接架230的顶部固定连接,位于下方的连接梁250的两端分别与两个连接架230的底部固定连接,所述连接柱240位于两个连接梁250之间。所述连接架230呈等腰三角形结构,所述固定台220位于连接架230的三角形的顶点位置,连接梁250与连接架230的底面连接。两个连接梁250用于连接两侧的固定台220,这样就能将电磁力带来的影响部分抵消。

[0051] 具体地,所述中心支撑结构200为对称结构。

[0052] 具体地,所述上支撑平台包括十四个第一横向支撑件112,下支撑平台包括十四个第二横向支撑件122。通过采用第一外支撑环110、第一内支撑环111和十四个第一横向支撑件112构建上支撑平台;通过第二外支撑环120、第二内支撑环121和十四个第二横向支撑件122构建下支撑平台,上支撑平台和下支撑平台能为真空室上下部分的窗口留出空间,通过在上支撑平台的底部和下支撑平台的顶部设置辅助板140,利用辅助板140为真空室和线圈系统提供稳定的支撑点位,配合八个纵向支撑件130、四个上辅助梁131和四个下辅助梁132,构成稳定的笼式结构,能够完整准确的固定仿星器线圈和真空室的位置,因为仿星器线圈的形状不规则,进而设计上下两个支撑平台,从上下两个方向对线圈系统加以固定。同时这一整体结构还可以抵御线圈系统因电磁力导致的垂直方向上的位移和环向上的倾覆力矩。

[0053] 进一步的,辅助板140被切分成了多个片状结构,如图6所示,上支撑平台底部的辅助板140被切分成了八块片状板,包括两块联板和六块独板,每块联板连接在四个第一横向支撑件112上,每块独板连接在一个第一横向支撑件112上,在两块联板之间的左右两侧各布设三块独板。如图5所示,下支撑平台顶部的辅助板140也被切分成了八块片状板,也包括两块联板和六块独板,每块联板铺设连接在四个第二横向支撑件122上,每块独板铺设连接在一个第二横向支撑件122上,在两块联板之间的左右两侧各布设三块独板。上支撑平台底部的辅助板140与下支撑平台顶部的辅助板140相对设置。

[0054] 具体地,所述下支撑平台的底部设置有多多个支撑柱300;优选地,下支撑平台的底部设置有十二个支撑柱300,所述支撑柱300优选为钢柱,并具体在第二外支撑环120的底部沿环向均匀设置八个支撑柱300,在第二内支撑环121的底部沿环向均匀设置四个支撑柱

300。通过在下支撑平台的底部采用十二根钢柱固定在实验室地面上,从而为底部安装的诊断设备留出空间。

[0055] 上述仿星器线圈固定系统,在线圈系统的上下两端以及强场侧设置线圈端支撑点位,线圈端支撑点位通过连接结构与上支撑平台的辅助板140、下支撑平台的辅助板140、中心支撑结构200的固定台220或连接柱240连接。由于线圈系统的电磁力主要分布在向心方向和垂直方向,因此支撑点位应分布于线圈系统的上、下端和强场侧;而选择在装置的中平面处设置强场侧的支撑点位,主要是考虑到结构的占用和装配问题,强场侧的线圈端支撑点位与中心支撑结构200的固定台220或中心支撑结构200的连接柱240对应连接;对于垂直方向的点位,由于需要为真空室上的诊断窗口预留空间,因此在线圈系统的正上方和正下方设置支撑点位,线圈系统正上方和正下方的线圈端支撑点位与辅助板140对应连接。

[0056] 具体地,与辅助板140对应的连接结构,该连接结构的端面与辅助板140的形状相匹配。优选地,连接结构为刚性的连接结构。通过设置连接结构与辅助板140形状相匹配,便于定位和装配。

[0057] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化,不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求书的保护范围内。

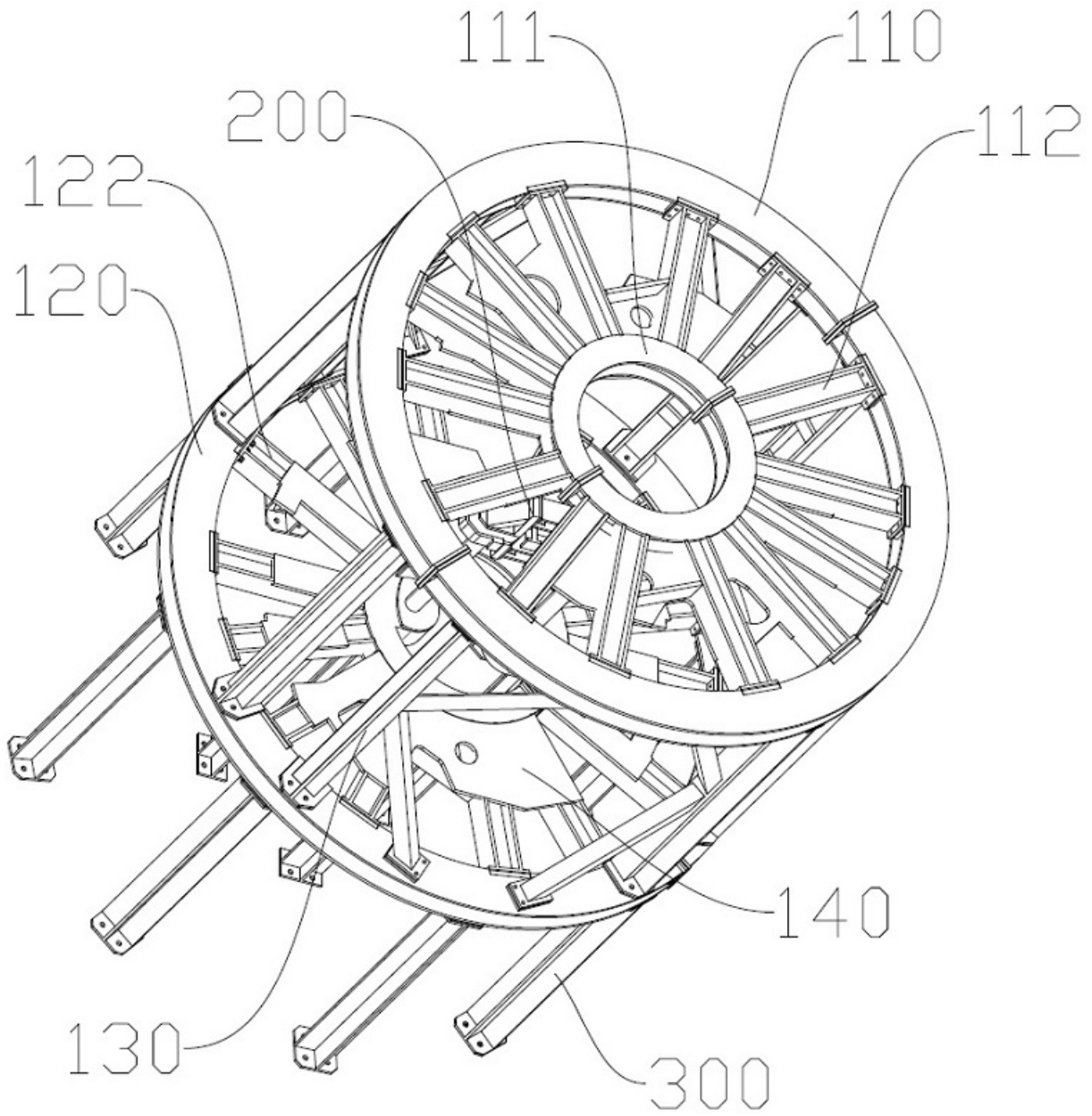


图1

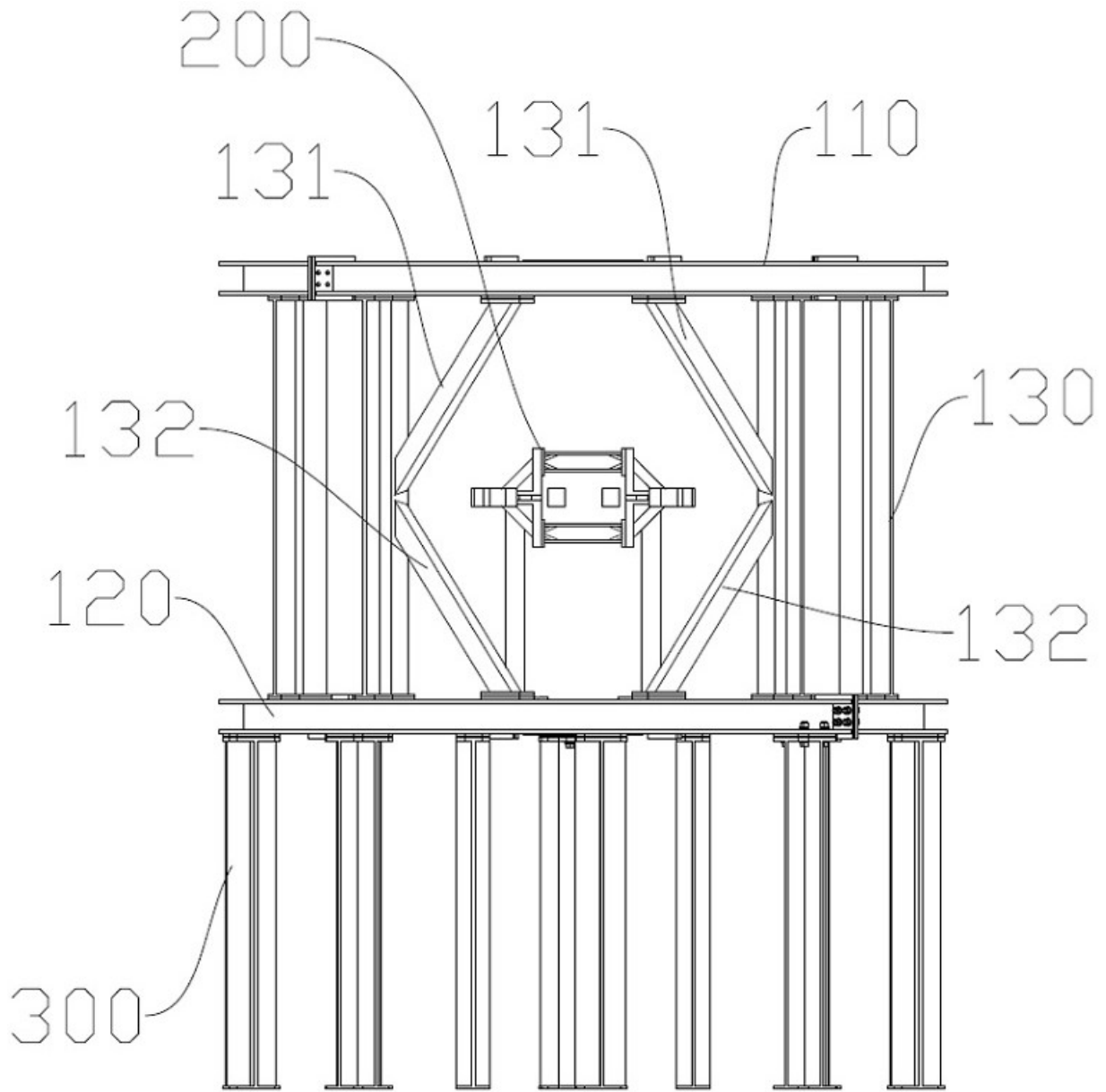


图2

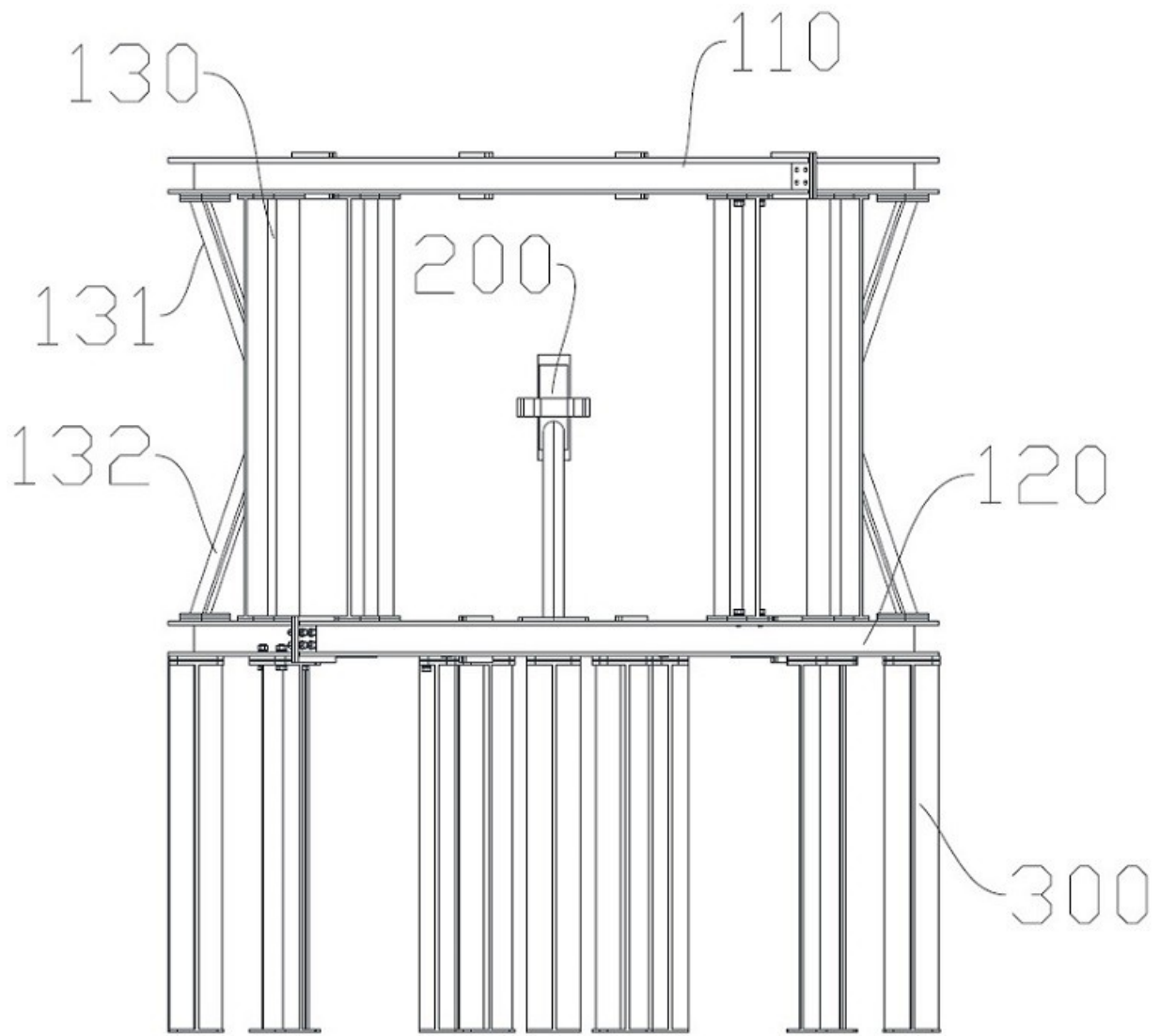


图3

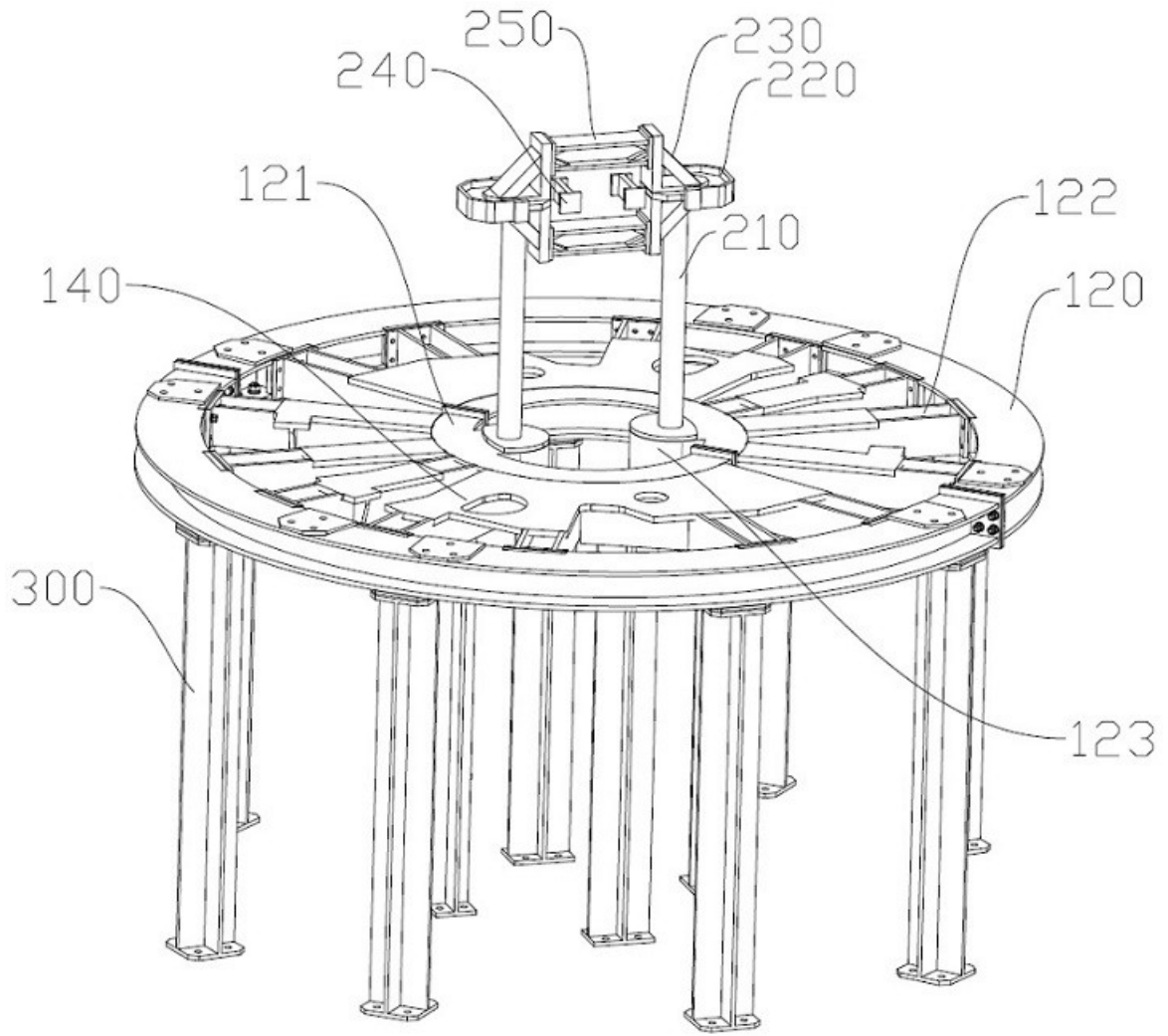


图4

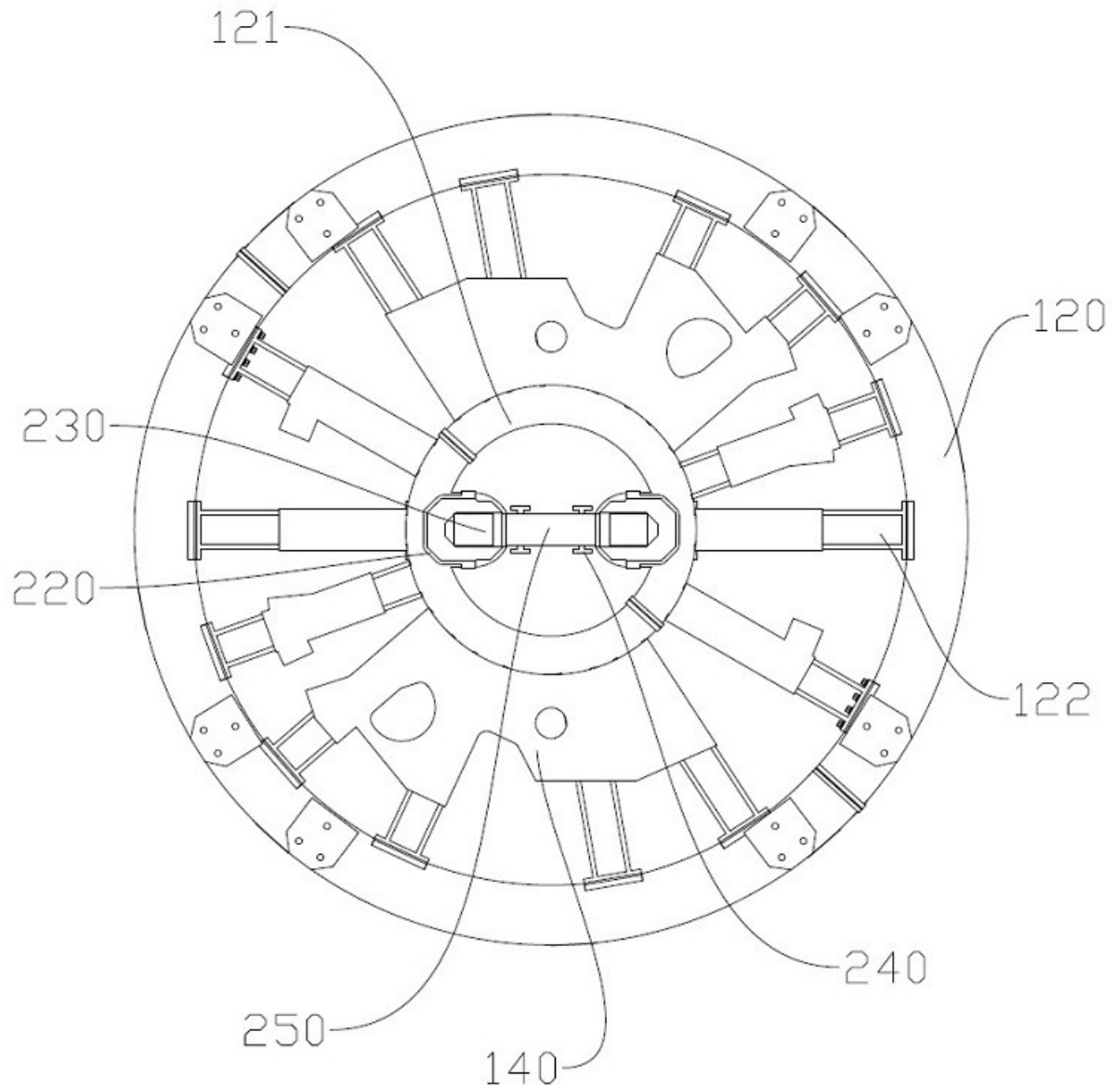


图5

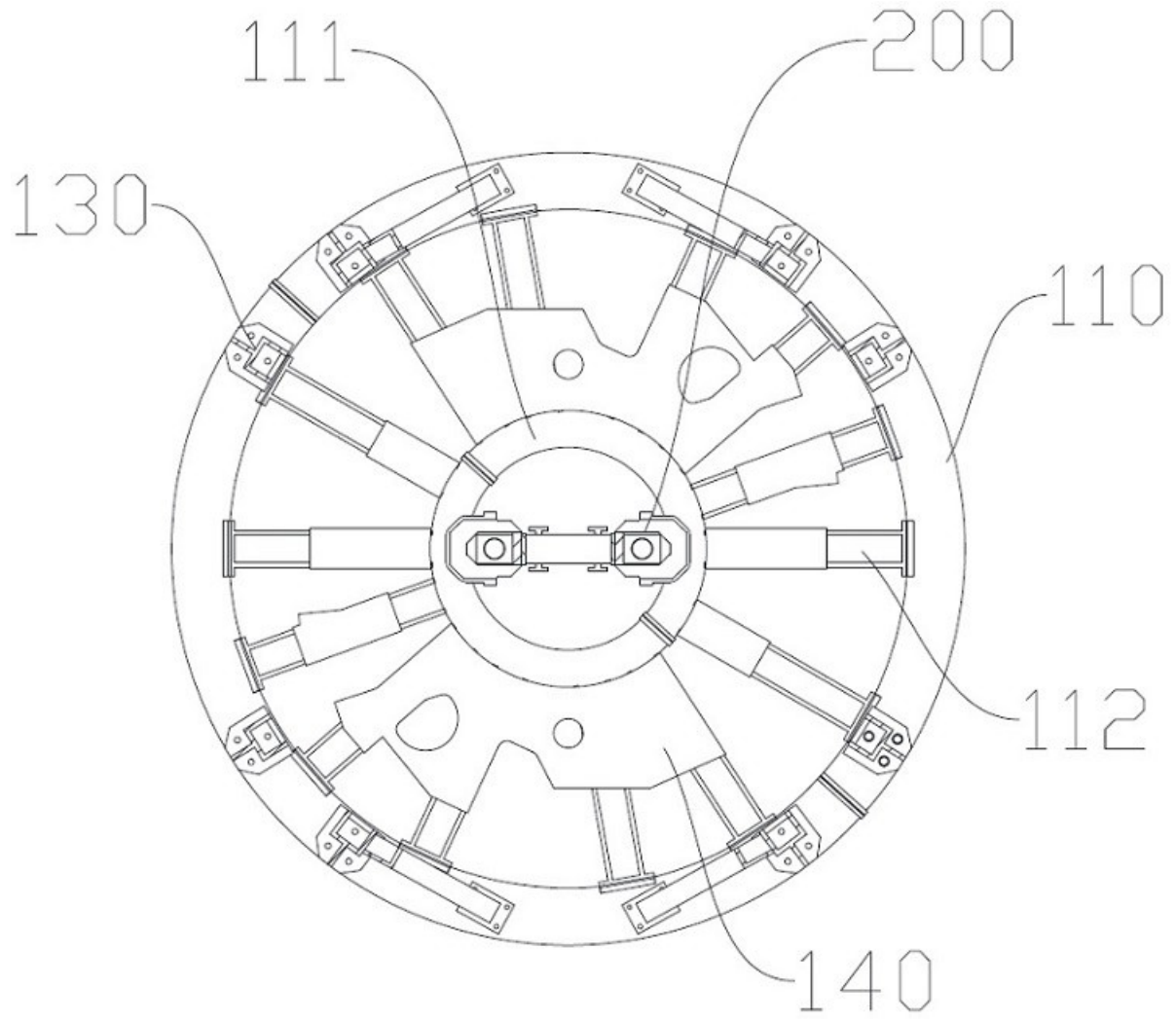


图6