



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109920563 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 10

(21) 申请号 201910202389.0

(22) 申请日 2019.03.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109920563 A

(43) 申请公布日 2019.06.21

(73) 专利权人 中国核动力研究设计院
地址 610000 四川省成都市一环路南三段
28号

(72) 发明人 何培峰 余志伟 钟元章 罗英
曹锐 李燕 李浩 王仲辉
胡雪飞 蒋兴钧 饶琦琦 舒翔
王尚武 陈忻 吴冰洁

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220
专利代理师 高俊

(51) Int.Cl.

G21C 13/024 (2006.01)

G21C 13/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103871496 A, 2014.06.18

CN 108039211 A, 2018.05.15

CN 105097054 A, 2015.11.25

CN 107806273 A, 2018.03.16

CN 105176791 A, 2015.12.23

CN 205582500 U, 2016.09.14

CN 101213945 A, 2008.07.09

CN 104180682 A, 2014.12.03

审查员 骆静

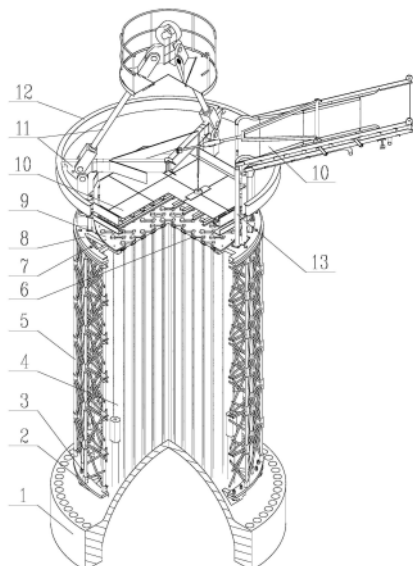
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,包括压力容器顶盖、控制棒驱动机构、围筒、抗震支承板、抗震板组件、防飞射物屏蔽板、电缆组件及起吊部件;所述围筒为由多根杆件组成的呈笼状的桁架结构。该堆顶结构的结构设计使得其在反应堆正常运行及开扣盖期间,不需要拆除其中的任何一个零部件,从而实现堆顶结构的一体化,达到减少反应堆开扣盖时堆顶结构拆除所需步骤,从而提高反应堆的经济性和安全性的目的。



1. 一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,包括压力容器顶盖(1)、控制棒驱动机构(4)、围筒(5)、抗震支承板(8)、抗震板组件(6)、防飞射物屏蔽板(9)、电缆组件(10)及起吊部件(11),其特征在于,所述压力容器顶盖(1)及抗震支承板(8)分别固定连接在围筒(5)的下端和上端,所述控制棒驱动机构(4)通过抗震板组件(6)与抗震支承板(8)相连,所述防飞射物屏蔽板(9)与抗震支承板(8)相连,且防飞射物屏蔽板(9)位于抗震板组件(6)上方,所述电缆组件(10)位于抗震支承板(8)的上方,电缆组件(10)通过支座(13)与抗震支承板(8)相连,所述起吊部件(11)位于抗震支承板(8)的上方且与抗震支承板(8)固定连接;

所述围筒(5)为由多根杆件组成的呈笼状的桁架结构;

所述杆件包括多根第一竖立柱(19)及多根第二竖立柱(20),所述第一竖立柱(19)与第二竖立柱(20)的轴线方向均与围筒(5)的轴线方向平行,且多根第一竖立柱(19)绕围筒(5)的轴线环形均布;多根第二竖立柱(20)绕围筒(5)的轴线环形均布;

所述第一竖立柱(19)围成的环位于第二竖立柱(20)围成的环的内侧;

所述杆件还包括多根拉杆(16),所述拉杆(16)用于以下三者中,任意一者包括的杆件之间的连接:相邻的第一竖立柱(19)与第二竖立柱(20)、相邻的两第一竖立柱(19)、相邻的两第二竖立柱(20);

所述拉杆(16)包括多根水平横向杆(29)及多根倾斜横向杆(30),多根水平横向杆(29)在围筒(5)的周向方向上围成若干个桁架环;各倾斜横向杆(30)的两端均位于围筒(5)轴向方向的不同位置。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,其特征在于,相邻的第一竖立柱(19)与第二竖立柱(20)、相邻的两第一竖立柱(19)、相邻的两第二竖立柱(20)之间均设置有拉杆(16)。

3. 根据权利要求1所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,其特征在于,相邻的两第一竖立柱(19)之间均具有一根第二竖立柱(20),相邻的两第二竖立柱(20)之间均具有一根第一竖立柱(19)。

4. 根据权利要求1所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,其特征在于,还包括固定于围筒(5)不同端的上法兰(17)及下法兰(15),所述上法兰(17)作为筒体(17)上端的端部法兰,所述下法兰(15)作为筒体(17)下端的端部法兰;

所述下法兰(15)上还设置有第一螺栓孔(14),围筒(5)的下端通过穿设在第一螺栓孔(14)中的第一连接螺栓(3)与压力容器顶盖(1)上的顶盖支撑台(2)固定连接;

所述上法兰(17)上还设置有第二螺栓孔(18),围筒(5)的上端通过穿设在第二螺栓孔(18)中的第二连接螺栓(7)与抗震支撑板(8)固定连接。

5. 根据权利要求1所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,其特征在于,所述抗震板组件(6)包括多块抗震板,且抗震板的数量与控制棒驱动机构(4)的数量相等,各控制棒驱动机构(4)上端的支撑面上均安装有一块抗震板。

6. 根据权利要求1至5中任意一项所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,其特征在于,还包括固定于控制棒驱动机构(4)上方的环轨部件(12),所述环轨部件(12)包括用于为拉伸机提供导向和支承作用的环形轨道。

7. 根据权利要求6所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,其特

征在于,所述环轨部件(12)固定于抗震支承板(8)上。

8.根据权利要求6所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,其特征在于,所述杆件均为管材。

一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构

技术领域

[0001] 本发明涉及压水型核电站反应堆,具体涉及核电站反应堆的堆顶结构,特别是涉及一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构。

背景技术

[0002] 反应堆堆顶结构是反应堆的重要部件之一,位于反应堆压力容器本体的上方,其功能主要包括:在地震情况下限制控制棒驱动机构(CRDM)的过度变形以维持其正常功能,保证其在地震情况下的功能完整性;将反应堆堆顶上所有电缆引导到规定的土建接口处;在安装、换料和检修时与反应堆厂房内环吊连接将整个堆顶结构(含压力容器顶盖和控制棒驱动机构等)吊到(离)反应堆压力容器本体。同时,作为反应堆换料或维修开/扣盖操作时,必须进行操作的的大型设备,堆顶结构的设计应能够实现简捷、快速的拆装,并为操作人员提供必要的辐射防护,进而节省反应堆换料或维修操作时间和减少操作人员所受的辐照剂量,从提高反应堆的安全性和经济性。

[0003] 目前,国内外压水型反应堆堆顶结构主要有二代及二代加的分散式堆顶结构(以基于法国AREVA NP公司M310堆型为代表),以及第三代的一体化堆顶结构(以美国西屋公司的AP1000堆型和华龙一号堆型为代表)。

[0004] 对现有的压水型反应堆堆顶结构做进一步优化,以提升反应堆运行的安全性和经济性,是本领域技术人员所亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 针对上述提出的对现有的压水型反应堆堆顶结构做进一步优化,以提升反应堆运行的安全性和经济性,是本领域技术人员所亟待解决的技术问题的问题,本发明提供了一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,该堆顶结构的结构设计使得其在反应堆正常运行及开扣盖期间,不需要拆除其中的任何一个零部件,从而实现堆顶结构的一体化,达到减少反应堆开扣盖时堆顶结构拆除所需步骤,从而提高反应堆的经济性和安全性的目的。

[0006] 本方案的技术手段如下,一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,包括压力容器顶盖、控制棒驱动机构、围筒、抗震支承板、抗震板组件、防飞射物屏蔽板、电缆组件及起吊部件,所述压力容器顶盖及抗震支承板分别固定连接在围筒的下端和上端,所述控制棒驱动机构通过抗震板组件与抗震支承板相连,所述防飞射物屏蔽板与抗震支承板相连,且防飞射物屏蔽板位于抗震板组件上方,所述电缆组件位于抗震支承板的上方,电缆组件通过支座与抗震支承板相连,所述起吊部件位于抗震支承板的上方且与抗震支承板固定连接;

[0007] 所述围筒为由多根杆件组成的呈笼状的桁架结构。

[0008] 目前,由于第三代反应堆相对于二代及二代加反应堆而言,更具有先进性,因此目前及未来一段时间第三代反应堆正在/将被广泛应用。而目前的第三代一体化堆顶结构除

具备上述堆顶结构应具有的功能外,还具有冷却控制棒驱动机构的冷却结构:以风冷的形式对控制棒驱动机构进行冷却,保证控制棒驱动机构的正常运行。同时,该冷却结构是根据控制棒驱动机构的冷却要求而设置的。

[0009] 随着反应堆设计技术及材料科学的不断发展,反应堆控制棒驱动机构的结构也在不断发展,目前第三代反应堆已成功研制出了不需要强制通风冷却的控制棒驱动机构,即耐高温驱动机构,因此对使用耐高温驱动机构的反应堆而言,就功能而言,其堆顶结构不需设置用于冷却驱动机构的冷却结构。因此,目前的第三代反应堆一体化堆顶结构用于使用耐高温驱动机构的反应堆中,虽然在功能上满足基本的功能需要,但存在以下问题:(1)首先,堆顶结构中存在冷却结构,对使用耐高温驱动机构的堆顶结构而言属于多余设备,不利于堆顶结构的经济性;其次,由于该结构尺寸较大,结构较为复杂,其存在不仅增加了堆顶结构的重量,而且占据了堆顶结构围筒内部较大的空间,阻碍了堆顶结构内部其他零部件更加合理的布置,同时现有技术中,由于冷却结构为薄板焊接异形结构件,故包括冷却结构的堆顶结构亦存在加工制造较为困难的问题。(2)若去除冷却结构,可解决上述(1)中提到的问题,但亦会引发另一个问题:由于围筒将整个控制棒驱动机构围住,形成一个近似于封闭的空间,无法使控制棒驱动机构周围空气与围筒外侧空气自然对流循环,对控制棒驱动机构的自冷却产生较大影响,甚至可能导致控制棒驱动机构自冷却不能满足功能要求。

[0010] 本方案中,通过设置为堆顶结构包括压力容器顶盖、控制棒驱动机构、围筒、抗震支承板、抗震板组件、防飞射物屏蔽板、电缆组件及起吊部件等零部件,所述电缆组件即包括电缆托架及电缆桥组件,起吊部件即为顶盖吊具,同时限定以上零部件之间的相对连接关系,这样,所述堆顶结构在正常使用时及开、扣盖期间,这些零部件组成一个整体存在,不需拆除或拆分任何一个零部件,从而实现堆顶结构的一体化,有利于提高反应堆的经济性和安全性。

[0011] 同时本方案中,通过设置为:围筒为由多根杆件组成的呈笼状的桁架结构,这样,所述桁架结构上的间隙可用于筒体内外空气充分对流,这样,在不设置内置堆顶冷却结构的情况下,可满足耐高温控制棒驱动机构自冷却时的空气对流要求,符合第三代使用耐高温控制棒驱动机构反应堆的总体使用要求和一体化要求;同时,由于可不设置所述的内置堆顶冷却结构,有利于减轻整个堆顶结构的重量、使得堆顶结构内部结构简单化、使得堆顶结构具有更好的经济性;

[0012] 同时,针对围筒本身而言,其实际上即为一个桁架筒,由于其在使用过程中需要承受一定的轴向载荷和径向载荷,以上为笼状桁架结构的围筒在满足存在要求的前提下,不仅重量轻,同时具有理想的刚度。

[0013] 作为优选的,以上方案中,压力容器顶盖、控制棒驱动机构、围筒、抗震支承板、抗震板组件、防飞射物屏蔽板、电缆组件及起吊部件之间的连接可采用在使用现场便于装配、不易引入杂质或污染物、后期方便拆卸的螺栓连接;针对围筒,由于其包括多根杆件,故围筒宜采用杆件之间焊接连接,且在外部焊接成型后,再通过吊装的方式完成其在压力容器顶部的安装;进一步的,考虑到围筒使用过程中的受力性能,优选设置为完成所述焊接后进行热处理。

[0014] 以上方案提供了一种不需要采用堆顶结构内置冷却结构的方案,同时针对不采用堆顶结构内置冷却结构的用途,可达到上述提出的满足性能要求、可减轻重量、可简化堆顶

结构内部结构、利于堆顶结构使用经济性的效果,故作为本领域技术人员,优选的,设置为所述堆顶结构不设置用于实现控制棒驱动机构冷却的内置冷却结构。

[0015] 更进一步的技术方案为:

[0016] 作为一种可有效保证围筒径向承载能力的具体实现方式,所述杆件包括多根第一竖立柱及多根第二竖立柱,所述第一竖立柱与第二竖立柱的轴线方向均与围筒的轴线方向平行,且多根第一竖立柱绕围筒的轴线环形均布;多根第二竖立柱绕围筒的轴线环形均布;

[0017] 所述第一竖立柱围成的环位于第二竖立柱围成的环的内侧;

[0018] 所述杆件还包括多根拉杆,所述拉杆用于以下三者中,任意一者包括的杆件之间的连接:相邻的第一竖立柱与第二竖立柱、相邻的两第一竖立柱、相邻的两第二竖立柱。本方案提供的桁架式结构围筒可有效保证桁架筒刚度能够满足功能要求。

[0019] 为进一步使得围筒具有更为可靠或更好的刚度,设置为:相邻的第一竖立柱与第二竖立柱、相邻的两第一竖立柱、相邻的两第二竖立柱之间均设置有拉杆。

[0020] 为使得在围筒的周向方向上,各点的力学性能更为均匀:相邻的两第一竖立柱之间均具有一根第二竖立柱,相邻的两第二竖立柱之间均具有一根第一竖立柱。

[0021] 为使得围筒具有更好的轴向及横向承载能力:所述拉杆包括多根水平横向杆及多根倾斜横向杆,多根水平横向杆在围筒的周向方向上围成若干个桁架环;各倾斜横向杆的两端均位于围筒轴向方向的不同位置。作为本领域技术人员,以上若干个可为一个或多个。

[0022] 作为以上一体化方案的具体结构,设置为:还包括固定于围筒不同端的上法兰及下法兰,所述上法兰作为筒体上端的端部法兰,所述下法兰作为筒体下端的端部法兰;

[0023] 所述下法兰上还设置有第一螺栓孔,围筒的下端通过穿设在第一螺栓孔中的第一连接螺栓与压力容器顶盖上的顶盖支撑台固定连接;

[0024] 所述上法兰上还设置有第二螺栓孔,围筒的上端通过穿设在第二螺栓孔中的第二连接螺栓与抗震支撑板固定连接。

[0025] 作为抗震板组件的具体实现方案,所述抗震板组件包括多块抗震板,且抗震板的数量与控制棒驱动机构的数量相等,各控制棒驱动机构上端的支撑面上均安装有一块抗震板。

[0026] 为使得本堆顶结构的结构设计方便运用拉伸机以由围筒的不同径向方向对本堆顶结构进行相应操作,设置为:还包括固定于控制棒驱动机构上方的环轨部件,所述环轨部件包括用于为拉伸机提供导向和支承作用的环形轨道。

[0027] 作为环轨部件的具体实现方式,所述环轨部件固定于抗震支承板上。

[0028] 作为一种在材料用量一定或重量一定的情况下,围筒具有更大刚度的实现方案,所述杆件均为管材。

[0029] 本发明具有以下有益效果:

[0030] 本方案中,通过设置为堆顶结构包括压力容器顶盖、控制棒驱动机构、围筒、抗震支承板、抗震板组件、防飞射物屏蔽板、电缆组件及起吊部件等零部件,所述电缆组件即包括电缆托架及电缆桥组件,起吊部件即为顶盖吊具,同时限定以上零部件之间的相对连接关系,这样,所述堆顶结构在正常使用时及开、扣盖期间,这些零部件组成一个整体存在,不需拆除或拆分任何一个零部件,从而实现堆顶结构的一体化,有利于提高反应堆的经济性

和安全性。

[0031] 同时本方案中,通过设置为:围筒为由多根杆件组成的呈笼状的桁架结构,这样,所述桁架结构上的间隙可用于筒体内外空气充分对流,这样,在不设置内置堆顶冷却结构的情况下,可满足耐高温控制棒驱动机构自冷却时的空气对流要求,符合第三代使用耐高温控制棒驱动机构反应堆的总体使用要求和一体化要求;同时,由于可不设置所述的内置堆顶冷却结构,有利于减轻整个堆顶结构的重量、使得堆顶结构内部结构简单化、使得堆顶结构具有更好的经济性;

[0032] 同时,针对围筒本身而言,其实际上即为一个桁架筒,由于其在使用过程中需要承受一定的轴向载荷和径向载荷,以上为笼状桁架结构的围筒在满足存在要求的前提下,不仅重量轻,同时具有理想的刚度。

附图说明

[0033] 图1是本发明所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构一个具体实施例的结构示意图;

[0034] 图2是本发明所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构一个具体实施例中,围筒的结构示意图;

[0035] 图3是本发明所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构一个具体实施例中,围筒的局部结构示意图,该示意图为局部俯视图,用于反映第一竖立柱与第二竖立柱在围筒径向方向上的相对位置,同时反映拉杆与第一竖立柱、第二竖立柱的连接关系;

[0036] 图4是本发明所述的一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构一个具体实施例中,围筒的局部结构示意图,该示意图为立体结构示意图,用于反映第一竖立柱与第二竖立柱在围筒径向方向上的相对位置,同时反映拉杆与第一竖立柱、第二竖立柱的连接关系,同时反映第一竖立柱、第二竖立柱两者分别与下法兰的连接关系。

[0037] 图中的附图标记分别为:1、压力容器顶盖,2、顶盖支撑台,3、第一连接螺栓,4、控制棒驱动机构,5、围筒,6、抗震板组件,7、第二连接螺栓,8、抗震支承板,9、防飞射物屏蔽板,10、电缆组件,11、起吊部件,12、环轨部件,13、支座,14、第一螺栓孔,15、下法兰,16、拉杆,17、上法兰,18、第二螺栓孔,19、第一竖立柱,20、第二竖立柱,21、第一连接块,22、第二连接块,23、第三连接块,24、第四连接块,25、第五连接块,26、第六连接块,27、第七连接块,28、第八连接块,29、水平横向杆,30、倾斜横向杆,31、连接座。

具体实施方式

[0038] 下面结合实施例对本发明作进一步的详细说明,但是本发明的结构不仅限于以下实施例。

[0039] 实施例1:

[0040] 如图1至图4所示,一种适用于耐高温驱动机构的桁架式一体化堆顶结构,包括压力容器顶盖1、控制棒驱动机构4、围筒5、抗震支承板8、抗震板组件6、防飞射物屏蔽板9、电缆组件10及起吊部件11,所述压力容器顶盖1及抗震支承板8分别固定连接在围筒5的下端和上端,所述控制棒驱动机构4通过抗震板组件6与抗震支承板8相连,所述防飞射物屏蔽板

9与抗震支承板8相连,且防飞射物屏蔽板9位于抗震板组件6上方,所述电缆组件10位于抗震支承板8的上方,电缆组件10通过支座13与抗震支承板8相连,所述起吊部件11位于抗震支承板8的上方且与抗震支承板8固定连接;

[0041] 所述围筒5为由多根杆件组成的呈笼状的桁架结构。

[0042] 目前,由于第三代反应堆相对于二代及二代加反应堆而言,更具有先进性,因此目前及未来一段时间第三代反应堆正在/将被广泛应用。而目前的第三代一体化堆顶结构除具备上述堆顶结构应具有的功能外,还具有冷却控制棒驱动机构4的冷却结构:以风冷的形式对控制棒驱动机构4进行冷却,保证控制棒驱动机构4的正常运行。同时,该冷却结构是根据控制棒驱动机构4的冷却要求而设置的。

[0043] 随着反应堆设计技术及材料科学的不断发展,反应堆控制棒驱动机构4的结构也在不断发展,目前第三代反应堆已成功研制出了不需要强制通风冷却的控制棒驱动机构4,即耐高温驱动机构,因此对使用耐高温驱动机构的反应堆而言,就功能而言,其堆顶结构不需设置用于冷却驱动机构的冷却结构。因此,目前的第三代反应堆一体化堆顶结构用于使用耐高温驱动机构的反应堆中,虽然在功能上满足基本的功能需要,但存在以下问题:(1)首先,堆顶结构中不存在冷却结构,对使用耐高温驱动机构的堆顶结构而言属于多余设备,不利于堆顶结构的经济性;其次,由于该结构尺寸较大,结构较为复杂,其存在不仅增加了堆顶结构的重量,而且占据了堆顶结构围筒5内部较大的空间,阻碍了堆顶结构内部其他零部件更加合理的布置,同时现有技术中,由于冷却结构为薄板焊接异形结构件,故包括冷却结构的堆顶结构亦存在加工制造较为困难的问题。(2)若去除冷却结构,可解决上述(1)中提到的问题,但亦会引发另一个问题:由于围筒5将整个控制棒驱动机构4围住,形成一个近似于封闭的空间,无法使控制棒驱动机构4周围空气与围筒5外侧空气自然对流循环,对控制棒驱动机构4的自冷却产生较大影响,甚至可能导致控制棒驱动机构4自冷却不能满足功能要求。

[0044] 本方案中,通过设置为堆顶结构包括压力容器顶盖1、控制棒驱动机构4、围筒5、抗震支承板8、抗震板组件6、防飞射物屏蔽板9、电缆组件10及起吊部件11等零部件,所述电缆组件10即包括电缆托架及电缆桥组件,起吊部件11即为顶盖吊具,同时限定以上零部件之间的相对连接关系,这样,所述堆顶结构在正常使用时及开、扣盖期间,这些零部件组成一个整体存在,不需拆除或拆分任何一个零部件,从而实现堆顶结构的一体化,有利于提高反应堆的经济性和安全性。

[0045] 同时本方案中,通过设置为:围筒5为由多根杆件组成的呈笼状的桁架结构,这样,所述桁架结构上的间隙可用于筒体内外空气充分对流,这样,在不设置内置堆顶冷却结构的情况下,可满足耐高温控制棒驱动机构4自冷却时的空气对流要求,符合第三代使用耐高温控制棒驱动机构4反应堆的总体使用要求和一体化要求;同时,由于可不设置所述的内置堆顶冷却结构,有利于减轻整个堆顶结构的重量、使得堆顶结构内部结构简单化、使得堆顶结构具有更好的经济性;

[0046] 同时,针对围筒5本身而言,其实际上即为一个桁架筒,由于其在使用过程中需要承受一定的轴向载荷和径向载荷,以上为笼状桁架结构的围筒5在满足存在要求的前提下,不仅重量轻,同时具有理想的刚度。

[0047] 作为优选的,以上方案中,压力容器顶盖1、控制棒驱动机构4、围筒5、抗震支承板

8、抗震板组件6、防飞射物屏蔽板9、电缆组件10及起吊部件11之间的连接可采用在使用现场便于装配、不易引入杂质或污染物、后期方便拆卸的螺栓连接；针对围筒5，由于其包括多根杆件，故围筒5宜采用杆件之间焊接连接，且在外部焊接成型后，再通过吊装的方式完成其在压力容器顶部的安装；进一步的，考虑到围筒5使用过程中的受力性能，优选设置为完成所述焊接后进行热处理。

[0048] 以上方案提供了一种不需要采用堆顶结构内置冷却结构的方案，同时针对不采用堆顶结构内置冷却结构的用途，可达到上述提出的满足性能要求、可减轻重量、可简化堆顶结构内部结构、利于堆顶结构使用经济性的效果，故作为本领域技术人员，优选的，设置为所述堆顶结构不设置用于实现控制棒驱动机构4冷却的内置冷却结构。

[0049] 实施例2：

[0050] 如图1至图4所示，本实施例在实施例1的基础上作进一步限定：

[0051] 作为以上一体化方案的具体结构，设置为：还包括固定于围筒5不同端的上法兰17及下法兰15，所述上法兰17作为筒体上端的端部法兰，所述下法兰15作为筒体下端的端部法兰；

[0052] 所述下法兰15上还设置有第一螺栓孔14，围筒5的下端通过穿设在第一螺栓孔14中的第一连接螺栓3与压力容器顶盖1上的顶盖支撑台2固定连接；

[0053] 所述上法兰17上还设置有第二螺栓孔18，围筒5的上端通过穿设在第二螺栓孔18中的第二连接螺栓7与抗震支撑板固定连接。

[0054] 作为抗震板组件6的具体实现方案，所述抗震板组件6包括多块抗震板，且抗震板的数量与控制棒驱动机构4的数量相等，各控制棒驱动机构4上端的支撑面上均安装有一块抗震板。

[0055] 为使得本堆顶结构的结构设计方便运用拉伸机以由围筒5的不同径向方向对本堆顶结构进行相应操作，设置为：还包括固定于控制棒驱动机构4上方的环轨部件12，所述环轨部件12包括用于为拉伸机提供导向和支承作用的环形轨道。

[0056] 作为环轨部件12的具体实现方式，所述环轨部件12固定于抗震支承板8上。

[0057] 作为一种在材料用量一定或重量一定的情况下，围筒5具有更大刚度的实现方案，所述杆件均为管材。

[0058] 实施例3：

[0059] 如图1至图4所示，本实施例在实施例1的基础上作进一步限定：

[0060] 作为一种可有效保证围筒5径向承载能力的具体实现方式，所述杆件包括多根第一竖立柱19及多根第二竖立柱20，所述第一竖立柱19与第二竖立柱20的轴线方向均与围筒5的轴线方向平行，且多根第一竖立柱19绕围筒5的轴线环形均布；多根第二竖立柱20绕围筒5的轴线环形均布；

[0061] 所述第一竖立柱19围成的环位于第二竖立柱20围成的环的内侧；

[0062] 所述杆件还包括多根拉杆16，所述拉杆16用于以下三者中，任意一者包括的杆件之间的连接：相邻的第一竖立柱19与第二竖立柱20、相邻的两第一竖立柱19、相邻的两第二竖立柱20。本方案提供的桁架式结构围筒5可有效保证桁架筒刚度能够满足功能要求。

[0063] 更进一步的：相邻的第一竖立柱19与第二竖立柱20、相邻的两第一竖立柱

19、相邻的两第二竖直立柱20之间均设置有拉杆16。

[0064] 更进一步的：相邻的两第一竖直立柱19之间均具有一根第二竖直立柱20，相邻的两第二竖直立柱20之间均具有一根第一竖直立柱19。

[0065] 更进一步的：所述拉杆16包括多根水平横向杆29及多根倾斜横向杆30，多根水平横向杆29在围筒5的周向方向上围成若干个桁架环；各倾斜横向杆30的两端均位于围筒5轴向方向的不同位置。

[0066] 具体的，本实施例中，所述拉杆16与第一竖直立柱19及第二竖直立柱20均通过连接座31相连：第一竖直立柱19及第二竖直立柱20均焊接连接有连接座31，各拉杆16的两端均与对应的两连接座31焊接连接。

[0067] 在具体设置连接座31时，在围筒5的轴向方向上，将连接座31设置为呈层状，且具有多层连接座31：在围筒5的轴线上处于不同位置的各个点，各个点所在的横截面与第一竖直立柱19、第二竖直立柱20的交点处均设置一个连接座31，如：处于同一层上连接座31之间采用拉杆16相连，即得到所述的桁架环，得到所述桁架环的拉杆16即为水平横向杆29；不同层两连接座31之间相连的拉杆16即为倾斜横向杆30。如图2所示，即在围筒5的轴线上取了6个位于不同位置的点，这6个点分别对应一个处于围筒5不同轴线位置的桁架环，相邻两桁架环之间具有多根倾斜横向杆30。

[0068] 进一步的，如图4所示，针对相邻的两第一竖直立柱19之间均具有一根第二竖直立柱20，相邻的两第二竖直立柱20之间均具有一根第一竖直立柱19的方案，拉杆16与第一竖直立柱19、拉杆16与第二竖直立柱20的连接均通过连接座31相连，相邻两层连接座31中，若将由相邻两根第一竖直立柱19、相邻两根第二竖直立柱20、五根水平横向杆29、四根倾斜横向杆30、八个连接座31共同组成一个桁架基本单元，其中第一竖直柱体为内层竖直柱体、第二竖直柱体为外层竖直柱体。拉杆16的布置方式为：左侧第一竖直立柱19上的上侧为第一连接块21的连接座31、左侧第二竖直立柱20上侧为第二连接块22的连接座31、右侧第一竖直立柱19上侧为第三连接块23的连接座31通过三根水平横向杆29形成三角形结构，右侧第二竖直立柱20上上侧为第四连接块24的连接座31、左侧第二竖直立柱20上侧为第二连接块22的连接座31、右侧第一竖直立柱19上侧为第三连接块23的连接座31通过三根水平横向杆29形成三角形结构，左侧第二竖直立柱20上侧为第二连接块22的连接座31、左侧第一竖直立柱19下侧为第五连接块25的连接座31通过一根倾斜横向杆30连接，右侧第一竖直立柱19上侧为第三连接块23的连接座31、左侧第二竖直立柱20下侧为第六连接块26的连接座31通过一根倾斜横向杆30连接，左侧第一竖直立柱19上的上侧为第一连接块21的连接座31和右侧第一竖直立柱19下侧为第七连接块27的连接座31通过一根倾斜横向杆30连接，左侧第二竖直立柱20上侧为第二连接块22的连接座31和右侧第二竖直立柱20下侧为第八连接块28的连接座31通过一根倾斜横向杆30连接。这样就使每四个相邻的连接座31之间具有具有对角拉杆16的四边形以强化围筒5的力学性能。同时图4中，实际上为围筒5的底部局部示意图，该示意图中，下法兰15作为约束第一竖直立柱19、第二竖直立柱20在围筒5周向方向上的位置刚性环，作为本领域技术人员，如本图中反映的桁架环所示，其他桁架环和上法兰17亦具有下法兰15约束第一竖直立柱19、第二竖直立柱20在围筒5周向方向上的位置的功能。

[0069] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施方式只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，

在不脱离本发明的技术方案下得出的其他实施方式,均应包含在对应发明的保护范围内。

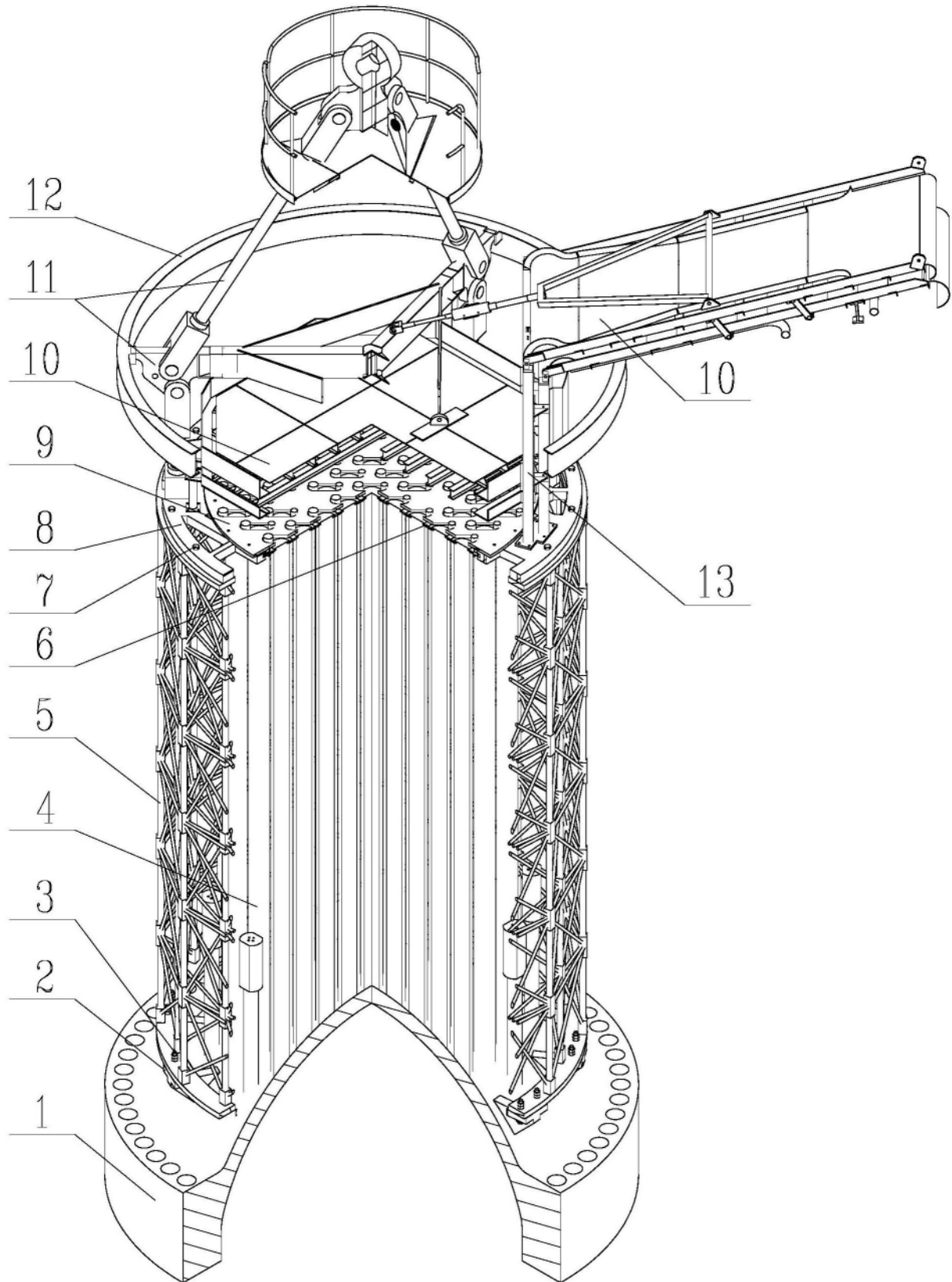


图1

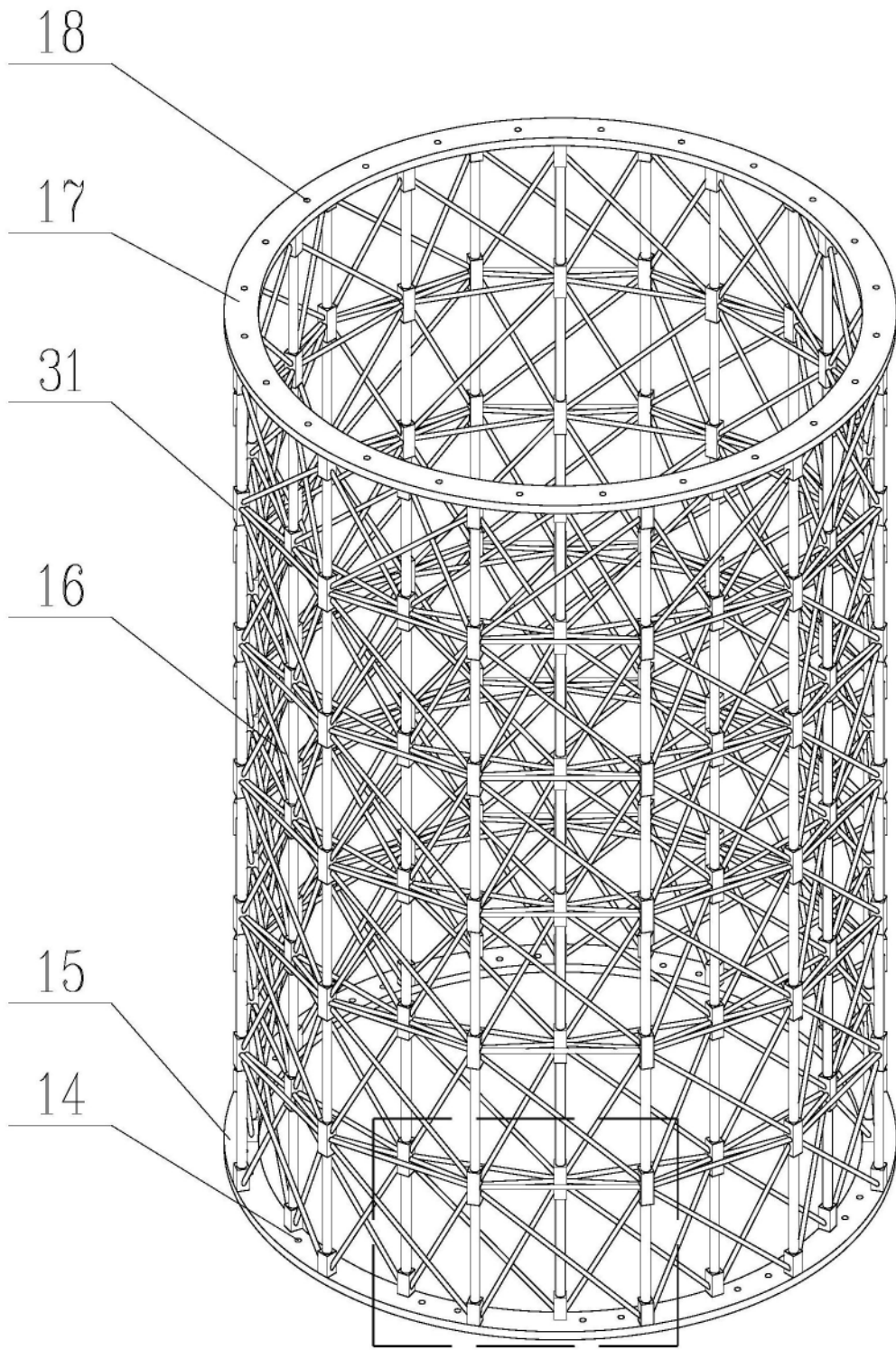


图2

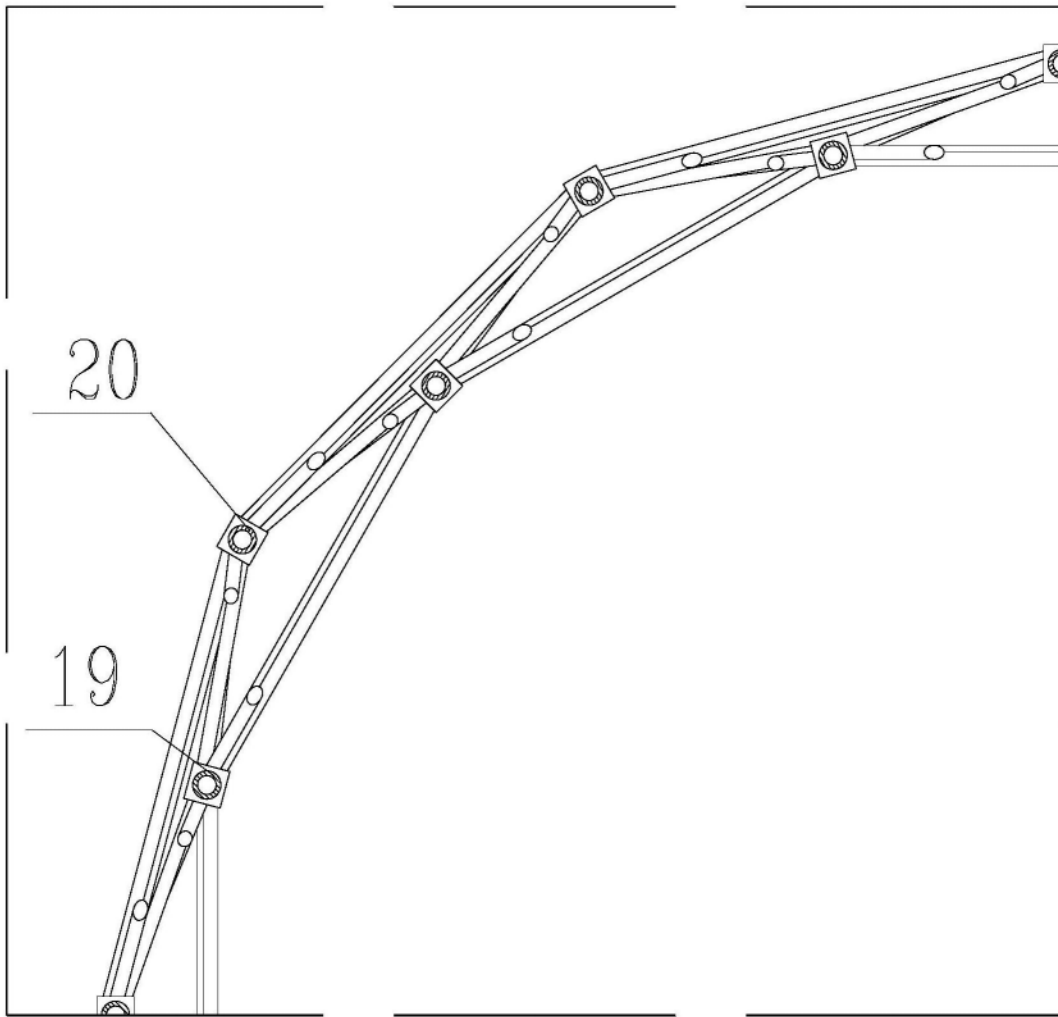


图3

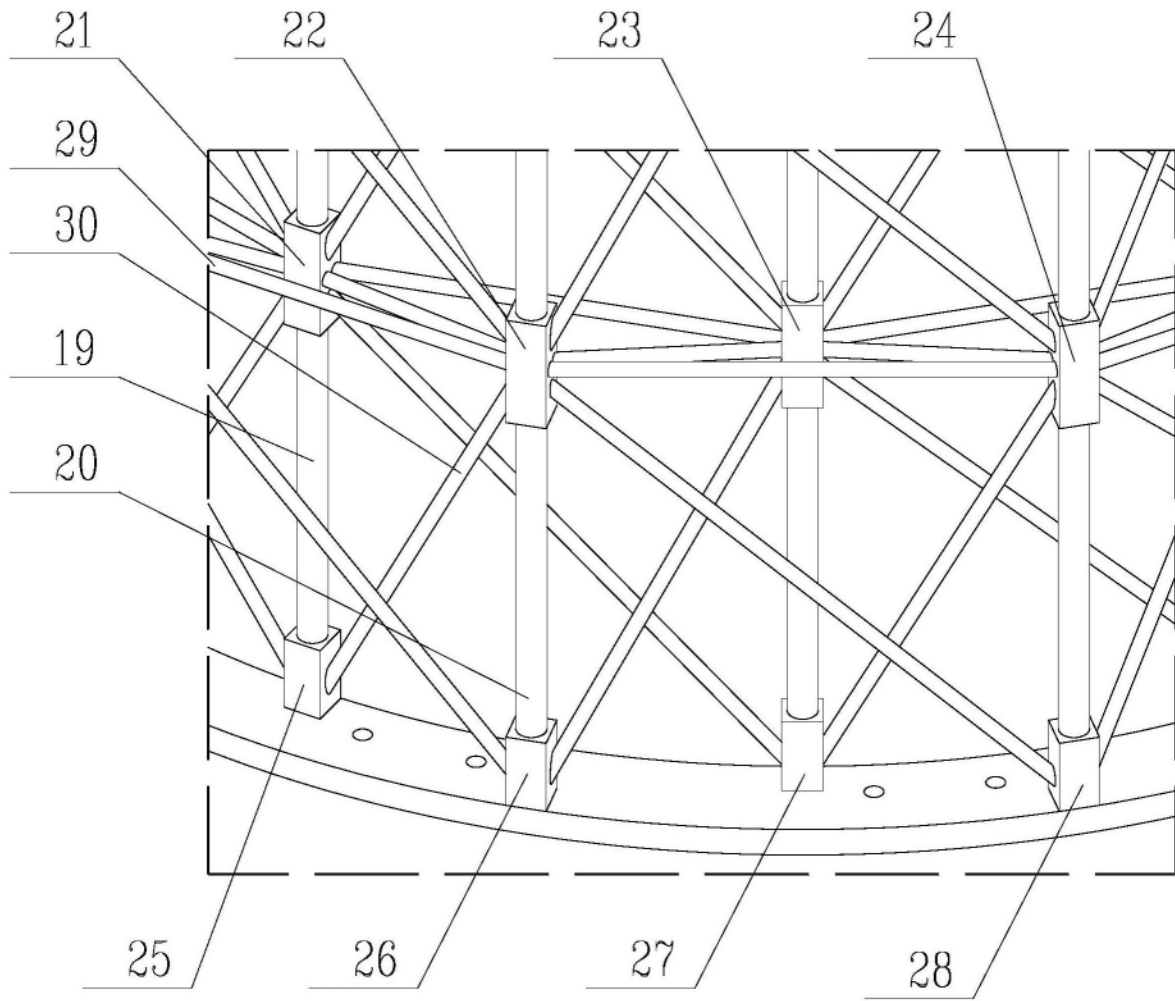


图4