



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 218542488 U

(45) 授权公告日 2023. 02. 28

(21) 申请号 202222290341.X

(22) 申请日 2022.08.30

(73) 专利权人 四川大学

地址 610065 四川省成都市一环路南一段
24号

(72) 发明人 戴靠山 熊川楠 罗宇骁 杨祖飞
杜航 蒋哲 常颖 刘仰昭 徐军

(74) 专利代理机构 青岛华慧泽专利代理事务所
(普通合伙) 37247

专利代理师 马千会

(51) Int.Cl.

F03D 13/20 (2016.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

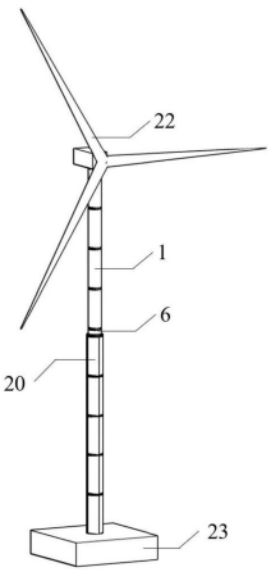
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54) 实用新型名称

一种分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土
风电塔架

(57) 摘要

本实用新型属于风力发电设备技术领域，具体涉及一种风电塔架。一种分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架，从上到下依次包括风机、钢制塔筒、复合钢管混凝土塔筒和地面基础；钢制塔筒与复合钢管混凝土塔筒通过转换装置连接；所述复合钢管混凝土塔筒由多个节段组成；每一节段包括嵌套连接的内层钢管和外层钢管；内层钢管和外层钢管之间浇筑混凝土；内层钢管和外层钢管的两端分别设有连接法兰。本实用新型的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架，通过将外层钢管进行分片组装，既满足了运输的直径要求，同时在钢管和混凝土之间设置了加劲肋，增大了钢管和核心混凝土的界面粘接力，提高了塔架的承载力和延性，延缓甚至避免钢管的局部屈曲。



1. 一种分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 从上到下依次包括风机、钢制塔筒、复合钢管混凝土塔筒和地面基础; 其特征在于: 钢制塔筒与复合钢管混凝土塔筒通过转换装置连接; 所述复合钢管混凝土塔筒由多个节段组成; 每一节段包括嵌套连接的内层钢管和外层钢管; 内层钢管和外层钢管之间浇筑混凝土灌浆料; 内层钢管和外层钢管的两端分别设有连接法兰。

2. 根据权利要求1所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述的外层钢管由多个带肋薄壁钢板组装而成, 每一个带肋薄壁钢板两侧带有向内弯折的加劲肋; 相邻带肋薄壁钢板之间通过螺栓将加劲肋连接固定。

3. 根据权利要求1所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述内层钢管和外层钢管的厚度范围为10~40mm。

4. 根据权利要求1所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述的内层钢管的直径不超过4.5m, 且小于外层钢管的内径。

5. 根据权利要求1所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述内层钢管横截面为圆形或任意多边形, 纵截面为矩形或梯形。

6. 根据权利要求1所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述外层钢管的横截面为圆形, 纵剖面为矩形或梯形。

7. 根据权利要求6所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述外层钢管的直径和厚度从下到上保持不变或逐渐减小。

8. 根据权利要求1所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述的转换装置由上法兰、下法兰和中间钢筒组成; 其中, 上法兰与钢制塔筒的下端连接, 下法兰与复合钢管混凝土塔筒的上端连接; 所述下法兰为T型法兰, 沿轴向开设有两圈法兰连接孔。

9. 根据权利要求1所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述钢制塔筒有多个节段组成, 每一节段的直径不超过4.5m。

10. 根据权利要求1-9任一项所述的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架, 其特征在于: 所述混凝土灌浆料中添加有微膨胀剂。

一种分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架

技术领域

[0001] 本实用新型属于风电设备技术领域,具体涉及一种风电塔架。

背景技术

[0002] 风力发电是最成熟的新能源技术之一,塔架作为风电机组的支撑结构,承担着将风机荷载安全可靠地传递至地基的任务,一旦损坏将会威胁整个机组相关设备的安全,风电并网之后,单塔事故甚至将会威胁整个电网的安全平稳运行。

[0003] 我国中东部、南部地区风资源存在风速低,风剪切大等特点,在风场布局由三北向中东部、南部低风速高负荷区转移的过程中,为了保证风力发电效益,需要提高风轮直径和轮毂高度,以延长发电时长,捕获更多、更优质的风能资源,从而提升风电场的经济效益。因此,建立大型化高风塔是目前我国低风速区风电的重要发展方向。

[0004] 随着风塔轮毂高度的逐渐提高,传统的钢锥筒式塔筒的直径和中空夹层钢管混凝土塔筒将超过公路的运输限制,同时随着高度的增加,传统钢锥筒式塔架整体刚度的下降会诱发风电机组的不良振动特性。虽然中空夹层钢管混凝土构件相对钢制构件、普通钢管混凝土和混凝土构件,力学性能均有不同程度的提升,但是当钢管壁较薄时,在压力作用下钢管壁容易产生局部屈曲。传统的做法是在钢管内壁焊接加劲肋,可以有效减缓构件的局部屈曲,但是此类施工工艺复杂,同时焊接增加了结构的残余应力。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的是针对现有技术中传统风电塔筒结构存在的问题,提供一种能够有效限制构件局部屈曲发展、便于公路运输、施工方便经济和力学性能优越的新型带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架,可以满足风电机组高轮毂化、大直径化和大型化的要求,并且制造方便、施工便捷,显著降低施工成本。

[0006] 为了实现上述目的,本实用新型采用的技术方案是:一种分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架,从上到下依次包括风机、钢制塔筒、复合钢管混凝土塔筒和地面基础;其中,钢制塔筒与复合钢管混凝土塔筒通过转换装置连接;所述复合钢管混凝土塔筒有多个节段组成;每一节段包括嵌套连接的内层钢管和外层钢管;内层钢管和外层钢管之间浇筑混凝土;所述的内层钢管和外层钢管的两端分别设有连接法兰。

[0007] 优选地,所述的外层钢管由多个带肋薄壁钢板组装而成,每一个壁板两侧带有向内弯折的加劲肋;相邻壁板之间通过螺栓将加劲肋连接固定。

[0008] 优选地,所述内层钢管和外层钢管的厚度范围为10~40mm。

[0009] 优选地,所述的内层钢管的直径不超过4.5m,且小于外层钢管的内径。

[0010] 优选地,所述内层钢管横截面为圆形或任意多边形,纵截面为矩形或梯形。

[0011] 优选地,所述外层钢管的横截面为圆形,纵剖面为矩形或梯形。

[0012] 优选地,所述外层钢管的直径和厚度从下到上保持不变或逐渐减小。

[0013] 优选地,所述混凝土灌浆料中添加有微膨胀剂。

[0014] 优选地,所述的转换装置由上法兰、下法兰和中间钢管组成;其中,上法兰与钢制塔筒的下端连接,下法兰与复合钢管混凝土塔筒的上端连接;下法兰沿轴向开设有两圈法兰连接孔。

[0015] 优选地,所述钢制塔筒有多个节段组成,每一节段的直径不超过4.5m。

[0016] 本实用新型与现有技术相比,具有如下有益效果:

[0017] 1、与现有钢制塔筒和传统中空夹层钢管混凝土塔筒相比,本实用新型提供了一种新型分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土结构,通过将外层钢管进行分片组装,既满足了运输的直径要求,同时在钢管和混凝土之间设置了加劲肋和剪力键,增大了钢管和核心混凝土的界面粘接力,提高了塔架的承载力和延性,可以延缓甚至避免钢管的局部屈曲。

[0018] 2、本实用新型采用预制分片装配和中空夹层技术,施工便捷快速,自重相同的情况下,可以有效较少材料的用量和结构自重,便于公路运输,具有较高的强度和抗弯刚度,可以有效发挥材料的力学性能。降低现场的施工难度,大幅度缩短工期并减少成本。

[0019] 3、下部采用分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土塔筒,上部采用钢制塔筒,在保证风电机组安全稳定运行的前提下,可以大幅度提高风电机组的轮毂高度,可以达到160米及以上,满足低风速区高轮毂和大直径的要求,有效利用低风速区的风资源,为低风速区超高塔架的发展提供了一种新的结构型式。

[0020] 4、采用中空夹层钢管混凝土技术,可以有效避免塔筒在交变应力作用下引起的疲劳问题,由于刚度增加,塔架的固有频率增大,可以有效避开机组的转动频率,避免共振。

附图说明

[0021] 图1为本实用新型实施例中的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架整体立面图;

[0022] 图2为本实用新型实施例中钢制塔筒的一个塔筒节段结构示意图;

[0023] 图3为本实用新型实施例中钢制塔筒的爆炸图;

[0024] 图4为本实用新型实施例中转换装置的结构示意图;

[0025] 图5为本实用新型实施例中转换装置的爆炸图;

[0026] 图6为本实用新型实施例中复合钢管混凝土塔筒的一节塔筒节段的结构示意图;

[0027] 图7为本实用新型实施例中复合钢管混凝土塔筒的横截面示意图;

[0028] 图8为本实用新型实施例中复合钢管的示意图;

[0029] 图9为本实用新型实施例中外层钢管的示意图;

[0030] 图10为本实用新型实施例中带肋薄壁钢板的示意图;

[0031] 图11为本实用新型实施例中带肋薄壁钢板的爆炸图;

[0032] 图12为本实用新型实施例中内层钢管的示意图;

[0033] 图13为本实用新型是实施例中内层钢管的爆炸图;

[0034] 图中:1-钢制塔筒;2-塔筒连接上法兰、3-塔筒钢管、4-塔筒连接下法兰、5-连接螺栓、6-转换装置、7-转换上法兰、8-中间钢管、9-转换下法兰、10-内层钢管、11-内上法兰、12-钢管、13-内下法兰、14-外层钢管、15-带肋薄壁钢板、16-分片式上法兰、17-薄壁钢板、18-分片式下法兰、19-核心混凝土、20-复合钢管混凝土塔筒、21-复合钢管、22-风机叶片、23-钢筋混凝土基础、24-加劲肋。

具体实施方式

[0035] 为了便于理解本实用新型,下面结合附图和具体实施例,对本实用新型进行更详细的说明。附图中给出了本实用新型的较佳的实施例。但是,本实用新型可以以许多不同的形式来实现,并不限于本说明书所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使对本实用新型公开内容的理解更加透彻全面。

[0036] 本实施例以一座轮毂高度为180米的超高塔架风电机组为例,其中上部80米为传统钢制塔筒1,下部为由5段均为20m高的新型分片中空夹层薄壁带肋钢管混凝土组成的复合钢管混凝土塔筒20,下面将结合附图,对本实施例的分片带肋薄壁中空夹层复合钢管混凝土风电塔架进行详细说明。

[0037] 如图1所示,本实施例中,该超高塔筒风电机组由上至下依次为风机22、钢制塔筒1、转换装置6、复合钢管混凝土塔筒20、钢筋混凝土基础23。风电塔架底部的复合钢管混凝土塔筒20由5段各20米高的复合钢管混凝土塔筒节段组成,钢制塔筒1由4段各20米高的传统钢制塔筒节段组成。

[0038] 如图2和图3所示,钢制塔筒1的每一节塔筒由L型的塔筒连接上法兰2、L型的塔筒连接下法兰4以及塔筒钢管3组成,塔筒连接上法兰2、L型的塔筒连接下法兰4分别焊接在塔筒钢管3的上端和下端。法兰沿轴向均匀开设有通孔,法兰方向指向塔筒内壁各节塔筒之间通过塔筒连接上法兰2、L型的塔筒连接下法兰4和连接螺栓5进行连接,即某一节塔筒的塔筒连接上法兰2与相邻塔筒的塔筒连接下法兰4连接,该节塔筒的塔筒连接下法兰4与相邻塔筒的塔筒连接上法兰2连接,依次类推。各节塔筒均在工厂预制加工而成,现场只需通过螺栓连接即可,提高施工效率。

[0039] 如图4和图5所示,转换装置6是上部的钢制塔筒1与下部的复合钢管混凝土塔筒20的过渡结构,起到承上启下的连接作用。转换装置6由L型的转换上法兰7、中间钢管8和T型的转换下法兰9组成,为整体锻造而成的一体结构。转换上法兰7和钢制塔筒1最下一节的塔筒连接下法兰4进行连接。转换下法兰9开设有两圈法兰连接孔,内圈法兰连接孔和复合钢管混凝土塔筒20的内层钢管10进行连接,外圈法兰连接孔和复合钢管混凝土塔筒20的外层钢管14进行连接,连接方式均采用螺栓连接方式。

[0040] 如图6、图7、图8所示,复合钢管混凝土塔筒20由多节分片中空夹层薄壁带肋钢管混凝土复合钢管组成,每一节由复合钢管21和核心混凝土19组成。复合钢管21由内层钢管10和外层钢管14嵌套组合而成。核心混凝土19浇筑在内层钢管10和外层钢管14之间的空腔内。

[0041] 如图9、图10和图11所示,外层钢管14为分片式组合结构,本实施例中,外层钢管14由4片完全相同的带肋薄壁钢板15组成,每片带肋薄壁钢板15通过一整钢板加工卷制而成,两侧带有加劲肋24,加劲肋24沿竖向加工有两排通孔,厚度和钢管一致,各片之间在周向上通过加劲肋24上竖向排列的通孔和螺栓进行连接。纵向设置的加劲肋24可以有效增强钢管和核心混凝土界面的粘接性能,提升塔架的整体刚度、承载能力、稳定性、抗风抗震性、抗疲劳性能。

[0042] 每一片带肋薄壁钢板15由L型的分片式上法兰16、薄壁钢板17和L型的分片式下法兰18、加劲肋24组成。外层钢管14各节之间通过钢管两端的分片式上法兰16和分片式下法兰18进行组对连接,法兰方向指向核心混凝土,连接方式均采用螺栓连接。

[0043] 带肋薄壁钢板15在工厂采用整体锻造预制加工而成,现场只需通过螺栓连接即可。

[0044] 外层钢管14的横截面为圆形,纵剖面为矩形或梯形。在初选塔筒结构尺寸时,可将钢管的直径和厚度沿高度方向从下至上逐渐减少,形成一定的锥度,可以最大程度的减少材料的用量,达到较好的结构性能和经济效益。

[0045] 如图12和图13所示,内层钢管10由L型的内上法兰11、钢管12和L型的内下法兰13组成,内上法兰11和内下法兰13沿轴向均开设有通孔,法兰方向指向核心混凝土。各节之间通过内上法兰11和内下法兰13进行连接。内层钢管10采用分段整体制作加工,上下两端均焊接有整体L型锻造法兰,在工厂预制加工而成,现场只需通过螺栓连接即可。内层钢管10的横截面形状可以为圆形或任意多边形,纵剖面为矩形或梯形。本实施例中,内层钢管10的横截面性状为圆形,纵剖面优选梯形。

[0046] 核心混凝土19灌浆料添加微膨胀剂,减少混凝土凝结过程中的收缩问题,灌浆料可根据风机功率要求采用普通混凝土或高强混凝土,混凝土浇筑过程采用分层浇筑,充分振捣,保证混凝土浇筑的密实度。

[0047] 安装时,采用由下及上逐段吊装的方式进行施工。底层塔架内外层钢管通过基础锚栓锚固在钢筋混凝土基础23之上后进行现场浇筑。其它各节现场通过预制构件组装复合钢管21,然后在复合钢管21的空腔内浇筑核心混凝土19,待核心混凝土浇筑完成后再进行吊装。同时,为提高施工效率,在现场施工设备和场地允许的情况下,各节段的复合钢管混凝土塔筒20的浇筑工作可同时进行。

[0048] 本实施例中的所有连接螺栓5均需要进行防腐处理,各节段塔筒的连接处需涂抹防水密封胶。

[0049] 本实施例中,内层钢管10和上部的钢制塔筒1直径均不超过4.5m,以满足公路的运输要求,外层钢管14由于采用分片型式,可满足大直径的运输要求。各钢管混凝土塔筒段采用现场灌注混凝土后再吊装的程序逐节连接,外层钢管和内层钢管的形心重合。复合钢管混凝土塔筒节段的数量一般为3~8节,随着风电机组功率的增加,塔架高度可能达到160米及以上,将塔筒分段制造,可便于生产和运输安装。内层钢管和外层钢管厚度范围为10~40mm。

[0050] 高强混凝土灌浆料应该同时兼具自密实性、低气泡、微膨胀性和高流动性,解决混凝土凝结过程中的收缩问题并保证灌浆料在不加振捣的情况下密实度达到涉及要求。

[0051] 虽然已经参照本实用新型的示例性实例具体示出和描述了本实用新型,但是本领域普通技术人员应该理解,在不脱离由权利要求限定的实用新型的精神和范围的情况下,对其进行型式和细节的各种改变,均在本实用新型的保护范围之内。

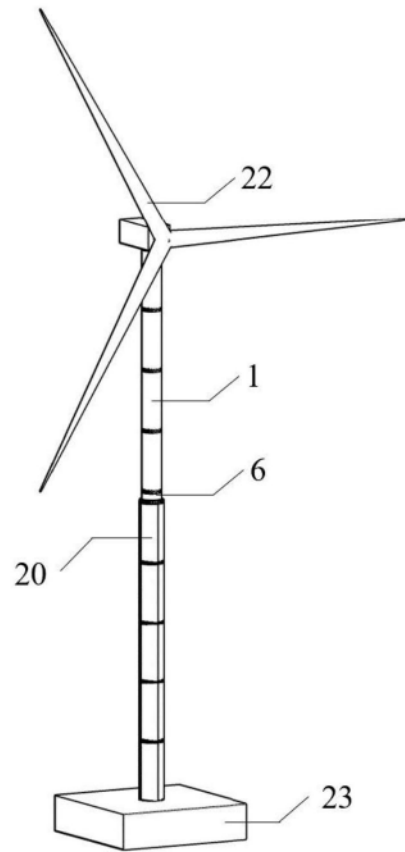


图1

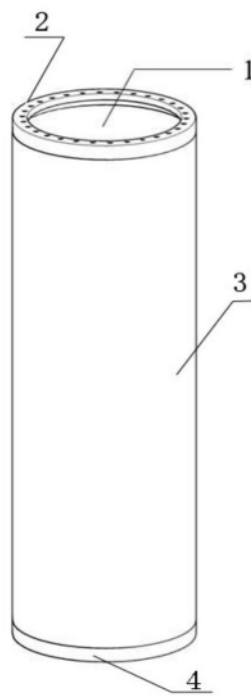


图2

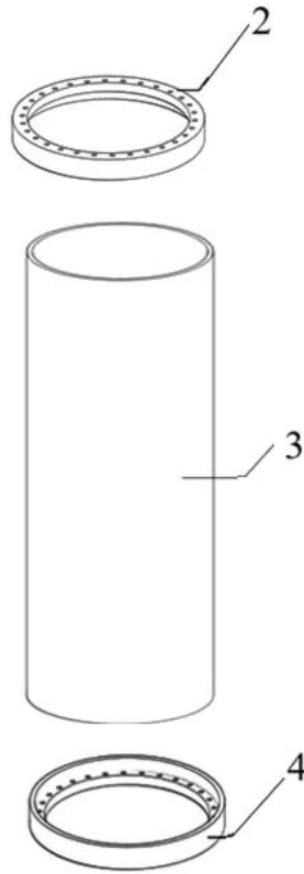


图3

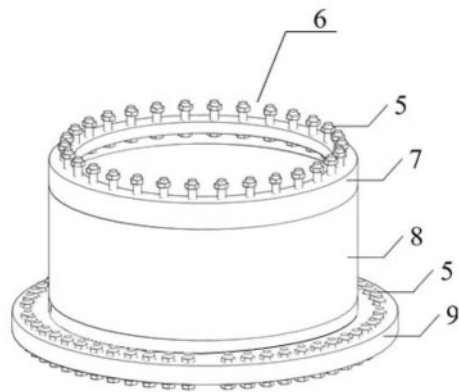


图4

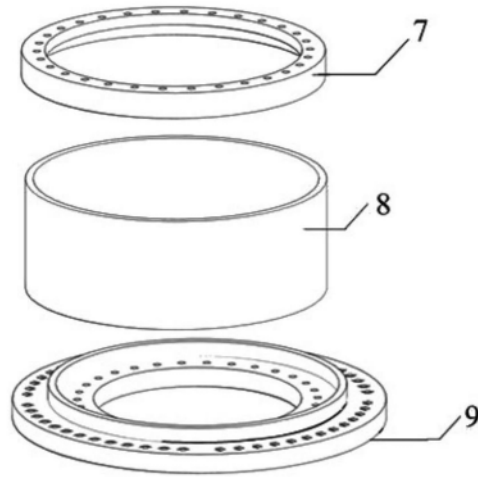


图5

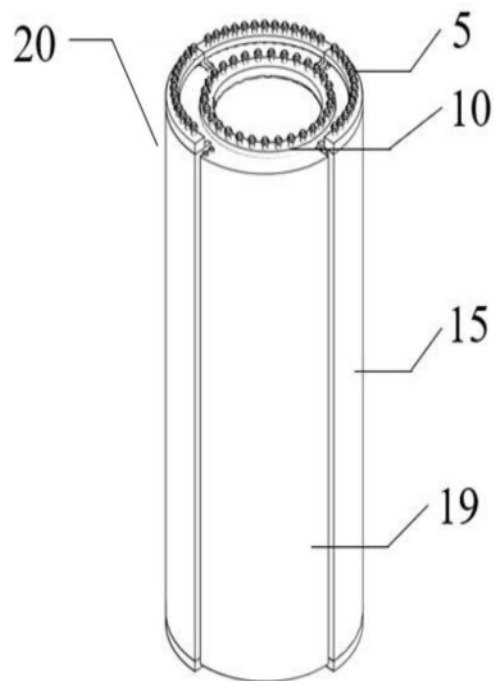


图6

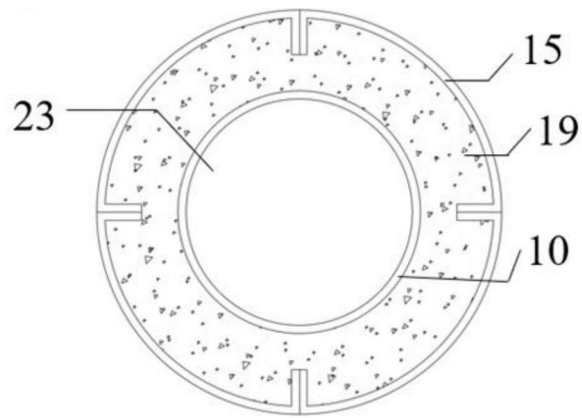


图7

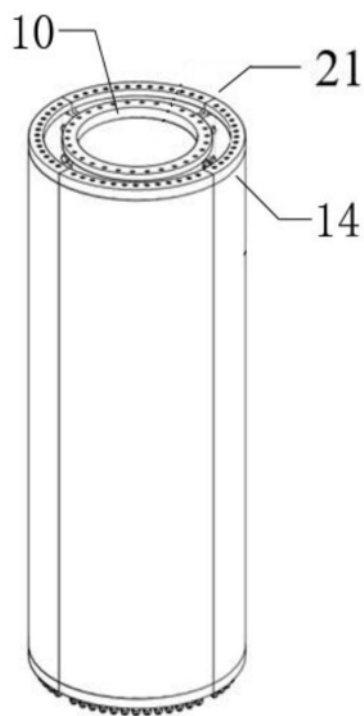


图8

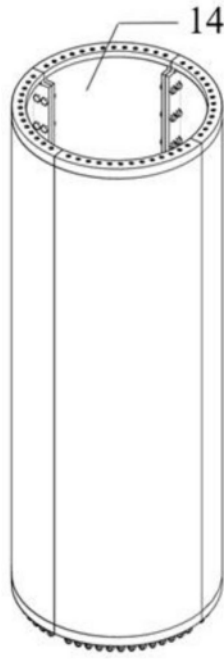


图9

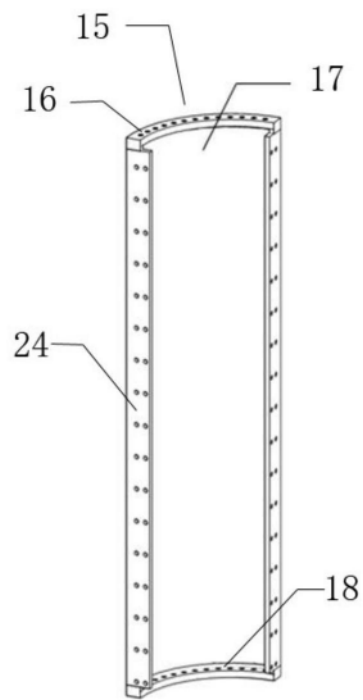


图10

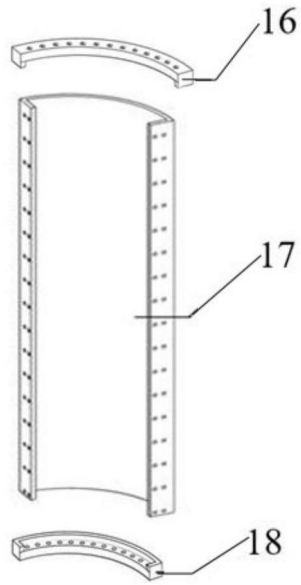


图11



图12

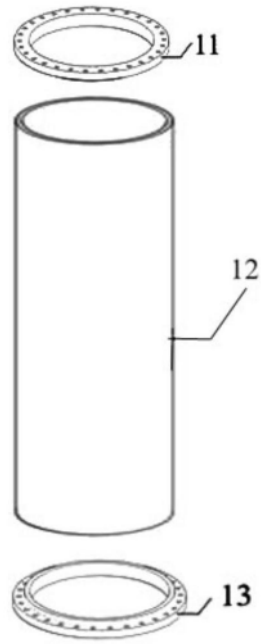


图13