(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 217421428 U
(45)授权公告日 2022.09.13

(21)申请号 202221310535.5

(22)申请日 2022.05.30

(73)专利权人 兰州理工大学
地址 730050 甘肃省兰州市七里河区兰工坪路287号

(72)发明人 李万润 何广源 李家富 闫拴宝 谯磊 李清 范博源 王怡宁 王伟旭 赵文海 吴王浩 潘梓鸿

(74)专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任公司 62102
专利代理师 董斌

(51)Int.Cl.
F03D 13/20(2016.01)
F03D 13/10(2016.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

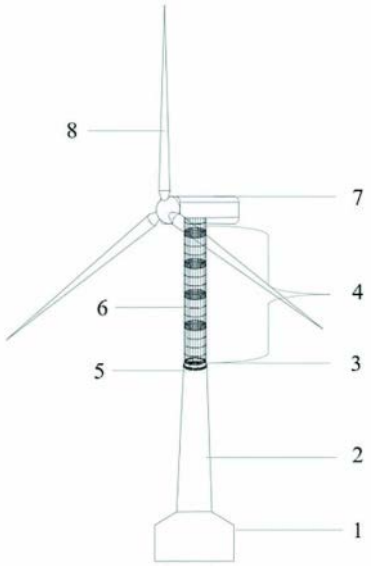
权利要求书1页 说明书4页 附图9页

(54)实用新型名称

一种预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒

(57)摘要

一种预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，组合式塔筒包括混凝土塔筒(2)、中部钢质转接段(3)、上部的木塔筒段(4)。所述木塔筒每段包括多片弧形板(401)和榫卯连接件(403)，各所述弧形板(401)依次对拼后榫卯连接件(403)嵌入连接形成每段木塔筒；所述中部钢质转接段(3)预制完成后运输到现场组装；底部混凝土塔筒(2)预制装配而成；上中下三部分通过预埋件(5)以及预应力筋(6)连接形成预应力组合式塔筒。本发明施工便捷、预制化程度高，底部重而稳定，抗倾覆性能好，上部采用轻质木塔筒，且预应力筋贯穿上中下三部分，降低塔筒在地震作用下的不利影响、节省造价、提高了风电机组运行过程中的安全性。



CN 217421428 U

1.一种预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，从下到上依次包括混凝土基础(1)、底部混凝土塔筒(2)、中部钢质转接段(3)上部若干段相互组装的木塔筒段(4)、转接钢塔筒(7)以及带叶片(9)的机舱(8)，还包括预埋件(5)，二号螺栓(11)，其特征在于：底部混凝土塔筒(2)、中部钢质转接段(3)、木塔筒段(4)与竖向设置的预应力筋(6)使三者形成预应力组合式塔筒；所述上部木塔筒段(4)由多段正交胶合木筒段相互组装而成，各木塔筒段(4)包括多块弧形板(401)以及组装木塔筒段(4)纵横向的榫卯连接件(403)，各片弧形板(401)为预制而成的正交胶合木板，内弧小，外弧大，端面上开设有预应力筋(6)贯穿的应力孔(406)；榫卯连接件(403)竖向高度高于每段塔筒1/3；钢质转接段(3)内部设有一号凹槽(301)，竖向第二螺杆(504)和预应力筋(6)穿过一号凹槽(301)后第二螺杆(504)被第三螺帽(309)固定；一号凹槽(301)内部被木塔筒底部插头(405)嵌入，二号凹槽(304)两侧设有竖向螺孔(305)和第三螺杆(306)用来连接底部插头(405)；混凝土塔筒(2)在体内设置预应力筋(6)，预应力筋(6)底端锚固于混凝土基础(1)，上端被锚具(601)锚固于中部钢质转接段(3)的内伸板(307)和外伸板(308)。

2.根据权利要求1所述的预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，其特征在于：榫卯连接件(403)嵌入弧形板(401)对接形成的槽口(402)，各片弧形板(401)内壁相互挤压和环氧树脂胶加固形成木塔筒段(4)，同时沿高度1/4处设有环向加强件(404)紧固外壁。

3.根据权利要求1所述的预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，其特征在于：所述的预埋件(5)由底板(501)和U型筋(506)焊接而成，U型筋(506)与预应力混凝土塔筒(2)中的钢筋网焊接固定，而后共同浇筑；底板(501)上开有预应力孔(503)和便于第二螺杆(504)穿过的螺孔(502)，底部用第二螺帽(505)固定。

4.根据权利要求1所述的预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，其特征在于：转接钢塔筒(7)与顶部木塔筒段(4)通过二号螺栓(11)连接，且转接钢塔筒(7)将木塔筒段(4)顶端覆盖；预应力筋(6)穿过顶部的木塔筒段(4)后被预应力垫板(602)和锚具(601)锚固在第二法兰(702)之上。

5.根据权利要求1所述的预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，其特征在于：所述的二号螺栓(11)为膨胀螺栓构造，膨胀套管(1102)和第一螺杆(1101)穿过第二法兰(702)嵌入木塔筒段(4)，通过第一垫片(1103)和第一螺帽(1104)拧紧锚固。

6.根据权利要求1所述的预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，其特征在于：所述转接钢塔筒(7)沿纵向由上到下设有第一法兰(701)和第二法兰(702)，且第二法兰(702)下部有延伸段。

7.根据权利要求1所述的预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，其特征在于：连接机舱(8)与转接钢塔筒(7)所使用的螺栓为高强螺栓(10)；高强螺栓(10)分别穿过孔(801)和第一法兰(701)，上下两端通过第二垫片(1002)和螺母(1001)锚固。

一种预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒

技术领域

[0001] 本实用新型涉及风电塔筒结构技术领域，具体涉及预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒技术。

背景技术

[0002] 现有风电塔筒结构形式主要表现为：钢塔筒和钢-混塔筒，钢制塔筒因阻尼较小，动力性能较差且由于存在卸载能力容易使结构发生屈曲破坏。钢-混塔筒中塔筒段为塔筒整体装配中的最小单位，对于尺寸较大的风电塔筒仍存在上部钢塔筒段预制、运输、施工不便的问题，尤其是在海上或者山上对塔筒进行装配时，固定尺寸的塔筒段不仅存在运输不便，同时在复杂地形下也不便于对其进行组装，在复杂环境中使用，因地震作用与结构自身质量呈一定比例关系，上部钢结构受地震作用影响较大易出现疲劳损坏，进而缩短了塔筒的使用寿命和容易发生倒塌事故。木材是一种可持续的建筑材料，具有资源再生、绿色环保、轻质、建造方便、抗震和耐久等许多优点。伴随着木结构设计和加工技术的发展，木结构建筑市场发展呈上升态势，但目前在高耸结构中用之甚少。

发明内容

[0003] 本实用新型的目的是提供一种预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒。

[0004] 本实用新型是一种预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，包括预埋件5，转接钢塔筒7，二号螺栓11，连接机舱8，底部混凝土塔筒2、中部钢质转接段3、上部木塔筒4与竖向设置的预应力筋6使三者形成预应力组合式塔筒；所述木塔筒段4由多段正交胶合木筒段4相互组装而成，各木塔筒段4包括多块弧形板401以及组装木塔筒段4纵横向的榫卯连接件403，弧形板401为预制而成的正交胶合木板，内弧小，外弧大，端面上开设有预应力筋6贯穿的应力孔406；榫卯连接件403竖向高度高于每段塔筒1/3；钢质转接段3内部设有一号凹槽301，竖向螺杆504和预应力筋6穿过一号凹槽301后螺杆504被螺帽309固定；一号凹槽301内部被木塔筒底部插头405嵌入，二号凹槽304两侧设有竖向螺孔305和螺杆306用来连接底部插头405；混凝土塔筒2在体内设置预应力筋6，预应力筋6底端锚固于混凝土基础1，上端被锚具601锚固于中部钢质转接段3的内伸板307和外伸板308。

[0005] 本实用新型相比于其他类型塔筒具有以下优点：1、该预应力混凝土-木组合式风电塔筒，组合式风电塔筒段从上到下由木塔筒段、钢质转接段、混凝土塔筒组成，底部预应力混凝土塔筒段在现场施工方便，塔身重而稳定、与基础有良好的连续性，进而保证塔筒的整体性、刚度、抗震和抗冲击性；同时也使得连接钢质转接段的预埋件与混凝土更好粘合。通过设置预应力筋纵向组装预制木塔筒段，提高组合式风电塔筒的预应力拉伸，使其力学性能更加出色，同时提高组合式风电塔筒段的强度以及延性，提高结构在使用过程中的安全性以及稳定性，提高其抗风抗震能力。

[0006] 2、该混凝土预应力-木组合式风电塔筒转接段，组合式风电塔筒转接段稳定性好，支撑强度足，在内外延伸板上开设圆孔与下部混凝土的预应力筋协同工作，在凹槽底通过

螺栓与混凝土中预埋件相连，提升了木塔筒与底部混凝土塔筒的连接牢固性，同时混凝土中的钢筋与预埋件U形筋焊接连接，增强了预埋件与混凝土段更好的粘合，避免预埋件脱离混凝土，保证钢质转接段在使用中的稳定性以及牢固性和安全性。

[0007] 3、该混凝土预应力-木组合式风电塔筒木筒段，组成木筒段相邻的弧形板，内弧小，外弧大，连接时榫卯件插入预留槽口且侧壁间用环氧树脂ab胶加固，外壁设有环向加强件增强环向约束；预应力筋贯通连接各段木筒段，提高结构的整体强度和稳定性。

[0008] 4、弧形板在现场预制而成，自重轻、方便运输、安装，节约劳动力，施工速度快，抗震性能好，降低制造和组装的成本。

[0009] 5、本实用新型的上部塔筒的零件均可以利用当前加工技术轻易实现，在工厂进行相应的预制后，进行现场组装，加工性能强、连接性强。

附图说明

[0010] 图1为本实用新型的预应力混凝土—木组合式风电塔结构示意图，图2为本实用新型中钢质转接段与底部混凝土塔筒连接结构示意图，图3为本实用新型钢质转接段内部剖面示意图，图4为本实用新型三段木塔筒结构装配示意图，图5为本实用新型中预埋连接件结构示意图，图6为本实用新型某段木筒段结构示意图，图7，图8，图9，图10为本实用新型上部转接钢塔筒及各法兰连接示意图，附图标记：1混凝土基础、2混凝塔筒、3钢质转接段、301一号凹槽、302应力孔、303水平螺孔、304二号凹槽、305竖向螺孔、306螺钉、307内伸板、308外伸板、309螺帽、4木塔筒段、401弧形板、402梯形槽口、403榫卯连接件、404环向加强件、405底部插头、406应力孔、5预埋件、501底板、502螺孔、503应力孔、504螺杆、505螺帽、506 U型筋、6预应力筋、601锚具、602预应力垫板、7转接钢塔筒、701第一法兰、702第二法兰、8机舱、801螺栓孔、9叶片、10高强螺栓、1001螺杆、1002垫片、1003螺帽、11二号螺栓、1101螺杆、1102膨胀套筒、1103垫片、1004螺帽。

具体实施方式

[0011] 如图1~图10所示，本实用新型是预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒，包括预埋件5，转接钢塔筒7，二号螺栓11，连接机舱8，底部混凝土塔筒2、中部钢质转接段3、上部木塔筒4与竖向设置的预应力筋6使三者形成预应力组合式塔筒；所述木塔筒段4由多段正交胶合木筒段相互组装而成，各木塔筒段4包括多块弧形板401以及组装木塔筒4纵横向的榫卯连接件403，弧形板401为预制而成的正交胶合木板，内弧小，外弧大，端面上开设有预应力筋6贯穿的应力孔406；榫卯连接件403竖向高度高于每段塔筒1/3；钢质转接段3内部设有一号凹槽301，竖向螺杆504和预应力筋6穿过一号凹槽301后螺杆504被螺帽309固定；一号凹槽301内部被木塔筒底部插头405嵌入，二号凹槽304两侧设有竖向螺孔305和螺杆306用来连接底部插头405；混凝土塔筒2在体内设置预应力筋6，预应力筋6底端锚固于混凝土的基础1，上端被锚具601锚固于中部钢质转接段3的内伸板307和外伸板308。

[0012] 如图1、图4、图6、图7所示，榫卯连接件403嵌入弧形板401对接形成的槽口402，弧形板401内壁相互挤压和环氧树脂胶加固形成木塔筒段4，同时沿高度1/4处设有环向加强件404紧固外壁。

[0013] 如图1、图2、图5所示，预埋件5由底板501和U型筋506焊接而成，U型筋506与预应力

混凝土塔筒2中的钢筋网焊接固定，而后共同浇筑；底板501上开有预应力孔503和便于螺杆504穿过的螺孔502，底部用螺帽505固定。

[0014] 如图1、图8所示，转接钢塔筒7与顶部的木塔筒段4通过二号螺栓11连接，且转接钢塔筒7将木塔筒段4顶端覆盖；预应力筋6穿过顶部木塔筒段4后被预应力垫板602和锚具601锚固在第二法兰702之上。

[0015] 如图1、图8、图9所示，二号螺栓11为膨胀螺栓构造，膨胀套管1102和螺杆1101穿过第二法兰702嵌入木塔筒段4，通过垫片1103和螺帽1104拧紧锚固。

[0016] 如图1、图8所示，所述转接钢塔筒7沿纵向由上到下设有第一法兰701和第二法兰702，且第二法兰702下部有延伸段。

[0017] 如图1、图2、图8、图10所示，连接机舱8与转接钢塔筒7所使用的螺栓为高强螺栓10；高强螺栓10分别穿过孔801和第一法兰701，上下两端通过垫片1002和螺母1001锚固。

[0018] 如图1~图10所示，以上所述的预应力混凝土-木组合式风力发电机塔筒的安装方法，其步骤为：

[0019] 步骤(1)预应力混凝土塔筒2与基础1共同浇筑，预应力筋6下端锚固与基础上端面，到达钢质转接段3的内伸板307和外伸板308上端后用锚具601锚固；

[0020] 步骤(2)钢质转接段3每个一号凹槽301内的水平螺孔303和预应力孔302对准螺杆504和预应力筋6进行紧固安装，螺杆504被下部螺帽505和上部螺帽209固定；

[0021] 步骤(3)最底端的木塔筒段4通过底部插头405插入钢质转接段3的一号凹槽301，螺钉306在二号凹槽304两侧穿入竖向螺孔305实现横向紧固连接；预应力筋6穿过中部预应力孔303对接弧形板401供榫卯件403插入实现纵向连接和组成每段塔筒整体，在木筒段外壁四分点处设有环向加强件404，保证塔筒外壁的牢固性；依次通过预应力筋6和榫卯连接件403连接各段木筒段；

[0022] 步骤(4)预应力筋6穿过最上端的木塔筒段4与转接钢塔筒7的预应力孔，采用锚具601和和预应力垫板602锚固；待预应力筋6锚固完毕后，将二号螺栓11穿入第二法兰702和打入到木塔筒段4中的套管1102，拧紧固定；

[0023] 步骤(5)高强螺栓10分别穿过机舱安装孔801和第一法兰701，随后依次在螺栓两侧安装垫片1002、螺母1001，最后施加合适的预应力，完成机舱8与转接钢塔筒7的连接，完成整体装配连接。

[0024] 以下通过具体实例说明本实用新型的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所阐述的内容轻易地了解本发明的优点和技术方案。本实用新型还可以通过其他不同的具体实施方式加以实施或应用，本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用，在没有背离本实用新型的精神下进行各种优化或改变。需要说明的是，以下实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本实用新型的基本构想。

[0025] 其中，附图仅用于示例性说明，表示的仅是示意图，而非实物图，不能理解为对本发明的限制；为了更好地说明本实用新型的实施例，附图某些部件会有省略、放大或缩小，并不代表实际产品的尺寸；对本领域技术人员来说，附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0026] 实施例一：如图1所示，本实用新型从下到上依次包括混凝土基础1、预应力混凝土塔筒2、钢质转接段3、上部若 干组相互装配的木塔筒4、以及机舱7，机舱7上设置叶片8。机

舱7与叶片8均为现有结构在此不做过多赘述。

[0027] 如图2～图7所示，钢质转接段3与木塔筒段4之间用一号凹槽301和底部插头405嵌固后，螺钉306穿过二号凹槽304两侧壁的竖向螺孔305紧固底部插头405。中部钢质转接段3与下部混凝土塔筒2通过纵向紧固装置连接，纵向紧固装置包括预埋在混凝土中的预埋件5和预应力筋6，预埋件5底板501的U型筋505通过焊接方式固定混凝土塔筒2的钢筋网上，螺杆504通过螺孔502和钢质转接段3的水平螺孔303贯穿两者，而后被螺帽505固定拧紧；预应力筋6螺通过应力孔302和503后，除了中心处预应力筋贯通外，内外侧预应力筋分别被锚具601锚固在钢质转接段的内伸板307和外伸板308处，完成了钢质转接段3与上下两部分塔筒的组装。

[0028] 每段预制弧形板401和榫卯连接件403在加工厂预制加工而成，只需要运输环氧树脂ab胶、环向加强件404、和预应力筋6等配件紧固塔筒横向连接，在降制造和运输成本的同时，提高了塔筒的组装进程。木塔筒段4相互组装为预制组合式风电塔筒段单元后，通过在上下相对应预制组合式风电塔筒段单元的应力孔406内插入合适的预应力筋6，完成上下相对应预制组合式风电塔筒段的装配，通过预应力筋6将上部若干组木塔筒纵向连接为整体，使组合式风电塔筒的木筒段装配更加方便快捷。通过纵向贯穿的预应力筋6，提高了木筒段的强度和延性，提高其在运营过程中的安全性和稳定性，同时提高其抗风以及抗震的能力。

[0029] 组合式塔筒段组装完毕后，机舱8下端面螺栓孔801与转接钢塔筒7的第一法兰701通过高强螺栓10进行安装固定，完成整体装配。

[0030] 本实用新型的预应力混凝土—木组合式风电塔筒在装配时，具体包括以下几个步骤：

[0031] (1)预应力混凝土塔筒2与基础1共同浇筑，预应力筋6下端锚固与基础上端面，到达钢质转接段3的内伸板307和外伸板308上端后用锚具601锚固；

[0032] (2)钢质转接段3每个一号凹槽301内的水平螺孔303和预应力孔302对准螺杆504和预应力筋6进行紧固安装，螺杆504被下部螺帽505和上部螺帽209固定；

[0033] (3)最底端木塔筒段4通过底部插头405插入钢质转接段3的一号凹槽301，螺钉306在二号凹槽304两侧穿入竖向螺孔305实现横向紧固连接；预应力筋6穿过中部预应力孔303对接弧形板401供榫卯件403插入实现纵向连接和组成每段塔筒整体，在木筒段外壁四分点处设有环向加强件404，保证塔筒外壁的牢固性；依次通过预应力筋6和榫卯连接件403连接各段木筒段4；

[0034] (4)预应力筋6穿过最上端的木塔筒段4与转接钢塔筒7的预应力孔，采用锚具601和和预应力垫板602锚固；待预应力筋6锚固完毕后，将二号螺栓11穿入第二法兰702和打入到木塔筒段4中的套管1102，拧紧固定；

[0035] (5)高强螺栓10分别穿过机舱安装孔801和第一法兰701，随后依次在螺栓两侧安装垫片1002、螺母1001，最后施加合适的预应力，完成机舱8与转接钢塔筒7的连接，完成整体装配连接。

[0036] 以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案而非限制，尽管参照较佳实施例对本实用新型进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本实用新型的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本技术方案的宗旨和范围，其均应涵盖在本实用新型的权利要求范围当中。

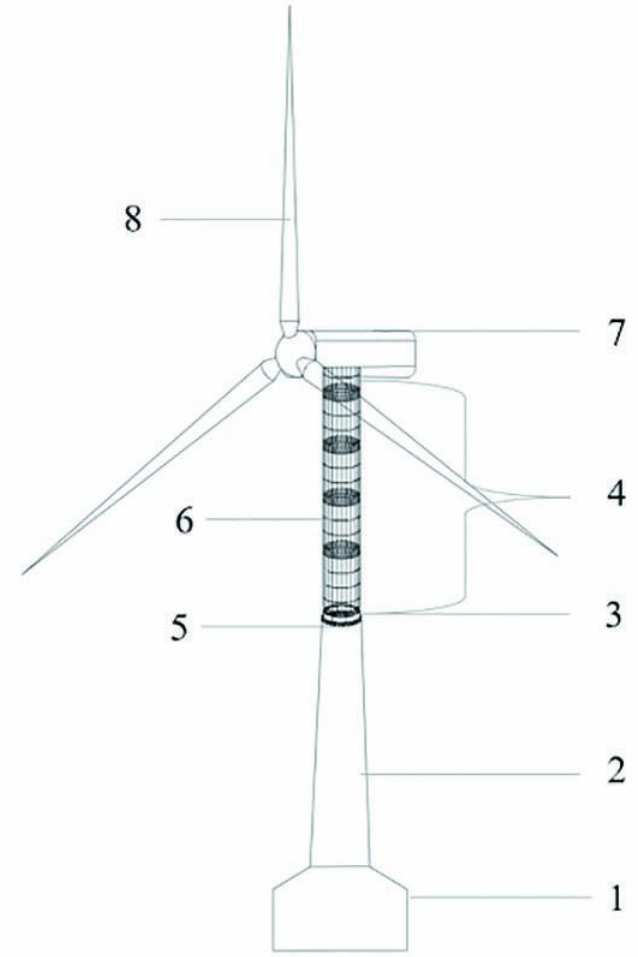


图1

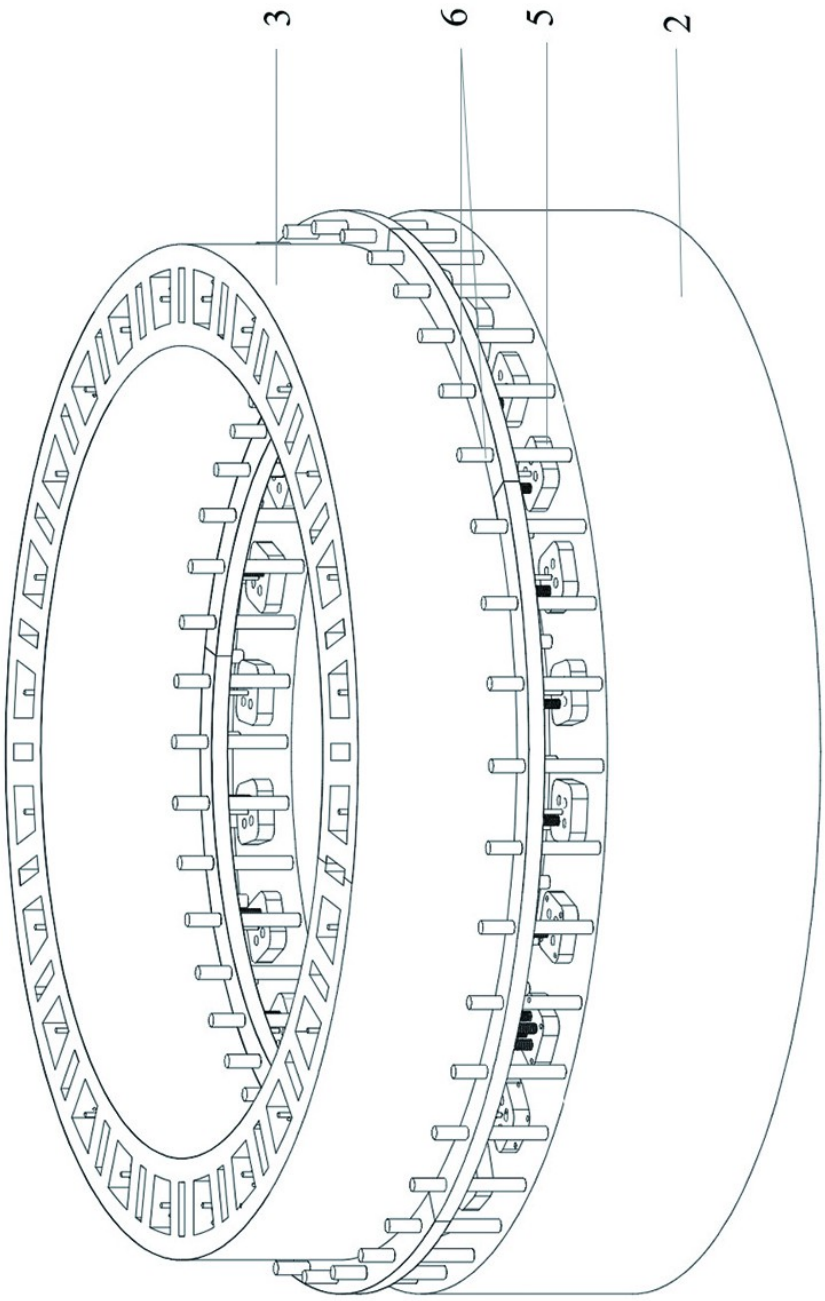


图2

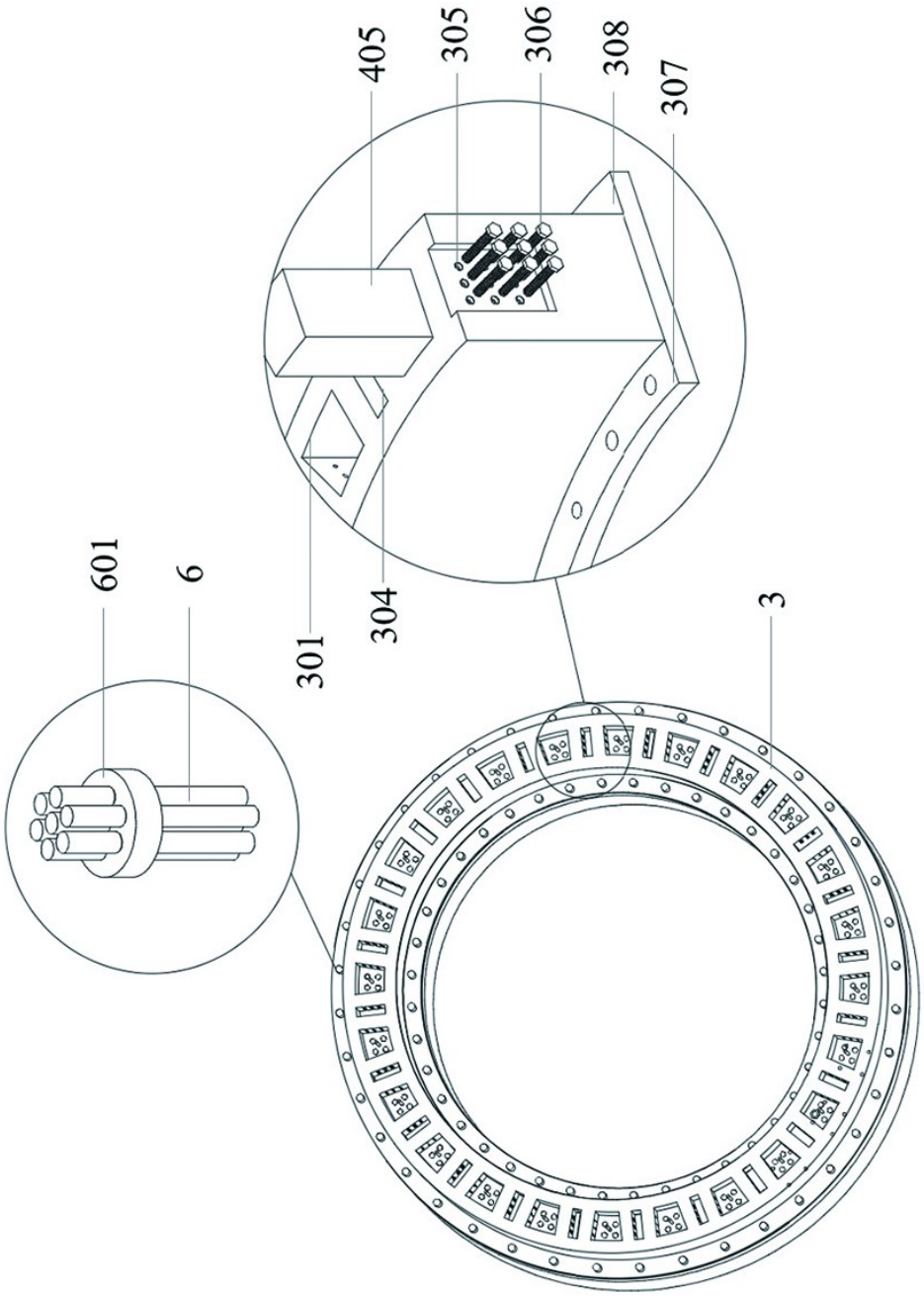


图3

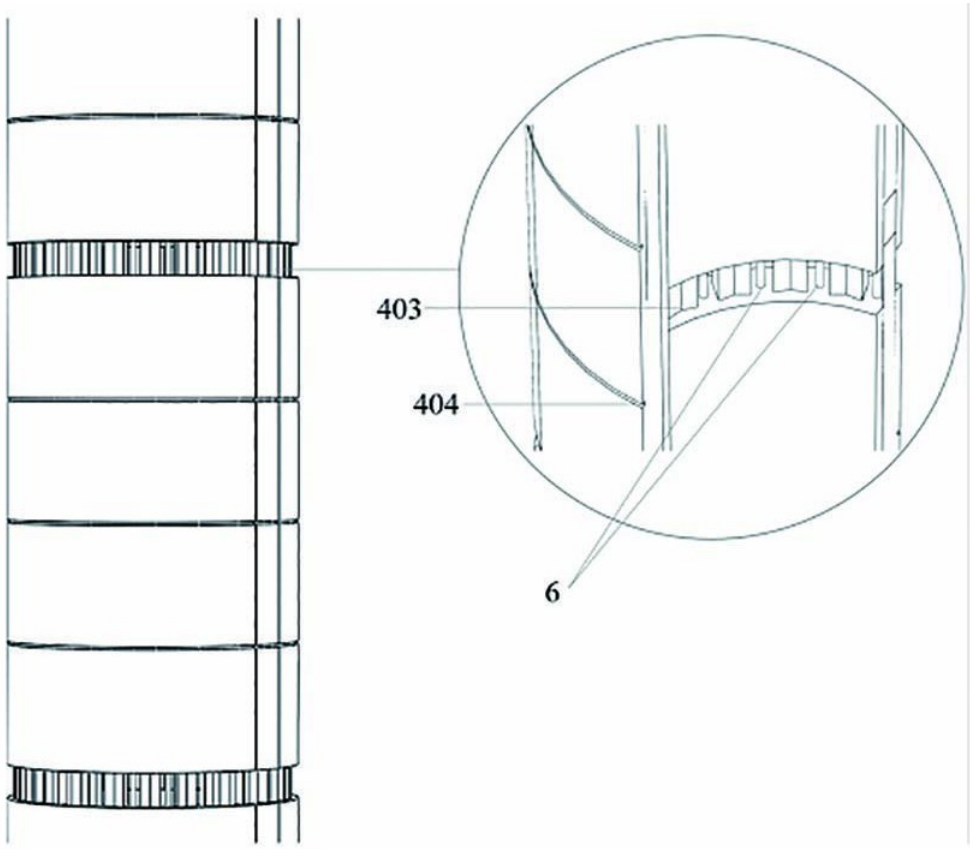


图4

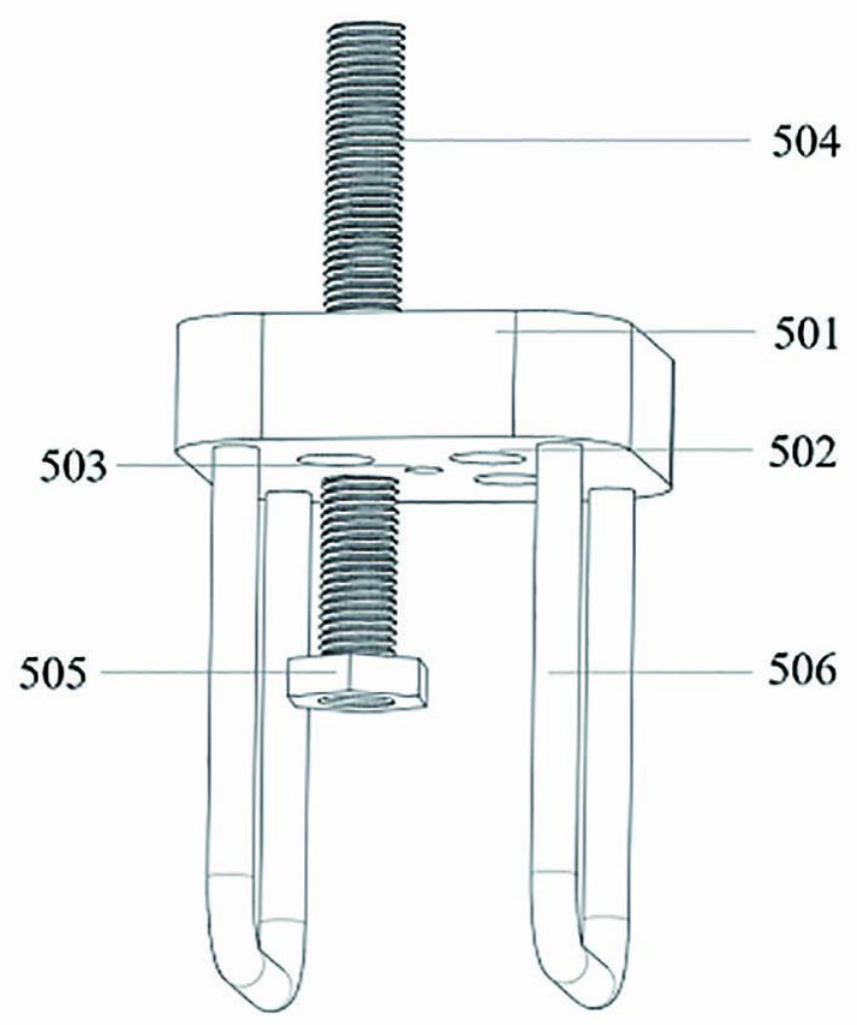


图5

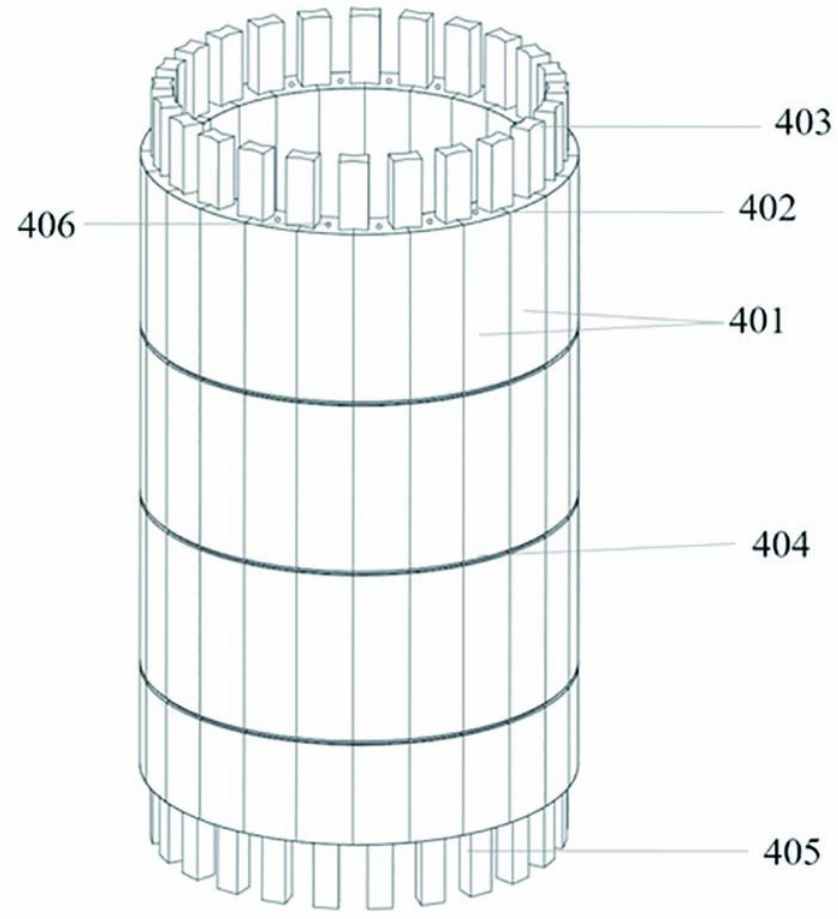


图6

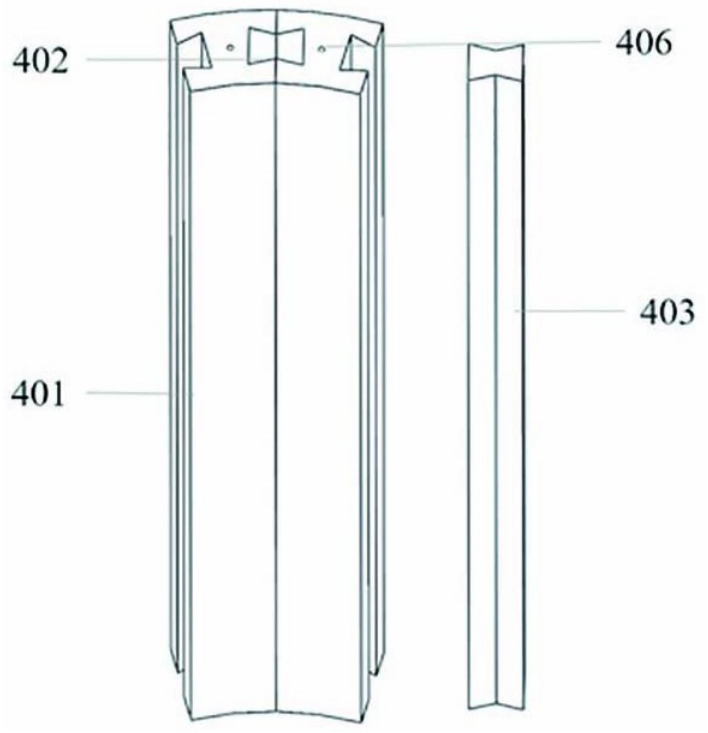


图7

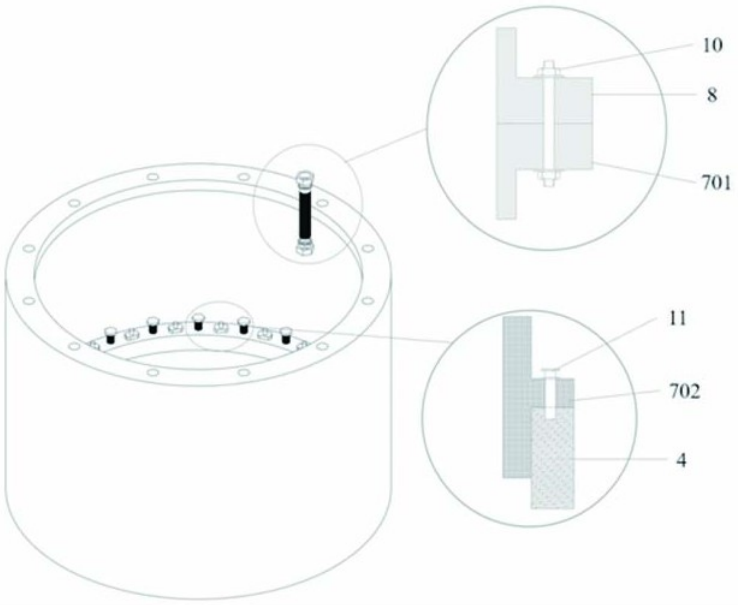


图8

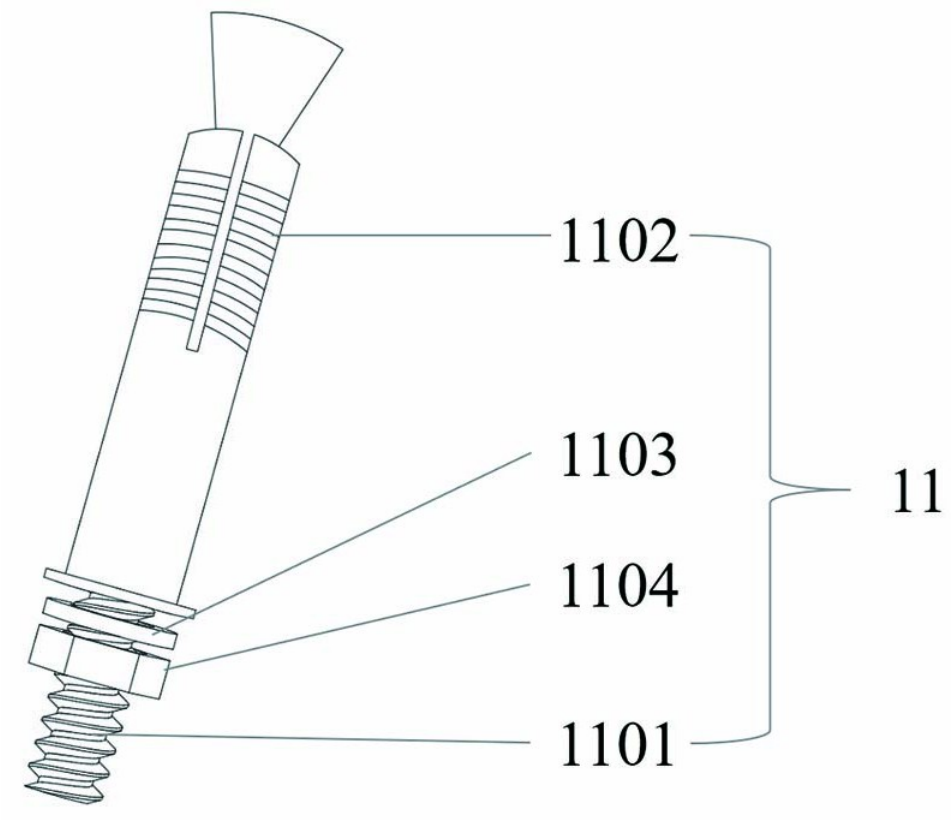


图9

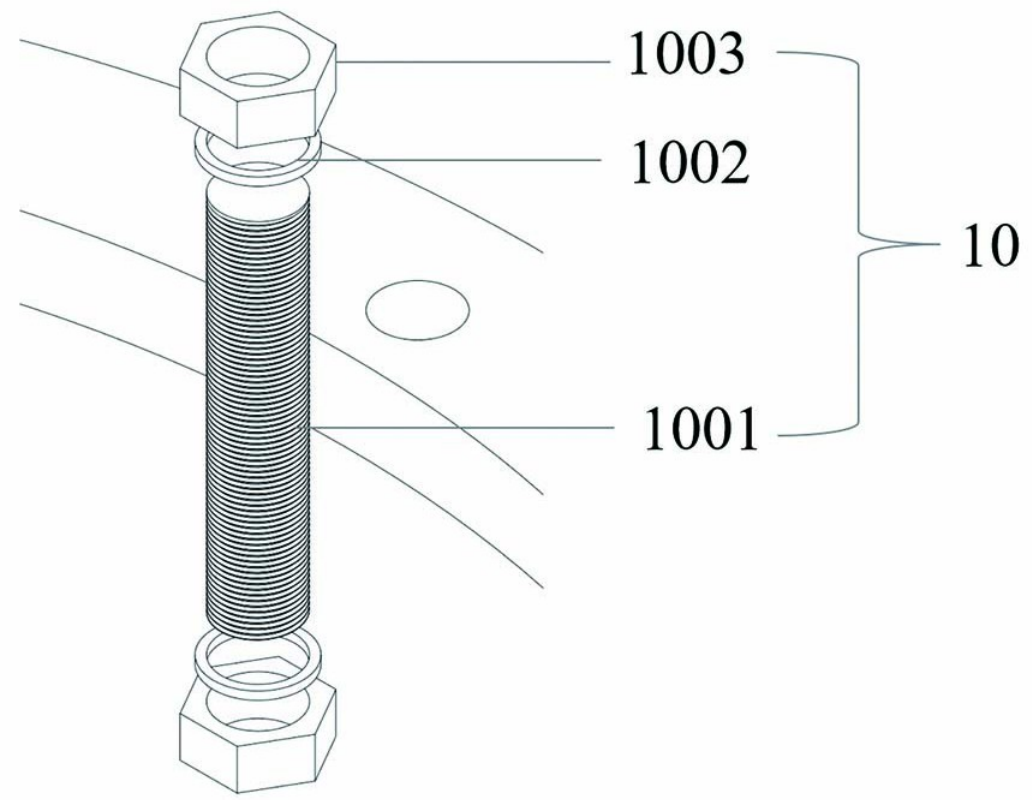


图10