



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111022267 A

(43)申请公布日 2020.04.17

(21)申请号 201911377228.1

(22)申请日 2019.12.27

(71)申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 王宇航 杨均德 邓然 周绪红
杨庆山

(51)Int.Cl.

F03D 13/20(2016.01)

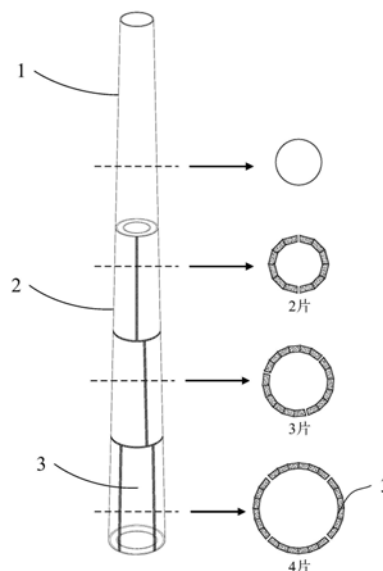
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合
风电塔筒

(57)摘要

本发明公开了一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒,涉及风力发电技术领域。该体系由上部纯钢塔筒和下部组合塔筒组成,纯钢塔筒和组合塔筒之间通过螺栓连接,并在纯钢塔筒底部施加预应力。所述组合塔筒沿环向由分片的多腔组合壳体采用螺栓连接形成筒体并沿竖向分段组装而成,沿环向的分片数量从下往上逐渐减少,每段组合塔筒底部均通过预应力筋与基础相连。所述的多腔组合壳体由钢板通过冷弯、焊接形成多腔体的箱形截面后在其内部空腔中浇筑混凝土形成,在其边缘设置马牙搓加劲区、预埋螺杆和预应力筋锚固板等。该体系充分发挥了组合结构承载力高、稳定性好的受力特性,可实现分段施加预应力,施工周期短、材料用量省,具有广阔的工程应用前景。



1. 一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒, 涉及风力发电技术领域, 其特征是: 该体系包含纯钢塔筒 (1)、组合塔筒 (2)、多腔组合壳体 (3)、预应力筋 (4)、锚具 (5)、外侧钢板 (6)、内侧钢板 (7)、混凝土 (8)、内部钢板 (9)、端板 (10)、连接板 (11)、加劲板 (12)、预应力筋锚固板 (13)、预埋螺杆 (14)、螺栓 (15)、环向加劲板 (16)、基础 (17)、法兰板 (18); 该体系上部为纯钢塔筒 (1), 下部为组合塔筒 (2)。

2. 根据权利要求1所述的基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒, 其特征在于: 组合塔筒 (2) 沿环向由分片的多腔组合壳体 (3) 拼装形成筒体并沿竖向分段组装, 每段组合塔筒 (2) 沿环向的多腔组合壳体 (3) 分片数量从下往上逐渐减少。

3. 根据权利要求1所述的基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒, 其特征在于: 纯钢塔筒 (1) 和每段组合塔筒 (2) 底部均通过预应力筋 (4) 与基础 (17) 相连, 预应力筋 (4) 沿环向均匀分布, 实现分段施加预应力。

4. 根据权利要求1所述的基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒, 其特征在于: 多腔组合壳体 (3) 由钢板通过冷弯成型、焊接形成多腔体的箱型截面, 或者通过多段平钢板焊接形成箱型截面, 然后在其内部空腔中浇筑混凝土 (8) 形成; 多腔组合壳体 (3) 边缘设置马牙搓加劲区、预埋螺杆 (14), 相邻多腔组合壳体通过预埋螺杆 (14) 和加劲区连接板 (11) 上预留的螺栓孔采用螺栓 (15) 连接; 多腔组合壳体 (3) 下部设置预应力筋锚固板 (13), 预应力筋 (4) 穿过预应力筋锚固板 (13) 上预留的预应力筋孔在其上侧采用锚具 (5) 锚固。

5. 根据权利要求1所述的基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒, 其特征在于: 纯钢塔筒 (1) 底部焊接环向加劲板 (16)、预应力筋锚固板 (13)、法兰板 (18) 和加劲板 (12), 纯钢塔筒 (1) 通过法兰板 (11) 与组合塔筒 (2) 采用螺栓 (15) 进行连接, 预应力筋 (4) 穿过预应力筋锚固板 (13) 上预留的预应力筋孔在其上侧采用锚具 (5) 锚固。

一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电技术领域。

背景技术

[0002] 目前,我国能源发展正处于深刻变革和重大调整的关键时期。为应对气候变化,我国承诺到2020年碳排放强度比2005年下降40%至45%,非化石能源占比达到15%,到2030年非化石能源占比达到20%。为实现这一战略目标,需要大力发展清洁能源。风电能源是一种无污染、可再生的新能源,相比传统石油、煤炭等不可再生资源优势明显。我国风能发展潜力巨大,发展风电新能源,是推动我国发电技术进步和产业升级、促进我国能源结构调整的重要措施,建设资源节约型、环境友好型社会的重大战略选择。

[0003] 我国“三北”高风速地区的电力系统调峰能力严重不足,电网消纳能力有限,导致“弃风限电”问题突出,而我国中东部及南部低风速区接近经济发达地区,可以实现风电的就地消纳。为了获取更大的风速提高发电量、加强低风速区风电资源的开发,风电机组塔筒结构的高度需大幅提高,而传统的钢塔筒由于抗侧刚度较小、稳定性较差和承载力较低等原因受到限制。因此,近年来混合风电塔筒得到了一定的应用,传统的混合塔筒由上部纯钢塔筒和下部预制混凝土塔筒组成,但是在实际的应用过程中下部混凝土塔筒在复杂应力作用下易开裂,预制混凝土塔筒在接缝处需要现场灌浆,导致工序复杂,施工周期较长。

[0004] 为了进一步推进低风速区风能资源的开发,对传统的塔筒结构进行改进,提出一种新型混合风电塔筒具有重要意义。组合结构能够充分发挥钢材和混凝土的材料特性,具有稳定性好、刚度大、承载力高、抗疲劳性能好等优越的力学性能。基于组合结构的力学机理,本发明提出一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒,能够解决传统混凝土塔筒的弊端,具有优越的力学性能、连接可靠、施工方便等诸多优势,具有广阔的工程应用前景。

发明内容

[0005] 本发明提出一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒:该体系由上部纯钢塔筒和下部组合塔筒组成。组合塔筒沿环向由分片的多腔组合壳体拼装形成筒体并沿竖向分段组装,每段组合塔筒沿环向的多腔组合壳体分片数量从下往上逐渐减少。由钢板通过冷弯、焊接等工艺形成多腔体的箱形截面,亦可通过多段平钢板焊接形成箱型截面,然后在其内部空腔中浇筑混凝土形成多腔组合壳体,通过箱型截面的内部钢板将混凝土分隔成多个区域,增加了钢板对混凝土的约束作用,使其组合效应能够得到充分的发挥,同时内部钢板可以起到加劲肋的作用,防止内外侧钢板屈曲。多腔组合壳体在边缘设置加劲区和预埋螺杆,左右两侧加劲区呈马牙搓形式布置使塔筒的连接更为可靠。竖向每段组合塔筒底部均通过预应力筋与基础相连,可以使得预应力从下往上逐段减小。

[0006] 该体系充分发挥了组合结构承载力高、稳定性好的受力特性,可实现分段施加预应力、分片数量从下往上逐段减少、竖向拼接缝不连续,连接安全可靠,所有构件均可在工

厂预制、现场装配,施工周期短,材料用量省,具有广阔的工程应用前景。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒,该体系包括纯钢塔筒、组合塔筒、多腔组合壳体、预应力筋、锚具、外侧钢板、内侧钢板、混凝土、内部钢板、端板、连接板、加劲板、预应力筋锚固板、预埋螺杆、螺栓、环向加劲板、基础、法兰板。

[0009] 该体系由上部纯钢塔筒和下部组合塔筒组成,纯钢塔筒和组合塔筒之间通过螺栓连接,并在纯钢塔筒底部施加预应力,使其与组合塔筒紧密连接,该构造连接方式可省去传统混合塔筒中转接环装置,使得传力路径更加明确、受力更为合理。

[0010] 组合塔筒沿环向由分片的多腔组合壳体采用螺栓连接拼装形成筒体,并沿竖向分段组装而成。每段组合塔筒沿环向的多腔组合壳体分片数量从下往上逐渐减少,不同的分片数量可以避免组合塔筒的竖向拼接缝贯通,增加组合塔筒的整体性。

[0011] 每段组合塔筒底部均通过预应力筋与基础相连,使得组合塔筒内的预应力从下往上逐段减小,与塔筒在外力作用下弯矩沿竖向的分布规律相同,在满足受力要求的同时能够减少预应力筋的用量、缩短预应力筋的长度和减小预应力筋张拉应力,有效的缓解了预应力筋过长、张拉应力过大造成预应力筋松弛严重的问题,同时避免所有预应力筋锚固于同一部位造成应力集中。

[0012] 多腔组合壳体由钢板通过冷弯、焊接等工艺形成多腔体的箱形截面,亦可通过多段平钢板焊接形成箱型截面,然后在其内部空腔中浇筑混凝土形成。通过箱型截面的内部钢板将混凝土分隔成多个区域,增加了钢板对混凝土的约束作用,使其组合效应能够得到充分的发挥,同时内部钢板可以起到加劲和承载的作用,能够防止内外侧钢板屈曲和提高组合壳体竖向承载能力。此外,多腔组合壳体可解决传统组合塔筒需大量布置栓钉的弊端,降低造价。

[0013] 多腔组合壳体在边缘设置加劲区和预埋螺杆,左右两侧加劲区呈马牙搓形式布置使塔筒的连接更为可靠,增加塔筒的整体性,防止在剪力作用下分片的多腔组合壳体之间沿竖向错动。分片的多腔组合壳体通过预埋螺杆和连接板上预留的螺栓孔通过螺栓进行连接形成组合塔筒。

[0014] 本发明相对于现有技术具有以下有益效果:

[0015] (1) 钢塔筒和组合塔筒之间通过螺栓和预应力筋直接连接,省去传统混合塔筒的转接环,传力路径明确、受力方式合理。

[0016] (2) 每段组合塔筒沿环向的分片数量从下往上逐渐减少,可以避免组合塔筒的竖向拼接缝贯通,增加组合塔筒的整体性。

[0017] (3) 每段组合塔筒底部均通过预应力筋与基础相连,组合塔筒内的预应力从下往上逐段减小,可减少预应力筋用量,缓解预应力筋过长、张拉应力过大造成预应力筋松弛严重的问题,避免所有预应力筋锚固于同一部位造成应力集中。

[0018] (4) 多腔组合壳体钢板对混凝土的约束作用强,组合效应得到充分发挥,避免传统组合塔筒需布置大量栓钉的弊端,由其组装形成的组合塔筒具有承载力高、稳定性好、刚度大、节省材料等优点。

[0019] (5) 多腔组合壳体之间的连接方式施工方便、传力合理、连接可靠。

[0020] (6) 该体系所有构件均在工厂预制完成后运输到现场,施工现场通过螺栓连接等

方式装配而成,施工方便、绿色环保、可大幅缩短施工周期;塔筒采用分片和分段的方式预制,便于运输、堆放和吊装。

附图说明

[0021] 图1为本发明的整体示意图;

[0022] 图2为本发明的分段预应力示意图;

[0023] 图3为本发明多腔组合壳体整体示意图及其细部构造;

[0024] 图4为本发明多腔组合壳体竖向拼接示意图;

[0025] 图5为本发明多腔组合壳体环向拼接示意图;

[0026] 图6为本发明纯钢塔筒底部构造示意图;

[0027] 图中:1-纯钢塔筒、2-组合塔筒、3-多腔组合壳体、4-预应力筋、5-锚具、6-外侧钢板、7-内侧钢板、8-混凝土、9-内部钢板、10-端板、11-连接板、12-加劲板、13-预应力筋锚固板、14-预埋螺杆、15-螺栓、16-环向加劲板、17-基础、18-法兰板

具体实施方式

[0028] 以下结合附图,对本发明作进一步描述。

[0029] 如图1所示,一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒,该体系由上部的纯钢塔筒(1)和下部的组合塔筒(2)组成,组合塔筒(2)沿环向由分片的多腔组合壳体(3)拼装形成筒体并沿竖向分段组装,每段组合塔筒(2)沿环向的多腔组合壳体(3)分片数量从下往上逐渐减少。

[0030] 如图2所示,纯钢塔筒(1)和每段组合塔筒(2)底部均通过预应力筋(4)与基础(17)相连,预应力筋(4)沿环向均匀分布。

[0031] 如图3所示,多腔组合壳体(3)由钢板通过冷弯成型、焊接形成多腔体的箱型截面,亦可通过多段平钢板焊接形成箱型截面,然后在其内部空腔中浇筑混凝土(8)形成;在多腔组合壳体(3)上侧焊接端板(10),端板(10)上开孔并在孔洞处焊接预埋螺杆(14);在多腔组合壳体(3)左右两侧相应位置开孔并在孔洞处焊接预埋螺杆(14);在多腔组合壳体(3)左右两侧焊接加劲板(12)和连接板(11)形成马牙搓形式的加劲区,并在连接板(11)上预留螺栓孔;在多腔组合壳体(3)下部焊接预应力筋锚固板(13)、连接板(11)和加劲肋(12),并在连接板(11)上预留螺栓孔、在预应力筋锚固板(13)上预留预应力筋孔;预应力筋(4)穿过预应力筋锚固板(13)上预留的预应力筋孔在其上侧采用锚具(5)锚固。

[0032] 如图4所示,多腔组合壳体(3)其上侧的预埋螺杆(14)穿过下侧连接板(11)上预留的螺栓孔,采用螺栓(15)进行竖向拼接。

[0033] 如图5所示,多腔组合壳体(3)两侧马牙搓形式的加劲区的对应布置,两侧预埋螺杆(14)穿过连接板(11)上预留的螺栓孔,采用螺栓(15)进行环向拼接。

[0034] 如图6所示,纯钢塔筒(1)底部焊接环向加劲板(16)、预应力筋锚固板(13)、法兰板(18)和加劲板(12),纯钢塔筒(1)通过法兰板(11)与组合塔筒(2)采用螺栓(15)进行连接,预应力筋(4)穿过预应力筋锚固板(13)上预留的预应力筋孔在其上侧采用锚具(5)锚固。

[0035] 本发明提出了一种基于分段预应力多腔组合壳体的混合风电塔筒,该体系充分发挥了组合结构承载力高、稳定性好的受力特性,可实现分段施加预应力、分片数量从下往上

逐段减少、竖向拼接缝不连续,连接安全可靠,所有构件均可在工厂预制、现场装配,施工周期短,材料用量省,具有广阔的工程应用前景。

[0036] 以上所述仅仅是本发明的优选实施方案,但是本发明并不局限于上述的具体实施方案。在本领域的普通技术人员在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干修改、补充或改用类似方式替代,这些也应视作本发明的保护范围。

[0037] 尽管本文较多地使用了:1-纯钢塔筒、2-组合塔筒、3-多腔组合壳体、4-预应力筋、5-锚具、6-外侧钢板、7-内侧钢板、8-混凝土、9-内部钢板、10-端板、11-连接板、12-加劲板、13-预应力筋锚固板、14-预埋螺杆、15-螺栓、16-环向加劲板、17-基础、18-法兰板等术语,但并不排除使用其他术语的可能性。使用这些术语仅仅是为了更方便地描述和解释本发明的本质,把它们解释成任何一种附加的限制都是与本发明的精神相违背的。

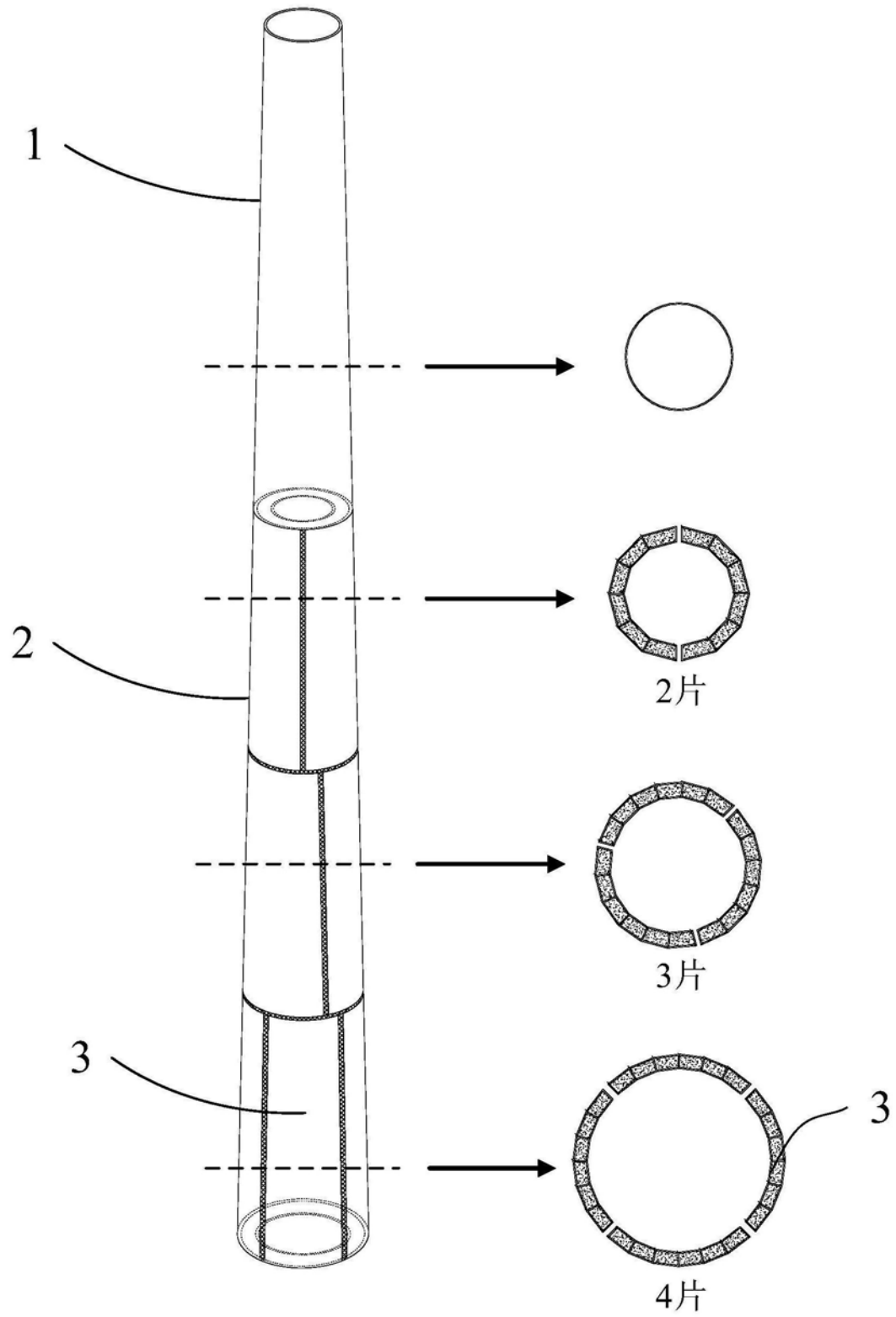


图1

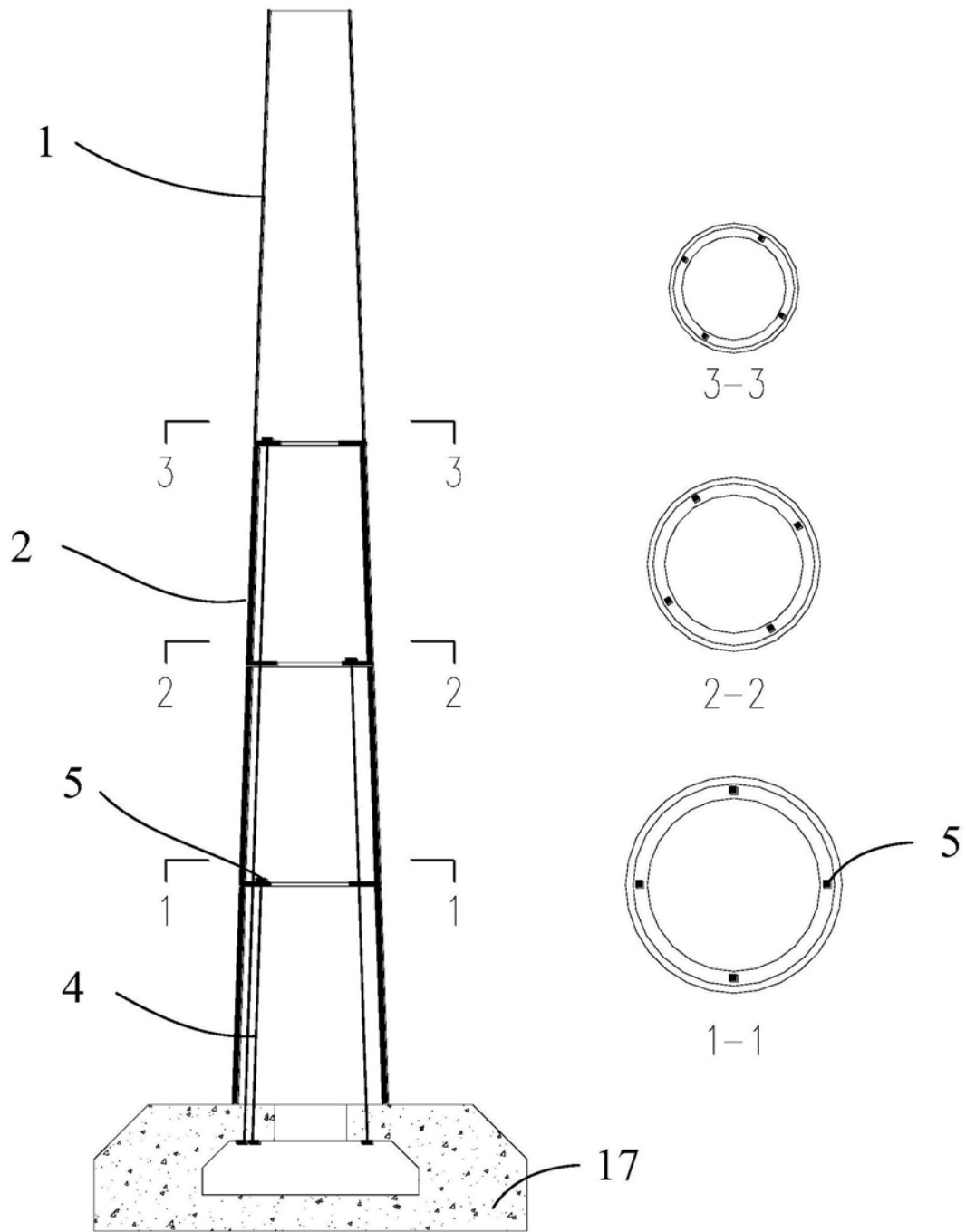


图2

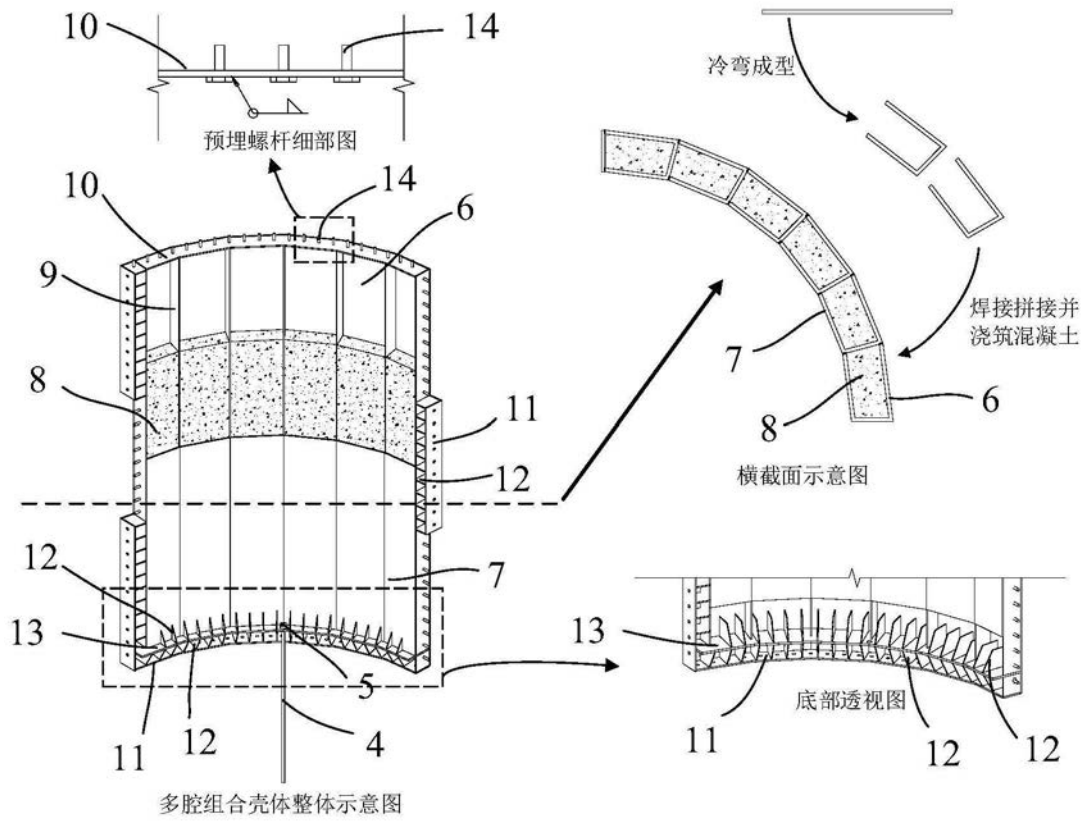


图3

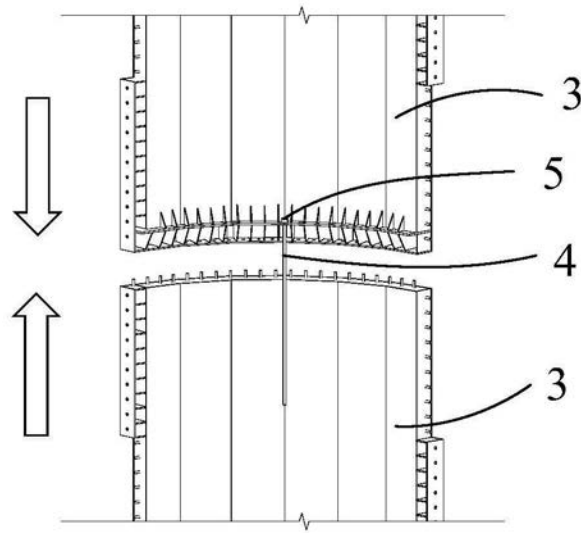


图4

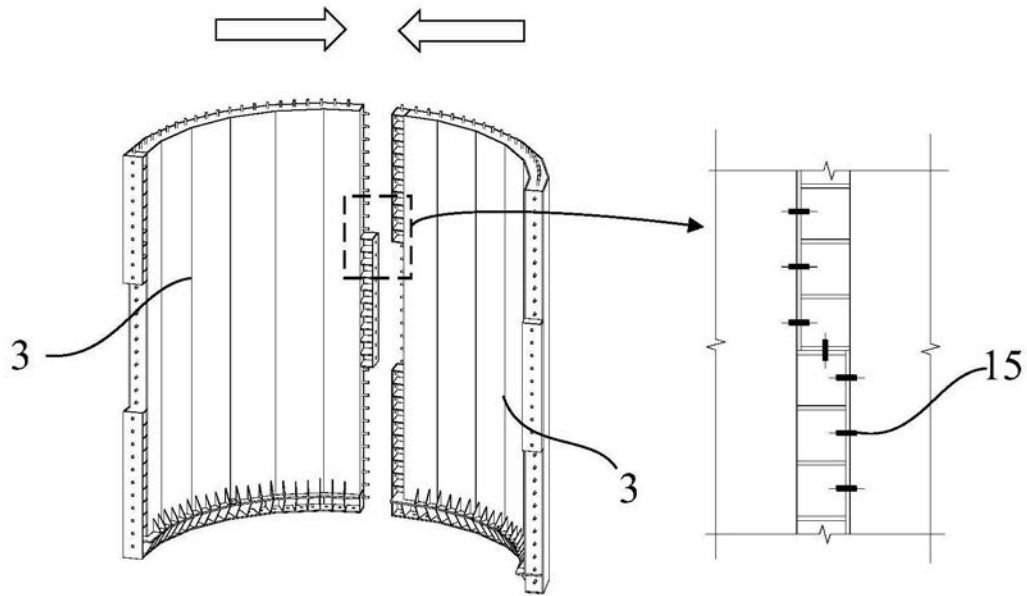


图5

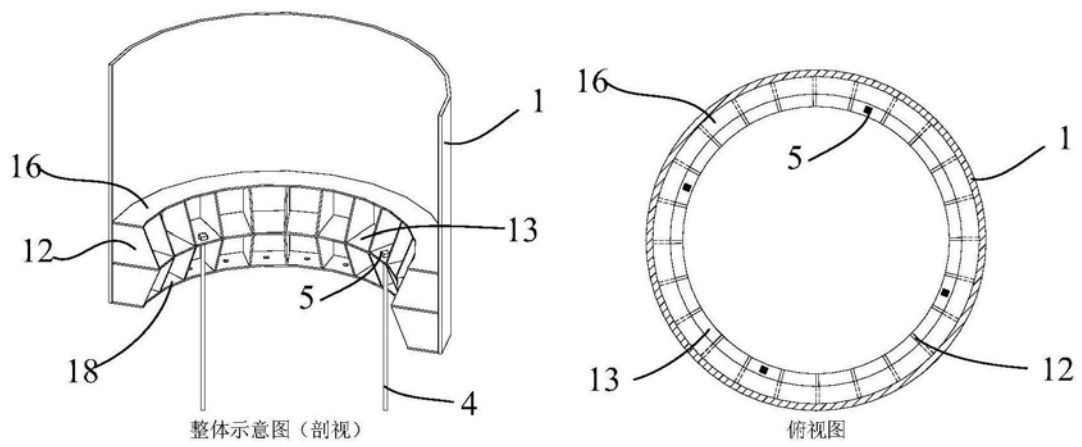


图6