



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116733684 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 12

(21) 申请号 202310816944.5

E04B 1/34 (2006.01)

(22) 申请日 2023.07.05

(71) 申请人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72) 发明人 杨勇 左开元 张树琛 郝宁

马银科 徐龙康

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务

所 61215

专利代理师 段俊涛

(51) Int. Cl.

F03D 13/20 (2016.01)

E04G 21/00 (2006.01)

E04G 21/02 (2006.01)

E04G 21/14 (2006.01)

E04C 5/08 (2006.01)

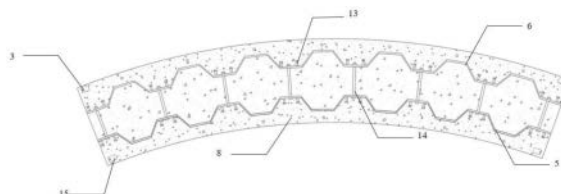
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒及施工方法

(57) 摘要

一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒及施工方法,包括筒段,筒段沿环向由多个外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元通过预应力弯螺栓进行连接,相邻的筒段通过L形法兰盘及高强度螺栓连接紧固。组合塔筒单元包括波纹内钢板、波纹外钢板、预应力钢筋、外包混凝土、夹层混凝土、上端板、下端板。塔筒可根据需求自下而上灵活设计,上部塔筒段可以选择不填充夹层混凝土,可减轻塔筒结构自重,方便吊装。本发明承载能力提高同时减小构件截面尺寸,具有良好延性与耗能能力,同时提升了塔筒的抗弯和抗裂性能,保证了塔筒的刚度和稳定性。组合塔筒分片预制、分片运输、现场装配,施工高效。可大幅提高风机塔筒高度,适应低风速区发展要求。



1. 一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,沿竖向由若干筒段(1)接合组成,所述筒段(1)沿环向由多个外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元(2)通过预应力弯螺栓(3)连接组成,上下相邻的筒段(1)通过L形法兰盘(4)连接紧固;

所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元(2)包括波纹内钢板(5)、波纹外钢板(6)、预应力钢筋(7)、外包混凝土(8)、上端板(10)、下端板(11),其中,波纹内钢板(5)、波纹外钢板(6)及外包混凝土(8)构成腔体;

沿环向,相邻的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元(2)通过预应力弯螺栓(3)连接为一体,构成一个筒段(1);在若干筒段(1)的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元(2)的腔体中,填充有夹层混凝土(9);

沿竖向,相邻的筒段(1)通过L形法兰盘(4)及高强度螺栓(12)进行连接,构成组合塔筒。

2. 根据权利要求1所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,所述波纹内钢板(5)、波纹外钢板(6)沿筒段(1)的筒壁截面中心对称分布且弧度相同,分别设置在距离塔筒内外壁 $50\pm 5\text{mm}$ 处,波纹的轴向沿筒段(1)的竖向布置。

3. 根据权利要求2所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,所述波纹内钢板(5)、波纹外钢板(6)的波形采用正弦波形,波纹采用宽波纹,波峰长度为波谷两倍,波峰长度为 $100\text{mm}\sim 300\text{mm}$,波折角度为 $45^\circ\sim 60^\circ$,波高和波长的比值为 $0.1\sim 0.2$ 。

4. 根据权利要求1所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,所述波纹内钢板(5)、波纹外钢板(6)均焊接有多个栓钉(13),栓钉(13)沿环向均匀布置,并伸入至外包混凝土(8);所述波纹内钢板(5)、波纹外钢板(6)沿环向均匀设置有多处预留孔,并通过对拉螺栓(14)进行连接;栓钉(13)与对拉螺栓(14)沿竖向间隔布置。

5. 根据权利要求1所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,所述外包混凝土(8)内部设置预应力钢筋孔,沿筒段(1)竖直方向布置预应力钢筋(7),预应力钢筋(7)锚固于外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元(2)的上端板(10)及下端板(11)。

6. 根据权利要求1所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元(2)两侧有供环向安装连接相邻塔简单元的正方形螺栓槽(15),螺栓槽预留螺栓孔。

7. 根据权利要求1所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,所述外包混凝土(8)采用超高性能混凝土或自密实混凝土,所述夹层混凝土(9)为普通混凝土,仅在所述组合塔筒下部的筒段(1)的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合简单元(2)的腔体中填充,形成外包混凝土-双波纹钢板空心混凝土组合塔筒。

8. 根据权利要求1所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,所述L形法兰盘(4)由环形连接板(16)、环形法兰板(17)和肋板(18)焊接而成,所述环形法兰板(17)上设置有对应于高强度螺栓(12)的预留孔,L形法兰盘(4)各段沿环向分段组装,相邻段肋板进行焊接。

9. 根据权利要求1所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征在于,所述L形法兰盘(4)分别焊接于上方筒段(1)的下端板(10)和下方筒段(1)的上端板(11),并用高强度螺栓(12)进行连接。

10. 一种如权利要求1至9任一项所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,其特征

在于,包括:

- 1) 钢板加工为波纹内钢板(5)、波纹外钢板(6)并进行卷弯,加工L形法兰盘(4);
- 2) 波纹内钢板(5)、波纹外钢板(6)外侧焊接栓钉(13)并通过对拉螺栓(14)进行连接,预留预应力钢筋孔并浇筑外包混凝土(8),两端预留正方形螺栓槽(15),浇筑夹层混凝土(9),焊接上端板(10)、下端板(11),张拉预应力钢筋(7),完成外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元(2)的施工,L形法兰盘(4)分别焊接于上塔筒段(1)的下端板(11)和下塔筒段(1)的上端板(10);
- 3) 将预制好的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元(2)运输至现场,沿环向通过预应力弯螺栓(3)连接,相邻的筒段(1)通过L形法兰盘(4)及高强度螺栓(12)进行连接,构成组合塔筒。

一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒及施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于风机塔筒设计技术领域，具体涉及一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒及施工方法。

背景技术

[0002] 塔筒作为风机中的重要承载构件，起到连接机舱和基础的作用，将捕捉风能的风力发电机支撑在有利高度以达到最经济安全的能量利用，塔筒的重要性随着风机容量和高度的增加愈加突出。目前，风机塔筒向大功率、高塔筒发展，传统混凝土塔筒接缝处需要现场灌浆养护，施工工序较多，安装周期较长，且混凝土塔筒在高于100米后，重量会出现指数型的增加，使得塔筒的自重较大，经济性较差，难以满足使用需求。

[0003] 因此，开发一种性能更优，经济性更好的新型塔筒，对充分开发利用风能资源具有重要的意义。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的缺点，本发明的目的在于提供一种一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒及施工方法，以期解决现有的传统混凝土塔筒自重较大、经济性能较低等问题。

[0005] 为了实现上述目的，本发明采用的技术方案是：

[0006] 一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒，沿竖向由若干筒段接合组成，所述筒段沿环向由多个外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元通过预应力弯螺栓连接组成，上下相邻的筒段通过L形法兰盘连接紧固；

[0007] 所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元包括波纹内钢板、波纹外钢板、预应力钢筋、外包混凝土、上端板、下端板，其中，波纹内钢板、波纹外钢板及外包混凝土构成腔体；

[0008] 沿环向，相邻的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元通过预应力弯螺栓连接为一体，构成一个筒段；在若干筒段的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元的腔体中，填充有夹层混凝土；

[0009] 沿竖向，相邻的筒段通过L形法兰盘及高强度螺栓进行连接，构成组合塔筒。

[0010] 在一个实施例中，所述波纹内钢板、波纹外钢板沿筒段的筒壁截面中心对称分布且弧度相同，分别设置在距离塔筒内外壁 $50\pm 5\text{mm}$ 处，波纹的轴向沿筒段的竖向布置。

[0011] 在一个实施例中，所述波纹内钢板、波纹外钢板的波形采用正弦波形，波纹采用宽波纹，波峰长度为波谷两倍，波峰长度为 $100\text{mm}\sim 300\text{mm}$ ，波折角度为 $45^\circ\sim 60^\circ$ ，波高和波长的比值为 $0.1\sim 0.2$ 。

[0012] 在一个实施例中，所述波纹内钢板、波纹外钢板均焊接有多个栓钉，栓钉沿环向均匀布置，并伸入至外包混凝土；所述波纹内钢板、波纹外钢板沿环向均匀设置有多个预留孔，并通过对拉螺栓进行连接；栓钉与对拉螺栓沿竖向间隔布置。

[0013] 在一个实施例中,所述外包混凝土内部设置预应力钢筋孔,沿筒段竖直方向布置预应力钢筋,预应力钢筋锚固于外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元的上端板及下端板。

[0014] 在一个实施例中,所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元两侧有供环向安装连接相邻塔简单元的正方形螺栓槽,螺栓槽预留螺栓孔。

[0015] 在一个实施例中,所述外包混凝土采用超高性能混凝土或自密实混凝土,所述夹层混凝土为普通混凝土,塔筒可根据需求自下而上灵活设计,上部塔筒段可不填充夹层混凝土,可在所述组合塔筒下部的筒段的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合简单元的腔体中填充,形成外包混凝土-双波纹钢板空心混凝土组合塔筒。

[0016] 在一个实施例中,所述L形法兰盘由环形连接板、环形法兰板和肋板焊接而成,所述环形法兰板上设置有对应于高强度螺栓的预留孔,L形法兰盘各段沿环向分段组装,相邻段肋板进行焊接。

[0017] 在一个实施例中,所述L形法兰盘分别焊接于上方筒段的下端板和下方筒段的上端板,并用高强度螺栓进行连接。

[0018] 本发明还提供了该外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒施工方法,包括:

[0019] 1) 钢板加工为波纹内钢板、波纹外钢板并进行卷弯,加工L形法兰盘;

[0020] 2) 波纹内钢板、波纹外钢板外侧焊接栓钉并通过对接拉螺栓进行连接,预留预应力钢筋孔并浇筑外包混凝土,两端预留正方形螺栓槽,浇筑夹层混凝土,焊接上端板、下端板,张拉预应力钢筋,完成外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元的施工,L形法兰盘分别焊接于上塔筒段的下端板和下塔筒段的上端板;

[0021] 3) 将预制好的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元运输至现场,沿环向通过预应力弯螺栓连接,相邻的筒段通过L形法兰盘及高强度螺栓进行连接,构成组合塔筒。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0023] 1) 施工方便

[0024] 组合塔筒的筒段沿环向由多块外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元组成,分片预制的方式可批量标准化施工生产和养护,可在工厂预制,现场拼装,减少了施工现场的大型设备的使用,也便于在施工现场运输、堆放。塔筒环向通过预应力弯螺栓连接,竖向通过法兰盘连接,相比传统混凝土塔筒采用灌浆连接,缩短了施工周期,安装方便。

[0025] 2) 性能提升

[0026] 组合塔筒稳定性好、承载力高、抗疲劳性能好。分段预制,施工质量可以得到保证。内置波纹钢板,相比平钢板,增加了钢板与混凝土的接触面积,组合效应更好。组合塔筒相比传统混凝土塔筒截面含钢率提高,可减小构件截面,提高承载能力,具有良好的延性与耗能能力。采用预应力筋,塔筒整体处于受压状态,大幅提升了塔筒的抗弯和抗裂性能,保证了塔筒的刚度和稳定性。塔筒可根据需求自下而上灵活设计,上部塔筒段可不填充夹层混凝土,形成外包混凝土-双波纹钢板空心混凝土组合塔筒,可减轻塔筒结构自重,方便吊装。可在更多场景中使用。

[0027] 3) 经济性好

[0028] 组合塔筒分片预制,可减少模板数量,模板可重复利用,降低成本。分片运输,节省

了运输成本。现场装配,提高了施工效率,减少了施工成本。组合塔筒整体性能优异,维修频次减少,从而减少了后期运营与维护成本。外包混凝土采用超高性能混凝土、自密实混凝土等,夹层混凝土为普通混凝土,降低材料成本。

[0029] 总体来说,采用外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,稳定性好、承载力高、抗疲劳性能好。内置波纹钢板,相比传统混凝土塔筒截面含钢率增大,承载能力提高同时减小构件截面尺寸,具有良好的延性与耗能能力。采用预应力筋,大幅提升了塔筒的抗弯和抗裂性能,保证了塔筒的刚度和稳定性。塔筒可根据需求自下而上灵活设计,上部塔筒段可不填充夹层混凝土,形成外包混凝土-双波纹钢板空心混凝土组合塔筒。组合塔筒分片预制、分片运输、现场装配,经济性好,施工高效。可大幅提高风机塔筒高度,适应低风速区发展要求,具有良好的应用前景。

附图说明

[0030] 图1为本发明外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元的截面图。

[0031] 图2为本发明外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒的整体示意图。

[0032] 图3为本发明外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元的整体示意图。

[0033] 图4为本发明外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元拼接的示意图。

[0034] 图5为本发明环槽铆钉的示意图。

[0035] 图标:1-筒段;2-外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元;3-预应力弯螺栓;4-L形法兰盘;5-波纹内钢板;6-波纹外钢板;7-预应力钢筋;8-外包混凝土;9-夹层混凝土;10-上端板;11-下端板;12-高强度螺栓;13-栓钉;14-对拉螺栓;15-正方形螺栓槽;16-环形连接板;17-环形法兰板;18-肋板;19-环槽铆钉。

具体实施方式

[0036] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0037] 因此,以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0038] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0039] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0040] 如前所述,目前传统混凝土塔筒接缝处需要现场灌浆养护,施工工序较多,安装周期较长,且混凝土塔筒在高于100米后,重量会出现指数型的增加,使得塔筒的自重较大,经

济性较差,难以满足使用需求。因此,开发一种性能更优,经济性更好的新型塔筒,对充分利用风能资源具有重要的意义。

[0041] 基于此,本发明提供了一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒及施工方法,稳定性好、承载力高、抗疲劳性能好。内置波纹钢板,相比传统混凝土塔筒截面含钢率增大,承载能力提高同时减小构件截面尺寸,具有良好的延性与耗能能力。采用预应力筋,大幅提升了塔筒的抗弯和抗裂性能,保证了塔筒的刚度和稳定性。塔筒可根据需求自下而上灵活设计,上部的筒段1可不填充夹层混凝土,形成外包混凝土-双波纹钢板空心混凝土组合塔筒。组合塔筒分片预制、分片运输、现场装配,经济性好,施工高效。可大幅提高风机塔筒高度,适应低风速区发展要求,具有良好的应用前景,尤其适用于高于100米的塔筒。

[0042] 具体地,参考图1~图5,本发明的组合塔筒包括筒段1,筒段1沿环向由多个外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元2通过预应力弯螺栓3进行连接,上下相邻的筒段1则通过L形法兰盘4连接紧固。

[0043] 所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元2包括波纹内钢板5、波纹外钢板6、预应力钢筋7、外包混凝土8、上端板10、下端板11,其中,波纹内钢板5、波纹外钢板6及外包混凝土8构成腔体。外包混凝土8填充在腔体外,即分别填充在波纹内钢板5的内侧和波纹外钢板6的外侧。夹层混凝土9用于填充在腔体内,也即波纹内钢板5与波纹外钢板6之间。在本发明中,可仅在部分筒段1的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元2的腔体中填充夹层混凝土9。

[0044] 沿环向,相邻的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元2通过预应力弯螺栓3连接为一体,构成筒段1。

[0045] 沿竖向,相邻的筒段1通过L形法兰盘4及高强度螺栓12进行连接,构成组合塔筒。

[0046] 根据上述结构,波纹钢板可大大增加与混凝土的接触面积,同时提高塔筒截面含钢率,使其承载能力得到提升。这种组合方式得到的组合塔筒的整体稳定性和承载力均较高,分段预制可以保证施工质量和效率。

[0047] 在本发明的一个实施例中,所述波纹内钢板5、波纹外钢板6沿筒段1的筒壁截面中心对称分布且弧度相同,分别设置在距离塔筒内外壁 $50\pm 5\text{mm}$ 处,波纹沿筒段1竖向布置。

[0048] 本实施例的波纹内钢板5和波纹外钢板6分布形式,可以使波纹内钢板5、波纹外钢板6沿筒段1的筒壁截面中心对称分布且具有相同弧度,方便高强度螺栓12的布置,高强度螺栓12用于波纹内钢板5和波纹外钢板6的连接,保证波纹内钢板5和波纹外钢板6整体性,使得构件共同受力。波纹的竖向布置,更好的利用波纹钢板的手风琴效应,具有更大的平面外刚度。

[0049] 在本发明的一个实施例中,所述波纹内钢板5、波纹外钢板6的波形采用正弦波形,波纹采用宽波纹,波峰长度为波谷两倍,波峰长度可为 $100\text{mm}\sim 300\text{mm}$,波折角度为 $45^\circ\sim 60^\circ$,波高和波长的比值为 $0.1\sim 0.2$ 。

[0050] 通过采用宽波纹,可以使波纹钢板的柔性增加,延长了疲劳寿命同时也大大地降低了波的弹性刚度,提高了安全强度和稳定性。可以获得更好的承载力、延性和耗能能力,在保证塔筒性能的前提下减小用钢量,经济性能更好。

[0051] 在本发明的一个实施例中,所述波纹内钢板5、波纹外钢板6均焊接有栓钉13,沿环向均匀布置;波纹内钢板5、波纹外钢板6沿环向均匀设置有预留孔,并通过对拉螺栓14进行

连接;栓钉13与对拉螺栓14沿竖向间隔布置。

[0052] 本实施例中,通过设置栓钉13可以防止内外钢板发生局部屈曲,同时提高波纹内钢板5、波纹外钢板6与夹层混凝土9的协同工作能力,对拉螺栓14连接波纹内钢板5和波纹外钢板6,保证波纹内钢板5和波纹外钢板6整体性,提高稳定性能,使得构件共同受力的作用,栓钉13与对拉螺栓14沿竖向间隔布置,使得栓钉13与对拉螺栓14沿竖向均匀分布,保证波纹内钢板5和波纹外钢板6的连接,提高钢板与外包混凝土8协调工作能力,截面受力均匀。

[0053] 在本发明的一个实施例中,所述混凝土8内部设置预应力钢筋孔,沿筒段1竖直方向布置预应力钢筋7,并分别锚固于外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元2的上端板10及下端板11。

[0054] 本实施例中,预应力钢筋7可使得塔筒整体处于受压状态,提升塔筒的抗弯和抗裂性能,保证塔筒的刚度和稳定性。

[0055] 在本发明的一个实施例中,所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元2两侧有供环向安装连接相邻塔简单元的正方形螺栓槽15,螺栓槽预留螺栓孔。

[0056] 本实施例中,正方形螺栓槽15的设置相邻外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元2的预应力弯螺栓3的连接提供施工空间,正方形螺栓槽15可在工厂完成施工,连接简便。

[0057] 在本发明的一个实施例中,所述外包混凝土8可采用超高性能混凝土、自密实混凝土等,夹层混凝土9为普通混凝土,塔筒可根据需求自下而上灵活设计,上部塔筒段1可不填充夹层混凝土9,可仅在所述组合塔筒下部的筒段1的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合简单元2的腔体中填充,形成外包混凝土-双波纹钢板空心混凝土组合塔筒。也即,本发明的一种形式是全部填充夹层混凝土9,另一种形式则是下面实心,上面空心。

[0058] 本实施例选择这种方式,主要适用于结构高度较低的风电塔筒,优点是上部塔筒段1对承载力要求较低,可不填充夹层混凝土9,可根据塔筒高度设计灵活,可减轻塔筒结构自重,方便吊装,提高塔筒经济性能。

[0059] 在本发明的一个实施例中,所述L形法兰盘4由环形连接板16、环形法兰板17和肋板18焊接而成,所述环形法兰板17上设置有对应于高强度螺栓12的预留孔,L形法兰盘4各段沿环向分段组装,相邻段肋板进行焊接。

[0060] 与传统连接方法相比,只需现场进行高强度螺栓12连接,无需施焊作业和湿作业,施工简便。L形法兰盘在工厂预制,端面规整,焊接质量好,连接强度高,疲劳性能好,节点质量易于保证,具有较好的稳定性和安全性。环形连接板16、环形法兰板17用于相邻外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔简单元2的连接,肋板18增大法兰刚度,减少法兰节点的变形。

[0061] 在本发明的一个实施例中,所述L形法兰盘4分别焊接于上塔筒段1的下端板10和下塔筒段1的上端板11,并用高强度螺栓12进行连接,高强度螺栓12可用相同规格的环槽铆钉19替代,用于相邻的筒段1的连接。

[0062] 本实施例连接形式,塔筒环向通过预应力弯螺栓3连接,竖向通过L形法兰盘4连接,相比传统混凝土塔筒采用灌浆连接,缩短了施工周期,安装方便。高强度螺栓12可用相同规格的环槽铆钉19替代,具有夹紧力大、性能稳定、防松效果好等优点。

[0063] 本发明的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,施工步骤如下:

[0064] 1) 钢板加工为波纹内钢板5、波纹外钢板6并进行卷弯,加工L形法兰盘4;

[0065] 2) 波纹内钢板5、波纹外钢板6外侧焊接栓钉13并通过对接拉螺栓14进行连接,预留预应力钢筋孔并浇筑外包混凝土8,两端预留正方形螺栓槽15,浇筑夹层混凝土9,焊接上端板10、下端板11,张拉预应力钢筋7,完成外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元2的施工,L形法兰盘4分别焊接于上塔筒段1的下端板11和下塔筒段1的上端板10;

[0066] 3) 将预制好的外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元2运输至现场,沿环向通过预应力弯螺栓3连接,相邻的筒段1通过L形法兰盘4及高强度螺栓12进行连接,构成组合塔筒。

[0067] 综上,本发明提出了一种外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒及施工方法,包括筒段,筒段沿环向由多个外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元通过预应力弯螺栓进行连接,相邻的筒段1通过L形法兰盘及高强度螺栓连接紧固。所述外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒单元包括波纹内钢板、波纹外钢板、预应力钢筋、外包混凝土、夹层混凝土、上端板、下端板,波纹钢板焊接有栓钉并通过对接拉螺栓进行连接。本发明采用外包混凝土-双波纹钢板混凝土组合塔筒,稳定性好、承载力高、抗疲劳性能好。内置波纹钢板,相比传统混凝土塔筒截面含钢率增大,承载能力提高同时减小构件截面尺寸,具有良好的延性与耗能能力。采用预应力筋,大幅提升了塔筒的抗弯和抗裂性能,保证了塔筒的刚度和稳定性。塔筒可根据需求自下而上灵活设计,上部塔筒段1可不填充夹层混凝土,形成外包混凝土-双波纹钢板空心混凝土组合塔筒。组合塔筒分片预制、分片运输、现场装配,经济性好,施工高效。可大幅提高风机塔筒高度,适应低风速区发展要求,具有良好的应用前景。

[0068] 以上仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

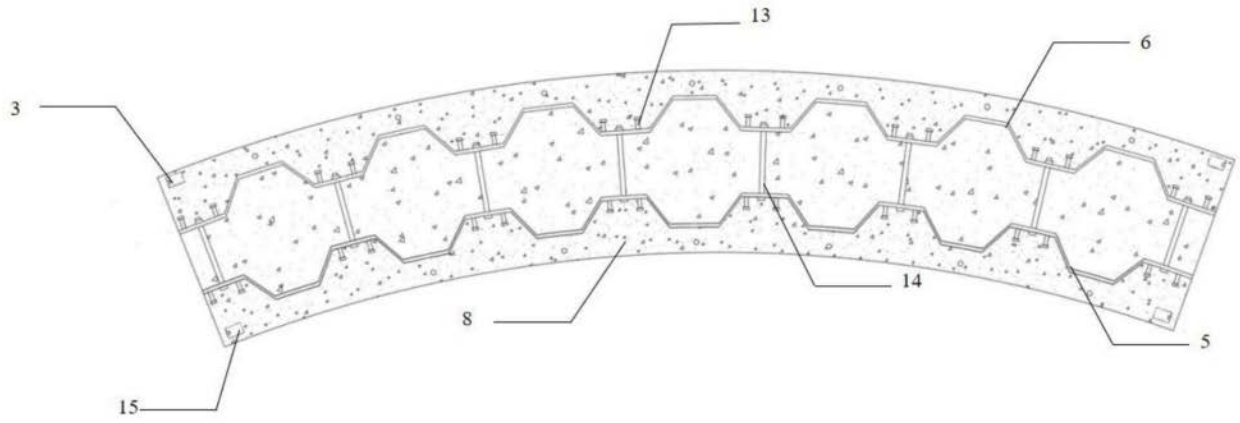


图1

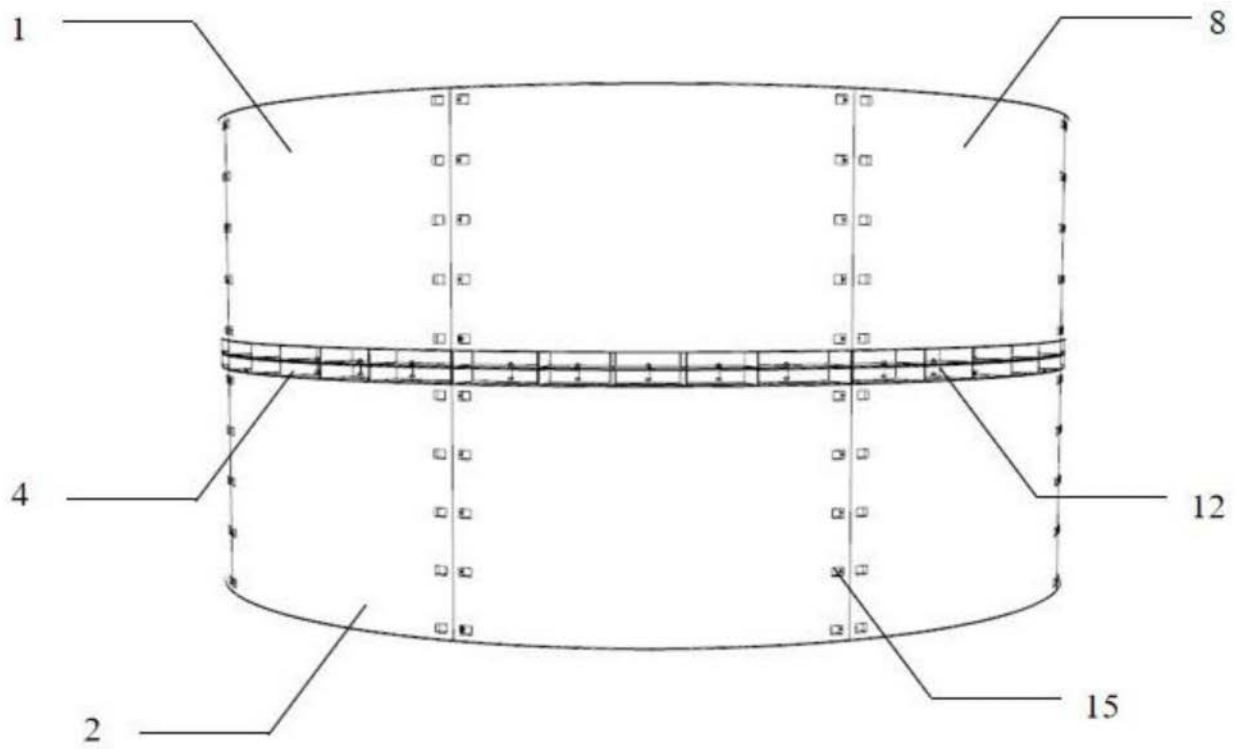


图2

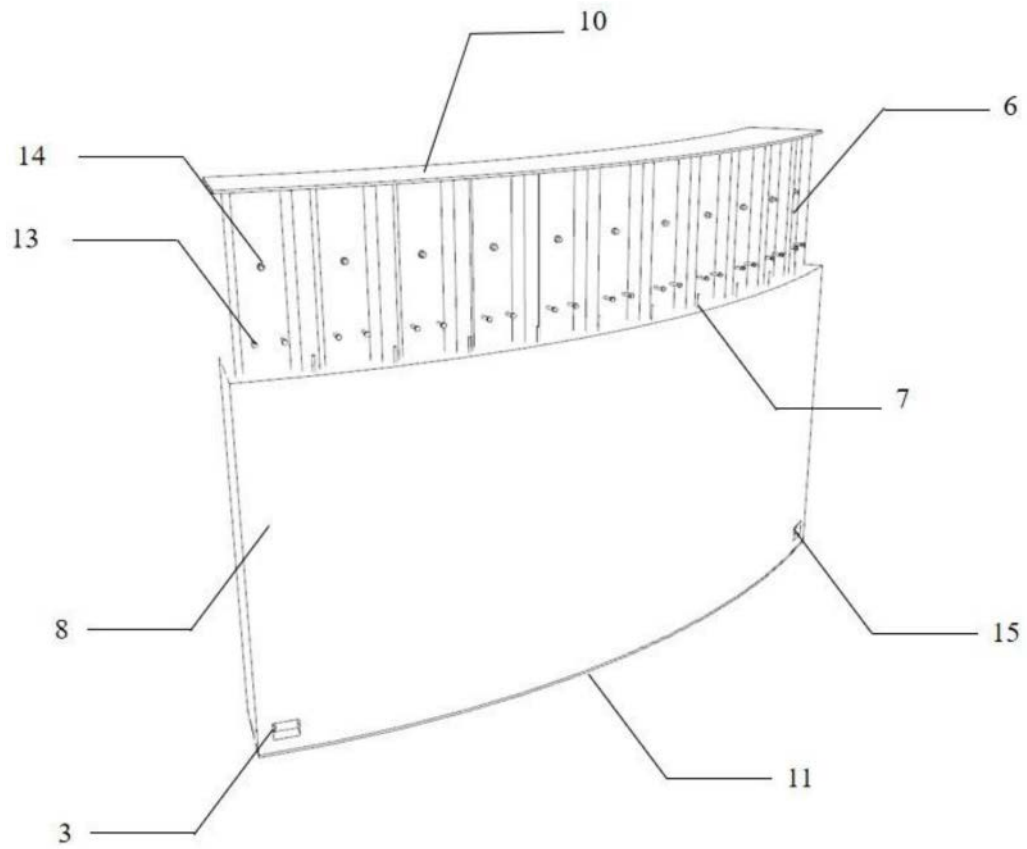


图3

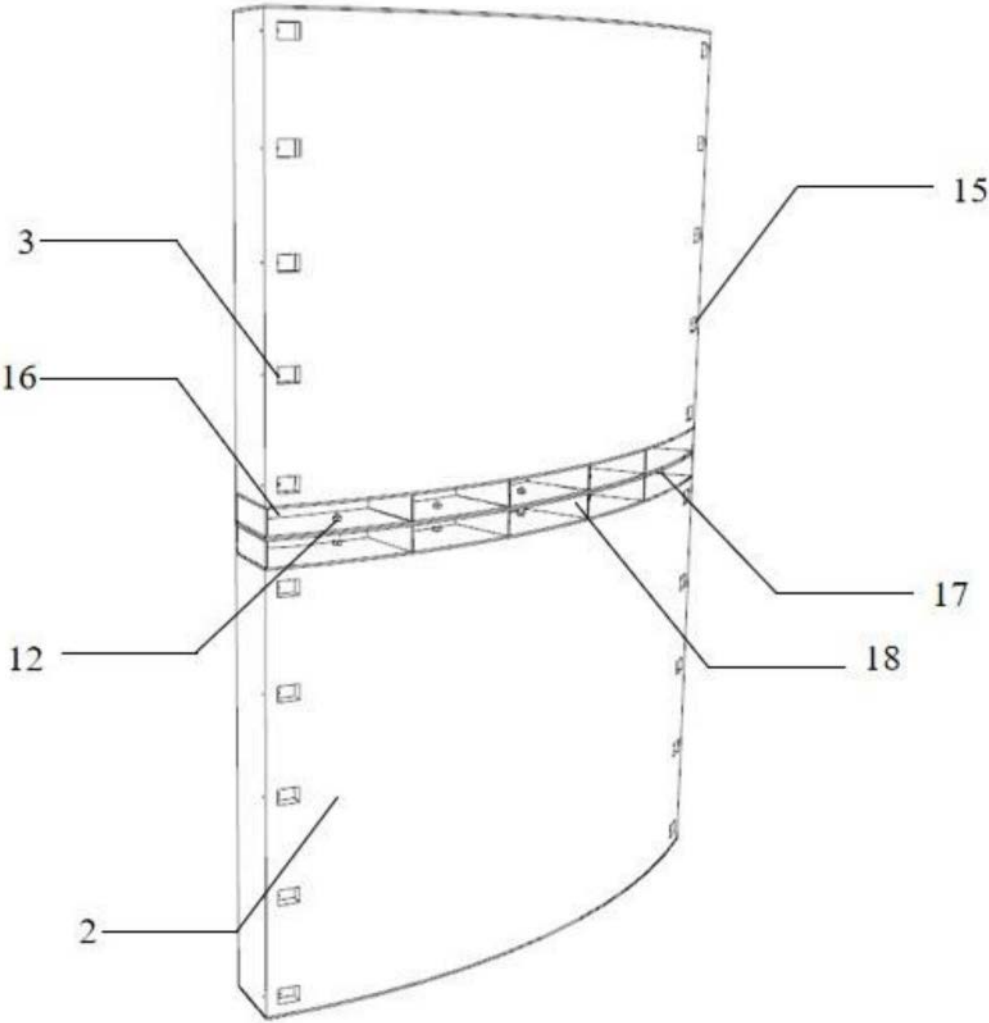


图4

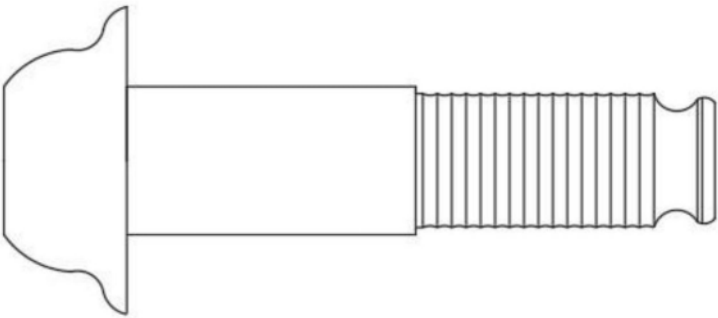


图5