



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 219622399 U

(45) 授权公告日 2023. 09. 01

(21) 申请号 202320597405.2

E02D 27/42 (2006.01)

(22) 申请日 2023.03.23

E02D 27/52 (2006.01)

(73) 专利权人 华南理工大学

E02D 27/18 (2006.01)

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

E04B 1/64 (2006.01)

H02S 20/10 (2014.01)

(72) 发明人 张子怡 陈光明 陈锦灿 周密
杨光宇 彭康庄 徐子强 谢光毅
易思雨

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

专利代理师 付茵茵

(51) Int. Cl.

E04H 12/02 (2006.01)

E04H 12/10 (2006.01)

E04H 12/14 (2006.01)

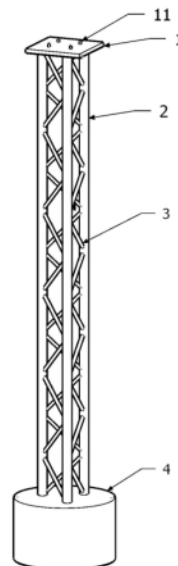
权利要求书1页 说明书6页 附图10页

(54) 实用新型名称

一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构

(57) 摘要

本实用新型涉及一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,包括从上往下依次相接的顶端锚板、塔身、沉箱;顶端锚板包括钢板和设置在钢板上的用于安装海面以上光伏结构的锚固装置;沉箱为上端密封、下端敞开的钢筒,埋入海底地基层;塔身包括FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,双壁空心构件的上端与钢板固定连接,下端与沉箱的上端固定连接。本实用新型承载力强、自重轻、绿色低碳、耐腐蚀性、施工便捷,属于海上光伏支架领域。



1. 一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:包括从上往下依次相接的顶端锚板、塔身、沉箱;顶端锚板包括钢板和设置在钢板上的用于安装海面以上光伏结构的锚固装置;沉箱为上端密封、下端敞开的钢筒,埋入海底地基层;塔身包括FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,双壁空心构件的上端与钢板固定连接,下端与沉箱的上端固定连接。

2. 按照权利要求1所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件包括从外往内依次设置的FRP管层、夹层混凝土、内钢管层;塔身为单柱式或多柱式;单柱式塔身的双壁空心构件数量 $n=1$;多柱式塔身的双壁空心构件数量 n 取大于1的正整数,多个双壁空心构件相互平行的设置在钢板和沉箱之间。

3. 按照权利要求2所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:多柱式塔身中,双壁空心构件之间采用用于增强的横撑或斜撑进行连接。

4. 按照权利要求3所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:横撑为外包FRP层的空心钢管,斜撑为外包FRP层的空心钢管。

5. 按照权利要求1所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:双壁空心构件与钢板通过焊接或栓接,双壁空心构件与沉箱通过焊接或栓接。

6. 按照权利要求1所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:钢板的形状为正方形、圆形、长方形或椭圆形。

7. 按照权利要求1所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:在俯视方向上,沉箱的形状为正方形、圆形、长方形或椭圆形。

8. 按照权利要求2所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件中,FRP管层的截面形状为圆形、方形、长方形或椭圆形;内钢管层的截面形状为圆形、方形、长方形或椭圆形。

9. 按照权利要求1所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:将沉箱埋入海底地基层时,双壁空心构件的下端贯入海底地基层 $1.5D\sim 2.5D$ 的深度, D 为俯视方向上沉箱的最大宽度。

10. 按照权利要求4所述的一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其特征在于:横撑的截面为方形或圆形,斜撑的截面为方形或圆形。

一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及海上光伏支架领域,具体涉及一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构。

背景技术

[0002] 由于陆地资源稀缺,发展海上可再生能源将是未来获得可再生能源的主要途径。海上光伏发电即是其中一种有效利用可再生能源的技术。在远海上,由于海床较深,光伏发电设施一般采用漂浮式结构,容易受到海洋环境如台风、波浪甚至船舶影响。因此,在近海海床及滩涂上架设固定式光伏发电设施提供了另外一种可行且可靠的选择。但是,由于近海工程滩涂地质体较为复杂、海洋软土层较厚因而土体的承载力较弱,并且由于光伏收益率限制了光伏塔架桩基础的造价,为其基础设计带来巨大挑战。

[0003] 较为常用的陆上光伏支架基础包括钢筋混凝土独立基础、螺旋钢桩基础等,但由于近海滩涂场地的特殊性(软土层较厚,承载力较弱),上述这些常用的光伏支架基础由于自重较大、耐腐蚀能力不足、施工不便等原因,并不适用于近海滩涂。为解决上述技术难题,CN203420279U提出一种预制钢筋混凝土桩柱基础,该基础摒弃钢筋混凝土独立基础施工复杂,螺旋钢柱基础截面尺寸较小、耐腐蚀性较差的弊端,具有施工便捷、混凝土用量少(相较于传统钢筋混凝土独立基础而言混凝土的用量减少)等优势。但是,由于该钢筋混凝土桩柱基础依然自重较大、而近海软土地区场地土的承载力较弱,海洋环境的特殊性对基础的耐腐蚀性有较高要求,该种桩柱基础不能完全满足近海光伏发电设施对承载力、沉降以及耐腐蚀性的要求。

[0004] CN214574107U提出一种近海滩涂地基光伏筒形支架,该基础采用沉箱和钢桁架结构相结合的形式,沉箱贯入地基并通过桁架结构连接光伏设备。但是,该种桩基仍存在施工工序复杂(需要借助附加钢套筒将沉箱基础顶推到设计位置)、钢结构耐腐蚀性能较差(需要重装防腐涂装来解决海洋环境防腐问题)以及用钢量大等问题。

[0005] 近年来,FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件(以下简称“双壁空心构件”)在实际工程结构中已经得到逐步应用,已凸显其诸多优点:构件承载力高、抗震性能佳、耐腐蚀性能强、结构自重相对较轻、施工便捷(免模板施工)等等。该新型组合构件由外FRP管、内钢管及夹层混凝土组成,发明人发现,基于其性能特征,该种组合构件可以比传统钢筋混凝土结构更适用于近海光伏塔架结构。将FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件与钢沉箱结合,作为支撑近海光伏设施的塔架-基础一体化结构,可解决现有上述光伏设施基础存在的自重大、耐腐蚀性差、施工工序复杂等问题。因此,将该种新型组合构件合理应用于光伏塔架-桩基一体化结构可推进近海光伏电站设施的跨越发展。

实用新型内容

[0006] 针对现有近海光伏塔架结构存在的自重大、耐腐蚀性差、施工工序复杂等技术问题,本实用新型的目的是:提供一种承载力强、自重轻、用钢量少、耐腐蚀性好的具有耐腐蚀

功能的近海光伏塔架-基础一体化结构。

[0007] 为了达到上述目的,本实用新型采用如下技术方案:

[0008] 一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,包括从上往下依次相接的顶端锚板、塔身、沉箱;顶端锚板包括钢板和设置在钢板上的用于安装海面以上光伏结构的锚固装置;沉箱为上端密封、下端敞开的钢筒,埋入海底地基层;塔身包括FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,双壁空心构件的上端与钢板固定连接,下端与沉箱的上端固定连接。

[0009] 作为一种优选,FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件包括从外往内依次设置的FRP管层、夹层混凝土、内钢管层;塔身为单柱式或多柱式;单柱式塔身的双壁空心构件数量 $n=1$;多柱式塔身的双壁空心构件数量 n 取大于1的正整数,多个双壁空心构件相互平行的设置在钢板和沉箱之间。

[0010] 作为一种优选,多柱式塔身中,双壁空心构件之间采用用于增强的横撑或斜撑进行连接。

[0011] 作为一种优选,横撑为外包FRP层的空心钢管,斜撑为外包FRP层的空心钢管。

[0012] 作为一种优选,双壁空心构件与钢板通过焊接或栓接,双壁空心构件与沉箱通过焊接或栓接。

[0013] 作为一种优选,钢板的形状为正方形、圆形、长方形或椭圆形。

[0014] 作为一种优选,在俯视方向上,沉箱的形状为正方形、圆形、长方形或椭圆形。

[0015] 作为一种优选,FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件中,FRP管层的截面形状为圆形、方形、长方形或椭圆形;内钢管层的截面形状为圆形、方形、长方形或椭圆形。

[0016] 作为一种优选,将沉箱埋入海底地基层时,双壁空心构件的下端贯入海底地基层 $1.5D\sim 2.5D$ 的深度, D 为俯视方向上沉箱的最大宽度。

[0017] 作为一种优选,横撑的截面为方形或圆形,斜撑的截面为方形或圆形。

[0018] 与现有技术相比,本实用新型具有如下优点:承载力强、自重轻、绿色低碳、耐腐蚀性、施工便捷。

[0019] 1. 承载力强。混凝土同时受钢管与FRP管约束,其受压承载能力与变形能力较未约束的普通混凝土成倍增强;钢管的向外局部屈曲被混凝土与外包FRP管约束,其强度得到更加充分利用;FRP管与钢管还可以起到抗剪作用;因此采用双壁空心构件作为光伏塔架的塔身结构能充分利用三种材料(FRP、钢、混凝土),在受力方面起到 $1+1+1$ 大于3的效果。

[0020] 2. 自重轻。由于双壁空心结构承载力强,且采用空心的结构形式,自重比相同截面尺寸及相同钢量的实心钢筋混凝土结构或钢管混凝土结构轻。

[0021] 3. 绿色低碳。相比混凝土及钢材,FRP属于低碳排放材料,FRP材料的使用不仅提高混凝土与钢材的使用效率,减少两者的用量,且提高结构的整体使用寿命,有效降低建造及使用过程中的碳排放。

[0022] 4. 耐腐蚀性优。FRP是一种高性能耐腐蚀材料,将其布置于最外层,有耐腐蚀保护壳的作用,能够延长结构服役寿命,降低后期维护成本,提高结构服役全寿命周期经济效益。

[0023] 5. 施工方便。FRP管与钢管可以作为模板,直接将混凝土浇筑两管之间形成混凝土层,实现免模板施工,施工方便,且节省模板及人工成本,实现了结构-模板一体化;利用双壁空心构件良好的受力性能,在施工简便,直接将其作为施工传力工具将沉箱基础推入近

海滩涂地基设计深度,避免使用额外的送桩器或工具,实现了结构-施工设施一体化。

[0024] 相比于钢筋混凝土独立光伏基础(CN201966835U等),本实用新型主要有以下不同。首先,材料选择和用量不同,本实用新型使用新型FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,在保证承载力和沉降要求的同时极大的减少混凝土和钢的用量,不仅自重轻(更适用于近海软土地基),还可以降低生产成本、减少碳排放。其次,施工过程不同,本实用新型无需土方开挖以及回填,各构件均可预制生产,可以在现场或工厂组装成形,施工简便、施工周期短,有利于保证工程质量。

[0025] 相比于螺旋钢柱光伏基础(CN213296335U等),本实用新型与其对场地土的要求不同。螺旋钢柱基础的可靠锚固要求土层具有一定的密实性,特别是接近表层的浅层土不能够太松散或太软弱,而本实用新型由于采用了钢沉箱,适用于近海软土地基,并且可以适应近海强腐蚀性环境。

[0026] 相比于近海滩涂地基光伏筒型支架基础(CN214574107U),本实用新型主要存在两点不同。第一,前者需要特制送桩器将筒形基础(沉箱基础)贯入地基中,而本实用新型不需要通过送桩器来施工。第二,前者塔身为钢桁架结构,需要添加重防腐涂层;而本实用新型塔身为耐腐蚀的FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,因而结构服役寿命更长。

[0027] 相比于预制钢筋混凝土桩柱基础(CN203420279U),本实用新型主要存在两点不同。第一,前者自重较大,难以满足海洋软土地基承载力和沉降的要求。第二,前者无特殊耐腐蚀处理,在海洋工程中其结构寿命会相应降低。本实用新型采用FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,空心的结构形式将极大的降低基础自重,外包的FRP管使上述结构具有卓越的耐腐蚀性能,结构使用寿命将大大提升。

[0028] 综上所述,本实用新型具有承载力强、自重轻、绿色低碳、耐腐蚀性以及施工便捷等系列优点,可实现结构-模板一体化、结构-安装工具一体化,具有巨大的应用潜力。基础-光伏塔架一体结构的顶端锚板、塔身、沉箱各个部件均可标准化预制完成,运输方便,现场进行组装即可组合使用,施工简便,可大大缩短工期及人工;且结构自重较轻,现场吊装及施工均十分方便,具有极高的工程应用价值及及可观的经济效益。

附图说明

[0029] 图1是本实用新型实施例一的立体图。

[0030] 图2是本实用新型实施例二的立体图。

[0031] 图3是本实用新型实施例一的主视图。

[0032] 图4是本实用新型实施例二的主视图。

[0033] 图5是图3中A-A方向的截面图。

[0034] 图6是图4中A-A方向的截面图。

[0035] 图7a-7d是钢板的俯视图。

[0036] 图8a-8c是双壁空心构件的截面图。

[0037] 图9a-9b是横撑或斜撑的截面图。

[0038] 图10a-10d是图3和图4中B-B方向的截面图。

[0039] 其中,1为顶端锚板,11为顶端锚板上预留的螺栓孔。

[0040] 2为FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,21为FRP管层,22为夹层混凝土,23为内钢

管层。

[0041] 3为横撑或斜撑,31为FRP缠绕管层,32为内钢管。

[0042] 4为沉箱。

具体实施方式

[0043] 下面将结合具体实施方式来对本实用新型做进一步详细的说明。

[0044] 实施例一

[0045] 一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,包括从上往下依次相接的顶端锚板、塔身、沉箱;顶端锚板包括钢板和设置在钢板上的用于安装海面以上光伏结构的锚固装置;沉箱为上端密封、下端敞开的钢筒,埋入海底地基层;塔身包括FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,双壁空心构件的上端与钢板固定连接,下端与沉箱的上端固定连接。

[0046] FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件包括从外往内依次设置的FRP管层、夹层混凝土、内钢管层;塔身为多柱式;多柱式塔身的双壁空心构件数量 n 取大于1的正整数,多个双壁空心构件相互平行的设置在钢板和沉箱之间,本实例中 $n=3$ 。

[0047] 多柱式塔身中,双壁空心构件之间采用用于增强的横撑或斜撑进行连接。横撑为外包FRP层的空心钢管,斜撑为外包FRP层的空心钢管。横撑的截面为方形或圆形,斜撑的截面为方形或圆形。本实施例采用斜撑进行连接,斜撑的截面为圆形。数根斜撑沿着高度方向均匀连接在三根FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件之间。

[0048] 双壁空心构件与钢板通过焊接或栓接,双壁空心构件与沉箱通过焊接或栓接。本实施例均采用焊接连接。顶端锚板的钢板上分布四个螺栓孔作为锚固装置,通过螺栓孔与光伏设备连接。

[0049] 钢板的形状为正方形、圆形、长方形或椭圆形。钢板上预留螺栓孔,通过螺栓连接光伏设备和钢板。本实施例中,钢板的形状为正方形。

[0050] 在俯视方向上,沉箱的形状为正方形、圆形、长方形或椭圆形。本实施例中,沉箱截面的外轮廓为圆形。

[0051] FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件中,FRP管层的截面形状为圆形、方形、长方形或椭圆形,FRP管层为FRP缠绕层;内钢管层的截面形状为圆形、方形、长方形或椭圆形。夹层混凝土通过浇筑的形式设置在内钢管层与FRP管层之间。本实施例中,FRP管层的截面形状为圆形,内钢管层的截面形状为圆形。

[0052] 将沉箱埋入海底地基层时,双壁空心构件的下端贯入海底地基层 $1.5D\sim 2.5D$ 的深度, D 为俯视方向上沉箱的最大宽度,本实施例为沉箱的直径。沉箱的直径为 D ,高度为 $D/2$,本实施例中, D 的取值为 $2.5m$ 。

[0053] 内钢管层的钢管、斜撑钢管及沉箱的材料为Q355B钢,双壁空心构件的内钢管层的厚度为 $4mm$,外直径为 $219mm$;夹层混凝土的材料为C40混凝土且厚度为 $40.5mm$,FRP管层的FRP管内径 $300mm$,厚度为 $4mm$,斜撑钢管的厚度为 $3mm$,直径为 $76mm$,斜撑钢管外FRP缠绕层厚度 $3mm$ 。

[0054] FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件的制备方法,包括如下步骤:

[0055] S1:将内钢管层与FRP管层固定连接成为一个组合体;S2:将步骤S1制成的FRP管-钢管组合体作为模板,在该组合体的空腔浇筑混凝土,形成夹层混凝土。

[0056] 实际工程中,S1、S2还可以按如下步骤实施:

[0057] S1:将内钢管层与沉箱顶部焊接,将FRP管临时固定在沉箱顶部连接成为一个FRP管-钢管-沉箱组合体;

[0058] S2:将步骤S1制成的FRP管-钢管-沉箱组合体作为模板,在该组合体的空腔浇筑混凝土,形成夹层混凝土。

[0059] 一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,其安装方式可有以下两种:

[0060] M1:顶端锚板及沉箱与塔身连接固定后,利用顶端锚板及塔身作为安装传力工具,通过外力将沉箱从上而下顶推到设计的海底地基层的位置,外力作用的位置可以选在顶端锚板顶部。

[0061] M2:顶端锚板及沉箱与塔身连接固定后,利用临时钢套筒套在塔身外侧,并临时固定在沉箱顶部,通过临时钢套筒将沉箱从上而下顶推到设计海底地基层的位置;如果所用临时钢套筒的内径小于顶端锚板的外截面轮廓尺寸时,在需要利用临时钢套筒顶推沉箱到设计海底地基层位置,然后在安装顶端锚板。

[0062] 本实用新型塔身部分采用了FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,横撑或斜撑采用了外包FRP层的空心钢管结构,具有优越的耐腐蚀功能;由于采用空心的结构形式,自重大大减轻,相比传统钢筋混凝土及钢管混凝土塔架结构运输及安装更加方便。本实用新型可用于近海滩涂地区建造光伏发电设施,不仅运输及安装方便,且耐腐蚀性能优越,具有广泛的工程应用前景。

[0063] 实施例二

[0064] 一种具有耐腐蚀功能的近海光伏塔架-基础一体化结构,包括从上往下依次相接的顶端锚板、塔身、沉箱;顶端锚板包括钢板和设置在钢板上的用于安装海面以上光伏结构的锚固装置;沉箱为上端密封、下端敞开的钢筒,埋入海底地基层;塔身包括FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件,双壁空心构件的上端与钢板固定连接,下端与沉箱的上端固定连接。

[0065] FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件包括从外往内依次设置的FRP管层、夹层混凝土、内钢管层;塔身为单柱式;单柱式塔身的双壁空心构件数量 $n=1$ 。

[0066] 双壁空心构件与钢板通过焊接或栓接,双壁空心构件与沉箱通过焊接或栓接。本实施例均采用焊接连接。顶端锚板的钢板上分布四个螺栓孔作为锚固装置,通过螺栓孔与光伏设备连接。

[0067] 钢板的形状为正方形、圆形、长方形或椭圆形。本实施例中,钢板的形状为正方形。

[0068] 在俯视方向上,沉箱的形状为正方形、圆形、长方形或椭圆。本实施例中,沉箱的形状为圆形,材质为钢材。

[0069] FRP管-混凝土-钢管双壁空心构件中,FRP管层的截面形状为圆形、方形、长方形或椭圆形;内钢管层的截面形状为圆形、方形、长方形或椭圆形。本实施例中,FRP管层和内钢管层的截面形状为圆形。

[0070] 将沉箱埋入海底地基层时,双壁空心构件的下端贯入海底地基层 $1.5D\sim 2.5D$ 的深度, D 为俯视方向上沉箱的最大宽度,本实施例为沉箱的直径。沉箱的直径为 D ,高度为 $D/2$,本实施例中, D 的取值为 $2.5m$ 。

[0071] 内钢管层的钢管及沉箱的材料为Q355B钢,双壁空心构件的内钢管层的厚度为

12mm,外直径为406mm;夹层混凝土的材料为C40混凝土且厚度为72mm,FRP管层的FRP管内径550mm,厚度为8mm。

[0072] 本实施例未提及部分同实施例一。

[0073] 除了上述实施例提及的方式外,钢板的形状为图7a的正方形、图7b的圆形、图7c的长方形或图7d的椭圆形。双壁空心构件中,图8a的FRP管层为圆形,内钢管层为圆形,图8b的FRP管层为方形,内钢管层为圆形,图8c的FRP管层为方形,内钢管层为方形。横撑或斜撑的截面中,图9a的横截面为圆形,图9b的横截面为方形。在俯视方向上,沉箱的形状为图10a的圆形,图10b的正方形,图10c的长方形,图10d的椭圆形。这些变换方式均在本实用新型的保护范围内。

[0074] 上述实施例为本实用新型较佳的实施方式,但本实用新型的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本实用新型的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本实用新型的保护范围之内。

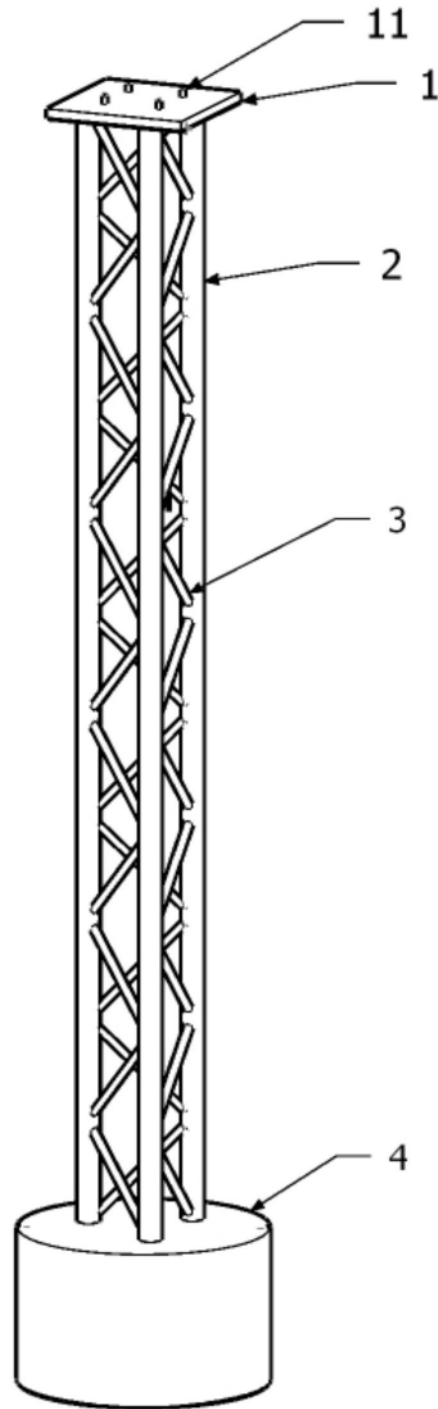


图1

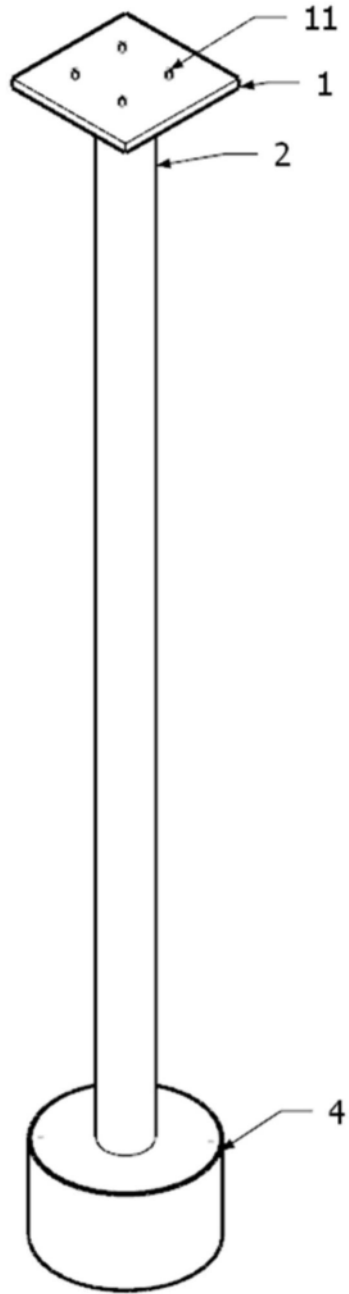


图2

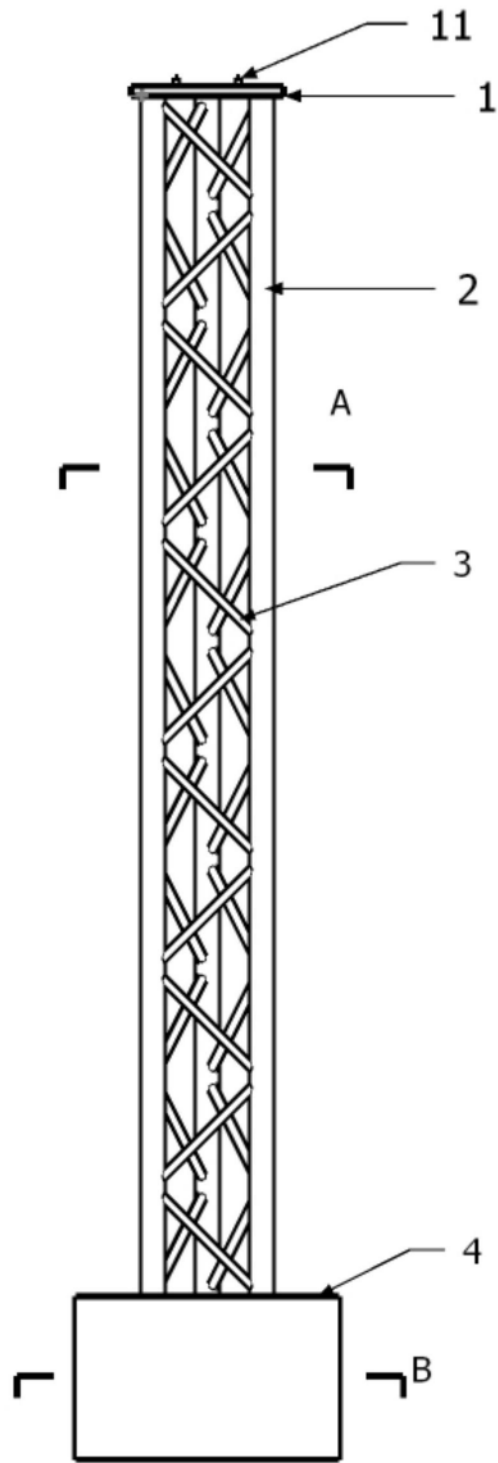


图3

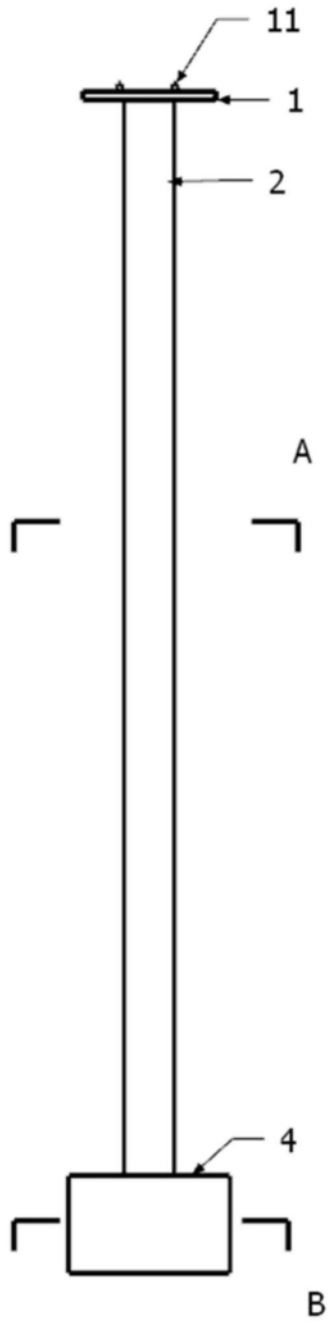


图4

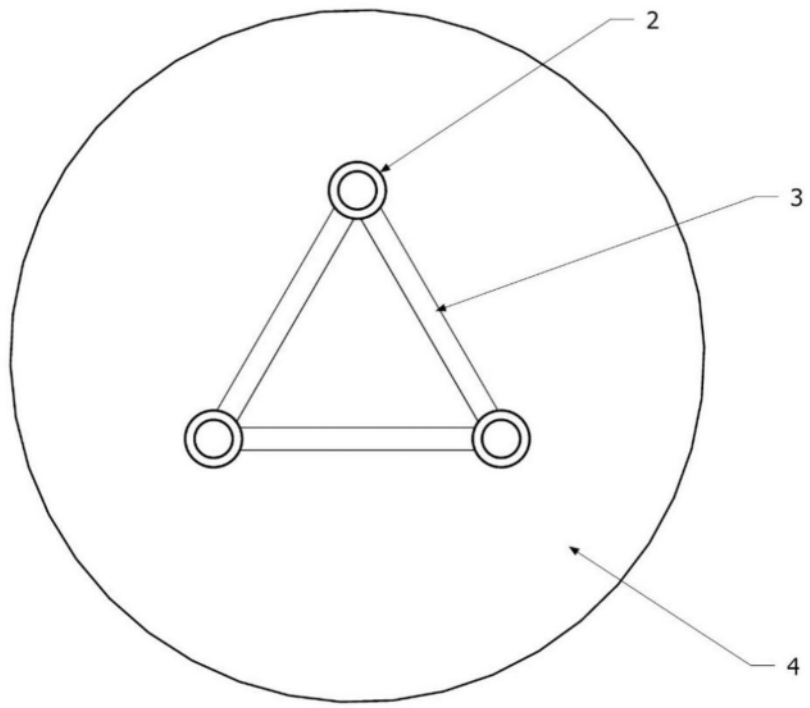


图5

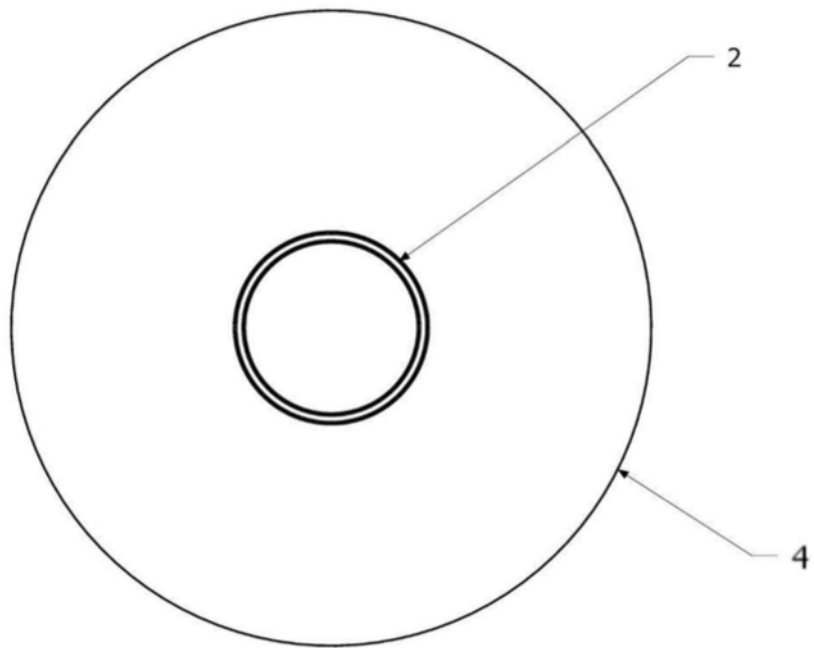


图6

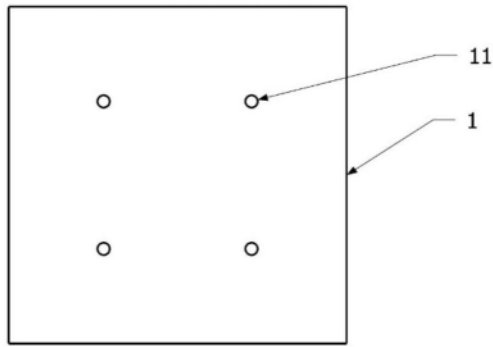


图7a

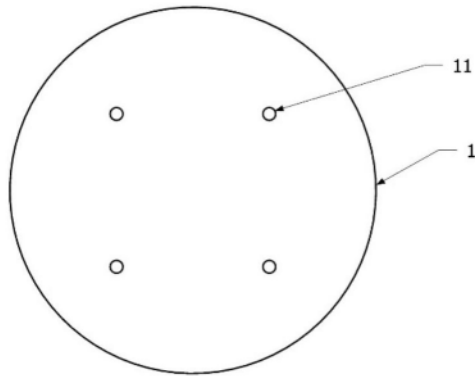


图7b

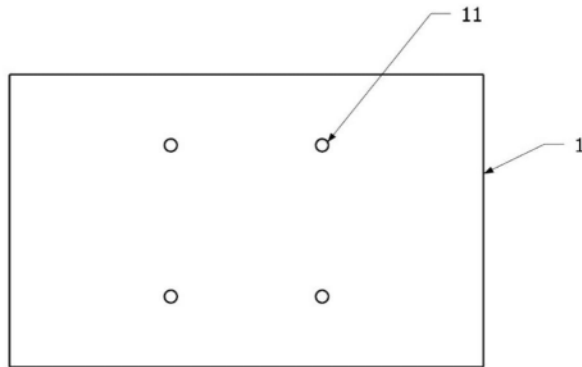


图7c

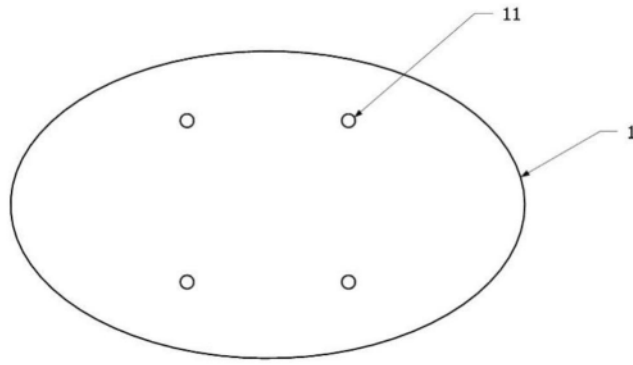


图7d

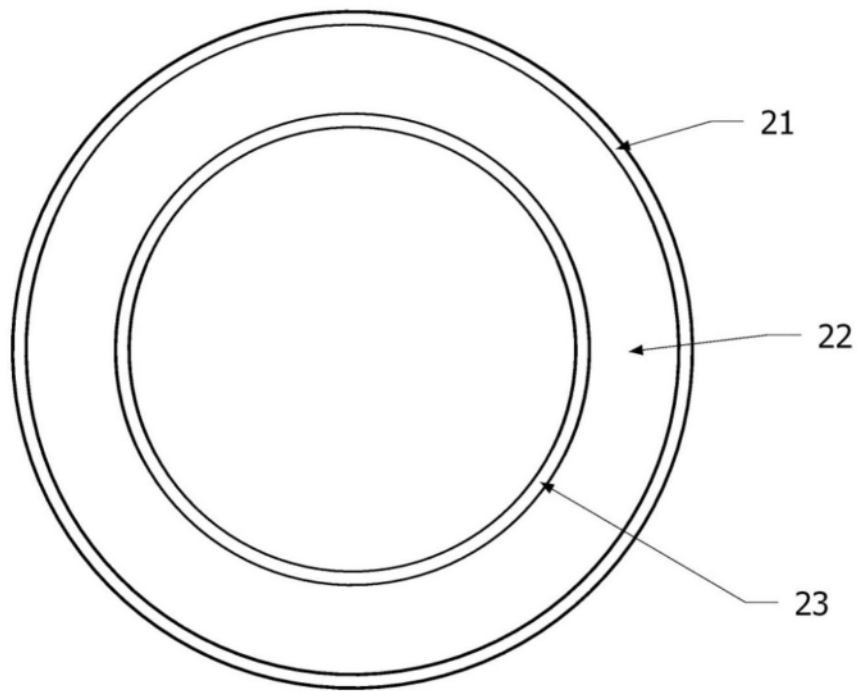


图8a

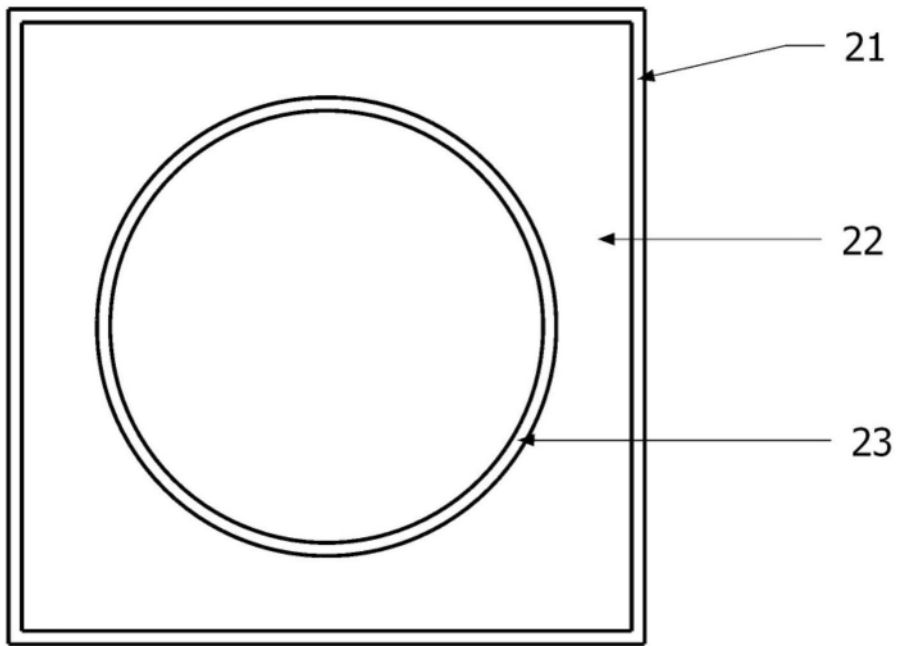


图8b

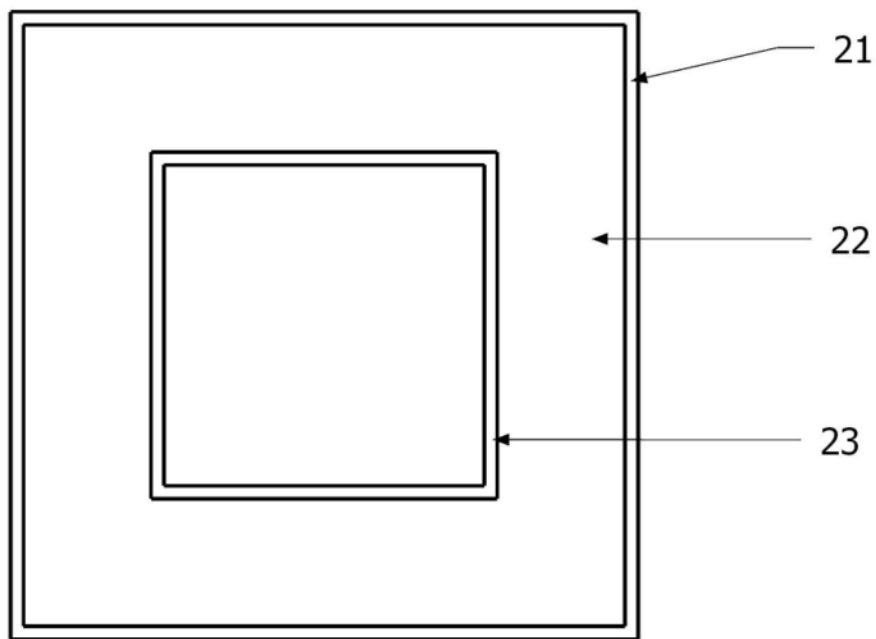


图8c

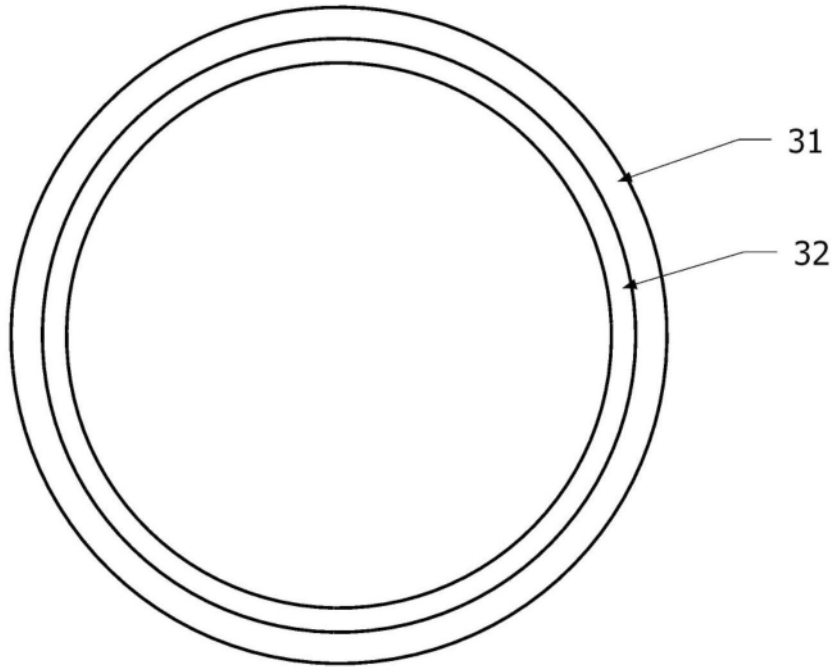


图9a

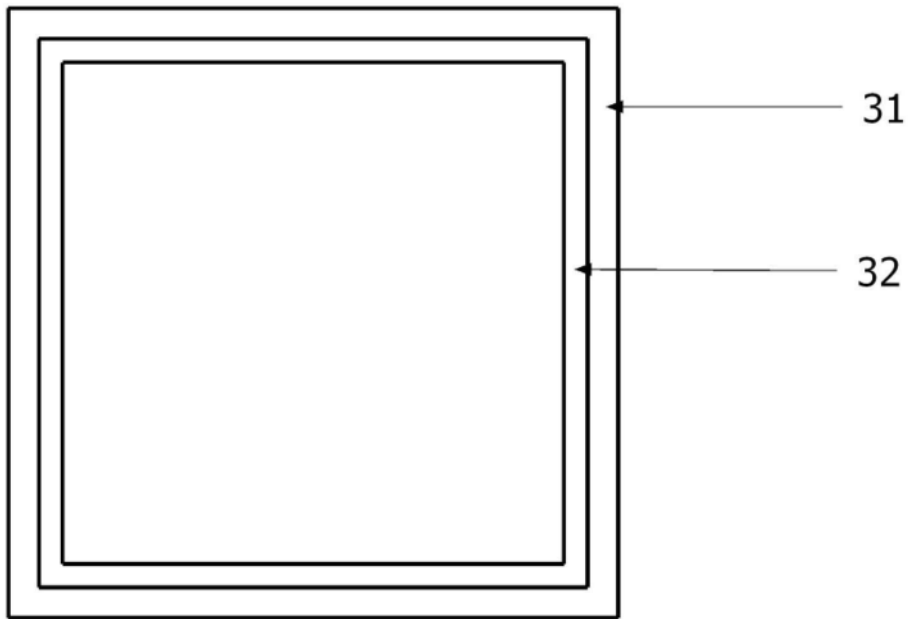


图9b

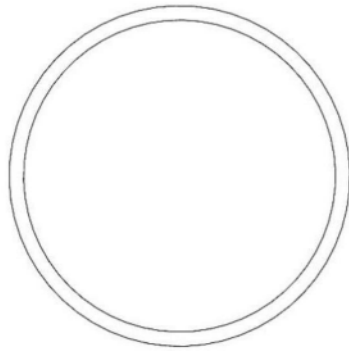


图10a



图10b



图10c

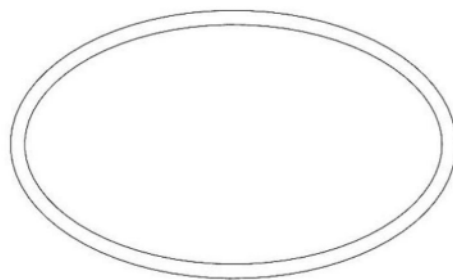


图10d