



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107201848 A

(43)申请公布日 2017.09.26

(21)申请号 201710193643.6

(22)申请日 2017.03.28

(71)申请人 上海电气风电集团有限公司

地址 200241 上海市闵行区东川路555号4  
号楼4层

(72)发明人 王康世 曹广启

(74)专利代理机构 上海信好专利代理事务所  
(普通合伙) 31249

代理人 周乃鑫

(51) Int. Cl.

E04H 12/34(2006.01)

E04H 12/02(2006.01)

E04H 12/12(2006.01)

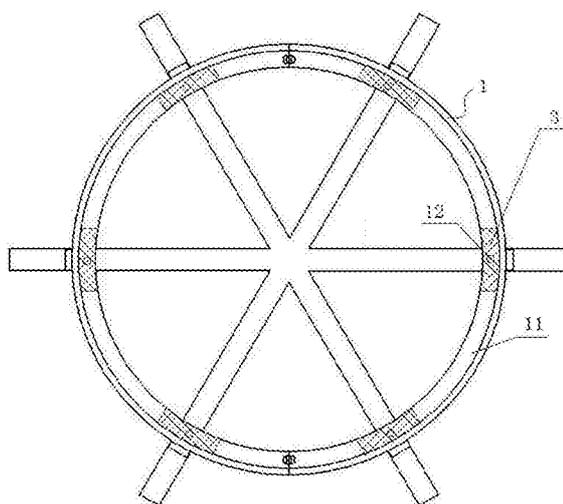
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

## (54)发明名称

一种混凝土塔架安装调平方法

## (57)摘要

本发明公开了一种混凝土塔架安装调平方法,其包含:步骤1,预调平混凝土环;步骤1.1,将混凝土环上表面划分为N等分,在混凝土环壁厚中点做标记;步骤1.2,对混凝土环壁厚中点进行水平度误差的测量;步骤1.3,根据水平度误差的数值选取不同厚度的玻纤布叠层,采用环氧树脂胶将所述玻纤布粘接到指定位置;步骤1.4,重复步骤1.1~1.3,直到混凝土环上表面达到水平面精度,得到调平的混凝土环;步骤2,按直径由大到小的顺序将调平的混凝土环安装到地基层上。本发明使用经济、简单可行的安装办法,不用灌浆、不需要大型加工设备,操作简单,可实现快速安装,同时保证塔架安装的精度和垂直度要求,缩短安装时间、降低塔架使用和安装成本。



1. 一种混凝土塔架安装调平方法,其中,该混凝土塔架由若干个混凝土环叠放构成,其特征在于,该方法包含:

步骤1,预调平混凝土环,其具体包含:

步骤1.1,将混凝土环上表面或下表面划分为N等分,在混凝土环壁厚中点做好标记,该N为偶数;

步骤1.2,对混凝土环壁厚中点进行水平度误差的测量,并记录水平度误差数值;

步骤1.3,根据上述水平度误差数值,选取多个预先准备好的不同厚度玻纤布叠层,采用环氧树脂胶将所述玻纤布粘接到指定位置;

步骤1.4,待环氧树脂胶凝固后,重复步骤1.1~1.3,直到混凝土环上表面达到要求的水平度,得到上表面或下表面调平的混凝土环;

步骤2,根据直径由大到小的顺序将调平的混凝土环安装到地基层上。

2. 如权利要求1所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,步骤1中,在步骤1.1之前还包含对混凝土环表面的预处理步骤:清理混凝土环的表面,然后,打磨高点、清除表面颗粒物。

3. 如权利要求1所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,在步骤1.1中,对混凝土环表面的划分方法包含:拉线测量法。

4. 如权利要求1所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,在步骤1.1中, $N \geq 6$ 。

5. 如权利要求1所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,在步骤1.2中,采用激光测平仪或激光水平仪测量水平度误差。

6. 如权利要求1所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,在步骤2中,还包含:步骤2.1,对地基层与混凝土环接触面的调平。

7. 如权利要求6所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,对地基层与混凝土环接触面的调平步骤2.1包含:采用步骤1.1-1.2同样的方法确定接触面的水平度误差值,通过叠加钢垫板,并在钢垫板上粘接玻纤布调平接触面。

8. 如权利要求7所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,步骤2.1中还包含:对地基层与混凝土环接触面的调平前预处理步骤:清理地基层与混凝土环的接触面,然后,打磨高点、清除表面颗粒物。

9. 如权利要求7或8所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,在步骤2中,还包含:

步骤2.2,吊放最大直径的混凝土环到已调平的接触面上,灌浆密封;

步骤2.3,灌浆强度达到要求后,在最上层的混凝土环的上表面涂覆环氧树脂,然后,开始相邻混凝土环起吊,叠放相邻的混凝土环;

步骤2.4,重复步骤2.3直到叠放M个混凝土环,测量并调平最上层混凝土环接触面的水平度,M为不大于5的整数;

步骤2.5,重复步骤2.3-2.4,直到所有的混凝土环安装完成,得到混凝土塔架。

10. 如权利要求9所述的混凝土塔架安装调平方法,其特征在于,在步骤2.4中,采用步骤1.1-1.3的方法测量并调平最上层混凝土环接触面的水平度。

## 一种混凝土塔架安装调平方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电机技术,具体涉及一种风力发电机组的混凝土塔架安装调平方法。

### 背景技术

[0002] 风力发电机组的塔架型式多样,由于风电市场机组大型化和低风速区需要,混凝土塔架有诸多的优势,其发展迅速。

[0003] 塔架的高度越来越高,目前一般80到160米,对于预制的短圆环混凝土塔架,其由多个短圆环(混凝土环或环片)叠放在一起,混凝土预制件(预制的短圆环混凝土塔架)累积误差对整体塔架垂直度影响很大。由于模具浇筑出来的混凝土环或环片有一定误差,精度好的模具可控制在1~3毫米,甚至误差更大;每一混凝土环上下面的平行度和平面度不能达到要求,整个塔架为多个短环叠加,误差累积使塔架垂直度不能满足要求。

[0004] 为解决上述问题,现有的办法有两类:

第一类,灌浆法:现场安装混凝土环通过调平装置调平位置,环和环之间的水平缝隙采用灌浆的方式处理;即,塔架现场安装时,通过调平装置调整使混凝土水平和垂直度达到要求,在水平节点的空腔中灌浆,等浆料凝固强度达到一定值后,才可以进行下一环的安装;其缺点是安装时间很长,混凝土浆料强度凝固需要一个时间周期,安装吊车和人员需长时间等待;且水平节点灌浆需要在高空操作,难度大,费时、费力、成本高。

[0005] 第二类,高精度加工:提高每个预制混凝土环的精度,模具浇筑后,用数控机床对其进行打磨切屑加工,将混凝土环上下面平行度加工到0.2毫米,现场安装时端面喷涂环氧树脂后直接叠放。该方法使用大型数控设备在制造工厂对混凝土环进行打磨切削加工,保证每环的平行度和平面度达到很高的精度。其缺点是需要大量的设备投资,磨削加工费用也很高;设备只能安装到条件好的工厂,不能随意搬迁。一般风场很分散,距离工厂较远,这样增加了运输成本;以上两点导致总成本高。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是解决塔架调平的难度大、成本高的问题,以玻纤布和环氧树脂胶为原材料,采用一种更方便、快捷且成本低的方法先对混凝土环预调平,安装时,对地基层与混凝土环接触面和叠加若干个混凝土环后最上层的混凝土环接触面采用上述同样的新方法进行调平,从而保证混凝土塔架的安装精度。

[0007] 为了达到上述目的,本发明提供了一种混凝土塔架安装调平方法,其中,该混凝土塔架由若干个混凝土环叠放构成,该方法包含:

步骤1,预调平混凝土环,其具体包含:

步骤1.1,将混凝土环上表面划分为N等分,在混凝土环壁厚中点做好标记,该N为偶数;

步骤1.2,对混凝土环壁厚中点进行水平度误差的测量,并记录水平度误差数值;

步骤1.3,根据上述水平度误差数值,选取多个预先准备好的不同厚度玻纤布叠层,采

用环氧树脂胶将所述玻纤布粘接到指定位置；

步骤1.4,待环氧树脂胶凝固后,重复步骤1.1~1.3,直到混凝土环上表面达到要求的水平度,得到调平的混凝土环；

步骤2,根据直径由大到小的顺序将上述调平的混凝土环安装到地基层上。

[0008] 较佳地,步骤1中,在步骤1.1之前还包含对混凝土环表面的预处理步骤:清理混凝土环的上表面,然后,打磨高点、清除表面颗粒物。

[0009] 较佳地,在步骤1.1中,对混凝土环表面的划分方法包含:拉线测量法。

[0010] 较佳地,在步骤1.1中, $N \geq 6$ 。

[0011] 较佳地,在步骤1.2中,采用激光测平仪或激光水平仪测量水平误差。

[0012] 较佳地,在步骤2中,还包含:步骤2.1,对地基层与混凝土环接触面的调平。

[0013] 较佳地,对地基层与混凝土环接触面的调平步2.1包含:采用步骤1.1-1.2同样的方法确定接触面的高度差值,通过叠加钢垫板,并在钢垫板上粘接玻纤布调平接触面。

[0014] 较佳地,步骤2.1中还包含:对地基层与混凝土环接触面的调平前预处理步骤:清理地基层与混凝土环的接触面C,然后,打磨高点、清除表面颗粒物。

[0015] 较佳地,在步骤2中,还包含:

步骤2.2,吊放最大直径的混凝土环到已调平的接触面上,灌浆密封；

步骤2.3,灌浆强度达到要求后,在最上层的混凝土环的上表面涂覆环氧树脂,然后,开始相邻混凝土环起吊,叠放相邻的混凝土环；

步骤2.4,重复步骤2.3直到叠放M个混凝土环,测量并调平最上层混凝土环接触面的水平度；

步骤2.5,重复步骤2.3-2.4,直到所有的混凝土环安装完成,得到混凝土塔架。

[0016] 较佳地,M为不大于5的整数。

[0017] 较佳地,在步骤2.4中,采用步骤1.1-1.3的方法测量并调平最上层混凝土环接触面的水平度。

[0018] 模具浇筑的混凝土环,因为模具的精度有一定限制,混凝土制件脱模后也有一定变形收缩。混凝土环上下表面的平行度和平面度不能达到直接使用的要求。所述的平行度能确定2个或以上面之间的位置关系,具体是指两平面或者两直线平行的程度,指一平面(边)相对于另一平面(边)平行的误差最大允许值;所述的平面度主要描述是单个平面不平整的情况,平面度误差是指被测实际表面相对其理想平面的变动量。

[0019] 本发明可在临时工厂或现场进行预调平处理,提高混凝土环的水平面精度。该预调平是指先通过玻纤布和环氧树脂将每个混凝土环水平度调整到要求,保存待用;现场安装时,只在水平接缝表面(即,上下环之间的接触面)涂抹一层环氧树脂,直接叠放安装,不需要等待;本发明也可以在现场安装塔架到一定高度后,进行端面水平度纠正;保证混凝土塔架的垂直达到设计要求。

[0020] 本发明提供的安装方法能保证混凝土塔架的安装精度,且不用灌浆(称为干式节点)、不需要大型加工设备;操作简单、容易实现;现场安装时间短、成本低,使用经济、简单可行的办法,实现混凝土塔架快速安装,同时保证塔架安装的精度和垂直度要求,缩短混凝土塔架安装时间、降低塔架使用和安装成本。

## 附图说明

[0021] 图1a为本发明在对混凝土环调平时的俯视图;图1b为本发明在对混凝土环调平时的剖视图。

[0022] 图2为本发明的由2个混凝土环片纵缝连接构成的混凝土环的结构示意图。

[0023] 图3为本发明经现场安装混凝土环以构成混凝土塔架的剖视图。

## 具体实施方式

[0024] 以下结合附图和实施例对本发明的技术方案做进一步的说明。

[0025] 根据本发明提供的方法,可以提高混凝土预制件上下面的平行度;也可以纠正现场塔架垂直度。

[0026] 安装前的预调平操作是指,将混凝土圆环或片环放置到调平装置上,使用激光测平仪(或激光水平仪)测量混凝土环的上平面的平面度,测量点可以根据需要设置多等分,如6、8、12或更多,做好标记并记录误差。然后使用不同的厚度的玻纤布(事先裁剪形状和尺寸),用环氧树脂进行逐层粘接;

等待凝固后,可以复测一次水平度,直到达到设计要求。

[0027] 现场安装时,只在混凝土环端面,涂覆一定厚度的环氧树脂即可,直接叠放上部混凝土环。

[0028] 安装过程中,也可现场粘接调平操作,如安装一定高度后,检测塔筒的垂直度并进行现场调平操作。所述的垂直度用于评价直线与平面之间的垂直状态,这里指塔架中心轴线相对于水平地面的偏斜程度。该检测方法包含通过激光检测设备测量上部混凝土环中线和地面混凝土中心点偏差。

[0029] 如图1a-1b所示,玻纤布3和环氧树脂粘接剂用于调整混凝土环1上表面水平度;其中,11代表需调平的面,12代表混凝土环壁厚中点。

[0030] 安装前,将混凝土环1吊放到调平装置,如调平支架2上,调平在地面进行;混凝土环1由模具预先浇筑完成,在到达一定强度(如,到达设计强度的80%以上,使起吊点强度满足吊装要求)才可以调平;当混凝土环1的直径小时,可为一个整环,直径大时可分为2个(或多个)环片组成。其中,多个环片拼成的混凝土环,环片需纵向连接(采用灌浆或螺栓连接的方法,完成纵缝),整环则不需要这一步操作。如图2所示为由2个混凝土环片纵向连接构成的混凝土环1的结构示意图,其中B代表纵缝。

[0031] 所述的预调平混凝土环包含以下步骤:

第一步,清理混凝土环1的上表面或下表面(为减少工作量,尽量使用底部平面度较高的模具,可避免需要调平下表面),打磨高点、清除表面颗粒物;

第二步,采用拉线测量(或其他方法)将上表面划分为6(或8、12、更多的)等分,在混凝土环壁厚中点12做好标记(如圆圈标记);

第三步,使用激光测平仪或激光水平仪,对有标记的点进行水平度误差的测量,记录具体的水平度误差数值(即,记录下被测点和水平基准面的高低误差数值;一般首先测量出被测点相对基准面的高低差值,再除以测量距离换算为水平度,如每米长度相差0.03毫米,0.03mm/m;故这里就需要每点的这个高低差值);所述的水平度是指表面与绝对水平面之间

的夹角；

第四步，根据水平度误差数值，选取多个预先准备好一定宽度的不同厚度玻纤布3叠层；使用环氧树脂胶将玻纤布粘接到指定位置；

第五步，待环氧树脂胶凝固后，可以复检一次，重复第二、第三、第四步，直到达到要求的水平度；

第六步，调平后的混凝土环1，起吊到安全位置，可以进行下一混凝土环的调平工作。

[0032] 如图3所示，塔架现场安装需要地基层5施工完成、且混凝土环1已完成调平工作。其中，A1代表最底层的混凝土环的上表面接触面，即第一环接触面，A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8分别代表第二~第八环接触面，B2、B4、B6、B8分别代表第2环、第4环、第6环及第8环接缝。

[0033] 第七步，接触面C操作：塔架最底层的混凝土环1和地基层5的接触面C需要测量和调平。由于接触面C施工精度差，所以使用不同厚度的钢垫板4和玻纤布3调平；调平方法同上述的第一、第二、第三步；钢垫板4上粘接玻纤布3达到叠层精度（即，能达到塔架底面水平度的要求）；吊放最下一混凝土环1到已调平的接触面C上，灌浆密封；

接触面（A1、A2、A3……）操作：

第八步，最底层混凝土环1灌浆强度达到要求后，可以开始上部相邻环起吊；在环上第一接触面A1均匀涂抹环氧树脂，叠放上部混凝土环1；

第九步，重复第八步，当混凝土安装到一定高度，如5环高度，可以用激光测量工具，现场测量最上环接触面（第五环接触面A5）水平度，操作步骤同上述的第一、第二、第三、第四步；

第十步，重复第八步，在第五环接触面A5上均匀涂抹环氧树脂，叠放上部混凝土环1；

第十一步，重复九步；

循环上述步骤，直到整个混凝土环1全部安装完成。

[0034] 综上所述，本发明以玻纤布和环氧树脂胶为原材料，采用一种更方便、快捷且成本低的方法预调每个混凝土环平面度，并/或现场安装时对塔架水平度再调整，从而保证混凝土塔架的安装精度。

[0035] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍，但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后，对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此，本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

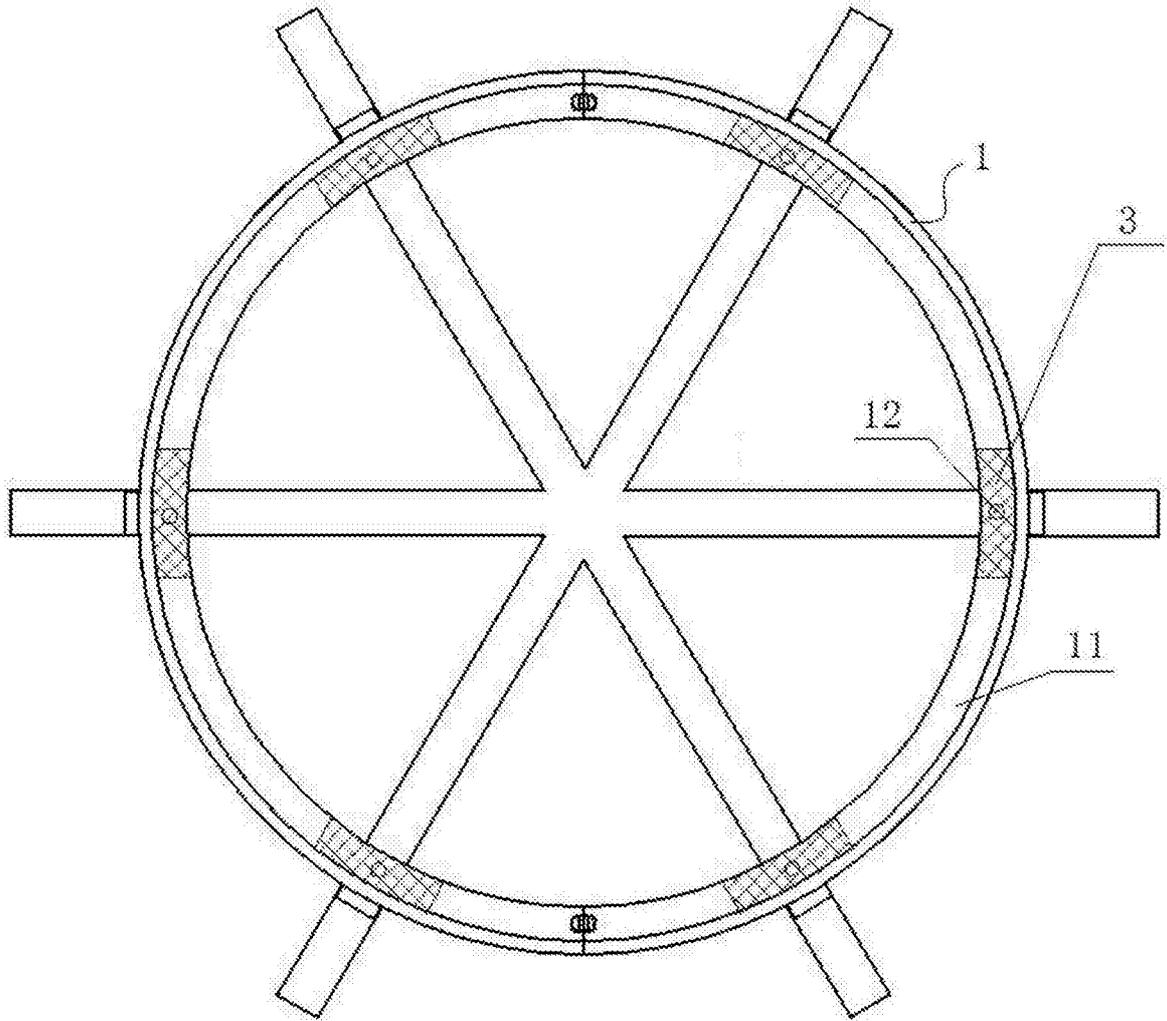


图1a

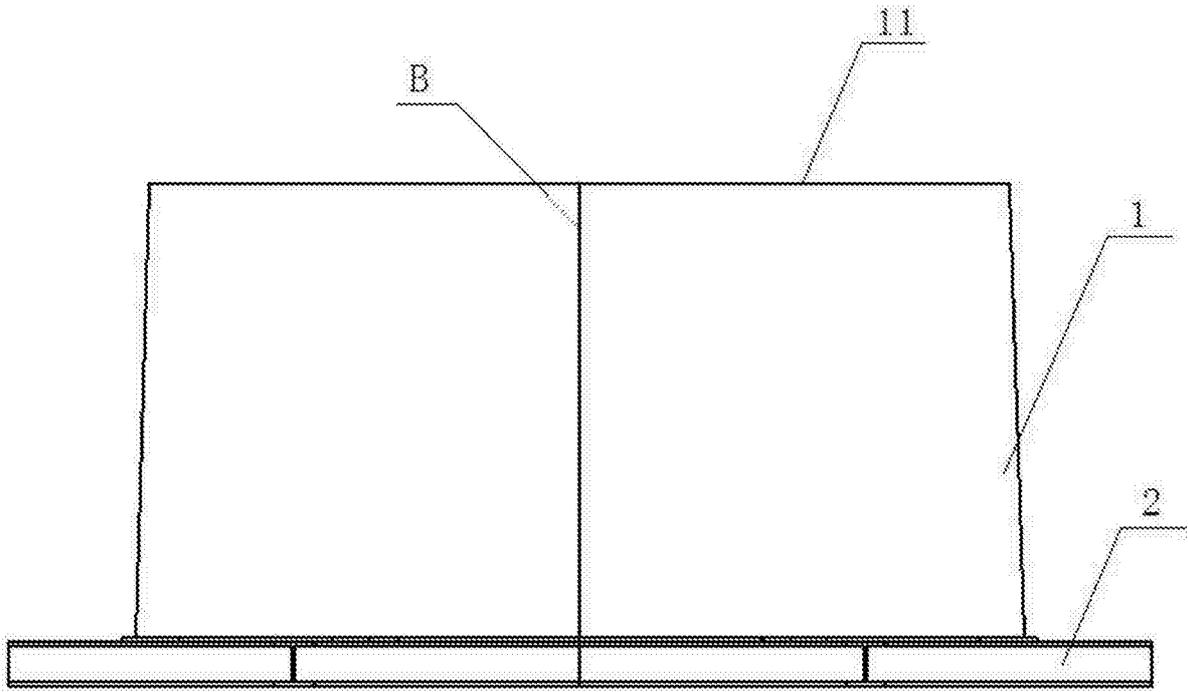


图1b

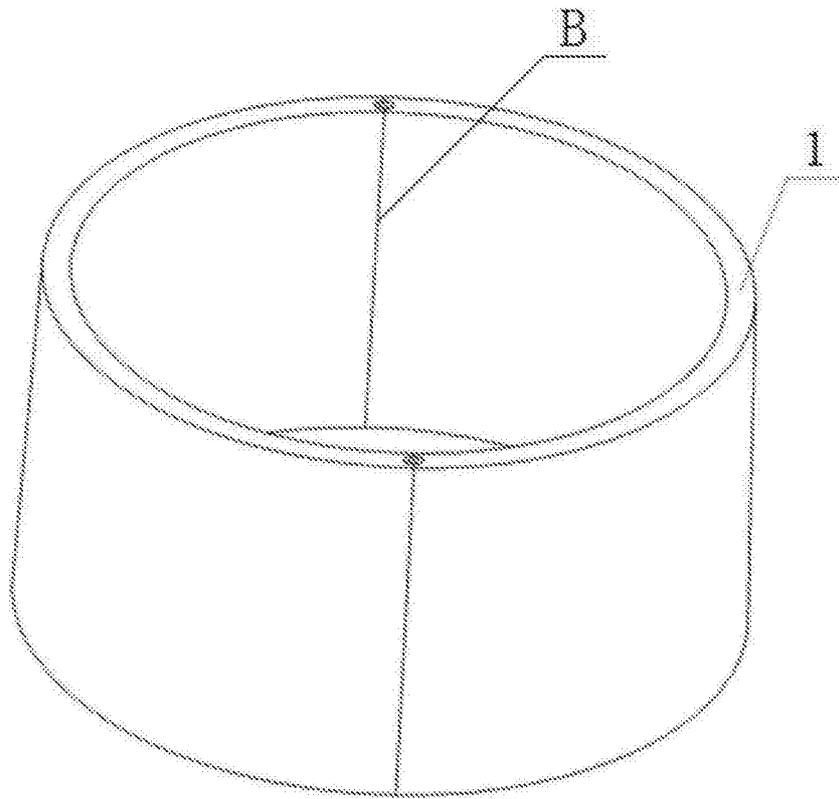


图2

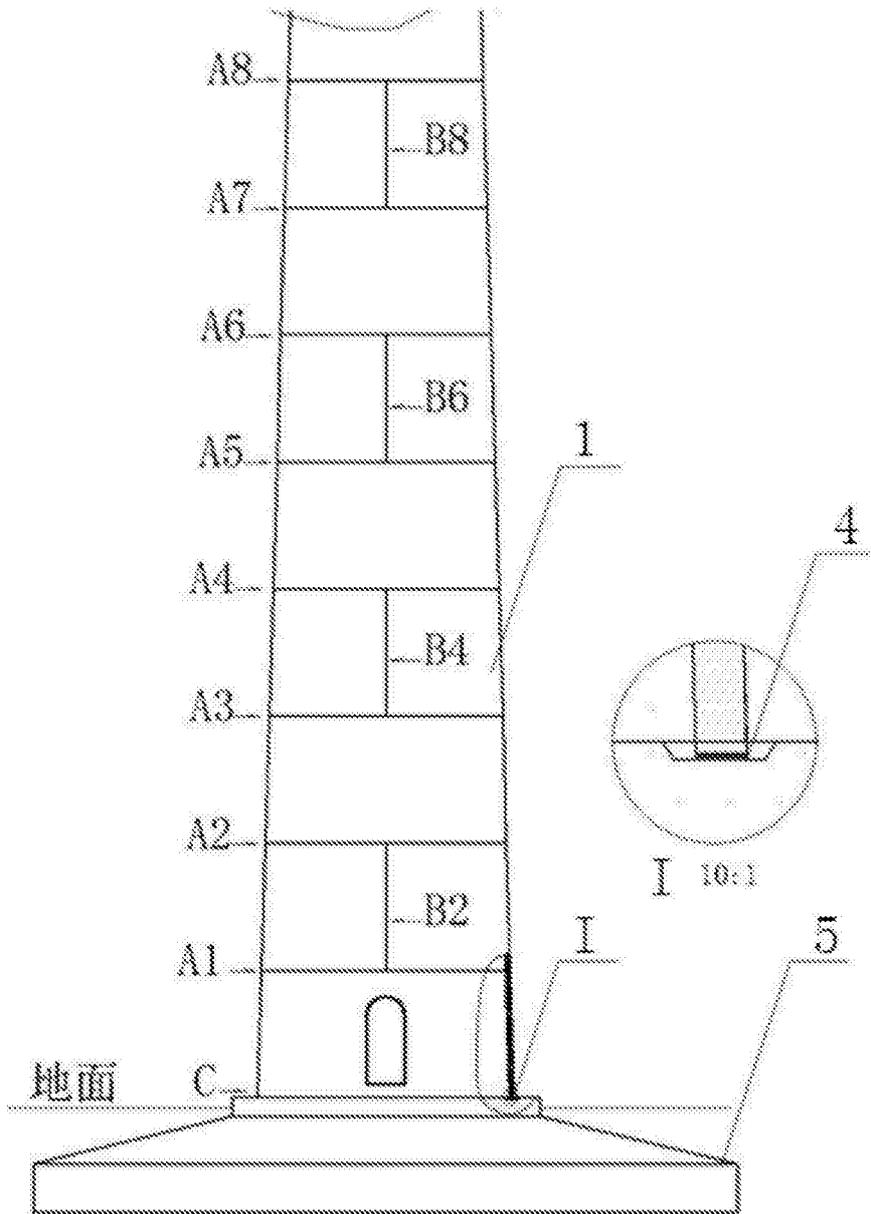


图3