(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104591004 A
(43)申请公布日 2015.05.06

(21)申请号 201510040292.6

(22)申请日 2015.01.27

(71)申请人 中国科学院国家天文台
地址 100012 北京市朝阳区大屯路甲20号

(72)发明人 宋立强 王启明 南仁东

(74)专利代理机构 北京云科知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11483
代理人 张飙

(51)Int.Cl.
B66C 21/08(2006.01)
H01Q 15/16(2006.01)

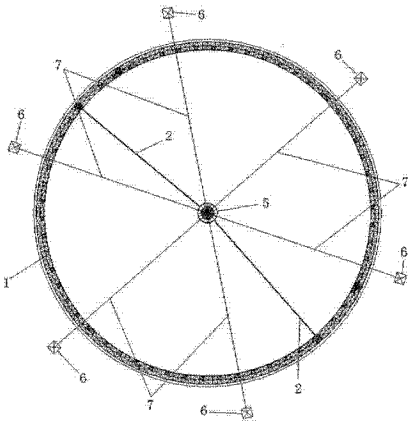
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54)发明名称

FAST反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种FAST反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的方法及装置，包括由馈源支撑塔、支撑索所形成的馈源舱运行支撑结构，由缆索吊、中心吊装环梁所形成的反射面单元吊装支撑结构；中心吊装环梁包括能够拆卸的上层环梁和下层环梁，上层环梁上对应于馈源舱入港时的六根支撑索的投影位置设置有开槽，支撑索经过开槽后能够继续下降至馈源舱安全入港；下层环梁的高度低于支撑索下端与馈源舱的锚固位置，上层环梁和下层环梁均能够作为缆索吊下端的连接结构，满足不同工况下反射面单元吊装与馈源舱入港的相互无干涉运行。本发明最大程度地解决了吊装设备运行与六索拖舱入港的干涉难题，解决了反射面单元吊装的连续运行，也解决了馈源舱入港需求。



CN 104591004 A

1. FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的方法，其特征在于，该方法具体为：

1）中心吊装环梁与舱停靠平台同心设计，且中心吊装环梁的直径大于舱停靠平台的直径，从而使缆索吊为弧动式环向运行，以避免缆索吊与六根馈源舱支撑索发生纵向干涉；

2）中心吊装环梁采用能够拆卸的上层环梁和下层环梁的组合结构；

3）当吊装靠近反射面中心区域的反射面单元时，上层环梁为缆索吊下端的连接结构，上层环梁上对应于六根支撑索的投影位置设置有开槽；馈源舱需要入港时，支撑索从相对应的开槽下落，馈源舱无干涉入港，此时吊装设备可继续施工；

4）当吊装远离反射面中心区域的反射面单元时，拆掉上层环梁，下层环梁为缆索吊下端的连接结构，而且下层环梁的高度低于支撑索下端与馈源舱的锚固位置，反射面单元吊装与馈源舱入港能够相互无干涉运行。

2. FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，包括由馈源支撑塔、支撑索所形成的馈源舱运行支撑结构，由缆索吊、中心吊装环梁所形成的反射面单元吊装支撑结构；其特征在于，中心吊装环梁包括能够拆卸的上层环梁和下层环梁，上层环梁上对应于馈源舱入港时的六根支撑索的投影位置设置有开槽，支撑索经过开槽后能够继续下降使馈源舱安全入港至停靠平台；下层环梁的高度低于支撑索下端与馈源舱的锚固位置，上层环梁和下层环梁均能够作为缆索吊下端的连接结构，以满足不同工况下反射面单元吊装与馈源舱入港无干涉且连续运行。

3. 如权利要求 2 所述的 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，其特征在于，所述缆索吊为半跨弧动式，其吊装反射面单元运行时靠近反射面上表面；所述中心吊装环梁与所述馈源舱停靠平台同心设计，且中心吊装环梁直径大于舱停靠平台直径。

4. 如权利要求 2 所述的 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，其特征在于，所述开槽处还设置有能够拆卸的活轨，所述馈源舱需要入港时，活轨打开，所述支撑索从相对应的开槽下落，馈源舱无干涉入港。

5. 如权利要求 4 所述的 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，其特征在于，所述馈源舱入港后，活轨闭合，以保证所述中心吊装环梁的整体结构刚性。

6. 如权利要求 2 所述的 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，其特征在于，所述上层环梁作为所述缆索吊下端的连接结构时，对应于所述缆索吊吊装靠近反射面中心区域的反射面单元。

7. 如权利要求 2 所述的 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，其特征在于，所述开槽设置有设定的宽度，所述馈源舱需入港时，所述支撑索通过所述开槽竖向运动，进行拖舱入港，以减少了在竖向与所述缆索吊及所述中心吊装环梁发生干涉。

8. 如权利要求 2 所述的 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，其特征在于，所述上层环梁拆卸后，所述下层环梁独立作为所述缆索吊下端的连接结构，其对应于所述缆索吊吊装远离反射面中心区域的反射面单元。

9. 如权利要求 2 所述的 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，其特征在于，所述下层环梁为封闭结构，以保证其整体结构刚度。

FAST反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及FAST反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的方法及装置。

背景技术

[0002] 中国科学院国家天文台建造的500米口径球面射电望远镜(Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope,简称FAST),是世界最大的单口径射电望远镜,其突破了地面望远镜的百米工程极限,开创了建造巨型射电望远镜的新模式。FAST的总体技术指标:口径为500m,反射面曲率半径为300m;照明区口径为300m,焦比f/D=0.467。

[0003] FAST主动反射面是由圈梁、反射面、索网、促动器、地锚等组成。索网安装在圈梁上,有2225个节点,在索网节点上安装有约4450个反射面单元形成反射面,每个节点下方连有下拉索和促动器,促动器再与地锚连接。通过控制促动器,实现300米口径瞬时抛物面进行天文观测。

[0004] 反射面单元分为三角形和四边形两大类,其中三角形反射面单元为空间网架结构,边长约为10.4～12.4米,是由背架、调整装置、面板及连接关节等组成,每个三角形反射面单元重量约为500公斤。反射面单元背架在顶点上均装有连接关节,通过这些连接关节将其悬挂在索网节点上形成望远镜反射表面。

[0005] 反射面单元吊装是将所有反射面单元通过吊装设备吊运到索网指定位置,使反射面单元顶点处的连接关节与索网节点装配连接,形成望远镜反射面。反射面单元吊装方案是采用两台运输台车配合两台半跨缆索吊运送反射面单元,缆索吊的一端连接于在圈梁上运行的轨道机车,另一端连接于位于反射面中心底部的中心吊装环梁,用于吊装反射面单元。

[0006] 在望远镜直径为Φ600米的圆周设有六个馈源支撑塔,从中引出六根支撑索将馈源舱悬吊于空中,支撑索通过百米高支撑塔上的导向滑轮与地面上的驱动设备连接,通过驱动设备来改变支撑索的长度,拖动馈源舱在望远镜焦面上运动,实现信号接收。

[0007] 舱停靠平台是馈源舱建造组装、入港停靠、维护、检测和支撑索系安装和更换等的工艺平台,建在主动反射面中心底部的FAST的开挖中心处,整个结构直径不超过16.8米。

[0008] 反射面单元吊装工期为一年,期间,六根支撑索连接的馈源舱需要入港(即馈源舱返回舱停靠平台),此时,六根馈源支撑索将会与缆索吊吊装反射面单元发生干涉,而影响两个工艺运行。所以,如何避免吊装设备运行与六索拖舱入港的干涉问题,成为解决交叉立体施工干涉的一大难题,因此解决此干涉问题具有重要工程意义及现实意义。

发明内容

[0009] 针对现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种FAST反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的方法,该方法既解决了反射面单元吊装的连续运行,也解决了六索拖动馈源舱入港需求,又最大程度的解决了二者的干涉问题;本发明的另一目的是提供一

套实施上述方法的装置。

[0010] 为实现上述目的，本发明 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的方法，具体为：

1）中心吊装环梁与舱停靠平台同心设计，且中心吊装环梁的直径大于舱停靠平台的直径，从而使缆索吊为弧动式环向运行，以避免缆索吊与六根馈源舱支撑索发生纵向干涉；

2）中心吊装环梁采用能够拆卸的上层环梁和下层环梁的组合结构；

3）当吊装靠近反射面中心区域的反射面单元时，上层环梁为缆索吊下端的连接结构，上层环梁上对应于六根馈源舱支撑索的投影位置设有开槽；馈源舱需要入港时，支撑索从相对应的开槽下落，馈源舱无干涉入港，此时吊装设备可继续施工；

4）当吊装远离反射面中心区域的反射面单元时，拆掉上层环梁，下层环梁为缆索吊下端的连接结构，而且下层环梁的高度低于支撑索下端与馈源舱的锚固位置，反射面单元吊装与馈源舱入港能够相互无干涉运行。

[0011] 一种实施上述方法的 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，包括由馈源支撑塔、支撑索所形成的馈源舱运行支撑结构，由缆索吊、中心吊装环梁所形成的反射面单元吊装支撑结构；其中，中心吊装环梁包括能够拆卸的上层环梁和下层环梁，上层环梁上对应于馈源舱入港时的六根支撑索的投影位置设置有开槽，支撑索经过开槽后能够继续下降使馈源舱安全入港至停靠平台；下层环梁的高度低于支撑索下端与馈源舱的锚固位置，上层环梁和下层环梁均能够作为缆索吊下端的连接结构，以满足不同工况下反射面单元吊装与馈源舱入港无干涉且连续运行。

[0012] 进一步，所述缆索吊为半跨弧动式，其吊装反射面单元运行时靠近反射面上表面；所述中心吊装环梁与所述馈源舱停靠平台同心设计，且中心吊装环梁直径大于舱停靠平台直径。

[0013] 进一步，所述开槽处还设置有能够拆卸的活轨，所述馈源舱需要入港时，开槽处活轨打开，六根所述支撑索从相对应的开槽处下落，馈源舱无干涉入港。

[0014] 进一步，所述馈源舱入港后，活轨闭合，以保证所述中心吊装环梁的整体结构刚度。

[0015] 进一步，所述上层环梁作为所述缆索吊下端的连接结构时，对应于所述缆索吊吊装靠近反射面中心区域的反射面单元。

[0016] 进一步，所述开槽设置有设定宽度，所述馈源舱需入港时，所述支撑索通过所述开槽竖向运动，进行拖舱入港，以减少了在竖向与所述缆索吊及所述中心吊装环梁发生干涉。

[0017] 进一步，所述上层环梁拆卸后，所述下层环梁独立作为所述缆索吊下端的连接结构，其对应于所述缆索吊吊装远离反射面中心区域的反射面单元。

[0018] 进一步，所述下层环梁为封闭结构，以保证其整体结构刚度。

[0019] 本发明最大程度地减少并解决了吊装设备运行与六索拖舱入港的干涉难题。既解决了反射面单元吊装的连续运行，也解决了馈源舱入港需求。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明反射面单元吊装方案工程俯视效果图；

图 2 为反射面单元吊装方案示意图；

图 3 为缆索吊与六索拖舱入港干涉示意图；

图 4 为工况 1 缆索吊与六索拖舱入港后关系示意图；

图 5 为工况 2 缆索吊与六索拖舱入港关系示意图；

图 6 为缆索吊运行与六索拖舱入港干涉解决方法示意图；

图 7 为中心吊装环梁与六索拖舱入港后关系示意图；

图 8 为中心吊装环梁开槽设计形式示意图；

图 9 为中心吊装环梁开槽活轨闭合示意图。

具体实施方式

[0021] 下面，参考附图，对本发明进行更全面的说明，附图中示出了本发明的示例性实施例。然而，本发明可以体现为多种不同形式，并不应理解为局限于这里叙述的示例性实施例。而是，提供这些实施例，从而使本发明全面和完整，并将本发明的范围完全地传达给本领域的普通技术人员。

[0022] 为了易于说明，在这里可以使用诸如“上”、“下”“左”“右”等空间相对术语，用于说明图中示出的一个元件或特征相对于另一个元件或特征的关系。应该理解的是，除了图中示出的方位之外，空间术语意在于包括装置在使用或操作中的不同方位。例如，如果图中的装置被倒置，被叙述为位于其他元件或特征“下”的元件将定位在其他元件或特征“上”。因此，示例性术语“下”可以包含上和下方位两者。装置可以以其他方式定位（旋转 90 度或位于其他方位），这里所用的空间相对说明可相应地解释。

[0023] 本发明 FAST 反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的方法，具体为：

1）反射面单元吊装采用运输台车与弧动式半跨缆索吊配合进行，缆索吊的下端连接于位于反射面底部的中心吊装环梁。中心吊装环梁与舱停靠平台同心设计且直径大于停靠平台，使缆索吊为弧动式环向运行，避免了传统缆索吊形式与六索拖舱入港的纵向干涉；

2）中心吊装环梁采用能够拆卸的上层环梁和下层环梁的组合结构；

3）当吊装靠近反射面中心区附近的反射面单元，在馈源舱六根控制索投影位置的中心吊装环梁上层环梁上开槽设计，并在每个开槽处设有可拆卸的活轨，如六索与馈源舱需要入港，则将开槽活轨打开，六索拖舱入港后，活轨闭合，保证中心吊装环梁整体刚性，吊装设备继续可在对应某一扇区内运送反射面单元，最大程度的减少了在竖向和局部环向上与六索拖舱入港干涉；

4）待安装远离反射面中心区域的反射面单元时，拆掉中心吊装环梁上层部分，保留下层的封闭结构，且下层高度设计成低于六索与馈源舱的锚固位置，缆索吊可周向施工，既不影响馈源舱入港，也不影响反射面单元吊装施工。

[0024] 如图 1、图 2 所示，本发明中所涉及的反射面单元吊装方案，是采用两台运输台车 3 配合两台半跨式缆索吊 2 运送反射面单元 4，缆索吊 2 的一端连接于圈梁 1 上运行的轨道机车、另一端连接于位于反射面底部的中心吊装环梁 5，形成半跨套缆索吊来运送反射面单元。圈梁 1 的外围有六个馈源支撑塔 6，从中引出六根支撑索 7 将馈源舱 8 悬吊于空中，支撑索 7 牵引馈源舱 8 在望远镜焦面运动，或当需要入港时落入舱停靠平台 9。如图 3 所示，现有情况中在馈源舱 8 入港时，缆索吊 2 和支撑索 7 会发生干涉 10。

[0025] 本发明FAST反射面吊装与六索拖舱入港无干涉运行的装置，包括由馈源支撑塔6、支撑索7所形成的馈源舱运行支撑结构，由缆索吊2、中心吊装环梁5所形成的反射面单元吊装支撑结构；其中，中心吊装环梁5与舱停靠平台9同心设计，且中心吊装环梁5的直径大于舱停靠平台9的直径。中心吊装环梁5包括能够拆卸的上层环梁11和下层环梁12，上层环梁11和下层环梁12均能够作为缆索吊2下端的连接结构，以满足不同工况下反射面单元吊装与馈源舱入港的相互无干涉运行。

[0026] 如图4、图6、图7、图8、图9所示，为缆索吊吊装靠近反射面中心区域的反射面单元时所采用的技术方案，上层环梁11上对应于馈源舱入港时的六根支撑索的投影位置设置有开槽13，每个开槽13均对应设置有能够拆卸的活轨15。当馈源舱需要入港时，打开活轨15，支撑索7从相对应的开槽位置下落，馈源舱8无干涉入港，此时支撑索7位于上层环梁11和下层环梁12之间。馈源舱8入港后，闭合活轨15，来保证中心吊装环梁5整体结构刚性，吊装设备继续在某一扇区内进行反射面单元吊装，由于开槽13设置有一定的宽度，支撑索7可以通过开槽13进行竖向运动，从而最大程度的减少了缆索吊运行与六索拖舱入港的干涉。

[0027] 实际运用时，下层环梁12高度为6米，直径Φ24米，封闭设计，上层环梁11高度4米，为六段非均匀开槽设计形式，每个开槽处设有一段可拆卸的活轨，用于使六索拖舱能够入港，可最大程度的减少与六索拖舱入港干涉。

[0028] 如图5所示，为缆索吊吊装远离反射面中心区域的反射面单元时所采用的技术方案，将上层环梁11拆卸，下层环梁12为封闭结构，下层环梁12独立作为缆索吊2下端的连接结构，下层环梁12的高度低于支撑索7下端与馈源舱8的锚固位置14，此时缆索吊2的方位将整体低于支撑索7的方位，从而有效的避免了两者的干涉。该方案既不影响馈源舱入港，又不影响反射面单元吊装。

[0029] 本发明，针对反射面单元不同吊装位置所对应的缆索吊的形态，结合已设计的馈源舱8入港时支撑索7的形态关系，分别设计了两套干涉解决方案，可满足FAST的全方位的反射面单元吊装，最大程度的减少了吊装设备运行与馈源舱入港维护的干涉，既解决了施工期间反射面单元吊装的连续运行，也解决了馈源舱入港需求，可为其他同类工程提供参考。

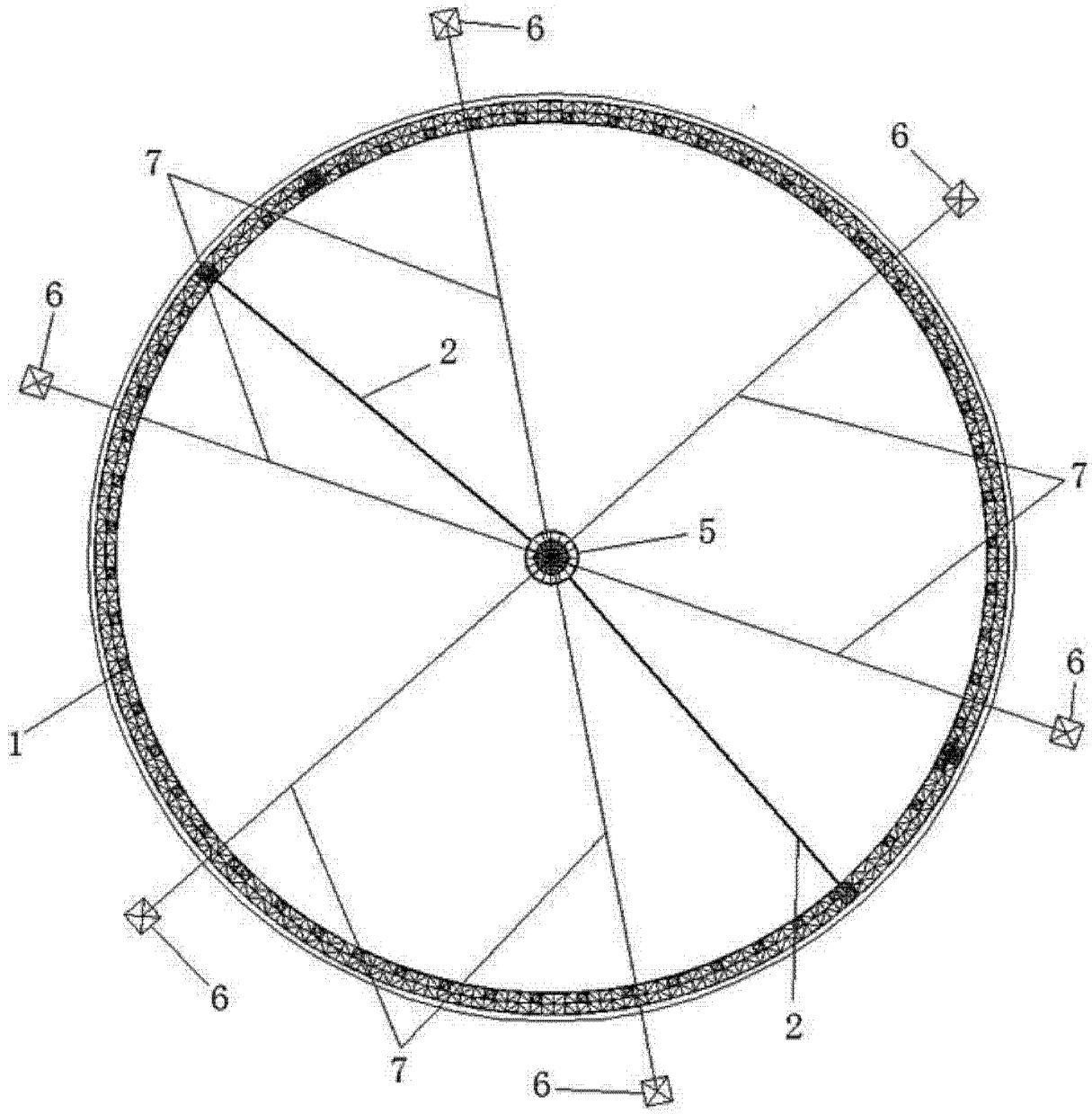


图 1

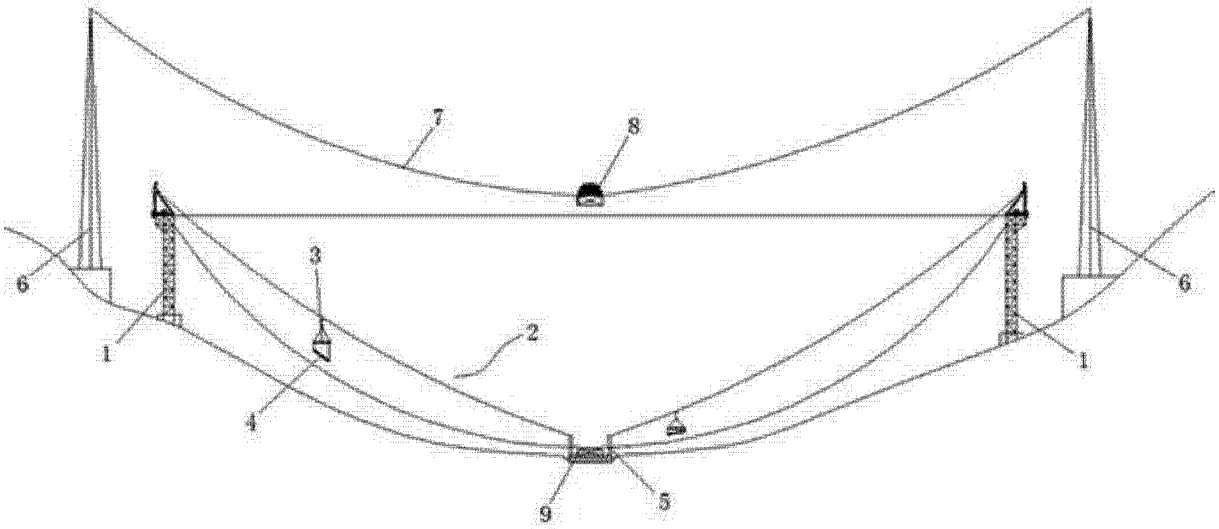


图 2

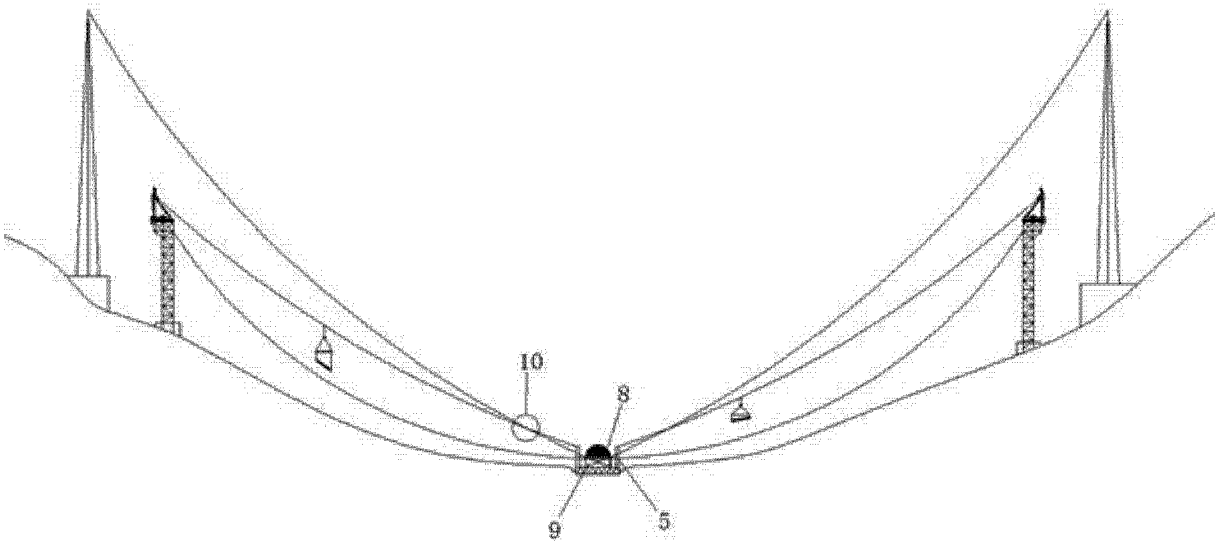


图 3

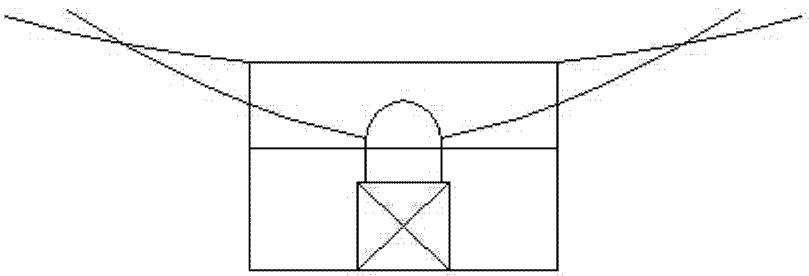


图 4

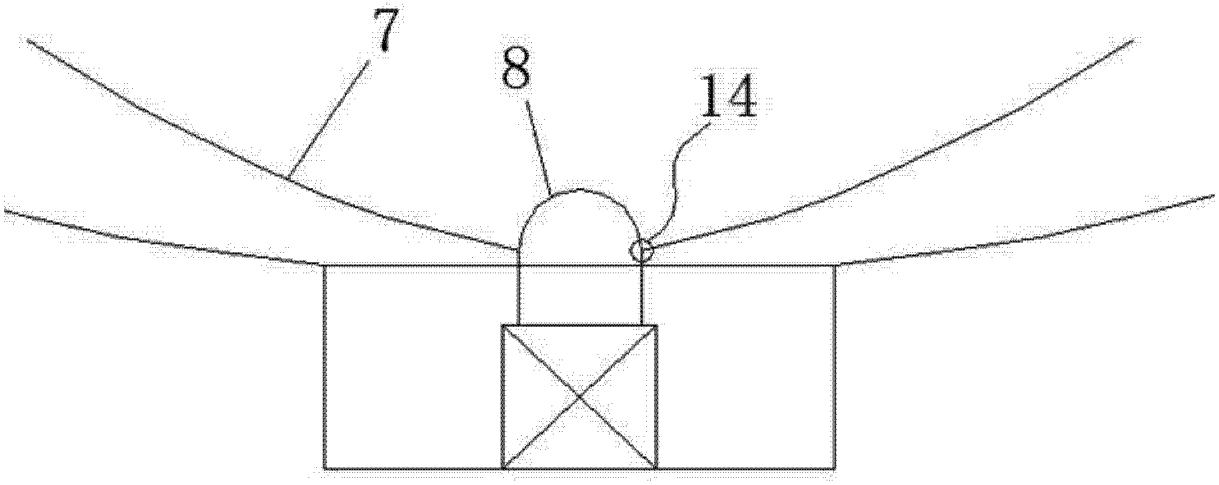


图 5

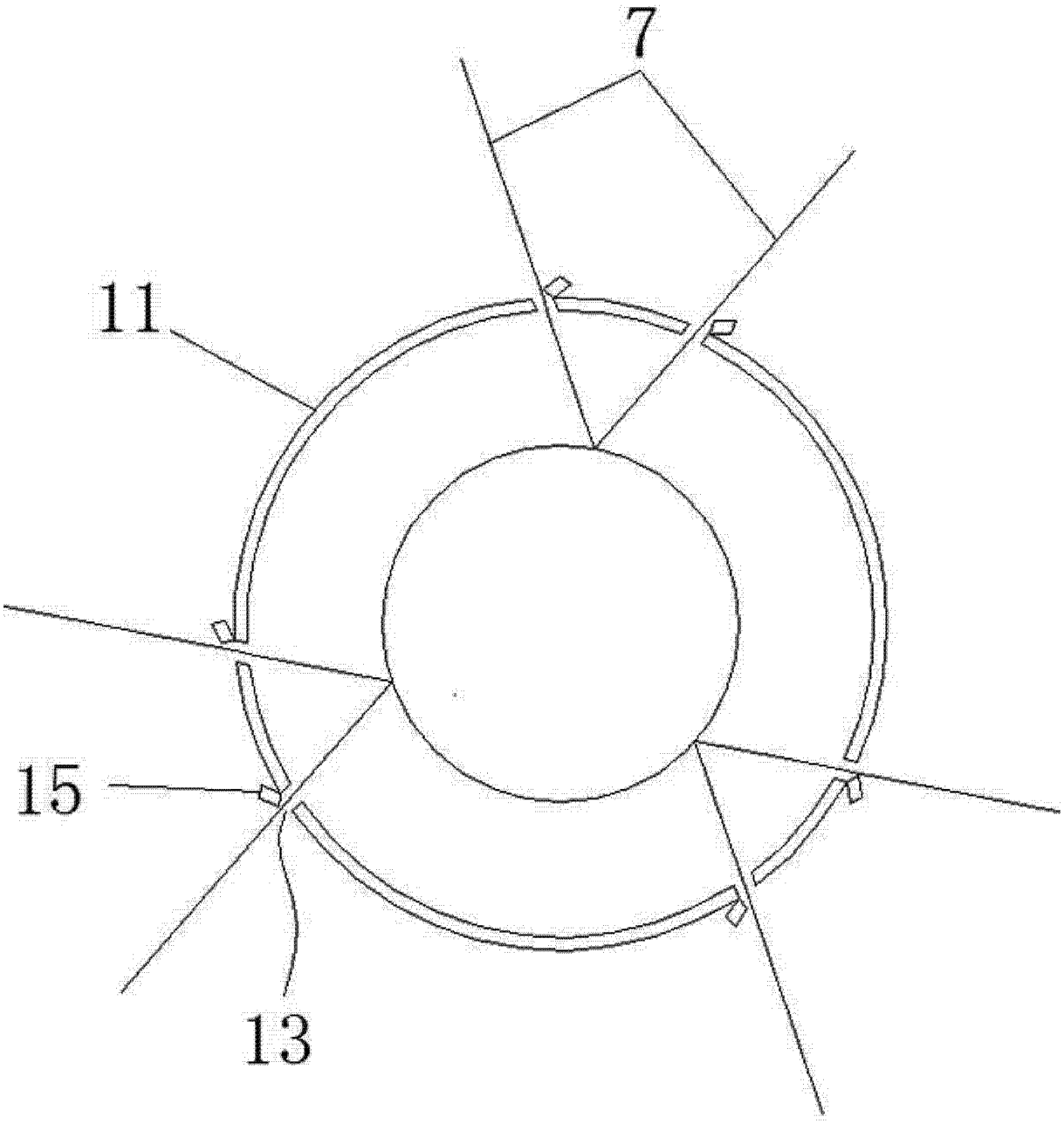


图 6

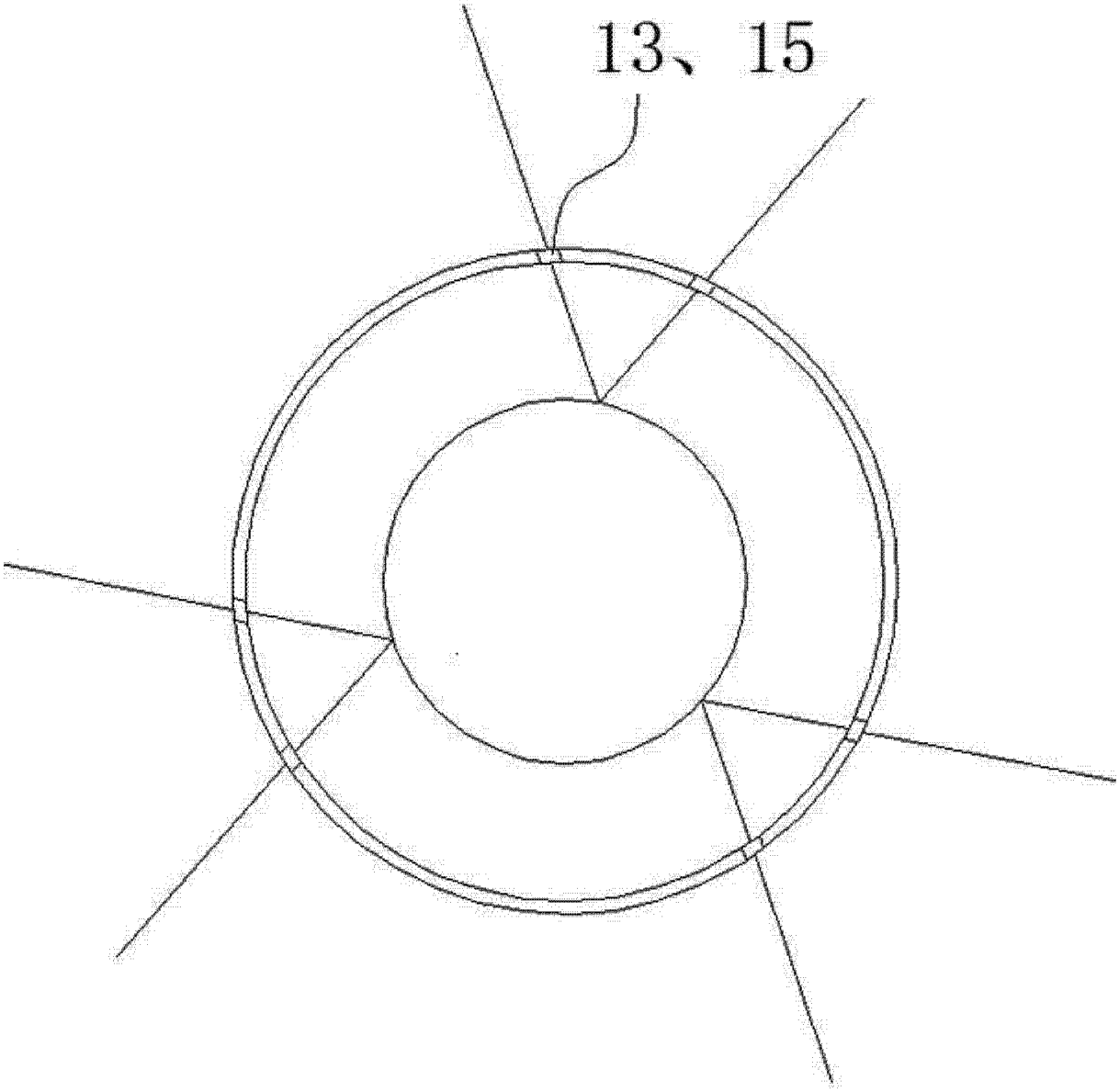


图 7

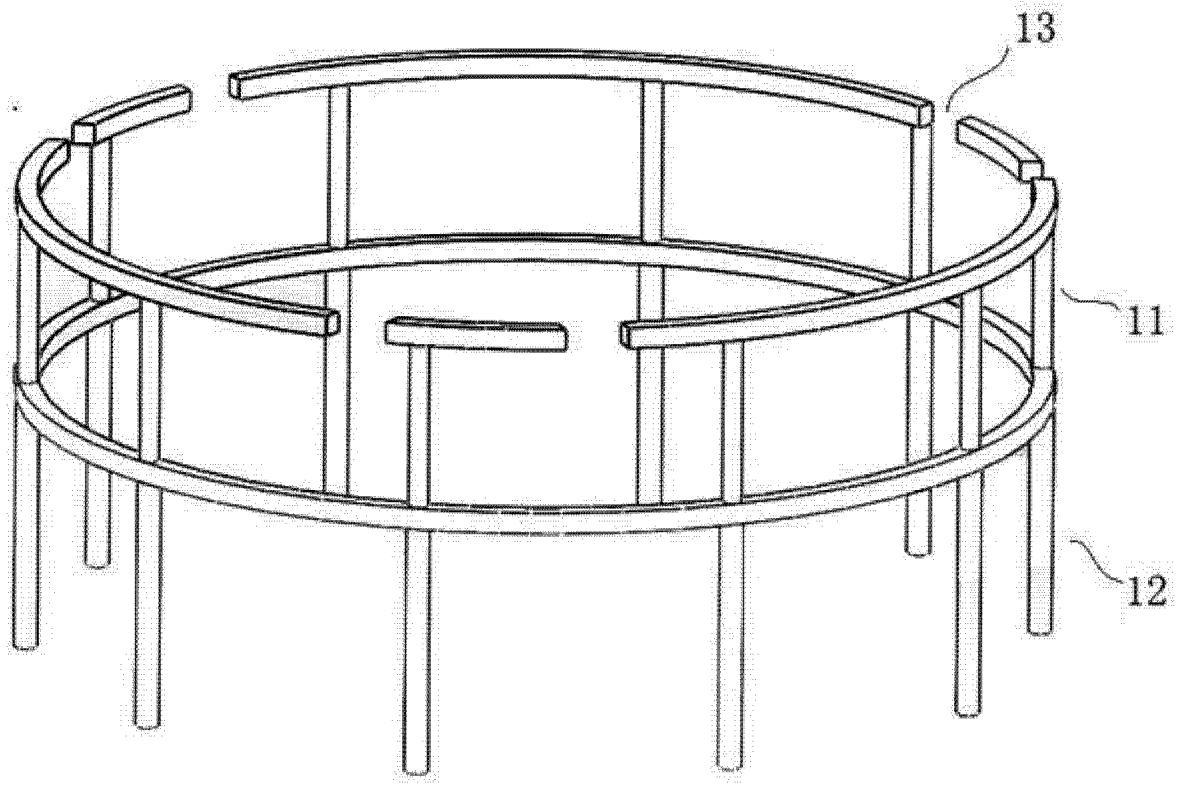


图 8

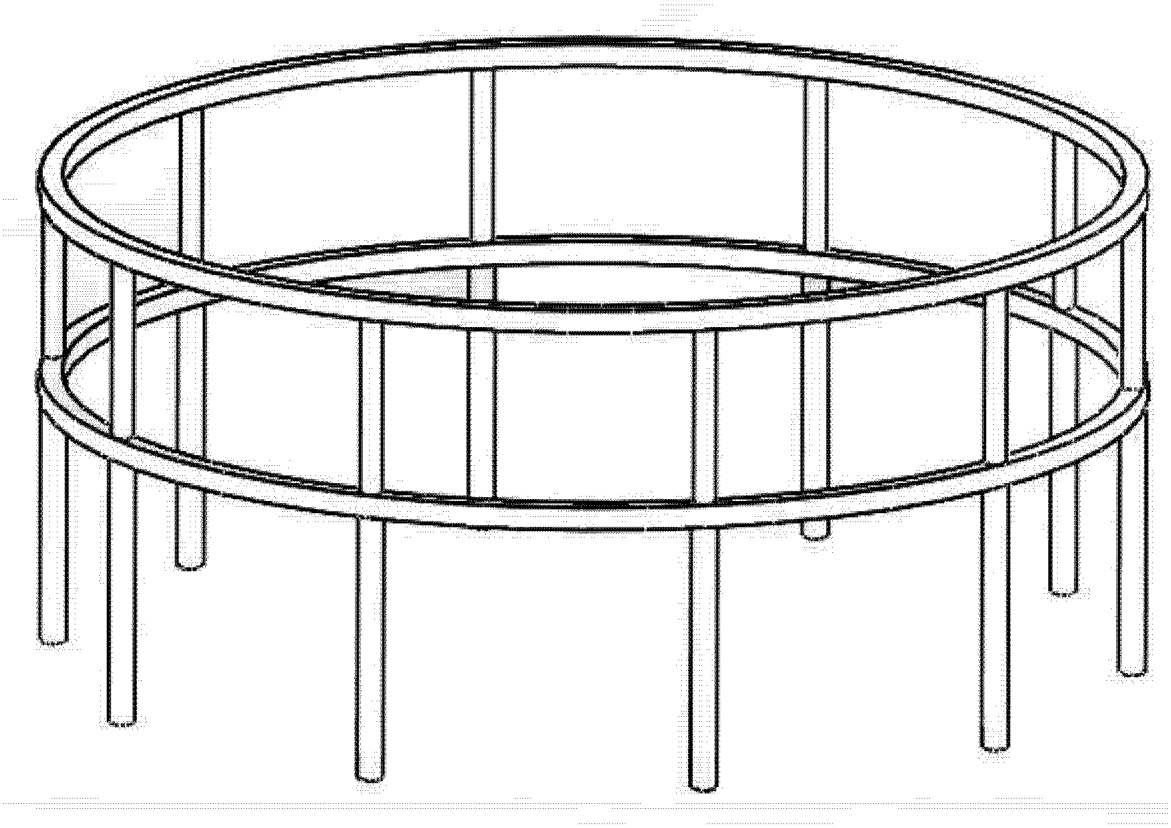


图 9