



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114562425 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 31

(21) 申请号 202210063694.8

(22) 申请日 2022.01.20

(71) 申请人 福建省马尾造船股份有限公司
地址 350000 福建省福州市连江县琯头镇
粗芦岛船政大道1号

(72) 发明人 王福林 黄德禄

(74) 专利代理机构 福州市博深专利事务所(普通合伙) 35214
专利代理师 谢子能

(51) Int. Cl.
F03D 13/25 (2016.01)
E02D 27/42 (2006.01)
F03D 13/10 (2016.01)

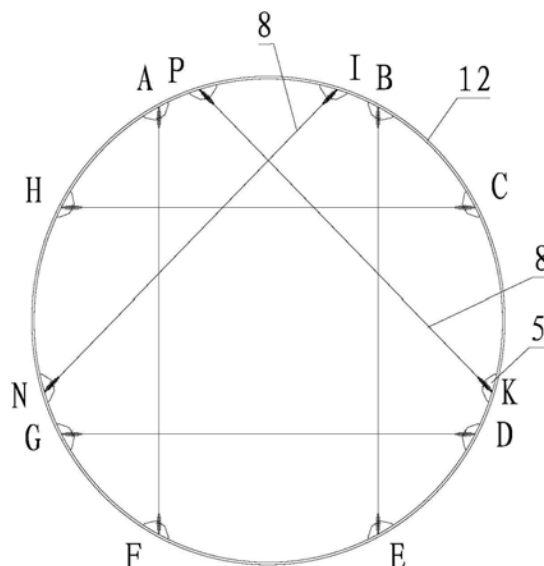
权利要求书1页 说明书8页 附图15页

(54) 发明名称

一种用于超大直径筒节的控圆结构及控圆方法

(57) 摘要

本发明涉及大尺寸筒节卧式组拼控圆技术,特别涉及一种用于超大直径筒节的控圆结构及控圆方法,包括第一控圆结构,所述第一控圆结构包括布置在筒节周向的多个连接件,以及多根连接绳;多根所述连接绳以绷紧状态分别设置在多个所述连接件之间,以在所述筒节的内部形成井字型,以使当所述筒节通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致。本发明所提供的控圆结构以及控圆方法,可有效避免超大直径筒节在滚动或起吊过程中变形。



1. 一种用于超大直径筒节的控圆结构,其特征在于,包括第一控圆结构,所述第一控圆结构包括布置在筒节周向的多个连接件,以及多根连接绳;

多根所述连接绳以绷紧状态分别设置在多个所述连接件之间,以在所述筒节的内部形成井字型,以使当所述筒节通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致。

2. 根据权利要求1所述用于超大直径筒节的控圆结构,其特征在于,所述连接件包括卡头和吊码,所述吊码设置在所述筒节的外侧并通过所述卡头与所述筒节的壁连接,所述连接绳与所述卡头连接。

3. 根据权利要求2所述用于超大直径筒节的控圆结构,其特征在于,所述连接绳为链条,所述连接绳包括第一链条和第二链条,所述第一链条的两侧端部分别连接相邻两个的所述卡头,所述第二链条的端部连接在所述第一链条上。

4. 根据权利要求1所述用于超大直径筒节的控圆结构,其特征在于,所述连接件为吊码,所述吊码设置在所述筒节的内侧。

5. 根据权利要求4所述用于超大直径筒节的控圆结构,其特征在于,所述筒节包括以卧式组拼成型的第一筒节和多个第二筒节,所述第一筒节位于所述筒节的下口位置,所述第一控圆结构设置在所述第二筒节内。

6. 根据权利要求5所述用于超大直径筒节的控圆结构,其特征在于,所述连接绳为钢丝绳,所述第一控圆结构还包括相对于所述连接绳呈倾斜设置的多根第三钢丝绳,所述第三钢丝绳通过所述吊码与所述第二筒节连接。

7. 根据权利要求5所述用于超大直径筒节的控圆结构,其特征在于,还包括第二控圆结构,所述第二控圆结构设置在所述第一筒节内;

所述第二控圆结构为由多根刚性支撑杆拼接所形成呈井字型结构的刚性支撑结构。

8. 根据权利要求7所述用于超大直径筒节的控圆结构,其特征在于,多根所述刚性支撑杆之间设置有加强杆。

9. 一种用于超大直径筒节的控圆方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1、确定筒节内连接件的位置,并将所述连接件安装在所述筒节上;

S2、将连接绳以绷紧状态安装在所述连接件上,以使所述连接绳在所述筒节内呈井字型,以使当所述筒节通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致。

10. 一种用于超大直径筒节的控圆方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1、确定筒节上的连接位置A、B、C、D、E、F、G、H;

S2、45°旋转各连接位置获得连接位置I、K、N、P;

S3、在每个连接位置上安装连接件,并用连接绳分别连接AF、BE、HC、DG,以通过所述连接绳在所述筒节内形成井字,同时用连接绳分别连接PK、IN,以使当所述筒节通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致;

S4、在另一筒节内安装井字型刚性支撑结构;

S5、将筒节和另一筒节以卧式组拼的方式进行组拼,获得吸力筒筒体。

一种用于超大直径筒节的控圆结构及控圆方法

技术领域

[0001] 本发明涉及大尺寸筒节卧式组拼控圆技术,特别涉及一种用于超大直径筒节的控圆结构及控圆方法。

背景技术

[0002] 当前我国对于海上风能的利用主要集中在20~40m水深范围内,在40m水深内海上风电机组的基础形式多为固定式,而随着安装需求的增加,具备高效安装特点的吸力式导管架基础正在国内逐步崭露头角,并成为静海风电基础的趋势之一。根据我国海上风电场的建设经验,基础的造价占风电场总建设成本的16%~28%,对此行业已达共识,因此通过技术手段实现海上风电基础结构制造成本的降低,对于海上风电场的平价开发具有重要意义。

[0003] 海上风电基础结构吸力筒占总体结构的一大部分,其卧式组拼工法实现了吸力筒组拼的自动化高效生产,并大幅降低了生产成本。大直径筒节的控圆技术是实现吸力筒卧式组拼工法的重要基础,只有有效保证了筒节的圆度才能实现筒节组拼自动化焊接。目前国内建造吸力筒最大直径已达12m,未来随着单套风机装机容量的提升,吸力筒结构也将随着增大增重,筒节控圆技术将愈加重要。

[0004] 现有的吸力筒组拼控圆方法,通常采用装配同直径短线型排加“井”字型刚性支撑工装对筒节进行支撑。这种控圆方法主要存在如下问题:1、工装安装不方便,筒节卷圆后需将筒节翻身平放在平地上进行安装“井”字型工装,而筒节翻身时极易变形无法保证圆度,工装难以吊装定位;2、工装拆除不方便,筒节组拼完成后需对控圆工装进行拆除,切割下来的工装体积大、重量大难以搬运到筒外,且切割时存在安全隐患极难进行切割作业;3、工装用量大成本高,工装经过切割后无法进行重复使用,需重新制作“井”字型工装;4、受力不均,筒节组拼在滚轮架上滚动过程中受力不均,无刚性支撑区域会变形,有刚性支撑处应力集中,经过多次滚动作业后筒节端口容易出现波浪变形,难以调圆,增加后期组对调圆作业量。

[0005] 因此,目前的吸力筒制造行业亟需一种控圆工作量低且可有效控圆的控圆方法。

发明内容

[0006] 为了克服上述现有技术的缺陷,本发明所要解决的技术问题是:提供一种可实现控圆效果好且控圆工作量低的用于超大直径筒节的控圆结构及控圆方法。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明一种用于超大直径筒节的控圆结构,包括第一控圆结构,所述第一控圆结构包括布置在筒节周向的多个连接件,以及多根连接绳;

[0008] 多根所述连接绳以绷紧状态分别设置在多个所述连接件之间,以在所述筒节的内部形成井字型,以使当所述筒节通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致。

[0009] 进一步提供一种用于超大直径筒节的控圆方法,包括如下步骤:

- [0010] S1、确定筒节内连接件的位置,并将所述连接件安装在所述筒节上;
- [0011] S2、将连接绳以绷紧状态安装在所述连接件上,以使所述连接绳在所述筒节内呈井字型,以使当所述筒节通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致。
- [0012] 更进一步提供另一种用于超大直径筒节的控圆方法,包括如下步骤:
- [0013] S1、确定筒节上的连接位置A、B、C、D、E、F、G、H;
- [0014] S2、45°旋转各连接位置获得连接位置I、K、N、P;
- [0015] S3、在每个连接位置上安装连接件,并用连接绳分别连接AF、BE、HC、DG,以通过所述连接绳在所述筒节内形成井字,同时用连接绳分别连接PK、IN,以使当所述筒节通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致;
- [0016] S4、在另一筒节内安装井字型刚性支撑结构;
- [0017] S5、将筒节和另一筒节以卧式组拼的方式进行组拼,获得吸力筒筒体。
- [0018] 本发明的有益效果在于:由于当所述筒节通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与对应的连接绳的延伸方向相一致,且连接绳处于绷紧状态,因此可通过所述连接绳限制筒节继续变形,达到控制筒节形变的目的。同时,由于第一筒节位于吸力筒的下口位置,在组拼过程中作为组拼的基准,因此通过在第一筒节内采用刚性支撑结构进行控圆,以避免所述第一筒节在吊装时变形,保证所述第一筒节具有良好的圆度。通过在第二筒节内使用柔性支撑结构,可有效保持第二筒节在滚动过程和成型过程中发生形变的同时,提高第一筒节与第二筒节之间的组拼效率。

附图说明

- [0019] 图1所示为本发明具体实施方式中第一控圆结构在一种实施方式中的结构示意图;
- [0020] 图2所示为本发明具体实施方式中卡头的主视图;
- [0021] 图3所示为本发明具体实施方式中卡头的侧视图;
- [0022] 图4所示为本发明具体实施方式中吊码的主视图;
- [0023] 图5所示为本发明具体实施方式中第一筒节与第二筒节卧式组拼的示意图;
- [0024] 图6所示为本发明具体实施方式中第二控圆结构在一种实施方式中的结构示意图;
- [0025] 图7所示为图6中A部放大图;
- [0026] 图8所示为图7中E-E处剖视图;
- [0027] 图9所示为图7中F-F处剖视图;
- [0028] 图10所示为图6中B部放大图;
- [0029] 图11所示为本发明具体实施方式第一控圆结构在一种实施方式中一种连接位置确定的流程图;
- [0030] 图12所示为本发明具体实施方式第一控圆结构在一种实施方式中另一种连接位置确定的流程图;
- [0031] 图13所示为本发明具体实施方式第一控圆结构在一种实施方式中的结构示意图;
- [0032] 图14所示为本发明具体实施方式第一控圆结构在另一种实施方式中的结构示意图;

图；

[0033] 图15所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及未加钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0034] 图16所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在加上口盖子及未加钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0035] 图17所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及加22.7T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0036] 图18所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在加上口盖子及加37.6T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0037] 图19所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及加26.9T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0038] 图20所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在加上口盖子及加44.7T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0039] 图21所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及加31.0T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0040] 图22所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在加上口盖子及加51.4T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0041] 图23所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及加34.8T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0042] 图24所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在加上口盖子及加57.7T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0043] 图25所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及加38.2T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0044] 图26所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在加上口盖子及加63.5T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0045] 图27所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及加41.5T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0046] 图28所示为本发明具体实施方式 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及加68.8T钢丝绳约束时的横向形变分析图；

[0047] 图29所示为本发明具体实施方式公式1中总长L的表示图。

[0048] 标号说明：1、筒节；11、第一筒节；12、第二筒节；2、第一链条；3、第二链条；4、卡头；41、U型板；42、第一通孔；43、顶板；44、底板；45、螺栓；5、吊码；51、侧板；52、基板；53、第二通孔；54、吊码反向加强结构；6、刚性支撑结构；61、刚性支撑杆；62、加强杆；7、插接板；71、插接口；8、第三钢丝绳；9、卸扣。

具体实施方式

[0049] 为详细说明本发明的技术内容、所实现目的及效果，以下结合实施方式并配合附图予以说明。

[0050] 参见图1和图14，一种用于超大直径筒节1的控圆结构，包括第一控圆结构，所述第

一控圆结构包括布置在筒节1周向的多个连接件,以及多根连接绳;

[0051] 多根所述连接绳以绷紧状态分别设置在多个所述连接件之间,以在所述筒节1的内部形成井字型,以使当所述筒节1通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致。

[0052] 其中,在一种实施方式中,所述筒节1具有超大直径($\geq 10\text{m}$)所述连接件包括卡头4和吊码5,所述吊码5设置在所述筒节1的外侧并通过所述卡头4与所述筒节1的壁连接,所述连接绳与所述卡头4连接。所述连接绳设置在多个所述卡头4之间,优选通过卸扣9与所述卡头4连接,更优选采用美标D形卸扣螺母款G2150。通过将所述连接绳始终保持绷紧状态,并使连接件的拉伸方向(具体为吊码5的拉伸方向)与其对应的连接绳的延伸方向相一致,使得当通过所述吊码5对筒节1进行吊装时或滚动时,可通过连接绳限制筒节1自身形变,达到控制筒节1变形并保持筒节1圆度的目的。

[0053] 在一种替代性的实施方式中,由于所述筒节1具有超大直径($> 11\text{m}$),因此所述筒节1在制备过程中不便于起吊,同时经过有限元分析,当此筒节1通过滚轮架滚动过程中,由于筒节1受其自身重力作用而下垂,筒节1受下方滚轮架的支撑作用而形成横向椭圆形状,最大横向形变为789mm。因此,所述连接件选用吊码5,即将吊码5设置在筒节1壁的内侧,通过所述吊码5与连接绳连接,以在所述筒节1内形成井字型或类似井字型结构,同时通过保持连接绳为绷紧状态,以及连接绳的延伸方向与吊码5的拉伸方向相一致,以限制筒节1的滚动过程中其自身由于其重力作用而发生形变,从而保证筒节1在制备过程中的圆度。

[0054] 需要说明的是,所述吊码5的拉伸方向为当所述筒节1通过吊码5起吊时,所述吊码5受起吊机吊钩的拉力方向,或当所述筒节1滚动时,所述吊码5受连接绳的拉力方向。同时需要说明的是,所述第一控圆结构以及下文的第二控圆结构在实际的安装过程中应当安装在靠近筒节一端开口的位置。举例而言,当筒节直径为12m,则第一控圆结构和第二控圆结构安装在距离筒节开口1m的位置上。

[0055] 参见图2和图3,在一种实施方式中,所述卡头4包括U型板41、顶板43、底板44、螺栓45和螺母,所述U型板41上具有第一通孔42和槽,所述顶板43和底板44分别设置在所述槽内,所述底板44上具有多个螺栓45。具体的,当所述卡头4连接在筒节1的壁上时,所述筒节1的壁被卡入顶板43与底板44之间,并通过旋紧螺栓45以将所述卡头4固定在所述筒节1的壁上;同时将卸扣9通过第一通孔42连接在所述卡头4上,以通过所述卸扣9实现连接绳与卡头4相连。

[0056] 参见图4所示,在一种实施方式中,所述吊码5包括侧板51、基板52和第二通孔53,所述侧板51固定在所述基板52上,所述基板52与所述U型板41位于所述筒节1壁外侧的部分连接,所述第二通孔53设置在所述侧板51上,以通过所述第二通孔53与外部起吊装置的接头连接实现对筒节1的起吊。

[0057] 参见图1,在一种实施方式中,所述连接绳为链条,所述连接绳包括第一链条2和第二链条3,所述第一链条2的两侧端部分别连接相邻两个的所述卡头4,所述第二链条3的端部连接在所述第一链条2上。

[0058] 当筒节1内未设置控圆结构并进行竖直吊装时,筒节1由于受到其自身重力作用而具有水平两侧向内,竖直两侧向外形变的趋势,即向下垂形成类似竖直设置的椭圆形状,经有限元分析得出,当筒节1直径为10m时,其最大形变可达到715mm。因此,通过在筒节1内设

置第一控圆结构,由于吊码5的拉伸方向与其对应的第一链条2的延伸方向相一致,以允许当通过所述吊码5将筒节1起吊时,可通过第一链条2限制筒节1形变,以保持筒节1在起吊过程中的圆度。同时,当卡头4与筒节1壁连接较松时,在起吊过程中由于筒节1下垂形变而使第一链条2的两端的卡头4具有相向移动的趋势,即向水平方向移动的趋势,此时第一链条2难以起到限制筒节1形变的作用。因此,在两侧第一链条2之间增加第二链条3,以通过第二链条3限制卡头4向水平方向移动,从而保证控圆效果的实现。

[0059] 在另一种实施方式中,所述筒节1包括以卧式组拼成型的第一筒节11和多个第二筒节12,所述第一筒节11位于所述筒节1的下口位置,所述第一控圆结构设置在所述第二筒节12内。其中,所述筒节1/吸力筒是通过第一筒节11和多个第二筒节12通过组拼的方式连接形成的。

[0060] 优选地,所述连接绳为钢丝绳,所述第一控圆结构还包括相对于所述连接绳呈倾斜设置的多根第三钢丝绳8,所述第三钢丝绳8通过所述吊码5与所述第二筒节12连接。优选的,所述第三钢丝绳8以及连接绳均通过卸扣9与吊码连接。由于所述连接绳在所述筒节1内形成井字型,因此通过在井字型的基础上继续增加多根呈倾斜设置的第三钢丝绳8,以通过所述第三钢丝绳8进一步提高所述第一控圆结构对第二筒节12的圆度保持能力。具体而言,当筒节1在滚动过程中,每当所述连接绳中部分的连接绳转动至水平状态时,其受到最大拉力,以拉紧筒节1避免其发生变形,而斜拉的第三钢丝绳8在拉紧过程中起到辅助拉紧的作用,以进一步避免筒节1在滚动过程中发生形变。同时,当筒节1滚动至预设位置时,可将处于受力状态的连接绳或第三钢丝绳8在第二筒节12内保留并拆除不受力的连接绳或第三钢丝绳8,以允许将拆卸下的连接绳或第三钢丝绳8周转至另一个第二筒节12中,从而节省连接绳或第三钢丝绳8的使用量,进而大幅度提高第一筒节11与第二筒节12的组拼效率。

[0061] 在此实施方式中,所述用于超大直径筒节1的控圆结构还包括第二控圆结构,所述第二控圆结构设置在所述第一筒节11内;所述第二控圆结构为由多根刚性支撑杆61拼接所形成呈井字型结构的刚性支撑结构6。由于在组拼过程中第一筒节11作为组拼的标准,因此其圆度的控制对于筒节1整体的圆度控制而言是至关重要的。因此,在第一筒节11内设置刚性支撑结构6,以通过所述刚性支撑结构6的刚性支撑作用以进一步限制第一筒节11在起吊过程中发生形变。为了提高刚性支撑结构6的结构强度,以进一步保证控圆效果的实现,优选地,多根所述刚性支撑杆61之间设置有加强杆62。

[0062] 在一种实施方式中,参见图6至图10所示,所述第一筒节11的内壁上设置有插接板7,所述插接板7上设置有插接口71,所述刚性支撑结构6以插接的方式插入插接口71内,以实现将所述刚性支撑结构6固定在所述第一筒节11内。通过此种连接方式,可有效提高刚性支撑结构6的安装和拆卸效率的同时,相较于传统的控圆方法,可实现对刚性支撑结构6的重复使用。进一步地,第一筒节11的壁外侧设置有吊码5,所述吊码5与插接口71的位置相对齐,以使所述吊码5的拉伸方向与其对应的刚性支撑杆61的轴向相一致,以进一步提高刚性支撑结构6对第一筒节11的控圆效果。同时,为了避免第一筒节11通过所述吊码5起吊时,筒节1的壁受拉力作用而发生变形,优选地,在所述插接口71内设置吊码反向加强结构54(在图9中未画出),所述吊码反向加强结构54具体为T型。

[0063] 进一步地,参见图1所示,一种用于超大直径筒节1的控圆方法,包括如下步骤:

[0064] S1、确定筒节1内连接件的位置,并将所述连接件安装在所述筒节1上;

[0065] S2、将连接绳以绷紧状态安装在所述连接件上,以使所述连接绳在所述筒节1内呈井字型,以使当所述筒节1通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致。

[0066] 具体的,所述连接件包括卡头4、卸扣9和吊码5。通过预先在筒节1内标记卡头4的安装位置,并将卡头4安装在所述安装位置上以及将卸扣9安装在卡头4上,然后进一步将连接绳以绷紧状态分别连接卸扣9,以使所述连接绳在筒节1内呈井字型或类似井字型结构,并在至少两个相邻的卡头4的外侧安装吊码5,以使吊码5的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致,以实现筒节1在起吊过程中的控圆。

[0067] 进一步地,参见图11至图13,一种用于超大直径筒节1的控圆方法,包括如下步骤:

[0068] S1、确定筒节上的连接位置A、B、C、D、E、F、G、H;

[0069] S2、45°旋转各连接位置获得连接位置I、K、N、P;

[0070] S3、在每个连接位置上安装连接件,并用连接绳分别连接AF、BE、HC、DG,以通过所述连接绳在所述筒节1内形成井字,同时用连接绳分别连接PK、IN,以使当所述筒节1通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与其对应的连接绳的延伸方向相一致;

[0071] S4、在另一筒节1内安装井字型刚性支撑结构6;

[0072] S5、将筒节1和另一筒节1以卧式组拼的方式进行组拼,获得吸力筒筒体。

[0073] 其中,首先对各个连接位置的位置进行确定,各个连接位置的位置优选为将筒节进行均分,举例而言, $\Phi 12\text{m}$ 筒节上,AF两点间距10500.0mm,GD两点间距10500.0mm。连接绳、卸扣9、吊码安全负荷大小,连接绳的长度等数据是通过有限元分析所确定的,在有限元分析前应当将各个连接位置的位置数据输入模型中。为减小连接绳(钢丝绳)内力,计算模型模拟吸力筒水平向半径形变控制在200mm范围内,对应连接绳(钢丝绳)位置形变为单边150mm,优选的,选取“钢丝绳+卸扣9+吊码(公式1,参见图29)”总长L为 $10500+150\times 2\approx 10800\text{mm}$,实际配套中应扣除卸扣9和吊码的长度。钢丝绳的加工长度应当精准,如实际到货存在偏差,可通过微调钢丝绳布置维持吊码或卡头的处形变。具体有限元分析方法为:以12m吸力筒为基准建立模型,其中受力主要为筒节的自重以及上口盖子的重量,以位于上口的筒节和上口盖子进行组拼并分析(此时筒节受力最大),同时以吸力筒每转动一定角度(如30°)分析筒节的受力情况和形变情况,并通过。

[0074] 举例而言,参见图15,图15展示 $\Phi 12\text{m}$ 筒节在未加上口盖子及未加钢丝绳约束时的横向形变分析图,从图中可以看出此时筒节最大横向形变为256.3mm,吊码位置处形变约为180mm。参见图16,同时当在前述筒节上增加上口盖子载荷时,所述筒节的最大横向形变为517.4mm,吊码位置处形变约为350mm,即表明当筒节与上口盖子进行组拼时筒节受力最大,形变最大。

[0075] 参见图17至图28,各图所展示的数据如表1所示。

[0076] 表1

对应图	钢丝绳拉力 (T)	筒节是否与上口盖子组拼	最大横向形变 (mm)	吊码位置处的形变 (mm)
17	22.7	否	204.7	145
18	37.6	是	339.3	240
19	26.9	否	186.3	132
20	44.7	是	308.9	220
21	31.0	否	169.6	120
22	51.4	是	281.0	200
23	34.8	否	154.6	110
24	57.7	是	256.3	180
25	38.2	否	141.3	100
26	63.5	是	234.2	165
27	41.5	否	129.5	90
28	68.8	是	214.6	150

[0077] 从表1可以看出,通过不断提高钢丝绳拉力以检测筒节的横向形变和吊码位置处的形变,当吊码位置处的形变在150mm内,即为最适宜的钢丝绳拉力。

[0079] 参见图11,在一种实施方式中,可通过将第一筒节11卷绕成型的接缝或与其相邻的预设间距位置作为A点,并通过有限元分析所确定的各个连接点之间的间距进一步确定其他连接点。进一步顺时针旋转各个连接点以获得用于斜拉钢丝绳的IKNP连接点,以及在每个连接点上安装吊码5,最终通过将连接绳(钢丝绳)按确定的位置与吊码5进行连接,以在所述第二筒节12中形成柔性支撑结构。

[0080] 同时,为了提高标记连接位置的效率,在另一种实施方式中,参见图12,在未卷绕的钢板上预先确定A点,并通过有限元分析所确定各个连接点之间的间距进一步确定其他连接点。进一步通过预先计算获得的间距移动各个连接点,以获得IKNP连接点,然后将钢板进行卷绕呈第二筒节12后,在每个连接点的位置安装吊码5,最终通过将连接绳(钢丝绳)按确定的位置与吊码5进行连接,以在所述第二筒节12中形成柔性支撑结构。

[0081] 其中,为了避免连接绳(钢丝绳)在连接过程中发生交叉干涉,吊码5安装时应需注意根据钢丝绳直径适当等距错开安装。

[0082] 实施例1

[0083] 参见图4和14,一种用于超大直径筒节1的控圆结构,包括第一控圆结构,所述第一控圆结构包括布置在筒节1周向的多个吊码5,以及多根钢丝绳;

[0084] 多根所述钢丝绳以绷紧状态分别设置在多个所述吊码5之间,以在所述筒节1的内部形成井字型。

[0085] 实施例2

[0086] 参见图1至4,一种用于超大直径筒节1的控圆结构,包括第一控圆结构,所述第一控圆结构包括布置在筒节1周向的多个连接件,以及第一链条2和第二链条3;

[0087] 所述连接件包括卡头4和吊码5,所述吊码5设置在所述筒节1的外侧并通过所述卡头4与所述筒节1的壁连接,所述连接绳与所述卡头4连接;

[0088] 所述第一链条2的两侧端部分别连接相邻两个的所述卡头4,所述第二链条3的端部连接在所述第一链条2上,以在所述筒节1的内部形成井字型。

[0089] 实施例3

[0090] 参见图2至11和13,一种用于超大直径筒节1的控圆结构,包括第一控圆结构,所述第一控圆结构包括布置在筒节1周向的多个连接件,以及多根连接绳;

[0091] 多根所述连接绳以绷紧状态分别设置在多个所述连接件之间,以在所述筒节1的内部形成井字型;

[0092] 所述连接件为吊码5,所述吊码5设置在所述筒节1的内侧;

[0093] 所述筒节1包括以卧式组拼成型的第一筒节11和多个第二筒节12,所述第一筒节11位于所述筒节1的下口位置,所述第一控圆结构设置在所述第二筒节12内;

[0094] 所述连接绳为钢丝绳,所述第一控圆结构还包括相对于所述连接绳呈倾斜设置的多根第三钢丝绳8,所述第三钢丝绳8通过所述吊码5与所述第二筒节12连接;

[0095] 所述用于超大直径筒节1的控圆结构还包括第二控圆结构,所述第二控圆结构设置在所述第一筒节11内;所述第二控圆结构为由多根刚性支撑杆61拼接所形成呈井字型结构的刚性支撑结构6;

[0096] 所述第一筒节11的内壁上设置有插接板7,所述插接板7上设置有插接口71,所述刚性支撑结构6以插接的方式插入插接口71内;第一筒节11的壁外侧设置有吊码5,所述吊码5与插接口71的位置相对齐,以使所述吊码5的拉伸方向与其对应的刚性支撑杆61的轴向相一致;在所述插接口71内设置吊码反向加强结构54,所述吊码反向加强结构54具体为T型。

[0097] 综上,本发明所提供的用于超大直径筒节1的控圆结构及控圆方法,由于当所述筒节1通过所述连接件吊装时或滚动时,所述连接件的拉伸方向与对应的连接绳的延伸方向相一致,且连接绳处于绷紧状态,因此可通过所述连接绳限制筒节1继续变形,达到控制筒节1形变的目的。同时,由于第一筒节11位于吸力筒的下口位置,在组拼过程中作为组拼的基准,因此通过在第一筒节11内采用刚性支撑结构6进行控圆,以避免所述第一筒节11在吊装时变形,保证所述第一筒节11具有良好的圆度。通过在第二筒节12内使用柔性支撑结构,可有效保持第二筒节12在滚动过程和成型过程中发生形变的同时,提高第一筒节11与第二筒节12之间的组拼效率。

[0098] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等同变换,或直接或间接运用在相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

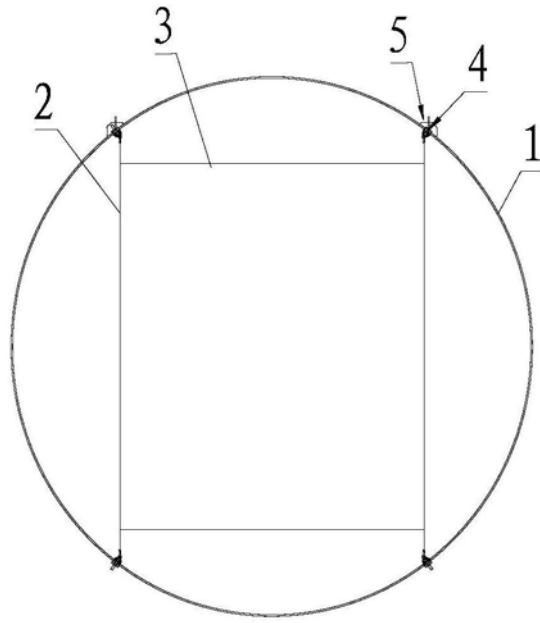


图1

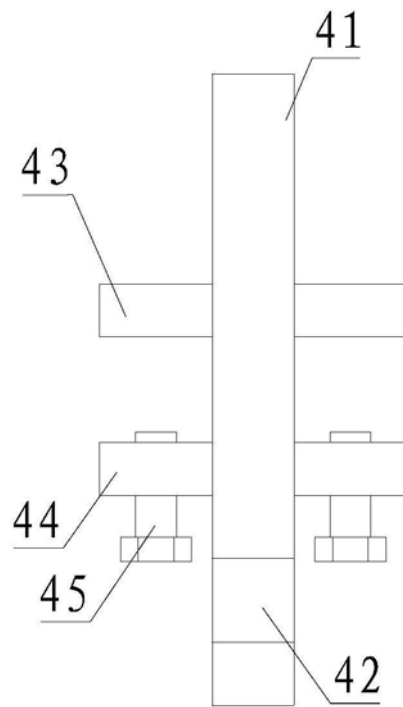


图2

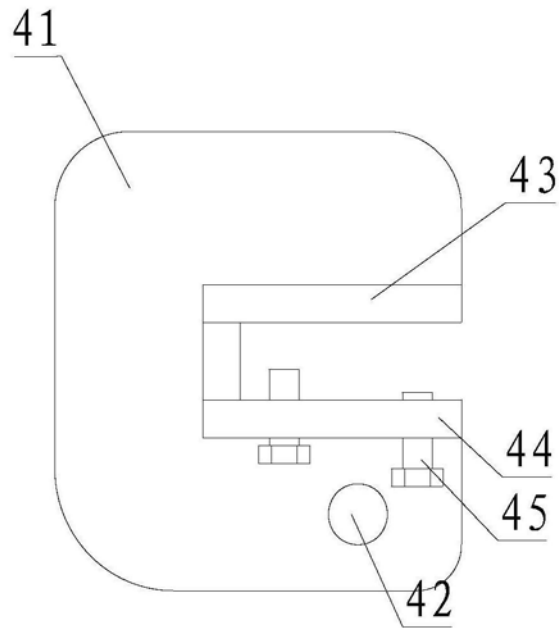


图3

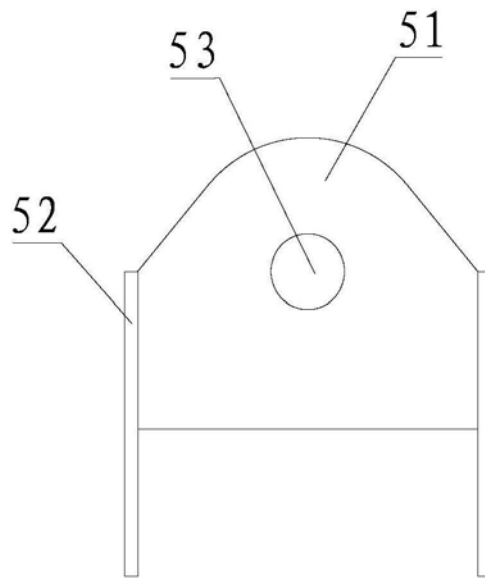


图4

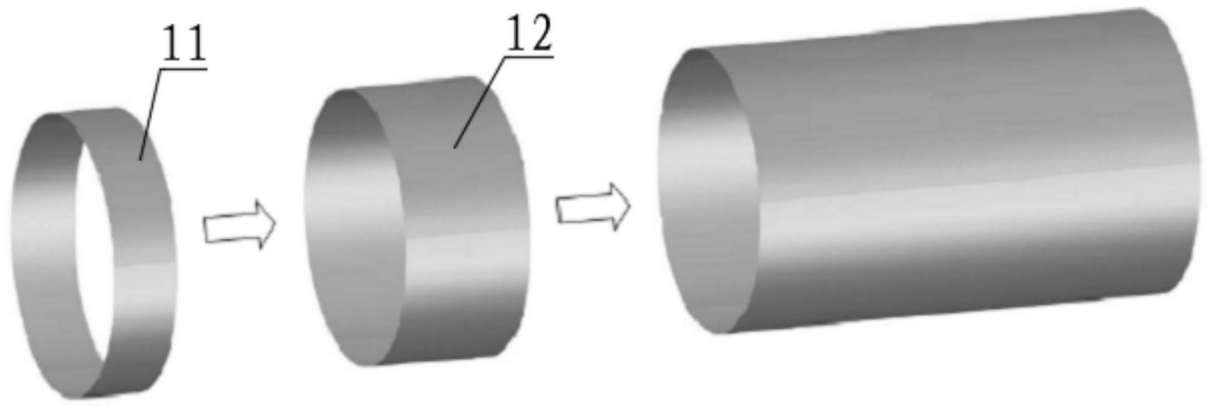


图5

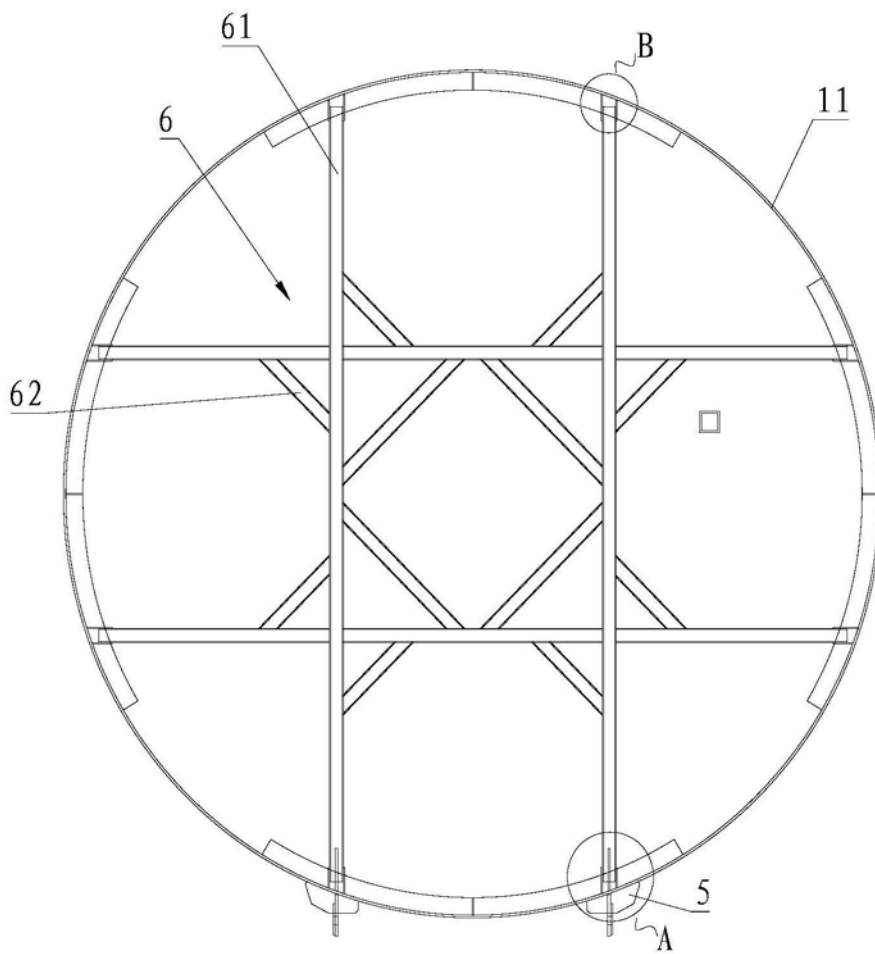


图6

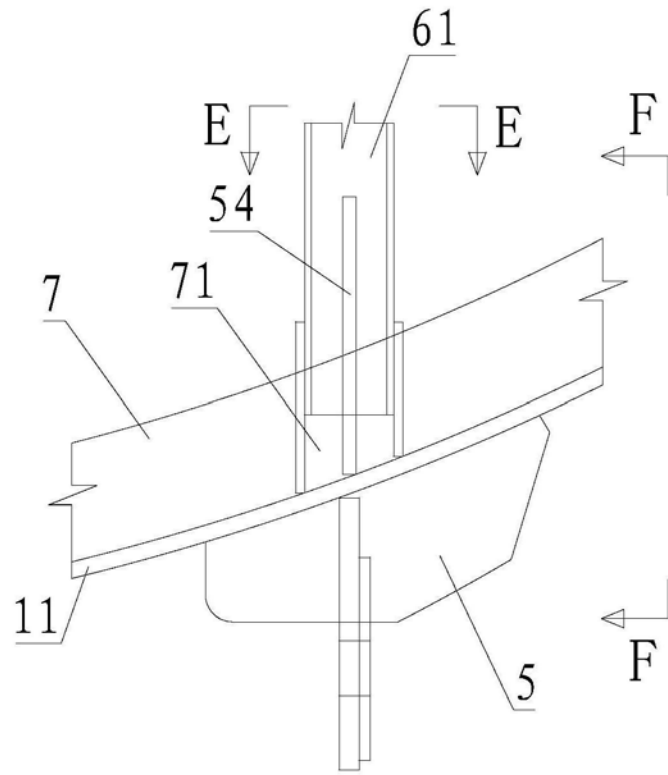


图7

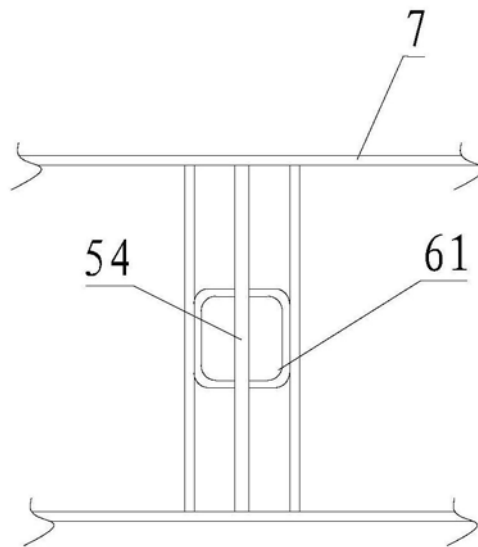


图8

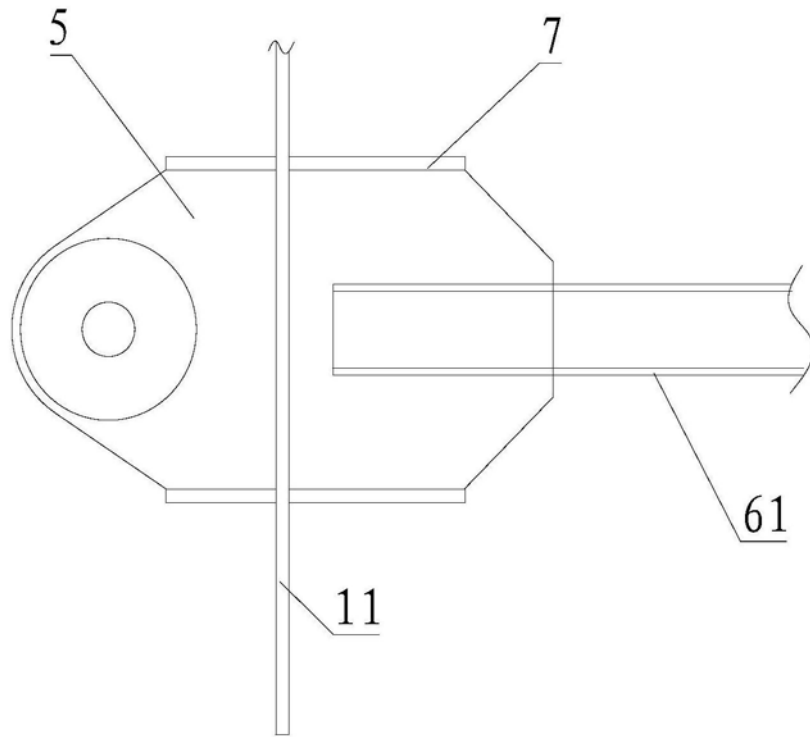


图9

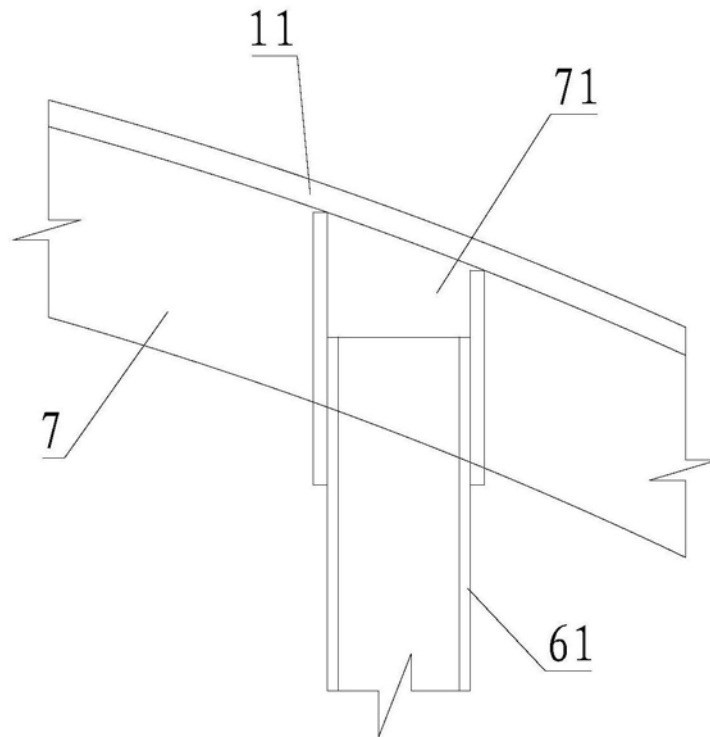


图10

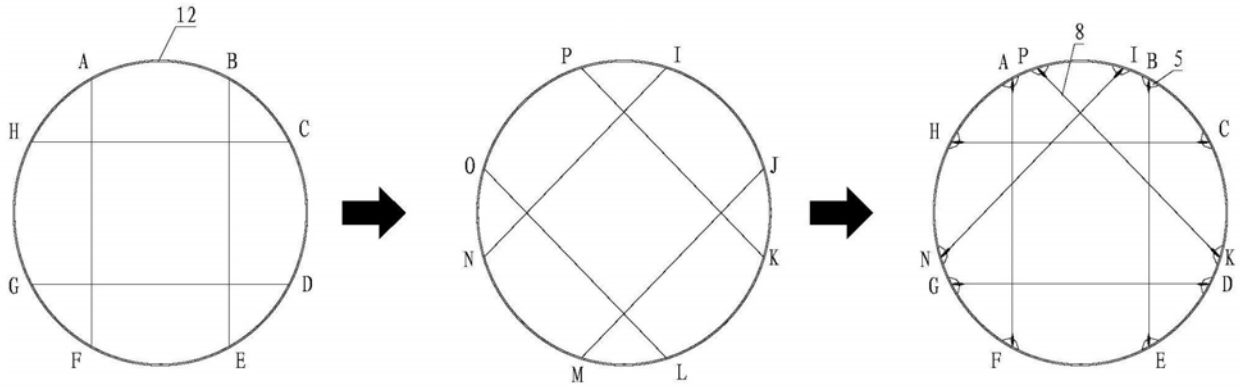


图11

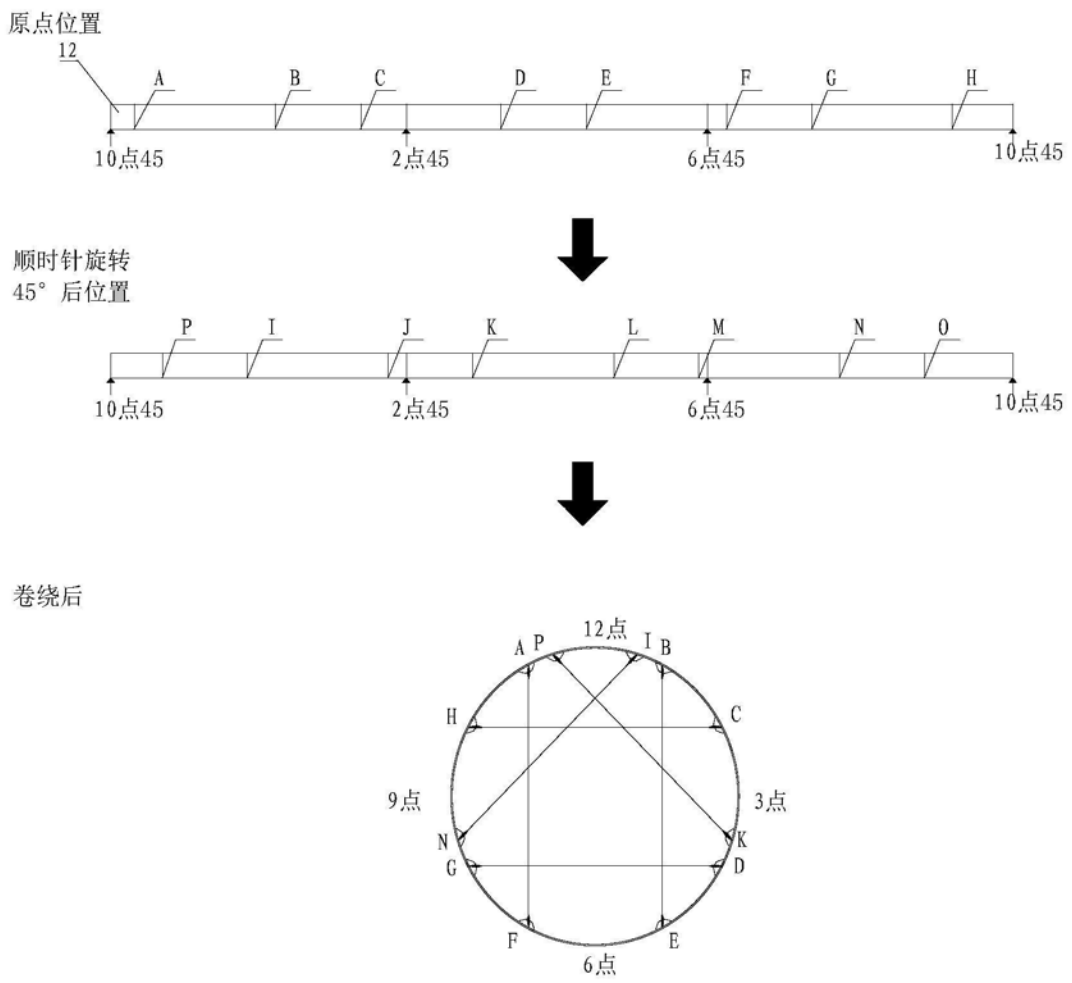


图12

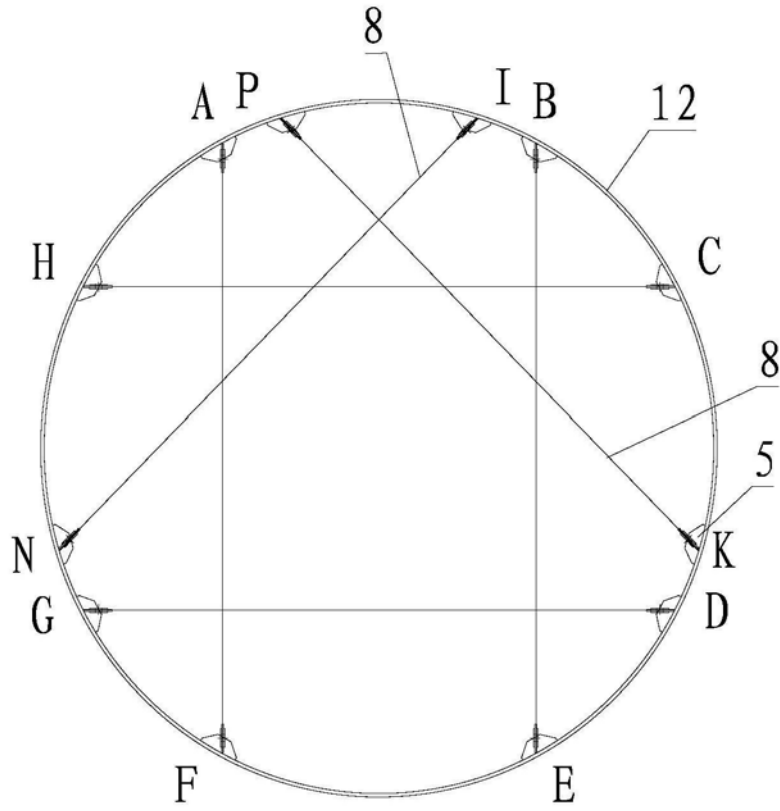


图13

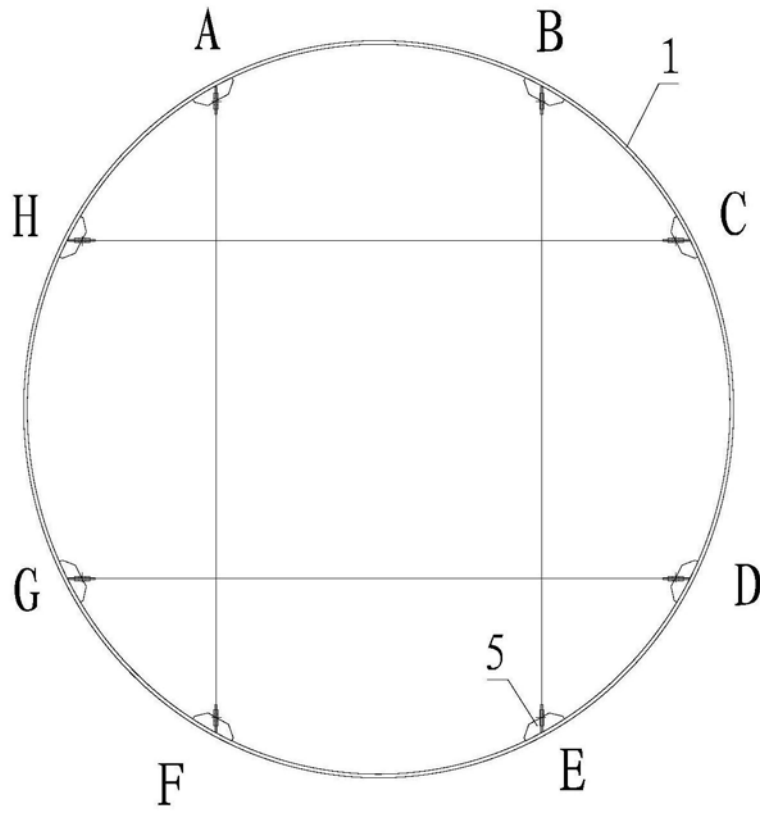


图14

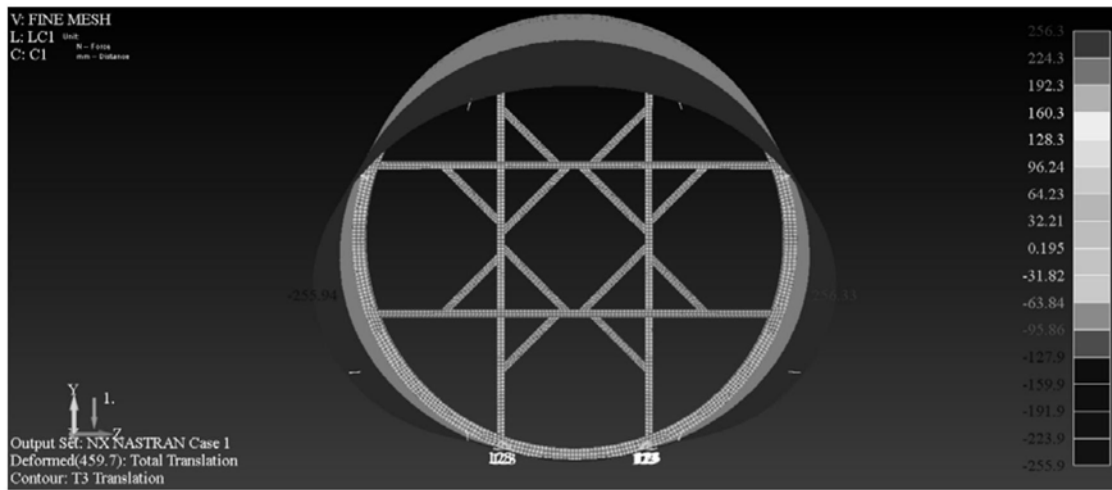


图15

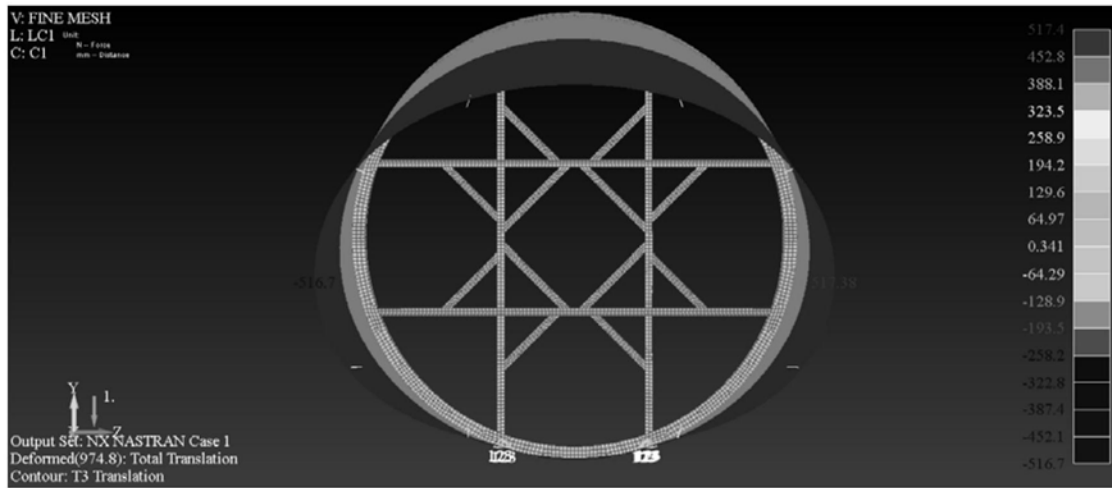


图16

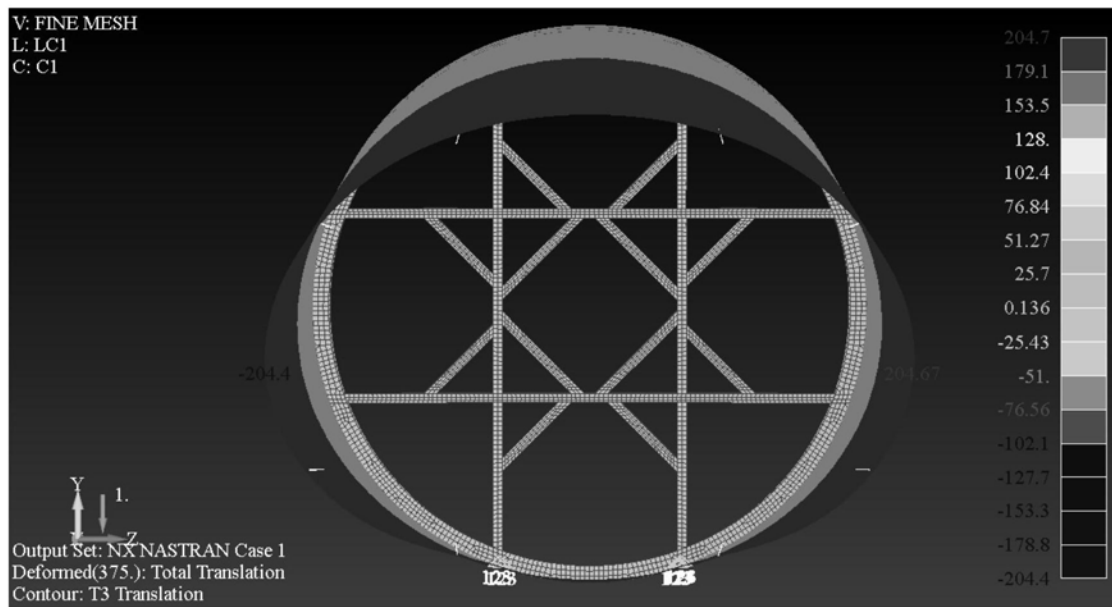


图17

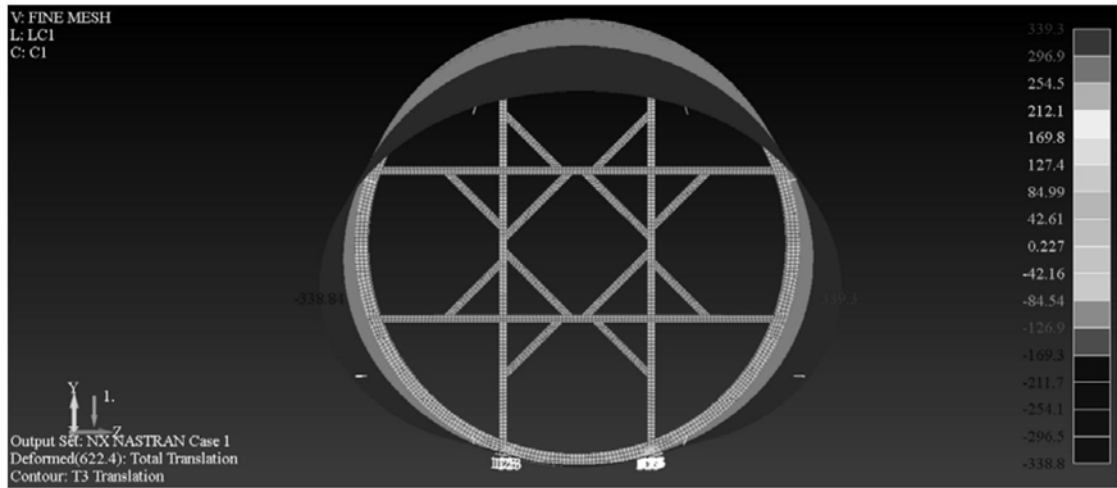


图18

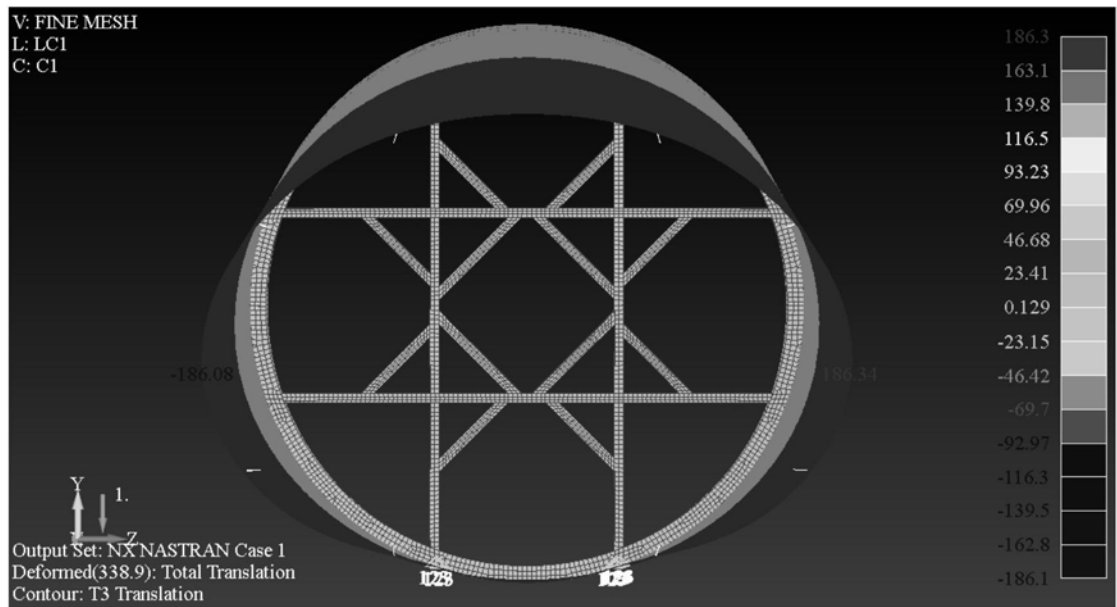


图19

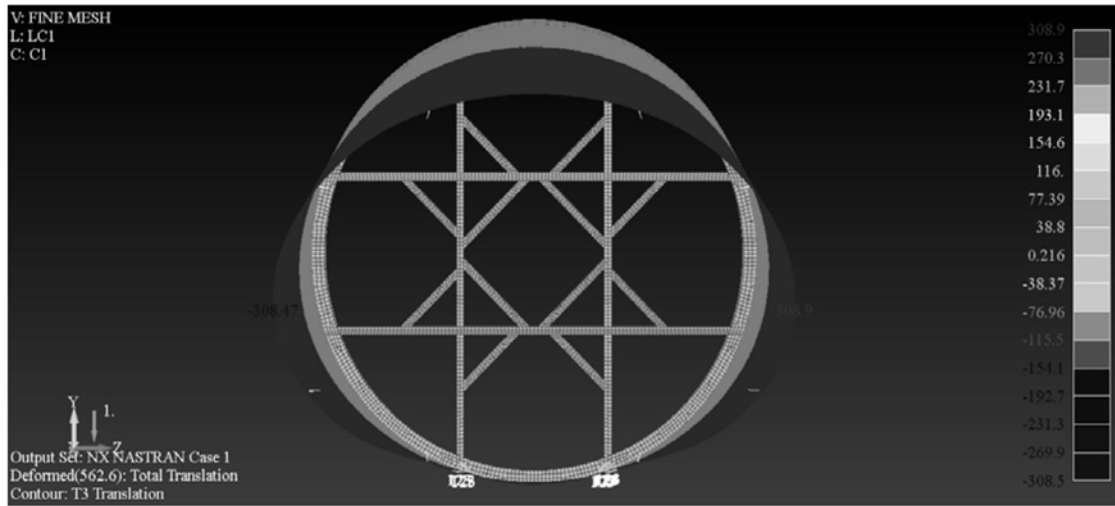


图20

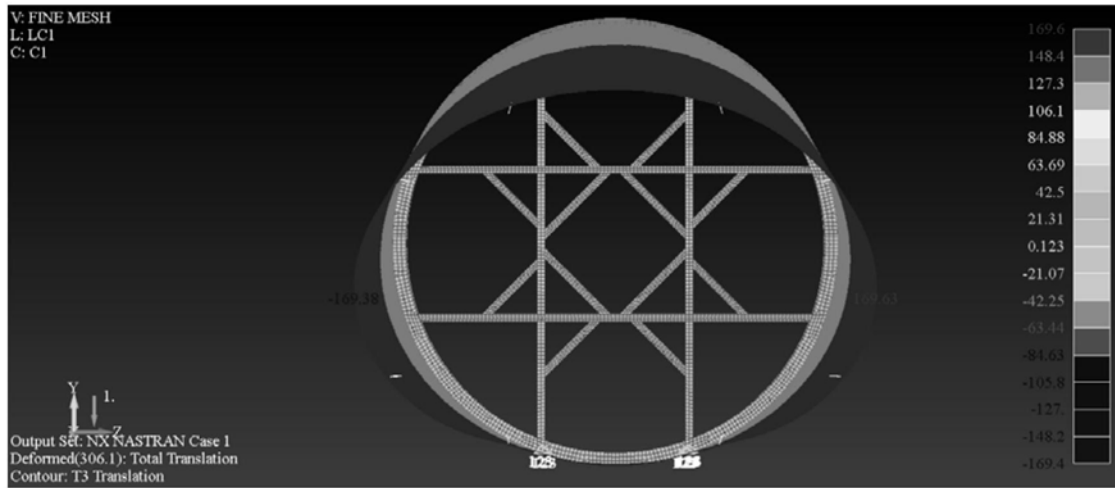


图21

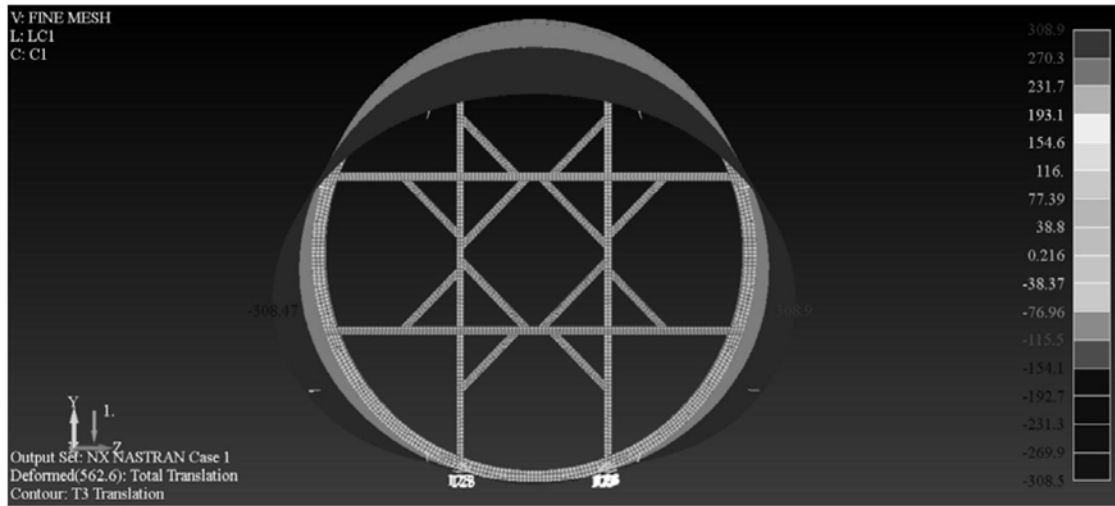


图22

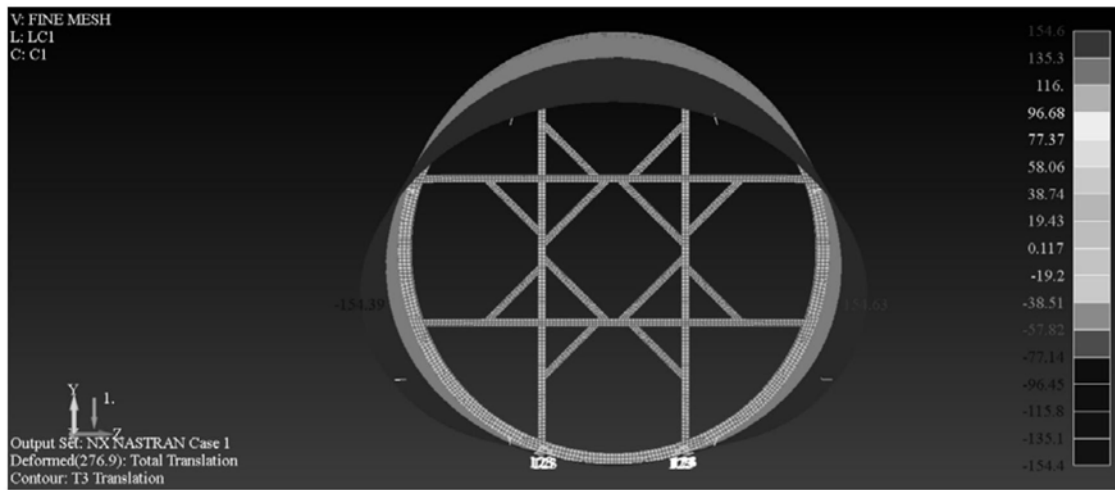


图23

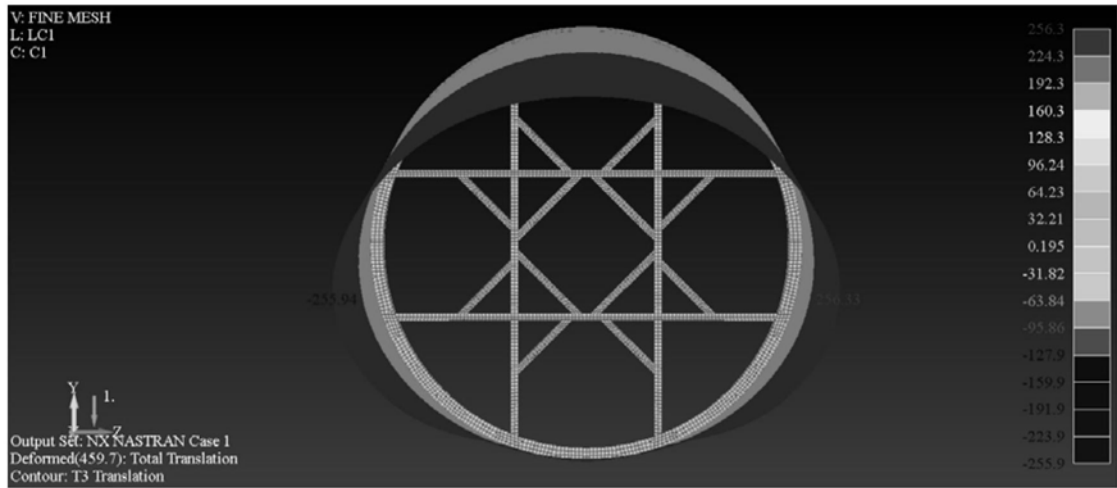


图24

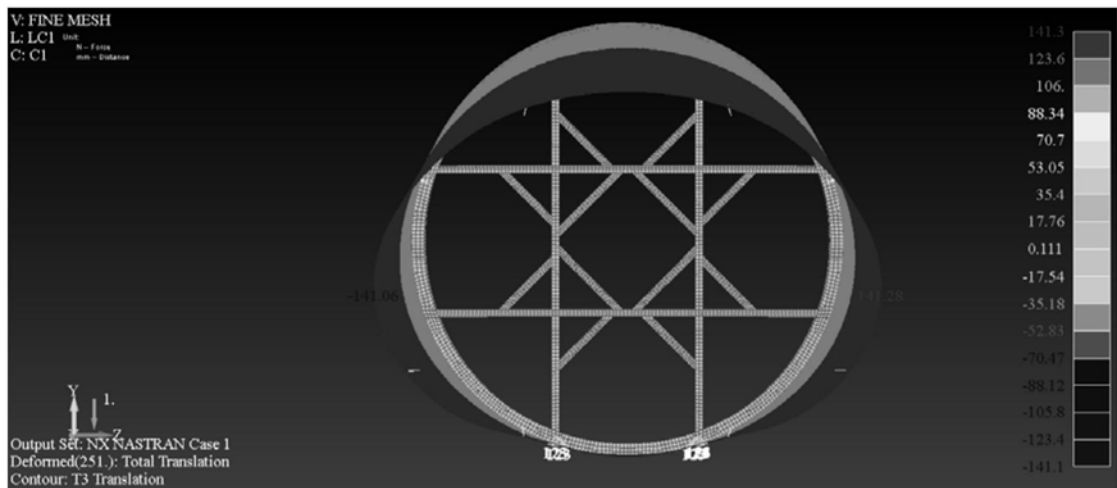


图25

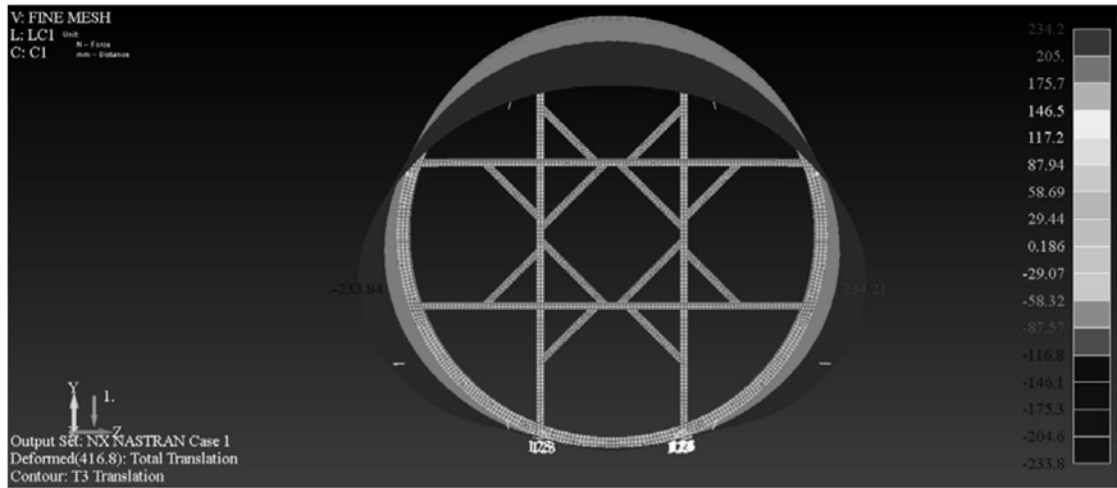


图26

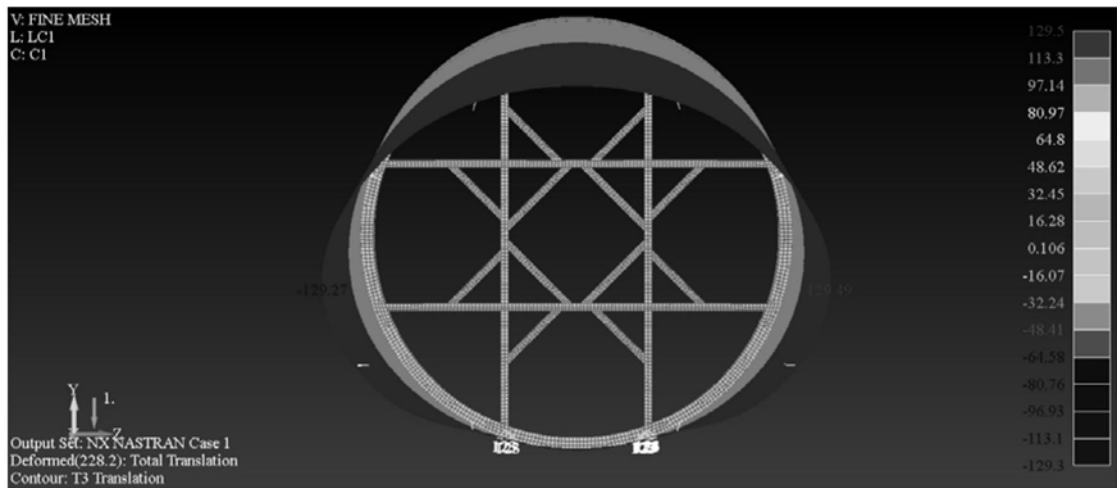


图27

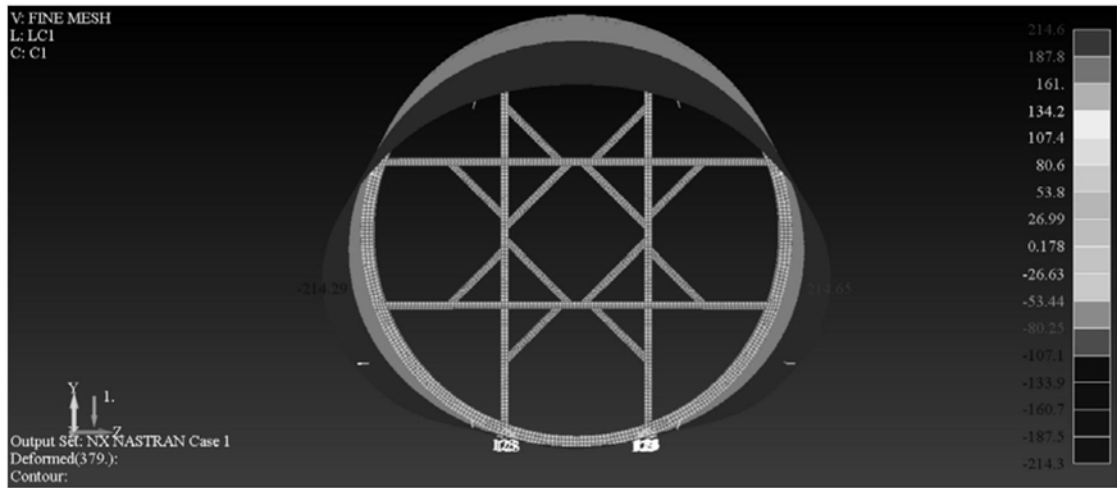


图28

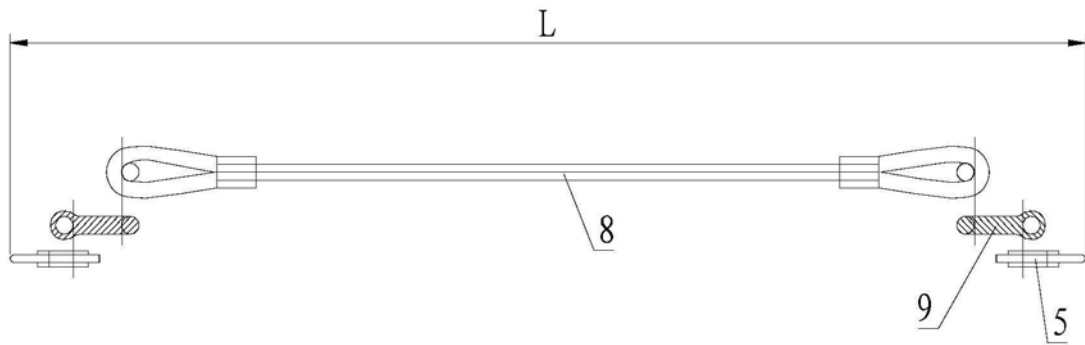


图29