



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112497107 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 23

(21) 申请号 202011368053.0

(22) 申请日 2020.11.26

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112497107 A

(43) 申请公布日 2021.03.16

(73) 专利权人 首都航天机械有限公司  
地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号

(72) 发明人 吕九九 白景彬 孙立强 曹娜  
陈雪峰 朱建文 王洋 高亮  
李松 梁成松 侯东旭 葛丹丹  
赵文利 魏功正 曹嘉媛

(51) Int. Cl.

B25B 11/00 (2006.01)

B23P 19/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109590726 A, 2019.04.09

CN 205834104 U, 2016.12.28

CN 1232730 A, 1999.10.27

CN 202591522 U, 2012.12.12

CN 204279981 U, 2015.04.22

CN 208398731 U, 2019.01.18

JP 2000328964 A, 2000.11.28

侯东旭. 运载火箭铆接舱段单元制造模式研究.《航空精密制造技术》.2019,

审查员 程蕊

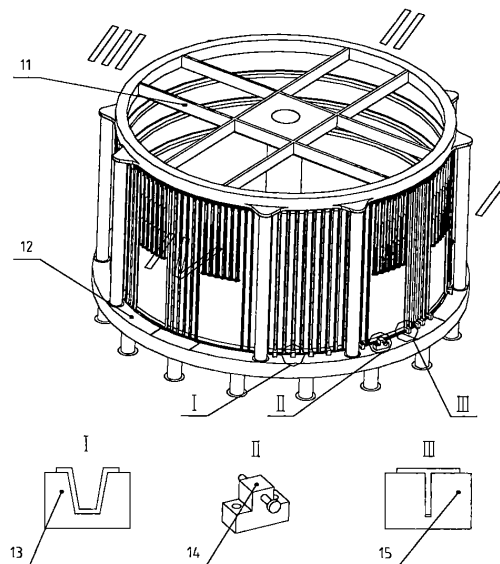
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54) 发明名称

一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,包括预装准备工作、后端框定位、薄蒙皮壁板定位、前端框定位、型架上盖与前端框连接、薄蒙皮壁板与端框预连接、厚蒙皮定位、梁和接头定位、装对接桁、1#及2#中间框定位、预连接。该方法可降低损害框、桁的风险,保证产品的顺利装配;蒙皮壁板的定位方式可保证大直径部段的精确定位,保证产品装配精度;中间框分段组合、数字量协调方式可保证大直径舱段中间框的顺利装配;整体预装配工艺可保证蒙皮、框、桁舱段具备一定的刚性,为自动钻铆做准备。



1. 一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特征在于该方法包括如下步骤:

步骤1:后端框定位,后端框按型架上的舵位标记在型架上定位,通过定位销实现位置的精确定位;通过对接孔实现后端框与型架的连接;

步骤2:薄蒙皮壁板定位,薄蒙皮定位采用舵位标记初步确定位置,再用定位块精确定位,定位后用弓形夹夹紧薄蒙皮壁板与后端框;

步骤3:前端框定位,前端框先吊装上架完成与壁板的插接,再吊装上盖,然后连接型架上盖与前端框,连接方式与后端框相同;

步骤4:型架上盖与前端框连接,通过对接孔在型架上盖上协调定位前端框;

步骤5:薄蒙皮壁板与前、后端框预连接,在预连接前,确保前后端框与型架的舵位标记对齐,薄蒙皮壁板的桁条在壁板周向定位块内,在蒙皮上提前绘制出两两蒙皮的搭接线做定位参考;

步骤6:厚蒙皮定位,厚蒙皮因处于I、II、III、IV的舵位处,提前在厚蒙皮上刻好舵位标记,定位时使舵位标记与前、后端框上的舵位标记对齐;

步骤7:梁和接头定位,梁上架前已与接头组合为组件,运用数字量协调+定位块的方式定位桁条与接头组件,每根桁条上都预制装配孔,每隔一段距离设置定位块,保证桁梁的高精定位;

步骤8:装对接桁,在薄、厚蒙皮搭接、对接处装对接桁;

步骤9:1#及2#中间框定位,1#及2#中间框由八段框环通过连接板拼接而成,为保证1#及2#中间框顺利装配,采用先架下将八段两两组合成四段框环,再在型架上组装四个框环为整个中间框,中间框上预制定位孔与薄、厚蒙皮上的定位孔协调,架上定位时采用两者的定位孔协调定位中间框;

步骤10:预连接,各部段定位后先调整各零组件位置,然后运用箍带及型架上的薄、厚蒙皮顶紧装置将壁板压紧,然后预连接桁条与端框、桁条与蒙皮、蒙皮与中间框;

在步骤1前,还包括预装配准备工作,预装配准备工作包括桁条制定位孔,薄、厚蒙皮制定位孔,前、后端框制定位孔。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特征在于:在预装配准备工作中,桁条上的定位孔包含与前、后端框连接的孔,自动钻铆所需装配孔,架上铆接干涉区,此类孔先预制底孔,待拆除干涉部分或下架后再扩孔、手工铆接;薄、厚蒙皮上的定位孔包括与桁条连接的定位孔,以及与中间框连接的定位孔;前、后端框上的定位孔包括前、后端框与桁条连接的定位孔,前、后端框与薄、厚蒙皮连接的定位孔。

3. 根据权利要求1所述的一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特征在于:所述步骤1中,定位销的数量为2-4个,后端框与型架紧固对称拧紧螺栓。

4. 根据权利要求3所述的一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特征在于:所述步骤1中,后端框对接孔数量20-100个,螺栓拧紧后后端框与型架间的间隙 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特征在于:所述步骤3中,前端框定位采用前端框先与型架上盖连接,再整体吊装上架。

6. 根据权利要求1所述的一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特

征在于:所述步骤4中,前端框与后端框一样,前端框上的舵位标记与型架上的一致,运用定位销或螺栓连接,对称拧紧。

7.根据权利要求1所述的一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特征在于:所述步骤5中,运用薄蒙皮与桁条的预制装配孔连接薄蒙皮与桁条,壳段高度不同,装配孔数量不同,1m间隔1个。

8.根据权利要求1所述的一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特征在于:所述步骤6中,厚蒙皮定位是四组8块,利用薄蒙皮上绘制的搭接线做薄、厚蒙皮的搭接参考,厚蒙皮相对于端框的轴向定位采用定位垫块,厚蒙皮定位时采用对称定位。

9.根据权利要求1所述的一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,其特征在于:所述步骤10中,各部段定位后先调整各零组件位置,使得薄、厚蒙皮上的象限线与型架上的象限线对齐,桁条、薄、厚蒙皮、端框上彼此间的定位孔同心,薄、厚蒙皮搭接、对接尺寸满足图纸要求,各桁条在卡块内。

## 一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于装配工艺,特别是一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法。

### 背景技术

[0002] 重型运载火箭捆绑集中力舱段直径9500mm,是我国首次研制的超大直径运载火箭舱段,其主体结构主要可以分为铆接舱段、井字梁及捆绑支座3部分,如图1所示。其中铆接舱段主要包括8块薄蒙皮、8块厚蒙皮、2个端框、3个中间框、72根梁和64根桁条等。铆接舱段的装配精度及质量优劣直接关系到捆绑支座的装配精度及井字梁的套装成败。

[0003] 捆绑集中力舱段的装配需要完成20000余颗大直径铆钉( $\Phi 5\text{mm}$ )的安装以及10000余颗大直径螺栓的安装,手工操作难以完成,需要运用自动钻铆装配技术。自动钻铆装配需要完成壳体的预装配,具体为将零组件状态的薄蒙皮壁板、厚蒙皮、大梁、接头、端框等搭建成为鸟笼式舱段,用弓形夹、定位螺钉/铆钉等进行定位连接,使舱段具备一定的强度和刚度,再进行大范围自动钻铆/螺接。在定位过程中需采用工艺方法保证装配精度,避免定位超差造成的装配返工、返修等现象。

### 发明内容

[0004] 为解决尺寸大、刚性差、零组件多的弱刚性舱段的预装配,为自动钻铆搭出总体骨架,发明一种预装配方法,采用壁板方式定位薄蒙皮,使舱段具备一定的刚性,再采用骨架方式定位厚蒙皮,连接状态下预制装配孔保证各零组件的相对位置,定位过程中采用卡块、垫块、标记等方式保证零组件的绝对位置。

[0005] 本发明是通过以下技术方案来实现的:一种适用于超大直径运载火箭舱段钻铆的预装配方法,该方法包括如下步骤:

[0006] 步骤1:后端框定位,后端框按型架上的舵位标记在型架上定位,通过定位销实现位置的精确定位;通过对接孔实现后端框与型架的连接;

[0007] 步骤2:薄蒙皮壁板定位,薄蒙皮定位采用舵位标记初步确定位置,再用定位块精确定位,定位后用弓形夹夹紧薄蒙皮壁板与后端框;

[0008] 步骤3:前端框定位,前端框先吊装上架完成与壁板的插接,再吊装上盖,然后连接型架上盖与前端框,连接方式与后端框相同;

[0009] 步骤4:型架上盖与前端框连接,通过对接孔在型架上盖上协调定位前端框;

[0010] 步骤5:薄蒙皮壁板与前、后端框预连接,在预连接前,确保前后端框与型架的舵位标记对齐,薄蒙皮壁板的桁条在壁板周向定位块内,在蒙皮上提前绘制出两两蒙皮的搭接线做定位参考;

[0011] 步骤6:厚蒙皮定位,厚蒙皮因处于I、II、III、IV的舵位处,提前在厚蒙皮上刻好舵位标记,定位时使舵位标记与前、后端框上的舵位标记对齐;

[0012] 步骤7:梁和接头定位,梁上架前已与接头组合为组件,运用数字量协调+定位块的

方式定位桁条与接头组件,每根桁条上都预制装配孔,每隔一段距离设置定位块,保证桁梁的高精定位;

[0013] 步骤8:装对接桁,在薄、厚蒙皮搭接、对接处装对接桁;

[0014] 步骤9:1#及2#中间框定位,1#及2#中间框由八段框环通过连接板拼接而成,为保证1#及2#中间框顺利装配,采用先架下将八段两两组合成四段框环,再在型架上组装四个框环为整个中间框,中间框上预制定位孔与薄、厚蒙皮上的定位孔协调,架上定位时采用两者的定位孔协调定位中间框;

[0015] 步骤10:预连接,各部段定位后先调整各零组件位置,然后运用箍带及型架上的薄、厚蒙皮顶紧装置将壁板压紧,然后预连接桁条与端框、桁条与蒙皮、蒙皮与中间框。

[0016] 作为优选的技术方案,在步骤1前,还包括预装配准备工作,预装配准备工作包括桁条制定位孔,薄、厚蒙皮制定位孔,前、后端框制定位孔。

[0017] 作为优选的技术方案,在预装配准备工作中,桁条上的定位孔包含与前、后端框连接的孔,自动钻铆所需装配孔,架上铆接干涉区,此类孔先预制底孔,待拆除干涉部分或下架后再扩孔、手工铆接;薄、厚蒙皮上的定位孔包括与桁条连接的定位孔,以及与中间框连接的定位孔;前、后端框上的定位孔包括前、后端框与桁条连接的定位孔,前、后端框与薄、厚蒙皮连接的定位孔。

[0018] 作为优选的技术方案,所述步骤1中,定位销的数量为2-4个,后端框对接孔数量20-100个,后端框与型架紧固对称拧紧螺栓,拧紧后后端框与型架间的间隙 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

[0019] 作为优选的技术方案,所述步骤3中,前端框定位采用前端框先与型架上盖连接,再整体吊装上架。

[0020] 作为优选的技术方案,所述步骤4中,前端框与后端框一样,前端框上的舵位标记与型架上一致,运用定位销或螺栓连接,对称拧紧。

[0021] 作为优选的技术方案,所述步骤5中,运用薄蒙皮与桁条的预制装配孔连接薄蒙皮与桁条,壳段高度不同,装配孔数量不同,1m间隔1个。

[0022] 作为优选的技术方案,所述步骤6中,厚蒙皮定位是四组8块,利用薄蒙皮上绘制的搭接线做薄、厚蒙皮的搭接参考,厚蒙皮相对于端框的轴向定位采用定位垫块,厚蒙皮定位时采用对称定位。

[0023] 作为优选的技术方案,所述步骤10中,各部段定位后先调整各零、组件位置,使得薄、厚蒙皮上的象限线与型架上的象限线对齐,桁条、薄、厚蒙皮、端框上彼此间的定位孔同心,薄、厚蒙皮搭接、对接尺寸满足图纸要求,各桁条在卡块内。

[0024] 本发明的有益效果是:本发明提供一种先完成端框与壁板的插接再连接型架上盖的工艺方案,可降低损害框、桁的风险,保证产品的顺利装配;本发明的蒙皮壁板的定位方式可保证大直径部段的精确定位,保证产品装配精度。本发明中的中框分段组合、数字量协调方式可保证大直径舱段中间框的顺利装配。本发明的整体预装配工艺可保证蒙皮、框、桁舱段具备一定的刚性,为自动钻铆做准备。

[0025] 本发明中的预装配工艺方法不仅对于现阶段的生产具有重要的指导意义,更为其他部段的设计制造提供了重要参考,高精度定位为后续自动钻铆奠定了坚实的基础,确保捆绑集中力舱段的顺利装配,为我们重型运载火箭的研制提供工艺保证,对于我国载人登月和火星探测任务具有重要的意义。

## 附图说明

- [0026] 图1为捆绑集中力舱段结构示意图；
- [0027] 图2为壁板示意图；
- [0028] 图3为壁板周向定位、“几”形桁条定位块、蒙皮顶紧装置、“T”字形大梁定位块示意图；
- [0029] 图4为前端框、蒙皮和桁梁插接结构示意图；
- [0030] 图5为预装配工艺流程图。
- [0031] 图中：1-后端框、2-捆绑支座、3-铆接舱段、4-井字梁、5-前端框、6-1#中间框、7-2#中间框、8-3#中间框、9a、9b-厚蒙皮壁板、10a、10b-薄蒙皮壁板、11-型架上盖、12-铆接型架、13-“几”形桁条定位块、14-蒙皮顶紧装置、15-“T”字形大梁定位块、16-前端框、17-蒙皮、18-桁、梁

## 具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0033] 进行此类超大直径舱段钻铆，需要完成舱段的高精度定位及预装配。重型运载火箭捆绑集中力舱段的预装配主要流程为：预装准备工作、后端框定位、薄蒙皮壁板定位、前端框定位、型架上盖与前端框连接、薄蒙皮壁板与端框预连接、厚蒙皮定位、梁和接头定位、装对接桁、1#及2#中间框定位、预连接。

[0034] 预装配工艺流程为：

[0035] 1、预装配准备工作。

[0036] 预装配准备工作包括桁条制定位孔、蒙皮制定位孔、端框制定位孔。

[0037] 桁条上的定位孔包含三种：一种是与端框连接的孔，桁条与前、后端框连接孔的数量T型桁条是前、后端框处各两排，每排各2~3个，L型桁条是一排，每排2~3个，前、后端框每处每排至少钻1颗，与自动钻铆设备可达空间互补，即自动钻铆设备空间可达，则桁条可不用钻此处定位孔，若自动钻铆设备空间不可达，则桁条需钻制此孔。二是自动钻铆所需装配孔，自动钻铆一般300~1000mm间设置一个定位孔，以保证铆接铆接精度和桁条铆接边距。三是架上铆接干涉区，此类孔先预制底孔，待拆除干涉部分或下架后再扩孔、手工铆接。桁条定位孔用数控钻孔机或样板钻制。

[0038] 蒙皮上的定位孔包括两种：一是与桁条连接的定位孔，二是与中间框连接的定位孔。蒙皮上的定位孔用蒙皮样板或数控设备钻制。

[0039] 端框上的定位孔包括两种：一是端框与桁条连接的定位孔，二是端框与蒙皮连接的定位孔。端框上的定位孔用端框样板或数控钻孔机钻制。

[0040] 2、后端框定位。

[0041] 后端框按型架上的舵位标记在型架上定位，通过定位销实现位置的精确定位，定位销的数量一般2~4个。通过对接孔实现端框与型架的连接，端框对接孔数量20~100个，端框与型架紧固对称拧紧螺栓，拧紧后端框与型架间的间隙 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

[0042] 3、薄蒙皮壁板定位。

[0043] 薄蒙皮壁板上的蒙皮与桁条已通过自动钻铆接设备架铆接,仅留端框处的孔未进行连接。重型运载捆绑集中力舱段包括4组(8块)薄蒙皮壁板及4组(8块)厚蒙皮壁板,如图2所示。薄蒙皮壁板之间为搭接结构,厚蒙皮壁板间为对接结构,薄蒙皮壁板及厚蒙皮壁板间为搭接结构(薄蒙皮壁板在下)。周向定位采用两种方法保证定位精度,一是蒙皮上的舵位标记,二是桁梁定位块,定位块的结构与桁梁结构凹凸配对,如图3所示,“几”形桁条和“T”字形大梁的定位块;在轴向方向使用垫块保证壁板高度。定位后用弓形夹夹紧薄蒙皮壁板与后端框。为防止壁板倾倒,将壁板用箍带箍紧。

[0044] 4、前端框定位。

[0045] 壁板定位完成后进行前端框的定位。端框与蒙皮及桁梁为插接结构,如图4所示,前端框的定位包括两种方案:

[0046] 其一,前端框先与型架上盖连接,再整体吊装上架。由于前端框与蒙皮及桁梁为插接结构,前端框及型架上盖的整体尺寸及重量较大,存在插接失败或损坏框、桁的风险。

[0047] 其二,前端框先吊装上架完成与壁板的插接,再吊装上盖。上盖与前端框之间有124个对接孔,全部对接孔对齐协调的难度较大。

[0048] 为保证产品安全,采用第二种方案,即前端框先吊装上架完成与壁板的插接,再吊装上盖,然后连接型架上盖与前端框,连接方式与后端框相同,过程中需要吊车的水平吊装及大量有经验的技能人员配合。

[0049] 5、型架上盖与前端框连接。

[0050] 通过对接孔在型架上盖上协调定位前端框,与后端框一样,端框上的舵位标记与型架上盖一致,运用定位销、工艺螺栓连接,对称拧紧。

[0051] 6、薄蒙皮壁板与端框预连接。

[0052] 在预连接前,确保前后端框与型架的舵位标记对齐,薄蒙皮壁板的桁条在壁板周向定位块内,在蒙皮上提前绘制出两两蒙皮的搭接线做定位参考。然后薄蒙皮壁板与前后端框用定位螺/铆钉预连接,使壳体具备一定的刚度。运用蒙皮与桁条的预制装配孔连接蒙皮与桁条,壳段高度不同,装配孔数量不同,一般1m间1个。

[0053] 7、厚蒙皮定位。

[0054] 厚蒙皮定位是四组8块,厚蒙皮因处于I、II、III、IV的舵位处,提前在蒙皮上刻好舵位标记,定位时使舵位标记与端框上的舵位标记对齐。利用薄蒙皮上绘制的搭接线做薄厚蒙皮的搭接参考,厚蒙皮相对于端框的轴向定位采用定位垫块,厚蒙皮定位时采用对称定位。

[0055] 8、梁和接头定位。

[0056] 梁的定位方式有两种:

[0057] 一是与端框采用数字量协调,即在端框钻导孔的时候钻出梁定位孔,在梁钻导孔的时候钻出梁定位孔,定位梁时使用两者的定位孔对齐,该方法零件钻孔时困难但架上定位简单,且柔性高,设计图纸中的梁位置改变仅需改变数控程序,工装型架无需更改,但梁的定位精度受端框定位精度的影响。

[0058] 二是采用型架上的定位块,该方法绝对定位精度高,梁的定位精度不受端框定位精度的影响,但架上操作困难,每根梁均需在型架上配备定位块,设计图纸中的梁位置角度

改变则定位块需跟着改变,柔性差。

[0059] 梁上架前已与接头组合为组件,本装配中拟采用数字量协调+定位块的方式定位桁条与接头组件,每根桁条上都预制装配孔,每隔一段距离设置定位块,保证桁梁的高精定位。

[0060] 9、装对接桁。

[0061] 在薄、厚蒙皮搭接、对接处装对接桁,共16根。装对接桁时保证蒙皮的搭接尺寸、对接尺寸满足图纸要求。

[0062] 10、1#及2#中间框定位。

[0063] 1#及2#中间由八段框环通过连接板拼接而成,为保证中间框顺利装配,采用先架下将八段两两组合成四段框环,再在型架上组装四个框环为整个中间框,中间框上预制定位孔与蒙皮上的定位孔协调,架上定位时采用两者的定位孔协调定位中间框。

[0064] 前端框定位完成后进行1#及2#中间框定位(3#中间框与井字梁连接,暂不装配)。中间框的定位通过蒙皮上的装配孔数字量协调,分段定位。

[0065] 11、预连接。

[0066] 各部位定位后先调整各零组件位置,使得蒙皮上的象限线与型架上的象限线对齐,桁条、蒙皮、端框上彼此间的定位孔同心,蒙皮搭接、对接尺寸满足图纸要求,各桁条在卡块内,然后运用箍带及型架上的蒙皮顶紧装置(如图3所示)将壁板压紧,用工艺螺栓或者铆钉预连接桁条与端框、桁条与蒙皮、蒙皮与中间框。

[0067] 舱段预装配完成后进行铆钉的自动钻铆及螺栓孔的自动制孔。运用机器人自动钻铆技术需要进行全过程的仿真及工艺流程优化。

[0068] 整体预装配工艺流程如图5所示。

[0069] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0070] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。



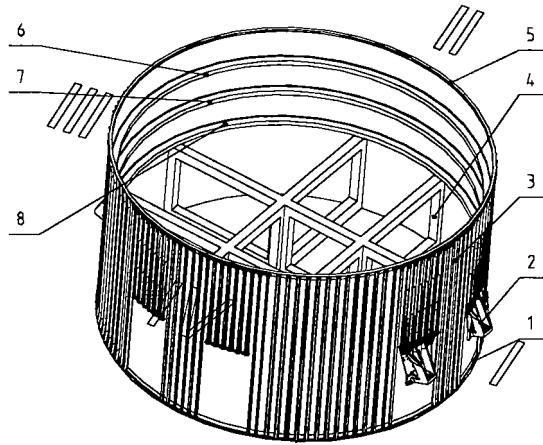


图1

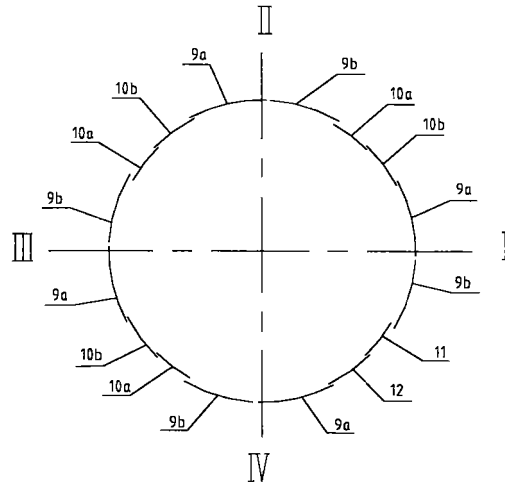


图2

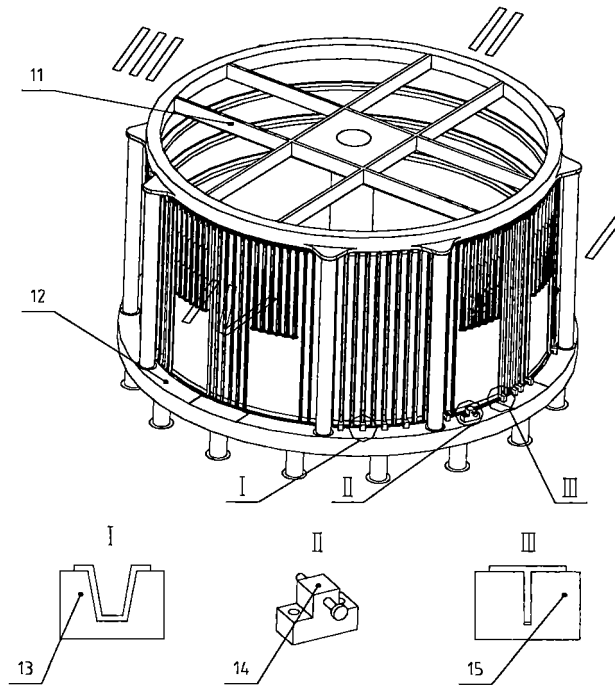


图3

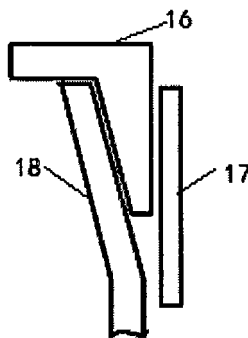


图4

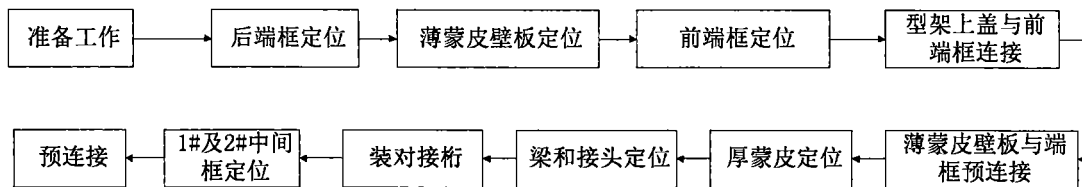


图5