



(21) 申请号 202210192139.5

(22) 申请日 2022.03.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114604353 A

(43) 申请公布日 2022.06.10

(73) 专利权人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72) 发明人 潘光 沈克纯 李准 施瑶

黄桥高 张新虎 姜军 曹永辉

(74) 专利代理机构 西安凯多思知识产权代理事

务所(普通合伙) 61290

专利代理师 云燕春

(51) Int. Cl.

B63B 3/13 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112896413 A, 2021.06.04

审查员 管文浩

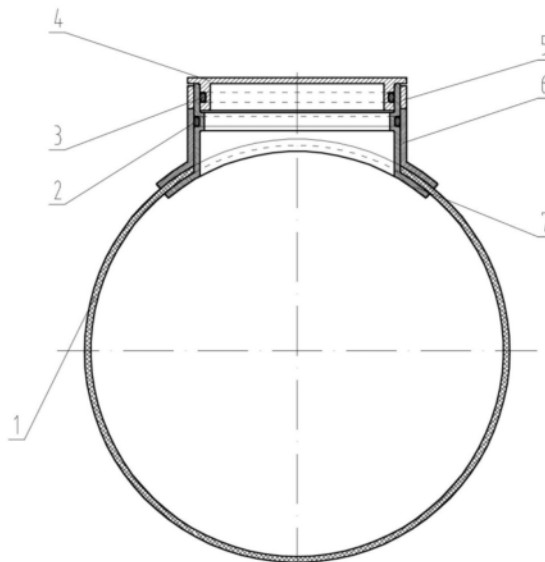
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构及应用

(57) 摘要

本发明一种水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构及应用,属于水下航行器领域;补强结构由内孔套、外孔套、密封盖、密封圈和顶紧螺母构成。其中内孔套与外孔套的底板分别与壳体孔周内外表面通过高粘度的环氧树脂胶粘接。为了防滑,底板部分内外表面均需要滚花处理。在内孔套上筒体设有一道密封圈,以保证内外孔套筒体贴合面的密封性。顶紧螺母与内孔套筒体上加工的螺纹配合,使得内外孔套的底板将孔周壳体越夹越紧。密封盖设有密封圈,完成内孔套筒体的密封。此补强系统中内外孔套配合使用可以提高壳体孔周边的结构强度,两道密封保证了补强后壳体的密封性能,可用于不同类型的开孔壳体结构。



1. 一种水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构, 其特征在于: 包括密封盖、顶紧螺母、外孔套和内孔套;

所述内孔套包括第一筒体, 其底部沿周向向外延伸有第一环板底板, 所述第一环板底板的上表面与壳体内壁面相贴合; 所述第一筒体的上端外周面开有外螺纹; 所述内孔套和外孔套之间设置有内孔套密封圈;

所述外孔套包括第二筒体, 其底部沿周向向外延伸有第二环板底板, 所述第二环板底板的下表面与壳体外壁面相贴合; 所述第二筒体的高度小于第一筒体;

所述内孔套和外孔套的环板底板表面均进行滚花处理, 用于防滑;

所述顶紧螺母为内周面设置有内螺纹的圆环结构;

所述外孔套和内孔套同轴套装于壳体开孔处的外侧和内侧; 所述顶紧螺母的内螺纹与内孔套的外螺纹配合安装, 其下端面与外孔套的第二筒体顶部接触, 通过拧紧顶紧螺母将外孔套和内孔套连接为一体, 并通过内、外孔套的环板底板将壳体的孔边壳体部分夹紧; 所述密封盖封装于内孔套的第一筒体顶部;

所述水下复合材料耐压壳体开孔后的补强方法, 具体步骤如下:

将所述内孔套经由壳体内部将筒体部分从开孔处伸出, 其底板上弧面涂上高强度树脂胶, 与壳体孔周内表面粘接固定;

将所述内孔套密封圈安装在内孔套的筒体部分的密封槽内;

将所述外孔套的下弧面涂上高强度树脂胶, 其筒体部分套装于内孔套的筒体后与壳体孔周外表面粘接固定;

所述顶紧螺母需在两孔套粘接完好后与内孔套的螺纹拧紧配合, 其作用使得两孔套的底板将孔周的壳体夹紧; 在密封盖内设置的密封槽内安装密封圈, 最后将其颈部深入内孔套的筒体部分完成筒体的密封; 由于在外压作用下越压越紧, 因此密封盖可不用考虑固定方式;

最后在补强后壳体外表面涂上一层聚氨酯, 做为进一步防渗水处理;

所述内孔套和外孔套由钛合金TC4加工而成, 所述顶紧螺母选用铝合金材料7075加工而成, 所述壳体由碳纤维复合材料加工而成。

2. 根据权利要求1所述水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构, 其特征在于: 所述内孔套的外周面上开有环形凹槽, 用于安装内孔套密封圈。

3. 根据权利要求1所述水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构, 其特征在于: 所述内孔套和密封盖之间设置有密封盖密封圈。

4. 根据权利要求3所述水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构, 其特征在于: 所述密封盖的颈部外周面开有环形凹槽, 用于安装密封盖密封圈; 密封盖颈部的外周面与内孔套筒体内表面相贴合, 在外静水压的作用下完成对筒体的密封。

5. 根据权利要求1所述水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构, 其特征在于: 所述内孔套、外孔套的环板底板与壳体之间通过高强度树脂胶粘接。

6. 根据权利要求1所述水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构, 其特征在于: 所述内孔套的外周面和外孔套的内周面粗糙度均为1.6。

7. 根据权利要求1所述水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构, 其特征在于: 所述顶紧螺母的外周面截面为六边形, 便于使用拧紧扳手进行紧固。

8.一种权利要求1-7任一项所述水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构的应用,其特征在于:所述密封补强结构用于复合材料耐压壳体开孔处的密封补强;所述内孔套的第一环板底板上表面与耐压壳体内壁的圆弧半径一致,所述外孔套的第二环板底板下表面与耐压壳体外壁的圆弧半径一致。

一种水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构及应用

技术领域

[0001] 本发明属于水下航行器领域,具体涉及一种水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构及应用。

背景技术

[0002] 自主水下航行器是目前海洋工程领域研究的热点,在军用和民用两方面都发挥着极其重要的作用。航行器在工作时大部分时间都处在深海当中,因此壳体结构必须要有足够强度和稳定性才能保证航行器内部设备的运行安全。传统耐压壳体一般采用高强度金属材料加工而成。近年来,由于比强度低,密度小等诸多优点,纤维增强材料,陶瓷等非金属材料广泛应用于各个工程领域。使用复合材料等非金属材料代替传统金属材料制造耐压壳体可以有效提高航行器的负载能力,从而丰富航行器的功能以及增长工作时长。

[0003] 为满足航行器的某些功能需求,不可避免的要在耐压壳体上开孔。而开孔会引起局部的应力集中,降低壳体整体结构强度,因此需要在开孔周围进行补强以满足设计需求。而复合材料材料由于其的特殊材料属性,例如纤维增强材料的纤维断裂等,往往在开孔后难以实现局部结构的增强以及良好的密封性能。目前,国内外主要针对复合材料平板的开孔及补强技术研究比较多,例如201010517846.4“一种用于层合复合材料承力结构开孔补强的方法”以及200810137032.0“纤维增强树脂复合材料构件的开孔补强方法及补强片”均提出了采用预制补强片对开孔区域进行补强的方法。201210456975.6“一种纤维复合材料开孔制件的补强片设计及补强方法”中提出一种针对开孔区域铺设环向及径向纤维的方向后进行固化增强,此种方法设计较为灵活。然而,以上方法仅仅适用于平板结构补强,很难适用于柱壳,球壳等异形壳体的补强问题。且以上技术方法并未包含密封性方面的设计,因为难以满足水下航行器复合材料耐压结构对密封性的要求。因此,十分有必要设计针对复合材料耐压壳体的开孔后补强结构系统。

[0004] 针对航行器中复合材料壳体开孔的密封问题,201310702634.7中发明了一种“纤维复合材料承压壳体接管或开孔补强方法”,采用逐层敷设变直径预浸胶的纤维布的方法达到对复合材料开孔区域进行补强的需求,可用于解决曲面壳体的开孔补强问题。但此方法工艺较为复杂且精度要求较高,且此结构为永久密封,不适用于需灵活拆卸的外接负载开孔处的密封设计。202011147344.7中发明一种“一种纤维树脂基复合材料耐压壳体开孔补强密封结构”中提出用金属加强件、端盖以及密封圈对复合材料开孔壳体进行密封的结构。但此结构中的端盖与加强件的螺纹连接存在密封风险,拧得过松密封圈压缩量无法保证,拧得过紧导致加强件与壳体粘接面脱胶。

发明内容

[0005] 要解决的技术问题:

[0006] 为了避免现有技术的不足之处,本发明提出一种水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构,主要是承受静水外压下的耐压壳体。本系统可以实现对任意形式开孔的复合

材料耐压壳体的补强,提高壳体开孔处结构强度的同时保证壳体的密封性。

[0007] 本发明的技术方案是:一种水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构,其特征在于:包括密封盖、顶紧螺母、外孔套和内孔套;

[0008] 所述内孔套包括第一筒体,其底部沿周向向外延伸有第一环板底板,所述第一环板底板的上表面与壳体内壁面相贴合;所述第一筒体的上端外周面开有外螺纹;

[0009] 所述外孔套包括第二筒体,其底部沿周向向外延伸有第二环板底板,所述第二环板底板的下表面与壳体外壁面相贴合;所述第二筒体的高度小于第一筒体;

[0010] 所述顶紧螺母为内周面设置有内螺纹的圆环结构;

[0011] 所述外孔套和内孔套同轴套装于壳体开孔处的外侧和内侧;所述顶紧螺母的内螺纹与外孔套的外螺纹配合安装,其下端面与外孔套的第二筒体顶部接触,通过拧紧顶紧螺母将外孔套和内孔套连接为一体,并通过内、外孔套的环板底板将壳体的孔边壳体部分夹紧;所述密封盖封装于内孔套的第一筒体顶部。

[0012] 本发明的进一步技术方案是:所述内孔套和外孔套之间设置有内孔套密封圈。

[0013] 本发明的进一步技术方案是:所述内孔套的外周面上开有环形凹槽,用于安装内孔套密封圈。

[0014] 本发明的进一步技术方案是:所述内孔套和密封盖之间设置有密封盖密封圈。

[0015] 本发明的进一步技术方案是:所述密封盖的颈部外周面开有环形凹槽,用于安装密封盖密封圈;密封盖颈部的外周面与内孔套筒体内表面相贴合,在外静水压的作用下完成对筒体的密封。

[0016] 本发明的进一步技术方案是:所述内孔套、外孔套的环板底板与壳体之间通过高强度树脂胶粘接。

[0017] 本发明的进一步技术方案是:所述内孔套的外周面和外孔套的内周面粗糙度均为1.6。

[0018] 本发明的进一步技术方案是:所述内孔套和外孔套的环板底板表面均进行滚花处理,用于防滑。

[0019] 本发明的进一步技术方案是:所述顶紧螺母的外周面截面为六边形,便于使用拧紧扳手进行紧固。

[0020] 一种水下复合材料耐压壳体开孔后密封补强结构的应用,其特征在于:所述密封补强结构用于复合材料耐压壳体开孔处的密封补强;所述内孔套的第一环板底板上表面与耐压壳体内壁的圆弧半径一致,所述外孔套的第二环板底板下表面与耐压壳体外壁的圆弧半径一致。

[0021] 有益效果

[0022] 本发明的有益效果在于:本发明提出一种用于含开孔的复合材料耐压壳体的补强系统,包含内孔套,外孔套,密封盖,密封圈和顶紧螺母。利用金属件易加工精度高的优势配合使用将复合材料开孔壳体补强,通过改变内孔套和外孔套的底板及筒体用于不同形式的壳体及开孔,适用范围广。

[0023] 金属内外孔套的底板与壳体孔周通过粘接方式连接,采用此种连接方式保证耐压壳体孔周结构的完整性,避免造成二次破坏。将底板需粘接弧面均滚花处理,使其在与壳体孔周表面粘接时具有良好的可靠性。

[0024] 内孔套密封槽的设置保证了内外套筒接触面之间的密封性能。密封盖与内孔套相配合,在密封槽的作用下实现筒体开孔的密封。

[0025] 顶紧螺母使得内外孔套与孔周粘接部分的壳体结构越压越紧,不仅提高了局部的强度而且增强了其密封性能。

[0026] 通过对比实验对本发明的补强及密封效果进行了验证。设计加工三个直径为200mm,长度为375mm的碳纤维复合材料圆柱壳体。随后将其中两个壳体进行开孔加工,以壳体轴向中部位置为圆心加工直径为100mm圆孔。依据本发明设计适用于此开孔壳体的补强系统对壳体进行补强密封。将三个壳体分别进行静水打压试验,结果显示完整壳体的爆破压力为3.06Mpa,两补强壳体的爆破压力分别为3.09Mpa和3.32Mpa,且两补强壳体的破坏位置均发在未补强区域(见图6)。实验结果表明本发明具有良好的补强效果及密封性,并且证明本发明系统十分可靠。

附图说明

[0027] 图1(a)为本发明用于含开孔的复合材料耐压壳体的补强结构剖视图。

[0028] 图1(b)为本发明用于含开孔的复合材料耐压壳体的补强结构侧视图。

[0029] 图2(a)为本发明内孔套结构轴侧图。

[0030] 图2(b)为本发明内孔套结构俯视图。

[0031] 图2(c)为本发明内孔套结构立体图。

[0032] 图3(a)为本发明外孔套结构轴侧图。

[0033] 图3(b)为本发明外孔套结构俯视图。

[0034] 图3(c)为本发明外孔套结构立体图。

[0035] 图4(a)为本发明顶紧螺母剖视图。

[0036] 图4(b)为本发明顶紧螺母俯视图。

[0037] 图4(c)为本发明顶紧螺母立体图。

[0038] 图5(a)为本发明密封盖剖视图。

[0039] 图5(b)为本发明密封盖立体图。

[0040] 图6为本发明实验对比图。

[0041] 附图标记说明:1-开孔耐压壳体,2-内孔套密封圈,3-密封盖密封圈,4-密封盖,5-顶紧螺母,6-外孔套,7-内孔套。

具体实施方式

[0042] 下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0043] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0044] 参照图1(a),本发明一种用于含开孔的复合材料耐压壳体的补强结构,由内孔套

密封圈2,密封盖密封圈3,密封盖4,顶紧螺母5,外孔套6,内孔套7组成。以上结构配合使用完成对开孔耐压壳体1的补强密封。其中外孔套6和内孔套7为补强系统的主要金属部件,由底板和通体两部分组成,可优选高强度钛合金材料TC4。

[0045] 所述内孔套7包括第一筒体,其底部沿周向向外延伸有第一环板底板,所述第一环板底板的上表面与壳体内壁面相贴合;所述第一筒体的上端外周面开有外螺纹;

[0046] 所述外孔套6包括第二筒体,其底部沿周向向外延伸有第二环板底板,所述第二环板底板的下表面与壳体外壁面相贴合;所述第二筒体的高度小于第一筒体;

[0047] 所述顶紧螺母5为内周面设置有内螺纹的圆环结构;

[0048] 所述外孔套6和内孔套7同轴套装于壳体开孔处的外侧和内侧;顶紧螺母5的内螺纹与外孔套6的外螺纹配合安装,其下端面与外孔套6的第二筒体顶部接触,通过拧紧顶紧螺母5将外孔套6和内孔套7连接为一体,并通过内、外孔套的环板底板将壳体的孔边壳体部分夹紧;所述密封盖4封装于内孔套的第一筒体顶部。

[0049] 所述内孔套7的外周面上开有环形凹槽,用于安装内孔套密封圈2,实现内孔套7和外孔套8之间的密封;所述密封盖4的颈部外周面开有环形凹槽,用于安装密封盖密封圈3,实现内孔套7和密封盖4之间的密封;密封盖4颈部的外周面与内孔套7筒体内表面相贴合,在外静水压的作用下完成对筒体的密封。

[0050] 本实施例中,所述密封补强结构用于复合材料耐压圆柱壳体开孔处的密封补强;内孔套7可首选钛合金TC4加工而成,包括底板和筒体两部分,其中底板上弧面与壳体内表面形状相吻合。底板弧面经滚花处理,上弧面通过高强度树脂胶与壳体孔周内表面粘接在一起。筒体部分外径与开孔大小保持一致,其上加工有一道密封槽,用以实现内孔套7筒体和外孔套6筒体的密封。筒体内圆上端加工有倒角,方便密封盖4颈部的安装配合。

[0051] 外孔套6可首选钛合金TC4加工而成,包括底板和筒体两部分,其中底板下弧面与壳体外表面形状相吻合。底板弧面经滚花处理。筒体部分内径与内孔套7筒体外径大小保持一致,安装时保持两筒体同轴。外孔套6筒体的高度要低于内孔套7螺纹位置的最低点。外孔套6下弧面通过高强度树脂胶与壳体孔周外表面粘接在一起。

[0052] 顶紧螺母5可选用铝合金材料7075,其与内孔套7上的外螺纹相配合。用配做的扳手将其拧紧使两孔套的底板将开孔壳体1夹紧。

[0053] 密封盖4可选用铝合金材料7075,其颈部外径与内孔套7的筒体内径保持一致。其颈部加工有一道密封槽,实现内孔套7筒体的密封。

[0054] 机械装配时,内孔套7经由壳体内部将筒体部分从开孔处伸出,底板上弧面涂上高强度树脂胶,其与壳体孔周内表面粘接固定。将内孔套密封圈2安装在内孔套7的筒体部分的密封槽内。外孔套6的下弧面涂上高强度树脂胶,其筒体部分套装于内孔套7的筒体后与壳体孔周外表面粘接固定。顶紧螺母5需在两孔套粘接完好后与内孔套7的螺纹拧紧配合,其作用使得两孔套的底板将孔周的壳体夹紧。在密封盖4内的密封槽内安装密封圈3,最后将其颈部深入内孔套7的筒体部分完成筒体的密封。由于在外压作用下越压越紧,因此密封盖4可不用考虑固定方式。最后可在补强后壳体外表面涂上一层聚氨酯,做为进一步防渗水处理。

[0055] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在不脱离本发明的原理和宗旨

的情况下在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

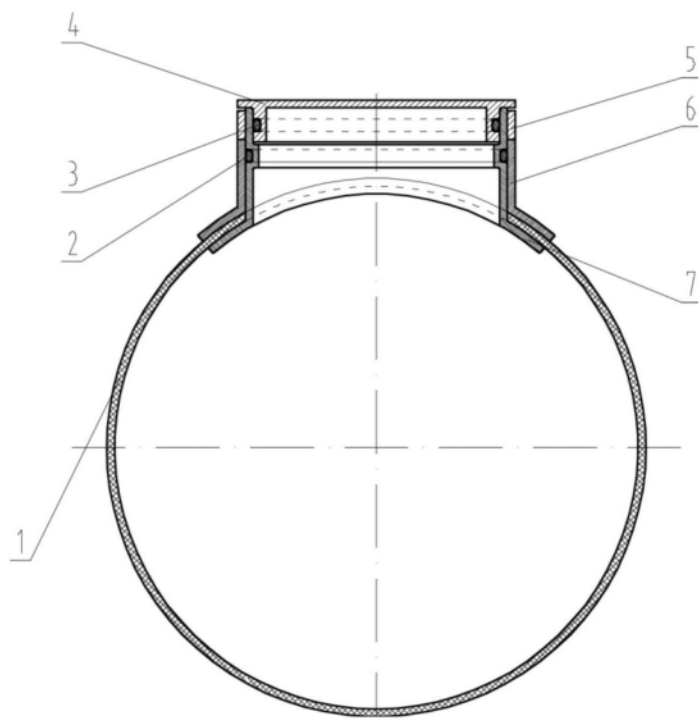


图1(a)

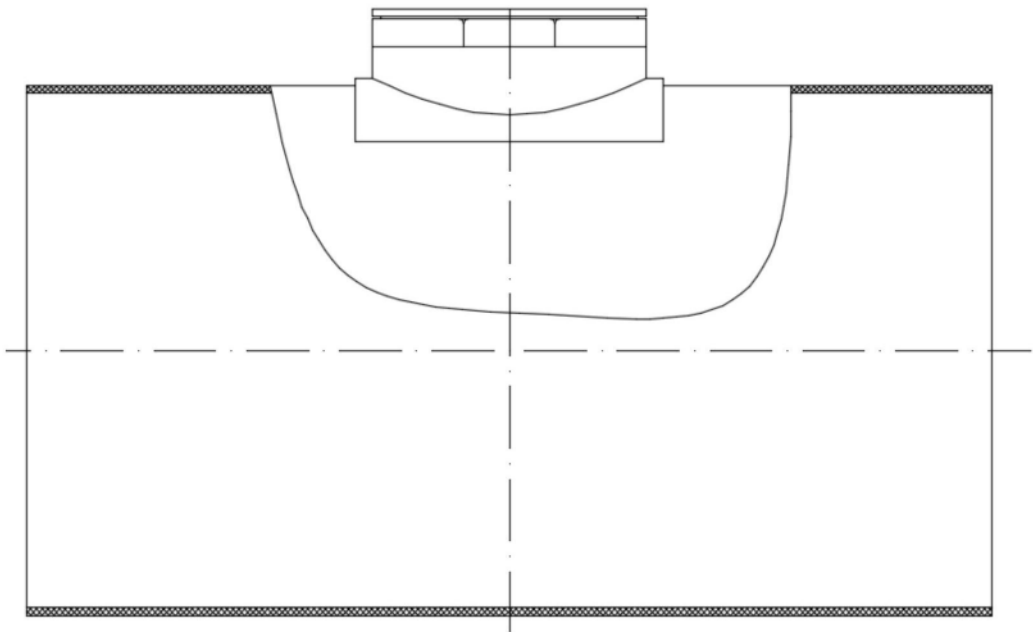


图1(b)

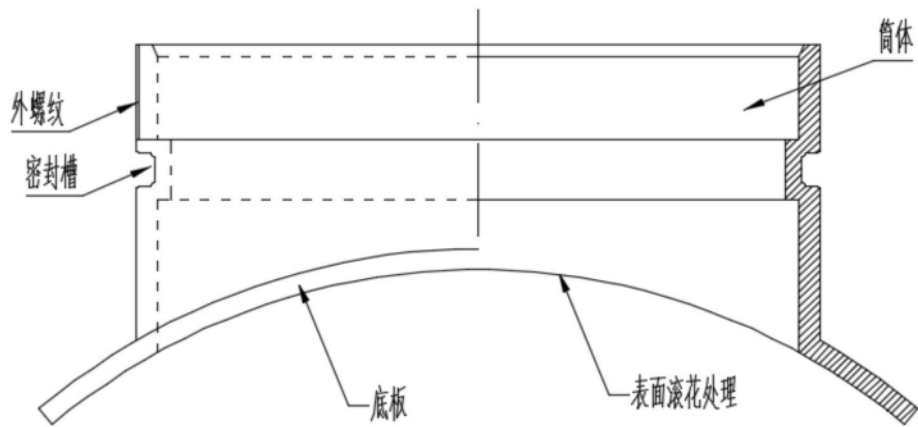


图2(a)

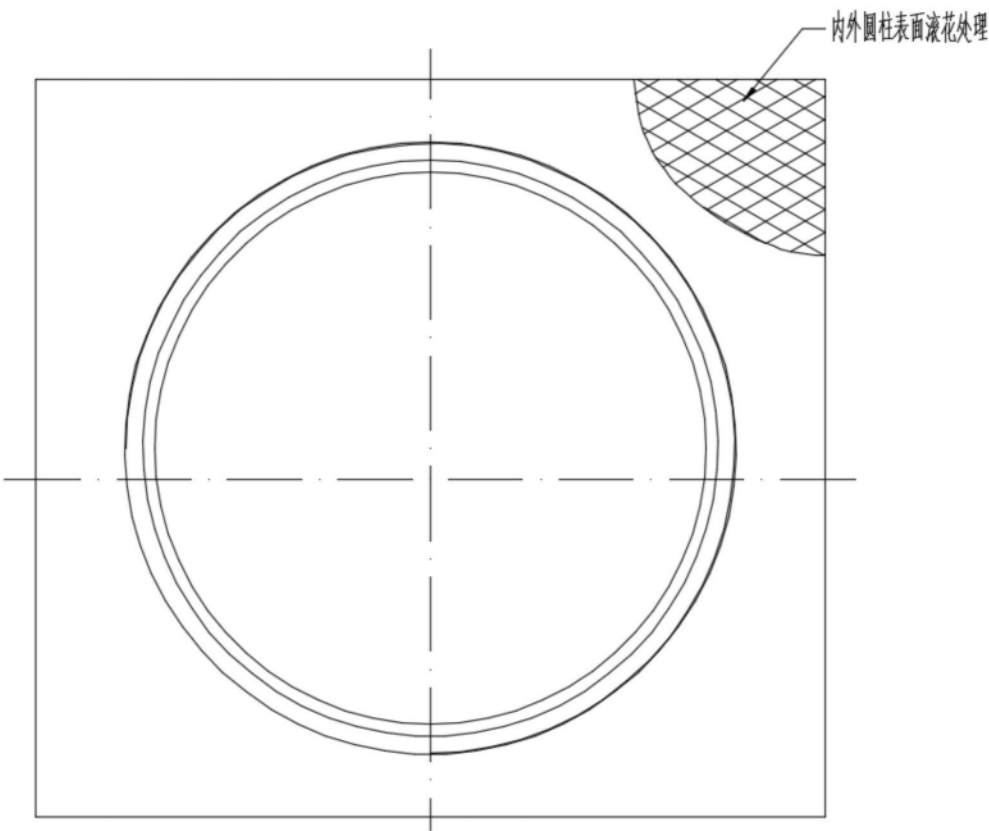


图2(b)

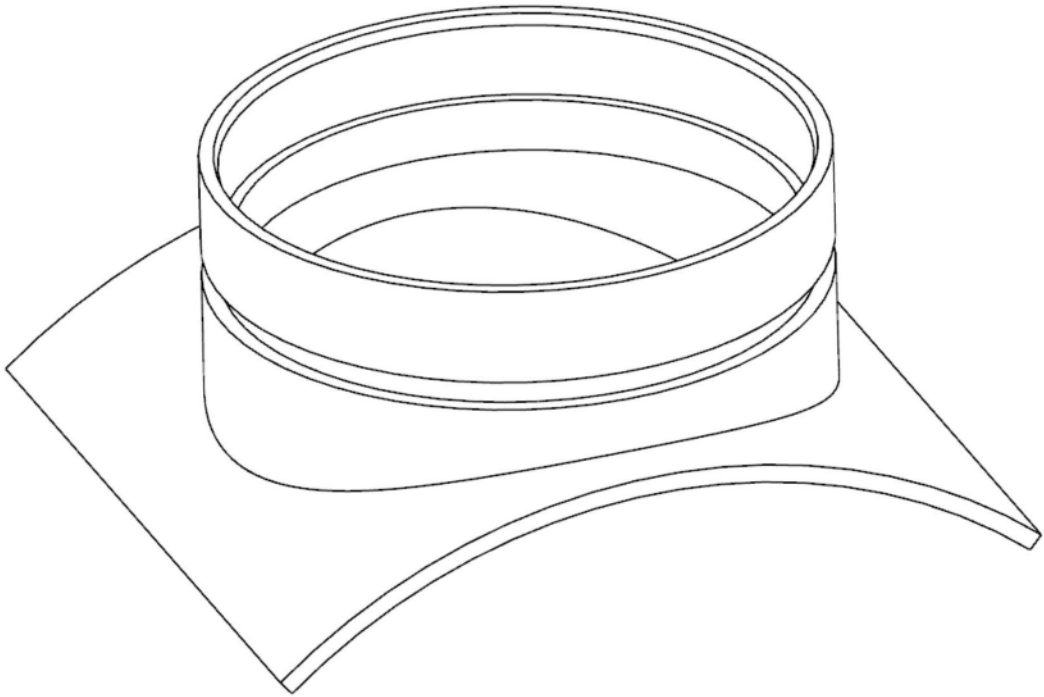


图2(c)

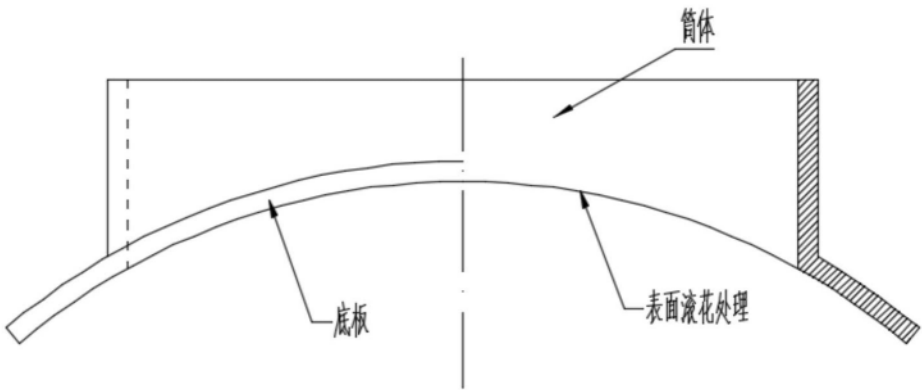


图3(a)

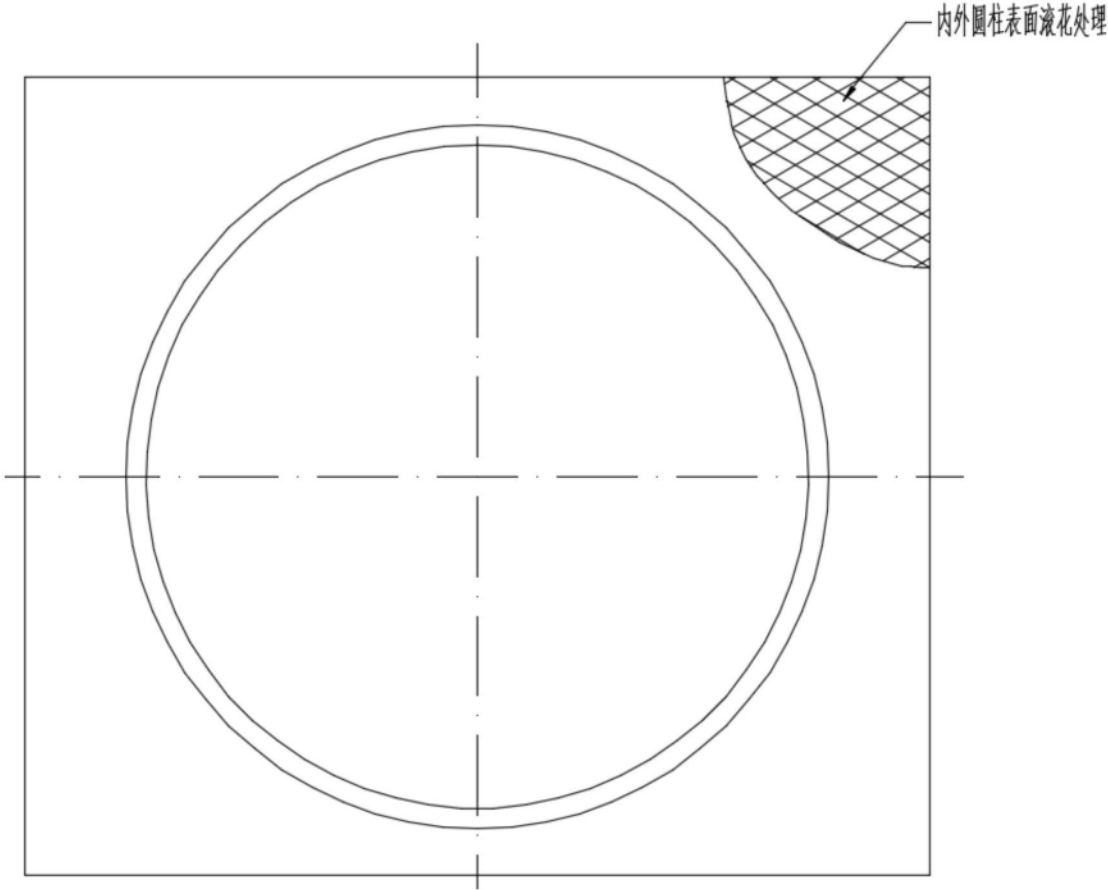


图3(b)

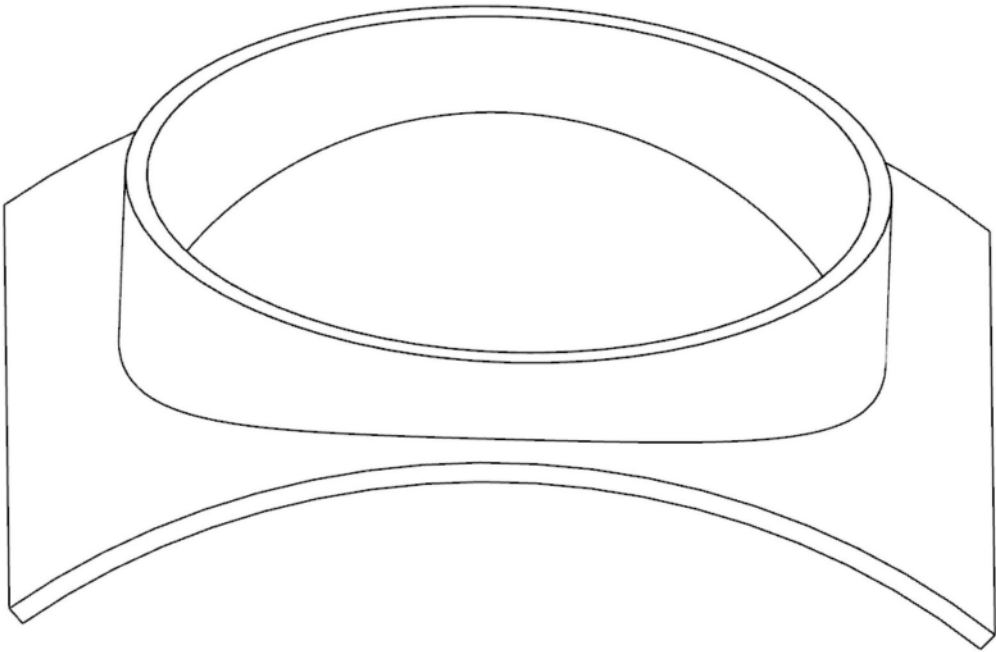


图3(c)

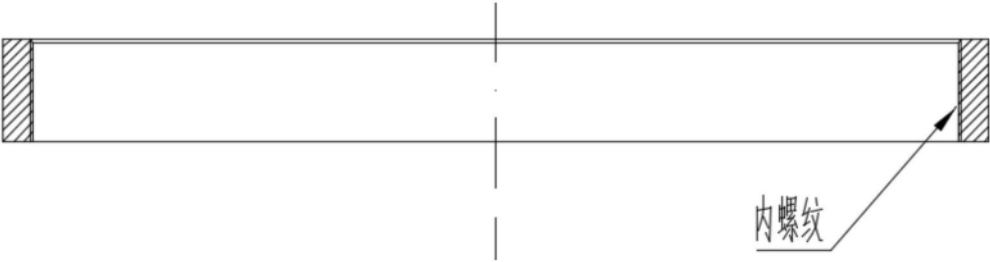


图4(a)

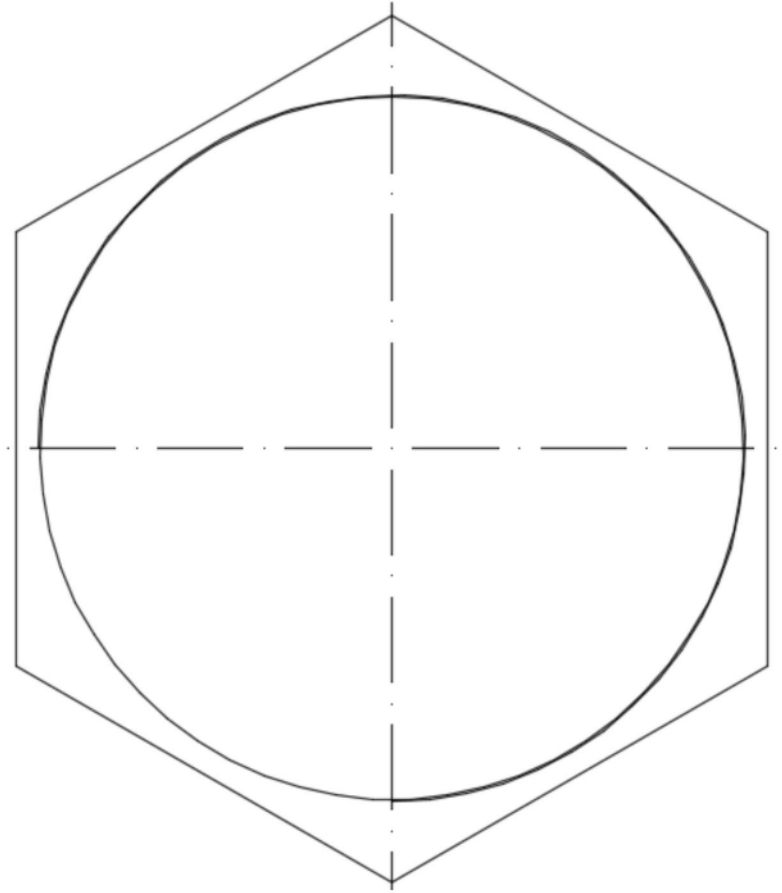


图4(b)

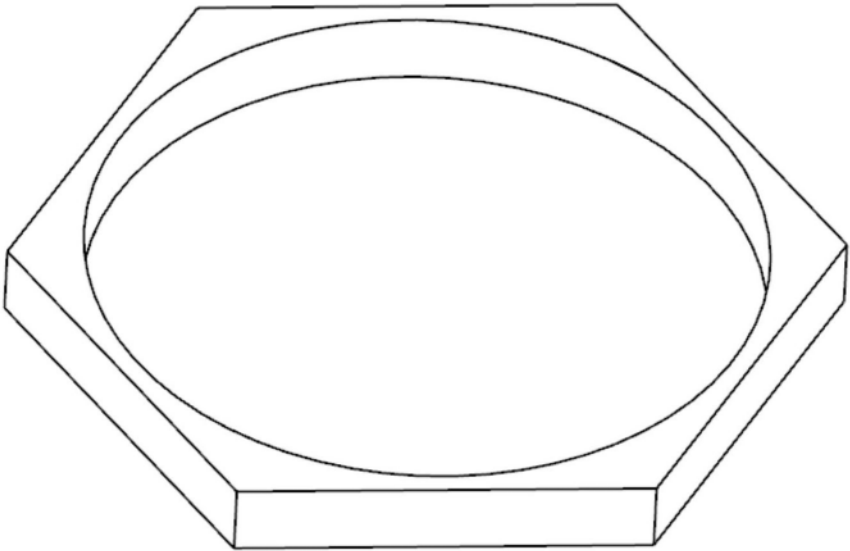


图4(c)

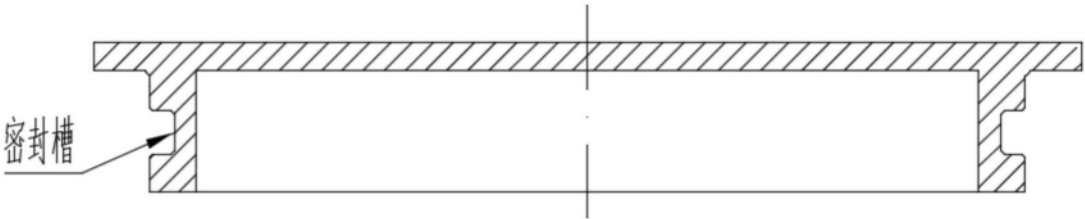


图5(a)

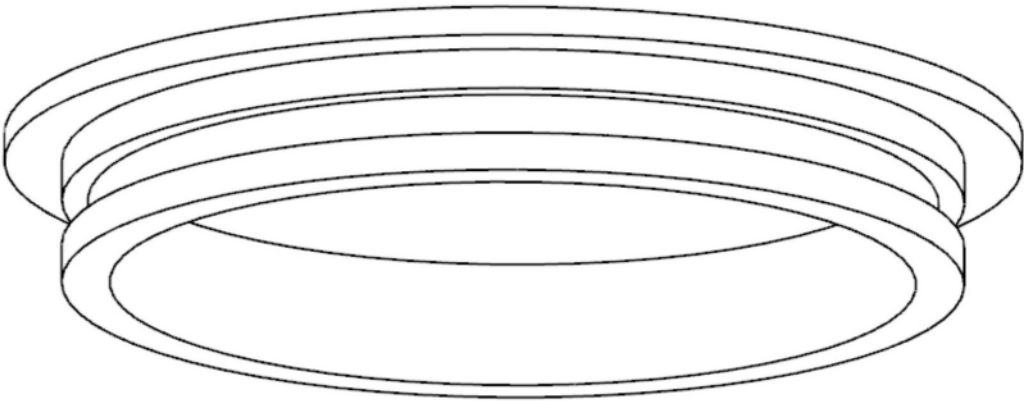


图5(b)

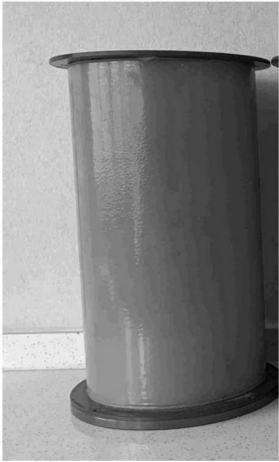
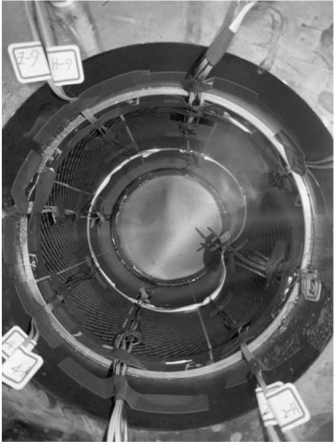
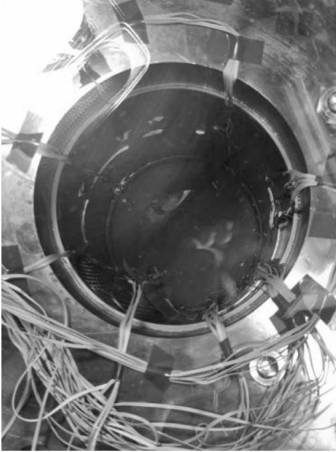
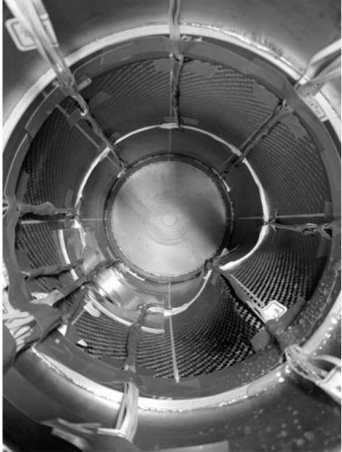
壳体编号	完整壳体	开孔壳体 1	开孔壳体 2
压力测试之前			
压力测试之后			
破坏压力	3.06MPa	3.09MPa	3.32MPa

图6