



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105673551 B

(45)授权公告日 2018.03.06

(21)申请号 201410665419.9

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

(22)申请日 2014.11.19

代理人 王基才 王冬华

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105673551 A

(51)Int.Cl.

F04D 29/10(2006.01)

(43)申请公布日 2016.06.15

F04D 29/12(2006.01)

(73)专利权人 中广核工程有限公司

(56)对比文件

地址 518023 广东省深圳市福田区深南中
路69号

CN 104040226 A, 2014.09.10,

专利权人 沈阳鼓风机集团核电泵业有限公
司

CN 102338119 A, 2012.02.01,

(72)发明人 罗志远 丛国辉 雍兴平 张翊勋
王学灵 陈兴江 唐堃 马玉杰
叶泉流

CN 1101406 A, 1995.04.12,

CN 1200446 A, 1998.12.02,

WO 2008141377 A1, 2008.11.27,

CN 203272221 U, 2013.11.06,

CN 203783954 U, 2014.08.20,

审查员 舒适

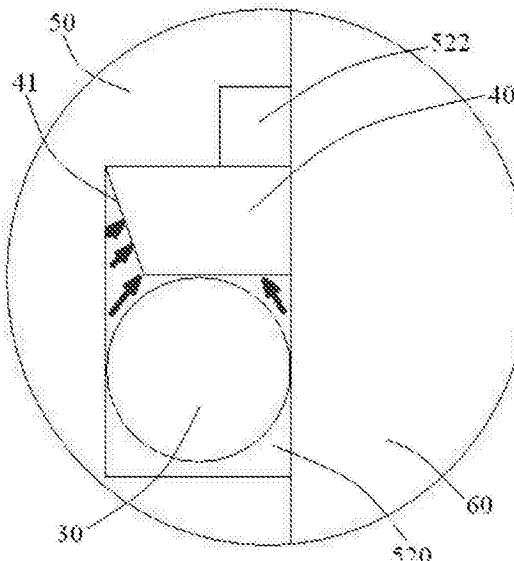
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

核电厂核反应堆冷却剂泵及其静压轴封组
件

(57)摘要

本发明公开了一种核电厂核反应堆冷却剂
泵及其静压轴封组件，所述静压轴封组件的第一
密封组件通过密封圈和高分子聚合物环实现与
设在其外部的密封壳之间的周向密封；第一密封
组件在与密封壳接触位置处的外壁上开设有环
形容置槽，环形容置槽横截面的两端具有不同的
宽度，其中较大的容置端比较小的挤压端更靠近
冷却剂泵水力部件；高分子聚合物环在正常工况
时收容在环形容置槽的容置端内，在全厂断电工
况下将变软并被高温高压流体挤压进入环形容
置槽的挤压端，从而与密封壳及第一密封组件紧
密贴合，保证二者之间的持续密封。与现有技术
相比，本发明解除了对耐高温橡胶O型圈的依赖，
并且有效降低了核电厂的堆芯损坏概率。



1. 一种核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，包括多个设置在泵轴周向的密封组件；其中，第一密封组件通过密封圈实现与设在其外部的密封壳之间的周向密封；其特征在于：所述第一密封组件与密封壳之间还设有高分子聚合物环；第一密封组件在与密封壳接触位置处的外壁上开设有环形容置槽，环形容置槽横截面的两端具有不同的宽度，其中较大的容置端比较小的挤压端更靠近冷却剂泵水力部件；高分子聚合物环在正常工况时收容在环形容置槽的容置端内，在全厂断电工况下将变软并被高温高压流体挤压进入环形容置槽的挤压端，从而与密封壳及第一密封组件紧密贴合，保证二者之间的持续密封。

2. 根据权利要求1所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述高分子聚合物环的内壁为斜面设计，安装在环形容置槽中时，其斜面朝向泵轴和冷却剂泵水力部件所在方向。

3. 根据权利要求1所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述高分子聚合物环的截断面为直角梯形，安装在环形容置槽中时，直角梯形的下底朝向挤压端，直角腰则与密封壳贴合。

4. 根据权利要求1所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述高分子聚合物环的材质为PEEK、含有玻璃纤维的PEEK或是含有碳纤维的PEEK。

5. 根据权利要求1所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述密封圈与高分子聚合物环一起收容在环形容置槽的容置端内，且密封圈位于远离挤压端的位置，高分子聚合物环位于靠近挤压端的位置。

6. 根据权利要求1所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述第一密封组件包括与密封壳直接接触的密封插入支撑件，环形容置槽开设在密封插入支撑件与密封壳接触位置处的外壁上；密封插入支撑件上另开设有一个用于收容密封圈的收容槽，收容槽的开设位置比环形容置槽更靠近水力部件。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述高分子聚合物环上开设有一个或两个可开合的切口，以便于高分子聚合物环在环形容置槽内的安装。

8. 根据权利要求7所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述高分子聚合物环的切口两端为插接结构。

9. 根据权利要求1至6中任一项所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述密封圈为常规O圈或耐高温橡胶O圈。

10. 根据权利要求1至5中任一项所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述第一密封组件是最靠近水力部件的一个密封组件，其包括动环、静环、密封插入件和密封插入支撑件；环形容置槽开设在密封插入支撑件与密封壳接触位置处的外壁上，高分子聚合物环在全厂断电工况下变软并被高温高压流体挤压进入环形容置槽的挤压端后，将与密封壳及密封插入支撑件紧密贴合。

11. 根据权利要求1至6中任一项所述的核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其特征在于：所述静压轴封组件采用三级轴封，包括依次设置在水力部件和电动机之间的第一密封组件、第二密封组件和第三密封组件；其中，第一密封组件是平衡型流体静压型可控泄漏密封，第二密封组件是压力平衡型端面密封，第三密封组件是堰式双端面密封。

12. 一种核电厂核反应堆冷却剂泵，其包括从上至下依次设置的电动机、静压轴封组件

和水力部件,以及一根贯穿整个冷却剂泵中心的泵轴;所述静压轴封组件包括依次设置在冷却剂泵水力部件和电动机之间的多个密封组件,这些密封组件均设置在泵轴的周向,其中的第一密封组件外部设有密封壳;第一密封组件通过密封圈实现与密封壳之间的周向密封;其特征在于:所述第一密封组件与密封壳之间还设有高分子聚合物环;第一密封组件在与密封壳接触位置处的外壁上开设有环形容置槽,环形容置槽横截面的两端具有不同的宽度,其中较大的容置端比较小的挤压端更靠近冷却剂泵水力部件;高分子聚合物环在正常工况时收容在环形容置槽的容置端内,在全厂断电工况下将变软并被高温高压流体挤压进入环形容置槽的挤压端,从而与密封壳及第一密封组件紧密贴合,保证二者之间的持续密封。

13.根据权利要求12所述的核电厂核反应堆冷却剂泵,其特征在于:所述第一密封组件包括与密封壳直接接触的密封插入支撑件,环形容置槽开设在密封插入支撑件与密封壳接触位置处的外壁上,高分子聚合物环在全厂断电工况下变软并被高温高压流体挤压进入环形容置槽的挤压端后,将与密封壳及密封插入支撑件紧密贴合。

14.根据权利要求12所述的核电厂核反应堆冷却剂泵,其特征在于:所述高分子聚合物环的内壁为斜面设计,安装在环形容置槽中时,其斜面朝向泵轴和冷却剂泵水力部件所在方向。

15.根据权利要求12所述的核电厂核反应堆冷却剂泵,其特征在于:所述高分子聚合物环的截断面为直角梯形,安装在环形容置槽中时,直角梯形的下底朝向挤压端,直角腰则与密封壳贴合。

16.根据权利要求12所述的核电厂核反应堆冷却剂泵,其特征在于:所述高分子聚合物环的材质为PEEK、含有玻璃纤维的PEEK或是含有碳纤维的PEEK。

17.根据权利要求12所述的核电厂核反应堆冷却剂泵,其特征在于:所述密封圈与高分子聚合物环一起收容在环形容置槽的容置端内,且密封圈位于远离挤压端的位置,高分子聚合物环位于靠近挤压端的位置。

18.根据权利要求13所述的核电厂核反应堆冷却剂泵,其特征在于:所述密封插入支撑件上另开设有一个用于收容密封圈的收容槽,收容槽的开设位置比环形容置槽更靠近水力部件。

19.根据权利要求12至18中任一项所述的核电厂核反应堆冷却剂泵,其特征在于:所述高分子聚合物环上开设有一个或两个可开合的切口,以便于高分子聚合物环在环形容置槽内的安装。

20.根据权利要求12所述的核电厂核反应堆冷却剂泵,其特征在于:所述第一密封组件是最靠近水力部件的一个密封组件,其包括动环、静环、密封插入件和密封插入支撑件。

核电厂核反应堆冷却剂泵及其静压轴封组件

技术领域

[0001] 本发明属于核电领域,更具体地说,本发明涉及一种核电厂核反应堆冷却剂泵及其静压轴封组件。

背景技术

[0002] 在压水堆核电厂中,流体静压轴封型冷却剂泵是由三相感应式电动机驱动的单级、单吸、立式混流泵。图1是一种现有核反应堆冷却剂泵的结构示意图,其从上至下依次由电动机10、静压轴封组件12和水力部件14组成,泵轴贯穿整个冷却剂泵的中心;反应堆冷却剂由一个装在泵轴下端的叶轮泵送,其通过泵壳底部吸入并向上流过叶轮,然后通过导叶和泵壳侧面的一个出口接管排出。

[0003] 请参阅图2,冷却剂泵中的静压轴封组件12采用三级轴封,包括依次设置在水力部件14和电动机10之间的第一密封组件15、第二密封组件16和第三密封组件17;三个密封组件15、16、17设置在泵轴18的周向并沿泵轴18轴向依次排列,第一密封组件15和第二密封组件16外部还设有密封壳19。其中,第一密封组件15是平衡型流体静压型可控泄漏密封,第二密封组件16是压力平衡型端面密封,第三密封组件17是堰式双端面密封。

[0004] 请参阅图3,第一密封组件15包括依次设置在水力部件14和第二密封组件16之间的动环150、静环152、密封插入件154和密封插入支撑件156;密封插入件154和密封插入支撑件156的内壁均与泵轴18之间存在缝隙;密封插入支撑件156的部分外壁紧贴密封壳19,并利用耐高温橡胶O圈与密封壳19实现密封;动环150固定在泵轴18上而随泵轴18转动,静环152不转动但可以沿泵轴18的轴向或倾斜方向小幅上下移动,以跟动环150保持恰当间隙。在正常运行工况下,静环152通过流体静力平衡,控制动环150、静环152之间保持极小的间隙形成液膜,使动环150、静环152两个端面在一层薄水膜两侧相对滑动,运转时不直接接触,从而控制第一密封组件15的泄漏量和磨损量。在静环152与相邻的结构件之间配有O形环及辅助元件,以在高压区和低压区之间形成一个可滑移的辅助密封。

[0005] 在正常运行工况下,第一密封组件15的冷却由RCV系统(Chemical and Volume Control System,即化学及容积控制系统)提供的注入水来保障。但是,在全厂断电工况下,RCV系统功能会丧失而无法为冷却剂泵中的静压轴封组件12提供正常冷却,同时,RRI系统(Equipment Cooling Water System,即设备冷却水系统)的功能也会丧失,无法为冷却剂泵中的第一密封组件15提供备用冷却。此时,一回路(指反应堆冷却剂系统主回路)的高温流体将很快威胁到第一密封组件15,其热应力可能使冷却剂泵轴封功能丧失,从而破坏一回路压力边界。

[0006] 为此,部分核电厂在全厂断电工况发生后,通过水压试验泵柴油发电机组(LLS系统)向一回路的水压试验泵供电,以保证水压试验泵向冷却剂泵轴封应急注水,维持第一密封组件15处的冷却及润滑,同时将高温高压反应堆冷却剂限制在第一密封组件15下方,保证第一密封组件15处的温度在其运行要求的范围内,防止冷却剂泵轴封破口事故(Seal LOCA)发生,保证一回路压力边界的完整性。但是,由于现有核电厂多为双堆布置,两台机组

共用一台水压试验泵，在设计上也仅考虑单台机组发生断电事故，因此水压试验泵的名义流量为 $6\text{m}^3/\text{h}$ ，仅能满足一台机组3台冷却剂泵的轴封水注入量需求；这导致在全厂断电工况时，另外一台机组的冷却剂泵应急轴封注入无法保证而发生轴封破口事故；在失去了所有的补水手段后，一回路的泄漏无法得到补充，水装量得不到保证，将使得堆芯逐渐裸露并最终熔化。

[0007] 为了解决上述问题，一些核电厂提出通过封闭反应堆冷却剂泄露途径来保证堆芯的安全，以避免全厂断电工况下对冷却剂泵应急轴封注入系统的依赖。在全厂断电工况下，冷却剂泵第一密封组件15处的高温高压流体流动方向如图4的箭头所示，从图中可以看出，限制反应堆冷却剂向环境泄漏的关键在于对两个重要密封位置20、22进行密封。现有的部分核电厂已开始采用非能动停车密封技术来保证冷却剂泵轴封的完整性，其具体操作方式是：1) 直接在冷却剂泵第一密封组件15的密封插入件154内增加非能动停车密封组件24，来实现第一密封位置20处的密封；2) 采用耐高温橡胶O圈26，实现第二密封位置22处(即密封插入支撑件156与密封壳19之间)的密封。但是，由于耐高温橡胶O圈26的成本较高，而且其在高温、高压且高放射性剂量水平下，能够保持的密封性能有限，因此仍旧不能完全避免轴封破口事故。

[0008] 有鉴于此，确有必要提供一种能够解决全厂断电工况下静止部件间密封问题的核电厂核反应堆冷却剂泵及其静压轴封组件。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于：提供一种能够解决全厂断电工况下静止部件间密封问题的核电厂核反应堆冷却剂泵及其静压轴封组件，以提高冷却剂泵轴封的可靠性，防止冷却剂泵轴封破口事故的发生。

[0010] 为了实现上述发明目的，本发明提供了一种核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件，其包括多个设置在泵轴周向的密封组件；其中，第一密封组件通过密封圈实现与设在其外部的密封壳之间的周向密封；所述第一密封组件与密封壳之间还设有高分子聚合物环；第一密封组件在与密封壳接触位置处的外壁上开设有环形容置槽，环形容置槽横截面的两端具有不同的宽度，其中较大的容置端比较小的挤压端更靠近冷却剂泵水力部件；高分子聚合物环在正常工况时收容在环形容置槽的容置端内，在全厂断电工况下将变软并被高温高压流体挤压进入环形容置槽的挤压端，从而与密封壳及第一密封组件紧密贴合，保证二者之间的持续密封。

[0011] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述高分子聚合物环的内壁为斜面设计，安装在环形容置槽中时，其斜面朝向泵轴和冷却剂泵水力部件所在方向。

[0012] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述高分子聚合物环的截断面为直角梯形，安装在环形容置槽中时，直角梯形的下底朝向挤压端，直角腰则与密封壳贴合。

[0013] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述高分子聚合物环的材质为PEEK、含有玻璃纤维的PEEK或是含有碳纤维的PEEK。

[0014] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述密封圈与

高分子聚合物环一起收容在环形容置槽的容置端内，且密封圈位于远离挤压端的位置，高分子聚合物环位于靠近挤压端的位置。

[0015] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述第一密封组件包括与密封壳直接接触的密封插入支撑件，环形容置槽开设在密封插入支撑件与密封壳接触位置处的外壁上；密封插入支撑件上另开设有一个用于收容密封圈的收容槽，收容槽的开设位置比环形容置槽更靠近水力部件。

[0016] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述高分子聚合物环上开设有一个或两个可开合的切口，以便于高分子聚合物环在环形容置槽内的安装。

[0017] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述高分子聚合物环的切口两端为插接结构。

[0018] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述密封圈为常规O圈或耐高温橡胶O圈。

[0019] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述第一密封组件是最靠近水力部件的一个密封组件，其包括动环、静环、密封插入件和密封插入支撑件；环形容置槽开设在密封插入支撑件与密封壳接触位置处的外壁上，高分子聚合物环在全厂断电工况下变软并被高温高压流体挤压进入环形容置槽的挤压端后，将与密封壳及密封插入支撑件紧密贴合。

[0020] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的一种改进，所述静压轴封组件采用三级轴封，包括依次设置在水力部件和电动机之间的第一密封组件、第二密封组件和第三密封组件；其中，第一密封组件是平衡型流体静压型可控泄漏密封，第二密封组件是压力平衡型端面密封，第三密封组件是堰式双端面密封。

[0021] 为了实现上述发明目的，本发明还提供了一种核电厂核反应堆冷却剂泵，其包括从上至下依次设置的电动机、静压轴封组件和水力部件，以及一根贯穿整个冷却剂泵中心的泵轴；所述静压轴封组件包括依次设置在冷却剂泵水力部件和电动机之间的多个密封组件，这些密封组件均设置在泵轴的周向，其中的第一密封组件外部设有密封壳；第一密封组件通过密封圈实现与密封壳之间的周向密封；所述第一密封组件与密封壳之间还设有高分子聚合物环；第一密封组件在与密封壳接触位置处的外壁上开设有环形容置槽，环形容置槽横截面的两端具有不同的宽度，其中较大的容置端比较小的挤压端更靠近冷却剂泵水力部件；高分子聚合物环在正常工况时收容在环形容置槽的容置端内，在全厂断电工况下将变软并被高温高压流体挤压进入环形容置槽的挤压端，从而与密封壳及第一密封组件紧密贴合，保证二者之间的持续密封。

[0022] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述第一密封组件包括与密封壳直接接触的密封插入支撑件，环形容置槽开设在密封插入支撑件与密封壳接触位置处的外壁上，高分子聚合物环在全厂断电工况下变软并被高温高压流体挤压进入环形容置槽的挤压端后，将与密封壳及密封插入支撑件紧密贴合。

[0023] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述高分子聚合物环的内壁为斜面设计，安装在环形容置槽中时，其斜面朝向泵轴和冷却剂泵水力部件所在方向。

[0024] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述高分子聚合物环的截断面

为直角梯形，安装在环形容置槽中时，直角梯形的下底朝向挤压端，直角腰则与密封壳贴合。

[0025] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述高分子聚合物环的材质为PEEK、含有玻璃纤维的PEEK或是含有碳纤维的PEEK。

[0026] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述密封圈与高分子聚合物环一起收容在环形容置槽的容置端内，且密封圈位于远离挤压端的位置，高分子聚合物环位于靠近挤压端的位置。

[0027] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述密封插入支撑件上另开设有一个用于收容密封圈的收容槽，收容槽的开设位置比环形容置槽更靠近水力部件。

[0028] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述高分子聚合物环上开设有一个或两个可开合的切口，以便于高分子聚合物环在环形容置槽内的安装。

[0029] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述高分子聚合物环的切口两端为插接结构。

[0030] 作为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的一种改进，所述第一密封组件是最靠近水力部件的一个密封组件，其包括动环、静环、密封插入件和密封插入支撑件。

[0031] 与现有技术相比，本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件通过高分子聚合物环来保证冷却剂泵静压轴封的静止部件在全厂断电工况下的密封，因此解除了对耐高温橡胶O型圈的依赖，并且有效降低了核电厂的堆芯损坏概率。

附图说明

[0032] 下面结合附图和具体实施方式，对本发明核电厂核反应堆冷却剂泵、静压轴封组件及其有益技术效果进行详细说明。

[0033] 图1为一种现有核反应堆冷却剂泵的结构示意图。

[0034] 图2是图1所示冷却剂泵中的静压轴封组件的剖视图。

[0035] 图3是图1所示冷却剂泵中的第一密封组件的剖视图。

[0036] 图4为现有非能动停车密封技术的结构示意图。

[0037] 图5为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的静止部件间密封结构第一实施方式的示意图。

[0038] 图6为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的静止部件间密封结构第二实施方式的示意图。

[0039] 图7为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的高分子聚合物环开设一个切口的结构示意图。

[0040] 图8为本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的静压轴封组件的高分子聚合物环开设两个切口的结构示意图。

具体实施方式

[0041] 为了使本发明的目的、技术方案及其有益技术效果更加清晰，以下结合附图和具体实施方式，对本发明进行进一步详细说明。应当理解的是，本说明书中描述的具体实施方式仅仅是为了了解释本发明，并非为了限定本发明。

[0042] 本发明核电厂核反应堆冷却剂泵包括从上至下依次设置的电动机、静压轴封组件和水力部件,以及一根贯穿整个冷却剂泵中心的泵轴;反应堆冷却剂由一个装在泵轴下端的叶轮泵送,其通过泵壳底部吸入并向上流过叶轮,然后通过导叶和泵壳侧面的一个出口接管排出。

[0043] 静压轴封组件采用三级轴封,包括依次设置在冷却剂泵水力部件和电动机之间的第一密封组件、第二密封组件和第三密封组件;三个密封组件设置在泵轴的周向并沿泵轴轴向依次排列,第一密封组件和第二密封组件外部还设有密封壳。其中,第一密封组件是平衡型流体静压型可控泄漏密封,第二密封组件是压力平衡型端面密封,第三密封组件是堰式双端面密封。

[0044] 第一密封组件包括依次设置在水力部件和第二密封组件之间的动环、静环、密封插入件和密封插入支撑件;密封插入件和密封插入支撑件的内壁均与泵轴之间存在缝隙;密封插入支撑件的部分外壁紧贴密封壳而与密封壳密封。动环固定在泵轴上而随泵轴转动,静环不转动但可以沿泵轴轴向或倾斜方向小幅上下移动,以跟动环保持恰当间隙。在正常运行工况下,静环通过流体静力平衡,控制动环、静环之间保持极小的间隙形成液膜,使动环、静环的两个端面在一层薄水膜两侧相对滑动,运转时不直接接触,从而控制第一密封组件的泄漏量和磨损量。在静环与相邻的结构件之间配有O形环及辅助元件,以在高压区和低压区之间形成一个可滑移的辅助密封。

[0045] 请参阅图5和图6,本发明核电厂核反应堆冷却剂泵的第一密封组件通过密封圈30和高分子聚合物环40来实现密封插入支撑件50/50a与密封壳60之间的密封。

[0046] 密封圈30采用常规O圈即可,当然也可以采用耐高温、高压及辐照的橡胶O圈。

[0047] 高分子聚合物环40的内壁为斜面设计,从而使得其截断面为直角梯形。高分子聚合物环40为PEEK (PEEK是polyetheretherketone的简称,中文名称为聚醚醚酮) 或是含有玻璃纤维或碳纤维的PEEK。聚醚醚酮是分子主链中含有链节的线性芳香族高分子化合物,聚醚醚酮树脂的热变形温度为160°C、熔点达到334°C、玻璃化转变温度为143°C,因此,可以耐正高温260度,经改性后耐正高温至少可以达到300度,并具有优异的机械性能、耐化学品腐蚀性能、阻燃性能、耐磨性能和抗辐射性能。在其他实施方式中,高分子聚合物环40的截断面也可以为其他方便高温高压流体压紧高分子聚合物环40的形状。

[0048] 密封插入支撑件50/50a在外壁上与密封壳60接触位置处开设有环形容置槽。环形容置槽的横截面为台阶型,其较大的容置端520/520a比较小的挤压端522/522a更靠近冷却剂泵的水力部件。高分子聚合物环40在正常工况时收容在环形容置槽的容置端520/520a内,其斜面41朝向泵轴和冷却剂泵水力部件所在方向,也就是说,截断面直角梯形的下底朝向挤压端522/522a,直角腰则与密封壳60贴合。

[0049] 在图5所示的第一实施方式中,密封圈30与高分子聚合物环40一起收容在环形容置槽的容置端520内,且密封圈30位于远离挤压端522的位置,高分子聚合物环40位于靠近挤压端522的位置。

[0050] 在图6所示的第二实施方式中,密封插入支撑件50a上另开设有一个用于收容密封圈30的收容槽54a,收容槽54a的开设位置比环形容置槽更靠近冷却剂泵的水力部件。

[0051] 在正常运行工况下,本发明通过密封圈30保证反应堆冷却剂不向环境泄漏。在全厂断电工况下,高温高压的反应堆冷却剂到达周向密封处,破坏了常规密封圈30如O型圈的

密封能力，导致高温高压反应堆冷却剂泄漏到高分子聚合物环40处；此时，高分子聚合物环40受热变软，并在侧边及下部高压流体的压力下，被挤压进入环形容置槽的挤压端522/522a，从而与密封壳60及密封插入支撑件50/50a紧密贴合，达到保证二者之间持续密封、限制反应堆冷却剂向环境泄漏的目的。

[0052] 请参阅图7和图8，为了便于将高分子聚合物环40装入密封插入支撑件50/50a的环形容置槽内，高分子聚合物环40上开设有一个或两个可开合的切口42。安装时，张开切口42可以增加高分子聚合物环40的直径以便于安装，装好后合拢切口42，又可以使切口42处与密封壳60及密封插入支撑件50/50a紧密贴合而保证密封性能。切口42优选为插接结构。

[0053] 与现有技术相比，本发明通过高分子聚合物环40来保证冷却剂泵静压轴封的静止部件在全厂断电工况下的密封，因此解除了对耐高温橡胶O型圈的依赖，并且有效地降低了核电厂堆芯的损坏概率；另外，由于本发明只是对第一密封组件的密封插入支撑件50/50a的外壁开槽进行了改进，并对应增设了一个在全厂断电工况下保证密封的高分子聚合物环40，因此对冷却剂泵的其他结构没有任何影响，也不会影响冷却剂泵在正常运行工况下的性能。

[0054] 根据上述说明书的揭示和教导，本发明所属领域的技术人员还可以对上述实施方式进行适当的变更和修改。因此，本发明并不局限于上面揭示和描述的具体实施方式，对本发明的一些修改和变更也应当落入本发明的权利要求的保护范围内。此外，尽管本说明书中使用了一些特定的术语，但这些术语只是为了方便说明，并不对本发明构成任何限制。

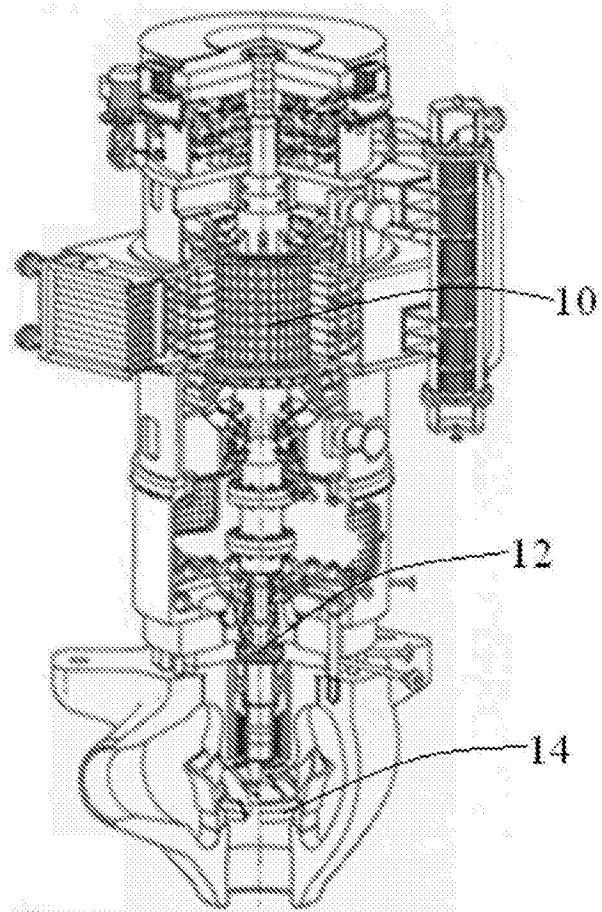


图1

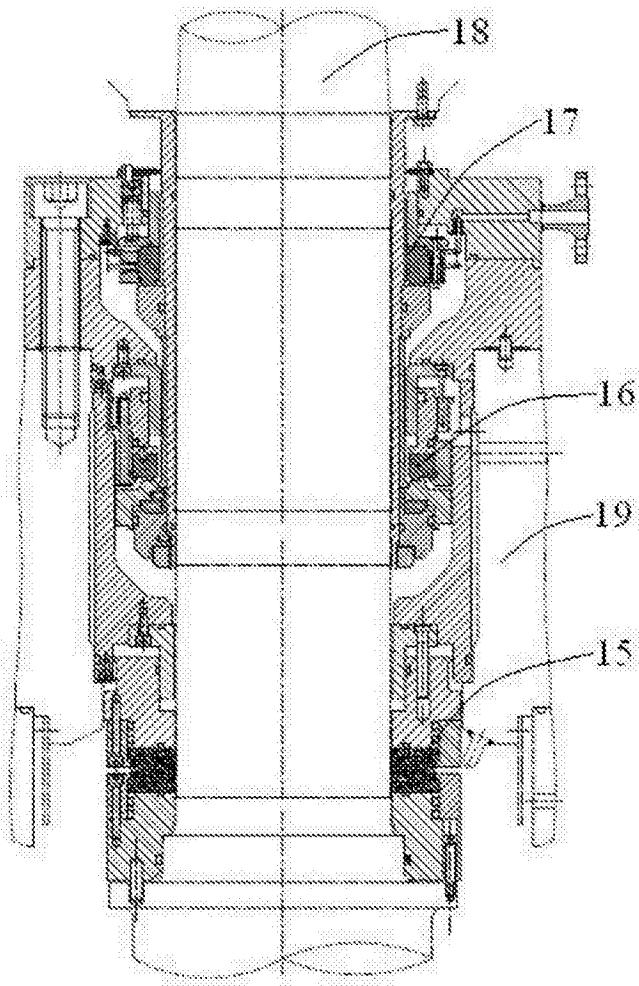


图2

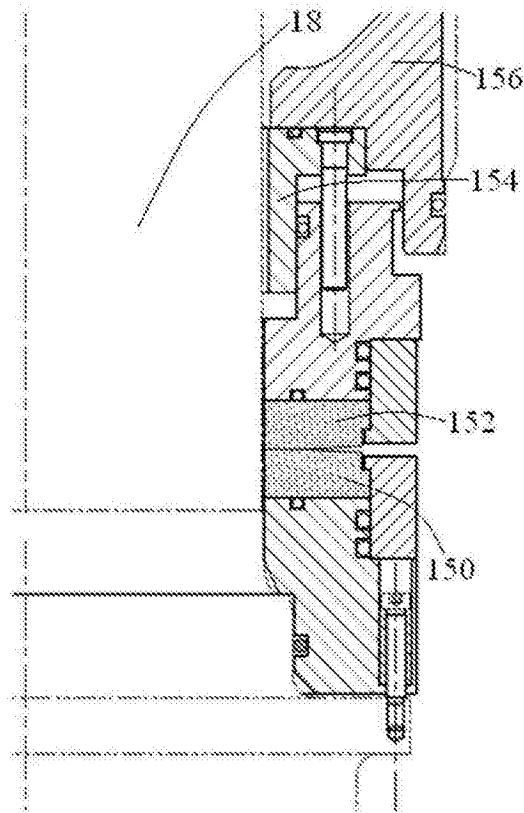


图3

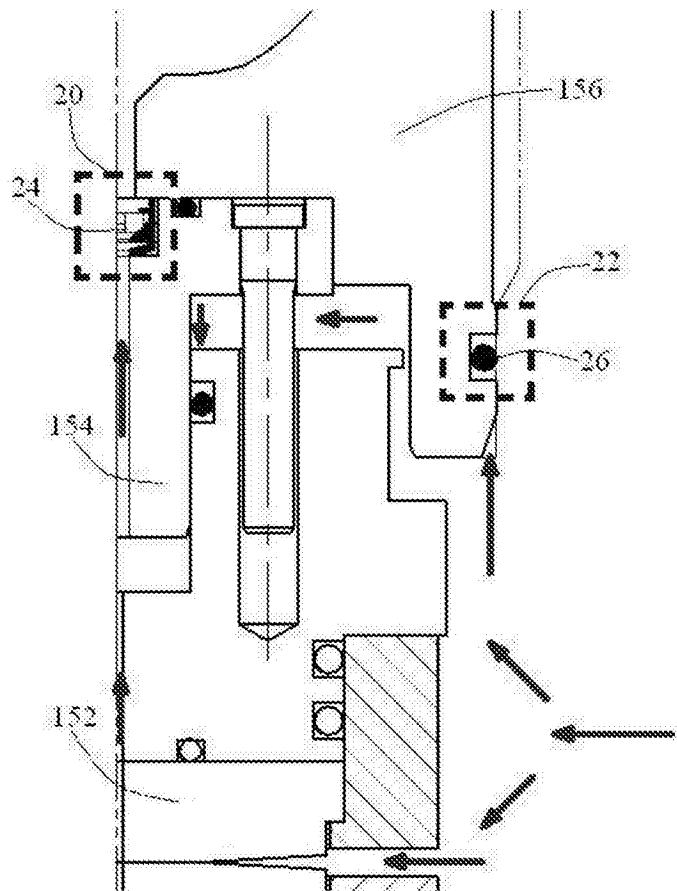


图4

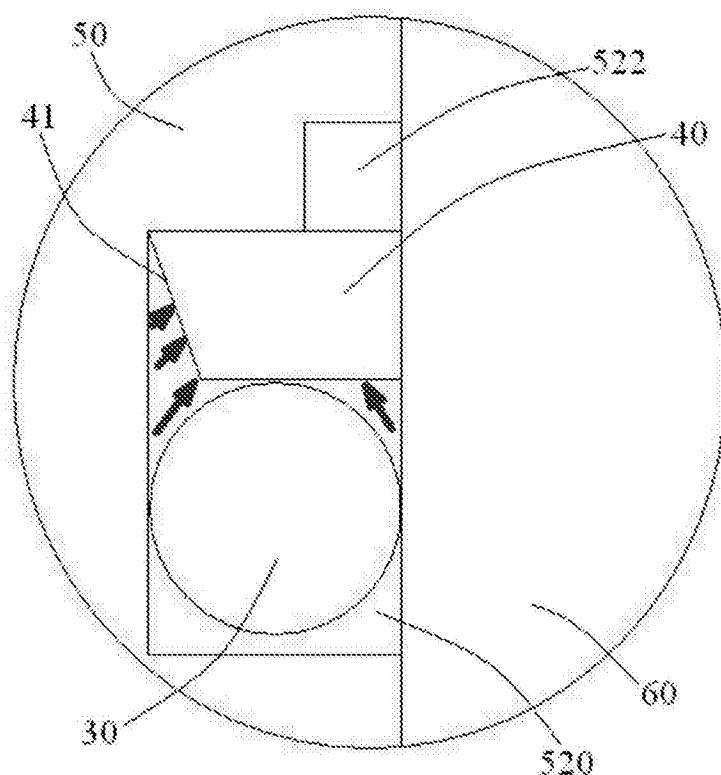


图5

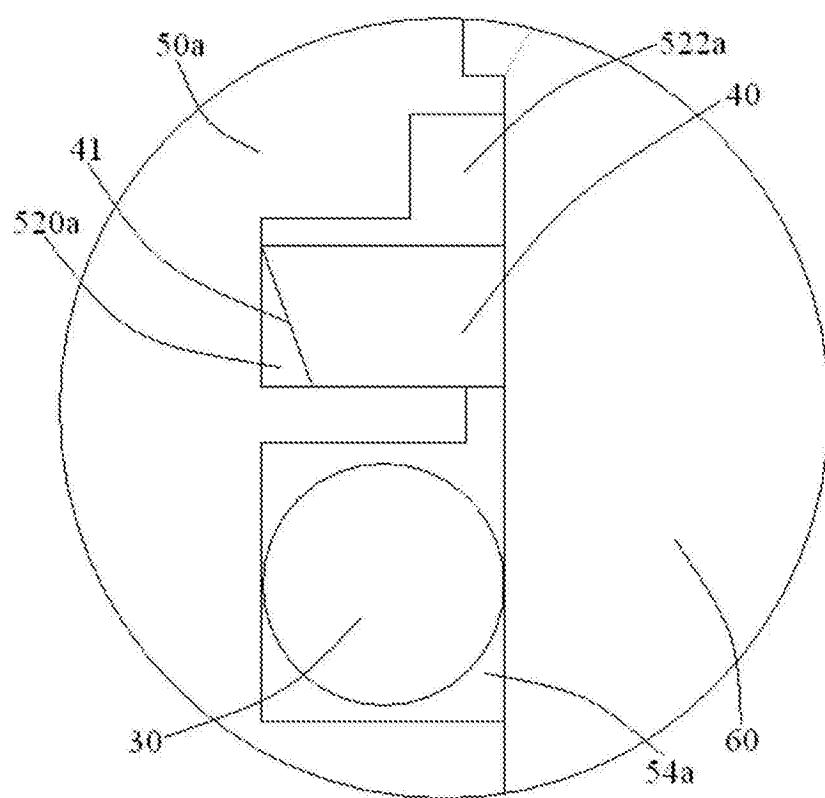


图6

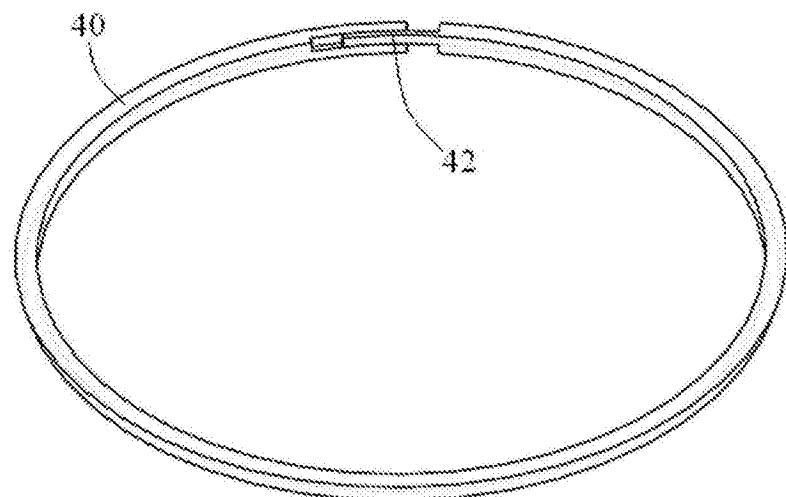


图7

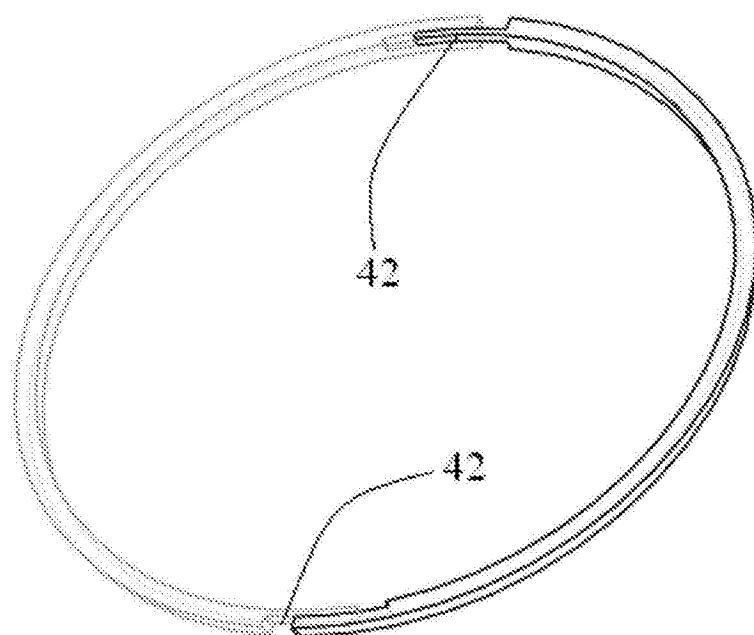


图8