



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115743498 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 07

(21) 申请号 202211458213.X

(22) 申请日 2022.11.21

(71) 申请人 中国舰船研究设计中心

地址 430064 湖北省武汉市武昌区张之洞路268号

(72) 发明人 杜为安 王佳林 刘成洋 张翼
林韩清

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

专利代理师 胡建平

(51) Int. Cl.

B63H 21/38 (2006.01)

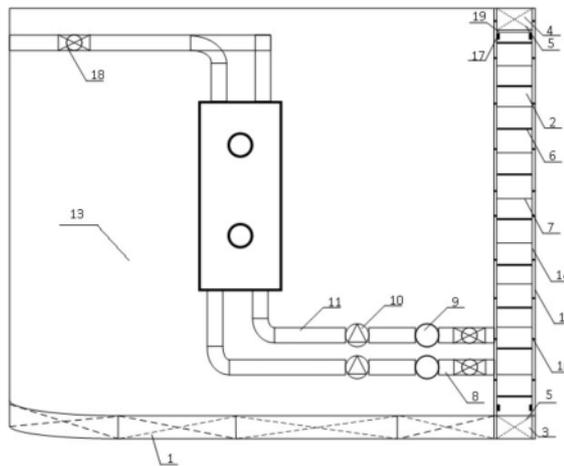
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种与船体共形的大流量循环水系统

(57) 摘要

本发明公开了一种与船体共形的大流量循环水系统，其包括取水管隧、连接管道、海水过滤器、大功率循环水泵、循环水管系、汽轮发电机组冷凝器；取水管隧采用3m×3m的方管，安设在船体上，与船体共形，其具有取水口，在取水口处设有海生物防治装置；连接管道有两根，其一端与取水管隧连接，另一端通过大功率循环水泵与汽轮发电机组冷凝器连接；汽轮发电机组冷凝器通过循环水管将循环水排入大海中。本发明采用直径为3m的海水管道与船体共形，在满足所需循环水流量的前提下，避免了大直径管路在船体中的安装难度，降低了管路运维费用，同时提高了船舶生命力。



1. 一种与船体共形的大流量循环水系统,其特征在於:包括取水管隧、连接管道、海水滤器、大功率循环水泵、循环水管、汽轮发电机组冷凝器;

所述取水管隧采用 $3\text{m}\times 3\text{m}$ 的方管,安设在船体上,与船体共形,其具有高位取水口和低位取水口,其中高位取水口位于舷侧,低位取水口位于船底;在高位取水口和低位取水口处均设有海生物防治装置;取水管隧上设上开口和下开口,且上开口置于下开口上;

所述连接管道有两根,每根连接管道上均设有海水滤器;两根连接管道的一端分别与取水管隧上的上开口和下开口连接,另一端分别与一个大功率循环水泵连接,2个大功率循环水泵分别通过循环水管与汽轮发电机组冷凝器连接;循环水走汽轮发电机组冷凝器的管侧,冷却汽轮发电机组做功后的乏汽,通过循环水管将水排入大海中。

2. 根据权利要求1所述的与船体共形的大流量循环水系统,其特征在於:所述取水管隧内设有高位阻挡板、低位阻挡板;高位阻挡板安设在取水管隧的顶部,低位阻挡板安设在取水管隧的底部;高位阻挡板、低位阻挡板间隔设置。

3. 根据权利要求1或2所述的船体共形的大流量循环水系统,其特征在於:所述取水管隧为双层方管,内外方管之间,设置有加强筋,保证取水管隧在表压为 0.2MPa 的压力下不产生变形。

4. 根据权利要求3所述的船体共形的大流量循环水系统,其特征在於:所述取水管隧上涂刷有防污涂料,在取水管隧内设有锌块;在取水管隧的高位取水口和低位取水口处加装有铜阳极。

5. 根据权利要求1所述的船体共形的大流量循环水系统,其特征在於:所述海生物防治装置包括海生物过滤网。

6. 根据权利要求1所述的船体共形的大流量循环水系统,其特征在於:在连接管道的入口处设有细孔径过滤网。

7. 根据权利要求1所述的船体共形的大流量循环水系统,其特征在於:所述连接管道为直径为 1.4m 的管路。

8. 根据权利要求1所述的船体共形的大流量循环水系统,其特征在於:所述取水管隧、连接管道、循环水管采用钛合金、铜或耐腐蚀不锈钢材制成。

一种与船体共形的大流量循环水系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种循环水系统,具体涉及一种与船体共形的大流量循环水系统。

背景技术

[0002] 对于核动力船舶而言,目前采用压水堆作为反应堆,使用轻水作为传热介质,高温高压水在反应堆压力容器中流动,将核燃料裂变产生的热量导出至蒸汽发生器中,在蒸汽发生器中,将热量传导到蒸发器二次侧给水并产生蒸汽,蒸汽驱动汽轮机转动做功后,在冷凝器中冷凝变为欠饱和度水。整个过程中需要大量的海水作为最终冷源,因此需要设计一个满足流量要求的循环水系统。

[0003] 一般的汽轮发电机组主要由汽轮机、发电机、冷凝器及汽轮机与发电机之间的喉部等组成。根据热力学定律,降低汽轮机背压可以增加汽轮机可利用能量并提高出力。汽轮机背压由凝汽器换热面积、冷却水温度和冷却水流量等共同决定。在冷却水入口温度确定的前提下,要降低汽轮机背压必须增加冷却水流量以减小冷却水温升,或增加凝汽器面积以降低凝汽器端差,这两种方法将导致循环水泵功耗增加或者凝汽器面积加大,这必将导致运行费用高、建设成本高、设备体积庞大等影响。

[0004] 另外,降低汽轮机背压将导致排汽容积流量增加。为使机组在各工况运行时排汽环形速度在合理范围内,减小排汽损失的同时避免末级叶片产生附加激振力,这就需要采用更长的低压末级叶片或者增加排汽缸个数,这将导致低压缸和凝汽器总体积增大,增加布置难度。因此,背压不是越低越好,需要综合考虑经济性和船舶适装性。

[0005] 针对某海洋核动力浮动平台项目,配置了电功率为百兆瓦级的汽轮发电机组,考虑平台总体对汽轮发电机组的尺寸、重量限制等,为尽可能的提升汽轮发电机组的热力循环效率,最后核算得到冷凝器喉部压力为6kPa,所需冷凝器循环水流量约30000t/h。考虑到循环水泵的能耗等影响因素,计算得到的循环水管道内径为3m。

[0006] 目前,直径为3m的海水管道,在船舶上的安装固定、布放位置以及重量等,均会对船舶平台总体带来较大的影响——可能造成船舶超重,或提高系统运维费用、或降低系统乃至船舶的生命力。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种与船体共形的大流量循环水系统,该系统采用直径为3m的海水管道与船体共形的方式,在满足所需循环水流量的同时,降低了制造费用和系统运维费用,及安装难度,有效解决了船舶总体空间、重量的限制以及大管径海水管道在船上固定安装、位置布放等问题,满足了低流速、大流量、低压降的循环水管路布置要求。

[0008] 本发明所采用的技术方案是:

[0009] 一种与船体共形的大流量循环水系统,其包括取水管隧、连接管道、海水滤器、大功率循环水泵、循环水管、汽轮发电机组冷凝器;

[0010] 所述取水管隧采用3m×3m的方管,安设在船体上,与船体共形,其具有高位取水口

和低位取水口,其中高位取水口位于舷侧,低位取水口位于船底;在高位取水口和低位取水口处均设有海生物防治装置;取水管隧上设上开口和下开口,且上开口置于下开口上;

[0011] 所述连接管道有两根,每根连接管道上均设有海水滤器;两根连接管道的一端分别与取水管隧上的上开口和下开口连接,另一端分别与一个大功率循环水泵连接,2个大功率循环水泵分别通过循环水管与汽轮发电机组冷凝器连接;汽轮发电机组冷凝器通过循环水管将水排入大海中。

[0012] 按上述方案,所述取水管隧内设有高位阻挡板、低位阻挡板,高位阻挡板安设在取水管隧的顶部,低位阻挡板安设在取水管隧的底部;高位阻挡板、低位阻挡板间隔设置,有助于泥沙沉积。

[0013] 按上述方案,所述高位阻挡板、低位阻挡板为可拆卸高位阻挡板、可拆卸低位阻挡板。

[0014] 按上述方案,所述取水管隧为双层方管,内外方管之间,设置有加强筋,保证取水管隧在表压为0.2MPa的压力下不产生变形。

[0015] 按上述方案,所述取水管隧上涂刷有防污涂料,在取水管隧内设有锌块;在取水管隧的高位取水口和低位取水口处加装有铜阳极。

[0016] 按上述方案,所述海生物防治装置包括海生物过滤网,防止海生物在取水管隧内部的附着、堆积及生长。

[0017] 按上述方案,在连接管道的入口处设有细孔径过滤网,进一步保证进入设备过流部件的水质,确保设备运行不受影响。

[0018] 按上述方案,所述连接管道为直径为1.4m的管路。

[0019] 按上述方案,所述取水管隧、连接管道、循环水管采用钛合金、铜或耐腐蚀不锈钢材制成。

[0020] 按上述方案,循环水管与汽轮发电机组冷凝器在船内底中后部形成一个Z型走向,且靠近船底布置。

[0021] 海水经海生物防治装置进入方形取水管隧后进入连接管道,并经过大功率循环水泵的加压,进入汽轮发电机组冷凝器内管束。在汽轮发电机组冷凝器内,设置有大量直径为10mm左右的细换热管,以增加冷凝器的换热面积。海水经过流量分配,流过管侧,经过汽轮机做功后的乏汽掠过管束,与管束内室温条件下的循环水发生热量交换。受热后的海水,在管束末端,重新汇聚后进入循环管道,回流进海洋。

[0022] 本发明的有益效果在于:

[0023] 通过设置3m×3m的方管与船体共形,可提高汽轮发电机组的热电转换效率,降低汽轮机喉部背压,达到在相应背压要求下,冷凝器尺寸、重量控制在船总体要求的范围内时对大流量循环水的要求;

[0024] 针对系泊、航行工况下海底深度不同,设计了舷侧高位、船底低位两个取水口,在浅水区使用低位取水口取水,保证循环水流量的要求,在高位采用高位取水口,保障不同航行区域的取水能力和取水质量;

[0025] 在高位取水口和低位取水口处均设有海生物防治装置,防止海生物在取水口、取水管隧上的附着、堆积等问题,有效解决海生物堆积、附着造成的管道堵塞、金属腐蚀等问题;

[0026] 在取水管隧内设置高位阻挡板、低位阻挡板,以助于水中夹杂的微细泥沙在取水管隧内沉积,且高位阻挡板、低位阻挡板可作为方形取水管隧的加强筋,增加方形取水管隧的结构强度;

[0027] 在连接管道上设有海水滤器、以保证水在经过方形取水管隧后仍夹带的微量小型海生物、泥沙等,在过滤器中过滤,防止了大流量吸取海水所带来的泥沙在管路内的堆积、对设备过流部件的损坏等;充分保证经过循环水泵、汽轮发电机组冷凝器等过流部件设备对水质的要求;

[0028] 为防止海水对管路的腐蚀,可以首选钛合金作为方形取水管隧、连接管道、循环管路及设备过流部件的材料,可有效防止海水对管路、设备过流部件的腐蚀;考虑到船舶建造经济性等指标,也可以采用铜、耐腐蚀不锈钢材等作为方形取水管隧、连接管道、循环管路及设备过流部件的材料,充分采用物理防腐(如涂防腐漆)、化学防腐(如加锌块等)等手段相结合的方法,保证管路在船舶设计寿命中,均具有较好的性能;

[0029] 将取水管隧设计为双层结构,在内外方管之间,设置间距小的加强筋,以保证方形取水管隧在表压为0.2MPa的压力下不产生变形;

[0030] 利用平台船体结构构成取水管隧,解决了大管径管路制造,以及安装固定、位置布放等对船体总体的影响,也减轻了大管径管道方案对总体重量的影响;

[0031] 通过设置3m×3m的方管与船体共形,充分利用船体结构,在流量要求等同的前提下,降低了对管道重量、布放位置、管路固定的约束。

附图说明

[0032] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0033] 图1是循环水系统原理图;

[0034] 图2是与船体共形的大流量循环水系统的结构示意图;

[0035] 图3是双层方管的结构示意图;

[0036] 图中:1、船体,2、取水管隧,3、高位取水口,4、低位取水口,5、海生物防治装置,6、高位阻挡板,7、低位阻挡板,8、连接管道,9、海水滤器,10、大功率循环水泵,11、循环水管,12、汽轮发电机组冷凝器,13、汽轮机舱;14、内方管,15、外方管,16、加强筋,17、铜阳极,18、隔离阀,19、细孔径过滤网。

具体实施方式

[0037] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0038] 一种与船体共形的大流量循环水系统,其包括取水管隧2、连接管道8、海水滤器9、大功率循环水泵10、循环水管11、汽轮发电机组冷凝器12。

[0039] 取水管隧2采用3m×3m的方管,安设在船体1上,与船体1共形,其具有高位取水口3和低位取水口4。其中,高位取水口3位于舷侧,低位取水口4位于船底。在高位取水口3和低位取水口4处均设有海生物防治装置5,防止海生物在高位取水口3和低位取水口4、取水管隧2上附着、堆积。取水管隧2上设上开口和下开口,且上开口置于下开口上(即在取水管隧2

上梯次开口,形成上开口和下开口)。为便于泥沙沉积,提高进入汽轮发电机组冷凝器12的水质,取水管隧2内设有高位阻挡板6、低位阻挡板7,高位阻挡板6安设在取水管隧2的顶部,低位阻挡板7安设在取水管隧2的底部;高位阻挡板6、低位阻挡板7间隔设置,且高位阻挡板6、低位阻挡板7高度均为200mm,高位阻挡板6、低位阻挡板7之间的距离为400mm。为了便于安装和拆卸,以及排出取水管隧2的泥沙,高位阻挡板6、低位阻挡板7可采用可拆卸高位阻挡板、可拆卸低位阻挡板。为了增加取水管隧2的防腐蚀性,提高其使用寿命,可在取水管隧2上涂刷防污涂料,在取水管隧2内设锌块。为防止海生物附着、堆积、生长,可在取水管隧2的高位取水口3和低位取水口4处加装铜阳极17。在较佳实施例中,取水管隧2为双层方管(内方管14、外方管15),内方管14、外方管15之间设有加强筋16,加强取水管隧2强度,以保证取水管隧在表压为0.2MPa的压力下不产生变形。

[0040] 连接管道8有两根,每根连接管道8上均设有海水滤器9。第一根连接管道8的一端与取水管隧2上的下开口连接,另一端与第一个大功率循环水泵10连接,第一个大功率循环水泵10通过循环水管11与汽轮发电机组冷凝器12的一个进口连接。第二根连接管道8的一端与取水管隧2上的上开口连接,另一端与第二个大功率循环水泵10连接,第二个大功率循环水泵10通过循环水管11与汽轮发电机组冷凝器12的另一个进口连接,大功率循环水泵10将水升压后进入汽轮发电机组冷凝器12管束中。水在汽轮发电机组冷凝器12管束中与做功后的乏汽热量交换,将热量导出后重新汇聚,通过循环水管11将水排入大海中。本实施例中,两根连接管道8相对独立,分别与汽轮发电机组冷凝器12的2个循环水通道相对应,确保在单个支路故障情况下,还能满足冷凝器50%冷却水需求,保障机组低功率运行。

[0041] 取水管隧2、连接管道8、循环水管11采用钛合金、铜或耐腐蚀不锈钢材制成。

[0042] 本实施例中,海生物防治装置5包括海生物过滤网。在连接管道8的入口处设有细孔径过滤网19。连接管道8为直径为1.4m的管路。

[0043] 循环水管11与汽轮发电机组冷凝器12在船内底中后部形成一个Z型走向,且靠近船底布置,降低管路支撑结构。

[0044] 海水滤器主要参数为:工作压力: $\leq 0.25\text{MPa}$ (a);额定流量: $\sim 15000\text{t/h}$;过滤精度:3mm。

[0045] 大功率循环水泵10作为循环水系统的能量来源,吸取海水并加压后,送入汽轮发电机组冷凝器12冷凝管束。大功率循环水泵10分档运行,根据汽轮发电机组功率调节运行档位以调节汽轮发电机组冷凝器12真空。为满足单支管路对大流量循环水输送的要求,大功率循环水泵10的参数如下:

[0046] 型式:电动立式轴流泵/混流泵;额定扬程: $\sim 15\text{mH}_2\text{O}$;额定流量: $\sim 15000\text{t/h}$;电机功率: $\sim 1000\text{kW}$;工作介质:海水。

[0047] 本实施例中,在循环水管11的进口和出口设置有隔离阀18,当循环水管11发生破损时能够远程遥控快速关闭隔离阀18,保障舱室安全。

[0048] 本实施例中,在取水管隧2的取水口加装了防止海生物和泥沙进入取水管隧2的滤网;在取水管隧的取水口附近,设计了防止海生物附着、堆积、生长的铜阳极;在取水管隧2内涂刷防止海生物堆积同时兼具防腐功能的涂料,并在适当位置加装锌块来实现化学防腐;管道内设计低高度的高、低阻隔,促进细小泥沙在管隧沉积。

[0049] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,

而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

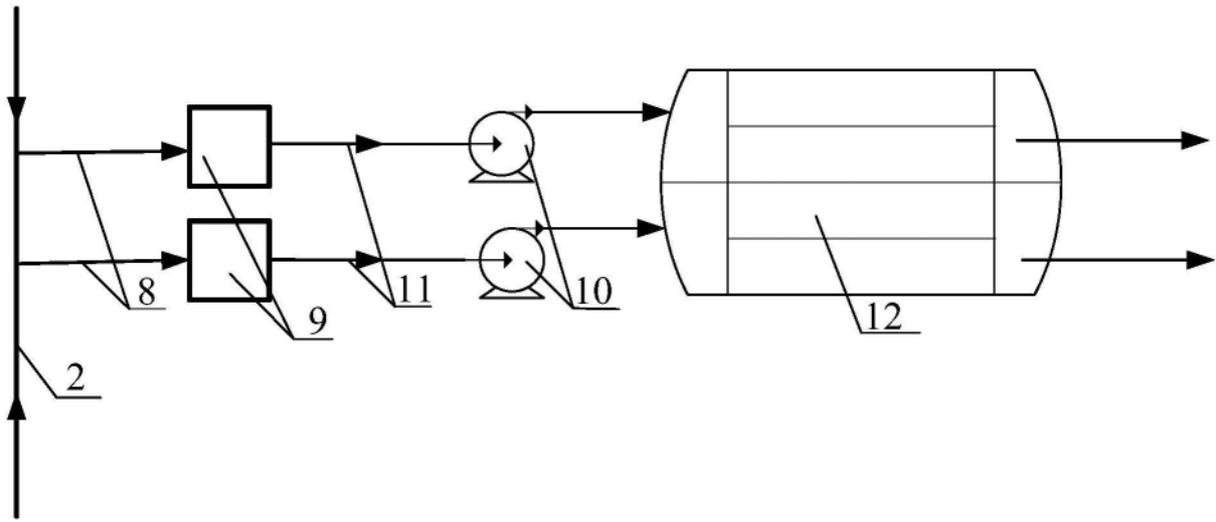


图1

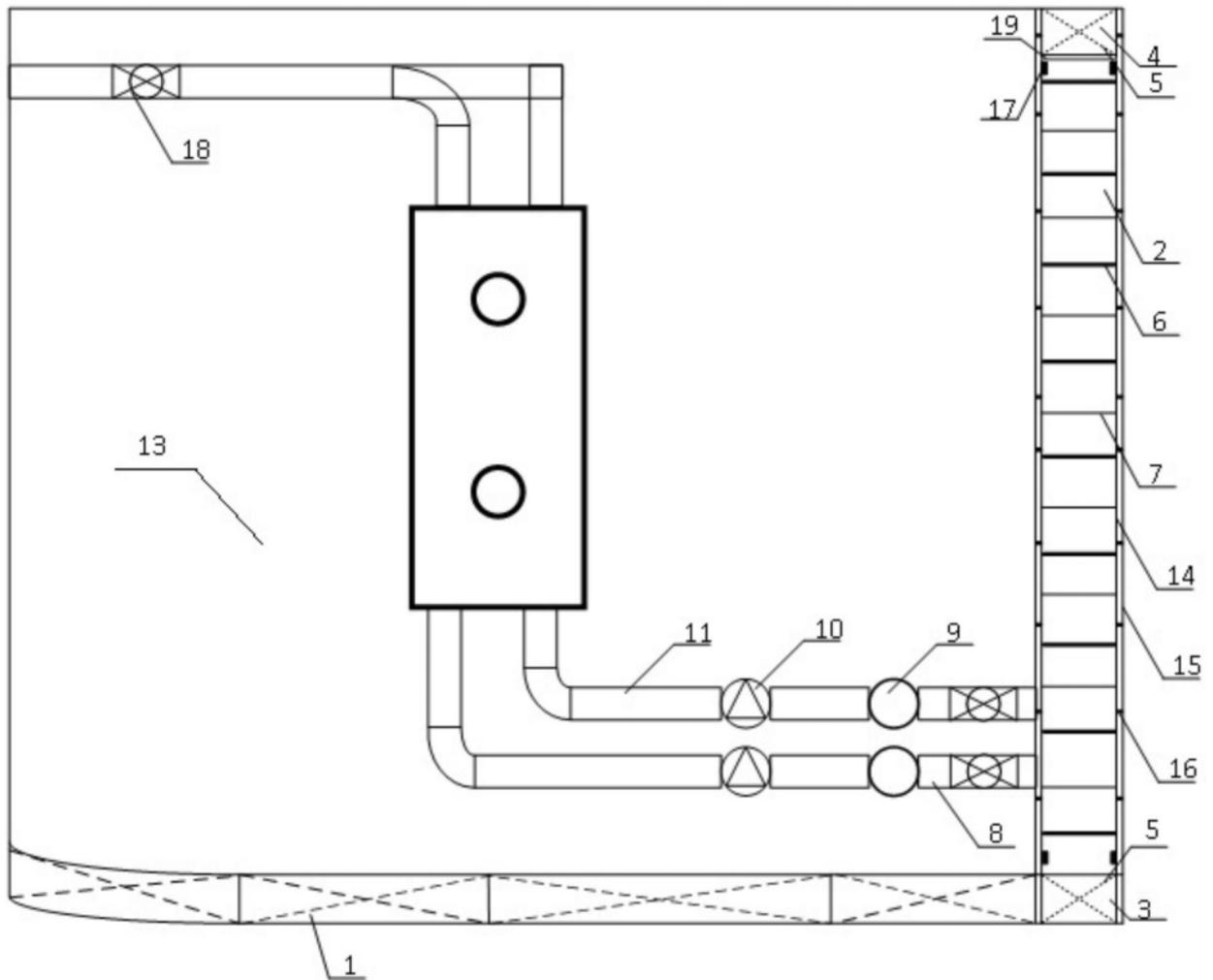


图2

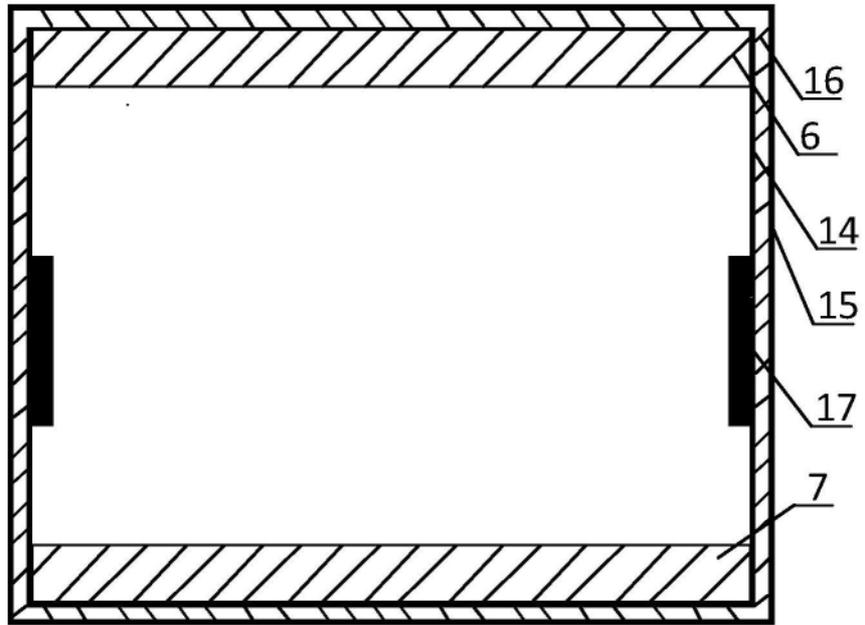


图3