

ICS 47.020.01
CCS U 06

T/CANSI

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 83—2022

船用板式换热器修理工艺

Marine plate heat exchanger repair process

2022-10-01 发布

2022-10-01 实施

中国船舶工业行业协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会归口。

本文件起草单位：中船澄西船舶修造有限公司。

本文件起草人：樊晓江、吴泰峰、李建新、许文进、汤传春。

船用板式换热器修理工艺

1 范围

本文件规定了船用板式换热器（以下简称板式换热器）修理的工艺准备、工艺过程、工艺质量、压力试验、调试。

本文件适用于船用板式换热器的修理和试验。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

3.1

板式换热器 plate heat exchanger

由一系列具有一定波纹形状的金属片叠装而成的一种换热器。各种板片之间形成薄矩形通道，通过板片进行热量交换，结构示意图见图1。

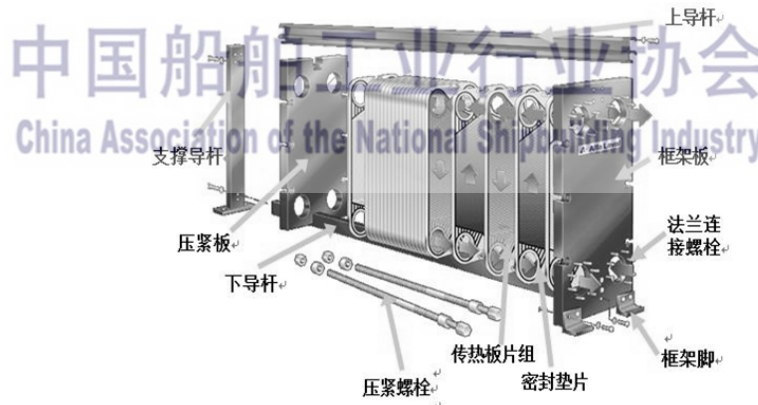


图1 板式换热器结构示意图

3.2

密封垫片 sheet gasket

板式换热器的密封件。由能产生塑性变形、并具有一定强度的材料制成的适用于板片密封槽的成型垫片。

注：密封垫片一般采用丁腈橡胶、三元乙丙、氟橡胶、四丙氟橡胶为原材料。在板片上的安装方式分为直接粘贴式、胶钉镶嵌式、扣装式三种。

4 工艺准备

4.1 人员

- 4.1.1 参与施工的人员应具有中级工及以上技能资格,并参加过船用板式换热器修理的专业技术培训。
- 4.1.2 施工负责人应具备高级工及以上技能资格,且有一年以上修理板式换热器的工作经验。

4.2 环境

- 4.2.1 板式换热器周围有足够的拆装空间,并要求照明、通风良好。
- 4.2.2 板片修理应有专业的化洗场地、检测场地、粘贴场地等。
- 4.2.3 板式换热器宜在温度为 10~28 ℃、湿度为 45%~55%的环境作业。

4.3 材料

板式换热器修理板片、密封垫片、胶水宜使用原厂备件。

4.4 设备和工装

- 4.4.1 板片驳运、吊卸专用工装。
- 4.4.2 板片冷冻工装。
- 4.4.3 板片化洗工装。
- 4.4.4 板片照光检查专用灯箱。
- 4.4.5 板片与密封垫片粘贴干固专用压装工装及加热烘箱。
- 4.4.6 板式换热器组装液压工装等。

4.5 安全防护

- 4.5.1 泄放板式换热器内油类、危化类等残余物,做好防污染、燃爆措施。
- 4.5.2 板片驳运做好防污染、防损措施。
- 4.5.3 用液氮冷冻法拆除胶粘式密封垫片时应穿好防冻服、戴好防冻手套等,防止液氮冻伤。
- 4.5.4 加温清洁板片施工时应戴好防烫手套,防止烫伤。
- 4.5.5 板片化洗施工时应穿好防护服,戴好护目镜、防毒口罩、防护手套等,防止化洗液灼伤。化洗液不慎碰到皮肤,应及时用清水冲洗净。
- 4.5.6 密封垫片粘贴应在通风良好、敞开的开阔场地施工,宜佩戴好防毒口罩施工。
- 4.5.7 使用液压工装时注意人员站位,不能站在液压工具的正压面,防止物体打击。
- 4.5.8 压力试验时,当系统或设备的试验压力大于 1.6 MPa,应拉设警戒旗,并通知相关安全员,试压时压力的提升应分阶段进行,禁止直接泵到交验所需压力。试压的每个阶段都应在压力稳定 10 min 后对设备进行检查,是否运行正常。试压时施工人员应佩戴护目镜,检查时禁止正面观察或用工具紧固螺丝,以防高压介质喷射伤人。经检查确认无泄漏后再升压,并来回巡查,若有泄漏应泄压后处理,试压过程中禁止带压操作堵漏。

5 工艺过程

5.1 工艺流程

板式换热器修理工艺流程图见图2。

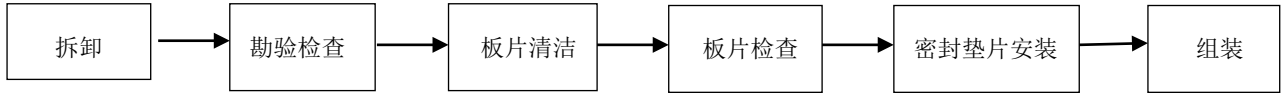


图2 板式换热器修理工艺流程图

5.2 拆卸

5.2.1 停止流体介质泵运转，释放内部压力，察看设备压力表归零，放尽残余介质。

5.2.2 清点板片数量，测量记录板式换热器两端压紧后的板间束紧间距值（A）（见图3）。

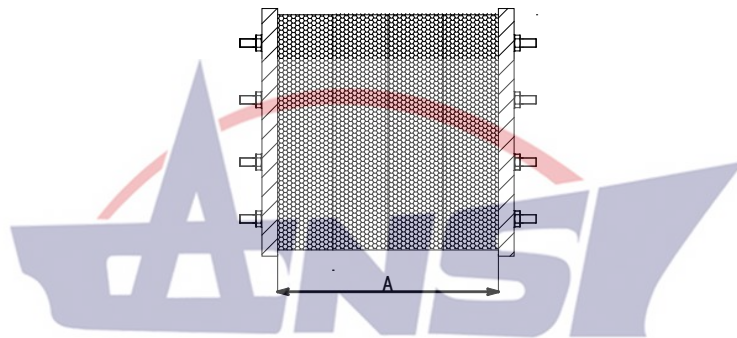


图3 板式换热器两端压紧后的板间束紧间距值（A）

5.2.3 清洁上、下导杆，清除压紧螺栓螺纹内垃圾，在上、下导杆和压紧螺栓螺纹上涂润滑剂。

5.2.4 拆卸板片，板片按照由首至尾顺序依次做好相应记号。

5.2.5 板片驳运至专用修理工场，拆卸密封垫片，步骤如下：

- a) 压力水冲洗清除板片上的油迹、泥沙等；
- b) 用液氮冷冻法拆除胶粘式密封垫片（利用液态氮的低温-176℃冷冻板片密封槽内的胶粘密封垫片，使密封垫片干裂脆化脱落，进而拆除胶粘密封垫片）；
- c) 纽扣式密封垫片可以即时拆除。

5.3 勘验检查

5.3.1 板式换热器拆解后应检查框架板密封面、压紧板密封面、介质流道法兰、上下导杆轨道、压紧螺栓等，并逐一进行检修。

5.3.2 框架板密封面、压紧板密封面、介质流道法兰口腐蚀严重，可机械切削加工，加工量超过板厚的20%，则应换新。

5.3.3 上、下导杆轨道有锯齿形缺陷、锈蚀破损、扭曲变形等可作校正修理或换新。

5.3.4 压紧螺栓弯曲变形、牙纹乱牙或腐蚀严重、螺帽损坏则应换新。

5.4 板片清洁

5.4.1 板片油污清洁

板片放入除油、除碳化学清洗池内浸泡 2 h，可用压力为 20 MPa、温度为 60 °C 的压力热水加清洁剂冲洗。

5.4.2 板片水垢清洁

板片水垢采用混合酸洗清洁的方法如下：

- a) 混合酸洗液配比：甲酸 81.0%、水 17.0%、缓释剂 1.2%、表面活性剂 0.8%；
- b) 酸洗温度：常温；
- c) 酸洗方法：
 - 1) 静态浸泡和动态循环（往化学清洗池内充压缩空气，使清洗液翻滚流动）相结合的方法，静态浸泡 2 h，动态循环 3 h~4 h，取样化验酸洗浓度，当相邻两次化验浓度差值低于 0.2% 时，即可认为酸洗反应结束。
 - 2) 混合酸洗液直接涂在板片上，在浅盘内用清洗刷刷洗，直至结垢清除后用高压水冲洗干净。

5.4.3 板片密封垫片槽的清洁

板片密封垫片槽内的胶迹清洁，采用烧碱稀释液加温浸泡，方法如下：

- a) 烧碱稀释液浓度：烧碱 20%，水 80%；
- b) 烧碱稀释液加热温度：为 60 °C~80 °C；
- c) 浸泡时间：4 h~10 h；
- d) 清洁方法：铜丝刷或不锈钢丝刷手工清刷，严禁采用碳钢刷高速抛光、打磨；
- e) 手工清刷后的板片用清水再浸泡 2 min 或高压水冲洗，压缩空气吹干。

5.5 板片检查

- 5.5.1 板片透光检查，应逐一检查板片是否有点蚀针孔或裂纹等缺陷。
- 5.5.2 可采用着色探伤检查。
- 5.5.3 密封垫片槽检查，槽宽尺寸大于原槽宽 30%或严重扭曲变形的板片不应再使用。
- 5.5.4 板片局部减薄不超过原设计厚度的 20%，超过应换新。

5.6 密封垫片安装

- 5.6.1 密封垫片经拆卸后宜全部换新。
- 5.6.2 纽扣式密封垫片无需胶粘，密封垫片正确安装于槽内，扣上相应的纽扣即可。
- 5.6.3 非纽扣式密封垫片应使用胶粘，胶粘前应将密封垫片及槽内清洁干净，密封垫片及槽内双面涂胶，5 min~10 min 后粘装，用专用工装叠加压固。有条件可加温干固，加热温度 80 °C~100 °C，加热时间 4h~8h。

5.7 组装

- 5.7.1 按拆卸记号或说明书要求将板片有序安装到框架内，确保板片及密封垫片清洁无垃圾，夹紧螺栓的螺纹上应适当涂抹润滑脂或防咬合剂。

5.7.2 压紧螺栓应按顺序上紧，拧紧顺序(见图4)，按1、2、3、4螺栓顺序均匀收紧，边收紧边测量板间束紧间距值(A)，压缩约10 mm后再收紧螺栓5、6、7、8、9、10，直至板片束紧到6.1规定的间距值(A)。

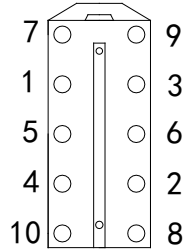


图4 压紧螺栓上紧顺序

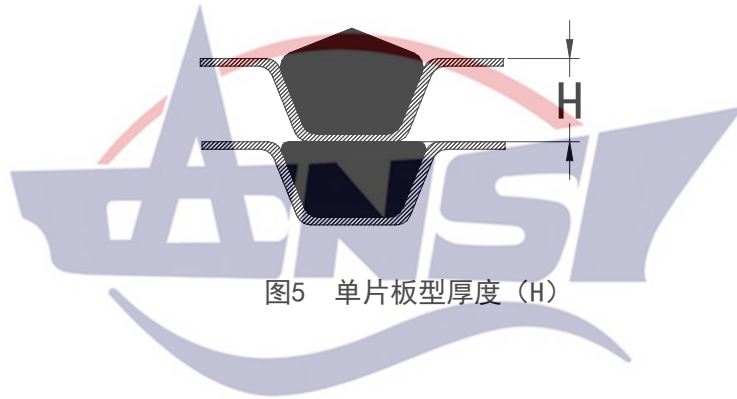


图5 单片板型厚度(H)

6 工艺质量

6.1 板式换热器单片板型厚度(H)如图5所示。板式换热器两端压紧后的板间束紧间距值(A)为单片板型厚度(H)乘以板片数量。如果在安装或使用过程中的板间束紧间距值(A)已小于最小值，板片会产生永久变形，将完全改变板片的工作。

6.2 在实际修理安装或使用过程中换热器板片的组合尺寸一般会大于最小的板间束紧间距值(A)，当该值不大于100 mm时，四个角位置测量偏差应不大于2 mm；当该值大于100 mm时，四个角位置测量偏差应不大于6 mm。

6.3 使用一段时间出现泄漏，热交换器可进一步上紧以达到最小的板间束紧间距值(A)。如果泄漏继续发生，则应按第5章要求进行再次修理。

7 压力试验

7.1 板式换热器的两个工作腔都应作压力试验，试压介质一般为压缩空气或清水。

7.2 试压所需的盲板、接头、堵头等选用材质等级、强度和型式应不低于与原系统、设备相连接的法兰、盲板或接头的等级。

7.3 试验压力参照铭牌、说明书要求，或工作压力的1.5倍，保压时间为10 min~15 min应无泄漏。

7.4 选用有效周检期内的压力表，量程范围选取应在试验压力的1.5倍至2倍之间。

7.5 泵压交验结束后，打开加压设备的泄压阀进行压力释放，直至压力表指针归零，静置 5 min 后拆除相应的盲板或堵头等。

7.6 板式换热器压力试验结束后应出具试验结果报告。

8 调试

8.1 启动

板式换热器的启动步骤如下：

- a) 检查所有附件是否完整装复；
- b) 检查所有阀门是否关闭；
- c) 开启冷却水出口阀门，开启出口放气阀；
- d) 启动冷却水泵，缓慢开启冷却水进口阀门；
- e) 出口放尽空气，关闭放气阀；
- f) 开启热液出口阀门，缓慢开启热液进口阀门。

8.2 停止

板式换热器的停止步骤如下：

- a) 关闭热液进口阀门，再关闭热液出口阀门；
 - b) 关闭冷却水进口阀门，停止冷却水泵；
 - c) 关闭冷却水出口阀。
-