

最新船舶建造、维修

新技术新工艺与法定检验规则
及全面质量管理实用手册



中国建材工业出版社

最新船舶建造、维修新技术新工艺与法定 检验规则及全面质量管理实用手册

本书编委会 编

第 四 卷

中国建材工业出版社

目 录

| | |
|--------------------------------------|---------|
| 第一篇 船舶设计制造修理与质量检测验收基础资料 | (1) |
| 第一章 船舶常识 | (3) |
| 第一节 船舶种类 | (3) |
| 第二节 船舶各主要部位名称 | (12) |
| 第三节 船舶尺度与主要标志 | (17) |
| 第二章 船舶材料 | (25) |
| 第一节 金属材料的力学性能 | (25) |
| 第二节 钢材 | (38) |
| 第三节 有色金属及其合金 | (63) |
| 第四节 船用型材、板材及管材 | (78) |
| 第五节 金属的腐蚀与保护 | (96) |
| 第三章 船舶航行性能 | (130) |
| 第一节 浮性..... | (130) |
| 第二节 稳性..... | (134) |
| 第三节 抗沉性..... | (138) |
| 第四节 快速性..... | (141) |
| 第五节 适航性..... | (144) |
| 第六节 操纵性..... | (148) |
| 第四章 造船生产设计的基础知识 | (152) |
| 第一节 现代造船模式..... | (152) |
| 第二节 造船生产设计的基本概念..... | (154) |
| 第三节 船舶建造编码的基本知识..... | (159) |
| 第五章 轮机自动化基础知识 | (168) |
| 第一节 反馈控制系统的基本概念..... | (169) |
| 第二节 控制对象的特性..... | (178) |
| 第三节 调节器的作用规律..... | (188) |
| 第四节 数字逻辑回路的基本知识..... | (201) |
| 第六章 修造船现场中的安全 | (226) |
| 第一节 高空作业的安全..... | (226) |
| 第二节 高气压下工作的安全..... | (228) |
| 第三节 高温、低温下工作的防护 | (229) |
| 第四节 安全通道与安全标志..... | (233) |
| 第五节 采光、照明、通风、供暖和空调 | (235) |
| 第六节 上船施工的安全事项..... | (238) |
| 第七章 船舶工程质量检验与修理 | (244) |
| 第一节 质量检验的概念和历史..... | (244) |

| | | |
|------------|--------------------------|--------------|
| 第二节 | 质量检验过程 | (251) |
| 第三节 | 质量检验组织 | (271) |
| 第四节 | 船舶检验与修理 | (285) |
| 第二篇 | 船体结构与制图 | (315) |
| 第一章 | 船体结构概述 | (317) |
| 第一节 | 船舶度量 | (317) |
| 第二节 | 船体的组成 | (323) |
| 第三节 | 船体的受力、变形和强度 | (332) |
| 第四节 | 船体骨架的两种布置形式 | (337) |
| 第二章 | 船体结构 | (340) |
| 第一节 | 外板和甲板板 | (340) |
| 第二节 | 船底结构 | (349) |
| 第三节 | 舷侧结构 | (364) |
| 第四节 | 舱壁结构 | (381) |
| 第五节 | 首尾结构与上层建筑结构 | (389) |
| 第六节 | 滚装船及军用船结构特点 | (402) |
| 第三章 | 组合船体结构分析 | (411) |
| 第一节 | 结构模型化 | (411) |
| 第二节 | 结构分析坐标系 | (421) |
| 第三节 | 不同单元之间的协调 | (429) |
| 第四节 | 特殊单元 | (434) |
| 第五节 | 子结构法 | (446) |
| 第四章 | 船体制图 | (454) |
| 第一节 | 船体制图的一般规定 | (454) |
| 第二节 | 总布置图 | (488) |
| 第三节 | 船体分段结构图 | (501) |
| 第四节 | 基本结构图 | (519) |
| 第三篇 | 船舶船体设计制造修理与质量检测验收 | (529) |
| 第一章 | 概述 | (531) |
| 第一节 | 生产设计准备 | (531) |
| 第二节 | 造船工艺简述 | (568) |
| 第三节 | 船体型线放样 | (579) |
| 第二章 | 船体生产设计 | (598) |
| 第一节 | 船体生产设计的内容及设计程序 | (599) |
| 第二节 | 船体生产设计要领书的编制 | (603) |
| 第三节 | 工作图和套料图 | (610) |
| 第四节 | 船体辅助性作业的设计 | (630) |
| 第五节 | 管理图表 | (636) |
| 第三章 | 船体建造大、中尺寸测量技术 | (645) |

| | | |
|------------|-------------------------------|---------------|
| 第一节 | 大、中尺寸测量的特殊性 | (645) |
| 第二节 | 大、中尺寸测量技术 | (646) |
| 第三节 | 经纬仪三坐标测量系统 | (678) |
| 第四节 | 摄影测量简介 | (682) |
| 第四章 | 船体建造方案 | (695) |
| 第一节 | 船体建造方案的选择 | (695) |
| 第二节 | 船体建造的工艺准备 | (706) |
| 第五章 | 造船精度标准及尺寸精度控制 | (716) |
| 第一节 | 精度标准及造船几何量检测 | (716) |
| 第二节 | 尺寸精度的补偿 | (764) |
| 第三节 | 尺寸精度控制 | (786) |
| 第六章 | 造船金属的切割技术 | (811) |
| 第一节 | 金属的气割 | (811) |
| 第二节 | 等离子切割 | (822) |
| 第三节 | 碳弧气刨 | (826) |
| 第四节 | 水下切割 | (830) |
| 第七章 | 船体装配与焊接 | (836) |
| 第一节 | 熔焊基本理论 | (836) |
| 第二节 | 船体装配与焊接 | (866) |
| 第三节 | 分段和总段装配与焊接 | (893) |
| 第四节 | 船体总装 | (931) |
| 第八章 | 船体修理工艺 | (959) |
| 第一节 | 修船生产准备 | (959) |
| 第二节 | 船体损坏形式及其修理工艺 | (969) |
| 第三节 | 船体修理方案 | (993) |
| 第九章 | 船体舾装检验 | (1002) |
| 第一节 | 舵系制造和安装检验 | (1002) |
| 第二节 | 锚泊及系泊设备安装检验 | (1030) |
| 第三节 | 舱口盖、桅和门窗等舾装件检验 | (1032) |
| 第四篇 | 船舶柴油机安装修理与质量检测验收 | (1047) |
| 第一章 | 柴油机与轮机的基本知识 | (1049) |
| 第一节 | 柴油机基本知识 | (1049) |
| 第二节 | 轮机知识 | (1082) |
| 第二章 | 柴油机在船舶中的应用 | (1105) |
| 第一节 | 大功率低速柴油机 | (1106) |
| 第二节 | 中、高速柴油机在船舶中的应用 | (1109) |
| 第三节 | 船舶柴油机的工作系统 | (1110) |
| 第四节 | 船舶柴油机的工作特性 | (1127) |
| 第五节 | 船舶柴油机的调整 | (1135) |

| | |
|----------------------------------|--------|
| 第三章 船舶柴油机的修理 | (1153) |
| 第一节 船舶柴油机运行中常见故障分析与排除 | (1153) |
| 第二节 柴油机主要零件的修理 | (1169) |
| 第四章 柴油机的检测验收 | (1194) |
| 第一节 主机基座加工检验 | (1194) |
| 第二节 主机机座安装检验 | (1195) |
| 第三节 曲轴安装检验 | (1198) |
| 第四节 机架、气缸体和扫气箱安装检验 | (1205) |
| 第五节 贯穿螺栓安装检验 | (1206) |
| 第六节 活塞组、十字头和连杆等部件安装检验 | (1207) |
| 第七节 气缸盖(头)安装检验 | (1212) |
| 第八节 时规齿轮或链条安装检验 | (1213) |
| 第九节 柴油主机安装完工检验 | (1213) |
| 第五篇 船舶辅机安装检修与质量检测验收 | (1217) |
| 第一章 船用泵 | (1219) |
| 第一节 船用泵基础知识 | (1219) |
| 第二节 往复泵 | (1227) |
| 第三节 回转泵 | (1241) |
| 第四节 离心泵 | (1265) |
| 第五节 叶轮式泵与喷射泵 | (1298) |
| 第二章 液甲板机械装置 | (1340) |
| 第一节 液压元件 | (1340) |
| 第二节 起货机、锚机、系统机及舱口盖启闭装置 | (1391) |
| 第三节 舵机 | (1420) |
| 第三章 船舶制冷与空气调节装置 | (1445) |
| 第一节 船舶制冷概述 | (1445) |
| 第二节 压缩制冷装置及工作原理 | (1447) |
| 第三节 制冷剂 | (1450) |
| 第四节 活塞式制冷压缩机 | (1453) |
| 第五节 压缩制冷装置的组成 | (1464) |
| 第六节 制冷压缩机的保养和维修 | (1469) |
| 第七节 船舶制冷自动化 | (1473) |
| 第八节 制冷装置运转前的准备工作 | (1487) |
| 第九节 制冷装置的常见故障及排除方法 | (1492) |
| 第十节 电冰箱 | (1495) |
| 第十一节 船舶空气调节 | (1498) |
| 第四章 海水淡化装置和辅锅炉装置 | (1504) |
| 第一节 船用海水淡化装置 | (1504) |
| 第二节 船舶辅锅炉装置 | (1515) |

| | |
|----------------------------------|--------|
| 第五章 船体舾装检验 | (1574) |
| 第一节 舵系制造和安装检验 | (1574) |
| 第二节 锚泊及系泊设备安装检验 | (1602) |
| 第三节 舱口盖、桅和门窗等舾装件检验 | (1605) |
| 第六篇 船舶轴系安装与质量检测验收 | (1613) |
| 第一章 船舶轴系的安装 | (1615) |
| 第一节 船舶轴系的功用及其组成 | (1615) |
| 第二节 中间轴及轴承 | (1618) |
| 第三节 推力轴及推力轴承 | (1622) |
| 第四节 尾轴及尾轴管装置 | (1625) |
| 第五节 轴系联轴节 | (1634) |
| 第六节 船舶轴系的安装 | (1638) |
| 第七节 船舶轴系理论中心线确定 | (1639) |
| 第八节 按理论中心线镗孔 | (1649) |
| 第九节 尾轴管、尾轴及密封装置安装 | (1652) |
| 第十节 螺旋桨的安装 | (1661) |
| 第十一节 轴系校中 | (1667) |
| 第二章 轴系及螺旋桨制造和安装检验 | (1679) |
| 第一节 螺旋桨、轴和尾轴管加工检验 | (1679) |
| 第二节 轴系安装检验 | (1704) |
| 第三节 侧推装置安装检验 | (1731) |
| 第七篇 船舶电气安装检修与质量检测验收 | (1735) |
| 第一章 船舶电气程序控制器的基础知识 | (1737) |
| 第一节 可编程序控制器的产生、发展及应用 | (1737) |
| 第二节 可编程序控制器的分类方法及特点 | (1742) |
| 第三节 可编程序控制器与微处理机及继电控制系统的区别 | (1744) |
| 第二章 船舶自动舵的控制 | (1747) |
| 第一节 舵机装置 | (1747) |
| 第二节 舵机工作原理 | (1749) |
| 第三节 船舶自动舵实例 | (1763) |
| 第三章 船舶报警系统 | (1781) |
| 第一节 SAU 的概要 | (1781) |
| 第二节 SAU 的操作 | (1789) |
| 第三节 机舱监测报警点的调试程序 | (1793) |
| 第四节 报警调试过程中的故障排除 | (1796) |
| 第四章 船舶电气设备管理和安全用电 | (1797) |
| 第一节 电气设备的船用条件 | (1797) |
| 第二节 电气设备接地的意义和要求 | (1780) |
| 第三节 电气设备绝缘的意义和要求 | (1803) |

| | | |
|-----|-------------------------|--------|
| 第四节 | 电缆的安全使用与维护 | (1806) |
| 第五章 | 船舶电气系统安装检验 | (1809) |
| 第一节 | 船舶法定检验质量管理体系的实施 | (1809) |
| 第二节 | 电气舾装件安装检验 | (1817) |
| 第三节 | 电气接线和设备安装检验 | (1825) |
| 第八篇 | 船舶涂装设计制造修理与质量检测验收 | (1835) |
| 第一章 | 船舶造型与舱室设计概述 | (1837) |
| 第一节 | 船舶造型与舱室设计的主要特征 | (1837) |
| 第二节 | 船舶造型与舱室设计的目的和任务 | (1839) |
| 第三节 | 船舶美学基本理论 | (1842) |
| 第二章 | 船舶舱室内部环境设计 | (1873) |
| 第一节 | 舱室空间设计 | (1874) |
| 第二节 | 环境布置设计 | (1878) |
| 第三节 | 舱室色彩环境设计 | (1883) |
| 第四节 | 光照环境的设计 | (1887) |
| 第五节 | 舱室陈设 | (1901) |
| 第六节 | 典型舱室布置实例 | (1908) |
| 第七节 | 特殊空间设计 | (1913) |
| 第三章 | 船舶舱室门、窗设计 | (1921) |
| 第一节 | 舱室门 | (1921) |
| 第二节 | 窗与窗斗 | (1928) |
| 第四章 | 船舶涂装工艺 | (1930) |
| 第一节 | 船舶腐蚀与防护 | (1930) |
| 第二节 | 船舶除锈工艺 | (1937) |
| 第三节 | 船舶涂装工艺 | (1949) |
| 第五章 | 涂装和内装检验 | (1957) |
| 第一节 | 涂装检验 | (1957) |
| 第二节 | 内装检验 | (1975) |

注:由于出版社版面限制,故将以下内容存入光盘中,给您阅读带来不便,敬请谅解!

附录:

中国造船质量标准(CB 4000 - 2005)

第三节 船体修理方案

一、修船方案的选择

(一) 概述

修船方案的主要内容包括：

- (1) 确定修船工作场所及被修船舶的搁置方法；
- (2) 选择修理工程项目及其拆卸修复的工艺流程；
- (3) 准备推广和试用的新工艺项目；
- (4) 确定所修船舶的特殊工艺及装备和工具；
- (5) 船舶修理的周期应尽可能地缩短；
- (6) 船舶修理的价格应尽可能地低廉；
- (7) 船舶修理的质量应尽可能地提高；
- (8) 船舶修理的工艺过程应尽可能地简单，施工操作应尽可能地方便；
- (9) 船舶修理中应合理地采用新工艺，如分段预制换修、成套设备换修等。

(二) 影响修船方案的因素

1. 船舶方面

- (1) 修理工程项目及其范围；
- (2) 损坏的形式和程度；
- (3) 修理的部位；
- (4) 修理处的结构特点；
- (5) 船舶的大小；

2. 船厂方面

- (1) 船厂生产面积与船台、船坞、船排、码头等的数量；
- (2) 起重运输能力；
- (3) 生产设备的数量与先进程度；
- (4) 技术工人的比例、数量与技术水平；
- (5) 船厂的生产计划与任务。

(三) 选择修船方案的步骤

- (1) 汇集资料：待修船舶的设计图纸与文件，修理单与勘验单等；
- (2) 熟悉修理部分的结构情况及修理要求；
- (3) 了解船厂的技术条件和当时的生产情况；
- (4) 分析比较几种修船方案，选取经济效益最好的方案以确定之。

(四) 船体修理原则工艺说明书

(1) 概况：船舶主尺度、主要性能、建造年月、建造工厂、修理范围、现有技术状况、损坏及腐蚀情况、测厚数据等；

(2) 船舶拆卸的技术原则：根据修理单进行勘验后，编制实施修理单，确定拆修规程；

(3) 主要的工艺阶段：

- ① 勘验（随船勘验和码头勘验）；
- ② 拆卸工程；
- ③ 除锈；
- ④ 水线以上结构的修复；
- ⑤ 水线以下结构的修复；
- ⑥ 改建工程；
- ⑦ 机械设备和舾装件的安装工作；
- ⑧ 油漆工程；
- ⑨ 验收；
- ⑩ 船舶试验和出厂

(4) 船体修理的原则工艺：提出对损坏部分及设备、机械的修复方法与原则。

二、船体分区修理工艺

船体分区修理的目的是在保证船体具有足够强度的条件下，能在同一时期内，分别在几处同时进行修船工作，以尽量缩短修船周期。

(一) 分区原则

首先要考虑到船舶大小、修理范围、修船周期、旧船原有技术状况、修船厂生产条件等因素，然后划分区域，安排次序。分区时应注意以下几方面：

1. 强度

(1) 纵向强度与横向强度都要考虑，最好计算一下。

(2) 对同一时期进行施工的区域，应该错开，并保持一定的距离。对平板龙骨、舷侧顶板、甲板边板、内底边板、舳部列板等重要构件，应特别注意，分区范围一般要小一些。

(3) 分区时，前期与后期的范围要相连，否则两区交接处的修复工作不能迅速完工。

2. 施工速度

(1) 对施工周期较长，工序复杂，工作量大，要灌水进行密性试验的部位，如机舱、炉舱、尾尖舱等处，应提前施工。

(2) 在保证强度的条件下，划分的区域应尽可能大一些，以便施工面铺得开一些。

(3) 为了密性试验方便，应按舱划分区域。

3. 工艺性要求

(1) 尽量采用大分段，以扩大自动焊使用范围。

(2) 按钢材规格，重新合理地排列板缝。

(3) 施工要方便。

4. 分区

同一时期内各区的工作量应当相近，以便同时开工同时完工，并经常检查施工情况，前区未完，后区不开。

5. 安全

(1) 分区时，上下不能同时施工。

(2) 注意通风，特别是双层底、舱室等。

分区工作应有专人负责，并总结施工经验，保存技术档案。

(二) 外板分区法

(1) 大型船舶坞外拆修外板时，正常天气拆下外板的下缘，至少离开水面 1~1.5m，风浪季节应考虑适当增加。

(2) 如果船体的其他结构如甲板等强度良好，则可参照表 3-8-1 的经验数据进行分期修理。

表 3-8-1

分期修船经验数据表

| 水上所需拆换的外板占水上外板总面积之比 | 分期数目 | 水上所需拆换的外板占水上外板总面积之比 | 分期数目 |
|---------------------|------|---------------------|---------|
| 15%以下 | 一期 | 30%~40% | 三期 |
| 15%~30% | 二期 | 40%以上 | 四期及四期以上 |

(3) 同区域内修理的面积, 在能够保证强度的条件下, 面积越大越有利。一般经验数据见表 3-8-2。

表 3-8-2 分区修船经验数据表

| 船舶总长 (m) | 坞外划区最大面积 (m ²) | 坞内划区最大面积 (m ²) |
|----------|----------------------------|----------------------------|
| 70~100 | 20 | 35 |
| 100~130 | 35 | 50 |
| 130 以上 | 45 | 70 |

①分区时应尽可能使上下邻近的外板一、二列从首至尾保持较完整的连接, 因此, 同一区域内, 外板的宽度以两列板较合适。有些船舶的外板, 因停靠码头时碰撞, 使局部凹凸变形很大, 肋骨也产生了较大弯曲, 此时拆修外板的面积, 应结合肋骨修理范围一起考虑。

②焊接外板换新时, 分区可适当增大, 以便车间预制成平面分段, 不过分区旧板拆下后应立即进行安装。

③当外板大面积施工时, 应避免甲板也同时大量进行施工, 以免影响船体强度, 即应当交错进行。如必须同时期施工, 则另行分区。

(三) 肋骨的分区修理

(1) 肋骨的修理和换新, 基本上配合外板而同时进行, 一般隔一档拆一档, 分两次修理。

(2) 在矫正或拆换肋骨时, 应注意保证船体的横向及纵向型线, 避免纵向型线出现凹凸现象。

(四) 舱壁的分修修理

(1) 舱壁修理时拆板, 可先拆左右各 1/3, 修好后再拆当中的 1/3。若舱壁的拆换范围很大, 应在施工前于舱壁前后的甲板下用各种支撑临时加强。

(2) 当几个舱壁同时都要拆换时, 则前后应当错开。

(3) 舱壁上的扶强材修理时, 也可隔一根拆一根, 分两次修理。

(4) 舱壁干的内底板如也要修理, 应与舱壁配合一起安排。

(5) 大面积舱壁为了安装方便, 上下可以分成两个平面分段进行预制。

(五) 双层底的分区修理

(1) 内底板分区施工面积的大小与位置, 同样应考虑不能过分削弱船体强度, 同时要便于拆装肋板。从内底板中心到内底边板, 尽量避免同时拆换

连续的两张内底板。

(2) 肋板修理也是隔一档拆一块的两次修理法。肋板若在水上修理时，一定要在船底板没有变形的情况下才能进行。

(3) 内底上的主机（或锅炉）如已吊走，则主机座（或锅炉座）也可在坞外修理。若主机不吊走（或锅炉不吊走），而主机座（或锅炉座）需要在坞外修理时，如其肋板完好，可将主机（或锅炉）搁置好或移位后，进行该处内底的修理。

(4) 在双层底上的其他一些结构，如污水槽、测程仪、舱壁等，除在水线以下与外板连接的工程需在坞内施工外，其余均可在水上施工。

（六）甲板的分区修理

(1) 若甲板换新或拆下矫正的面积较大时，则分区应保持舷侧列板的完整性。若拆换舷侧列板时，则应尽量避免相邻两列甲板同时拆掉。

(2) 甲板修理时，应考虑保留足够的系缆设备供系泊用（尤其在多风季节）。

(3) 甲板修理时，由于大量的封闭焊缝及不均匀的载荷，极易引起变形及产生裂缝应特别注意采取预防措施。

（七）上层建筑的分区修理

上层建筑的修理和换新，以及各种船舶甲板上的装置与设备等，全部可在坞外修复。在施工中可组成大的立体或平面分段，不过在制造与吊装时应注意：

(1) 保证外围尺寸的准确

(2) 考虑好吊车的跨距、高度及制造场地等条件。

(3) 分段应有足够的刚度，并采取防止吊运变形的措施。

在坞内或在码头上施工时，均应考虑分区修理工艺。

三、船体在修理过程中的变形

船舶在修理过程中，由于船体结构不同，修理范围不同，修理条件与修理方法不同，往往会发生不同的变形（总体与局部）。

（一）中拱变形

1. 产生中拱变形的原因

(1) 船舶在坞内修理时，首尾部因受型线的限制，其坐墩面积比中部小得多，所受压力较大，下沉量较大。若墩木质量较差，数量过少，层次过

多,或撑木位置不当,数量不够,则下沉量控制不住时,出现中拱变形。

(2) 船舶靠在码头水面时,首尾重力大于首尾浮力,而中部浮力大于中部重力时,或甲板拆卸面积过大而影响总纵强度时,亦会导致中拱变形。

(3) 首尾尖舱进行水压密性试验时,未加足支撑垫墩会导致中拱变形。

(4) 坞内进行船底基线测量时,常因上部船体受到日晒而伸长,形成暂时中拱,故测量应在夜间进行。

2. 减少中拱变形的措施

(1) 在船体修理时应有专人负责定期测量变形情况,测量方法应相同,以便积累资料分析比较。

(2) 制定合理的分区分批修理工艺,保证船体修理过程具有足够的连接强度。

(3) 进坞前应预先掌握船舶原有的技术状况,合理地安排坞墩,避免坐墩后出现受力不均匀的现象。

(4) 应根据船体大小及重量,考虑墩木承压面积,避免墩木发生超负荷现象。

(5) 拆换钢板时,应严格控制拆墩数目。

(6) 船底墩木处,应尽量避免拆墩补漆的办法。

(7) 进行水压密性试验时,应适当加强该处的龙骨墩及撑木。油漆时,需放水移墩补漆来完成水线以下的油漆工程。

(二) 中垂变形

(1) 产生中垂变形的原因

(1) 位于船体横剖面中和轴以上部分的焊接工作较多而没有采取有效措施,如甲板、舷侧上部列板、上层建筑等处的各种焊缝较多,尤其是连续焊缝,收缩时产生的内应力,使首尾上翘。

(2) 就地火工矫正较多,和前述相似会发生首尾上翘变形。

(3) 中部墩木拆动过多,由于船体重量很大,墩木经拆动后,虽然附近还有适当加强,但不可能恢复原有条件,必然会产生不同程度的下挠。其下挠量与拆动面积及其次数有关。

(4) 中部墩木有局部超负荷现象,如水压密性试验时没有适当增加墩木或增加不够,修理双层底时,对重量较大的主机或锅炉没有适当支承。

以上多属事故性原因,在工艺上采取适当措施是可以避免的。

2. 防止中垂变形的措施

(1) 甲板、舷侧上部、上层建筑如进行大量焊接工作时,应尽量采取分段预制工艺,以减少就地焊接工作量和安排合理的焊接程序。

(2) 对于有严重波浪变形的板,应尽量改用拆下矫正以减少就地火工矫

正工作量。

(3) 避免拆动过多的墩木。

(4) 对局部负荷过大的部位, 应适当增加墩木或临时支撑。

(三) 扭转变形

1. 产生扭转变形的原因

(1) 同时拆下的外板及内部骨架等相连的面积过大, 或同期修理的区域相距过近。

(2) 大面积拆卸舷侧构件时, 没有足够的支撑或支撑的位置不妥。

(3) 舷侧的焊接工作过分集中。

2. 防止扭转变形的措施

(1) 采取合理的分区修理工艺, 使同期修理的面积不要过大, 并保持一定的距离。在拆卸肋骨时, 应间隔进行, 以不影响船体型线。

(2) 应有专人负责合理地安装与拆除支撑。

(3) 考虑焊接工艺时, 应尽量使左右舷能同时对称地进行焊接。

(4) 在修理过程中, 应随时测量变形, 并及时防止。

(四) 横向变形 (即横剖面型线变化)

1. 产生横向变形的原因

发生在横舱壁拆下及支柱拆除后, 甲板和外板等重量大而下沉。

2. 防止横向变形的措施

(1) 在修理横舱壁及支柱时, 应在附近临时加强。

(2) 横舱壁的修理也应分区进行。

四、修船安全知识及注意事项

修船不同于造船, 它是在船上木质设施、机电设备等不完全拆除的情况下进行切割、装配、焊接等明火作业; 甚至有些船舶连油水舱里的油水也没有完全排放就进厂临时突击修理。船上的油水舱长期使用后, 舱内充满着有毒气体, 稍有不慎, 将会给人身安全带来危害, 财产带来损失, 所以在修船过程中必须严格遵守下列安全操作规程:

(1) 上船工作必须注意照明。无照明处必须带好手电筒, 以防踏空坠落。

(2) 船上油水舱打开后, 不可随意进入, 应等安全部门对舱内空气测试合格后方可入内工作。并注意通风条件和劳动监护制度。

(3) 凡对燃油舱、柜 (包括邻柜)、油管等进行明火操作前, 必须先对油舱、柜、油管等作彻底的清除, 然后进行可燃气体测爆检查, 合格后方可进

行作业。

(4) 在机舱内进行明火作业，必须注意周围环境，必要时应将周围设备拆除，再进行作业。工作后应对工作场所及其周围进行整理、检查、熄灭一切火种。

(5) 船上所有一切阀件、电气开关不得任意打开、闭合。

(6) 工作场所周围（包括邻舱）有与施工无关的其他电气设施时，必须将其电源切断，才可进行作业。

(7) 工作场所周围（包括邻舱）有电缆和其他木质舾装设施时，进行明火作业必须有专人监护，工作结束后要有专人检查。必要时应将上述设施拆除，再进行作业。

(8) 当甲板拆除后，不得在骨架上行走。

(9) 不得擅自进入无关舱室，打开的人孔盖、水密舱口盖，不可随意关闭。

(10) 舷侧板修理作业应按自上而下的顺序进行。

五、厂修船舶进厂前的准备

(1) 抓紧货舱空舱的机会，对管系（包括水舱的空气管）进行压水试验、找漏。管系试验压力一般采取 400kPa，水舱的空气管的压水试验则采取水面与空气管上口齐平（即水头高度）。管系试验时，应使用手锤适度敲击管子外壁，使极度薄弱处因震动而穿孔漏水，以便及时修理，消除隐患。

如果冬季在高寒地区作上述压水试验，管系的出水应当用皮龙导出船外，避免甲板上结冰，影响正常工作和安全。试验完毕管系残水要放净，防止结冰胀裂管壁。方舱空气管的压水试验应使水持续不断地由空气管上口流出。试验完毕，应立即排出部分压舱水，使水舱保留约 10% 的空档，以免压舱水冻结而胀裂水舱和空气管。

(2) 一切高压容器或易燃、易爆备品应妥善收藏，应联系运厂存放。油漆等日用物料应集中存放，并加强防火措施。

(3) 全面检查消防设备，使之处于随时能用的状态，并与船厂消防单位联系，明确分工，以便配合。应将船厂消防的电话号码公布周知。

(4) 吊杆放平，附属索具应拆卸、整理，并做好记号妥为收藏。

(5) 打开货舱口，清除舱内及甲板上的垃圾，以利施工。二层舱的舱口周围应装上栏杆，拉好安全绳，以防止工作人员不慎坠落大舱底造成伤亡。

(6) 凡由船员拆卸而需运厂修理的设备及部件，应预先集中，以便运送，防止遗漏。

(7) 预先用白漆在待修工程的工件上画好明显的记号，并在旁边简单书

写修理要求。

(8) 了解油舱、油柜、油管的清除残油、挖除油脚和清洗工作的进展情况，检查是否经过测爆，其结果如何，防止修理人员中毒或施工中发生燃烧、爆炸等事故。

(9) 首、尾甲板各备妥一根钢丝拖缆并挽牢在系缆桩上，琵琶头垂至距水面 1m 的高度处，以便在急需时拖轮可迅速接上拖缆，拖船离岸。

六、坞修船舶进坞前的准备

除按上述进厂前的准备做好各项工作外，还应注意如下各点：

(1) 备妥进坞图或型线图、外板展开图，以及坞修部件的应用图纸，并向坞方详细介绍船底装置，如回声探测仪的振荡器、水压计程仪的皮托管座或电磁计程仪的感应器、船底塞以及其他船底设备的位置。

(2) 清除杂物，卸出燃料油，尽量减轻进坞的船舶重量。

(3) 根据坞方要求调整船舶吃水，并计算稳性。压载水应归并，做到水舱或者压满，或者抽空，以消除自由液面对稳性的影响。船身要尽量保持平正，横倾应不超过 1° ；吃水差应不超过 1% 船长。记录各舱压载情况以供出坞时参考。水舱的人孔盖只有在船坐墩后才可拆卸。

(4) 厕所、浴室应冲洗干净，封闭停用。

(5) 一切伸出舷外的设备，如救生艇、舷梯、工作跳板等，均应收进船内放妥。

(6) 备妥系缆设备。如果船上保持动力、主机、锚机、舵机、绞缆机等应备妥待用。如果船上不保持动力，则应事先告知坞方，以便取得协助与配合。

船在坞内期间的注意事项：

① 不得向坞内倾倒污油、污水，抛掷杂物、垃圾。

② 厨房应停火，如不停火，则应将餐料下脚及污水收集在专用容器内，集中处理。

③ 伙食库的冷藏机如保持运转，其冷却水应接妥橡皮管排入坞底，不得直接由高位的排水孔排放。以免排出船外的水被风吹洒到工作人员的身上，影响坞修工作的正常进行。

④ 船底回声探测仪的振荡器的表面不可刷涂油漆，进坞后应立即用纸贴封。出坞前不要忘记启封。