

国际船级社协会
(IACS)

普通散货船

船体结构检验、评估
和修理指南

2002

国际船级社协会
(IACS)

普通散货船

船体结构检验、评估
和修理指南

中国船级社

2002

目录

1. 引言	1
2. 船级检验要求	3
2.1 概述	3
2.2 年度检验	4
2.3 中间检验	4
2.4 特别检验	4
2.5 坞内（船底外部）检验	5
2.6 损坏和修理检验	5
3. 检验的技术基础知识	7
3.1 概述	7
3.2 定义	7
3.3 结构损坏和耗蚀	9
3.4 结构缺陷和修理细节	12
3.5 IACS 用于报告船体重大损坏的早期预报系统（EWS）	13
4. 检验计划、准备和实施	14
4.1 概述	14
4.2 检验计划	14
4.3 计划文件的原则	14
4.4 检验条件	15
4.5 接近结构方式和安全	16
4.6 个人装备	18
4.7 测厚和裂纹探测	19
4.8 海上或锚泊时的检验	20

4.9 船上文件 20

5. 结构缺陷和修理细节 22

5.1 概述 22

5.2 结构缺陷和修理细节目录 22

第1部分 货舱区域..... 23

 区域1 甲板结构

 区域2 顶边舱结构

 区域3 货舱舷侧结构

 区域4 横舱壁包括凳式结构

 区域5 双层底包括底边舱结构

第2部分 船艏端区域..... 134

 区域1 艏端结构

 区域2 艏端结构

 区域3 艏柱、舵装置和螺旋桨轴支架

第3部分 机器和起居处所..... 170

 区域1 机舱结构

 区域2 起居舱室结构

1 引言

国际船级社协会(IACS)正发行一系列手册,以指导 IACS 成员船级社验船师和其他相关利益方对特定船型的船体结构进行检验、评估和修理。

本手册对载货处所具有单甲板、单舷侧、双层底、底边舱和顶边舱,并且主要用于运输干货(包括散装矿砂)的散货船给出了工作指南。图 1 为具有 9 个货舱的典型单壳散货船结构示意图。

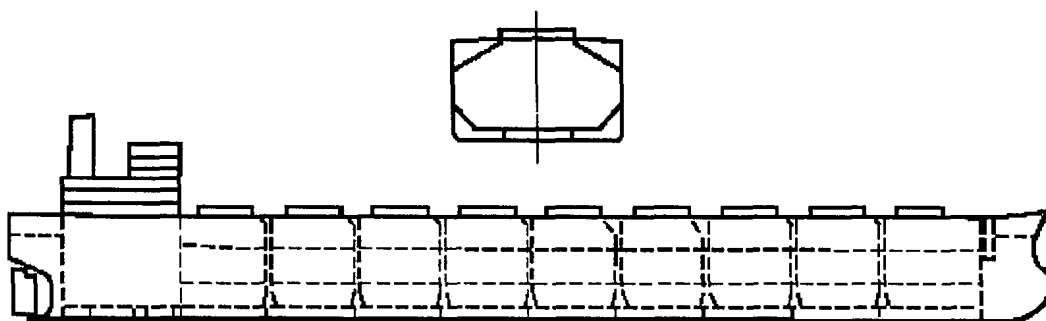


图 1 典型的单壳散货船结构示意图

本指南着重于 IACS 成员船级社的检验程序,但也适用于其他管理机构、船东和经营者的检查/检验计划。

本手册包含了审核检验准备的指南,包括执行检验的安全方面,必要的接近结构的设施,以及必须在检验前完成的准备工作。

检验指南包含了船体有损坏记录的各主要结构区域,并着重于每个区域构件的主要特征。

本手册的一个重要特点是在大量章节中给出了每个结构区域的结构恶化和损坏的示例、可能的原因、需要检验的内容及建议的修理方法。

基于各船级社提供的船体重大损坏报告,“IACS 早期预报系统(EWS)”能够

对所出现的问题进行分析，包括这些指南的修订。

本手册用现时能收集到的最好的资料编辑而成，仅作为指导性文件提供验船师判断，并为验船师正确决断提供支持。验船师已经应用过变通并且满意的方法，任何对具体应用的有关说明和有效性的疑问，应从相关的船级社得到澄清。

图 2 为货舱区域的典型结构布置

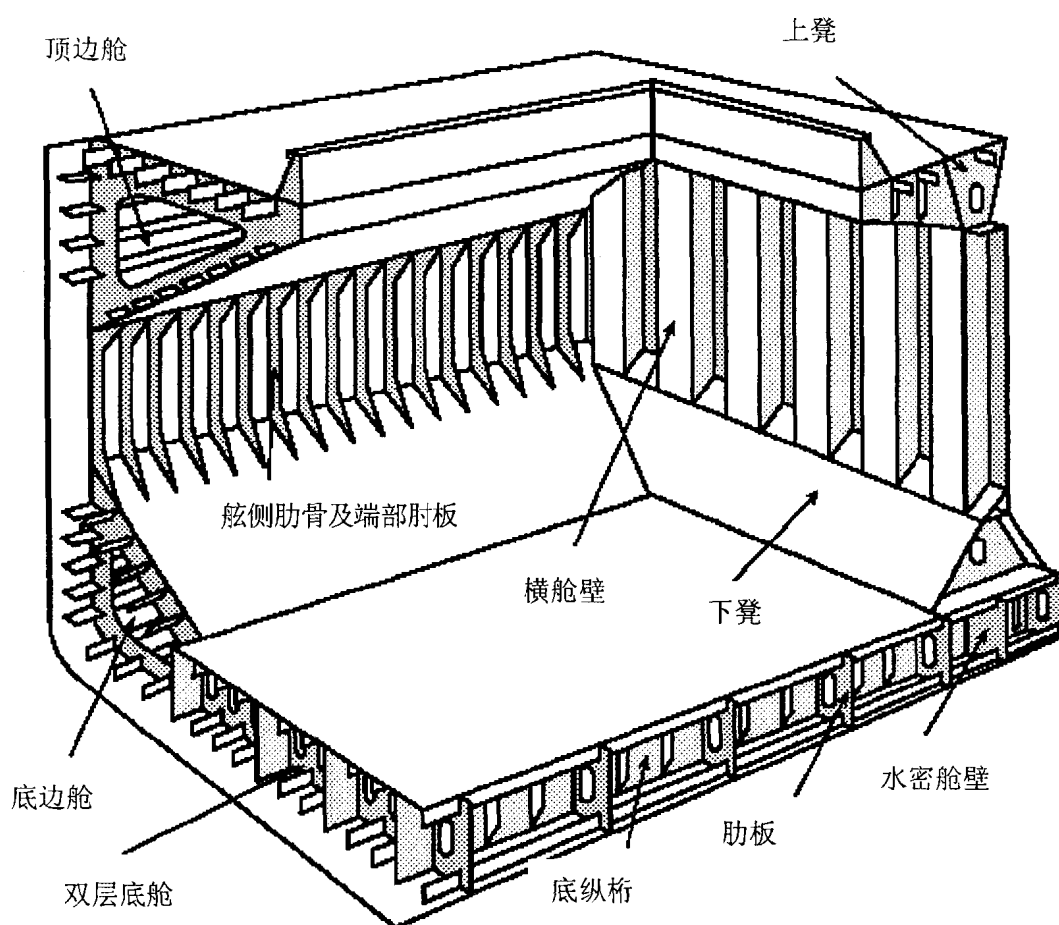


图 2 单壳散货船的典型货舱结构形式

2 船级检验要求

2.1 概述

2.2.1 定期检验计划是评定船体结构状况，特别是货舱及邻近舱柜结构的最重要方式。该检验程序包括每五年进行的特别检验（换证检验），两次特别检验之间的中间检验和年度检验。

2.1.2 自 1991 年起，对新造散货船，要求对形成船体部分边界的压载舱内结构使用保护涂层；而自 1993 年起，该要求也适用于货舱内部分舷侧和水密横舱壁结构。

2.1.3 国际海事组织(IMO) 在 1997 年的 SOLAS 大会上通过了载运高密度货物的现有和新造散货船的结构检验标准。对 1999 年 7 月 1 日及以后新建造的单壳散货船，必须在任一货舱破损进水并计入动力影响下具有足够的强度。对 1997 年 7 月 1 日之前建造的现有单壳散货船，若第一货舱破损进水，第一和第二货舱间水密垂直槽形横舱壁和第一货舱双层底必须能满足 IACS 的相关评估标准。有关 IMO 采纳的标准，适用于现有散货船的 IACS URS19 和 URS22，推荐的标准，适用于新造散货船的 IACS URS17、URS18 和 URS20，以及对现有散货船水密垂直槽形横舱壁可能的修理和/或加强的范围，可以方便地从 IACS 的网站（www.iacs.org.uk）上获得。

2.1.4 自 2001 年 7 月 1 日起，20000 载重吨及以上的适用加强检验计划（ESP）的散货船，从第三个特别检验开始，所有的船体船级特别和中间检验应由至少两名专职验船师进行。而且，进行测厚时，应有一名专职验船师在船上对测厚过程进行必要的控制。

2.1.5 在每个 IACS 成员船级社的规范和规则中都有关于符合 ESP 的详细检

验要求。

2.1.6 ESP 基于两个主要标准：即涂层状况和结构腐蚀程度。最重要的是发现涂层状况为“差”（20%以上涂层脱落或所在区域 10%以上形成硬锈皮）或结构显著腐蚀（即有问题的构件蚀耗已达到达到允许减小值的 75%至 100%之间）。

2.2 年度检验

2.2.1 年度检验是为了确认船体的总体状况保持在满意的水平。

2.2.2 随着船龄增大，年度检验时要求对货舱进行更大范围的全面和近观检验。

2.2.3 此外，要求对上次中间检验或特别检验时认为涂层状况“差”或结构存在显著腐蚀的压载舱进行全面和近观检验。

2.3 中间检验

2.3.1 中间检验替代每个五年特检周期中的第二或第三个年度检验。除了年度检验的要求外，还应进行扩大范围的全面和近观检验，包括对货舱和海水压载舱的测厚。

2.3.2 中间检验还包括对出现显著腐蚀或已知易于快速耗蚀的任何可疑区域的复查和测厚。

2.2.3 上次特别检验发现可疑的压载舱和货舱区域，必须进行全面和近观检验，其扩大的范围应与其船龄相适应。

2.3.4 自 2001 年 7 月 1 日，15 年船龄以上散货船的中间检验要求与其特别检验的要求范围相同，但可不进行货物/压载两用舱和压载舱的压力试验，除非现场验船师认为必要。

2.4 特别检验

2.4.1 船体结构的特别检验（换证检验）每五年进行一次，其目的是确认船体结构状况符合入级规范对结构完整性的要求，并且，只要船舶进行适当的维护和操作，按规定的时间安排定期检验，船体的结构状况应能适合其预定的用途直到下一个 5 年周期。

2.4.2 特别检验着重于结合测厚进行的近观检验，以便查明裂纹、屈曲、显著腐蚀及其它形式的结构损坏。

2.4.3 测厚应征得有关船级社同意结合特别检验进行。特别检验可以从第四个年度检验开始，并在此后继续进行，在第五个周年日完成。

2.4.4 涂层恶化的海水压载舱和有显著腐蚀的结构区域和/或验船师认为易于快速蚀耗的区域，如果本次检验没有修理，则必须予以记录，以待下次检验时特别注意。

2.5 坞内（船底外部）检验

2.5.1 特别检验应结合坞内检验进行，以便检查船底外部水下部分及其它有关项目。在 SOLAS 货船构造安全证书的五年有效期内应进行两次船底外部检验，任意相邻的两次船底外部检验之间的最大间隔期应不超过 3 年。

2.5.2 自 2002 年 7 月 1 日起，对船龄 15 年及以上的散货船，船底外部检验必须在干船坞中进行。对船龄少于 15 年的散货船，当不结合特别检验时，船底外部检验可以在漂浮状态下进行，但应确保船况良好并具有合适的设备和合格的人员。

2.6 损坏和修理检验

2.6.1 损坏检验通常是船体定期检验计划以外的临时检验，当船体发生损坏或有其它缺陷时进行。当损坏或缺陷影响到船体结构性能和水密完整

性时，船东或其代表有责任通知有关船级社。结构损坏应经船级社验船师进行检验和评估，并进行必要的修理。在某些情况下，根据损坏的程度、类型和部位，永久性的修理可推迟到结合计划的定期检验一起进行。

任何与超过允许极限的蚀耗有关的损坏（包括屈曲、沟槽形腐蚀、裂纹、或开裂）或大面积超过允许极限的蚀耗，如影响，或验船师认为将影响到船舶的结构水密或风雨密完整性，则必须立即全面修理。这些区域包括：舷侧肋骨及端部连接件和邻近的外板，甲板结构和甲板板，水密舱壁，舱口盖和舱口围板。

2.6.2 对计划在航行中由船员自修的安排，其完整的修理工艺包括所有必须的检验，应预先提交船级社并得到同意。

2.6.3 IACS 的统一要求 Z13 “航行修理和保养”为船员在航行期间自修提供了有益指导。

2.6.4 检验地点无足够修理设备时，可考虑允许船舶单程一水航行到修理港，为此可要求船舶卸掉货物或作临时修理。当采用临时措施时，应给出一个合适的船级条件。

3 检验的技术基础知识

3.1 概述

3.1.1 船体的定期检验是为了查明可能的结构缺陷和损坏以及确定任何蚀耗的范围。为了有助于完成上述工作并标识那些须引起特别注意的船体结构的关键位置,如有可能,应对特定船舶或相似船级船舶的历史问题加以考虑。除定期检验外,应执行损坏和修理的临时检验。典型的问题和选择的解决办法应记录在船舶历史档案中。

3.2 定义

3.2.1 为了使定义和检验资料报告明确,建议对船体构件采用标准术语,图 3(a) 和 3(b) 给出了货舱区域的典型横剖面图,图中给出了通用的术语。

本指南所用的术语定义如下。

- (a) 压载舱系指主要用于海水压载的舱室。
- (b) 处所是包括货舱和液舱在内的独立舱室。
- (c) 全面检验系指用于报告船体结构的全面状况并确定附加近观检验范围的检验。
- (d) 近观检验系指验船师在近距离目视检查范围内对结构细节进行的一种检验,通常是在伸手可及的范围内。
- (e) 横剖面包括所有纵向构件,诸如甲板、舷侧、船底、内底、底边舱和顶边舱的板材、纵骨和纵桁。
- (f) 代表性处所系指可反映其他具有相似型式和用途,并具有相似防腐系统的处所状况的处所。选择代表性处所时,应考虑到船舶以前的营运和修理情况。
- (g) 可疑区域系指显著腐蚀和/或验船师认为易于快速蚀耗的区域。
- (h) 显著腐蚀系指经评定表明腐蚀量超过了许可腐蚀余量的 75%,但仍在可接受的限度内。
- (i) 涂层状况定义如下:
 - 良好——仅有少量点状锈蚀。
 - 一般——指在扶强材边缘或焊缝处的涂层有局部脱落和/或轻度锈蚀超

所述区域的 20% 以上，但少于较差状态。

较差——涂层普遍脱落超过所述区域的 20%，或硬锈皮达到所述区域的 10% 以上。

- (j) 过渡区域系指纵向构件不连续的部位，如机舱前舱壁和防撞舱壁部位。

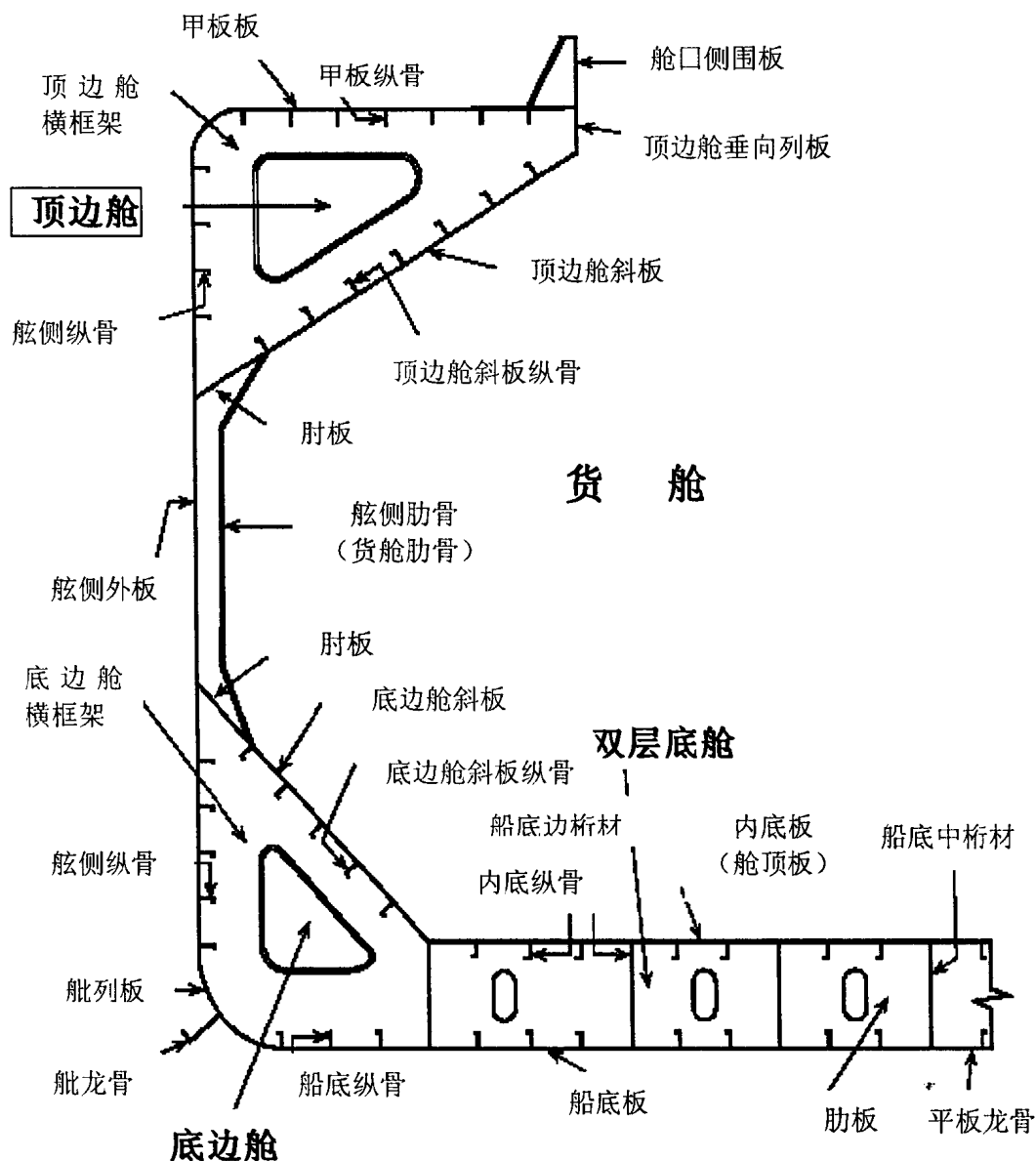


图 3 (a) 典型货舱横剖面结构名称

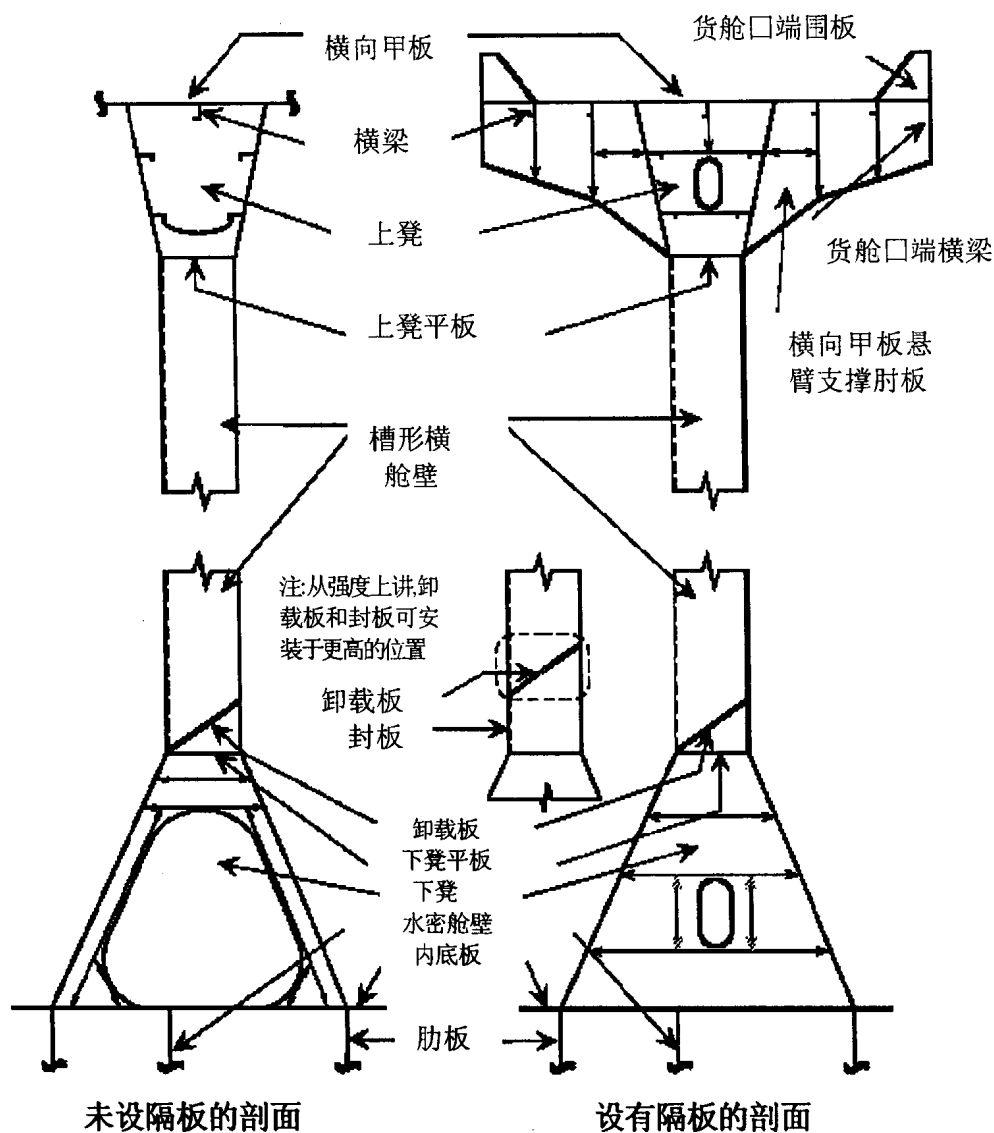


图 3 (b) 典型水密横舱壁的结构名称

3.3 结构损坏和耗蚀

3.3.1 概述

本手册中，结构损坏和恶化系指由下列原因引起的缺陷：

- 过度腐蚀
- 设计缺陷
- 材料缺陷或不良工艺
- 极端恶劣气候条件下航行

—装卸货作业，海上压载水交换

—磨损

—撞击（与码头、浮冰及水下物体等）

但不包括如碰撞、搁浅、火灾/爆炸等直接的事故结果。

缺陷一般指：

—材料蚀耗

—裂纹

—变形

各种缺陷及出现的位置详细讨论如下：

3.3.2 材料蚀耗

除了要熟悉在检验中可能遇到的典型结构缺陷，还必须知道在甲板、货舱和舱内构件中可能发生各种腐蚀的形式和可能的位置。

一般性腐蚀表现为无保护的易碎铁锈，均匀出现在无涂层的货舱和液舱的内部表面。锈皮不断脱落后，金属便进一步受到侵蚀，直到严重腐蚀时，厚度损失才能被观察到。船舶建造过程中未除尽的氧化皮，会加速营运时的腐蚀。所有各类船舶严重的普遍性腐蚀，通常表现为锈皮堆积，导致大面积的钢板换新。

沟槽型腐蚀通常出现在焊缝及其两边，特别是在热影响区。腐蚀是由于熔敷金属和热影响区的金相结构不同而产生的电流所致。焊缝处的涂层由于表面粗糙使得腐蚀加速而使保护效果比其它区域更差。沟槽型腐蚀将导致应力集中和进一步加快腐蚀进程。沟槽型腐蚀通常也可以在如涂层被刮伤或金属本身受到机械损伤的基体材料上发现。

麻点腐蚀通常出现在压载舱内的底板或水平表面，如面板，通常是从涂层局部脱落开始的。一旦出现坑点腐蚀，腐蚀便会因坑点与正常结构间的电流而加剧。

由流动液体冲刷引起的侵蚀和由机械运动而造成的磨损，均会造成材料的蚀耗。

3.3.3 裂纹

大多数裂纹出现于应力集中的部位。焊缝缺陷、焊瘤及船舶建造时安装吊码而没有很好去除的部位，都是裂纹经常出现的地方。当裂纹是由小于其屈服应力的交变应力导致时，称为疲劳裂纹。此外，除了由波浪外力引起的周期应力外，还有主机或螺旋桨震动而引起的震动力易造成疲劳裂纹，特别是在船体后部。

裂纹由于检验时表面清洁不够、接近困难、光线不足或裂纹表面压紧而不易发现。因此，必须标识、清洁、并仔细检查潜在的问题区域，如没有发现裂纹的起始点，需检查板背面的结构。

始发于焊缝潜在缺陷处的裂纹较多地出现于焊缝的起始端和终止处、扶强材的包角焊和交叉焊缝处。应特别注意肘板的趾端、切口和交叉焊缝处。裂纹也可在咬边的应力集中处始发，尽管尚不普遍，由于间断焊焊缝端部的应力集中，也会引起裂纹。

必须注意裂纹，特别是由交变应力引起的裂纹，会导致严重的损害。如肋骨的疲劳裂纹会蔓延到船壳板，而影响到船体的水密完整性。在极端恶劣的气候条件下，壳板的裂纹会进一步延伸而致部分壳板的脱落，从而造成货舱进水。

3.3.4 变形

结构变形由平面内载荷、平面外载荷或组合载荷引起。这些变形通常称为局部变形（如板格或扶强材的变形）或整体变形（如横梁、肋骨、纵桁或肋板及其带板的变形）。

当变形过程中应载荷的少量增加而导致大的变形，则这个过程称为失稳。

变形通常由冲击负荷/碰撞和偶然性的超载引起的。虽然尾浪的冲击也会引起船体尾部的变形，但一般来说，发生在船首部的由船底砰击

力和波浪冲击力引起的变形更常见。

对由于与其它物体碰撞而引起的变形必须特别注意，虽从外部看是较小的变形，但很多情况下，其内部构件已严重损坏。

永久性屈曲是由超载、因腐蚀而造成的厚度全面减薄或碰撞变形所致。弹性屈曲通常不能直接发现，但可通过涂层损坏、应力线或锈皮的脱落来判断。屈曲变形通常发生于强肋骨或肋板的腹板上。很多情况下，是由于强肋骨/肋板的腐蚀、过宽的扶强材间距、强肋骨/肋板上错误布置的减轻孔、人孔和切口造成。

还必须注意到偶然性超载可能引起重大的变形。然而在通常情况下，变形的主要原因与过度腐蚀和碰撞损坏有关。

3.4 结构缺陷和修理细节

3.4.1 作为已经在营运中出现的结构缺陷实例，指南第 5 节给出了注意要点，建议验船师和检验人员进行检验前必须熟悉该节的内容。

3.4.2 任何认为影响船级的下列结构损坏或过度蚀耗，必须立即全面修理：

- (a) 舷侧肋骨及其端部连接件和相邻外板
- (b) 甲板结构和舱口间甲板板
- (c) 水密舱壁
- (d) 舱口盖和舱口围板

3.4.3 通常，如部份结构已蚀耗到允许的最小厚度，受其影响的区域必须割换。不能用复板的方法作为蚀耗的补偿。液舱内的修理工作应对可达性作出详细策划。

3.4.4 如果损坏部位的割换不得不展期，验船师可以考虑接受以下临时措施：

- (a) 对受影响的区域进行喷砂并重作涂层以减少腐蚀速度。

- (b) 对受影响的区域进行复板加强, 但压力作用下失稳的区域应特别考虑。
- (c) 可通过增加临时构件使较强的构件支持较弱的构件。
- (d) 在受影响的区域打水泥箱。

接受临时措施以后, 应给出适当的船级条件。

3.5 IACS 用于报告船体重大损坏的早期预报系统 (EWS)

3.5.1 IACS 已组织和建立了一个在各船级社间收集和传递重大船体损坏信息 (但不包括船舶身份) 的系统。

3.5.2 IACS 早期预警系统的基本目的是使有特定损坏经验的船级社, 能将这方面的信息提供给其他船级社共享, 从而可避免相似结构布置的船体再发生同样的损坏。

3.5.3 这些指南吸收了从 IACS EWS 中总结的经验。