

某轮甲板纵骨断裂损坏案例介绍

一、船舶基本信息

LOA×LBP×B×D:	225.00×215.00×32.20×19.60(m)
总吨位:	40215
船型:	散货船
建造年份:	1998年

二、事故简要经过

该轮在船员的日常检修维护中，在顶边压载水舱内发现部分甲板纵骨对接焊缝发生贯穿性裂纹。

三、损坏情况

具体的损坏情况如下：

1. 在 No. 5 T. S. T. (S)，第 1、2、4、5、8 根甲板纵骨的对接焊缝贯穿开裂。
第 1、3 根舷侧纵骨的对接焊缝贯穿性开裂。
2. 在 No. 5 T. S. T. (P)，第 1-5、8 根甲板纵骨的对接焊缝贯穿开裂。
3. 在 No. 3 T. S. T. (P)，第 1、2、5 根甲板纵骨的对接焊缝贯穿开裂。
4. 位于 No. 5 T. S. T. (S) 位置的主甲板在 Fr. 118 肋位处的发现横向的短小裂纹。

四、损坏原因分析

经过现场检查和结构计算专家计算认为：甲板纵骨的开裂应该归因于焊缝的内在焊接缺陷。

五、修理情况介绍

经船东介绍，交船以后这几年船舶中部顶边柜里的甲板纵骨先后不同程度的发生接头断裂现象，特别在标题船的 No. 5. T. S. T(S) 的甲板出现撕裂现象。同时，

在 No. 3. C. H 的横舱壁 lower stool 上面加强的封板也发现裂纹。对上述位置的损坏,该轮在日照港时开始进行了部分修理,由 A 分社进行修理检验。由于船期和修理条件所限,该船计划在下一港深圳港完成修理工作。

1. A 分社修理情况

对损坏的甲板纵骨和甲板板进行部分换板。

A. 材料要求:采用 AH32 或者 DH32、EH32 钢板;碱性低氢焊条 J507。

B. 焊工要求:必须持有相应位置的资格证书(平焊、立焊、仰焊)。

C. 切割和坡口要求:碳刨切割时,避免划伤母体;坡口及表面用砂轮打磨平整和光滑,坡口内及两端 20mm 处的飞溅、油脂及氧化皮等杂质必须清除干净。

D. 焊接工艺要求:

a. 纵骨焊接:首先进行纵骨拼板对接,然后再进行纵骨板和主甲板的角焊接。

纵骨拼板对接采用双面对称 V 型坡口、中间留 1-2mm 钝边,进行立向向上手工焊接。焊接过程采用 $\Phi 3.2\text{mm}$ 焊条打底焊接,用 $\Phi 4\text{mm}$ 焊条进行盖面焊接;且正反两面行交替焊接。

纵骨和主甲板的角接应注意丁字处的焊接,避免焊缝表面堆高超差。

b. 主甲板焊接:首先对主甲板进行挖孔,采用不对称的 V 型倒角(上大下小的倒角型式),且留 1mm 钝边,焊接方式为手工平焊和仰焊。该焊缝最佳焊接方式是采用单面 V 型坡口,进行 CO2 半自动单面衬垫焊接。

探伤要求:纵骨对接焊缝中,20%焊缝进行 X 射线探伤检查,其余焊缝进行 100%超声波探伤检查。

2. B 分社修理情况

2006 年 7 月 10 日,标题船抵深圳蛇口港卸货。验船师第一时间上船进行了检查。其中甲板纵骨断裂处大部分已由船员用腹板盖住裂口作了临时性修理。在日照港已对 No. 5. T. S. T(S) 的第 1、2、4、8 甲板纵骨割换了 5 处,完成了这部分的永久性修理。

根据规范专家的修理建议要求,选用钢板 CCSAH32(纵骨厚度 25mm),CCSDH32(甲板厚度 22mm),碱性焊条 J507。严格控制了焊工的资质以及焊接的程序,纵骨双面 V 型坡口手工焊,甲板单面 V 型坡口 CO2 衬垫焊,现场控制施焊顺序,严格按照碱性焊条的要求进行烘干和保温。并且保证焊透,控制变形,在纵骨和甲板割换时,注意了跨结构的处理。修理完成后对焊缝(>20%)进行了 X 射线探伤

（包括主甲板割换处的四个角），所有焊缝进行了超声波探伤。由于该轮在深圳港期间同时在卸货，因船期所限，货舱的横舱壁裂纹缺陷没有修复，经总部同意，留出 MEMORADUM 永久性修理，限期在下一个港天津完成。

六、经验总结

本案例的修理检验并不复杂，但该船的损坏和修理过程具有一定的典型性。首先，标题船和其姊妹船在交船后不长的时间里出现结构断裂是设计不足，还是建造的缺陷，从现场情况来看，所有断裂处主要是甲板纵骨的焊缝接口开裂，无裂纹处，焊缝外观并无异常，有些接口明显是在建造时分断的合拢附近包括大合拢接头，纵骨连接明显“错牙”，超过建造装配公差要求，造成了结构连接存在较大的应力。B 分社检验完成后进行 6 个接头样本分析发现接头均有未焊透现象，由此可见，出现这样的损坏，应该是该轮建造时有焊接未焊透，同时，安装结构偏差较大所造成。

因此 B 分社修理对焊接工艺尤为注意，并严格按工艺要求和步骤进行，特别是上述的焊缝，某个细节的不注意都有可能造成今后的隐患。

另外，在 NO. 3. GH 和 NO. 4. C. H 间的横舱壁，由于交船以后为了增加强度，在 lower steel 上加了封板，从出现裂纹沿伸状况来看，这两条裂纹均是沿焊缝方向由下而上。这也说明接缝焊接强度不足，槽型舱壁由于前后加了封板，刚度过强，其形成的结构型式使应力无法有效的释放，这样在焊角高度相对小的位置裂开，也就不足为奇了。

这次现场也看到，由于这种结构的缺陷不仅造成了本身结构的损坏，同时，也影响了附近其它的结构，如甲板板，槽型舱壁板的撕裂。这样的现象如不及时处理，后果是非常危险的。

所以通过本次的修理检验，可以得到启示，无论多新的船舶也有可能存有严重的缺陷，特别是为加强船舶强度、结构的局部型式改变更不能掉以轻心。这对我们在检验工作中保证严谨的工作作风也是一个警示。

七、部分现场照片



No. 3C. H. 横舱壁封板局部割换



No. 3C. H. 横舱壁封板裂纹打开后



No. 4C. H. 横舱壁封板裂纹割开后



焊接坡口



甲板割换



甲板纵骨断口割换



甲板纵骨断口情况



甲板纵骨割除后



甲板纵骨装上焊接前



甲板纵骨焊接上后