

某柴油机箱装体顶横梁开裂故障分析

王长红, 韩守民, 黄司马, 姚国庆

(七一一研究所, 上海 201108)

摘要: 针对某柴油机箱装体顶横梁表面开裂的故障, 通过强度计算、材料分析和制造过程排查等发现: 故障系操作人员在发现顶横梁焊接变形后, 擅自增加了压机校直工序, 使方管表面微裂纹处产生应力集中, 造成校直整形后的四根顶横梁表面开裂。据此分析, 采取了相应的改进措施。

关键词: 柴油机; 顶横梁; 开裂; 应力

中图分类号: TK423.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2015)06-0051-02

1 故障现象

某船舶柴油机运行使用两年后, 发现箱装体的四根顶横梁(由二根 $80\text{ mm} \times 60\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 方管焊接而成)均产生横向裂纹(见图 1、图 2), 裂纹基本处于同一位置, 其中一根顶横梁两端有裂纹, 其余三根顶横梁只有一端有裂纹。

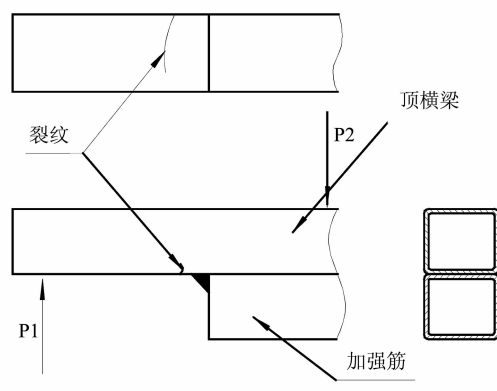


图 1 裂纹示意图



图 2 裂纹照片

2 故障原因分析

根据裂纹情况, 决定先从顶横梁材料的力学性能和化学成分以及断口分析入手。力学性能和化学

成分分析结果表明: 材料符合技术要求。能谱定性分析结果表明: 断面覆盖层成分与涂层的底漆、面漆成分中所含元素基本相同, 表明裂纹形成于涂漆之前。金相检验结果表明: 近断裂区域的焊缝内存在微裂纹缺陷。由于涂层是在产品交付前进行的, 据此可以初步诊断出: 裂纹是在制造过程中形成的, 排除了材料本身质量问题和产品交付后的使用问题。

(1) 强度校核

柴油机箱装体包括双层隔振装置和隔声罩两部分, 隔声罩主要由框架(如顶横梁等)和隔声板组成, 框架为隔声板提供骨架, 起到支撑和固定作用。框架中顶横梁主要支撑顶隔声板、冷却风道、进排气弹性管及进排气消音箱等, 在制造过程中仅承受稳定的静载荷。通过对顶横梁结构强度的再次校核计算表明: 箱装体顶横梁结构强度较好, 能承受上述稳定的静载荷, 正常使用条件下能够满足使用要求。

(2) 方管材料

该顶横梁材料为 Q235-A 冷弯方管, 采用钢带经连续辊式冷弯后焊接成形。在弯制加工过程中可能产生微裂纹缺陷, 但弯曲应力只可能使微裂纹沿纵向延伸, 形成纵向裂纹, 不会产生横向裂纹, 并且顶横梁也不可能在任意长度落料的方管同一位置产生开裂, 因此可以判断开裂原因与方管材料无关。

(3) 焊接过程

在焊接过程中由于焊缝处二种材料的受热温度、热膨胀系数不同, 二种材料之间会产生拉应力, 从而造成焊缝处开裂。而顶横梁由二根方管焊接而成, 方管材料、大小相同, 焊接过程中的受热

温度相差不大,因此在焊接过程中不易产生拉应力而造成焊缝处开裂;同时焊接过程中方管在长度方向处于自由状态,产生的变形可自由向两端伸展,不会导致产生拉应力或仅产生非常小的拉应力,并且即使焊缝处开裂,通常不会造成方管材料开裂,因此在无较大拉应力的情况下,焊接过程不会造成方管开裂。

(4) 拉应力

顶横梁只有受 P_1 或 P_2 (图 1 所示) 方向的力,才可能在横向裂纹处产生较大纵向拉应力,并在该较大纵向拉应力的作用下造成方管横向开裂。而该拉应力在正常制造过程中无法自然产生,势必为外来应力,为此必须找到这一“不明拉应力”。

3 故障诊断

根据上述关于裂纹形成于涂漆之前和“不明拉应力”的分析,对整个制造过程中可能产生拉应力的工艺过程进行了全面分析和检查。检查结果表明:在顶横梁与加强筋的焊接过程中,在 P_1 、 P_2 处应上下压紧(工艺未明确),以防止顶横梁两端在焊接过程中向下弯曲变形;同时压紧力不能太大,确保顶横梁在长度方向可自由伸展,焊接后顶横梁的直线度才能满足技术要求而无须校直整形。

(上接第 39 页)

IACS M68 中已明确提出,该规范不适用于冰区航线的船舶,并且要求应力值为频域计算结果;DNV 有自己的疲劳校核方法,适用于冰区扭振计算,但由于方法过于复杂,不利于推广施行。因此确定出便于应用且可靠的应力限制值,是日后冰区扭振计算研究工作的重点。

参考文献

- [1] 白春江,李志华. 北极航线探讨 [J]. 航海技术, 2009 (5): 7-9.
- [2] 王燕舞,张达勋. 冰级定义的有关分析及建议 [J].

(上接第 44 页)

4 结束语

通过以上工艺改进,不仅节约了生产费用,也提高了生产效率,解决了关键工艺技术“瓶颈”问题,满足了产品的设计要求,确保了生产的顺利进行。同时,为今后加工类似的产品提供了理论依

但在实际焊接过程中,顶横梁未上下压紧,造成顶横梁两端焊接后向下弯曲变形。为保证顶横梁的直线度,操作人员擅自将顶横梁通过压机进行校直,即在顶横梁上增加了 P_1 、 P_2 方向的力,即上述分析的“不明拉应力”,从而在裂纹处产生较大纵向拉应力,造成顶横梁横向开裂。由于涂漆时疏忽未发现开裂,而将涂层覆盖在裂纹上,随着使用过程中箱装体的振动,裂纹处的涂层不断剥落,从而发生了开裂这一故障。

4 结束语

故障原因分析和诊断表明,导致四根顶横梁横向开裂故障的直接技术原因是:焊接工艺中未明确焊接时应将顶横梁二端压紧,造成焊接变形;同时由于方管为薄壁,通过压机校直的方法进行整形时,在裂纹处将产生纵向拉应力,并在方管表面微裂纹处产生应力集中,微裂纹在应力集中作用下,最终演变成顶横梁横向开裂。

而管理工作的缺失和不到位是导致本次故障发生的根本原因。为此采取了相应措施,如明确和细化工艺文件、加强员工岗位和技能培训以及强化工艺纪律的执行等。从而杜绝了故障的再次发生,确保了产品的质量和可靠性。

上海造船, 2010 (4): 54-58.

- [3] Finnish & Swedish Maritime Administration. Finnish-Swedish ice class rules [R]. 2010.
- [4] Det Norske Veritas. Ice strengthening of propulsion machinery [R]. 2011.
- [5] Wartsila Switzerland Ltd. Torsional vibration/ice class rules [R]. 2014.
- [6] International Association of Classification Societies Ltd. IACS M68 dimensions of propulsion shafts and their permissible torsional vibration stresses [R]. 2012.

据和实践经验,具有一定的推广和借鉴价值。

参考文献

- [1] 北京设计手册编委会. 非标设计手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.