

# 907A、921A 钢的抗冲刷腐蚀和磨蚀性能

马力<sup>1</sup>, 闫永贵<sup>1</sup>, 魏翔云<sup>2</sup>, 钱建华<sup>1</sup>

1. 海洋腐蚀与防护国防科技重点实验室, 洛阳船舶材料研究所青岛分部, 青岛 266071;
2. 中国科学院金属研究所, 金属腐蚀与防护国家重点实验室, 沈阳 110016

**摘要:**采用旋转圆盘法对 907A、921A 钢在含有 0.3% 石英砂(200~300 目)的 3.5% NaCl 溶液中的冲刷腐蚀和磨蚀性能分别进行测试, 用失重法评价了 2 种材料的抗冲刷腐蚀和磨蚀性能, 并利用扫描电镜观察了其腐蚀形貌。结果表明, 921A 钢在 3.5% 的 NaCl 溶液中的抗冲刷腐蚀性能及抗磨蚀性能均高于 907A 钢。

**关键词:**907A 钢; 921A 钢; 冲刷腐蚀; 磨蚀

**中图分类号:** TG172.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6495(2006)05-0364-03

## RESISTANCE TO EROSION AND CAVITATION - ABRASION OF STEELS 907A AND 921A IN 3.5% NaCl SOLUTION WITH SAND

MA Li<sup>1</sup>, YAN Yong-gui<sup>1</sup>, WEI Xiang-yun<sup>2</sup>, QIAN Jian-hua<sup>1</sup>

1. State Key Lab. for Marine Corrosion and Protection, Luoyang Ship Materials Research Institute Qingdao Branch, Qingdao 266071;
2. State Key Lab. for Corrosion and Protection, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016

**ABSTRACT:** Erosion and cavitation-abrasion behavior of 907A and 921A steels in 3.5% NaCl aqueous solution with quartz sand was studied by rotating disc equipment. The resistance to erosion and cavitation-abrasion of the two steels were evaluated by mass-loss method, and corrosion surface morphologies were observed by SEM. The results showed that 921A steel has better resistance to erosion and cavitation-abrasion than 907A steels.

**KEY WORDS:** 907A steels; 921A steels; erosion; cavitation-abrasion

舰船在高速行进时,螺旋桨和舵板均有可能遭受含砂海水的冲刷及磨蚀。在停止运行时,则存在着海水中的静态腐蚀,各种因素共同作用的结果,决定了部件的使用寿命。对于螺旋桨材料的冲刷腐蚀、空蚀及磨蚀,国内外研究较多<sup>[1,2]</sup>,然而对于舵板材料的研究比较少。907A、921A 是常用的舵板材料,本文用旋转圆盘法对这两种低合金钢的冲刷腐蚀及磨蚀性能进行了研究。

## 1 实验方法

实验材料采用 2 种常用的舵板材料 907A 和 921A 板材,其名义化学成分如表 1 所示。2 种材料的金相组织均由板条马氏体和少量的贝氏体组成。其显微组织见图 1。

冲刷腐蚀实验和磨蚀实验(冲刷腐蚀和空蚀联合作用)采用旋转圆盘仪<sup>[3]</sup>进行。试样加工成圆片状,受试面积为 7.26 cm<sup>2</sup>,试样经水磨砂纸打磨至 1000#。实验时,6 个试样对称安装在转盘的边缘处。当转盘高速旋转时,若试样的前

方放置一个圆柱形凸台做空蚀源,试样受到空蚀和冲刷腐蚀联合作用,若去掉试样前方放置的圆柱形凸台,则试样只受到冲刷腐蚀。实验中作为空蚀源的凸台直径 10 mm,厚 5 mm。试样中心的线速度为 18.6 m/s,实验介质为 3.5% NaCl 溶液 + 0.3% 石英砂(200~300 目),实验温度为室温。

实验前后及每次实验间隔,试样均用去离子水清洗、丙酮除油、干燥,然后用分度值为 0.1 mg 的分析天平称重。

实验后用荷兰 Philips 公司生产的 XL30 型扫描电镜(SEM)对试样的腐蚀形貌进行观察。

## 2 结果与讨论

### 2.1 材料的抗冲刷腐蚀性能

图 2 为 907A、921A 在 3.5% NaCl 溶液 + 0.3% 石英砂(200~300 目)中旋转圆盘法冲刷腐蚀的累积失重曲线。由图 2 可见,二者的累积失重均随着冲刷时间的延长而增加,921A 的冲刷腐蚀累积失重小于 907A。实验进行 3 个小时后,921A 的累积失重为 0.0304 g,而 907A 的累积失重则为 0.0384 g,表明 921A 的抗冲刷腐蚀性能优于 907A。

图 3 为 907A、921A 在 3.5% NaCl 溶液 + 0.3% 石英砂(200~300 目)中旋转圆盘法冲刷腐蚀的失重率随时间的变

收稿日期:2005-10-28 初稿;2006-03-06 修改稿

作者简介:马力(1977-),女,硕士,工程师。主要从事金属材料腐蚀与防护研究

Tel:0532-5843221 E-mail:mali0316@hotmail.com

化曲线.图 3 中显示,907A 的失重率高于 921A.二者的失重率在试验初期即 1 h 之内随着实验时间的增加而增加,1 h 后却开始下降但变化幅度较小.

图 4a 和 b 是 907A 和 921A 钢冲刷腐蚀实验进行 3 h 后的 SEM 照片.照片显示,907A 钢试样表面发生了较大的塑性变形,表面出现少量微孔,并有少量石英砂嵌入试样.921A 试样表面的塑性变形相对较小,但微孔较多,从材料的各个相的特点可以判断,是硬度较小的贝氏体相首先脱落.

2.2 材料的抗磨蚀性能

对 907A、921A 2 种材料的抗空蚀和冲刷磨损联合作用即磨蚀进行了比较,图 5 为 2 种材料的累积磨蚀失重曲线.图 5 中结果表明,907A 磨蚀的累积失重明显高于 921A,磨蚀 3 个小时后,921A 的累积失重为 0.0407 g,而 907A 的累积失重则为 0.0535 g,表明 921A 的抗磨蚀性能明显优于 907A.图 6 给出 2 种材料磨蚀失重率的曲线,试验初期失重率开始随试验时间增加而增加,很快趋于平稳.

与冲刷腐蚀实验的结果比较可知,这 2 种材料磨蚀 3h 的累积失重大于冲刷的累积失重,907A 的相差 1.4 倍,921A

的相差 1.3 倍,说明在这种条件下冲刷腐蚀起主导作用.与图 4 相比,图 7 中 2 种材料磨蚀后的形貌也表明,磨蚀对试样的破坏大于冲刷腐蚀.

除了含砂流体的冲刷磨损外,固相颗粒可促进空化形核,并且由冲刷导致材料表面粗糙度增大,材料表面易于形成空化,这些因素使空蚀破坏程度加大;同时,空泡溃灭产生的冲击波或微射流导致材料表面形成的蚀坑增加了材料表面粗糙度,加剧了冲刷磨损的破坏作用,并且空化过程改变了介质流动的方向,因此增加了对材料表面磨损的次数,加大了固化粒子的攻角,促进了冲刷磨损的破坏[4].

材料的抗冲刷和磨蚀性能和材料的组织密切相关,在通常情况下,硬度较高的材料具有较高的抗冲刷腐蚀和磨蚀性能.907A 的维氏硬度 Hv10 值在 1760 MPa~2150 MPa 之间,而 921A 的维氏硬度 Hv10 值则在 2150 MPa~2650 MPa 之间,因此,其抗冲刷和磨蚀性能较高.

3 结论

921A 钢在 3.5% 的 NaCl 溶液中的抗冲刷腐蚀性能和抗

Table 1 Chemical composition of 907 and 921A

composition	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu	Ti
907A	0.12	0.79	1.01	0.016	0.007	0.67	0.64	-	-	0.42	0.005
921A	0.073	0.29	0.43	0.010	0.0044	2.65	1.02	0.26	0.058	-	-

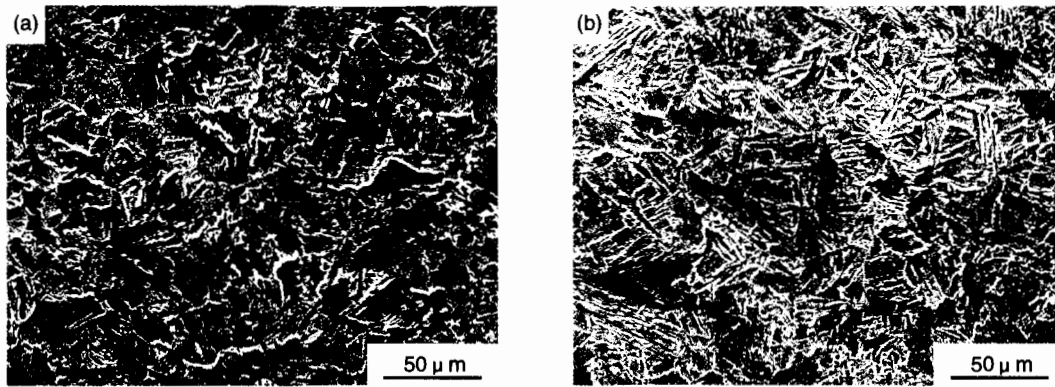


Fig.1 Microstructures of 907A steel (a) and 921A steel (b)

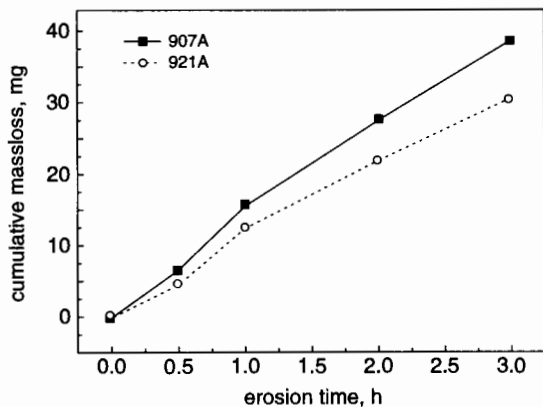


Fig.2 Cumulative mass loss curves of erosion of 907A and 921A steels

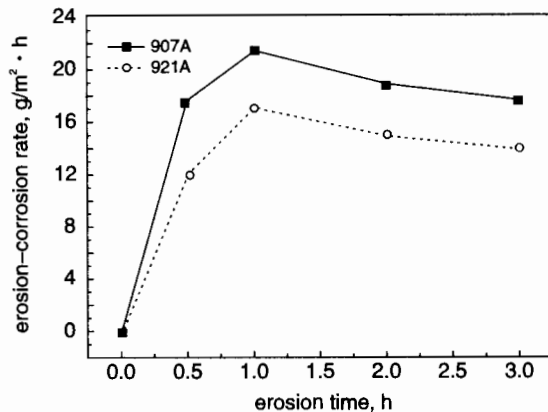


Fig.3 Erosion rate curves of 907A and 921A steels

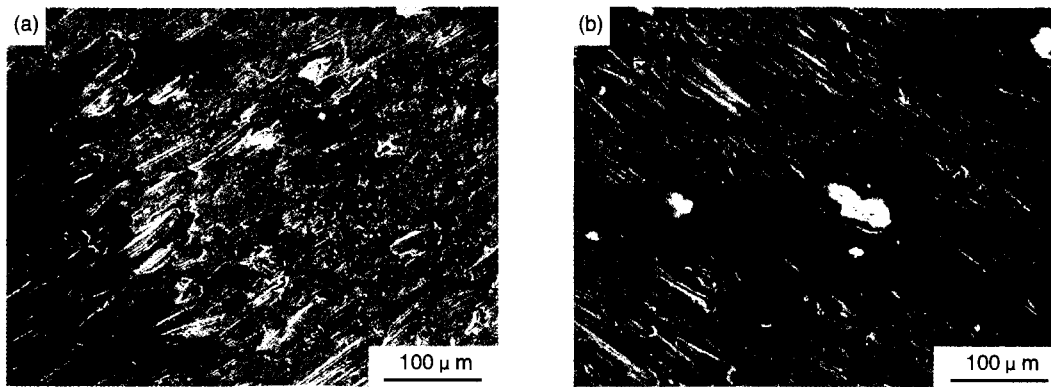


Fig. 4 SEM morphologies of (a) 907A (b) 921A steels after erosion for 3 h

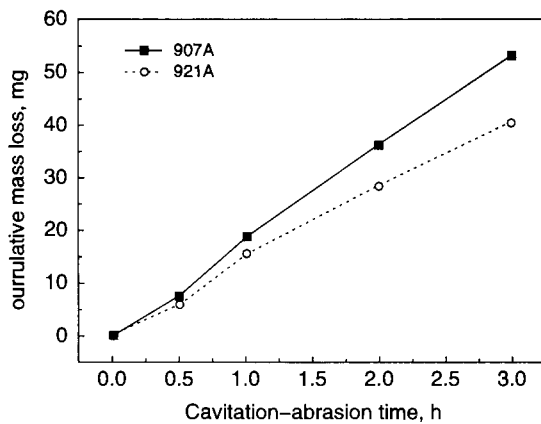


Fig. 5 Cumulative mass loss curves of cavitation-abrasion of 907A and 921A steels

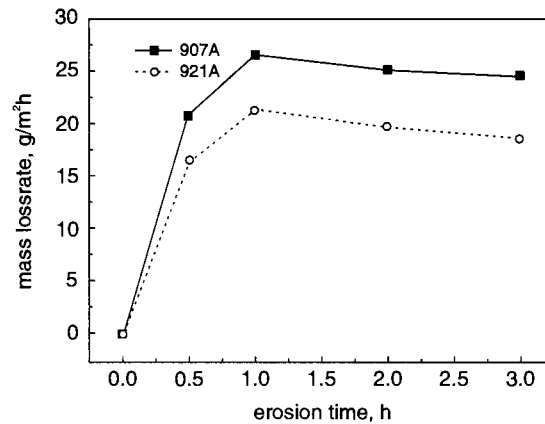


Fig. 6 Mass loss rate curves of cavitation-abrasion of 907A and 921A steels

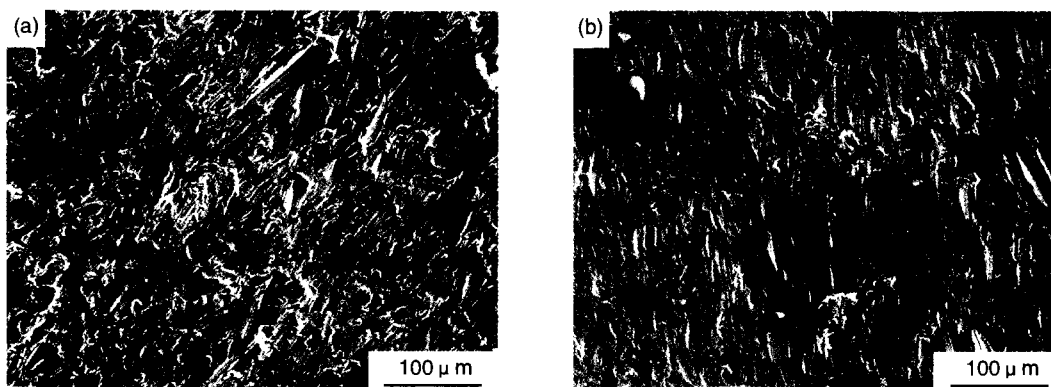


Fig. 7 SEM morphologies of (a) 907A (b) 921A after cavitation-abrasion for 3h

磨蚀性能均高于 907A 钢, 冲刷腐蚀 3 小时, 907A 钢的累积失重为 0.0384 g, 921A 钢的累积失重为 0.0304 g; 在含有 0.3% 200~300 目石英砂的 3.5% 的 NaCl 溶液中磨蚀 3 h, 907A 钢的累积失重为 0.0535 g, 921A 钢的累积失重则为 0.0407 g.

#### 参考文献:

[1] Al-Hashem A, Cacera P G, Raid W T, et al, Cavitation corrosion

behavior of cast nickel aluminum bronze in seawater[J]. Corrosion, 1995, 51(1):331.

[2] Trethewey K R, Haley T J, Clark C C, Effect of ultrasonically introduced cavitation on corrosion behavior of a copper manganese aluminum alloy[J]. Br. Corrosion J., 1988, 23(1):55.

[3] 柳伟. 耐多相流损伤的金属材料及作用机制研究[D]. 沈阳: 中国科学院金属研究所, 2001. 29.

[4] 柳伟, 郑玉贵, 姚治铭, 等. CrMnN 不锈钢的抗空蚀和磨蚀性能[J]. 材料研究学报, 2001, 15(5):505.