

## 绿色维修在装备器材修复中的应用

朱旭聪 李昌定

(海军 4808 工厂 威海修船厂, 威海 264200)

**摘要:** 介绍了应用绿色维修的理念和模式对某型艇用柴油机一大批因严重腐蚀濒临报废的气缸体部件进行修复的工艺研制过程。采用“镶垫粘接”的局部再造新工艺, 不但使气缸体“起死回生”, 而且大大提高了产品的耐腐蚀性和使用可靠性, 实现了资源的最有效利用。

**关键词:** 气缸体; 腐蚀; 绿色维修

中图分类号: TH107

文献标示码: A

文章编号: 1007-9289-(2006)05<sup>+</sup>-0234-03

### Application of Green Maintenance in Repairing of Navy Equipment

ZHU Xu-cong, LI Chang-ding

(Weihai Shipyard of No.4808 Plant of the PLA, Weihai 264200)

**Abstract:** Introduces the process of repairing cylinder bodies of marine diesel engine by applying green maintenance principle and mode. These cylinder bodies would be discard because of corrosion badly. Adopt a new technology of “inlaying a gasket”, not only to save a great deal cylinder bodies, but also to improve their corrosion-resistant capability and reliability. The new technology can utilize resources effectively.

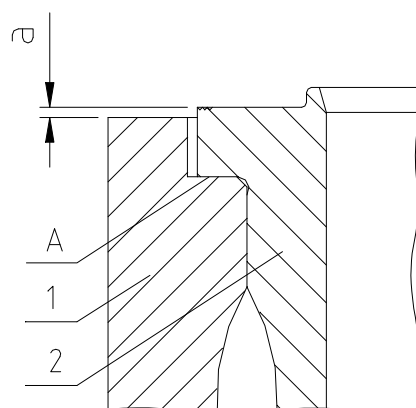
**Key words:** cylinder body; corrosion; green maintenance

## 0 引言

某高速轻型大功率柴油机广泛使用于某型护卫艇上, 用作主机。新机使用 200~300 h, 气缸体即开始漏水, 至第一轮小修时, 平均使用不到 500 h, 80 % 气缸体严重漏水。检查发现气缸体承装气缸套的肩胛密封面严重腐蚀, 按修理技术标准和以往的修理经验, 只能报废。这种情况在各地同型柴油机上普遍存在, 由此换下了大量的气缸体, 不仅影响到舰船装备的完好率, 而且还造成资源的浪费和装备器材供应紧张。研究和探索一种可行的修复方法, 使这些已经报废或面临报废的气缸体“起死回生”, 不但对装备保障意义重大, 而且有利于资源的节约和再利用。修复工艺过程不但要考虑功能和性能的恢复, 而且要考虑材料和能源消耗、环境影响、劳动强度和工作效率等综合因素, 实现清洁生产 and 绿色维修。

## 1 技术分析和维修原则

该型柴油机的气缸体与曲轴箱为分体结构, 材料为铝质, 体积小, 重量轻。气缸体与气缸套的装配关系见图 1。



1-气缸体 2-气缸套

图 1 气缸体与气缸套装配示意图

Fig.1 Schematically showing the assembly between the cylinder block and cylinder sleeve

收稿日期: 2006-08-10 修回日期: 2006-09-20

作者简介: 朱旭聪, 男(汉), 浙江人, 总工程师, 高级工程师。

铝质气缸体与钢质气缸套的接合面 A 是一个密封面，阻止冷却水套内的水外漏。设计的该密封面无密封垫片，依靠两个平面的良好贴合进行密封。装配时，气缸套与气缸体承装孔接合面 A 要对应研磨，在密封面形成宽度不小于 3 mm、沿圆周均匀分布的贴合密封带。对气缸体、气缸套进行分解检查发现，漏水的原因是 A 处的气缸体密封面严重腐蚀。主要腐蚀形式是穴蚀，穴蚀孔较小，呈蜂窝状，深度 1~3 mm，穴蚀区域处在柴油机连杆摆动方向的两侧，尤以气缸体冷却水进口一侧为重。穴蚀产生的原因比较复杂，其中冷却水的流动方式是重要因素之一。要彻底解决穴蚀问题必须从设

计、制造和使用管理等多方面采取综合措施。

要对漏水的气缸体进行修复，就要消除漏水产生的原因，即对腐蚀表面进行有效处理。同时，修理方案的制定必须遵循两个原则：① 以许可的最简单最容易实现的方式使产品的功能及性能得以恢复；② 充分考虑工艺对环境的影响，并从系统工程的角度，考虑资源的再循环和再利用。

2 修复方案论证

按照上述技术分析和维修原则，我们在初步调研的基础上提出了三种修理方案，进行试验、比较和论证，见表 1。

表 1 几种修复方案比较

Table 1 The Comparison between several repairing techniques

| 方案编号 | 修复措施                                                     | 优点                                                                            | 缺点                                                                     | 试验情况                                                         |
|------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1    | 研磨平面 A，去除穴蚀层，加一层薄铝垫调整气缸套的凸出高度 a(图 1)，使其达到规定要求。           | 工艺简单，易于实现，对环境无损害。                                                             | 由于所加垫片厚度很薄（小于 0.30 mm，厚则不能密封），研磨量不能太大，否则保证不了 a 值。只能对轻微腐蚀的气缸体进行修复，适应性差。 | 腐蚀坑较深时，研磨后肩胛平面仍然会存在一些微观缺陷，经试验使用 20 多小时即发生漏水，拆检后发现所加薄铝垫已腐蚀断裂。 |
| 2    | 采用氩弧焊焊补腐蚀部位后加工至原高度                                       | 工艺流程比较简单，效率较高。                                                                | 焊补中易产生气孔，质量难以控制；大量焊补会造成气缸体变形，导致气缸体报废；对环境和人员有一定影响。                      | 经初步试验效果不太理想。                                                 |
| 3    | 先机加工镗去腐蚀层(1~3 mm)，再制作相应厚度的垫片，垫片与气缸体之间采用粘接剂粘接，固化后加工研磨密封面。 | 适应性强，绝大部分腐蚀气缸体均可修复；通过选择适当材料的垫片，可提高耐腐蚀能力，从而提高使用可靠性；下一修理周期时可更换垫片，再次修复；对环境基本无影响。 | 工艺过程相对较复杂。                                                             | 通过 40 h 的台架试验，密封良好，未发现腐蚀、脱胶等缺陷。                              |

经过试验和综合比较，确定采用 3 号方案作为最终方案，即用“镶垫粘接”的工艺修复柴油机气缸体。

3 工艺研制过程

3.1 垫片材料和厚度的确定

垫片材料要尽可能与原气缸体材料相同或接近，以防止电化学腐蚀，同时本身要具备比原气缸体材料更好的抗腐蚀性，以达到通过局部材料改进提高整体可靠性的目的。

垫片厚度确定，要从几个方面考虑。首先是确保垫片与气缸体之间能良好粘接，不变形；其次是垫片厚度能经受一个中修期内的腐蚀(不被蚀透而危及气缸体)；再者是垫片厚度要便于加工和安装；垫片厚度还要考虑对机体强度的影响，垫片厚度越大，机体相应去除的厚度也大。

经过试验论证，垫片材料为确定为锻铝，为修理标准化，厚度统一定为 3 mm。

3.2 粘接剂的选用

用于粘接气缸体和垫片的粘接剂必须具备以下性能: ① 对金属铝之间的粘接具有足够的结合强度; ② 良好的耐高温性能和耐腐蚀性能; ③ 在冷热交替使用环境中具有良好的使用寿命; ④ 在修复过程和随后的使用过程中对环境和操作者无有害影响或影响轻微在标准许可范围之内。

按照以上要求, 我们对国内外粘接剂产品进行了调研, 结合以往修理中在粘接剂使用方面积累的经验, 在众多产品中筛选出三种进行工艺试验, 测量计算结合强度, 评估环境影响。最终选定固化时间短、粘接强度高、无毒副作用的单组分环氧型粘接剂作为粘接材料。

### 3.3 对气缸体强度影响计算

将气缸体原肩胛平面镗去一个垫片的厚度, 对机体强度所产生的影响, 我们进行了局部强度校核。经计算, 加工后的许用剪切应力远大于实际工作时的剪切应力, 对强度影响可以忽略。

### 3.4 编制工艺流程

在选定了粘接剂、垫片材料和厚度后, 制定修复工艺流程如下:

加工垫片 → 镗去气缸体穴蚀层 → 清洁气缸体和垫片 → 粘接 → 加温固化 → 加工与气缸套的接合面 → 研磨接合面

## 4 试验和应用效果

首次修复的气缸体安装在柴油机上, 按专门编制的试验大纲进行台架试验, 考核运转 40 h, 然后

拆卸分解, 由有关人员共同进行技术鉴定, 未发现腐蚀、脱胶等缺陷。装艇试用效果良好, 经专家评审后工艺方法推广应用。

首批小修的某型护卫艇, 采用镶垫粘接工艺修复气缸体, 经实际使用, 未发现漏水。中修时拆检, 气缸体本体未出现腐蚀, 镶垫表面有轻微腐蚀, 采用研磨或更换垫片方法可方便地再次修理使用。

在成功修复的基础上, 工厂已形成生产流水线和批量修复能力, 在上级主管部门的支持下, 收集各地区更换下来的大量气缸体实施“再生性”修复, 再发往各地使用, 有效补充了装备器材供应, 并节约了大量的资源和装备维修经费。

对修复的气缸体进行质量跟踪情况表明, 经镶垫粘接工艺修复的气缸体, 质量可靠, 适应性强, 满足不同地域气候条件下的使用要求, 普遍使用 1200 h(一个中修期)以上不漏水, 修复产品的耐腐蚀性和使用可靠性已大大超越其原有性能。

## 5 结 语

绿色维修在装备修理中的应用已越来越广, 这是落实科学发展观和可持续发展战略的总要求。通过柴油机气缸体修复的成功实践, 我们对绿色维修及其所带来的综合效益有了更深的理解和体会。进一步探索先进、科学的修理方法, 使“绿色”理念深入到装备保障的各个环节中, 是未来的努力方向。

作者地址: 山东省威海市海滨北路 1 号 264200

Tel: (0631)5232601-8008、13863160097