



铸造活塞用镶圈自动渗铝装置的研制及应用

■ 孙淑霞, 王秀金, 刘志国

摘要: 介绍了一种铸造活塞用镶圈自动渗铝装置的研制及应用, 通过模拟设计、制造安装、调试应用, 以及生产数据统计和黏结层组织结构分析, 证明该自动渗铝装置不仅解放了人力, 提高生产效率, 而且提高了镶圈与铝基体的黏结性。

关键词: 铝活塞; 耐磨镶圈; 渗铝; 黏结层

1. 概述

活塞被称作内燃机的“心脏”, 是工作强度最大, 工况条件最恶劣的部件之一。在铝合金活塞中镶嵌的耐磨镶圈(见图1)具有耐高温、耐磨损的特点, 可有效克服活塞第一、第二环槽区域由于高温而使铝合金硬度大幅下降, 提高发动机输出功率, 因此镶圈活塞被广泛应用于高性能、大功率的柴油发动机中。

近年来, 这种镶嵌耐磨镶圈的工艺大有应用到小直径活塞的趋势。但是, 在这一过程中镶圈渗铝质量控制, 特别是小直径活塞镶圈渗铝质量控制一直是该工艺的控制难点。如何提高镶圈与铝合金基体的结合强度, 大家都进行了深入的探讨。本文从镶圈的渗铝过程进行分析, 模拟现有渗铝作业研制了一种活塞镶圈自动渗铝装置, 以提高镶圈的渗铝质量, 改善黏结层组织结构。

2. 现状分析

目前, 大多数活塞制造企业

沿用的镶圈渗铝方式, 是把耐高温、耐腐蚀的渗铝挂钩固定在一根钢管把手上, 将镶圈挂在渗铝挂钩上深入到渗铝熔池中进行镶圈渗铝。镶圈在渗铝的过程中, 生产人员要不时地拿起渗铝的镶圈在熔池中晃动, 以促进Fe-Al原子扩散反应, 保证镶圈形成均匀的、足够深的渗透层。这种镶圈渗铝方式一次只能渗一只镶圈, 生产效率低; 整个渗铝过程是通过人工频繁的晃动来保证镶圈渗透层质量, 镶圈渗铝质量不稳定, 并且生产人员要不时地拿起渗铝的镶圈在熔池中晃动, 占用了生产人员的有效操作时间, 降低了生产效率。

3. 镶圈自动渗铝装置的结构及工作原理

为实现活塞镶圈自动渗铝过程, 我们首先对生产人员渗铝作业进行标准化分析, 对人工晃动的频率、角度、行程和速度等参数进行了细致的测算。通过模拟与仿生设计, 研制了一种活塞镶

圈自动渗铝装置(见图2)。活塞自动渗环装置是一种电磁控制并通过气源提供动能的机械装置, 包括支撑构件、仿生渗铝构件和镶圈挂钩三部分。支撑构件包括垂直支架、旋转横梁和横向调整梁, 是针对熔池的位置和深度调整渗铝装置的位置和方向, 保证镶圈位于熔池渗铝液的最佳位置。仿生渗铝构件是自动渗铝装置的核心部件(见图3), 是由气缸1提供动力, 通过传力杆3将动力传递给渗铝挂钩固定横梁5, 固定横梁带动镶圈挂钩沿设计的曲线做往复的曲线运动, 以实现镶圈渗铝的功能。

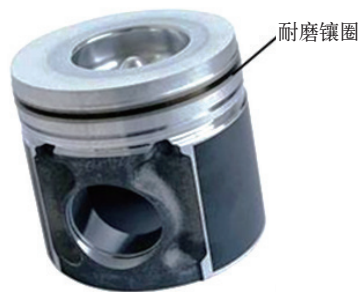


图1 镶嵌耐磨镶圈的铸铝活塞

渗铝挂钩固定横梁可以根据实际需要设计4~6个挂位,甚至更多。镶圈自动渗铝装置可以根据镶圈的大小、渗铝时间的长短,通过修改相关电磁控制参数,实现不同晃动频次、幅度。

4. 自动渗铝装置应用验证

活塞镶圈自动渗铝装置投入应用后,我们对生产数据、质量数据、镶圈黏结层组织结构等进行了跟踪验证和分析。

(1) 生产数据分析 由于实现了镶圈自动晃动渗铝,将生产人员从单调、重复的劳动中解放出来,生产人员可以利用这些时间进行更加必要的工作。实践证明,通过合理安排,可以实现一人双模、两人三模式生产,生产效率提升50%~85%。

(2) 质量数据分析 因为生产人员从单调、重复的劳动中解放出来,在保持产能不变的情况下,可以利用这些时间进行质量控制工作,比如:模具清理、涂层补偿、产品清理、产品检验等。通过数据统计发现,活塞镶圈自动渗铝装置投入应用后,该工位生产的产品缺陷数中“外观质量缺陷”项由以前的0.36%下降到现在的0.12%。“镶圈无损检测不合格品率”由以前的0.97%下降到现在的0.54%。

(3) 镶圈黏结层组织结构微观分析 镶圈与铝基体的结合层组织是一种扩散形态的组织结构。由图4可看出,镶圈与铝基体的结合层从组织形态上分为渗透层和扩散层两部分。渗透层连续且厚度均匀,呈带状,厚度为10~40 μm,靠近高镍耐磨镶圈

一侧较为平整,靠近铝基体的一侧犬牙交错,呈锯齿形。渗透层是以奥氏体A为基体、溶入较多Al原子的固溶体组织,具有一定的强度和硬度,特别具有良好的塑形。而扩散层主要成分是FeAl化合物和游离状态的石墨,以及其他氧化相成分。扩散层厚度是渗透层的2~4倍,由于该部分组织硬度较高,性能较脆,如果该层组织过厚或过于聚集,就会对材料组织形成割裂作用,受后期的切削力影响就非常明显,对镶圈与铝基体的黏结会产生不利的影响。

利用自动渗铝装置渗出的镶圈,由于镶圈在熔池中一直处于晃振状态,扩散层一直受到渗铝液的冲刷,在铸入过程中,再配以科学合理的浇注工艺,进一步增大对镶圈的冲刷,黏结层组织有了很大的改善。由图5可看出,渗透层厚度更加均匀,关键是扩散层的界面已不再像以前那样清晰,割裂作用明显降低,镶圈无损检测的质量数据也从宏观上证明了这一点。

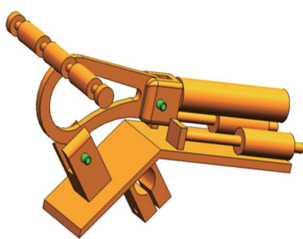


图2 自动渗铝装置工作台

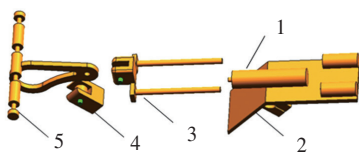


图3 自动渗铝装置效果装配爆炸图

1. 动力气缸 2. 工作台 3. 传力杆 4. 弧形运行支撑轴 5. 渗铝挂钩固定横梁

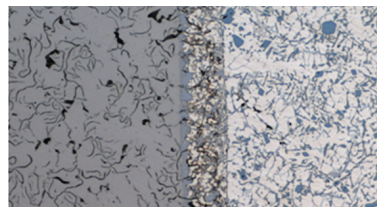


图4 镶圈与铝基体结合层组织

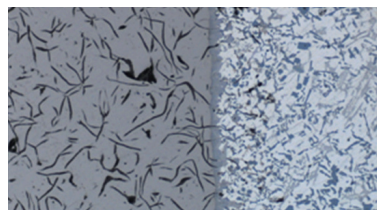


图5 采用自动渗铝装置的镶圈与铝基体的结合层组织

5. 结语

试验数据和粘结层组织结构分析证明,设计的这一款镶圈自动渗铝装置,第一次将镶圈渗铝操作实现了机械化生产,把生产人员从单调、重复的劳动中解放出来,提升了生产效率,提高产品质量,改善了镶圈与铝基体之间黏结层的组织结构。随着我国活塞铸造行业机械化的不断发展,镶圈自动渗铝装置将会有很好的应用前景。

参考文献

- [1] 苏道胜, 刘国强. 铝活塞耐磨镶圈[J]. 内燃机配件, 2004(4).
- [2] 许盼, 彭明诚, 等. 耐磨镶圈与铝活塞基体粘结强度问题研究[J]. 内燃机与配件, 2013(2).
- [3] 刘达利, 齐丕骧. 新型铝活塞[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998.

作者简介: 孙淑霞、王秀金、刘志国, 山东滨州渤海活塞股份有限公司。

MW 20160330