

汽车缸套激光硬化处理后的组织与性能

刘要武 李雨田 谢冀江 陶永义 程义新
(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘要 研究了汽车缸套激光硬化处理后的性能及组织特点。研究结果表明:采用激光硬化处理可明显提高缸套的硬度。其硬化组织主要为隐晶马氏体,片状石墨基本保持原形貌不变。

关键词 汽缸 激光硬化 显微组织

1 前言

缸套是汽车发动机的关键零件之一,一般是由铸铁铸造而成。其价格便宜,但硬度值偏低,易磨损。由于其工作条件比较恶劣,要求其具有较高的强度和耐磨性。因此,多年来人们一直在不断寻求各种解决途径。由于激光硬化处理这一新技术具有许多优异特点,被实践证明了解决这一问题的有效途径。本文通过对激光硬化处理后的夏利车缸套的解剖测试,研究分析了其组织特征和性能。

激光处理工艺及设备

采用快速轴流 CO₂ 激光器,额定输出功率为 500W,作激光加热源。缸套材质为灰铸铁。在激光处理前,表面涂吸收能涂层。处理工艺为:功率= 400W;扫描速度= 1~ 1.5m/min;离焦量约为透镜焦长 f 的 $1/4 \pm 20(\text{mm})$ 处。

收稿日期: 1998- 10- 26

修稿日期: 1998- 11- 03

3 试验结果与分析

3.1 激光处理带的硬度

硬度是在日本产 MVK-E 型显微硬度计上测定的, 加载荷 100g, 测试结果如图 1、图 2 所示。

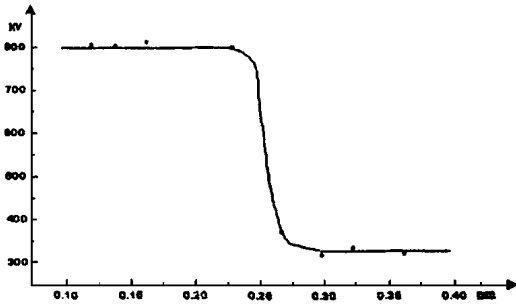


Fig. 1 The distribution of hardness along the depth of hardening layer

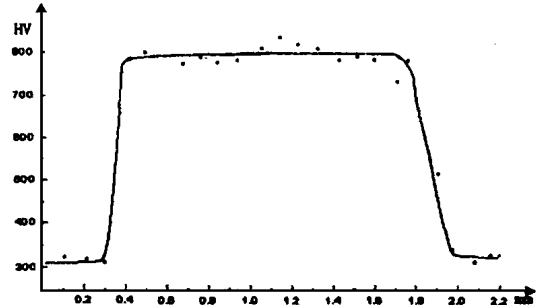


Fig. 2 The distribution of hardness along the width of hardening zone

从测试结果可以看出, 在上述处理工艺条件下, 缸套经激光处理后硬度显著提高, 其表面硬度由原始的 $HV_{0.1}300$ 左右提高到 $HV_{0.1}800$ 左右。硬化深度大于 0.25mm, 硬化带宽为 1.8mm 左右。

3. 激光硬化组织的特点

3.1 石墨相

缸套处理前的石墨为典型的 B 型石墨, 即点状石墨被卷曲的片状石墨所包围, 无方向性, 呈菊花状。经激光处理后, 除表面极薄层的微熔区外, 相变硬化区的石墨基本保持原状不变, 如图 3 所示。

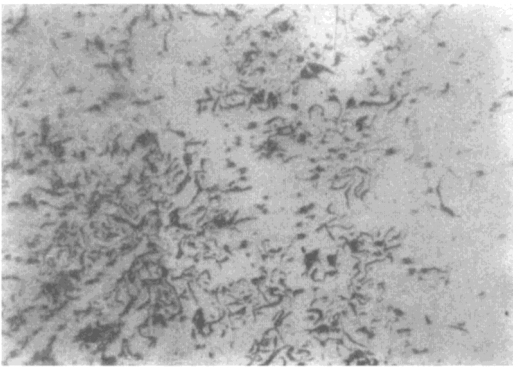


Fig. 3 Before and after laser treated pattern of

Fig. 4 Original microscopic structure of grey cast iron

graphite

3. 显微组织

激光处理前的灰铸铁原始组织如图 4 所示, 在片状珠光体的基体上分布着片状石墨和少量的磷共晶。

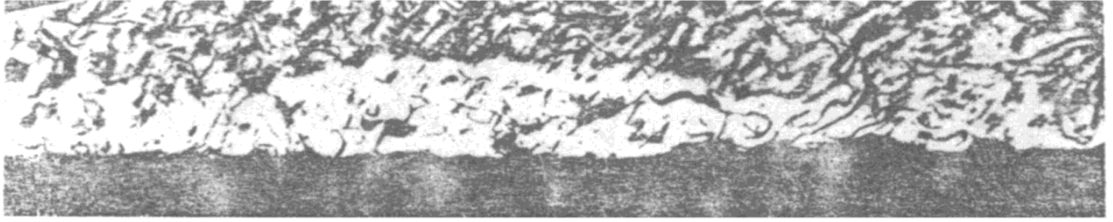


Fig. 5 The pattern of cross of laser hardening zone

在本处理工艺条件下, 良好的激光硬化区的横剖面大体可分为二个不同组织区, 即表层极薄的晶间微熔区, 接着是相变硬化区, 其为硬化带的主体, 如图 5 所示。图 6 为表面晶间微熔区的形貌, 原结构产生熔化, 并以微细的共晶形式重新结晶。肉眼观察时, 这种晶间微熔的表面光滑、微凸呈金属光泽较弱的白亮色。生产现场常以此作为硬化质量优良的判据。而且, 缸套在实际装车运行中未发现这种表面的有害影响。因为这一极薄的重熔表层在随后的研磨中也基本上被除掉。

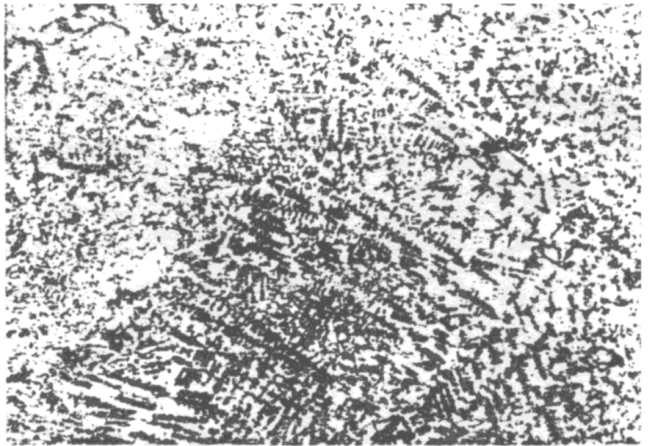


Fig. 6 Microscopic structure in laser melting hardening

激光相变硬化区的组织为隐晶马氏体以及均匀分布残余奥氏体和基本上保持着原始状态的片状石墨。同时此区内的低熔点共晶也有熔化, 重新凝固成更为细小的共晶组织, 而镶在磷共晶上的碳化物条基本保持原来形态, 如图 7 所示。

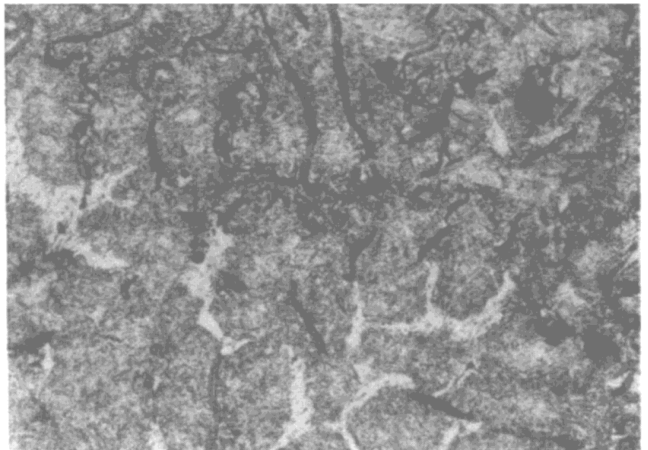


Fig. 7 Microscopic structure in laser quench hardening

上述激光硬化区的组织特征是由激光处理的特点所造成的。由于光束能量近似高斯曲线分布, 中间峰值能量高, 边缘较低, 硬化带中心容易产生熔凝层, 层的厚度可控制。又因为光束加热速度极快, 奥氏体的形成温度很高, 其成核率远

大于其长大速度, 至使起始晶粒细小。因保温时间短, 奥氏体晶粒来不及长大, 在随后的急冷

中,形成了这种细密的淬火组织。

4 结 论

(1) 汽车缸套经激光硬化处理后,可显著提高其硬度,一般可达 $HV_{0.1} 700 \sim 800$ 左右。

(2) 汽车缸套的激光硬化组织主要是由极为细小的隐晶马氏体,基本保持原形的条状碳化物以及均匀分布的残余奥氏体所组成。而菊花状石墨基本保持原来形貌不变。

参 考 文 献

- 1 黄积荣主编. 铸造合金相图谱. 北京: 机械工业出版社, 1980
- 2 刘云旭. 金属热处理原理. 北京: 机械工业出版社, 1981
- 3 王家金主编. 激光加工技术. 北京: 中国计量出版社, 1992

Microscopic Structures and Properties of Laser Hardened Automobile Cylinder

LIU Yao-Wu, LI Yi-Tian, XIE Ji-Jiang, TAO Yong-Yi, CHENG Yi-Xin
(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

Some investigations on laser hardened properties and microscopic structures characteristic of automobile cylinder were conducted in this paper. The study indicates that using laser hardening can remarkably improve the hardness of cylinder. The laser hardening microscopic structures are mainly very fine martensite and the original pattern of flake graphite basically remain.

Key words: Cylinders, Laser hardening, Microscopic structures

刘要武 女, 1952年4月16日出生, 1975年毕业于东北大学金属物理专业。主要从事激光加工技术及材料的测试分析工作, 获国家“六五”攻关奖及中科院科技进步二等奖一项, 长春分院科技进步一等奖二项和国家发明专利一项, 并在国内有关刊物上发表了9篇论文。