

用 SBG-6 型工业电视监测光参量振荡出光。用 WDS-2 型光栅单色仪标定光参量振荡的波长调谐曲线和用 Tektronix 485 型示波器监测波形。

控温仪的调温速率为 $5^{\circ}\text{C}/20$ 分钟。温度每变化 5°C ，用光栅单色仪测量一个参量振荡波长。当温度从 120°C 升到 230°C 时，波长调谐范围相应地从 $4\mu\text{m}$ 变到 $2.8\mu\text{m}$ 。波长调谐曲线如图 2 所示，图中圆点表示实验测得的数据。

波长调谐曲线中 $2.87\mu\text{m}$ 点的参量振荡光很弱，几乎停止振荡，原因是 LiNbO_3 在生长中含有少量氢-氧根离子 (OH^-)，它的吸收峰正好位于 $2.87\mu\text{m}$ 。图 3 是 LiNbO_3 的透过率曲线。

光参量振荡调谐波长为 $3.3\mu\text{m}$ 时，谱线宽度约 3cm^{-1} ，波长稳定性优于 5cm^{-1} 。工作重复率为 10 pps 时，其输出能量约 $0.3\text{mJ}/\text{脉冲}$ 。

由于我们选择优质 LiNbO_3 及其最佳匹配角以及合适的温度调节范围，至今未有发现 LiNbO_3 光损伤和脱氧，我们认为这是本实验中的一个技术突

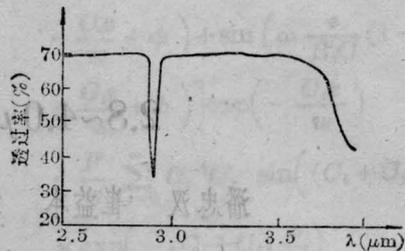


图3 铌酸锂透过率曲线

破。

袁幼心和程士亮同志为本实验研制了光参量振荡器的腔膜片，在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Shen Y. R. Nonlinear Infrared Generation
Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1977: 88

(收稿日期: 1986年10月18日)

弹性联轴节主簧片的激光热处理

苏宝熔 陈兰英 钱 铮

(中国科学院上海光机所)

张福端 徐国华

(铁道部大连机车厂)

Laser heat treatment of a master reed in elastic shaft coupling

Su Baorong, Cheng Lanyin, Qian Zheng

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

Zhang Fuduan, Xu Guohua

(Dalian Locomotive Factory, Dalian)

Abstract. The relation of technological parameters of transformation hardness of the master reed (50CrV) with its characteristics and wear resistance were studied. The experimental results indicated that wear resistance of the master reed were increased by a factor of ten after heat treatment.

一、引 言

簧片式弹性联轴节是一种高弹性、高阻尼的联轴节，它广泛用于高、中速柴油机、齿轮箱或发电机转子的联接，主簧片是该种联轴节的关键零件。

生产上要求主簧片在保持高弹性基础上提高局部表面耐磨性。其技术要求是：材料为 50CrV 钢，硬化层深 0.5mm ，表面硬度 $\text{Rc}60\sim65$ ，变形 $\leq 0.02\text{mm}$ ，硬化层宽 10mm ，其两端各留 3mm 非硬化区，簧片整体尺寸为 $350\times 130\times 8\text{mm}^3$ 。

目前的表面硬化处理工艺只能保证高弹性,无法解决耐磨问题,造成端部磨损严重。据行车记载,机车行走 18 万 km 主簧片端部磨损 1 mm,行走 56 万 km 磨损提高达 3 mm,造成机车返厂大修繁重。

我们用 HJ-1 型 CO₂ 激光加工机^[1]研究了 50CrV 钢激光固态相变硬化工艺参数与组织性能的关系,以及磨擦副的最佳匹配等问题;并通过 58 台机车、16 个机务段试用,表明其耐磨性提高 10 倍。

二、试验结果与讨论

2.1 由于激光加热时间很短,奥氏体组织几乎是一经形成即被自冷淬火,所以相变上临界点可以比常规热处理高得多,一般以熔点为限。可见激光相变硬化工艺参数选择范围比较大,利于大生产。当材料固定时影响硬化层深度的因素只有激光功率密度和作用时间即扫描速度。通过这两个因素的有效控制可获得不同的硬化深度、硬度和金相组织。图 1、2 给出激光热处理的功率密度、扫描速度与层深的关系。当功率密度上升至临界相转变点(熔点下)时,硬化层深度达到该扫描速度的最大值;若继续增大功率密度便出现熔化。同理,固定功率密度,调整扫描速度可得到硬化深度的最大值。应该指出,当功率密度相同时,光斑大小不同,它的热作用效果也不

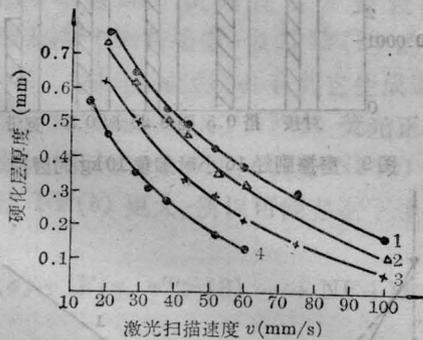


图 1 激光功率密度、扫描速度与层深的关系
1— $9.9 \times 10^3 \text{ W/cm}^2$; 2— $9.2 \times 10^3 \text{ W/cm}^2$;
3— $7.9 \times 10^3 \text{ W/cm}^2$; 4— $6.9 \times 10^3 \text{ W/cm}^2$

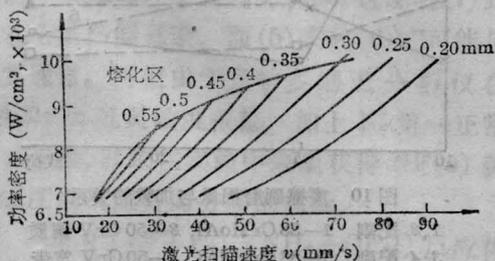


图 2 不同层深的激光功率密度与扫描速度的关系

一样。图 2 表明熔化区以下的区域均可获得相变硬化,根据条件和条件可任意选择激光热处理工艺参数。当层深 $< 0.2 \text{ mm}$ 仍能硬化,但无使用价值。

2.2 激光相变硬化的硬度分布特征:激光光束空间强度分布决定硬化带沿截面的形状。我们通过谐振腔的匹配与调整,使多模光束空间强度分布为中间弱边缘强,其硬化带截面为平顶月牙形,见图 3。

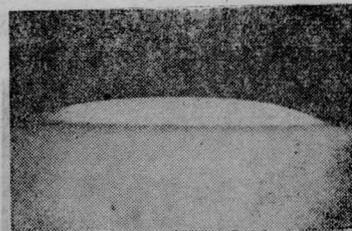


图 3 激光硬化带截面

激光相变硬化可获得不同形态的淬火马氏体组织,其硬度主要取决于加热时母相奥氏体中的含碳量,而这时渗碳体在奥氏体中的溶解度随功率密度的升高而增大。因此调整激光工艺参数可获得不同的硬度分布。图 4 表明,在相同功率密度下,硬化带的宽度和深度随扫描速度增加而变小。尤其在功率密度较低的条件更为明显。但其沿截面硬度分布均匀性随扫描速度减慢而变好。说明在相变区扫描速度慢有助于渗碳体在奥氏体中的溶解和奥氏体长大。

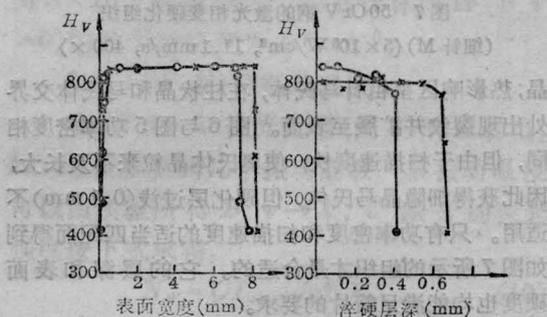


图 4 同一功率密度、不同扫描速度下
表面和截面硬度的分布
功率: 1300 W; 速度: ×—11.1 mm/s, ●—13 mm/s

2.3 50CrV 钢相变硬化的组织特征

从奥氏体形成机制得知,奥氏体晶核最容易在铁素体和渗碳体交界面上生成,而奥氏体晶核长大速度与珠光体片间距成反比。所以材料原始组织晶粒度越小或碳化物弥散度越大越有利于激光相变硬化区内奥氏体成核、长大。因此我们选簧片的原始组织为细羽毛状索氏体。图 5 表明在高功率密度、长时间作用下,表层的温度超过熔点,使表面呈柱状

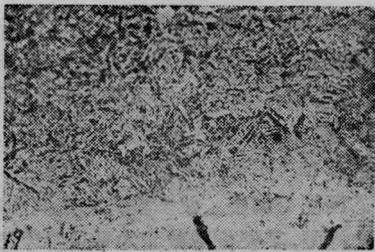


图5 50CrV 钢的激光熔化组织
($9 \times 10^3 \text{ W/cm}^2$, 21.2 mm/s , $400 \times$)

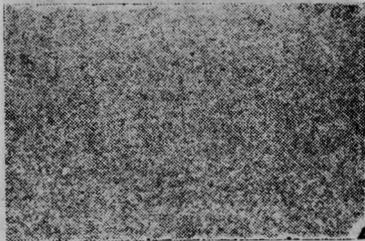


图6 50CrV 钢的激光相变硬化组织
(隐晶 M) ($9 \times 10^3 \text{ W/cm}^2$, 52.5 mm/s , $320 \times$)

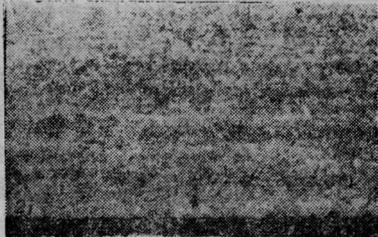


图7 50CrV 钢的激光相变硬化组织
(细针 M) ($5 \times 10^3 \text{ W/cm}^2$, 11.1 mm/s , $400 \times$)

晶,热影响区呈粗针马氏体,在柱状晶和马氏体交界处出现裂纹并扩展至表面。图6与图5功率密度相同,但由于扫描速度快,使奥氏体晶粒来不及长大,因此获得细隐晶马氏体,但硬化层过浅(0.1mm)不适用。只有功率密度和扫描速度的适当匹配而得到如图7所示的组织才是合适的。它的层深和表面硬度也均能满足簧片的要求。

2.4 簧片摩擦副的最佳匹配:在弹性联轴节部件上,簧片与花键轴构成一对摩擦副。花键轴采用38CrMoAl,经氮化处理,层深0.3mm,表面硬度Re50~56。簧片分别经高频处理、调质处理、激光处理。它们配成7对摩擦副进行了快速模拟磨损试验,其结果见图8、9、10。图10表明了磨损发展的三个阶段,即磨合、稳定磨损及剧烈磨损阶段。

2.5 主簧片装机运行情况及其经济效益:自1982年起凡大连机车厂出厂的弹性联轴节均各装12组激光和常规热处理的主簧片。在该厂正式投产前已装了58台车,它们分别在赤峰、丰台等16个机

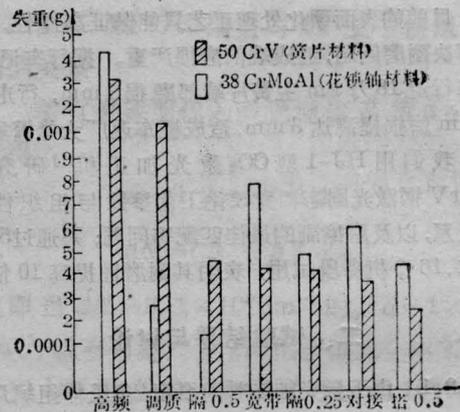


图8 不同匹配的摩擦副经8小时加载10kg的磨损

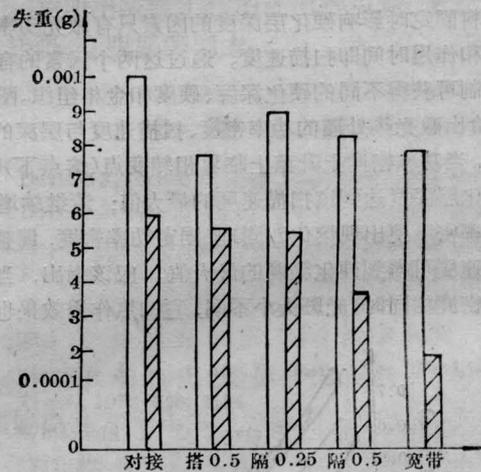


图9 摩擦副经16小时加载10kg的磨损

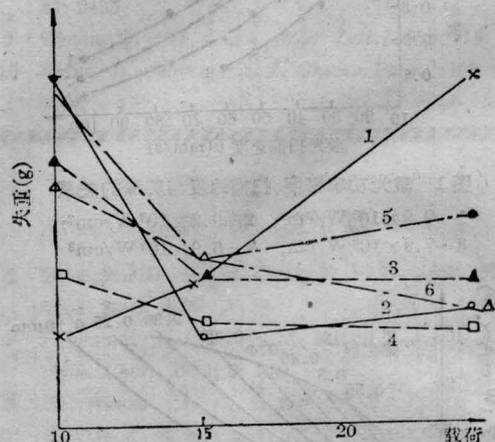


图10 摩擦副磨损量与加载的关系

1、2 配副 1—38CrMoAl, 2—50CrV 调质
3、4 配副 3—38CrMoAl, 4—50CrV 宽带
5、6 配副 5—38CrMoAl, 6—隔0.25mm

务段使用。结果表明, 常规热处理的主簧片经 18 万 km 运行后, 其端部磨损深 1mm, 而激光处理的簧片, 端部磨损均不到 0.1mm, 其耐磨性提高 10 倍。

参 考 文 献

- [1] 王哲恩 *et al.* 激光, 1980; 7(7): 1
(1986年8月6日收稿)

YAG 激光杀虫试验报告

蒋 心 廉

(湖北省粮食学校)

Experimental report on killing injurious insects by YAG laser light

Jiang Xinlian

(Hubei Provincial Food School, Wuhan)

Abstract: Experimental results are reported on studies of controlling adults of maize weevils (*sitophilus zeamais* mots), lesser grain borer (*Rhizopertha Dominica* Fab) and red flour beetle (*tybolium castaneum* herbst) on stored wheat paddy and rice by means of YAG laser light.

我们应用 YAG 激光防治小麦、稻谷、大米中裸露玉米象、谷蠹、赤拟谷盗三种成虫。下面报道我们的一些试验结果。

1. 供试虫种: 1985年5月初从孝感市朋兴粮所稻谷仓中采集谷蠹活成虫 950 头; 花园粮所大麦仓中采集玉米象活成虫 2,000 头, 面粉中采集赤拟谷盗活成虫 500 头。

2. 供试粮种: 由孝感市朋兴粮所提供 1984 年入库经过熏蒸的籼稻、小麦和标二大米作饲养粮。籼稻水分为 12.5%, 小麦水分为 13.5%, 大米水分为 13.3%。

3. 试验方式

(1) 玉米象成虫是辐照 2 次作 1 代试验, 分别用小麦和小米饲养。

(2) 谷蠹成虫是辐照 2 次作 1 代试验, 分别用小麦和稻谷饲养。

(3) 赤拟谷盗成虫只辐照 1 次, 用大米饲养。

4. 试验分组: 每种试验都分为 5 个组, 编号为 1 号、2 号、3 号、4 号、5 号(为对照组)。每组试虫 100 头(谷蠹为 50 头)。每组饲养粮为 200 g。

5. 辐照剂量及时间

辐照剂量分为 5 W/cm^2 , 8 W/cm^2 。

辐照时间分为 5s、10s、15s。

6. 结果

(1) 害虫死亡率

① 玉米象: 用 YAG 激光对玉米象成虫与供饲养小麦、大米分组进行两次不同剂量和不同时间辐照处理后, 置 $28\sim 32^\circ\text{C}$ 条件下饲养。在第 4 次筛检中, 小麦饲养的 1~4 号校正死亡率均为 100%, 大米饲养的 1 号、2 号、4 号校正死亡率为 100%, 只有 3 号为 98.9%。

② 谷蠹: 用 YAG 激光对谷蠹成虫与供饲养小麦、稻谷分组进行两次不同剂量和不同时间辐照处理后, 置 $28\sim 32^\circ\text{C}$ 条件下饲养。在第 4 次筛检中, 稻谷饲养校正死亡率: 1 号为 97.94%, 2 号为 89.69%, 3 号为 95.87%, 4 号为 93.81%。

③ 赤拟谷盗: 用 YAG 激光对赤拟谷盗成虫与供饲养大米分组进行不同剂量和不同时间一次辐照处理后, 置 $28\sim 32^\circ\text{C}$ 条件下饲养。在第 4 次筛检中, 其校正死亡率: 1 号为 100%, 3 号为 95.39%, 4