

微机控制激光加工专机的研制

戚文军, 何艳兵, 刘斌, 黄科, 张勤学, 陈一清

(广州有色金属研究院材料表面工程技术研究开发中心, 广东 广州 510651)

摘要: 用于发动机汽缸和缸套表面改性处理的激光加工专机是以 8031 单片机为控制核心, 通过计算机软件 and 示教系统完成参数的输入及存贮、处理过程的程序控制及故障报警。该专机在系统设计中融合了工艺研究的成果, 可获得发动机缸套高性能硬化层的优化处理模式。

关键词: 激光加工; 微处理机; 表面热处理

中图分类号: TG665

文献标识码: A

激光束具有方向性强、可控性好和能量密度高的特点, 能在瞬间将金属表面加热或熔化, 并在急冷后, 使金属表面的组织结构发生变化, 获得与基体整体的机械物理化学性能差别很大的表面。用激光处理发动机缸体及缸套的表面是激光束在材料表面改性加工中的重要应用, 采用大功率 CO_2 激光束处理发动机缸套较常规硬化方法(高频淬火、加硼硬化)有许多突出优点: (1) 高功率密度的激光束可以使扫描带获得微晶马氏体组织的高硬度耐磨层; (2) 处理带表面光滑, 变形小(失圆度 $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$), 减少后续加工工序及提高成品率; (3) 扫描轨迹可控, 可随意改变激光处理的硬化面与基体软面的比例, 以提高整体缸套的耐磨性能和使用寿命。

为实现激光处理发动机缸套的优化处理模式, 使专机能够按照优化的轨迹模型和工艺程序完成整个处理过程的一体化控制, 达到最佳的处理效果。经过深入的工艺研究和设备开发, 研制出一套具有优选工艺参数、选择运行状态、完成系统程序控制功能的激光加工专机, 使激光处理汽缸套在线生产的质量得到保证。

1 系统结构

激光加工专机由激光器、光路传导系统、升降旋转处理系统和激光控制系统组成。从缸套定位装夹到不同缸径、各种疏密条纹的激光处理加工由激光加工专机完成。激光器选用国产 HJ-4 型横流 CO_2 激光器, 多模输出, 按硬化深度要求的光斑密度计算, 激光束斑可在 $2.5 \sim 5.0 \text{ mm}$ 内调节。

收稿日期: 2001-05-17

作者简介: 戚文军 (1956-), 男, 上海人, 教授级高工, 硕士。

为了满足缸径不同、厚薄差异及处理带疏密变化的要求和方便调节与控制激光能量,在研制专机中要解决导光系统、透镜保护和控制热积累的关键技术问题。

1.1 导光系统

激光加工机的导光系统与加工机床联成一体,使光路简化并提高了光束的可控性,如图 1 所示。来自激光器的光束射入导光系统后,首先受控于光束的切换装置——光闸,光闸采用气动方式,由程序控制自动切换,45°全反射大平面镜将激光改变方向,通过透射聚焦系统聚焦后,再经 45°全反射小平面镜改变方向,使激光束垂直投射到缸套壁内表面上。透射聚焦光学系统和 45°小反射镜组装在可以升降的光筒上。这种反射系统使光束横截面的能量分布模式基本不变,可获得激光束处理区域的深度和宽度以及硬度和组织都较均匀的硬化层。He-Ne 激光对准装置采用一次投射到光闸反射镜的结构,经 45°大平面反射镜和 45°小反射镜将对准光束投射到缸壁上,形成与激光同轴的反射光路。

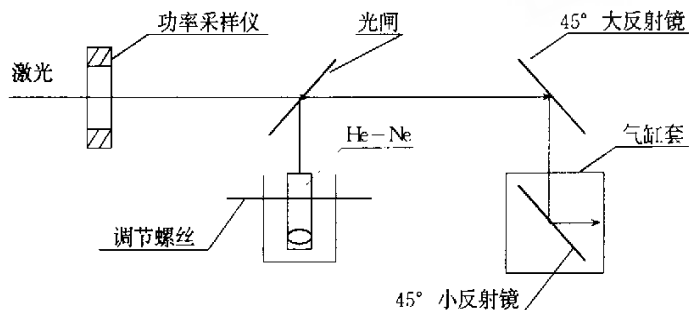


图 1 光路示意图

Fig. 1 Schematic drawing of laser beam path

处理系统采用导光头升降运动配合工件旋转的方式,在软件控制下获得疏密不同的螺旋扫描带。为保证光束传导的准确性,使激光扫描过程中不产生位移误差,专机采用了步进电机和同步齿轮带动滚珠丝杆的高精度传动系统,以提高导光头传动精度。离焦量的变化由导光头的伸缩调节来完成。从表面处理对激光束能量的要求来看,选用焦距 400 mm 的透镜,激光能量在离焦量调节过程中变化较小,利于达到控制处理层深度的目的。

1.2 透镜防护

工业生产中对透镜和反射镜的保护十分重要。提高透镜和反射镜使用寿命的关键是防止镜面的污染。构成镜面污染的主要因素有:(1)大气尘埃;(2)金属表面的气化物质;(3)吸收涂层的挥发。为此,导光头出口设计了专用的喷嘴,该喷嘴有较长的压缩气道,使气流流经气道时产生旋转压缩效应,形成一定压力的气罩,有效地防止金属蒸气的反喷。

1.3 控制热积累

激光的局部加热使缸套处理表面获得较高的冷却速度,随着处理的区域增加,先期扫描带散失的热量传递到邻近区域,使缸套后续扫描区域的温度升高,造成“热积累”,而且随着处理时间的增加,热积累过程逐渐突出。在缸体或厚壁缸套的处理中,由于基体的散热条件较好,热积累效应并不明显。然而在激光处理薄壁缸套(壁厚小于 3 mm)中,由于积累的热量来不及散失,后期扫描的硬化带表面发生严重熔化,故需要适时地加入冷却气体,使表面强制冷却和散

热加快,为此设计了专用的气冷装置,它由设定的处理程序控制,适时开启阀门,对薄壁缸套进行冷却,流量可任意调节。

2 系统功能

本机采用 8 个 8 段数码显示器和 4×8 列阵键盘输入系统完成处理方式的选择、处理规范参数的输入与再现功能。与汽缸套的优化处理模式相对应,示教程序需要一次输入 5 个参数组成一组规范值,分别为疏段扫描距离和速度、密段扫描距离和速度及旋转速度。因此,显示器采用了三区分配形式。由状态字记忆输入的规范,并按段存入相应的地址区。状态字为“1”,输入疏段和密段的扫描距离;状态字为“2”,输入疏段和密段的扫描速度;状态字为“3”,输入旋转速度。参数的输入和修改均在闪亮光标位上进行,输入后的规范数据存入对应的单元表格中。

系统中采用两套数据表,第一套数据表固化在 EPROM 中,是各种处理条件下的最优规范;第二套数据表存入内存 RAM 中,仅在开机时有效。这些规范可由存于 EPROM 中的数据表中调出,也可以通过键盘逐一设定修改。应用此套示教系统后,可以方便地控制激光处理中的各个规范参数,以期达到最理想的处理效果。

3 系统控制

3.1 控制方式

本专机的控制功能是:激光加工顺序控制;激光扫描轨迹控制;最优化过程控制及故障诊断和报警功能。其原理框图如图 2 所示。由图 2 可知,激光加工系统以 8031 单片机为控制核心,包括开关量控制、输入显示、故障检测及报警和接口驱动控制。步进电机的调速是通过软件变换脉冲发送频率的方式实现,可获得不同的扫描轨迹。

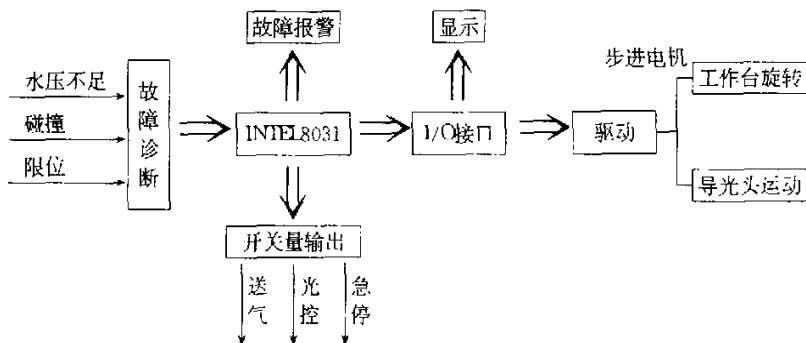


图 2 激光加工系统控制原理框图

Fig. 2 Control principle block drawing of the laser processing system

根据专机控制的要求,应用板完成对 8031 单片机的应用开发及处理规范和程序的存贮;I/O 接口板完成对步进电机的驱动和运动方式控制的信号转换、开关量的转换输出、故障诊断输出等;键盘显示板完成处理参数的输入和选择。单片机输出的驱动脉冲经放大和光耦合之后

送功率驱动器,然后由功率驱动器输出驱动步进电机旋转的脉冲电流.步进电机的步进参数由软件控制^[1].

3.2 键入方式

在 4×8 列阵键盘上设定两个光标键,用于在示教状态下进行规范参数的输入和修改.由于显示器分段与规范值组成的表格有对应的坐标关系,因此采用横坐标、纵坐标定位的光标键选择和修改参数.输入时可通过“→”键调节横坐标(移动闪动光标),通过“↓”键调节纵坐标(1→2→3→1).通过数字键可修改光标指示位值,每改一次,光标自动后移,改完最后一位,光标回至首位.

3.3 控制程序

专机控制软件由主程序(含示教程序)和控制程序两大部分组成.主程序和控制程序框图如图3和图4所示.

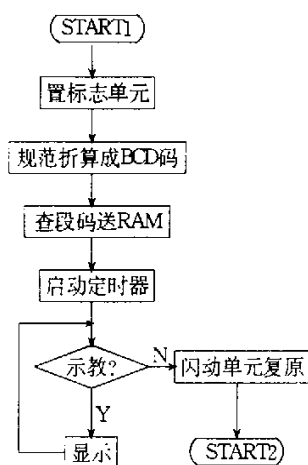


图3 示教主程序
Fig.3 Main teaching program

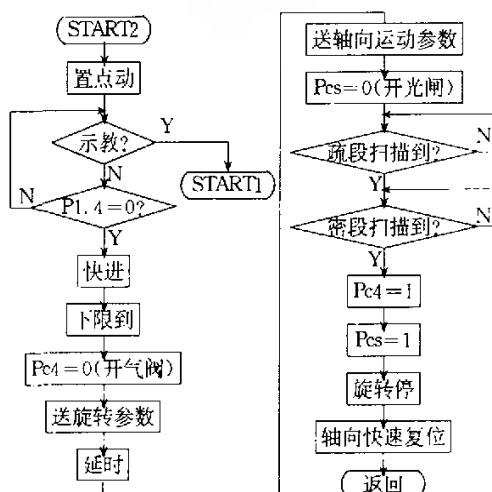


图4 控制程序框图
Fig.4 Block drawing of the control program

示教程序完成规范参数的输入及存贮,由规范图中查出某一光斑尺寸条件下的激光功率和扫描速度,并按照要求的硬化面积比确定汽缸套的旋转速度,然后在光标闪动位上输入一组数(5个参数),输入的规范参数经量化后存入对应的内存区.

控制程序完成下述功能:输入的疏密段距离经运算之后,控制导光头快速下降到位(速度为 50 mm/s),然后以设定的疏段速度沿轴向向上运动,同时汽缸套旋转,以获得螺旋型硬化带.扫描一定距离后,导光头调整运动速度,得到硬化面积比高的密型螺旋硬化带.导光头的轴向运动和汽缸套的旋转采用定时器中断的方式,输入的速度值经量化和运算后,控制计算机的时钟发送脉冲.

为适应轴向的高速进位运动,根据步进的矩频特性,在软件程序中增加了升降频控制,以保证由转速为零迅速上升到最高频数的转矩^[2].

4 结 论

(1) 专机设有小型数据库, 存贮了整套处理所需的规范参数. 通过示教程序输入参数, 并在微机控制下完成整个处理过程的程序控制.

(2) 实用的示教再现系统, 有利于规范参数的输入及修改.

(3) 整机系统的功能完善, 使激光处理的缸套表面质量得到保证.

参考文献:

- [1] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996. 74—308.
- [2] 陈伟人. 单片微型计算机原理及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1987. 75—230.

Development of microprocessor-controlled special laser processor

QI Wen-jun, HE Yan-bing, LIU Bin, HUANG Ke, ZHANG Qin xue, CHEN Yi-qing

(Research & Development Center for Material & Surface Engineering Technique under
Guangzhou Research Institute of Non ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

Abstract: A special laser processor used for surface modification treatment of engine cylinder and cylinder liner uses an one-chip computer 8031 as its control center and relizes the input and storage of parameters, program control over the treatment process and trouble-warning through the computer software and teaching system. By integrating the achievements of technological research into the system design, the processor can provide an optimized processing mode in which high performance hardened layer can be obtained on engine cylinder liners.

Key words: laser machining; microprocessors; surface heat-treatment