

文章编号: 1001-3806(2013)03-0376-04

凸轮激光热处理控制轨迹研究

宋晓梅, 司付兴, 刘东升, 蔡汉明

(青岛科技大学 机电工程学院, 青岛 266061)

摘要: 为了解决凸轮激光热处理过程中热效应相等的问题, 在保证激光光斑在工件曲线表面的相对扫描速率恒定、热处理过程中激光聚焦镜中心到工件轮廓表面的距离不变以及激光束始终沿工件轮廓面的法线方向入射的技术基础之上, 提出了控制激光光斑匀速运动的瞬时同心异径算法。同一时刻, 工件轮廓表面与等距线上对应点具有相同的圆心, 通过设定的工件轮廓表面恒定扫描速度, 可以反求出位于等距线上相应点激光头的速度, 进而对激光头进行控制。利用 MATLAB 进行了仿真计算, 得出了等距线上激光头的速度值。结果表明, 该算法可以解决激光热处理过程中激光头的速度问题。

关键词: 激光技术; 激光热处理; B 样条曲线; 等距线; 匀速

中图分类号: TG156.99

文献标识码: A

doi: 10.7510/jgjs.issn.1001-3806.2013.03.024

Trajectory control about laser heat treatment on a cam

SONG Xiao-mei, SI Fu-xing, LIU Dong-sheng, CAI Han-ming

(College of Electromechanical Engineering, Qingdao University of Science & Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: In order to solve the problem that how to keep the thermal effect constant during the procedure of laser heat treatment on a cam, a so-called algorithm, instantaneous concentric reducing tee algorithm (ICRTA) was put forward to control the laser spot moving at a uniform velocity. It can be realized under three presuppositions, i. e., the relative speed keeps the same when laser spot scans the curved surface of the workpiece, the distance between the focused laser spot and the profile of the workpiece keeps unchanged, the laser beam is incident along the normal direction of the work piece surface all the time. The surface of the work piece contour and the corresponding points of equidistant line have the same center point at the same time. For a certain constant scan speed at the work piece contour surface, the speed of laser head at the corresponding point of equidistant line can be calculated, so that the movement of the laser head can be controlled. Simulation results with MATLAB show the algorithm is feasible.

Key words: laser technique; laser heat treatment; B spline curve; offset curve; uniform speed

引 言

激光热处理是指利用高能量的激光束快速扫描工件, 光束能量被表面极薄的一层小区域快速吸收而使温度急剧升高, 然后移开激光束, 在瞬间实现自冷淬火, 使激光加热形成的高温奥氏体转变成马氏体, 实现激光相变硬化。激光淬火由于加热速度快, 易使金属表面过热, 并且冷却速度也快, 碳来不及扩散因而使残留奥氏体增加。随着奥氏体向马氏体的转变, 得到高碳马氏体, 从而提高了淬火硬度。与普

通淬火方法相比, 激光热处理具有热处理变形小、加工精度高、工艺周期短、加工柔性好、节能环保的优点。然而现有的激光加工数控系统只能对简单的直线、圆弧或者特定曲线轮廓的工件进行加工, 无法对任意曲线轮廓的工件进行激光热处理^[1]。目前, 激光头的运动速度问题的研究还是一片空白。本文中的研究对象是 2 维的任意凸轮轮廓曲线, 旨在填补该问题上的空白。为方便理论研究, 假设凸轮固定不动, 激光头绕凸轮运动。

1 凸轮轮廓曲线的表达

在遇到的各种曲线中, 比如圆、椭圆、抛物线、双曲线等都可以用特定的方程表示出来, 都是规则曲线。但是, 凸轮表面轮廓曲线一般由规则曲线与不规则曲线组合而成, 为此, 笔者采用 3 次 B 样条曲

作者简介: 宋晓梅 (1960-), 女, 副教授, 研究方向为 CAD/CAM CAPP 数控技术。

E-mail: 505038107@qq.com

收稿日期: 2012-05-18; 收到修改稿日期: 2012-10-30

$$\begin{cases} p_{x_3}'' = \frac{1}{6}(6t \ 2 \ 0 \ 0)AB_x \\ p_{y_3}'' = \frac{1}{6}(6t \ 2 \ 0 \ 0)AB_y \end{cases} \quad (8)$$

B 样条曲线在该点处的曲率半径为:

$$R = \frac{(|p_{x_1}'|^2 + |p_{y_1}'|^2)^{3/2}}{-|p_{x_1}'| \times |p_{y_3}''| + |p_{y_1}'| \times |p_{x_3}''|} \quad (9)$$

设以该点处曲率半径为半径的圆的圆心为 O , 光斑在凸轮表面以速率 v 做匀速运动, 则角速度为:

$$\omega = v/R \quad (10)$$

对于外凸的情况^[7], 等距线上激光头的速度 v_2 的大小为:

$$v_2 = \omega \cdot (R + D) \quad (11)$$

图 1 显示了外凸曲线的等距线模型, 若已知轮廓曲线上的速率 v 、曲率半径 R 和等距距离 D , 依据 (10) 式和 (11) 式可相应求出等距线上速度 v_2 的大小, 其方向为该点在等距线上的切线方向。

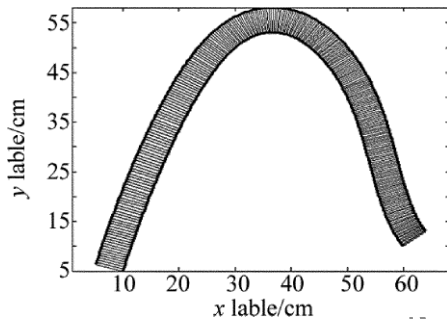


Fig. 1 Solving model of equidistance line speed about convex curve

对于内凹的情况, 等距线上激光头的速度 v_2 的大小为:

$$v_2 = \omega \cdot (R - D) \quad (12)$$

图 2 显示了内凹曲线的等距线模型, 同样, 若已知轮廓曲线上的速率 v 、曲率半径 R 、等距距离 D , 根据 (10) 式和 (12) 式, 可相应求出等距线上速度 v_2 的大小, 其方向为该点在等距线上的切线方向。

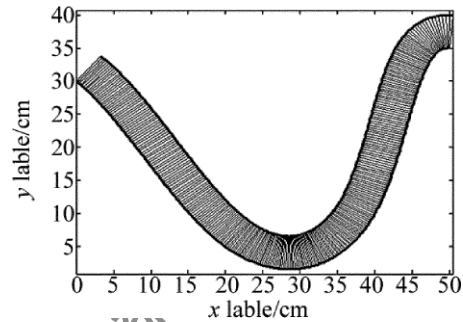


Fig. 2 Solving model of equidistance line speed about concave curve

4 MATLAB 仿真

笔者选取了 8 个控制点, 采用 MATLAB 工具软件对以上算法进行仿真, 设定凸轮轮廓表面光斑的定值速率 $v = 0.5\text{m/s}$, 等距线之间的距离 $D = 0.5\text{cm}$ 。通过计算, 得到了比较合理的等距线上激光头的运动速率, 部分数据如表 1 所示。仿真结果如图 3 所示。

Table 1 Speed of the laser head

the speed of the laser head / (m · s ⁻¹)											
0.6852	0.6805	0.6759	0.6715	0.6673	0.6633	0.6594	0.6557	0.6522	0.6488	0.6456	0.6425
0.6395	0.6367	0.6340	0.6315	0.6290	0.6267	0.6245	0.6225	0.6205	0.6186	0.6169	...
0.6358	0.6345	0.6332	0.6320	0.6309	0.6298	0.6289	0.6279	0.6271	0.6264	0.6257	0.6251
0.6246	0.6242	0.6239	0.6236	0.6234	0.6233	0.6233	0.6234	0.6236	0.6239	0.6242	...
0.7414	0.7393	0.7372	0.7351	0.7328	0.7306	0.7282	0.7259	0.7235	0.7211	0.7186	0.7161
0.7136	0.7111	0.7085	0.7059	0.7034	0.7008	0.6982	0.6956	0.6930	0.6904	0.6878	0.6852

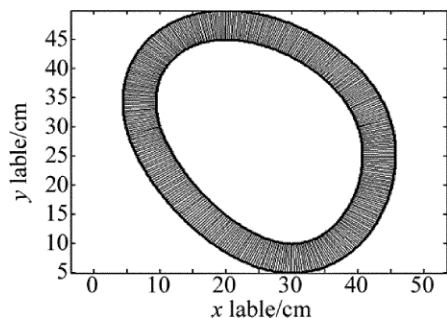


Fig. 3 Model of trajectory control about laser heat treatment on a cam

5 结论

从激光头与轮廓表面等距、激光束沿轮廓法线方向入射以及激光光斑在轮廓表面恒定扫描速度 3 个方面分析了复杂轮廓激光热处理热效应时相等的条件, 解决了激光光斑在凸轮轮廓曲线上的匀速问题, 得出了激光头的运动速度求解方法, 奠定了激光头运动控制的基础, 对实际生产有一定的现实意义。

参 考 文 献

- [1] CAI H M , ZHANG Y F , LIU Zh B. Research on motion trajectory control of cam in laser quenching[J]. Machinery , 2010 , 48(7) : 44-46(in Chinese) .
- [2] YANG H M , ZHANG D Q , GUAN W Q. Inverse calculating of equidistant line about cubic B spline [J]. Machinery , 2001 , 28 (s1) : 62-63(in Chinese) .
- [3] QU B Q , XU Sh J. Computer graphics [M]. 2nd ed. Xi ' an: Xidian University Press , 2003: 76-81(in Chinese) .
- [4] HE Q F. The principle and algorithm of computer graphics [M]. Beijing: Tsinghua University Press , 2006: 161-164(in Chinese) .
- [5] ZHU J B. The interpolation with convexity preserving property about equidistant curve [J]. Journal of National University of Defense Technology , 1994 , 16(4) : 94-97(in Chinese) .
- [6] CAI H M , ZHANG Y F , LIU Zh B. Motion analysis of cam with laser quenching heat treatment [J]. Laser Technology , 2010 , 34 (6) : 812-815(in Chinese) .
- [7] CAI H M , LIU Zh B , ZHANG Y F. Study on path of laser quenching [J]. Machinery , 2010 , 48(6) : 53-55(in Chinese) .

版权所有 © 《激光技术》编辑部