

选择性激光烧结机的改进

胡晓岳, 冯宁

(广东机电职业技术学院, 广州 510515)

摘要: 针对选择性激光烧结机(SLS)的特点, 结合已研制成功的 SLS 试验样机结构分析, 讨论了新型选择性激光烧结机的设计和研制思想, 介绍其设计和研制中的一些关键技术。改进后的激光烧结机不仅弥补了原有的不足, 同时精度方面也有所提高。

关键词: 选择性激光烧结; 关键技术; 改进

中图分类号: TQ172.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-0794(2007)01-0130-03

Improvement of Selective Laser Sintering Machine

HU Xiao-yue, FENG Ning

(Guangdong Vocational College of Mechanical & Electrical Technology, Guangzhou 510515, China)

Abstract: According to the characteristics of the Selective Laser Sintering (SLS) machine, design and development ideas (including mechanical system, software and hardware of the control system, etc.) of a new type of SLS machine are discussed in detail based on studying the structure of the SLS sample machine. Some key technologies, which are adopted during design and development of the new type of SLS machine is introduced. Improved SLS machine not only makes up less than the original, while precision is also improved.

Key words: selective laser sintering; key technology; improvement

1 原有试验样机介绍

原有选择性激光烧结样机整体结构激光扫描系统是通过二维工作台来实现的。考虑到工作台在 X-Y 方向运动时分辨率要求在 0.02 mm 以上及运动时的准确性, 故采用钢丝绳驱动来消除传动时的间隙。二维钢丝绳驱动的工作台由 2 个步进电机驱动, 用以驱动二维扫描系统。步进电机选用 55BF009 型, 其步距角为 0.9°/步。在扫描系统中要

求 X-Y 方向的灵敏度、定位精度高, 并要求牵引力小、移动轻便, 为此选择高精度的直线滚动导轨, 重复定位误差为 0.01 ~ 0.02 mm; 摩擦系数为 0.025 ~ 0.05, 实现分形路径扫描, 完成零件片层的烧结。

试验样机基本达到了设计要求, 采用了分形扫描路径明显提高了零件的质量, 是一种可行的扫描路径方法。但同时也发现了整个系统的一些不足:

(1) 铺粉机构设计不合理, 因漏砂使得铺粉机

击, 运行平稳可靠。因为大大简化了操作程序, 所以还具有操作简单的优点。某厂应用此技术对机床进行改造后, 产品质量得到了保证, 工作效率提高了 3 倍以上, 加工成本大幅度下降, 受到了生产人员的欢迎。

参考文献:

- [1] 刘金琪. 机床电气自动化控制[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2003.
- [2] 李良仁. 变频调速技术与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [3] 王太辰. 机械设计大典[K]. 北京: 江西科学技术出版社, 2002.
- [4] 王兆义. 可编程控制器教程[K]. 北京: 机械工业出版社, 2001.

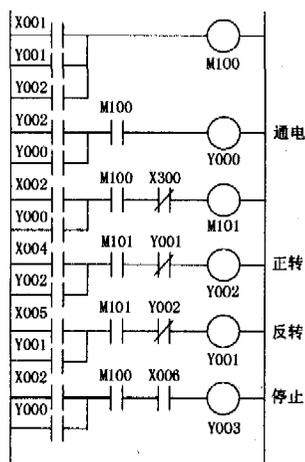


图3 变频器的控制梯形图

3 结语

通过变频器对机床进行调速改造后, 使得机床的转速控制简单可靠, 而且冲击小, 换速平缓, 无冲

作者简介: 乔东凯(1974-), 安徽安庆人, 1998年毕业于河北建筑科技学院工业电气自动化专业, 现在广东茂名学院机电分院任讲师, 电话: 0668-2923667, 电子信箱: qiaodongkai@163.com.

收稿日期: 2006-09-21

构难以实现自动平整铺粉;

(2) 扫描路径转折点比较多,转折点使该转折点处扫描机构加速度增大。为保证扫描机构正常工作,扫描速度不得不放慢;

(3) 烧结区域过小,设计失误导致实际烧结区域比设计区域小;

(4) 基于 ISA 插槽的专用控制卡已不适合当前计算机的发展。

2 零件精度分析

目前,制约快速原型技术发展的一个关键因素是制造过程中零件的精度问题,如何控制零件的误差,达到零件的设计精度是快速原型领域内的主要研究方向之一。为了探讨并解决快速原型技术中的误差问题,对激光烧结成型机理、激光烧结参数和铺粉方式等进行了分析,得出在整个工艺过程中,影响零件精度的主要因素有:零件造型、粉末材料的物理特性、烧结过程、设备及烧结参数等。

3 铺粉辊筒的运动参数分析

由于铺粉辊筒的运动直接影响烧结质量,因此对铺粉滚筒运动参数进行分析有利于在机械设计中确定辊筒的参数及表面特性。辊筒的平动速度 v 、半径 R 、转动角速度的大小及方向是辊筒外表面某一点的运动轨迹函数的参变量。它们对粉末层密度及平整度有至关重要的影响,其组合优化需根据理论分析和工艺实验做进一步的研究。但过快的速度会使变形区的粉末迅速被压缩,粉末颗粒之间的空气来不及全部从松散的区域排出,而有一部分从铺覆好了的成型粉末层中排出,从而造成平整度和致密度的破坏。另外,过快的逸出气流阻碍了自由粉末的流入,可能造成供粉不足,使粉末层的密度下降。

4 选择性激光烧结机的改进

4.1 系统组成

选择性激光烧结机主要由数据处理和成型执行机构两大部分组成。数据处理部分包括三维 CAD 模型构建加工轨迹的离散过程软件,并由高性能计算机处理,成型执行机构部分根据离散后的信息由数控设备来完成执行和控制加工过程。

在成型系统中,上层主控制机一般采用配置高、运行速度快的微机,称为主机。下层执行机构采用多个单片机。整个控制系统设计带有分布式控制系统的特征。子机进行成型运动控制,接受控制命令和运动参数等数控代码,对运动状态进行控制。

4.2 成型执行机构设计

选择性激光烧结机成型执行机构原理如图 1 所示,同样也是由二维工作台、铺粉装置、激光器、激光光路和计算机控制系统组成,但结构上已对 SLS 样机作了大量改进。

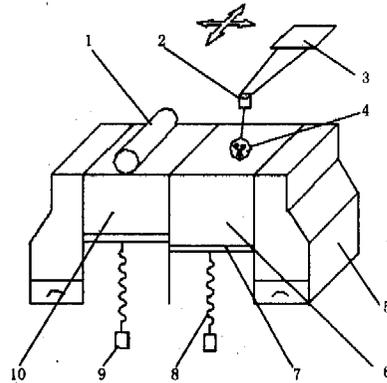


图 1 成型执行机构原理图

1. 铺粉辊筒 2. 聚焦镜 3. 悬臂 4. 零件 5. 余末收集箱 6. 烧结缸 7. 活塞 8. 滚珠丝杠 9. 步进电机 10. 粉供缸

(1) 二维工作台

二维工作台仍由钢丝绳牵引。其特点不仅结构简单、成本低,而且能消除传动间隙、反向间隙,值得采用。聚焦镜在直线导轨组成的 X 、 Y 轴按给定的命令运动,直线导轨的高精度大大提高了扫描路径的精度。同时独特的悬臂设计使工作台处于烧结区的后方,加工时悬臂伸出,聚焦镜移到烧结区,停机时悬臂回缩,聚焦镜退回原处。这样设计的好处是避免了烧结时粉末对直线导轨的污染,保证运动的精度。 X 和 Y 方向的牵引点位于各自运动机构的中心,故二维工作台运动平稳。2 个无触点接近开关可使运动部件准确回到零点。

系统中用步进电机驱动二维工作平台的运动,步进电机的步距角 $\alpha = 0.9^\circ$,电机到转动轴的传动比 $i = 0.5$,钢丝绳的直径 $d = 2 \text{ mm}$,驱动轴的直径 $D = 9.39 \text{ mm}$ 。根据以上参数,可以计算出工作台 X 向和 Y 向的脉冲当量

$$p = \frac{\alpha \pi (d + D)}{360 \times 2} = 0.02 \text{ mm}$$

X 、 Y 轴的运动由步进电机驱动,当 X 轴电机转动时,悬臂在钢丝绳的牵引下沿 X 方向滚动导轨运动,从而实现激光沿 X 方向的扫描。同样当 Y 轴电机转动,悬臂以及 X 方向滚动导轨一起沿 Y 方向运动,使得激光光学系统始终满足垂直入射关系,从而实现 Y 方向的激光扫描。在本系统中采用 CO_2 连续激光器,30 W,波长为 $10.6 \mu\text{m}$ 。

(2) 铺粉装置

采用双活塞缸机构,其中左边粉末供应缸用来

供给粉末,而烧结缸为烧结工作平台。即供粉缸预先装满粉末,开始工作时,供粉缸活塞向上顶起一层粉末,与此同时,烧结缸活塞向下产生一很小的位移。供粉缸顶起的那层粉末由铺粉辊筒推向烧结缸,最后平铺在烧结缸上层,形成一很薄的粉末层。铺粉辊筒直径 50 mm,由一步进电机带动逆时针旋转,同时由另一步进电机通过同步带和直线导轨驱动前后移动,以完成铺粉的全过程。步进电机、同步带带动滚珠丝杠副运动,滚珠丝杠螺母上下移动,使活塞跟着移动。由于滚珠丝杠副有较高精度,所以 Z 方向的运动精度得到可靠保证。并且活塞的运动由 2 根导向柱引导,保证在 Z 方向的垂直度,也不至于被缸体卡死。活塞中采用毛毡,防止粉末或杂物进入活塞与缸之间,影响活塞的运动。步进电机同样采用步距角 $\alpha = 0.9^\circ$,滚珠丝杠螺纹导程 $p = 4$ mm,则步进电机的脉冲当量

$$\delta = \frac{\alpha p}{360} = 0.005 \text{ mm}$$

4.3 计算机控制系统

控制系统总体构成如图 2 所示,这是一种主从式结构。系统采用 PC 机作为主机,用 MCS-51 单片机作为从机。将从机做成接口卡置入主机内。用 PC 机进行数控编程,然后将数控加工文件处理成一定格式并通过 PC 总线以并行通讯方式传递到下层的 MCS-51 单片机中。由单片机完成 X-Y 步进电机进行轨迹的插补,以及 Z 方向的生长、铺粉装置的自动进行和 CO₂ 激光器电源开关的控制。

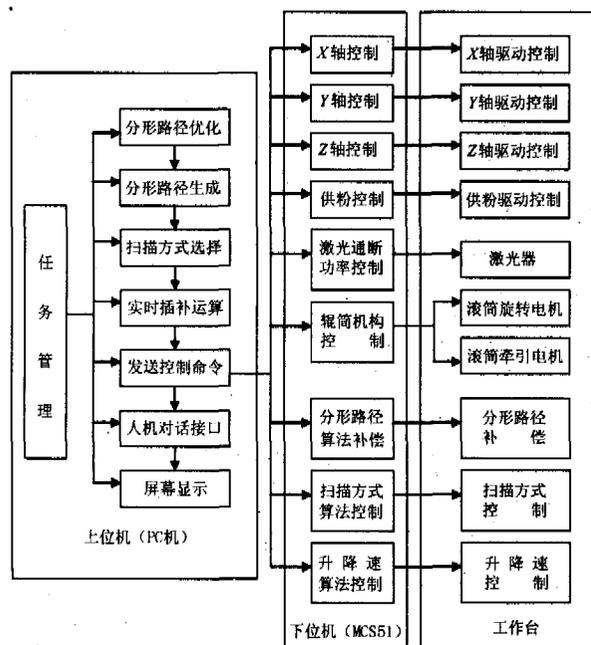


图 2 控制系统结构框图

由于系统为主从式结构,通信成为联系主机和从机的桥梁,系统中的通信接口是基于标准 ISA 总线设计,采用的是 8bits 并行通信方式。

插补计算是由主机完成,插补算法采用时间分割法,插补周期设定为 16 ms,在插补周期中,主机对由扫描路径生成的数控代码进行解释,并进行实时插补计算,得出位置指令,与此同时,主机根据扫描运动的速度以及 X、Y 坐标等参数,实时计算激光功率值,并根据零件薄层的轮廓信息,给出激光启停控制指令,所有这些指令通过通信接口,传给从机。

系统中为了实现 X、Y 轴的联动运行和激光功率实时控制,关键是实现系统的同步,包括主机和多个从机单片机之间的同步,同步周期即为插补周期 16 ms。在系统中采用 16 ms 定时中断信号来实现同步,定时由一单片机的内部 16 位定时/计数器实现,设定每 16 ms 产生一个中断信号,这个信号作为 X 轴、Y 轴控制单片机的同步信号完成 2 个轴的同步,同时,中断信号也作为激光功率控制单片机的同步信号。这个信号也使 PC 机产生一个硬件中断,PC 机响应这个硬件中断,在中断服务程序中进行位置插补计算和激光功率计算,并与从机进行通信,传送下一个插补周期的指令。由于系统采用中断方式进行同步,同步性可完全得到保证。

参考文献:

- [1] 宾鸿赞,杨明.生长型制造技术—制造技术的新突破[J].中国机械工程,1993,4(6):22-24.
- [2] 宾鸿赞,张小波,刘征宇,等.生长型制造中薄层分形扫描路径的生成与控制系统[J].中国机械工程,1998,9(12):52-54.
- [3] 刘征宇.生长型制造中分形扫描路径与烧结成型性能的研究[D].武汉:华中理工大学,1999.
- [4] 史玉升,黄树槐,周祖德等.低成本选择性激光烧结快速成形设备的设计和研制[J].中国机械工程,2000,11(10):1123-1125.
- [5] 唐亚新,黄因慧,赵国光,等.激光烧结快速成形设备的开发和工艺试验[J].机械科学与技术,1998,17(5):793-794.
- [6] 王运贻,陈国清,骆际焕,等.快速成形技术及其系统的研究[J].锻压技术,1996(3):36-39.
- [7] 李小林,吴晓鸣,田宗军.快速原型计算机控制系统[J].机械设计与制造工程,1999,28(1):32-34.
- [8] 田宗军,李小林,张建华,等.激光烧结法快速控制系统的研究[J].航空精密制造技术,1999,35(5):16-18.

作者简介:胡晓岳(1973-),湖南道县人,讲师,硕士研究生,2003年毕业于华中科技大学机械制造及其自动化专业,现主要从事生长型制造系统,CAD/CAM一体化等研究和教学工作,发表论文4篇,电话:020-33502545,电子信箱:huxiaoyue636@sohu.com.

收稿日期:2006-10-08