

50 W 激光快速成型设备与 2 kW CO₂ 激光器的系统集成

System Integration of 50 W Laser Rapid Prototyping Equipment with 2 kW CO₂ Laser Machining Set

杨家林 王洋

(中国工程物理研究院机械制造工艺研究所)

摘要:文章结合激光快速成型技术的发展趋势,分析了低功率激光快速成型机与高功率激光加工机系统集成、实现金属粉末选区激光烧结的可行性,详细阐述了技术方案、光路系统设计与改造、机械结构设计、机电控制系统设计与改造、快速成型系统控制软件的改进,给出了系统集成后所达到的性能指标。

关键词:激光快速成型 金属粉末 选区激光烧结 设备

快速成型(RP)技术主要有分层实体制造(LOM)、选区激光烧结(SLS)、熔丝沉积制造(FDM)和三维印刷(3DP),每种技术各有优缺点,其中选区激光烧结(SLS)的材料适用范围广,是实现金属零件直接快速成型的较好方法。

目前的快速成型技术主要用于制作非金属样件,由于其强度等机械性能较差,远远不能满足工程实际需求,所以其工程化实际应用受到较大限制。从上世纪90年代初开始,探索实现金属零件直接快速制造的方法已成为RP技术的研究热点,国外著名的RP技术公司均在金属零件快速成型技术研究。可见,探索直接制造满足工程使用条件的金属零件的快速成型技术,将有助于快速成型技术向快速制造技术的转变,能极大地拓展其应用领域。

1 技术可行性分析

高功率激光器和选区激光烧结快速成型设备是实现直接金属粉末烧结的必要条件。我所现有一台激光快速成型机和一台高功率激光加工机,我们考虑将二者进行系统集成。集成后的设备在不影响2kWCO₂激光加工机与快速成型设备性能的基础上,既能利用原有低功率激光器进行非金属粉末烧结,又能利用高功率激光器进行金属粉末烧结,开展金属零件直接快速成型技术研究。

激光快速自动成型机和高功率激光加工机均为数控设备,具有设备开发和系统集成的接口,为二者系统集成提供了可能;而且激光有易于传输的优势,可以很方便地将高功率激光引入低功率激光快速自动成型机

内,利用成型机的软硬件进行金属粉末的直接激光烧结,在技术原理上是可行的。

2 技术内容

2.1 技术方案

根据系统集成的技术要求,确定了相应的技术方案,主要包括如下几部分:

(1)重新设计成型机内外的光路系统,包括高速扫描器和动态聚焦系统的更换,增加光路转换器,以便切断与引进激光等,使整个光路系统具备承受高功率激光的能力;

(2)增加预热装置功率,以提高预热温度;

(3)增加气体保护装置,防止金属粉末氧化;

(4)改进机电控制系统,实现高功率激光器的光闸开/关控制和激光功率调节等;

(5)改进工艺路径规划软件和系统控制软件,使其具备控制金属粉末烧结过程的功能,同时不影响快速成型机原有的性能。

2.2 光路系统设计与改造

由于高功率激光器的功率为2kW,低功率快速成型机的光路系统(如光学元件)承受不了如此高的激光能量,为此重新设计了成型机的内部光路系统。主要包括更换原有的高速扫描器和动态聚焦系统,将原有的General Scanner M3系列扫描器+LTM动态聚焦系统更换为德国ScanLAB扫描器+VarioScan动态聚焦系统;增加了一个光路转换器,以便选择高功率激光与低功率激光。

为了将高功率激光引入快速成型机,还设计了成

型机的外部光路系统,主要包括一个光路转换器、Cu反射镜和合束镜等。

重新设计与改造后的光路系统原理如图1所示。

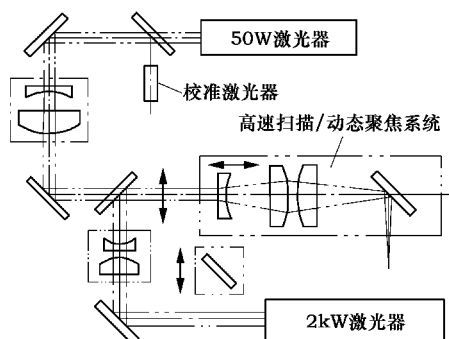


图1 光路系统改造原理图

2.3 机械结构设计与改造

考虑到金属粉末直接选区激光烧结的工艺特点,对成型机的内部结构进行了改进,主要有以下几部分:

(1)将预热装置功率由原有3 kW增加到4 kW,粉末预热温度可达到250℃以上,以有效干燥金属粉末,去除其中水分等杂质;(2)增加惰性气体保护装置,设计了一种特殊的保护方式,使其能对成型区域进行有效保护,防止金属粉末在高温下氧化;(3)将成型室改为常压下密封,进一步提高金属粉末烧结时的保护效果。

2.4 机电控制系统设计与改造

低功率快速成型机与高功率激光加工机系统集成能否成功的关键之一,就是机电控制系统的合理设计与改造。为了使集成后的设备各部件能协调一致动作,在原有成型机内增加了1块控制板,采用3位转换开关,一方面控制对各激光器供电,另一方面向新增光路转换器和保护气体开关输出控制信号,以气动装置实现光路转换和保护气体的开与关。此外,还在低功率成型机的工控机内增加了一块计算机接口卡,用以向ROFIN SINAR激光器提供功率控制和光闸开关信号。机电控制原理如图2所示。

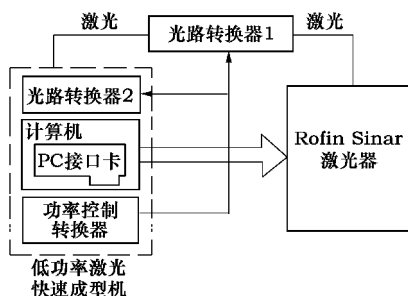


图2 机电控制系统原理图

2.5 快速成型系统控制软件的改进

原有的系统控制软件没有考虑到金属粉末烧结的工艺特点,因此还不能直接用于系统集成后的金属粉末烧结。在原有系统控制软件的基础上,并结合系统集成需求,重新设计了控制软件,其流程图如图3所示。改进后的系统控制软件具备如下新功能:(1)具有激光器选择、高功率激光功率调节、光闸开/关功能;(2)能控制惰性气体开关;(3)具有各光路转换器位置检测功能,以保证选择高功率激光器时各光路转换器到位、激光进入成型室,否则程序报警,系统拒绝工作;(4)控制激光功率不超过1 kW,否则软件报警。

3 技术性能

系统集成后,对设备进行了试运行和测试。结果表明,快速成型机能对整个光路系统、机电系统、高功率激光器功率和光闸开/关进行控制,在不影响低功率激光快速成型机和高功率激光加工机原有性能的基础上,能顺利地进行金属粉末的激光烧结,达到了预期目的。

具体的性能指标如下:(1)最大成型尺寸为320 mm×320 mm×440 mm;(2)快速成型机整个光路系统的额定耐用功率为1 kW,最高耐用功率不超过2 kW;(3)快速成型机可使用两种激光器,用50 W激光器进行非金属粉末烧结,用2 kW激光器进行金属粉末烧结;(4)高速振镜扫描器的扫描速度范围为0~4 m/s,在320 mm×320 mm的成型面积内,经Z轴动态聚焦系统聚焦后,CO₂激光光束焦点偏离焦平面的距离1 mm;(5)进行非金属粉末烧结时,激光器输出最大功率为50 W;进行金属粉末烧结时,激光器最大输出功率为1 kW;(6)在设备运行时,系统具有故障自动报警功能;在进行金属粉末烧结时,只有在光路转换器完全打开后,加工程序才能运行,同时功率设定值的上限为1 kW;(7)加热装置功率为4 kW,最高温度达130℃,加热时间少于20 min,成型面320 mm×320 mm范围内温度差异小于10℃;(8)无论是非金属粉末烧结,还是金属粉末烧结,整机连续运行时间均大于24 h。

4 结束语

通过对2 kW CO₂激光加工机和快速成型设备进行系统集成,在不影响低功率激光快速成型机和高功率激光加工机性能的基础上,激光快速成型机既能快

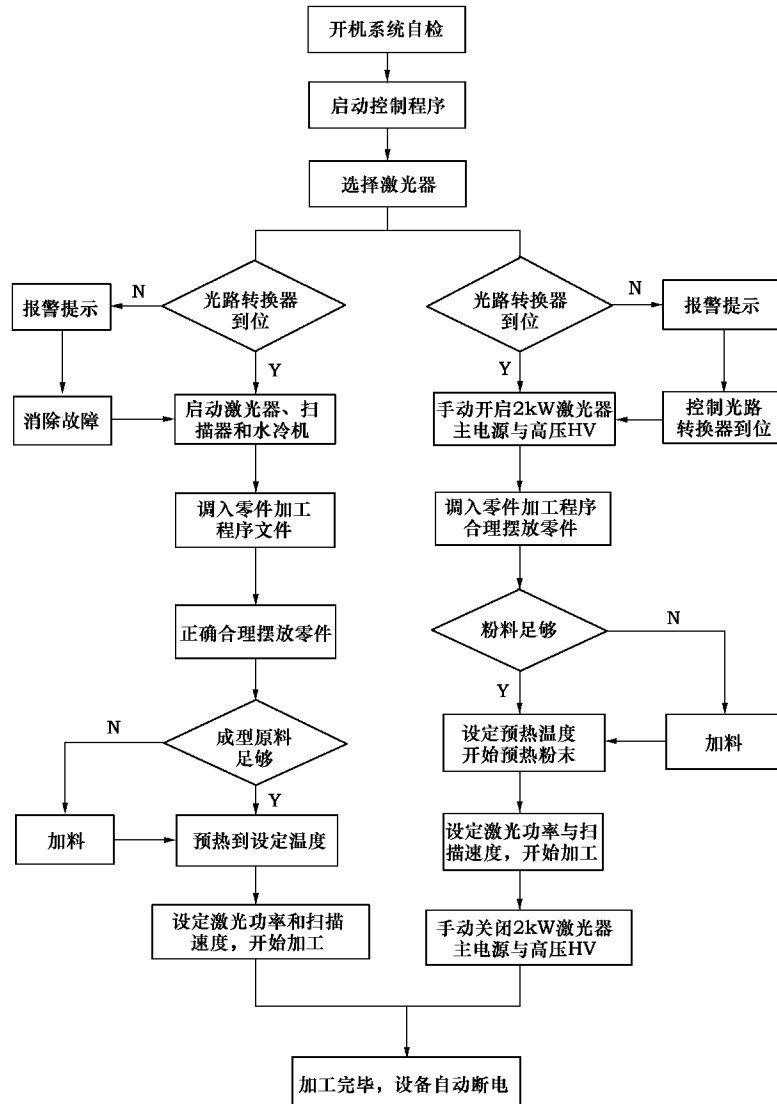


图3 改进后的系统控制软件流程图

速成型非金属粉末产品,又能直接烧结金属粉末,为开展金属零件直接快速成形技术研究创造了条件。

参 考 文 献

- 1 王秀峰,罗宏杰.快速原型制造技术.北京:中国轻工业出版社,2001.
- 2 王运赣.快速成形技术,武汉:华中科技大学,1999(9)
- 3 宋天虎.我国快速成形制造技术的发展与展望.机械工程学学会会讯,2001(8)
- 4 焦向东,佟泽民,邓双城等.基于快速原型技术的金属模具制造发展概况.制造技术与机床,2000(7)
- 5 潘东杰,黄烈群,沈永华等.快速成形——先进的现代制造技术.铸造技术,1999(4)
- 6 赵毅,李战利,熊锐等.影响激光快速成形精度的因素及对策.制造技术与机床,1997(4)
- 7 JOSEPH J. BEAMAN, JOEL W. BARLOW and DAVIDL. BOURELL ect. Solid Freeform Fabrication: A New Direction in

- Manufacturing. Kluwer Academic Publishers, 1997.
- 8 D Kochan. Solid Freeform Manufacturing: Advanced Rapid Prototyping, ELSEVIER Amsterdam - London - New York - Tokyo 1993.
- 9 Chua Chee Kai and Leong Kah Fai. RAPID PROTOTYPING: Principles & Applications in Manufacturing, John Wiley & Sons (Asia) Pte. Ltd. 1997.
- 10 Terry Wohlers. Rapid Manufacturing. http: www. wohlersassociates.com

第一作者:杨家林,中国工程物理研究院机械制造工艺研究所,四川绵阳 919 信箱 623 分箱,邮编:621900,电话:(0816) 2484697, E-mail: myyangjialin@sohu.com

(编辑 梁玉)
(收稿日期:2003-02-09)