

复合尼龙粉末激光烧结过程温度场测试系统研制

王文峰

白培康 王建宏

(中北大学电子与计算机科学技术学院, 太原 030051) (中北大学材料科学与工程学院, 太原 030051)

摘要 对复合尼龙粉末材料激光烧结成型的加热过程进行了分析, 在此基础上研制了一种适合于粉末材料激光烧结成型过程温度场的测试系统。该系统利用红外测温仪测量粉末表层温度, 利用热电偶测量粉末内部温度, 测量结果由计算机打印输出。根据输出结果成功进行激光烧结工艺参数优化。

关键词 复合尼龙粉末材料 激光烧结 温度场 测试系统

选择性激光烧结(SLS)成型技术是近年来出现的高新技术, 利用该项技术可以自动而迅速地依据三维 CAD 模型直接制得形状复杂的原型、零件或模具, 与传统制造工艺相比, 该技术具有生产周期短、成本低等优势, 并且可以灵活地改变设计方案, 实现柔性生产^[1-2]。

SLS 的成型原理如图 1 所示。使用 CO₂ 激光器烧结粉末材料, 如复合尼龙粉、蜡粉、聚苯乙烯(PS)粉、(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)粉等^[2-3]。成型时先在工作台上铺上一层粉末材料, 激光束在计算机的控制下, 按照截面轮廓的信息, 对制件实心部分所在的粉末进行烧结。一层完成后, 工作台下降一个层厚, 再进行下一层的铺粉烧结。如此循环, 最终形成三维制品。

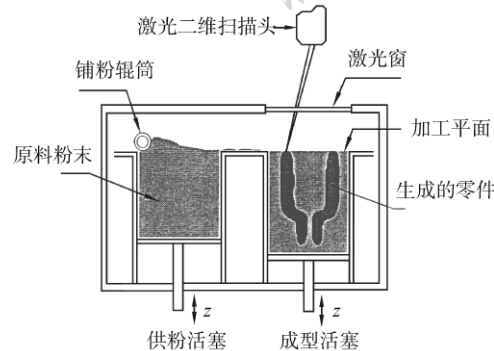


图 1 SLS 成型原理示意图

粉末材料中, 复合尼龙粉末材料具有烧结性能优良、成型件强度高、韧性好等优点, 无需强化后处理即可直接用于对实体模型进行强度、性能的检验, 验证制品设计结构的合理性、制造工艺的可行性、造型的美观性, 以及时修改、完善制品设计, 适应市场的需要, 所以在新产品开发中得到广泛应用^[4-5]。复合尼龙粉的激光烧结过程温度场测试技术是进行成型工艺优化、获得良好尼龙制件的重要基础技术, 笔者研制了一种适合于粉末材料激光烧结成型过程

温度场的测试系统。

1 复合尼龙粉末材料激光加热过程

复合尼龙粉末材料的激光加热过程是一个非常复杂的不稳定的导热过程。激光对粉末材料的作用包括两个阶段: ①粉末表面对激光的反射和吸收; ②热量在粉末材料中的传递。

激光束直接照射下的粉末受热升温, 并与未接受照射粉末、已烧结粉末及环境进行换热, 这一过程遵守热力学的基本定律, 它包含传导、辐射和对流 3 种传热方式^[2], 如图 2 所示。

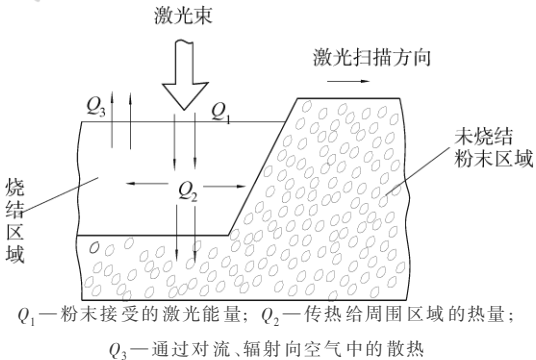


图 2 激光加热原理示意图

2 温度场测试系统

采用图 3 所示温度场测试系统, 利用红外测温

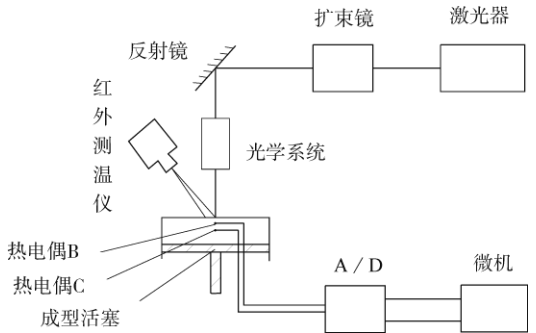


图 3 测温系统示意图

仪对粉末表面温度进行测量,利用热电偶直接测温法测量粉末内部温度。

2.1 红外测温仪

红外测温仪选用日本 MINOLTA 公司的 HT-11 型产品,其主要性能为:响应波长 $8 \sim 14 \mu\text{m}$;响应时间 300 ms;测温范围 $-50 \sim 500^\circ\text{C}$;测量误差 $\pm 2^\circ\text{C}$ (测量范围为 $0 \sim 200^\circ\text{C}$)、 $\pm 1^\circ\text{C}$ (测量范围为 200°C 以上);发射率调节范围 0.1 ~ 1.0。

由于该红外测温仪的响应波长范围为 $8 \sim 14 \mu\text{m}$,用它测量邻近激光加热区域点的温度时会受到被粉末表面反射的 CO_2 激光(波长为 $10.6 \mu\text{m}$)的干扰,使测量结果产生误差,为此制作了滤光镜,安装在红外测温仪测量窗口前面以消除干扰误差。

2.2 热电偶测温系统

图4为热电偶测温系统的组成。测温系统的传感器为热电偶,利用放大电路将热电偶的微弱信号放大,再传入模拟转换电路,然后输入微机进行数据处理及温度显示。



图4 热电偶测温系统组成

(1) 热电偶

热电偶为本测温系统的温度传感器,它的作用是把温度信号转化为电信号。由于粉末层厚度很薄($0.1 \sim 0.3 \text{ mm}$),要求测温用的热电偶丝直径要细,实验中采用了国外生产的直径为 $15 \mu\text{m}$ 的 WRe 合金丝,用电容冲击焊制成了 WRe₅ - WRe₂₀ 的热电偶,并用标准热电偶对其进行了标定。标定结果为:标定测温范围 $0 \sim 500^\circ\text{C}$;线性度小于 1% 额定输出百分比;精度小于 1% 额定输出百分比。其动态响应时间为几微秒。

(2) 热电偶信号调理板

热电偶输出的电信号很弱,而 A/D 转换板要求输入电压为 $0 \sim 10 \text{ V}$,因此需将热电偶的电信号放大。这里采用 PS-010 热电偶信号调理板,该板提供了一个冷端补偿(CJC)电路,尤其适用于热电偶测温系统的信号处理,其主要技术指标为:输入通道为双端 16 路;输入信号增益 $0 \sim 1000$ 倍;输入过压保护持续 $\pm 30 \text{ V}$,由放大器增益确定;输入电压最大 $\pm 10 \text{ V}$;冷端补偿输出电压 $24.4 \text{ mV}/^\circ\text{C}$;冷端补偿误差最大 $\pm 0.5^\circ\text{C}$;工作温度 $0 \sim 40^\circ\text{C}$ 。

(3) A/D 转换板

选用北京中泰计算机技术研究所研制的 PC-

6360A 型多功能 A/D 转换板,与 PS-010 型调理板配套使用,该 A/D 转换板主要由数模转换电路、数字量输入输出电路及接口控制逻辑电路构成,可以方便地对热电偶及各类传感器输出的微弱信号进行放大和采集。其主要技术指标为:输入通道为单端 8 路;输入信号范围 $0 \sim 10 \text{ V}$;输入阻抗大于等于 $10 \text{ M}\Omega$;A/D 转换分辨率 12 位;A/D 转换速度 $10 \mu\text{s}$;A/D 转换非线性误差 ± 1 最低有效位;系统综合误差小于等于 0.1% 额定输出百分比。

(4) 微机及测温程序

微机用于对温度采集过程进行控制及对采集数据进行处理,本测温系统所用微机为 Pentium IV。用 C 语言开发了快速温度采集程序,图5为该测温程序流程图。

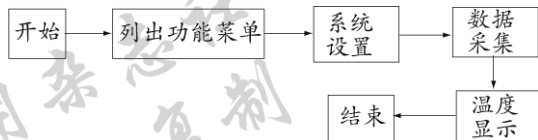


图5 测温程序流程图

其中,系统设置部分包括采样周期、记录通道及数据采集时间设置,采集时间步长为 0.1 s ,当系统设置结束后就可以进行数据采集,到设定采集时间终止采集过程,显示出各通道在不同采集时刻的温度值并可打印输出,将各点的温度保存到数据库中,并用图形显示出各采样周期的温度场分布图。

最后通过与数值模拟结果的比较,得出激光加工过程的最优工艺参数,从而得到加工精度更高的零件。

3 结论

(1) 通过对复合尼龙粉末材料激光烧结加热过程分析,研制出了一种用于粉末材料的激光烧结成型过程温度场的测试系统。

(2) 在温度场的测温系统中,粉末表面温度由红外测温仪测出,粉末内部温度则由热电偶直接测温法测得。

(3) 通过接口程序设计,将测得的结果保存到数据库并打印出来,通过数据库的数据读取获得材料加工过程的温度场分布图,并根据结果进行激光烧结工艺参数优化。

参考文献

- [1] Zhang Renji, Sui Guanghua, Guang Liang. Selective laser sintering (SLS) and its materials[C]. Beijing: Proceedings of the First International Conference on Rapid Prototyping Manufacturing'98, 1998: 506 - 514.

- [2] 朱林泉,白培康.快速成型与快速制造技术[M].北京:国防工业出版社,2003.
- [3] Kim J,Creasy T S.Selective laser sintering characteristics of nylon 6/clay-reinforced nano-composite[J].Polymer Testing,2004(23):629-636.

- [4] Lin Liulan, Shi Yusheng, Zeng Fandi. Microstructure of selective laser sintered polyamide[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2003, 18(3): 60-63.
- [5] 王建宏,白培康.选择性激光烧结用复合尼龙粉的制备与性能[J].工程塑料应用,2007,35(3):30-33.

DEVELOPMENT OF MEASUREMENT SYSTEM OF TEMPERATURE FIELD DURING LASER SINTERING OF COMPOSITE NYLON POWDER

Wang Wenfeng

(School of Electronics and Computer Science and Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Bai Peikang, Wang Jianhong

(School of Materials Science and Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

ABSTRACT Based on analyzing the laser sintering course of composite nylon powder, a measuring system was developed to study the laser sintering temperature field. Infrared meter was introduced to measure the surface temperature of sintering powder, and the temperature of inside part was measured by using of thermo-couple method, with the testing data processed by computer. The laser sintering parameter was optimized successfully according to exported results.

KEYWORDS composite nylon powder, laser sintering, temperature field, measurement system

阿德瓦克公司推出滚塑专用新型聚酰胺牌号

美国材料生产商阿德瓦克聚合物公司最近推出两种滚塑专用的新型聚酰胺牌号。第一种牌号即 Aarlon2000, 是一种聚酰胺 66(PA66) 材料, 具有高耐腐蚀性、低渗透能力及高的比强度。另外它满足 UL 94 - V2 阻可燃性的要求, 非常适合在工业和汽车中应用。所推出的第二种牌号为 Aarlon 800, 这是一种具有很高的力学和热性能的 PA6 材料。它可以用于食品接触应用(符合 FDA 认证)及工业和汽车等应用领域。

(工塑网)

欢迎订阅 2008 年《中国塑料》杂志

《中国塑料》于 1987 年创刊, 是国家科委和国家新闻出版署批准的全国性科学技术期刊, 国内外公开发行, 由中国塑料加工工业协会、轻工业塑料加工应用研究所主办。属全国中文核心期刊, 中国科技论文统计与分析源期刊, 美国化学文摘(CA) 收录核心期刊。

《中国塑料》以推动塑料工业的科技进步和发展为己任, 准确报道国内外塑料工业的发展趋势, 及时反映塑料工业的发展动态, 注重创造性、新颖性、实践性、可靠性; 以科学水平高、内容丰富为特色, 得到了广大读者的充分肯定, 成为行业中具有影响力的杂志之一。

《中国塑料》为月刊, 每月 26 日出版, 全国统一刊号为: CN11-1846/TQ, 国内邮发代号: 82-371, 全国各地邮局均可订阅, 也可直接向本杂志社发行部订阅; 2008 年定价为 16 元/期, 全年定价 192 元。

在网络技术飞速发展的今天, 杂志社还创办了《中国塑料》电子版——中国塑料在线(www.plaschina.com.cn)网上刊载了《中国塑料》自创刊以来所刊登的文章摘要, 同时还发布大量业界新闻和新技术以及市场信息, 欢迎点击。

地址: 北京海淀区阜成路 11 号 邮编: 100037

电话: 010-68985253; 68987902

传真: 010-68983106; 68987902

开户银行: 中国工商银行北京市公主坟支行

开户名称: 轻工业塑料加工应用研究所

帐号: 0200004609008803132 联系人: 王女士

网址: <http://www.plaschina.com.cn>

E-mail: cpcontact@126.com

《塑料科技》杂志征订启事

《塑料科技》月刊杂志(邮发代号: 8-177, 国外发行代号: NTZ-1066), 创刊于 1973 年, 国内外公开发行。《塑料科技》杂志属中文核心期刊, 是中国期刊网、中国学术期刊(光盘版)和中国学术期刊综合评价数据库的来源期刊和全文收录期刊。美国化学文摘(CA)、俄罗斯文摘期刊(AJ) 收录期刊, 荣获首届《CAJ-CD 规范》执行优秀奖。

国内凡从事塑料制品、塑机和模具生产的重点企业、相关专业高等院校和科研院所都订阅本刊。其主要栏目有: 塑料新材料、新工艺、新产品; 塑机与模具; 理化测试; 评述; 国内外专利介绍等。《塑料科技》每月 10 日出版, 大 16 开, 全年 12 期, 定价 144 元。可在全国各地邮局或通过本刊发行部直接订阅。

付款方式:

邮局汇款: 汇款时请注明订阅的期数, 册数、金额、收件人、邮编及详细地址

收款单位: 《塑料科技》编辑部

地址: 大连市周家街 11 号 邮编: 116033

电话兼传真: 0411-86601793

E-mail: slkj@dsy-cn.com

银行汇款:

户名: 大连塑料研究所有限公司

开户银行: 工行甘办大纺分理处

账号: 3400201309008903294