

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.06.028

陶瓷零件快速成型机铺料台的改进

孙倩, 王伟, 高东强, 张希峰

(陕西科技大学机电工程学院, 陕西 西安 710021)

摘要:基于层合速凝技术的陶瓷零件快速成型机,在陶瓷零件的层分加工过程中,铺料台的变形和平稳性,影响着零件的成型精度和表面质量,针对快速成型机的铺料台,利用 Workbench 的静力学分析,得到运动过程中铺料台的变形和应力,以此来分析判断铺料台升降装置结构设计的合理性,及对陶瓷零件成型工艺造成的影响。通过将铺料台改进设计为加强筋结构,通过分析可知铺料台的变形和应力明显减小,提高了陶瓷零件的成型精度和表面质量,满足了成型工艺的要求。

关键词:快速成型机;铺料台;升降机构;变形;静力学分析

中图分类号:TH112

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)06-0108-03

Improvement of Paving Platform of Rapid Prototyping Machine for Ceramic Parts

SUN Qian, WANG Wei, GAO Dongqiang, ZHANG Xifeng

(Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

Abstract: The rapid prototyping machine for ceramic parts is based on the technology of laminated quick-setting, on the Laminated machining process of ceramic parts, the deformation and stability of paving platform influence forming accuracy and surface quality of parts. In view of the elevator mechanism of the rapid prototyping machines, through the statics analysis of workbench, got the deformation and stress of paving mechanism during movement process, in order to analyze and judge the rationality of structure design of elevator mechanism, and the impact on the ceramic parts forming process. Through design the paving for strengthening rib structure, reduce the deformation and stress of paving platform improve the forming accuracy and surface quality, meet the process requirements.

Key words: rapid prototyping machine; paving platform; elevator mechanism; deformation; static analysis

陶瓷零件的快速成型是快速成型技术领域研究的一个热点,有着广泛的应用前景。目前,适合陶瓷材料快速成型的设备大多需要激光成型,制造成本较高,并且设备昂贵,或者对材料性能要求较高,很难达到经济的目的,为了解决这些难题,提出了层合速凝成型陶瓷零件的技术,并以该技术为基础,结合陶瓷材料和石蜡的特性,设计出一种新型的快速成型装置,适用于以陶瓷为成型材料,石蜡为支撑及粘结材料的快速成型制造,具有很好的工业应用价值^[1-2]。

陶瓷零件快速成型机是建立在层分加工的基础上

的,该装置包括水平铺料机构和铺料台升降机构,铺料台的变形对陶瓷零件的成型过程有着很大的影响。通过 Workbench 对铺料台升降机构的静力学分析,分析铺料台的变形与应力情况,可知铺料台结构设计的合理性,对陶瓷零件成型精度和表面质量的影响。所得结果可以直观的判断陶瓷零件快速成型机结构设计的合理性,提高设计效率。

1 铺料台升降机构

陶瓷零件快速成型机是建立在层分加工的基础上的,通过料斗的水平运动,在铺料台上铺一层熔融的石

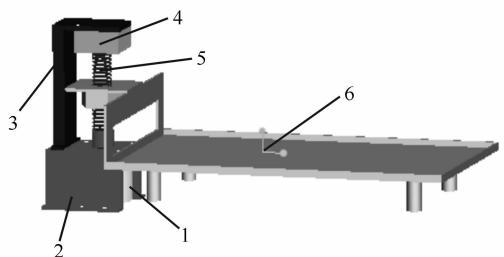
收稿日期:2014-06-04;修回日期:2014-07-04

基金项目:陕西省自然科学基金项目(2000C35);陕西科技大学自选项目(ZX05-20);陕西科技大学创新项目(201210708035)

作者简介:孙倩(1988),女,安徽宿州人,陕西科技大学硕士研究生,主要研究方向为机械机构设计。E-mail:1005314961@qq.com

蜡,凝固、雕刻完成后,在已雕刻的截面轮廓上铺一层混有石蜡的陶瓷浆料,得到第一层截面轮廓的形状;通过竖直方向运动,铺料台向下平移 0.1 ~ 2.0 mm,开始第二层截面轮廓的雕刻;重复逐层叠加,完成陶瓷零件的成型加工^[3]。

升降机构是陶瓷零件快速成型机的关键部分,主要实现铺料台竖直方向的升降运动,对陶瓷零件层分加工过程的精度有很大的影响,其结构如图 1 所示,主要由步进电机、竖直丝杠、铺料台、丝杠支撑杆等组成^[4]。



1—步进电机;2—电机底座;3—丝杠支撑杆;4—轴承套;5—竖直丝杠;6—铺料台

图 1 升降机构

Figure 1 Elevator mechanism

步进电机 1 驱动竖直丝杠 5 旋转,通过铺料台 6 上的固定螺母副,带动铺料台 6 竖直方向的直线运动,实现陶瓷零件的层分加工,其运动的精度和铺料台的变形,将对成型零件的表面质量产生很大的影响。

2 静力学分析

铺料台升降过程中,运动不平稳或者成型过程中铺料台产生变形,会导致雕刻平面倾斜,影响零件成型的精度和表面质量,通过 Workbench 的静力学分析,得到铺料台的变形和应力情况,以此来分析结构设计的合理性,为结构的改进设计提供依据。

将图 1 所示的模型进行简化,用于固定底座和支撑杆的螺栓,以及丝杠两端的轴承简化掉,将步进电机的运动简化为竖直丝杠 Y 方向的力矩,将简化后的模型导入 Workbench 中,进行如下设置:

- 1) 电机底座和支撑杆、支撑杆和轴承套之间设置为绑定接触;
- 2) 竖直丝杠和轴承套、电机底座之间设置为不分离接触;
- 3) 电机底座设置为固定约束;
- 4) 铺料台底部导套设置为圆柱约束,轴向自由^[5];
- 5) 铺料台表面施加 63.3 GPa 的面载荷^[6];

6) 将步进电机的运动简化为丝杠与电机连接处施加 86.4 N·mm 的扭矩^[7]。

分析结果如图 2~3 和表 1 所示。

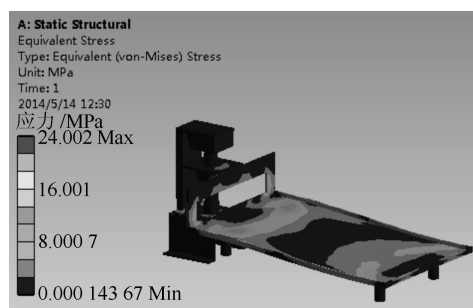


图 2 等效应力

Figure 2 Equivalent stress

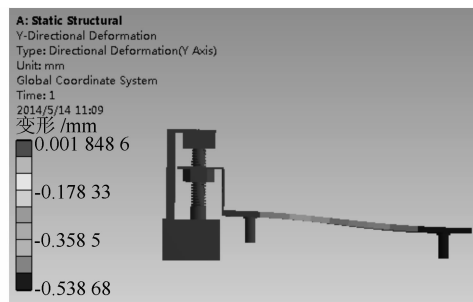


图 3 铺料台 Y 方向变形

Figure 3 Y-direction deformation of paving platform

表 1 分析结果

Table 1 Analysis results

应力/MPa		变形/mm	
最大值	最小值	最大值	最小值
24.002 00	0.000 143 67	0.538 67	0.001 848 60

由图 2 和表 1 可知,应力主要出现在丝杠螺母和铺料台的连接拐角处,以及铺料台与导套的连接面处,并且有应力集中的现象,频繁的升降运动以及铺料和雕刻过程中,会使铺料台拐角处产生裂纹等现象。

为了避免这种情况的发生,可考虑使用强度更高的材料,以提高铺料台的刚度,或者在丝杠螺母和铺料台的连接拐角处做相应的改进设计。

在陶瓷零件的层分加工过程中,铺料台每次向下的平移量为 0.1 ~ 2.0 mm。由图 3 和表 1 可知,铺料台在竖直方向的变形量最大为 0.538 67 mm,超出了误差允许的范围,铺料台的变形会导致雕刻的轮廓截面误差较大,影响成型零件的表面质量,考虑对铺料台的结构进行改进,以提高铺料台的刚度。

3 结构的改进分析

图 1 所示铺料台结构,丝杠和铺料台一端支撑,相

当于一端固定的悬臂梁,在铺料雕刻逐层叠加过程中,铺料台受到的力为非线性力,频繁的运动过程中容易造成铺料台在受力情况下发生弯曲变形,发生倾斜,影响零件的垂直度和表面质量;在升降运动中,铺料台的倾斜容易造成丝杠和螺母之间受力变大,产生波动,影响陶瓷和石蜡浆料的铺设,以及零件截面轮廓的雕刻^[8]。

为了减小铺料台Y方向的变形,提高零件成型的精度,需要对铺料台的结构进行适当改进,考虑在铺料台下方增加筋板结构^[9],如图4所示。

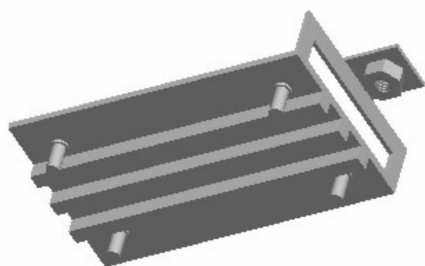


图4 铺料台加强筋结构

Figure 4 Strengthening rib structure of paving platform

铺料台增加筋板结构后的模型,导入Workbench中,进行相同的接触设置,施加相同的约束与载荷,分析结果如图5~6和表2所示。

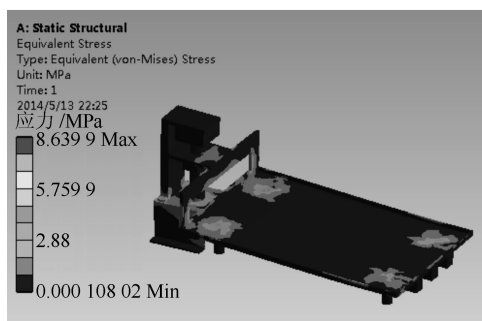


图5 等效应力

Figure 5 Equivalent stress

表2 改进后结果

Table 2 Improved results

应力/MPa		变形/mm	
最大值	最小值	最大值	最小值
8.639 90	0.000 108 02	0.074 98	0.001 629 80

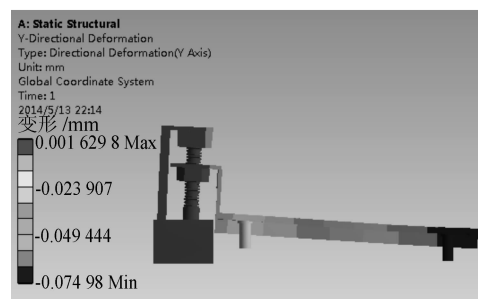


图6 改进Y方向变形

Figure 6 Y-direction deformation of improved structure

可知,铺料台在竖直方向的最大变形量为0.074 98 mm,在误差允许的范围内,满足工艺过程的要求,在螺母与铺料台的连接直角处,以及铺料台与导套的连接处的最大应力也有所减小,在陶瓷零件的成型过程中,也会相应提高零件的精度和表面质量,说明铺料台下方加强筋结构的方案是可行的。

4 结语

通过Workbench的静力学分析可知,铺料台的变形比较大,超出了成型过程中误差允许的范围内,通过在铺料台底部增加筋板结构,可以减小铺料台的变形和应力,提高零件成型的精度和表面质量,满足陶瓷零件成型工艺的要求,可为尚处于设计阶段的陶瓷零件快速成型机样机的研制提供参考依据。

参考文献:

- [1] 高东强,田振亚,郝大建,等.陶瓷零件快速成型机铺料机构的PLC控制[J].航空精密制造技术,2008,44(2):34-37.
- [2] 郝大建.陶瓷零件快速成型机机械装置的设计、制造及应用[D].西安:陕西科技大学,2009.
- [3] 郭志刚,高东强.新型陶瓷零件快速成型机铺料台的有限元分析[J].机械设计与制造,2010(4):29-31.
- [4] 高东强,马金峰.新型快速成型机仿真分析[J].机械设计与制造,2013(11):145-147.
- [5] 陈满儒,高博,马金峰.基于Pro/E的快速成型机设计与分析[J].机械研究与应用,2013,26(4):25-33.
- [6] 郭志刚.陶瓷零件快速成型机及控制系统研究[D].西安:陕西科技大学,2010.
- [7] 高东强,郝大建,田振亚,等.经济型陶瓷零件快速成型机机械装置的设计[J].制造技术与机床,2008(9):73-75.
- [8] 何廷亮,马金峰,孙传林,等.新型陶瓷零件快速成型机设计[J].轻工机械,2013,31(4):8-10.
- [9] 陈婵娟,付广萌.陶瓷快速成型机整体结构及重要零部件的设计分析[J].组合机床与自动化加工技术,2010(9):92-95.