

基于数控渐进成形的金属凸出 LOGO 制作研究

佟琚泽,陶冠岐,朱虎

(沈阳航空航天大学 机电工程学院,辽宁 沈阳 110136)

摘要:金属凸出 LOGO 的应用越来越广泛,然而现有的金属凸出 LOGO 的制作方法不适应多品种小批量生产需求。为此,提出了一种基于数控渐进成形的金属凸出 LOGO 制作方法。给出了面向数控渐进成形的金属凸出 LOGO 三维建模方法和支撑模生成方法,研究了层优先和深度优先两种成形轨迹生成方法,并通过实际成形实验制作了金属凸出 LOGO 试件。

关键词:数控渐进成形;金属凸出 LOGO;支撑;可成形性

中图分类号:TG668 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2019)06-0104-03

Research on Fabrication of Metal Convex LOGO Based on CNC Incremental Forming

TONG Junze,TAO Guanqi, ZHU Hu

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Shenyang University of Aeronautics and Astronautics, Shenyang 110136, China)

Abstract: The application of the metal convex LOGO is more and more widely used, however, the existing metal convex LOGO fabricating method is not suitable for the demand for small batch production. For this, a method of the metal convex LOGO production based on the CNC incremental forming is proposed. The 3D modeling method of the metal convex LOGO and the support model generation method for the CNC incremental forming are given out, the two kinds of methods for the layer-first and depth-first toolpaths generation are studied, the metal convex LOGOs are fabricated in the actual forming experiment.

Keywords: CNC incremental forming; the metal convex LOGO; support; formability

0 引言

随着社会需求的多样化发展,带有金属凸出 LOGO 的产品越来越多地出现在日常生活中,大到公司标志、产品标识,小到车牌号、门牌号等^[1]。这些金属凸出 LOGO 具有鲜明的个性化和单件/小批量生产特征,然而现有的金属凸出 LOGO 制作工艺难以适应小批量、多品种和样品试制的需要。基于此背景下,本文提出了一种基于金属板材数控渐进成形技术的金属凸出 LOGO 制作工艺。

数控渐进成形技术是一种新兴的板材柔性成形技术。该技术是在计算机的控制下,使成形工具沿着一定的运动轨迹,逐点挤压板材,使其发生局部塑性变形,从而渐进地完成对板材的成形^[2-3],如图 1 所示。因该技术具有无需制造专用模具、不需要专用设备等特点,可广泛应用于多品种小批量生产^[4-5]。为此,本文研究了利用金属板材数控渐进成形技术制作金属凸出 LOGO 的可行性及其制作方法,进而将该技术应用于金属凸出 LOGO 的制作。

1 金属凸出 LOGO 制作方法

本文以车牌以及门牌为例,给出基于数控渐进成形技术的金属凸出 LOGO 制作方法和其可行性。由于机动车牌照和门牌具有唯一性,特别适合利用数控渐进成形技术

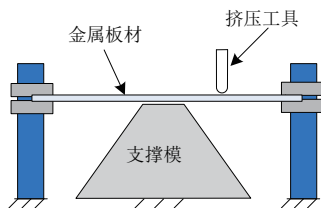


图 1 数控渐进成形

来加工制作。为此,研究面向数控渐进成形技术的金属凸出 LOGO 三维建模方法,相关支撑模设计、三维建模和加工轨迹生成方法,以及面向金属凸出 LOGO 的数控渐进成形轨迹生成方法,成形顺序确定等成形轨迹规划方法,并通过实际数控渐进成形实验制作出金属凸出 LOGO,以验证其可行性。

1.1 金属凸出 LOGO 模型建模

本文以门牌为例,说明金属凸出 LOGO 三维模型生成方法。利用三维 CAD 建模软件 UG,在空间坐标系中生成一块厚度为 0.80 mm 的板块,并采用 UG 软件中的文本生成功能,在板材的一个平面内生成所要加工的门牌图案;对该门牌图案的文本进行拉伸操作,拉伸距离为 4 mm;考虑门牌形状的美观性和可成形性,对门牌的字体进行拔模处理,如图 2 所示, φ 角为拔模斜度,以拔模斜度为 10° 生

基金项目:辽宁省大学生创新创业项目(S1701040)

作者简介:佟琚泽(1997—),男,辽宁抚顺人,本科,研究方向为数字化成形技术。

成门牌的实体三维模型;最后对实体模型进行抽壳处理,壳体的抽壳厚度与成形实验时的铝板厚度相同,为 0.80 mm,进而得到门牌的三维模型,如图 3a)所示。图 3b)为门牌的主视图,图 3c)为其剖面形状及尺寸。

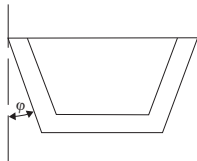


图 2 拔模斜度

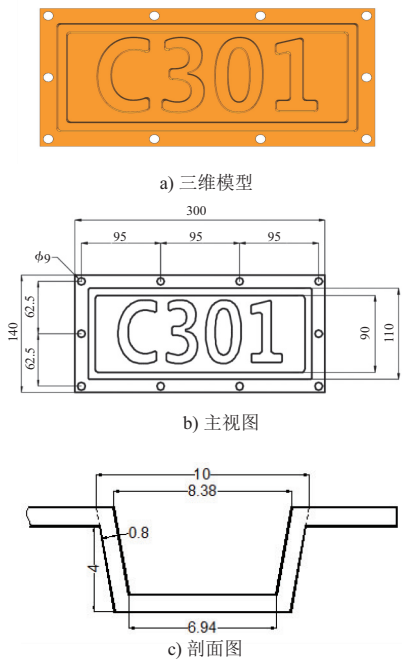


图 3 门牌模型

1.2 支撑模型建模

金属凸出 LOGO 的数控渐进成形应该采用有模的反向成形方式,为此需要构建支撑模型。考虑板料的厚度,应将凸出 LOGO 模型的内表面向外侧等距偏置 0.80 mm 距离,因此把门牌模型中凸出的一面设定为草图平面,如图 4 所示。在该草图平面上绘制一个形状与门牌相同的矩形,对该矩形进行拉伸操作得到高度为 20 mm 支撑模的坯料模型,并将门牌模型的抽壳操作删除;利用门牌的三维模型与坯料模型进行以坯料模型为目标体,门牌的三维模型为刀具进行布尔求差,得到支撑模型,如图 5 所示。

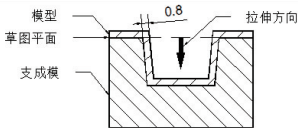


图 4 拉伸平面选择

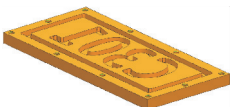


图 5 门牌支撑模型

1.3 支撑加工轨迹生成

在 UG 软件的加工模块中,采用数控铣削加工方式,

选择直径为 6 mm 的平底铣刀和球头铣刀,以 0.2 mm 的层间距分别生成出支撑等高线的铣削加工轨迹。在切削移动参数中,切削策略选择逆铣以及层优先,拐角处的刀轨形状为所有刀路光顺,层到层之间连接方式选择直接对部件进刀;非切削移动参数中,选择插削;进给率和速度参数选择中,切削进给率设定为 1 000 mm/min,主轴转速设定为 2 500 r/min;生成的支撑加工轨迹如图 6 所示。

1.4 数控渐进成形轨迹生成与规划

在数控渐进成形过程中,各个成形特征的加工顺序^[6-7]会对门牌的成形质量产生影响。在对门牌的数控渐进成形中,可以有两种不同的成形加工顺序:层优先和深度优先。以门牌为例,图 7 中除边框特征外,共有标号所示的 4 个特征;层优先是按照设定的层间距,每个特征按每次加工相同的深度逐层加工;深度优先(依次挤压)是按照图 7 中 1→0→3→C 或者 C→3→0→1 的顺序,按照不同的特征依次进行加工。

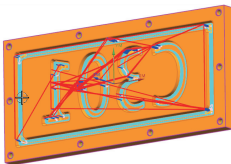


图 6 门牌支撑加工轨迹

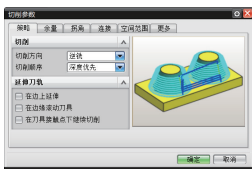


图 7 门牌模型中的特征

成形轨迹是在 UG 软件的加工模块中,采用三轴数控铣削加工方式,将切削进给率设定为 1 000 mm/min,选择直径为 6 mm 的球头挤压工具,生成层间距为 0.2 mm 的等高线轨迹。若要生成层优先成形加工轨迹,需将切削参数设定对话框中的“切削顺序”设置为“层优先”,而若要生成深度优先成形加工轨迹,需将切削参数设定对话框中的“切削顺序”设置为“深度优先”,其设置过程如图 8 所示,生成的层优先和深度优先成形加工轨迹如图 9 所示。

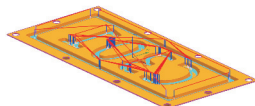


a) 层优先

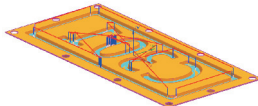


b) 深度优先

图 8 切削顺序设定



a) 层优先



b) 深度优先

图 9 层优先和深度优先成形轨迹

2 制作实验

1) 支撑的加工

以尼龙板为支撑材料,在 MDX-540 四轴数控雕铣床上,通过铣削加工制作了支撑。铣削加工过程中采用三轴

铣削加工,选用头部直径为 6 mm 的平头刀进行粗加工,选用头部直径为 6 mm 的球头刀进行精加工,进给速度设定为 1 000 mm/min,主轴转速设定为 7 000 r/min。

2) 金属凸出 LOGO 成形加工

在金属凸出 LOGO 数控渐进成形实验中,板材采用厚度为 0.8 mm 的 1060 铝板,选用球头直径为 6 mm 的圆柱形成形工具,等高线轨迹层间距设定为 0.2 mm,进给速度设定为 1 000 mm/min,主轴停止旋转,润滑油采用普通机油。图 10 所示为门牌的实际制件,图 11 所示为车牌的实际制件。



a) 深度优先加工件



b) 层优先加工件

图 10 门牌加工件



a) 特征优先加工件



b) 层优先加工件

图 11 车牌加工件

3 结语

1) 金属板材数控渐进成形技术可以应用于金属凸出 LOGO 制作,具有可行性。

2) 在成形加工金属凸出 LOGO 时,根据板料性能等因素对金属凸出 LOGO 模型有必要赋予一定的拔模斜度。

3) 层优先和深度优先两种成形加工顺序都可应用于基于数控渐进成形的金属凸出 LOGO 制作。层优先成形轨迹较深度优先成形轨迹有助于减少各字体特征之间的干涉引起的已成加工字体特征的反弹,成形效果更好。

参考文献:

- [1] 李国胜, 马军旗. 影响金属标牌质量问题的原因及应对方法浅析[J]. 网印工业, 2007(5): 37-38.
- [2] BEHERA A K, DE SOUSA R A, INGARAIO G, et al. Single point incremental forming: An assessment of the progress and technology trends from 2005 to 2015[J]. Journal of Manufacturing Processes, 2017, 27: 37-62.
- [3] LI Y L, CHEN X X, LIU Z B, et al. A review on the recent development of incremental sheet-forming process[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, 92 (5/6/7/8): 2439-2462.
- [4] TISZA M. General overview of sheet incremental forming [J]. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2012, 55(1): 113-119.
- [5] 肖旭东, 王永军, 张纪春, 等. 金属板料点压渐进成形实验与模拟研究[J]. 机械工程学报, 2013, 49(16): 107-113.
- [6] 朱虎, 张新迪, 姜在宽, 等. 数控渐进正/反向复合成形中成形顺序对成形质量的影响[J]. 锻压技术, 2016, 41(9): 46-51.
- [7] 刘一波, 朱虎. 基于数控渐进成形的凹凸板件制作研究[J]. 热加工工艺, 2015, 44(19): 153-156.

收稿日期:2018-07-30

(上接第 100 页)

- [3] 王旭鹤, 祝宝山, 曹树良, 等. 可逆式水泵水轮机转轮的三维反问题优化设计[J]. 农业工程学报, 2014, 30(13): 78-85.
- [4] TAN Lei, CAO Shuanliang, WANG Yuming, et al. Direct and inverse iterative design method for centrifugal pump impellers [J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, 2012, 226(6): 764-775.
- [5] 肖惠民. 超低水头轴流式水轮机反问题设计及水力特性研究[J]. 武汉大学学报(工学版), 2017, 50(5): 683-687.
- [6] 齐学义, 陈大为, 胡家昕, 等. 网格划分对轴流式水轮机数值计算结果的影响[J]. 水电能源科学, 2010, 28(1): 107-109.
- [7] 王旭, 李萍, 沈玲玲, 等. 流场数值计算的水轮机蜗壳模型构建方法研究[J]. 机械制造与自动化, 2016, 45(2): 143-145.

- [8] GUO Tao, ZHANG Lixiang, ZHOU Jun, et al. Simulation of pre-loading water-filled spiral case structure with weak simulation algorithm[J]. Procedia Engineering, 2012, 31(1): 492-496.
- [9] 宋文武. 水利机械及工程设计[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2005.
- [10] 乔文涛. 基于 CFD 的混流式水轮机内流场计算与分析[D]. 郑州: 华北水利水电大学, 2016.
- [11] THAPA BirajSingh, TRIVEDI Chirag, DAHLHAUG OleGunnar, et al. Design and development of guide vane cascade for a low speed number Francis turbine[J]. Journal of Hydrodynamics, 2016, 28(4): 676-689.

收稿日期:2018-08-07