

基于 MasterCAM 的复杂四通管接头凹模的加工

郑爱萍

(云浮市高级技工学校, 广东 云浮 527343)

摘要: 在分析四通管接头凹模造型结构和加工技术要求的基础上, 针对高要求的尺寸精度和表面光洁度的加工难点问题, 提出了不同的解决方案, 最终经过对比分析验证, 提出了采用曲面投影融接加工的方案。实践证明, 采用该方案取得了良好的经济效益, 为其他同类零件的加工提供了参考。

关键词: MasterCAM; 四通管接头; 数控编程; 加工工艺

DOI: 10.3969/j.issn.1674-6457.2016.04.018

中图分类号: TG76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-6457 (2016)04-0092-04

Machining of Complex Die for Four-way Pipe Joint Based on MasterCAM

ZHENG Ai-ping

(Yunfu Senior Technical School, Yunfu 527343, China)

ABSTRACT: By analyzing the structure of complex die for four-way pipe joint and machine technical requirements, different solutions were proposed according to the requirements of high precision and machining difficulties of the surface smoothness. Also, by final comparative analysis and verification, the proposal of adopting curved-surface projection for welding machining was put forward. It's been proved that the measure has achieved excellent economic benefits, and has provided references for machining similar spare parts.

KEY WORDS: MasterCAM; four-way pipe joint; NC programming; machining techniques

随着 CAD/CAM 技术的发展, 在产品设计中除了考虑产品的功能需求外, 还会考虑消费者的美观需求, 因此复杂曲面造型的应用越来越广泛。这些复杂曲面造型零件的模具加工变得越来越复杂, 除了需要保证尺寸精度外, 还需保证高的表面光洁度, 在数控编程的方法处理上变得更加细致, 对 CAM 软件的应用要求越来越熟练, 对某些编程功能的深入理解与应用的要求越来越高。如在编制刀路的过程中, 需结合所用刀路的特点对零件进行造型修补与构建辅助曲线等, 使刀路生成效果更加科学合理。MasterCAM 软件在模具加工行业得到了广泛的应用, 其易上手、编

程速度快的优点赢得了广大用户的称赞。

1 零件结构分析及加工技术要求

1.1 零件结构分析

图 1 为塑胶模具行业生产的四通管接头凹模型腔, 其外形尺寸为 400 mm × 300 mm × 100 mm。总体外形由 2 条相同的二通管呈“十字”交叉而成, 主体由曲面构成。四通管接头主要用于连接部件, 在现实生活中经常用到。二通管的外侧圆弧半径为 60 mm, 内

侧圆弧半径为 50 mm, 中间过渡曲面采用半径不断变化的直纹曲面连接而成, 呈“大—小—大”的哑铃型曲面。

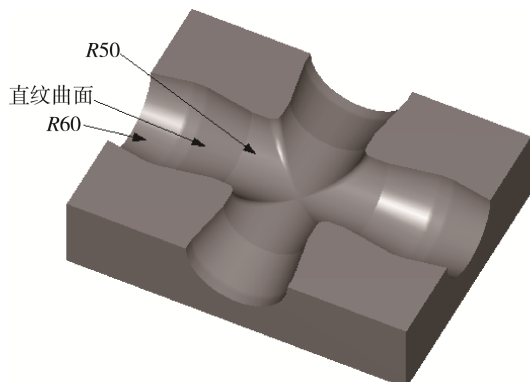


图1 四通管接头凹模
Fig.1 Complex die for four-way pipe joint

1.2 加工技术要求

毛坯材料为 738 模具钢, 该模具钢由于淬透性好, 具有良好的加工性能, 易切削、研磨、电蚀, 并具有优良的抛光性与韧性。常用于制作大尺寸、高光洁度、高档次的塑料模具成形零件, 如大型塑胶模具的冰箱、空调模具等。

为了满足塑件的使用与外观质量的要求, 除了对塑件的外形尺寸有一定的要求以外, 还要求表面光洁, 不得有划伤与缺陷, 圆角部位无残料, 两条二通管相交自然形成的交线需明显, 曲面相交过渡位置要求清根。所有表面光洁度要求为 $Ra1.6$ 。

2 加工难点分析

四通管接头凹模型腔尺寸较大, 加工余量大, 加工时间长; 曲面间的起伏交叉明显, 浅平面与陡斜面相互交错, 如何选择合适的刀具并设计合理的加工路径是本凹模型腔加工最大的难点, 特别是保证凹模型腔底部与侧面的表面光洁度。精加工要保证整个曲面的加工精度, 解决浅平面与陡斜面的精度问题, 且精加工用时最长, 在解决加工质量问题的同时还要兼顾效率, 因此, 合理设计精加工方法至关重要。

2.1 精加工方案设计

2.1.1 方案1 曲面精加工等距环切刀路

四通管接头凹模型腔由 2 个造型相似、长度不同的二通管相交而成, 曲面造型特征变化相对统一, 在精加工时尝试了曲面精加工等距环切刀路, 设置整体

加工公差为 0.015, 最大切削步距为 0.15 mm, 生成精加工刀路效果如图 2 所示。系统自动根据凹模型腔加工深度的变化特点, 在保证能采用等距环切的情况下, 将其他加工深度不能同时加工的区域进行划分, 共分为 5 个加工区域。依据加工零件的造型特征, 采用不断放大或缩小的等距环切走刀方式, 是等距环切精加工刀路的最大特点, 但是环与环之间的变化过渡往往处于加工区域的 X 方向与 Y 方向的中心, 如这里的过渡位置恰好处于凹模型腔的最底部, 而且过渡位置属同一方向。经实践加工验证, 四通管接头凹模型腔底部曲面的加工质量不能满足加工要求, 存在明显的划痕, 不能满足表面高光洁度的要求。显然是在加工过程中, 由于受加工轨迹的突然变化, 机床走向和刀具受力的突变等因素的影响, 导致在过渡位置留下了过渡痕, 其加工效果在仿真时已发现。

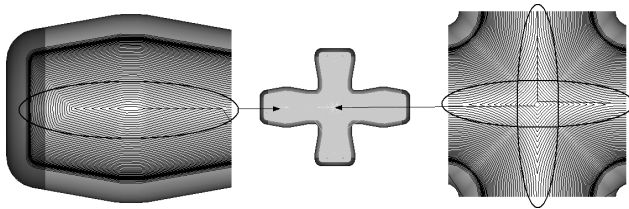


图2 采用曲面精加工等距环切刀路的刀具轨迹效果
Fig.2 The effects of tool path by using equidistant cutting for machining curved surface

2.1.2 方案2 曲面精加工的等高外形和平行铣削相结合的刀路

四通管接头凹模型腔的底部曲面起伏变化较大, 主要由浅平面和陡峭曲面组成, 靠近分型面的四通管部分为圆弧曲面, 属于陡峭曲面。为充分发挥 mastercam 不同刀路的加工优势, 根据曲面的构成特点, 陡峭曲面采用曲面精加工等高外形刀路, 底部浅平面和陡斜曲面相接位置采用曲面精加工平行铣削刀路加工, 加工角度为 45° 与 135° , 分两次加工以消除顺铣加工与逆铣加工造成两侧存在不同表面光洁度的问题, 加工刀路生成效果如图 3 所示。图 3a 为曲面精加工等高外形刀路, 陡峭曲面与曲面相交部分位置的刀路分布均匀, 疏密合理, 特别是陡峭曲面部分比较密集, 有利于保证加工效果, 但是在浅平面位置的加工效果并不明显, 需采用曲面精加工平行铣削刀路进行补充加工。图 3b 为曲面精加工平行铣削刀路生成的加工路径, 经过两次曲面平行铣削精加工后, 其底部曲面加工效果基本能保证, 但无法保证型腔口部的尺寸精度, 而且跳刀多, 由 3 个刀路生成的刀具路径其加工时间非常长, 仅仅这部分的加工耗时为 3 h, 加工程序大小为 2.5 MB。

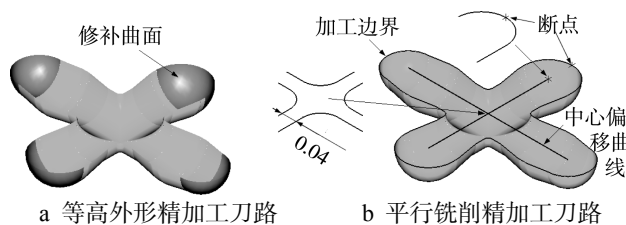


图3 等高外形和平行铣削组合刀路生成效果

Fig. 3 The effects of combining equidistant tool path and parallel milling tool path

2.1.3 其他方案

采用曲面精加工的流线铣削刀路和放射状铣削刀路等组合刀路来加工,经分析其刀路效果都不能满足加工要求,加工接痕明显,表面光洁度不一,无法满足加工尺寸精度与表面光洁度的要求,而且加工时间长的问题没有解决。

2.2 解决方案

针对以上加工方案的分析,如何保证刀具路径轨迹均匀,特别在二通管相交形成的转角曲面部分能平顺流畅走刀,在加工深度不断变化的情况下,仍能走出纯粹地按曲面的UV方向进行加工的刀路,使刀具在最底部能实现沿着二通管的中心线进行加工,是保证加工质量最关键的地方,也是最优的解决方案。

为此,在不断分析对比研究的基础上,精加工时采用曲面精加工投影铣削刀路,以融接的形式进行刀具轨迹的控制。为了更好地控制刀路,需根据模具型腔的造型进行曲面修补与创建辅助曲线。对2个二通管连接的开口位置进行封闭且相切过渡的曲面修补,结果如图4a所示。将修补后的曲面边界进行提取,以减少不必要的刀路轨迹,控制走刀范围,

提高加工路径的有效性,并将4条连接曲面边界的圆弧线的中点打断,以便设置加工起点。为了生成沿底部中心走刀的加工轨迹,在模具型腔的中心创建图4b所示的曲线。该曲线由2个二通管的中心分别向两侧偏移(该偏移距离将决定刀具最终在底部沿二通管中心线走刀轨迹的偏移距离,此处偏移为0.04 mm,实际生成的加工轨迹偏移距离为0.069 mm),并对偏移后的4条直线进行圆角过渡处理而成,设置圆角半径为0.02 mm,并将其他圆弧的中点打断,使其形成半圆过渡,以便与修补后提取的边界曲线实现点对点的规整对应,最终使生成的刀具路径轨迹达到规整统一的效果。

图4b所示的圆弧线段的断点,加工轨迹生成效果如图5a所示。图5b为模具型腔中心加工刀路轨迹的放大效果,显然加工轨迹分布均匀,拐角处过渡平滑,最底部刀路沿着中心线走刀。

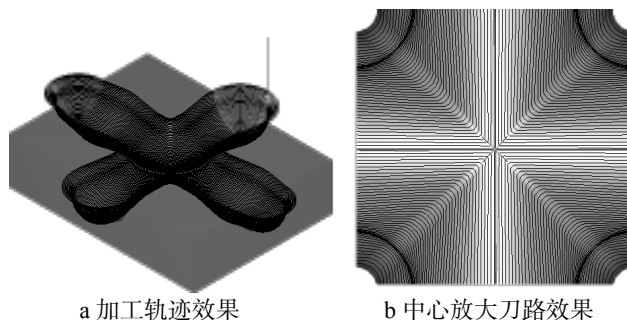


图5 曲面投影精加工刀路效果

Fig.5 The effects of tool path using curved-surface projection

3 加工工艺编制

基于以上分析,比较几种加工方案,设计了如下的加工工艺,见表1。

表1 加工工艺编制表
Table 1 Table of processing technology

序号	刀路形式	刀具	切削间距 /mm	Z轴进给量 /mm	加工余量 /mm	加工说明
1	曲面挖槽粗加工	Φ30 mm R5	15	0.35	0.3	整体开粗
2	曲面等高外形精加工	Φ12 mm R0.8		0.3	0.25	整体二粗
3	曲面等高外形精加工	Φ6 mm 平刀		0.25	0.2	整体三粗
4	曲面浅平面精加工	Φ12 mm 球刀	0.3		0.2	范围为 25° 底部加工
5	曲面平行铣削精加工	Φ12 mm 球刀	0.3		0.15	整体 45° 半精加工
6	曲面投影精加工	Φ10 mm 球刀	0.15		0	整体精加工

4 结语

实践证明, 该加工工艺取得了良好的加工效果。看似简单的模具型腔加工, 虽然有多种不同的加工方法, 但是不同要求的尺寸精度与表面光洁度对加工工艺的要求亦不同。只有认真分析加工零件的结构特点和加工要求, 并结合 CAD/CAM 软件造型和编程的特点, 熟练地应用其 CAD/CAM 功能, 才能提出不同的解决方案, 编制出平顺流畅的高质量加工程序, 以满足加工要求。

参考文献:

- [1] 陈英俊, 陈小童. MasterCAM 在复杂曲面数控铣削加工中的应用研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2013(4): 96—98.
CHEN Ying-jun, CHEN Xiao-tong. Research on the Application of MasterCAM on NC Milling of Complex Surface[J]. Combination Machine Tools and Automatic Processing Technology, 2013(4): 96—98.
- [2] 王卫兵. Mastercam 数控编程实用教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
WANG Wei-bing. Practical Tutorials of MasterCAM NC Programming[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2004.
- [3] 马秋生, 王春海. MasterCAM 的曲面精加工方法比较与应用[J]. 现代制造工程, 2005(5): 45—46.
MA Qiu-sheng, WANG Chun-hai. Comparison and Application of MasterCAM Curved Surface Machining[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2005(5): 45—46.
- [4] 伍伟杰, 李文辉. 充电器型芯的数控加工工艺分析与编程[J]. 现代制造工程, 2011(3): 36—40.
WU Wei-jie, LEE Wen-hui. Analysis and Programming of the NC Machining Process for the Charger Core[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2011(3): 36—40.
- [5] 佛新岗. MasterCAM 曲面精加工方案选择研究[J]. 煤矿机械, 2012(1): 143—144.
FO Xin-gang. Study of MasterCAM Curved Surface Machining Cases[J]. Coal Mining Machinery, 2012(1): 143—144.
- [6] 郁志纯. 基于 MasterCAM 的旋钮凸模加工方法设计[J]. 机械与液压, 2011(2): 45.
YU Zhi-chun. Design of Machining Method of Knob Punch Based on MasterCAM [J]. Machinery and Hydraulics, 2011(2): 45.
- [7] 徐元昌. 数控技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004.
XU Yuan-chang. NC Technology[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2004.
- [8] 王贵明. 数控实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
WANG Gui-ming. NC Practical Technology[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2007.
- [9] 杨林波. MasterCAM 的数控加工工艺研究分析[J]. 机械工程与自动化, 2013(4): 115—118.
YANG Lin-bo. Analysis of NC Machining Techniques[J]. Mechanical Engineering and Automation 2013(4): 115—118.
- [10] 穆以东. 数控铣削刀具路径优化系统研究及实验分析[D]. 北京: 北京工商大学, 2007: 25—30.
MU Yi-dong. Research and Experimental Analysis of NC Milling Tool Path Optimization System[D]. Beijing: Beijing Technology and Business University, 2007: 25—30.
- [11] 吴平峰. 基于 MasterCAM 软件的选刀及高度方向精度控制研究[J]. 湖南农机, 2013(9): 76—77.
WU Ping-feng. Research on the Control of the Cutter and the Height Precision Based on MasterCAM[J]. Hunan Agricultural Machinery, 2013(9): 76—77.
- [12] 刘保臣, 逯晓勤. 模具数控加工 CAM 编程中工艺参数的确定[J]. 现代制造, 2006(3): 126—128.
LIU Bao-chen, LU Xiao-qin. Determine the CAM Process Parameters of Mold NC Programming[J]. Modern Manufacturing, 2006(3): 126—128.
- [13] 殷勤. MasterCAM 刀具切削边界功能在数控铣编程中的应用[J]. 机械工程师, 2010(4): 83—84.
YIN Qin. Application of MasterCAM Tool's Function of Cutting Edge in NC Milling Programming[J]. Mechanical Engineer, 2010(4): 83—84.
- [14] 乐崇年. MasterCAM 的区域加工控制方法[J]. 模具制造技术, 2005(3): 71—73.
YUE Chong-nian. Methods of MasterCAM Region Processing Control[J]. Mold Manufacturing Technology, 2005(3): 71—73.