

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.07.009

基于 MasterCAM 的枪弹合膛模 CAD/CAM/DNC 一体化技术

高丰¹, 董宏州², 刘桂林¹

(1. 中国兵器工业第五八研究所 工业自动化工程技术部, 四川 绵阳 621000

2. 中国兵器工业第五八研究所 产品制造部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 针对传统的枪弹合膛模生产效率低, 合格率低等问题, 采用基于 MasterCAM 的 CAD/CAM/DNC 一体化技术的应用过程和方法, 提出了该技术的需求配置及工作流程。以某型号枪弹的合膛模为例, 应用 MasterCAM 软件进行模具三维实体造型、工艺参数设置、模拟仿真加工并自动生成 NC 程序, 之后使用 DNC 通信技术将程序在线输入至数控机床进行加工。

关键词: 枪弹; 模具; CAD/CAM/DNC

中图分类号: TP391.7 **文献标识码:** A

Integrated Technology of CAD/ CAM/ DNC for Die Design and Manufacture Based on MasterCAM

Gao Feng¹, Dong Hongzhou², Liu Guilin¹

(1. Dept. of Industrial Automation Engineering Technology, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China; 2. Dept. of Product Manufacturing, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: Aiming at the low manufacturing efficiency and low acceptability of traditional joint chamber die, adopt application process and method of CAD/CAM/DNC integrated technology based on MasterCAM, put forward the requirement configuration and working process of this technology. Taking joint chamber die as example, use MasterCAM software to carry out the model 3D entity modeling, technical parameter setting, simulation processing and automatic generating NC program. Then, use the DNC communication technology to input the procedure on line into NC tool for process.

Keywords: bullet; die; CAD/CAM/DNC

0 引言

枪弹生产企业若需要一条自动化生产线生产多品种枪弹, 就必须提高生产线上的模具的设计加工及更换效率。欧美等国多采用组合式工装及数控、高精度加工设备实现快速工装制造, 模具生产标准化、自动化、精密化程度高, 生产线模具维护更换迅速, 生产设备无须校准, 使生产准备时间大大缩短, 结合极高的生产率, 生产变品种变批量的能力很强, 如在一条枪弹转子生产线上可生产 4 个品种。我国少数生产线虽能实现品种更换, 但更换工装模具时间长, 模具加工基本依赖熟练技工的经验, 效率极其低下, 合格率还不到 50%, 严重制约着枪弹大批量连续生产。

作为模具设计加工成熟的先进技术方法, CAD/CAM 技术对于缩短模具, 特别是那些形状复杂的模具开发周期非常有效。直接数字控制 (Direct Numerical Control, DNC) 则主要包括过程控制计算机、存储器、I/O 接口、通信接口、机床控制器

和支撑软件。目前, 在我国枪弹装配生产线的模具设计加工领域仍采用传统的生产方式, 具有效率低、合格率低等问题, 将 DNC 通信技术融入 CAD/CAM 技术及其带来的无图纸化设计加工理念仍处于空白。合膛规作为枪弹装配检测装备模具之一, 是用于枪弹装配合格与否的判断量具, 故在该领域应用 CAD/CAM/DNC 技术, 以满足对其一致性、精密性、高效性的苛刻要求。

1 模具 CAD/CAM/DNC 一体化技术

1.1 软硬件配置

随着计算机技术的不断发展, 模具数字化设计与制造技术逐渐普及, 国际上出现了多种 CAD/CAM 软件, 且各具特色。MasterCAM 9.0 软件是由美国 CNC Software 公司推出的一种基于 PC 平台的 CAD/CAM 软件, 可实现三维实体造型、仿真加工、自动生成 NC 程序等功能。

硬件环境由 1 台加工中心、1 套模具设计与数控加工环境局域网、1 台个人 PC 机及串口通信电

收稿日期: 2010-03-05; 修回日期: 2010-05-10

基金项目: 国防基础科研 (B1020060366)

作者简介: 高丰 (1984-), 男, 江苏人, 工程师, 2007 年毕业于北京理工大学, 从事机械设计及弹药相关技术研究。

缆。利用 PC 对模具进行三维实体（曲面）造型、模具装配模拟检查、实体加工仿真模拟、数控加工刀位文件生成和 NC 后处理。通过 DNC 通信技术，计算机直接控制加工中心在线加工。

1.2 工作流程

在模具 CAD/CAM/DNC 一体化集成环境的支持下，进行复杂模具计算机辅助设计与数控加工。其基本工作流程如下：1) 根据加工模具的结构形状及设计要求进行三维造型，建立完整、准确的模具三维实体模型；2) 在模具三维主模型的基础上，利用 Master CAM 软件的加工模块拟定模具加工工艺参数及设置；3) 生成模具数控加工的刀位文件；4) 利用 Master CAM 软件进行数控加工的实体加工仿真模拟，检查刀位文件的合理性及有效性；5) 根据具体加工机床进行刀位文件的后处理，生成该机床的数控加工指令（加工代码）；6) 采用 DNC 方式对模具的数控加工代码进行加工，如图 1。

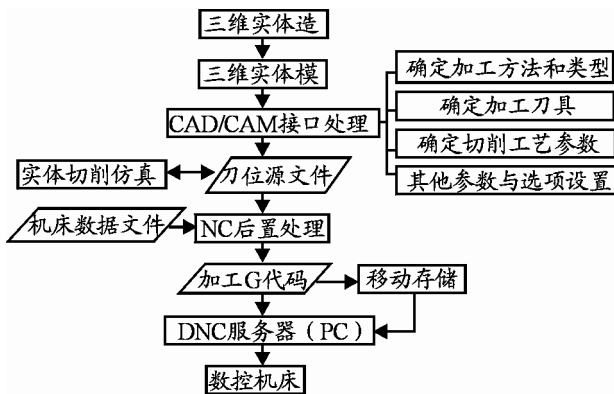


图 1 CAD/CAM/DNC 技术一体化流程图

2 枪弹合膛规 CAD/CAM/DNC 技术

2.1 枪弹合膛检测原理

传统的合膛检测一般都是把装配好的枪弹插入与枪膛仿形的合膛规中，通过全弹与合膛模的形状匹配程度的差异，测量出弹体尾部距离模具底部的长度数值，从而进行全弹是否合格的判断。通过激光位移传感器检测与测量基准的差值，距离小于某一值时判断合格、距离大于某一值时判为不合格。这个极限精确到 0.01 mm。即合膛规的内腔尺寸精度必须达到 0.001 mm，而一台检测转子上有十二工位，给合膛规的加工提出了很高要求。

2.2 应用实例

2.2.1 合膛模三维实体造型

1) 打开 MasterCAM，构造平面结构图，设定坐

标系，定原点，按照尺寸要求绘出合膛模剖面图。

2) 选择主功能表【Solids】实体功能，选择【Extrude】挤出，在选择图素菜单中点击【chain】串联，串联图素后，点击【Done】执行，确定拉伸方向后，点击【Done】执行，在弹出的参数设置框内设置拉伸参数，实体挤出，如图 2。



图 2 枪弹合膛规三维实体

2.2.2 工艺参数设置

打开 MasterCAM9.0，进入 Mill 模块，选择 File/Converter s/ Pro E/ Read file，完成数据输入。由于 2 种软件的坐标系不同，故需要对模型的坐标系进行处理，一般在 Xform 模块下，进行相关转换即可。

整个工艺路线设置过程如下：

1) 夹持外圆，片车端面见光，粗车外圆见光；并半精车外圆 $\phi 26$ 至 $\phi 26.5$ ， $\phi 20$ 至尺寸， $\phi 16$ 至 $\phi 16.5$ ，钻通孔 $\phi 6.4$ ，并车 40° 锥孔至要求，各处倒角，调头，夹 $\phi 26.5$ 外圆，粗精车另一端面至总长 50.5，车两处锥孔，各留 0.3 研磨余量，倒角 C1.5；

2) 砂光 $\phi 20$ 外圆，去除各处毛刺飞边；

3) 夹 $\phi 20$ 外圆，磨 $\phi 26h6$ 外圆至尺寸，之后研磨 $37^\circ 48'$ 锥孔及 $\phi 9.37-\phi 10.55$ 锥孔至要求，再以 $\phi 26h6$ 外圆镶套，磨 $\phi 16-0.5-1.0$ 外圆至尺寸，并磨 $\phi 6.76$ 孔至尺寸要求。

2.2.3 模拟仿真加工

对 MasterCAM9.0 生成的加工轨迹进行模拟仿真，检查生成的加工轨迹是否合理、加工表面是否光滑、是否有过切现象，如果出现类似情况，需重新编辑加工轨迹，直到满意为止。

2.2.4 生成数控加工代码

利用 MasterCAM9.0 后置处理模块，选用机床对应数控系统的后置处理程序来生成数控程序。例如，当数控系统为 FANUC 时，应选 MPFAN.PST 文件，则 MasterCAM9.0 将自动生成适合该机床运行的数控程序代码。

2.2.5 后置处理

1) 取消 G43 指令

在普通数控铣床上进行模具加工时, 通过手动方式来完成换刀过程, G54 的 Z 轴再定位一般用滚刀法来确定, 且在某些后处理器(如西门子)中不能识别 G43 指令, 故在程序中必须删掉 G43 指令。

2) 删除刀具号、换刀指令、回参考点指令

在普通数控铣床上无法进行自动换刀操作, 故程序自动生成的刀具号、换刀指令, 回参考点指令均为多余, 且系统无法执行, 故也要删掉。

3) 删除程序的程序名、注释行, 增加通讯协议文件。

2.2.6 NC 程序的自动生成及 DNC 加工

使用 KND-100M 数控系统, 将后置处理后的加工程序通过 RS232 通信串口输入至数控机床, DNC 通信设置如图 3。

3 结束语

先进制造技术在枪弹生产装备领域尤其是在枪

(上接第 24 页)

第 4 阶段, 飞出过程中叶片与机匣击穿处的材料相互接触, 造成能量较小的减少与波动。

表 1 为撞击过程中的叶片和机匣典型时刻的能量值(动能、变形能及系统能量)。由表 1 可知, 系统能量逐渐减少, 撞击过程中能量不断损失。叶片飞出机匣后的动能为 2 461 J, 速度为 128.1 m/s, 未被包容的叶片存在安全隐患, 如果叶片击中飞机上的油管、油箱或飞机结构件, 可能造成灾难性后果。

表 1 撞击过程中的典型时刻能量值

典型时刻 (ms)	叶片能量(J)		机匣能量(J)		系统能量(J)
	动能	变形能	动能	变形能	
0.00	6 373	0	0	0	6 373
0.15	6 214	140	23	1	6 389
0.50	5 969	227	1	18	6 215
1.30	2 938	1 663	70	373	5 044
3.00	2 461	1 866	6	450	4 783

5 结论

1) 结果表明: 该型机匣对叶片不具有包容能力, 存在安全隐患。

2) 有限元方法能较好地模拟航空发动机叶片断裂后撞击机匣的过程, 数值仿真结果与相关文献试验结果有较好的一致性。

3) 该叶片包容性瞬态响应数值仿真与分析结

果可为叶片包容性设计提供参考。但由于在进行的叶片包容性瞬态响应数值仿真时, 未考虑撞击过程中相邻未断叶片的影响以及摩擦和阻尼的影响, 下一步, 将在考虑摩擦和阻尼条件下, 对叶片包容性瞬态影响进行研究。



图 3 DNC 通信设置

参考文献:

[1] 邓奕, 苏先辉. MasterCAM 数控加工技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 2-58.
 [2] 张宇, 初学丰. 模具 CAD/CAM/DNC 一体化技术[J]. 昆明理工大学学报, 1999, 24(4): 4-7.
 [3] 马云富. 我国弹药药装药装配技术现状及发展对策[J]. 兵工自动化, 2009, 28(9): 1-3.

果可为叶片包容性设计提供参考。

但由于在进行的叶片包容性瞬态响应数值仿真时, 未考虑撞击过程中相邻未断叶片的影响以及摩擦和阻尼的影响, 下一步, 将在考虑摩擦和阻尼条件下, 对叶片包容性瞬态影响进行研究。

参考文献:

[1] U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration. Federal Aviation Regulations: Part 33, Airworthiness Standards :Aircraft Engines[S]. 1984.
 [2] U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration. AC33-5: Turbine Engine Rotor Blade Containment/Durability[S]. 1990.
 [3] 斯贝 MK202 发动机应力标准 (EGD-3) [M]. 北京: 国际航空编辑部, 1979.
 [4] S. Sarkar, S. N. Atluri, Effects of multiple blade interaction on the containment of blade fragments during a rotor failure[J]. Finite Elements in Analysis and Design, 1996, 23: 210-222.
 [5] Astrid Kraus, Jörg Frischbier, Containment and Penetration Simulation in Case of Blade Loss in a Low Pressure Turbine[J]. DYNAmore LS-DYNA Forum 2002, 2002, 9.
 [6] 王爱俊, 乔新, 厉蕾, 等. 飞机座舱风挡层合玻璃弹穿有限元分析[J]. 南京航空航天大学学报, 1998, 30(4): 371-376.
 [7] 张更云, 王旭东, 冯建涛, 等. 基于粗糙集理论的发动机数据特征提取[J]. 四川兵工学报, 2009(8): 1-3.