

基于 NX12 的多轴数控机床后置处理软件研究

蹇清平 熊保玉 许久林

(成都工业职业技术学院, 四川 成都 610213)

摘要: 多轴数控加工中心的核心功能为多轴联动功能, 而对应多轴数控机床的后置处理软件是实现多轴机床联动的关键。为实现对 DMU50 数控加工中心定制多轴联动后处理软件, 充分发挥多轴数控机床的加工能力, 针对 DMU50 的机床的机械结构, 分析了该机床的运动模型, 讨论了坐标变换算法, 基于 NX12 后置构造器软件开发了 DMU50 数控加工中心的定制化后处理软件。结果表明, 该定制化开发的后置处理软件能够发挥 DMU50 机床多轴联动的加工能力

关键词: 多轴加工; 后置处理软件; DMU50 数控加工中心

由于机床结构和数控系统的多样化, 目前针对不同结构机床和数控系统采用 UG 软件开发了对应的后置处理程序。程启森等人针对 FANUC 数控系统的编程结构和特点, 结合 UG/NX12 开发了相应的后置处理软件, 实现了 FANUC 数控系统的机床 G 代码自动生成。陈春鹏针对 DMU50 数控机床开发了基于 C 语言的专用后置处理软件, 并用仿真软件对相应的功能进行了正确型的验证。为了进一步提升 DMU50 多轴数控机床的加工性能, 完成多轴数控技术实践教学任务, 发挥高精度五轴数控机床加工生产作用, 在充分分析 DMU50 的机床结构、运动模型、坐标变换算法、B 轴和 C 轴转角计算、刀位点在新坐标系中的计算方法基础上, 利用 UG/PostBuilder 后置构造器完成 DMU50 机床的后置处理软件定制, 从而保证 CAM 软件生成的 G 代码数控程序能够安全、高效的完成加工任务。

一、DMU50 的机床结构与运动模型

德国德马吉公司生产的 DMU50 双转台五轴数控加工中心, 其运动轴由 X、Y、Z、B、C 五个坐标轴构成。当零件固定在机床工作台上时, 该零件在加工过程中可以绕着 Z 轴和 Y 轴旋转, 也可以沿 Z 轴作直线移动, 因此当工作台绕 Z 轴或者 Y 轴旋转一个角度后, 工作台上的零件必然会随着工作台绕 Z 轴或 Y 轴旋转一个同样的角度, 这样就对在初始状态建立的工作坐标系造成空间坐标的变化, 因此, 为了实现机床五个坐标轴的正确输出, 需要对工件坐标系在经过 C 轴和 B 轴旋转后, 重新计算名义坐标系的位置才能得到最终的坐标。

二、DMU50 的运动学模型后置处理算法

设定 DMU50 机床工作台回转 / 摆动型结构的坐标系如图 1 所

示, $O_w X_w Y_w Z_w$ 表示工件坐标系, $O_t X_t Y_t Z_t$ 表示刀具坐标系, $O_m X_m Y_m Z_m$ 表示机床坐标系。基于 UG 的后处理工作就是将软件前置生成的刀轨文件 CLSF 中刀具坐标系下的坐标值转换为相对于机床坐标系的平动和工件坐标系相对于机床坐标系的转动变换。

假设 $r_m(m_x, m_y, m_z)$ 表示初始位置机床坐标下原点在工件坐标系中的位置矢量, 用 $[0 \ 0 \ 0]^T r_m(m_x, m_y, m_z)$ 表示刀具坐标系中刀位点的位置矢量, 用 $[0 \ 0 \ 1]^T [001]^T$ 表示刀具坐标系中刀轴矢量方向, 用 $r_s(s_x, s_y, s_z)$ 表示机床平动轴 X、Y、Z 的初始位置, 用 ϕ_B 和 ϕ_C 表示旋转轴 B、C 初始角度, 用 $u(u_x, u_y, u_z)$ 表示工件坐标系中的刀轴矢量方向, 用 $h(h_x, h_y, h_z)$ 表示刀位点在工件坐标系中位置矢量。将刀轨文件 CLSF 中的刀位点位置矢量和刀轴矢量方向转化为机床五个坐标轴的运动数据的计算公式如下:

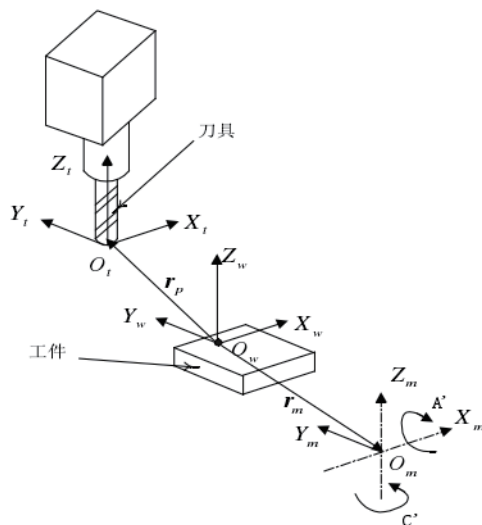


图 1 DMU50 机床工作台回转 / 摆动型结构的坐标系

$$\theta_A = k_A \cdot \arccos(u_z), k_A = 1, -1; \quad (1)$$

$$\theta_C = \arctan(u_x / u_y) - k_C \cdot \pi, k_C = 0, 1; \quad (2)$$

$$s_x = (h_x - m_x) \cos \theta_C - (h_y - m_y) \sin \theta_C + m_x \quad (3)$$

$$s_y = (h_x - m_x) \cos \theta_A \sin \theta_C + (h_y - m_y) \cos \theta_A \cos \theta_C - (h_z - m_z) \sin \theta_A + m_y \quad (4)$$

$$s_z = (h_x - m_x) \sin \theta_A \sin \theta_C + (h_y - m_y) \sin \theta_A \cos \theta_C + (h_z - m_z) \cos \theta_A + m_z \quad (5)$$

基于 UG 后置处理算法一般过程为首先读取刀轨文件 CLSF 中工件坐标下的刀位点位置矢量 $h(h_x, h_y, h_z)$ 和刀轴矢量方向 $u(u_x, u_y, u_z)$, 再分别计算旋转轴的初始角度 ϕ_B 和 ϕ_C ; 其次计算机

床平动轴的线性位移初始位置矢量 $r_s(s_x, s_y, s_z)$ ；最后组合上述计算的五个机床坐标轴输出实现五轴联动功能。

三、DMU50 机床后置处理软件创建与加工试验

(一) DMU50 机床的后置处理软件创建

启动 NX12 后置构造器，选择西门子 5 轴数控系统后，根据机床结构参数表 1 的数据，在软件中设置该机床各坐标轴的极限位置参数。对位于 XZ 平面和 XY 平面内的旋转轴 B 和 C 设置旋转角度。

对于数控程序主体部分比如程序起始、程序格式、刀具调用格式、五轴联动加工坐标输出方式、程序结束等工作，在后置处理软件中，采用 TCL 语言进行编程，实现对五轴机床输出定制化的 G 代码格式需求，如图 2 所示。

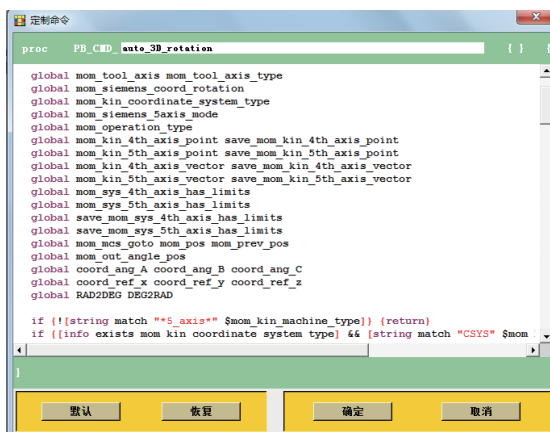


图 2 基于 TCL 语言的坐标转换计算定制开发

(二) 后处理软件加工验证

经过后处理生成的加工程序在机床上进行加工测试如图 3 所示，验证了在 UG 软件中定制后置处理软件生成的 G 代码是正确的，能够与对应的数控系统完全匹配，这样才能保证五轴机床在加工过程中的安全性和加工精度。



图 3 后置软件生成的 G 代码的加工测试

四、结语

主要针对 DMU50 双摆台的五轴机床，详细分析了如何将刀轨文件转化为机床各个坐标轴的运动数据的计算过程，并给出了 UG 后处理软件算法的计算过程和具体构建后置处理软件的流程。最后通过加工验证了该方法构建的五轴后置处理软件的正确性，对其他多轴数控机床的后置处理软件构建具有一定的借鉴作用，对开展高精度数控加工生产也具有重要的现实意义。

参考文献：

- [1] 程启森, 徐玉芳. 基于 UG/NX11 的数控铣削后置处理 [J]. 金属加工 (冷加工), 2020 (03): 63-66.
- [2] 陈春鹏. 基于 UG 的五轴数控机床的后置处理研究 [D]. 上海师范大学, 2019.
- [3] 傅飞, 包笑燕. 基于 UG 五轴叶轮模块数控加工与仿真 [J]. 机械管理开发, 2018, 33 (10): 17-18.
- [4] 尹玉鹏, 王虎奇, 袁爱霞, 陆洋. 叶片数控加工后置处理及仿真技术的研究 [J]. 机械设计与制造, 2017 (05): 141-144.
- [5] 梁丰, 吕辉. 基于 UG8.5 的舍弃式螺旋刀刀体的四轴数控加工 [J]. 装备制造技术, 2017 (01): 174-176+210.
- [6] 梁蔓安, 唐清春, 黎家宏. 基于 UG 的五轴联动机床后置处理器研究与实现 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2011 (06): 17-19+22.
- [7] 于冰冰, 杨生虎. 飞阳数控系统的后置处理开发方法研究 [J]. 现代商贸工业, 2011, 23 (12): 232-233.
- [8] 冉启军, 张玉峰. 基于 UG 软件的五轴数控加工后置处理研究 [J]. 制造技术与机床, 2011 (06): 41-44.

基金项目：本文系成都工业职业技术学院校级课题 (2020YJ-9) 的研究成果。