

数控加工在注塑模具制造中的应用分析

王新 徐鑫

(吉林城市职业技术学院 吉林 长春 130114)

摘要: 数控加工控制机床自动运转, 具有复杂加工能力、高质量、高效率、高柔性的特点。注塑模具制造过程中需要使用数控机床加工, 加工前对图纸信息进行解读, 制定加工计划, 工件型腔前期加工时可以用CAXA制造工程师软件进行编程, CNC后处理, 型腔装夹找正, 对刀加工, 后续型腔进行电火花加工, 其中电极设计是极其重要的环节。设计一般含有粗电极与精电极, 放电加工后用三坐标进行尺寸检测。

关键词: 数控加工; 注塑模具; 电极设计; 对刀; 生成G代码

0 引言

数控加工, 即NC (Numerical Control) 加工, 是以符号和数值构成的信息, 控制机床实现自动运转。CNC铣床或加工中心 (Machine Center, MC) 通过在特定的坐标系中描述刀具运动的路径, 来实现对零件特定外形的加工。

数控加工综合了机床、电机、计算机、自动控制、液压电气传动、测量、监控检测和机械制造等学科的内容, 经历了半个多世纪的发展, 数控加工已成为制造业的先进制造技术。

数控加工的最大特征有: 一是可以极大地提高精度, 包括加工质量精度与加工时间误差精度; 二是加工质量的重复性, 加工质量稳定, 保持工件质量一致。

CAXA制造工程师是一款面向二轴至五轴数控铣床与加工中心, 具有卓越工艺性能的铣削及钻削数控加工编程软件。本文作者是数控工艺员, 作为最早一批具有掌握CAXA制造工程师的工程技术人员, 通过多年的工厂一线实际工作经验, 结合近年来发展起来的高速加工技术, 将传统技艺与现代最新前沿科技进行融合。本文详细阐述了数控加工在注塑模具制造中的应用, 包括图纸信息解读、手工编程与自动编程、CAM编程及CNC后处理, 并结合电极设计实例, 着重介绍注塑模具制造加工方法。

1 图纸信息解读

图纸包括2D图和3D图, 2D常用.dxf或.dwg格式打开图纸, 找出X、Y、Z这3个方向的最大尺寸, 根据这个尺寸准备毛坯料。读取尺寸公差及表面光洁度等信息。3D图常用.stp或.igs格式打开图纸, 将3D Model调入CAM软件。分析工件加工工艺, 确定粗加工、精加工方案, 制定加工工序。一般先用普通铣床对毛坯料开粗, 也称为“飞料”, 加工成比较标准的长方体, 留有2~3mm的加工余量。接下来用平面磨床精加工长方体, 加工后, 轮廓

尺寸需要满足尺寸公差要求。保证工件表面光洁度, 也要保证相邻面的垂直度。然后再用普通铣床钻孔加工水路、加工排气槽等。有时需要进行电加工中的线切割加工, 后续才转移到数控铣床或加工中心。数控加工通常会加工多个面, 然后进行电火花加工。

2 数控机床手工编程及自动编程

数控编程是CAD/CAM的重要组成部分, 是产品设计与制造过程中一个承上启下的环节。理想的数控加工程序不仅能保证加工出符合设计要求的合格零件, 还能合理地应用和充分地发挥数控机床的功能, 同时具有高效率和安全可靠的特性。

手工编程就是零件图样分析, 确定加工工艺排计划过程, 数值计算、编写零件工艺表单、制作控制介质到检验程序都是人工完成的。它要求编程技术人员不仅要熟悉数控指令及零件编程规则, 而且还要具有数控机床加工工艺知识和数值计算能力。对于加工形状简单、程序段少、计算量小的零件, 采用手工编程比较容易, 而且成本低、效率高。因此, 在点位加工或直线以及与圆弧组成的轮廓加工中, 手工编程仍然被广泛应用。对于形状复杂的零件, 特别是具有列表曲线、非圆曲线及曲面的零件, 用手工编程就有一定的困难, 错误率高, 有时甚至无法编出程序, 必须要用自动编程的方法编制程序。

一个完整的数控加工程序都是由若干个程序段组成的, 每个程序段都是按照一定的顺序排列, 能使数控机床完成某些特定动作的一组指令, 每个指令是由地址字符和数字组成在一起的。一个完整的程序必须由准备程序段、加工程序段和结束程序段组成。

自动编程是利用计算机辅助制造软件来编制数控加工程序。编程技术人员只需要根据零件图样的要求, 使用数控语言指令, 由计算机自动进行数值计算及后置处理, 然后编写出零件加工程序单。加工程序通过传输录入到数控

机床,开始控制机床工作。自动编程使一些计算繁琐复杂、手工编程困难或无法编出的数控程序能够顺利地完成。

3 CAXA 编程及 CNC 后处理

CAXA 制造工程师定义毛坯,选择刀具,设置刀具加工方式,生成各加工步骤的刀具轨迹,刀具轨迹仿真,后置输出加工代码,生成 G 代码,输出数控加工工艺技术文件,传输程序,传给机床开始加工。CAXA 编程基本步骤具体如下。

(1) 理解二维图纸或其他的模型数据。分析此工序加工任务和要达到的加工结果。

(2) 确定加工工艺。根据现有机床、装夹工具、刀具等制定加工计划,计划中每个工序预计时间用小时单位,填写《加工工艺表单》。加工顺序应遵循的一般原则:上道工序的加工不影响下道工序的装夹,特别是不影响下道工序的定位基准;需要先内部形状和内控加工工序,然后外形加工工序;以相同装夹方式或用同一把刀具加工的工序,最好连接在一起加工,主要为了减小重复定位误差,减少重复装夹、更换刀具等辅助加工时间。

(3) 建立加工模型或通过数据接口读入。CAXA 制造工程师软件默认格式是 .mxc。

(4) 生成刀具轨迹。选择刀具,规划进给路线,这里指的是刀具相对于工件的运动轨迹和方向。进给路线要方便数值计算,减少编程工作量。缩短进给路线,减少进刀/退刀时间。设置刀具加工方式及设定切削参数(切削速度、进给量、背吃刀量),优化进给路线。

(5) 加工仿真。加工轨迹仿真功能可以模拟刀具沿着轨迹进给,实现对毛坯切削的动态图像显示。观察加工细节,检查刀柄干涉、G00 中的干涉、刀具无切削刃部分的干涉。刀路轨迹经过编辑修改后,重新生成正确合理的刀具轨迹。

(6) 产生后置代码。把已经生成的刀具轨迹进行转化生成 G 代码,即 CNC 数控程序。可以利用校核 G 代码功能来检验生成的 G 代码是否正确,这其实是 G 代码返回成刀具轨迹,根据实际数控系统的要求,修改和编辑 G 代码,使其更符合数控加工系统的格式。

(7) 输出加工代码。将 G 代码程序制作成或转移至某种控制介质上。现在大多数程序采用软盘、移动存储卡(FC 卡)、硬盘作为存储介质,采用计算机传输或者直接在 CF 卡槽内插卡把程序输入数控机床。

4 注塑模具制造中的电极设计加工

(1) 模具制造中,注塑模具大多数加工中会用电极放电加工,电极材料常用紫铜或者石墨。电极设计根据注塑模具型腔形状。型腔结构中会有拔模及 R 角,型腔设计是先 R 角再拔模时,设计电极时也是先 R 角再拔模;如果型

腔是先拔模再 R 角,设计电极时也是先拔模再 R 角。值得注意的是:电极当先 R 角再拔模后,R 角面为曲面,不可以简单编辑。电极当先拔模再 R 角后,R 角可以辨识,R 角可以编辑。

(2) 同样型腔结构中会有拔模及 C 角,型腔设计是先 C 角再拔模时,设计电极时也是先 C 角再拔模;如果型腔是先拔模再 C 角,设计电极时也是先拔模再 C 角。值得注意的是:电极 C 角设计时,要考虑放电加工方式是通常加工还是旋回加工或角加工,通常加工的电极设计如图 1 所示,旋回加工或角加工的电极设计是先 OFFSET 偏移 0.02mm,然后再移动放电间隙 U 减去 0.02mm,如图 2 所示。

(3) 电极加工的一般步骤:等高线粗加工→顶面中加工→等高线精修侧壁再精修顶面→侧壁上段中修(有时中修可省略)→侧壁下段中修(有时中修可省略)→侧壁上段精修→侧壁下段精修。注意:上段是指电极外形,下段指底面加深及基准框。

5 注塑模具制造加工

5.1 装夹工件

先将工件毛坯料初步安装,通常是外形经过精加工后

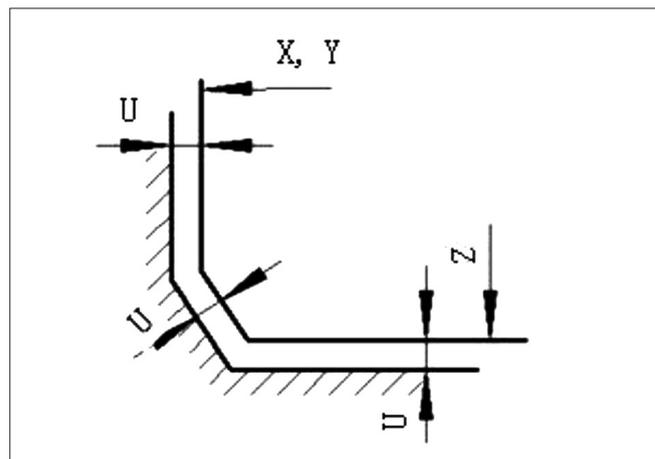


图 1 通常加工的电极 C 角设计

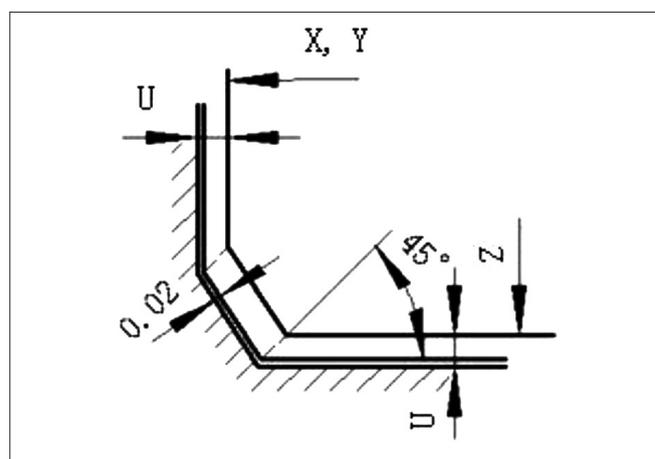


图 2 偏移 0.02mm 后的电极 C 角设计

的长方体,毛坯料表面要清洁,不允许有颗粒杂质及毛刺。用校表(百分表或千分表)找正零件的基准面,XY向平面度,Z向垂直度,XZ向或YZ向平面对应Y轴或X轴的垂直状态。然后夹紧,适当使用铜皮、纸张垫起工件,保证水平垂直。固定安装牢固,刀具加工冲击过程中要求工件不允许移动,同时也需要注意的是夹具在工件表面不允许留有压痕。

5.2 准备刀具

这里强调要做好工件数控加工,准备的刀具非常重要。

5.2.1 铣刀的种类

(1) 按铣刀切削部分材料分类,可分为高速钢铣刀、硬质合金铣刀、金刚石铣刀以及其他材料刀具,如立方氮化硼刀具、陶瓷刀具等。

(2) 按铣刀的用途分类,可分为加工平面用的铣刀、加工沟槽用的铣刀、加工成型面用的铣刀等。

(3) 根据铣刀形状可分为平底刀、球头刀、锥度刀、T形刀、桶状刀、异形刀等。

(4) 加工中心上用的立铣刀主要有三种:球头刀 $R=d/2$,通常也称为R刀;端铣刀 $R=0$,通常也称为直刃刀;端R刀(牛鼻刀) $R < d/2$ 。

5.2.2 立式加工中心切削方式选择

(1) 面切削。针对加工大部分底面及少部侧面使用,通常指等高线平面加工。优先顺序:端R刀—R刀—直刃刀。

(2) 沟槽切削。针对加工全部底面及少部侧面使用,通常指等高线沟槽加工。优先顺序:锥度刀—端R刀—R刀—直刃刀。

(3) 侧切削。针对加工大部分侧面及少部分底面使用,通常指等高线侧直壁、肩加工。优先顺序:直刃刀—端R刀—R刀。

(4) 插切削。针对斜面仿形加工,加工曲面使用,通常指面、沟槽、侧切加工。优先顺序:R刀—端R刀。

5.3 对刀

对刀操作的一般步骤及对刀点的选择:

(1) 手动操作机床返回机械原点,建立机床坐标系。

(2) 将分中棒(机械式寻边器)安装在机床主轴上,使主轴开始旋转(注意:主轴转速必须小于分中棒最大限制转速),并移动机床,使分中棒慢慢接近工件,手动移动分中棒靠近被测边,直到分中棒开始显示接触到工件表面,将机床当前坐标的X或Y置零,将分中棒沿反方向退离工件,并使Z方向远离工件。

(3) 将机床当前坐标的X或Y移到1/2分中棒直径值(刚接触到工件表面的方向),再次将机床坐标的X或Y置零,此时机床绝对坐标显示即为被测边X或Y的坐标。

(4) Z轴对刀常采用铣刀下踩的方式,这种方法比较简单,但会在工件表面上留下痕迹,且对刀精度较低。为

避免损伤工件表面,可以在刀具和工件之间加塞尺(或者用刀柄)进行对刀,这时注意抄数时应将塞尺(或刀柄)的厚度减去。

(5) 在没有分中棒的时候,可以将铣刀倒装在铣床上,然后上面涂上光明丹,使主轴开始旋转,然后移动机床去接触工件表面进行对刀(一般不提倡使用)。

(6) 现代数控机床会有使用光电式寻边器,Z轴设定器进行对刀的,其原理同上,在这里不再叙述。

(7) 对刀点的选择:对刀点在数控机床上容易找到;对刀产生的误差小;使CNC程序编制方便、简单;加工过程中检查要方便并且可靠。对刀点可以设置在被加工的工件上,也可以设在夹具上,但都必须与工件的定位基准有一定的坐标尺寸联系,这样才能确定工件坐标系与机床坐标系的相互关系。为了提高工件的加工精度,对刀点应尽可能选在工件的设计基准或工艺基准上。

5.4 加工中断处置

断刀是数控加工常见的故障,由于加工过程的复杂性,加工参数选择不恰当会造成断刀,断刀需要将加工程序停止。更换新刀具,Z方向需要重新对刀,判断加工程序是否调整,然后重新开始加工,直到加工完成。

5.5 加工后工件测定

注塑模具型腔数控加工后,检验加工结果,通常会使用高度尺、投影仪、三坐标等测量设备,确认尺寸精度是否达到设定的公差范围,表面是否达到设定的粗糙度,验收合格后进行后续的模具制造。

6 结语

在G代码编程快速进入工业生产的今天,掌握数控加工核心技术已经成为模具制造人员必须修炼的技能。本文叙述了数控加工在注塑模具制造中的核心内容,并对CAXA制造工程师卓越的功能进行了介绍,希望能给同行及读者提供参考。

参考文献:

- [1] 田普建,葛正浩.现代模具制造技术[M].北京:化学工业出版社,2018.
- [2] 陈明,刘刚,钟敬文.CAXA制造工程师—数控加工[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [3] 徐海军,王海英.CAXA制造工程师2013数控加工自动编程教程[M].北京:机械工业出版社,2014.
- [4] 王吉年.数控铣床实训[M].镇江:江苏大学出版社,2020.

作者简介:王新(1982-),男,汉族,吉林长春人,本科,工程师,研究方向:模具工程管理及数控编程加工。