

文章编号: 1001-4934(2005)05-0059-04

模具数控加工编程中的常见问题及对策

杨立军, 党新安, 王 涛

(陕西科技大学 机电工程学院, 陕西 咸阳 712081)

摘要: 数控技术被广泛应用在模具零部件的制造中, 模具数控编程中工艺编制问题直接影响到零件的加工质量和效率。针对模具数控加工时应考虑的工序、工步的划分和顺序的安排、对刀点的选择、加工路径的确定、以及刀具、切削用量的选用等常见问题加以分析, 并探讨了处理这些常见问题的相应对策。

关键词: 模具; 数控加工; 编程; 工艺制定

中图分类号: TG659

文献标识码: B

Abstract: Numerical technology is applied extensively in manufacture of die parts. Technical setting in the programming of numerical control influences processing quality and efficiency of parts. Procedures in numerical control processing of dies, partition of working steps and arrangement of order, selection of feeler position, determination of processing path, and selection of tool and cutting output are analyzed. The corresponding solutions to solve the problems are discussed.

Key words: die; numerical control processing; programming; technical setting

0 引言

数控加工由于其加工精度高、加工质量稳定、生产效率高、加工柔性大等优点, 并且适合形状复杂零件的各种曲面加工, 被广泛地应用在模具零部件的制造中。不同于普通机床加工, 数控机床是按照程序进行加工的, 加工过程是自动的, 加工中的所有工序、工步、每道工序的切削用量、进给路线、加工余量和所有刀具的尺寸、类型、对刀点和换刀点的位置等都要预先编入程序中。因此模具数控编程中工艺编制问题直接影响到零件的加工质量和效率, 本文主要对数控加工编程中的一些主要工艺处理方法进行了探讨。

1 模具数控编程的常见问题及对策

1.1 工序、工步的划分和顺序安排

划分零件数控加工工序时, 应注意以下几点:

(1) 数控机床工序趋向集中, 所需机床数量和零件的装夹次数减少, 加工效率就高。但工序过于集中, 程序过长, 出错率高, 并给检索带来困难等。所以应根据零件加工内容的多少及本厂数控加工设备的具体情况灵活决定工序的集中与分散程度。

(2) 遵循先粗后精工艺原则, 对加工刚度较小的零件, 粗加工后可能发生变形, 需要校形或者消除残余应力并在精加工中修正误差。

安排工序先后次序应注意以下几点:

(1) 以相同定位、夹紧方式或同一把刀具加

工的工序最好连接进行,以减少重复定位次数、换刀次数。

(2) 为消除重复定位误差的影响,提高孔系的同轴度。对于同轴度要求很高的孔系,通过连续换刀来完成该同轴孔系孔的全部加工,然后再加工其它坐标位置的孔。

(3) 先安排对工件刚度破坏较小的工序加工。

(4) 注意数控加工工序与普通机床加工工序、热处理工序、辅助工序的衔接,避免产生矛盾。

1.2 对刀点和换刀点的确定

对刀点就是数控加工时刀具相对于工件运动的起点。由于程序也是从这一点开始执行,所以编程时应首先考虑对刀点位置的选择。对刀点选择时应遵循以下原则:

(1) 便于数学处理和简化程序编制。

(2) 对刀点是程序的起点,又是程序的终点,在成批生产中,要考虑对刀的重复精度,所以对刀点位置在机床上应容易校准,加工过程中便于检查。

(3) 加工精度要求不高时,可直接用工件上或夹具上的某些表面作对刀面;加工精度要求较高时,对刀点应尽量选在零件的设计基准或工艺基准上。如以孔定位的零件,以孔的中心作为对刀点就比较合适;对称的零件,应选择零件的上表面中心或底面中心为对刀点;异形件应选择设计基准为对刀点;加工路线封闭时,应选择加工精度较高的表面为对刀面。

(4) 确定对刀点时,还应保证换刀后仍容易对刀。例如立式加工中心上,换刀后由于新刀的高度与原刀不可能完全相同,一般对Z轴需重新校准。此时若原对刀面已被切削掉,则会出现麻烦。这种情况下,一般选择机床工作台面为Z轴对刀点,对刀后抬高一定的距离作为Z轴原点。

(5) 加工过程中需换刀时应规定换刀点。换刀点的位置应根据工序内容安排,以换刀时刀具不得碰伤工件、夹具、以及机床的原则而设定;换刀点往往应设在零件的轮廓之外。

1.3 加工路径规划

加工路径是指数控加工过程中刀具相对于被加工零件的运动轨迹,加工路径也称为走刀路线。加工路径对零件的加工精度和加工效率有很大影响。在规划加工路径时应注意以下几点:

(1) 在铣削零件的圆弧轮廓表面和平面时,应尽量避免法向切入和切出,由于主轴系统和刀具的刚度变化,径向切入时,如图1(a)所示,切入后改变运动方向,产生进给停顿,此时切削力也将减小,刀具将在工件表面留下明显凹痕,影响工件的粗糙度。切出时也是如此。为保证工件表面粗糙度,一般采用切向切入和切出,如图1(b)所示。

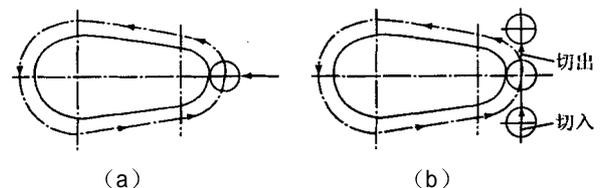


图1 切入切出方向

(a) 法向切入 (b) 切向切入切出

(2) 对于孔的位置精度要求较高的零件,在精镗孔系时,安排镗孔的路线一定要注意做到各孔的定位方向一致,避免反向间隙的影响。例如图2a所示的进给路径,在加工孔IV时,X轴反向间隙将影响III到IV孔的孔距精度;若按图2(b)所示进给路径,可使各孔的定位方向一致,从而提高了孔距精度。

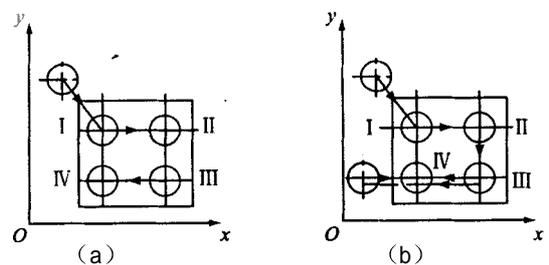


图2 精镗孔系路径

(a) 不合理路径 (b) 合理路径

(3) 铣削平面零件内槽的封闭轮廓时,切入切出部分不能有外延部分,这时可沿零件轮廓的法线切入或切出,其切入点最好选在零件轮廓两几何元素的交点处。进给路径可以有图3所示的三种方案。图3a和图3b所示的进给路径都能切

尽内腔中的全部面积，不留死角，不伤轮廓。由于要尽量减小重复进给的搭接量，所以图3(a)所示的行切法将在每两次进给的起点与终点留下残留高度，即达不到要求的表面粗糙度值。从数值计算的角度看，图3(b)所示的环切法的刀位点计算稍为复杂，进给路径也较长。图3(c)所示的方案，先采用行切法，最后环切一刀，光整轮廓表面，是较优的进给路径。

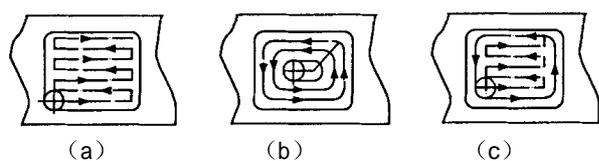


图3 平面零件内槽铣削路径

(a) 行切法 (b) 环切法 (c) 复合法

(4) 铣削三维曲面时，如何设计进给路径，取决于曲面本身的特点、精度要求、图样上数据给出情况和曲面处理是否简便。总原则应是走刀路线短，程序段计算简单。在确定走刀路线时应注意区分两种情况：其一，当曲面的边界外是开敞的、没有其它表面限制时，为了计算、编程和加工方便可以将曲面边界延伸，球头铣刀可从边界外加工起，如图4(a)所示。其二，若曲面边界外还有其它表面限制，球头刀不能从边界外开始加工，如图4(b)所示，AB边和CD边两侧不能延伸，这时沿BC边的诸截面直到AD边均应用百分法细分插补点，然后对应的百分量一一相连构成进给路线。

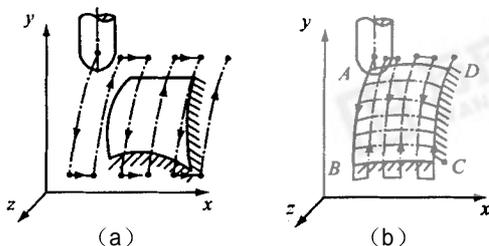


图4 曲面铣削路径

(a) 曲面外界无限制 (b) 曲面外边界有限制

1.4 刀具的选择

刀具选择是数控加工的一项重要内容，不仅影响加工效率，而且直接影响加工质量。数控加工不但要求刀具刚性好、精度高，而且尺寸稳定、寿命长、调整方便。以下是刀具选择时应注

意的问题。

(1) 铣削平面时多采用镶不重磨多面硬质合金刀片的端铣刀。加工一般采用两次走刀，粗铣和精铣，粗铣时刀具直径要小，精铣时刀具直径要大一些。

(2) 铣削平面零件的周边轮廓，凸台和凹槽，一般采用立铣刀。

(3) 精度要求较高的凹槽加工时，可以采用直径比凹槽小的立铣刀。先铣槽的中间部分，然后利用刀具半径补偿功能，铣削槽的两边，直到达到精度要求为止。刀具结构参数可以参考如下：①刀具半径R应小于零件内轮廓的最小曲率半径r，一般取 $R=(0.8\sim 0.9)r$ 。②零件加工高度 $H\leq(1/4\sim 1/6)R$ ，以保证刀具具有足够的刚度。

(4) 钻孔时，先用中心钻钻一中心孔，或用一刚性较好的短钻头镗窝（还可代替孔口倒角）引正钻头。在进行深孔加工时，应特别注意冷却和排屑，必要时可选用内冷却深孔钻头、内冷却镶三面刃机夹刀片钻头等。

(5) 镗孔是悬臂加工，为平衡径向力、减轻镗削振动，应采用对称的两刃或两刃以上的镗头刀进行切削。精镗应采用微调镗刀。

1.5 切削用量的选择

切削用量的选择原则是：粗加工时，一般以提高加工生产效率为主，但也应考虑经济性和加工成本；半精加工和精加工时，应在保证加工精度的前提下，兼顾切削效率、经济性和加工成本。具体数值应根据机床说明书、切削用量手册，并结合经验而定。

在选择进给速度时，还应考虑零件加工中的一些特殊因素。如图5所示，加工拐角时，铣刀由点A运动到点B时，当进给速度较高时，由于惯性作用，在拐角B处可能出现“超程”现象，即刀具将内拐角B处的材料多切去一些或使外拐角B处的材料少切去一些而导致加工误差（超程误差）。减小超程量的方法：将AB段切削分为AA'和A'B两段，前面大部分行程（AA'段）用正常进给速度切削，后边小部分行程（A'B段）改用低进给速度切削，这就需要设置相应的低速

