

模具加工中仿形铣刀的选用

哈尔滨理工大学 刘 飞 冯新敏 岳彩旭 翟元盛 刘献礼

现代模具的成形制造中，随着对产品美观度及功能要求的提高，越来越复杂的零件使模具的型面日趋复杂，使得模具加工技术要求更高。由于模具结构复杂、精度要求高，不同部位的型面特征及材料差别较大，因此所使用的模具铣刀也不同。当模具型腔为复杂的立体曲面，而又难以分解成若干简单型面来加工时，宜采用仿形铣削加工。仿形铣削加工效率较高，特别适用于型腔的粗加工。仿形铣削涵盖二维和三维凸面和凹面形状的多轴铣削。典型的仿形铣削如图1所示。

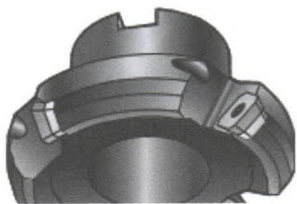


图1 典型仿形铣削加工示意图

仿形铣刀的特点

仿形铣刀可能全部带有圆切削刃或部分带有圆切削刃的铣刀，主要有圆刀片的铣刀和球头铣刀（见图2、图3）。仿形铣刀使用圆形刀片，这个变化使仿形铣刀具备多种优点，其中大部分益处可以说是小背吃刀量、大进给，圆刀片的铣刀如图2所示。球头型铣刀及刀片如图3所示。

圆形刀片仿形铣刀具有如下优点：

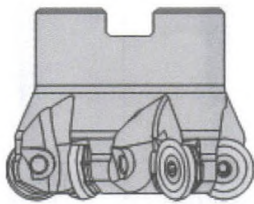


图2 装圆刀片的铣刀

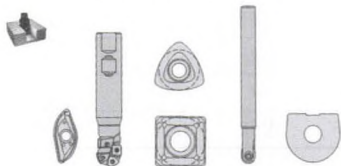


图3 球头型铣刀及刀片

- (1) 切削刃强度 圆形刀片没有尖角，可承受更大的刀具偏转和振动，允许加工中提高转速、增大进给，同时可减少崩刃的危险。
- (2) 切削刃数目多 拥有更多可用的切削刃，可有4~8次有效的转位。这能够节省换刀时间，提高加工效率，进而提高其经济性。
- (3) 切削率高 在不需要很高

的机床功率条件下，圆形刀片可拥有很高的金属切削率，并且由于刀片强度高，可达到较直角铣刀更大的进给率。

(4) 粗加工精度高 利用圆形刀片粗加工后的工件表面比较平整，可以很容易进行半精加工，某些时候，甚至可直接进行精加工。

模具加工仿形加工铣刀选用

模具加工特别是其主要的型腔部分的加工主要是依靠各种立铣刀。通常小型模具多使用整体立铣刀加工，大型模具考虑其经济性和加工效率，多采用带可转位刀片的机夹式立铣刀进行加工，但精加工还是多用整体立铣刀。而仿形铣刀刀体的选择可根据应用场合工况决定刀体选择（见表1）。

表1 不同工况刀体选择

<p>如图工况加工选择带圆刀片的刀体</p> <p>1.小半径刀片适应性好、切削力低用于精加工和不稳定的工况</p> <p>2.大半径刀片金属切除率高，刀片强度高用于粗加工和稳定工况</p>	
<p>如图况选择球头型的刀体</p> <p>根据工件的设计选择刀体，需考虑刀具可达性和加工部位圆弧半径</p>	

模具加工工序可划分粗加工、半精加工和精加工，有时甚至还有超精加工。粗加工、半精加工工序一般选用可转位刀具，精加工工序选用整体式刀具。

模具粗加工的主要目标是追求单位时间内的材料最大去除率，并为半精加工准备工件的几何轮廓。粗加工型腔通常用圆刀片刀具加工，圆形刀片的圆弧半径大，刀片

强度大。模具半精加工的主要目标是使工件轮廓形状平整,保证半精加工后工件表面具有均匀的剩余加工余量。模具的高速精加工工艺取决于刀具与工件的接触点,而刀具与工件的接触点随着加工表面的曲面斜率和刀具有效半径的变化而变化。

在仿形铣削中常用的刀具有圆刀片的铣刀、球头铣刀、可换铣削头式球头铣刀及整体硬质合金球头铣刀4种。表2在考虑切削加工稳定性,成本生产率等几个方面对这4种常用的仿形铣刀进行了比较。

可转位柳叶球头铣刀切削力

表2 不同类型铣刀在仿形加工中的选用

铣刀类型				
考虑因素	圆刀片形铣刀	可转位球头铣刀	可换铣削头式铣刀	整体硬质合金球头铣刀
稳定性要求	高	中	中	低
粗加工	很好	好	可接受	可接受
精加工	可接受	可接受	很好	很好
切削深度	中	中	中	小
生产率	很好	很好	很好	好

小,加工效率高,使用简便,适用于冲压模具加工;可转位圆片铣刀最适合于轮廓、型腔和等高线加工,擅长于塑料模具、压铸模、锻造和冲压模;铣削头可与刀柄组合,使用许多不同的柄部型式与长度、许多不同的刀头生产率高;整体硬质合金球头铣刀一般用于小型模具多用整体立铣刀加工,在大型模具精加工也多用整体立铣刀。

球头铣刀铣削自由曲面时,球头刀具的端部切削速度为零,为保证加工精度,切削行距一般采用顶端密距,球头铣刀的刀尖比平底铣刀刀尖强度大,切削刃上载荷的分布均匀。所以在相同曲面的精加工条件下,球头铣刀的使用寿命更长。

采用球头铣刀进行曲面精加工时,球头铣刀的球半径应尽可能选得大一些,以增加刀具刚度和散热性。通常精加工曲面的曲率半径应大于刀具半径的1.5倍,以避免进给

方向的突然转变。

高合金钢模具加工案例举例

1. 54HRC高合金钢材料等高粗加工(见图4)

(1) 材料:硬化工具钢“ORVAR Supreme”54HRC。

(2) 刀具:CoroMill200(见图5)。

(3) 机床:Matsura RAⅢ,3轴机床,最大主轴转速15 000 r/min,功率7.5 kW。

(4) 加工参数:齿数 z 为4转速 n 为954 r/min;切削速度 v_c 为150 m/min;进给量 f_z 为0.2 mm/z;进给

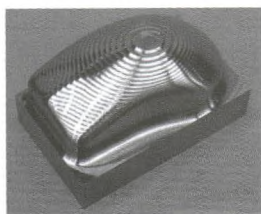


图4 高合金钢模具

给速度 v_f 为763mm/min。

(5) 加工时间:37min30s。



图5 山特维克可乐满CoroMill 200

2. 车灯模具加工(见图6)

(1) 工件名称:车灯模具。

(2) 工件材料:2738HH;材料硬度:40HRC左右。

(3) 刀柄型号:MST E50-SLSC8-180(杰浩MM中硬度系列铣削刀具),刀具型号:SR4×16×60×2F×D8。

(4) 加工参数: $n=6\ 800$ r/min, $v_f=4\ 000$ r/min, $a_p=0.10$ mm, $a_e=0.15$ mm。

(5) 共加工时间:8 h30 min。

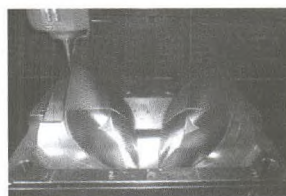


图6 车灯模具加工图

结语

模具加工制造中,不同部位的型面特征及材料有较大的差别,所使用的模具铣刀也不同。就模具加工中仿形铣削过程而言,仿形铣刀主要有圆刀片的铣刀和球头铣刀,仿形铣刀的选用时需要从工件材料、场合工况、切削加工稳定性、成本生产率加工精度等几个方面进行综合考虑。只有合理选择刀具才能提高加工质量和加工效率,满足产品美观度及功能要求,提高模具加工技术。MW

(收稿日期:20140417)