

数控程序铣削加工走刀路线的改善

航宇救生装备有限公司（湖北襄阳 441003） 金 鑫

程序加工是工艺方案、加工技巧的集合，对零件精度、质量、生产效率起决定性作用。首先探讨一下铣削走刀方式的影响。当机床刚性、数控系统、夹具系统、刀具系统及冷却系统等方面在稳妥可控的常规范围内时，列举以下几种情况进行说明。

1. 普通平面

如图1所示，零件表面粗糙度值 $R_a \leq 1.6 \mu\text{m}$ ，不允许有接刀痕，选择直径大于零件宽度 $1/4 \sim 1/3$ 的可转位端铣刀，精加工余量 $0.1 \sim 0.5\text{mm}$ 。

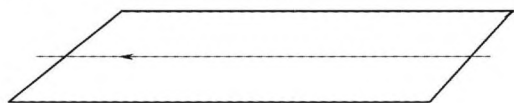


图 1

如图2所示，零件表面粗糙度值 $R_a \leq 3.2 \mu\text{m}$ ，非配合型面，选择整体硬质合金铣刀或可转位端铣刀，往复走刀时零件较长方向作为进给方向，等间距覆盖，步距 $\approx$ 刀具直径 $\times 2/3$ ；有三种转向方式：第一种方式为每一次进给完全穿过零件，适合普铣手工操作及初级编程使用；第二种方式为不出零件，边切削进给边直线转向，这种方式切削效率大幅提高，但对机床冲击大；第三种方式为不出零件，边切削进给边圆弧线转向，切削效率同样提高，对机床冲击小。

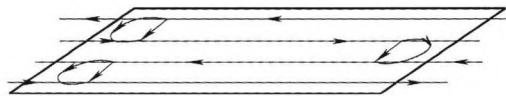


图 2

如图3所示，零件表面粗糙度值 $R_a \leq 3.2 \mu\text{m}$ ，非配合开放式型面，也可回字形走刀；等间距覆盖，步距 $\approx$ 刀具直径 $\times 2/3$ 。有两种转向方式：一是

件，边切削进给边圆弧线转向。直线转向对机床冲击大；圆弧线转向机床冲击小，运动惯能可用于进给。

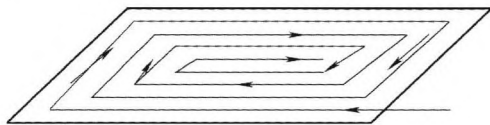


图 3

2. 台阶面

如图4所示，加工二维台阶轮廓，零件侧壁表面粗糙度值 $R_a = 3.2 \sim 1.6 \mu\text{m}$ ，尺寸精度 $\pm 0.05\text{mm}$ ；选择整体硬质合金铣刀或可转位端铣刀，应采用黑线走刀，先去除周围余量，使精加工余量均匀分布 $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ ，并保持以顺铣方式进行最终精加工；其中要点如下：

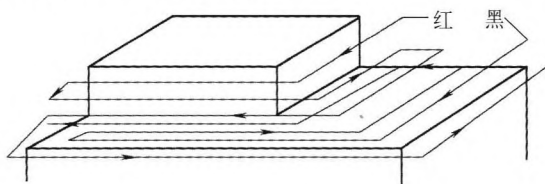


图 4

(1) 精加工为顺铣，切削力稳定，表面质量好。

(2) 去除余量，由毛坯边缘向零件轮廓层次剥离。

(3) 确保精加工余量于凸台轮廓均匀覆盖，使精加工过程平稳，不产生突兀的振刀现象。

而红线走刀方式，先吃满刀加工轮廓，再去除余量。但缺点是：满刀加工产生振刀，不易满足所需精度；使被去除的余量与主体分离，局部材料刚性下降，在切削去除过程中产生振动，损伤刀具，降低使用寿命。

3. 薄壁浅内腔平面

如图5所示, 零件内腔的工艺要求表面粗糙度值 $R_a \leq 3.2 \mu m$, 尺寸精度 $\pm 0.1mm$, 周边、底面壁厚 $\leq 3mm$, 型腔为二维异形, 面积较大, 深度 $\leq 10mm$; 选择整体硬质合金铣刀或可转位铣刀, 应采用黑线走刀, 先去除型腔中部余量, 使精加工余量(含底面)均匀分布 $0.1 \sim 0.5mm$, 并保持以顺铣方式进行最终精加工。

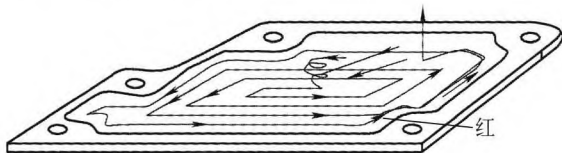


图 5

其中要点是:

- (1) 精加工为顺铣, 切削力稳定, 表面质量好。
- (2) 去除余量, 由毛坯中部向零件型腔轮廓层次剥离。
- (3) 确保精加工余量均匀覆盖于型腔轮廓, 使精加工过程平稳, 不产生突兀的振刀现象。
- (4) 粗加工时, 深度方向分层, $a_p \leq 3mm$, 随着零件底部厚度的减小, 切深 a_p 应减小。
- (5) 采取倾斜线或逆时针螺旋线下刀(刀具为正转), 倾斜角度(与平面夹角) $1^\circ \sim 15^\circ$ (视材料切削性能及刀具而定)。
- (6) 在切削进给的每一次转向尽可能采用圆弧方式, 使机床在工作中得到养护, 机械精度保持期延长。
- (7) 精加工结束时(红线路径), 应选择接近典型线段交接点处出刀, 圆弧线方式走刀, 从而减小或避免接刀痕存在。

千万不可从型腔轮廓向中心渐进去料, 原因如下: 型腔轮廓周面加工效果较差; 型腔中部余料提前与周壁脱离, 同时零件底部相对刚度不足, 产生振刀; 铣削过程中切削力有向上的分力, 使底板向上带起, 产生过切, 尺寸超差。

4. 狭小深长内轮廓

如图6所示, 零件T字盲槽的工艺要求表面粗糙度值 $R_a \leq 3.2 \mu m$, 尺寸精度 $\pm 0.1mm$, 宽 $\leq 6mm$, 长 $\geq 8mm$, 深 $\geq 10mm$; 选择整体硬质合金铣刀, 加工方式有两种:

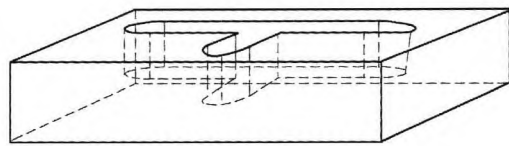


图 6

一是钻削下刀孔(钻头直径 $\leq$ 槽宽 $0.5mm$), 并以间距($\geq$ 钻头直径 $+0.5mm$)钻削去除余量, 必须确保在各槽端R处余量得到去除, 而后选择直径小于槽宽的刀具, 半精加和精加工, 均采用顺铣方式, $a_p \leq 1.5mm$, 精加工余量 $0.05 \sim 0.1mm$ 。

二是选择直径小于槽宽 $0.5 \sim 1mm$ 的刀具, 沿槽向走坡线下刀, 坡角 $1^\circ \sim 5^\circ$ (视加工材料而定), 进行粗加工, 而后选择小于槽宽、刚性较好的精加工刀具, 半精加和精加工; 均采用顺铣方式, $a_p \leq 1.5mm$, 精加工余量 $0.05 \sim 0.1mm$ 。

要点问题:

(1) 槽宽小, 排屑空间狭窄, 刀具直径较小, 刚性较差, 加工中产生径向摆动, 易造成过切, 因此选择小于槽宽的刀具, 调整切削三要素控制摆动量, 不使过切。

(2) 槽深 $\geq 15mm$ 、槽宽 $\leq 4mm$ 时, 宜先用长度 $\leq 10mm$ 的刀具切削, 再选用长度 $\geq 15mm$ 加工剩余深度。

(3) 被加工材料为铝合金、铜合金、电镀纯铁时, 可先制下刀孔, 选择直径等槽宽、刚性较好的铣刀, $a_p \leq 1.0mm$, 进行加工, 大幅度提高生产效率。

(4) 加工这种狭长槽型面, 常会出现槽宽尺寸理想、长度偏小 $0.1 \sim 0.4mm$ 的现象, 究其原因通常有两个, 一个是运算伺服系统响应效率慢, 一个是切削中产生让刀。可以以下方法解决: ①调整程序中槽端R处点位数据。②先用钻头、键槽刀钻削去除槽端R处实体, 而后精加工。

(5) 粗加工、半精加工亦可沿槽向采用摆线铣, 增大排屑空间, 增加排屑时间, 提高余量去除率, 延长刀具寿命。

5. 外轮廓

如图7所示, 零件周边外形由典型公式曲线组成二维外轮廓, 表面粗糙度值 $R_a \leq 3.2 \mu m$, 尺寸精度 $\pm 0.1mm$, 选择整体硬质合金铣刀或可转位铣刀, 主要问题如下:

快速调整钻孔对称度钻夹具

山东康达集团有限公司 (烟台 265701) 李 娜

我公司生产的一种汽车零件, 2个 $\phi 2.5\text{mm}$ 孔的对称度要求 0.04mm , 此工件如果在钻攻中心上用第四轴加工, 对称度很容易就能保证, 但效率低、制造成本高。目前我公司采用钻模在高速钻床上加工, 但夹具制造困难, 且夹具的使用寿命低、制造费用高。为了节约成本, 保证产品质量, 我们设计了一种可快速调整孔对称度的夹具, 如图1所示。

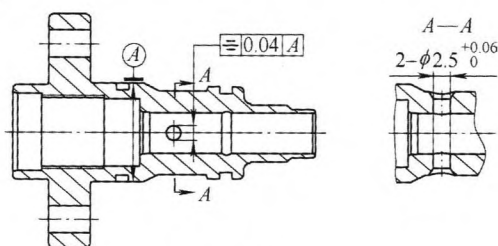


图 1

1. 夹具结构及工作原理

夹具组成如图2所示, 其中夹具体和调节轴是关键零件, 其结构如图3、图4所示。

夹具体是一长方形, 中间加工出一和定位套配合的孔, 在夹具体的另一面上, 加工两个与定位孔垂直的安装调节轴的孔 $\phi 12\text{mm}$, 调节轴与夹具体

小间隙配合。调节轴上的一端铣一小平面作为限位面, 通过安装在夹具体上的紧定螺钉, 防止其在夹具体中转动。定位套一端的法兰盘与夹具体轴向定位并通过过盈配合安装在夹具体内, 工件装入定位

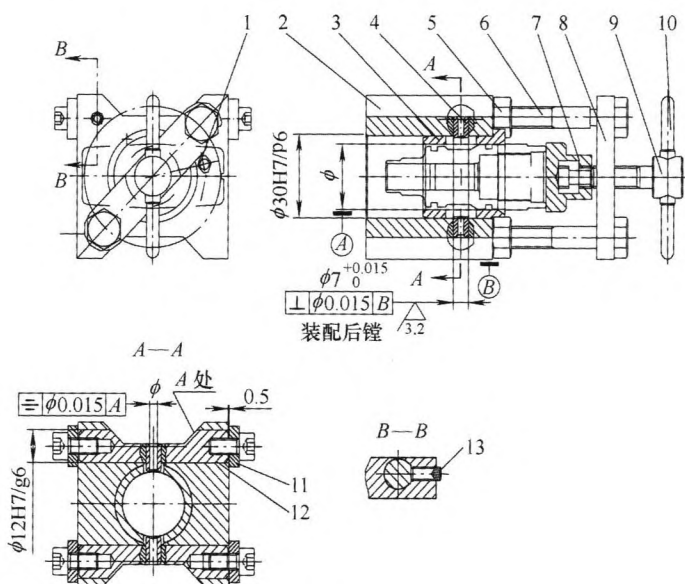


图 2

1.菱形销 2.夹具体 3.定位套 4.钻套 5.螺母 6.螺栓 7.压块
8.压板 9.压紧螺钉 10.手柄 11.垫 12.调节轴 13.锁紧螺钉

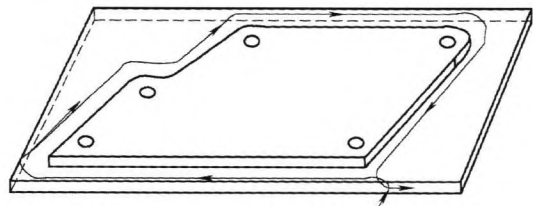


图 7

(1) 进刀、出刀选择曲线交接点, 圆弧相切线走刀, 避免接刀痕、振刀痕过深, 残留表面。

(2) 粗加工以二维外轮廓平行路线作仿形铣, 精加工余量 $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ 。

(3) 毛坯局部余料偏大, 加工去除影响生产效率、不经济时, 应对其做紧固处理, 减小或避免加工走刀中产生振动、崩刀、夹刀折断现象。

6. 结语

以上对数控铣削加工常见基本情况作了简要地梳理, 相信随着产业的发展, 出现更多新情况, 引领产生更多更好的新技术、新办法, 也是必然; 本人偏安于一域, 以与大家学习交流、不懈提高自己的目的, 文中如有不妥之处, 敬请批评指正, 不吝赐教。MW (收稿日期: 20130531)