余摆线铣和螺旋铣基础试验分析和应用（下）

东华大学 （上海 201620） 章宗城

二、大侧吃刀量

第二种方案是立铣刀采用较大的侧吃刀量 a_e，获得较大的进给速度 F（mm/min）加工（重切削），主要用于直径较粗、装可转位刀片立铣刀的侧面加工上。在相对较高侧吃刀量和转速的条件下，进给速度 F 也较大，此时每刃齿进给量 f_z 也较大，这是用于粗加工的高效切削。如以 APX4000 为例，当立铣刀直径在 ϕ12 ~ ϕ16 mm，刀片材料是超微粒硬质合金加 AlTiN 涂层，进行普通中碳钢（180 ~ 350 HBW）侧面铣削时，切削速度可达 110 ~ 210 m/min，侧吃刀量 a_e 可达（0.25 ~ 0.75）D（立铣刀直径），背吃刀量 a_p 可达 2 ~ 5 mm，每刃齿进给量 f_z 为0.10 ~ 0.15 mm。

三菱有多种多功能装可转位刀片的立铣刀如 APX4000、APX3000、AXD7000、AQX、AJX、OCTACUT、ARX 和 BRP 等，它们都能够进行螺旋铣孔，AQX 型立铣刀螺旋铣孔示意图如图 7 所示，P 是每转螺旋进给量。它还能直接钻孔。它们的顶端都具有向中心内凹的角度，因此可据它们不同的结构尺寸、刀片形状，加工出不同角度的斜面，斜面的斜角构成立铣刀行星运动螺旋向下进给的角度，连续地向下螺旋进给就可加工出比铣刀直径大的孔。

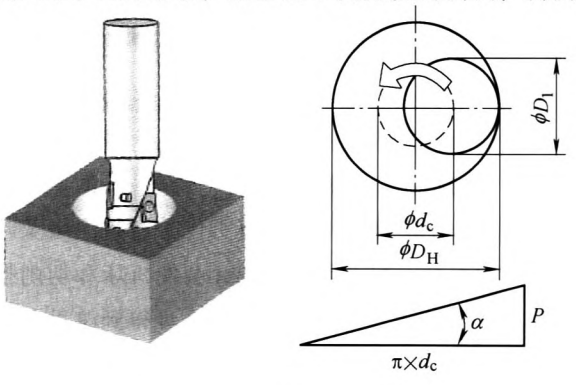


图 7 AQX 型立铣刀螺旋铣孔

AQX 型立铣刀其中心内凹角是 3.5°，故推荐螺旋铣（扩）孔，螺旋进给的角度 α 在 3°以下，大于 3°切屑不易折断而绕在刀体上。为顺利加工出孔不留残存未加工体，一把各型立铣刀能加工的最大和最小孔被限制。当加工盲孔，孔尚未通时，大量切屑的排出成为问题，故此时加工孔深也受到限制。

图 8 所示是 APX3000 型立铣刀加工不通孔和通孔的示意图。

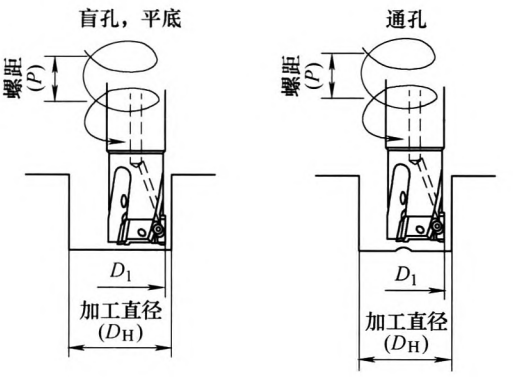


图 8 APX3000 型立铣刀螺旋铣不通孔和通孔

当需要加工直径超过最大允许加工孔径时，也可分两个步骤来加工。如图 9 所示为 BRP 型立铣刀的加工示意图，两个步骤为：先加工到可加工达到的直径，并达到孔深；然后再螺旋扩铣内孔壁，达到所要求的孔径。

余摆线加工和螺旋铣孔方法效率高，可减少加工工序、加工时间和刀具品种，节约加工成本，打破了过去传统的铣槽和钻孔的概念，以高效全新的面貌出现，在可能的条件下值得大力推广。欧美对此也很早就进行了研究，瑞士 Novator 公司甚至开发

加工中心自动对刀仪应用技术

大连大森数控技术发展中心有限公司 （辽宁 116023） 李洪波 冯明霞

在现代加工制造中，高效率和高精度一直是机床用户和机床设计人员追求的目标。加工中心机床的出现，使得需要多种刀具、多种切削工艺的零件，可以在一台机床上一次性自动加工完成。但是，由于刀库中各个刀具的长度不同，需要测量其长度差，进行刀长补正。传统的手动测量方法费时费力，而且存在人为测量误差。自动对刀仪技术的应用，可实现刀具长度的精准测量和自动补偿。

1. 自动对刀仪的工作原理

一般来说，自动对刀仪可用于刀具长度测量和刀具半径测量，本文以立式加工中心常用的刀具长度测量为例，说明对刀仪的自动测量技术。对刀仪测量刀具长度的原理是通过带有 G31 的 Z 轴下移指令，当刀尖接触到对刀仪的轻触开关，其信号立即通过 SKIP 接口输入数控系统，使得带有 G31 的 Z 轴下移指令终止执行，并跳跃到下一单节继续执行，同时，Z 轴当前的机械坐标值通过系统变量读出，再通过宏程序中的计算，将刀具长度的差值，即刀补值写入到与刀号对应的补偿变量中。

三菱 M70 数控系统的跳跃信号接口电路，如图 1 所示。数控系统将 2 ms 以上的输入信号识别为有效

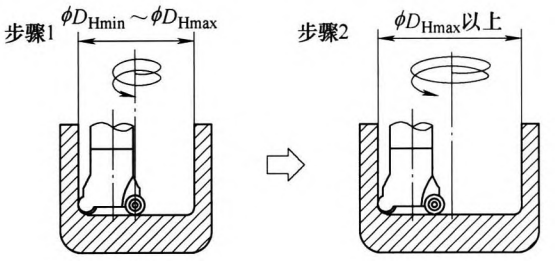


图 9 BRP 型立铣刀加工示意图

出便携式螺旋铣孔机床，可用于装配生产线及飞机等大型机械的现场加工及修理上，非常方便。利用此原理如 Vargus 公司用带可转位螺纹刀片立铣刀加工内外圆上的螺纹。可转位螺纹铣刀刀片有单齿和多齿两类。多齿的加工图如图 10 所示，每次切数牙，可降低走刀次数。单齿的可在深孔螺纹铣削时，纠正轴向偏斜误差，提高螺纹加工精度。

同样，由于带螺纹可转位刀片立铣刀以高速回转、切深小、接触圆弧短、每分钟进给量大及铣削刀齿交替工作比车削冷却条件好和排屑易等优点，使加工质量、加工效率、对难加工材料的切削及自动化程度等均得以提高。

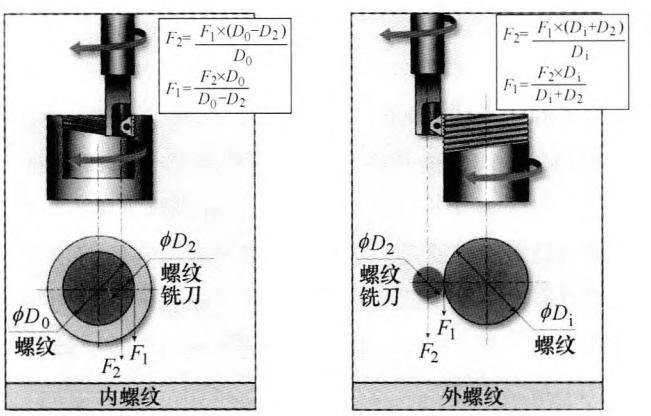


图 10 可转位刀片螺纹立铣刀加工螺纹及进给速度的计算

我们提倡采用优质刀具去提高生产效率、降低成本、节约资源，而先进的加工方法、新的切削技术的出现，促使开发出了具有更优秀材料涂层及几何结构的刀具。新刀具的出现又会使机床和切削技术为了充分发挥刀具的能力而进一步得到改进和提高。**MW**（全文完）

（收稿日期：20131121）