

刀盘

高进给刀盘 【SKS-GII】的高效率模具加工

模具切削加工业界，不断地在追求如何能缩短制造周期。粗加工的高效率化，最有效的方法是提高单位时间的切屑排出量。为了能在大悬长的不稳定切削状态下也能实现大切屑排出量，机夹式低切削阻力的高进给加工成为主流。近年来，两面可使用的负角型高进给刀盘的新产品推出不少，但排屑良好的正角型刀具的需求仍然很多。

文 | 日本黛杰刀具工业株式会社



更多精彩请扫描二维码

模具加工中，无法避免大悬长加工一些深腔。使用外部风冷，进行切屑处理的加工机器仍然还有很多，在风冷困难的型腔加工中，切屑容易滞留型腔，而滞留的切屑会挤伤刀具，使刀具寿命、加工精度受影响恶化。制造现场利用切削加工来提高生产效率，就需要寻求稳定的高效率加工。在每个单位时间内切屑排出量大的高进给刀盘如需实现稳定切削，刀片的耐崩刃性、刀盘的刚性，都是实现稳定的大切屑排出性能的重要因素。



图 1 SKS-GII 的外观

开发理由

在模具等的高效率粗加工中，被广泛使用的高进给刀具具有各种各样的形状。作为正角型刀具，一般有 2 刃型、3 刃型及 4 刃型这 3 种，这 3 种刀具各有优缺点。2 刃型刀片与刀体的紧固面积大，刀片尺寸可以做到很小，故多被利用在小直径多刃型的结构上。如本公司的代表刀具 QM 快魔系列，就被各用户广泛采用。

3 刃型比 2 刃型可多使用一个刃口，更经济，本公司的新干线 SKS 就是 3 刃型的代表。4 刃型相比 3 刃型的刃口更多、经济性更好，同时主切削刃更长，比 3 刃型刀具可实现更大的切深量，更进一步提高加工效率。另外，刀片小尺寸化的设计，更节省了资源、提高了经济性。

但是，普通的 4 刃型刀具也有不如 2 刃型、3 刃型的地方，由于内刃没有

有效的直线切削刃，在倾斜切入时相对比较吃力。同时，如果切削刃增加修光的设计，就难以保证外周后刀面形状的完美。并且，当切深量大于相对应的刀片尺寸大小时，就意味着切削时需要更多的负载，这有可能导致刀具突然发生崩刃。本次开发的 SKS-G II 型是一款既改善了上述缺点，又可实现高效率加工、排屑性能稳定的 4 刃型高进给刀具（图 1）。

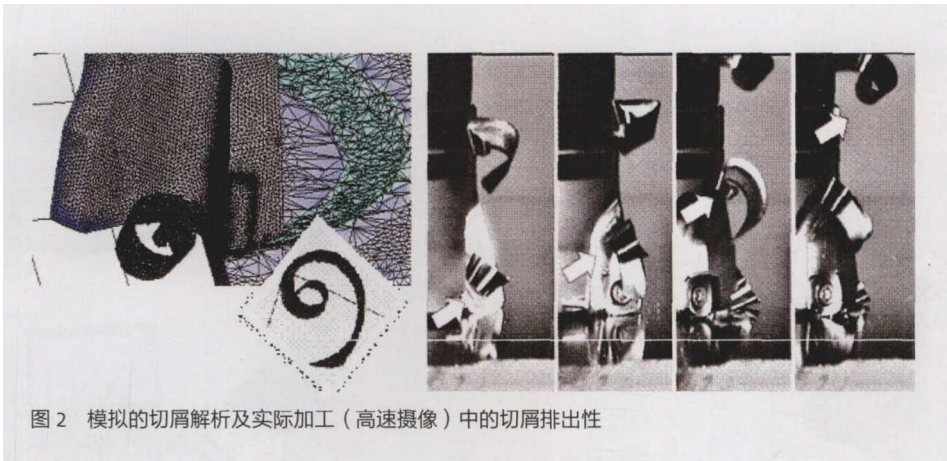


图2 模拟的切屑解析及实际加工（高速摄像）中的切屑排出性

排屑性能的重要性

高进给刀具的加工中，需要生成大量的切屑，并迅速排出。这也致使型腔加工最容易出现生成的切屑堆积在型腔的底部，挤崩刀片的问题。为了防止这种情况，仅通过离心力将切屑排向外部是不够的，更需要将切屑向上排出。加大刀片的前角虽可增大推高切屑的力量，但也会使刀具的刃口强度变差。高进给刀具灵活运用了切削时生成的切屑弹性变形的效果，使切屑向上向外排出。

切削加工是切削对象物体的加工方法，产生的切屑在切削过程中经受压缩的弹性变形。当切屑离开工件时，它通过弹簧回弹作用，在接受压缩力的方向生成排屑的作用力。由于压缩力在垂直于切削刃的方向上起作用，所以它的高进给刀具中是向上倾斜的。然而，利用回弹力有效排出切屑，最重要的是生成的切屑需要保持合适的卷曲半径。因此，为了顺畅地排出切屑，需要稳定地生成适当卷曲形状的切屑，即使是切深量、进给产生变化时，切屑也不会受断屑槽的影响改变切屑向上流动的方向。

4 刃型高进给刀具和 3 刃型、2 刃型相比，从主切削刃到断屑槽底部的距离短，断屑槽的设计也更为考究。因此，与切削刃形状相匹配的柔缓的 R 圆弧刃形比直线刃形的压缩作用力更强、更容易通过弹性变形顺畅地排出切屑。

如图 2 所示，使用高速摄像头拍摄 SKS-GII $\phi 50$ 的刀具在实际加工中切屑

的排出状态。被加工材料是 S50C，加工参数： $V_c=150\text{ m/min}$ 、 $f_z=1.5\text{ mm/刃}$ 、 $a_p=1.5\text{ mm}$ 、 $a_e=35\text{ mm}$ 。可看出切屑被大量地向上排出。由此，就不会发生切屑大量堆积的问题，同时在不影响刀具刚性的前提下对刀盘结构进行了结构分析优化。SKS-G II 的刀片主切削刃采用的是 R 圆弧刃形。R 圆弧刃形与直线刃形相比，切削残余量更少。并且还有一个优点是当切深小时，切削刃角也小。另外，普通的 R 圆弧刃形比直线刃形的刀片与刀体紧固面面积小，所以 SKS-GII 刀片采用的是带有一定直线刃的复合型不完全 R 圆弧的刃形。

高进给刀具即使是同样的刃数，尺寸大的刀片的加工参数、刀片刚性占更大的优势。但刀片尺寸过大时，刀体的刚性会变低。SKS-GII 刀具充分合理化了直径与刃数的比例，同时优化断屑槽形状，保证了刀体刚性的同时， $\phi 50$ 刀具采用 $\square 10$ 型、及 $\square 14$ 型刀片，实现 5 刃型、4 刃型的多刃型设计。并且，根据充分的数据分析设定合适的刀片厚度，提高刀具的耐崩刃性能。最大切深量可达 1.5 mm 及 2.5 mm。 $\square 10$ 型刀片可实现更多刃的构造，可进一步地提高进给速度、增加切屑排出量，实现高效率的加工。而根据本公司的标准切削参数表的数值做的切屑排出量数据比较，也表明其切屑排出量大于本公司其他高进给刀具。

4 刃型的高进给刀具在加工转角部时，比 3 刃型、2 刃型更容易发生振刀问题。这是因为当越切越深时，刀具外

周的避空越小而导致的。SKS-GII 系列采用的是负角型径向前角，保证了外周的避空量，实现了在转角加工中也几乎不会产生振刀的问题。

4 刃型的高进给刀具因为没有有效直线内刃，与 2 刃和 3 刃型刀片相比，在倾斜切入加工中略显困难。4 刃型的高进给刀具在倾斜切入时，刀片的 R 圆弧形状部分成为内刃。加大 R 圆弧形状可以进行倾斜切入加工，但加大 R 圆弧形状后，更容易发生振动问题。所以，最合适的 R 圆弧形状的设计，才可以实现稳定的倾斜切入加工。

在开发 SKS-GII 时，经全面的数据分析，最优化了刀片的尺寸大小、厚度、切削刃形状、R 圆弧形状、径向前角角度等，研制出了可实现稳定的高效率加工的粗加工刀具。刀片材料有强耐磨性能优良的 JC8118 及耐崩刃性能优良的 JC8050。可灵活应对从普通软料到 50HRC 高硬度材料的粗加工。

现用正角型高进给刀具，由于加工中的振动大，无法满足加工要求，随后测试了黛杰的 SKS-GII 产品。现场切削阻力小，振动也很小，每单位时间内的切屑排出量（ $Q = 640\text{ cm}^3/\text{min}$ ）提高了 1.5 倍。刀片加工了 350 min 后仍属于正常磨损，还可以继续使用。在航空零部件的模具中，需要超大悬长的刀具进行粗加工。

现用的是可两面使用的三角形刀具。悬长与直径比 $L/D=9$ ，在加工转角时振刀问题严重，效率无法提高。使用了 SKS-GII 后，振刀小，加工稳定、顺畅，每单位时间的切屑排出量提高 1.8 倍。同时，刀片无崩刃现象，加工稳定，寿命得到有效的延长。

以上阐述的是 SKS-GII 的开发经由及性能等。近年来，可双面使用的刀具很受欢迎，但在模具的加工中，超群的切屑排出量及加工的稳定性才是可以实际提高生产效率的重要因素。SKS-GII 为用户更进一步地提高加工效率、满足用户更高的加工要求。[MM]