

微加工

进行微加工时需要注意多方因素

在加工微型零件时，必须要考虑到机床、刀具及操作人员等多方面因素。

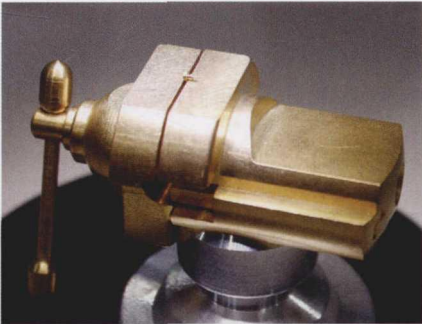
文 | Barbara Schulz



微型零件制造并非新兴行业，但近年来，航空航天、汽车、医疗及电子等制造行业向微型发展的趋势愈加明显。美国 HORN 公司的应用工程师 Mike Smoody 表示，要加工外径为 0.003 9 inch 的微型零件，需要应对诸多挑战，即便是材料或刀具特性极细微的变动、设备热量变化或振动，都会对最终产品能否满足性能要求产生直接影响，因此必须要留意整个生产流程。

微加工有多种定义，在 Horn 公司，车床微加工即指加工外径 0.003 9 inch、内径 0.007 8 inch、全面进刀 0.019 7 inch 或尺寸更小的零件。此外，此类加工的切削深度较浅（小于 0.003 9 inch）、进给率极低（小于 0.000 19 ipm）、切削力较低、表面质量要求高。正像 Smoody 先生所说，操作人员、机床和刀具都是需要考虑的对象（如图）。为满足微加工精度要求，机床的主轴设计十分关键。多数新型机床的高速主轴为油冷型，这样的机床加速度和减速度很高，且能够将振动最小化。

通常情况下，用于微加工的刀具应具备锋利度极高、滑动性好、表面质量优、转换精度高、尖端精度高及接口稳定等特性。由于任何微小的偏差都可能导致刀具碎裂，因此在微加工中，刀具破损问题尤其需要重视。加工过程影响因素包括刀片夹紧、基板、微小几何形状（倒角尺寸或



要完成图中零件的加工，需要考虑到整个机加工流程，包括机床、刀具和操作人员

棱角半径）和涂层。由于进给率极低，假如刀片刃口的切削半径为 1.44 μm ，切削角度为 80° ，可以确保切削力较小、零件表面光洁度优良且尺寸精度高。反之，对于粗加工或断续切削，则 50 μm 半径的刃口更加适用。

加工结果同样也取决于整体系统的稳定性。当刀片夹紧时，必须要十分小心，要保证稳定、精确地完成操作。此外，在加工直径极小的微型零件时，刀具中心高度的精度十分重要。理想情况下，如果设置得当，操作人员在转动刀片时，无需调整中心高度。为此，Horn μ -Finish 将刀片中心高度加工公差精度设定为 $\pm 0.000 1 \text{ inch}$ ，以确保转位精度。

若刀刃足够锋利，将有效减少振动，提高机加工质量。为保持刃口锋利，最好不加刀片涂层，但很多待加工工件材料有

涂层要求。对于涂层刀具而言，表面预处理和涂层将对刃口的微观几何形状产生较大影响，尤其是在使用加工小直径刀具进行加工时更加明显。因此，Horn 公司开发了 S274 刀具系统，在该系统中使用 μ -Finish 刀片。公司采取额外质量控制措施，在 200 倍放大率下对刀具刃口逐一进行检查。这样关注到细节，保证了刀具一旦安装，更换破损刀片时无需再调整高度。

这种刀具采用微粒硬质合金结构，形状经专门设计，非常适合加工钢、不锈钢和黄铜。新型涂层款 AC25（微车削、开槽和切割用）具有刃口耐磨和防材料积聚的功能。Horn S274 μ -Finish 系统、Supermini 与 DS 微型铣刀系统可用于加工长为 0.08 inch 的上述小型轴部件。S274 系统的首次车削作业切削速度为 80 m/min，进给率为每转 0.003 mm。该刀具系统还可用于纵向车削、开槽和切割。

在内部仿形切削（直径 0.009 inch）时，该 Supermini 系统的切削速度为 12 m/min，进给率为每转 0.003 mm。Smoody 先生表示，Supermini 刀具使用新型基材、涂层和接边加工方式，能够延长刀具寿命。例如，EG35 级刀具在以 1 000 N/ mm^2 速度车削钴铬合金时，刀具寿命延长了 60%。该等级刀具能够加工直径 0.008 ~ 0.268 inch 的刚性材料，提高投资回报率。[MM]