

加工中心

系统性的深孔钻加工方法

“WFL 内孔加工专长”包括以下三部分加工：深孔钻、镗铣和瓶颈镗。第一部分是关于生成深孔的复杂加工过程，WFL 公司充分利用整套加工的优势用于此类加工，创立了关于降低成本和提高精度的新标准。文 | WFL 公司

钻削是内加工最基本的形式，而深孔钻是一个特例，同时也是“WFL 内孔加工专长”三部分功能中第一类的主题。这是机加工领域的特殊类型之一，特别是这些工件加工过程通常要求使用专用的机床和刀具。在钻削加工中，内孔直径在 0.2~500 mm 间并且钻削深度明显大于 $3 \times D$ ，通常被认为是“深孔”。在较小的钻削直径情况下，长径比 (L/D)

可能高达 100，特殊情况下甚至高达 400，取决于加工工艺和所用零件材料。在大直径情况下，长径比主要受限于机床行程或床身长度。

特殊挑战要用特殊刀具

有关深孔钻削的几个长期挑战就是，如何冷却润滑切削刃，如何以稳定的比率移除切屑，并且如何生成尽可能直的

深孔。各种各样的用于不同目的的钻削刀具已经研发了很多年。对于深孔钻削，主切削刃（大多是单独的切削刃或可更换的切削刀片）的钻削头由次级切削刃和附加导向条组成。这样设计可确保钻头可由孔壁支撑，在加工过程中提高了精度并更容易确保钻头处于中心位置。这种对钻头的支撑也产生一个光整的效果，从而提高内孔表面质量。

不同的工艺流程

深孔钻加工分为两种主要类型，取决于切屑是从刀具外部还是内部移除。外部切屑移除主要见于单刃深孔钻，及很少的双刃深孔钻，这种情况下，冷却润滑液通过钻头里的内冷孔导引至切削刃，切屑 / 冷却润滑液混合物沿着刀具上 V 型纵向槽运走。这种工艺常用于 0.5~40 mm 之间的钻削直径。扁平钻头用于较大直径，此时前部为成型的连续切削刃，通常是可转位切削刀片。此类情况下，钻头长度通常限制在 $12 \times D$ 以下。

另一种类型，钻削直径在 16 mm 以上时，可用镗开孔加工（镗孔和开孔联合加工）。这是一种切屑 / 冷却润滑液混合物从刀具内部流走的加工。这种切屑



图 1 WFL 全面的内孔加工专业知识，应用于复合加工中心的完整的深孔钻技术，图中配单刃钻头

从内部流走的加工，好处是切屑不再接触孔表面，因而也不会损坏孔表面。喷射钻头，是一种特殊形式镗开孔刀头，可用于直径约 25 mm 及以上的情况，基于两配管设计。这些钻头，在钻削刀刃周围配备额外冷却润滑液出口，并且部分冷却润滑液通过环状喷嘴直接进入内流管。这在钻头前部产生负压，加速了碎屑 / 冷却液混合物的移除。

费用考量

很多在 WFL 公司生产的车铣复合加工中心上加工的零件深孔，在机加工领域极具代表性。这是为何这一话题受到如此多关注的原因之一。“就工件加工全过程而言，深孔钻经常被看作是很麻烦的事情。很多公司没有合适的机床，必须为此加工向别的公司外购协作。” WFL 应用工程部经理 Reinhard Koll 先生说，由此说明了这一问题为何如此重要，“问题不仅是工件经常延期从外协服务商处返厂，你也增加了额外的准备时间，及多次装卡带来的误差。”

“在每个零件都需要几个深孔加工的情况下，不出意外，费用就成为一个问题。” WFL 市场部经理 Dieter Schatzl 先生补充道，“尽管你有不少这样的深孔，但大部分情况下它们只占用整个加工时间中的一小部分。这是为什么很多公司认为不值得为此去单独买一台机床。并且这也是我们的切入点，在我们的加工中心上集成了深孔钻加工能力。”

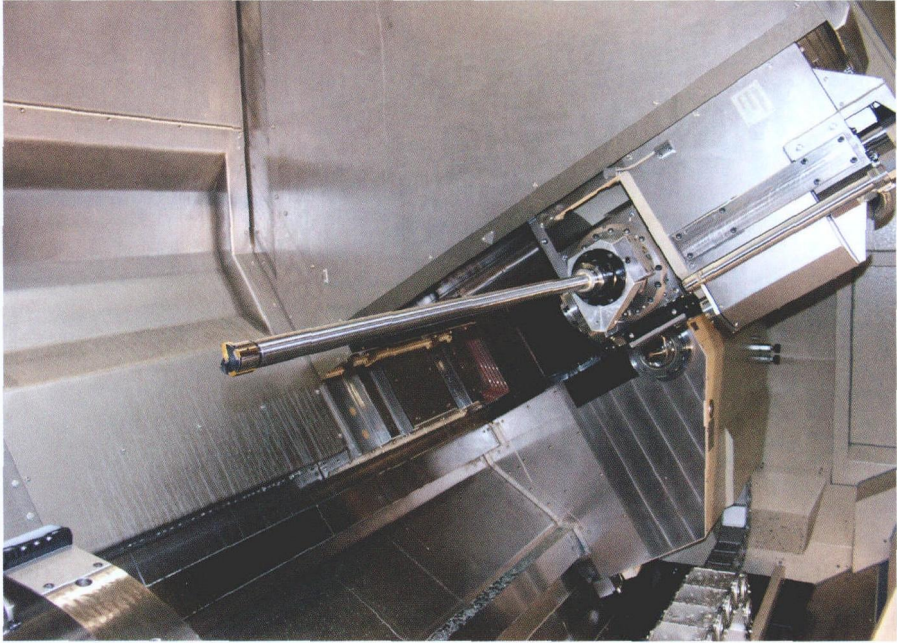


图 3 喷射钻头，特殊镗开孔钻头形状，WFL 机床上用于直径 25 mm 及以上的孔

集成加工

对于极深孔或者难加工材料，通常要求用长度不同但直径相同的刀具分阶段完成钻孔。WFL 车铣复合加工中心对于所涉及到的这些加工工艺具有决定性的优势。一方面，各式各样要用的钻削刀具可以存在刀库里并处于准备状态，这就最小化夹紧时间并明显改善定位精度，正六边深孔加工仅需一次装卡或最多两次就可完成。这极大地减少了准备时间，由于其他工步造成的变形而需要进行的精加工可立即执行，加工步骤可以在不降低精度的情况下连续执行。

特殊监控循环

WFL 把一种用于深孔钻削的工艺监控集成到机床控制系统中，这可以在钻削早期确定切削力，并使用这个工艺参数来监控剩下的钻深。这是非常重要的，若需加工的工件材料范围宽广，从碳钢到极难加工的特殊合金。这一途径可以获得相当优秀的钻削结果，即便是单孔加工，而加工中仅使用很少的资源。

润滑液的好处

深孔钻加工中的另一个需要考虑的重要问题就是冷却润滑液的选择，而对应不同加工阶段的冷却液压力也一样。这些因素对加工和深孔内部表面质量可靠性而言，是很重要的。“我们的机床可根据用户的单独要求进行设计，无论加工中是使用乳化液、油或者两种都使用。这意味着我们能全面覆盖操作压力介于 10~350 bar (1 bar=0.1 MPa) 并且流量在 10~800 L 的各种需求。” Koll 强调指出这方面 WFL 机床是独一无二的。

除了满足深孔加工的各种技术要求，WFL 也在提升加工策略方面帮助客户。全面的专业加工知识以及合适的控制机构保证了可重复完成的高质量钻削加工。[MM]

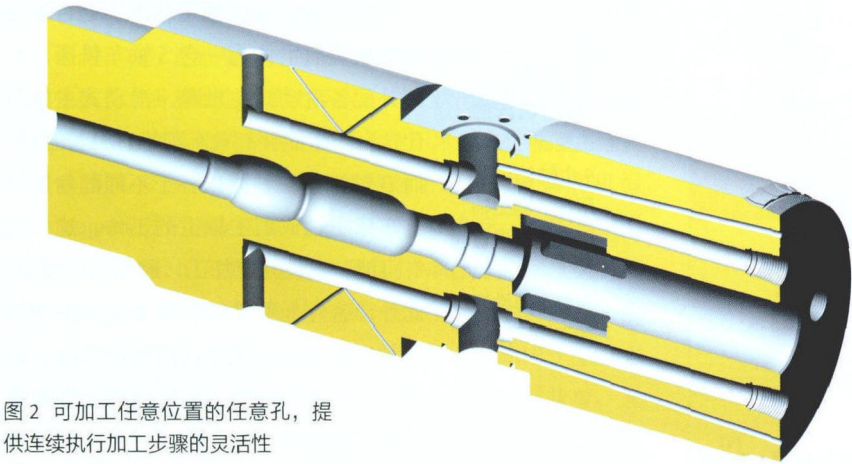


图 2 可加工任意位置的任意孔，提供连续执行加工步骤的灵活性