冷却系统

借助透平装置改善刀具排屑和冷却

铣床的刀具底座借助于一个透平机直接在铣刀的上方生成速度为 80 m/s 的气流，可以通过这样的方式来改善排屑和刀具冷却。在此，夹紧装置和透平机的功能形成一体，使得铣刀周围空气成为铣刀的冷却介质。

文 | KLAUS SCHLAGETER

成立 25 年来，Reiser 公司便为德国知名汽车厂商生产制造机械结构件。在生产加工中，客户的要求越来越高。为此，该公司一直处于生产成本不断上升所带来的压力之下。

为解决该问题，Reiser 公司采取了固定安装的 PKD 刀具和干切削加工作业方式。为此，该公司采用了被称作 Cruing Aerotech System（Cruing 空气技术系统）的刀具底座技术（图 1）。为此，该公司在 2013 年首次获得了在轻结构材料的应用领域的奖项，也就是刀具 JEC Composite Award 奖。

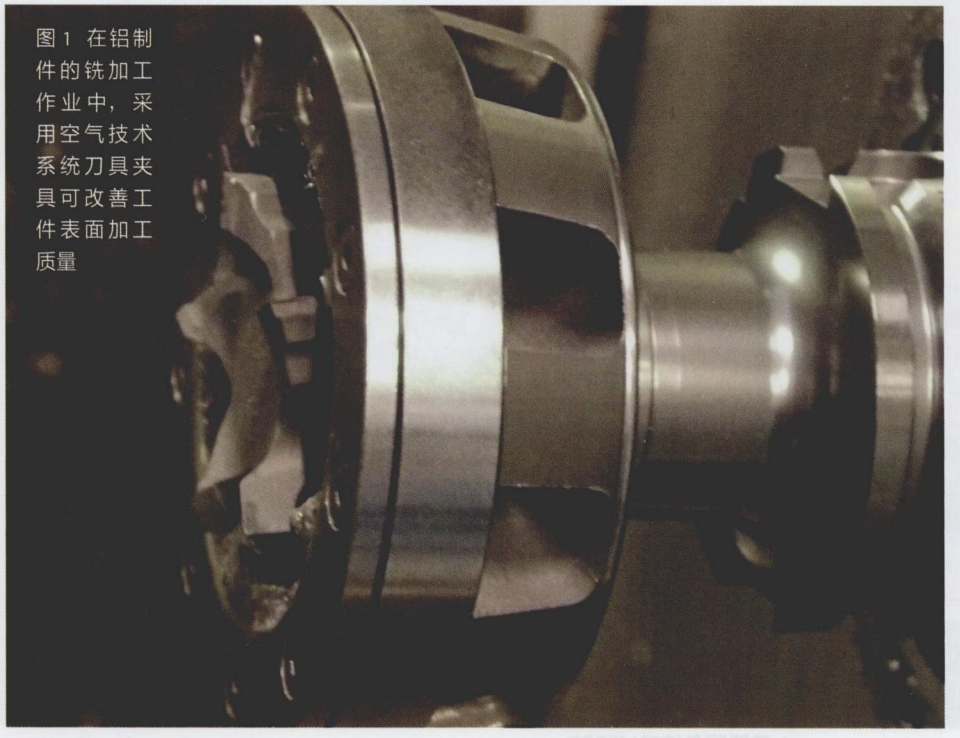

图 1 在铝制件的铣加工作业中，采用空气技术系统刀具夹具可改善工件表面加工质量

Reiser 公司借助于使用一个马达传动的可调整线性轴结构件基础底板，在企业的生产成本没有大幅度提高的基础上，改善了加工结构件的表面质量，而这正是其客户的要求。其目的是使结构件达到一个较高的密封性能，继而产生一个正面的副作用，即避免结构件表面的粘着力以及附着在结构件表面的沉积物。结构件表面质量的提高会改善结构件的密封性能，这样，铣加工后的结构件不需要再另行增设磨削工序（图 2）。

直接在铣刀上方生成气流

采用 Cruing 空气技术系统的刀具进行铣加工作业时，可实现风冷、干加工作业方式以及理想排屑。采用 Cruing 空气技术系统的刀具可用一个简单的物理公式进行解释：V 正比于 p^2。如果人们借助于带有一个透平机的刀具底座生成气流，在机床旁便产生了通风效果，但如果风被导向机床，由于压力损失和能量损失，这样的通风效果则产生不了经济效益，但如果选择使用压力空气的替代方法，则会导致加工制造成本提高。

Cruing 空气技术系统刀具带有一个刀具底座，该刀具底座系统直接在铣刀的上方生成速度为 80 m/s 的气流。透平机控制铣加工生产的刨屑，并通过透平的气流将刨屑从工件上排出。在那里，恰巧生成了一个排屑所需的负压，这就意味着：

无吸力损失。通过这样的方式来改善排屑和刀具冷却。通过生成的负压将铣加工产生的刨屑抽出，并达到一个特别大的冷却效果（将刀具冷却 70 ～ 80℃）。通常，抽出刨屑的负压气流的速度为 20 ～ 30 m/s，这样的气流能够起到排屑的作用。而进行 PKD 切削加工时通过采用 Cruing 空气技术系统可实现刀具的冷却，并能够使切削加工后的结构件不需要再另行增设多道磨削工序便可使其表面质量达到客户的要求。

图 3 Reiser 公司在加工作业时使用端面铣刀和外径为 95 mm 的刀具底座

图 4 迄今为止 Reiser 公司在加工作业时使用的带透平的最大刀具底座外径为 105 mm

成本节约

采用空气技术系统的意义是，铣刀周围空气起着冷却介质的作用，这样便可省去昂贵的压力空气作为铣刀的冷却介质。在 24 000 r/min 时，铣刀底座的动能为 2.5 G。而铣刀底座和透平机是一体式的，这就意味着由一个一体式的技术系统来解决刀具冷却的问题，这样可满足加工作业高可靠性的功能要求。机床研究所曾对 HSK 型空气技术系统铣刀底座进行过 60 000 r/min 的动能试验。外径为 95 mm 的透平机在刀具的转速约 12 000 r/min 时会产生明显的排气功能，也就是在进行 PKD 切削时，空气技术系统的刀具周围形成最佳环流时，98% 的刨屑可得到排出（图 3）。

在不同材质的刀具上使用空气技术系统时，必须要考虑到刀具材料的密度、刀具转数以及所需进刀次数等参数。因为这些参数会对透平机直径、叶片和刀具夹紧系统产生影响。所要求进刀次数越高，透平机的直径需越大。目前，Reiser 公司所研制的空气技术系统刀具的透平机最小外径为 30 mm，最大外径为 105 mm（图 4）。空气技术系统刀具安全可靠的技术前提是，刀具的夹紧装置和透平机为一体式设置，目的是使之能够产生最佳动能。

如果能够选择正确的刀具夹紧装置，常常会产生令人惊讶的切削排屑效果。因为这样刨屑不会扩散，所以一部分刨屑可以简单地排出，这样便可达到最佳排屑率。这种技术首先对较早时间就已投入使用的旧机床有意义。因为，这些旧机床没有设置昂贵的刨屑吸出装置，也没有进行过相关的改装。而现在，这些机床采用空气技术系统使用透平机不需要进行改装，只需要刀具更换装置里有一个空位即可。而对于刀具夹紧装置来说，通风式夹钳卡盘、液力延伸卡盘或带有用于实现高速通道（HSC）应用的直角锥形铣刀均可使用空气技术系统刀具。

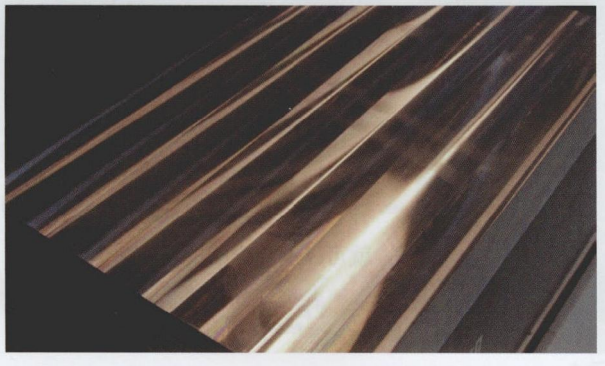

图 2 干式铣加工铝制件的表面质量可达 R_z = 3.1

空气技术系统同样适用于 CNC 机床

Reiser 公司研发的最新空气技术系统也适用于不同生产厂家制造的 CNC 机床。在此情况下，压力空气在机床转轴里使用，以在需要时向刀具吹气，自动为夹紧装置排屑。多种材质的刀具均可使用空气技术系统。该系统的应用范围多种多样，在所有采用干式铣加工的作业中便需采用。因为采用这样的排屑技术经济性好且有利于环境保护。当然，在日常加工作业中，也有使用长刀具进行加工作业的情况。通常，刀具材质的密度越小，刀具便越长，加工产生的刨屑也可采用这样的技术排出。空气技术系统的其他应用领域还包括：

- 石墨电极。透平机刀具采用干式冷却，通常这种冷却作用还可惠及机床 Z 轴；
- 铣去无粘合和无高温的浮渣；
- 对温度低于 50℃的轻金属材料件进行干式铣加工作业；
- 多重切削以外的 PKD 加工作业。

空气技术系统在硬金属刀具加工作业领域使用还有一个积极的作用，那就是，由于产生风冷作用，因此可延长刀具的使用寿命。MM