

复合加工

# 切削组合技术缩短加工时间

通过采用车削和精削组合技术，可以在一次装卡过程中对轴状工件进行高精表面加工。与以往的加工工艺相比，这种组合技术使加工时间缩短 43%。

文 | Harald Goldau、Burghard Genz 和 Steffen Münc

长期以来在经济上，机床制造工业的竞争压力一直很大。中小型企业必须持续向前发展，以满足在加工任务方面日益增长的对质量和经济性的要求。

当一台车床已经无法满足特定的加工质量要求时，需要在加工中心上配置一种精削单元，可以成为新的精细加工中心，这是一种比较经济的购置选项。在一套加工中心上组合多种加工工艺，虽然会使生产设备和工艺流程变得更加复杂，但是可以提高机床设备的灵活性和生产率（图 1）。

## 采用多种工艺时 仅需一次性装卡步骤

切削技术上经常用到的工艺组合是硬车削和磨削的组合。如果车削工艺的表面质量不能满足部件的要求，则通常需要后接一个磨削工序。加工工艺组合的一个重要优势在于所有决定质量的表面均可在一次装卡中接受加工，由此可以排除因后续加工步骤中换装产生的误差，因更换设备所需的额外放置、输送和装卡时间均可得以省去。

本研究课题的长处在于，从经济性角度对轴件的整体加工工艺进行了研发和

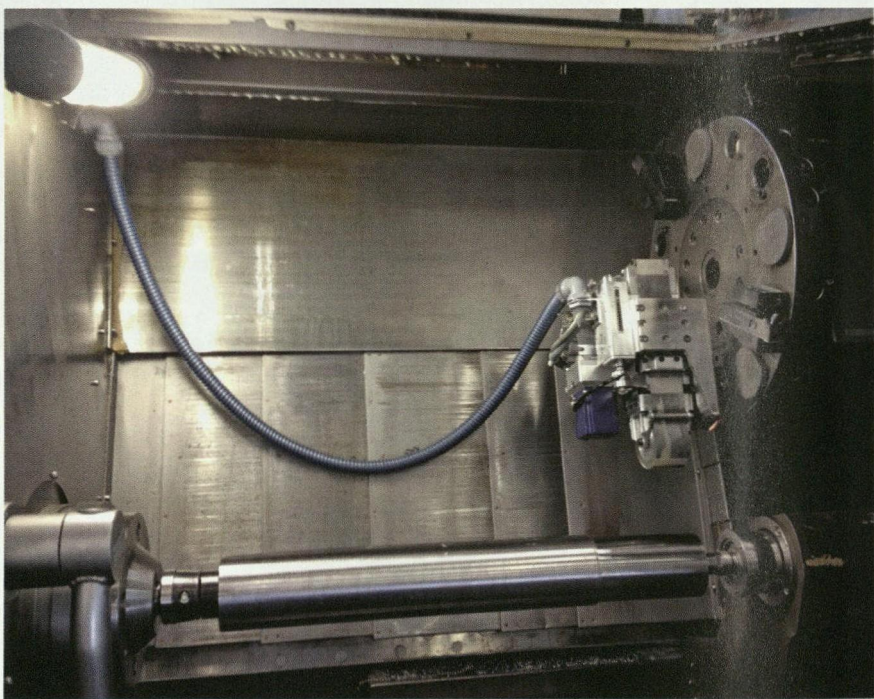


图 1 CNC 车床上摆放着一个精密轴件的操作室。通过车削和珩磨组合加工，可以一次装卡完成加工

优化。可以在一台 CNC 标准型车床设备上结合应用车削和精削的组合工艺。

## 在精削时因切削运动重叠 产生网状磨削

精削通常被称为超级精加工、微精

加工或精细研磨。它是一种采用几何外形不确定的刀片所进行的切削。带有几何外形不固定的多刃刀具是由两个分量构成的切削动作，运动分量呈现振荡状态。通过运动分量的叠加，产生精削过程中典型的网状磨削现象。此外在精削加工过程

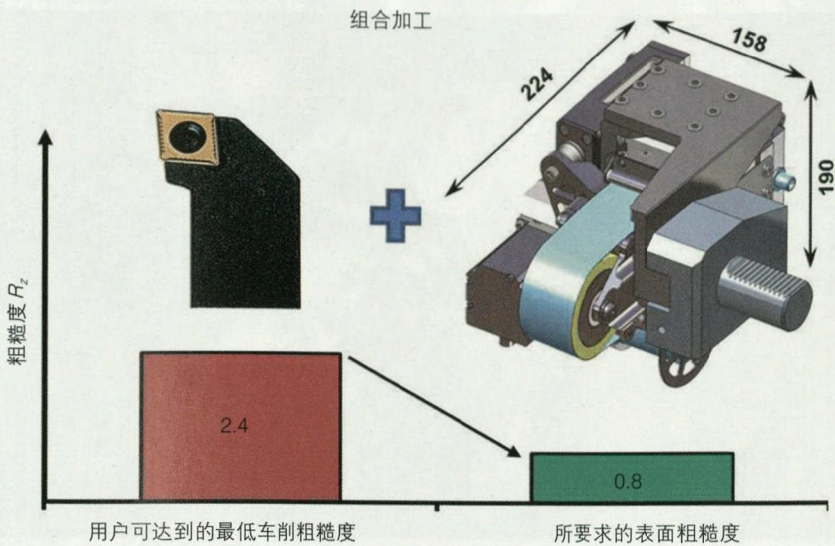


图 2 为车削加工可达到的粗糙度和制造精密轴件所需的表面要求

中，工件和刀具之间的面接触和压力是加工过程的决定性因素。

在本文所述的应用场合中，精削过程是一个单级的加工过程，以避免在批量加工过程中需要换带而造成时间损失。人们开发出一种既紧凑又轻便的精整附加

装置，它可以方便地设置在标准车床的转塔刀架上，在机床工作室的内外侧均可达到舒适的操作。车削和精削所产生的粗糙度在很大程度上取决于加工时间。为了开发出时间较短的加工工艺，对粗加工（工件轮廓的车削）的表面质量和精加工（表

面精削）的工艺参数进行匹配，从而实现所需的安全、可重复和经济性好的  $R_a < 0.8 \mu m$  的平均粗糙度。图 2 所示为车削加工可达到的粗糙度和制造精密轴件所需的表面要求。

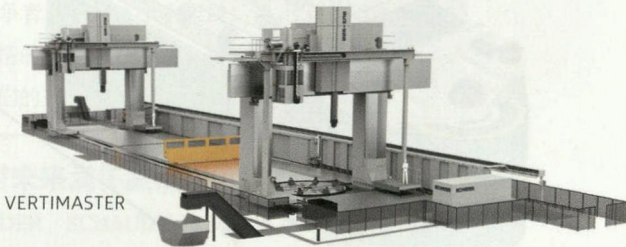
对旋转对称工件的加工，在拥有不额外产生能量的系统接口的标准型车削加工中心上进行。出于这种原因，人们一直在研发新的可匹配的，能够保持能量产生方式并利用现有接口的单元，以便达到良好的灵活性。在采用传统的适配精整装置时，通常需要借助于一个气动压力生成器来施加压力，而这就需要用到一个额外的压缩空气供应源。

为了实现一种创新型的加工流程，新一代适配精整单元上有两个功能组件非常重要。这是一种线性导向的振荡器与一种机械压力生成器，以使系统在施压的方向上进行脱耦。借助于基准设备的调节轴，可以通过压力弹簧和可调节弹簧特性曲线来提升所需的静态加工力。通过内置的力传感器，可以对压力进行在线测量。

# XXL 型金属切削设备的领导者

**SCHIESS**  
EXCELLENCE IN XXL-MACHINING

中国数控机床展览会 CCMT 2016 上海  
2016 年 4 月 11-15 日  
展台: N2-201  
我们期待您的到访



HORIMASTER

ASCARAPID

ASCAMILL

ASCATURN

广告



www.schiess.de

此外，精整单元以刚性和紧凑的整体系统而见长。通过这种构造，加工力可以得到灵活和快速的调节。例如力-行程-控制的加工导向方案。这种设计的一个好处便是可以降低能源供应方面的连接成本。在刀具转塔刀架上可以实现“即插即用”原理和标准化支座。

精加工的粗糙度和加工时间对结果产生影响

工作目标是在轴上对车削和精削加工组合进行优化，这样既可最大程度降低加工时间又能确保所需 $R_z < 0.8 \mu\text{m}$ 的粗糙度。对此，这两个加工步骤必须相互协调好。可在试验前期对精整加工的各个参数的影响进行系统性的测定。

从实验中可以看出，粗加工的粗糙度和精加工的加工时间对最终结果产生影响。必须测得最佳的车削粗糙度 $R_z$ ，才能实现尽可能短的最终加工时间。研究表明车削加工的粗糙度必须被调整至大约 $3 \mu\text{m}$ ，以便在后续的精整工序中以每50 mm轴宽，40 s的加工时间，达到 $R_z < 0.8 \mu\text{m}$ 粗糙度。第二试验序列清晰地反映出这一点。如果车削粗糙度过高，则单级精整加工所需的最终粗糙度就无法达到。通过降低车削进给量，可以缩短精整加工的时间，但是这又会导致车削操作

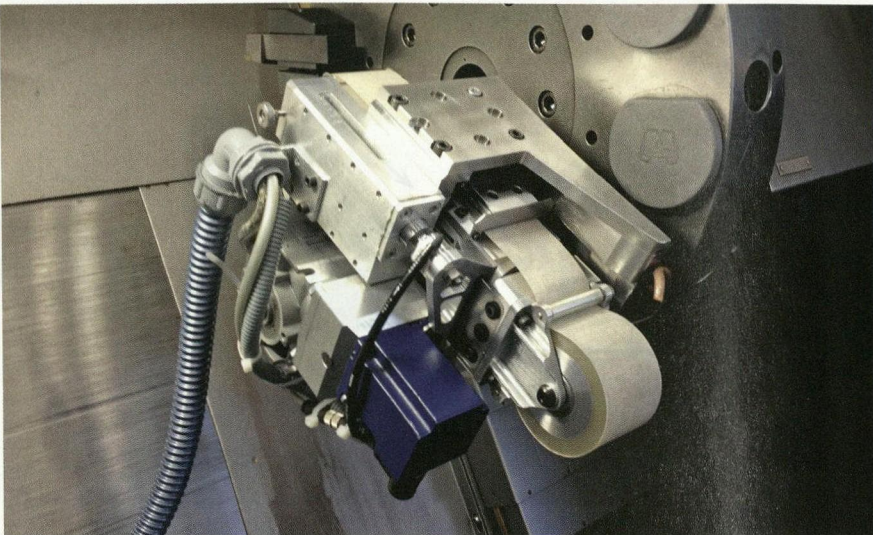


图4 从图中可以看到安装在车床转塔刀架上新开发的精加工单元和车削刀具。借助于一次装卡的组合加工工艺，可以缩短加工时间并排除因换装而造成的差错

时间的极大延长。加工时间和获得最终粗糙度方面的最佳折中方案在第二基本试验序列中获得。

变动的带进给量可以缩短加工时间

为了进一步缩短精加工流程时间，在

加工过程中可以变动带进给量。在精加工开始时，可以以较高的带进给量（60 mm/min）操作20 s，以便获得初始粗糙度的快速降低。

紧接着通过程序控制把带进给量调整到较低的水平（8 mm/min），以生成所需的表面。这个后续10 s的加工目标是要磨去粗糙度的峰值，以便实现典型的平整加工面。事实表明，在加工过程中通过调整带进给量，可以在切入工艺上继续节省10 s的加工时间。由此，可以借助于单级精整加工流程，使粗糙度降低五倍。

从所获得的加工结果上可以清楚看出，通过采用所开发的组合加工工艺，可以以13 min的总加工时间完成一件长827 mm的精密轴件（材质：42CrMo4）的加工。与现有的加工流程（如在两台加工中心上进行的车削和磨削）相比，在一台加工中心上采用开发出的加工工艺，可以使加工时间缩短43%，由此提高生产率。

所开发出的带有创新型加工策略的适配性精加工单元，可以为很多工业行业用户（图4）提供一个很有吸引力的技术方案，即以较低的投资成本实现加工工艺的组合和应用，由此大幅提高其生产设备的工作灵活性和生产率。MM

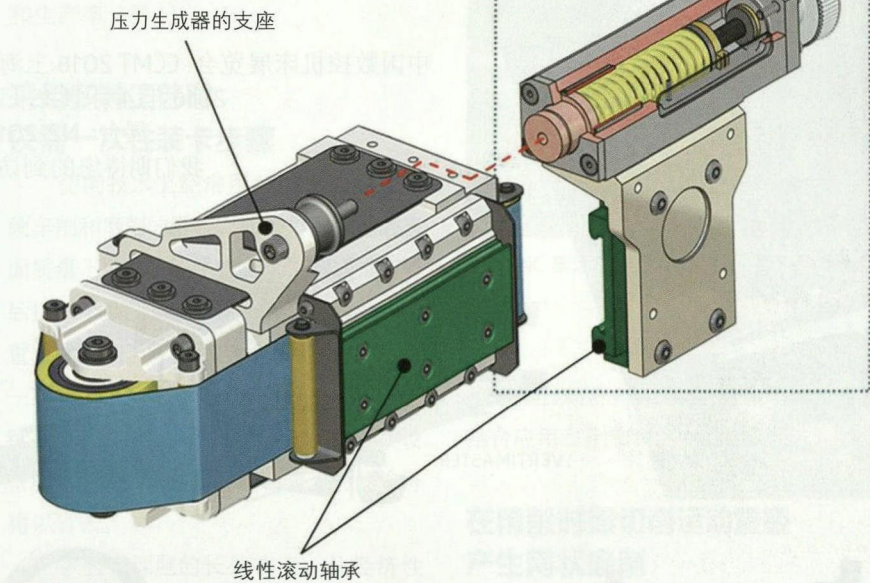


图3 本图阐明了力-行程-控制的加工流程方案