


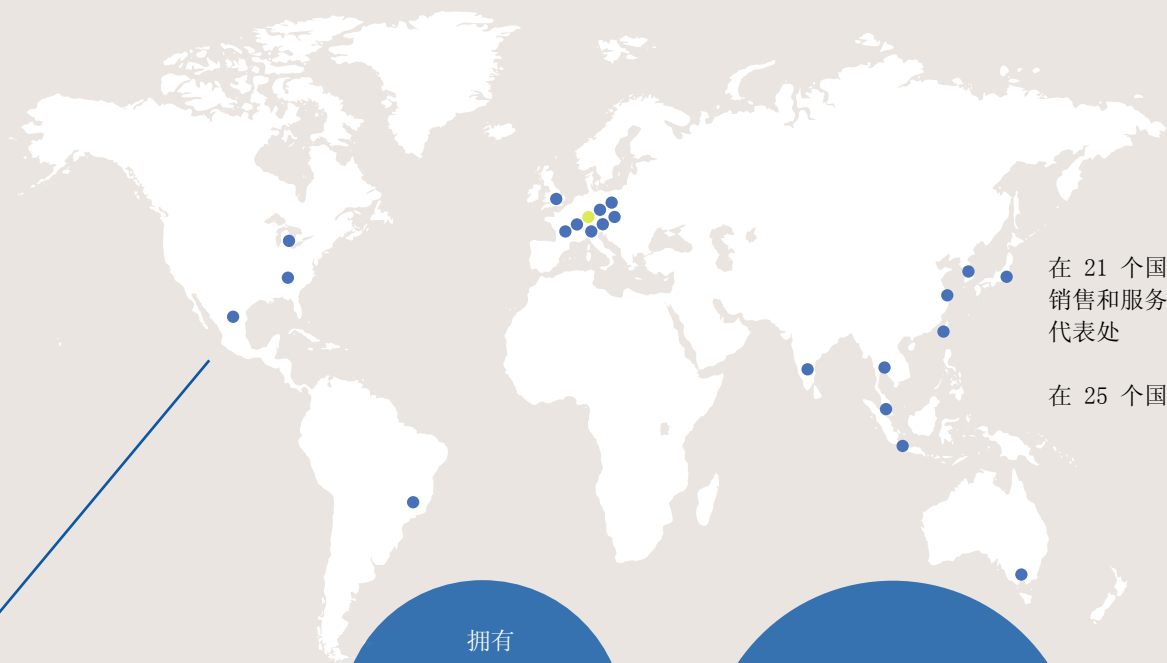


您的经济型切削加工的工艺伙伴
展开式控制



 您与我们之间的重要纽带：
那就是玛帕效应。





在 21 个国家设有从事生产、销售和服务业务的子公司和代表处

在 25 个国家有代理

拥有
4800
多名遍布世界各地的
员工

第 1 号

切削加工箱体式零件的技术
领军企业

包括大量服务业务在内的刀具解决方案和流程解决方案

我们是您的加工技术合作伙伴，在采用标准刀具、个性化刀具开发高效和节约资源的加工流程的工作中和在刀具细节的优化工作中，为您提供大力的支持与帮助。我们的刀具完全满足了在流程安全性、精密性和使用简便方面的高要求。如何?通过高度发展的研发方法和设计方法以及拥有现代化加工设备的生产加工。

您不仅需要用于完成任务的最佳刀具，而且不是还需要一个能够对您的流程进行整体规划和全面照料的合作伙伴吗?在此情况下，我们完全站在您的身旁。我们在所有的生产流程阶段都为您提供全面的照料，以使您的加工持续保持在最高的水平：高生产率、高经济性和高流程安全性。另外，我们还为您提供用于针对围绕切削加工流程的外围设备的联网的整体解决方案。



铰削和精镗



实体钻孔，扩孔，
铰沉孔



铣削



车削



展开式控制



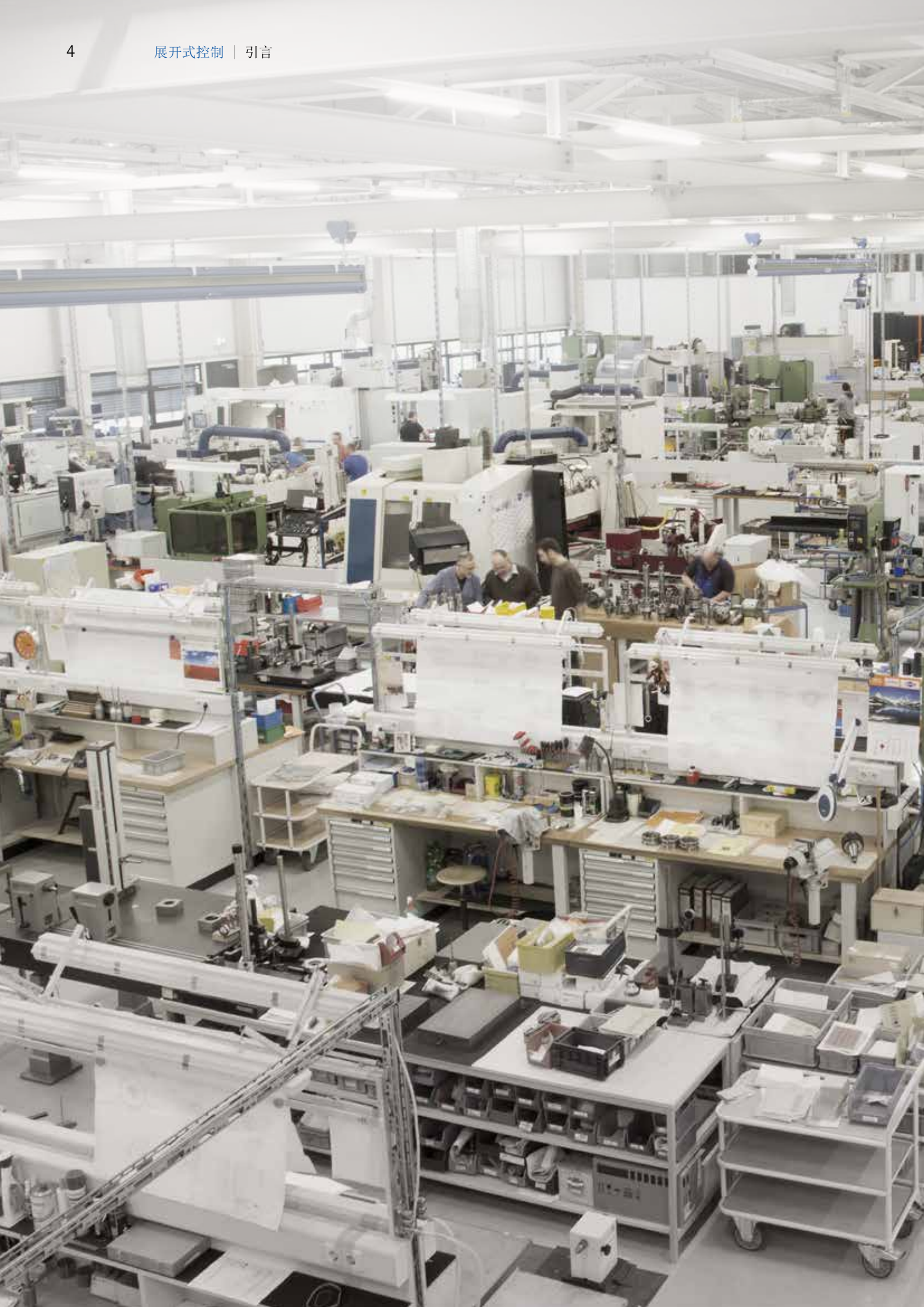
夹紧



调整、测量和出库



客户服务



目录

01 引言

展开式控制专家 06

02 驱动类型 / 输出端类型

驱动类型细节 16

冷却液压力 | 挡块驱动原理 | TOOLTRONIC® U 轴 |
机器的 U 轴 | 拉压杆

输出端类型细节 28

线性滑块 | 倾斜滑块 | 摆动滑块 | 回转滑块
弯曲支架 | 摇臂夹头

03 驱动和输出端组合

选择矩阵表 32

展开式控制系统 | 应用可能性

冷却液压力 34

挡块驱动原理 40

TOOLTRONIC® U 轴 46

机器的 U 轴 56

拉压杆 60

04 标准刀具

TOOLTRONIC® U 轴 72

车端面刀头 84

05 线镗杆

款式和配件 100

应用可能性 102

06 其它应用

陀螺式摇杆刀具 108

插补车削 110

07 客户服务

..... 112

08 技术附件 - TOOLTRONIC®

位置监控, 用 TOOLTRONIC-S® 122

数据传输 124

机器准备 U 轴 126

集成类型 128

展开式控制专家

展开式刀具在切削加工中具有最大的合理化和优化潜能。因此，为了满足对完整的刀具产品的要求，从上世纪九十年代初期开始，也把创新型展开式刀具、钻杆和车端面刀头都纳入了 MAPAL 的产品行列。无论是用于特殊机床，还是用于进行完整加工的灵活的加工中心，只要涉及的是在箱体类零件上进行复杂轮廓、非圆柱孔、车端面或者切槽加工，MAPAL 都能提供最佳的刀具解决方案。

产品目录包括通过机器侧拉压杆驱动或 U 轴系统驱动的机械式展开式刀具，以及 NC 控制的刀具，例如，用于不带附加进给单元的机床、特别灵活的机电一体化刀具系统 TOOLTRONIC。具有丰富经验且极为专业化的 MAPAL 工艺规划团队与客户密切合作，协调一致地设计出用于客户切削加工任务的最佳解决方案。在每个加工步骤中，都要求展开式刀具内部

的极为复杂的和非常准确的机械机构和大量不同的零件具有极高的精确性和极为精密的运动。为了保证刀具达到最高的精密性，MAPAL 刀具全部采用手工安装。为了能够快速和高效地在客户处完成刀具的调试工作，对复杂的展开式刀具都事先在极端负载和真实的工作条件下进行了大量的试验。之后，由 MAPAL 的切削加工专家在客户处完成刀具的调试工作。

用于展开式刀具的机床侧应用条件：



不带展开式控制功能的加工中心
(展开式刀具通过刀具库进行更换)



不带展开式控制功能的特殊机床
(TOOLTRONIC 驱动器作为主轴安装组件)



带 U 轴的加工中心
(展开式刀具通过刀具库进行更换)



带拉压杆的特殊机床
(展开式刀具转接到主轴上)

何时采用展开式控制

1

完整的轮廓

在箱体类零件上对车削轮廓进行加工

2

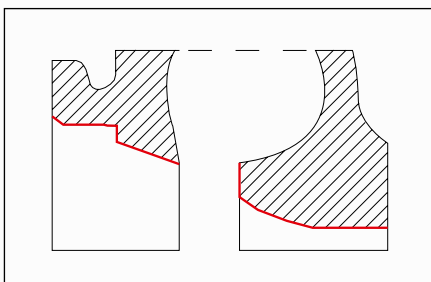
在加工中心上进行完整的加工

高产能和经济性

3

切削刃磨损补偿

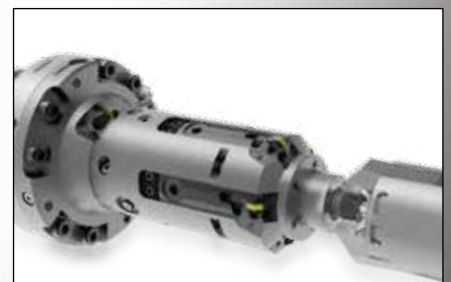
灵活性和流程安全性



页码 8



页码 12



页码 13

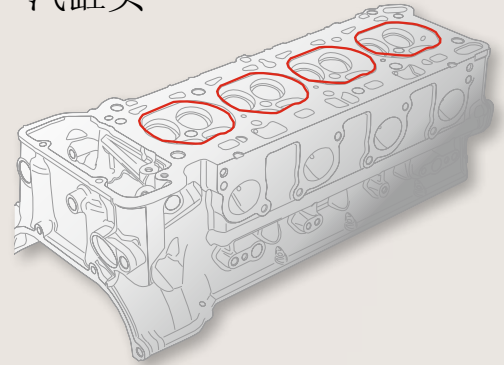


1 完整的轮廓

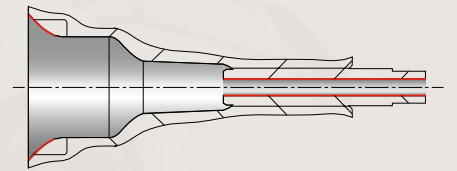
在箱体类零件上对车削轮廓进行加工

汽车制造

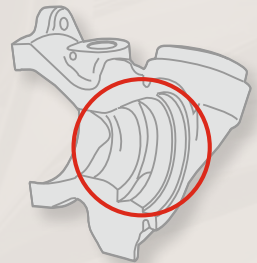
汽缸头



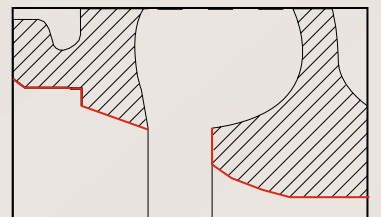
阀座和阀芯孔加工



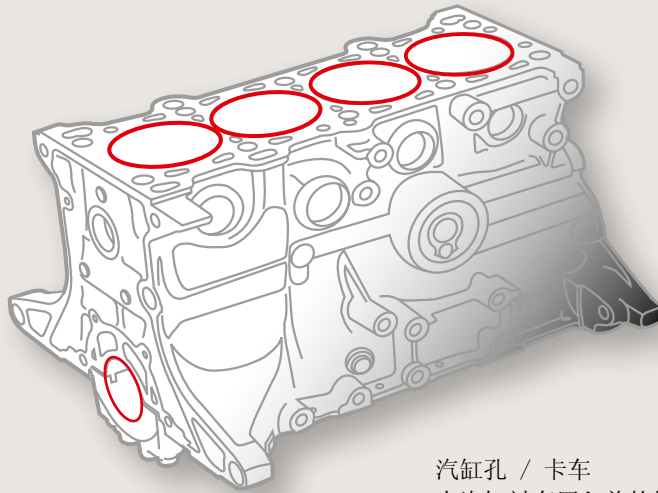
涡轮增压器



全轮廓编程加工

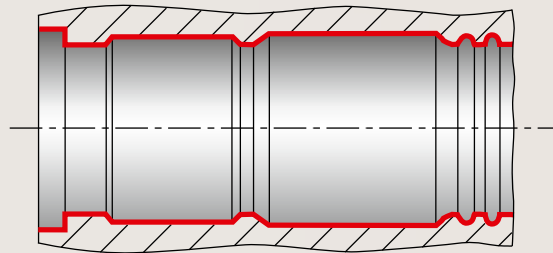
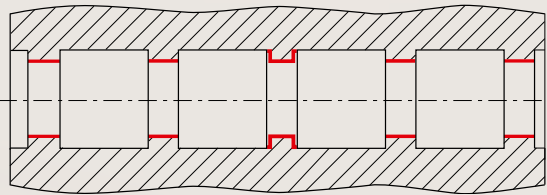


汽缸曲轴箱



曲轴轴承排孔

汽缸孔 / 卡车
在汽缸衬套压入前的轮廓加工

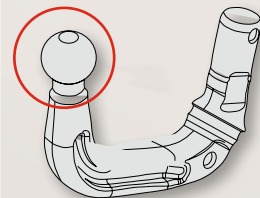
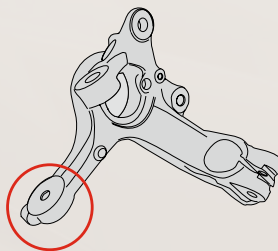
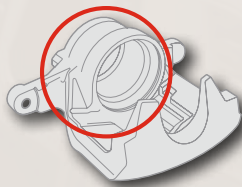
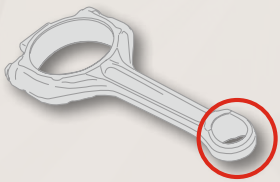


连杆

刹车支架

枢轴轴承

拖车挂钩

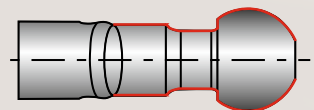
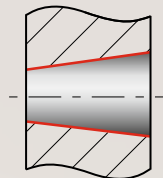
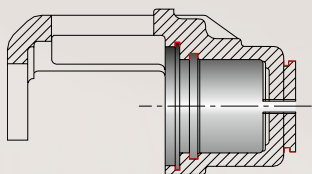
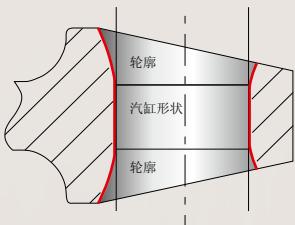


喇叭形小孔

电子停车制动器的密封槽和接口

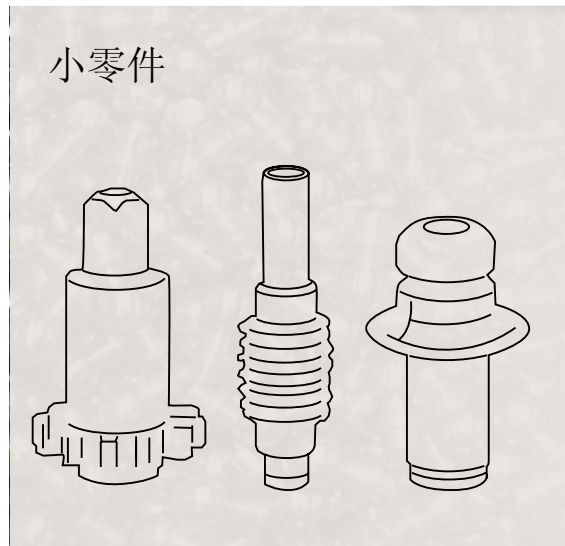
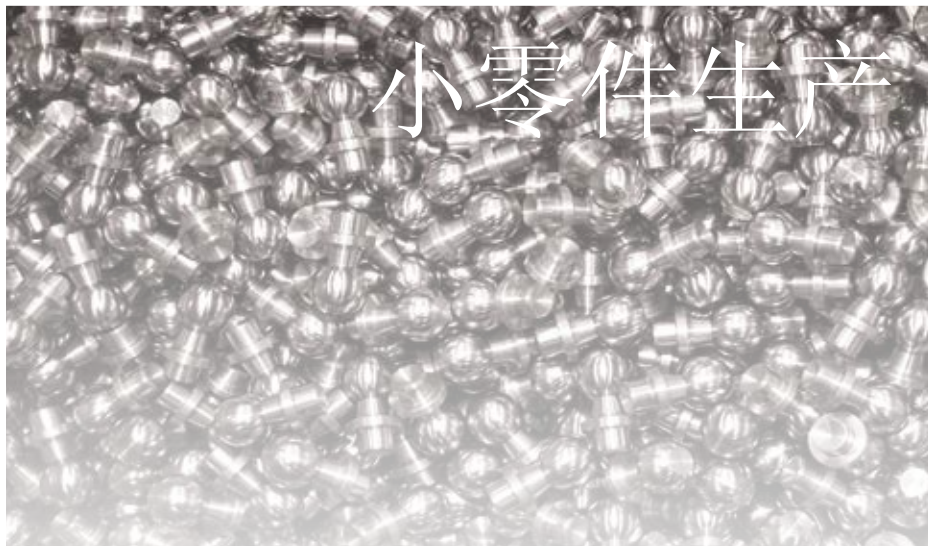
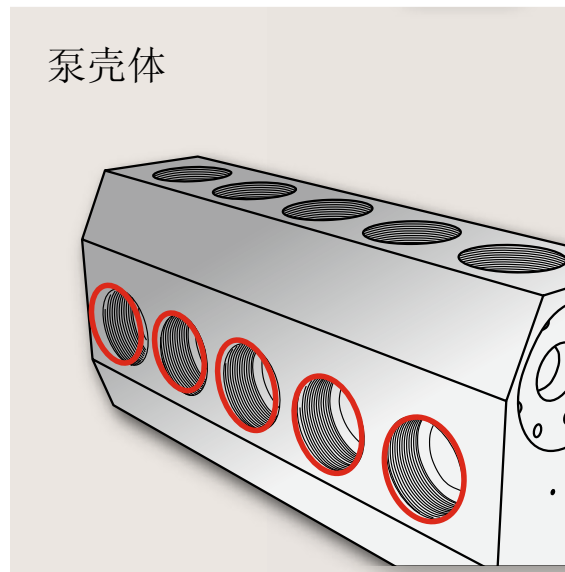
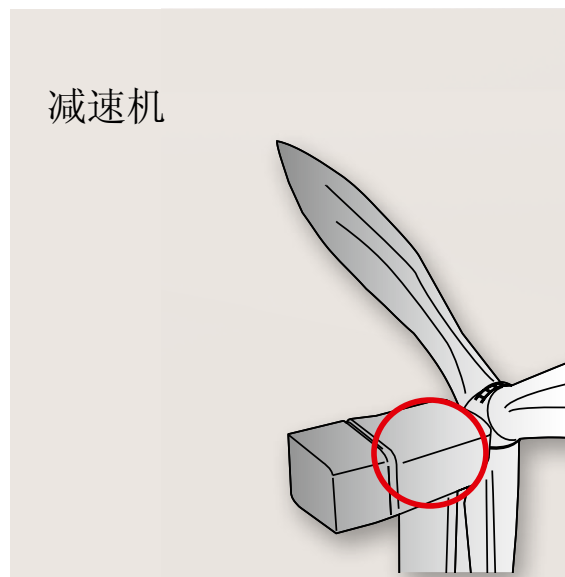
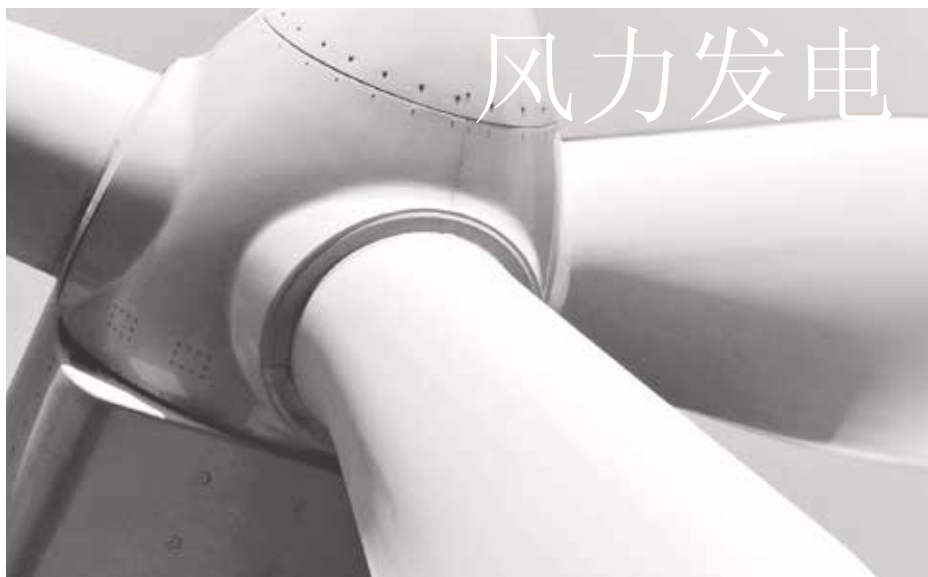
锥面车削

球面加工

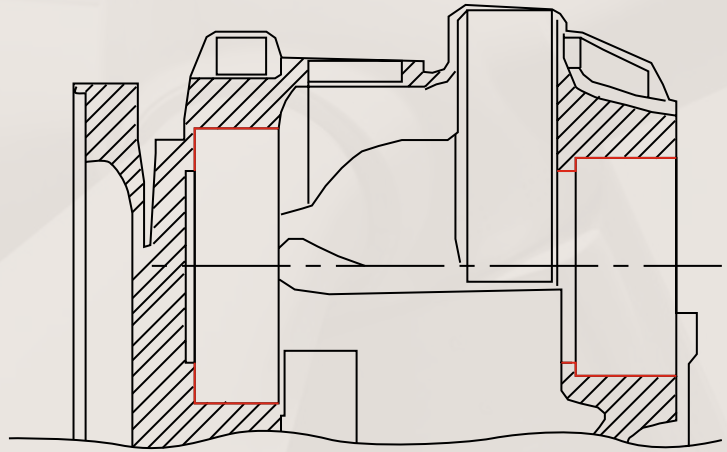


1 完整的轮廓

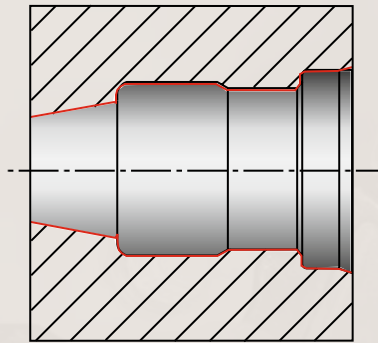
在箱体类零件上对车削轮廓进行加工



轴承座和密封表面

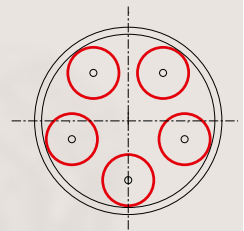
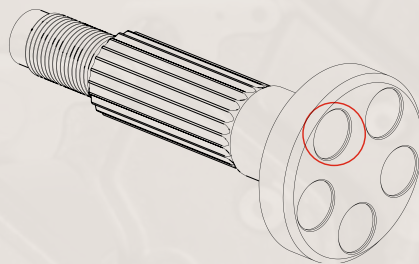


主孔

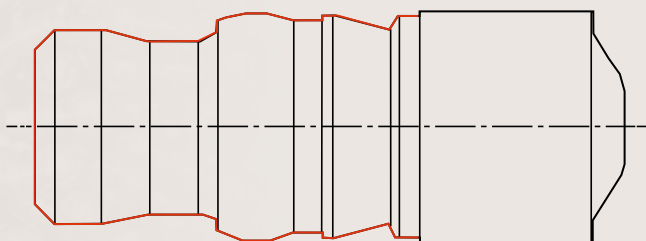


驱动轴

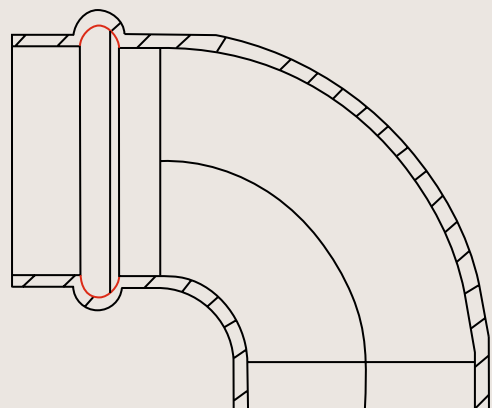
球面加工



成型、轮廓和管端加工



弯头



2 全套加工

在加工中心中采用 **TOOLTRONIC®** 取代了车床

在金属切削加工中，工件越来越复杂的趋势正在迅猛地发展。同时，加工成本的压力也越来越大。因此，提出的尖锐挑战就是在加工中心（BAZ）上，在一次装夹中，对箱体类零件的自由轮廓、切槽或非圆柱孔以极高的精密性完成高效的切削加工。MAPAL 制造的机械式展开式刀具或者机电一体化刀具系统 **TOOLTRONIC** 完全能够胜任

在加工中心上完成对这种工件的切削加工。加工步骤不必再转移到车床上来完成。

优点

- 因为只有一次装夹而无需链接成本
- 由于省去了车床而降低了投资成本
- 很短的放置时间

例如：加工涡轮箱体和空压机箱体中的主孔

在现代发动机研发中，瘦身和废气涡轮增压器是必不可少的工作。在增压器的涡轮箱体和空压机箱体的加工中，在迄今为止的传统加工流程中，经常需要使用加工中心和车床。MAPAL 为此研发出一种能够在加工中心上完成整个加工的加工方法。采用机电一体化刀具系统 **TOOLTRONIC** 和

通过插补车削完成对轮廓的加工和切槽加工。另外，组合刀具还将很多加工步骤组合在一起完成。



节拍时间减少 60%
使用寿命提高 40%

插补旋转刀具



省去了车床
可更换的刀具轴

TOOLTRONIC®



6 个加工特征
1 个控制部分

ISO 组合刀具

3 切削刃磨损补偿

流程安全的控制回路

在精密孔的加工中，尤其是在发动机制造中精密孔的加工中，对加工质量有极高的要求，其原因是，对工件的尺寸公差、位置公差、形状公差和表面质量公差都要求很窄的公差范围。同时，还要求加工流程达到最大的产能，这就意味着在短节拍情况下，实现长的刀具使用寿命。为了在长使用寿命期间流程安全地保证所需的加工公差的要求，在 MAPAL 展开式刀具中采用微调技术实现了自动磨损补偿。在加工流程中，工件加工完毕后，被送到一个在加工中心内部或外部的后续测量工位上

进行测量。所测得的孔的实际值报告给加工中心的控制系统。之后，在设备中的切削刃根据测量值自动进行补充调整，由此而实现磨损的自动补偿。

从而与合适的测量系统一起形成了一个闭式控制回路。

优点

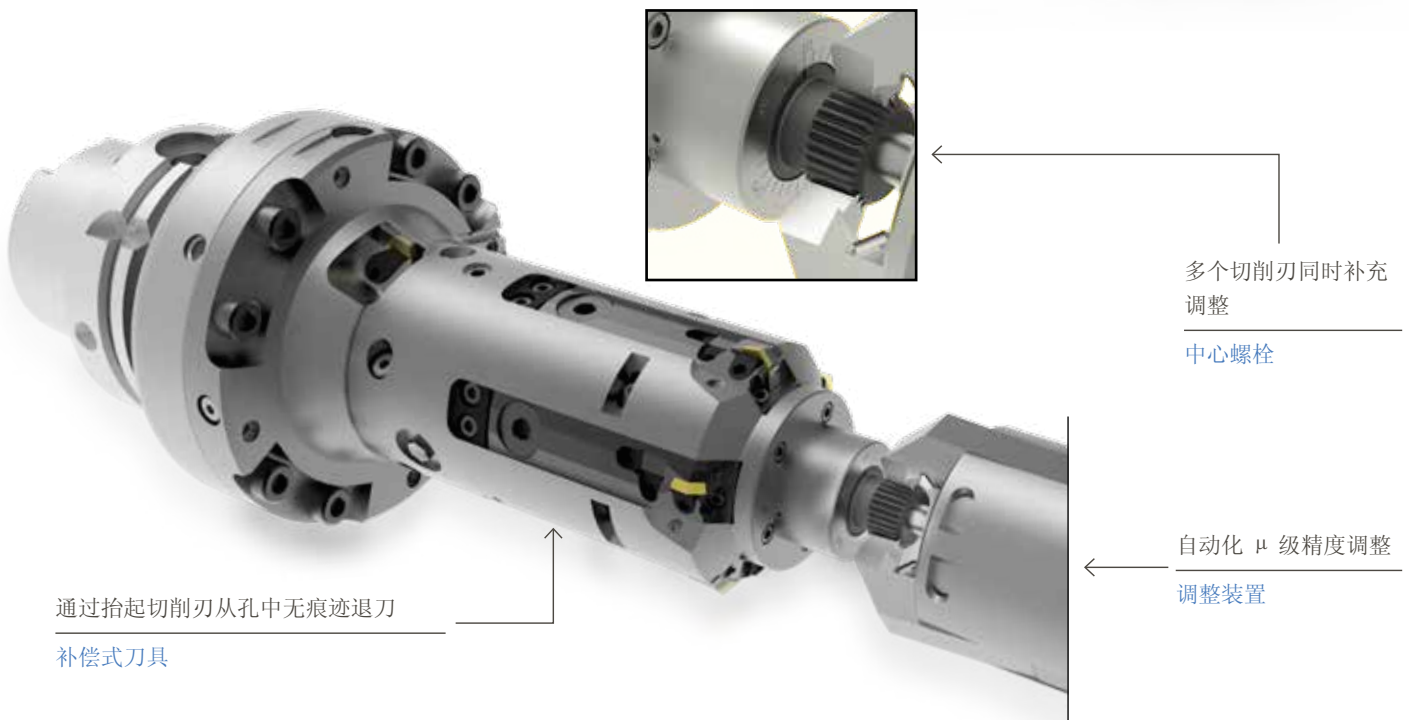
- 由于闭式控制回路而达到了极高的精度
- 通过切削刃的充分利用而实现了长的使用寿命

例如：加工发动机壳体中的汽缸孔

迄今为止，这种刀具系统大多数都采用拉压杆驱动，应用在输送加工机床上。但是，产品寿命越来越短，加工批量越来越小，投资成本越来越高，由于这些原因而要求将这种刀具系统应用在灵活的加工系统和加工中心上。为此，MAPAL 推出了解决方案：一种由加工中心的中央冷却液压力驱动的刀具。在采用低压冷却液对汽缸孔加工完毕之后，借助于压力升高来控制切削刃，从而能够使刀具无退刀痕迹地

从孔中顺利退出。根据测量工位的反馈，通过端面中心螺栓在调整装置上自动完成切削刃磨损补偿。

(例如 $10^\circ = 1 \mu\text{m}$ 在半径上)



通过抬起切削刃从孔中无痕退刀

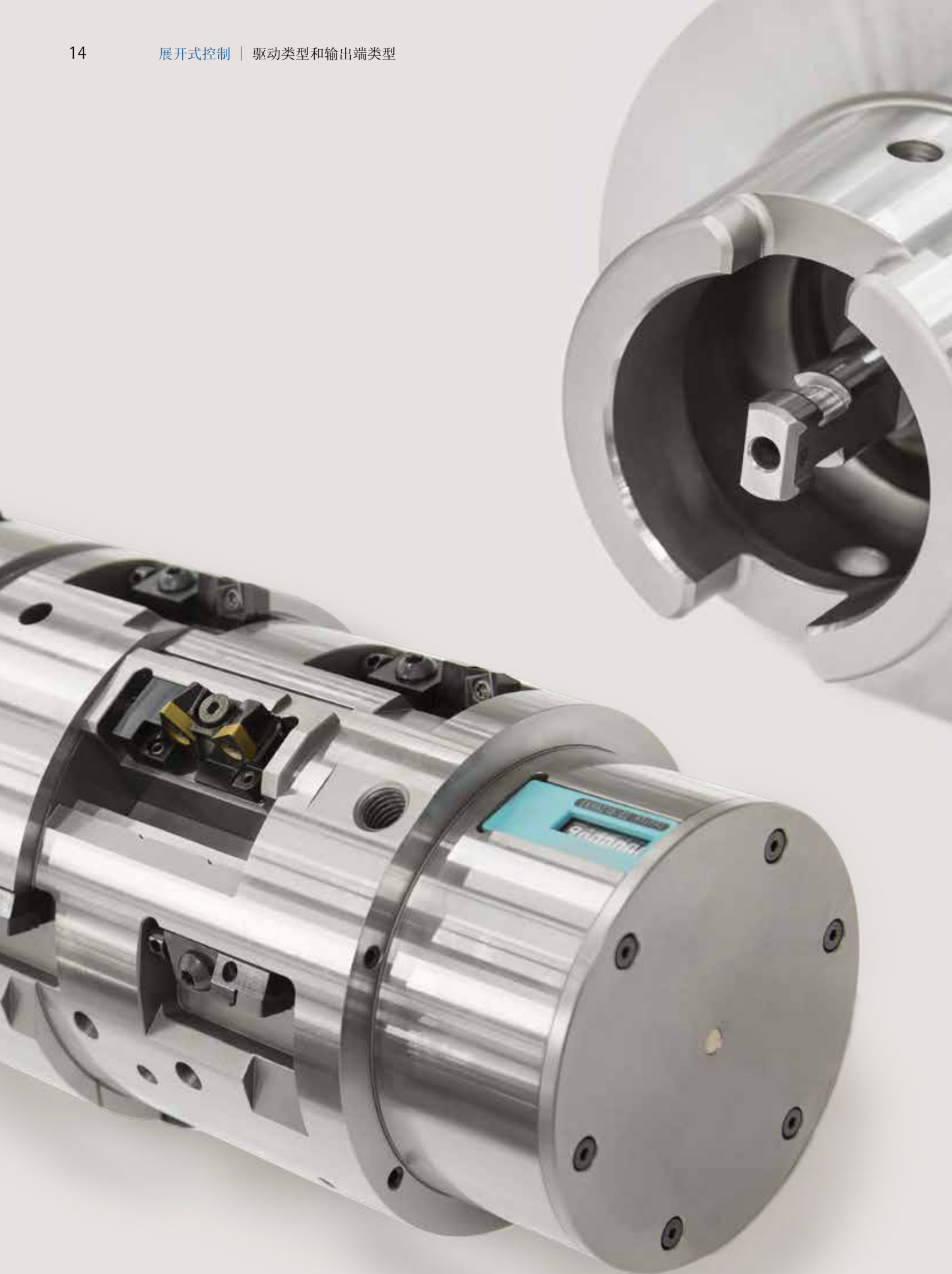
补偿式刀具

多个切削刃同时补充调整

中心螺栓

自动化 μ 级精度调整

调整装置





驱动类型和输出端类型

细节 | 功能原理

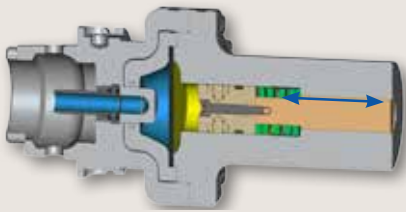
驱动类型细节



不带展开式控制功能的加工中心

1

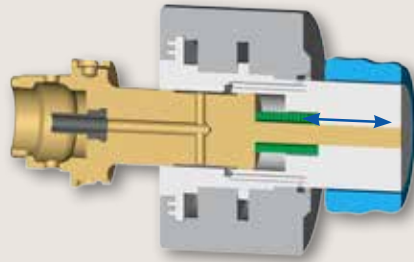
采用冷却液压力驱动



由冷却液压力来控制滑块的展开式控制或切削刃的定位。进给速度通过一个节流阀手动设置。通过内置式弹簧装置使滑块或切削刃复位。

2

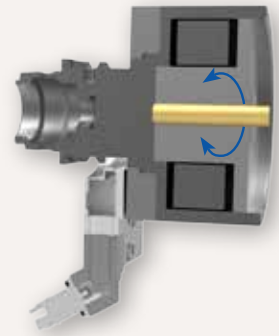
采用挡块原理驱动



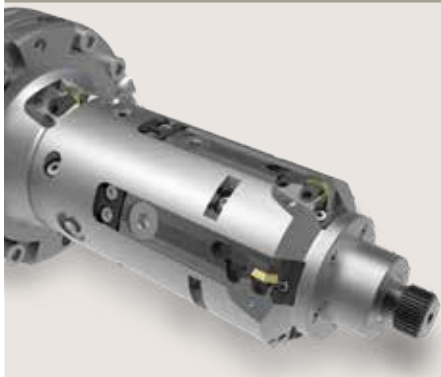
在这种驱动原理中，挡块运行到装夹设备或工件上。刀具夹头由此而顶入刀具当中，对滑块进行展开式控制。进给速度则由机器轴来确定。滑块的复位由内置式弹簧装置来完成。

3

采用 TOOLTRONIC® U 轴驱动



作为闭式驱动模块的 TOOLTRONIC 成为连接在机器控制系统中的一个完整的 NC 轴，通过电感式能源和双向数据传输而使其应用范围极为广泛。滑块的展开式控制由刀具中的调整电机来完成。采用哪些装载式刀具与 TOOLTRONIC 一起应用 ▶



应用范围和功能
应用举例

页码 18
页码 36

应用范围和功能
应用举例

页码 20
页码 42

应用范围和功能
应用举例

页码 22
页码 48



不带展开式控制功能的特殊机床



带 U 轴的加工中心



带拉压杆的特殊机床

3

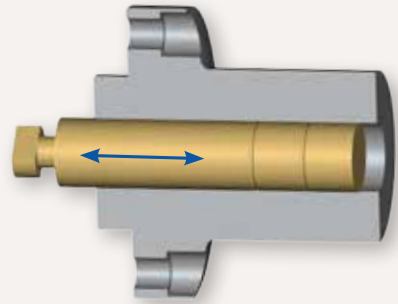
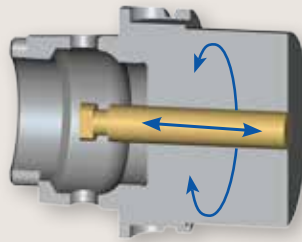
采用 TOOLTRONIC® U 轴主轴安装组件驱动

4

采用机器的 U 轴驱动

5

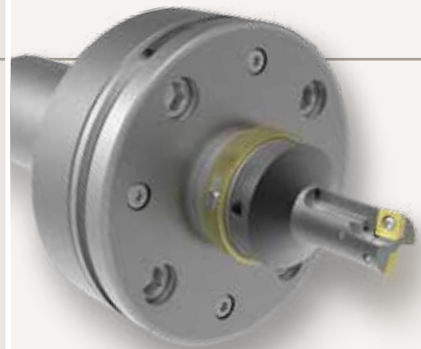
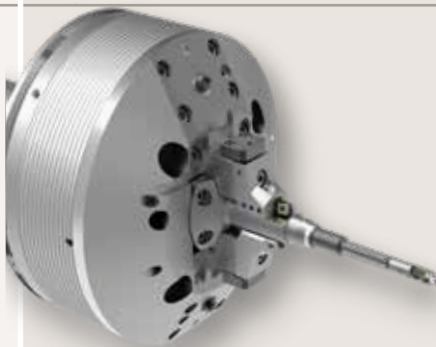
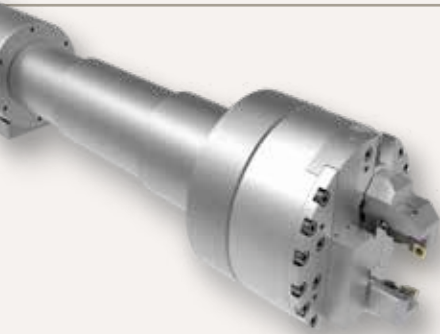
采用拉压杆驱动



完全取决于所要完成的具体加工任务。原则上讲，所有迄今为止所使用的冷却液驱动式、挡块原理驱动式或拉杆驱动式的动力刀具都可以采用 TOOLTRONIC 来控制式驱动。

由加工机床的 U 轴对滑块进行展开式控制。进给速度由 U 轴来设置。在常规情况下，这个轴是一个旋转轴和全功能的 NC 轴。

在特殊机床中，可以用中心拉压杆来控制滑块的展开或切削刃的定位。进给速度由 U 轴来设置。复位同样也由这个轴来完成 (NC 控制)。



应用范围和功能
应用举例

页码 22
页码 53

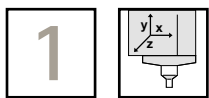
应用范围和功能
应用举例

页码 24
页码 58

应用范围和功能
应用举例

页码 26
页码 62

驱动类型 冷却液压力



应用范围:

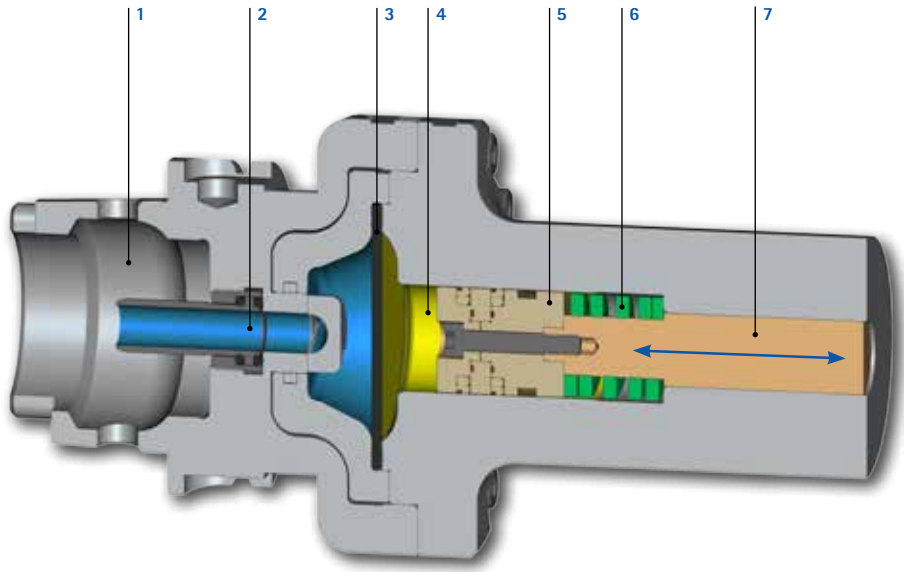
冷却液控制的刀具由于其可变的接口可以应用在加工中心上。

功能原理:

MAPAL 展开式刀具通过机床的内部冷却液输入来控制。冷却液的压力作用在一个设置在油回路中与压杆连在一起的活塞上。通过压杆的轴向运动而使滑块通过高精度磨削的齿啮合面在径向上产生向外的展开运动或者把弯曲元件调整到位。

为了防止活塞范围受到冷却液的污染，用一个膜片将其与内部油回路隔开。借助于一个内装的节流阀来调节滑块的展开速度。复位借助于弹簧力完成。冷却液通过刀具刀体中的旁通路流到切削刃上。





结构:

- 1 | 机器接口 (HSK, 也可以是其它的接口)
- 2 | 内部冷却液输入
- 3 | 膜片
- 4 | 油腔
- 5 | 活塞
- 6 | 复位弹簧
- 7 | 拉压杆

性能特征

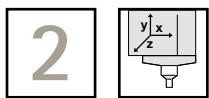
- 以定义的进给运行到固定止挡上而实现展开式控制
- 可以通过机器的 Z 轴来定义切槽的轴向位置

优点

- 刀具类型可以应用在每台机床上
- 驱动类型用于切槽或用于抬起切削刃



驱动类型 挡块驱动原理



应用范围:

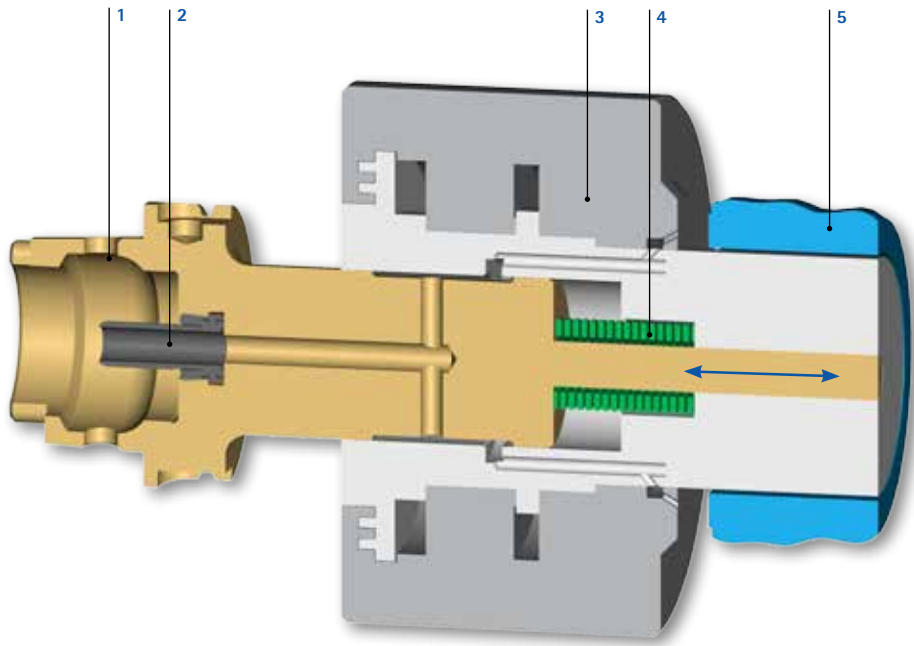
挡块控制的刀具由于其可变的接口可以应用在加工中心上。

功能原理:

MAPAL 展开式刀具通过挡块或挡杆运行到工件或夹具上来进行控制。在这里，刀具的挡块在轴向上停住，而直接连接在夹头上的拉杆在轴向上顶入挡块中。

通过机器的 z 轴达到一个可控的进给。滑块的回程或刀具的复位由弹簧力来完成。





结构:

- 1 | 机器接口
(HSK, 也可以是其它的接口)
- 2 | 可以内部冷却液输入
- 3 | 挡块
- 4 | 复位弹簧
- 5 | 工件 / 夹具

性能特征

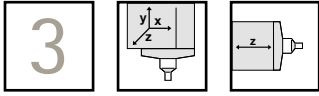
- 以定义的进给运行到固定止挡上而实现展开式控制
- 切槽的位置固定和被定义

优点

- 通过取代铣削加工而拥有很短的加工时间
- 刀具类型可以应用在每个加工中心上



驱动类型 TOOLTRONIC® U 轴



TOOLTRONIC® - 精密、平衡、微量保养

冷却液压力控制的刀具或带有展开机构的挡块驱动展开式刀具都有一个弱点，那就是在加工复杂性方面受到一定的限制。不是在每种轮廓的加工中都能达到所要求的精度。MAPAL 机电一体化刀具系统 TOOLTRONIC 能够完成更多的加工任务。TOOLTRONIC 既能在加工中心上，也能在特殊机床上简捷可靠地实现展开式控制运动。这意味着从

轮廓，清根槽、非圆柱孔的加工，到闭环控制的切削刃补偿，以及一系列工件变型品种的加工，都是可以实现的。作为闭式驱动模块的 TOOLTRONIC 成为连接在机器控制系统中的一个完整的 NC 轴。它能够明显缩短加工时间和周期，能够实现极高的表面质量和极高的形状准确度，而且不使机器的特性受到限制。

TOOLTRONIC® 用于加工中心

凭借内部冷却液输入、可实现的各种刀具接口和自动化刀具更换功能，用于加工中心的 TOOLTRONIC 系统成为一个应用范围广泛的、完整的、可更换的驱动系统。

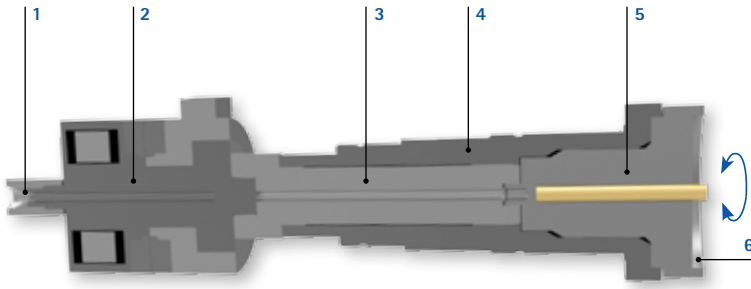
TOOLTRONIC 系统具备对此类加工的灵活性，而且通过简单编程适应不同工件变型。减少刀具的种类，缩短生产时间和周期。TOOLTRONIC 驱动单元可以作为标准配件，使用不同的机床连接方式。不同的展开式刀具可以采用法兰方式连接于驱动单元上，在这种驱动单元中，根据具体的加工任务，采用合适的展开式控制原理和相应的减速器部件。

TOOLTRONIC® 用于特殊机床

TOOLTRONIC® 作为一个主轴安装组件，可以用在生产线上，以及用在节拍回转机床上。繁复的加工工作可以减少为使用一台机床或在一个加工工位上完成。由此而将生产时间和成本减少到最低的程度。

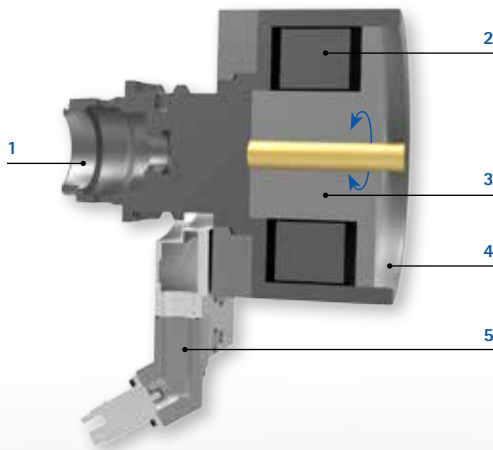
虽然采用了特殊的解决方案，但是，由于模块式结构，仍可以保证很短的反应时间，仍能使用便于安装和维护的标准部件。把电感能量的传输和双向数据传输系统转移到机床的加工区域之外，由此而实现了很短的结构。相应地，这也保证了 TOOLTRONIC 主轴的极高的刚性。另一个特点是冷却液输入，它保证了最佳的排屑和提高了刀具切削刃的使用寿命。





用于特殊机床的 TOOLTRONIC® 结构:

- 1 | 冷却液输送器
- 2 | 输送单元
- 3 | 主轴芯棒
- 4 | 主轴轴
- 5 | 电机单元
- 6 | 模块式接口



用于加工中心的 TOOLTRONIC® 结构:

- 1 | 机器接口
- 2 | 电子元件
- 3 | 带定义的连接位置的电机单元
- 4 | 模块式接口
- 5 | 定子 (不动的单元)



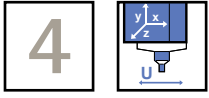
性能特征

- 可自由编程的 U 轴
- 双向数据传输允许传感器数据从 TOOLTRONIC 传送到机床控制系统中，从而开创了新的加工和控制方案

优点

- 通过刀具品种的减少而节约了成本
- 通过在一台机器上完成整体加工而缩短了加工时间

驱动类型 机器的 U 轴



应用范围:

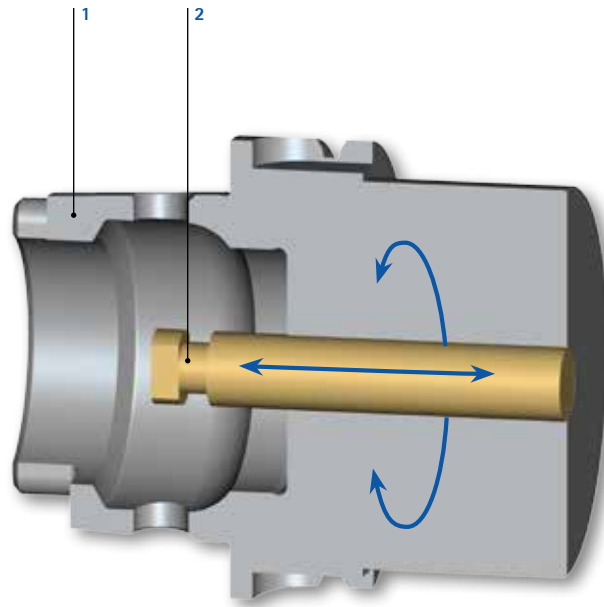
在那些配置了 U 轴系统的机器上都可以应用为此准备好的可控的刀具。

凭借这个附加的 NC 轴，可以在泵壳体、液压壳体和阀壳体上进行任意轮廓、清根槽、非圆柱孔的加工。

功能原理:

可控的刀具如同其它的标准刀具一样从刀具库中被更换到机器当中。接着，机器的 U 轴与刀具的 U 后耦合在一起。可以回转运动式或线性运动完成操作，从而形成一个完整的 NC 轴。





结构:

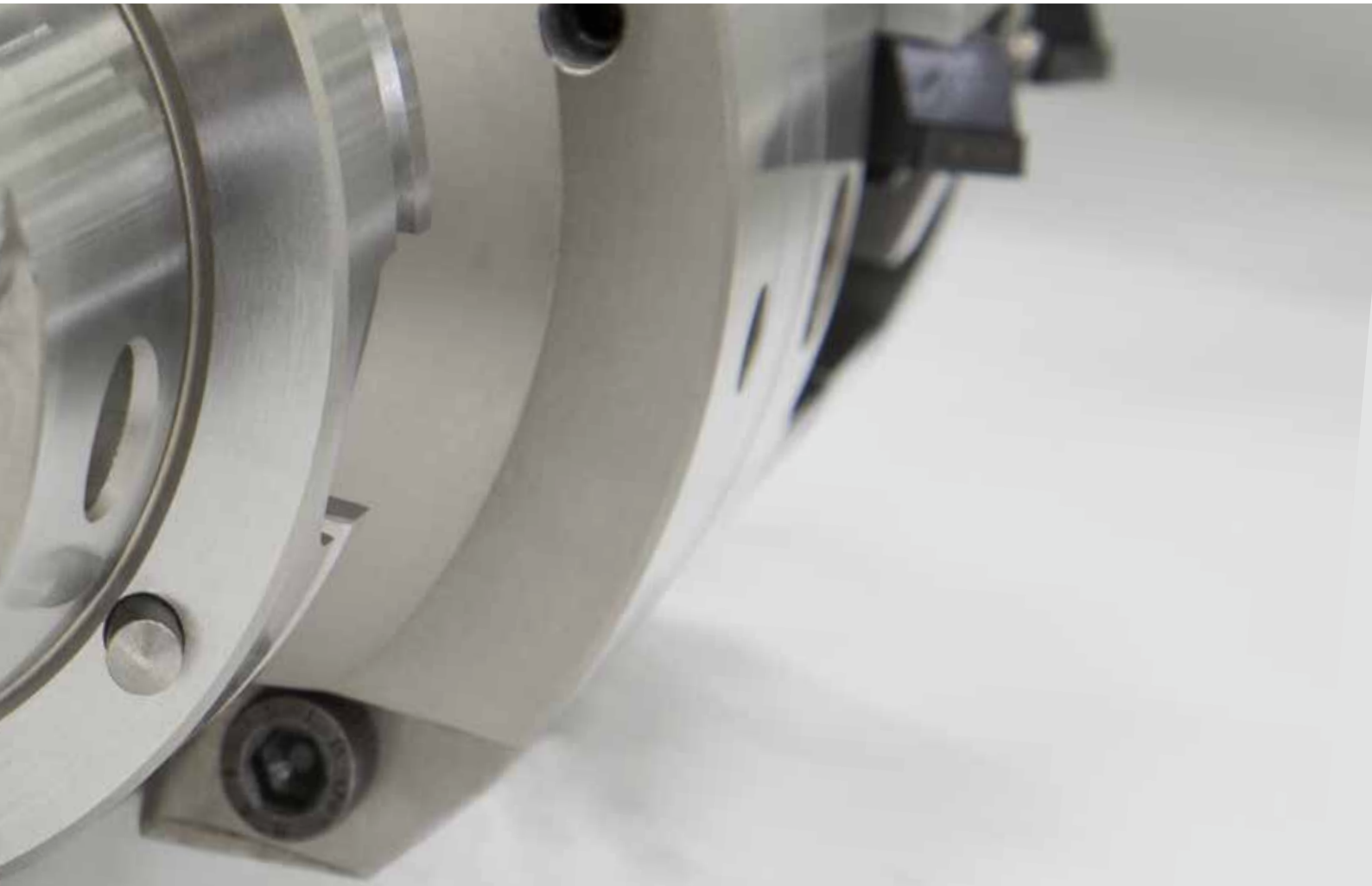
- 1 | 机器接口 空心锥柄 (HSK), 也可以是大锥度锥柄 (SK)
- 2 | U 轴的线性或回转式控制

性能特征

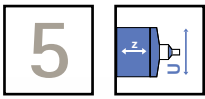
- 可以使用不同的机器接口
- U 轴的线性 and 回转的展开式控制

优点

- 由于省去了转移到车床上的加工而节省了时间
- 优异的加工质量
- 高加工灵活性
- 高流程安全性
- 低维护成本



驱动类型 拉压杆



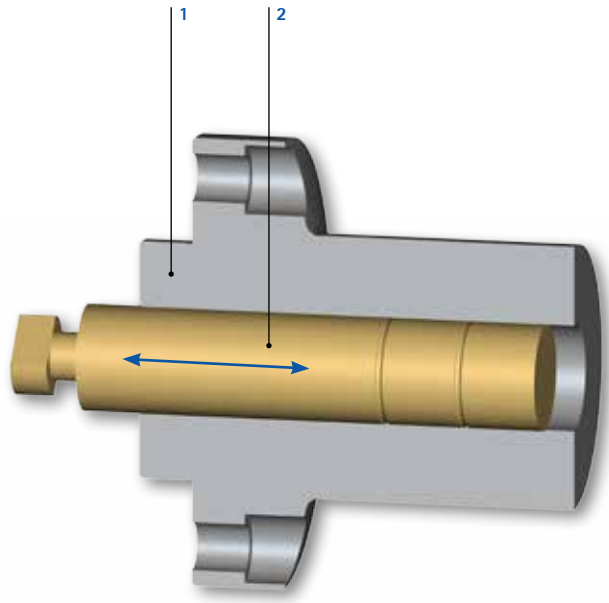
应用范围:

拉压杆控制的刀具由于其拉杆连接在调整驱动器上而能够应用在相应更改的加工机床上。

功能原理:

MAPAL 展开式刀具通过中心安装的拉压杆完成展开式控制。通过拉压杆的轴向运动而使滑块通过高精度磨削的齿啮合面在径向上产生向外的展开运动和 / 或把弯曲元件调整到位。





结构:

- 1 | 机器接口, 不同的法兰夹头
- 2 | 拉压杆

性能特征

- 能够用 NC 驱动器完成可控的展开式控制或定位
- 在特殊机床上完成对箱体类零件复杂轮廓的加工
- 稳固的结构适用于任何应用场合

优点

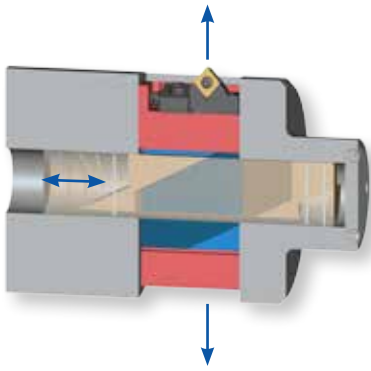
- 可实现大操作力
- 大零件 / 大行程



输出端类型细节

运动和控制

线性滑块



通过在拉压杆上的一个斜齿啮合对垂直于刀具中心轴的线性滑块进行展开式控制。

应用范围:

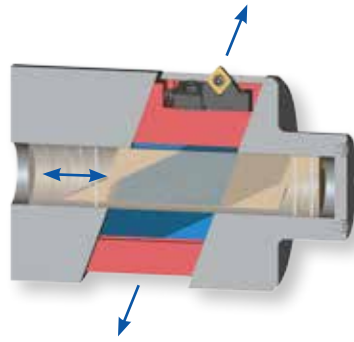
制动器壳体 | 汽缸曲轴箱体 | 减速器箱体 | 泵壳体 | 枢轴轴承

加工:

切槽 | 车轮廓 | 车端面 | 车止推轴承



倾斜滑块



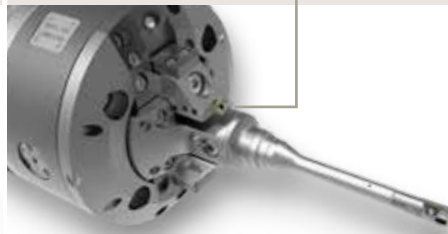
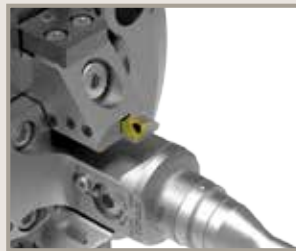
功能如同线性滑块，但滑块与刀具中心轴之间的夹角不等于 90° 。

应用范围:

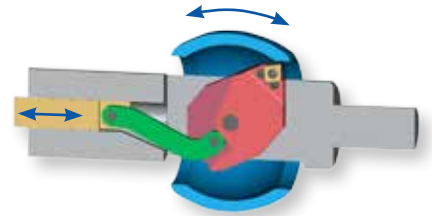
制动器壳体 | 汽缸头

加工:

切槽 | 倒角 | 车锥体



摆动滑块



摆动滑块借助于一个内置的杠杆机构通过一个中心销来控制。通过刀具自身的旋转运动和摆动滑块的叠加旋转运动完成球体部分的车削加工。

应用范围:

差速器箱体 | 球头销

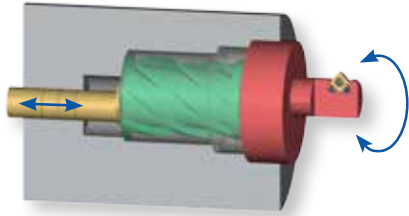
加工:

车削球冠

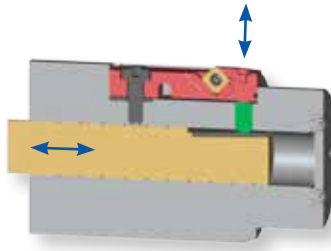


补偿和抬起

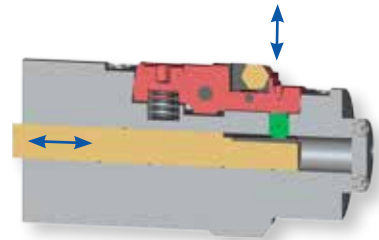
回转滑块



弯曲支架



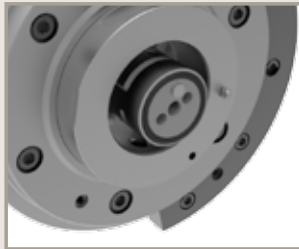
摇臂夹头



回转滑块的展开式控制通过螺旋轴和螺旋套筒的组合完成。在这里，螺旋轴的轴向运动借助于螺旋套筒转换成转动 / 回转运动。径向行程由偏心支撑确定。

应用范围：
系列小零件 | 减速器箱体

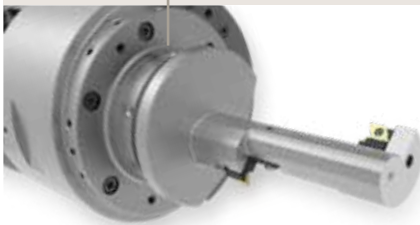
加工：
切槽 | 车轮廓 | 车端面 | 车止推轴承



拉压杆上的一个斜面负责在弯曲夹头和摇臂夹头中短夹头的展开式控制。根据拉压杆的位置将夹头调整在相应的飞行圆直径上。

应用范围：
制动器壳体 | 汽缸曲轴箱体 | 减速器箱体 | 泵壳体 | 枢轴轴承

加工：
切削刃磨损补偿 | 车削小轮廓 | 切槽







驱动和输出端组合

选择矩阵表 | 应用可能性

选择矩阵表

用于展开式刀具的驱动和输出端的组合可能性



不带展开式控制功能的加工中心
(展开式刀具通过刀具库进行更换)



带 U 轴的加工中心
(展开式刀具通过刀具库进行更换)

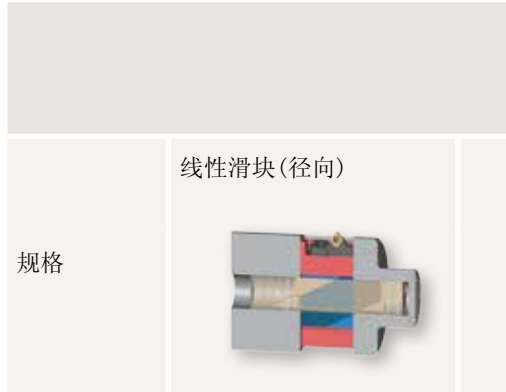


不带展开式控制功能的特殊机床
(TOOLTRONIC 驱动器作为主轴安装组件)



带拉压杆的特殊机床
(展开式刀具转接到主轴上)

驱动端		冷却液压力 (见页码 18)	1	公差, 单位 μm	< 10	滑块式刀具 1.2 页码 37 1.3 页码 38		
			挡块驱动原理 (见页码 20)	2	公差, 单位 μm		< 10	滑块式刀具 2.2 页码 43 2.4 页码 45 滑块式钻杆 2.3 页码 44
					径向行程, 单位 mm		< 15	
		TOOLTRONIC® U 轴 (见页码 22)	3	公差, 单位 μm	< 10	LAT* 3.3 页码 50 3.4 页码 51 TOOLTRONIC 珩磨 3.5 页码 52 滑块式钻杆		
				径向行程, 单位 mm	< 56			
		TOOLTRONIC® U 轴作为主 轴安装组件 (见页码 22)	3	公差, 单位 μm	< 10	LAT* 3.7 页码 54 滑块式钻杆		
				径向行程, 单位 mm	< 92			
		机器的 U 轴 线性 / 回转 (见页码 24)	4	公差, 单位 μm	< 10	滑块式刀具 4.2 页码 59		
				径向行程, 单位 mm	< 56			
		拉压杆 线性 / 回转 (见页码 26)	5	公差, 单位 μm	< 10	滑块式刀具 5.3 页码 64 LAT* 5.5 页码 66 5.7 页码 68 5.8 页码 69		
径向行程, 单位 mm				< 20				
转速, 单位 min^{-1}				< 3.000				



规格	线性滑块 (径向)
----	-----------

说明: 在这个矩阵表中, 表达的是各种推荐的组合可能性 - 尤其是加了蓝色标记的栏您能够在产品样本中找到相应的应用可能性 (见页码提示)。

输出端

倾斜滑块		摆动滑块		回转滑块		弯曲支架		摇臂夹头	
									
< 10	车锥体刀具 切槽刀具 1.4 页码 39	< 10	车锥体刀具			< 5	精镗刀具	< 5	精镗刀具 1.1 页码 36 切槽刀具
< 20		¹⁾ 120°				< 0,2		< 1	
< 3.000		< 2.000				< 10.000		< 10.000	
< 10	车锥体刀具 切槽刀具	< 10	车锥体刀具					< 5	切槽刀具 2.1 页码 42
< 15		¹⁾ 120°					< 3		
< 2.000		< 2.000				< 10.000	< 10.000		
< 10	车锥体刀具 切槽刀具	< 10	车锥体刀具	< 3	EAT* 3.1 页码 48 3.2 页码 49	< 5	精镗刀具 (可补偿的)	< 5	精镗刀具 (可补偿的) 切槽刀具
< 15		¹⁾ 120°		< 11		< 0,2		< 1	
< 2.000		< 2.000		< 8.000		< 10.000		< 10.000	
< 10	车锥体刀具 切槽刀具	< 10	车锥体刀具	< 5	EAT* 3.6 页码 53	< 5	精镗刀具 (可补偿的)	< 5	精镗刀具 (可补偿的) 切槽刀具
< 20		¹⁾ 120°		< 11		< 0,2		< 1	
< 3.000		< 2.000		< 8.000		< 10.000		< 10.000	
< 10	车锥体刀具 切槽刀具	< 10	车锥体刀具	< 10	EAT*	< 5	精镗刀具 (可补偿的) 4.1 页码 58	< 5	精镗刀具 (可补偿的) 切槽刀具
< 20		¹⁾ 120°		< 20		< 0,2		< 1	
< 3.000		< 2.000		< 6.000		< 10.000		< 10.000	
< 10	车锥体刀具 切槽刀具 5.2 页码 63	< 10	车锥体刀具 5.1 页码 62	< 10	EAT* 5.4 页码 65 5.6 页码 67	< 5	精镗刀具 (可补偿的)	< 5	精镗刀具 (可补偿的) 切槽刀具
< 20		¹⁾ 120°		< 20		< 0,2		< 1	
< 3.000		< 2.000		< 10.000		< 10.000		< 10.000	

说明: 用于 90% 应用场合的组合可能性。有偏差的特殊情况请咨询。

*线性展开式刀具 (LAT) 和偏心展开式刀具 (EAT) 的标准刀具。

¹⁾ 行程数据 单位 度 [°]



冷却液压力

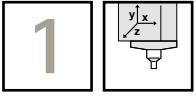
1

应用可能性

- | | |
|--------------------|----|
| 1.1 汽缸曲轴箱中的汽缸孔 | 36 |
| 1.2 汽缸曲轴箱中的曲轴止推轴承孔 | 37 |
| 1.3 刹车支架主孔 | 38 |
| 1.4 锥体和倾斜切槽的终加工 | 39 |

通过冷却液压力的展开式控制

应用可能性



1.1 一个 6 缸发动机箱体的汽缸孔的终加工

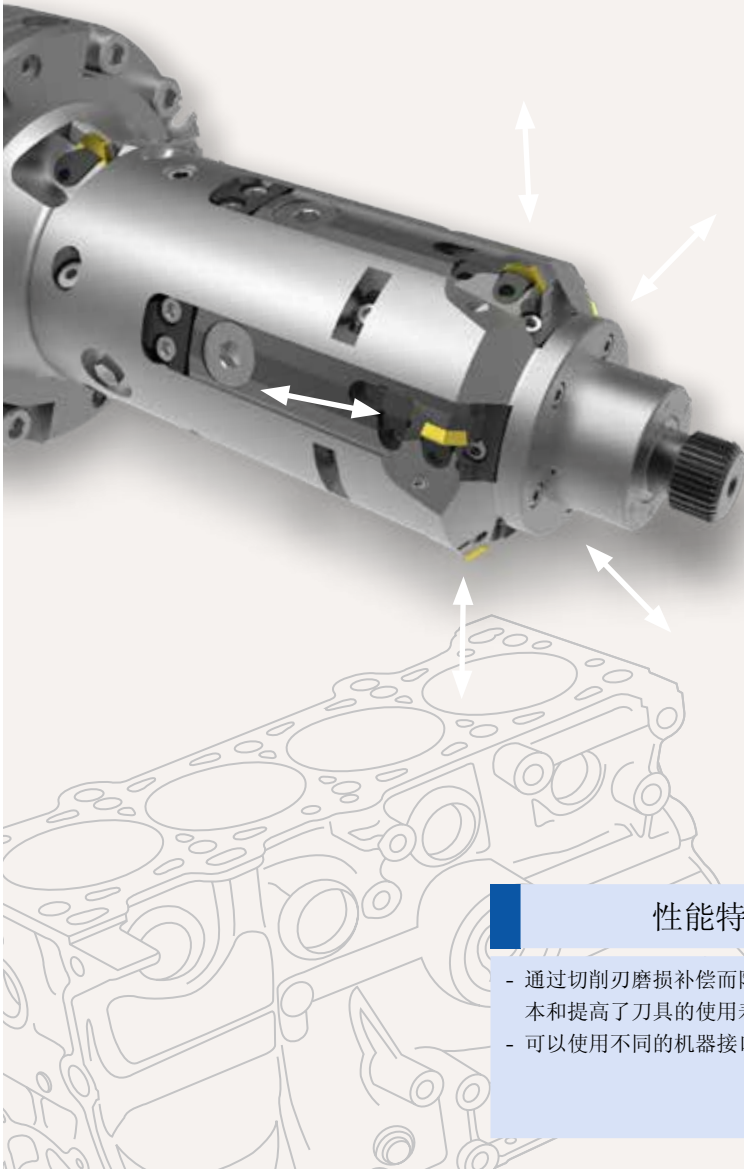
任务:

- 以要求的尺寸精度和表面质量加工汽缸孔
- 通过自动磨损补偿在刀片成本节约的同时延长刀具的使用寿命

解决方案:

首先，通过冷却液压力（大约 40-50 bar）把可调整的切削刃定位在所设置的加工直径上，接着开始进行汽缸孔的加工。加工结束后，冷却液压力被关闭，可调的带精加工切削刃的摇臂从工件上

抬起，刀具可以无退刀痕迹地从孔中退出。可以通过端面上的中心螺栓，或者是用一把安装扳手手动式，或者是用加工中心的调整装置自动式同时对多个切削刃进行 μ 级精度的调整，以便对切削刃的磨损进行补偿。



切削数据

- 材料	GG26Cr
- 刀片材料	PcBN
- 直径	92,9 mm
- 切削速度	1.000 m/min
- 切削深度	0,3 mm
- 转速	3.430 min ⁻¹
- 齿数	5
- 进给速度	3.083 mm/min
- 进给	0,9 mm
- 加工时间	3 s
- 切削功率	4 KW
- 刀具重量	12 kg

性能特征

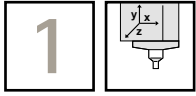
- 通过切削刃磨损补偿而降低了刀片材料成本和提高了刀具的使用寿命
- 可以使用不同的机器接口

优点

- 凭借切削刃抬起实现无退刀痕迹的加工而具有很高的流程安全性
- 简便的手动或自动的 μ 级精度的精加工切削刃调整

通过冷却液压力的展开式控制

应用可能性



1.2 曲轴止推轴承的终加工

任务:

- 在不带 U 轴的加工中心上采用车端面方法对止推轴承轴瓦面进行终加工（在相应的公差带中）

解决方案:

由于孔深的原因，刀具要通过导条支撑在加工好的曲轴轴承孔中。冷却液从中心进入刀具，通过冷却液的压力（大约 40-80 bar）来控制内部油回路。由此而保证了对加工滑块进行均匀的展开式控制。在这里，根据具体的加工切削刃的设置情况，可以进行单侧加工或双侧加工。加工结束后，冷却液压力被

关闭，带精加工切削刃的滑块缩回，刀具可以无退刀痕迹地从孔中退出。

切削数据

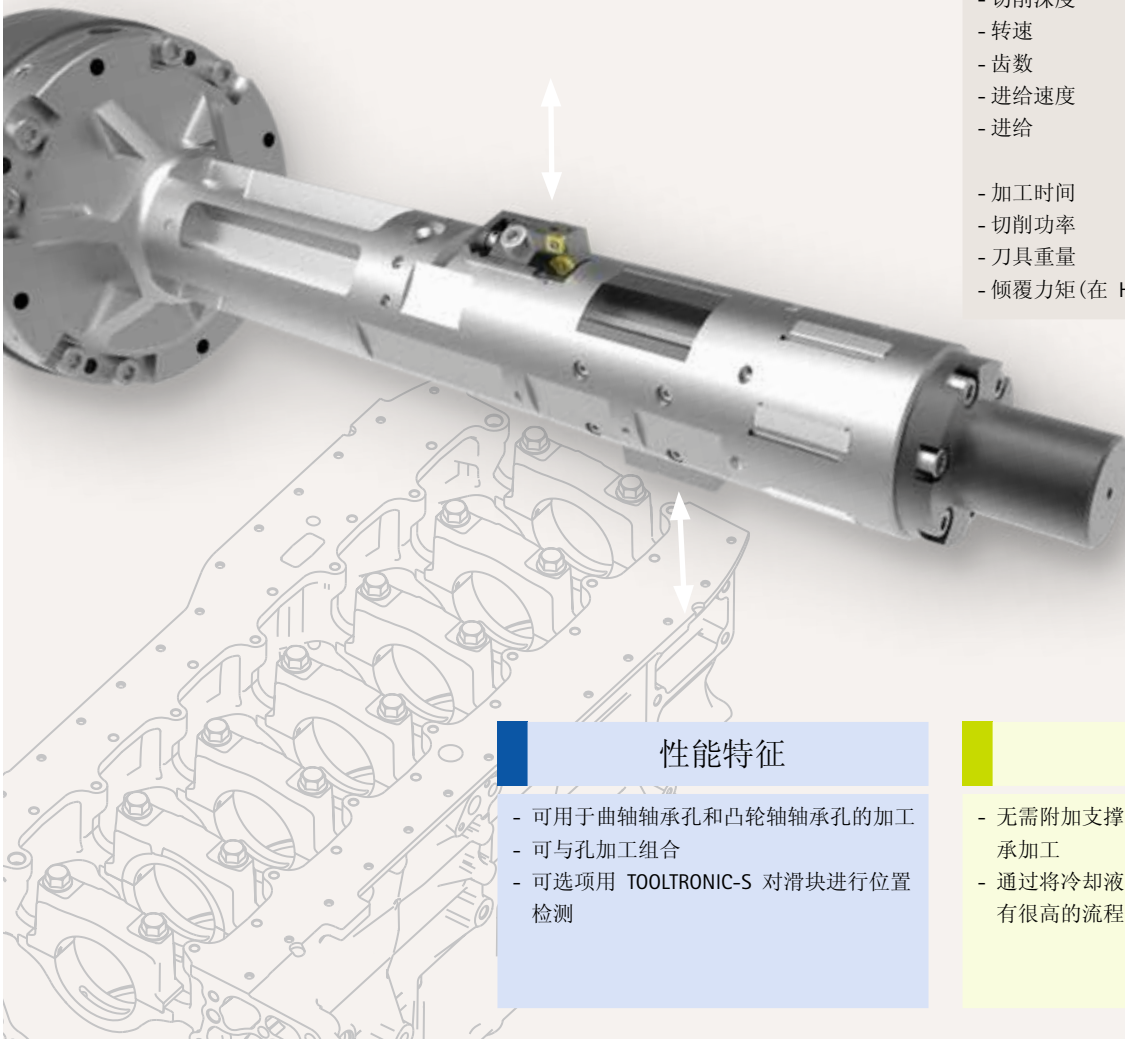
- 材料	AlSi8Cu3 / GG
- 刀片材料	HM 涂层
- 直径	60 - 81,5 mm
- 行程 (滑块)	11 mm
- 切削速度	94 - 128 m/min
- 切削深度	0,5 mm
- 转速	500 min ⁻¹
- 齿数	1 + 1 (双面)
- 进给速度	75 mm/min
- 进给	0,15 mm (可调)
- 加工时间	9 s
- 切削功率	1 KW
- 刀具重量	17,5 kg
- 倾覆力矩(在 HSK 上)	22 Nm

性能特征

- 可用于曲轴轴承孔和凸轮轴轴承孔的加工
- 可与孔加工组合
- 可选项用 TOOLTRONIC-S 对滑块进行位置检测

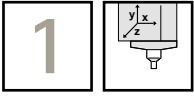
优点

- 无需附加支撑完成准确同轴线的止推轴承加工
- 通过将冷却液与控制介质回路的隔离具有很高的流程安全性



通过冷却液压力的展开式控制

应用可能性



1.3 在刹车支架上切槽的加工

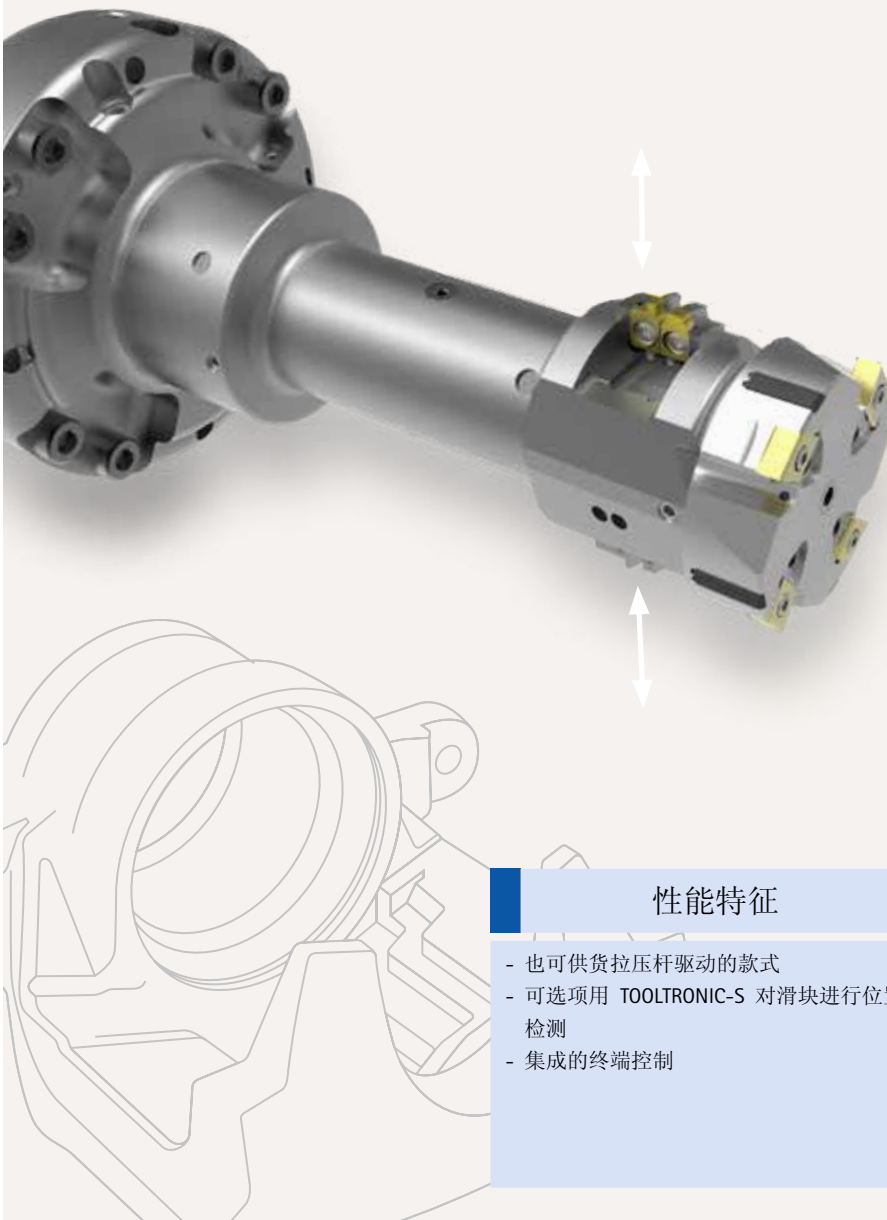
任务:

- 在加工中心 (BAZ) 上以很短的节拍时间对刹车支架中的柱塞孔进行加工。

解决方案:

实现了切槽加工和直径加工的组合。通过闭式油回路来操作压杆。通过压杆的轴向运动而使两个径向滑块通过高精度磨削的齿啮合面在径向上产生向外的展开运动，以此来加工出切槽。最大的亮

点之一就是两个切槽的预加工和终加工的组合，在这里，采用创新的技术，在马上要结束加工前，使终加工滑块超过预加工滑块，由此而加工出最终的切槽轮廓。



切削数据

- 材料	GG50 / GG60
- 刀片材料	HM 涂层 (HP455)
- 直径	59,4 - 67,6 mm
- 行程 (滑块)	4,2 mm
- 切削速度	100 m/min
- 转速	502 min ⁻¹
- 齿数	1 + 1
- 进给	0,1 mm (可调)
- 刀具重量	8 kg

性能特征

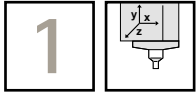
- 也可供货拉压杆驱动的款式
- 可选项用 TOOLTRONIC-S 对滑块进行位置检测
- 集成的终端控制

优点

- 无需更换刀具而具有很短的加工时间
- 由于在一次装夹中完成加工，所以切槽具有相对基孔的极高精度
- 仅用一把刀具即可完成预加工和终加工

通过冷却液压力的展开式控制

应用可能性



1.4 在气动控制单元上的锥面或倾斜切槽的终加工

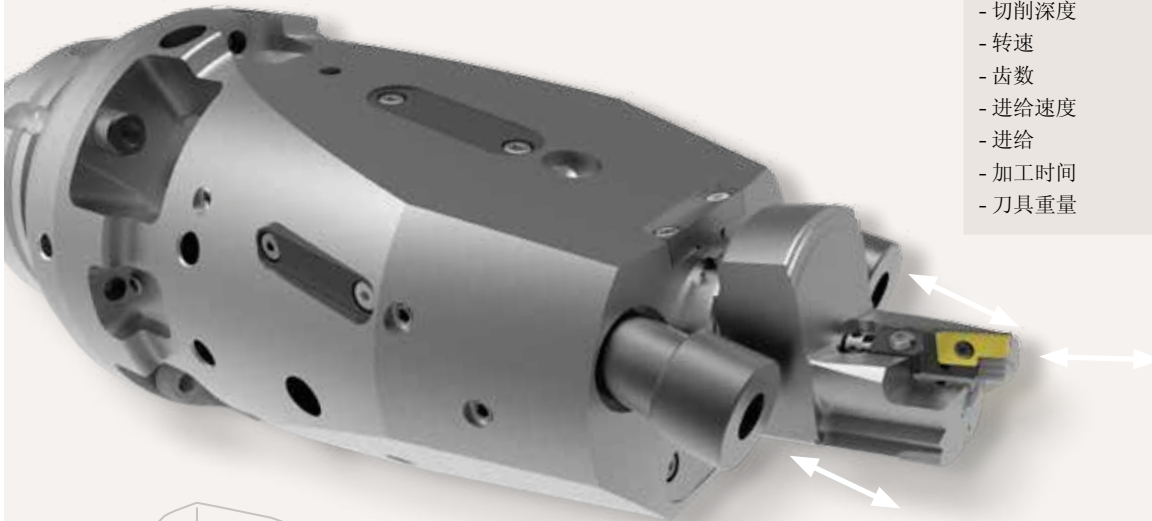
任务:

- 在一个箱体类气动零件的端面上倾斜切槽
- 在此要求自动换刀

解决方案:

在冷却液控制的滑块式刀具中，工作滑块和配重平衡滑块通过加工中心的中央内部冷却液输入的压力（从 20 bar 起）来控制。工作滑块通过一定的角度从刀体中伸出，从而加工出工件的轮廓。在一个闭式油回路中，借助于一个专门的

调整螺栓（节流阀）来调整滑块的进给速度。在达到最终位置后，冷却液压力被关闭。安装在刀具内部的气体压缩弹簧负责把滑块快速地复位到出发的位置。



切削数据

- 材料	AISi1
- 刀片材料	HM 涂层
- 直径	38 mm
- 行程（滑块）	11 mm
- 切削速度	330 m/min
- 切削深度	5,5 mm
- 转速	2.800 min ⁻¹
- 齿数	1
- 进给速度	56 mm/min
- 进给	0,02（可调）
- 加工时间	5 s
- 刀具重量	17,2 kg

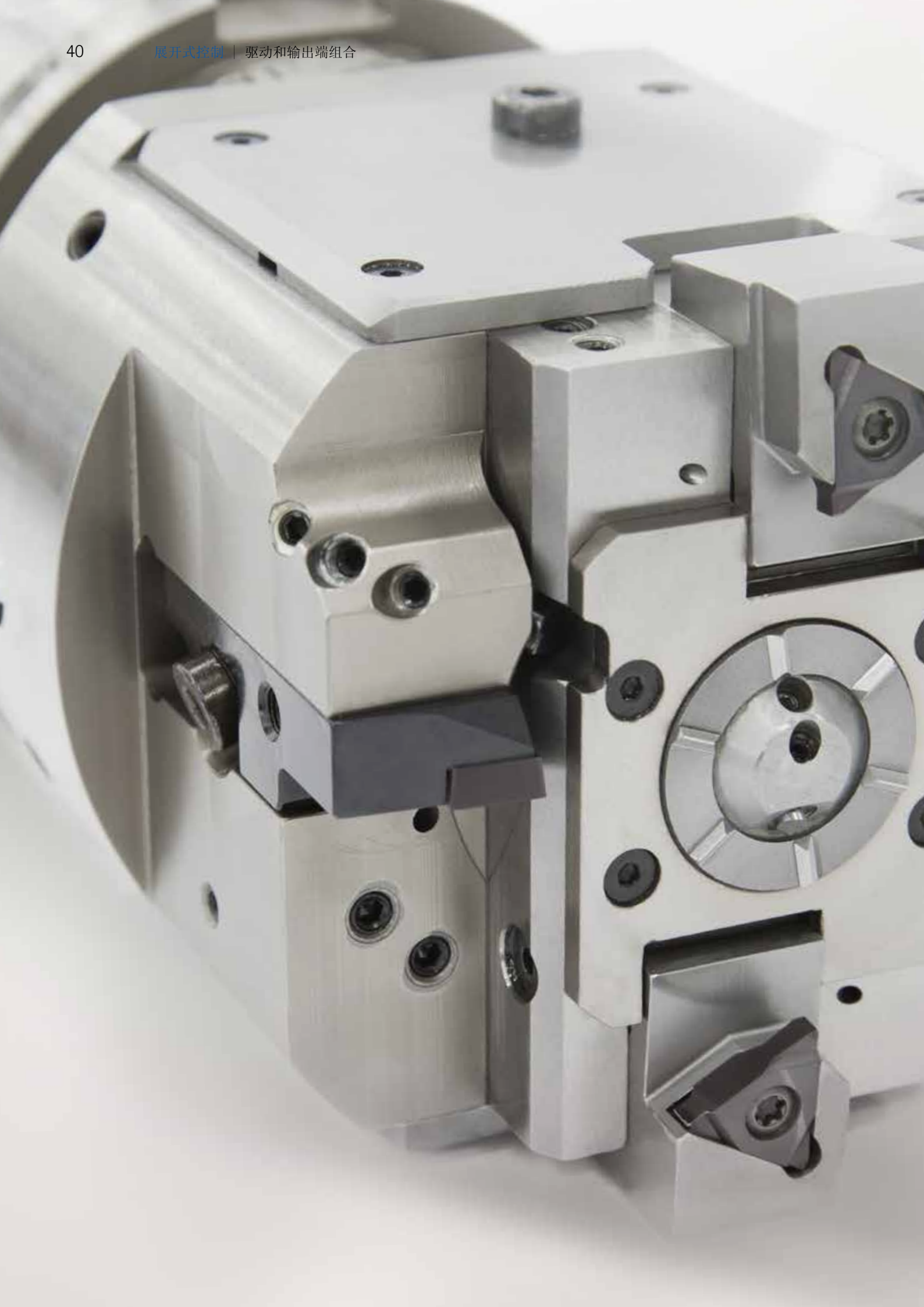


性能特征

- 可进行小直径和大直径的锥面加工
- 可集成的终端控制
- 可灵活应用在不同的加工中心上

优点

- 通过在加工中心上进行车削加工而缩短了加工时间
- 车削的表面图像（对密封很重要）





挡块驱动原理

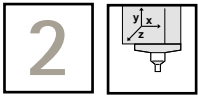
2

应用可能性

- 2.1 在刹车支架上的电子停车制动器接口 _____ 42
- 2.2 在卡车发动机箱体中的汽缸孔上的凸缘座深 _____ 43
- 2.3 在汽缸曲轴箱体中的曲轴止推轴承孔 _____ 44
- 2.4 在汽缸曲轴箱体中的汽缸孔的倒角加工 _____ 45

通过挡块驱动原理的展开式控制

应用可能性



2.1 刹车支架夹紧装置的终加工

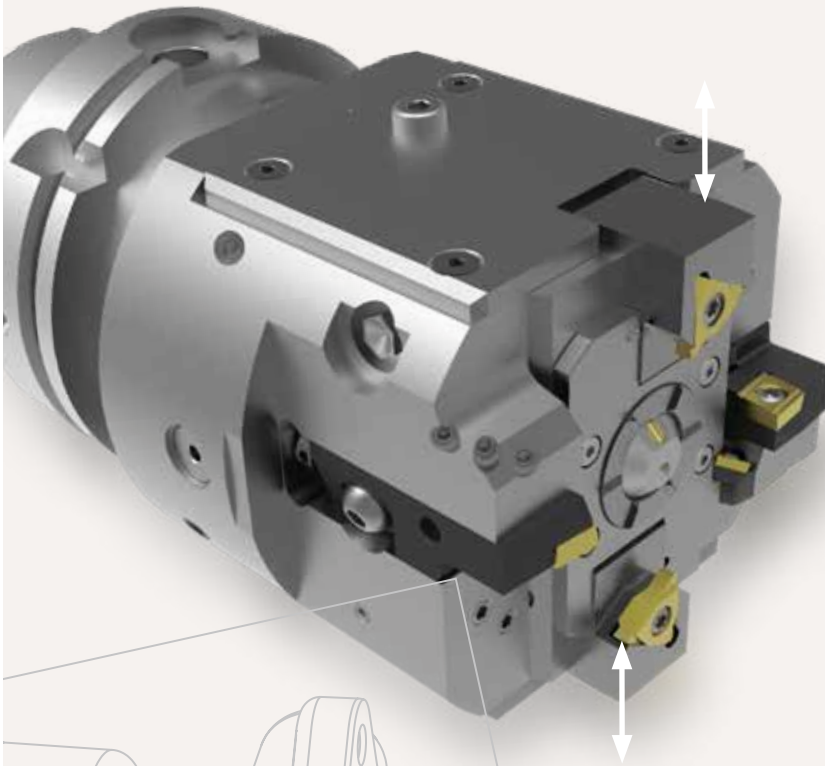
任务:

- 通过把多个加工步骤组合在一起达到缩短加工时间的目的
- 在刹车支架上的用于电子停车制动器连接轮廓的加工

解决方案:

两个可微调的短夹头车削出外径，另外两个切削刃对已经形成的外径进行倒角。同时，通过运行到工件上和通过固定内部的拉杆而激活两个可动的摇臂，它们从外部用专门的切削刃在车削出的

外径上切削出槽。由此而将三个加工工作 - 车削、倒角、切槽 - 组合在一把刀具当中。



切削数据

- 材料	GGG
- 刀片材料	HM 涂层
- 直径	50,2 mm
- 切削速度	80 m/min
- 切削深度	0,25 (3,5) mm
- 转速	510 min ⁻¹
- 齿数	2
- 进给速度	102 mm/min
- 进给	0,1 mm (可调)
- 加工时间	6 s
- 切削功率	1 KW
- 刀具重量	8 kg

性能特征

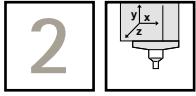
- 由于可以灵活地应用在加工中心上，所以，可以省去特殊机床
- 通过机器 z 轴的简便的切削刃磨损补偿和加工直径的修正
- 可以多主轴应用

优点

- 由于把铣削加工转换成车削加工而减少了加工时间
- 可以使用不同的机器接口

通过挡块驱动原理的展开式控制

应用可能性



2.2 在卡车发动机箱体上的凸缘座深的终加工

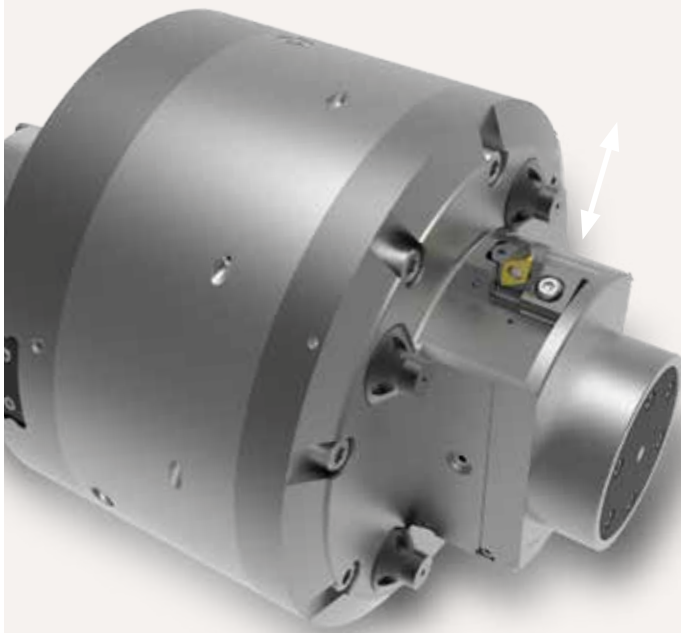
任务:

- 以极窄定义的公差带加工出凸缘座，用于在汽缸头上形成密封面
- 由于刀具的高精确度而节省了在流程中的测量过程

解决方案:

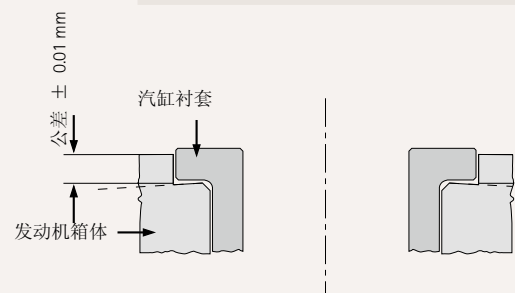
用于安装汽缸衬套的凸缘沉孔底面（凸缘座）传统上是在输送加工机床上采用拉杆驱动的展开式刀具加工的。在小批量加工中，或者在链接式生产线加工中，从成本的角度出发，经常要放弃一台特殊机床。但是，仍然要求一个用于

汽缸衬套的高精密凸缘座，在对凸缘座深和角度的加工中要求定义的，并且很窄的公差带。轴肩经常会很宽，采用切槽加工法不能达到所要求的精度。因此，MAPAL 专门为这种加工开发了一种挡块驱动展开式刀具，采用这种刀具能够在加工中心上加工出所要求的精度。



切削数据

- 材料	GG25
- 刀片材料	硬金属 TiN 涂层
- 直径	144 mm
- 切削速度	120 m/min
- 切削深度	0,25 mm
- 转速	265 min ⁻¹
- 齿数	1
- 进给	0,1 mm
- 加工时间	9 s
- 切削功率	0,5 kW
- 刀具重量	20 kg



性能特征

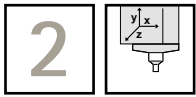
- 也可以在加工中心上进行车端面加工
- 由于相对于铣削的汽缸头表面定义的凸缘座深而无需附加的测量
- 仅用一把刀具即可完成径向和轴向的切槽加工
- 车端面加工可以与切槽加工组合在一起

优点

- 因为多个滑块可以有不同的角度，所以具有高度的灵活性
- 可以对挡块面进行自由冲洗和自由吹洗
- 通过拉压杆驱动的用于特殊机床的款式

通过挡块驱动原理的展开式控制

应用可能性



2.3 曲轴止推轴承的终加工

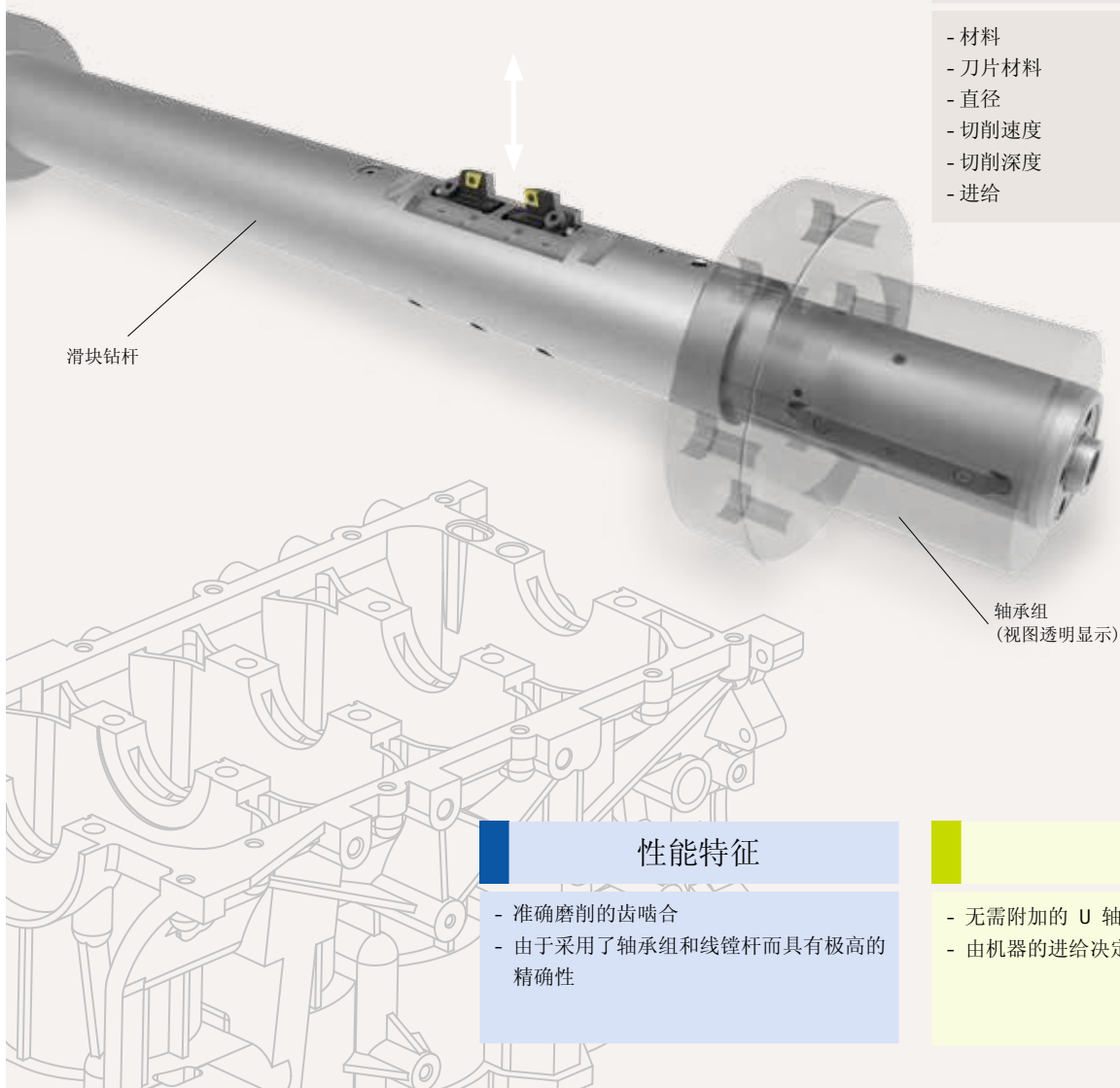
任务:

- 在不带 U 轴的加工中心上采用车端面方法对止推轴承轴瓦面进行终加工

解决方案:

在刀具驶入汽缸曲轴箱体的曲轴轴承孔的过程中, 或者刀具在机器外面的时候, 两个滑块都处在缩入的位置。在第一个加工步骤中, 刀具以其尖头驶入设置在对面的轴承组中, 直至刀具碰到轴

承组的轴肩为止, 从而使刀体在轴向上固定。机器的 z 轴继续向前运行的作用是使内置式拉杆顶入刀体, 从而通过一个准确磨削的齿啮合使滑块在径向上伸出刀体。在这个滑块上安装有短夹头, 由它们来完成车端面的加工。滑块 / 拉杆的复位由内置式弹簧装置完成。



切削数据

- 材料	铝 / GG
- 刀片材料	HM-涂层
- 直径	74 - 92 mm
- 切削速度	120 m/min
- 切削深度	0,15 mm
- 进给	0,1 mm

性能特征

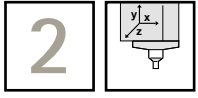
- 准确磨削的齿啮合
- 由于采用了轴承组和线镗杆而具有极高的精确性

优点

- 无需附加的 U 轴驱动器
- 由机器的进给决定滑块的进给

通过挡块驱动原理的展开式控制

应用可能性



2.4 汽缸曲轴箱体中汽缸孔的倒角加工

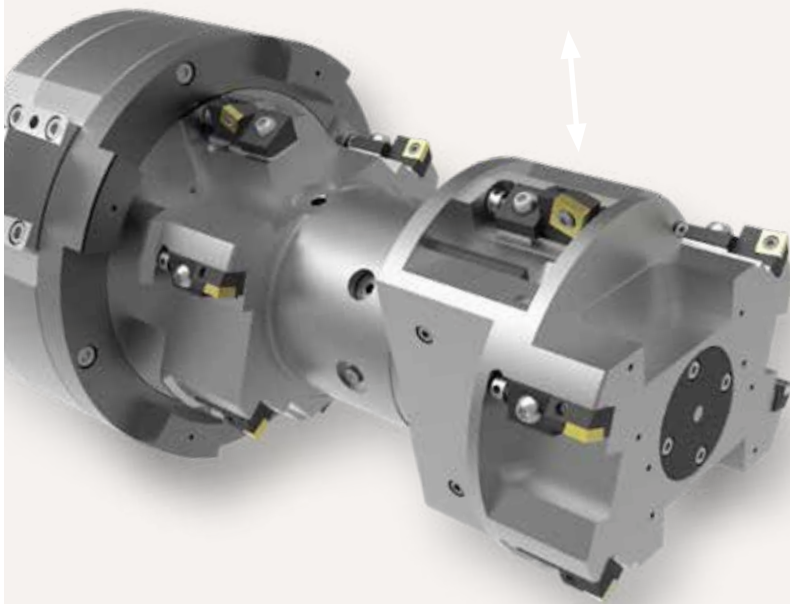
任务:

- 在一台加工中心上把包括展开式控制加工在内的多个加工步骤组合在一起而取代一台特殊机床

解决方案:

在换入刀具的过程中，挡块被固定在机器的转矩支撑上而不能回转。因为挡块是不转动的，所以，现在能够使回转的刀具运行到工件上。挡块的挡靠作用是将刀具的刀体在轴向上固定在它的位置上。机器的 z 轴继续向前运行的作用是

使内置式拉杆（HSK 夹头）顶入刀体，从而通过一个准确磨削的齿啮合使滑块在径向上伸出刀体。在这个滑块上安装有短夹头，它们采用切槽方法完成倒角的加工。滑块 / 拉杆的复位由内置式弹簧装置完成。



切削数据

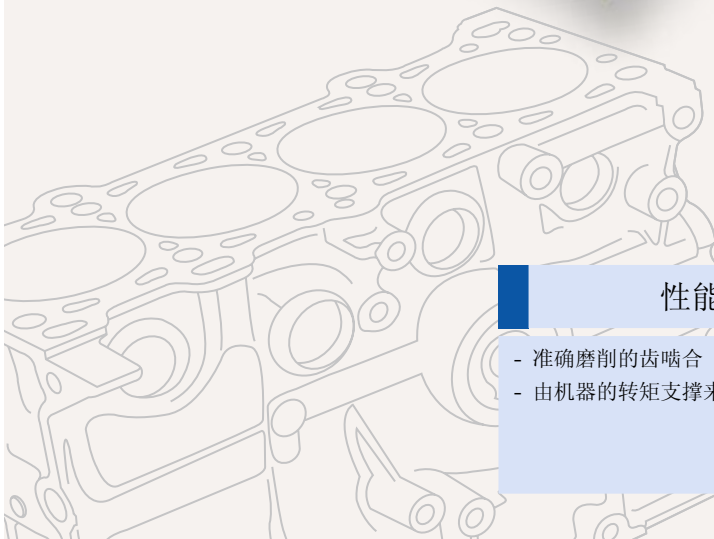
- 材料	GG
- 刀片材料	HM-涂层
- 直径	130 mm
- 切削速度	140 m/min
- 切削深度	0,25 - 0,5 mm
- 齿数	1 - 4
- 进给	0,1 - 0,2 mm
- 刀具重量	30 kg

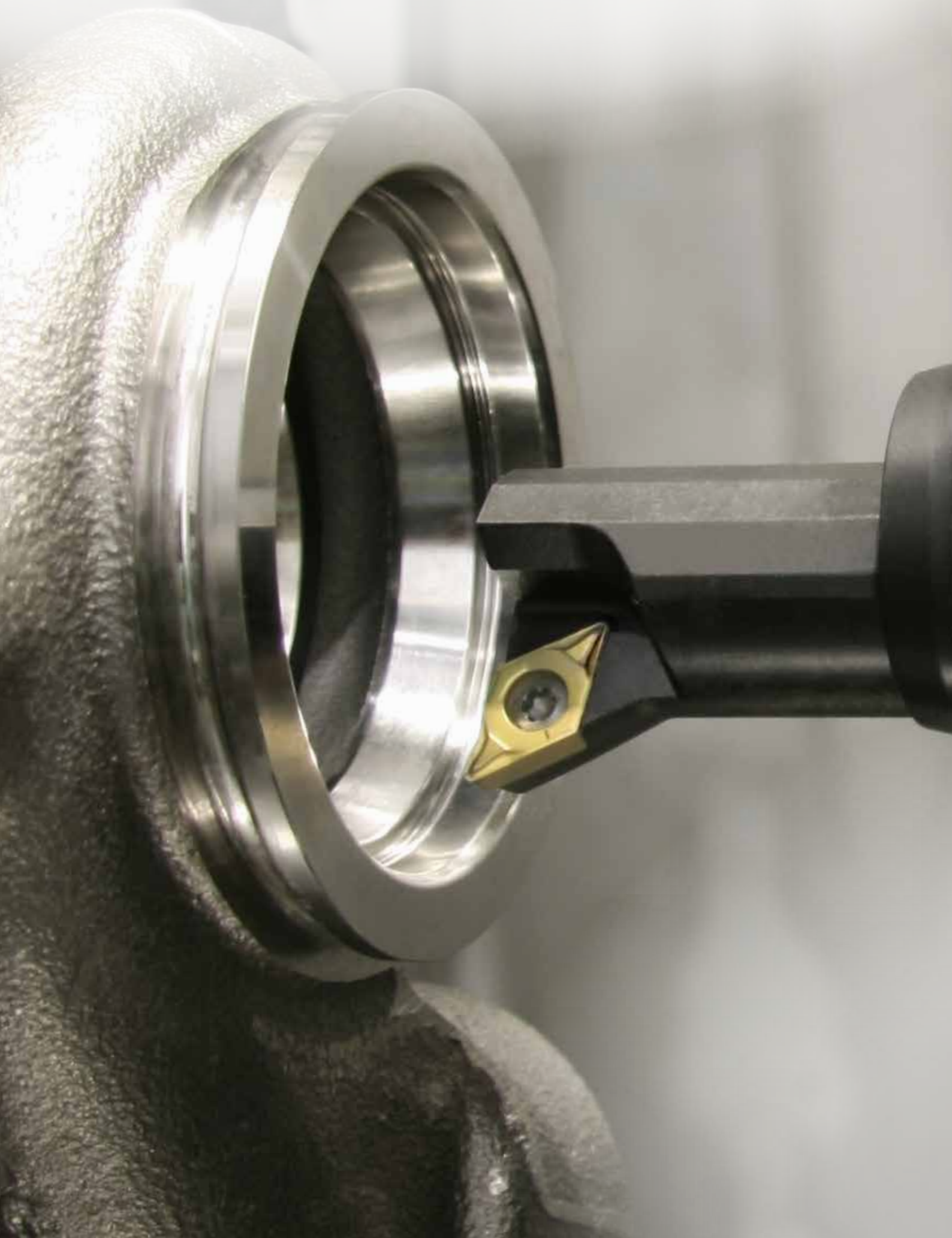
性能特征

- 准确磨削的齿啮合
- 由机器的转矩支撑来夹持挡块

优点

- 由于挡块的挡靠位置而使切槽滑块准确定位
- 由机器的进给决定滑块的进给







TOOLTRONIC® U 轴

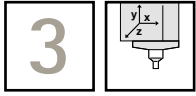
3

应用可能性

3.1 连杆上的小孔和大孔	48
3.2 汽缸头上的阀座和阀芯孔	49
3.3 在增压器上的主孔	50
3.4 拖车挂钩球头的加工	51
3.5 珩磨 采用 TOOLTRONIC®	52
3.6 开关阀的内轮廓	53
3.7 风能减速机箱体	54

通过 TOOLTRONIC® U 轴的展开式控制

应用可能性



3.1 连杆上的小孔和大孔的加工

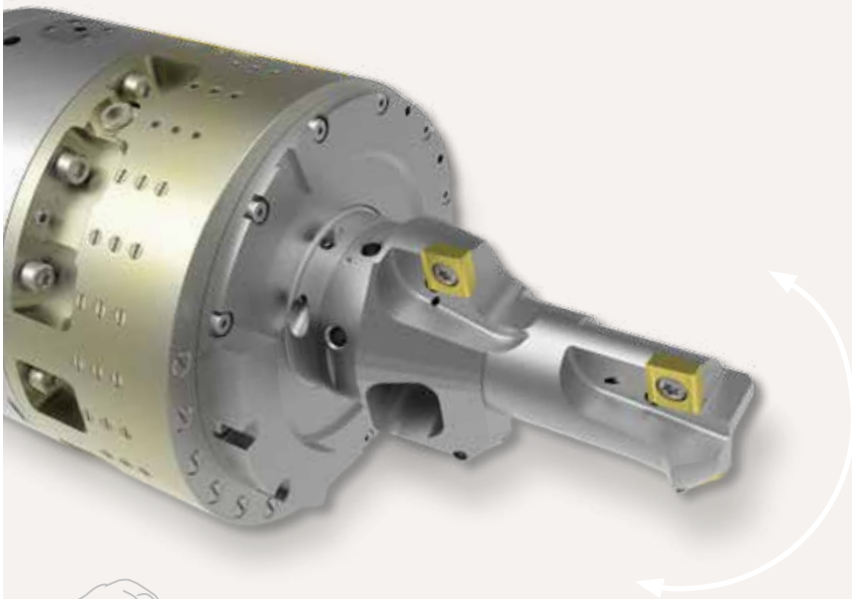
任务:

- 在加工中心上加工连杆上的大孔和小孔
- 要求在 μ 范围内的极小的进给运动用于加工具有极窄公差带的喇叭口形状

解决方案:

在发动机的燃烧室内发生爆炸时，所产生的力直接作用在活塞销上。由此而使在连杆中的销产生变形。为了保证即使在产生这种变形的情况下也能在活塞销和连杆之间实现最佳的力传递，必须使活塞销孔具有一定的形状。在重量越来越小的同时，对零件的性能要求则越来越高，因此，必须把材料特性完全发挥出来。因此，在连杆加工中，导致了把

连杆小孔加工成喇叭口的形状，从而使棱边侧压降到最低的程度。在这里，连杆被三点放置，并且准确地相对放置点进行夹紧。针对这种加工匹配的装载式刀具共有四个刀片。用于对黄铜制造的压入式连杆衬套进行预加工的是金属陶瓷涂层刀片，用于终加工的是聚晶金刚石刀片。用于对采用 70MnVS4 材料制成的连杆大孔的加工使用了两个 Cermet 涂层的刀片（预加工和终加工）。



切削数据

双侧喇叭状的连杆小孔

- 材料 青铜
- 直径 30 mm
- 转速 3.000 min⁻¹
- 进给 0,1 mm (半精加工)
0,05 mm (精加工)

连杆大孔 – 镗削带双侧倒角

- 材料 70MnVS4
- 直径 55,6 mm
- 转速 1.500 min⁻¹
- 进给 0,1 mm

性能特征

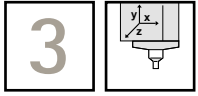
- 采用偏心展开式刀具加工小孔和大孔
- 喇叭口的形状公差为 $\pm 1,5 \mu\text{m}$ ，工作行程仅有 10 μm
- 带 4 个切削刃的组合刀具的创新刀具解决方案: 每个台阶都用一个刀片完成半精加工和用另一个刀片完成精加工
- 采用标准部件在具有流程安全性和精确性的同时还具有很大的灵活性

优点

- 通过大行程能够用 TOOLTRONIC 覆盖不同的直径范围
- 极高的重复精度
- 形状精度: 采用 EAT 展开式刀具在展开方向变换的情况下仍能实现 0,5-0,7 μm 的标准公差，因为 EAT 展开式刀具实际上没有变换间隙
- 所有的切削刃都可以单独补偿

通过 TOOLTRONIC® U 轴的展开式控制

应用可能性



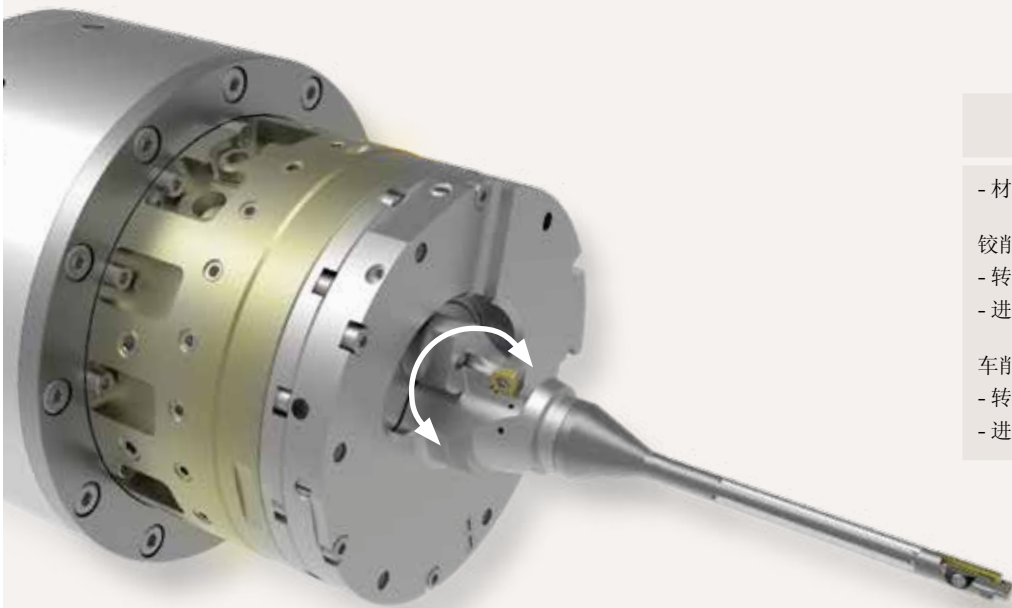
3.2 汽缸头上的阀座和阀芯孔的加工

任务:

- 阀座和阀芯孔的组合加工
- 灵活的轮廓可自由编程

解决方案:

用固定铰刀铰削阀芯孔（单刃或多刃）。
在标准加工中心上用 TOOLTRONIC 驱动器
和 EAT 车削阀座。



切削数据

- 材料	烧结金属
铰削阀芯孔:	
- 转速	2.200 min ⁻¹
- 进给/刀片	0,12 mm
车削阀座:	
- 转速	1.400 min ⁻¹
- 进给/刀片	0,06 mm

性能特征

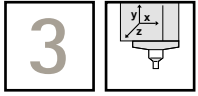
- 极高的质量要求
- 圆度 < 2 μm, 直线度 < 2 μm

优点

- 在加工中心上车削的阀座
- 自由编程的轮廓加工
- 用同一把刀具能够加工不同的弯角
- 可以加工进口阀、出口阀，以及不同的工件类型

通过 TOOLTRONIC® U 轴的展开式控制

应用可能性



3.3 增压器主孔的加工

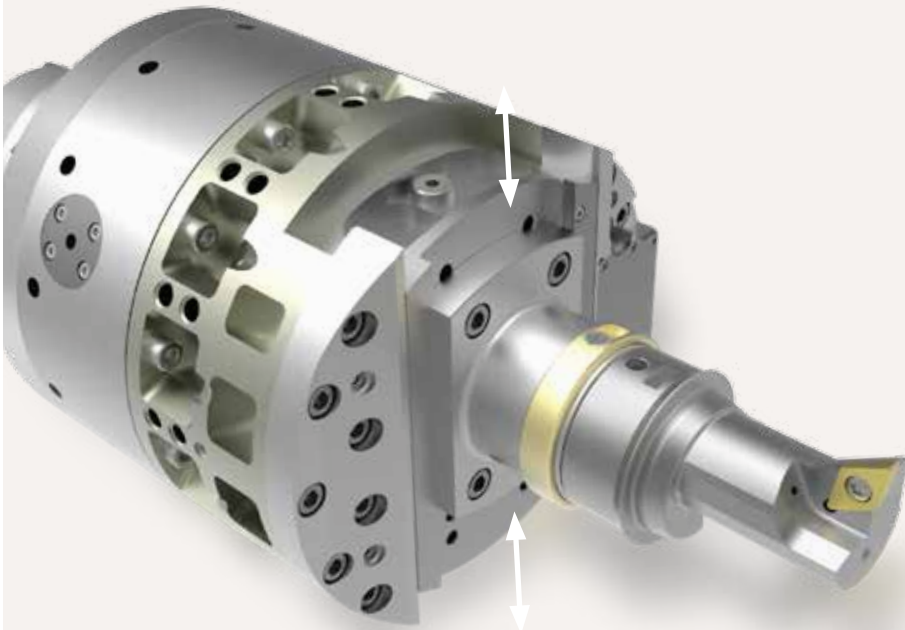
任务:

- 取代车床在加工中心上对主孔的整个轮廓进行精加工

解决方案:

无论是在涡轮箱体，还是空压机箱体的加工中，为了对整个内腔轮廓进行终加工，在迄今为止的传统加工流程中，经常需要附加地使用一台车床。这种耗时和高成本的加工流程被用于加工中心的

机电一体化刀具系统 TOOLTRONIC 所取代。为了对增压器箱体的内轮廓进行加工，将驱动单元与一个线性展开式刀具组合在一起。接着，采用配有车刀的装载式刀具来完成轮廓的精密加工。



切削数据

- 材料	耐热 铸钢 (1.4849) GX40NiCrSiNb38-19
- 切削速度	90 m/min
- 进给/刀片	0,15 mm
- 切削深度	0,1 - 0,5 mm

性能特征

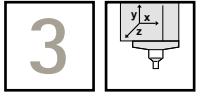
- 可以加工任意轮廓和进行清根槽加工

优点

- TOOLTRONIC 取代车床
- 仅用一把刀具即可完成整个轮廓的精密加工

通过 TOOLTRONIC® U 轴的展开式控制

应用可能性



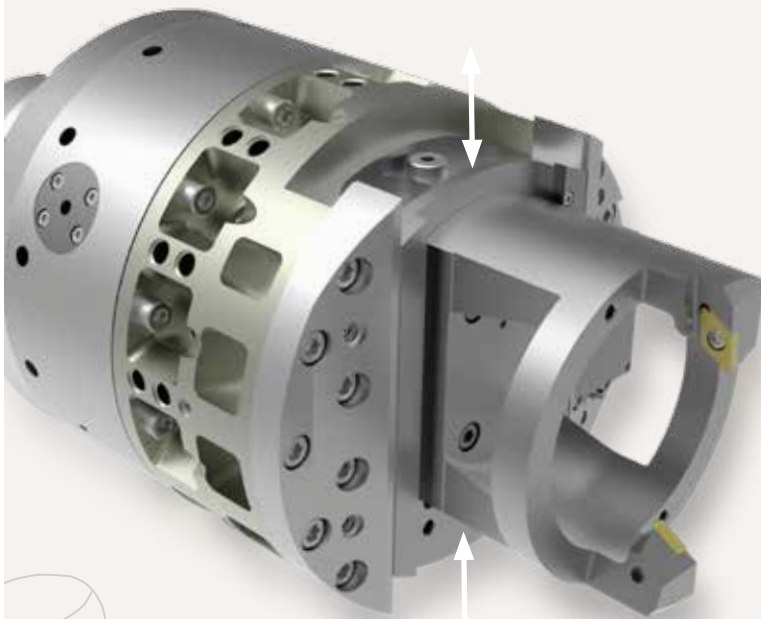
3.4 拖车挂钩v球头的加工

任务:

- 取代车床在加工中心上进行球头加工

解决方案:

在不动的、固定夹紧的零件上加工出球头。在加工中心上由 TOOLTRONIC 驱动 LAT 刀具通过可自由编程的轮廓车削进行加工。



切削数据

- 材料	42CrMo4
- 直径	50 h13
- 转速	1.100 min ⁻¹
- 进给	0,2 mm
- 进给速度	229 mm/min
- 切削速度	180 m/min
- 切削深度	
粗加工:	2 mm
精加工:	1 mm

性能特征

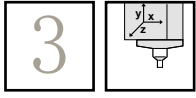
- 用一个粗加工和一个精加工步骤切掉 6 mm 的锻造余量
- 使用两个安装在内的不同的 ISO 可转位刀片进行前进加工和后退加工
- 刀具的稳固、轻型环形结构

优点

- 在加工中心上一次装夹完成整体加工
- 无需换工装，无需单独的车床
- 不要求车球头所需的复杂的夹具
- 仅用一把刀具即可完成球头和背面球颈的完整加工

通过 TOOLTRONIC® U 轴的展开式控制

应用可能性



3.5 珩磨 采用 TOOLTRONIC®

任务:

- 小系列和中系列的珩磨加工
- 在一台机床上完成整体加工

解决方案:

在一台单独的珩磨机上的最后的终加工中对很多的孔进行精密加工。目的是，进一步提高表面质量、尺寸精度和形状精度。珩磨加工流程的主要应用领域是整个金属加工业。

切削数据

- 材料	GG40
- 转速	750 min ⁻¹
- 进给速度	2.000 mm/min
- 加工余量	0,03 mm
- 切削深度/横向进给	1 μm 每个双行程

性能特征

- 在加工中具有极窄的加工公差带以及很大的灵活性
- 通过 TOOLTRONIC 的非常精细的和高精度的展开式控制运动流程安全地补偿珩磨条的磨损
- 极高的表面质量和尺寸精度

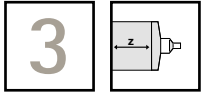
优点

- 在标准加工中心上的控制式珩磨流程
- 节约时间和成本
- 在小系列和中系列加工中具有极大的节约和质量潜力
- 与在预加工步骤中同样的装夹
- 省去了费时的换工装过程



通过 TOOLTRONIC® U 轴的展开式控制

应用可能性



3.6 在节拍回转机床上加工开关阀

任务:

- 用最高转速加工铝箱体中的轮廓和 IT 7 配合

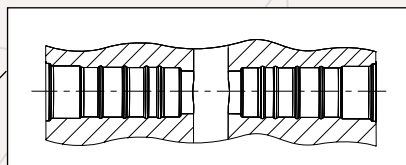
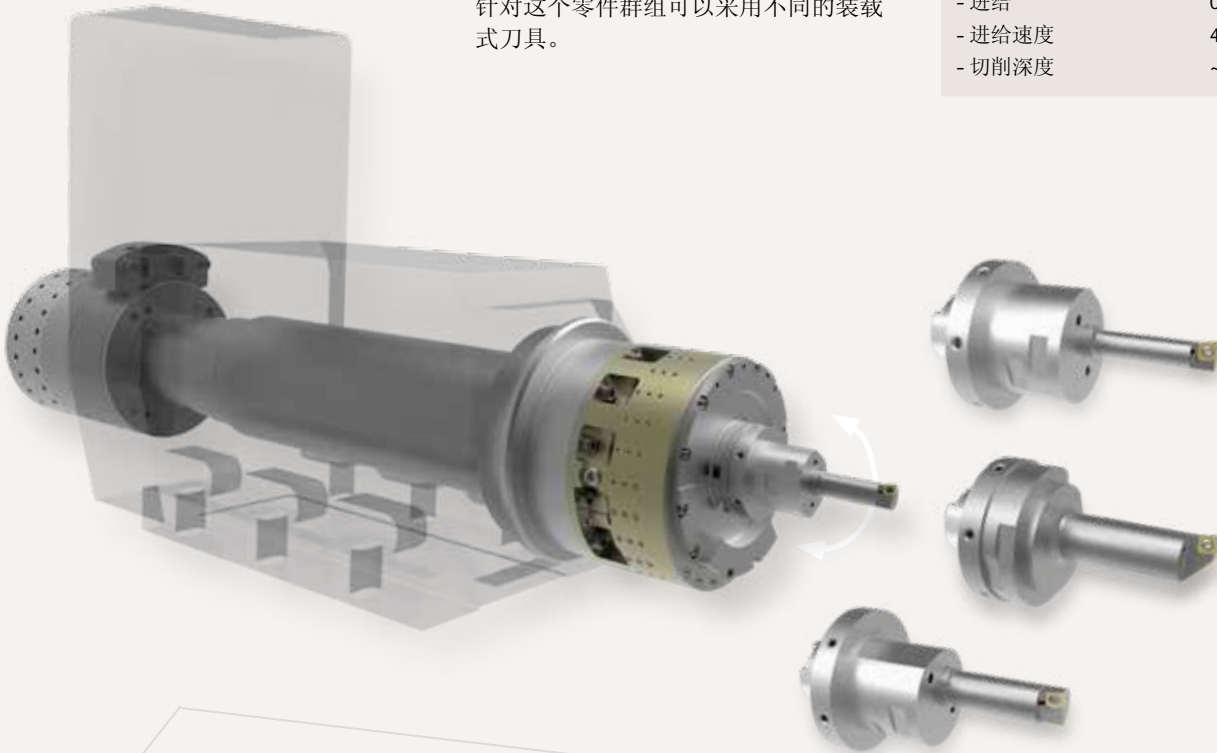
解决方案:

在节拍回转机床上集成了多个 TOOLTRONIC 单元作为主轴安装组件。无论是车削不同的直径、过渡和切槽，还是进行可自由编程的轮廓车削加工，都可以用集成在主轴中的 TOOLTRONIC 驱动 EAT 刀具在全轮廓编程加工中完成。针对这个零件群组可以采用不同的装载式刀具。

切削数据

开关阀孔

- 材料	铝
- 直径	10 mm
- 转速	6.000 min ⁻¹
- 切削速度	180 m/min
- 进给	0,08 mm
- 进给速度	480 mm/min
- 切削深度	~ 1 mm



性能特征

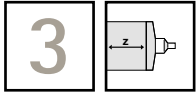
- 直径精度等级 IT 6
- 圆度 < 5 μm
- 用“车刀”加工很多的零件种类
- 中性平衡 - 高转速

优点

- 在不动的、固定夹紧的工件上进行车削加工
- 可以实现无毛刺、圆滑的过渡
- 减少特殊刀具的数量
- 微量保养工作的 EAT 系统

通过 TOOLTRONIC® U 轴的展开式控制

应用可能性



3.7 风能减速机箱体

任务:

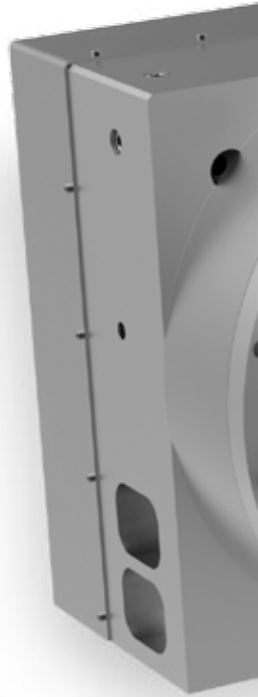
- 对位于箱体深处的轴承座和轮廓进行预加工和终加工

解决方案:

与铣削加工相比,采用 TOOLTRONIC 进行的车加工提供有更稳定的先决条件。这主要是由于大的凸出量的缘故。车端面单元系列可根据具体的加工任务进行组配。这就意味着,一定的尺寸和元件可以根据空间条件和机器条件进行匹配。这主要涉及到凸出长度和在机器上的耦合。

在这个系列中,由带集成电机驱动的 TOOLTRONIC 单元来驱动车端面滑块。机器负责向 TOOLTRONIC 供给能源和相应的数据。这种机电一体化的结构与常规式驱动的车削刀头相比仅需很少的机械零件。因此,MAPAL 车端面单元非常坚固和非常抗干扰。

对于安装在车端面刀头上的切削套件来说,有一系列的标准夹头和可根据具体的加工任务进行组配的特殊夹头供使用。



车端面单元举例

			
尺寸	车端面单元 \varnothing 230 mm	车端面单元 \varnothing 320 mm	车端面单元 \varnothing 500 mm
转速	约 500 x 500 mm, 根据零件长度 约 500 min ⁻¹	约 500 x 500 mm, 根据零件长度 约 350 min ⁻¹	约 500 x 500 mm, 根据零件长度 约 200 min ⁻¹
加工范围	行程 75 mm (例如:230 - 380 mm 加工直径)	行程 75 mm (例如:320 - 470 mm 加工直径)	行程 100 mm (例如:500 - 700 mm 加工直径)
加工	粗加工或精加工	粗加工或精加工	粗加工或精加工





机器的 U 轴

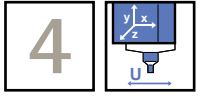
4

应用可能性

4.1 汽缸头中的汽缸孔	58
4.2 汽缸头中的汽缸孔的非珩磨区	59

机器 U 轴驱动的展开式控制

应用可能性



4.1 线性展开式控制 | 汽缸孔的终加工

任务:

- 带切削刃抬起和磨损补偿的汽缸孔终加工

解决方案:

取代特殊机床在加工中心上灵活地使用刀具。由于磨损补偿的原因获得长使用寿命而能够降低刀片材料成本。通过切削刃抬起而能够使刀具无退刀痕迹地从孔中退出。取决于直径，刀具最多可带七个刀片。



切削数据

- 材料	铝
- 刀片材料	PcBN, PKD
- 直径	88 mm
- 切削速度	800 m/min
- 转速	2.760 min ⁻¹
- 进给/刀片	0,1 mm
- 刀具重量	9,7 kg

性能特征

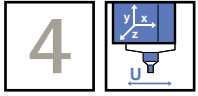
- 行程 0,3 mm
- 切削液乳液 (其它选择 MQL)
- 转速可达 4.000 min⁻¹
- 可以实现灵活的切削刃分配

优点

- 由于磨损补偿的原因获得长使用寿命
- 由于切削刃抬起的原因实现无痕迹退刀
- 可通过 HSK 接口快速更换
- 刀具可在调整装置上预调整
- 降低节拍时间

机器 U 轴驱动的展开式控制

应用可能性



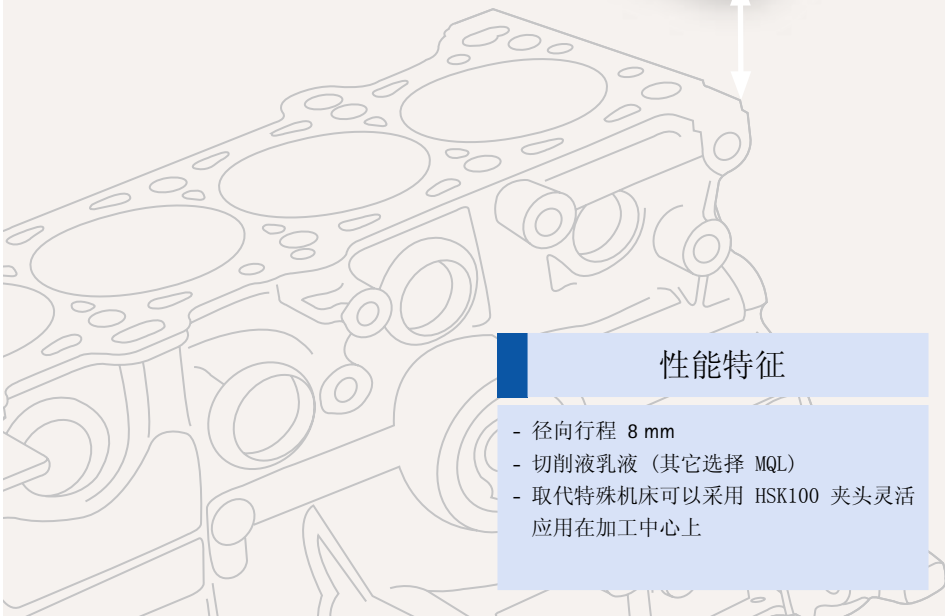
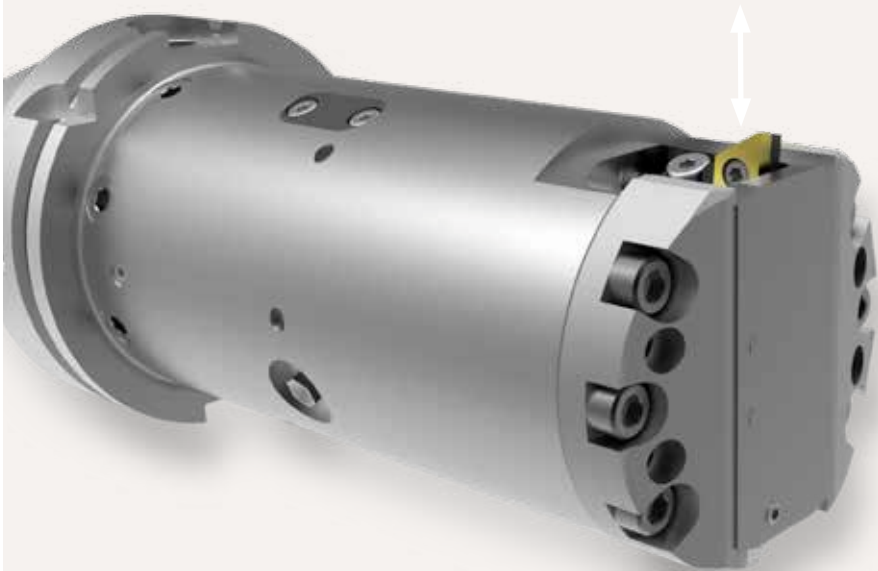
4.2 回转式控制 | 采用热喷涂层的非珩磨区

任务:

- 在非珩磨区域去掉过量喷涂
- 铣削会造成热喷涂层的剥落 (LDS)

解决方案:

在铣削中可能会使 LDS 涂层剥落。采用车削加工可以防止这种现象发生。由机器的 U 轴进行展开式控制进行轮廓加工。车端面滑块配两个刀片用于非珩磨区和入口倒角的加工。



切削数据

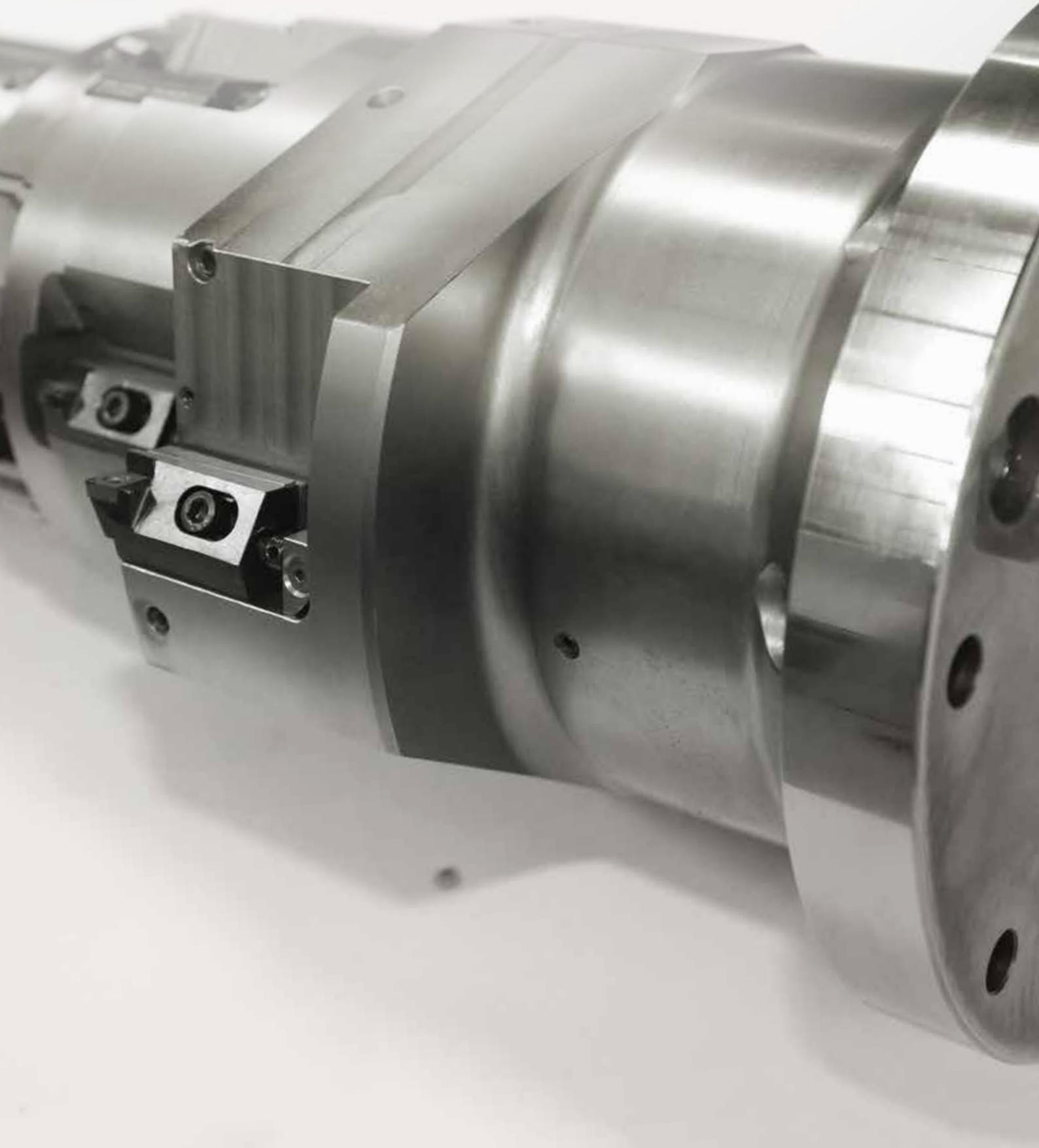
- 材料	LDS 等离子涂层 / 铝
- 刀片材料	PKD
- 直径	82 - 92 mm
- 切削速度	260 m/min
- 转速	1.000 min ⁻¹
- 进给/刀片	0,1 mm
- 刀具重量	8 kg

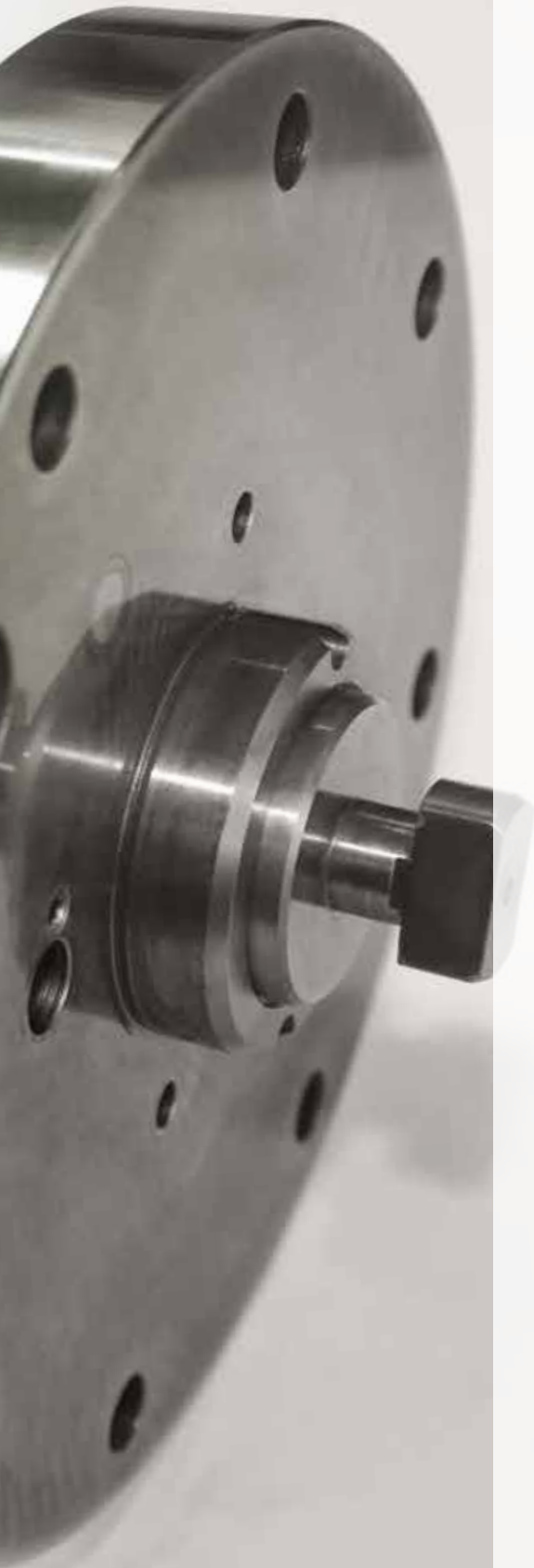
性能特征

- 径向行程 8 mm
- 切削液乳液 (其它选择 MQL)
- 取代特殊机床可以采用 HSK100 夹头灵活应用在加工中心上

优点

- 用车削代替铣削避免了 LDS 涂层的剥落
- 灵活的编程





拉压杆

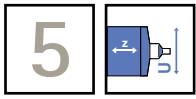
5

应用可能性

5.1 差速器箱体中的锥面	62
5.2 汽缸头中的阀座和阀芯孔	63
5.3 汽缸头中汽缸孔中的水套控制部分	64
5.4 连杆小孔	65
5.5 采用 LAT 刀具的小零件加工	66
5.6 采用 EAT 刀具的管端加工	67
5.7 采用 LAT 刀具的管端加工	68
5.8 采用 LAT 刀具的终加工	69

拉压杆驱动展开式控制

应用可能性



5.1 差速器箱体中的锥面的加工

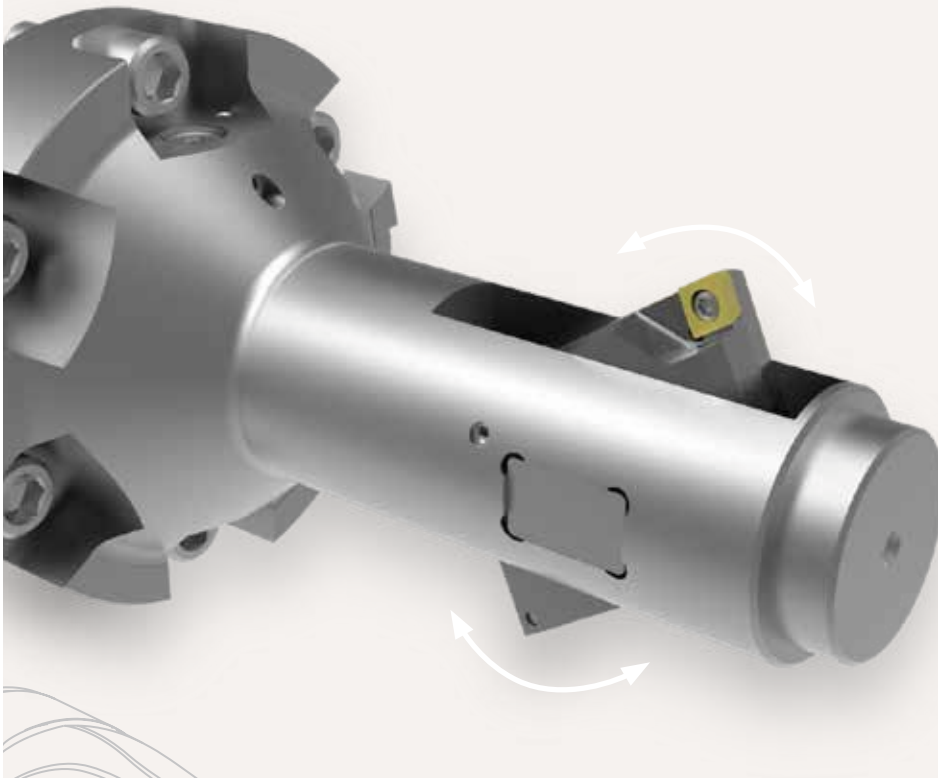
任务:

- 通过划分为预加工和终加工，在特殊机床上完成差速器箱体的加工

解决方案:

在差速器箱体的加工中，最困难的是球形部分的加工，原因就是其形状公差和位置公差。在这里，借助于一个内置杠杆机构通过中心销对摆动滑块进行展开

式控制。通过刀具自身的旋转运动和摆动滑块的叠加旋转运动完成球体部分的车削加工。



切削数据

- 材料	GGG40
- 切削速度	130 m/min
- 转速	410 - 1,300 min ⁻¹
- 预加工:	
齿数	2
进给	0.5 mm
- 加工:	
齿数	1
进给	0.2 mm

性能特征

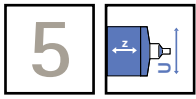
- 采用车削方法加工锥形部分

优点

- 由于摆动运动而在零件上没有轮廓变形
- 无需 NC 加工

拉压杆驱动展开式控制

应用可能性



5.2 六缸汽缸头中的阀座和阀芯孔的加工

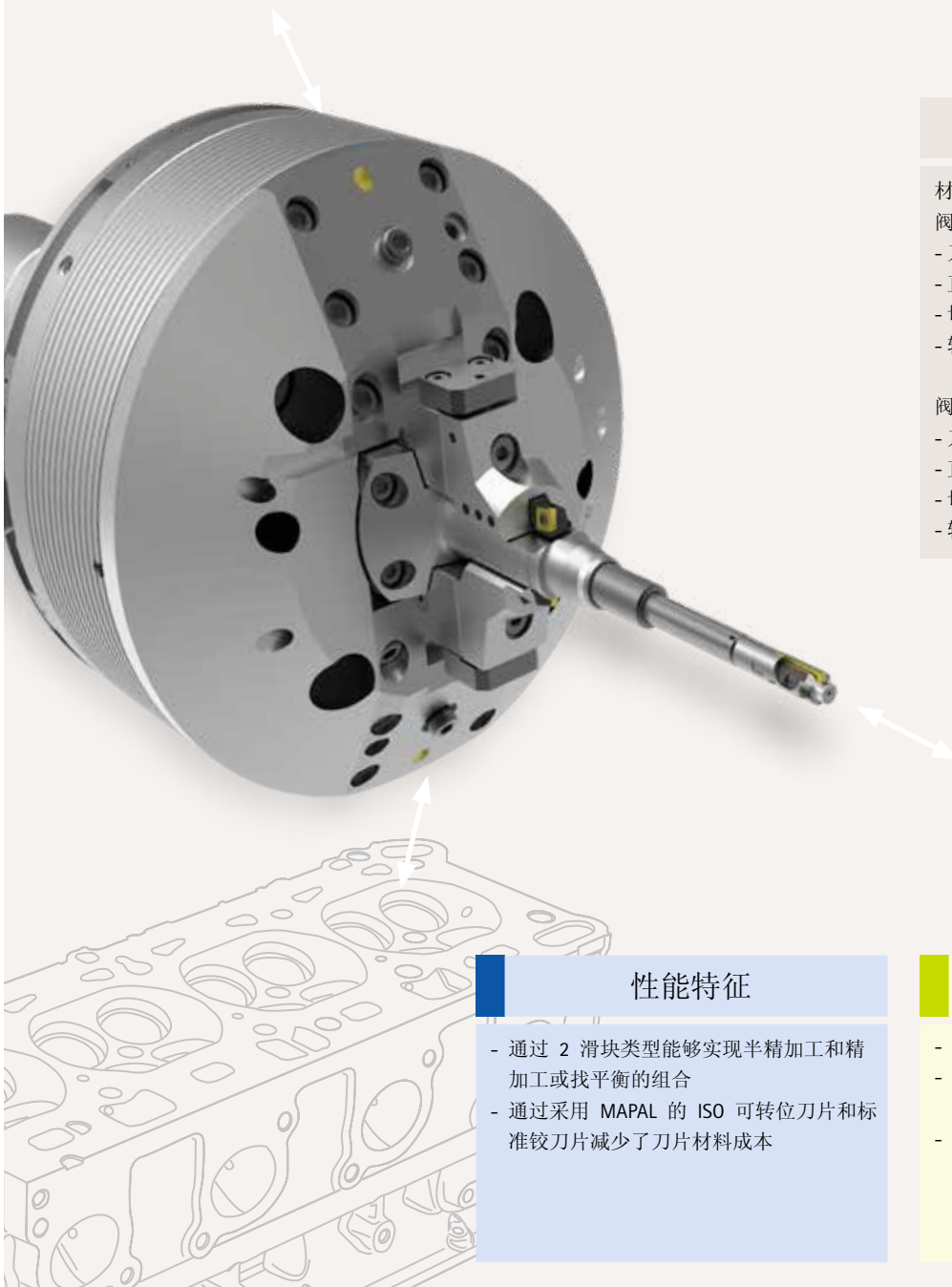
任务:

- 由于对阀座和阀芯孔有极窄的同轴度公差带的要求, 所以, 要求在一个工位上装夹进行加工

解决方案:

在同一次装夹中, 可以对阀座和阀芯孔各自独立地进行加工。两个斜滑块由一个中心拉杆驱动展开。优点: 可以用不同的转速和进给完成两种加工。单独的、

可简便更换的装载式刀具在工件变化或多零件类型时保证了最大的灵活性。在这里, 能够对带 MAPAL 夹紧系统的集成的铰刀轴向滑杆独立地进行控制。



切削数据

材料	GG25
阀座	
- 刀片材料	PcBN
- 直径	34 - 48 mm
- 切削速度	299-352 m/min
- 转速	2,800 min ⁻¹
阀芯孔	
- 刀片材料	硬金属
- 直径	9 mm
- 切削速度	98 m/min
- 转速	3,466 min ⁻¹

性能特征

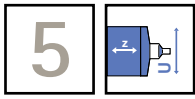
- 通过 2 滑块类型能够实现半精加工和精加工或找平衡的组合
- 通过采用 MAPAL 的 ISO 可转位刀片和标准铰刀片减少了刀片材料成本

优点

- 由刀具保证了用于阀座公差的角度精度
- 应用在特殊机床和输送加工机床上, 部分地采用多主轴类型
- 通过匹配的刀具解决方案保证了最高的流程安全性和流程准确性

拉压杆驱动展开式控制

应用可能性



5.3 水套控制部分所有的切槽加工

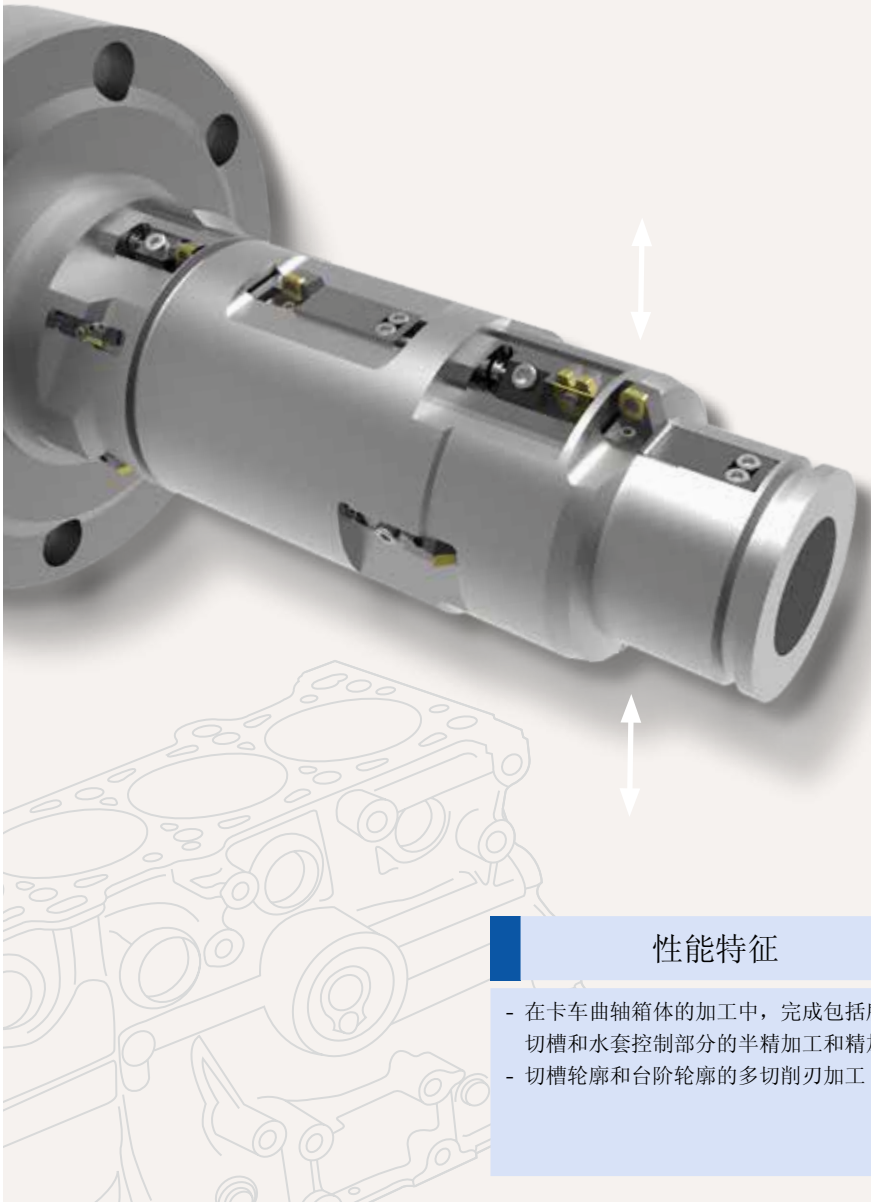
任务:

- 在大型、重型汽缸曲轴箱体的加工中，经常采用的是多主轴应用的拉杆驱动的滑块式刀具
- 由于在较小的批量生产的同时，还对形状和位置公差有很高的要求，所以，要求把多个加工步骤综合在一起，在一台带拉杆的特殊机床上完成

解决方案:

刀具负责完成用于把加工完毕的衬套压入汽缸曲轴箱体的准备工作。在这里，首先对所有的台阶进行预车削，并通过一个专门的摇臂夹头补偿式完成最终加工。在这里，借助于内置的拉压杆把夹头运行到位，以便准确地完成精加工。所需的切槽也通过滑块与拉杆组合用两

个切削刃切完。如此而保证了所有的台阶和切槽都绝对同轴，从而获得了最佳的结果。



切削数据

- 材料	GG26Cr
- 刀片材料	HM 涂层
- 直径	120 mm
- 行程	10 mm
- 切削速度	130 m/min
- 齿数	2
- 进给	0.15 mm
- 刀具重量	38 kg

性能特征

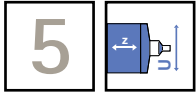
- 在卡车曲轴箱体的加工中，完成包括所有切槽和水套控制部分的半精加工和精加工
- 切槽轮廓和台阶轮廓的多切削刃加工

优点

- 在一个工位上综合了九个加工步骤
- 可实现自动磨损补偿

拉压杆驱动展开式控制

应用可能性



5.4 连杆小孔的终加工

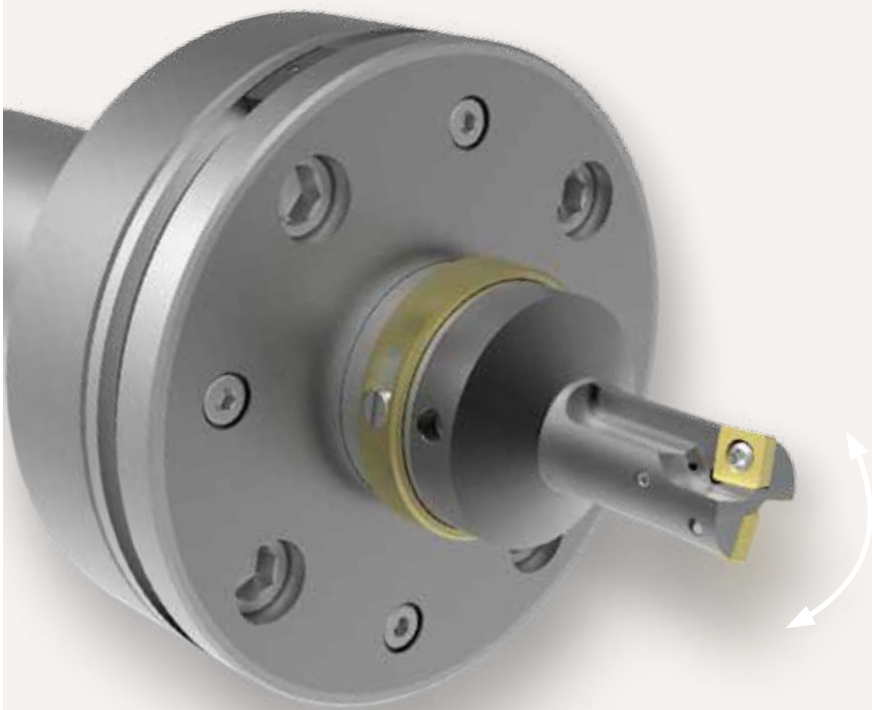
任务:

- 在 μ 范围的极窄公差带的情况下，完成部分地带有形状孔和过渡的半精加工和精加工

解决方案:

在这里，对于带极精密的轮廓和过渡的孔的加工采用了称为俯仰头的刀具。控制通过拉压杆完成，并且具有很大的减速比，以便使切削刃达到 μ 级精度的准

确定位。在模块式刀具接口款式中，例如 HSK，允许在外部对装载式刀具进行调整。



切削数据

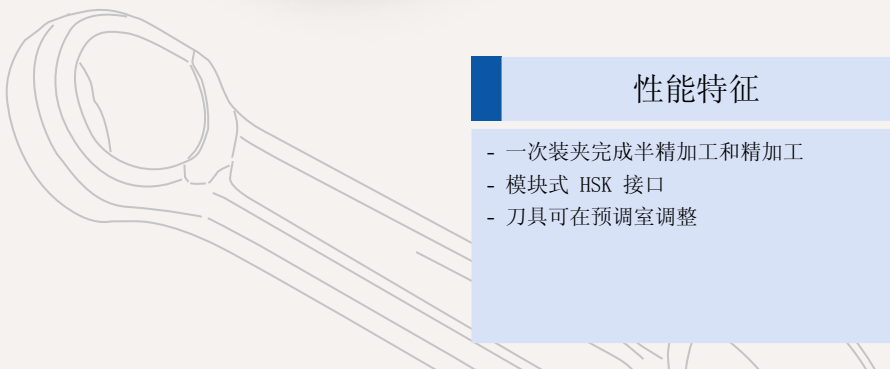
- 材料	C70 / 套筒
- 刀片材料	HM 涂层 / PKD
- 直径	20 mm
- 行程	± 0.3 mm
- 切削速度	200 - 600 m/min
- 齿数	1 + 1
- 进给	0.12 mm

性能特征

- 一次装夹完成半精加工和精加工
- 模块式 HSK 接口
- 刀具可在预调室调整

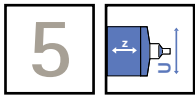
优点

- 可以进行自动磨损补偿
- 因为俯仰头可以集成在主轴深处而具有很短的结构
- 在使用带 NC 轴拉杆时可以对轮廓进行加工



拉压杆驱动展开式控制

应用可能性



5.5 用车端面刀头加工小零件

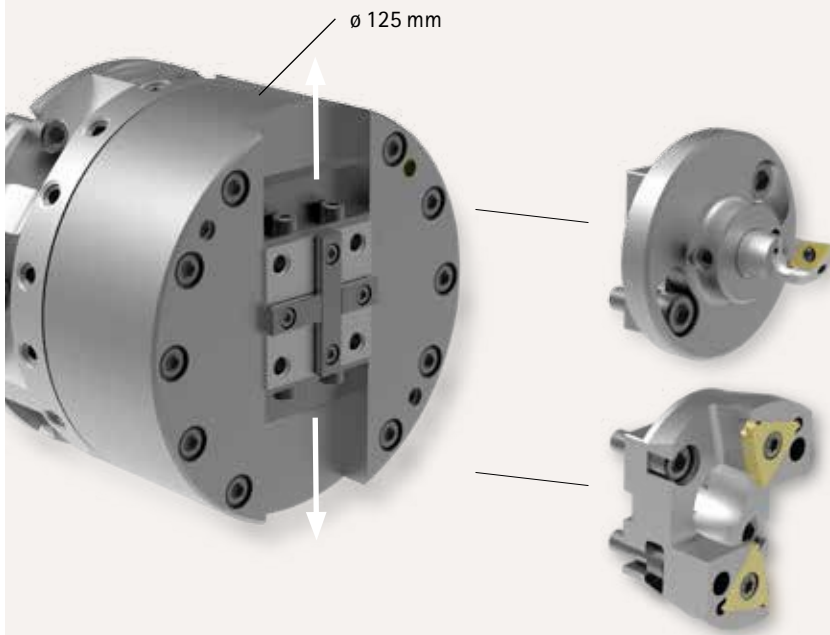
任务:

- 在最高转速的条件下，加工不同款式和材料的小零件
- 在带多个工位的特殊机床上进行按节拍时间的加工

解决方案:

车端面刀头配置有个性化针对这种加工情况研发的装载式刀具，由一个中心拉杆的拉或压动作进行控制。借助于一个斜齿啮合将拉杆的轴向运动转换成工作滑块的线性径向行程。滑块的最大径向行程为 12.6 mm (= Delta 直径 25.2 mm)，几乎是无间隙工作。通过 MAPAL

研发的找平衡系统，使滑块和装载刀具组成的单元在每个滑块位置都能实现动态平衡。由此而保证了在最高转速为 $6,000 \text{ min}^{-1}$ 的情况下的无振动加工。这将对刀具的使用寿命和所加工的表面直接产生正面的影响。另外，这种加工也减轻了主轴轴承的负担。



切削数据

用于 ABS 制动系统的小零件

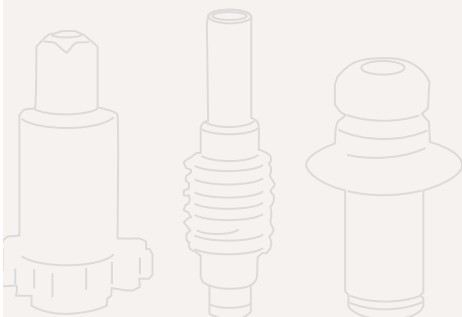
- 材料	ETG 100
- 刀片材料	HM 涂层
- 直径	4 - 8 mm
- 切削速度	73 - 145 m/min
- 转速	$6,000 \text{ min}^{-1}$
- 节拍时间	2,5 s
- 最大径向行程	12,6 mm

性能特征

- 高转速，至 $6,000 \text{ min}^{-1}$
- 在特殊机床和输送加工机床上，部分地采用多主轴类型
- 整个零件极短的加工时间
- 在滑块层面上找平衡
- 可以用过渡法兰按照客户要求适配主轴连接尺寸
- 用于外部和内部加工的刀具

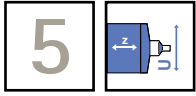
优点

- 在高转速的同时精密平衡，因此可以采用涂层的硬质合金刀具或 PcBN 刀具
- 紧凑的结构
- 由于密封的系统仅消耗很少的润滑材料
- 很短的换工装时间和节拍时间



拉压杆驱动展开式控制

应用可能性



5.6 用 EAT 车端面刀头加工端面 and 管端

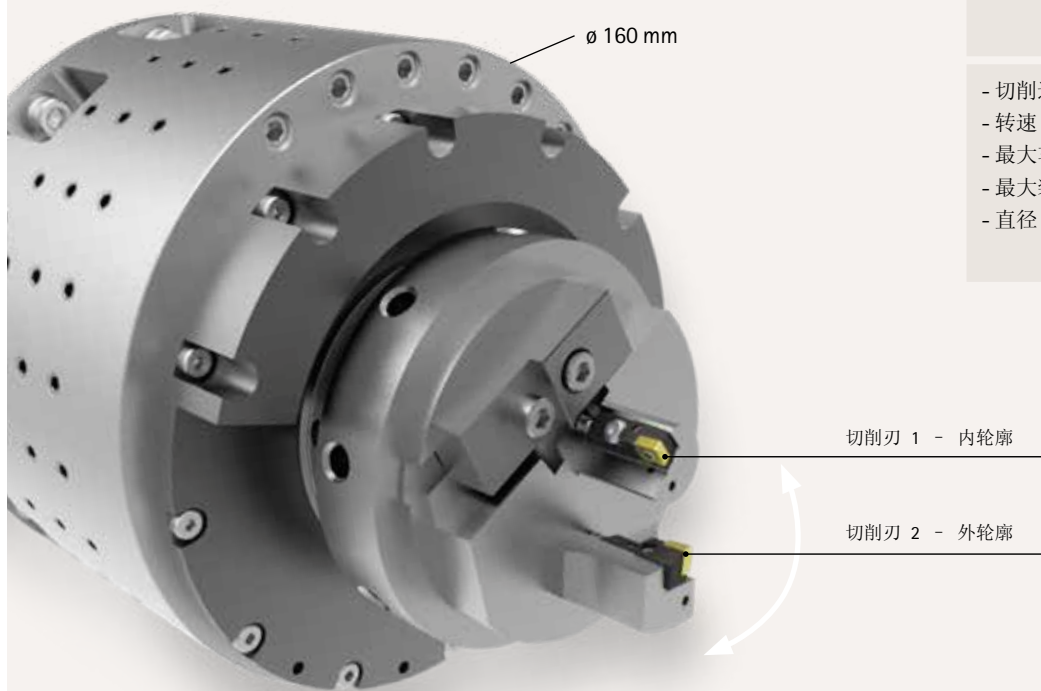
任务:

- 具有高切削速度和高精度的最终加工
- 在一个工位上完成内部、外部和端面加工

解决方案:

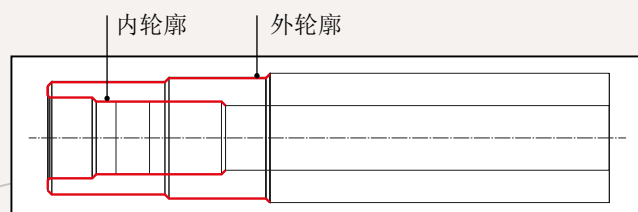
所采用的是带 HSK 夹头偏心设计的工作滑块的车端面刀头。偏心车端面刀头与装载式刀具一起在每个位置上都无振动。车端面刀头借助于机器的叠加回转

运动 (U 轴) 完成控制。通过工作滑块的展开式回转和由此而形成的切削刃飞行圆弧变化能够加工出非常准确的直径。



切削数据

- 切削速度	300 m/min
- 转速	2.000 min ⁻¹
- 最大车端面行程	6 mm
- 最大装载重量	1,7 kg
- 直径	根据 装载式刀具

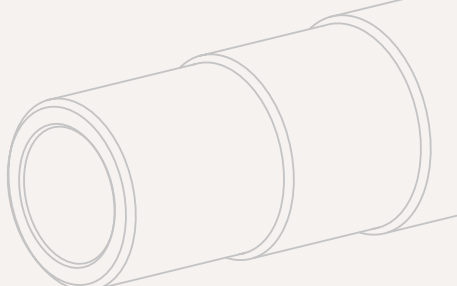


性能特征

- 可达 10,000 转/分
- 与装载式刀具的 HSK 接口
- 中央冷却液输入

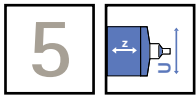
优点

- 在车端面刀头上切削刃最准确的定位类型



拉压杆驱动展开式控制

应用可能性



5.7 用 LAT 车端面刀盘的管端加工

任务:

- 对不同规格的非对称零件群组进行车削加工

解决方案:

用与机器 U 轴连接在一起的中心拉杆对两个滑块进行控制。两个滑块中的一个是工作滑块，第二个滑块（隐藏的）是相对于工作滑块的配重平衡滑块。在工

作滑块中设置有液压系统。采用这种系统能够借助于机器的更换器来自动更换在车端面刀头上所使用的装载式刀具。车端面刀头上同样也设有用于换入的装载式刀具的中央冷却液输入。



切削数据

- 切削速度	300 m/min
- 转速	700 min ⁻¹
- 最大车端面行程	50 mm
- 最大装载重量	8 kg
- 直径	根据 装载式刀具

性能特征

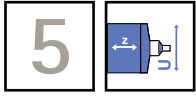
- 自动换刀
- 中央冷却液输入

优点

- 车端面刀头作为主轴前棱边使用
- 可以换入所有常用的刀具类型

拉压杆驱动展开式控制

应用可能性



5.8 用 LAT 车端面刀盘对圆柱形实心材料进行最终加工

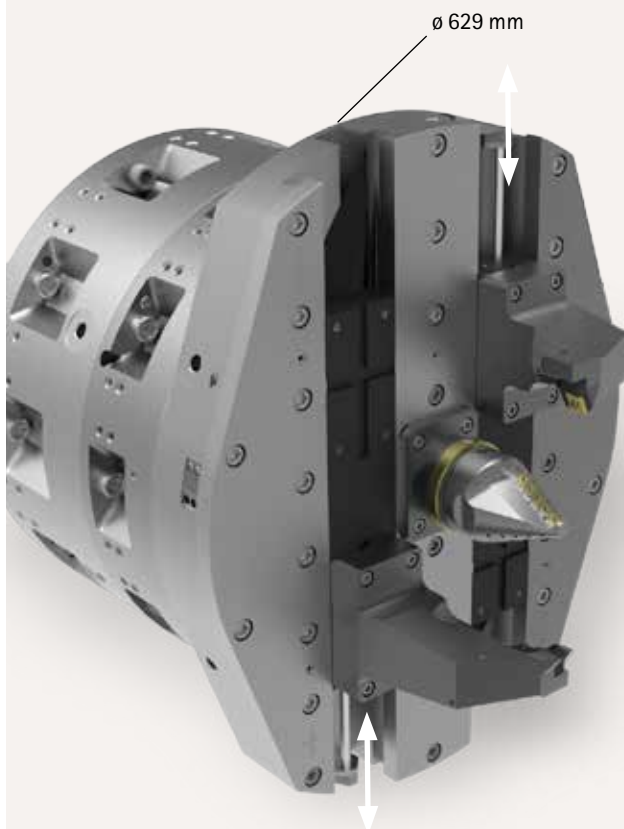
任务:

- 车沉孔、车端面和倒角
- 对不同规格的管子进行灵活的端面和外部加工

解决方案:

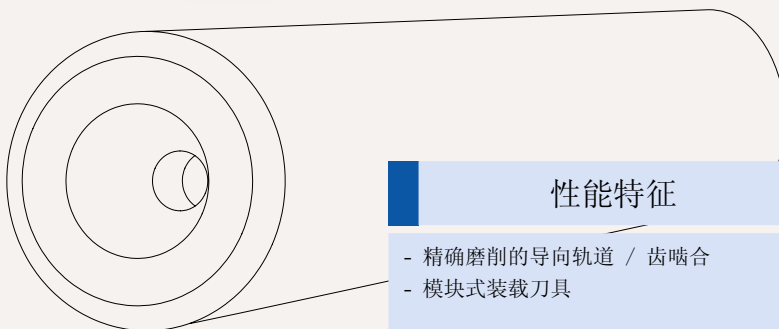
借助于叠加的回转驱动器来控制两个相对布置的工作滑块。两个精确磨削的滑块同时运动，从而保证了在每个位置上都保持平衡。两个滑块夹头都采用模块式结构，因此可以配置不同的装载式刀具。由于其不通过中心的结构，所以还

可以在中心再安装一把同样也是模块式的加工刀具。这种车端面刀头用于对圆柱形材料进行车端面、定中心和倒角加工，在加工中工件不转动。



切削数据

- 切削速度	300 m/min
- 转速	600 min ⁻¹
- 最大车端面行程	200 mm
- 最大装载重量	2,5 kg
- 直径加工	20 - 400 mm



性能特征

- 精确磨削的导向轨道 / 齿啮合
- 模块式装载刀具

优点

- 无需叠加减速器
- 可以增加中心刀具
- 工件无需转动



1

2

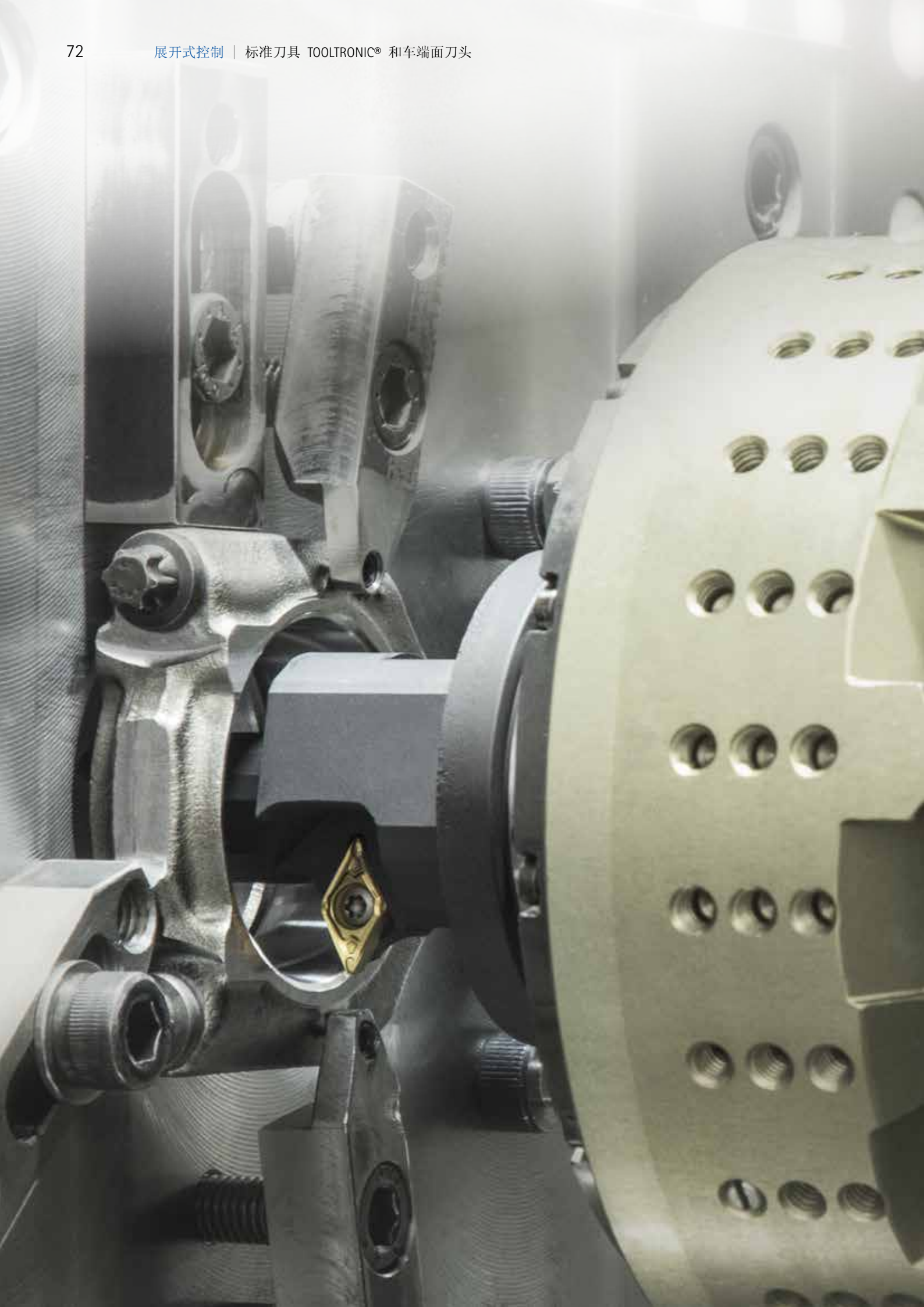
标准刀具 TOOLTRONIC® 和车端面刀头

1 | 控制器

2 | TOOLTRONIC® 单元

2 | 定子箱体







TOOLTRONIC®

TOOLTRONIC - 适用于加工多样化和具有高度灵活性的、应用在加工中心和特殊机床上的通用型驱动器。用于加工中心的 TOOLTRONIC 是一种完整的可更换的刀具轴，其应用范围极为广泛。

TOOLTRONIC®

TOOLTRONIC® 集成	74
TOOLTRONIC® 标准刀具	76
- 用于加工中心的系统	78
- 用于特殊机床的系统	82

TOOLTRONIC® 集成

系统总览

为了使 TOOLTRONIC 的 U 轴与机床一起工作达到极高的精度，把 TOOLTRONIC 的 U 轴连接到机床的位置控制系统中，并且能够与其它的机器轴进行插补。进行轴控制的先决条件是模拟式轴模块，

它带有一个用于速度预给的输出和一个用于增量式位置测量的输入。另外，在 PLC (Programmable Logic Controller) 中要设置多个输入和输出。用于 U 轴电机的信号和电能通过一个电感式输送装置

(TOOLTRONIC 定子) 无接触和无磨损地传递给转动的零件 (驱动主轴)。

机器制造商

机器控制器

SIEMENS
HEIDENHAIN
FANUC
BOSCH REXROTH
.....

能源

数据放行/ 状态

数据控制

客户服务接口



对机器控制器的要求

- 作为模拟轴连接 TOOLTRONIC (在控制器产品中必须配有相应的模块，例如：西门子 ADI4, HLA,...)

对轴模块的最低要求

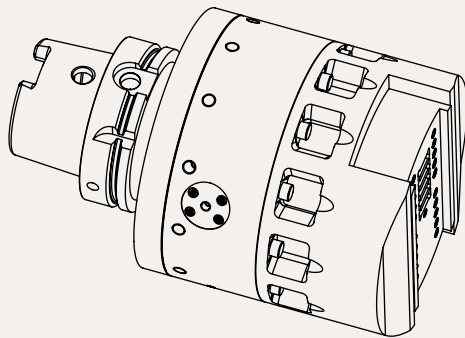
- 给定值输出 ± 10 V
- 实际值输入 1 Vss, 也可用 RS422
- 对 PLC + 能源供给的最低要求
- 24 V 直流, 1.5 A
- 9 个可用的数字输入 / 12 个可用的数字输出: 也可用 Profibus 1.5 MBit 总线
- 230 V 交流 6.7 A, 也可用 400 V 交流 13.5 A

控制选项

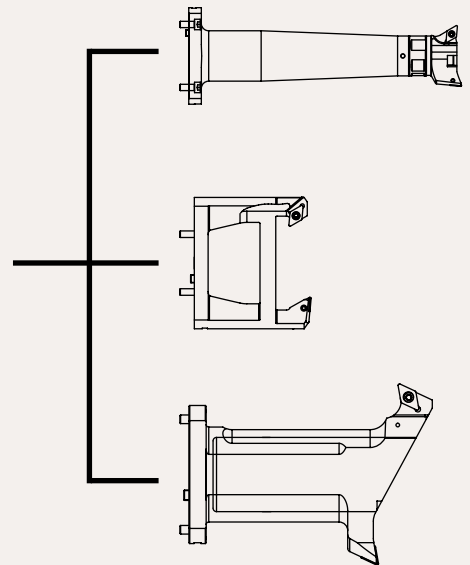
- 机器制造商的 PLC Logik 可编程
- 可以对车削刀具进行切削半径补偿
- 用恒定的切削速度编程
- 车削循环 (车削循环, 等)
- 在刀具管理中 U 轴 / 车削刀具支持

MAPAL 标准产品

带线性展开式刀具的单元 - LAT



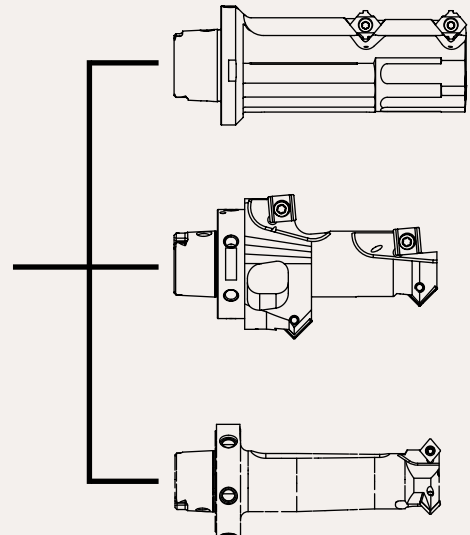
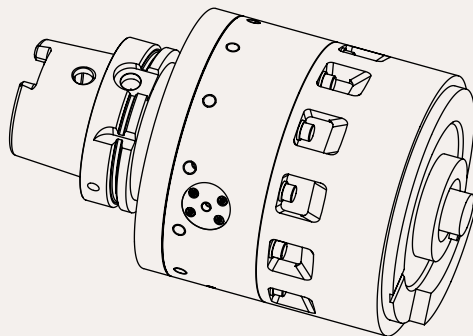
装载式刀具的举例



机器接口

HSK63
HSK100
SK40
SK50

带偏心展开式刀具的单元 - EAT

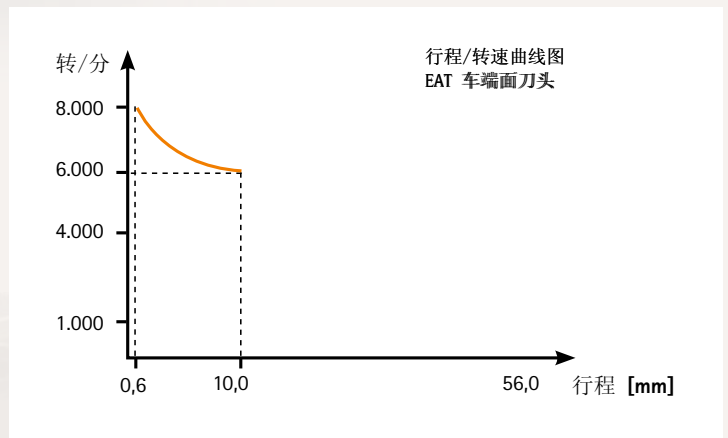
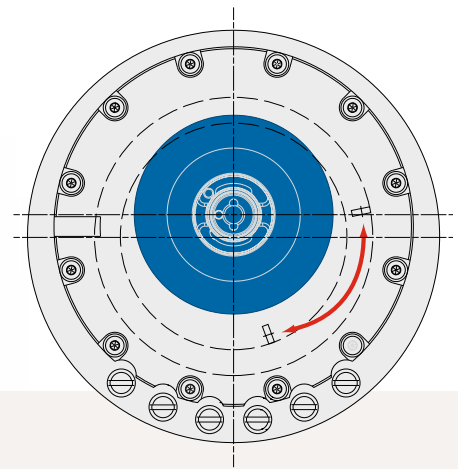
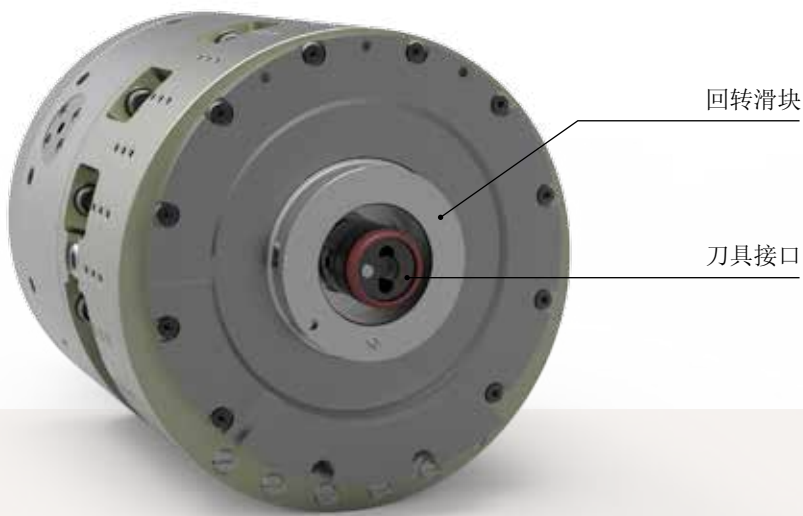


TOOLTRONIC 标准产品®

EAT 车端面刀头 - 用于高转速的偏心展开式刀具

取决于具体的加工任务，把不同的 MAPAL 车端面刀头（输出端）应用在 TOOLTRONIC 的模块式接口上。作为标准

产品应用的是偏心展开式刀具（EAT）。



性能特征

- 在小行程的同时具有极高的精度
- 滚动轴承支撑的、密封的和微量保养的回转滑块
- 调整运动和转速几乎对静态平衡没有影响
- 在 TOOLTRONIC 的模块式接口上可以采用不同的输出端
- 内部冷却液输入最大至 40 bar

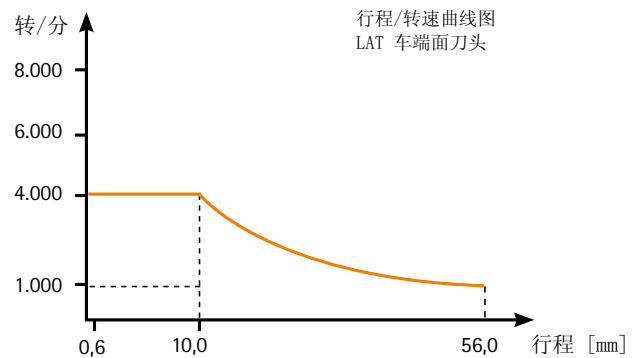
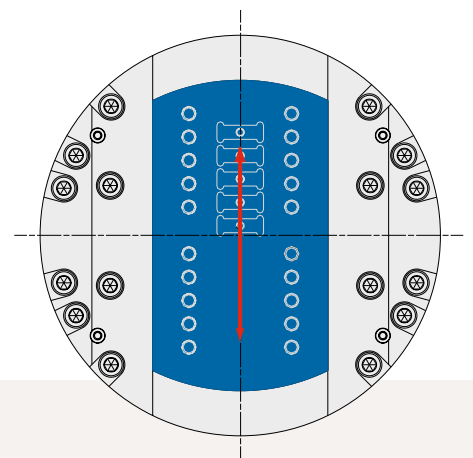
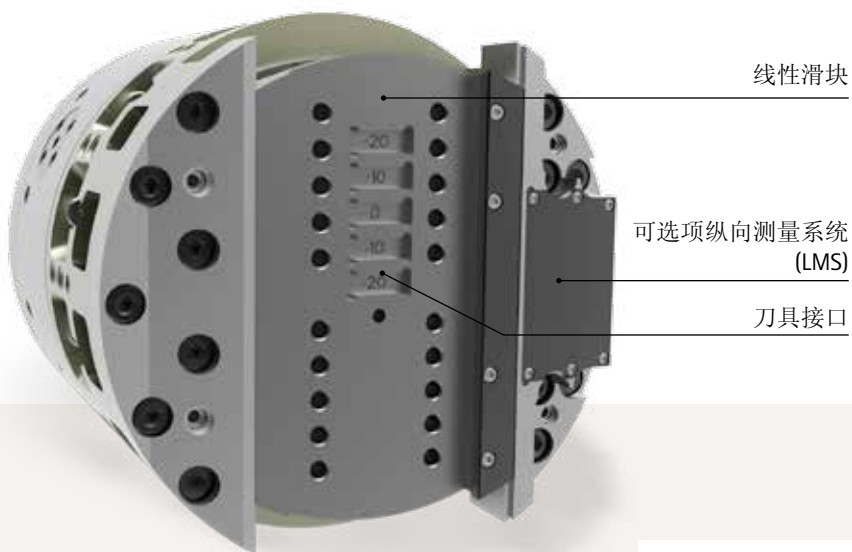
优点

- 在高转速的同时具有极高的精度
- 通过偏心原理平衡静态不平衡
- 很小的驱动力和驱动功率
- 尤其适用于 HSC 加工
- 车端面刀头长期润滑

LAT 车端面刀头 - 用于大行程的线性展开式刀具

在需要匹配转速的大行程应用场合，把线性展开式刀具 (LAT) 作为标准产品应用。

线性展开式刀具可以模块式与 TOOLTRONIC 一起应用在加工中心和特殊机床上。



性能特征

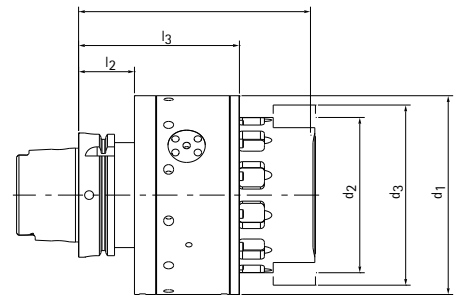
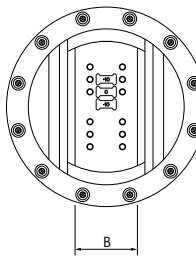
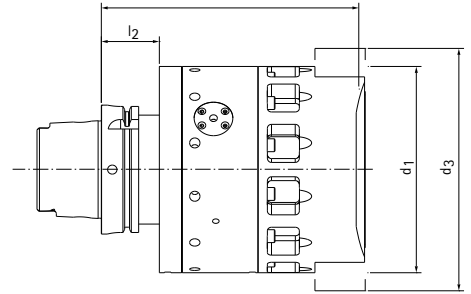
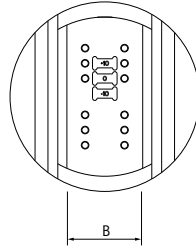
- 用于大行程的精密加工
- 微量保养的线性滑块
- 不平衡可以部分地通过配重平衡滑块来补偿
- 可能的径向行程最大可达 56 mm
- 内部冷却液输入最大至 40 bar

优点

- 可在转速匹配的情况下实现大行程
- 线性展开式刀具可以模块式应用在加工中心上或者作为特殊解决方案应用在 TOOLTRONIC 上
- 用于装载式刀具的灵活的接口
- 取决于应用场合可实现最大 4,000 min⁻¹ 的转速

TOOLTRONIC®

用于带 LAT 的加工中心的系统

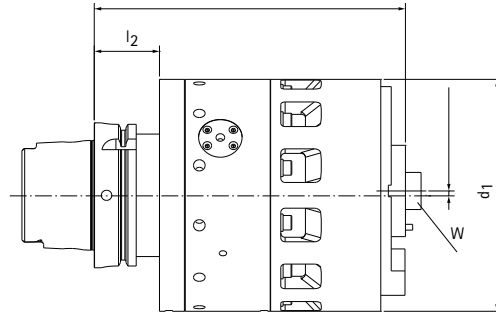


带线性展开式刀具的单元 (LAT)

规格	d ₁	d ₂	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃	B	重量 [kg]	径向行程	Delta D	n 最大 [min ⁻¹]	²⁾ v _f [mm/min ⁻¹]	技术指标	订货号
HSK63	125	-	145	186,3	42	-	50	7	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-HSK-A63-LAT125	30534639
HSK100	160	125	145	186,7	45	129,5	50	12	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-HSK-A100-LAT125	30534643
HSK100	160	-	188	199,7	45	-	58	17	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-HSK-A100-LAT160	30534649
SK40	125	-	145	179,3	35	-	50	7.2	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-SK040-LAT125	30534651
SK50	160	125	145	176,7	35	119,5	50	13	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-SK050-LAT125	30534655
SK50	160	-	188	189,7	35	-	58	18	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-SK050-LAT160	30534661
BT40	125	-	145	179,3	35	-	50	7.2	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-BT040-LAT125	30778516
BT50	160	125	145	176,7	35	119,5	50	13	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-BT050-LAT125	30778521
BT50	160	-	188	189,7	35	-	58	18	56 (+/- 20)	112	4.000	900	D-BT050-LAT160	30778528
CAT50	160	125	145	176,7	35	119,5	50	13	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-CAT050-LAT125	30534663
CAT50	160	-	188	189,7	35	-	58	18	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-CAT050-LAT160	30534669
C6	125	-	145	174,3	30	-	50	7.2	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-CAP063-LAT125	30534671
C8	160	-	188	184,7	30	-	58	17	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-CAP080-LAT160	30602295

带线性展开式刀具 (LAT) 和线性测量系统 (LMS) 的单元

HSK63	125	-	145	186,3	42	-	50	7	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-HSK-A63-LAT125-LMS	30534638
HSK100	160	125	145	186,7	45	129,5	50	12	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-HSK-A100-LAT125-LMS	30534642
HSK100	160	-	188	199,7	45	-	58	17	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-HSK-A100-LAT160-LMS	30534648
SK40	125	-	145	179,3	35	-	50	7,2	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-SK040-LAT125-LMS	30534650
SK50	160	125	145	176,7	35	119,5	50	13	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-SK050-LAT125-LMS	30534654
SK50	160	-	188	189,7	35	-	58	18	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-SK050-LAT160-LMS	30534660
BT40	125	-	145	179,3	35	-	50	7,2	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-BT040-LAT125-LMS	30778515
BT50	160	125	145	176,7	35	119,5	50	13	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-BT050-LAT125-LMS	30778520
BT50	160	-	188	189,7	35	-	58	18	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-BT050-LAT160-LMS	30778527
CAT50	160	125	145	176,7	35	119,5	50	13	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-CAT050-LAT125-LMS	30534662
CAT50	160	-	188	189,7	35	-	58	18	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-CAT050-LAT160-LMS	30534668
C6	125	-	145	174,3	30	-	50	7,2	40 (+/- 20)	80	4.000	900	D-CAP063-LAT125-LMS	30534670
C8	160	-	188	184,7	30	-	58	17	56 (+/- 28)	112	4.000	900	D-CAP080-LAT160-LMS	30602294



带偏心展开式刀具的单元 (EAT)

规格	d_1	l_1	l_2	3W	重量 [kg]	偏心量	1) 最大径向行程	1) 最大 Delta D	n 最大 [min $^{-1}$]	1,2) v_f [mm/min $^{-1}$]	技术指标	订货号
HSK63	125	204,3	42	HSK-C32	7	3	5	10	8.000	150	D-HSK-A63-EAT125-3	30534640
HSK63	125	204,3	42	HSK-C32	7	6	11	22	7.000	300	D-HSK-A63-EAT125-6	30534641
HSK100	160	214,7	45	HSK-C50	15	3	5	10	8.000	150	D-HSK-A100-EAT160-3	30534644
HSK100	160	214,7	45	HSK-C50	15	6	11	22	7.000	300	D-HSK-A100-EAT160-6	30534645
SK40	125	197,3	35	HSK-C32	7.2	3	5	10	8.000	150	D-SK040-EAT125-3	30534652
SK40	125	197,3	35	HSK-C32	7.2	6	11	22	7.000	300	D-SK040-EAT125-6	30534653
SK50	160	204,7	35	HSK-C50	16	3	5	10	8.000	150	D-SK050-EAT160-3	30534656
SK50	160	204,7	35	HSK-C50	16	6	11	22	7.000	300	D-SK050-EAT160-6	30534657
BT40	125	197,3	35	HSK-C32	7.2	3	5	10	8.000	150	D-BT040-EAT125-3	30778517
BT40	125	197,3	35	HSK-C32	7.2	6	11	22	7.000	300	D-BT040-EAT125-6	30778518
BT50	160	204,7	35	HSK-C50	16	3	5	10	8.000	150	D-BT050-EAT160-3	30778522
BT50	160	204,7	35	HSK-C50	16	6	11	22	7.000	300	D-BT050-EAT160-6	30778523
CAT50	160	204,7	35	HSK-C50	16	3	5	10	8.000	150	D-CAT050-EAT160-3	30534664
CAT50	160	204,7	35	HSK-C50	16	6	11	22	7.000	300	D-CAT050-EAT160-6	30534665

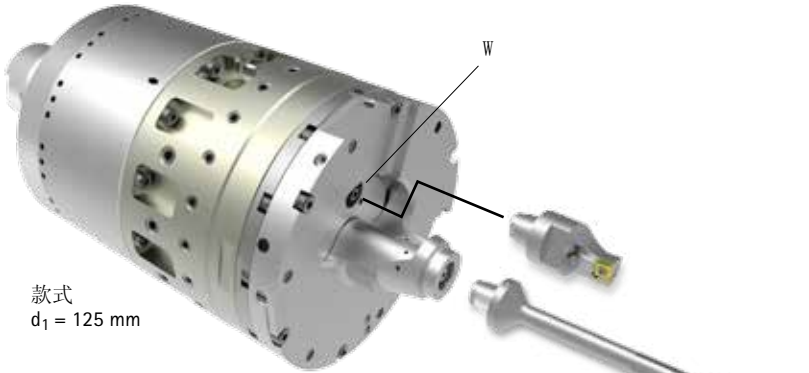
 1) 取决于装载式刀具

 2) v_f = 最大调整速度

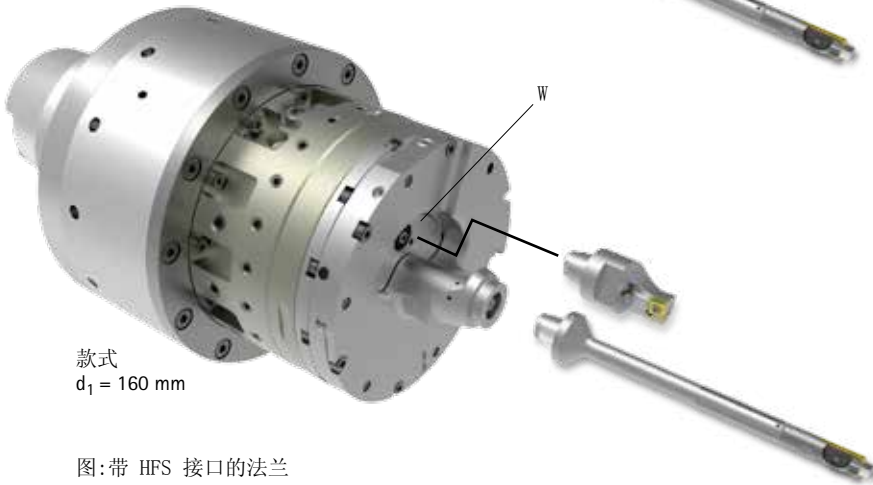
 3) 装载式刀具的刀具接口

TOOLTRONIC®

用于在带 EAT 的加工中心上加工阀座和阀芯孔的系统

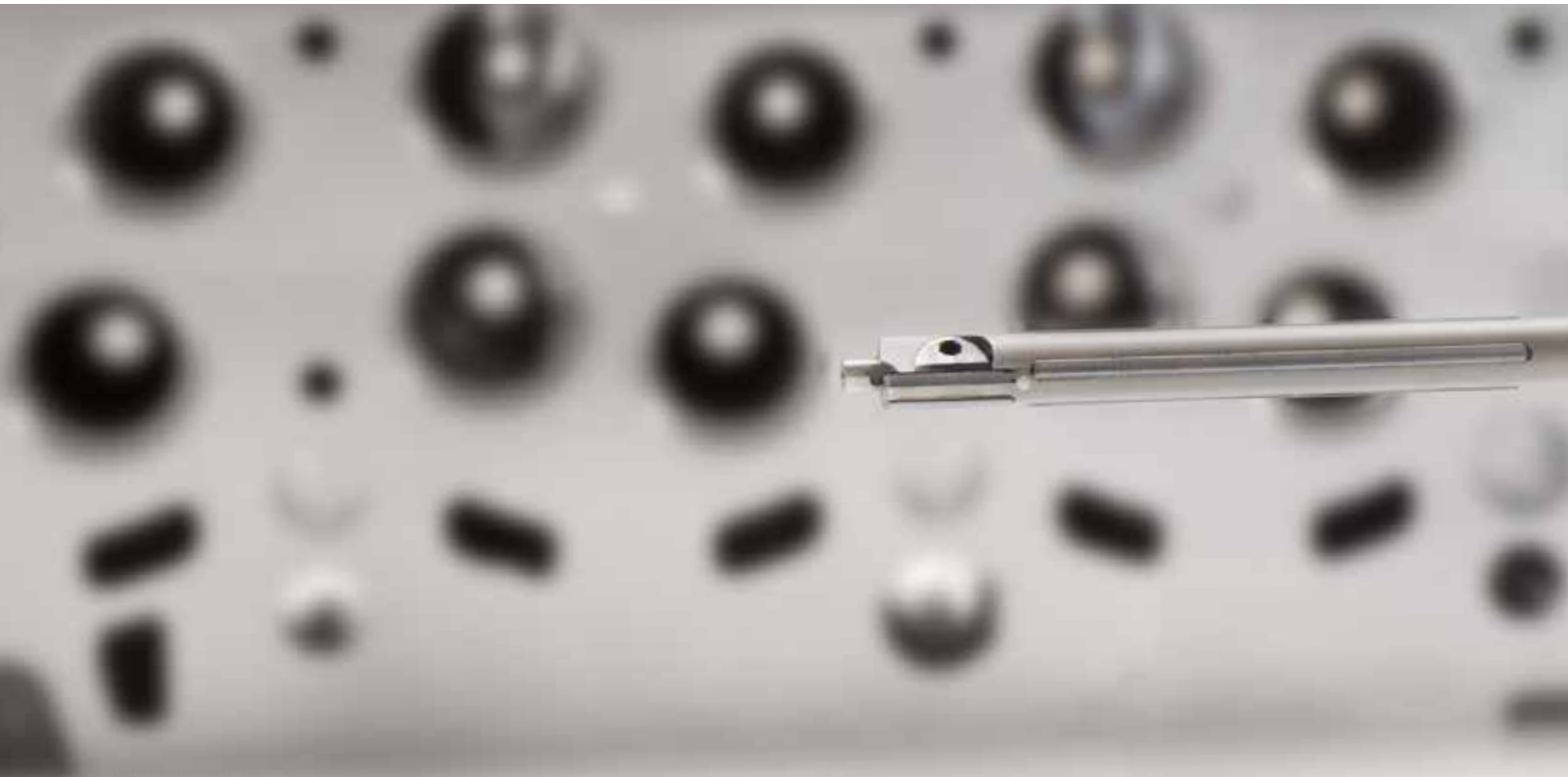
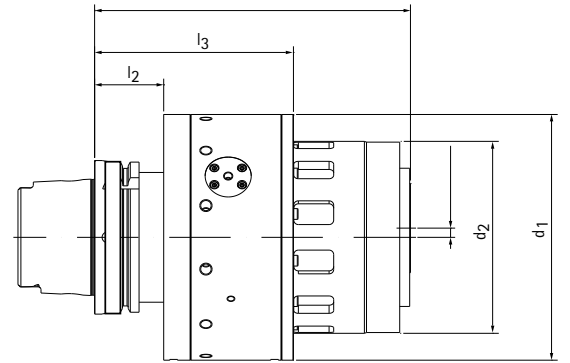
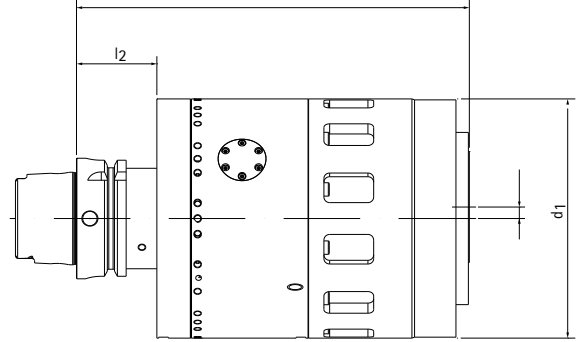


款式
 $d_1 = 125 \text{ mm}$



款式
 $d_1 = 160 \text{ mm}$

图:带 HFS 接口的法兰



带偏心展开式刀具的单元 / 阀座和阀芯孔的组合加工

规格	d ₁	d ₂	l ₁	l ₂	l ₃	¹⁾ W	重量 [kg]	偏心量	最大径 向行程	最大 Delta D	最大 转速 [min ⁻¹]	²⁾ v _f [mm/min ⁻¹]	技术指标	订货号
HSK63	125	-	205,3	42	-	HFS12	8,3	6	6	12	7.000	300	D-HSK-A63-EAT125-6-S	30601534
HSK100	160	125	205,7	45	129,5	HFS12	13	6	6	12	7.000	300	D-HSK-A100-EAT125-6-S	30601544
SK40	125	-	198,3	35	-	HFS12	8,5	6	6	12	7.000	300	D-SK040-EAT125-6-S	30601568
SK50	160	125	195,7	35	119,5	HFS12	14	6	6	12	7.000	300	D-SK050-EAT125-6-S	30601569
BT40	125	-	198,3	35	-	HFS12	8,5	6	6	12	7.000	300	D-BT040-EAT125-6-S	30778519
BT50	160	125	195,7	35	119,5	HFS12	14	6	6	12	7.000	300	D-BT050-EAT125-6-S	30778526
CAT50	160	125	195,7	35	119,5	HFS12	14	6	6	12	7.000	300	D-CAT050-EAT125-6-S	30601570

¹⁾ W = 刀具接口

²⁾ v_f = 最大调整速度

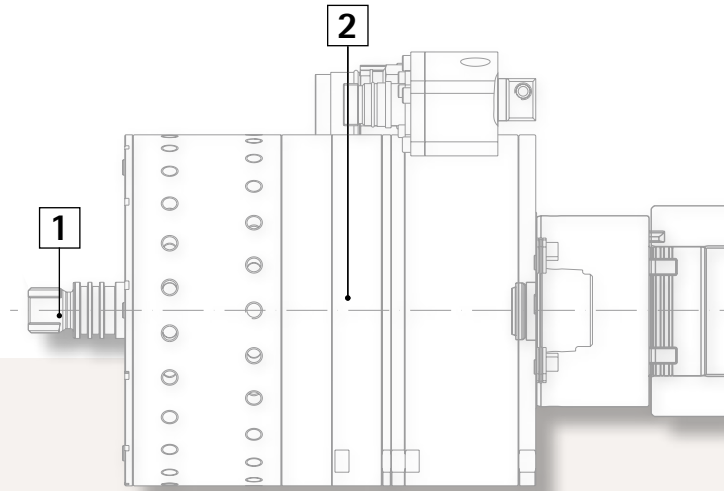
说明: 订购名称只包括“安装有 EAT 的驱动器”的基础单元。
用于安装扩孔刀具、装载式刀具和铰刀的夹紧法兰 (第 80 页上的图)
必须根据具体的零件进行选型设计和订购。

尺寸数据, 单位 mm。

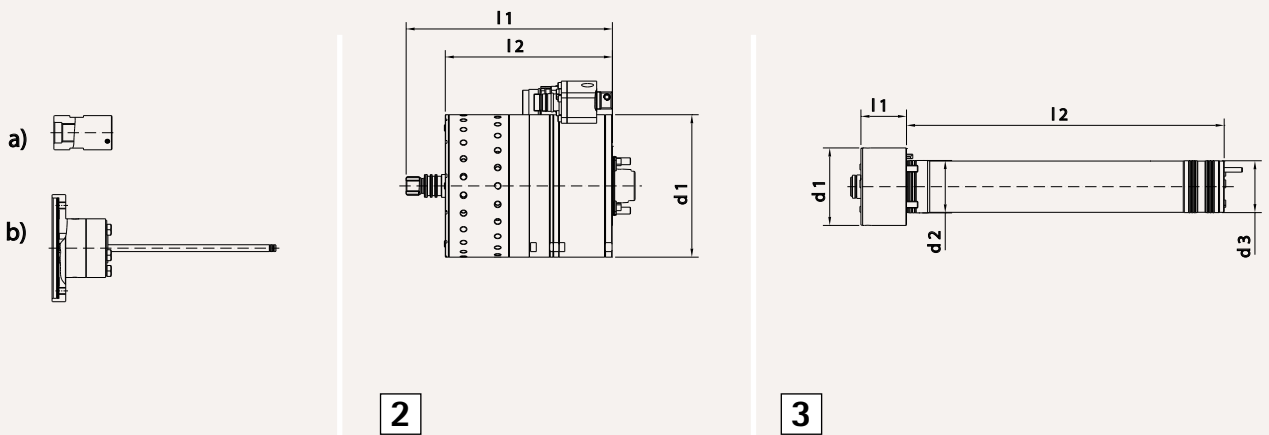


TOOLTRONIC®

用于特殊机床的系统



主轴安装组件举例



1 冷却液/润滑油输送器 (安装件)

连接	技术指标	订货号
a) 1 种介质 M16x1.5 LH	1K	30649685
b) 2 种介质 法兰	2K	30649687

2 标准输送单元

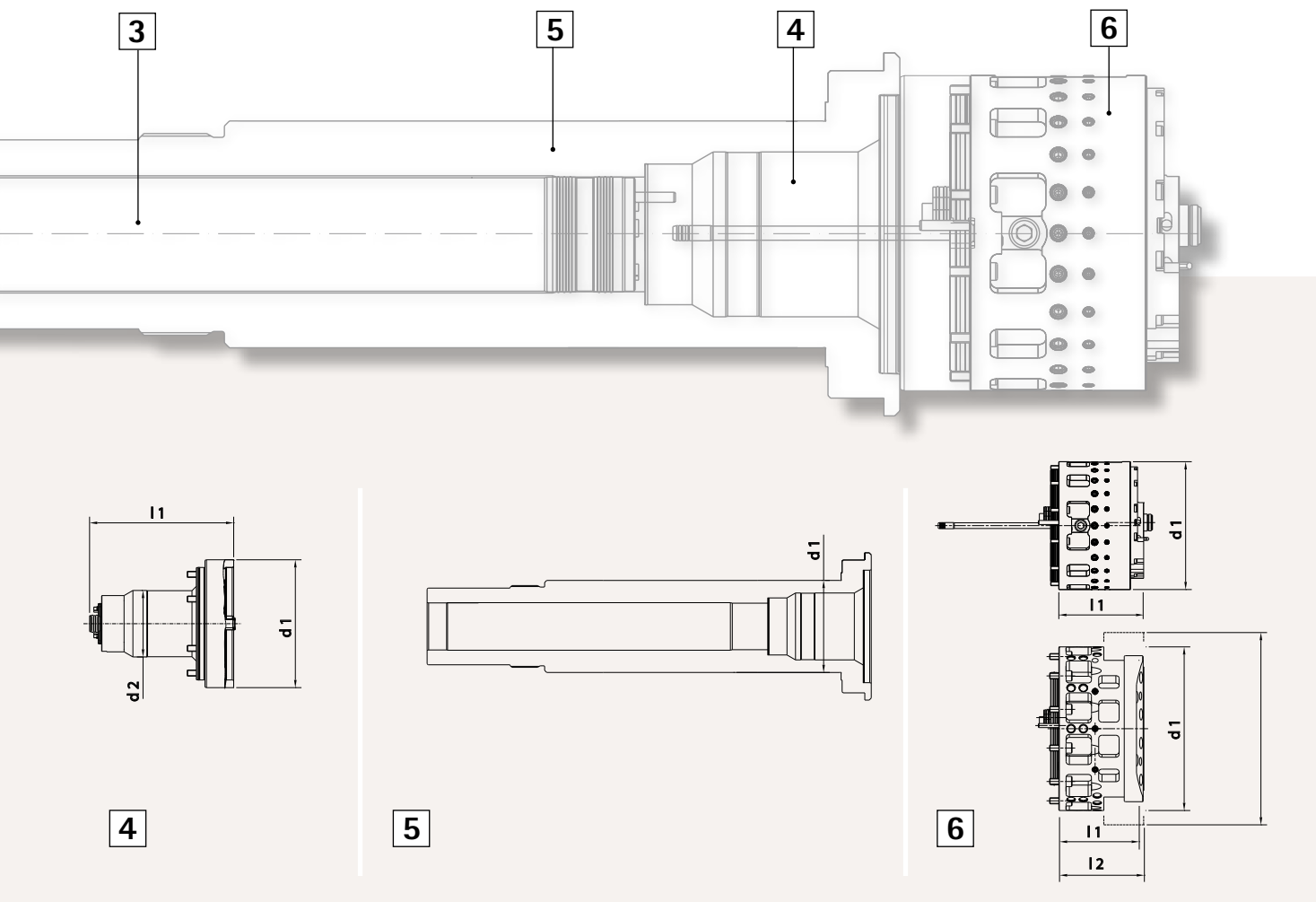
	d ₁	l ₁	l ₂	技术指标	订货号
不带纵向测量系统					
1 种介质	125	181	147	OS-AD-HSK-C40-181-1	30649337
2 种介质	125	181	147	OS-AD-HSK-C40-181-4	30644464
带纵向测量系统					
1 种介质	125	181	147	OS-AD-HSK-C40-181-1-LMS	30649410
2 种介质	125	181	147	OS-AD-HSK-C40-181-4-LMS	30649411

3 主轴芯棒

d ₁	d ₂	d ₃	l ₁	l ₂	技术指标	订货号
68	46	45.5	40	¹⁾		--

4 标准电机单元

d ₁	d ₂	l ₁	技术指标	订货号
125	65	141	SU	K70314-00



5 主轴轴 - 选项 MAPAL 或机器制造商 / 主轴制造商

内轮廓	d ₁	订货号
根据 MN686b1	最小 90	-- ¹⁾

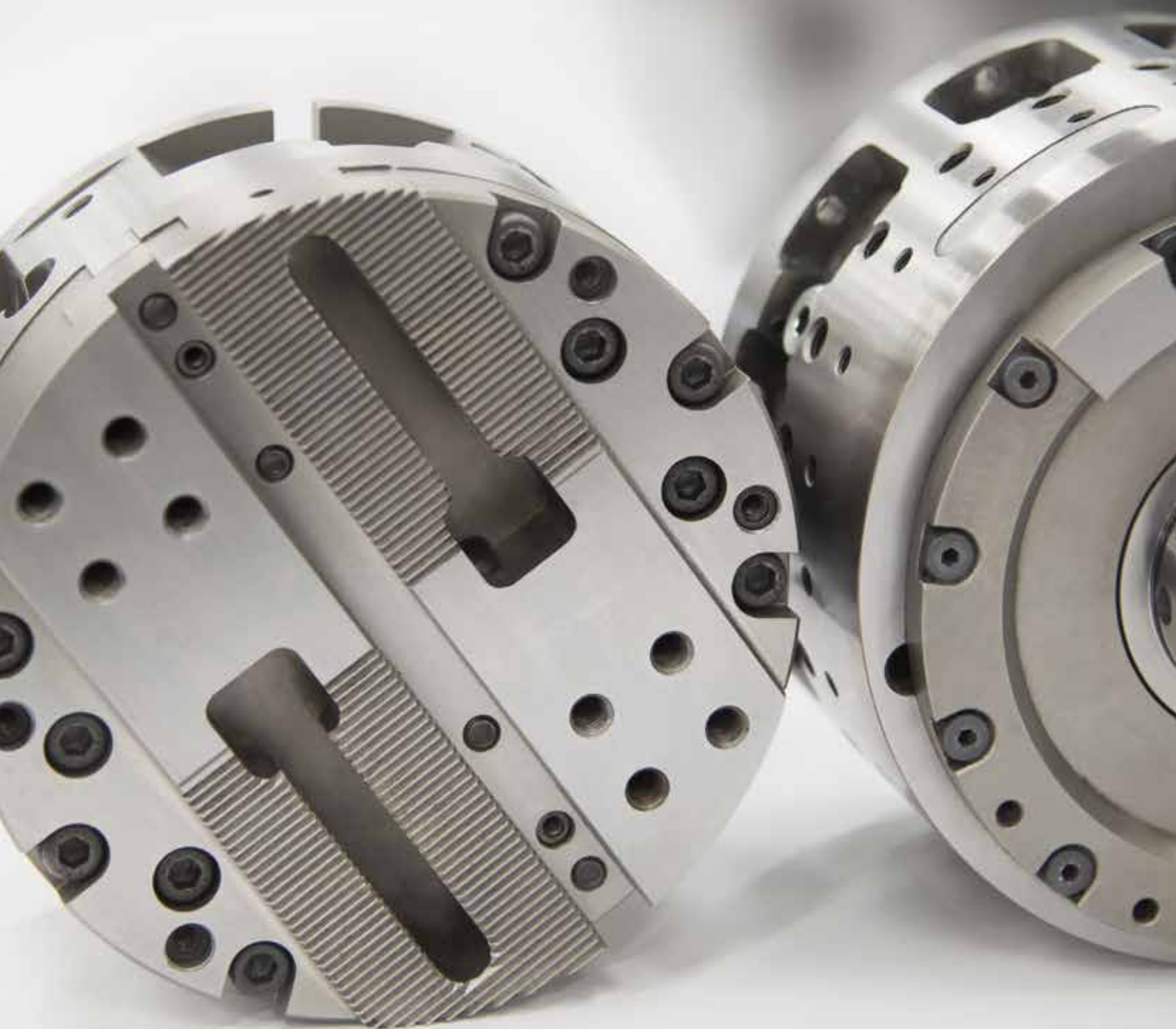
6 展开式刀具 - 偏心款式 EAT

d ₁	l ₁	刀具接口	偏心量	最大径向行程	最大 Delta D	最大转速 [min ⁻¹]	²⁾ v _f [mm/min ⁻¹]	技术指标	订货号
125	83	HSK-C32	3	5	10	8,000	150	TT-EAT-125-3-HSK32-1	30240585
125	83	HSK-C32	6	11	22	7,000	300	TT-EAT-125-6-HSK32-1	30240589
160	93	HSK-C50	3	5	10	8,000	150	TT-EAT-160-3-HSK50-1	30240593
160	93	HSK-C50	6	11	22	7,000	300	TT-EAT-160-6-HSK50-1	30240594

展开式刀具 - 线性款式 LAT

d ₁	d ₂	l ₁	l ₂	B	径向行程	最大 Delta D [mm]	最大转速 [min ⁻¹]	²⁾ v _f [mm/min ⁻¹]	技术指标	订货号
不带纵向测量系统										
125	145	65	69	50	40 (+/- 20)	80	4,000	900	TT-LAT-125-40	30272151
160	188	78	83	58	56 (+/- 28)	112	4,000	900	TT-LAT-160-56	12-30-017656
带纵向测量系统										
125	145	65	77.5	50	40 (+/- 20)	80	4,000	900	TT-LAT-125-40-LMS	30435367
160	188	78	85.5	58	56 (+/- 28)	112	4,000	900	TT-LAT-160-56-LMS	30435368

¹⁾ 客户定制 ²⁾v_f = 最大调整速度 尺寸数据, 单位 mm.





车端面刀头

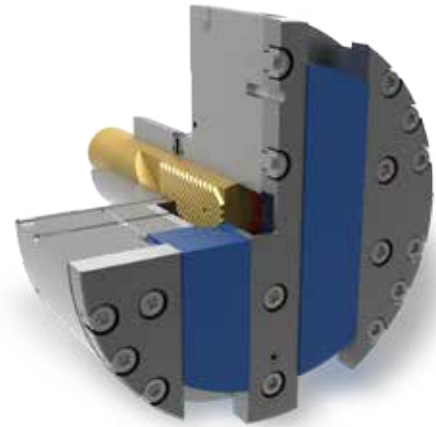
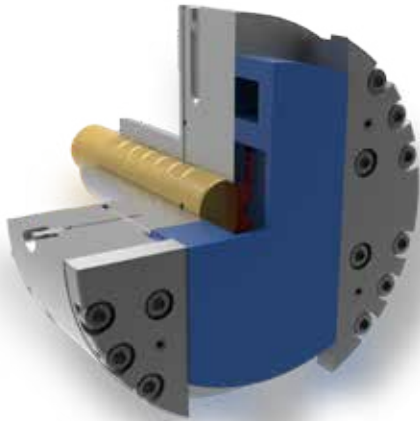
用于车端面、切槽和轮廓加工的车端面刀头主要应用在进行大系列加工的特殊机床上。这种滑块式刀具的操作以及刀具夹头和刀片的展开式控制由一个 NC 控制式横进给装置完成，它安装在主轴驱动器上或者安装在进给单元的背面。

车端面刀头

单滑块 - LAT 1	88
平行双滑块 - LAT 2	90
带隐藏的配重平衡滑块的单滑块 LAT C	92
回转滑块 - EAT	94

车端面刀头标准产品

拉压杆展开式控制



单滑块 LAT 1

特征:

- 在拥有最大总刚性的同时，进行中到大难度的加工
- 设计用于通过拉杆的中央润滑
- 标准系列 LAT 不带内部冷却液输入

转速范围:

- 低转速，没有找平衡
- 经验极限转速: $n_{max} = \sqrt{2,400 / \text{行程}}$
- 极限转速和操作力取决于 LAT 规格、刀具重量、刀具长度和滑块位置

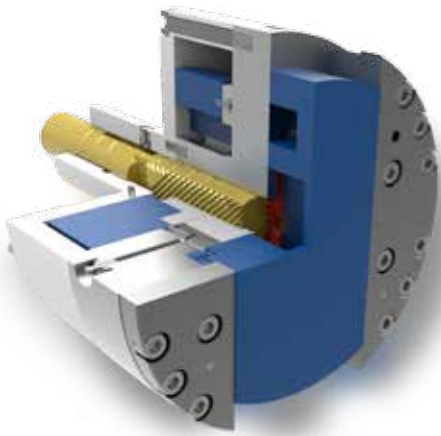
平行双滑块 LAT 2

特征:

- 在拥有最大总刚性的同时，进行中到大难度的加工
- 加工类型 $z = 1$ 或 $z = 2$ ，或者是两个滑块都配置装载式刀具，或者是滑块 1 配置装载式刀具；而滑块 2 配置平衡重量
- 设计用于通过拉杆的中央润滑
- 标准系列 LAT 不带内部冷却液输入

转速范围:

- 中等转速，通过对称布置的双滑块实现平衡
- 极限转速和操作力取决于 LAT 规格、刀具重量、刀具长度和滑块位置



带隐藏的配重平衡滑块的单滑块 LAT C

特征:

- 在拥有最大总刚性的同时，进行中到大难度的加工
- 定义的装载式刀具的重量通过特定的配重平衡重量来平衡
- 设计用于通过拉杆的中央润滑
- 标准系列 LAT 不带内部冷却液输入

转速范围:

- 高转速，通过相对的滑块实现平衡
- 极限转速和操作力取决于 LAT 规格、刀具重量、刀具长度和滑块位置



带 HSK 的回转滑块 EAT

特征:

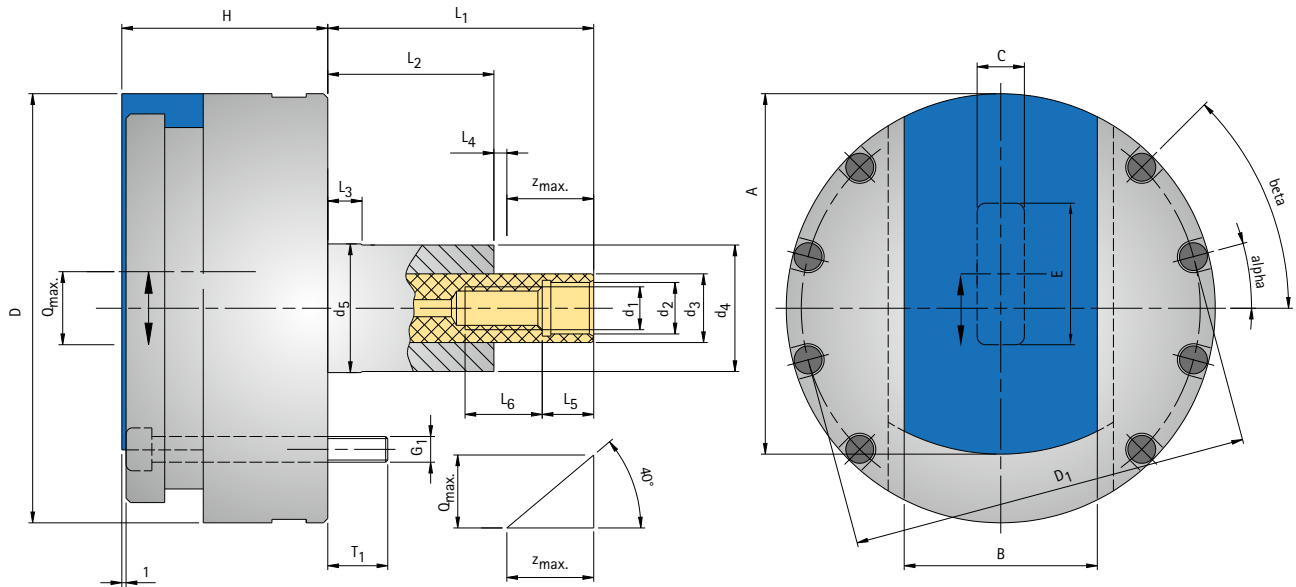
- 在整个行程范围内在最高转速下进行中等难度的加工
- 定义的装载式刀具的重量通过特定的配重平衡重量来平衡
- 在切削刃几何尺寸上很小的角度变化
- 设计用于通过拉杆的中央润滑
- 标准系列 EAT 不带内部冷却液输入

转速范围:

- 极高转速，系统决定不会形成不平衡
- 极限转速和操作力取决于 EAT 规格、刀具重量和刀具长度
- 操作力不取决于滑块位置

车端面刀头

单滑块 - LAT 1

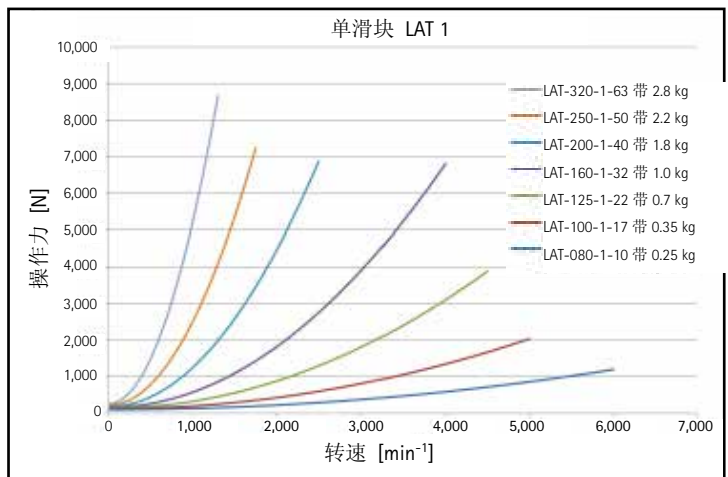
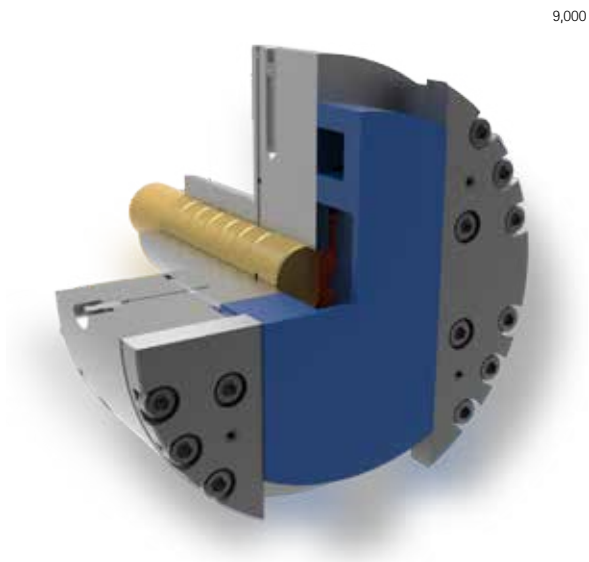
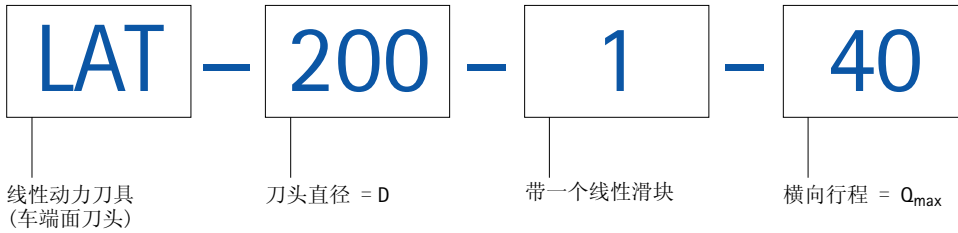


单滑块名称 - LAT 1

		LAT-080-1-10	LAT-100-1-17	LAT-125-1-22	LAT-160-1-32	LAT-200-1-40	LAT-250-1-50	LAT-320-1-63
主要尺寸	D	80	100	125	160	200	250	320
	Q _{max}	10	17	22	32	40	50	63
	Z _{max}	11,92	20,26	26,22	38,14	47,67	59,59	75,08
	H	42	48	58	70	85	100	125
连接尺寸	D ₁	66,7	89	114	149	186	232	300
	d ₁	M10x1 LH,	M10x1 LH,	M12x1,5 LH,	M16x1,5 LH,	M16x1,5 LH,	M20x1,5 LH,	M20x1,5 LH,
	d ₂ ^{H7}	12	12	14	18	18	25	25
	d ₃	16	16	18	25	32	40	40
	d ₄	29,5	29,5	31,5	39,5	55,5	69,5	69,5
	d ₅ j ₅	30	30	32	40	56	70	70
	L ₁	46	62	73	93	125	153	168
	L ₂	31,08	38,74	43,78	50,86	72,33	88,41	87,92
	L ₃	6	8	10	10	10	20	30
	L ₄	3	3	3	4	5	5	5
	L ₅	8	12	12	12	12	15	15
	L ₆	14	18	18	24	32	40	40
	G ₁	M6 (3x)	M6 (4x)	M6 (6x)	M6 (8x)	M8 (8x)	M10 (8x)	M12 (8x)
	T ₁	7,5	14	14,8	13	15	21	29
alpha	-	-	-	15°	15°	15°	15°	
beta	-	35°	35°	45°	45°	45°	50°	
gamma	3 x 120°	-	-	-	-	-	-	
滑块尺寸	A	70	83	103	128	160	200	257
	B	36	40	53	70	90	110	130
	C	12	12	14	17	19	24	28
	E	28	35	42	60	76	94	107

尺寸数据, 单位 mm.

订货举例：



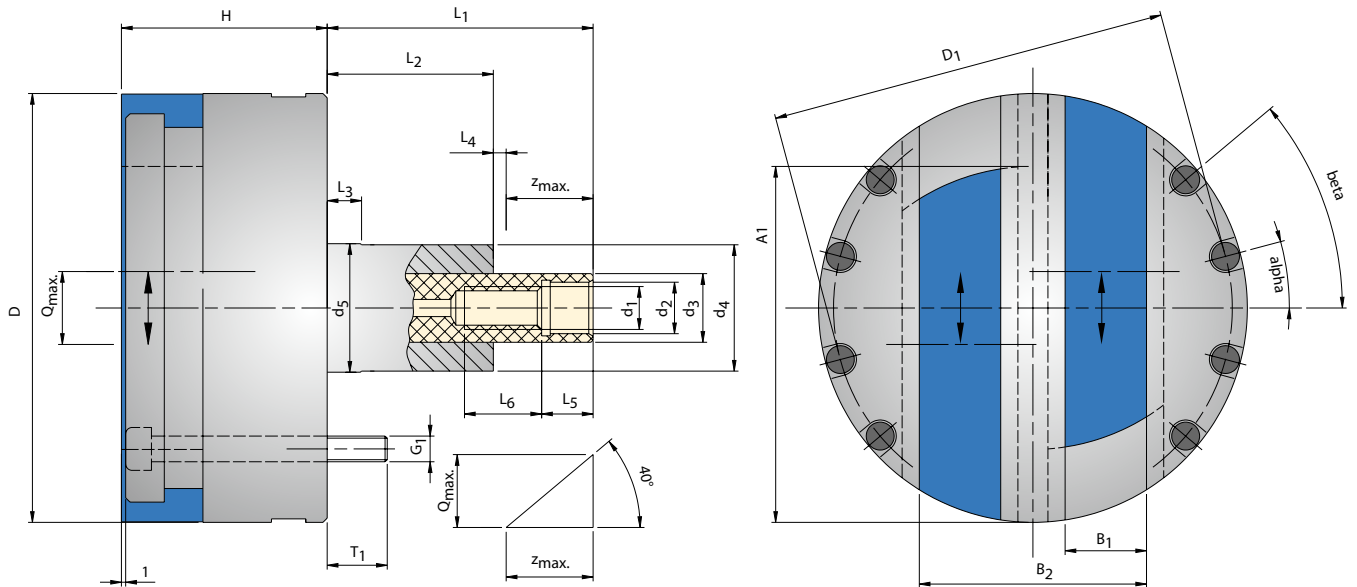
刀具夹头根据客户要求匹配。

刀具夹头设计的举例

法兰接头	HSK	ABS
<ul style="list-style-type: none"> - 短型稳固的装载式刀具 - 只需更换切削刀片 	<ul style="list-style-type: none"> - 刀具可快速更换和预调 - 高更换精度 	<ul style="list-style-type: none"> - 刀具可快速更换和预调

车端面刀头

平行双滑块 - LAT 2

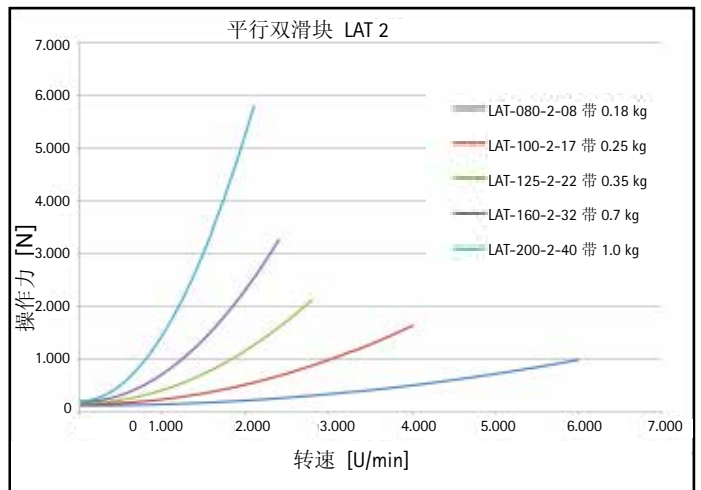
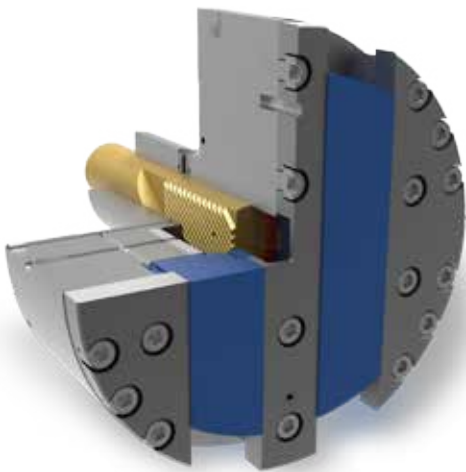
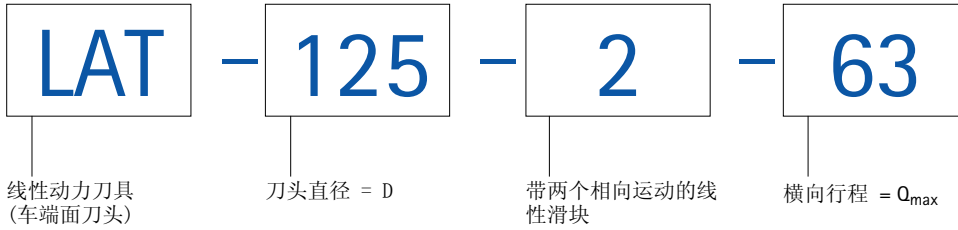


平行双滑块的名称 - LAT 2

		LAT-080-2-10	LAT-100-2-17	LAT-125-2-22	LAT-160-2-32	LAT-200-2-40	LAT-250-2-50	LAT-320-2-63
主要尺寸	D	80	100	125	160	200	250	320
	Q _{max}	10	17	22	32	40	50	63
	Z _{max}	11,92	20,26	26,22	38,14	47,67	59,59	75,08
	H	42	48	58	70	85	100	125
连接尺寸	D ₁	66,7	89	114	149	186	232	300
	d ₁	M10x1 LH,	M10x1 LH,	M12x1,5 LH,	M16x1,5 LH,	M16x1,5 LH,	M20x1,5 LH,	M20x1,5 LH,
	d ₂ ^{H7}	12	12	14	18	18	25	25
	d ₃	16	16	18	25	32	40	40
	d ₄	29,5	29,5	31,5	39,5	55,5	69,5	69,5
	d ₅ ^{j5}	30	30	32	40	56	70	70
	L ₁	46	62	73	93	125	153	168
	L ₂	31,08	38,74	43,78	50,86	72,33	88,41	87,92
	L ₃	6	8	10	10	10	20	30
	L ₄	3	3	3	4	5	5	5
	L ₅	8	12	12	12	12	15	15
	L ₆	14	18	18	24	32	40	40
	G ₁	M6 (3x)	M6 (4x)	M6 (6x)	M6 (8x)	M8 (8x)	M10 (8x)	M12 (8x)
T ₁	7,5	14	14,8	13	15	21	29	
alpha	-	-	0°	15°	15°	15°	15°	
beta	-	35°	35°	45°	45°	45°	50°	
gamma	3x120°	-	-	-	-	-	-	
滑块尺寸	A1	70	83	103	128	158	200	257
	B1	45	53	68	80	102	115	145
	B2	15	19	24	28	36	40	52,5

尺寸数据, 单位 mm。

订货举例:



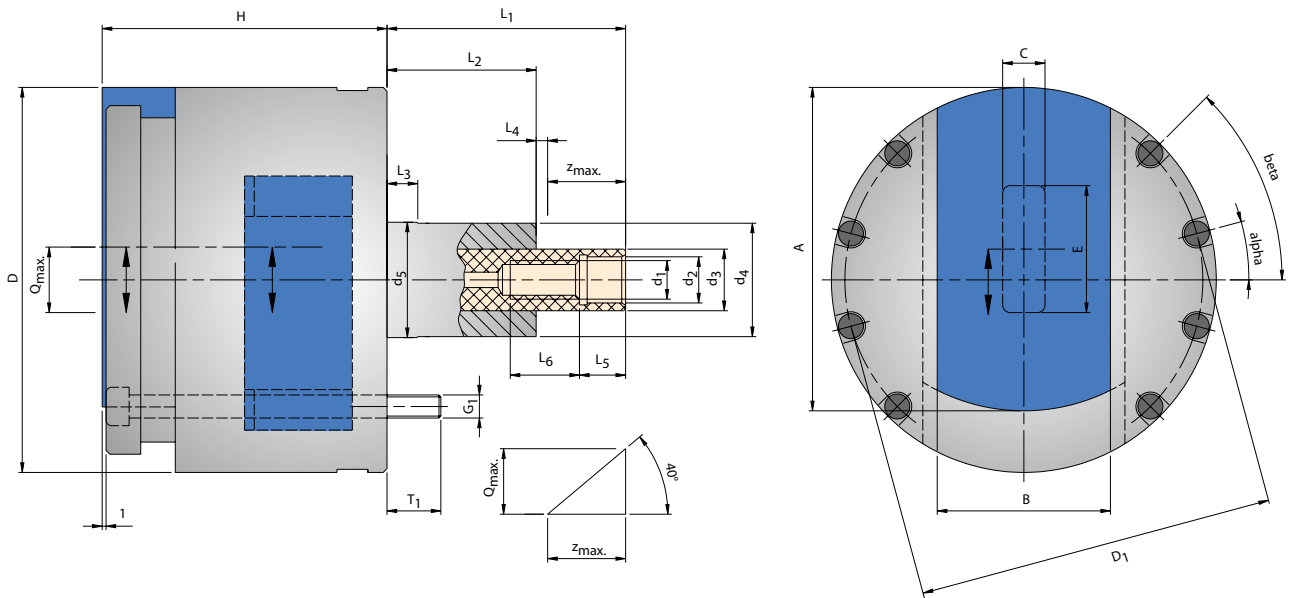
刀具夹头根据客户要求匹配。

刀具夹头设计的举例

ABS	法兰接头
<p>- 刀具可快速更换</p>	

车端面刀头

带隐藏的配重平衡滑块的单滑块 - LAT C

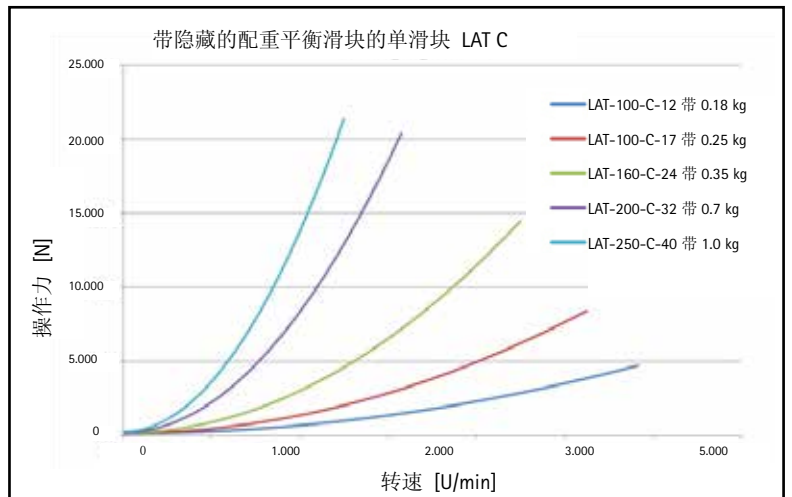
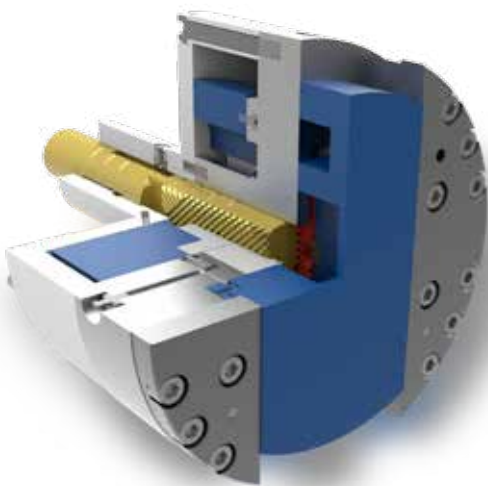
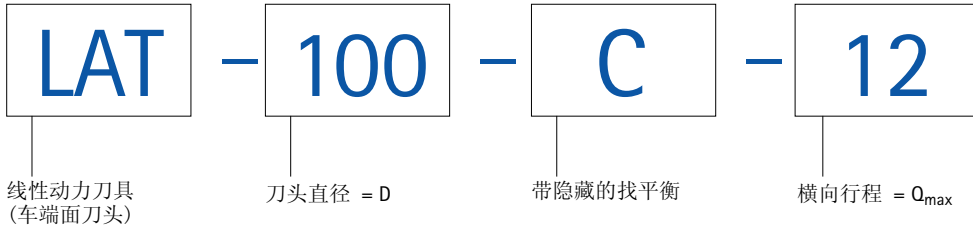


带隐藏的配重平衡滑块的单滑块的名称 - LAT C

		LAT-100-C-12	LAT-125-C-16	LAT-160-C-24	LAT-200-C-32	LAT-250-C-40
主要尺寸	D	100	125	160	200	250
	Q _{max}	12	16	24	32	40
	Z _{max}	14,3	19,07	28,6	38,14	47,67
	H	74	92	105	123	145
连接尺寸	D ₁	89	114	149	186	232
	d ₁	M10x1 LH,	M12x1,5 LH,	M16x1,5 LH,	M16x1,5 LH,	M20x1,5 LH,
	d ₂ ^{H7}	12	14	18	18	25
	d ₃	16	18	25	32	40
	d ₄	29,5	31,5	39,5	55,5	69,5
	d ₅ j ₅	30	32	40	56	70
	L ₁	56	73	93	125	141
	L ₂	38,7	50,93	60,4	81,86	88,33
	L ₃	8	10	20	10	20
	L ₄	3	3	4	5	5
	L ₅	12	12	12	12	15
	L ₆	18	18	24	24	40
	G ₁	M6 (4x)	M6 (6x)	M6 (8x)	M8 (8x)	M10 (8x)
	T ₁	12	14	12,5	17	17
alpha	-	0°	15°	15°	15°	
beta	35°	35°	45°	45°	45°	
滑块尺寸	A	88	109	136	168	210
	B	40	56	70	90	110
	C	14	14	19	22	24
	E	30	36	52	66	90

尺寸数据, 单位 mm。

订货举例：



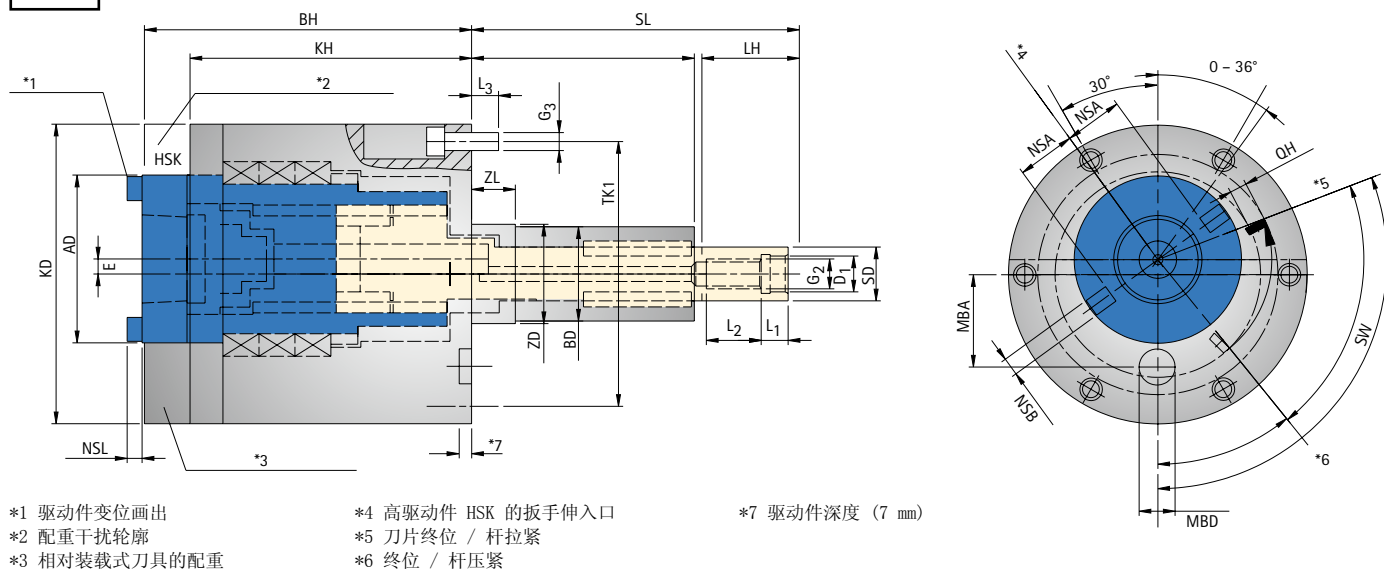
刀具夹头根据客户要求匹配。

刀具夹头设计的举例

法兰接头	HSK	ABS
<ul style="list-style-type: none"> - 短型稳固的装载式刀具 - 只需更换切削刀片 	<ul style="list-style-type: none"> - 刀具可快速更换和预调 - 高更换精度 	<ul style="list-style-type: none"> - 刀具可快速更换和预调

车端面刀头

带偏心展开式控制的回转滑块 - EAT



带偏心展开式控制的回转滑块的名称 - EAT

EAT-085-032-HSK-C32 EAT-100-050-HSK-C40 EAT-125-080-HSK-C50 EAT-160-125-HSK-C63 EAT-200-200-HSK-C80 EAT-280-320-HSK-C80

主要尺寸	AD	55	60	70	90	110	110
	KD	85	100	125	160	200	180
KH	85	98	111	129	149	177	
BH	95	113	131	154	180	203	
E	3,2	5	8	12,5	20	32	
QH	3,7	5,9	9,4	14,7	23,5	37,6	

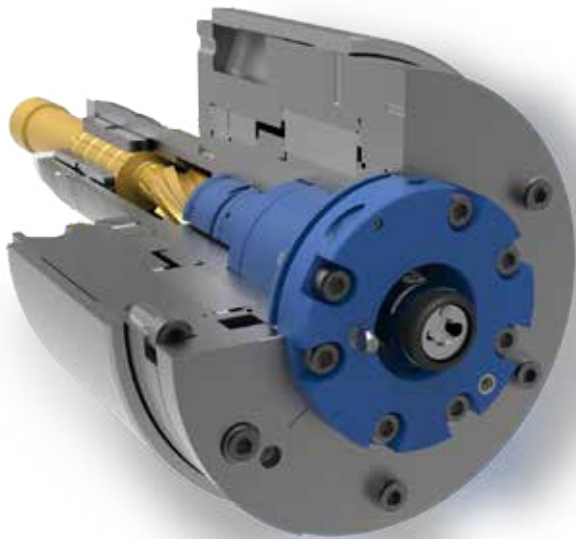
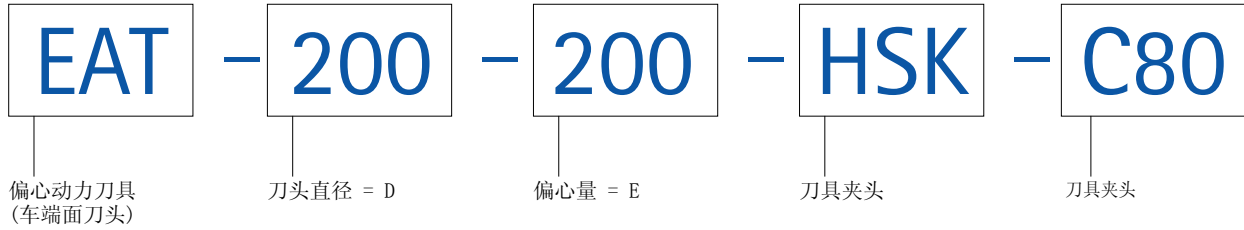
连接尺寸, 套筒尺寸和杆尺寸, 带螺纹	LH	22,4	28,8	36	44,8	56,8	72
	BD	28,8	32,4	39,6	50,4	63	81
	BL	69	83	98	18	145	178
	SD	16	18	22	28	35	45
	SL	97	118	140	168	208	256
	D ₁ ^{H7}	11	13	16	20	22	25
	L ₁	12,5	13,8	16	19	20,5	22,8
	G ₂	10x1	12x1,5	14x1,5	18x1,5	20x1,5	22x1,5
L ₂	12,5	15	17,5	22,5	25	27,5	

连接尺寸, 主轴尺寸	ZD	30	35	45	60	80	100
	ZL	10	14	19	25	35	50
	TK1	74	88	110	145	182	260
	G ₃	M5	M6	M8	M8	M10	M12
	L ₃	7,5	9	12	12	15	15
	MBD	9	14,7	14,7	16,6	16,6	24
	MBA	35	40	52	68	88	100

滑块尺寸	NSB	6	8	10	12	16	16
	NSA	16	20,5	25,5	32	40,5	50
	NSL	4	4	5	6	8	8
	SW	72	72	72	72	72	72
	HSK	C32	C40	C50	C63	C80	C80

尺寸数据, 单位 mm。

订货举例:

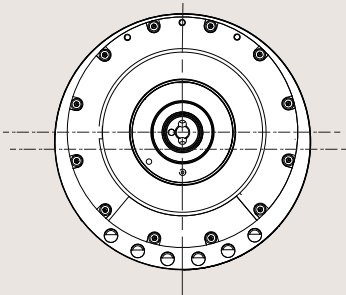


在最大转速和切削深度 2 mm 时的操作力

EAT085	5000 N
EAT100	5000 N
EAT125	7500 N
EAT160	7500 N
EAT200	9000 N
EAT280	9000 N

刀具夹头设计的举例

夹头 HSK-C



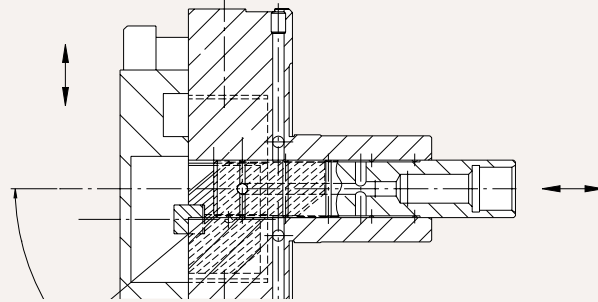
- 标准 EAT 不带内部冷却
- 最大转速取决于装载式刀具的款式
- 所有使用的装载式刀具都已经找平衡和调整到同样的重量
- 通过拉杆的中央润滑
- 非线性展开式控制可以通过控制器进行补偿
- 特殊款式的 EAT 刀头请询问

客户定制的匹配

下列类型可以根据相应的加工任务和机器侧的条件供货。

齿啮合角度 / 变速比

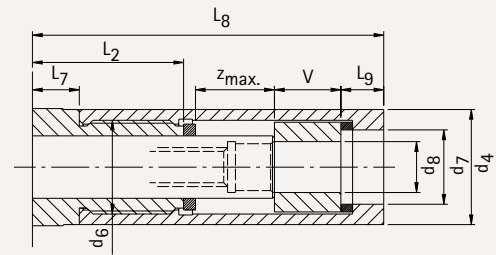
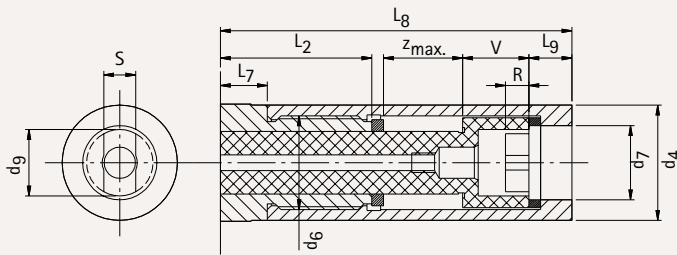
- 40° 齿啮合角度, 标准
- 38° 齿啮合角度 1:1.25
- 26.565° 齿啮合角度 1:2



拉杆

带插接式离合器和止挡的款式

带止挡的款式

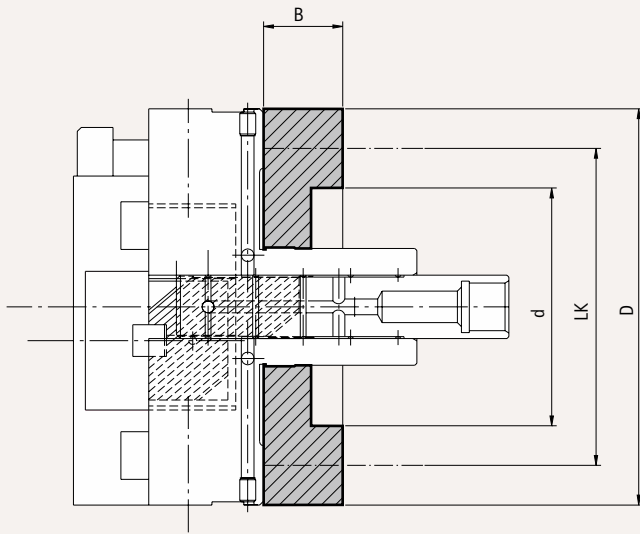


特殊款式拉杆的名称

		d ₆	d ₇	d ₈	d ₉	L ₇	L ₈	L ₉	V	S	R h ₆
LAT 1	LAT-080-1-10	M24x1,5	19	13	17	8	74	11	17	8,2	6
	LAT-100-1-17	M24x1,5	19	13	17	12	90	11	17	8,2	6
	LAT-125-1-22	M27x1,5	19	15	17	18	105	13	19	8,2	6
	LAT-160-1-32	M33x1,5	26	19	21	20,5	133	13	27	10,2	10
	LAT-200-1-40	M45x1,5	33	19	26	32,5	172	15	32	12,2	10
	LAT-250-1-50	M56x1,5	41	26	33	38	210	19	38	15,2	12
	LAT-320-1-63	M56x1,5	41	26	33	36	225	19	38	15,2	12
LAT 2	LAT-080-2-10	M24x1,5	19	13	17	8	74	11	17	8,2	6
	LAT-100-2-17	M24x1,5	19	13	17	12	90	11	17	8,2	6
	LAT-125-2-22	M27x1,5	19	15	17	18	105	13	19	8,2	6
	LAT-160-2-32	M33x1,5	26	19	21	20,5	133	13	27	10,2	10
	LAT-200-2-40	M45x1,5	33	19	26	32,5	172	15	32	12,2	10
	LAT-250-2-50	M56x1,5	41	26	33	38	210	19	38	15,2	12
	LAT-320-2-63	M56x1,5	41	26	33	36	225	19	38	15,2	12
LAT C	LAT-100-C-12	M24x1,5	19	13	17	12	84	11	17	8,2	6
	LAT-125-C-16	M27x1,5	19	15	17	18	105	13	19	8,2	6
	LAT-160-C-24	M33x1,5	26	19	21	30	133	13	27	10,2	10
	LAT-200-C-32	M45x1,5	33	19	26	42	172	15	32	12,2	10
	LAT-250-C-40	M56x1,5	41	26	33	38	198	19	38	15,2	12

尺寸数据, 单位 mm。

用于标准主轴头和特殊主轴的转接法兰可询问供货。



D = 法兰直径
LK = 分度圆直径
d = 中心直径
B = 法兰厚度





线镗杆

款式 | 配件 | 应用可能性



线镗杆

款式和配件

线镗杆是对箱体中的轴承轴瓦面进行专门加工的刀具。在这里，刀具至少由一个在装夹设备（工件夹具）当中的轴承导向。采用这种多刃刀具可以同时多个轴瓦面进行加工。一个选项的拉压杆能够附加地完成对各轴瓦面的端面加工和 / 或完成切削刃的抬起以补偿切削刃的磨损。

线镗杆应用在对曲轴轴承孔和凸轮轴轴承孔的加工中。这是在汽缸曲轴箱体中这种孔加工的最精确的方式。



款式

			
<p>夹头</p> <ul style="list-style-type: none"> - 所有常用的、可快速更换的夹头，以及法兰夹头都可以与线镗杆进行组合 - 标准: HSK-A, HSK-C, SK, ABS, BT, CAT - 客户定制的法兰夹头 	<p>车端面滑块 / 摇臂夹头</p> <ul style="list-style-type: none"> - 用于曲轴止推轴承加工的车端面滑块 - 摇臂夹头用于对切削刃的磨损补偿和从孔中无痕迹退刀 	<p>夹头系统</p> <ul style="list-style-type: none"> - 适用于各种应用场合的可微调、带可转位刀片的短夹头 - ISO-KKH (ISO 短夹头) - FA-KKH (可微调的短夹头) - EFA-KKH (可外部微调的短夹头) - 切槽车刀 - 对夹头系统可以简便地进行 μ 级精度的调整 	<p>减振器</p> <ul style="list-style-type: none"> - 在极限的长度 / 直径比时，在线镗杆中设计相应的减振器 - 减少剩余振动 / 剩余振动最小化 - 由于极少微振动的加工而保护了切削刃 - 提高刀具使用寿命



配件



跨式对刀仪

- 用于特殊刀具调整的调整量规和调整块
- 模块式组装系统
- 在机器中的快速调整



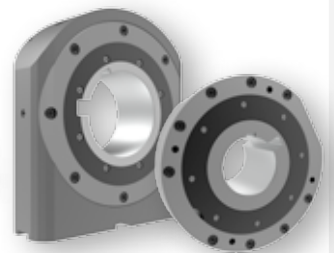
装夹设备

- 测量夹具和调整台
- 设置转接头
- 调整扳手



浮动夹头 / 浮动卡盘

- 平衡机器主轴相对轴承组的偏心
- 主轴侧和刀具侧的夹头根据客户的专门要求进行匹配



轴承组

- 轴承组的作用是支撑线镗杆
- 通过轴承圈与线镗杆之间的极窄配合公差带达到很高的精度
- 首选滚动轴承，也可选滑动轴承
- 通过外部的液压设备或者通过自锁式轴承内圈来完成轴承的锁紧和解锁

带拉压杆的滑块钻杆

应用可能性



轿车曲轴箱中的曲轴轴承孔

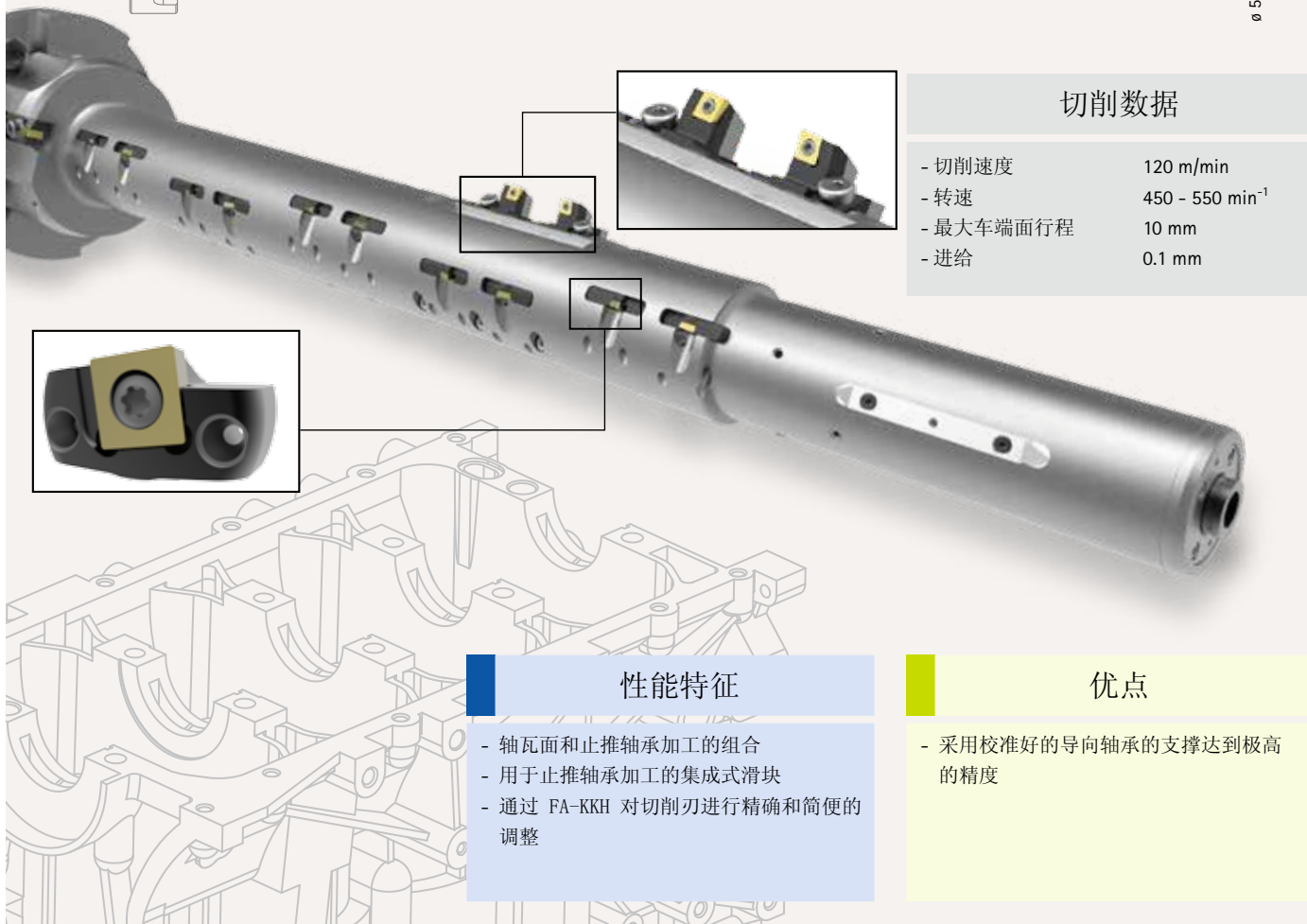
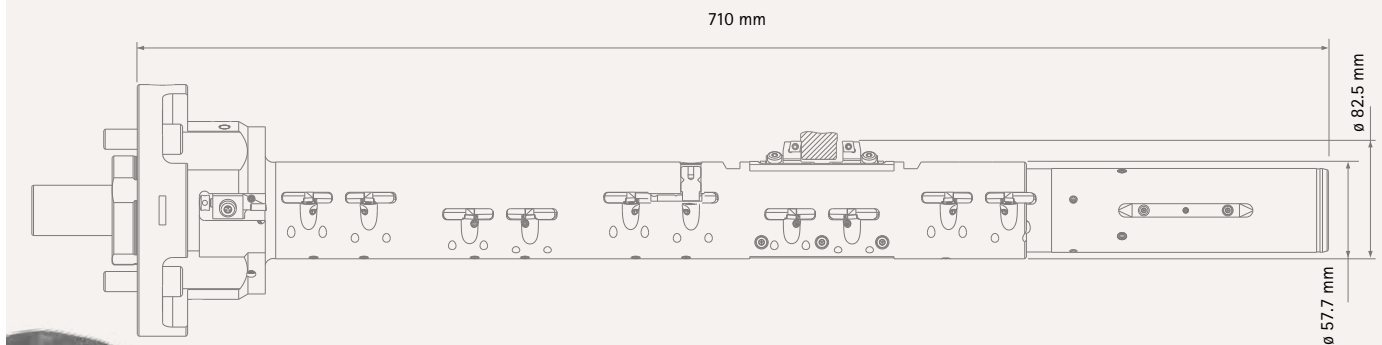
任务:

- 在短节拍时间条件下，以相应的公差加工轴承轴瓦面和止推轴承座

解决方案:

在两个加工步骤中完成直径加工。对所有的轴瓦面同时进行预加工以及接下来的终加工。

用同一个滑块钻杆，借助于可展开式控制的车端面滑块，通过车端面加工完成止推轴承座的加工。由此而达到了极好的表面质量和实现了明显快于铣削的加工。



切削数据

- 切削速度	120 m/min
- 转速	450 - 550 min ⁻¹
- 最大车端面行程	10 mm
- 进给	0.1 mm

性能特征

- 轴瓦面和止推轴承加工的组合
- 用于止推轴承加工的集成式滑块
- 通过 FA-KKH 对切削刃进行精确和简便的调整

优点

- 采用校准好的导向轴承的支撑达到极高的精度

带浮动夹头的线镗杆

应用可能性



卡车曲轴箱中的曲轴轴承孔

任务:

- 在短节拍时间条件下，以极窄的公差带在流程中加工轴瓦面

解决方案:

在输送加工机床上多支撑进行加工。在这里，汽缸曲轴箱体被抬起，线镗杆伸进轴承组中，然后，曲轴箱体落下。接着，进行轴瓦面的预加工和终加工。

一个浮动夹头用来补偿可能出现的机器与夹具和汽缸曲轴箱体之间的偏心。

910 mm

ø 99 mm

浮动夹头

切削数据

- 切削速度	140 m/min
- 转速	460 min ⁻¹
- 进给	0.1 mm

性能特征

- 相对工件校准的夹具保证了钻杆的精度

优点

- 通过准确协调于线镗杆的轴承组而达到极高的精度
- MAPAL 供货所有的部件
- 通过同时对所有的轴瓦面进行加工而缩短了加工时间

带集成轴承组的线镗杆

应用可能性



卡车曲轴箱中的凸轮轴轴承孔

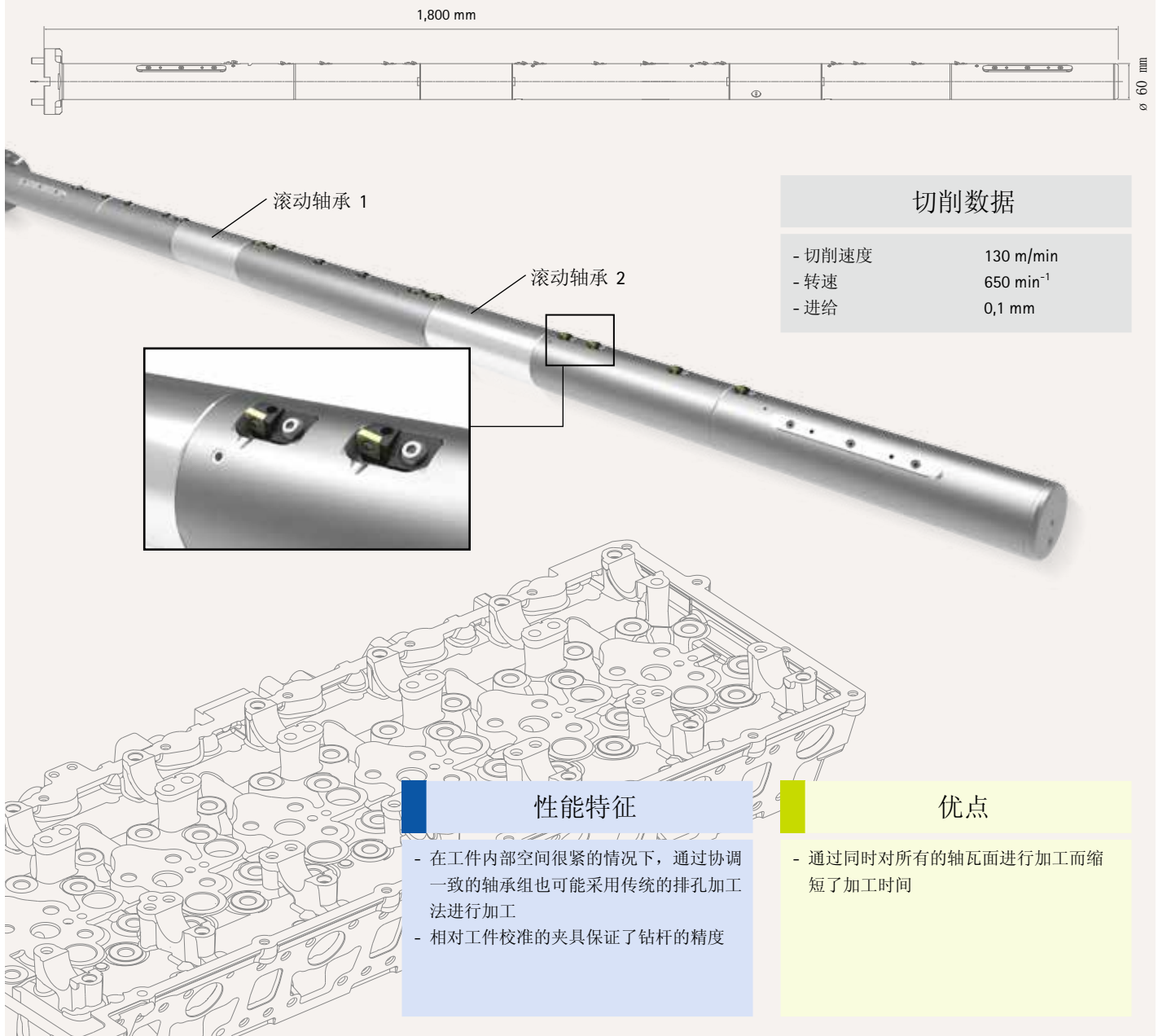
任务:

- 以要求的形状公差和位置公差加工超长的凸轮轴轴承孔。由于零件几何形状的原因不能采用滚动轴承轴承组进行支撑

解决方案:

滚动轴承支撑集在线镗杆当中，因此，可以在零件中把一个节省空间的固定环安装在夹具上。采用传统的排孔加工法进行加工:在偏心的工件时驶入和驶出轴承。

各半精加工切削刃同时进行切削，各精加工切削刃同时进行切削。



切削数据

- 切削速度	130 m/min
- 转速	650 min ⁻¹
- 进给	0,1 mm

性能特征

- 在工件内部空间很紧的情况下，通过协调一致的轴承组也可能采用传统的排孔加工法进行加工
- 相对工件校准的夹具保证了钻杆的精度

优点

- 通过同时对所有的轴瓦面进行加工而缩短了加工时间

带切槽车刀的线镗杆

应用可能性



轿车曲轴箱中的凸轮轴轴承孔

任务:

- 对具有很大直径/长度比的凸轮轴轴承孔进行加工，尤其是以特别窄的形状公差带和位置公差带的要求进行加工

解决方案:

由于很小的刀具直径（很小的安装空间）的原因而采用了切槽车刀。刀具通过一个 HSK-C 夹头夹紧在主轴上，并且采用多个轴承组支撑。在加工之前将工件拾

起，线镗杆驶入夹具的轴承组中。由于很紧的安装空间的原因，采用了滑动轴承组。

852 mm

ø 18 mm

切削数据

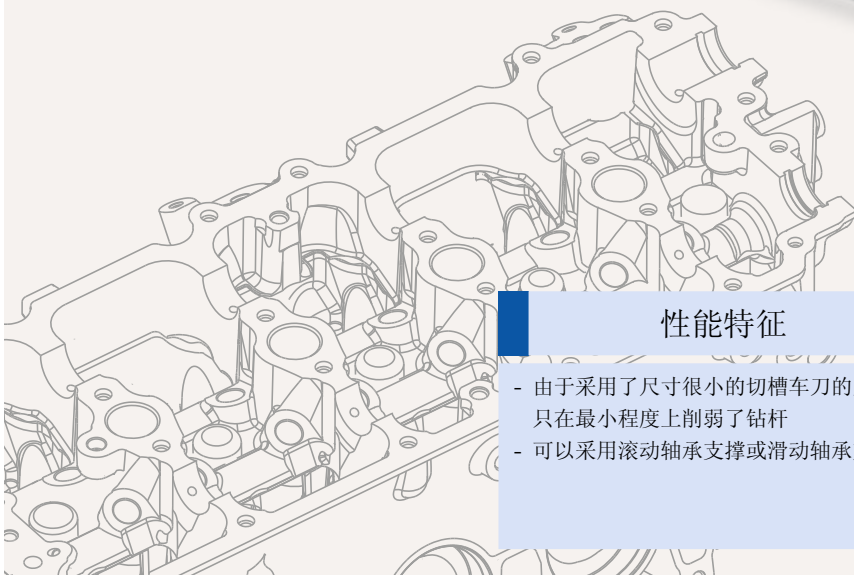
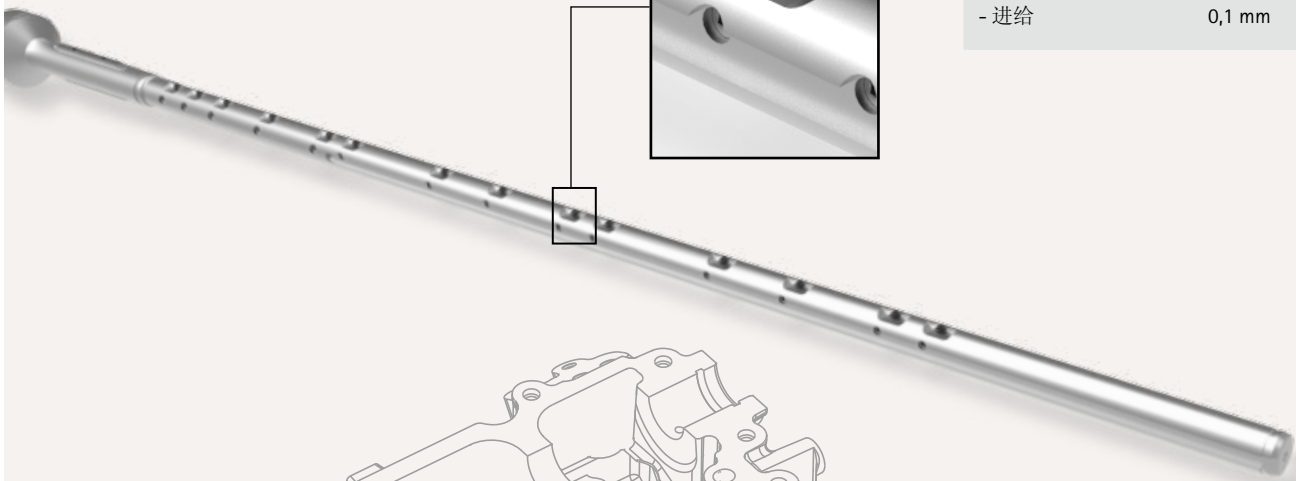
- | | |
|--------|-------------------------|
| - 切削速度 | 100 m/min |
| - 转速 | 1.500 min ⁻¹ |
| - 进给 | 0,1 mm |

性能特征

- 由于采用了尺寸很小的切槽车刀的原因而只在最小程度上削弱了钻杆
- 可以采用滚动轴承支撑或滑动轴承支撑

优点

- 虽然孔的长度很大，但是，通过多个支撑和完美校准的线镗杆而达到很高的直线度。







其它应用

陀螺式摇杆刀具 | 插补车削

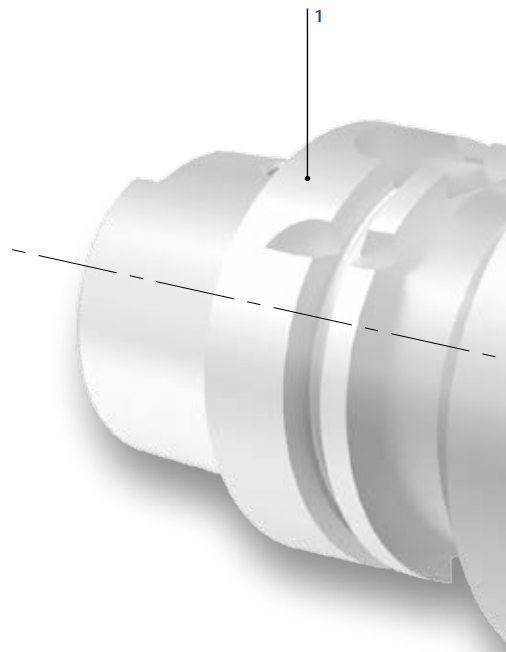
陀螺式摇杆刀具

内外成型轮廓的加工



使用 MAPAL 陀螺式摇杆刀具能够经济地和减轻机器负担地进行内外成型轮廓的加工。通过陀螺式摇杆的回转运动而形成陀螺运动。由于这种陀螺运动的原

因而使这种刀具在工作中只是点接触，所以也只是点受力。所需的进给力明显低于常规的拉削和推削的进给力，因此降低了机床进给单元的负载。



螺旋槽编程举例：

```

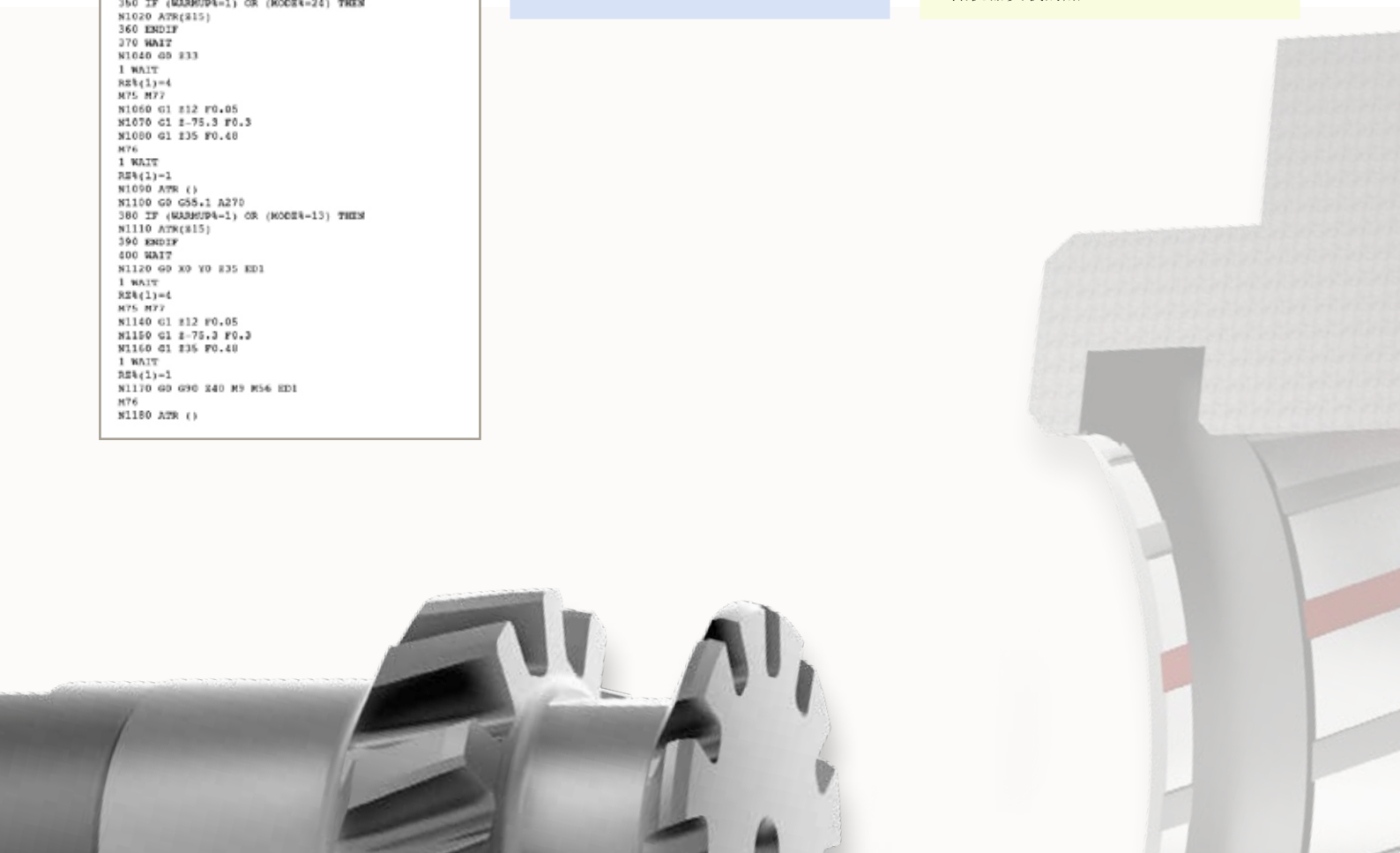
***** HELIX GROOVE D24.26 *****
R24(1)=1
N1000 WAK(A)
M300 SFI=30 M7 MB
N1010 G0 G54.1 A270 G0 G62 G71 G95 X0 Y0 Z40 G47 ED1
340 WAIT
360 IF (WARMUP4=1) OR (MODE4=24) THEN
N1020 ATR(415)
360 ENDIF
370 WAIT
N1040 G0 Z33
I WAIT
R24(1)=4
M75 M77
N1060 G1 Z12 F0.05
N1070 G1 Z-75.3 F0.3
N1080 G1 Z35 F0.40
M76
I WAIT
R24(1)=2
N1100 ATR ( )
N1100 G0 G55.1 A270
380 IF (WARMUP4=1) OR (MODE4=13) THEN
N1110 ATR(415)
390 ENDIF
400 WAIT
N1120 G0 X0 Y0 Z35 ED1
I WAIT
R24(1)=4
M75 M77
N1140 G1 Z12 F0.05
N1150 G1 Z-75.3 F0.3
N1160 G1 Z35 F0.40
I WAIT
R24(1)=1
N1170 G0 G90 Z40 M9 M56 ED1
M76
N1180 ATR ( )
  
```

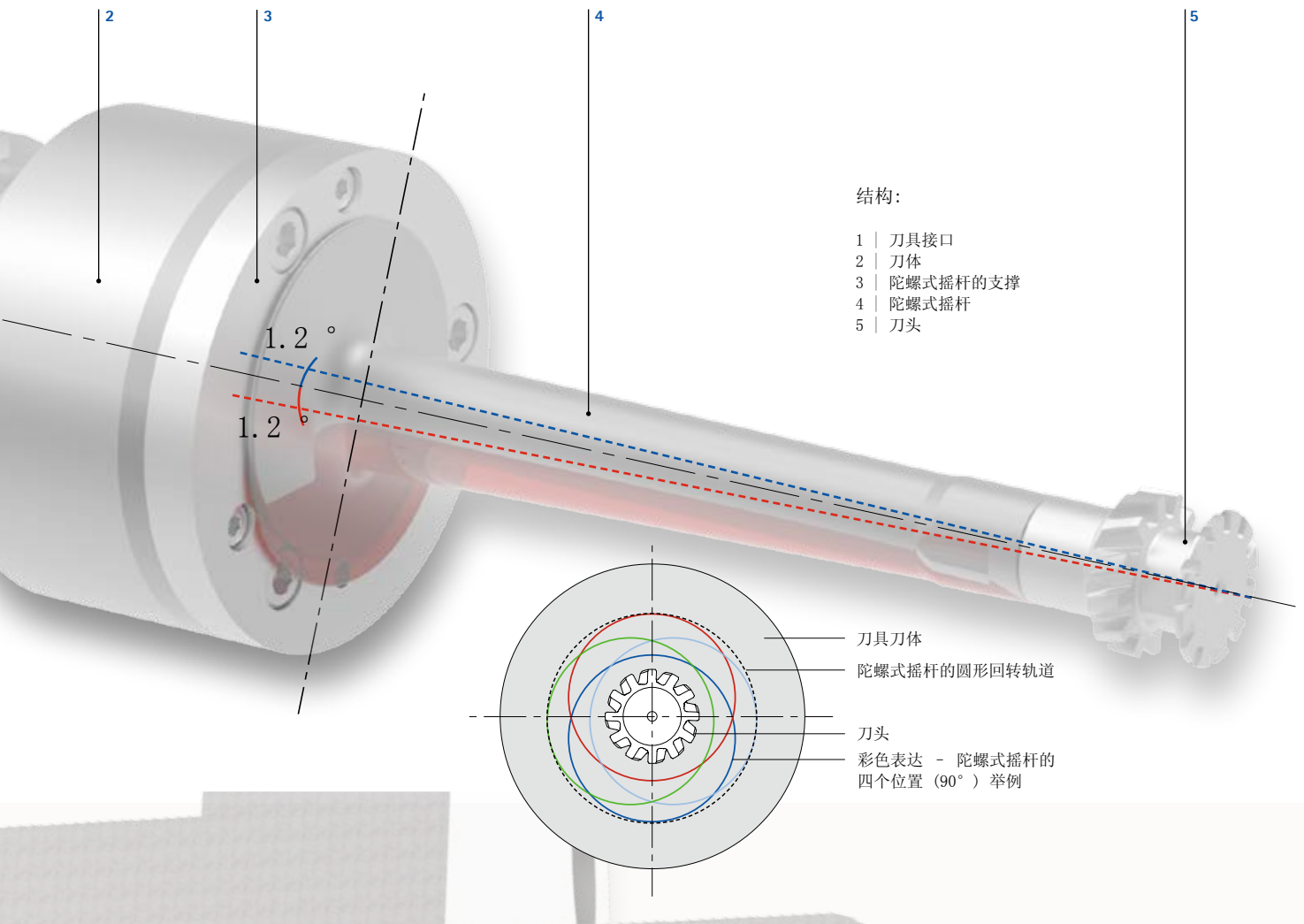
性能特征

- 陀螺式摇杆倾角总是 1.2°
- 端面 / 刀头端面至陀螺式摇杆支点的距离总是 18 mm

优点

- 在一次加工过程中完成成型轮廓的完整加工
- 很低的进给力
- 低机器负载的加工





结构:

- 1 | 刀具接口
- 2 | 刀体
- 3 | 陀螺式摇杆的支撑
- 4 | 陀螺式摇杆
- 5 | 刀头

- 刀具刀体
- 陀螺式摇杆的圆形回转轨道
- 刀头
- 彩色表达 - 陀螺式摇杆的四个位置 (90°) 举例

插补车削

在加工中心上的车削流程

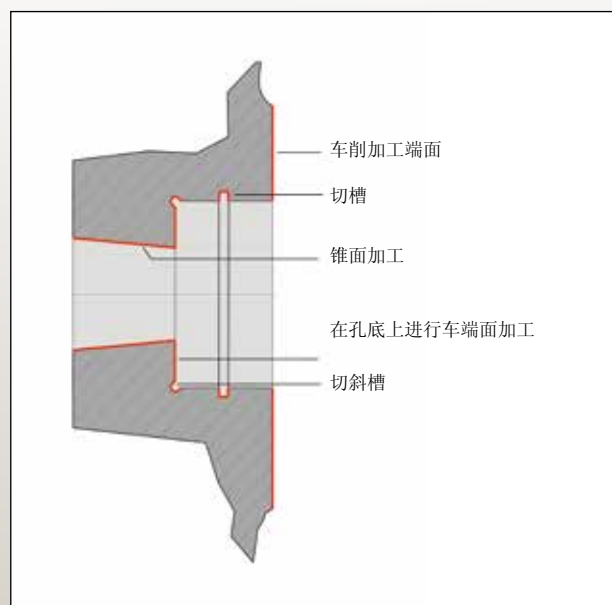


插补车削是一种能够在加工中心的车削流程中完成的加工方法。例如，用于在箱体类零件上切槽，否则的话，这些槽要采用旋风铣制成。当然也可以加工其它典型的车削几何形状，例如，可以在加工中心上采用插补车削的方法加工锥形。

最重要的机器前提是要有一个能够作为位置控制的运动轴来工作的主要主轴。



端面
锥面
槽
倾斜切槽



功能原理:

在进行插补车削时，加工中心的主要主轴要切换到位置控制的工作模式（也称为轴模式）。然后，它就可以像车削轴一样来控制。

在车床上进行切槽或车端面加工时，切削刃在工件上运行一个螺旋轨迹。在这里，每转的径向进给就是螺旋的导程。在加工中心上进行插补车削时，这种螺旋运动通常都通过半圆运动近似形成，亦即，进给轴在圆弧插补中

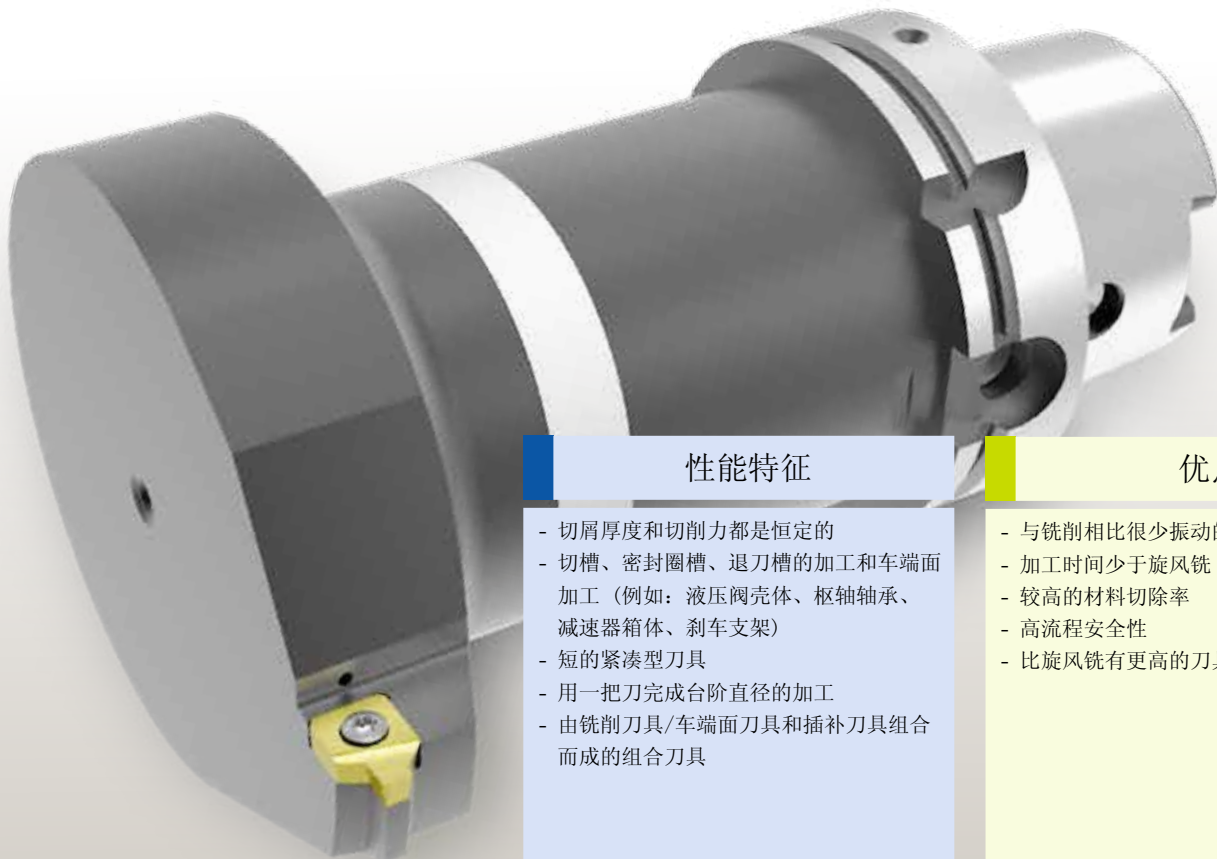
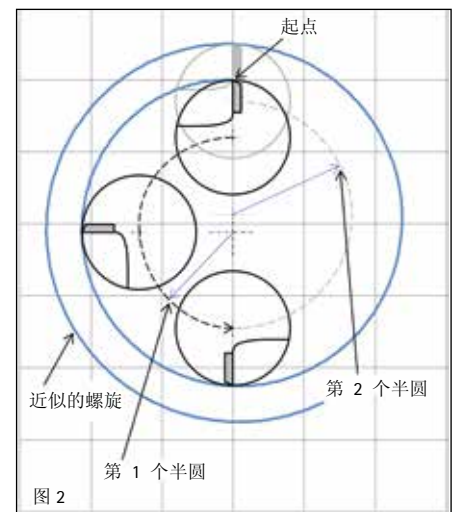
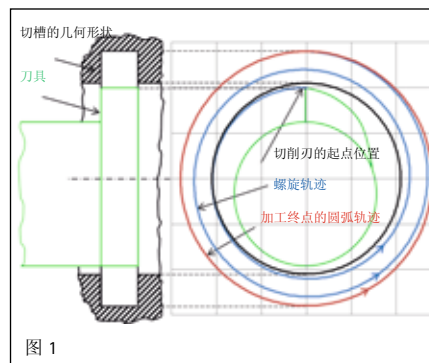
运行一个半圆（在 $x-y$ 平面中），而在同时，主要主轴跟随进给轴的运动进行运动（图 1）。

在这里，半圆的圆心相对于切槽的轴线稍微错位。由此而形成的切削刃的运动轨迹近似于在车床上进行常规车削时的螺旋轨迹。

实际运行轨迹与螺旋轨迹在半径上的最大误差大约相应于每转径向进给的 5%。在进给为 0.15 mm 时，相对于螺旋的最大误差为大约 7.5 μm 。

图 1: 同步于 $x-y$ 平面的刀具定向

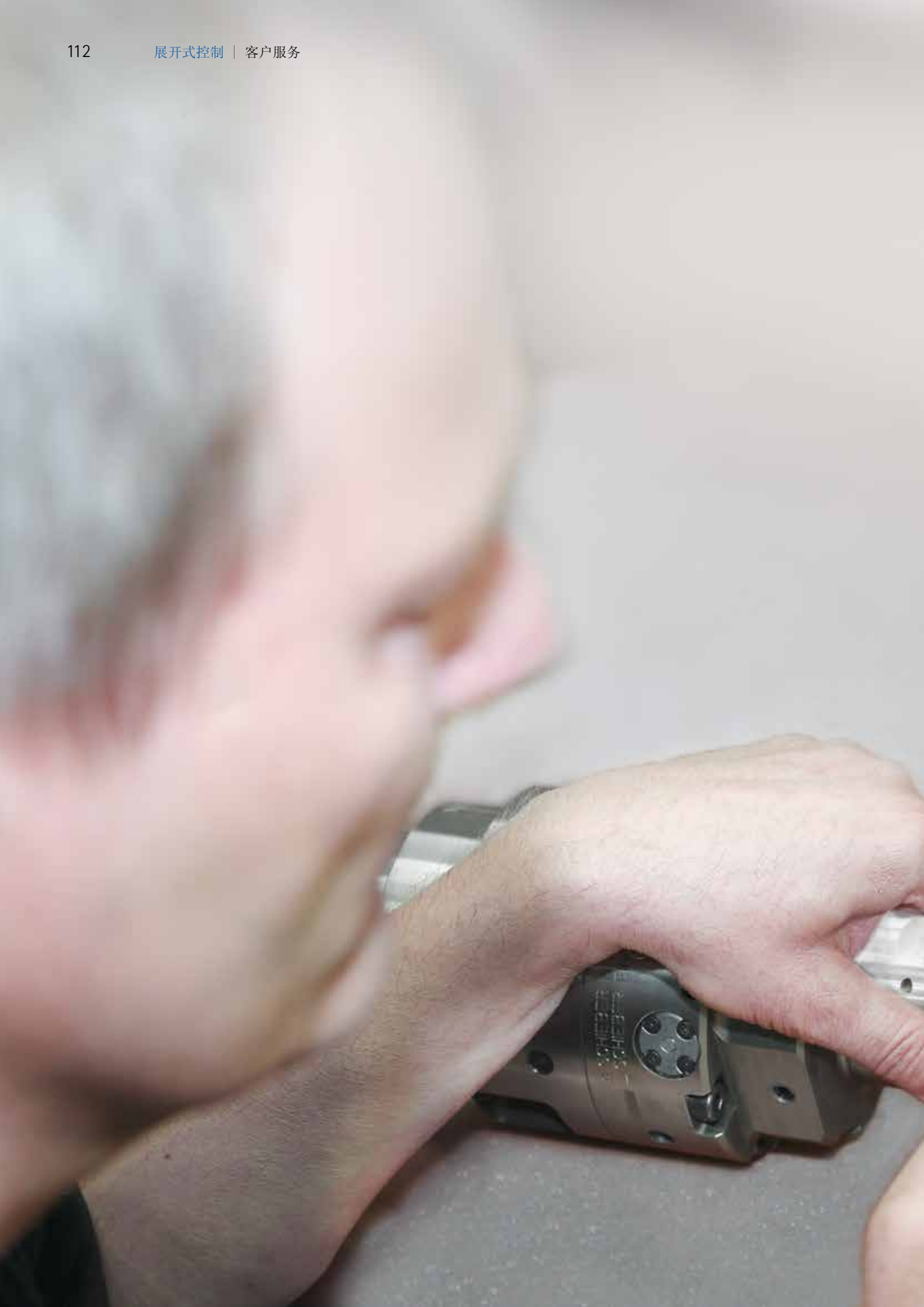
图 2: 在插补车削时的刀具运动 (螺旋, 圆弧轨迹)

**性能特征**

- 切屑厚度和切削力都是恒定的
- 切槽、密封圈槽、退刀槽的加工和车端面加工（例如：液压阀壳体、枢轴轴承、减速器箱体、刹车支架）
- 短的紧凑型刀具
- 用一把刀完成台阶直径的加工
- 由铣削刀具/车端面刀具和插补刀具组合而成的组合刀具

优点

- 与铣削相比很少振动的加工
- 加工时间少于旋风铣
- 较高的材料去除率
- 高流程安全性
- 比旋风铣有更高的刀具刚度



客户服务

客户服务流程 | 客户服务合同 | 保养周期



展开式刀具客户服务

全部一体式服务

工艺规划 选型设计 调试 保养

MAPAL 在展开式刀具范围提供针对全部产品的大量咨询服务。

在首次会谈中，由销售人员接收对加工流程的要求，以便能够提供客户定制的产品。

作为特殊解决方案的专家，当然也提供采用标准部件匹配于客户专门要求的解决方案。

为了能够编排保养日期和减少服务费用，也可以与客户签订客户定制的服务合同（见第 119 页）。

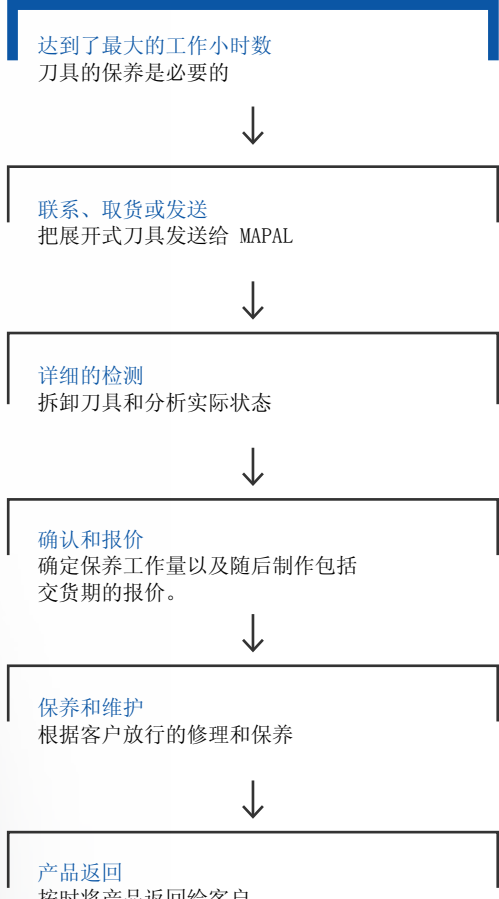
MAPAL 客户服务团队以定义的保养间隔对刀具进行检查。

您的受益

- 降低总运行成本
- 恒定的加工质量和流程安全性
- 提高使用寿命



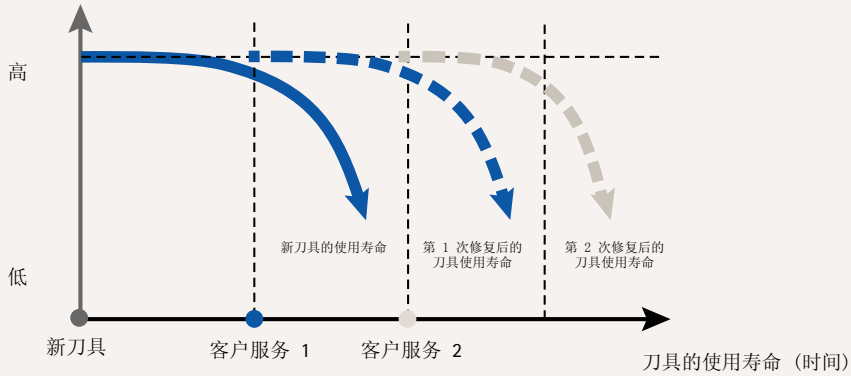
保养流程



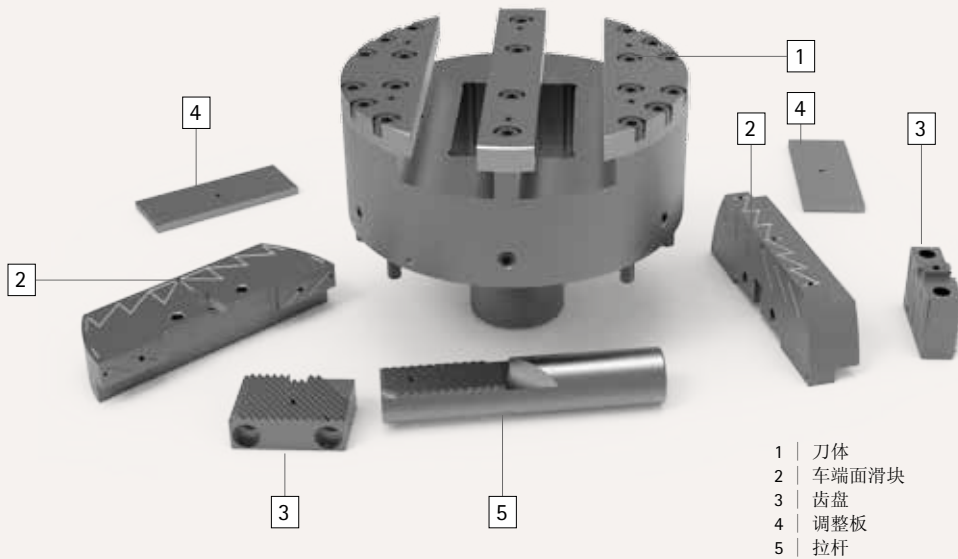
展开式刀具客户服务

保养间隔

质量和精度



车端面刀头细节



以车端面滑块为例的刀具磨损



根据刀具的状态进行下列各项工作：

- 清除了划痕
- 表面修整
- 对滑块进行了重新匹配
- 更换了部件
- 对刀具功能进行了测试





型号	润滑	刀具	保养间隔* (参考值) (至保养的工作小时数, 单位: 小时)
TOOLTRONIC® LAT	手动		4.000 - 5.000
TOOLTRONIC® EAT	持续润滑		4.000 - 5.000
带拉杆的滑块式刀具 + 车端面刀头 (LAT 和 EAT)	中央, 自动润 滑循环		8.000 - 10.000
挡块驱动展开式刀具	手动		4.000 - 5.000
冷却液控制的刀具	手动		4.000 - 5.000

* 所给出的参考数据适用于保持在刀具文档中所列出的润滑循环的情况。

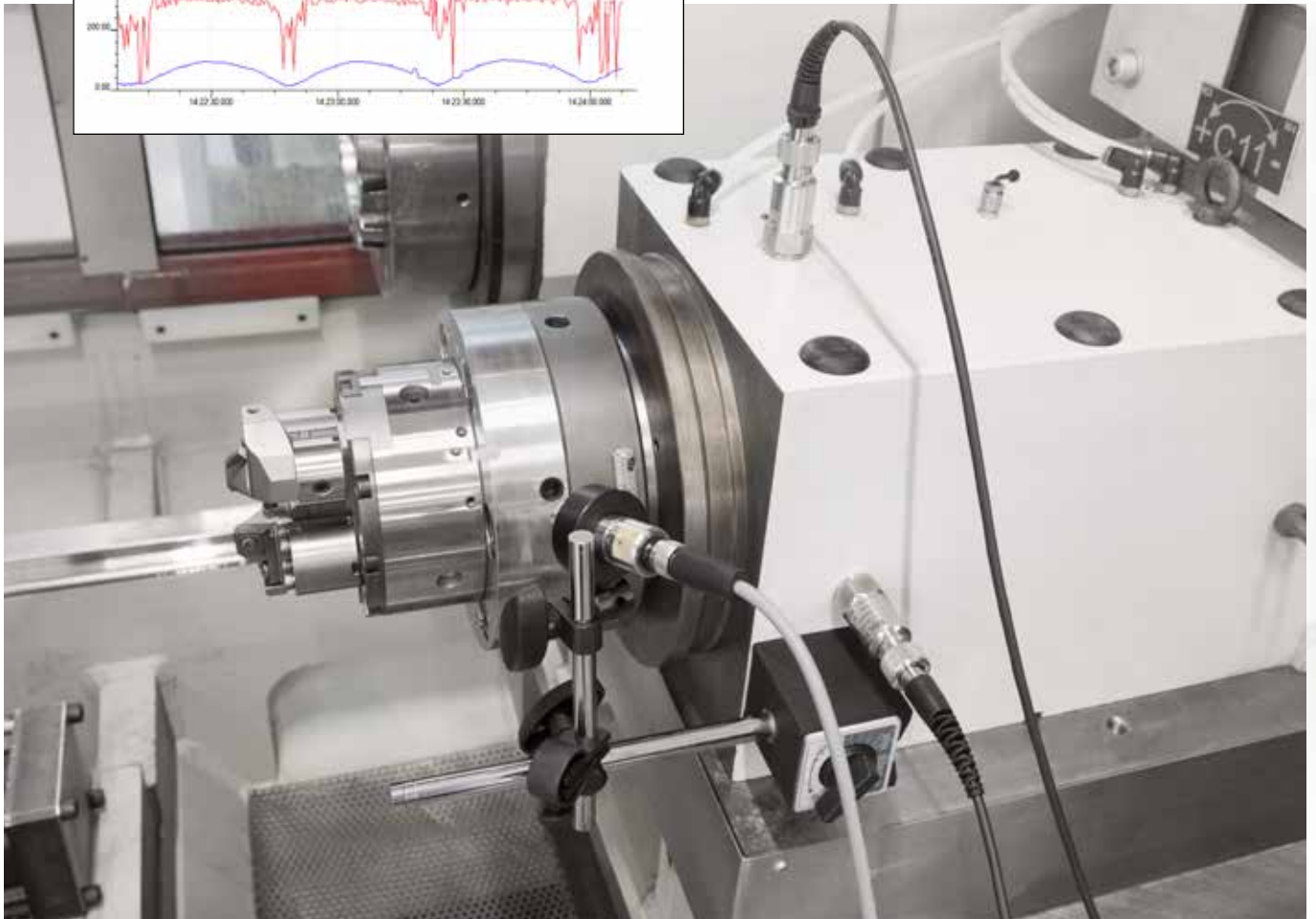
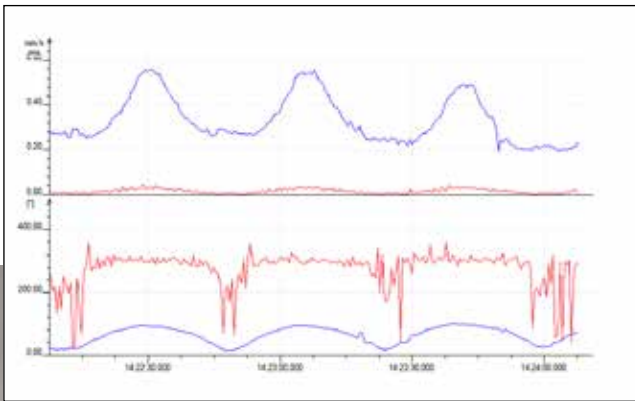
展开式刀具客户服务

在现场找平衡和个性化的服务合同

MAPAL 刀具在供货之前已经按照客户所要求的平衡质量找好了平衡。为了取得更好的加工效果，在把刀具装入主轴之后，要对整个“主轴 / 刀具”系统进行精密平衡。

由于在精密平衡后减少了振动的原因，能够进一步改进工件的表面质量和圆度。另外，振动的减少也对刀具的使用寿命产生正面的影响。

MAPAL 以服务业务的形式为客户提供这种现场的精密平衡服务。借助于一台移动式平衡仪直接在机器上对整个系统进行分析 and 微调以减少振动。也能够进行共振分析，确定主轴能够最安静地运行的转速范围。通过这种客户服务能够保证极高的加工质量和一个稳定的流程。





个性化服务合同

我们愿意与您一起共同制定一个与您的需求协调一致的服务方案。例如，在我们的各种服务模式中，也包括客户定制的保养合同，其中包括了所有的人员和出差费用。在展开式刀具时，您可以在三种类型的服务合同中进行选择：

① BASIC

我们按照预先定义的时间间隔对您的不同类型的刀具进行保养。在这里，我们也事先与您一起共同商定保养工作的运作流程。

② COMFORT

我们根据要求为您准备好与您共同定义的磨损件备件库存。如此，能够在服务或修理时能以极快的速度完成工作。

③ COMPLETE

在与您签订服务合同的情况下，我们不仅能够承接到来的保养工作，而且也全面接手有关保养的物流运作和有关文档的工作。

刀具保养	■	■	■
备件备货	-	■	■
物流运作	-	-	■

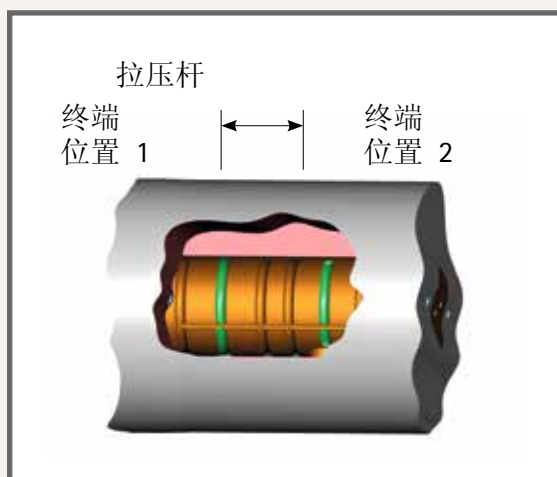
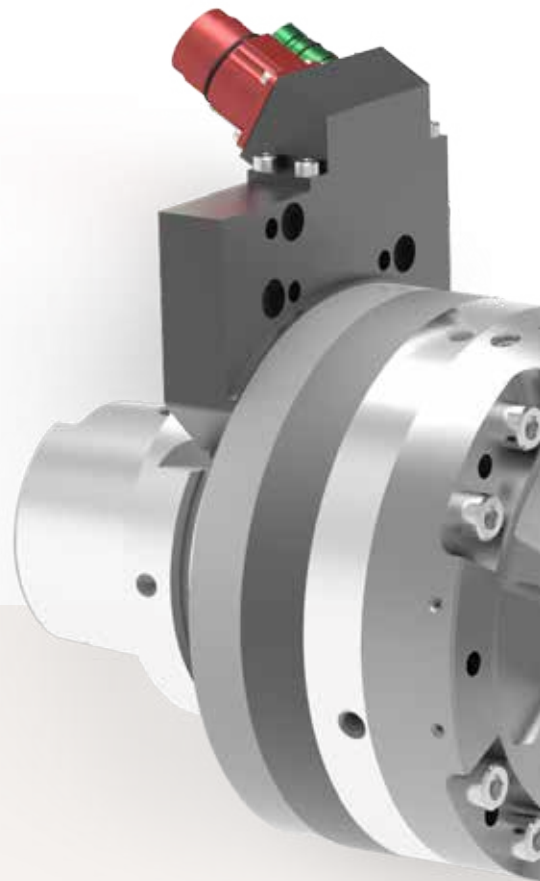


技术附件 TOOLTRONIC®

位置监控 | 数据传输 | 机器准备 | 集成类型

位置监控

TOOLTRONIC-S® - 带终端控制的展开式刀具



更高的安全性和很少的加工时间

为了能够经济地完成困难的加工，例如，在大系列加工中在零件上的切槽或者清根槽车削，大多数情况下，都采用带有展开功能的特殊刀具。在这里，这种刀具主要应用在带有诸如像拉杆这样的相应驱动设备的特殊机床上。但是，总体的发展趋势是，取代在特殊机床上进行加工，而在现代化的、灵活的加工中心上进行加工。MAPAL 也为此提供有创新的刀具解决方案，无需附加的进给单元即可实现展开式控制功能，它们是冷却液驱动的刀具或挡块驱动展开式刀具。在此最有发展潜力的是冷却液驱动的刀具。几乎在所有的加工中心中都有这种介质，部分地还拥有不同的压力级。在迄今为止所采用的系统中都有

一个缺点，就是没有滑块是否已经驶入或驶出的报告。为了达到较高的安全性要编程附加的停留时间。但是，这将增加整个加工时间，而且也不能保证滑块 100% 地停在正确的位置上。

TOOLTRONIC-S® 用于所有的滑块式刀具

在这里，与展开式控制的类型无关，能够测量各个终端位置。通过刀具上的传感器把信息传递给机器的控制器。如此，可以在无需附加的停留时间的情况下，在机器程序中马上转到下一个语句，其结果是每个加工节拍最多能够节约 20 秒的时间。在这里，MAPAL TOOLTRONIC 的定子是刀具与机器之间的接口。电感式的数据和能源传输为系统提供了可靠的保障。不再需要诸如像在

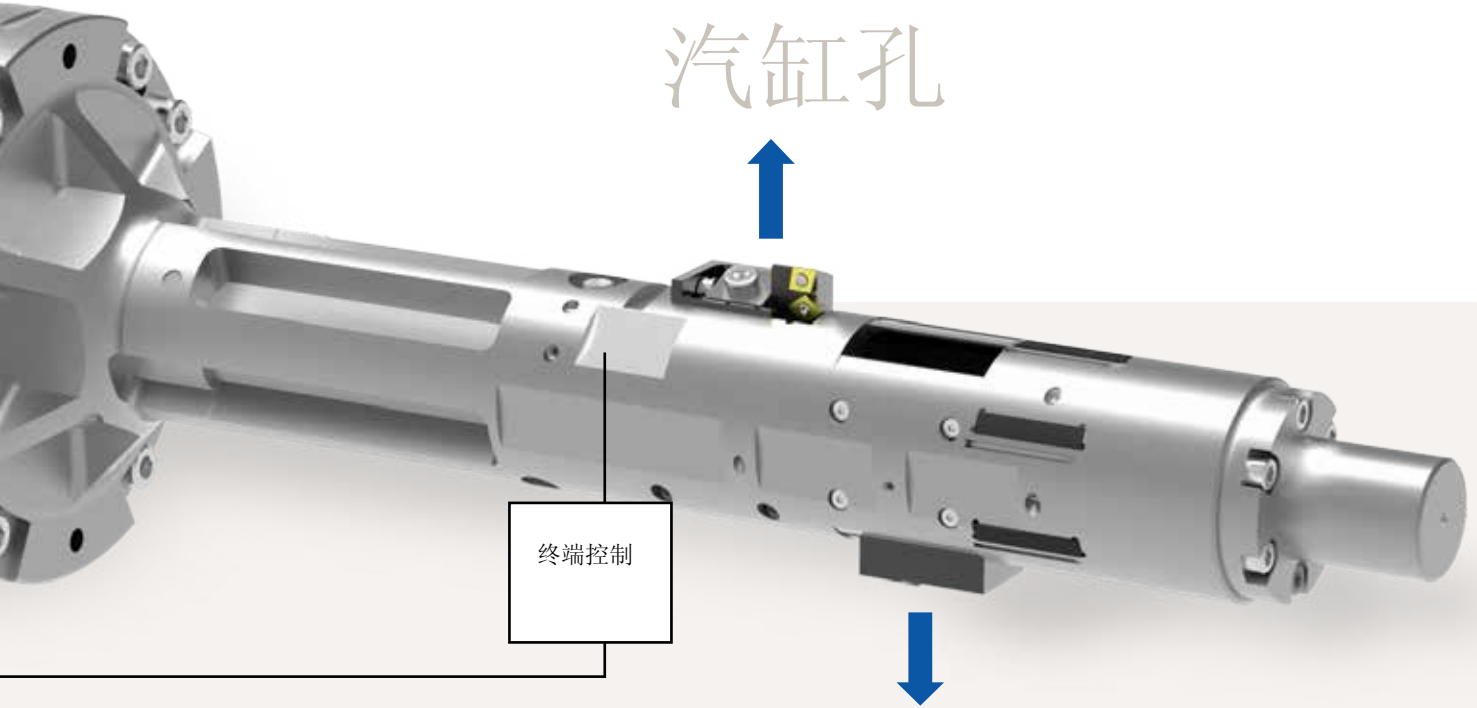
无线系统中所需的机器的内部电源（电池）。安装在机器侧的定子能够非常简单地用来驱动具有完整功能的 TOOLTRONIC 轴。由此而能够完成对整个轮廓的加工。

优点

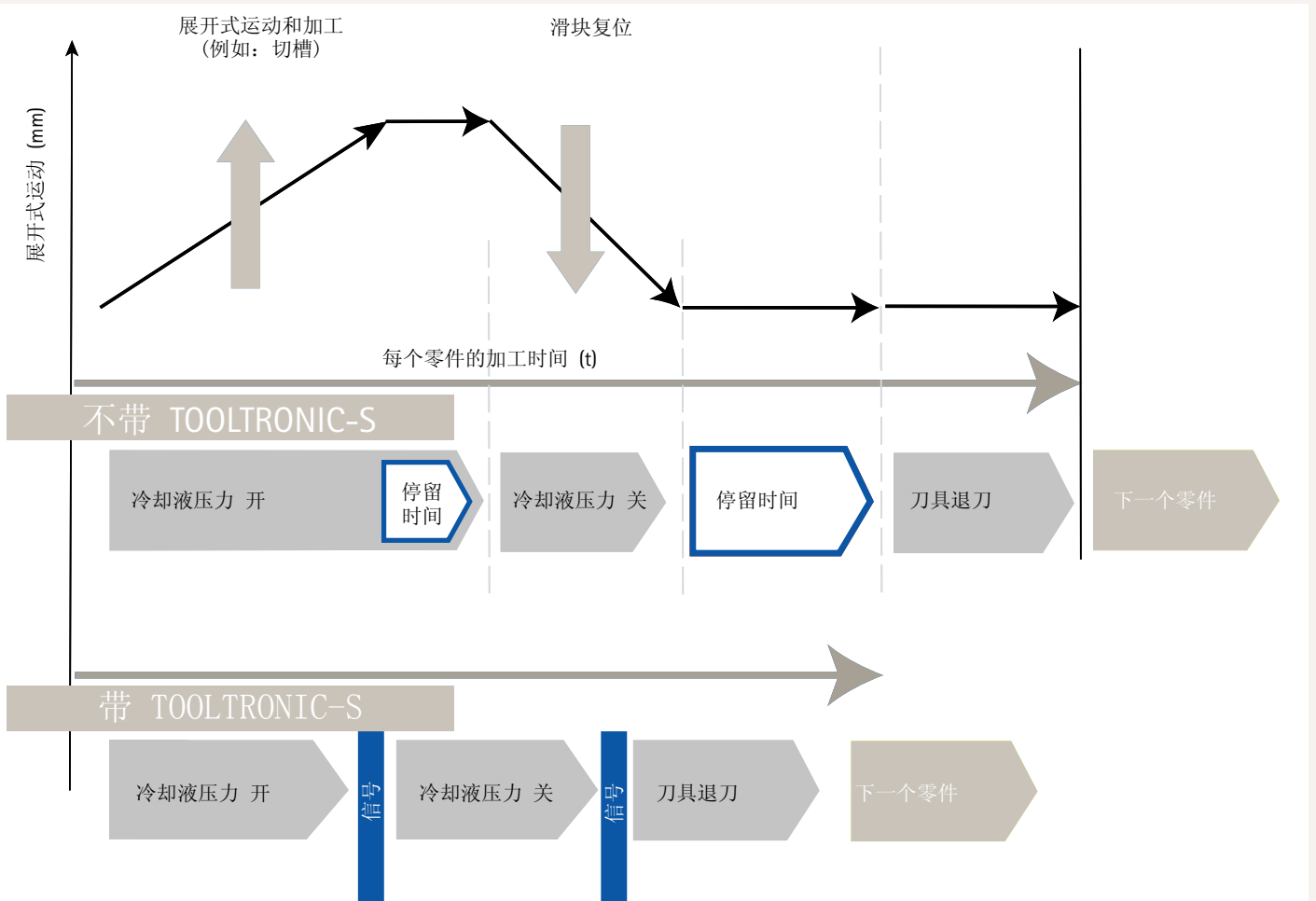
- 通过终端检测而保证了流程的安全性
- 节约时间（没有停留时间）
- 可以在 TOOLTRONIC 上加装备（轮廓加工）

止推轴承

柱塞孔 汽缸孔



不带和带 TOOLTRONIC-S® 的加工循环



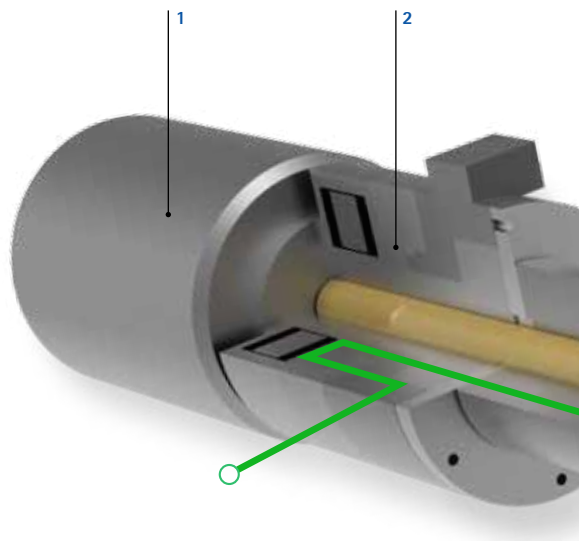
数据传递

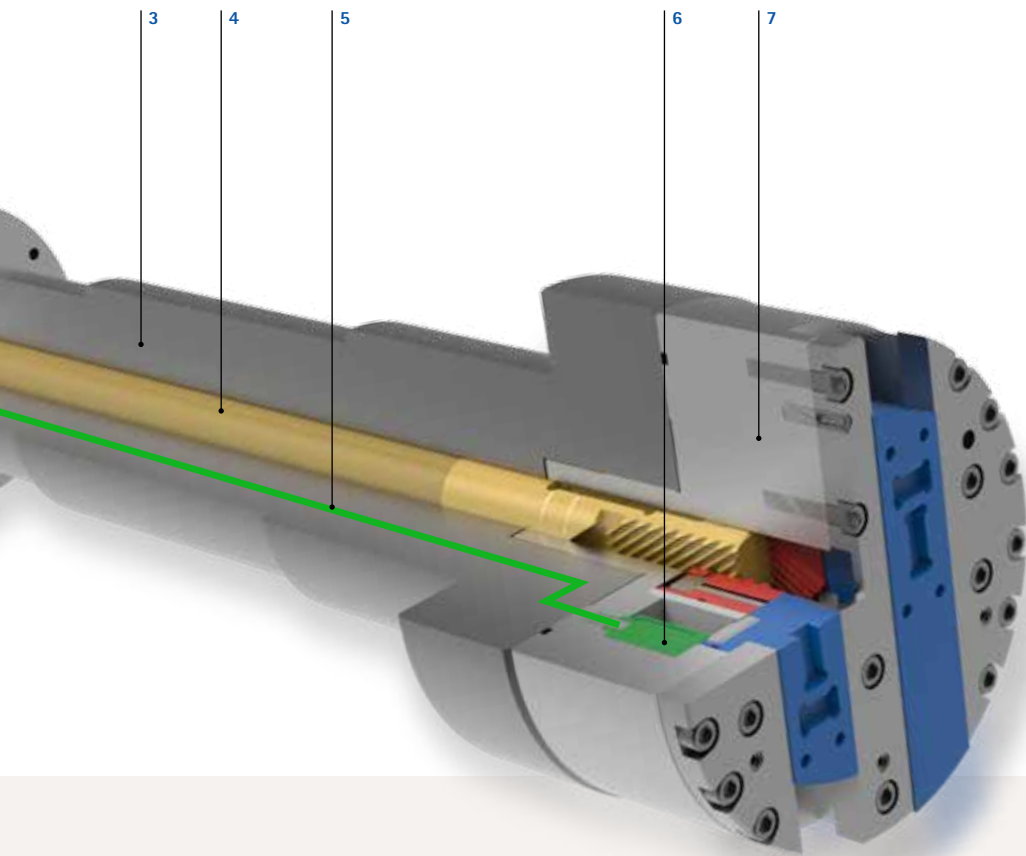
在拉杆驱动展开式控制系统中的直接位置测量



配置有测量系统的展开式控制系统传统上都采用拉杆驱动。通过将高分辨率的测量系统直接安装在滑块上而提高了定位精度。由此而能够补偿驱动元件的机械偏差和补偿由于温度变化引起的偏差。由此而能够达到采用不带测量系统的机械式展开式控制系统所不能达到的加工精度。

首次实现了对滑块运动的直接测量，由此而能够对滑块进行直接控制。机器侧的驱动器通过拉杆来驱动滑块的运动。测量信号通过设置在主轴端部的无接触式能源和数据传输装置进行传递。与位置测量系统连接的信号电缆则必须穿过机床的主轴。





结构:

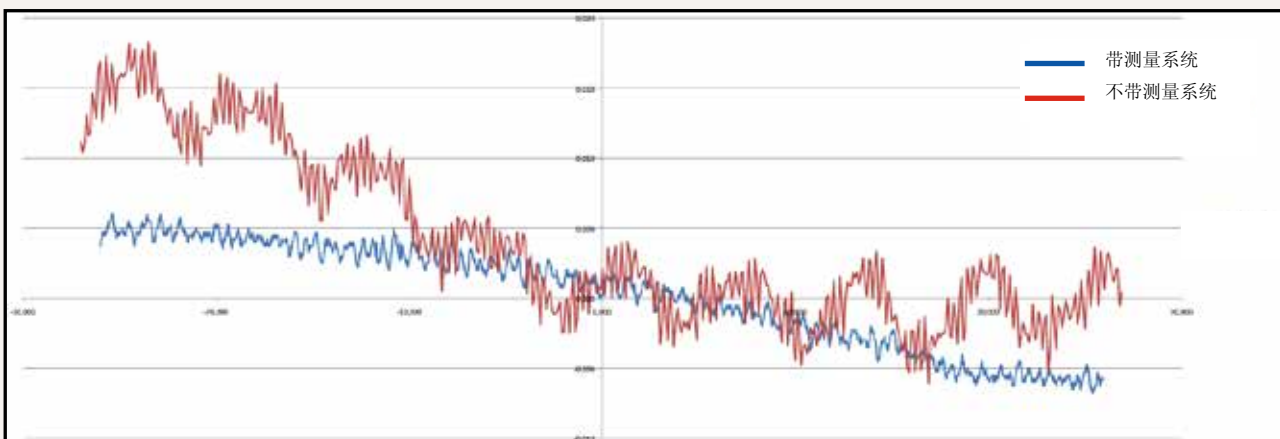
- 1 | 拉杆驱动装置
- 2 | 输送单元
- 3 | 主轴轴
- 4 | 拉压杆
- 5 | 信号电缆
- 6 | 位置测量系统
- 7 | LAT 车端面刀盘

性能特征

- 即使在由于磨损而发生变化时也能控制排除反向间隙
- 降低了磨损对加工质量的影响

优点

- 设置在滑块上的直接测量系统提高了定位精度，由此而提高了加工质量
- 能够平衡拉杆驱动器的发热
- 提高了流程能力



在机械式展开式控制系统上的剩余不精确度能够通过直接测量系统而得到补偿。

机器准备

TOOLTRONIC® U 轴 - 更大的安全性和更少的加工时间



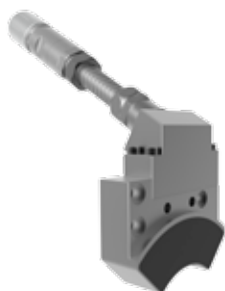
在购买机器时，往往还不能确定，在未来是否最好要采用可更换的 U 轴来加工零件。

在已经安装好的机器上补充集成一个 U 轴要比事先就集成完毕昂贵得多。

以很低的预装备成本就能获得所需的选项，在需要时能够简单快速地为机床加装一个 U 轴。这要感谢大量标准

化的技术接口，在确定了哪些 U 轴系统能够最佳地满足要求的时候，再决定进行实际加装。

定子 / 定子更换部分



U 轴刀具



定子基础模块

电缆连接



Combox

用于临时夹紧连接定子和 U 轴匹配电子元件的电缆

性能特征	优点
<ul style="list-style-type: none"> - 机器制造商提供用于 U 轴系统的准备 - 用于机器个性化的选项 - 对机床进行扩展的可能性 	<ul style="list-style-type: none"> - 在电气柜中加装制造商专门的电子元件的可能性 - 在 NC 机床上加装模拟式模块的可能性 - 在控制器组中对 U 轴进行考虑

NC 控制

可组配的带模拟接口的 NC 控制系统

信号

PLC:I/O – 信号

位置实际值

±10 V 速度给定值

足够多的二进制输入和输出

电缆

电子元件

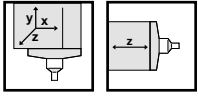
预留位置，用于安装制造商专门的 U 轴匹配电子元件

电源器和电子元件

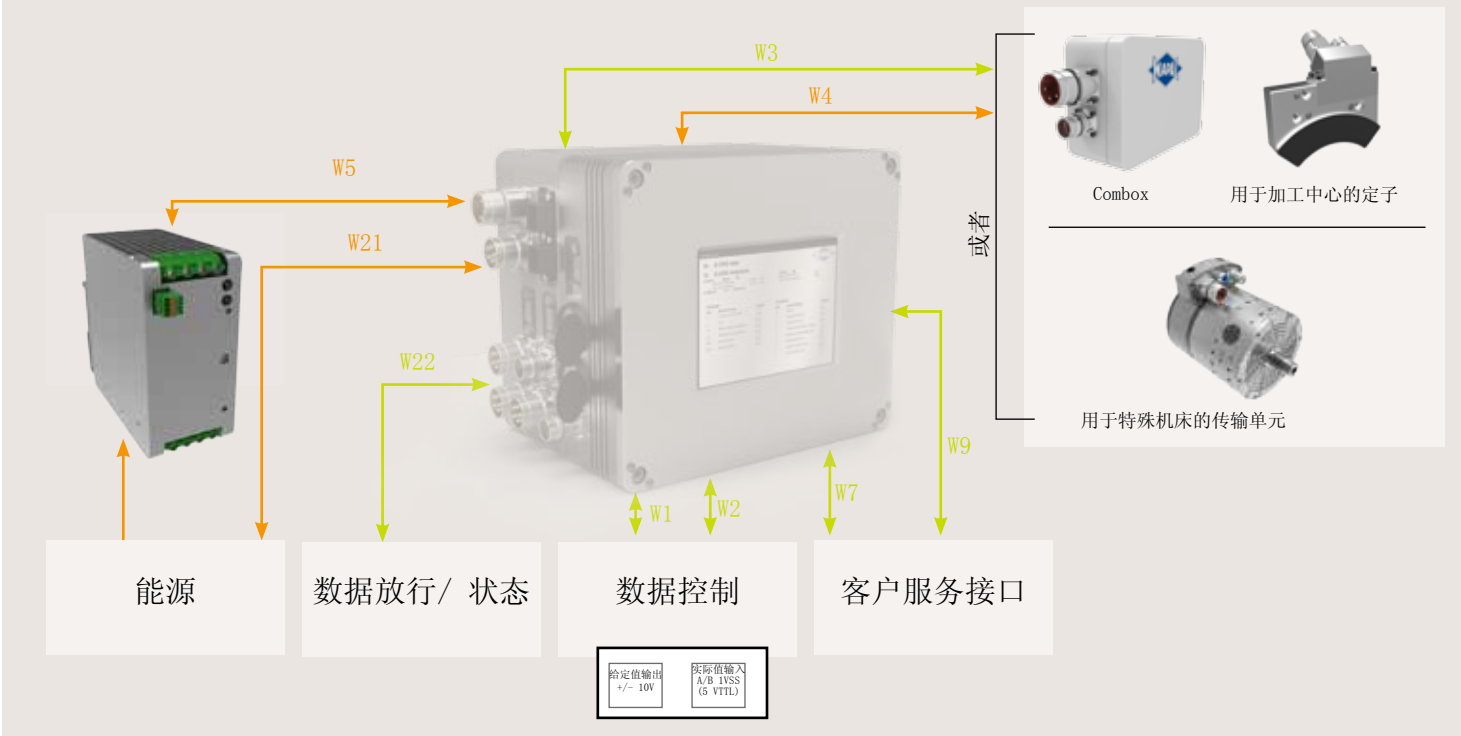
用于 U 轴刀具与 NC / PLC 之间的接口信号的匹配

集成类型

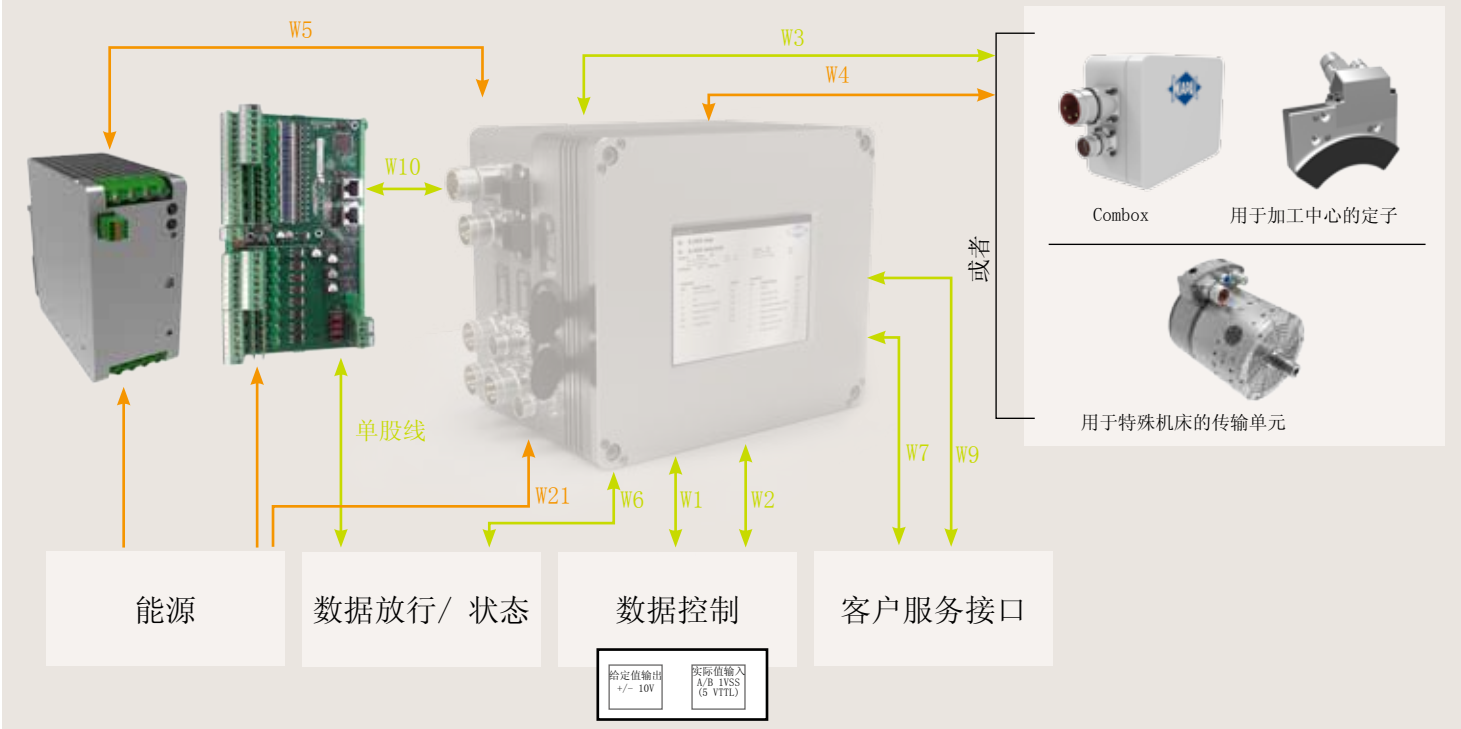
类型



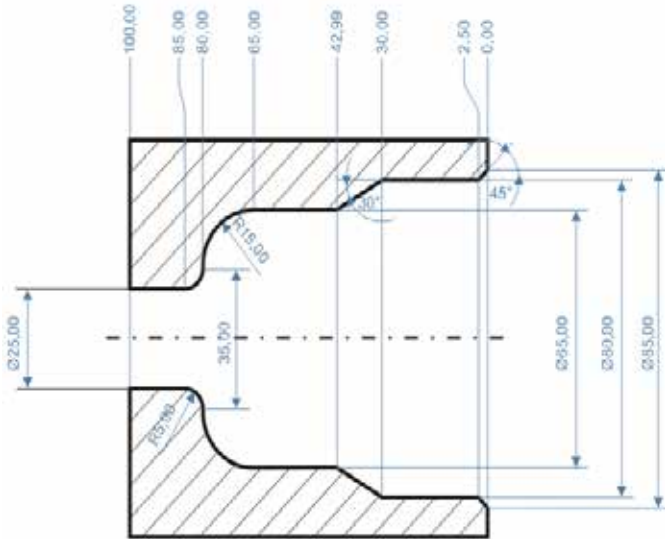
PROFIBUS 总线



数字式输入/输出



编程举例



```

N100 G17 G90;
ARBEITSEBENE ANWÄHLEN / ABSOLUTE POSITION
N190 G54;
WERKSTÜCKNULLPUNKT AUFRUFEN
N200 G0 X0 Y0 D0          X/Y ACHSE POSITIONIEREN
(OHNE WERKZEUGLÄNGENKORREKTUR)

UP_TOOLTRONIC_EIN;
UNTERPROGRAMMAUFRUF TT-EIN

N220 D1          WERKZEUGKORREKTUR AUFRUFEN

N290 G95
N300 G0 Z2 X39
N310 G1 X87 Z1 G41 F0.1
SRK AUFRUF (ACHTUNG: SCHNEIDENLAGE IN WERKZEUGSPEICHER)
N320 G1 X80 Z-2.5
N330 G1 Z-30
N340 G1 X65 Z-42
N350 G1 Z-65
N360 G3 X35 Z-80 CR=15
N370 G2 X25 Z-85 CR=5
N380 G1 Z-102
N390 G1 X24
N400 G40;
SRK ABWÄHLEN
N410 G0 Z2

N420 UP TOOLTRONIC AUS;WERKZEUGWECHSEL N430 T0 M6
    
```





更多的产品和服务方案您可以查阅：

铰刀 | 精镗刀

钻孔 | 镗孔 | 铰孔

铣刀

车刀

夹紧系统

展开式刀具

调整 | 测量 | 分发系统

客户服务