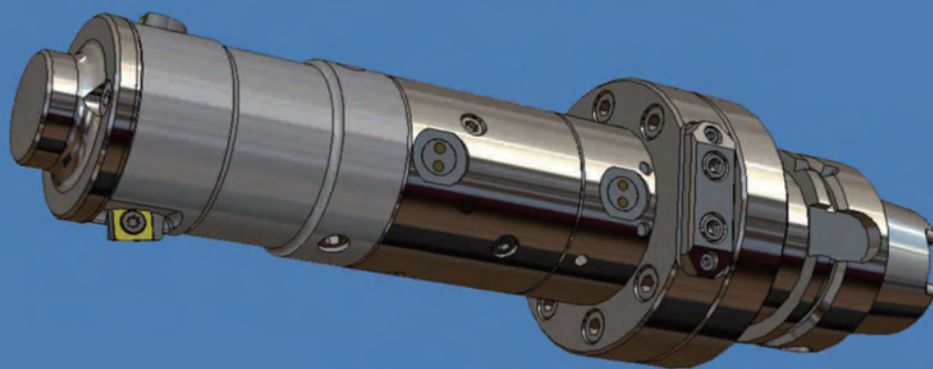


N_{TEX} & N_{TEX}-SC

ATC补偿功能刀具



μm

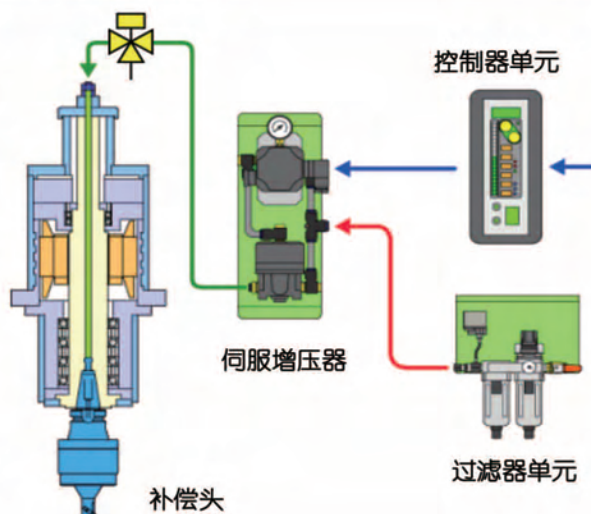


将弹性刚性体用可控高密度动作的动力进行补偿的补偿头

利用气液压方式的动力驱动高刚性弹性体产生以微米为单位的弹性变形, 实现高精度补偿动作的方式就是P/H方式的补偿头。在这种方式中是以气液压作为补偿驱动的媒介。压缩气所具有的高压缩性, 作为向有限内径的流路和狭小容积体传递高密度能量的媒介, 具有非常优越的特性。

正因为使用高压压缩性物性的压缩气, 密闭的回路两端上的补偿控制器单元和刀柄(补偿头)所承受的压力具有双向性特性(远距离力感知控制性), 即便是开环控制也可实现高精度控制, 补偿量的控制方面可以确保高达 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的精度。

因补偿压力的传递媒介使用了压缩气, 只要用电磁阀将回路内的补偿压缩气向大气开放, 其压力立即下降到大气压, 可以利用这一特性实现刀具的退刀(去除镗削加工中的退刀痕)。



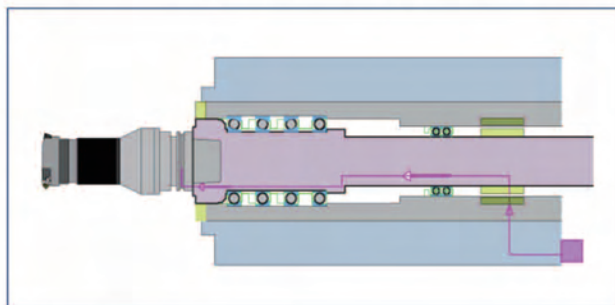
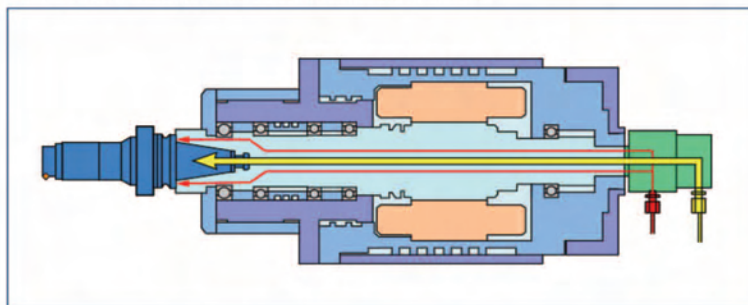
通过主轴中心孔传递补偿气压的双旋转接头方式

为了将补偿气压通过设备的主轴中心孔传送至主轴前端上的刀柄(补偿头), 可以采取以下方式。

其一, 使用加工中心的内冷切削液中心孔。(请参考下图)因压力媒介为压缩气, 为了防止补偿压缩气(包括旋转接头)的泄漏, 需要保证其密封性(主轴与刀柄之间的连接部位无需密封件)。但有一点, 主轴后端部需要安装切削液与压缩气的切换阀系统和残余压力排泄回路。

还有, 具备轴心内冷切削液和轴心补偿压缩气双流路的方式。这时主轴的后端部需要使用双流路旋转接头。为了保持平衡, 补偿气压是通过主轴端面对称设计的2个小孔与补偿头端面相连接(端面不需要设置密封件)(请参考左下图)。

另外一种, 是用迷宫式密封方式的非接触接头代替旋转接头, 利用旋转主轴与铸成部位之间预留的30微米的间隙来传送补偿压缩气。这种方式也是刀柄和主轴之间是端面结合(请参考右下图)。这种情况下, 尽管会有少量压缩气的泄漏, 但系统本身具备弥补其泄漏量的压缩气供给能力。



利用给主轴内传递补偿气压通道的ATC珩磨磨头和气动测头

如上述, 具备利用主轴中心孔传送压缩气机构的设备, 不但可以用于补偿, 还可以用于珩磨加工。例如, ATC珩磨头是在刀柄内部装有扩张推压磨石的圆锥体机构以及控制用气液压方式的动力单元, 通过控制磨石的接触面压力实现珩磨加工。

退缩磨石插入·扩张磨石·控制接触面压力进行加工·退缩退刀。利用压缩气压力就可以完成, 其他只需控制好Z轴的横向进刀, 就可以用加工中心实现珩磨加工。

更进一步, 通过采用两路传送压缩气的机构等措施, 比如(侧插棒), 可以一边进行珩磨加工, 同时用气动方式测量加工孔径。这时, 可以采取适合珩磨头上的特殊导向间隙的喷嘴和测量方法来对应。开发有反馈测头上的背压并控制珩磨孔径的控制器。

这款控制器, 不但具有控制珩磨孔径的补偿功能, 还具有控制珩磨加工时的接触压力的功能, 并且还具有在线测量珩磨孔径的功能。

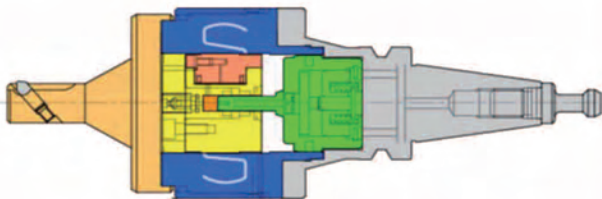


气液压方式的 ATC补偿头

ATC径向补偿头型 小孔径款式品

用于加工小孔的补偿头，气液压变换器部分和弹性变形部分以及产生补偿压力的动力单元部分收纳于紧凑的壳体内。为了适用于高速加工，设计上考虑了对称布局以得到良好的平衡性，而且刚性达到 $10\text{Kg}/\mu\text{m}$ （因补偿头的大小和补偿量不同而不尽相同），具备了精镗领域稳定进行批量生产相适合的特性。补偿的偏移属于平行移动方式，镗刀的选择方面自由度很大。

当然，具备刀具退刀功能，每次完成精镗加工时，只要利用电磁阀关闭补偿压缩气并将残余压力向大气开放，刀具会立即退刀，不会给工件加工表面留下退刀痕。

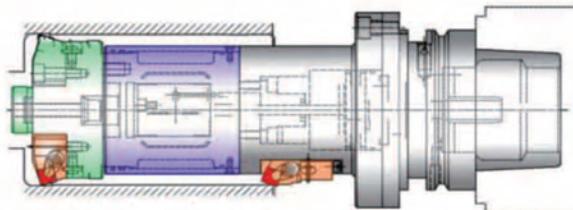


ATC径向补偿头型	小孔径适用品
刀柄规格	: BT30/BT40 HSK63/UTS6350
补偿动作范围	: $100\mu\text{m}$ or $150\mu\text{m}$
最小设定补偿量	: $1\mu\text{m}$ ($2\mu\text{m}\phi$)
最高使用转数	: 4000 r p m
补偿头部刚性	: $50\sim 135\text{N}/\mu\text{m}$
重量	: $2.3\sim 4\text{ kg}$

ATC径向补偿头型 大孔径适用品

用于加工大孔的补偿头中，将气液压变换器部位以及产生补偿压力的动力单元部位收纳于高刚性壳体内。采用对称结构设计并具有高达 $20\text{Kg}/\mu\text{m}$ （因补偿头的尺寸和补偿量大小有所不同）的刚性，具备了稳定加工大孔径工件相适宜的特性。补偿偏移属于平行移动方式，镗刀的选择方面留有很大的自由度。

当然，具有刀具退刀功能，每当完成精镗加工时，只要利用电磁阀关闭补偿压缩气并将残余压力向大气开放，刀具会立即退刀，不会给工件加工表面留下退刀痕。

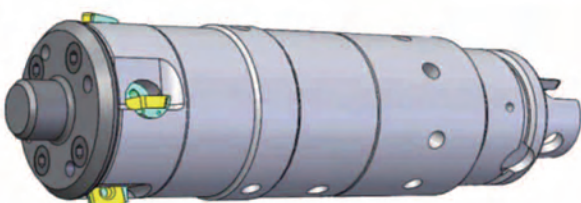


ATC径向补偿头型	大孔径适用品
刀柄规格	: BT40 · HSK63/UTS6350 BT50 · HSK100/UTS10080
补偿动作范围	: 可从 $150\cdot 200\cdot 250\cdot 300\mu$ 选择
最小设定补偿量	: $1\mu\text{m}$ ($2\mu\text{m}\phi$)
最高使用转数	: 5000 r p m
补偿头部刚性	: $48\sim 65\text{N}/\mu\text{m}$
重量	: $7\sim 13\text{ kg}$

ATC椭圆变形型 缸孔精镗补偿头

用于加工缸孔等大孔径的补偿头，将气液压变换器部位和弹性变形部位以及产生补偿压力的动力单元部位收纳于高刚性壳体内。补偿头上的弹性变形部位受动力单元的扩张力产生椭圆变形，而将加工刀片固定于其变形的顶点位置。两个刀片对向配置并同时偏移的设计，可以保证非常完美的动平衡性，这种对称设计能保证高达 7000RPM 的高速旋转。而且，刚性高达 $20\text{Kg}/\mu\text{m}$ （因补偿头的大小和补偿量不同有所不同），具备了稳定加工大孔径工件相适宜的特性。

当然，具有刀具退刀功能，每当完成精镗加工时，只要利用电磁阀关闭补偿压缩气并将残余压力向大气开放，刀具会立即退刀，不会给工件加工表面留下退刀痕。



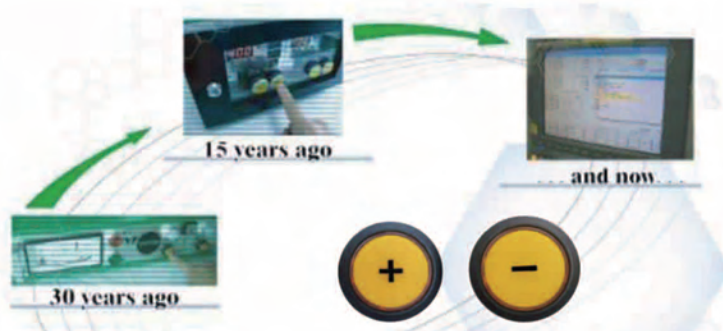
ATC椭圆变形型	缸孔精镗补偿头
刀柄规格	: BT40 · HSK63/UTS6350 BT50 · HSK100/UTS10080
补偿动作范围	: $100\mu\text{m}$ ($200\mu\text{m}\phi$)
最小设定补偿量	: $1\mu\text{m}$ ($2\mu\text{m}\phi$)
最高使用转数	: 7000 r p m
补偿头部刚性	: 刀尖位置 $20\text{N}/\mu\text{m}$
重量	: 6 kg (UTS6350)

通用机床上的 μm 级刀具补偿，因按钮的采用变得简便

按钮方式，挑剔带来的进化

补偿中采用按钮的构想，来自30多年前开始使用的补偿控制器。为了变更补偿值，曾经采取转动调整刻度盘或者输入必要的数值等方式，这次进化为按钮方式的定量补偿，补偿指示变得非常简单。

这种灵活应用「操作补偿按钮」方式而诞生的产品就是按钮方式的补偿头。而且，补偿量的控制只需计数操作正补偿或者负补偿按钮的次数即可，使用非常简便。



因为采用了按钮操作方式，在通用机床上的补偿非常简单

正因为采用按钮方式，极大简化了补偿量的控制，手动补偿时，只需圆棒或者内六角扳手按动就可完成 μm 的补偿。

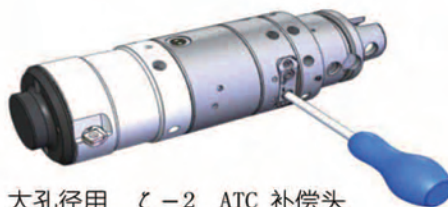
因为是「按一次 $1\mu\text{m}$ ($2\mu\text{m}\phi$)」的定量补偿，无需为了观察补偿移动量而设置千分表。另外，补偿操作过后无需繁琐的锁紧，补偿操作简单迅速，可最大限度地缩短停机时间。

例如，如需要 $10\mu\text{m}$ 的正补偿时，只需按5次就可调整到目标孔径尺寸。

另外，不仅在加工中心的机内手动补偿，在用对刀仪对刀尖进行微米级调整同样方便简单。



小孔径用 ζ -1 ATC 补偿头



大孔径用 ζ -2 ATC 补偿头

Zero点检测用LED检测器 (Option)

零点检测方面，使用可拆装式LED检测器。将此检测器安装到补偿头侧面的零点检测用安装端面，每当补偿量到达零点位置时检测器就点亮。根据这一点了解正确的零点位置。

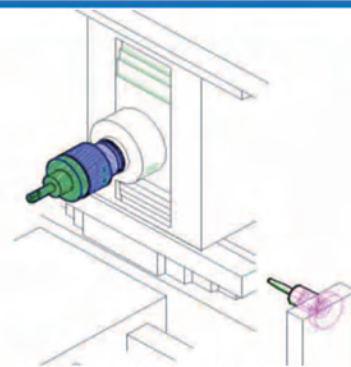


重要意义在于，可在通用机床上实现自动补偿

需要自动补偿时，事先在加工中心机内的支柱等位置安装按钮单元，并利用NC程序将主轴上的补偿头侧面触碰按钮单元。

至于实现正补偿还是负补偿，只需根据补偿头侧面的按钮的位置改变主轴的位置即可。另外，补偿量的控制与手动方式相同，只需要控制补偿头触碰按钮单元的次数即可，使用非常简便。

因此，自动补偿程序，包括补偿头触碰按钮单元的动作和控制其次数，可以参照事例简单实现。当然，操作补偿按钮之后无需锁紧等额外操作即可投入生产。

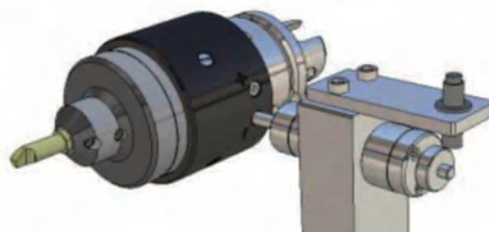


按钮单元安装到设备上的图

自动补偿用按钮机构，因嵌入溃缩机构可预防故障

需要在加工中心自动补偿时，如右图所示，将按钮单元(选购品)安装到支柱等位置，并把主轴上的ATC补偿头予以触碰即可。

按钮的操作只需约 $3 \sim 4\text{Kg}$ 的轻微力量就可以动作。另外，可以在按钮单元内嵌入弹簧机构来防止按压损坏。当然，也可以通过接近开关等来确认其按钮动作。

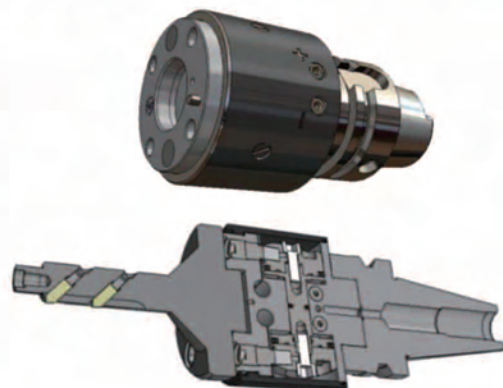


将本公司多年积累的弹性变形经验浓缩到紧凑的补偿头中

ζ-1(Zeta · One)ATC补偿头，是通过操作本体侧面的正补偿按钮或者负补偿按钮完成补偿动作的方式，所需按钮的操作力很小，大约40N。

作用于按钮的操作力，在补偿头内的液压机构中增压约100倍并转化为非常强大的作用力。正因为利用这种力量驱动倾斜楔型机构强制转化为补偿动作，可以可靠进行微米级的补偿。

补偿动作是以本体前端面为中心的枢轴方式，安装面产生以轴心为中心的倾斜，这种设计保证了因补偿引起的不平衡量控制在最小范围。

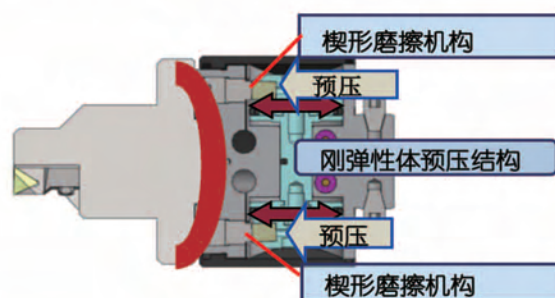


轻巧紧凑的外壳内 严实牢固的液压弹性变形结构的补偿机构

ATC补偿头的倾斜补偿型产品，具有一体化结构的弹性枢轴部位，只在倾斜方向具有高弹性变形的结构，在其它方向和前后方向具有非常高的刚性。

其刚性体是靠楔型结构支撑着，不但具有很高的刚性，还具有很高的衰减特性。

依靠强有力的支撑力，刚性弹性体只在操作按钮时按微米单位动作，而在其它状态纹丝不动，可以放心用于断续切削。



因采用了补偿头和镗刀的分体结构，释放了镗刀的自由度

这款ATC补偿头由补偿头，刀柄和镗刀等三部分构成，镗刀位于补偿头的前端，以接口凹缘为中心用4个螺丝固定。

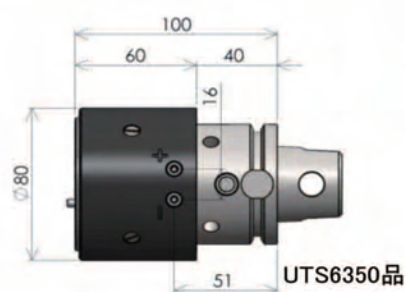
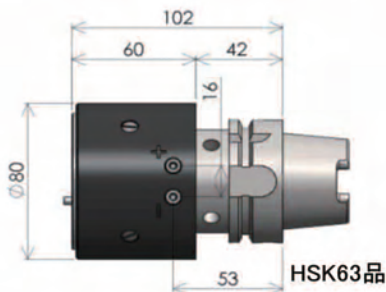
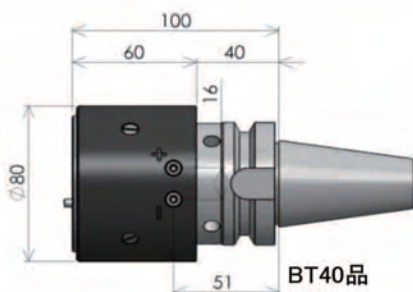
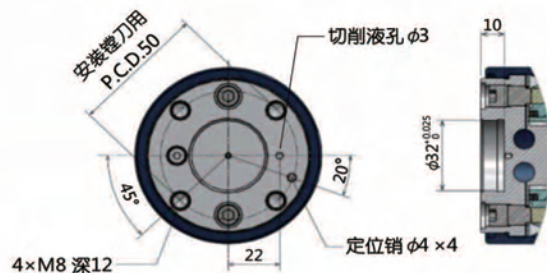
如右图所示，镗刀属于悬臂实心体，其安装面结构非常平凡，无需复杂的安装面设计。而且，通过更换镗刀可以对应各种工件的加工需求。



§1 ATC补偿头 标准规格

补偿范围 : 200 μ m(0.4mm ϕ) 自中心轴孔 $\pm 100\mu$ m/r
 自补偿头的前端面开始100 L 前端的位置
 补偿步长量: 1 μ m(r) $\pm 0.5\mu$ m /1次按动
 刀柄形状 : ① BT40 (参照下图)
 ② BT50 (Option)
 ③ HSK63刀柄 (参照下图)
 ④ UTS6350刀柄 (Option · 参照下图)

* 可以以标准规格对应主轴中心孔切削液



ζ-2(Zeta · Two)ATC补偿头，是为加工汽缸孔等大孔径而开发，不但具有很高的刚性，还具有很高的衰减特性。

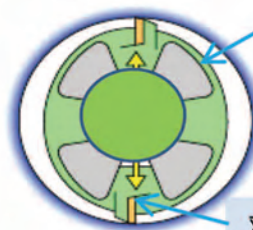
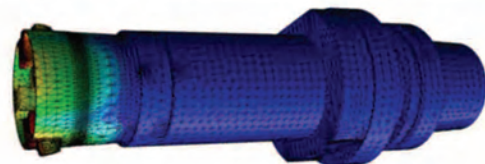
补偿头的前端部是可椭圆变形的一体化刚性弹性体，径向移动安装在其上的刀具进行补偿。FEM分析结果如右上图所示，补偿移动部分仅仅是前端部位，其它部分没有动。正因为如此，尽管是大孔径加工用刀具，可以将因补偿的移动控制在MIN范围，而且其移动是平衡移动，最适合高速加工。

只需按动刀具本体侧面的按钮就可实现正负补偿动作，而且按钮的操作只需约3～4Kg的力即可。

操作按钮的力量，通过对补偿头内的液压机构进行增压，然后送至位于刀柄中心的动力单元，转化成强大的作用力。楔形机构的圆锥形往复体通过其作用力产生轴向移动，然后驱动与其密切配合的椭圆弹性体产生扩张进行补偿。

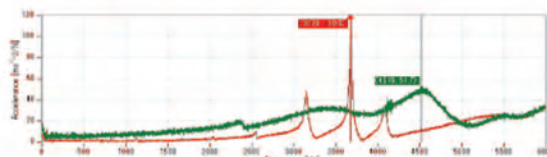
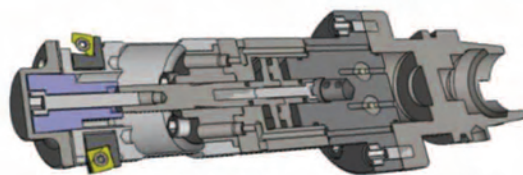
具有高刚性的弹性体部分和强制扩张它的锥形面之间的配合部分，承载相当强的结合力，就这样产生很高的衰减特性。高衰减特性不仅有利于提高加工精度，还对CBN刀尖的磨损有关高频振动也具有很高的衰减特性，发挥提高刀尖寿命的效果。

右图(表示固有振动特性的图) = 绿色特征线就是这种ζ-2补偿头的特性曲线，从低频到高频具备很高的衰减特性。与此相反，红色特征线是其他公司产品的特性曲线，具有显著的固有振动特性，模态刚性差。



椭圆型刚性弹性体

对向配置2刀的平衡安装

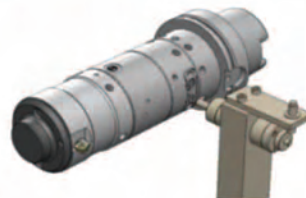
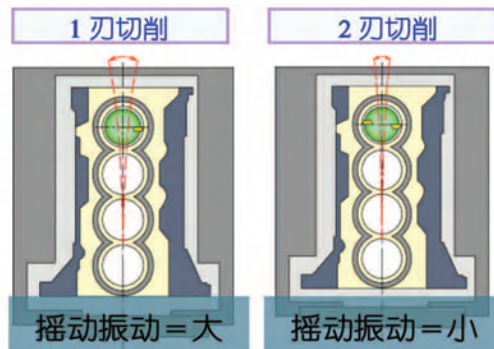


在椭圆变形的壳体体的两个顶点位置安装两个刀片，并同时移动两个刀片的独有补偿结构。因刀片的移动属于两个刀片向相反方向移动相同的距离，不会因补偿导致平衡的破坏。

因为2个刀刃对向配置的平衡切削，减少了工件承受的切削扭矩。利用加工中心进行加工的场合，常常伴随主轴和夹具间的摇动振动，但平衡切削能保证切削扭矩的MIN状态，可以有效抑制振动，确保生成高精度圆度形状。

还有，可以利用2刀同时同量补偿的特点，可将安装在椭圆顶端的2个刀片区分成先行刀片和精镗刀片，或将两个刀片作为精镗刀片进行加工，为提高加工精度做贡献。

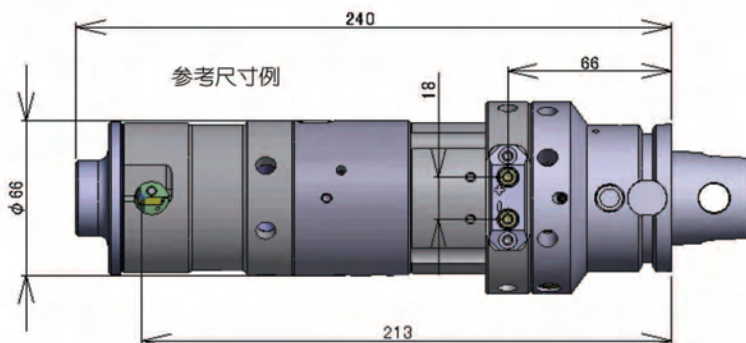
当然，需要自动补偿时，将如右图所示按钮机构(选购品)安装到支柱等位置，然后将ATC补偿头触碰按钮机构来实现。按钮的操作只需约40N轻微的力量即可。



ζ-2补偿刀具

按钮单元

补偿量	: 150μm(0.3mmφ)
补偿步长量	: 1μm ± 0.5μm / Push
补偿按钮操作压力	: 40N
重量	: 约 8 Kg [75φ加工品]
最高使用转数	: 7000RPM
刀柄形状	: BT50 / BT40刀柄 或者HSK刀柄规格品 以及UTS刀柄
[按钮所在面和补偿方向相一致的规格品图]	



利用NC S轴功能的多刃补偿/退刀功能型 补偿头

用于具备S轴控制功能的加工中心上，利用其功能实现补偿的ATC补偿头。

在缸孔的精镗领域，为了提高加工效率而采用多刃切削方式。但是，不均匀分布的2刃或者3刃刀具，可以利用NC功能实现退刀·复位功能，均匀分布的3刃以上的多刃时，利用NC功能是无法完成刀具的退刀(退刀·复位)。

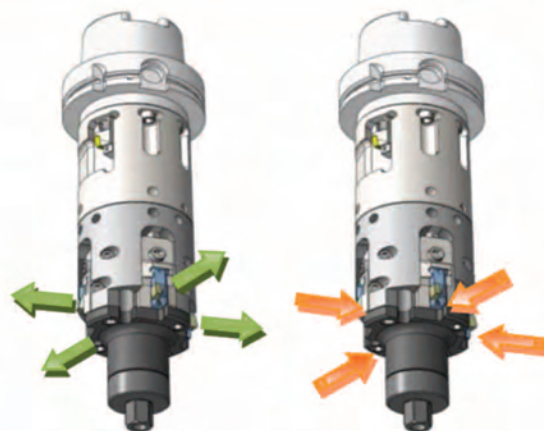
正因为上述原因，为了兼顾切削加工效率和提高刀具寿命，有必要开发多刃同时补偿和同时退刀的产品，才得以生产以下规格的产品。当然，补偿量的变更是通过NC的S轴功能。

利用主轴中心切削液的方法

分流使用主轴中心切削液的压力，实现多刃的补偿ON和补偿OFF(=退刀)的方式，补偿量的变更是通过加工中心S轴的功能。因采用分流方式利用切削液压力，不影响向各个刀刃供给切削液。

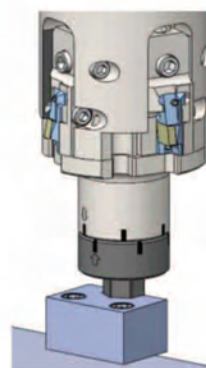
利用中心孔(Side-Passage)压缩气的方法

利用另行准备的轴心(Side-Passage)压缩气，控制多刃的补偿和退刀的方式，压缩气ON时补偿ON·压缩气OFF时补偿OFF(=退刀)，补偿量的变更是通过加工中心S轴的功能来实现。来自ATC刀柄的轴心压缩气传递到各个刀刃中。…关于压缩气的导入有关，请参考第2页内容。



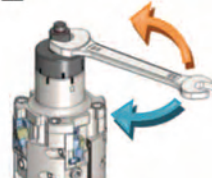
ON时补偿

OFF时退刀



利用NC的S轴功能实现自动补偿

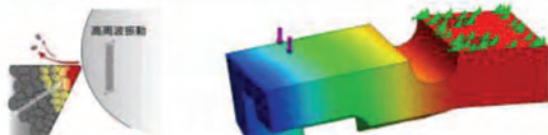
利用对刀仪等调整补偿量



独自开发的机械构造的补偿头 高刚性·高衰减设计

缸孔精镗领域，刀具的重点是具备高刚性和高频衰减特性。用于缸孔精镗的CBN刀片，其材质耐热和耐压力性能非常优秀，但对数千Hz的高频振动非常脆弱，严重影响其使用寿命。

具备高刚性是理所当然的事，如何对高频振动具有很高的衰减性非常重要。为了提高其效果，根据多年抑制高频振动的经验基础上，在S轴补偿部位(弹性体部位)采用了本公司独有的设计和特有技术，以确保很高的衰减特性。



因高频振动引起的刀尖的磨损



根据多年来在缸孔精镗领域抑制高频影响方面的经验和依托FEM等分析技术开发的高衰减特性的弹性变形部位。

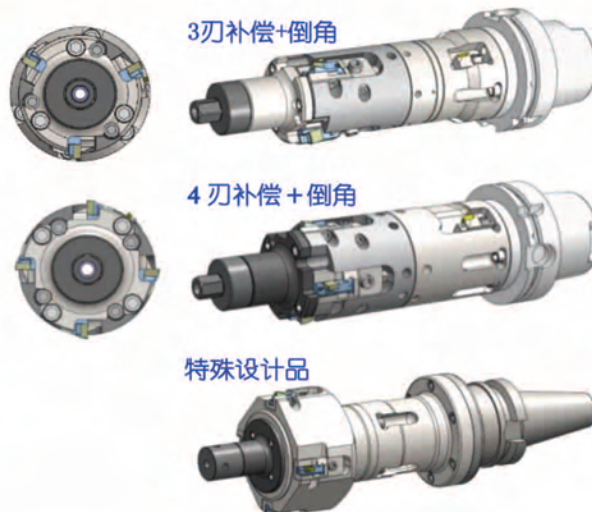
迎合加工需求的定制设计

可以根据客户对缸孔的加工技术要求，定制精加工或者半精加工刀具产品。

根据设备的规格·工件尺寸·节拍等具体要求，再考虑成本方面的要求，可以定制2刃补偿刀具、3刃补偿刀具、4刃补偿刀具等全方位的需求。另外，还可以组合倒角刀片或者固定式半精镗刀片等，以最佳设计服务客户。

其中，多刃之间的对刀精度是至关重要的参数，所以在产品的设计方面也充分考虑了其精确性和简便性。

当然，除了上述介绍的产品以外，也有不带多刃退刀功能的「简易式S轴功能品」，但同样也具备高衰减特性。



3刃补偿+倒角

4刃补偿+倒角

特殊设计品

利用加工中心X轴的动作调整加工孔径的机构。

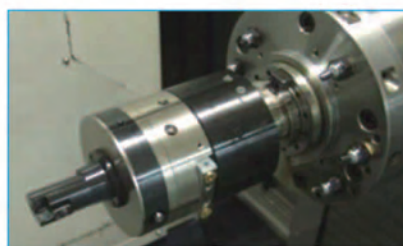
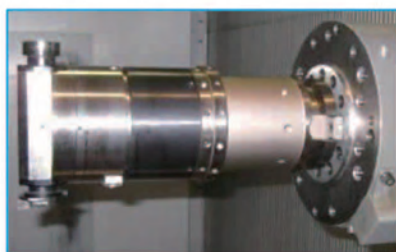
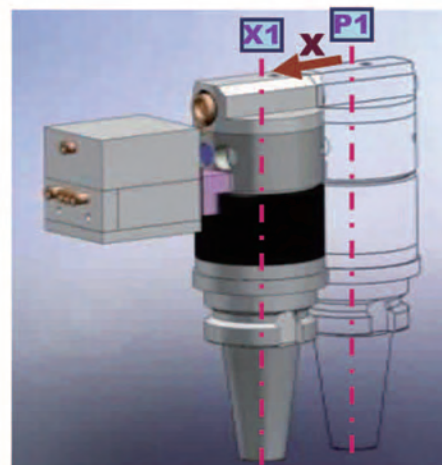
建设机械和大型发动机以及发电机用装置等，需要进行多种形状的镗削加工，而且这种产品的生产属于多品种少批量的典型。

大多镗削加工领域，有必要准备满足其加工要求的镗刀，但要准备针对不同孔径的粗加工以及精加工刀具，其数量多且所需费用也很大。

另一方面，大多数孔的形状简单，仅仅是加工孔径稍微不同而已。在这种情况下，仅仅因1mm的孔径差异要配备不同的镗刀，如果有能简单调整孔径的镗刀的话，就可应对多种孔径的加工。

尤其是，有必要准备无法放入加工中心刀库的刀具时，如有一把刀具就可加工多种孔径，可以大大减少刀具数量，使用起来非常便利。

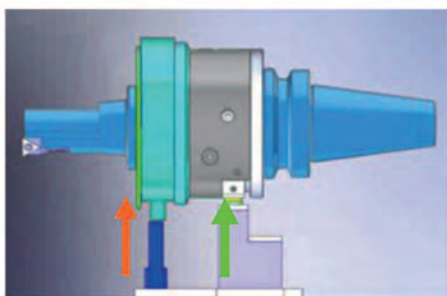
除了粗加工和半精加工以外，需要用镗刀柔性化加工高精度要求的孔径时，将附加微米级补偿单元的款式予以供货。



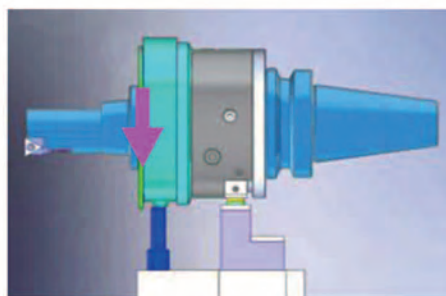
面向多品种少批量领域，利用NC程序任意设置加工孔径。

X-NC柔性镗刀的加工孔径，是利用加工中心本身具备的X轴的控制功能，将径向往复的滑块部位调整到任意位置。滑块部位的解锁和再次锁定，是与安装在设备内的锁紧/解锁单元相联动。

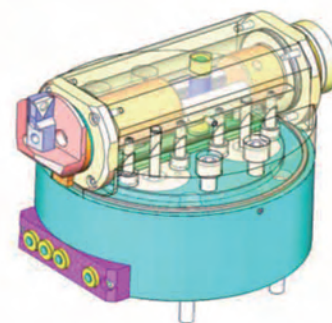
加工孔径的变更，因利用NC程序来控制X轴的功能，所以可任意在滑块的往复范围内(10mmφ)进行。



将柔性镗刀移到事先安装在设备上锁紧/解锁单元并予以连接进行解锁



解锁锁紧结构后，利用加工中心的X轴功能推压变更加工孔径所需偏移量



NT
NT Engineering Corporation

中国 大连事务所
辽宁省大连市西岗区新开路99号 珠江国际大厦
TEL (0411) 8377 9459 FAX (0411) 8377 9460
Home Page: www.nteg.co.jp
E-Mail: ntegdalian@aliyun.com

イヌティエンジニアリング株式会社

本 社 愛知県高浜市芳川町3丁目3番地21
〒444-1335 TEL (0566)52-0015 FAX(0566)52-4148
東 京 東京都港区芝5丁目13番13号 サダカタビル
〒108-0014 TEL (03)3457-0784 FAX(03)3457-7296
大 阪 大阪市淀川区西中島7丁目1-26 オリエンタル新大阪ビル
〒532-0011 TEL (06)6304-7012 FAX(06)6302-0653