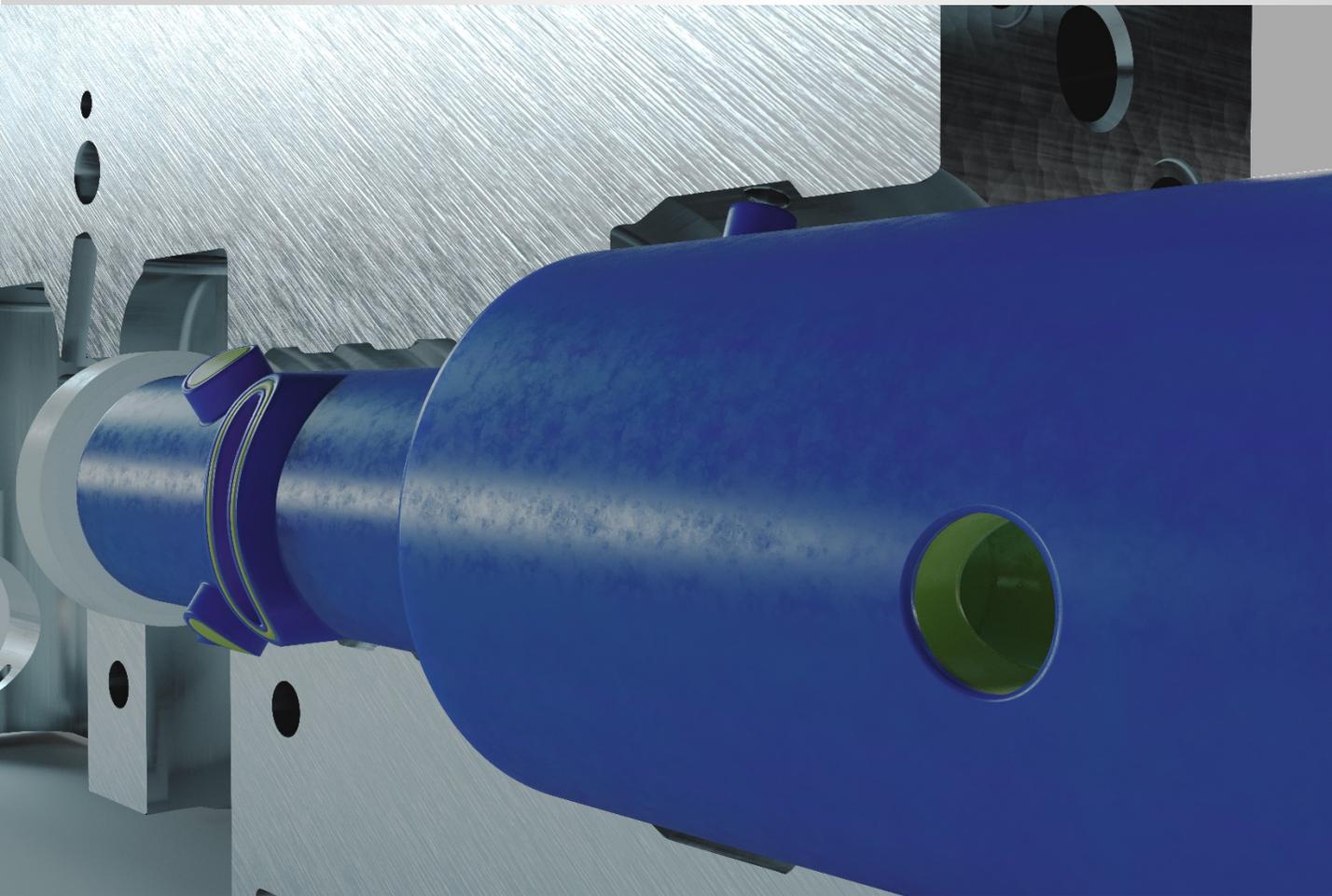




EXTRUDE
HONE®

SHAPING YOUR FUTURE
塑造你的未来

Extrude Hone的电化学加工(ECM)应用





EXTRUDE
HONE®

Extrude Hone的电化学加工(ECM)应用

由我们设计

自20世纪60年代以来，Extrude Hone一直依靠其专有挤压研磨技术经营业务。在此过程中，产品组合中也加入了其他技术，如电化学加工(ECM)。我们设计和制造机器和刀具，并在全球范围内提供支持。

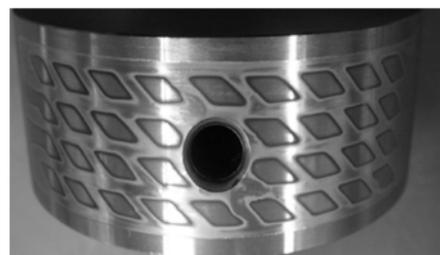
我们自豪地致力于高效去毛刺和倒角。

电化学加工(ECM)是一种通过电化学过程去除金属材料的方法。因为它去除材料而不是添加材料，通常称为反电镀。无论是难以到达的各种区域还是难以加工的材料，不易使用传统加工或传统加工成本较高的大规模生产对于ECM来说都适合。几十年来，ECM一直都能满足整个行业的这些需求。

尽管ECM的应用仅限于导电材料，但它可以轻松高效地完成很多操作。这就是为什么即使在如今，ECM仍是一个流行的选择。Extrude Hone在全球范围内提供机床及夹具的设计和支持



来源于: ZF





EXTRUDE
HONE®

应用简介

电化学加工是一种去除毛刺并通过溶解材料形成一个半径或圆角等形状的过程。

该过程适合批量生产或多边缘同时处理的零件，如液压航空航天歧管。

原始设备制造商设计超高性能系统和部件，包括一些在非常高的压力下工作的系统和部件。在某些情况下，手动完成这些操作变得非常困难，甚至是不可能的。需要加工的区域可能是手工刀具无法触及的，或者是过于精细的几何形状，即使是最熟练的工人也无法完成。ECM可以帮助一次完成多个区域。

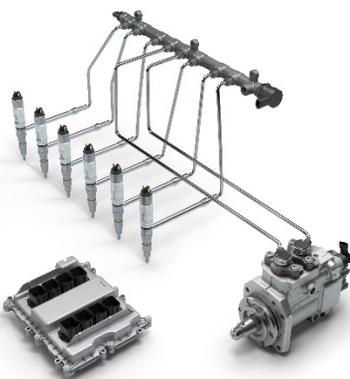
它可以在同一零件内简单的去毛刺或优化边缘形状。ECM一个节拍可同时生产多个零件，具体由操作的复杂性和工件的大小而定。节拍周期通常在30秒到1分钟之间。

ECM具有卓越的产能，同时提供最先进的质量和100%的一致性。

ECM应用于各种行业，例如：汽车、医疗、航空航天、能源/射流和一般工程。



来源于：Dassault Aviation



来源于：Bosch



来源于：ZF



EXTRUDE
HONE®

电化学可以对边缘和表面处理

Extrude Hone ECM精加工方法

根据您的精加工要求，几何形状零件、材料和加工过程，我们都能提供解决方案。

ECM去毛刺或ECD

简单的去毛刺应用

ECM倒角

它通常与ECD结合，形成圆角、圆弧或倒角。

ECM型腔加工

它在工件内部一个简单的直孔在深处形成一个特定形状的内腔。凹陷形式不再难以加工，完成后没有二次毛刺和机械应力。

电化学钻孔

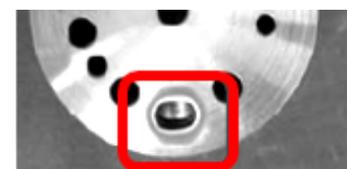
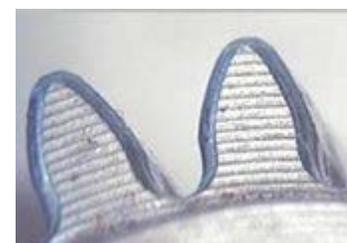
梦想成真。椭圆形孔对ECM而言是一个容易的任务。

ECM表面结构化

用电化学加工可以实现表面的结构化。例如，加工轴承表面，更好地保持机油。

ECM膛线

使用电化学加工（静态或动态）时得到更好的膛线，没有二次毛刺，没有机械加工应力，提高了质量和精度。





EXTRUDE
HONE®

ECM利弊

优点

- 在精确定义的位置去除材料。
- 适合难以加工的位置
- 对难以加工的金属同样有效。
- 无机械应力或热应力。
- 一次完成粗加工和精加工。
- 产能高。
- 可在一个周期内完成多个工序。
- 没有二次毛刺产生。几乎没有夹具磨损。
- 卓越的过程稳定性和过程控制。
- 可能使用夹具（一套阴极，用于自动定位进出工件）或柔性阴极（手动或机器人定位）。

缺点

- 只适用于导电材料。
- 阴极必须与要加工的工件设计相匹配，所以需要专用夹具，由于腐蚀性盐类而需要后处理。





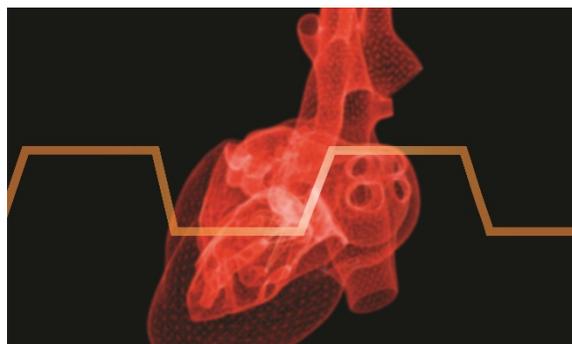
EXTRUDE
HONE®

当ECM超过常规加工时

当传统过程不能满足产能和质量要求时，ECM比它更受青睐。当以下情况发生时：

- 生产量高
- 材料难以加工
- 要加工的区域难以到达
- 常规机械加工成本较高
- 传统过程在生产高质量产品方面不一致

电化学加工的一些固有特性使其非常适合于现代制造业，包括特殊的材料、复杂的形状以及高产能和高质量的要求。



ECM特性	它所增加的值
<ul style="list-style-type: none">• ECM通过溶解来去除材料。	<ul style="list-style-type: none">• 材料的物理性不影响ECM。ECM对硬度高的材料同样有效。• 在常温下进行加工。• ECM加工的结果是：<ul style="list-style-type: none">• 没有毛刺和锋利的边缘。• 无热应力或机械应力。
<ul style="list-style-type: none">• 在电化学加工中，夹具可在不接触工件的情况下去除材料。	<ul style="list-style-type: none">• 无刀具痕迹或夹具破损。• 理论上，夹具寿命无期限。



EXTRUDE
HONE®

ECM背后的科学

法拉第电解定律支配电化学加工(ECM)，该定律指出，溶解金属的质量与转移到电极上的电荷数量成正比：

$$m \propto Q \qquad m \propto I \times t \qquad m = C \times I \times t$$

结合欧姆定律， $V = I \times R$ ，方程为：

$$m = C \times (V / R) \times t$$

其中：

m = 溶解物质的质量

Q = 通过的电荷量

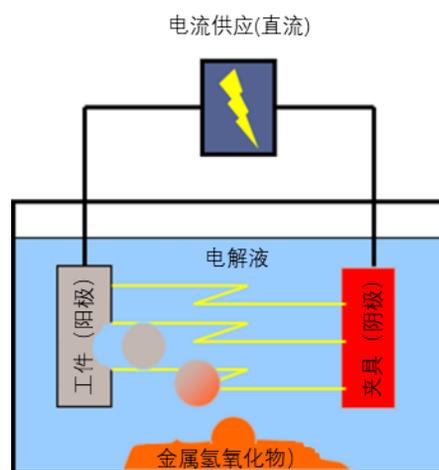
I = 电流

t = 时间

C = 比例常数

V = 施加的电压

R = 电阻

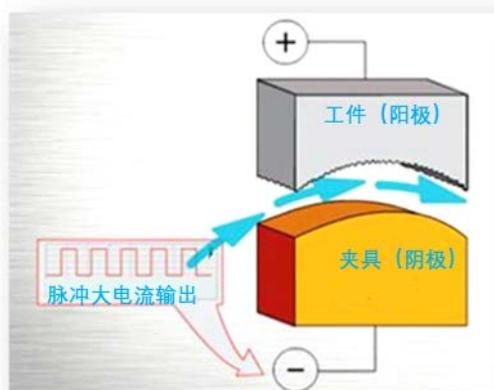


ECM涉及的主要要素

- 直流电源。
- 刀具，连接到电源的(-)端，阴极。
- 工件，连接到电源的(+)端，阳极。
- 电解液，填补两个电极之间的空隙。

当电压施加在电极上时，电流开始流经电解液，根据法拉第原理溶解阳极上的材料，从而通过映射工件中的阴极几何形状来形成定义的边缘和表面。溶解的物质形成相应的金属氢氧化物并随电解液流出。

这个过程发生在分子水平上，在低电压和常温下，不会给材料增加机械或热应力。





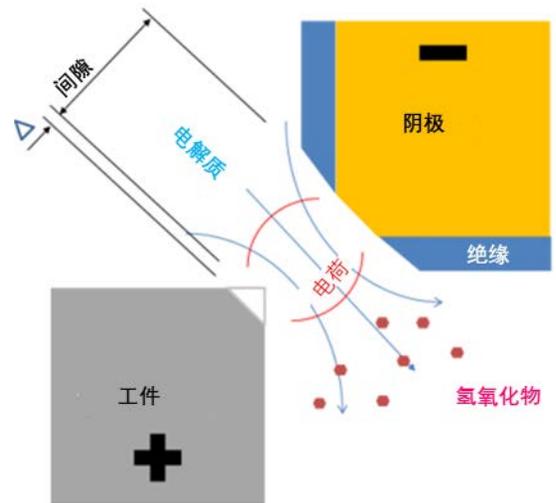
EXTRUDE
HONE®

什么是“间隙”

整个ECM过程发生在两个电极之间的“间隙”。间隙是：

- 大到足以：
 - 避免电极相互接触，造成短路。
 - 允许电解液自由流动。
- 但不能太大到：
 - 以安全的电压转移电荷。
 - 对部件的关键领域产生不利影响。

当材料在工件处开始溶解时，间隙增大。电解液流经间隙带走蚀电流通过电阻时产生的氢氧化物和热量。

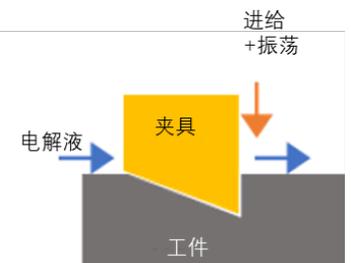
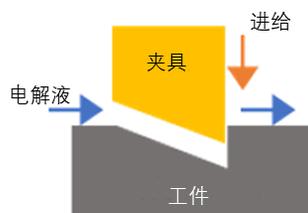
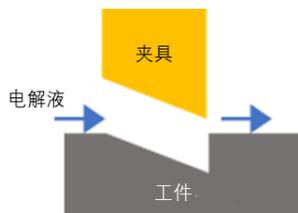




EXTRUDE
HONE®

不同类型的ECM

	静态ECM	动态ECM	精密ECM
基本原则	在静态ECM中，夹具（阴极）和工件（阳极）保持静态。	在动态ECM中，阴极随着ECM的进行而移动（1轴或2轴移动的组合）。	在精密ECM中，阴极和阳极之间的间隙比静态和动态ECM小得多。在这种情况下，阴极会随着ECM的发生而振荡和移动。
应用	<ul style="list-style-type: none">去毛刺边角倒角微型加工轮廓加工膛线	<ul style="list-style-type: none">钻孔成型膛线拉削	<ul style="list-style-type: none">精度高，表面粗糙度好。



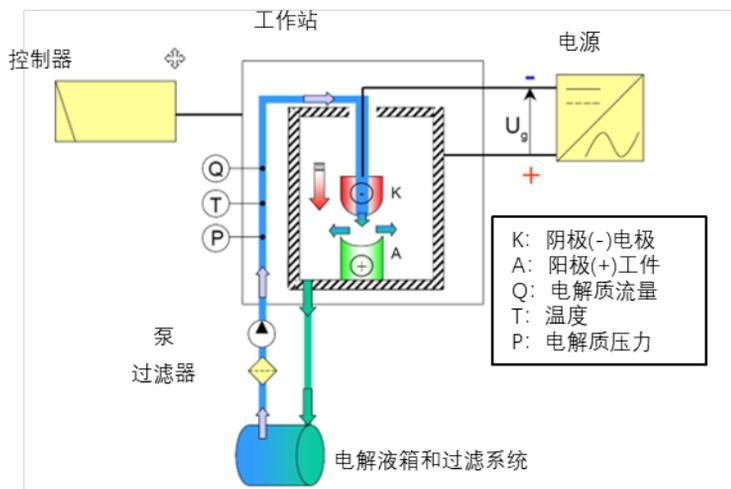


EXTRUDE
HONE®

ECM设置情况

任何ECM机器都需要具备以下要素才能正常工作。

- 电解液系统：
 - ECM过程中，电解液的储存、调节和供应
- 电源：
 - 根据过程要求提供直流电压。
- 夹具：
 - 结合电触点、部件夹持和电解液流动通道。
- 控制：
 - 监控影响ECM过程的所有因素。



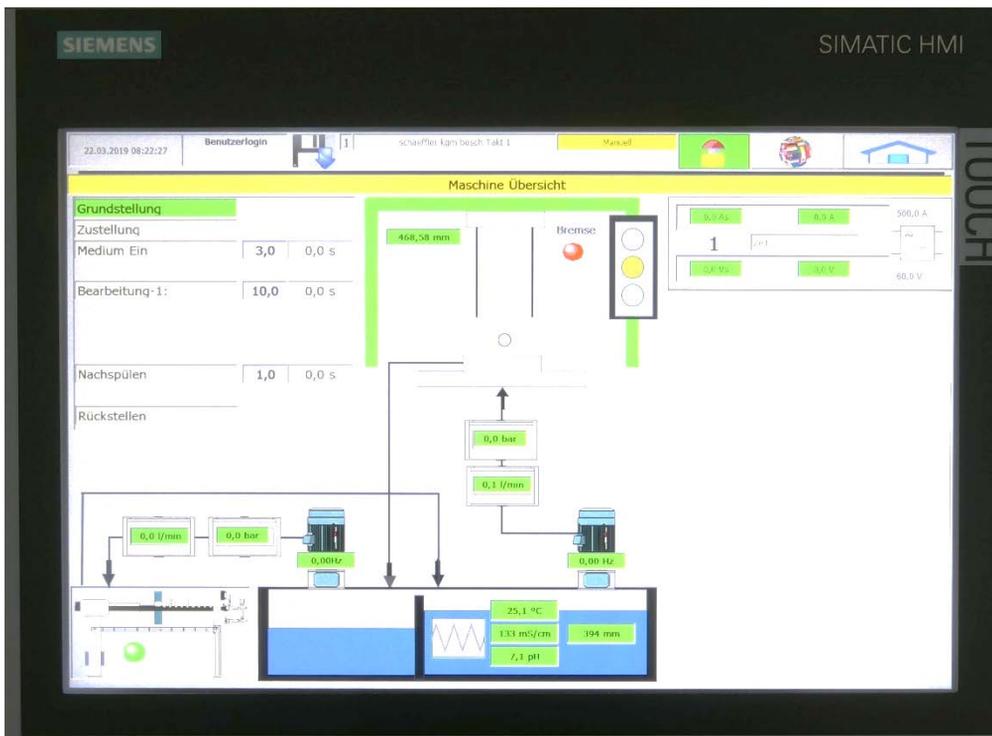


EXTRUDE
HONE®

ECM工作参数

任何ECM机器都可以控制以下参数：

- 电流：从50A到4000A的不同电源。
- 电压：从1到59伏（或作为例外限制在30伏）。
- 加工时间：一般在1到60秒之间。
- 电解液压力
- pH值
- 电导率
- 过滤
- 机床部件监控





EXTRUDE
HONE®

实现ECM的一致性

一致性是任何过程的标志。当一年中每天生产数千个部件时，确保所有部件都符合规范至关重要。在ECM过程中，一致性取决于多个因素。除非这些因素得到精确控制，否则产出质量将受到影响。

给定控制方程。I和t必须得到控制，以便在每个周期中实现一致的质量去除。其中C是比例常数，由被加工的材料决定。

现在I取决于V和R。对于施加的电压，流经间隙的电流量取决于电阻。

在ECM机床中，V和t可在操作面板中设置。

挑战在于R，它随其他一些因素而变化。任意变化都会对I产生影响，从而对M产生影响。

控制R的最重要因素是：

1. 电解液的电导率：
 - 盐的浓度
 - 温度
2. 电极间隙

$$m = C \times I \times t$$

$$m = C \times (V / R) \times t$$

盐的浓度

盐的浓度



电阻



温度



电阻



间隙



电阻





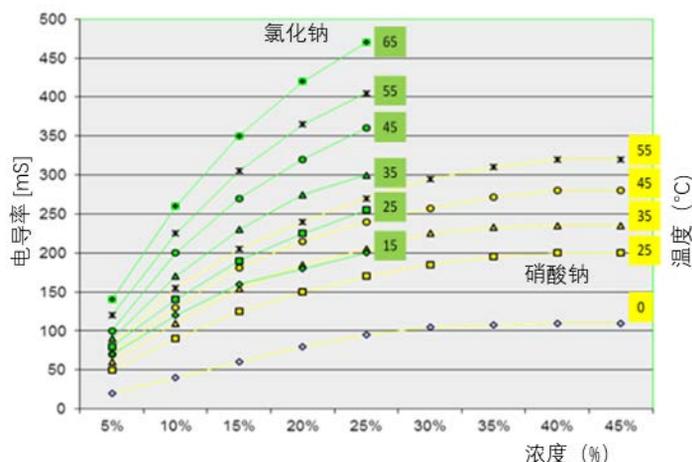
EXTRUDE
HONE®

电解液的温度、浓度和电导率

根据所用盐的不同，电解液的电导率随电解液的浓度和温度而增加。

在同样的电压和时间内，电解液浓度和温度高，去除材料更多。

如果不严密监测和控制电解液的温度和浓度，会显著影响电化学加工的一致性。

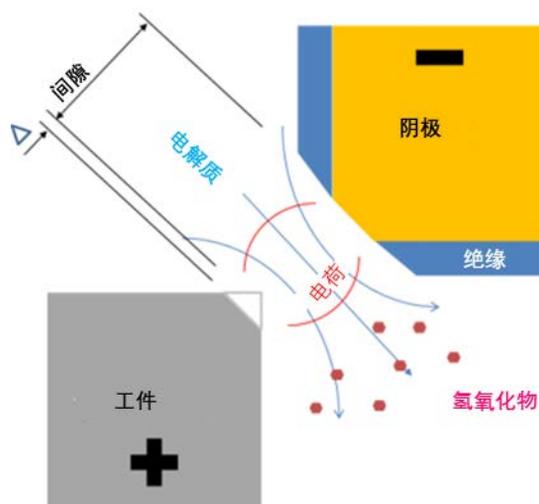


电极间隙

夹具设计的初始阶段和可行性试验将有助于确定电极之间的间隙。它取决于来料部件的质量和成品的要求。

较小的间隙形成更小的电阻，对电化学加工过程更好，该过程可以最低电压运行，电化学加工的区域更侧重于目标区域。

保持来料质量的一致性对实现输出质量的一致性也是至关重要的。





EXTRUDE
HONE®

影响ECM一致性的其他因素。

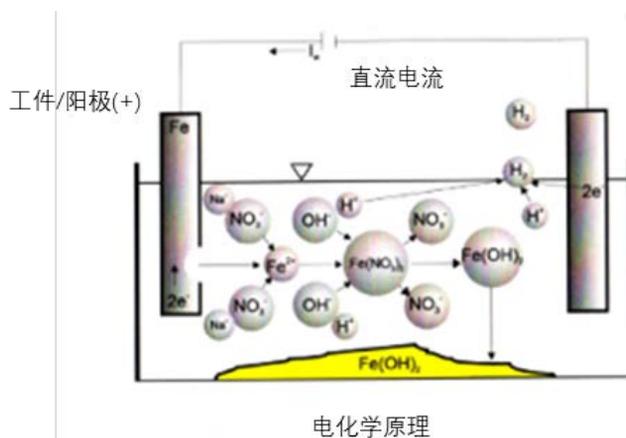
在影响ECM结果的其他因素中，主要有：

- 电解液pH值
- 电解液流量
- 加工电压的模式
- 电解液清洁度
- 电化学加工的零件的预清洗和后清洗
- 输入条件一致性

电解液pH值

在电化学加工过程中，氢离子在电极转化成氢气被释放，电解液转变成碱性电解液。在电解液箱中加入定量的酸可以保持加工所需的pH值。剂量取决于从pH传感器的反馈和操作面板中输入的设定值。

保持pH接近中性对操作员和机床都有益处。同时，对于每种材料的加工，都有一个保持有效电解液过滤的pH范围，保持清洁的电解液是电化学加工质量的关键，主要体现在表面粗糙度和外观。





EXTRUDE
HONE®

电解液流量

在电化学加工过程中，间隙中的流动的电解液对携带电荷和去除的材料至关重要。电解液的受控流量确保：

- 有效排空电化学加工中产生的氢氧化物。
- 有效地转移加工中产生的热量。
- 在电化学加工中边角形成的形状。
- 电化学加工的表面粗糙度

要提高过程的一致性，电解液流量必须保持在预先设定的水平内。安装在电解液回路中的压力和流量传感器有助于实现这一目标。

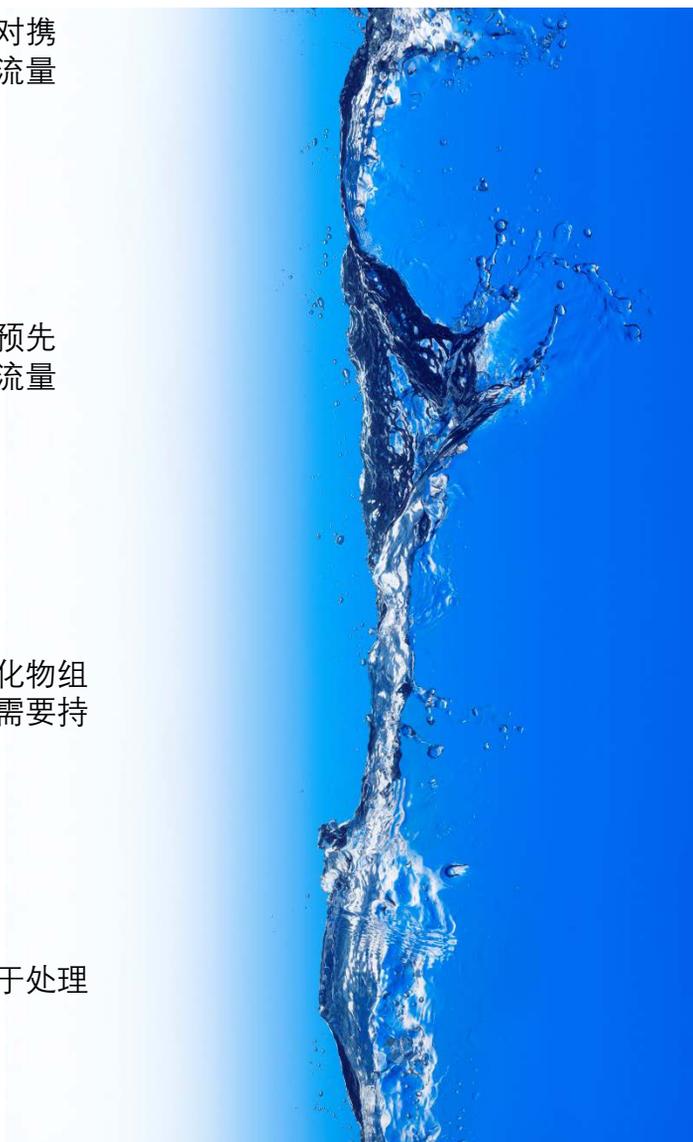
电解液清洁度

在电化学加工过程中，去除的材料由金属氢氧化物组成。电解液的流动将其从加工区域带走，并且需要持续过滤以保持电解液的清洁。

不干净的电解液会产生许多不利反应：

- 堵塞管路。
- 在夹具上留下沉积物。
- 降低电化学加工的表面粗糙度和外观质量。

有效的过滤系统过滤氢氧化物，将其转化为易于处理和一次性使用的材料。





EXTRUDE
HONE®

电压图形

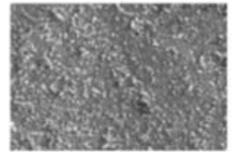
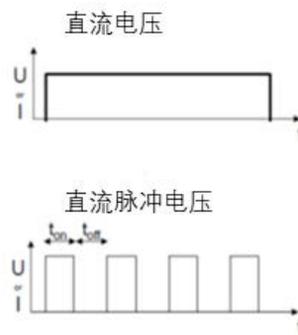
在电化学加工过程中，直流电压模式由恒定、脉冲或两者的组合。

在传统的ECM中，通常采用恒定的直流电压。随着时间的推移，它变成了脉冲电压。脉冲电压确保氢氧化物被冲走，每次间隙中都有干净的电解质。其结果是对ECM区域的优越控制和改进的表面光洁度。

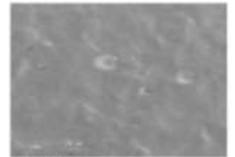
与常规加工相比，恒压像粗加工，脉冲更像精加工。最佳组合是实现最佳节拍和质量的解决方案。

此外，脉冲加工对ECM区域的表面粗糙度也有很好的作用。

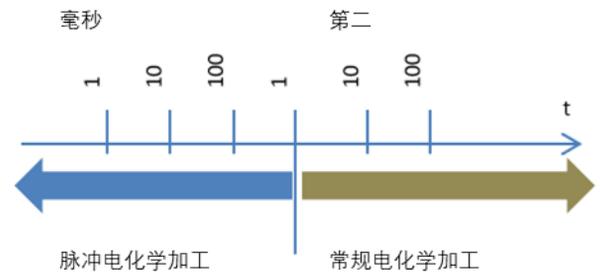
稳定的电压对于电化学加工一致性至关重要。



Rz=15 μm



Rz=2 μm



- 当恒定直流电压提供较高的材料去除率时，脉冲直流电压会达到更好的表面粗糙度。
- 通常，这两者可结合在一个分步程序中，以获得最佳的产能和质量。



EXTRUDE
HONE®

电化学加工的零件的预清洗和后清洗

后清洗	后清洗
<ul style="list-style-type: none">• 在进行电化学加工之前，零件必须清洁、无油、无残留颗粒。• 油是不良导体，会阻碍电化学加工。它还会与电解液混合，对需要加工的零件造成更大的伤害。• 松散的毛刺，如果清洗不干净，可能会在电化学加工过程中导致短路，烧坏阴极和零件。	<ul style="list-style-type: none">• 电化学加工过程中需要盐水，加工后必须在清水中清洗，以去除盐分。• 对于铁件，防锈剂对于防止零件生锈至关重要• 此外，氢氧化物完全去除时需要更细致的清洗系统。带有浸泡或/和超声波震荡的清洗机更有效果。

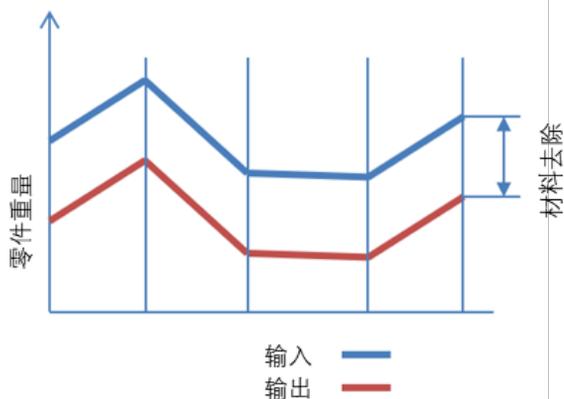


EXTRUDE
HONE®

输入条件一致性

所有控制措施到位后，电化学加工可以保证每个加工中去除材料量的一致性。零件的一致性直接影响加工的一致性。

对于静态电化学去毛刺和边角倒圆的应用，来料毛刺状况对加工后质量至关重要。因此，如果边角倒圆有严格的公差要求，则来料状态也必须是受控的。



	最好的情况	最有可能的情况	最坏的情况
输入状态	 边角无毛刺	 中等毛刺	 大毛刺
输出状态	 最佳边角倒圆	 相对较小的边角倒圆	 一部分毛刺被去除



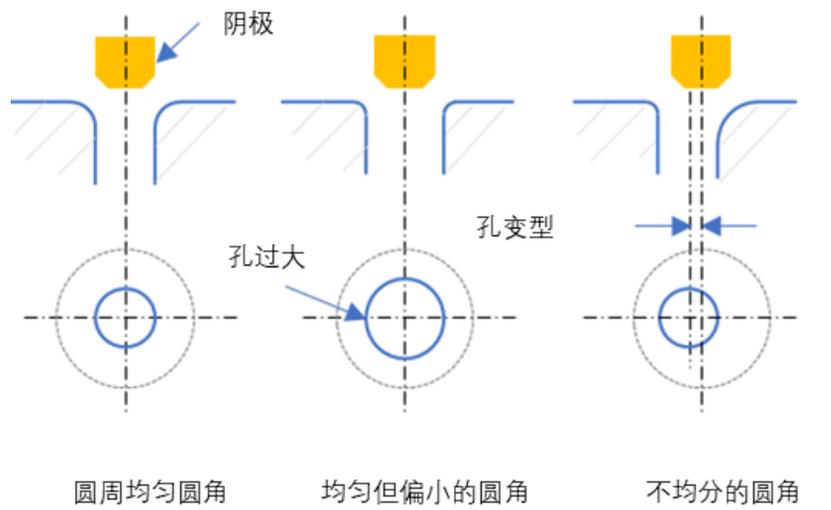
EXTRUDE
HONE®

静态电化学加工中孔尺寸和位置的影响

在电化学加工过程中，阴极（夹具）的设计和制造要求极高的精度和精确度。

特性的任何偏移和大小变化都会导致加工结果的变化。

在一个相交的孔中进行完美的边角倒圆，需要精确保证孔的大小和位置精度。





EXTRUDE
HONE®

∫ I dt控制 - 终极电化学加工一致性

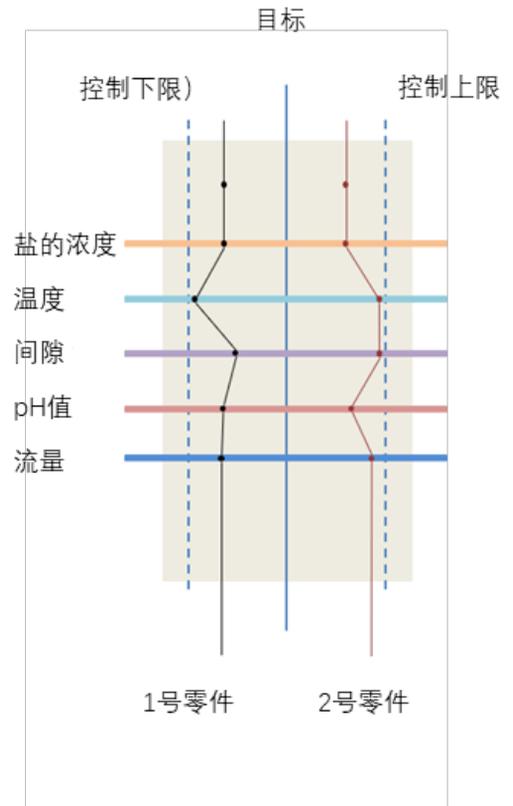
加工过程中的每一个参数都应该有一个设定值。出于实际的原因，应该有控制的下限和上限。

电化学加工也不例外，所有关键参数都在控制范围内。

机床应该有传感器来持续测量关键参数。如果任何参数超出范围，它至少应该有一个警报。最好采用自动控制，以保持所有参数都在工作范围内。

即使当加工在一定范围内运行时，零件之间的差异也会影响参数变化，从相邻的图像中可知，即使在相同的电压和时间下，两个零件在加工时也会有差异。

在这里，对于精确控制过程的结果，∫ I dt 控制变得最有用。





EXTRUDE
HONE®

ECM机床的重要功能

特征	优点
安全操作	在大多数情况下，由人工操作电化学机床，机床产生高电流，并且经常有带运动部件的夹具所以必须具有所有的安全特性。
环境安全	电化学机床使用盐水。即使在蒸汽形式下也会引起腐蚀。电化学机床应该有其机制以最大限度地减少盐蒸汽的扩散。
短路检测	<p>电化学加工过程中涉及直流电源和正负极。如果正负极接触，就会发生短路。大电流流过电极时会造成永久性损坏。相应地，机床必须有必要的电气保护。</p> <p>现代电化学机床具有短路检测功能。当一个零件位于夹具中，阴极进入加工位置时，预设的较小电压用于检测短路。一旦发生短路，加工会立即停止，并发出警报。</p>
不合格零件的识别	在加工零件时，如果过程参数超出设定值范围，机床触发报警，并将该零件识别为潜在的失效零件。
六价铬还原	<p>当对高铬(>5%)材料进行电化学加工时，会产生致癌的六价铬。长时间暴露会对呼吸系统造成不可挽回的损害。</p> <p>电化学机床应集成六价铬还原装置，将六价铬还原为不溶于水的三价铬。</p>



EXTRUDE
HONE®

夹具，电化学加工过程中的关键要素

电化学加工过程中的夹具的主要功能：

- 按照设计要求精确地固定零件，并在加工过程中将其夹紧到位。
- 引导电解液进出加工位置。
- 容纳阴极和阳极连接，将它们电连接。

夹具设计的主要决策是：

- 在最小可能的设置下管理所有需要的加工区域。
- 如果产品需求很高，可以并行地加工多个零件。

夹装的设计决定了组件装卸的方便性，而设计和制造中的精度和准确性确保了电化学加工结果的准确性和可重复性。

制造夹具所用材料，将决定夹具的寿命。

通常，夹具的互换性和快速更换是一个要求

电化学夹具中最关键的要素是阴极，它进行电化学加工。

阴极将电（有时是电解液）输送到加工区域。

其形状和制造精度决定电化学加工的效果。阴极可能看起来很简单。

科学是阴极设计的核心，并控制材料的溶解，以实现几何和粗糙度方面的窄公差。基底和绝缘材料的选择是实现优越性能和延长使用寿命的关键。





EXTRUDE
HONE®

设备或代加工，您的选择

Extrude Hone 以多种方式为不同市场的客户提供支持

可行性测试

测试不同的技术或组合，以找到适合他们需要的完美解决方案

代加工

暂时没有投资需求——我们有代加工可以为您服务。

设备

想要对加工过程保密，可以把机床带回你的工厂。

全套设备可以组合出售。我们将在增产阶段为您提供支持，与您并肩作战，为您提供耗材和长期的服务。





EXTRUDE
HONE®

动态 ECM 加工

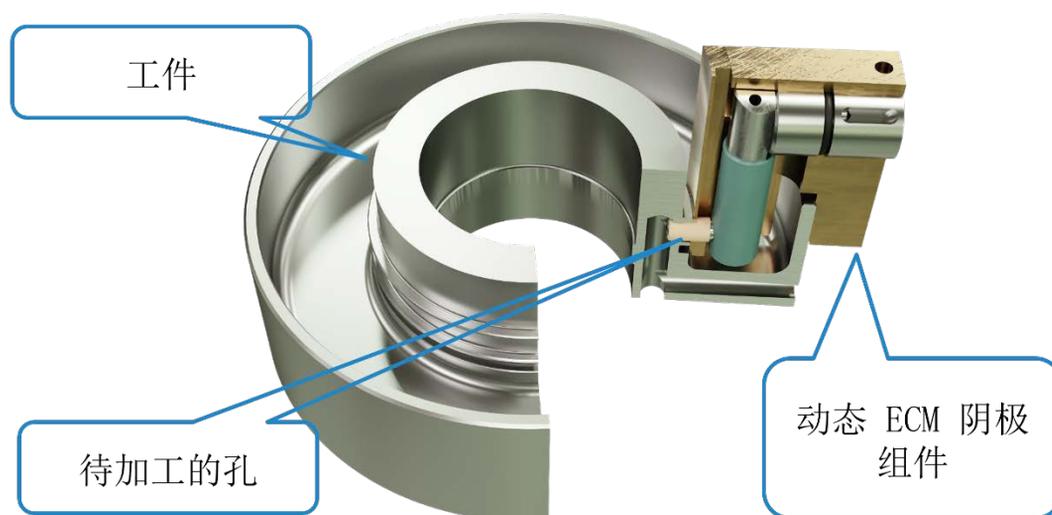
利用动态电化学加工 (D-ECM) 将不可思议变为可能。

您需要在传统方法无法触及的区域加工各种零件吗？我们可以提供高精度、高质量和高生产率的解决方案。

所有这些都以极具吸引力的单件成本实现。

在图例中，我们钻出了传统加工无法实现的孔。ECM 阴极组件下降，然后以进给速度滑向工件中心，通过溶解材料来加工孔。

动态 ECM 是一种改进的 ECM 工艺，其中阴极以恒定的速度进入工件。它能为形状复杂的部件提供精加工效果，而传统加工方法很难甚至无法实现这种效果。





EXTRUDE
HONE®

动态 ECM 加工

动态电化学加工工艺的工作原理：

动态电化学加工由一个驱动轴和定制的（针对特定零件的）夹工具组成。

工具（阴极）与位于工具上部的驱动装置（轴）相连。

参数输入通过操作员界面进行控制，并存储在专用文件中，以确保可重复性。

驱动装置以恒定、可控的速度将阴极移入工件。

加工控制（参数和短路控制）可确保尺寸精度。

我们的动态 ECM 工具提供了优势。

工具（阴极）是动态 ECM 工艺的关键要素，因为其特性和形状决定了从工件上去除材料的位置和数量。由于阴极从不接触工件，因此不会产生与工艺相关的磨损。





EXTRUDE
HONE®

EC 膛线原理

EC膛线是一种成功的替代传统的膛线方法。

Extrude Hone 公司于 80 年代末开始生产 EC膛线，当时名为 CATION Rifling。这些机器至今仍在生产，并每天在我们位于斯特林高地的代加工车间运行。

2024 年，我们将专有技术与最新的 ECM 技术相结合，推出了最新一代 EC 膛线系统。

电化学膛线 通常在垂直位置进行。同时，枪管（阳极）处于固定位置，阴极以垂直和旋转相结合的方式（= 螺旋形）穿过工件。

阴极设计需要 "螺旋形"。裸露的金属区域（= 活动区域）产生凹槽，而隔离区域则保护工件轮廓不受加工影响。

在研究电化学膛线解决方案时，我首先想到的是阴极和枪管之间的非接触特性。

与传统方法相比，这听起来确实一个真正的变革。让我们澄清一下，传统膛线是指利用切割或变形的的方法。切割膛线，也叫钩膛线、拉刀膛线、滚压膛线和锤锻膛线。





EXTRUDE
HONE®

电化学膛线的优点

#1: 无应力冷加工:

ECM 是一种冷加工工艺，不会对零件产生应力。

使用 ECM 进行枪管膛线加工，可以减少加工生产线上的工序，因为所有消除应力的活动都会被取消。

#2: 最高灵活性:

ECM 的工作原理与材料硬度无关，因为它能溶解材料，而不会使材料切割或变形，因此，它适用于所有类型的金属和所有的来料状态。

通过更改参数设置，可以快速完成标准膛线、渐进膛线和渐进深度膛线。

#3: 生产力:

ECM 生产率高，进给速度快（50 - 300 毫米/分钟）。它还通常在每个循环中同时运行多个工件。

从一种类型到下一种类型的快速转换时间。

#4: 准确性和工艺稳定性

该过程遵循法拉第定律，易于控制，可确保每个工件的结果一致。

可保持严格的公差（槽宽 100 μ m，槽深 50 μ m）

ECM 将毛刺去除和表面光洁度结合在一个步骤中。

ECM 后的表面粗糙度通常优于 Ra 0.4 μ m





EXTRUDE
HONE®

ECM 微结构

超越传统加工！

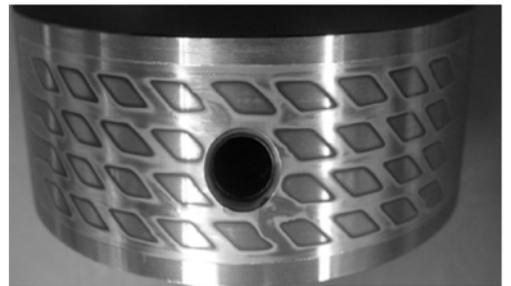
使用电化学加工 (ECM) 进行微结构加工。

需要加工各种结构，如径向和轴向结构、内部或外部结构。

此外，还需要高精度和高重复性。

可应用于压缩机、热泵、制冷、空气轴承或清洁气体。

我们提供的解决方案将为您带来生产率的提高和极具吸引力的单件成本。





EXTRUDE
HONE®

行业经验 了解客户如何利用电化学机床





EXTRUDE
HONE®

行业经验

性能和安全与生产力匹配

当您用舒适、安全和技术的创新来重新定义公务机差旅体验时，这意味着您应该得到最好的。

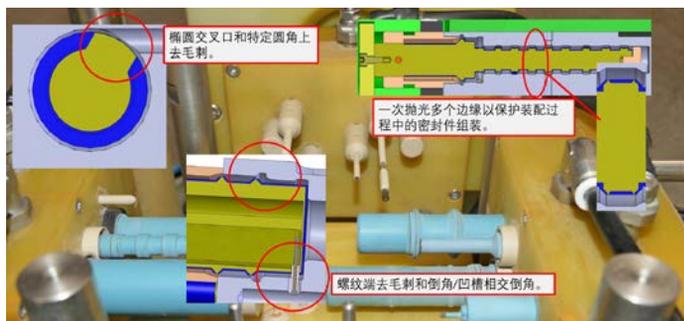
易趋宏可实现最高质量的液压歧管。液压歧管有助于平稳、精确和安全的飞行，它是非常苛刻的工程和机加工件。在该铝歧管中有不少于248个区域采用电化学加工工艺。应用范围从简单的去毛刺到要求公差的复杂形状。我们分三步完成，总共15分钟。

阴极在指定区域溶解毛刺或材料来形成特定的圆角和形状，同时抛光表面。生产夹具相当复杂，包括许多阴极。一个阴极可以加工一个孔内的一个或多个区域。阴极组，每一个电极都有不同的电流在工作。电化学加工确保所有区域都经过处理并符合规范。使用电化学加工比用人工处理要快得多，也安全得多。

电化学加工在圆形或椭圆形上可完成几何形状、圆角、特定半径，倒角、螺纹端的精加工、边角的精细抛光，以保护装配过程中的密封件。



© Dassault Aviation





EXTRUDE
HONE®

行业经验

RACL Geartech Ltd.的董事长兼董事总经理 Gursharan Singh先生谈到了在齿轮制造中增加了电化学去毛刺应用。

我们的主要业务是制造汽车用的齿轮，轴和零部件。

你知道，我们在这个行业已经超过30年了，毛刺的存在一直是齿轮制造中的一个巨大挑战。顺便说一下，不仅是RACL，任何其他齿轮制造商也明确表示，毛刺是长久以来一直存在的问题。



来源于：RACL Geartech Ltd



RACL Geartech Ltd.
Formerly Raunaq Automotive Components Ltd.

顺便说一句，我们公司与德国ZF公司建立了新的业务关系，对于底盘应用的环形齿轮的一些关键应用，我们确实遇到了内齿毛刺的问题，这是任何机械或手动去毛刺都无法解决的。用任何常规方法去除毛刺都是一个大问题。这就是电化学加工或电化学去毛刺的用武之地。

我们对到目前为止取得的总体成绩非常满意。

易趋宏公司给了我们很好的技术支持，实现了机床的及时交货（机床必须在3月31日之前发货。）3月31日机床离开德国易趋宏，这反映了对客户需求的坚定承诺。

在电化学加工这样的过程中，总是需要频繁的技术支持，并需要持续的耗材供应，如阴极或其他易损件。

毫无疑问，Extrude Hone在印度设立工厂是一个很好的举措。



来源于：RACL Geartech Ltd



EXTRUDE
HONE®

行业经验

自2006年以来，Extrude Hone一直是采埃孚 ECM系统的首选供应商。自动变速箱的多个部件受益于电化学加工。

在行星变速器设计中，有几个部件可用于ECM加工：太阳轮、输出轴、中心齿轮、导向轮轴和行星齿轮。

此外，热能去毛刺用于简单的去毛刺操作，以减少电化学加工前的毛刺体积，或简单地消除所有潜在的污染物。

齿轮的质量有助于减少磨损、振动、摩擦和噪音，同时减少油污染。电化学加工可以在短时间内完美边角断裂的控制，完成卓越的自动变速箱质量，同时集成到生产线中，从而提高生产率。

2020.5

“去年，ZF和Extrude Hone就几个项目达成了一致，以减少我们的产品成本。如今，ZF能够在其车间实现这种技术节约成本，特别是在新的变速器项目上。

非常感谢Extrude Hone的准备和支持!”

C. Hauser, 材料管理经理-采埃孚商品机械设备相关



来源于：ZF



行业经验

BURGMAIER HIGHTECH运用电化学工艺提供边缘解决方案

喷油器体高压区处相交孔的倒圆角&成型的解决方案。通过电化学加工来达到完全无毛刺。从而实现了在高压部件中的抗疲劳性，同时由于流动性能的提高而获得最佳的效率。

柴油机燃油喷射系统是柴油机的核心部件之一。它负责在正确的时间供应适量的燃料。

如今，越来越严格的排放标准迫使制造商将发动机的效率提升到新的水平，对喷射的要求不断增加。这导致对注射压力的需求越来越高。例如，现代柴油机使用超过2000巴的压力，以提高内燃的效率。这也意味着巨大的应力，特别是在高压区的孔交叉处。

Tobias L., 负责在Laupheim的BURGMAIER Hightech GmbH的ECM工艺，让我们了解他的日常工作，以及如何与Extrude Hone合作，帮助他们提供边缘解决方案：

“我在2004加入BURGMAIER作为生产线的领班。经过几年的经验，ECM工艺成功运用在我们的生产中，我现在负责维护我们工厂所有的ECM设备。自从我们在劳普海姆的工厂开始使用ECM以来，我们一直依赖于Extrude Hone的专业知识和经验。这一非常紧密的伙伴关系始于项目前期阶段在投标阶段的可行性，寻找并定义完善的生产过程步骤，以确保最佳零件质量和清洁度，并以创新的理念完善售后服务支持，以优化我们的工艺和降低我们的运行成本。

我们是精密零件的国际制造商。我们成功地巩固了我们作为技术市场领导者的地位，满足了全球客户群的需求。顾客满意是我们的重中之重——我们以企业文化的三大支柱：专业知识、精确性和可靠性来实现。持续改进，与客户紧密合作，实现技术领先和成本领先。

 BURGMAIER
Faszination durch Präzision



iStock



EXTRUDE
HONE®

行业经验

Ventura采用ECM用于汽车制动系统零部件

总部位于西班牙的Les Franqueses del Vallesin，在美国的休斯顿，和中国的苏州设立工厂，Ventura精密部件是一个为汽车行业和其他市场部门，如卡车，摩托车和航空公司提供高精度的零部件专业供应商。

Ventura拥有超过45年的经验，为罗伯特·博世(Robert Bosch)、大陆(Continental)和天合(TRW)等一流产品提供零部件，并能以具有竞争力的价格提供最高质量的零部件而自豪。Ventura的主要产品线是制动系统的活塞，在这个市场上，他们是生产新一代活塞的全球领导者。

Ventura的成功在于使用最先进的设备在生产过程中发挥了重要作用。其中一个过程是电化学加工(ECM)，Extrude Hone很自豪地支持Ventura交付高质量的部件给最终客户。

电化学加工以阳极金属溶出原理为基础，对难以使用传统方法加工和完成的零件提供高精度方法。因为电化学加工是一个非接触过程，它不会使零件受到机械或热应力。这意味着没有毛刺/二次毛刺，也没有工件变形，即使是薄壁铝件。电化学加工非常适合Ventura的高产量生产，具有很高的精度和高重复性。

Ventura使用电化学加工去除活塞柱塞上的毛刺和在交叉孔位置倒圆(如图所示)。这个区域没有毛刺是非常重要的。从这些十字孔上脱落的毛刺会影响刹车液压系统，导致系统卡住或损坏密封，导致液压油泄漏和/或空气进入系统，使系统失效。



来源于: Ventura



来源于: Ventura



EXTRUDE
HONE®

立即体验Extrude Hone!

通过详细的3D动画和客户实践，发现更多技术和应用。
访问我们的虚拟展台。



聚焦6个行业 - 6种语言

<http://vb.extrudehone.com.cn/>



EXTRUDE HONE®
SHAPING YOUR FUTURE

