

小而精密的刀具——HiPIMS和金刚石守护微加工



义齿、电子元件、手表机芯、微型滚珠轴承——小型化无处不在。为了能够可靠、经济地加工这些微小的部件，不仅需要具有特殊几何形状的高精度微型刀具，还需要与之相协调的涂层。超薄光滑的HiPIMS和金刚石涂层确保这些刀具在日常加工中获得高性能和高稳定性。

在微加工的世界里，精密刀具的直径只有几毫米甚至十分之一毫米。印度CTC精密刀具股份有限公司董事Ramesh Agarwalla表示：“尤其是对于这种微型刀具而言，涂层中的缺陷（即液滴）是致命的，因为它们对这些微小的尺寸具有非常极端的影响。因此，光滑度是绝对的、不可退让的要求。HiPIMS工艺则是我们成功的关键”。在印度，CTC是直径小至0.03mm微型刀具领域的权威专家，尤其是在PCB、牙科和多媒体技术领域。与电弧工艺相比，由于工艺的原因，CemeCon的HiPIMS技术根本无滴液产生——不仅实现极其光滑的涂层，还满足了微型加工低公差的要求，并因此而无需进行后期处理。

微型刀具上完美的光滑表面不仅降低了摩擦系数和积屑瘤的风险，也减少了切屑与刀具之间的接触时间，加速了热量随切屑的排出，保护了刀具在加工过程中免受高温的影响。此外，HiPIMS涂层特有的坚硬且坚韧的晶体结构，还具有非常好的附着力——只有HiPIMS才可以提供这种完美组合。即使在干式和/或HSC机加工过程中，HiPIMS也能带来优异的耐磨性，极大地延长刀具寿命。



非常适合精细复杂的刀具几何形状

对于微型刀具而言，如何避免涂层引起几何形状变化是一个普遍存在的难题。例如，传统的电弧工艺往往具有尖端效应，这意味着面对于锋利、尖锐的刀具表面会不可避免地出现过厚的涂层。但对于HiPIMS涂层来说，这根本不是问题。CTC公司的工程负责人Narayan Singh阐述道：“HiPIMS能够实现甚至低于 $1\mu\text{m}$ 的超薄涂层，理想地再现深槽几何形状。围绕切削刃周围复杂刀具几何形状上均匀层生长的涂层能确保层厚在非常窄的公差内均匀分布。这意味着切削刃既不会受到影响，也不会无意中变钝。”

如果你想以可靠的工艺在微型刀具的复杂几何形状上涂极薄的涂层，首先需要解决的是如何实现低残余应力的问题。CemeCon产品技术经理Christoph Schiffers解释说：“为了使微型刀具保持锋利的切削刃，涂层必须能够保持刀具的几何形状。HiPIMS涂层独有的低残余压应力特性，使得其不仅可为切削刀片提供 $12\mu\text{m}$ 厚的涂层，也可为微型刀具提供 $1\mu\text{m}$ 薄的涂层，这两种涂层都具有宝贵的优势。可以想象，如果将一块金属薄板在锋利的刀刃上弯曲几次，那么，毫无疑问弯曲点是薄板断裂风险最大的地方。而这种情况是绝不允许的，即使是切削刃上涂覆的薄涂层也不允许。涂层的内应力越低，这种断裂风险就越低。我们的CC800®HiPIMS拥有一个独特的优势：HiPIMS脉冲与基台同步。在基台上，可实现涂层的特定生长”。

CC800® HiPIMS：灵活、高效、稳定

CC800® HiPIMS涂层设备为刀具供应商提供了一批又一批完全相同的高质量涂层。它不仅确保刀具表面上的涂层厚度分布非常均匀，而且还能确保每个涂层批次的质量完全相同——除此之外，不同几何形状还可以（几乎）在该过程中实现无限地组合。Christoph Schiffers：“CC800®HiPIMS提供具有最高生产率的、高度均匀和致密的微型刀具精密涂层：例如：可以在约4.5小时内为1800个直径为4mm的刀具同时涂上 $3\mu\text{m}$ 的涂层。没有其它任何涂层系统能有如此高的效率！”

Ramesh Agarwalla补充道：“此外，CC800®HiPIMS还可让您全面了解所有HiPIMS参数，使您能够（进一步）开发自己的涂层工艺，拥有高度个性化涂层，从而与竞争对手拉开差距。”。



来自 CTC Prazision Tools 的团队在内部 CC800® HiPIMS 前（左起）：Atanu Ghosh、Somveer Kumar、Debarshi Saha、Shree Narayan Singh、Anil Kumar 和 Somesh Mandal

高精度金刚石涂层

很难想象，如果没有金刚石涂层，微型刀具该如何加工高研磨性的高科技材料：例如现在普遍应用于牙科和医疗领域的新材料。高精度多层 CCDia® 涂层的厚度仅为 $3\mu\text{m}$ ，独特的热丝工艺可确保涂层厚度分布均匀且公差严格，可以完美保持微型刀具几何形状的复杂性和精细性。CCDia® 涂层将晶体涂层的高附着力与纳米涂层的高表面光滑性结合在一起，加之高达 $10000\text{HV}_{0.05}$ 的极端硬度，最终赋予涂层极度的耐磨性和极高的导热性，大幅提高了刀具性能和使用寿命。此外，得益于涂层自身的多层结构，还显著提升加工工艺的可靠性，成为微精加工的完美守护者。

[微型刀具](#)

[微机械加工](#)

[微型生产](#)

[电动汽车](#)

[金刚石涂层](#)

[HiPIMS](#)

[种植牙](#)

[精确度](#)

[CC800® HiPIMS](#)

[CC800® Diamond](#)