



图1 在加工中，所有效果都取决于工具、涂层与材料参数之间的相互作用

刀具

征服刀具优化的复杂任务

标准涂层能够给予一臂之助，但要想达成真正令人满意的效果，必须将所有因素综合性地进行考虑，从刀具基底材料直至涂层后处理。

文 | Annette Norin, M.A., Sulzer Metaplas 公司公共关系经理

作作为一种金属切削过程，加工必须满足当今对于生产效率 and 加工速度方面越来越高的要求。而在此过程当中发生的磨损现象，以及零件和刀具的磨损都属于损失严重的因素。根据德国摩擦学协会所述，仅摩擦和摩擦作用一项，在工业化国家中每年都会发生约 5% 的生产总值损失。

而刀具涂层（图1）能够抑

制这类损耗，从而成为加工当中必不可少的一个环节。表面技术提供商多年来一直在开发定制涂层解决方案，让刀具达到更强的耐磨性、更高的生产效率和更持久的使用时间。而他们所面临的特殊挑战是考虑和优化四项极具影响力的因素：（1）刀具表面的预处理和后处理；（2）涂层材料；（3）涂层结构；（4）用于涂覆涂层的技术。

磨损的来源

在加工过程中，一些磨损机理会作用于刀具与材料相接触的区域。例如，切屑与切削表面之间的粘附作用；原材料内坚硬材料的磨蚀作用；以及摩擦化学反应（由于机械作用力和高温所产生的化学材料变化）。这些摩擦应力在很大程度上反映了刀具的效率，因为这些应力会降低切削作用力并缩短使用寿命。

而表面涂层能够降低这些摩擦应力的影响，而刀具基底材料将起到支撑作用并吸收这些机械应力。除了提高生产效率之外，摩擦系统的改进还会带来原材料和能耗的节约。

涂层对降低加工成本的影响

生产周期中的一项重要成本

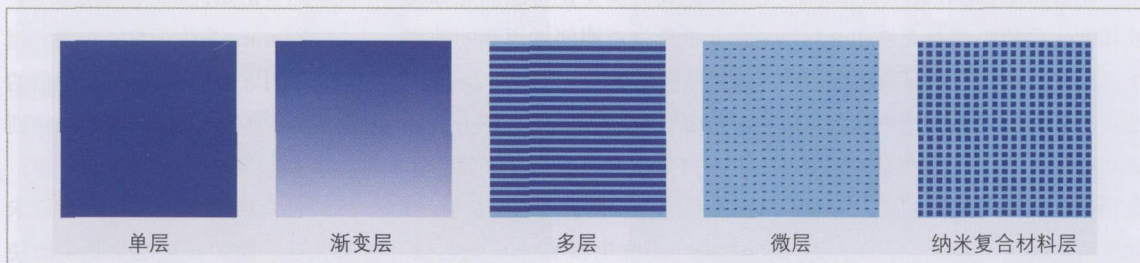


图2 功能性涂层特性，如涂层硬度、相稳定性和摩擦特性，都可以通过元素在层内的不同分布做出调整

因素就是模具的使用寿命。在这里可以将使用寿命理解为设备在需要进行维护之前能够不间断工作的周期。使用寿命越长,因生产中断而产生的成本消耗就越低,而且维护的工作量也就越低。

而涂层的应用能够延长刀具的使用寿命,即使在高温加工过程中,也可以显著降低成本。此外,所需要的润滑剂数量也就更少。这不仅降低了原材料成本,而且有助于保护环境。

预处理和后处理对于生产效率的影响

在现代化加工过程中,切削刀具需承受高压(超过2GPa)、高温和热循环应力。预处理和后处理以及涂层都必须适应这种应用条件。

在为刀具做后续涂层加工准备的同时,可以采用各种预处理方法来改善涂层的粘附特性。在采用涂层的同时,对刀具刃口进行准备能够带来更高的切削速度、进给速率和更长的使用寿命。

后处理(刃口准备、表面处理和结构化处理)也能产生决定性的作用。特别是用于避免因刃口积聚现象(来自零件的材料粘附于刀具之上)所导致的初始磨损现象。

涂层考虑因素和备选方

应用对涂层的要求有可能非常难以满足。由于加工过程中会在刃口处产生高温,所以对于热磨损的抵抗力就变得极为重要。而一般现在的涂层都具备以下特性:优异的高温特性、抗氧化能力、高硬度(即使在高作业温度下)以及通过纳米结构级涂层设计实



图3 物理气相沉积涂层加工室的内部情况
现的微延性(塑性)。

在高性能刀具的情况下,涂层的最优化粘附性和对残留应力的良好适应性属于决定性因素。尤其是,这点适用于基底材料与所施用涂层之间的相互作用。涂层材料应当具备与所要加工原材料之间尽可能低的亲和力。通过这种方式具备合适的切削几何形状和磨光或抛光涂层,就可以显著减少这种粘附趋向。

铝基涂层,如AlTiN(钛铝氮化物),就经常应用于加工行业中。在这些铝基涂层当中,由于加工过程中的高温作用,会形成一层薄而致密的铝氧化物层。这个铝氧化物层会不断地自行更新,防止涂层和涂层下面的基底材料发生氧化损失。

而所要求的硬度和抗氧化力能够通过铝含量和涂层形态上的变化做出调整。例如,就抗氧化力而言,就可以通过增加铝含量、纳米结构化或微合金化(也就是,低元素含量比例的合金化)来予以改进。

除了材料的化学成份之外,涂层结构也能够显著改变涂层的特性。根据元素在涂层微结构内的不同分配,会产生不同的刀具特性。

如今,已经可以组合多层具

有不同化学成份的独立涂层以达到定制化的特性。这种趋势将在未来进一步增强,特别是通过新系统和新工艺,如HI3(三重高电离化)技术,这种技术是一种电弧和反应溅射混合的技术,能够将三种高电离化工艺组合运用。

钛硅基(TiSi)涂层作为一种非常全面的技术可提供非常出众的效果。这些涂层能够以不同的碳化物比例应用于非常坚硬(可高达65HRC)的钢材上以及中等硬度的钢材上(40HRC)。涂层设计也被用于多样化的应用领域范围。因此,刀具表面就具备了可用于加工所有材料的特性,从高合金钢、低合金钢至各种硬化材料以及钛金属。在短期和长期测试当中,钛硅基涂层依靠铣床表现出了几乎翻倍的使用寿命,这样的成果来自于刃口磨损的减少以及表面质量的增强。在精加工应用领域(在44HRC的平板零件上)进行的后续测试更清楚地表明,采用涂层刀具可以达到几乎三倍的使用寿命并将粗糙度降低为原来的1/10。

这就最大程度减少了工件表面后续抛光的工作量。而这一系列涂层还在那些要求高切削速度、刃口高温和高金属去除率的应用中存在着应用潜力。

对于其他物理气相沉积(PVD)涂层(以及微合金化涂层)而言,涂层公司也在与加工企业密切合作,开展有关优化表面解决方案的研究。据此,能够实现生产效率、刀具使用量、质量以及材料、涂层与应用之间相互作用方面的潜在进步。通过专业化的涂层合作伙伴,客户能够在加工刀具的整个使用寿命期间提高刀具的效率。[MM]