

刀具

陶瓷刀具编程和使用的 7 个技巧

在很多加工制造中，都有充分的理由考虑或重新考虑采用陶瓷刀具。但是，使用陶瓷刀具时，要求操作人员具有不同的思维方式并且愿意调整以往使用硬质合金带来的惯性，选择更适于陶瓷刀具的刀具路径。



更多精彩请扫描二维码

文 | MATT DANFORD

对于某些车间而言，硬质合金刀具的灵活性过高了。NTK Cutting Tools 的工程和市场经理史蒂文·霍华德说道：“硬质合金安全且使用方便。”问题在于，人们经常会忽视性能更佳的选择，甚至可能因某些原因摒弃更优方案。他说：“我经常听到有人说，‘我们试过陶瓷切割刀具，但是没有用’。而出现这种情况多是因为使用错误导致的。”

霍华德先生解释说，与硬质合金相比，使用陶瓷刀具时，程序员需更加注意力，因为陶瓷刀具操作所基于的原理完全不同。但是，对陶瓷刀具不够了解的工程师，在为陶瓷刀具编写 CAM 程序时，在刀具运动路径的绘制或参数（如进给、速度和切削深度）的选择方法上，并没有做特殊处理，而是选择了与硬质合金刀具同样的方法和标准，因此，往往无法得到理想效果。

同时，他说道，陶瓷刀具的应用范围正在逐渐扩大。曾经主要用于航空航天零件生产的镍、钴、钛等金属的耐热合金产品，现在逐渐应用到汽车和能源行业。此类材料最适用于制作陶瓷刀具。最近的一个案例是，利用 Inconel 718



图 1 用惯了陶瓷刀具的机械师怎么会害怕切割区喷出的火焰呢？热量并不会构成任何威胁。相反，这些刀具需要热量

陶瓷刀具代替硬质合金刀具来加工油田管道零部件。在 NTK 的助力下，客户的加工周期从 1.5 h 缩短到不到 4 min。此外，陶瓷还可用于硬化钢和铸铁等材料。

简而言之，在很多加工制造中，都有充分的理由考虑或重新考虑采用陶瓷刀具。但是，如果程序员仍然只“考虑硬质合金”，并坚持盲目运用他们一贯的策略，陶瓷刀具将无法发挥其全部潜

力。在最近一次与霍华德先生的对话中，他向所有正在考虑试用或重新评估陶瓷刀具的公司分享了七个技巧。

技巧 1：优化表面速度

“遇到问题时，我们往往会出于本能而放慢脚步，”霍华德先生解释道。“这就好比行驶在一条崎岖的道路上，这种情况我们都遇到过。但对于陶瓷刀具而言，这无疑是一个大错误。”

这些刀具希望能够提高表面速度。更具体地说，它们需要热量（图 1）。与硬质合金的剪切作用相反，陶瓷可以将工件材料熔化。我们的目标不是通过切屑带走热量，而是要在温度超过 649 °C 的切割区域产生强大的压力。

由于缺少像类似钴这样的粘结剂材料，陶瓷刀具在设计时，专门考虑了发热压力。一般情况下，刀具比较厚，几乎不需要断屑器。在应用条件允许情况下，首选较大的圆角半径（图 2）。“我们的一贯做法是将作用力引入到刀具的中间部分。”霍华德先生说道。

当运行速度是硬质合金刀具的 8~10 倍时，可能会让人害怕，尤其是当切割区域吐出发红甚至发白的热切屑时（图 3）。但无论如何，保持速度至关重要。如果无法保持规定的割切速度，即每分钟表面英尺（sfm），或在提速时过于谨慎，可能会导致整个切割作业变得机械化。切割速度和刀具寿命也将受到影响。

技巧 2：保持接触

切割中断时，刀具将与工件脱开，然后冷却。这种情况对陶瓷刀具的使用寿命非常不利。如果无法避免中断，那么程序员应该坚持到底，而不是像使用硬质合金刀具时那么谨慎。实际上，程序员应努力保持刀具与工件接触，尽可能完成更多操作，尤其是铣削时。



图 2 多种用于粗加工和半精加工的陶瓷刀具通常优选坚固的圆形

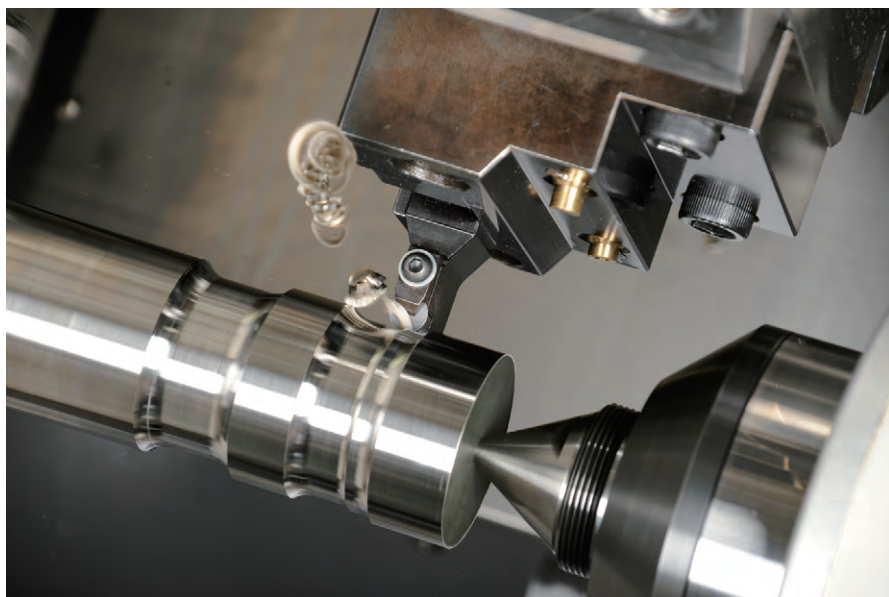


图 3 如图所示，用于类似应用中的陶瓷刀具的切割速度比硬质合金快 8~10 倍

技巧 3：快速进给

高主轴转速是确保切割速度的主要条件（图 4）。无论出于何种原因（比如与直觉相反的原因），我们都希望提高进给速度，借此防止刀具磨损。“刀具的旋转次数越少，使用寿命越长。别放弃尝试，也别放弃保护。”霍华德先生说道。如果由于其他原因，例如锐角转角，必须降低进给速度，则程序员应努力保持尽可能高的主轴转速（切割速度）。

技巧 4：处理边角时要小心

陶瓷虽然在硬度和耐热性方面有优势，但是也牺牲了脆性。即使使用坚固的刀具，处理边角时，进给速度仍需要降低一半。这种方法可以防止刀具与材

料大面积接触时形成额外的压力。

尤其需要注意锐角转角和菱形插入点。根据硬质合金的刀具路径，刀具将围着 90° 转角进行转动，而在这种范围内使用陶瓷刀具极有可能造成损坏。霍华德先生说道。相反，首选的方法是首先沿一面切割，切除材料后再将刀具接合到另一面并沿相反方向进给（在这种情况下，相比面临可能造成刀具破裂的作用力，更可取的做法是将刀具从材料上移开并允许出现小幅度冷却）。切口应在刀具半径的 45° 标记下方，最大程度减少刻痕，方便两个方向上的进给（图 5）。

技巧 5：将锋利边缘打磨圆滑

即使当转角和其他几何形状要求使用更薄且更脆的刀具时，NTK 也经常建议使用略微呈 T 形的台面或磨边。特别是对于耐热合金而言，此类特征可以减少刻痕、剥落和边缘堆积等现象。

该建议不仅仅适用于刀具。程序员还应注意在开始机加工之前，将铣刀进入或退出工件所经过的区域打磨圆滑。否则，刀具可能会碎裂或破裂。

技巧 6：控制车削深度

机加工普遍情况下处理的都是比

较大的圆角半径，所以机械工程师也许会倾向于使用较脆的材料来提高切割深度。“刀具因为他们的错误操作而破损，然后他们会说，‘陶瓷刀具根本没用’。但事实是他们在使用刀具时，导致刀具承受了过高的压力。”霍华德先生说道。

这种情况在车削操作中特别常见。圆形刀具可以通过切屑变薄的方式降低切割压力。这种情况常见于铣削三角形或菱形刀具时。“使用圆形刀具时，切入的深度越小，切屑变薄所带来的好处就越多，”霍华德先生解释道。“超过一定的切割深度后，刀具的前半部分不会再变薄。刀具将承受全速进给带来的所有压力。”

技巧 7：切割深度不同

根据其他刀具形状，建议有所不同。例如，对三角形或菱形刀具进行粗加工时，建议加大切割深度。无论是哪种应用，程序员都应确保每次走刀时的切割深度不一。刀具磨损位置因此而产生的变化减少了刻痕以及刀具过快损耗的概率，（图 6）。沿相同方向斜切可达到相同的效果（图 7）。

工作价值

前文所列并不全面。但是说明了程序员在适应硬质合金刀具时需从不同程度上思考如何使用陶瓷刀具。换种方式思考有可能减少程序员在开发硬质合金

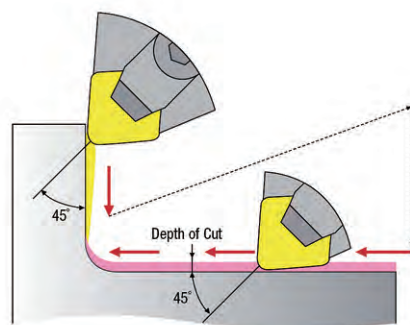


图 5 与硬质合金相比，使用陶瓷工具时，程序员需要将更多注意力放在边角之处。在类似这样的情况下，NTK 建议尽量通过粗加工方式切除材料，且接合的深度不得超过精加工刀具刀尖圆弧半径的 45° 标记。通过这种方法，可以最大程度地减少刻痕，并且可以使用同一个刀具从两个方向上进行切割

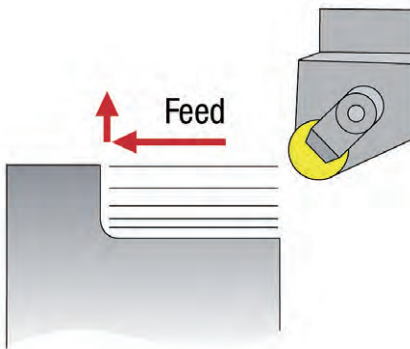


图 6 改变切割深度，扩大刀具表面磨损的分布面积，进而降低出现刻痕的风险

刀具时对自动化 CAM 软件功能的依赖。

并非所有示例都如同添加倒角或确保转角处理方法正确那样简单。举个例子，如果某个部件需要从型腔底部铣削成塔状结构。此时，选择现代化 CAM

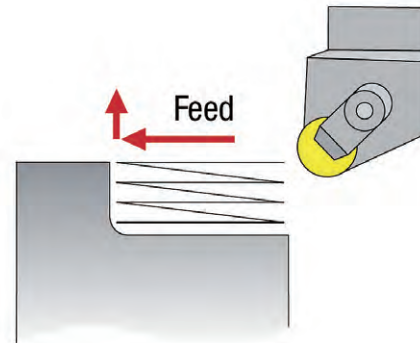


图 7 做斜面是另一种通过扩大刀具表面磨损的分布面积，降低出现刻痕风险的有效方法

系统编写程序，完成结构周围的型腔铣削，整个过程会更为简单。此时，硬质合金刀具的刀具路径优于陶瓷刀具。“一开始，就像铲雪机一样铲掉通道中的材料，但是陶瓷刀具的性能与铲雪机更相似，我们希望铲雪机工作时，机器内不会有雪堆积。”霍华德先生解释道，同时提醒工程师注意需要保持刀具的接触状态来维持热量。在这样的应用中，他说道：“也许我们必须检查并计划每条切割路径。”

尽管如此，这种三思而后行的做法是值得肯定的。他以一家航空制造商为例向我们做了具体解释。与前文介绍的示例相同，这家制造商也正面临铣削结构改进方面的困难。“我们进入了系统，调整了程序，提高了陶瓷刀具的成本效益。现在一个陶瓷刀具可以处理的部件数量已经翻了一倍。”霍华德先生说道。“之后，客户发来的订单也跟着翻番。”

1936 年，该公司以制造火花塞起步，一部不断挑战新技术的发展史由此开启。从产品开发过程中获得的技术和诀窍，开创了众多的应用技术，推动着新生事业的不断成长。以特殊陶瓷为核心技术的工匠精神，作为公司的 DNA 一脉相承，为未来事业的发展孕育新技术的萌芽。

其中，NTK 品牌包括 IC 封装、净化尾气用传感器、切削工具等，为了扩大今后的发展需求，以生物陶瓷为主的产品已经活跃在医疗、环境和能源等众多领域。**MM**

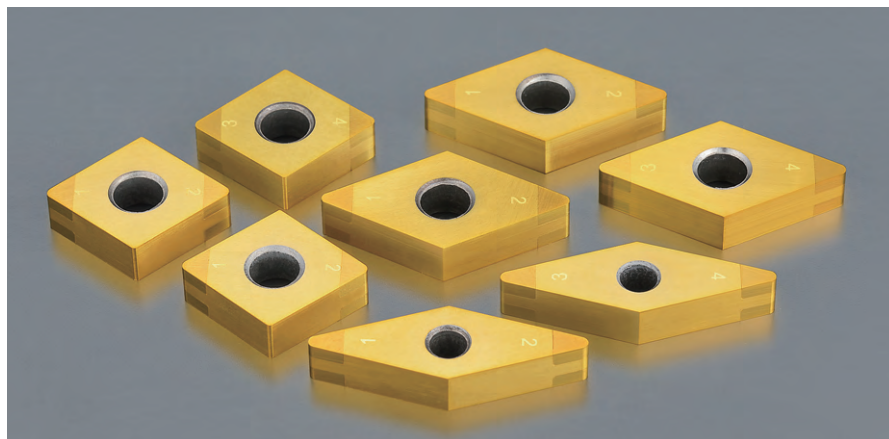


图 4 陶瓷刀具的切割速度比硬质合金快，但在操作时需要格外小心，尤其是精加工过程中，无法自动操作完成更加坚固、圆润的形状切割。陶瓷刀具具有 55° 和 90° 角度可选，用于更精细的切割操作