

刀具和切削参数仍对机加工起重要作用

山高刀具集团技术培训经理 Patrick de Vos

尽管制造商处理的零件、工件材料和加工工艺千差万别，但其共同目标是在规定时间内以适当的成本生产出合格的工件。为实现这一目标，制造商通常会采用模型着眼于选择和应用刀具，然后对应解决在此过程中出现的问题。但如果反向使用该方法，则可以降低成本、提高效率。制造商应首先致力于制定旨在消除不合格零件和意外停机的前瞻性预案，建立稳定可靠的工艺，运用生产经济学的理念，通过优化切削刀具和加工参数，在生产速度和制造成本之间找到平衡。

刀具和切削条件的选择

金属切削刀具的选择通常以应用为导向，即在车间寻找可以加工某些工件材料（如钢件或铝件）的刀具，或者可以执行特定操作（如粗加工或精加工）的刀具。更有利的刀具选择方法是首先考虑如何让加工操作与制造商的整体业务相吻合。

首先要确保工艺可靠性，消除不合格的零件和计划外停机。如果生产车间不重视切削力、热力和化学力对刀具的影响，可靠性将降低并出现刀具故障。

在建立稳定的工艺后选择刀具的特性和切削条件。在大批量的简单零件生产中，以最低成本实现最大产量通常是首要考虑的因素。但在品类杂、小批量的高价值复杂零件生产中，可靠

性和精确性比制造成本更加重要。对于此类小批量生产场合，装夹系统需要满足灵活性要求。

如果成本效益是主要目标，则必须根据每个切削刀的成本来选择刀具并选择与所选刀具相平衡的切削条件，加工参数应强调较长的刀具寿命和工艺可靠性；反之，如优先考虑工件质量，则应在适当的切削条件下采用高性能的精密刀具。

选择和调整切削条件

在对新的零件加工进行初步规划时，刀具和切削条件的选择应首先考虑加工方法、刀具槽型和刀具材料。例如，航空用镍基零件可能提示采用具有正角槽型的硬质合金立铣刀进行轮廓铣。该选择以生产车间对于工件生产速度、成本和质量的基本目标为导向，并取决于所采用的切削深度、进给量和切削速度。

为了改进现有的零件加工操作以实现更出色的生产率、经济性或可靠性，建议采用渐进的方法：首先改变切削条件，然后是槽型、切削材料、刀具概念，最后是加工方法。但大多数生产车间的做法与此相反，在尝试改进

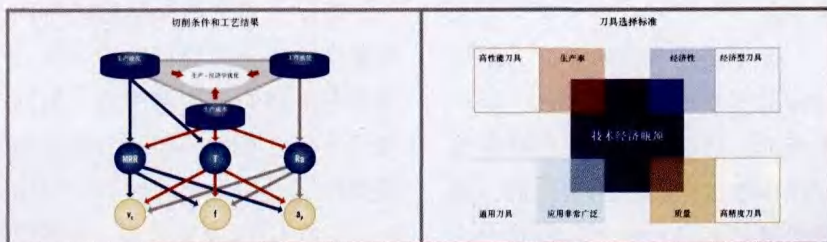
加工成果时，首先考虑的是改变刀具或加工方法。

如果修改切削参数不能达到预期效果，则可以改变切削刀具的槽型。与改变切削参数相比，这一步骤更复杂，需要采用新的刀具并增加刀具和机器时间成本。另一种选择是改变切削刀具的材料，但也将涉及更多的时间和经济投资。改变切削刀具或刀柄本身是必要的，但会增加采用定制刀具的可能性，导致制造成本上升。

很多车间使用CAM系统来指导刀具选择。但CAM系统并不会全面考虑各个不同的操作特性。举例来说，应用铣刀并不只是输入速度、进给量和切削深度那么简单，最佳的应用涉及众多因素，例如刀具的刃口数、排屑性能、刀具的强度、铣床的稳定性等。需要考虑到以上因素才能全面实现加工操作目标，即金属去除率、刀具寿命、表面粗糙度或经济性。

切削速度、进给量和切削深度

许多车间管理者认为，只需简单增加切削速度便会在一定的时间内生产出更多的零件并降低



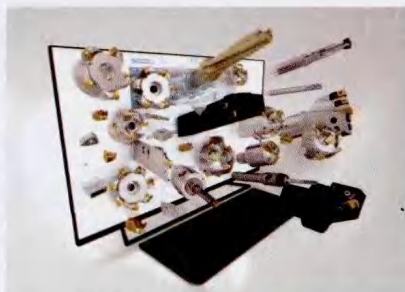
生产成本。然而,影响生产成本的因素有很多,并非只有产量。例如,加工中途更换刀具的操作就会对零件质量和加工时间产生不利影响。另外,提高切削速度确实会加快生产速度,但会缩短刀具寿命。加工成本将会因更频繁的刀具替换和更长的机器停机时间(更换刀具时间)而上升。

提高切削速度会缩短刀具寿命,并可能导致操作不稳定,而改变切削深度或进给量对刀具寿命影响极小。因此,要获得最佳的切削效果,需要在减少切削速度的同时相应比例地增加进给量和切削深度。采用尽可能大的切削深度减少走刀次数,从而缩短加工时间。虽然过大的进给量会影响工件质量和表面粗糙度,但应尽可能采用最大值。

大量实例表明,当切削速度从180m/min提升到200m/min时,金属去除率约增加10%,会对刀具寿命产生不利影响;当将进给量从0.2mm/r提升到0.3mm/r时,金属去除率会提升50%,而且几乎不会影响刀具寿命。

在大多数情况下,在相同或较低的切削速度下增加进给量和切削深度将增加操作的金属去除率,其效果与单纯通过提高切削速度所实现的效果相同。组合采用较低的切削速度、更大的进给量和较小的切削深度时可减少能源消耗。

优化切削条件的最后一步是选择适当的最低成本或最大生产率标准,然后使用切削速度来优化该标准的结果。20世纪初,美国机械工程师F.W. Taylor开发出



了用于指导该选择的模型。该模型显示,对于给定的切削深度和进给量组合,在特定的切削速度范围内,刀具的损耗是安全、可预测且可控的。在此范围内工作时,可以量化切削速度、刀具磨损和刀具寿命之间的关系,目标是提高切削速度以降低加工时间成本,但刀具磨损的加快并不会过度增加切削刀具成本。

刀具基体和槽型

优化刀具应用的其它步骤包括对刀具基体和槽型特性进行微调。通过改变刀具基体最大化生产率也需要在基体的各个属性之间进行权衡。

由于刀具的切削刃必须比所切削的材料更硬,在高速加工会产生较高温度的情况下,更高的切削刃硬度可以延长刀具寿命。然而,刀具越硬也就越脆。在粗加工中遇到不均匀的切削力,尤其是在涉及不同规模或切削深度的断续切削中,硬刀具更容易断裂。此外,不稳定的机床、夹具或工件也会诱发故障。

相反,通过增加钴粘结剂的含量来提高刀具的韧性,可使刀具拥有更强的抗冲击能力。但同时刀具硬度降低,导致刀具在高速操作中或加工磨蚀性工件时发生较快的磨损和/或变形。关键是



要根据所加工的工件材料来平衡刀具的特性。

选择刀具槽型也要考虑平衡问题。正角切削槽型和锋利的切削刃可以减少切削力并最大化切屑流,但锋利切削刃的强度不如钝化的切削刃,倒棱、倒角等几何特征可改善切削刃的强度。

通过在正角槽型中设置倒棱(切削刃后面的加强区域),可以提供足够的强度来应对特定的操作和工件材料,尽可能减小切削力。增加了切削力后倒角可以支撑锋利切削刃的最薄弱部位,“硬”的切屑控制槽型通过相对尖锐的角来引导切屑立即卷曲和折断。对长切屑材料来说,这些槽型是有效的,但在切削刃上增加了额外的负荷;“软”的切屑控制槽型在切削刃上产生较小的负荷,但会产生较长的切屑。不同的几何特征以及刀具刃口处理(例如研磨)可以相互结合,从而优化刀具在特定工件材料中的切削性能。

运营成本

用于计算加工成本的模型也可以采用微观视角和宏观视角。微观模型从狭隘的视角考虑切削成本,切削条件直接与切削成本相关联;宏观经济模型则从更广的视角切入,侧重生产指定工件

时所需的总计时间。

很多因素会影响生产速度，包括工件形状要求和材料特性、整个工厂的产品流、人员的投入、维护、周边设备以及环保、回收和安全问题，制造成本中的某些要素是固定的。工件的复杂程度和材料通常决定了制造零件时所需加工操作的类型和数量。工厂机床的采购成本、维护成本和电力成本可视为固定成本，人工成本比较灵活，但在短期内也能够有效地固定下来。这些成本必须由所加工零件换取的销售收入来抵消。

结论

选择切削条件和刀具应首先考虑公司加工操作的更广泛目标，并据此选择有助于实现这些目标的切削条件和刀具。

链接：

由于及时生产策略的使用越来越普及和外包服务的不断扩大，制造业正呈现出从大批量生产向品类杂、小批量生产模式发展的趋势。分包商的生产也开始呈现出小批量、间歇性、重复性的特点。出于平衡生产力和刀具成本的考虑，刀具需要在广泛的加工应用中提供出色的多功能性和灵活性。通过将车间内不同刀具的数量减至最少，可以缩短刀具处理时间并增加用于加工操作的时间。

基于平衡生产率和刀具成本的考虑，对于品种杂、小批量的生产场合，最好是采用能

够在众多应用中执行灵活加工的“通用”刀具，无需在更换工件时换刀，尽可能缩短停机时间。

山高的 Turbo 铣刀系列具有卓越的通用性可以提供出色的成本效益和高性能。其正角切削槽型可帮助降低功耗、延长刀具寿命并尽可能增加切削深度和进给量。

通用刀具的另一方法是装配一套适用于各种应用的刀具。山高精选刀具专为提供灵活性而设计。所选的刀具组包括有限数量的刀具，在加工日益变化的各种工件材料和部件所需的最大灵活性方面，是非常经济的选择。

欧瑞康巴尔查斯新汽车解决方案中心开幕

欧瑞康巴尔查斯在印度共设立了8家客户中心，其中第三个中心2001年成立于班加罗尔，主要专注于刀具涂层。公司随即在四年后针对其印度客户推出了专用于汽车行业的涂层解决方案。



Roland Herb博士为中心揭幕

欧瑞康巴尔查斯近年来重点投入印度市场，目的是为客户带来更加优质和便捷的服务，着重于汽车行业丰富产品系列的同时，拓宽了精密零部件在航空航天、石油天然气、医疗、纺织和机械加工市场的应用。欧瑞康巴尔查斯班加罗尔汽车行业解决方案涂层中心的成立，在中国、韩国、泰国和日本的基础上丰富了亚洲涂层中心，为当地客户提供巴尔查斯最新的技术、专业知识和基础设施。

欧瑞康集团的表面处理事业板块CEO Roland Herb博士在开幕致辞中指出：“这次投资表明公司表面处理事业板块对印度汽车零部件业务的日益重视。欧瑞康巴尔查斯政府的‘印度制造’活动可以很大程度上推动印度经济的未来发展。在此发展中，欧瑞康巴尔查斯不仅仅只是参与，而是希望推动和支持印度关键市场和客户的成功发展，并为此积极贡献。”

(欧瑞康 提供)