

冲破效率的瓶颈

Breaking Bottleneck for Improving Efficiency

本刊特约记者 Brad Branham



哈斯机床加工现场



哈斯的品质经理（左）和产品经理正在检查零件成品

提高生产效率是诸多企业在自身发展过程中孜孜不倦追求的目标,生产效率低下是企业快速成长制约的瓶颈。只有不断突破效率的瓶颈,才能在企业发展的前行道路上赢得灿烂的未来。深谙此道的哈斯,作为世界最大的机床制造商之一,一直在努力帮助企业实现生产效率的提高。

创建于1983年的哈斯自动化是一家年轻的公司,或许公司的历史并不那么悠久,可如今已是美国年产量最大的数控机床制造商。公司总部位于加利福尼亚的奥克斯纳德市,厂房面积超过100万英尺²(1英尺=30.48cm),生产近100种不同型号和规格的数控机床,涵盖了车、铣、高速、精密、模具加工和五轴联动等多种类型。2007年的机床产销量达到了13633台,2008年力争年产超过14000台。

众所周知,哈斯自动化以数控机床的生产见长,且生产自动化的程度相当

高。为了给客户提供更优质的产品，哈斯投入巨额资金，打造了一个极其现代化的数控机床制造中心，中心拥有包括柔性加工系统(FMS)、高精度的自动化生产线和数百台数控加工机床在内的加工设备，力求通过提高哈斯的生产能力和产品质量来保证继续推出更多让客户满意的高精度 CNC 产品系列。

“损坏刀具就是打破规则”，尽管这条格言看似与直觉相悖，但却是提高钛金属切除率的有效方法。钛和铬镍铁合金以及其他一些特殊材料一样，被广泛用于航空和军事领域。加州圣地马市 Mikana 制造公司总裁 Michael Allawos 深谙此道。Mikana 创立于 1985 年，主要服务于航空工业领域。当时他们正在竭力搜寻一种独一无二的材料，这种材料不好加工，那些难以加工的零件要从那些难以加工的材料中加工出来。

在过去的几年里，随着航空金属材料的价格飞涨，使得材料成本在“利一损”方程式中占据越来越大的比重。为降低成本并保持竞争力，Allawos 发现，Mikana 必须更快速地切削钛和铬镍铁合金以加快生产速度，这就意味着改革势在必行。

Allawos 知道，机床和加工工艺的改进是唯一的解决方案，他开始寻找一家刀具公司，希望他们能帮助他开创一套新的切削钛金属的方法。最终他找到了几家完美的合作伙伴：Hanita 切削刀具的经销商，加州 Thousand Oaks 的 Jonathan Saada 和他的伙伴们。Jonathan Saada 将这样的合作称为“三方合作”——Hanita 切削刀具、Mikana 和哈斯自动化公司。由 Saada 提供创新性的刀具，Mikana 提供测试这些新想法的平台和专业技术。由于哈斯机床本身的稳定性，以及哈斯维修工程师和哈斯工厂自始至终的大力支持，一台带有高拉紧力拉杆的哈斯 VF-2 成为了测试机床。他们合

作创新的结果颠覆了许多难加工材料的切削理论。

Mikana 生产的大部分工件都由硬质铬镍铁合金或钛制成，传统方法都采用较低的进给速率加工这些材料。由于加工材料的切除率都是以英寸³/min (1 英寸 = 2.54cm) 来测量的，因此切除率也经常成为盈利或是亏损的度量。而更快的切除速率和更长的刀具寿命意味着更高的产能，包括生产工件所需要切除的大量材料。这些都与减少循环时间有关。

那么有多少材料被切除呢？Allawos 举起了一大块钛 6-2-2-2 和一个当中镂空的钛金属盒。“看到了吗？”他问道。“这个薄薄的工作就是从这个大家伙加工出来的。正如你所见，这个家伙的 90% 都被切掉了，而且钛 6-2-2-2 比其他类型的材料都要坚硬。”但令人难以置信的是切除材料的进给速率是绝大多数机械师无法想象的，大部分的切削都是在 80 ~ 90 英寸/min 的进给速率下进行的。

此时，Saada 和 Allawos 决定要用实践的方法来解决进给速率慢的问题。在他们最开始启动这个项目的时候，Saada 就向 Michael 保证过，在这些刀具证明其自身价值之前，他不需要支付任何刀具费用。出于对探知新刀具极限所在的好奇，Saada 把 Hanita 刀具带给 Mikana 的生产经理。每一把新刀具的试验都是如此，记录下极限结果，然后达到某个更高的进给速率。

“我鼓励我的员工们来想出新的办法和新的试验，”Allawos 解释道。“如果我们发现一个好结果，那么节约的成本就能弥补整个过程的花费。

我们记录下所有的事情，而且得到了令人惊奇的结果。我们现在掌握了这项技术，它使得我们使用大大超过切削刀具制造商推荐的切削速度和进给速率来获得优异的成果，特别是在切削铬镍铁合金和钛金属方面。”

进行一个优异的钛金属切削，共有 3 个因素会发生作用，第一是刀具。为消除噪声，Saada 使用一种被称为 Varimill 的变螺旋角刀具，从



而打破谐振，同时它还具有氮化铝钛涂层，可以分散热量。第二个因素是仿形铣的使用，Saada 利用球面端铣刀的尖端对半径进行加工。第三，采用薄化切屑效应。使用薄化切屑意味着它大部分的切削刃与工件产生较轻的接触以获得大的切削深度。

据 Saada 的同伴 David Buchberger 介绍，目前通过使用带有涂层的刀具，他们能够对钛 6-2-2-2 进行 80 ~ 90 英寸/min 的切割。对于那些习惯于用 4 英寸/

min 的速度加工钛金属的人而言,如果有一天他们的加工速度完全可以达到每分钟 80 英寸/min,这是绝对令人不可置信的。然而事实就是如此。

Saada 通过实践解决加工硬化而造成的工件脆化问题。他们发现大多数情况下造成加工硬化的因素是刀具的停顿。由于人们害怕加工钛,所以通常一次只切削 0.12 英寸,



为F-22A战斗机生产的钛合金结构件

当加工到转角的时候,就慢下来。可是热量究竟去哪里了呢?到零件里去了。加工硬化变得局部化,所以你必须不停地移动刀具,保持切削。因此,如果采用薄化切屑的方法,所有热量将会传到切屑上而不是零件里。

钛 6-2-2-2 非常坚硬,难以切削。635 铬镍铁合金也是一样。它们是最难以加工的金属,刀具损坏非常快。只见 Saada 取出一个盘形形的盘子和一块铬镍铁合金放在桌上。“你可以看到我们是怎样从这块合金加工出这个零件的,”他指出。大约 95% 的合金都变成了切屑。他们试过硬质合金铣刀,陶瓷刀片以及含钴刀具。但这些刀具磨损得非常快,基本没有寿命。直到最终尝试

了粉末高速钢刀具,它含 12% 钴,6% 钒,带有氮化铝钛涂层,最佳组合由此诞生。

除此之外,其他所有的端铣刀都极易磨损,而硬质合金太脆弱易碎,以至于刀刃碎裂,它们加工 635 铬镍铁合金只能坚持约 20min。现在我们每把刀具能使用超过 1h,而且刀具重磨后无需重新施加涂层。在 Mikana,他们用同样的 1 英寸刀具对铬镍铁合金进行长达 3h 的切割,其中大部分时间是满刀切削。

刀具和进给倍率的单独使用并不能获得高效的性能。“最重要的因素之一在于哈斯 VF-2 的高拉紧力拉杆,” Mikana 产品经理, Ed Lujan 解释道,“拉杆的张力将所有震颤作响的可能性都清除掉了。材料切削时的震颤声是机械师们最头疼的问题,它并不是机器本身的故障。如果你准备对多种金属进行切割,那么你最好拥有一台多样化的机

床,正如我一样,可以往哈斯机床上放入任何种类的金属。”

能够加工多种金属的能力对 Mikana 的生产和未来都至关重要。尽管他们为 F-18、F-22 和 Joint Strike Fighter 生产零件,但事情已变得越来越商业化,这在同 Lockheed、Boeing、JPL 一类的商业客户合作中尤其是这样。目前大概有 108 个 Mikana 生产的 Rover 零件还在火星上遨游,而其中的大多数都由哈斯机床生产。

Mikana 50% 的产品用钛和铬镍铁合金制成,同时也加工塑料、泡沫和铝材。“正是这些刀具对铝材进行切削,”Buchberger 举着一只大直径 3 齿波刃铣刀说道。“有些人觉得没有必要用次微晶粒硬质合金刀具

来加工。有些人觉得没有必要用铝材,但是这种刀具的寿命和切削速度会以 10 倍的价值返还给制造成本。”

在 Mikana 车间里,几乎一半的加工量都在铝材上。“我们想用我们的哈斯机床来做这些工作,因为在哈斯机床上加工效果很好,”Allawos 评论说,“它是很坚固的机器,更适合用于加工硬质材料。”

Lujan 说,哈斯机床最大的优点之一在于“哈斯机床的操作都一样,如果你会操作 VF-2,那么你就可以操作 VF-4 或者 VF-8。它们的控制器都是一样的。会对加工产生不同影响的因素在于进给倍率和预读。哈斯控制器使困难的工作变得简单。”

不断挑战测试的极限,然后就可以知道到底能达到多快的切削速度,采用哈斯机床,可以突破常识的局限,冲破长久以来生产率的瓶颈,获得更多的利润。这不但是客户所期望的,也是哈斯一直以来所追求的目标。

对于客户来说,购买哈斯机床,除了机床本身的高品质之外,还能享受到哈斯快速、细心、周到的服务。这样的服务不仅仅意味着机床的维修,更包含哈斯所提供的技术支持,无论是售前的技术工艺,还是售后的应用方案,哈斯都竭尽全力帮助客户。而这样广义服务的载体就是遍布全球的哈斯 HF0 经销网。目前在全球范围内,已经有超过 120 家哈斯 HF0 为客户提供销售、咨询、维修等一系列的服务。

现在,为了让中国的机床用户也能享受到哈斯专业的服务,哈斯已经在上海、沈阳、广州、青岛、重庆、无锡、北京、苏州、宁波、南京等地陆续开设了 10 家 HF0,这些 HF0 秉承美国总部“为客户谋取最大利益”的经营理念,保证每时每刻向中国的用户提供各类高品质数控机床和满意的服务。(责编 微凉)