



哈尔滨理工大学刘献礼教授

论刀具企业 技术解决方案

哈尔滨理工大学、高效切削及刀具国家地方联合工程
实验室 (黑龙江 150080) 刘献礼 计伟

随着装备、航空航天、武器及能源等行业的飞速发展,开始大量使用难加工材料,并出现了许多特殊或具有较高加工难度的零部件,这就对刀具企业的刀具产品提出了更高的产品及服务要求。各国刀具企业各具特色且已经形成了几大主要派系,山特系:包括山特维克可乐满、山高、瓦尔特等;美国系:包括肯纳金属、Widia、Star等;欧洲系:包括MAPAL、Guehring、EMUGE等;日本系:包括三菱金属、住友、东芝、日立、京瓷、黛杰等;以色列系:包括伊斯卡、英格索尔、瓦格斯等;中国系:包括株洲钻石切削刀具、厦门金鹭特种合金等。

能否更多地占据市场份额,不但要看各个刀具厂家的刀具质量、价格以及技术服务,而且还要看其针对用户需求能否提供高效的解决方案,这是现在和将来刀具生产企业能够服务制造业用户的关键所在。

何为解决方案,就是针对某些已经体现出的、或者可以预期的问题、不足、缺陷或需求等,所提出的一个解决问题的方案,同时能够确保有效地执行。在刀具行业中,解决方案主要有针对某种材料、某个零件或某个行业等的配套刀具以及刀具的应用技术。针对材料的属性加工解决方案是指针对工件材料某种加工工艺的专用刀具与应用;针对零

件特点的解决方案是针对某个零件的加工过程配套所有刀具、工艺流程,如图1所示。

国外的一些刀具企业经历了多年的发展,在许多重点领域已

经具备了比较成熟的产品加工的解决方案,例如在能源行业、航空航天行业等,山特维克可乐满、山高、瓦尔特、伊斯卡等厂家已经具备了解决方案体系,下面就针对材料属性及零件特点的解决方案分别进行叙述。

几种典型材料加工解决方案

现代航空航天制造业中,应用较多的典型材料是铝合金、钛合金及复合材料等,它们的加工效率和质量对航空航天业非常重要。

1. 铝合金加工

铝合金的切削加工特点:强度、硬度比铜更低,切削加工性较好;加工时容易粘刀,形成积屑瘤;组织不够致密,很难获得较小的表面粗糙度

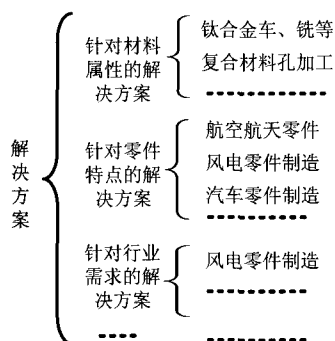


图1 切削加工解决方案的分类

值；装夹和加工时容易引起变形，工件表面也易碰伤或划伤；线膨胀系数比铜更大，影响尺寸精度。相对于其他难加工材料，在实际生产中对其加工效率的要求较高。

(1) 山高公司铝合金专用钻头设计新思路 山高刀具始终致力于研发高效率的切削刀具，提供低成本的加工解决方案。山高的Feedmax N适用于铝合金加工。Feedmax钻头采用独特的N槽型设计和DLC类金刚石涂层技术，它在钻削低硅铝合金时，显示出了卓越的性能。N槽型钻头在大幅提升加工效率的同时，还能在整个寿命周期保持良好的精度。

N槽型可以实现保持热量降低到最低限度，以达到良好的刀具寿命和孔的质量，体现在以下几个特性：①切削刃修磨：加工这些粘性材料，需要非常锋利的切削刃。②圆锥主后角：主后角设计为 12° ，以减少与工件材料接触。③刃带窄：这种独特的N槽型设计，其刃带比普通钻头窄40%，从而减少了切削过程中孔与钻头间所产生的摩擦热，以防止热量过高所产生的积屑瘤粘连在钻头刃带上。④倒锥（轴向后角）：倒锥为 $0.5\text{mm}/100\text{mm}$ ，它是标准孔尺寸的2倍，能减少钻头与孔表面的直接接触。⑤DPC涂层：一种低摩擦涂层，其目的在于提高排屑能力。这是取得成功的关键。⑥优化排屑槽：为了实现良好的排屑，排屑槽应设计得更宽更深，以便更容易地排出大量的切屑。

由于采用了N槽型设计和DLC涂层，最终得到令人满意的结果：加工了3 600个孔，直径偏差为 0.01mm ，表面粗糙度值 R_a 均在 $0.1\mu\text{m}$ 以内，切削刃仍处于完好的状态（见图2）。



图2 加工3 600个孔的切削刃

(2) 瓦尔特公司铝合金解决方案 瓦尔特PrototypSky-tec™（见图3）是高性能、高效率刀具。相对于一般刀具，该系列刀具可提高加工效率两倍，特别是在铝合金型腔加工方面性能优异。此刀具具有 25° 或



图3 瓦尔特 PrototypSky-tec™ 刀具

30° 螺旋角；抛光刃带降低了积屑可能性，即使加工深腔时也有可靠的切屑去除率；可选切削刃的CRN涂层；特殊RAPAX粗加工形式；内冷系统，轴向和径向孔的设计，可使用中等量的切削液供应；处理过的光滑表面使加工更可靠，并具有高扭矩。瓦尔特Prototyp Sky-tec™ 特别适用于加工软金属，带有轴向和径向的冷却通道，非常适用于加工深型腔。

2. 钛合金加工

钛合金的加工特点：导热系数小，切削温度高；切屑与前刀面的接触长度短，刀尖应力大；钛合金的强度高、硬度大且冲击韧性大，加工硬化非常严重；摩擦系数大，摩擦速度高；钛和钛合金在高温时化学活性高，与空气中的氧、氮等起化学反应，形成脆性层，降低塑性；弹性模量小，易发生回弹。

(1) 山特维克可乐满钛合金切削解决方案 S30T和S40T两种新牌号的推出将钛合金的加工可靠性和刀片寿命推向了一个新水平，可用于CoroMill铣刀家族（见图4）的面铣、方肩铣、长刃铣和高进给铣削、插铣、仿形加工和槽铣。

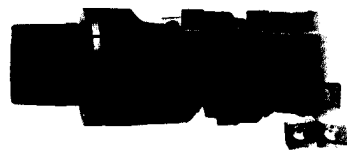


图4 CoroMill铣刀

S30T提高了铣削速度和刀具使用寿命，它结合了微晶粒硬质合金及耐磨PVD涂层的特性，锋利的切削刃具有很强的抗疲劳强度和抗微崩刃能力。

S40T用于困难的铣削工况，S40T专为困难的铣削工况而开发。它由高韧性的硬质合金和薄的CVD涂层组成，在切削时能经受振动以及其他的困难工况，具有更长的切削时间。此外，切削刃是逐步变钝而非崩裂，因此磨损是可预测的。

(2) 瓦尔特钛合金切削解决方案 Duo Protostar® Ti40/Ti45整体硬质合金专为钛合金而设计，Ti40是带内冷的粗加工刀具，Ti45则是精加工刀具。在空客的一个项目中，Ti40刀具使一个Ti6Al4V材料工件的加工寿命增加了两倍。最高切削量达到了 $80\text{cm}^3/\text{min}$ ($V_c=25\text{m}/\text{min}$)，并达到了

2. 根据零件特点给出有效的解决方案

分析以上几种零件的解决方案,之所以高效的原因主要是:①对工件的加工特点以及机床性能的了解是必不可少的。②采用了大量像复合刀具等专用刀具。③采用了插铣等高效的加工工艺。

3. 技术推广、服务到企业现场

国外刀具的技术服务主要体现在以下几个方面:

(1) 技术培训 国外的刀具企业在我国建立了生产效率中心,有针对性地为客户提供服务,进入这些厂家,为他们发现问题并解决问题;并且对员工进行技术培训,其中包括市场调研人员、销售人员等,还定期对客户进行技术培训,增加客户对切削技术知识需求,开展技术咨询和服务。例如,山特维克可乐满(中国)在上海设有生产效率中心、日本三菱金属设有技术研发和培训中心,山高刀具在上海有研发和技术推广机构等。

(2) 研究难题 如果客户在加工过程中出现了问题,国外刀具公司技术人员就会来到现场为客户解决问题;一些在现场不能解决的问题,技术人员会带回公司去研究解决方案,有的难解决的问题甚至会花几年时间去研究。

(3) 技术研发 国外刀具企业非常重视技术研发,对研发的投入费用非常高,有些国外刀具公司固定将产值一定比例投入到刀具研发中。

(4) 合作与品牌建设 世界各大刀具公司不同程度、不同方式地和大学、科研院所进行合作研究,设置奖学金,既解决了刀具研发中的技术问题,又为企业品牌及其产品进行了长远的宣传。

对我国刀具发展的几点建议

通过上述的分析,要提高我国的刀具技术水平,刀具企业应该注重以下几方面的工作。

1. 应加强应用基础研究

首先,我国的刀具企业应该重视切削技术的基础研究工作,在刀具设计研发的过程中,理论可以指导部分刀具设计,可以减少试验的数量,从而可以降低刀具设计的成本;其次,要重视客户加工材料特性的研究,针对性地开发刀具;另外,还要重

视对刀具和机床、结构组成的工艺系统研究,这样可以使刀具性能得到更好的发挥。

2. 提高高性能刀具的研发能力

对于刀具企业来说,高性能、高品质的刀具才是有效解决方案的根本。我国多数刀具企业还处在盲目模仿国外的刀具产品阶段,但是由于材料不同、加工工艺的差距,导致多数情况都是“形似神不似”;提高刀具研发能力的关键因素是创新,相对于国外的刀具企业,国内企业的创新能力明显不足,这也严重制约了研发能力。

3. 注重技术服务的质量

刀具企业发展首先要有高质量、高效率的刀具,这是发展的前提。但是现在刀具行业中竞争十分激烈,仅有高质量的产品是远远不够的,还需要全面、周到、深入的技术服务,要针对具体问题,能够拿出切实可行的解决方案。在实际的生产过程中,由于机床、工况的不同,现场使用中刀具遇到的问题比试验过程中的问题要多,此时考验的就是刀具企业的技术服务能力。

4. 发展出自己的特色

我国刀具企业应该突出企业的特色或者优势方向,而不是在所有领域上平均发展。如果看准时机,在某些重点领域上加大发展力度,可能会大大提高国产刀具在高端市场的份额。

结语

国外刀具企业具有针对像铝合金、钛合金及复合材料等难加工材料以及一些典型零部件的加工制造较成熟的切削解决方案。这是因为国外刀具企业不但具有高性能刀具和高质量的解决方案,而且他们还具有较强的技术服务能力。

虽然国内刀具面临着重大的考验,但是同时也是一个较好的机遇。只要我国刀具企业充分利用国内的资源,注重产、学、研、用,加强与科研院所、高校的合作,并且加强发展基础研究,提高研发能力和技术服务能力,突出自己的特色,我国企业才会发展得更快、更稳。MW

(收稿日期:20120315)