

发展现代高效刀具 提高加工效率和效益

Develop Modern High-Performance Cutting Tool to Enhance Machining Efficiency and Benefit

哈尔滨工业大学 袁哲俊



袁哲俊

哈尔滨工业大学教授、博导,长期从事金属切削与刀具、精密加工、纳米技术等方面的教学和科研工作。曾任国务院学位委员会学科评议组成员,全国机械制造教学指导委员会副主任兼切削组组长等。完成多项重要科研项目,并获国家、部、省级奖多项。1956年被评为全国先进工作者,1991年被评为航天部有突出贡献专家。主编正式出版的教材和学术专著13本,发表学术论文600多篇。

现在我国很多企业制造技术水平不高,对机械行业中通过现代切削技术和高效先进刀具来提高生产效率并降低成本的认识不足,不重视通过提高加工技术水平来提高生产效率。我国的机床生产近年来发展迅速,制造业的机床拥有量已达700万台,在世界遥遥领先,稳居第一,但刀具工业却远远落后于机床的发展。切削技术落后,先进的高效机床没有高效先进的刀具配备,从而使高效机床的加工效率得不到发挥,严重影响了生产效率的提高和加工成本的降低,制约了制造业的进一步发展。

刀具对提高机械制造效率和效益的积极作用

近年来我国的制造业获得了持续高速的发展,在现在的经济寒潮中,机械工业总产量仍仅次于美国和日本,居世界第三,已成为名副其实的制造大国。近期,由于人民币升值和国内劳动成本的迅速升高,需要尽快提高机械工业技术水平,变危机为机遇,向制造强国奋进。现在我国很多企业制造技术水平不高,对机械行业中通过现代切削技术和高效先进刀具来提高生产

效率并降低成本的认识不足,不重视通过提高加工技术水平来提高生产效率。我国的机床生产近年来发展迅速,制造业的机床拥有量已达700万台,在世界遥遥领先,稳居第一,但刀具工业却远远落后于机床的发展。切削技术落后,先进的高效机床没有高效先进的刀具配备,从而使高效机床的加工效率得不到发挥,严重影响了生产效率的提高和加工成本的降低,制约了制造业的进一步发展。

现代切削技术和高效先进刀具是制造业提高生产效率的最重要和

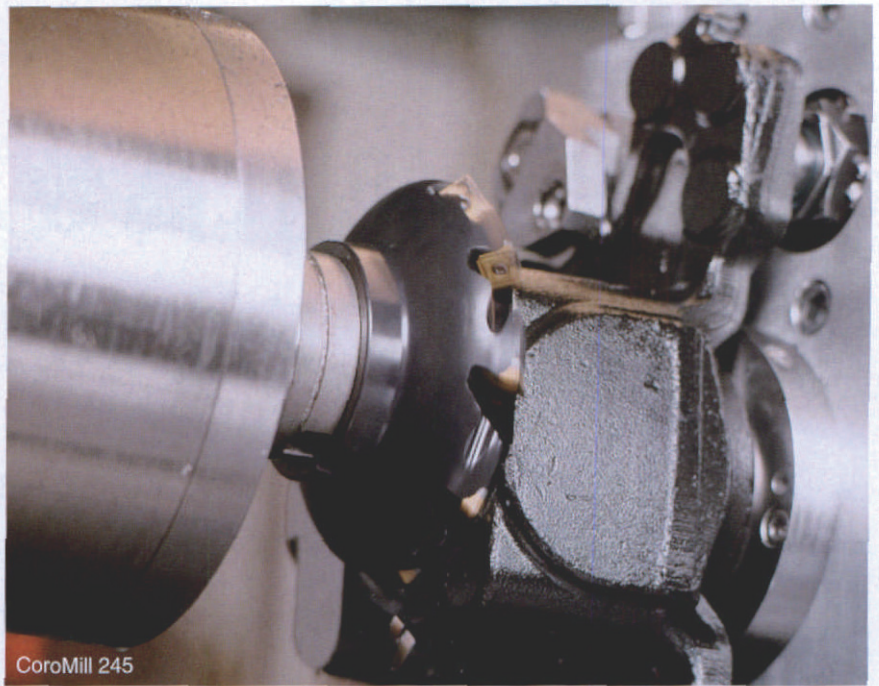
2010年第11期·航空制造技术 51

最活跃的因素之一。发达国家大量使用高效先进刀具,平均刀具费用约占制造成本的4%,而我国制造业因使用价廉的传统刀具,平均刀具费用不到制造成本的3%,致使我国机械工业的生产效率远远低于国外水平。据统计,采用高效先进刀具可明显提高切削加工效率,可使零件生产成本下降10%~15%。采用高效先进刀具后,刀具费用大约提高50%,从而使零件成本提高约1%。综合考虑,使用高效先进刀具对提高加工效率和降低生产成本的效果是极为显著的。例如,目前的航空工业中使用新型的铝合金整体薄壁构件来代替原来的焊接、铆接的组装构件,加工这些铝合金整体薄壁构件需要铣去大量的金属,而采用高速切削新工艺可使加工效率提高多倍。在数控机床上使用专用高效复合刀具,可用一把刀就自动依次完成较复杂件的加工,从而代替了多把刀加工,可大大提高加工效率。国内不少工厂采用高效先进刀具后提高了加工效率,降低了生产成本,已取得了极好效果。

我国切削技术和刀具工业当前面临的形势

我国2005年的刀具消费为17亿美元。2006年约20亿美元,其中进口刀具消费近10亿美元。2007年工具工业空前高速发展,销售收入增加达28%左右。2008年前3季度工具工业仍继续高速发展,增长超过20%,但10月以后下滑明显,然而全年增长仍在12%以上。受世界经济危机影响,2009年工具工业继续下滑,但在整个经济形势回暖后,工具工业亦将逐步好转。

近年来我国工具工业虽也有一定发展,但远落后于机床业的发展,生产中使用的先进刀具大部分来自国外进口。我国现在也出口不少刀具,但主要是廉价、低档的标准



刀具。2004年我国生产刀具约25亿件,其中20亿件是廉价、低档的出口刀具,这几年出口的仍基本是中低档刀具。美国市场上中等规格的麻花钻每个价格约10美元,而中国生产的低档麻花钻仅1美元,仅用作手工工具。从国外引进的高效生产线,如汽车行业等所用的刀具80%~90%是从国外(含国内的外资企业)进口的。现在我国刀具生产供销情况是高端先进刀具产品主要依靠国外进口,而低档刀具产品恶性膨胀,这种情况必须尽快改变。

我国制造业生产中大量使用标准刀具,而发达国家则大量使用高效先进刀具,致使我国加工效率远低于国外。我国工具厂仍大量生产标准刀具,其中还有不少是低档刀具。据统计,我国消耗全世界40%的工具材料,销售收入却只占全世界工具的12%~15%。国外工具企业的毛利率都在40%左右,而我国工具厂的利润很低,部分工具厂还出现亏损。

大力发展现代高效刀具

1 机械制造厂应改变观念,重视使用现代高效刀具

制约我国切削技术和刀具工业

发展的原因很大一部分是企业对刀具的使用仍停留在落后的传统观念,即采用廉价刀具来控制成本,而不是通过高效刀具来提高加工效率并降低成本。很多企业花了大价钱购买高效数控机床,却舍不得花不多的钱购买先进高效刀具,致使切削技术落后,机床加工效率甚低。这实际上是浪费了昂贵的机床,得不偿失。

2005年,美国机床消费58.2亿美元,刀具消费30亿美元;同一年我国机床消费107.8亿美元,而消费刀具仅17亿美元。这种反差明显说明我国的机械制造业中,对通过先进切削技术和高效刀具来提高生产效率的作用不重视。改变观念,充分认识并努力推广和应用先进切削技术和高效刀具,提高加工生产效率,降低成本,加强企业的竞争力,已是我国机械制造业发展所面临的和迫切需要解决的重大问题。

2 大力推广使用新材料刀具

刀具材料是刀具工业的基础,刀具材料的发展对刀具切削性能的提高起着决定性影响,新材料刀具的使用使切削效率大大提高。

(1) 高速钢。

高性能高钴、高钒高速钢刀具的耐用度比普通高速钢提高了1.5~3倍。粉末冶金高速钢的强度可提高20%~30%，韧性提高1.5~2倍，并且可靠性比普通高速钢明显提高。国外在加工中心上已普遍使用这种粉末冶金高速钢制造的小钻头、丝锥和铣刀等，而在我国还很少使用。

(2) 硬质合金。

国外近年来发展了多种新成分、新牌号的硬质合金，发展了高强度、高韧性的0.5~1 μ m超细颗粒的硬质合金，开发了多种新涂层硬质合金，使硬质合金的切削性能显著提高，大大扩大了硬质合金的应用领域。现代先进高效刀具的大部分是硬质合金刀具。我国钨资源世界第一，钨制品和硬质合金产量也居世界第一。但目前国产的硬质合金质量与国外产品相比，还有很大差距。国内制造业用的先进高效硬质合金刀具主要依靠国外进口。

(3) 超硬刀具材料。

超硬刀具材料指陶瓷、立方氮化硼和聚晶金刚石等，近几年发展迅速。陶瓷刀具材料采用微粉和部分纳米微粉，加入了SiC晶须，采用新烧结工艺等，从而使陶瓷刀具材

料的强度和韧性得以大幅度提高。陶瓷刀具在国外的应用日益广泛，切削速度可比硬质合金提高数倍，大大提高了加工效率。在德国，已有约70%的铸件用陶瓷刀具加工，而日本陶瓷刀具的年消耗量已占刀具总量的8%~10%。立方氮化硼的硬度高达8000~9000HV，耐高温达1400 $^{\circ}$ C，可高效加工冷硬铸铁和HRC50以上的淬火钢。超硬刀具材料在我国制造业中的应用还很少，应加强发展。

3 积极推广并发展新切削技术和专用高效刀具

(1) 高速切削技术。

经过半个世纪的探索和研究，20世纪90年代以后，高速切削技术在各工业发达国家已应用于生产，受到极大重视。高速铣削钢时，切削速度的下限是500~800m/min，高速铣削铝合金时，切削速度的下限是3000~5500m/min，可明显地提高切削效率。高速切削已用于加工多种不同材料的复杂结构零件，包括自由曲面的零件等都已可用高速切削技术加工。航空工业中的大型铝合金机架的加工采用高速铣削

后，可多倍提高加工效率，效果明显。高速切削不仅明显提高了加工效率，并且加工温升小，切削力可下降30%，进而使加工变形减少，加工表面质量明显提高。高速切削在我国生产中的应用不多。高速切削技术的实现涉及高速机床、



Jabro-Solid飞龙整体硬质合金铣刀

刀具、切削工艺和切削动力学等，应注意研究并掌握其核心技术，大力推广使用。

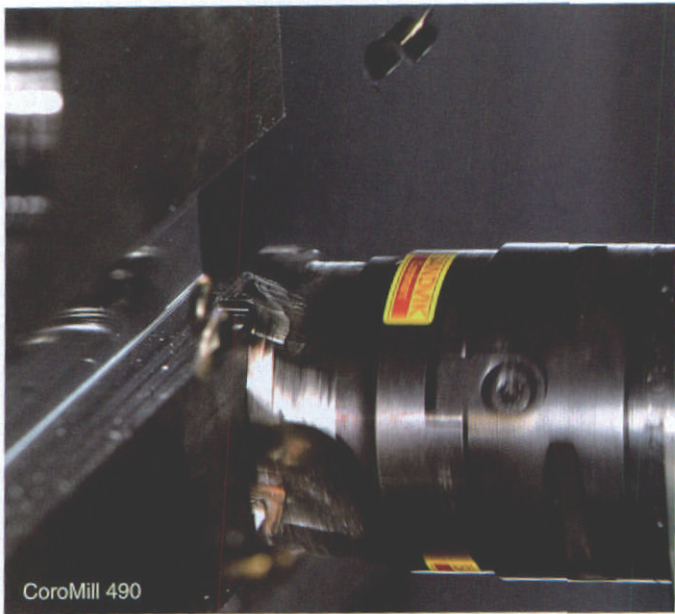
(2) 发展高效专用刀具。

制造技术的飞速发展，大量高速、高效数控机床和加工中心的广泛应用使现代制造业的面貌发生根本的变化。现代制造业需要先进的高效刀具，甚至专用高效刀具，进而才能使昂贵的机床设备充分发挥其高效加工能力。下面是一些使用现代高效刀具代替标准刀具，明显提高加工效率的实例。

哈尔滨汽轮机厂生产国内首台60万kW超临界汽轮机组时，在高合金钢上加工大直径深孔，采用了肯纳金属公司的一种新型复合钻，使加工1个孔的工时从6.7h缩短到0.5h，解决了生产关键。在加工高强度石油管螺纹时，原用3齿梳刀车削，后来开发了新的3个3齿梳刀的套齿工艺，使加工效率提高了多倍。再如在高速加工中心上，现采用新的“圆周螺旋铣削”，实现了传统复合刀具难以完成的1次钻铣螺孔、倒角和切槽，扩大了复合刀具的使用范围，大大提高了加工效率。这种螺孔钻铣新工艺已应用于汽车发动机缸盖和变速箱体上的螺孔加工，在加工发动机缸盖上深度为14.1mm的M6螺孔时，主轴转速2000r/min、进给量700mm/min条件下，加工1个螺孔仅需1.2s。

某厂在加工铝合金变速箱体上的带凸台和上下倒角的M24 \times 1.5





螺孔时,原来要用7把传统刀具和7道加工工序来完成,德国Jel精密刀具公司准荐了1把钎焊聚晶金刚石刀片的螺孔钻铣复合刀具,可在主轴转速20000r/min时自动依次完成加工,整个加工时间仅用4s。

可见,应根据生产需要大力开发新的先进高效刀具。对使用高效数控机床的流水生产线(如汽车厂等),还需针对每台机床研制专用的高效刀具,以提高其加工效率。

4 工具厂应改变理念,重视生产高效专用刀具和为生产服务

我国的工具企业现在主要还是向用户提供传统的标准刀具产品。应看到,我国现在正在从制造大国向制造强国奋进,国内制造业拥有的高速高效数控机床和加工中心正在迅速增加,需要大量的先进高效刀具。个性化的现代高效刀具今后将逐步成为市场的主流。目前我国生产中需要的现代高效刀具的绝大部分由进口刀具和外资刀具企业来供应,这种情况亟需改变。

我国的工具企业应尽快从单纯向用户提供传统的标准刀具产品,转变为生产先进高效刀具并重视为生产服务。这项改造工作需要投入很大的人力物力,不仅需要增

添昂贵的生产设备,同时还必须改变生产经营理念,树立为生产服务的思想。工具企业需要研制开发各种个性化的先进高效刀具,并到生产单位推广使用,解决先进高效刀具在使用中发生的各种技术问题,还应针对生产

需要,提出使用新刀具的高效加工方案。

国外的工具企业在20世纪80~90年代完成了从单纯生产传统的标准刀具产品到生产先进高效刀具并为生产服务的转变,现在已经以其技术优势占领了我国很大一部分市场。我国工具企业要尽快转变,生产个性化先进高效刀具,通过竞争来夺回市场。我国工具厂原有较好的基础和较强的技术力量,只要能充分重视这个问题的严重性,投入必要的人力物力,努力提高刀具产品的性能和质量,满足制造业对先进高效刀具的需求,振兴工具工业是完全可以实现的。

实行三结合 加强切削技术和先进高效 刀具的研究开发

我国的切削技术和刀具水平与发达国家比,还有相当大的差距,必须尽快努力,投入必要的人力物力,加强切削技术和先进高效刀具的研究开发,早日使我国的工具工业赶上世界先进水平。为提高切削技术和先进高效刀具水平而进行的研究开发工作包含大量的重大科技和生产工程项目,是工作量大且涉及面

很广的系统工程。它包含切削理论和技术,刀具设计,新型高效刀具的研制,刀具制造和刃磨,数控技术,新加工工艺方法,优质高速钢、硬质合金和超硬刀具材料的研制和生产等多方面,涉及多个学科领域,需要不同专业的科技人员合作来进行研究开发。

我国在金属切削、刀具和刀具材料领域已有较强的科技力量,但分散在不同的机构和单位。为进行切削技术、高效刀具和刀具材料的研究开发,振兴我国的工具工业,需要将刀具和刀具材料生产企业、高等学校、科研单位以及刀具使用单位的力量联合起来,实行三结合,共同努力,研究解决切削技术和高效刀具发展应用中的技术关键问题。我国有不少单位通过三结合进行科研开发,取得了很好的成绩。如上海工具厂、上海交通大学和宝山钢铁公司是一个较好的三结合合作研究的典型,其中上海工具厂负责先进高效刀具的开发研制,上海交大负责刀具的试验研究,宝山钢铁公司是刀具使用单位,同时又供应切削试验需要的钢材和部分刀具材料,合作研究已取得较好成果。哈尔滨汽轮机厂、哈尔滨理工大学、哈尔滨工业大学、成都工具研究所、哈尔滨量具刃具厂和哈尔滨第一工具厂亦曾合作进行过切削和高效刀具的研究,取得了多项有实用意义的成果。株洲硬质合金厂、北京理工大学及和平机器厂等单位合作研究了新型硬质合金刀具材料,亦取得较好成果。

各方应共同努力,研究解决切削技术和刀具的各项生产和使用技术问题,为制造业提供先进高效刀具,研究开发新的先进高效刀具,提高制造工业的加工效率,尽快振兴工具工业,将经济危机变成机遇,力争使我国的工具工业早日达到世界先进水平,为我国发展成制造强国作出应有的贡献。(责编 良辰)