



“绿色”牵引着 加工制造业的走向

专家简介: 张树礼, 从事机床的研究与开发工作, 国家项目 (2011ZX04016-101) 分项负责人, 国家科技支撑计划项目 (2007BAF21B00) 的主要参与者, 申报33项专利, 6次获省、市科技进步奖和优秀新产品奖, 高级工程师, 大连市优秀发明家。

大连连城数控机器股份有限公司 (辽宁 116036) 张树礼

当今时代, “绿色”一词最为时尚。“绿色”的概念被人类所诠释得淋漓尽致, 远远地超出它原本的含意, 如今“绿色”与环保紧紧地联系在一起。人类生存环境需要绿色, 而现代加工制造业也开始崇尚绿色, 在“绿色”牵引力的作用下, 机床设计与加工方法随之改变了传统的形式, 开创了当今机床加工制造业新的趋势和走向, 于是出现了绿色加工技术。这一技术的应用, 使机床的结构、刀具的材料以及金属切削的工艺方法, 风冷却切削技术等都有了相应的改进或创新。这是绿色的力量所致, 更是人类生存观念的改变所为。

绿色制造是庞大的系统工程, 是一个综合考虑环境影响和资源消耗的制造技术。它着眼在产品的制造过程中, 对环境的负面影响最小, 与环境协调发展, 促进企业经济效益和社会效益共同提高的制造模式。在制造加工过程中, 追求低能耗、少污染、省资源的新理念。

在以往的金属材料加工过程中, 无论是车削、铣削、磨削等普遍采用切削液, 加工方法不同, 而切削液也随之多种多样。尽管切削液不同, 但在切削时, 由于刀具和工件之间产生高热, 有时能达上千度, 这时, 切削热都会有气化现象。如在磨削时, 如果采用油基磨削液, 则会产生油气烟雾, 使生产环境被污染, 即便是水性冷却液, 每年浪费的水资源算起来也不少。因此, 实现绿色加工的方法,

最有效的就是不用冷却液, 采用干式的加工办法。这句话说起来容易, 但若实现高效率加工, 单单地去掉切削液并不能达到完全的干式切削, 因此, 目前各国均开始研究和应用干式加工技术。事实上, 若实现干式加工, 这对刀具材料、机床结构、加工工艺方法都有更高的要求, 必须对这几个方面现有的技术有所突破才能实现。

适于干式切削的刀具技术

在以往的加工过程中之所以采用切削液, 主要是解决加工过程中产生的切削热这一问题。可想而知, 若干式加工, 所采用的刀具材料必须有很高的红硬性、耐磨性及热韧性、耐热冲击性和抗粘结性等等。而且, 在刀具设计时的几何参数和结构, 也要有所考虑加工的现状, 要满足干切削对断屑的要求。可见, 只有刀具材料适应干切削, 干切削才能实现, 从某种意义上讲, 刀具技术决定了能否干切削的可能。目前对于金切刀具, 适应干式车削、铣削、多采用立方氮化硼CBN刀具、聚晶金刚石(PCD)及超细晶粒硬质合金等超硬材料。用 Si_3N_4 基陶瓷刀片干切削灰铸铁, 用 Al_2O_3 基陶瓷刀片干切削淬硬钢和冷硬铸铁。PCD和CVD金刚石涂层刀片有很高的硬度和热导率, 适合高速干切削各种有色金属和耐磨的高性能非金属材料, 但不能加工黑色金属。PCBN(聚晶立方氮化硼)的硬度和



耐磨性仅次于金刚石,有优良的红硬性、化学稳定性和低摩擦系数,是高速干切削50HRC以上淬硬钢和冷硬铸铁等黑色金属的理想刀具材料。

干式加工对机床结构的要求

刀具材料的选择,是实现干式加工的一个重要条件,这只是提高了刀具的抗硬性和可切性。但在刀具与被加工件之间的强力切削中,产生的切削热是不可避免的,省去了切削液冷却,如果机床在加工中产生的热量不能有效排除,这不仅对刀具寿命不利,机床还会产生热变形,这都影响被加工件的精度。为了解决这一问题,现在数控车床有的已改用斜床身形式,这样在加工时,切下来的切屑不会堆积在工件上或工件区域,有利于排屑,从而将热量带走而脱离切削区。再则,也有将机床主轴倒立的,既工件在上,主轴在下方,如倒立车主轴,这样在加工过程中切削就不会堆积在工件上,切削受自重而落下,这又叫重力排屑,大量带热的切屑瞬间离开切割区,从而使在机床和工件上的切削热就会大大降低。然而,但就目前看,纯粹的干式加工还未普及,有的机床在加工时还需少量的冷却液,这种用少量油雾的加工方法,被称为准干式加工。例如,大连机床集团美国英格索尔曲轴公司生产的数控曲轴油道孔加工钻床就是准干式加工(见图1)。

众所周知,以往加工发动机曲轴油道孔均需大流量的油冷却加工,而英格索尔曲轴钻床钻曲轴油道孔时则采用喷油雾气的加工方法,刀具是采用特殊的带内孔的钻头,因此,雾化的油通过此孔喷到切削部位,油雾既降低切削温度又起到润滑作用,从而提高加工精度和效率。其原理是,将压缩的空气与切削液雾化,在压力的作用下,以较高的速度喷向切削区,由于受切削区高温的作用,雾状的切削液吸收大量的热量而气化,这些瞬间蒸发的气体,即带走了大量的切削热。准干式加工改变了机床的结构,从图1看,它与以往的专用的曲轴油道孔钻床截然不同。它由绕扇齿摆动的钻削头及曲轴旋转驱动装置、刀库、扇齿办前后进给装置等组成,且装两根曲轴,没有了传统的高压冷却油箱,但却加工出了合格的产品。也是从这种观点出发,现在许多数控机床的润滑系统都已应用到了喷雾润

滑,改变了以往完全用稀油润滑的方法,从而少用油,节省了资源,则减少了污染。还有的机床,为了实现干切削,采用吸虹、真空、喷冷气系统等方法排屑或冷却,这些已在国外机床上得到应用。

实验表明,干式切削

理想的条件应该是在高速切削下进行,这样传到工件、刀具和机床上的热量就会减少,为了达到这种目的,机床的结构随之

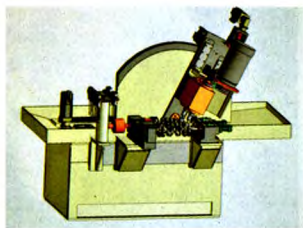


图 1

改变,有的机床还设计了监控系统等。由此可见,干式加工的实现,机床结构也需与之相应改变,“绿色”的推动力是何等之大,绿色加工正越来越多地在金属切削中应用。

绿色加工的应用

尽管绿色加工的做法才刚刚提及不到几年,但干式加工技术以“绿色”为旗号已开始应用。目前,干式加工多以车削居多,其次是钻削和铣削,有的干式硬车削以车代磨。而干式磨削也有应用,但要进行风冷,以风冷代替冷却液。其原理是风冷通过热交换器,把压缩空气用液氮冷却到零下110℃左右,然后喷到磨削区。由于压缩空气温度很低,所以磨削区上无火花出现,几乎无热量产生,从而提高了磨削精度,减少工件表面的烧痕,对于磨削的轴件而言,外圆圆度误差在10μm以内。干式加工省掉了切割液,达到了环保的目的,而在无法干式加工的情况下,也在寻求绿色加工。在光伏制造业中,用于切割硅片的多线切割机床,其加工机理亦为磨削。不同的是它是用钢线作为“刀具”进行切割,国外将其称之为线锯机床,如图2所示。切割原理是钢线以高速运动将喷淋其上面的由碳化硅粉与聚乙二醇配制的磨削液带入切割区,并夹压在钢线与硅棒之间滚动进行研磨,最终将硅棒切割成薄薄的片子。这种加工方法效率



图 2

高,是国内外硅片生产厂广泛应用的方法。然而,由于这种方法耗费大量的碳化硅与聚乙二醇相配的切割液,一般情况下切三四次就得将切割液换掉,这不仅对加工成本有影响,而最大的问题就是造成一定的污染,尽管工厂有治污系统,但就其加工方法还未达到“绿色”加工的目的。目前,国外已开始采用“绿色”的方法加工硅片,即用金刚石线与水质切割液进行加工。尤其是在日本,几乎所有的单晶硅切片全都采用此方法加工,免去了碳化硅切割液的污染。在国内,许多硅片加工的厂家已开始把目光投向了金刚线切片机,这是“绿色”加工的动力所在,也是人类对生存环境高度重视的一种追求。目前,大连连城数控机器股份有限公司研制开发的适合金刚石线加工的四辊直驱式数控切片机已经问世(见图3),这为在国内实现绿色加工硅片开了先河,给国内硅片加工业带来了惊喜。



图 3

识,并已成为对今后加工制造业发展的引领和动力。然而,完全实现绿色加工还有许多技术有待解决,它是一项集多种技术为一体的综合复杂性技术,决不是单单去掉切削液那么简单,它包括机床的结构与材料、机床设计制造技术、刀具材料及结构技术、刀具涂层技术、干切削加工工艺技术、绿色制造工艺技术、高效高精度测试技术、气体冷却技术、油雾润滑技术等等。虽然完全实现绿色加工还有许多困难,但绿色加工决定了机加工制造业的发展方向,大势所趋,相信未来的加工制造业将呈现一片“绿色”的景观,“绿色加工”技术将得到普遍的应用和推广,让我们拭目以待。MW

(收稿日期:20120520)

结语

“绿色加工”已成为当今加工制造业的主流意

(上接第11页)

Encore海外版搭载了1.4LEcotec涡轮增压发动机,海外版福特Kuga也搭载了1.6LEcoBoost涡轮增压发动机,宾利豪华概念EXP9F还搭载了宾利的6.0L双涡轮增压W12发动机,可见涡轮增压的魅力无可抵挡!

机床工具的机遇与挑战

节能减排不仅是国内目前的任务,更是世界的责任,一直说机床工具业为汽车工业撑起一片蓝天,那么没有机床工具业的支持,汽车的节能发展也只能是纸上谈兵,那在这个节能环保的时代,机床工具业必然向绿色环保、科技含量高、具有可持续发展特征的方向迈进。

原汽车工业协会装备部部长陈长年说,绿色汽车制造技术需要汽车生产线数字化设计,具有可重构模块的高速加工中心(RMT),在线检测技术可靠,需要柔性夹具和自动线CNC控制系统,自动线可靠性技术需要满足整条自动线工序能力指数 C_{pk} 值 ≥ 1.67 ,平均无故障工作时间MTBF $\geq 3000h$

的要求。

简单的几项要求却道出了我国机床工具企业为之奋斗的目标:在加强精度、加强可靠性方面我们的差距还很大;在加强自动化、满足复合高速加工的方向我们还有待提高;在线检测技术方面我们应该更虚心的向国外学习;数控系统一直是我们的软肋,加强控制系统也是我们企业需要积极努力的。如何在低能耗促环保的前提下,加工铝制发动机、流线型钣金模具、实现金属轻量化,不仅是汽车工业的问题,更是机床工具企业要攻克的技术障碍。

汽车工业发展迅速,汽车节能的发展将会掀起机床工具市场更大的需求。绿色制造技术应用不仅是汽车制造业需要关注的也是我国机床工具企业发展的迫切课题。绿色制造技术的应用既是可持续发展的客观要求,也是市场竞争的需要。只有在节约能源、节约资源、提高生产率上为用户提供完美的“解决方案”,才能在激烈的市场竞争中赢得订单。MW

(收稿日期:20120530)