



绿色冷却技术的发展应用

山东临沂技术学院 (276005) 王金泉

在金属切削加工中,切削液主要起冷却、润滑、清洗排屑以及防锈作用,还能提高加工效率和加工质量,降低成本。但随着经济的发展、人们环保意识增强,切削液的负面效应正逐步暴露:

(1) 污染环境 为改善切削液的性能,切削液中增加了多种化学添加剂,这些添加剂会随加工中切削液的挥发、飞溅、渗漏以及废液处理不当,而污染地面、水源和空气,甚至引发人体疾病。

(2) 增加成本 随着环保法律、法规的越来越严格,切削液的购置、处理费用大幅攀升,造成加工成本上扬。切削液的供应、防渗、回收、处理装置也增加了机床的制造成本。

(3) 影响机床 现代数控机床是复杂高新技术的集成体。控制电路密集,各种控制元件、传感器件密布。而切削液具有很强的导电性,任何微小的渗漏都可能导致线路短路、控制元件传感器失灵,引发机床故障或事故,这在各种文献杂志中有过许多报道。再者,渗入机床内部的切削液会逐渐变质,污染润滑油,腐蚀机床。

从经济环保多种角度看,不使用切削液的干切削加工才是理想的绿色制造工艺方法。但干切削时摩擦力大、切削力大、切削温度高,完全的干切削对刀具的材料、结构、几何角度等工艺条件要求极为苛刻,使它的应用范围受到了很大的限制。此时高效、低污染的绿色冷却技术应运而生。

从刀具的磨损机理上分析,切削时产生的摩擦高温是造成刀具磨损的主要原因。切削液的主要作用也是通过液体气化时带走刀具切削时产生的热量,那么能通过介质吸收并带走切削热的方式就可应用于刀具冷却。通常介质的形态有三种:固态、液态和气态。本文就这三种形态的介质冷却方法作简要的分析介绍。

一、固态介质冷却技术(低温干切削)

从表面上看,用固态物质作冷却介质是行不通的,因为固体不像液(气)体那样能自由流动并带走热量。长期以来,人们存在一种思维定势,即金属的切削加工均是在常温下进行的,冷却刀具以降低温

度。但是我们可以突破思维定势,运用逆向思维,创造一种全新的思路:通常常温下切削需要冷却降低刀具温度,那么如果冷却工件,使切削加工在低温下进行,从而降低刀具的温度,也是一种可行的方法。

1. 低温干切削的思路

这种方法的基本思路是:把工件在极冷的温度下冷却一段时间然后取出,使工件材料在低温状态下进行干切削加工,冰冷的切屑带走大部分切削热,切削点始终处于稳定的低温状态,可以有效地保持刀具锋利,可称之为“低温干切削”。这种加工方法相关的研究报道在国内外的文献资料中很少见到,但就其加工机理、方法、过程、特点等方面来看,日后必是一个新兴的绿色加工领域。

2. 低温干切削的特点

(1) 在低温状态下,金属的脆性增加是通性的,某些金属材料具有明显的低温脆性,即在某一较低的温度下,材料的冲击韧性会急剧降低。脆性的增加则意味着切削时切削力的减小和刀具耐用度的增加。

(2) 在低温状态下,切削加工所产生的切削热,大部分被冰冷的切屑所带走。金属切屑具有较大的热容量和导热系数,并且金属切屑是紧贴温度最高的切削点产生并流出,可迅速地带走切削热,有效地冷却刀具。废弃的固态切屑在加工过程中被用作有效的冷却媒介,降低了刀具的扩散磨损和氧化磨损,较好地提高刀具寿命,这是低温干切削的最大技术优势。

(3) 制冷技术的发展,降低了制冷费用,工件冷却的费用不会造成加工成本的大幅上升。而数控加工技术的发展,大幅缩短了单件加工工时,使工件在缓慢升温至室温前完成全部加工成为可能。这是低温干切削成为现实的经济条件和硬件条件。

(4) 低温干切削时,最大的障碍来自于金属本身的热胀冷缩效应造成的加工尺寸误差。但经过多次的实验分析,可以得出金属胀缩的规律,并用于产品尺寸的修正。其次,对于形状复杂的工件,在温度缓升的过程中,工件的变形和内应力增大,也是必需考虑的因素。再次,对于大型的工件和一些热容量较小的非金属材料,低温干切削会变得不经济和不可行。这



些因素都限制了低温干切削的应用范围。

低温干切削是完整意义上的干切削,它完全不用切削液,仅靠废弃的材料作媒介冷却刀具,不存在污染问题,是一种标准的绿色制造工艺,其环保意义巨大。同常温下的干切削相比,低温干切削可以不使用价格昂贵的高性能涂层刀具和调整机床。由于低温加工时切削力小,切削温度低,使用普通刀具和普通机床也会得到良好的效果。在国内普通低档机床占绝对比例的情况下,其经济意义的重大不言而喻。

二、液态介质冷却技术

切削液是较早用来冷却刀具的媒介,在某些特种加工领域,必须应用切削液。比如深孔加工,高压、大流量的切削液不仅冷却了刀具,而且从孔内部冲出切屑,这是其他冷却方式所无法做到的。切削液的特点是气化热大、冷却效果好、价格较低,但传统的切削液会造成环境污染,因此开发新型环保切削液就成为当前的发展方向。其基本要求是:高效、稳定、无污染、应用方便经济。国内外研究较多的是液氮冷却,常用的应用形式有两种:①以液氮作切削液直接冷却切削区。②以液氮直接冷却刀具。

1. 液氮冷却时主要特点

(1) 液氮的冷却效果好,能同时冷却刀具和工件材料,切削温度较低,可以得到良好的加工质量和较长的刀具寿命,液氮气化后的氮气不会污染环境和腐蚀工件。

(2) 液氮的来源是制氧工业,是一种副产品,有一定的经济适用性。

2. 液氮冷却时存在的问题

在实际应用中,液氮冷却主要存在的问题是:由于金属材料的热胀冷缩作用,零件的加工尺寸会产生误差。再者,液氮冷却到的部位温度较低,非冷却部位温度仍较高,不能得到较稳定的工作状态。液氮在从贮存罐到切削区的流动过程中会产生挥发现象。液氮喷口处温度极低,易吸附水汽结冰,堵塞喷口。所以液氮冷却在实际应用中仍存在许多技术问题,限制了其应用范围的扩展。

传统切削液的发展:高稳定性、低毒、低污染的改良性切削液已经面世,而现代切削液回收处理技术的发展,已能做到切削液配制→使用→回收→处理→再应用的封闭循环使用,这将极大地减少环境污染的影响。所以在新型环保切削液能够大量全面应用于生

产过程以前,传统切削液仍会有较大的市场和发展,控制和减少它的污染是目前需要解决的问题。

三、气态介质冷却技术

利用气态介质冷却不是什么新事物,不使用切削液加工时,刀具和工件的冷却主要靠空气自然对流冷却。现代应用的气态介质冷却则复杂得多。介质种类较多,一般采用压缩高速气流强制冷却,以取得较好的冷却效果。气态介质冷却的最大特色在于其绿色环保性。常用的气态介质有:低温冷空气、电离空气、水蒸气等。

(1) 低温冷空气 其基本原理是:常温空气流经制冷系统,变为低温冷空气,使用低温空气流冷却刀具和工件。冷气的温度达 $-30 \sim -50^{\circ}\text{C}$,低温气体与加工区的温差较大,热迁移速率变大,冷却效果好,切削区温度低,可以稳定加工质量、延长刀具寿命,对多种难切削材料和合金有独特的优越性。目前市场上已有不多的应用范例出现。

(2) 静电电离空气 这是来源于俄罗斯的一项专利技术。其原理是:普通空气经高压放电处理,使之离子化,利用电离空气流冷却切削区,代替切削液。电离空气在切削中的作用是多方面的:电离空气中富含离子,而新切削形成的金属表面具有极强的化学活性,在电离空气中会产生强烈的氧化作用,形成氧化膜。氧化膜的存在可以减少刀具和工件材料之间的摩擦,降低切削温度。另外,电离空气中离子的存在,可以抑制刀具切削时产生的电磨损,提高刀具寿命。电离空气流对刀具和工件材料的直接冷却则是它另一方面的作用。它还可以改善加工质量,并可以控制切屑的形成和流出。静电电离器的体积、功耗均较小,技术上已趋于实用化,是一种较实用、经济的冷却方式。这种技术已经在世界上许多个国家有成功应用的范例,有着较广阔的发展前途。

(3) 水蒸气 利用水蒸气作冷却介质的想法也来源于俄罗斯科学家。其基本想法是:传统切削液是依靠液体蒸发为气体吸收并带走大部分切削热,但液态切削液进入高温切削区后,迅速蒸发为一层蒸气膜。一方面蒸气膜的存在阻碍了新的切削液进入高温切削区,使得冷却过程变为断续冷却;另一方面,蒸气膜也阻碍了切削区内的热量向外散发,影响了切削液的冷却效果。而利用水蒸气冷却时,则不存在蒸气膜的

问题,水蒸气以气体形态喷射到高温切削区并散失,同时带走热量,没有从液态蒸发为气体的过程,自然也就不存在蒸气膜的阻碍现象。

这种思路的正确性从传统的切削液的使用方法上也可以得到印证:同样加工条件下,使用高压喷射冷却刀具要比自然浇注冷却刀具在冷却效果、加工质量、刀具寿命等方面要好得多。其原因是高压高速切削液能冲破蒸气膜进入并覆盖着切削区,充分冷却刀具,迅速带走大部分切削热。但高压喷射冷却在实际生产中应用极少,除需要使用大量切削液和复杂的高压发生装置外,现有的中低档机床在密封防渗结构上均无法防止高压喷射时产生的飞溅和渗漏。

气体介质冷却普遍存在的缺点是:气体的热容量小,带走同等的热量需要的介质数量最多;再一个是气态介质的动能小,在流向切削区时,易受到切削位置、工件形状、刀具和机床部件的阻碍而改变方向,使冷却效果大打折扣,这是我们所不希望看到的。另外,使用气态介质冷却时,刀具和工件材料之间润滑较差,需要在气体中增加微量雾化润滑油,以减少摩擦,制备水蒸气和冷空气的功耗也不小。总之气态介质冷却刀具时,不仅要看到它的环保性,还要从节能、使用效率、应用是否方便经济、适用范围是否广泛等方面进行评价。一种冷却

技术只有具备良好的综合效果,才能形成一定的代表意义。

四、结语

冷却技术是切削加工得以顺利进行的关键,刀具冷却是必需的,但冷却刀具不能以污染环境为代价。本文所介绍的几种冷却技术方面的新思路、新方法,有些具有一定的代表性。

从切削加工技术的现状及长远发展看,气态、液态、固态介质冷却方法在较长的时间内会长期并存,没有哪一种方式能够全面地涵盖所有的加工范围,适用所有的加工条件而同时具有良好的加工冷却效果。传统的切削液在减少和控制它的污染性后,可以满足环保法律的要求,仍是一种应用广泛,经济、有效的冷却手段。随研究的深入,固态低温干切削、气态介质冷却方法日趋成熟,其应用范围日益扩大,发展前景看好。

在国内,绿色冷却技术的研究和发展刚刚起步,市场需求巨大而迫切,加强绿色冷却技术的实用化是发展的重点。切削加工技术由人工操作计算机数字控制是一个里程碑,而下一步的发展则是切削加工技术的绿色清洁化,而绿色冷却技术则是它的基石。❄️

(收稿日期:20030919)

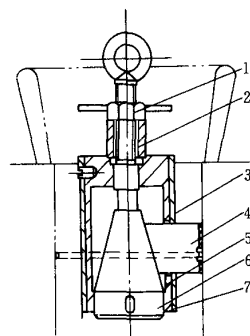
定子吊装工具

皖南特种泵业有限公司 (安徽泾县 242500) 叶朝东 汪卫平 秦小华

我公司生产 YB2 系列防爆电机,其电极压装都采用垂直吊入机座压装。通常电机定子经过嵌线、浸漆后,因无着力点,吊装很麻烦。为此,我们设计、制造了如图所示的吊装工具。

吊装工具主要由下镶套 1、滑柱 2、套筒 3、斜楔 4、上镶套 5 等组成。其工作原理是,当拉起滑柱 2 拉杆时,对称分布的三只斜楔 4 沿着斜面张开,在定子内径处涨紧,然后手动拨转预紧螺母 7 将滑柱 2 锁紧,反之则松开。

吊装工具的特点:采用手动夹紧,可靠方便。当更换不同长度的斜楔 4,就能适合吊装不同内径的定子,使用范围较宽。❄️



1. 下镶套 2. 滑柱 3. 套筒
4. 斜楔 5. 上镶套 6. 垫圈
7. 预紧螺母

(收稿日期:20030909)