

高速切削简介

---高速机床和高速切削实验

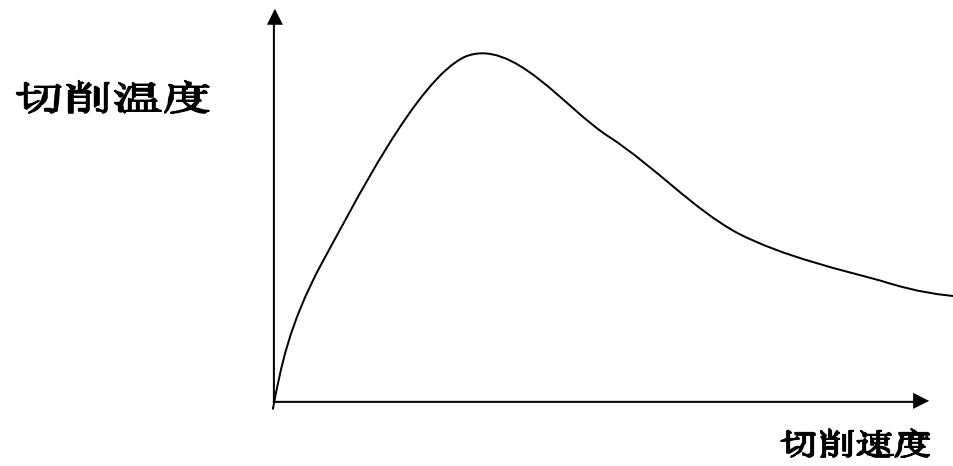
刘国庆

内容

- 一、高速切削的原始定义
- 二、现代高速切削技术的概念
- 三、高速切削技术的发展现状与优点
- 四、高速切削系统
- 五、高速切削加工技术的应用
- 六、结束语

一、高速切削的原始定义

1931年，德国切削物理学家萨洛蒙申请了德国专利（Machine with high cutting speeds）的所罗门原理：被加工材料都有一个临界切削速度 V_0 ，在切削速度达到临界速度之前，切削温度和刀具磨损随着切削速度增大而增大，当切削速度达到普通切削速度的5~6倍时，切削刃口的温度开始随切削速度增大而降低，刀具磨损随切削速度增大而减小。



二、现代高速切削技术的概念

所罗门原理出发点是用传统刀具进行高速度切削，从而提高生产率。到目前为止，其原理仍未被现代科学研究所证实。

高速切削技术是切削技术的重要发展方向之一，从现代科学技术的角度去确切定义高速切削，目前还没有取得一致，因为它是一个相对概念，不同的加工方式，不同的切削材料有着不同的高速切削速度和加工参数。

事实上，高速切削技术是一个非常庞大而复杂的系统工程，它涵盖了机床材料的研究及选用技术，机床结构设计和制造技术，高性能CNC控制系统、通讯系统，高速、高效冷却、高精度和大功率主轴系统，高精度快速进给系统，高性能刀具夹持系统，高性能刀具材料、刀具结构设计和制造技术，高效高精度测试测量技术，高速切削机理，高速切削工艺，适合高速加工的编程软件与编程策略等等诸多相关的硬件和软件技术。

三、高速切削技术的发展现状与优点

20世纪70年代后，各工业发达国家相继投入大量的人力、物力、财力研究开发高速切削技术及相关技术，发展日新月异，德国、美国、瑞典、瑞士、英国和日本等制造强国走在了世界前列。

近几年，随着科学技术的突飞猛进和经济发展的强大推动，高速切削机床、刀具技术和相关技术迅速进步，各种切削方式、各种材料几乎无所不能，尤其是高速铣削和高速车削发展神速。该技术为“轻切削”方式，每一刀切削排屑量小，切削深度小，但切削线速度大，为传统的3~5倍，进给速度大，为传统的5~10倍。

其优点在于：

- (1) 加工时间短，效率高。高速切削的材料去除率通常是常规的3~5倍。
- (2) 刀具切削状况好，切削力小，主轴轴承、刀具和工件受力均小，提高了加工质量。
- (3) 刀具和工件受热影响小。切削产生的热量大部分被高速流出的切屑所带走，故工件和刀具热变形小，有效地提高了加工精度。

- (4) 刀具寿命长（这里指材质特殊，适合高速切削的刀具）。因刀具受力小，受热影响小，所以破损的机率很小，磨损也慢。
- (5) 工件表面质量好。工件粗糙度好，其次切削线速度高，机床激振频率远高于工艺系统的固有频率，因而工艺系统振动很小，十分容易获得好的表面质量。
- (6) 高速切削刀具热硬性好，且切削热量大部分被高速流动的切屑所带走，可进行高速干切削，不用冷却液，减少了对环境的污染，能实现绿色加工。
- (7) 可完成高硬度材料和硬度高达HRC40-62淬硬钢的加工。如采用带有特殊涂层（TiAlN）的硬质合金刀具。

四、高速切削系统

高速切削系统主要由以下几部分组成：

- 1、高速切削CNC机床
- 2、高性能的刀具夹持系统
- 3、高速切削刀具
- 4、高速切削CAM系统软件

1 . 高速切削CNC机床

- (1) 高稳定性的机床支撑部件
- (2) 高速主轴系统
- (3) 高精度快速进给系统
- (4) 高效的冷却系统
- (5) 高性能CNC控制系统
- (6) 高安全性
- (7) 高精度、高速度的传感检测技术

(1) 高稳定性的机床支撑部件

高速切削机床的床身等支撑部件应具有很好的动、静刚度，热刚度和最佳的阻尼特性。

大部分机床都采用高质量、高刚性和高抗张性的灰铸铁作为支撑部件材料，有的机床公司还在底座中添加高阻尼特性的聚合物混凝土，以增加其抗振性和热稳定性。

一些机床公司的研发部门在设计过程中，还采用模态分析和有限元结构计算，优化了结构，使机床支撑部件更加稳定可靠。

(2) 高速主轴系统

高速主轴是高速切削技术最重要的关键技术，也是高速切削机床最重要的部件。

要求动平衡性很高，刚性好，回转精度高，有良好的热稳定性，能传递足够的力矩和功率，能承受高的离心力，带有准确的测温装置和高效的冷却装置。

高速切削一般要求主轴转速能力不小于40000r/min, 主轴功率大于15kW。通常采用主轴电机一体化的电主轴部件，实现无中间环节的直接传动，电机大多采用感应式集成主轴电动机。

(3) 高精度快速进给系统

高速切削是高切削速度、高进给率和小切削量的组合，进给速度为传统的5~10倍。这就要求机床进给系统很高的进给速度和良好的加减速特性。

一般要求快速进给率不小于60m/min，程序可编辑进给率不小于40m/min，轴向正逆向加速大于 $10\text{M/S}^2(1g)$ 。

先进的直线电动机驱动使CNC机床不再有质量惯性、超前、滞后和振动等问题，加快了伺服响应速度，提高了伺服控制精度和机床加工精度。

(4) 高效的冷却系统

高速切削中机床的主轴、滚珠丝杠、导轨等产生大量的热，如不进行有效的冷却，将会严重影响机床的精度。

大多采用强力高压、高效的冷却系统，使用温控循环水或其他介质来冷却主轴电动机、主轴轴承、滚珠丝杠、直线电动机、液压油箱等。

(5) 高性能CNC控制系统

高速切削加工要求CNC控制系统有快速处理数据的能力，来保证高速加工时的插补精度。

一般要求程序段传送速率 $1.6 \sim 20\text{ms}$ ，RS232 系列数据接口 $19.2 \text{ Kbit/s}(20\text{ms})$ ，Ethernet 数据传送 $200\text{Kbit/s}(1.6\text{ms})$ 。

新一代的高性能CNC控制系统采用32位或64位CPU，程序段处理时间短至 1.6ms 。

(6) 高安全性

机床安全门罩高速切削机床普遍采用全封闭式安全门罩，高强度透明材料制成的观察窗等更完备的安全保障措施，来保证机床操作者及机床周围现场人员的安全，避免机床、刀具和工件等有关设施受到损伤。

(7) 高精度、高速度的传感检测技术

这包括位置检测、刀具状态检测、工件状态检测和机床工况监测等技术。

2 . 高性能的刀具夹持系统

高速铣床的刀具夹持系统要求其有很高的动平衡性，要求主轴具有30000r/min之上的动平衡能力，且具有绝对的定心性。

主轴、刀柄、刀具三者旋转时应具有极高的同心度，这样才能保证高速、高精度加工。否则转速越高离心力越大，当其达到系统的临界状态将会使刀具系统发生激振，其结果是加工质量下降，刀具寿命缩短，加速主轴轴承磨损，严重时会使刀具与主轴损坏。

3 . 高速切削刀具

高速切削刀具应具有良好的机械性能和热稳定性，即具有良好的抗冲击、耐磨损和抗热疲劳的特性。

其采用的刀具材料主要是硬质合金，并且普遍采用刀具涂层技术，涂层材料为氮化钛（TiN）、氮化铝钛（TiAlN）等等。

4 . 高速切削的CAM系统软件

高速切削有着比传统切削特殊的工艺要求，除了要有高速切削机床和高速切削刀具，具有合适的CAM编程软件也是至关重要的。

一个优秀的高速加工CAM编程系统应具有很高的计算速度，较强的插补功能，全程自动过切检查及处理能力，自动刀柄与夹具干涉检查、绕避功能，进给率优化处理功能，待加工轨迹监控功能，刀具轨迹编辑优化功能，加工残余分析功能等等。

首先要注意加工方法的安全性和有效性；其次要尽一切可能保证刀具轨迹光滑平稳，这会直接影响加工质量和机床主轴等零件的寿命；最后要尽量使刀具载荷均匀，这会直接影响刀具的寿命。

另外，在国内外众多的CAD/CAM软件中并不是都适用于高速切削数控编程。这其中比较成熟适用于高速加工编程的有：英国DelCAM公司的PowerMill软件模块，日本Makino公司的FFCUT软件（其FF加工模块已集成到美国UGS公司的CAM软件中），以色列的Cimatron软件，美国PTC公司的Pro/ENGINEER软件，国内北航海尔华正软件有限公司的CAXA-ME软件等。

五、高速切削加工技术的应用

目前国际上高速切削加工技术主要应用于汽车工业和模具行业，尤其是在加工复杂曲面的领域，工件本身或刀具系统刚性要求较高的加工领域，显示了强大的功能。

国内高速切削加工技术的研究与应用始于20世纪90年代，应用于模具、航空、航天和汽车工业。但采用的高速切削CNC机床、高速切削刀具和CAD/CAM软件等以进口为主。

六、结束语

高速切削技术是切削加工技术的主要发展方向之一，它会随着CNC技术、微电子技术、新材料和新结构等基础技术的发展而迈上更高的台阶。

但高速切削技术自身也存在着一些急待解决的问题，如高硬度材料的切削机理、刀具在载荷变化过程中的破损、建立高速切削数据库、开发适用于高速切削加工状态的监控技术和绿色制造技术等等。

同时高速切削所用的CNC机床，车、铣、钻等刀具，CAD/CAM软件等技术含量高，价格昂贵，使得高速切削投资大，这在一定程度上制约了高速切削技术的推广应用。

电加工实验

一、实验目的

1. 熟悉电火花加工原理。
2. 能简单操作数控电火花成形机床 B30。
3. 熟悉操作数控电火花成形机床 B30 的注意事项。

二、实验装置及工具

数控电火花成形机床 B30。

三、什么是电火花加工

平时我们在开电灯或关电闸时,不时会看到开关处碰出火花.久而久之,开关触片便被电腐蚀,影响开关寿命.所以一直被人们视为有害放电现象,经过长期观察发现,这种火花放电在特定场合具有其特殊作用,可通过脉冲电源使这种电腐蚀持续进行,在较短时间内产生较大金属腐蚀量.从而加工出特异形状之工件.这便是电火花加工之雏形.

电火花是脉冲电源产生的一种自激放电,是一种利用电、热能量进行加工的方法.在加工过程中,使工具电极和工件之间不断产生脉冲性的火花放电,靠放电时局部,瞬时产生的高温把金属蚀除下来.亦称放电加工或电蚀加工.火花放电不同于弧光放电、辉光放电等其它形式的自激放电,其特点如下:

火花放电的两个电极间在放电前具的较高的电压,当两电极接近时,其间介质被击穿后,随即发生火花放电.伴随击穿过程,两电极间的电阻急剧变小,两极之间的电压也随之急剧变低.火花信道必须在维持暂短的时间(通常为 10^{-7} - $10^{-8}\mu s$)后及时熄灭,才可保持火花放电的“冷极”特性(即信道能量转换的热能来不及传至电极纵深),使信道能量作用于极小范围.信道能量的作用,可使电极局部被腐蚀.

利用火花放电时产生的腐蚀现象对导电材料进行尺寸加工的方法,叫电火花加工.电火花加工是在较低的电压范围内,在液体介质中的火花放电.

四、实验内容

在工件上加工一个直径为 $10mm$ 的孔,深度为 $0.5mm$ 。

五、实验步骤

1. 工艺分析:对零件图进行分析,了解工件的结构特点,材料,明确加工要求。
2. 选择加工方法:根据加工对象,精度及表面粗糙度等要求和机床功能选择采用单电极加工,多电极加工,单电极平动加工,分解电极加工,二次电极法加工或是单电极轨迹加工。
3. 选择与放电脉冲有关的参数:根据加工的表面粗糙度及精度要求确定。
4. 选择电极材料:常用电极材料一般使用石墨和铜,一般精密,小电极用铜来加工,而大的电极用石墨。
5. 设计电极:按零件图要求,并根据加工方法和与放电脉冲设定有关的参数等设计电极纵横切面尺寸及公差。
6. 制造电极:根据电极材料,制造精度,尺寸大小,加工批量,生产周期等选择电极制造方法。
7. 加工前的准备:对工件进行电火花加工前钻孔,攻螺纹加工,铣,磨平面,锐边倒棱去毛刺,去磁,去锈等。
8. 热处理安排:对需要淬火处理的型腔,根据精度要求安排热处理工序。
9. 编制,输入加工程序:根据机床功能设置,一般采用国际标准 ISO 代码。
10. 装夹与定位:根据工件的尺寸和外形选择或制造的定位基准;准备电极装夹夹具;装夹和校正电极;调整电极的角度和轴心线;工件定位和夹紧;根据零件图找正电极与工件的相对位置。
11. 开机加工:选择加工极性,设置电规准,调节加工参数,调整机床,保持适当液面高度,保持适当电流,调节进给速度,充油压力等。随时检查工件加工情况,遵守安全操作规程正确操作。
12. 加工结束 :检查加工零件是否符合图纸要求,对零件进行清理;关机并打扫工作场地和机床卫生。

六、实验报告及要求

1. 叙述电火花加工的原理。
2. 叙述电加工实验的内容和简单的操作步骤。
3. 叙述电火花加工的注意事项。

七、注意事项

1. 电火花成形机使用介质油作为工作液,必须注意防火,在机床附近必须配备扑灭油

-
- 类的灭火器,并在使用中,严格按照操作规程,操作者必须时刻注意安全。
 2. 机柜内部多处有交流电,加工中请勿打开机柜门。
 3. 使用中请仔细保养机床。为确保机器正常工作,使用中注意不要让火花油渗进机柜中,并且要定期清理机柜中的灰尘。否则,带有铁屑的火花油或灰尘将会破坏电气的绝缘,造成机器损坏。
 4. 工作用火花油闪点要求在 70°C 以上,禁止使用汽油、航空煤油等易燃品。
 5. 机内出现异味要立即停机。
 6. 油槽内禁止有棉纱等易燃物。
 7. 禁止无人操作,睡觉。
 8. 禁止冲油加工,打死油(不循环)。
 9. 高温,大电流,长时间加工,要注意通风。
 10. 加工时注意液面高度,小电流时不得低于 20mm ,中等电流时不得低于 50mm ,大电流时在 80mm 以上。
 12. 冲油加工时,操作人员应密切注视加工情况,不可离开机床。开启防火开辟,电眼,自动灭火器设置合适位子。
 13. 操作人员不可在机床附近抽烟。

其他注意事项:

(1)、请各位同学按照指定的时间到指定的地点做实验,该实验的地址在空调器厂 3008。

(2)、做完实验后两周时间内,请把实验报告交到空调器厂 3008(请先联系,联系电话 82427124)。

(3)、未做实验和未交报告的得分为 0 分。

机械制造实验室