



德国斯图加特大学 U.Heisel T.Stehle



U. Heisel

1974年毕业于柏林工业大学。曾任Werner & Kolb机床公司设计部主任。1987年被聘为斯图加特大学机床研究所讲座教授。1993年获罗马尼亚Cluj-Napoca工业大学名誉博士,2000年获保加利亚Sofia工业大学名誉博士。

机床是一个复杂的机电一体化系统。机床的创新离不开新结构、新材料、新的功能部件、新刀具和新的外围设备。加工工艺的发展以及加工过程的仿真和监控也日益受到重视。

机床工业的发展历程表明,提高生产效率和加工质量是最重要的长期目标。这就需要通过提高机床的主轴功率和实现进给及切削运动组件的性能,因为它们是相互影响的。此外,还涉及到力学的、电的和信息化的不同部件,这些部件以前被视为独立的子系统去进行优化,但整个加工系统是由机床结构件、电力驱动装置和其他参与实现轨迹生成的组件以及控

制系统位置调节环和加工工序本身组成的。因此,数控机床的设计应该具有机电一体化性质的特点。

在生产实践中,高速加工、柔性化、智能化等技术使缩短工时成为可能,仍被视为降低成本的关键革新,但新的节能生产系统和有效利用能源的工序越来越受到重视。

本文阐述了德国机床制造领域中金属切削机床的创新和进展,例

如,新的机床配置形式以及可重组机床和复合加工机床等;新的功能部件、刀具、新工艺、机床和过程仿真、传感器以及用于过程监控和诊断的测量仪器技术;同时介绍了斯图加特大学机床研究所以及其他高校研究所和研究单位最新的科研成果。

金属切削机床的新发展

1 基于倒置运动学的机床配置

随着高速切削(HSC)和高生产率加工(HPC)的发展,加工时间 t_h (切削)和辅助时间 t_n (刀具和工件交换)的关系变得越来越不协调。为了在高柔性条件下缩短辅助时间,新的运动学原理和机床配置形式受到重视,这两种设计概念兼具缩短加工时间和辅助时间的优点。例如,ELHA公司以“制造模块”为名,早在1997年的汉诺威机床展览会上就展示了“倒置运动学”的设计,即所有控制轴的运动都集中在“工件主轴”上,而所有刀具模块(动力头)则固定于静止的框架上。

近年来,其他机床制造商也认识到这种配置形式的优点,开发倒置式机床。例如,SW-EMAG公司推出的BM1250,其加工中心采用模块化的结构设计,加工范围为1900mm×1000mm。ANGER公司推出的HCX2000机床也是采用倒置运动学的配置设计的。

在2007年汉诺威机床展览会

上,Krause & Mauser公司(www.krause-mauser.com)展出了PS INVERSE³加工中心,如图1所示。该机床以高效、模块化的制造概念,把加工中心的灵活性与专用机床的高效率和高精度结合了起来,在机床加工区的3个侧面可安装多个动力头,更换动力头就可加工不同的零件。装夹有1个或多个工件的“主轴”可进行3个坐标轴的运动,对准动力头定位后移近动力头,从而实现加工过程。根据这个加工概念,无须进行刀具更换,可省去刀具交换的时间。此外,加工时切屑自由落下,只要防止炙热的切屑把热传给机床部件,即可采用干切削或微量润滑切削,实现高精度加工,该型号机床为构建经济的、有发展前景的、柔性的生产制造方案作了最理想的补充。

2 灵活和可变的的生产系统

Heller公司(www.heller.de)推出的RFK-15型曲轴铣床采用模块化设计,突出了高柔性和可变性。机床由性能可靠的不同模块组成,以实用性强、确保生产效率的特点保证设备在整个生命周期中具有竞争力,从而使用户每一模块的投资最佳化。

例如,Heller公司提供了3种不同的工件装卸方式:滚辊传送带的手工装卸,借助机械手和龙门架的自动装卸(见图2)以及独立的全自动装卸。可依据装卸的人工费用、工件



图2 带有集成装卸系统的RFK-15型曲轴铣床

类型的多样化程度和不同工件的最优组合、所期望的加工柔性以及工序之间的运输问题等方面来选用的。

在由德国研究院资助的TFB 59项目框架下,斯图加特大学的机床研究所和机床与制造设备控制技术研究所一起,研发了可变生产系统的机电模块。该项目中的一个部分是研究制造模块的可变组合和工件装卸,项目合作单位是制造商Mauser公司和使用单位戴姆勒奔驰公司,该项目的目标是:借助模块化的、自主管理的组合模块实现生产系统的可变性。从设备的整个生命周期来看,可变生产系统超越了过去的柔性制造系统范畴,通过机床或设备的改装,使有限的技术花费,能应对不可预见的生产条件变化(加工零件的改变或者加工批量的改变)。因此,该项目聚焦于模块化的、能自主管理的组合设备。

机电一体化融合了力学、电学和计算机(软件)技术,通过制造新型的、封闭的(自主管理的)机电功能单元,可使组合设备和自动化设备的设计别出心裁,这种新方式要求人们转换思维,摆脱深受专业知识体系影响的观察和思维方式。

根据机床模块接口的调查和分析,确定研发用于工件输送的、机电一体化、自主管理的模块(这项设计开创了模块化设计的新概念)和能自动接入的、属于机床设计一部分的、可自动调节的设计,这些都是现在研究的内容。

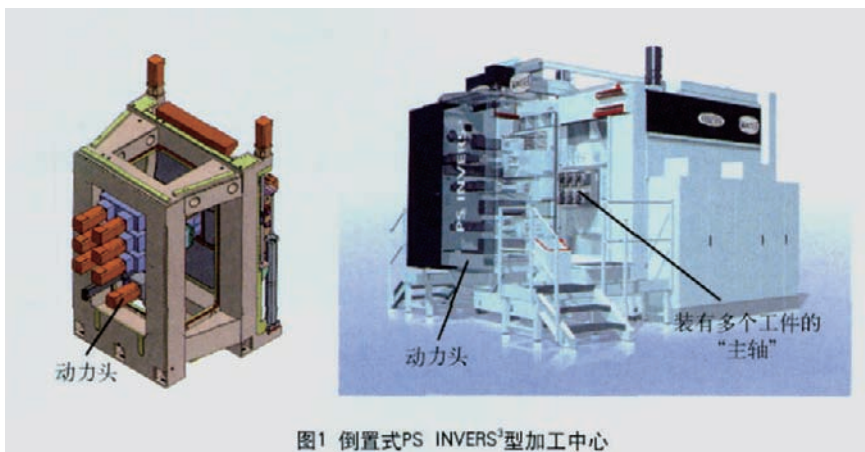


图1 倒置式PS INVERSE³型加工中心

图 3(a) 是上述创新的、模块化组合装置的完整概念。图 3(b) 是组合装置的主要部分——搬运模块, 它可任意安置于机床之间, 通过接入机床控制系统, 在以太网接口的上级进行控制。作为整个生产系统的接口, 只有一个是组合模块的供电接口。流体将分散供应, 突出了组合模块自主管理的特征。

3 工艺集成和组合 / 完整加工

(1) 工艺组合和复合加工。

EMAG Salach 公司 (www.emag.com) 早在 1992 年就推出“倒置式车削头”, 这个带有抓取机构的设计与传统的水平或斜床身的车床不同, 在最小空间内将车削加工和工件自动输送系统巧妙地集成在一起。通过工件主轴的运动, 借助抓取程序, 可将工件轻松地从输送系统上取出和放回。垂直配置的车削头使切屑自由落下并快速移除, 可实现干切削。

工序周期的缩短和集成范围的扩大使得在机床中进一步整合其他工艺成为可能。为了实现工件的完整加工, 除车削、钻削和铣削外, 某些型号的机床上还集成有磨削和切齿以及其他非切削工艺, 如焊接、滚压、激光加工 (ELC 系列)。同时, 也可将测量装置整合进来, 测量不但用于最终检验, 也可用于加工过程的指引和调节。

此外, EMAG 公司还提供适合

大批量生产使用的、可各自独立工作的双主轴或多主轴机床, 能够在一台机床上以相对少的费用生产较多的产品。

毫无疑问, 复合加工和完整加工在机床的发展中显得尤其重要。由于工件品种、数量和需要的加工工序等不确定因素越来越多, 以前经常使用的专用机床, 如自动生产线、旋转加工单元等, 近来常被独立的机床所代替。在汽车或汽车配件的大批量生产中越来越多地采用复合加工中心来实现零件的完整加工。

(2) 为机床服务的机器人越来越能干。

机床与自动化技术的联系越来越紧密。提高机床生产效率的途径是缩短工件装卸的时间。因此最有效的方法是把加工中心和自动化装卸设备集成在一起。此外, 工业机器人和线性输送单元连在一起, 一台机器人就可服务多台机床。

随着机器人轨迹精度和重复精度的提高, 除了传统的工件装卸任务外, 机器人还可完成其他生产工序, 如打磨、去毛刺和抛光等。在合成材料、石材和木材的加工中, 由于切削力较小和(或)加工精度要求较低, 装备有刀具主轴的机器人开始替代机床加工, 并完全能够达到先前在机床上加工的工件质量要求。

此外, 由于许多加工中心都要实现完整加工, 刀具的种类也越来越多

样。借助机器人装卸工件, 并为所需的工序更换刀具将越来越普遍。

新结构、新刀具和新材料

1 棒料加工的生产型自动车床

INDEX 公司 (Index-werke.de) 在 2007 年推出了 SpeedLine C100 型用于大批量生产的棒料加工机床, 其主要特点是完成 X 轴和 Z 轴运动的刀架滑座仅由 1 个部件组成。转塔刀架既可沿 2 条平面滑动导轨作左右移动, 又可垂直于导轨作短行程的上下移动。这个滑动摩擦副由淬硬的工具钢导轨和滑动面有镀层的刀架组成, 不会磨损。这种结构把滑动导轨的优点 (高阻尼和高刚度) 同线性导轨、快速运动和加速性能结合起来, 获得了优异的性能。

创新导轨原理的驱动性能借助双铰运动机构进一步得到保证。这种运动机构发热少, 精度高。在小运动尺度下, 刀架的加速度可达到 $1g$ 。

2 自适应技术的进展

自适应——这一概念描绘了具有高集成度的智能结构和部件, 即新复合材料、带有智能控制和自适应调节功能的部件。自适应部件应具有能够优化地、自主地去适应不同外部条件的特点。这对制造装备、工艺的范围和精度要求日益提高, 但它们同时受到加工过程和外界环境的巨大影响, 这正是开发和使用自适应部件的目标。借助实时的高动态控制技术, 加工过程是可以自控的。

采用自适应技术可以获得很大的利益。在许多情况下, 它能够实时有效地消除振动、变形和噪声等外部和内部干扰, 使鲁棒的、稳定的、最终经济的加工成为可能。具有自适应的部件反应更快, 更精确, 更坚实, 更灵活。

将来, 传感和执行功能将集成为机床承载机械结构的整体组成部分。例如, 研制能自动转换连杆上压电信

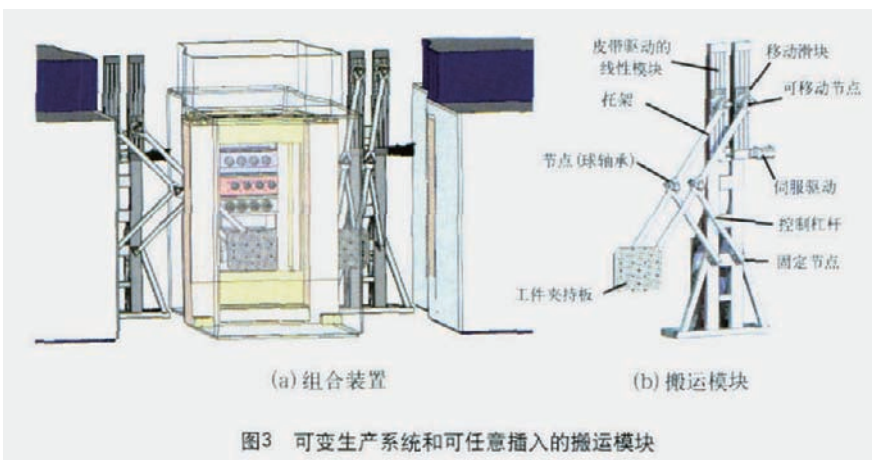


图3 可变生产系统和可任意插入的搬运模块

息的执行元件和把压电纤维融合进复合纤维的多功能材料以及开发“压电陶瓷—金属”的混合系统。

在机床制造领域中已有很多自适应技术得到了成功运用。德国克姆尼茨大学机床与锻压研究所、亚琛工业大学机床实验室、达姆斯达特工业大学生产技术与机床研究所、斯图加特大学机床研究所等单位都展开了相关的研究工作。

例如，克姆尼茨大学机床与锻压研究所正在开发基于压电的、自适应的主轴座，它能在传统机械系统很难实现的领域中改善切削过

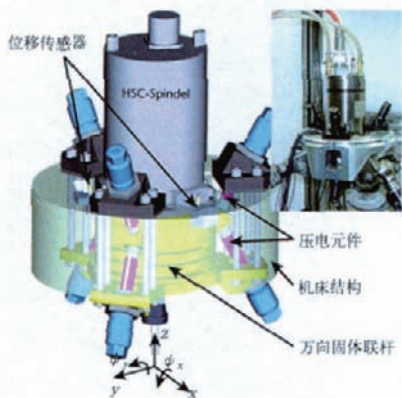


图4 自适应高速切削主轴

程，见图4。通过压电执行元件进行精确定位，主要用于纠正和调整主轴位置，这个系统在一定范围内也可用于抑制主轴的振动和颤振。

该构造的核心是一个由万向节驱动的运动平台，平台上安装有常规的高速电主轴。位移检测由法兰上方的电容传感器完成。检测出的微小位移借助压电执行元件的并联运动机构进行调整，即可实现高动态和精确的传动。

亚琛工业大学机床实验室研制了一种自适应镗杆，镗杆上的刀具和导向块都可借助压电作用进行调节。借助该镗杆，可使孔加工的几何精度达到微米级范围。

目前，这些自适应系统仍处于一个高成本的研制和开发阶段。为高精度、高动态的机床研发低成本、经

济实用的自适应技术，目前依然是一种挑战。笔者认为，即使在技术领先的德国，在未来几年内要实现这个目标也是很困难的。

3 主轴和主轴部件

(1) 可快速调整的主轴模块。

全球化竞争加剧，导致产品品种持续增加，产品生命周期越来越短，迫使企业考虑如何有效利用现有生产能力和生产设备。这就是推动机床制造商开发“可重组机床”的力量。

德国斯图加特大学机床研究所和机床与制造设备控制技术研究所与INDEX公司合作，一起研制了可快速调整的电主轴模块，用于INDEX G160 车床，它明显地减少了电主轴更换及其调整所需的时间。

电主轴嵌入一个高刚度、高精度的中心可微调的壳体中。INDEX G160 是一台双主轴卧式车床，借助这个微调结构和测量棒，就可以保证2个主轴的同轴度在微米级范围内。

采用这个结构以后，大大简化了电主轴的更换和机床几何精度调整的过程，可以在2h内完成快速更换电主轴。

(2) 主轴和驱动轴的发展趋势。

近年来，高性能和高生产率加工中心的主轴遇到了越来越多的挑战。在高效切削中，特别是在铝合金飞机结构件铣削时，必须在短时间内切削尽可能多的材料。在切削速度为4000m/min的条件下，材料切除率可高达8000cm³/min，这需要机床主轴同时具备高转速和高效率的特点。在精加工时需要采用高转速，以便使切削效率有限的小直径刀具能达到足够的切削速度，而在粗加工时则需要较大的切削功率。因此，主轴研制的重点主要在于提高整体加工效率，使精加工和粗加工都能够在理想的条件下进行。实践表明，主轴最大转速保持在

30000r/min以内较好，因为转速的进一步增加会危及主轴系统的可靠性。

加工效率的提高是有巨大经济意义的。选择合理的粗加工切削速度，可以将超过90%的待切除材料迅速切除，发挥机床的最大潜能，缩短粗加工的时间。提高加工效率的关键在于采取合适的措施，使主轴功率安全有效地转化为切屑。因此主轴制造商应该注意整个机电系统（主轴和变频器）的综合性能。

为此，Fischer公司(www.fischerag.com)推出一种新的主轴——变频器系统。生产测试显示，该系统能明显地提高加工效率。新研制的MFW-2320/30VC HSK-A63 主轴部件由交流同步电动机和变频器组成。与传统的主轴相比，主轴前后轴承的间距进一步减小，这对主轴的结构动力特性产生了积极的影响，并在大切深铣削时表现出更稳定的状态。此外，它紧凑的构造适合用于五轴加工机床。

加工大型铝件的实践表明，主轴最佳转速在20000~30000r/min范围内，粗加工1.5t重的毛坯时，如果要切除70%的材料，采用新的主轴系统可以减少33%的切削时间。

德国AMK Arnold Mueller驱动技术公司(www.

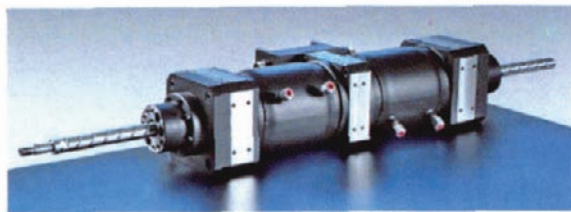


图5 SPINDASYN驱动装置

AMK-antriebe.com)推出了“SPINDASYN”可实现轴向和旋转复合运动的伺服驱动装置，其外观如图5所示。从图中可见，该驱动装置由2个伺服电动机串联组成，电动机的转子与螺母固定在一起，支撑在两端的径向推力轴承上，左右两端分别

是左旋和右旋的丝杠,穿过中间。当2个电动机同向一起转动时,丝杠转动;当2个电动机逆向转动时,丝杠轴向移动;当2个电动机的转速不同时,可实现丝杠轴向运动和转动的复合运动,这为解决旋转和直线运动的叠加提供了简单而有效的方法。

4 新刀具

(1) 刀具管理的优化。

在优化制造技术的3大目标——成本、时间和质量时,刀具的监测和优化在单件和批量生产中越来越重要。过去大多数企业主要关注的是过程优化,减少加工时间和辅助时间以及采用自动化装置,并没有考虑建立“刀具管理系统”。直到最近才提出该领域的目标:以挖掘和利用现在依然隐藏着的优化潜能,去应对越来越大的成本压力。

集中管理和减少刀具数量的优化策略,如通过减少刀具库存、仓储费和运输费,可大幅度降低刀具的费用;通过减少刀具更换次数和辅助时间,可进一步缩短刀具的调整时间。此外,不同切削参数和加工工序的多样性以及冷却润滑设计的多样性都应统一到刀具的标准化上来,以简化工艺过程的设计。

加工过程的准备和编程扮演着重要的角色,在各工序的刀具选择和加工策略中,可用相对简单的方式减

少所用刀具的数量,由更多部件构成的、使用者可组装的、模块化的刀具以及按积木原则制造的刀具系统(见图6),该系统明显减少了装备和调

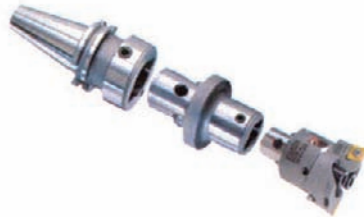


图6 模块化结构的刀具和夹紧系统

整的时间,提高了灵活性。如果出现了刀刃破裂或者刀具碰撞,只要替换刀具的损坏部分就可以了。

(2) 复合刀具。

Baublies公司(www.baublies.com)推出一款镗削和金刚石抛光的复合刀具,用于连杆上的孔加工,当正向行程时,借助镗杆上的镗刀加工连杆上的内孔;当复合刀具反向退出时,利用对侧的金刚石球面刀对已加工的表面抛光,采用这种复合刀具既能够保证内孔加工时高的尺寸精度,又能够获得非常好的表面质量。

(3) 金刚石刀具加工复合材料。

在航空工业控制装置的生产中,在切削碳纤维复合材料平板时,运用PKD刀具是一项标准技术。斯图加特大学机床研究所的研究表明,改变刀刃的几何形状可提高碳纤维平

板的加工效率,如图7(a)所示。与常规的PKD相比,采用CVD涂层刀具可使切削力降低一半,如图7(b)所示。原因在于CVD金刚石的毫微晶体的、光滑的结构使切屑分离更容易,因此减少了刀刃的磨损,这个特性对于表面质量的提高产生了积极的影响。用于此类刀具的一种新型等离子聚焦法能快速刃磨金刚石层,使其切削性能更好。

5 机床的外围设备

(1) 模块化的机器人系统。

Hermle公司(www.hermle.de)推出RS-2模块化机器人系统,作为五轴加工中心的外围设备平台,用于装卸工件或交换托板。该系统可根据客户的个性化要求,扩展规模或增减功能,与一台或多台加工中心连接,以提高其利用率。

RS-2机器人系统与机床的配置方案之一如图8所示。该系统与工件库配置在2台加工中心之间,构成一个柔性制造单元,机器人的夹抓可以自动更换,以适应不同尺寸、形状的工件和托板。此外,按照防护门上的设定,该系统可由RS-2机器人系统自动装卸工件,也可以手工操作。当一台加工中心由人工操作时,另一台机床仍然可以自动运行。

(2) 作为珍贵资源的金属切屑。

随着工业化国家和发展中国家

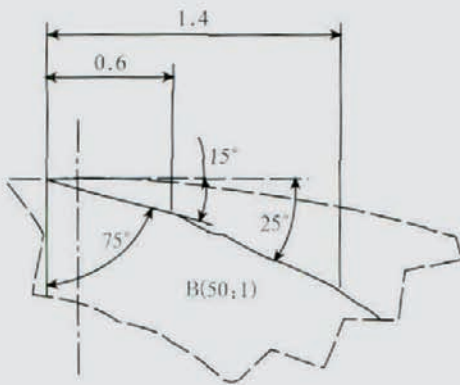


图7(a) CVD刀刃的几何形状

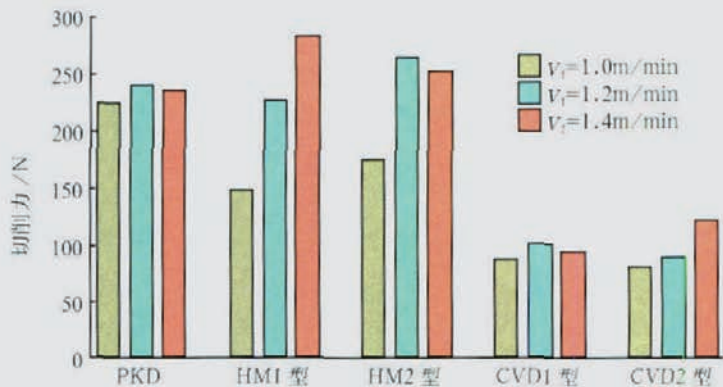


图7(b) 不同刀具材料的平均切削力

图7 碳纤维复合材料加工参数

过去几年需求的增长,全球范围内出现了原材料的短缺,使原材料和矿产品的价格屡创新高。在这个变化了的外界条件下,企业除了要推广节能的制造方法外,还要对加工的废弃物——金属切屑进行回收和再利用,使它成为可观的额外收入。

切屑是加工过程中不可避免的副产品,为提高其回收效率,并尽可能多地挖掘金属切屑的经济价值,金属切削加工车间越来越多地安装了切屑压块设备。最理想的情况是,加工中心直接和压块设备连在一起,它的生产能力和加工中心切下的金属切屑数量相适应,这样,切屑会通过现有的螺旋排屑装置从加工中心直接输送至压块设备的压缩缸中,并加以压缩。切屑的压缩比平均为20:1,部分金属切屑的压缩比甚至可以达到50:1,压块设备的生产能力从95kg/h到3000kg/h以上。

通过压缩减少金属切屑的存储空间只是压块设备的经济优势之一。更多的经济效益来自通过切屑体积的压缩,再熔化时的能耗率较小。因此,通过材料损失的减少和压块销售价格的增长,回收率提高10%是可能的。此外,通过切屑压缩,大部分切削液可以回收并送回到切削液循环中,减少了切削液的耗费。



图8 连接两台加工中心的RS-2机器人系统

加工工艺的发展

1 微量润滑及润滑液用量最优化

微量润滑加工可以替代目前仍在使用的普通切削液加工,即在加工过程中使用最少量的润滑剂,从而实现液体废弃物的零排放。由于新涂层刀具的发展和微粒硬质合金的改进,借助微量润滑还可以保证诸如螺旋深孔钻等加工工艺达到最佳的形位公差。

实践证明,微量润滑加工的效果取决于气雾剂最佳的供给量,如果启动时间很长,或者更确切地说,润滑剂供给不完善将会导致某些致命的后果,例如加工质量不高,刀具过早磨损,或者刀具断裂;与之相反,过量的润滑剂会导致成本升高以及附加的清理费用。专业测量设备的发展使我们可以从刀具顶端简单而迅速地测量出润滑剂的用量和响应时间。

2 混合加工方法

(1) 超声波铣削。

几年前,混合加工方法在工业生产中就开始获得应用,并表现出很大的优点,特别是超声波作为辅助能源应用于铣削和磨削过程,可以大幅度降低切削力,提高进给速度,从而提高产品质量。

DMG公司(www.gildemeister.com)推出的Ultrasonic 35/50是混合加工机床的代表。超声波发射系



图9 超声波加工的激励系统

统以新开发的HSK 63 S刀柄为基础,实现了在一台机床上进行超声波振动加工和传统切削加工,见图9。

从图中可见,在主轴头下部安装有感应线圈,同时在HSK 63 S刀柄上有作为接收器的线圈架,感应线圈发出17.5~30kHz的超声波传给刀柄,这种高频激励使刀具产生有效的振动,导致金刚石刀具以高达每秒30000次的频率冲击工件表面,从而获得良好的加工效果。

这种HSK 63 S刀柄与传统刀柄一样是可更换的,使得在数控编程中除了使用超声波加工外,还可以使用标准刀具进行切削加工。

斯图加特大学机床研究所对钻孔过程(深孔钻)和铣削过程与超声波技术的结合进行了研究,主要应用领域为覆盖磨削、钻削、铣削工艺的加工中心。这些方法特别适用于加工脆硬性材料,以及新型材料(陶瓷、硬质金属、复合材料等)。用超声波技术来支持切削加工的进一步发展,与机床的技术进步有密切关系。例如,现今广泛使用的五轴联动加工中心促使直线电动机和力矩电机驱动与先进制造技术相接轨。

(2) 电解铜E-Cu57的加工。

利用新工艺替代现有的



图10 电解铜的深孔钻削切屑

传统工艺是工艺发展的重要方面。通过优化以及混合加工工艺,如采用超声波对现今不能或者很难切削的材料进行加工,效果比现有加工过程提高了许多倍。

在电解铜 E-Cu57 的深孔钻削过程中,由于需要考虑热传导,在实践中不得不采用非常低的进给量。但是对于高延展性的材料来说,在低进给量单刃钻削时,易形成不利于切

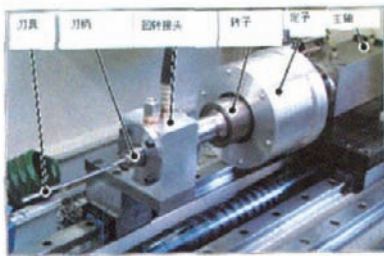


图11 超声波深孔钻削装置

削的长条状切屑,如图 10(a) 所示。

斯图加特大学机床研究所研发了一种“励激器系统(Aktorsystems)”,如图 11 所示。该系统将超声的轴向振动与深孔钻削过程叠加,有利于细小切屑的形成,如图 10(b) 所示。研究给出了超声振动的振幅、切削速度和进给量的最佳取值范围,它能保证得出一个相对于常规加工更好的加工结果,并能使加工过程更加安全。

加工过程仿真、过程监控和诊断

1 加工过程仿真

在现代生产技术中,加工过程仿真越来越成为节约成本和时间的重要措施,因为借助仿真可以优化加工过程,避免干涉,防止失误。它以很少的代价在计算机上再现原始经验平台加工过程的知识。加工过程仿真是建立在各种各样的切削模型基

础之上的,总体来说,现有的切削过程模型可分为以下四大类:

- 经验模型;
- 分析模型;
- 数字模型;
- 人工智能模型。

(1) 经验模型是最早被研制出来的切削过程模型,直至今日,仍然是最为广泛使用的模型。经验模型是以试验为基础的,模型结构简单,花费代价相对较低,可应用于研究的最初阶段和不同的加工工艺。试验切削模型的结构通常是切削力和其他参数的组合,其他参数主要是指被切削层横截面上的尺寸。这个组合计算的表达式可以是线性公式或指数公式,这些公式都包含了一个比例系数,这个比例系数描述了被加工的材料和加工条件。不言而喻的是,这样一个简单系数是模型的重大缺陷,它会造成适用范围有限和重复精度较差,这就限制了经验模型在加工过程仿真中的使用,尤其是机床和加工过程相互作用的模型化。

(2) 分析模型是个剪切面垂直切削力的模型,它的主要思想是切削过程的整体模型化。基于这种模型的大部分成功案例都是参照最大切应力和最低能源消耗原则建立的。分析模型可以确定剪切面和剪切角的作用位置以及相应的切削力。现有的分析模型可以保证加工过程与机床同时仿真的成功应用。

(3) 数字模型是在 20 世纪 90 年代研发的数字计算和仿真方法以及相关的应用软件,借助计算机的数字计算方法,它对切削过程模型化有着深远的影响。一些商品化的软件,如 Deform、AdvantEdge、Abaqus 等都提供了的有限元分析方法。

(4) 在物理和化学领域,大约 20 年前,就已经借助分子动力学(离散元法,DEM)对诸如气体、流体、分子,或者载流子等系统进行研究。这些系统由非常多的颗粒组成,它们之间产生的相互作用可以是吸引力或者排斥力。对于由许多颗粒组成的大系统,像在分子运动中观察到的一样,系统动力行为的研究成果也提出一些有效的分析方法。在过去的几年中,借助分子动力学对切削过程仿真进行了一些尝试。这些方法现在可以成功地应用于微切削过程的仿真或者颗粒组成材料的切削仿真。

2 过程监控系统

(1) 高精度的气动位置监控。

在高度自动化的大量生产过程中进行工件自动安装、定位和加工时,加工质量在很大程度上取决于被

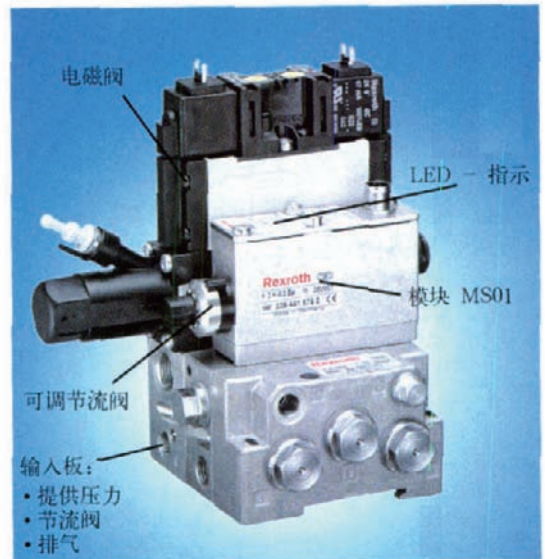


图12 MS01位置监控系统

加工零件的可靠和精确定位。因此,工件安装位置监控是非常必要的。德国 Rexroth Bosch 公司(www.boschrexroth.com)推出了气动位置监控系统 MS01。该系统采用模块化结构,根据用户要求和被加工工件形状及尺寸配置测量点数,用于监控待加工位置是否有工件、工件的形状和大小以及安装是否正确,然后才发出可以加工的信号,系统外观如图 12 所示。

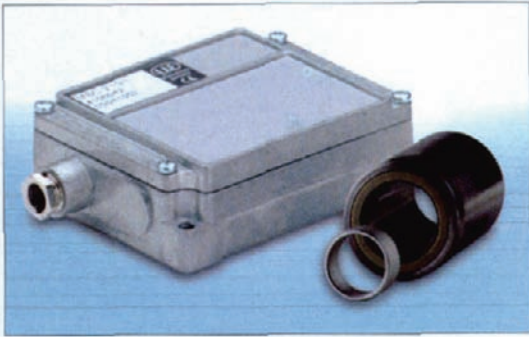


图13 用于拉紧行程监控的传感器

系统借助传感器喷嘴的空气流,通过对测试对象的非接触式采样,然后对形成的回流压力进行评价,确定被测对象的出现与否、位置、形状或者大小。气压转换为模拟量和开关量电信号输入到机床或自动线的控制系统,错误的工件或者定位不当就会报警并加以更换或重新安装。

(2) 刀具夹紧监控。

MicroEpsilon 公司 (www.micro-epsilon.com) 推出了一种名为夹紧控制的监控装置,如图 13 所示。它用于在机床上监控自动换刀的刀柄位置,借助非接触式感应传感器可检测刀具是否插入、位置是否正确,直至刀柄中是否有铁屑存在。

到目前为止,用于刀具夹紧位置的监控措施主要是机械微动开关,它仅提供了一个二进制的开关信号,且需要昂贵的校准和调整费用。这个新的传感器直接与拉紧连杆的行程相关,提供一个与行程成比例的模拟信号,使连续的在线监控功能得以实现。

(3) 根据温度状态进行维护。

现代机床是一个复杂的机电一体化系统,由许多机械零部件、电子器件以及气动或液压辅助装置组成,任何组件的失灵都会造成整个系统的瘫痪,因此,及时发现故障前兆并进行必要的维护显得越来越重要。

机床系统中众多的电子、液压和机械部件在运行中都会产生热量。

将散发热量的现象加以充分利用,就可以监控机床的运行状态,提示是否需要维护。除了机械零件的发热可加以监控外,电气元件也同样可被监控,特别是在难以接触到的位置过载,例如轴承、滚珠丝杠和导轨,都可以借助这种方法来监控。错误的电缆电路、松脱的电缆连接或者在隐蔽处的接触电阻,借助热监控也都有可能被检测出来。

将传统温度摄像记录仪进行扩展,增加一些附属元件(如可旋转的镜

头、图像处理软件),就成为新型温度记录和监控系统。斯图加特大学机床研究所正在与其他研究所合作,承担了“基于自动化状态观测的预防性维护”项目,借助热像仪以试验方式对在机床中产生的热现象进行了研究。

结束语

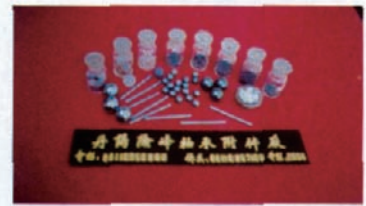
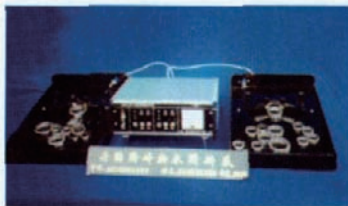
机床是一个复杂的机电一体化系统。机床的创新离不开新结构、新材料、新的功能部件、新刀具和新的外围设备。加工工艺的发展以及加工过程的仿真和监控也日益受到重视。(张曙 编译)

(责编 蔚蓝)

丹阳险峰轴承附件厂

我厂是原机械工业部中国机械基础件成套技术公司轴承专用设备、仪器仪表联营会成员单位,是专业生产机床附件和仪器仪表附件的工厂。

DJK-150型“百灵”牌电解刻印机具有技术先进、品质优秀、设计新颖、造型美观、电脑控制、字迹清晰、工作可靠及使用方便等优点,是轴承、活塞环、工具和喷嘴等标志加工的理想选择。



▲ DJK-150型“百灵”牌电解刻印机的技术规格

刻印直径: 15 ~ 150mm
电 源: 220V, 50Hz
刻印高度: >4mm 功耗: <40W
刻印深度: 5-15mm 净重: 10kg
刻印效率: 60件/min(双槽型)
膜片寿命: 约10万件/片
电解液消耗: 约1.2kg/万件
外形尺寸: 320mm×280mm×100mm(刻印电源)
300mm×420mm×80mm(刻印槽)
不但在平面上而且在外径上也可使用

本厂生产的硬质合金钢球,于1999年4月28日和2000年7月6日经国家轴承质量鉴定检测中心测定,分别达到G16(8~14mm)、G10($\phi 3 \sim \phi 7.5\text{mm}$),深受用户青睐。

通讯地址: 江苏省丹阳市新桥镇何家村
邮编: 212322
电话: 0511-86356866 86352019

传真: 0511-86357163
网址: WWW.XFDJK.COM
电子邮箱: Xqzhff@pub.zj.jsinfo.net

广告索引号 09-051