

min,免维护。

S-191 LINEAR 的智能化背主轴可以伸缩及立卧转换,即在卧式和立式位置上都可以加工,这样无论零件的正面还是反面加工都不会和装刀主轴产生干涉问题。背主轴 C 和正主轴 A 通孔直径最大为 65mm,功率为 15kW,转速为 6000r/s。单件加工时候可以装配 140mm 夹盘。

此外,S-191 LINEAR 主机配备了 FANUC 30 系列 31i-A5 尖端纳米级数控系统,可控制 40 轴。S-191 LINEAR 具备合理的轴结构与宜人化的主机结构、高效冷却系统,采用独特的 HSK40A 新型刀柄(高速动平衡刀柄)。正是靠着这样精益求精不断提高客户高附加值零件生产效率的理念,宝美机床在中国航空、航天等国防工业精密制导与控制及医疗器械微创、骨科植入、脊椎矫正等零件加工的行业中都有着不凡的表现。在精密控制和远程制导领域,加工设备功能上要有更好的柔性,使加工工序尽可能地集中,一次装夹完成零件的粗精加工才能更好地保证零件的精度。宝美的一台铣车加工中心往往会成为整个精加工车间的顶梁柱,高精度复杂的零件都要在上面加工,没有其他设备可以代替。

目前车铣复合加工中心在机床生产商和高端用户市场都是大热门,能生产出复合加工中心无疑是世界级的机床厂商,拥有它的客户也必定是制造高附加值零件、追求精益制造及创新理念的代表。宝美技术(BUMOTEC)作为瑞士第一台铣车复合加工中心研制厂商,对其独特性能定义方面有着更多的发言权。宝美每年都会对机型进行创新和改进,这使得宝美以其不可替代的加工能力,在复杂工件加工领域牢牢占据着绝对主角的位置。未来宝美在中国市场将再铸辉煌,会有更多客户分享宝美的尖端科技。

(责编 亦非)



## F机床在精密锻造模具中的应用

### Application of F Series Machine Tool in Precise Forging Mould

牧野机床(中国)有限公司 王魁

机械加工技术正朝着高效率、高精度、高柔性和绿色制造的方向发展。在机械加工技术中,切削加工是应用最广泛的加工方法。近年来,随着加工技术的快速发展,市场竞争的日趋激烈,客户对制造商模具加工的精度、工艺复杂程度和制造周期等要求愈来愈高,而模具的加工价格却因市场竞争降低,行业中采用高硬度坯料直接铣加工模具等新工艺的使用愈来愈普遍。高速直接切削已成为切削加工的主流和先进制造技术的一个重要发展方向。目前,高速切削技术在航空航天、模具生产和汽车制造等行业已经获得广泛应用,并创

造了巨大的经济效益。

模具在锻造生产中直接影响锻件的精度及质量,保证模具的完好非常必要。模具的服役条件很苛刻,所以制造模具都选用比较好的材料和复杂的加工工艺。模具的费用通常要占到模锻件成本的10%左右,要降低模锻件的成本并提高其市场竞争力,重要的途径是提高模具使用寿命。这早已成为锻造行业一直追求的目标。

传统齿轮模具的加工工艺流程大都是采用加工中心进行模具的粗加工,而中、精加工则采用电火花技术,最后进行手动抛光。这不仅需要很长的加工时间,而且还

要花费很多的生产成本。比如,加工一个深腔齿轮模具,模具的材料硬度HRC60。EDM工艺包括:制作粗加工电极(2h),制作精加工电极(2h),用EDM粗加工(5h),用EDM精加工(10h),手动修光(3h),需要的总时间为22h。

精密锻造属于近净成形技术范畴,具有节省材料,后续加工量少,能提高锻件力学性能等优点。

高端锻造齿轮模具要求:

- (1) 齿轮模具型腔精度0.005~0.01mm;
- (2) 模具材料硬度在HRC52以上;
- (3) 齿轮传动精度达到6级;
- (4) 表面粗糙度 $Rz < 10 \mu\text{m}$ ;
- (5) 模具寿命达到5万件以上(国内精锻现在模具寿命在1万件左右,放电加工在5千件左右)。

加工技术难点:

- (1) 材料的硬度高,在加工过程中会使用长径比较大的小刀具进行加工;
- (2) 表面粗糙度;
- (3) 齿轮加工精度、同心度;
- (4) 齿轮加工机床的精度、夹具设计水平、刀具的精度级别、刀具的圆跳动控制。

根据上述模具加工要求和技术难点,要缩短模具的生产周期,节约生产成本,制造生产出合格的锻件,除了有过硬生产技术外,更重要的是还要有合适的高速加工机床,要配备适合于高速硬铣的刀夹和刀具以及合理的切削参数等,也就是说机床、刀具和刀夹是生产的重要保证。

目前的加工业市场行情显示,高速切削技术已成为模具切削加工的主流和先进制造技术的重要发展方向。牧野公司经过70多年的技术积淀,制造出了高速高精度的F锋速系列加工中心,为模具加工客户提供全

面的解决方案。日本牧野机床生产的F系列机床专门用于高速铣削,具有相当高的刚性,机床配备了功率为15kW、转速为20000r/min的主轴,进给速度高达20m/min。在牧野的加工技术中,提出了一种全新的加工概念,被称为FF加工。所谓的FF加工,即排屑冷却润滑,控制加工中的热变形,从而得到优质的加工表面。FF加工的基本原理是控制刀具刀口温度的上升,稳定切削负荷,切屑从刀具刀口飞速地排出。FF加工可应用于航空工业轻合金的加工。在模具制造业高速加工的重要领域,还可以进行硬态高速切削加工。应用牧野的F锋速高速加工机床FF工艺,其生产工艺水平将大大提高,使得直接切削变为现实。通过FF工艺对一次装夹下的模具进行综合加工,不仅可大幅减少加工时间、改善型面的表面质量和加工精度,而且可以简化生产工艺流程,从而显著缩短模具的制造周期,降低模具的生产成本。采用高速FF工艺高速加工模具,大多数情况下可节省制造电极、电火花加工和抛光3道工序,在许多场合替代了电火花加工。近年来,由于微细刀具(目前最小直径为0.03~0.1mm的硬质合金立铣刀已列入一些厂家的产品目录)的开发和微细铣削工艺的应用,这使一些窄缝和极小半径的内角完全可以通过采用小直径的立铣刀来进行加工,致使电火花加工的应用范围进一步缩小。根据德国Frahofer生产技术研究所在2004年对工具和模具企业所进行的调查表明:在今后几年,高速硬铣在工具和模具的加工工艺中所占份额将增长20%,而电火花加工则将减少12%。由此可见,高速直接铣削工艺已经成为模具加工的关键工艺。

牧野F锋速机床采用高刚性主轴设计,独特的冷却系统,可以保证

机床主轴在最高转速的情况下长时间稳定运行。同时为了调整伺服误差和惯性等机床动态性能,牧野F锋速机床的超级几何智能伺服控制软件,可超前约150个程序块,从而在高速加工曲面时能保持刀具轨迹精度。这些技术应用在精密锻造模具加工中,可以有非常密的采点和高进给速度以达到最佳的循环时间。针对于上述事例,采用牧野F锋速高速加工中心加工型腔齿轮模具,可在一台机床上一次装夹就能完成全部加工,不再需要电火花加工。加工时可以实现无人看管,不用手工修光,就可达到高质量的表面粗糙度,完成一个模具加工只需5.5h。

对于精密锻造模具的高速直接铣削,由于能获得较好的表面质量,很短的加工时间、较短的生产工艺流程和较低的加工费用而得到越来越广泛的应用。在高速直接铣削模具时,为较好的达到这些效果,应遵循下列原则:

- (1) 刀具的悬伸应尽可能短,而在热缩式刀夹中刀具刀柄应有足够长的夹紧长度;
- (2) 应采用顺铣方式,以便提高刀具的寿命(至少20%)和获得较好的加工表面质量;
- (3) 立铣刀的圆跳动误差应尽可能小;
- (4) 应放弃湿式加工,尽可能采用致冷空气来进行吹屑和冷却刀具;
- (5) 应根据模具的材质、硬度和加工条件选用合适的切削速度和进给速度;
- (6) 粗铣时应尽可能切除大部分材料余量,即为精铣约留0.05mm的加工余量,免去半精铣工序以缩短生产工艺流程。

(责编 亦非)