

数控加工技术在模具制造中的实际应用探讨

李伟

巴彦淖尔应用技师学院，内蒙古 巴彦淖尔 015400

DOI: 10.61369/SSSD.2025160006

摘要：数控加工技术发展已成为模具生产技术的支撑，本文主要论述了数控加工技术在模具制造中对模具制造产品精度和稳定性的影响，阐述了存在的诸如适应性差、技能人才不足、生产过程和质量保证体系不完善等问题。为此，提出了相应措施，从而为数控加工技术的应用提供借鉴，以供参考。

关键词：数控加工技术；模具制造；应用对策

Discussion on the Practical Application of CNC Machining Technology in Mold Manufacturing

Li Wei

Bayannur Applied Technician College, Bayannur, Inner Mongolia 015400

Abstract : The development of CNC (Computer Numerical Control) machining technology has become the support of mold production technology. This paper mainly discusses the influence of CNC machining technology on the precision and stability of mold products in mold manufacturing, and expounds the existing problems such as poor adaptability, insufficient skilled talents, and imperfect production process and quality assurance system. Accordingly, corresponding measures are put forward to provide reference for the application of CNC machining technology.

Keywords : CNC machining technology; mold manufacturing; application countermeasures

引言

模具作为制造业的基础工艺装备，其质量与精度直接决定了下游产品的性能和竞争力。在现代制造业快速发展的背景下，市场对模具的复杂程度、精度要求及交付周期提出了更高标准。传统模具制造依赖人工操作，存在加工精度低、生产效率慢、质量稳定性差等瓶颈，已难以满足当前产业发展需求。数控加工技术凭借计算机程序精准控制、多工序集成化加工等优势，为模具制造突破传统局限提供了有效路径。

一、数控加工技术在模具制造中应用的意义

1. 显著提升模具加工精度与质量稳定性

模具制造对尺寸精确度要求非常高，任何一项规格的微小偏差都有可能导致产品报废，而利用数控加工技术可以运用计算机程序来精准地控制机台设备运行，大大降低了人为操作失误的风险^[1]。其采用高精度伺服驱动系统和检测反馈装置，可达微米级的加工精度，满足各项复杂模具型腔、曲线面等成型部位的高精度加工需求。另外，采用数控加工具有强大的重复利用性，一台数控程序可实现多次批量模具大小规格的完全一致，这极大程度提高了产品的模具质量统一性和可靠性。不但减小了模具产品的测试、试模等操作环节，也在一定程度上避免了后期二次制造等高成本投入，同时也提升了模具制造商优良产品的信誉度，提高了其市场竞争力^[2]。

2. 大幅提高模具制造效率与生产柔性有力支撑

传统的模具制造方式采用人工操作，过程繁琐且切换缓慢，

而采用数控加工工艺后流程可以集成化，一台数控机床集铣、钻、镗、攻丝等各项加工为一体，省去了部件安装次数及部件移位时间的消耗，极大地缩减了模具的加工生产周期^[3]。另一方面，数控加工有较强的柔性，当需要变换一种模具的生产形式时仅需要数控程序的修改，而不必对机器进行大面积调试，有效缩减了生产准备时间。以上效率性和柔性特点使模具制造者可以更好地快速地应对市场需求的变化，及时提供各种难易程度不一的模具，增强企业的市场竞争力和订单承接能力，为在白热化的市场竞争中争夺有利位置奠定基础^[4]。

二、数控加工技术在模具制造中应用存在的问题

1. 高端设备与工艺适配性不足

对于模具制造领域而言，数控加工设备的性能水平以及工艺技术路线的选择都将影响生产产品质量以及效率。一些企业虽然购买了高档数控铣床、电火花成型机等先进的加工设备，但是在

应用实践中，依然存在诸如工艺参数设定不合理、加工路径规划不合理等诸多问题。首先，模具型腔越来越复杂，尤其是深型腔、薄厚成型、弯曲较大的模具对加工路径的合理性以及切削参数的动态调整要求较高。目前技术手段多是基于传统经验去编制的，没有充分利用数控机床多轴联动以及智能化补偿等技术手段，容易造成加工误差超过规定值的情况，增加了加工后的修改成本。其次，各个模具材料（如高速钢、高强高塑模具钢）的切削特点相差较大，很多企业并没有针对特殊材料建立相关的工艺数据库，在切削刀具、切削速度、进给量方面的选取存在盲目性，不仅造成加工速度降低，也容易引起刀具快速磨损以及机床过度损耗的问题，增加了制造费用^[5]。

2. 专业技术人才储备短缺

专业人才支撑是数控加工技术用于模具制造取得高效率的重要条件，目前行业人才的供给存在极大的不足，技术操作与研发创新两个层面的人才供给尤为不足。在操作层面，由于数控设备向智能化、综合性集成方向发展，对操作者的技能要求不再仅仅是设备的操作，而是需要其掌握编程、参数调试、故障修复等諸多方面的要求。而部分基础操作者仅仅掌握基础的操作技能，缺乏对高级数控系统的操作使用方法以及模具加工工艺原理的认识，因此，在面对较为复杂的模具制造任务时，往往会很难有效地对突发状况做出积极有力的应对措施，甚至会导致加工过程被阻断或产品的加工质量不能达标^[6]。而在研究创新方面，缺乏具有模具制造、数控加工工艺改进、CAD/CAM 软件二次开发能力的人才，进而公司很难完成从模具设计到加工的全套方案交付，更无法充分体现数控技术的柔性制造的优势。人才教育培训周期长、行业人员流动较为频繁，都导致人才短缺的情况更加雪上加霜，限制了数控加工技术在模具制造业中的应用和发展。

3. 生产管理与质量控制体系不完善

为了让数控加工技术更好地应用于模具生产过程中，企业应该制定完善生产管理和品质监控制度为其提供保障，但部分企业在这方面依然存在较大的短板。在生产管理方面，企业未能对数控加工全程采取精细化管理，制定不合理的生产计划以及设备安排会致使机器利用率低下、工作交接混乱，出现停工或加班的现象；企业在进行数控加工过程中未能对其数据进行采集和分析，从而无法对设备工作状态、加工进度以及加工指标实时监测，造成生产过程无法追踪与改进；在质量控制方面，部分企业在加工过程中的品质控制制度较为落后，仍采取人工检查的方式，耗时且容易造成检查错误。此外，企业缺乏完善的质量管理制度，没有为各环节制定品质把关标准，进而影响数控加工模具的整体质量稳定^[7]。

三、数控加工技术在模具制造中的应用对策

1. 精准匹配技术与模具需求，优化设备选型配置

一方面是选择模具的主要技术参数，主要包括模具的内部形状尺寸精度、表面光滑度、结构复杂程度、材质特性（如硬度、弹性等）。对于模具内部形状尺寸精度要求高的精密模具（如半导

体封装模具、透镜模具），选型时选择高刚度的数控加工机床，配装高档主轴和直线运动轨道以及光栅尺反馈元件，将加工误差控制在几个微米内。对大型模具（如汽车外罩模具）来说，主要考虑机床工作台面尺寸、承载能力和行程，选型时应选用龙门型或移动横梁型数控铣削机床来满足大部件加工需求。另一方面，考虑机械机构的柔性和可拓展性。模具行业经常面临着小批量、多品种的生产情况，数控设备必须满足快速更换刀具、完成多种工序一次装夹，如五轴联动加工中心可一次加工复杂曲线，从而减少多次装配次数、降低多次定位误差^[8]。机器还应该有拆分和模组化更换的特性，以便将来可以实现自主添加取放物体系统的功能或者添加实时检测器等等，可提供自由度的制造工艺。除此之外，还要考虑机器的成本性能比及保养成本，为满足生产的需要，选择能耗低、事故率低且配件供应充足类型的机器型号，降低长期使用成本。

2. 加强专业人才培养与团队建设，夯实技术应用基础

应用数控加工技术需要专业人员进行有效的运作，必须构建“培养 + 引进 + 提升”的用人架构，建立一支既有理论知识又有实践经验的队伍^[9]。第一，加强与学校的合作，进行定向人才培养。可以与学校共同建立实习场所，共同制定人才培养方案，让在就读时期的学生就能接触公司真正利用的数控机床及生产机器，学习如何完成模具设计、计算机控制程序编制、机械装置操作等工作；第二，加强在岗人员的操作技能培训。不定时地组织电图设计师、机械设备管理员参加专业的培训，内容涵盖新型的工具运用、新型的生产流程应用、软件更新换代等。例如针对五轴联动制做技术、高速切割技术等新科技，可以选择设备厂家或企业权威来开展专项培训，协助员工掌握其应用的精髓；第三，完善人才激励机制，如鼓励性技能等级补贴、技术创新奖等以激发员工努力学习钻研技术，把更多的热情与创造力激发出来。

3. 构建全流程质量管控体系，保障模具制造稳定性

模具稳定的品质是其重要的竞争力，因此应构建设计、加工、检测全流程的整体质量监管体系，实现“事前预防、事中控制、事后改进”的闭环管理的闭环式质量管理。第一，设计环节加强设计检查及仿真分析，在采用计算机辅助设计手段实现模具结构设计时，严格贯彻产品图纸要求进行参数化设计模型构建，确保设计尺寸正确。借助有限元分析软件评估模具的强度及成形过程，预测设计的缺陷，进行改善或者修正，避免因设计缺陷引起的后续加工回炉；第二，加工阶段加强在线检查和监控，装备激光干涉仪、球棒计等检测工具，对数控设备进行周期的几何精度和位置度进行监控，确保设备处于高效运行状态。加工过程中采用在线检测设备（如碰触式探针、光学式探针），对工件的关键尺寸进行实时测量，测量结果传回数控系统，实现加工过程中对加工参数自动调节，及时纠正尺寸偏差。对于大批量生产的模具，我们必须进行首检和周期巡检，必须在首检合格以后才进入大批量生产，而周期巡检也遵循已设定的时间计划抽取样品以确保不会导致批量性的不合格产品。模具制造完成后，进行最终检验以及模试验证。最后检验必须根据模具检验标准进行，从模具的尺寸精度、表面粗糙度、拼合距等各个方面进行全面的检查以

确保其能够达到设计的标准，模试验证须在实际的成型设备上进行，通过模试看一下制品的效果，根据模试的结果调整模具，直到其满足制品的要求为止，建立生产全过程的品质把控体系可降低模具的报废率，延长模具的使用寿命及其稳定性^[10]。

四、结语

综上所述，数控加工技术在模具生产当中的应用，对行业发

展起到了至关重要的作用。数控加工技术应用在提升产品精度、工作效率以及品质稳定性等方面，表现较为突出。然而，受高性能数控机器设备和工艺布置条件不够完善、劳动人员缺乏以及检测系统欠缺等方面的影响，使得数控加工技术的发挥存在很大局限性。为此需要更好满足生产设备方面的实际要求，配合模具制造，有效解决该技术方面的难点问题。

参考文献

- [1] 陈晓云. 数控加工技术在机械模具制造中的应用 [J]. 农业工程与装备 ,2024,51(02):10-12.
- [2] 任常富. 数控加工技术在模具制造中的应用 [J]. 模具制造 ,2024,24(04):177-179.
- [3] 单丰. 智能制造技术和数控加工技术在模具制造中的应用研究 [J]. 模具制造 ,2024,24(04):183-185.
- [4] 陈静. 简析机械模具制造中数控加工技术的应用 [J]. 农业技术与装备 ,2024,(03):8-10.
- [5] 田丰. 数控加工技术在汽车模具制造中的应用策略研究 [J]. 汽车测试报告 ,2024,(02):76-78.
- [6] 孙志星. 智能制造和数控加工在模具制造中的应用与研究 [J]. 模具制造 ,2023,23(12):31-33.
- [7] 王小正. 数控加工技术在模具制造中的应用研究 [J]. 造纸装备及材料 ,2023,52(11):112-114.
- [8] 夏海元. 数字化技术在模具制造领域的应用与前景 [J]. 模具制造 ,2023,23(11):28-30.
- [9] 于航. 数控技术在模具制造中的应用研究 [J]. 锻压装备与制造技术 ,2023,58(03):92-95.
- [10] 吴川. 数控加工技术在金属件加工模具制造中的应用探讨 [J]. 中国金属通报 ,2022,(06):81-83.