

压铸模具数控加工制造技术与运用

周林东 张旺杰 王孝敏 蒋金良 陈宗欢
宁波合力科技股份有限公司 浙江 宁波 315700

摘要: 模具工业发展迅猛,产品多样化、复杂化、高精化已成为常态,这些变化对制造企业提出了更高的要求,尤其模具行业作为工业之母及行业基础,模具的加工成型及精度要求对加工工艺及工装设备提出了更高的要求,模具数控加工制造技术是现代制造业的核心技术之一,它通过数字化控制实现高精度、高效率的模具加工。在复杂模具的制造中,数控加工技术凭借其独特的优势,不仅提高了模具的加工精度和表面质量,还实现了模具修复与翻新的精确控制。通过精确编程和模拟,确保修复、返工、变更方案的可行性,进一步提升了模具的使用寿命和生产效率,为制造业的发展提供了强有力的技术支持。

关键词: 压铸模具; 数控加工制造; 技术; 运用

引言: 随着压铸模具的大型化,机械加工难度也会提高,防止加工变形,保持加工精度,要求加工设备在行程上与加工精度上提出更高的要求,对于刀具的寿命与加工工艺提出了更优化的方案,随着全球制造业的飞速革新,模具数控加工制造技术已然跃升为提升生产效率和确保产品质量的决定性因素。本文以压铸模具为例将细致剖析该技术的核心原理,探究其独特的技术特点,并详细阐述其在模具制造领域的广泛运用,旨在为制造业的转型升级和持续发展提供坚实的理论支撑和实践指导。

1 压铸模具概述

模具在工业生产中扮演着至关重要的角色,特别是在压铸模,随着新能源汽车的产能爆发,在大型化、轻量化方向持续发力。

压铸模具作为压力铸造的核心工具,常用压铸金属有锌合金、铝合金、镁合金及铜合金等,在高压作用下,将液态或半液态金属以极高的速度填充模具型腔,并在压力作用下使之冷却凝固而获得铸件,从而制造出形状复杂、轻量化的铸件。

如图1,压铸模的结构设计精巧,通常由定模和动模两部分组成,通过精密的合模与开模动作,实现铸件的成形与脱模。在压铸过程中,通常使用的压铸压力为30~100MPa,填充初始速度为15~70m/s,填充时间一般为0.01~0.12s,高压高速是压铸工艺的重要特征。在压铸模的制造过程中,高精度的加工技术和严格的质量控制是确保模具性能的关键。同时模具的维护和保养也至关重要,包括定期清洁、检查磨损情况、及时更换损坏部件等,以确保模具的稳定运行和延长使用寿命。

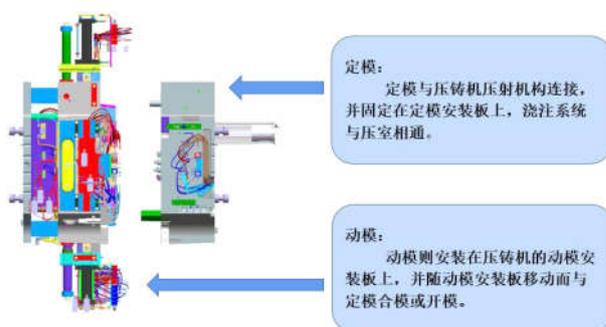
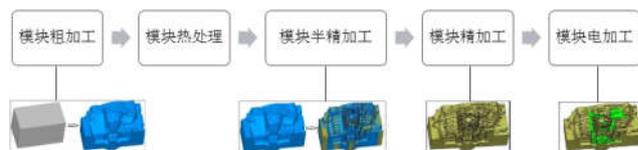


图1 压铸模的结构设计

2 压铸模具数控加工制造关键技术与应用

2.1 工序与工艺规划

压铸模加工一般分为以下几个工序



模块热处理后,硬度由毛坯的HB200左右陡升到HRC42-HRC46左右,对于加工来说材料硬度超出42度是一个分水岭,对于刀具选择更严格,所以提前对每个工序的加工工艺合理安排。压铸模的主模块背部包含了密密麻麻的不同种类、不同直径的孔,有直径6MM深度300MM的顶杆避让孔,也有直径60MM深度450MM的点冷水管孔。

除了装配孔外,与其它组件不相关的孔都需要在热处理前进行加工,由于考虑到热处理后材料会有一定系统的膨胀,对位置度要求的孔需要进行变形量的考虑,根据材质不同可以在加工前放一定的变形量,一般在千分之1-1.5之间。典型的是热处理前的顶杆避让孔与热处理后加工的顶杆是否能保持相对同心。同时相邻孔与孔

壁厚不小于5MM，否则一部分留在热处理后加工。经过对比，此类孔在热处理前比热处理后的加工时间节省3-5倍左右。

2.2 数控编程

数控加工制造是压铸模具最关键的组成部分，深度应用不仅提升了模具制造的精度和效率，同时也为模具行业的持续发展注入了新的活力。数控编程是数控加工制造的基础，它将设计好的模具三维根据色标（精度表示）转化为数控机床能够识别的代码指令。在压铸模数控编程中，需要考虑的因素众多，如模具的几何形状、材料特性、装配精度要求。编程人员需要根据这些因素，结合数控机床的性能参数，合理选择加工方式、切削参数等，以确保加工出的模具能够满足设计要求。在编程过程中，对于压铸模来说，尤其需要关注的是模具型腔的精度和效率。型腔的精度直接影响到铸件的质量，而效率则关系到模具的加工周期与成本。因此在编程时，需要采用先进的数控编程技术，如CAM（计算机辅助制造）技术，通过对模具型腔加工仿真分析，找出干涉、过切、残留物的信息，优化刀具路径和切削参数，以确保加工出的模具型腔具有高精度和良好的加工效率。把形状与大小类似的模块归集在一起，利用自动编程的方式提高编程效率，减少人为参与，如镶块与电极。

2.3 设备选型

对于压铸模而言，不同模块选择不同的设备，如机架选择大行程、高进给的龙门设备，必要时配上侧铣

头，一次性简易加工侧面孔类与平面；主模块粗加工与背面直径30以上的孔选择选择高扭矩的卧加设备，便于排屑与大直径刀具使用；背面直径30MM以下深孔优先考虑深孔钻设备；主模块精加工选择高精度、高稳定性的数控机，这类机床通常具有更高的主轴转速、更精确的进给系统、更先进的控制系统，能够实现微米级的加工精度。切削速度、切削深度、加工方式等切削参数对加工精度有直接影响。通过优化这些参数，可以减少加工过程中的振动和变形，提高加工精度。多面体加工的五轴机台也是必备项之一。^[1]

2.4 刀具优化

压铸模加工刀具种类繁多，主要包括可转位面铣刀头、钨钢刀、各种用途钻头、铰刀、枪钻、丝锥、螺纹铣刀、AV刀、刻字刀等高硬度高速加工的专用合金铣刀以及可换头的高硬铣刀，不同的刀具型号会达到150种左右。刀具的材质、几何形状、磨损状态对加工精度有重要影响，选择适合加工材料和加工要求的刀具，严格控制刀具寿命与刀具悬伸长度可以确保加工过程的稳定性和加工精度。为了减少不同刀具的接刀误差问题，R带0.5MM至1MM的牛鼻铣刀逐渐代替球头铣刀的趋势。

压铸模较其它模具而言明显特点是孔特别多，不同的加工方式与不同的直径需要使用不同的钻头类型，如钻头、枪钻、U钻、皇冠钻、铲钻、大孔钻等刀具，如果用直径60MM的铲钻需要主轴扭矩600N.M，以下是对不同钻类刀具的简要说明：

特点	钨钢钻	枪钻	U钻	皇冠钻	铲钻	大孔钻
中心出水	不支持/需要定做	支持	支持	支持	支持	支持
直径范围	<=25	3-42	14-50	16-32	20-100	> 60
最高加工硬度	HRC52	HB200	HB200	HRC52	高速钢加工HB200 钨钢加工HRC48	HB200
最佳直径	<=16	8-20	20-40	20-30	20-60	60-100
允许径比	3-20	100	4	12-15	3-20	10-20
精度	H7	H7-H8	H10-H15	H7	H8-H10	H10-H15

2.5 五轴加工技术

五轴加工有效改善刀具切削状态，当切削刀具向加工面顶端或工件边缘移动时，刀具的切削状态会逐渐变差。为了让刀具保持最佳的切削状态，需要用到旋转工作台或刀轴，如果需要完整的加工不规则平面，则需将工作台或刀轴以不同方向多次旋转。五轴加工中心偏转刀具可以避免球头刀具中心点切削速度为0的情况，在加工斜平面时，五轴加工可利用摆轴采用平底端铣刀的端面与加工表面始终保持垂直状态的加工策略，在增加刀具加工寿命和提高加工效率的同时，可获得更佳

表面质量。

针对深型腔部位的加工，五轴加工中心可以通过刀轴空间姿态角控制实现短刀具切削，一般控制在刀径比3-5倍径左右，从而有效提升刀具加工刚性及刀具加工寿命，减少刀具数量，尽可能避免使用专用刀具，提高常用刀具的通用性，最终到达降低生产成本的目的，五轴加工技术应用在减少电加工工作量方面远优于三轴加工。电加工通常作为模块制造过程中的末道加工工序，减少电加工、提高电加工效率意味着产品质量的提升和生产周期的缩短，对加工来说具有重大意义。在加工工

件时，一般利用五轴设备完成精加工工序。因此，在使用五轴设备可减少装夹次数，有效提升工件装夹效率，减少定位误差，提高加工精度，省去了设备周转损耗时间，提高了生产效率。

3 机械模具数控加工技术的运用

3.1 复杂形状的精确运用

数控加工技术以其高精度、高效率和高灵活性的优势，在模具制造领域得到了广泛应用。对于复杂形状的压铸模来说，传统的加工方法往往难以达到理想的加工效果，而数控加工技术则能够轻松应对各种复杂形状的加工需求。在数控加工过程中，编程是实现复杂形状精确加工的关键。通过CAD/CAM软件，工程师可以轻松设计并模拟出复杂的模具形状，然后将这些数据直接传输到数控机床中，实现精确加工。在复杂形状的模具加工中，高速切削技术与五轴加工能够确保加工过程中的稳定性和精度，特别是在处理硬质材料时，其优势更加明显。在加工过程中，数控机床能够实时监测加工状态，并根据反馈数据进行调整，从而确保加工精度。此外，数控加工技术还能够实现加工过程的自动化和智能化，进一步提高加工质量和效率。

3.2 模具表面质量提升运用

数控加工技术以其高精度特性，在模具表面质量的提升中发挥了关键作用。通过精确的数控编程和先进的数控机床，可以实现模具表面的高精度加工，确保模具表面的光洁度和平整度，减少表面粗糙度，从而提高产品的成型质量和精度。在数控加工过程中，切削参数的选择对模具表面质量有着直接影响。通过优化切削速度、进给量和切削深度等参数，可以减少切削过程中的振动和热量积累，降低表面粗糙度，提高模具表面的光洁度。刀具的材质和形状对模具表面质量有重要影响。数控加工技术允许根据加工材料和模具结构选择合适的

刀具，确保模具表面质量的稳定性。数控加工完成后，还可以结合后处理工艺进一步提升模具表面质量。例如，采用抛光、喷砂等表面处理方法，提高光洁度，使其满足更高的质量要求。

3.3 模具修复与翻新运用

压铸模在使用过程中，由于长时间的磨损、热应力、腐蚀等原因，可能会出现损坏或性能下降的情况。若直接更换模具，不仅成本高昂，还可能影响生产进度。因此，采用数控加工技术进行模具修复与翻新，成为为了提高模具利用率、降低成本的有效途径。利用先进的测量设备，对模具的损坏情况进行全面、准确的测量。通过数据分析，确定需要修复或翻新的部位和程度，为后续的加工提供准确的数据支持。根据测量数据和修复要求，利用CAM软件进行数控编程，确保修复方案的可行性和准确性。利用数控机床进行高精度加工，修复模具的损坏部位。修复与翻新完成后，需要对模具进行全面检测，确保其性能满足使用要求。同时，通过实际生产验证修复效果，为后续的模具维护提供经验参考。

结语

总之，在探讨压铸模具数控加工制造技术与运用的过程中，我们深刻感受到了其在现代制造业中的重要性和价值。数控加工技术不仅提升了模具制造的精度和效率，也为模具修复与翻新提供了新的可能性。随着科技的不断进步，相信数控加工技术将继续发展，为制造业带来更大的创新和突破。展望未来，我们有理由相信，模具数控加工制造技术将在推动制造业高质量发展中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]蒋金良.浅谈五轴加工在模具加工中的优势及应用[J].模具工业,2021,(12):68-72.