

# 五轴加工技术在模具零件加工中的应用

王 晨 王 彬 刘书博 彭兴体 李 力 谢晓亮 谢晓兰  
陕西飞机工业有限责任公司 陕西 城固 723215

**摘 要:** 随着汽车、航空、船舶、电子、家电、医疗等行业的不断发展,对于各种零部件的精度、质量,以及加工效率等要求越来越高。而五轴加工技术的出现,无疑为这些行业提供了更多的解决方案。本文将从什么是五轴加工、五轴加工技术的特点、优势以及五轴加工在模具零件加工中的应用等方面进行详细的介绍。

**关键词:** 五轴加工技术; 模具零件加工; 应用

## 1 五轴加工技术的概念及特点

五轴加工是指在一台加工中心上通过机床本身的五个自动运动轴,即X、Y、Z三向线性坐标运动加两个旋转轴A、C,实现对工件的多方位加工能力。相对于传统的三轴加工,五轴加工增加了两个旋转轴,可以更加灵活地实现对工件的多方位加工,提高了加工效率和质量。

五轴加工中心的基本结构包括X、Y、Z三个线性坐标轴和A、C两个旋转轴。其中,X、Y、Z三个线性坐标轴用于控制刀具的纵向、横向和垂向移动,A、C两个旋转轴则用于控制刀具的倾斜和旋转动作。在加工过程中,通过同时控制五个运动轴的位移和旋转角度,可以实现多方位的加工能力。

五轴加工的基本原理是将工件的姿态进行调整,使刀具能够以任意角度对工件进行切削<sup>[1]</sup>。具体来说,通过控制A、C两个旋转轴,可以将工件进行倾斜和旋转,从而使刀具在不同的角度上进行切削。相对于三轴加工,五轴加工能够更加灵活地应对各种类型的工件加工需求,特别是对于复杂形状的工件,如曲面、沟槽等,能够更加精确地进行加工。

五轴加工技术是现代先进制造技术中的一种高精度、高效率的金属加工技术,其主要特点如下:五轴加工技术可实现对工件十分精细的加工,其定位重复精度可达到0.01mm,具有高精度、高质量的表现。五轴加工技术采用多角度、多边形、曲线、复杂表格等多面加工方法,可使传统CNC加工所需时间大大缩短,提高生产效率。五轴加工技术中采用的轴线控制以及高精度的传感器系统,可最大程度地避免因机床振动引起的误差,保证加工质量。五轴加工机可针对不同的加工需求,配备不同的辅助装置,如旋转台、自动换刀系统、切割冷却系统、气体保护等,从而实现多功能的加工。

## 2 五轴加工的应用领域

五轴加工技术作为一种高级的加工工艺,具有在一

次装夹下实现多方位加工的能力,能够提高加工精度和生产效率。在上述应用领域中,五轴加工技术能够发挥重要作用,为行业的发展提供了强有力的支持<sup>[2]</sup>。在航空航天领域,五轴加工技术能够实现对复杂形状的零件进行精确加工。航空航天领域中的零件形状复杂,要求加工精度高,使用五轴加工技术可以进行多方位加工,避免了多次装夹带来的误差,能够更加精确地控制零件的形状和尺寸。此外,五轴加工技术还可以对零件进行高效的切削加工,提高生产效率,降低成本。在能源领域,五轴加工技术对于重型工件的加工能力较强。能源领域中的设备通常体积大、重量重,使用五轴加工技术可以在一次装夹下进行多方位加工,避免了大件工件的反复装夹和移动,提高了加工效率。此外,五轴加工技术还可以应对各种复杂的曲面形状,能够实现能源设备中各种复杂的曲面和形状进行加工。在汽车领域,五轴加工技术能够应对多种类型的工件加工需求。汽车领域中的零件种类繁多,要求加工精度高、生产效率高。使用五轴加工技术可以进行多方位加工,避免了多次装夹带来的误差,能够更加精确地控制零件的形状和尺寸。此外,五轴加工技术还可以高效地进行切削加工,提高生产效率,降低成本。在模具领域,五轴加工技术对于模具制造领域的各类模具能够进行精确加工。模具制造要求精度高、效率高,使用五轴加工技术可以进行多方位加工,避免了就餐装夹带来的误差,能够更加精确地控制模具的形状和尺寸<sup>[3]</sup>。此外,五轴加工技术还可以进行高效的切削加工,提高生产效率,降低成本。在医疗领域,五轴加工技术能够实现对医疗器械的多方位加工能力。医疗器械制造要求精度高、卫生条件严格,使用五轴加工技术可以进行多方位加工,避免了就餐装夹带来的误差和污染,能够更加精确地控制医疗器械的形状和尺寸。此外,五轴加工技术还可以进行高效的切削加工,提高生产效率,降低成本。总之,五轴加工技术作为一种高级的加工工艺,具有在一次装夹下实现多方位加工的能

力,能够提高加工精度和生产效率。在航空航天、能源、汽车、模具和医疗等领域中,五轴加工技术能够发挥重要作用,为行业的发展提供了强有力的支持。

### 3 五轴加工技术在模具零件加工中的优势

#### 3.1 满足复杂零件加工需求

在模具零件加工中,五轴加工技术相比传统加工方式具有明显优势。首先,五轴加工技术能够满足复杂零件的加工需求。模具零件通常具有复杂的三维形状,包括多个斜面、深腔和曲率表面等。传统的三轴加工机床由于加工方式的限制,难以加工这些复杂形状,而五轴加工机床通过五个坐标轴的联动,可以实现多角度、多面、多轮廓的加工,轻松应对各种复杂形状的零件。其次,五轴加工技术可以提高加工效率和加工质量<sup>[4]</sup>。由于五轴加工机床可以同时进行多个面的加工,因此能够显著提高加工效率。此外,五轴加工机床的刀具运动更加灵活,能够实现更复杂的切削操作,从而提高零件的表面质量和加工精度。最后,五轴加工技术能够降低生产成本。采用五轴加工技术可以减少加工时间和刀具损耗,降低生产成本。同时,由于五轴加工机床可以加工更复杂的零件,因此可以减少模具制造中的废料和返工,进一步提高生产效率和成品率。综上所述,五轴加工技术在模具零件加工中具有显著优势,能够满足复杂零件的加工需求,提高加工效率和加工质量,降低生产成本,为模具制造业的发展提供了强有力的支持。

#### 3.2 提高加工精度与质量

在传统的三轴加工方式下,加工的精度与质量很大程度上取决于工件的固定方式、工具轨迹以及切削条件等因素。而五轴加工技术的引入,可以通过自由度的增加来克服这些限制,从而达到更高的加工精度和质量。其中,五轴加工技术的最大特点就是可以同时控制多条轴线,这使得加工方式更加自由灵活,同时也可以更好地适应复杂形状零件的加工需求,从而大幅提高加工的精度和质量。在使用五轴加工技术进行模具零件加工时,通过合理的工具路径规划与加工参数设置,可以避免工件表面的毛刺、破损等缺陷,从而保证零件的质量和美观度。而在五轴加工技术中,还存在着一些辅助技术的应用,如工具长度测量技术、工件触发式测量技术、温度补偿技术等,在加工过程中可以及时识别和纠正加工误差,从而进一步提高加工精度和质量<sup>[5]</sup>。尤其是工件触发式测量技术,可以通过在加工过程中定时探测工件表面的实际形状和位置,从而能够更加准确地计算出下一次加工需要调整的参数,实现真正的高精度加工。因此,五轴加工技术的应用,不仅可以提高模具零

件的加工精度和质量,也可以使得加工过程更加高效和灵活,进一步推动了工业生产。

#### 3.3 提高生产效率

五轴加工技术在模具零件加工中的应用,还具有提高生产效率的优势。正如第四点所述,五轴加工技术可以大批量加工,自动化程度高,降低了劳动成本。那么再看如何提高生产效率。首先,五轴加工技术采用的是多轴同时加工的方法。与传统的三轴加工相比,五轴加工可以同时加工多个面,加工过程中需要的转动角度较小,加工过程更加连续快速。这种多轴同时加工的方式,能轻松地进行立体加工、空间受限的零件加工,从而提高生产效率。其次,五轴加工技术采用高速切削工具、高质量切削刀具和高效的刀具变化机构来进行加工操作。这些组合,可以帮助提高加工速度,减少加工时间,提高生产效率。此外,五轴加工技术具有自动化程度高的特点,有能够自动调整刀具、自动编程等功能。这些自动化功能可以优化加工路径,减少人为因素导致的误差,提高加工效率和精度。总之,五轴加工技术在模具零件加工中的应用,可以通过多轴同时加工、高速切削、自动化等优势来提高生产效率,从而满足大批量加工需要<sup>[1]</sup>。

#### 3.4 可大批量加工

五轴加工技术是现代制造业中广泛应用的一种加工技术,具有许多优点。其中一个显著的优点就是可以批量加工,并且能够自动化地进行生产。在制造业中,大批量生产已经成为了现代制造业中常态。特别是在汽车、家电等行业中,对于模具零件的大批量生产需求更是日益增长。然而,如何提高生产效率降低成本,是制造业永恒的问题。五轴加工技术因其独有的五轴连续轮廓加工能力,使其在大批量生产中具有明显的优势。通过控制五轴的运动方向和加工程序,可以充分利用刀具的加工能力,从而达到更高的加工效率和更高的加工精度。此外,五轴加工技术还可以实现自动化操作。在大批量生产中,需要开展大量的重复性操作。这些操作可以被预先编程到计算机中,从而可以实现自动化生产,提高了生产效率,也降低了劳动成本。

### 4 五轴加工技术在模具零件加工中的具体应用

#### 4.1 五轴加工技术在注塑模加工中的应用

在注塑模具加工中,五轴加工技术能够应用在多个方面。首先,五轴加工技术能够实现高精度和表面光滑的加工要求。这是因为五轴加工技术可以通过多个轴的联动来加工复杂曲面,同时能够精确控制刀具的运动轨迹,从而获得更高的加工精度和更好的表面光滑度<sup>[2]</sup>。

其次,五轴加工技术能够将加工过程集成到注塑模组件的各个部分,实现一次一次精度高、表面平整、加工速度快的加工。例如,在注塑模的加工中,通常需要加工多个零件,而这些零件之间存在着相互配合的关系。采用五轴加工技术,可以在一次加工中完成多个零件的加工,从而减少了加工时间和成本,同时也保证了各个零件之间的配合精度。此外,五轴加工技术还能够处理复杂的曲线和曲面,这对于注塑模具的加工来说非常重要。例如,在注塑模具中常常需要加工一些复杂的曲线和曲面,如凸模、凹模等,这些零件的形状复杂,需要使用五轴加工技术来保证加工质量和效率。综上所述,五轴加工技术在注塑模具加工中具有广泛的应用前景,能够提高加工精度、表面光滑度和加工效率,同时也能处理复杂的曲线和曲面。

#### 4.2 五轴加工技术在汽车模具中的应用

五轴加工技术在汽车模具加工中的应用非常广泛。汽车模具通常由复杂的曲面和深腔组成,需要进行高精度的加工。传统的三轴加工技术难以满足这些需求,而五轴加工技术则可以很好地解决这些问题。通过五轴加工,可以实现对汽车模具中复杂曲面的高精度加工,提高生产效率,减少后续工艺加工难度和处理量等。相比于传统的三轴加工技术,五轴加工技术具有更多的自由度,可以更好地适应汽车模具中不同曲率的变化和更陡峭的斜面。此外,五轴加工技术还可以减少刀具偏角和半径补偿,提高加工精度和表面质量<sup>[3]</sup>。自动车门模具是一个需要高精度加工的零件,也可以通过五轴加工技术进行加工。自动车门模具通常由复杂的曲面和深腔组成,需要高精度的加工来保证车门的形状和功能。通过五轴加工机床进行加工,可以获得更高的加工精度和表面质量,提高生产效率,减少后续工艺加工难度和处理量等。

#### 4.3 五轴加工技术在电子产品零件加工中的应用

五轴加工技术能够解决电子产品零件加工难度大的问题。电子产品的零件通常具有复杂的形状和严格的公

差要求,需要高精度的加工技术来实现。五轴加工技术可以通过同时控制五个轴的运动来实现高精度加工,提高加工速度和效率。例如,手机、笔记本电脑、数码相机等压铸模是电子产品零件中的一些典型代表。这些零件通常需要高精度加工,以保证产品的质量和稳定性。采用五轴加工技术可以快速、准确地加工这些模具,提高生产效率,降低生产成本。此外,五轴加工技术还可以解决电子产品零件中的一些复杂问题。例如,一些零件具有复杂的曲面和异形结构,传统的加工技术难以满足精度和效率的要求。而五轴加工技术可以通过灵活的轴向调整和多轴联动控制,实现复杂形状的加工,提高加工质量和效率。综上所述,五轴加工技术在电子产品零件加工中具有广泛的应用前景<sup>[4]</sup>。它可以提高加工速度和效率,保证模具的准确度和稳定性,降低生产成本,为企业创造更多的价值。

#### 结语

五轴加工技术的出现,实现了对于各种复杂零件的加工要求,无疑是现代机械加工的一项重大发明。在模具零件加工中的应用,不仅可以提高加工效率、加工质量,更重要的是满足了现代制造业对于高精度、高效率的生产需求。

#### 参考文献

- [1]陈兴,王义.五轴加工技术在塑料模具零件加工中的应用[J].塑料科技,2021,49(1):1-4.
- [2]魏巍,云忠.基于五轴加工技术的模具零件加工精度提升研究[J].工具技术,2019(8):1-4.
- [3]田凯,鲁开讲,王慧.五轴加工技术在模具零件加工中的应用分析[J].机械工程师,2021(2):39-41.
- [4]张华,沈建新,龙威,等.五轴加工技术在模具零件加工中的应用[J].模具工业,2020,46(11):1-4.
- [5]杨毅,郭晓剑,陆正文.五轴加工技术在复杂模具零件加工中的应用[J].精密成形工程,2021,13(1):185-188.