

## 精密模具的制造与应用

钟剑锋, 钟波, 万园, 曾凡元

深圳市铭恒达精密技术有限公司 广东深圳

**【摘要】**近年来,随着我国经济的快速发展,很多行业都得到了飞速地发展。在众多飞速发展的行业当中,汽车、通讯、计算机等行业对精密模具的需求越来越大。精密模具制造属于非常复杂的工程,涉及到订单签订到模具生产完成等诸多环节,应做好全面细致的管控,促使着产品精度得以保障,要通过科学的工艺技术控制零件加工过程,使得模具更加理想。基于此,本文对精密模具的制造要点及相关工艺进行重点分析,并对精密模具的相关应用进行了阐述,旨在给广大同行者提供参考。

**【关键词】**精密模具; 制造; 应用

### Manufacturing and application of precision mold

Jianfeng Zhong, Bo Zhong, Yuan Wan, Fanyuan Zeng

Shenzhen Minghengda Precision Technology Co., LTD., Shenzhen, Guangdong

**【Abstract】**In recent years, with the rapid development of China's economy, many industries have been the rapid development. In many rapidly developing industries, the automobile, communication, computer and other industries have more and greater demand for precision molds. Precision mold manufacturing is a very complex project, involving the order signing to the completion of the mold production and many other links, should be done a comprehensive and meticulous control, to promote the product accuracy to be guaranteed, to control the processing process of parts through scientific process technology, to make the mold more ideal. Based on this, this paper focuses on the precision mold manufacturing key points and related processes analysis, and on the related application of precision mold is expounded, aiming to provide reference for the majority of the industry.

**【Keywords】**precision mold; manufacturing; application

精密模具制造订单签订直至合格模具交付给客户,各个环节均可影响到模具质量,实际制造的环节要按照要求落实,由此解决出现的多种问题,使得精密模具制造出来。模具零件加工指导思想是对不同模具零件、不同材质等制定出的工艺方案,经过对不同工序的科学控制,使得加工精度顺利达成,以满足后续的使用。

### 1 精密模具的制造

#### 1.1 材料与热处理控制

模具零件热处理的过程能够让材料硬度得以保障,还能确保零件加工环节以及加工之后的尺寸与形状等保持稳定,对于不同材质的差异和零部件结构特征,可以控制好热处理环节的内应力<sup>[1]</sup>。精密模具材料一般选择的是40Cr以及9Mn2V等硬质合金,对于

部分工作强度较大且受力苛刻的凸模或者是凹模等,都可以选择热稳定性理想和组织状态较好的G8以及V10等。淬火之后还需要及时的去应力处理,因为工件都会存有内应力,所以极易出现开裂的情况,必须要在淬火后趁热回火,将淬火应力加以消除。如果是形状复杂且内外转角较多的工件,回火也并不能完全将淬火应力消除,还需通过多次处理,使得应力充分释放。

#### 1.2 精密磨削加工控制

磨削属于精密模具加工的关键工序,需要在实践环节高度重视磨削变形及裂纹的问题,还要分析表面的显微裂纹。

##### (1) 选用适宜的磨削砂轮

对于模具材料的高硬度及高合金等特征展开分

析,可以适当选取 PA 铬钢玉砂轮以及 GC 绿碳化硅砂轮,若是加工硬质合金或者是淬火硬度较高的材质,应该优先选择的是有机粘结剂金刚石砂轮,其本身的粗糙度符合一定的标准。CBN 立方氮化硼砂轮主要是运用在坐标磨床以及数控成型磨床上,效果较为突出,明显优于其他的砂轮。磨削加工环节,要对其适当修整,这样可以让其保持锐利的状态,若是砂轮钝化之后会对工件表面造成滑擦或者是挤压,以至于工件表面产生沟槽或者是裂痕,对于加工精度非常不利。

### (2) 确定进刀量

精密磨削进刀量应该控制在较小的范围内,磨削中的冷却也要保证充分,尽可能的选择冷却液介质,加工余量在 0.01mm 内的零件应该保证恒温磨削。只有详细分析不同情况,才能及时确定进刀量,这也是维护加工精度的有力措施。

### (3) 工件装夹

轴类零件的特征为多个回转面组合而成,精密加工环节,一般是运用到内外圆磨床磨削,这个操作的过程中,要重视细节之处,还要了解一些特殊情况。加工过程中,需要明确的是磨床夹头与尾架顶尖夹紧定位工件,这个过程中要高度重视夹头和顶尖中心连线情况,要保证其扮演好中心线的角色,若是出现跳动的情况,会直接干扰工件同轴度,所以要采取适宜的措施加以控制。应该在加工阶段做好夹头以及顶尖同心检测工作,还要检查首尾顶尖对中情况,只有符合标准时,才能开展后续的工作。薄壁内孔磨削环节,要优先考虑夹持工艺台,也就是在车加工的时候预留出厚壁部分,等到磨削内孔完成后,及时的将其切除<sup>[2]</sup>。

## 1.3 电火花加工控制

### (1) 线切割加工准备

线切割选用的机械设备是精密慢走丝线切割机床,加工精度是 $\pm 0.001\text{mm}$ ,粗糙度为  $Ra=0.2\ \mu\text{m}$ ,在实际操作环节,还要重视选择问题。应该优先考虑去离子度较高的去离子水,还要详细分析线切割丝垂直度是否符合加工精度标准,保证张紧力适度,促使加工速度科学合理。

### (2) 加工路线设计

线切割加工对于材料有着严格要求,在实践环节,需要分析应力均衡与否,若是其在加工过程中被破坏,则会使得拐角处应力集中,最终影响到实际的效果。处理应力集中问题的时候,需要重视矢量平移原理的

运用,还要在精加工前及时预留 0.8-0.9mm 余量,勾勒出大致的预加工形状,之后落实好热处理,保证加工应力可以在加工前及时得到释放,由此更好的维护热稳定性。加工凸模的环节,也要重视切割的遍数,要尽可能的落实四遍切割,由此可以确定适宜的切割位置和路径。选择夹持坯料位置时,要保证在第一遍进刀之后,这样可以避免工件呈现悬壁状态,促使工件整体的受力理想,不会影响到后续施工。坯料上打孔穿丝,实际的加工效果相较于外形割入更加理想。

### (3) 电火花成型加工工艺

电火花成型加工需要制作粗电极与精电极,所谓的精电极,重点是运用 CNC 数控机床加工制作,相关目标的实现更为顺利。Cu-W 合金电极的综合性较为理想,实际的性能突出,电极损耗量对比于紫铜电极更小,因此若是获取了较为理想的排屑条件,加工难度较大的材料或者是截面形状较为复杂的零件时,都可以获取相对优质的效果。Ag-W 合金电极对比于 Cu-W 合金电极性能更加理想,更适合运用到精密加工环节。石墨电极选用的是损耗较小、硬度较大且电蚀速度快的进口石墨,效果较为突出。电火花加工完成前,可适当的安排修整工作,将表面形成的硬化薄层及时去除。

## 1.4 表面处理及模具组装

### (1) 表面处理

经过精密加工,同时又接受了表面处理的工件各特性差异较小、硬度均匀,零件表面无加工过程中留下的刀痕和磨痕等,整体效果理想。借助于抛光或者是研磨等多种技术手段,使得工件无用棱边及孔口等进行倒钝,电加工之后的表面则要及时去除灰白色 6-10  $\mu\text{m}$  变质硬化层,还要考虑脆性和残留应力的存在,使用前期应该妥善消除硬化层。

### (2) 模具组装

组装之前,应该及时对工件做好相对可靠的退磁处理,还要借助于乙酸乙酯将表面加以清洗,磨削或者是电加工的环节,工件会反映出磁化的情况,表现出微弱磁力,这就使得微小杂物被吸附。组装环节,应该详细分析装配图的结构和技术要领,促使着多种零件配置到位,要适当分析不同零部件的装配次序。对于不同零部件的尺寸精度加以分析,运用适宜措施将其合理控制,还要了解各项配合要求,以满足实际的实践需要<sup>[3]</sup>。应该先装模架部分的导柱导套、型腔成型块组件镶拼组合,以达到较为适宜的效果。组立

模板及凹凸模结合起来, 对于各板位置适当调整, 使其处于合理的位置, 判断模具动作是否符合要求, 应保证准确可靠。



图 1 精密模具的应用



图 2 冲压产品示意图

## 2 精密模具的应用

我国经济的迅速发展使得人们有了更多的收入, 所以市场对于汽车的需求越来越大, 我国的汽车市场规模在不断扩大, 在全球汽车市场中的比例也在不断提高。在这种情况下, 汽车行业对于精密模具的需求当然是越来越大。另外, 我国信息产业在近些年中的发展非常引人瞩目, 手机、电脑等主要产品的使用人群越来越多, 从而使这些产品的增长速度不断地提高。信息产业的大力发展, 必然会对 IT 精密模具的需求越来越大。虽然我国模具工业在迅速地发展, 但是仍然不能完全满足市场的需求。市场对于一些大型、复

杂、精密的模具需求非常大, 目前处于供不应求的状态。在详细分析相关实践方案时, 应该明确精密模具的基本特点, 以便选择合理的手段落实好实际行动, 促使着相应成果更加显著。

我国模具产品结构目前还不合理, 中低档模具供过于求, 高档模具主要依靠进口获得。所以我国的模具行业要想得到持续发展, 就必须改变产品结构, 不断加大对高档模具的研发力度, 因为高档模具的产品附加值往往更高, 会给企业带来更大的经济利益。生产中低档模具的企业一般规模都比较小, 所以他们选择生产技术含量较低、生产工艺较简单的中低档模具,

从而造成了中低档模具市场的供过于求;然而在高档模具市场,情况则完全不同,高档模具市场处于供不应求的状态。近一半的高档模具需要进口,一些大型、复杂、精密模具的缺口非常大。因此,我国模具行业的发展在未来会呈现以下趋势:第一,在产品方面,会向着更精密、更复杂的方向发展;第二,在生产方面,会向着信息化、数字化的方向发展;第三,对于模具生产企业而言,设备会越来越精良化、技术会越来越集成化、管理会越来越信息化、经营会越来越国际化。

根据精密模具行业的发展变化,未来我国模具行业将会在产品以及技术方面发生相应地变化。在未来的发展中,重点产品主要有以下几种:汽车覆盖件模具、精密冲压模具、精密塑料模具、主要模具标准件、其他一些技术含量比较高的模具;重点技术主要有以下几种:一是模具设计、加工软件的开发,二是经济模具技术的开发,三是信息化以及数字化技术的推广,四是虚拟技术以及纳米技术的应用,五是一些高性能模具材料的研发以及应用,六是高速加工技术的应用以及高精加工技术的应用。我国精密模具行业在近些年中迎来了发展的良好机遇,同时也面临着巨大的挑战。相关从业人员需要对此有明确认识,不断进行各项技术的研发,不断进行各项技术的推广,从而使我国的精密模具行业得到更好的发展,进而推动其他行业的大力发展。

### 3 结语

精密模具实际制造的环节,需要重视一些细节问题,尤其看重不同环节和流程的操作要领,以便更好的优化实践成果,促使着工作质量稳步提升。近些年,精密模具得以在不同领域发挥出强大功能,为各行各

业做出了积极贡献,需要进一步了解其制造的程序,确保其应用更加到位。通过本文的详细分析,明确了精密模具制造的全过程,也了解到现阶段的实际应用情况,旨在为相关行业的发展提供参考意见。

### 参考文献

- [1] 周俊荣,徐波,邓拥军.基于 ANSYS 的变速箱用圆锥齿轮精密模锻工艺研究及模具优化设计[J].热加工工艺,2018,47(19):173-176.
- [2] 官小云,刘咸超,郭容,肖善华,王敏.基于华塑 CAE 的 SE-HU625Y 型精密塑料薄板模具模拟分析[J].当代化工研究,2017(09):107-108.
- [3] 邱永辉,沈志渔.全球价值链下产业集群技术创新机制——基于昆山市模具产业集群的研究[J].现代管理科学,2017(06):21-23.

**收稿日期:** 2021 年 7 月 9 日

**出刊日期:** 2022 年 9 月 6 日

**引用本文:** 钟剑锋, 钟波, 万园, 曾凡元, 精密模具的制造与应用[J]. 国际机械工程, 2022, 1(2): 47-50  
DOI: 10.12208/j.ijme.20220020

**检索信息:** 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**