

# 数控线切割机床多变角度专用夹具的设计

罗炳钧

(柳州职业技术学院 广西 柳州 545006)

**摘要:** 在数控线切割机床的生产过程中,对于一些特殊的工件装夹进行加工时,容易出现施工质量难以满足特殊工件要求的情况。为此,针对这种特殊工件,在数控线切割机床中设计出一种实用性较强、使用价值较高且精度高的多变专用夹具,不但可以提高对特殊工件的加工精度,同时也能满足特殊工件的生产数量需求。

**关键词:** 数控线切割; 夹具设计; 工艺分析

## 0 引言

在模具制造中,数控线切割是一种不可或缺的加工设备,但不同的模具所需要的加工精度和特殊性加工要求,给数控线切割设计增加了难度。为了提高数控线切割的加工精度,缩短零部件辅助装夹时间,通过对多角度使用的专用夹具进行多变设计,能够更好地满足现代化模具制造的要求,达到提高生产效率和质量的目的。

## 1 模具零件工艺分析及程序设计

### 1.1 模具零件工艺分析

模具零件工艺分析是指对模具制造过程中涉及的零件进行综合评估和分析,确定最佳的制造工艺方案。

#### 1.1.1 对模具零件结构进行分析

(1) 评估零件的结构形式和复杂度,了解零件的功能需求和装配要求<sup>[1]</sup>。

(2) 分析零件的尺寸精度要求、表面质量要求及加工余量等因素,确定零件的制造难度和工艺控制点。

#### 1.1.2 对模具材料进行选择

(1) 根据零件的用途和工作环境,选择适合的模具材料,考虑材料的强度、耐磨性、耐腐蚀性等性能。

(2) 根据材料的特性和零件的制造要求,确定材料的热处理方式和工艺参数,以提高材料的硬度和耐磨性。

#### 1.1.3 对模具加工工艺进行规划

(1) 根据零件的几何形状和加工要求,确定最佳的加工序列和加工工艺。

(2) 分析零件的加工难度和加工特点,选择合适的加工方法,如铣削、车削、线切割等。

(3) 根据工艺要求,设计合适的夹具和工装,以提高零件的加工精度和效率。

(4) 计算切削参数和刀具选型,确定切削速度、进给量等加工参数。

#### 1.1.4 对工艺路线进行编制

(1) 根据工艺规划和设备选择,编制详细的加工工艺路线,包括各道工序及其顺序、刀具和夹具的选择等。

(2) 综合考虑加工质量、效率和成本等因素,优化工艺路线,提高生产效率和降低制造成本。

由此可见,对模具零件工艺分析是一个系统的评估和分析过程,需要综合考虑零件结构、材料、加工工艺、加工设备等多个因素,以确定最佳的制造工艺方案,实现高质量、高效率的模具零件制造。

## 1.2 程序设计

目前,数控线切割机床普遍采用了国际标准的ISO格式代码——G代码。G代码功能强大,通用性强。现在很多的线切割机床既可以使用3B格式代码,又可以使用ISO格式的G代码。

G程序代码设计如下:

```
%0001  
N10 T84 T86 G90 X38.000 Y0.000 ;  
N20 G01 X33.000 Y0.000 ;  
N30 G01 X5.000 Y0.000 ;  
N40 G02 X0.000 Y5.000 T0.000 J5.000 ;  
N50 G01 X0.000 Y15.000 ;  
N60 G01 X47.500 Y80.000 ;  
.....
```

基于该程序代码,能够使数控线切割机床更好地按照程序设计的要求进行模具的加工制造。

## 2 数控线切割在模具加工中的常用加工工艺

### 2.1 数控线切割加工工艺分析

数控线切割是一种利用高频脉冲电火花放电进行金属切割的加工方法，常用的数控线切割加工工艺包括以下几种。

(1) 在切割速度的选择中，切割速度的选择对于加工效果和切割质量至关重要，过高或过低的切割速度都会影响切割质量和工件表面光洁度，需要根据具体工件和材料的要求来选择适宜的切割速度<sup>[2]</sup>，数控线切割常用加工工艺如图1所示。

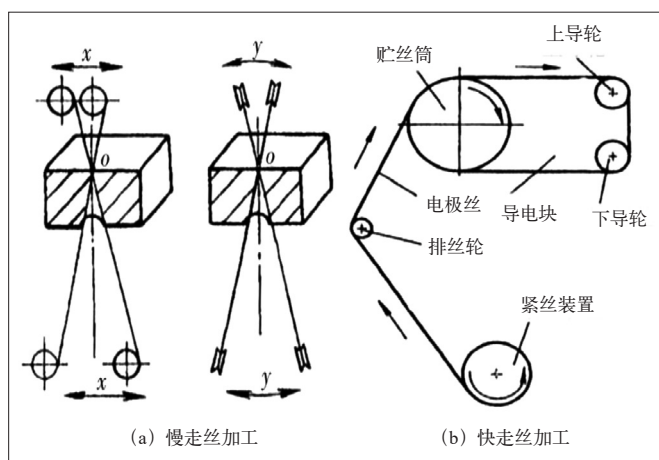


图1 数控线切割常用加工工艺

(2) 在放电参数的设置中，数控线切割中的放电参数包括放电电流、放电脉冲间隔、放电持续时间等，这些参数的设置直接影响到切割速度、表面粗糙度和加工精度，合理设置放电参数能够提高切割质量和加工效率。

(3) 在电极选择与修整时，选择合适的电极形状和尺寸能够保证稳定的放电和准确的切割，电极需要进行定期修整，以保持其几何形状和表面光洁度。

(4) 在数控线切割中的工件稳定固定时，采用恰当的夹具或固定装置来保持工件的稳定位置，可以避免因工件移动而造成的误差和质量问题。

(5) 对导电液的选择，导电液是数控线切割过程中电极和工件之间的介质，起到导电和冷却的作用，合适的导电液能够提高放电效果、降低温度和延长电极使用寿命，一般使用脱离液或工作液作为导电液。数控线切割加工工艺能够有效提高加工效率、提高切割质量和加工精度，在实际应用中，需要根据具体工件的要求和材料特性，选择合适的加工工艺来进行数控线切割加工。

### 2.2 模具加工工艺

常用的模具加工工艺包括以下几种。

#### 2.2.1 铣削加工

铣削是模具制造中最常用的加工工艺之一。通过铣床将刀具旋转并在工件上移动，对工件进行切削、开槽、孔加工等操作。

#### 2.2.2 车削加工

车削是将工件固定在车床上，通过车刀在工件表面旋转切削，实现对工件外径、内径、端面等进行加工的方法。

#### 2.2.3 线切割

线切割主要用于加工平面形状复杂的模具零件，通过高频电火花的放电来腐蚀材料，使工件形成所需的轮廓。

#### 2.2.4 研磨与抛光

研磨和抛光用于提高模具表面的平整度和光洁度。通过使用砂轮、研磨机或抛光工具来消除工件表面的不平整和粗糙度，使其达到所需的加工要求。

#### 2.2.5 热处理

热处理是模具制造过程中的重要环节。通过对金属材料进行加热和冷却处理，改善材料的力学性能和工艺性能，提高模具零件的硬度、强度和耐磨性。

#### 2.2.6 电火花加工

电火花加工利用电火花放电来加工材料，通过连续放电和间歇放电的方式，在电极和工件之间形成间隙放电，以达到零件加工的目的。

## 3 多角度多变专用夹具设计

### 3.1 角度多变专用夹具在数控线切割中的应用优势

(1) 实现多角度切割。数控线切割需要在不同的角度进行切割，以达到复杂形状的切割要求。多角度多变专用夹具能够灵活调整夹持位置和角度，以适应不同切割需求，实现多角度切割，提高加工精度和效率<sup>[3]</sup>。

(2) 高精度定位。线切割对工件的定位和夹紧要求较高，需要保证工件在加工过程中不会发生移动和偏移。多角度多变专用夹具具有精确的夹紧能力，能够稳定固定工件，并提供精确的定位，确保切割的精度和质量。

(3) 多工件同时加工。数控线切割通常需要批量处理多个工件，传统的夹具需要频繁更换，影响生产效率。而多角度多变专用夹具可以一次夹持多个工件，将其固定在合适的位置，减少了工件更换和调整的时

间,提高生产效率。

(4) 灵活性和适应性。多角度多变专用夹具可以根据不同形状和尺寸的工件进行调整,适应各种复杂的切割需求,夹具的结构具有一定的可调性,可以根据加工要求进行灵活调整,提供更好的适应性。

(5) 安全性和稳定性。多角度多变专用夹具通过合理的结构设计和强大的夹紧力,可以确保工件在高速切割过程中不会发生移动或脱离夹持,保证工作安全和稳定性,减少事故风险。在安全性方面,多角度多变专用夹具设计合理,考虑了人机安全性,避免了因操作错误或意外情况导致的危险。例如,夹具的夹持部件设置有相应的防护装置,能够有效避免工件在切割过程中的脱离或移位,从而降低了操作人员的伤害风险。在稳固的夹紧能力方面,多角度多变专用夹具通常具有较强的夹紧力和稳定性,能够牢固夹持工件,防止其在切割过程中发生松动或滑动。这样可以避免因工件移位而引起的刀具碰撞、切割品质下降等安全问题。在稳定性方面,多角度多变专用夹具能够通过精确调整夹持角度,确保切割过程中工件与刀具之间的相对角度准确无误,这样可以保证每一次切割的角度一致,避免因角度偏差引起的加工不准确的问题。

### 3.2 角度多变专用夹具的零件设计图

数控线切割机床中角度多变专用夹具的零件设计涉及夹具的结构设计和制造材料的选择。在角度多变专用夹具的结构设计中,角度多变专用夹具是一种用于固定工件并在多个角度上进行加工的装置。其结构主要由夹持装置、支撑装置和调整装置组成。夹持装置用于夹持工件,包括夹爪、夹盘等。设计夹爪时考虑夹持力大小、平衡性及与工件接触部位的保护等因素。支撑装置用于提供稳定的支撑,包括基座、滑轨等。支撑装置的设计需考虑夹具的稳定性和刚性。调整装置用于实现夹持角度的调整,包括调节螺旋、调节杆等。这些部件需要具备精确调节角度的能力。

在角度多变专用夹具制造材料的选择中,角度多变专用夹具的制造材料需要具备一定的强度和耐磨性,同时还要考虑制造成本和加工难度。常用的材料有钢材、铝合金、工程塑料等。钢材,常见的工具钢、合金钢等,可提供较高的强度和刚性,适合承受较大的力和压力<sup>[4]</sup>。铝合金,具有良好的轻量化特性,适合在重量要求较低的情况下使用,同时易于加工和装配。工程塑料,如尼龙、聚氨酯等,具有较高的机械性能和耐磨性,同时重量轻、绝缘性能好。

在进行具体的零件设计时,需要根据实际需求和夹具的使用场景进行选择和设计。同时需要考虑夹具的制造工艺和技术要求,以保证夹具的质量和可靠性。设计中还应注意零件之间的配合精度和各种工艺限制,确保夹具的功能和性能达到预期目标。角度多变专用夹具的零件设计图如图2所示,在设计时,盖板和加高垫块使用A3钢材,基座和角度垫使用Cr12或者SLD钢材,对其进行加热处理,可以使其硬度达到55~62HRC,以此满足数控线切割机床的加工尺寸精度需求。

### 3.3 角度多变专用夹具设计原理

数控线切割机床中,角度多变专用夹具的设计原理主要包括以下几点。

(1) 需要确定角度多变专用夹具的稳定性。角度多变专用夹具设计时需要考虑工件在加工过程中的稳定性,即夹紧力的大小和夹持位置的合理性,通过分析工件的结构特点和材料性质,确定角度多变专用夹具的结构形式和夹紧方式及夹紧力,并使工件在夹持过程中保持稳定不变形。

(2) 考虑角度调整机制。夹具需要能够灵活调整工件的角度,以满足不同加工要求,设计时可以采用可调节角度的夹持面或夹具组件,通过调整角度调整机构,使角度多变专用夹具能够在一定范围内实现工件角度的变化,同时,角度调整机构需要具备精确、稳定的角度锁定能力,确保角度多变专用夹具夹持角度的准确性和稳定性。

(3) 考虑切割过程的冷却和排屑。数控线切割机床工作时会产生大量的热量和金属屑,对夹具的稳定性和使用寿命都会产生影响,因此,在角度多变专用夹具设计中需要考虑切割过程的冷却和排屑问题。可以在角度多变专用夹具结构中设置冷却装置,如冷却液循环系统,以降低夹具温度,同时设计合理的排屑槽或管道,将金属屑及时排出,保持夹具的清洁和正常工作<sup>[5]</sup>。

(4) 考虑人机工程学。在角度多变专用夹具设计过程中,需要充分考虑操作人员的使用便利性和工作效率。角度多变专用夹具应该方便可靠地进行夹紧、调整 and 拆卸,同时要尽量减少操作人员的劳动强度和操作难度。通过合理布局夹具组件、增加辅助调整装置等方式,提高角度多变专用夹具的操作性能和人机工程学指标。

### 3.4 角度多变专用夹具的使用方法

(1) 安装好角度多变专用夹具。将夹具定位于数控线切割机床工作台上,确保夹具与工作台之间的连接

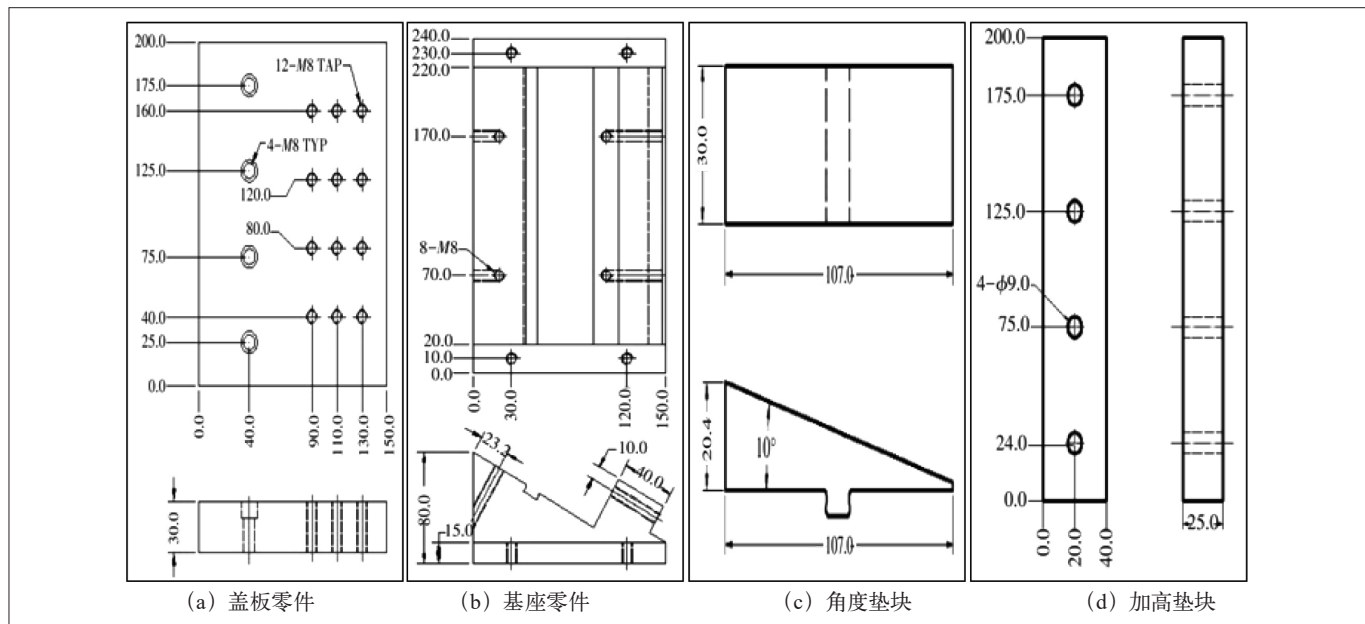


图2 角度多变专用夹具零件设计图

稳固可靠,根据夹具的设计结构,使用合适的夹紧装置将工件夹紧在夹具上。

(2) 调整角度多变专用夹具的角度,根据加工要求,通过调整夹具上的角度调整机构,实现工件的角度变化,根据具体的夹具设计,可以采用螺杆、齿轮等方式调整角度,确保角度调整的平稳精确。

(3) 做好夹持工件的准备。调整好夹具的角度后,根据工件的形状和尺寸,选择合适的夹紧位置。使用角度多变专用夹具上的夹紧装置,将工件夹紧在夹具上,并确保夹紧力适当,以保证工件在加工过程中的稳定性和安全性。

(4) 启动切割机床。确认角度多变专用夹具和工件已经正确安装和夹持后,启动数控线切割机床进行加工操作,按照切割工艺要求设置好切割参数,监控加工过程中的切割状态,并确保角度多变专用夹具的稳定性和工件的加工精度<sup>[6]</sup>。

(5) 完成加工后拆卸夹具。在完成工件加工后,停止数控线切割机床的操作,待工件冷却后,使用适当工具拆卸角度多变专用夹具,将工件取下。在使用角度多变专用夹具时,操作人员应严格按照相关操作规程进行操作,确保安全和工作效率,对于较复杂或特殊形状的工件,可以根据具体情况进行夹具的调整和改进,以提高加工效果和精度。

## 4 结语

在数控线切割机床的生产加工过程中,角度多变

专用夹具已经逐渐被投入到模具企业的零部件生产过程中,借助角度多变专用夹具,可以大幅度提高加工模具零件的装夹深度,也能有效满足不同角度模具零件的加工,以此实现提高加工效率和加工精度的目的,这对降低企业的加工成本及缩短模具的开发周期,有着非常好的效果,最终满足人们对高精度工艺产品生产的实际需求。

基金项目:校级科研课题(2020ZC01):一种线切割用夹具研究。

## 参考文献:

- [1] 彭惟珠. 数控线切割机床角度多变专用夹具设计[J]. 模具制造, 2017, 17(09): 74-77.
- [2] 王家胜, 舒林森. 角度可调式线切割机床夹具设计及有限元分析[J]. 工具技术, 2019, 53(05): 77-80.
- [3] 杨震. 基于旋转电极的数控电解加工技术研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2016.
- [4] 蒋忠赞, 荆玲, 刘云侠. 电火花线切割机床角度切割夹具的制作与使用[J]. 河北农机, 2020(01): 51-52.
- [5] 侯超昇. 线切割机床轴类零件专用夹具设计研究[J]. 居舍, 2018(25): 216.
- [6] 林奕滔. 新型线切割机床快速装夹定位万能夹具的创新设计与研发[J]. 机械工程师, 2022(10): 32-34.

作者简介: 罗炳钧(1976.11-), 男, 汉族, 广西贵港人, 本科, 工程师, 研究方向: 机械设计制造。