

# 波纹板成型模数控加工技术

刘明昕

(西安航天发动机厂, 陕西 西安 710061)

**摘 要:** 介绍了波纹板成型模数控加工工艺方法及特点, 详细论述了数控加工的优点, 并结合实例进行工艺方案分析。实践证明, 该项加工技术不仅加工质量好, 且大大提高了生产效率, 降低了生产成本。

**关键词:** 波纹板; 成型模; 数控加工

**中图分类号:** V46

**文献标识码:** B

**文章编号:** (2005)01-0035-04

## Numerical processing technology of corrugated plate shaping pattern

Liu Mingxin

(Xi'an Space Engine Factory, Xi'an 710061, China)

**Abstract:** Numerical processing technology of corrugated plate shaping pattern and its advantages were presented in detail. A processing concept in practice was described and analyzed as an example, which demonstrated that the technology was of high quality and production rate.

**Key words:** corrugated plate; shaping pattern; numerical processing

### 1 引言

波纹板成型模是喷管扩张段内壁毛坯内外型面的成型模具, 主要加工方法是采用数控加工技术去除毛坯余量, 再用成型轨迹磨床通过磨削保证图样要求。此加工技术大大提高了加工效率, 缩短了生产周期, 同时降低了工人的劳动强度。这种优化零件制造工艺流程通用性大、生产效率

高、设备要求低, 特别适合加工圆弧曲线、曲面轮廓零件, 也适用于小批量多品种的生产, 在技术及经济上都具有较大意义。

### 2 零件的结构特点分析

波纹板成型模根据齿形排列形状不同可分为三类: 梯形齿直线排列; 梯形齿直线扇形分散排列; 梯形齿圆弧状扇形分散排列。现取一种进行

收稿日期: 2004-08-09; 修回日期: 2004-12-07。

作者简介: 刘明昕 (1970—), 女, 工程师, 研究领域为机械加工工艺。

实例分析。波纹板成型模上下模结构见图 1。

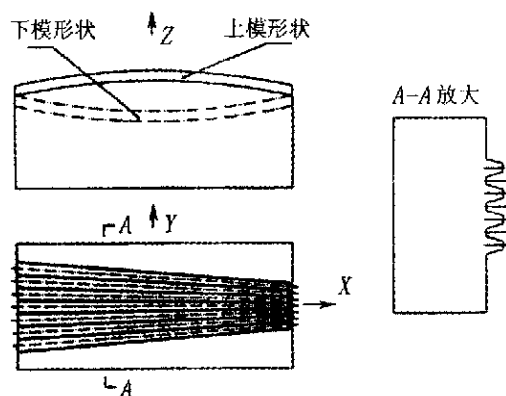


图 1 上下模形状示意图

Fig.1 Shape of the cope and drag pattern

零件材料采用 Cr12MoV, 通过锻造成长方形实体毛坯, 经加工后基本成规则形状, 仅上端面排列分布着齿形。根据齿形形状, 在加工每一几何要素时都必须弄清刀具轴线在空间的方位和这个方位沿着加工轨迹的变化情况, 同时需考虑到装夹方法及加工形式。

### 3 加工工艺分析

零件信息来源于设计, 是工艺决策的基础信息, 包括零件几何信息、管理信息、材料、工艺要求信息等方面。从工艺决策的角度考虑, 零件信息应由总体特征、制造特征、公差特征三个方面组成。总体特征描述零件管理信息、材料信息、总体工艺技术要求等。制造特征信息包括特征的描述、特征方位、特征邻接关系、特征父子关系、特征参数及特征构成要素。特征构成要素描述特征构成的几何元素及其拓扑关系, 以及与特征构成要素密切相关的粗糙度、形位公差、局部热处理等工艺要求。工艺中的定位基准, 夹紧位置等与特征构成要素也密切相关, 公差特征除形状公差外, 还包括尺寸、位置公差, 尺寸、位置公差一般涉及两个以上特征及特征构成要素之间的关系。当选择某个零件进行加工时, 必须对零件图纸进行仔细的工艺分析, 选择最适宜的工艺方案。

波纹板成型模上下模是用数学模型描述的曲

面轮廓零件, 用数控加工技术去除毛坯余量, 既可缩短加工周期, 降低工人劳动强度, 又可很好地保证图样要求。

#### 3.1 设计合理的工艺流程

零件的工艺流程安排是关键步骤之一, 影响到加工的成败。经分析论证, 确定该零件工艺流程为:

锻件—粗铣轮廓—热处理调质—铣外形轮廓及齿形—粗磨端面及齿形—热处理淬火—精磨端面及齿形。可以看出, 零件工艺流程可分三个阶段:

粗加工阶段: 目的在于去除锻件毛坯较大余量;

半精加工阶段: 形成外形轮廓及齿形;

精加工阶段: 按图样要求完成齿形加工。

#### 3.2 确定合理的加工方法

根据图 1 可以看出各齿以 X、Y 向扇形展开, Z 向呈圆弧曲线变化, 齿形为梯形, 齿深由外型面轨迹和齿底型面轨迹两因素决定。因此, 零件的加工主要由数控铣加工去除毛坯余量, 齿形基本形成, 最后采用成型磨削达到图样尺寸和形状的要求。

##### 3.2.1 数控加工工艺

数控加工是指在数控机床上进行零件加工的一种工艺方法。数控加工过程是用数控系统代替人工操纵机床进行自动化加工的过程。数控加工是把原先在通用机床上加工时需要操作工人考虑和决定的操作内容及动作如: 工步的划分与顺序、走刀路线、位移量和切削参数等, 按规定的数码形式编排程序, 记录在控制介质上。加工时, 控制介质上的数码信息输入数控机床的控制系统后, 控制系统对输入信息进行运算和控制, 并不断向直接指挥机床运动的机电功能转换部件——机床的伺服机构发送脉冲信号, 伺服机构对脉冲信号进行转换与放大处理, 然后电传动机构驱动机床按所编程序进行运动, 自动加工出所要求的零件形状。由此可见, 实现数控加工的关键在于编程。

数控加工最突出的优点是零件加工尺寸的一致性好, 易于控制中间公差, 从而使加工部件及整机质量稳定可靠。数控机床与普通机床相比,

一个最重要的特点是具有一定柔性,当加工对象改变时,一般不需要对机床设备进行调整,只需改变程序,就可以自动加工出新的零件来。

数控设备为一台 XH716 立式加工中心。

### 3.2.2 成型磨削工艺

波纹板模具数控铣加工后,在成型磨削时,工具磨床选用 M9116,砂轮修成与齿型相似,并配以专用夹具进行成型磨削,见图 2。上下模夹具为两种,根据上下模轨迹不同,选用不同的夹具。

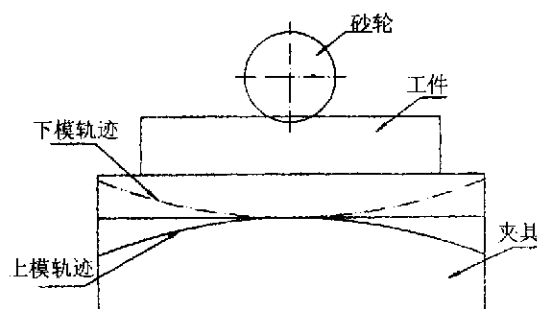


图 2 成型磨削示意图

Fig.2 Schematic of shape grinding process

#### 3.2.2.1 砂轮形状的修磨

砂轮形状修磨的质量直接影响到模具型面的加工质量,砂轮形状见图 3。

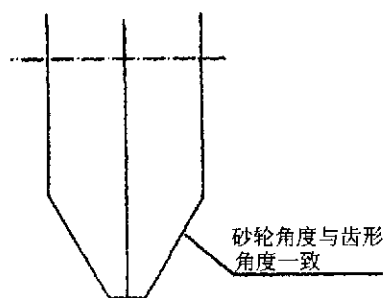


图 3 砂轮形状图

Fig.3 Shape of the grinding wheel

#### 3.2.2.2 设计制造专用工装夹具

根据零件结构形状,为解决成型齿加工问题,考虑设计制造一专用夹具以满足齿加工最终成型需要。夹具结构见图 4。根据上下模轨迹不同更换不同的夹具。

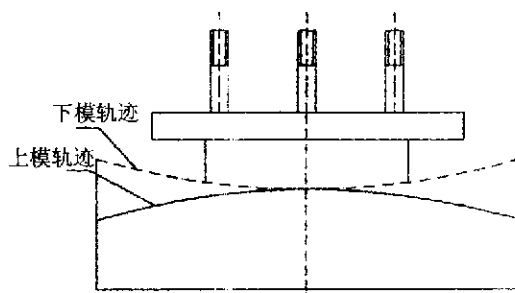


图 4 夹具结构示意图

Fig.4 Structure of the clamping

## 4 普通铣加工与数控铣加工比较

### 4.1 普通铣加工工艺

普通铣床铣齿去余量,在铣加工之前,钳工先在两个垂直平面划线,然后铣工根据划线铣齿形状,在 Z 向上只有凭工人的感觉及加工经验进刀,这样,势必造成余量不均匀,给磨削带来很大的加工余量,延长制造周期。普通铣床铣齿形状见图 5。

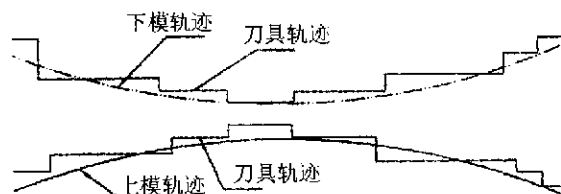


图 5 普通铣床铣齿形状

Fig.5 Tooth shape milled by ordinary mill

如图可见,有的地方还远离曲线轨迹,而有的地方已将轨迹加工到,这样,磨削时必须将曲线轨迹下降,但影响到模块的高度尺寸。

### 4.2 数控铣加工工艺

数控铣加工是选用数控加工中心设备铣齿,这样加工出来的齿形均匀,能控制图纸要求的齿底型面轨迹,从而保证各齿尺寸余量均匀,齿形粗加工后再选用专用夹具对各齿形及端面进行成

型磨削, 很容易满足理论型面轨迹, 从而达到图样要求。数控加工中心铣齿形状见图 6。

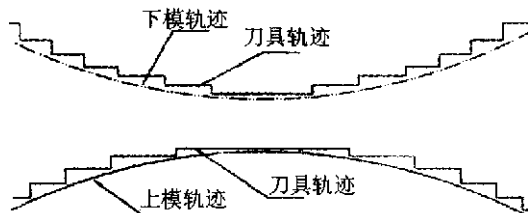


图 6 数控加工中心铣齿形状

Fig.6 Tooth shape milled by numerical processing center

## 5 成品件试验及检测结果

上下模块加工合格后, 与上下模板、导柱、导套、卸料板等配套组装, 调整间隙均匀后进行模具试验, 试验结果能很好的满足图样要求。成品零件检测结果见表 1。

表 1 成品件检测结果

Tab.1 Inspection results of corrugated plate shaped

序号	图样尺寸/mm	实测尺寸/mm
1	$1.96 \pm 0.02$	1.95
2	$2.76 \pm 0.02$	2.77
3	$8.01 \pm 0.04$	7.97
4	$1.2 \pm 0.02$	1.22
5	$2 \pm 0.02$	2.01
6	$6.5 \pm 0.04$	6.47

## 6 结论

用数控加工技术加工型面复杂的波纹板成型模具, 不仅加工质量一致性好, 而且减轻了工人的劳动强度, 缩短了制造周期。过去生产一套波纹板仅阴阳模就需用近 3 个月的时间, 而现在仅需 20 天的时间, 大大的提高了生产效率。也带来一定的经济效益, 仅一套波纹板成型模就节约资金近万元。

(编辑: 陈红霞)

\*\*\*\*\*



## 美国防御导弹发射试验再次失败

美国国防部导弹防御局 2 月 14 日宣布, 美国军方当天未能按预定计划, 将一枚拦截导弹从太平洋马绍尔群岛夸贾林环礁发射升空, 这意味着美国国家导弹防御系统的相关测试再次失败。

这次试验的失败原因目前仍在调查中。这是美国军方自 1999 年以来进行的第十次导弹拦截试验, 其中 5 次成功, 5 次失败。