

弧齿锥齿轮柔性加工的研究

谢洲传

四川新川航空仪器有限公司 四川 广汉 618300

摘要: 弧齿锥齿轮作为一种传动零件, 因其本身的高传动效率以及稳定的传动比等诸多优点, 在航空、航海、汽车、机床等行业内得到了广泛应用。但是为了满足市场实际需求, 切实提高齿轮的加工精度和生产周期, 还需要展开更加深层次的研究, 让柔性加工得到落实。因此, 本文从当前弧齿锥齿轮加工中存在的问题入手, 分析柔性加工的具体步骤、工艺方案、模型建立等方面细节, 打破传统加工方式的束缚, 提高加工效率和加工精度。

关键词: 弧齿锥齿轮; 柔性加工; 加工精度; 数控加工

引言: 柔性加工是一种借助计算机数控机床实现的多品种、小批量的生产方式, 生产率较高、利用率较高, 单件产品成本较低, 能够最大概率满足产品最新的制造需求。而且随着市场整体水平提高, 柔性生产可以满足产品开发需求。但传统的弧齿锥齿轮加工方式精度较低、周期较短等问题, 严重阻碍了齿轮的应用范围。但从目前来看, 切实提高异形齿轮的加工精度, 全面落实数控加工、柔性加工, 切实提高数控设备的利用率, 满足现阶段的实际发展需求。

一、弧齿锥齿轮加工工作开展现状

从传统的加工方式来看, 弧齿锥齿轮的整体精度会受到加工机床的影响, 加工效率、加工精度都会出现变化。尤其是在市场需求不断提高的今天, 对弧齿锥齿轮的精度提出了更高的要求, 传统加工方式已经无法满足实际需求。弧齿锥齿轮是第一种的复杂东的传动方式和空间曲面类型, 因此计算难度较大、加工非常复杂, 而现行的加工制造方法还存在诸多不足, 齿轮的传动性能受到了极大的影响, 而且弧齿锥齿轮中是一种特殊的空间曲面特点, 因此相对应的传统铣齿机结构与切削原理宣布对于复杂, 而且还学要加入一些运动链条、刀倾、变性机构等, 这样附加结构会导致机床刚度相对较低, 稳定性无法保证, 严重的情况下, 还会产生一定加工偏差。最为关键的是, 弧齿锥齿轮的前期工作较为复杂, 在无形之中提高了工程跨度, 降低了生产效率。

数控加工在零部件中得到了广泛应用, 是实现柔性加工的关键, 但从目前来看, 数控技术是现代工业体系中不可或缺的重要组成部分, 通过数字控制实现高速化、精密化、开放化生产发展。现如今, 数控技术逐渐和计算机技术、数字信息技术相结合, 从生产现状来看, 中国数控机床的生产能力基本可以实现自给自足, 但在一些性能要求较高的部件上依然存在问题。五轴数控加工中心建立在传统机床的基础上, 从切齿原理出发, 建立形成更加完善的切齿数学模型, 确定相应的小齿轮机床调整参数, 让加工效率得到根本上的提高。基于上述问题, 想要从根本上提高弧齿锥齿轮的生产效

率们就要全面落实柔性加工, 实现数控加工, 不断的调整参数, 建立模型, 借助仿真模拟, 完善相应的加工理论。

二、弧齿锥齿轮柔性加工工作落实措施

由上可知, 想要让数控机械加工精度得到提高, 就要对柔性加工工艺进行深层次的思考, 对工艺流程、工艺参数等方面进行优化和改进。

(一) 设备问题

从设备的角度上看, 弧齿锥齿轮作为一种空间异型曲面, 需要在加工过程中不断的调整刀轴方向, 但普通的机床无法实现这一要求, 但是五轴加工中心能够完成刀轴方向的改变, 但在具体的加工设计师, 需要确定位置和回转的精确。从瑞士威力铭公司生产的加工中心 W428 实际运行结果来看, 整体运行准确合理, 满足了大部分齿轮加工精度要求。在实际工作中, 弧齿锥齿轮对技术要求较高, 最为关键的就是数字建模和程序编制问题, 无论是造型难度、编程难度都相对提高。图 1 为本次弧齿锥齿轮零件图, 材料为 20CrNi2Mo A。加工过程中对技术有着严格要求, 尤其是渗碳层、轴硬度、芯部硬度、齿面淬火硬度等, 大小齿端倒角等内容, 表 1 为具体的技术数据要求。另外, 要按照格森齿制标准, 相比较其他零部件而言, 弧齿锥齿轮很难不实现加工精确度, 齿面接触区不仅要在齿高方向达到 85%, 沿齿长方向也要达到 96%, 齿面重合度应达到 81.6%。

表 1 技术指标

具体项目	具体参数
齿面渗碳层厚度	1.2-1.8mm
齿面淬火硬度	52-56HRC
芯部硬度	32-40HRC
大小齿端倒角	1mm × 45°
轴硬度	340-380HRC

(二) 工艺方案

在这一内容的基础上, 还要充分考虑到工艺方案问题, 确定具体加工流程, 仪器保证加工精确度, 无论何种形式的

加工都需要采用工装进行装夹,最大程度避免出现重复定位误差,确保工艺系统的整体性,让工作得到落实。具体的工艺流程如下:第一,前期毛坯锻造;第二,粗车毛坯;第三,粗铣齿形(留量 0.3mm);第四,半精铣(留量 0.1mm);第五,齿面抛光处理;第六,精铣齿面达图;第七,磨削加工基准;第八,齿面渗碳。梧州数控加工中心,主要可以分为数控系统和机床加工两个部分,其本身的工作原理机那里在传统加工机床的基础上,融合数控加工机床的坐标系结构,借助 C++ 编制加工程序,完成加工准备。

(三) 数学模型

在整过程中最为关键的就是数学模型建立,模型主要分为两个部分,一部分为成形法大齿轮数控加工模型,另一部分为螺旋变性展成法小齿轮数控加工模型建立。综合考虑到五轴加工中心的工作原理,在建立模型时,从传统机床切齿坐标系入手,建立数控加工中心切坐标系,进而完成参数求解,得到正确的数学模型。在这个过程中,大齿轮从空间齐次坐标变换为大齿轮坐标系,让两个坐标系之间呈现出相对姿态,借助位置矢量表达式完成求解。而小齿轮加工模型,也是如此,但需要注意的是,在计算小齿轮加工模型时,还需要额外运用螺旋变性展成法,打造出系统的数学加工模型。除了上述这种方法之外,还可以借助 ProE 软件或者 UG 软件完成模型建立,这两种软件各具优缺点,需要结合实际的零部件加工需求选择性的应用。目前,这两种软件开发设计方法中后者应用次数较多,借助其中的 UG/OPEN GRIP 实现的二次开发功能,可以不断的调整加工参数,相比较而言,整体精度较高,因此值得推广。借助相应的数学模型,就可以完成齿轮模型的建立。

(四) 程序编程

对于弧齿锥齿轮加工而言,最为困难的就是空间异型面的存在,必须要采用多轴编程的方式才能够完成,本次采用了 UGNX6.0 软件,让加工程序编织的具体过程得到落实。编程策略要根据加工步骤、加工方法进行确定,在粗铣环节,主要采用的是 VARIABLE_CONTOUR 这就加工策略,而在半精铣中也采用的是这一内容, VARIABLE_CONTOUR,但在精铣侧壁和精铣齿根中采用的是则是 VARIABLE_CONTOUR。四个环节中刀轴的使用农业存在区别,分比为垂直于驱动体、侧刃驱动体、侧刃驱动体、垂直于驱动体。

在加工过程中最为关键就是参数的控制,刀具参数和加工余量都要得到控制。编程落实后,相应的后置处理工作也要全面展开,五轴数控加工中心使用的为带 B/C 轴的五轴机床,主轴会跟着 B 轴进行摆动,工件则跟随 C 轴进行摆动,王畴后续的加工程序编制,就可以对刀路进行进一步验证。

(五) 模拟仿真

在上述内容的基础上,采用模拟仿真的方式,针对其中的内容展开进一步验证,确保数控仿真加工数据的真实性,让弧齿锥齿轮柔性加工得到全面利用。借助 Q3 型双转台五轴数控加工中心,以 PC+I/O 开放式 TSNC-AM-1 型五轴联动数控系统展开系统的控制工作实现加工。在此基础上确定加工刀盘的参数,选择了 6 英寸盘形铣刀盘,且大齿轮、小齿轮加工共用一把刀盘,完成刀盘、轮坯的安装,并且将相应的固定,此时选择五轴数控加工中心锥柄型号为 BT50,借助三爪卡盘进行固定。从实际试验结果来看,整体精确性较高,啮合性能较强,整体接触区较为理想,需要分别建立相应的切齿坐标系,输入相应的参数运动表达式,借助仿真软件,建立形成正确可行的加工数学模型,实现高效数字化加工。

总结:综上所述,通过实际加工经验来看,柔性加工相比较其他加工模式来看,效果更优,非常适合弧齿锥齿轮,能够切实提高齿轮加工的整体精度,实现动态化设计,让其能够得到良好的应用,充分发挥出其在不同方面的作用、价值。通过对柔性加工,融入参数化思想,切实提高设计、生产效率,也可以让弧齿锥齿轮具有一定的指导意义。从原理角度上讲,这种以啮合频率为基础的小幅波动的周期变化规律,考虑弹性变形的柔性弧齿锥齿轮的角速度和转角动态误差较小,较为稳定。

参考文献:

- [1] 马磊.大型弧齿锥齿轮制造工艺设计[J].信息记录材料,2019,v.20(01):247-248.
- [2] 姚廷强,姚龙,王学军,等.基于数字化齿面的弧齿锥齿轮柔性多体接触动力学分析[J].振动与冲击,2019,38(03):88-96.
- [3] 金映丽,程远.弧齿锥齿轮加工系统的几何仿真研究[J].组合机床与自动化加工技术,2019,541(03):140-143.
- [4] 魏巍,张连洪.基于球头铣刀的弧齿锥齿轮小轮铣削加工方法研究[J].制造技术与机床,2019(8).