

叶轮零件的五轴数控加工制造

赵永豪

(广州城建职业学院,广东 从化 510900)

摘要: 从对具体叶轮零件结构与工艺性分析入手,文章通过叶轮叶面的三维建模造型和对加工程序调试,仿真分析与刀具轨迹验证,刀轨优化的讨论,研究了叶轮数控加工制造中加工策略和加工关键技术。

关键词: 叶轮叶面;五轴加工中心;加工制造

中图分类号: TG659

中图分类号: A

文章编号: 1007-8320(2014)01-0067-02

Manufacturing of Five-axis CNC Machining Parts for Impeller

ZHAO Yong-hao

(Guangzhou Urban Construction Vocational College, Conghua, Guangdong 510900 China)

Abstract: with analysis from specific impeller structure and manufacturability of parts, this paper conducts study on machining strategy and key technology in manufacturing of impeller, after discussion through three-dimensional modeling of impeller on the leaf shape and the machining program debugging, validation, simulation and tool optimization.

Keywords: impeller foliage; axis machining center; manufacturing

1 叶轮零件结构与工艺性分析

叶轮作为泵或涡轮机的核心部件,决定其效率、寿命、耐用度及可靠性。而叶轮的核心部分是叶片曲面,要根据流体动力要求进行开发设计,或由逆向工程方法得到曲面数据。叶片工作曲面一般是复杂的空间曲面,其形状主要由轴面流线和流线展开线的形状来确定。轴面流线与轴面截线包括工作面和背面所有交点的三维数据,也就是叶片表面的数据点云。将这些离散的三维点云按照一定的规则进行拟合,就得到叶片的表面模型。

2 叶面的数控加工制造

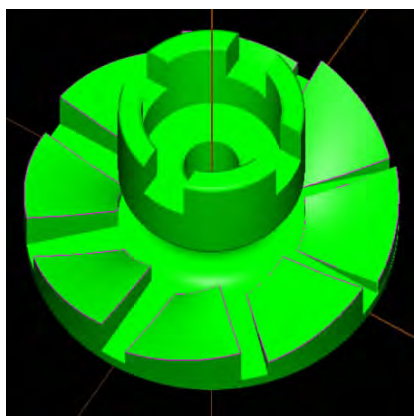


图 1 叶轮三维实体模型二

(1)建模。要数控加工叶片首先要对其进行三维造型

收稿日期: 2013-12-10

作者简介: 赵永豪(1981-),男,广东新会人,大学本科,机械工程师,主要研究方向:数控加工与维护、机械设计。

建模。叶片的造型是与流体动力设计密切相关的,其形状主要由流体动力设计中的轴面流线和流线展开线的形状确定。

三维几何建模是将物体的形状及其属性如颜色、纹理等存储在计算机内,形成该物体的三维几何模型。这个模型是对原物体的确切的数学描述或是对原物体某种状态的真实模拟。叶片是复杂的空间曲面体,其设计和制造复杂。从叶片的绘制过程可知,流体动力设计所得到的叶片流线数据和叶片轴面截线数据在叶片截线图中已无法得到直接的反映,代替的是沿等高线的方向给定的截线。从叶片流体动力设计的过程可知,叶片的工作面和背面的轴面截线在设计过程中就已经完全定义了叶片曲面。因此选择将叶片沿流面或轴面的方向来描述。可利用截线图上的截面数据,结合轴面投影图,反算出叶片工作面和背面的轴面截线的三维坐标值,并以此来实现叶片曲面的造型。叶片的造型是与流体动力设计密切相关的。叶片的形状主要由流体动力设计中的轴面流线和流线展开线的形状来确定。轴面流线与轴面截线(包括工作面)的各个交点的三维坐标构成叶片表面的三维点云。把这些离散的三维点云数据按照三阶平滑连接的规则进行拟合,就得到叶片的表面模型。尽管叶片轴向截线图中给出了包角范围内,各轴面截线角度下型值点的圆柱坐标,但对于后续的叶片造型及加工而言,圆柱坐标需要转换到直角坐标系下才能进行。根据叶片轴面投影图和工作面的轴向截线图,可以得到叶片包角、型值点圆柱坐标、叶片工作面和背面的轴面截线至叶轮轴心线的距离、叶片切面线间的距离、还有一些定位叶片的数据信息。

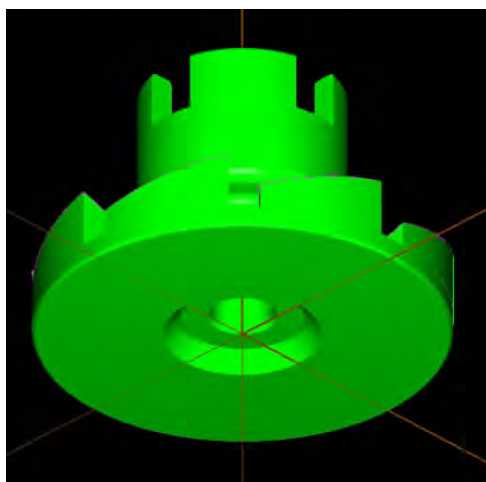


图2 叶轮三维实体模型三

确定了一个叶片实体模型后,读取叶片数据,调用环形阵列或旋转的方法进行多叶片复制,最后便可得到一组围绕着叶轮轴心线、在圆周方向均匀排列的叶片实体模型如图1、2。通过对叶片进行造型,生成的叶片在屏幕上可以旋转、拉伸、移动、局部放大,从而可以及时直观地在三维空间中多方位的观察叶片的实体,从而对已完成的叶片做出直观评述,考察叶片的流体动力性能。

(2) 加工程序调试。为了确保数控加工程序的正确性,避免机床、刀具和工件的损坏,提高加工效率、降低生产成本,要对程序进行调试。调试程序的传统方法是实际加工木质或塑料模型,通过检查加工结果与设计要求的差异,再编辑修改程序。这种方法费工费料,代价昂贵,使生产成本上升,推迟了产品加工的时间,延长生产周期。目前国内外已广泛采用计算机仿真技术对数控切削过程和干涉现象进行仿真计算,利用计算机图形显示系统把加工过程中的零件模型、加工轨迹、刀具外形一起显示出来,模拟刀具切削毛坯的整个过程,这样就可以对刀具轨迹进行正确性验证,如图3所示。

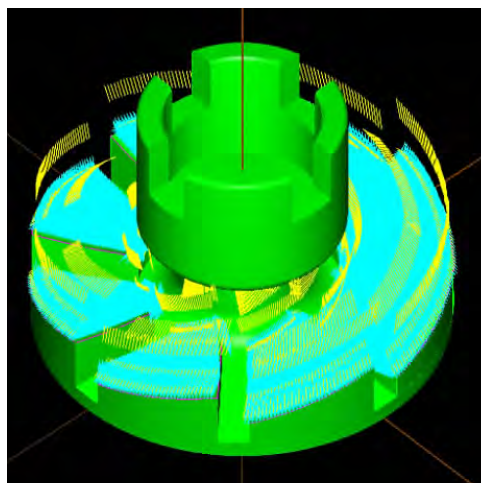


图3 叶面五轴制造仿真

3 叶轮零件的加工质量分析

(1)加工误差的形成原因。一般认为,加工误差有以下方面组成。①加工原理误差:采用近似的加工运动或近似的刀具轮廓所产生的。②机床调整误差:使刀具的切削刃与定位基准保持正确位置的过程中产生的。③装夹误差:工件装夹过程中产生的。④工艺系统的几何误差:机床的几何误差,机床制造误差对工件加工精度影响较大的有主轴回转误差、导轨误差和传动误差。⑤刀具的几何误差,任何刀具在切削过程中,都不可避免地要产生误差,并由此引起工件尺寸和形状的改变。夹具的几何误差,主要包括夹具各元件的位置误差和夹具中各定位元件的磨损。夹具的作用是使工件相当于刀具和机床有正确的位置,因此它的制造误差对工件的加工精度有很大影响。

(2)加工过程中存在的误差:工艺系统受力变形引起的误差,机械加工工艺系统在切削力、夹紧力、惯性力、重力、传动力的作用下,会产生相应的变形,从而破坏了刀具和工件之间的正确的相对位置,使工件的加工精度下降。工艺系统受热变形引起的误差,工艺系统热变形对加工精度的影响比较大,特别是在精密加工和大件加工中,由热变形所引起的加工误差有时可占工件总误差的比例很大。刀具的磨损引起的误差,刀具在切削工程中,由于摩擦将产生磨损,使刀具尺寸发生变化,而造成加工误差。加工后存在的误差:工件残余应力引起的误差。测量误差,包括量具本身的和测量条件的误差。

4 结语

叶轮叶面的制造质量直接影响其运行的效率、性能,流体动力稳定性,机组的可靠性和使用寿命等。从具体叶轮叶面的三维造型入手,以叶面造型的轴向截线为加工依据,解决了刀具切削间隔的计算和刀路轨迹的求解。并进行了仿真分析与刀具轨迹验证和刀轨优化。实践证明,采用五轴数控加工中心对叶面进行加工,避免了加工干涉,提高了叶片的加工效率和质量,降低了加工成本。通过具体实例,把现有的五轴数控制造理论应用和推广于实际零件加工,使我们在数控制造技术方面进行了新的尝试,获得了新的体会。🚗