

软件

高效编程软件助力优化 熔接齿模一体刀轴加工工艺



更多精彩请扫描二维码

文 | 中山火炬职业技术学院、中山唯一精密智能装备有限公司 魏文强 程国飞 丁立刚 胡志林 刘武

在KN95口罩的生产中，最为关键的一个工序就是口罩的熔接，它对口罩的过滤效果和密封性具有决定性作用。而在进行口罩熔接时，最为关键的部件就是熔接齿模，该部件主要用于对口罩边缘进行熔接与裁切。口罩多层无纺布热压就需要熔接齿模一体刀轴。熔接齿模的加工难度主要体现在加工时间长、工序多、材料硬度高、精度要求高（外圆跳动公差 0.005 mm、曲面全跳动公差 0.01 mm），这对于设备和工程师来说都是很大的挑战。

Cimatron 软件功能强大，编程简单易用，生成的刀具路径安全高效，得到了客户的青睐与认可。其强大的缠绕开粗后置处理功能，让客户只需要简单的三轴编程便可以完成回转体轴类零件的多轴加工。结合 CimatronE 软件的强大设计及高效加工功能，可以总结出熔接齿模一体刀轴在材料选择和刀口精度的一整套工艺优化方案。

合理选材

利用 KN95 全自动熔接齿模一体刀轴裁切口罩边缘时，刀锋刃口是关键。刃口到齿粒之间要有高度差，且不能超过 0.15 mm，不能低于 0.1 mm，同时还要考虑后续热处理变形。一般市面



图 1 熔切不断拉丝效果图（左）与熔切无毛边合格图（右）

上的 DC53、D2 模具钢以及 DSK11 材料在真空热处理后都有 0.2 mm 甚至更高的变形量，因此无法满足加工需求。而且这些材料在热处理完后硬度都达到了 HRC 60，需要在后续工序中安排精加工，这必然会提高产品的成本和生产风险。

实验证明，使用上海材料研究所研制的 LD 模具钢来加工一体刀轴可以满足对于刀锋刃口参数的要求。LD 模具钢为高强韧性冷作模具钢，具有较高的强韧性、耐磨性和抗弯强度，冷/热加工工艺优良，热处理畸变小，通用性

强，使用寿命比原用钢种（Cr12MoV、W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、Cr12、GCr15 和 9SiCr）提高了多倍。经过测试，最佳的刀锋刃口宽度为 0.14 ~ 0.15 mm。低于此参数刀锋不耐用，高于 0.15 mm 无纺布熔切不断，出现拉丝（图 1）。

加工工艺分析

KN95 熔接齿模的加工位置主要包括滚花齿、刻字、键槽、齿型和刀锋刃口。选择 LD 模具钢来加工，齿模刀锋刃口宽度要一致 0.15 mm，齿形需要加工

拔模斜度避免滚压拉绒布。毛坯为直径 $\phi 80.4\text{ mm}$ ，留有 0.4 mm 余量。坐标系建立在 $\phi 80.4\text{ mm}$ 的端面回转中心轴左侧表面。其铣削加工工艺过程为粗加工、半精加工、精加工及雕刻加工。

数控多轴加工程序设计

在进行粗加工程序设计时，以加工效率为目的。根据零件尺寸可选择 $\phi 6\text{ mm}$ 硬质合金涂层立铣刀。刀路轨迹采用平行 X 轴方向左右来回开粗。精加工齿顶面用到 $\phi 6\text{ mm}$ 定制两刃平底立铣刀。刀路策略选择 CimatronE 体积铣/平行粗加工。在此用到的实体 3D 模型是展开后的平面图形（图 2），只需对展开的图形进行三轴编程即刻。利用 CimatronE 开粗平行粗加工功能进行三轴编程，绕着 X 轴旋转的四轴机床加工轨迹平行于 X 轴方向切削，加工效率高，工件变形小。CimatronE 还有一个很好的功能，就是可以为不同区域的曲面留不同余量，最多一个程序里为 6 组面设定不同余量。利用此功能将关键部位刀口留 0.4 mm 余量，不重要的底面直接加工到位，齿侧面留 0.2 mm 余量。按照后处理要求将加工坐标系放在左上角顶点位置（ A 轴左手定义的），如果 A 轴是按右手法则定义的，则坐标放在左下角。依靠侧刀摆动加工，切除大部分的多余材料。留下齿形后安排 $\phi 1.0\text{ mm}$ 平底刀的加工。

在进行齿型间的半精加工程序设计时，采用三轴的铣削加工策略，通过软件 Wrap 功能，路径自动缠绕为四轴刀具路径，清角程序完全基于剩余毛坯计算，

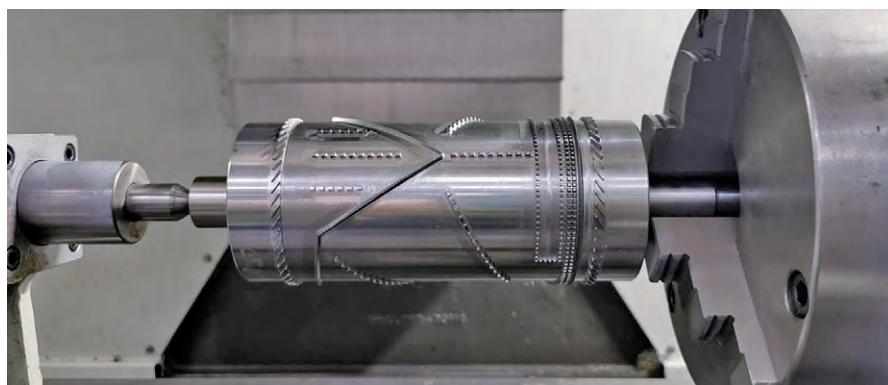


图 3 上机加工效果

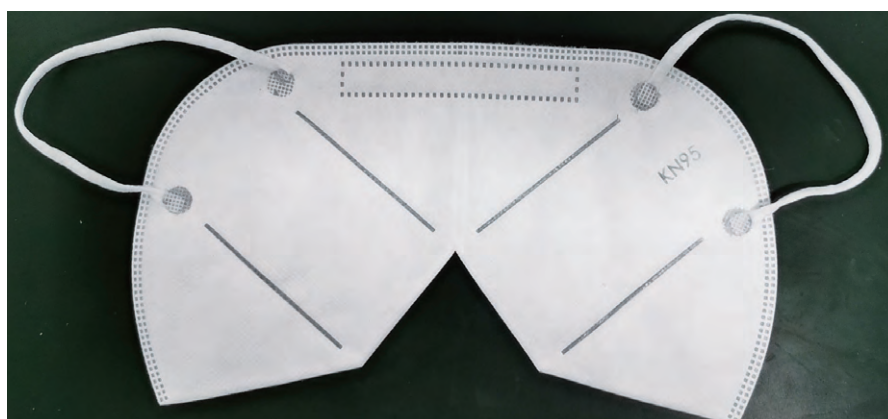


图 4 上线加工的半成品

通过专门的残料铣削工艺，使用小的刀具自动去掉上个粗加工程序剩余的残料。系统具有精确的毛坯识别能力，即使使用很小的刀具进行切削，只要在刀具要求的切削参数范围内，就不会断刀。

在进行熔接齿的精加工程序设计时，因为齿侧壁的展开图是直面，使用 2.5 轴的轮廓铣精加工策略，通过软件 Wrap 功能，路径自动缠绕为四轴刀具路径。2.5 轴轮廓铣刀具路径采用圆弧进退刀。此程序进行编程选择加工轮廓时，一次可以选择很多个轮廓（几百个），编程效率高。

刀口精加工是比较关键的工艺，因此程序设计要求比较严格。其几何形状使用缠绕程序加工，精度达不到使用要求，所以选择用 Cimatron 软件自带的四轴加工策略。使用锥形刀具精加工，提高加工效率和加工质量。刀具路径点距离根据要求来设定以达到质量要求。Cimatron 软件具有很强的四轴加工策略，能够提供多样的铣削工艺、强大的多轴控制和干涉检查。

将准备好的刀具依次放入加工中心刀具库，首件需要逐条程序检测验证优化。完成加工后不要急着下机，要通过检测打表无误后方可下机，开始批量生产。图 3 为上机加工效果（工件在工作台还没有卸下来），图 4 为熔接齿模滚筒刀轴经过热处理后，上线完成的口罩成品。

CimatronE 高效的粗加工、强大的缠绕后处理在辊子类零件的加工方面是非常实用的，通过实际加工零件，效果非常不错。目前上述工艺优化方案已经被用于批量化生产中。MM

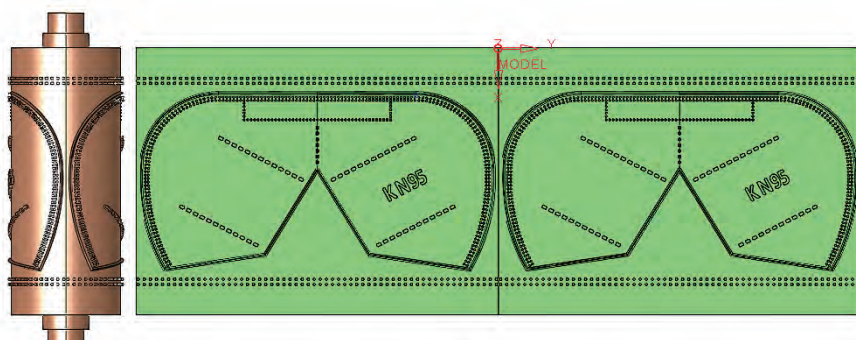


图 2 熔接齿模刀轴展开 2D 图