泛摆线齿轮端铣加工刀具轨迹规划及其精度控制方法

一. 成果完成人及所在单位： 莫靖宇，机械与汽车工程学院 指导教师：罗善明

二. 成果简介：

泛摆线齿轮是以短幅外摆线的等距曲线为齿廓曲线的一种摆线齿轮，具有滑动率低，传动平稳等优点，适合结构尺寸小、大速比、大功率的齿轮传动。目前，对泛摆线齿轮的研究主要集中在齿形设计和参数优化等方面，而对其加工方法研究尚不充分，且无专用加工机床，限制了泛摆线齿轮在 RV 减速器上的应用。通过研究泛摆线齿轮端铣加工刀具轨迹规划及其精度控制方法，得到如下研究成果：1）规划出了适合于泛摆线齿轮端铣加工的刀具轨迹；2）解决了泛摆线齿轮端铣加工过程中干涉难题；3）得到了铣削参数与泛摆线齿轮齿面粗糙度、全齿廓制造精度之间的影响关系；4）建立了铣削参数与泛摆线齿轮齿面粗糙度、全齿廓偏差预测模型，实现了泛摆线齿轮端铣加工的精度控制方法。研究成果可为高品质泛摆线齿轮以铣代磨的制造方法提供技术支撑和理论依据，对促进大速比泛摆线齿轮减速器和专用加工机床的研制具有重要推动作用。

三. 主要研究内容及创新点：

以 RV 减速器中的泛摆线齿轮为研究对象，建立了泛摆线齿轮数学模型；将五轴数控端铣技术与泛摆线齿轮制造工艺有机结合，提出了以铣代磨的泛摆线齿轮端铣加工方法，规划出了适应于泛摆线齿轮端铣加工的刀具轨迹；通过分析刀具与泛摆线齿轮齿廓曲面之间的微分几何关系，建立了泛摆线齿轮端铣加工干涉判别与处理算法；通过分析泛摆线齿轮与刀轴之间的空间位置关系，建立了泛摆线齿轮端铣加工过程仿真模型，验证了泛摆线齿轮端铣加工干涉判别算法的正确性；基于上述研究方法，在 DMG40 五轴数控机床上进行了泛摆线齿轮端铣加工试验（见图 1），获得了泛摆线齿轮端铣加工样品；在此基础上，进一步提出了采用 ZYGO 光学表面轮廓粗糙度仪检测泛摆线齿轮齿面粗糙度的方法（见图 2），泛摆线齿轮齿面加工质量达到了磨削效果，验证了泛摆线齿轮端铣加工的可行性；基于正交实验法，建立了以主轴转速、铣削深度、铣削速度和刀轴倾角为影响因子，以泛摆线齿轮齿廓粗糙度和全齿廓精度为评价指标的 16 组正交实验（见图 3），得到了各铣削参数对齿廓粗糙度和全齿廓精度的影响程度，进一步根据数学统计方法和最小二乘法，建立了各铣削参数与泛摆线齿轮齿面粗糙度和全齿廓偏差精度预测模型。研究结果指出，泛摆线齿轮刀具轨迹规划方法和精度控制的合理安排对泛摆线齿轮加工质量的影响至关重要。

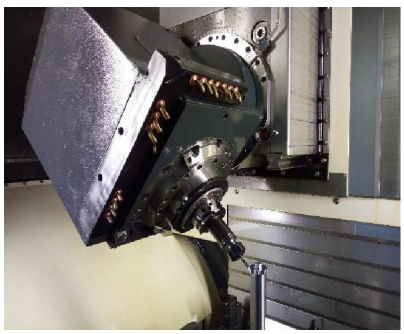


图 1 泛摆线齿轮端铣加工



图 2 泛摆线齿轮齿面粗糙度检测



图 3 泛摆线齿轮正交试验样品

四. 主要研究成果及应用情况

在中文核心期刊上发表论文 1 篇， 申请国家发明专利 1 项，获实用新型专利 2 项。

联系人：莫靖宇 电 话：17859736709 Email:960361364@qq.com