

数控加工刀路调整及给进率优化方面取得进展

【大中小】 【打印】 【关闭】

2015-05-30 | 编辑: 文\先进制造部

目前, 先进制造部高档数控研究课题组在数控加工刀路调整及给进率优化方面取得进展。

随着现代制造技术的发展, 五轴联动数控机床得到越来越广泛的应用。为提高机床的加工精度, 课题组研究了机床奇异位姿导致的加工质量变差的问题并给出了相应的解决方法。通过采用提出的矩阵变换方法, 使加工刀路的刀轴方向远离机床的奇异位姿区域。由于仅涉及矩阵变换, 这种方法易于实现且能快速地在机床上部署应用。课题组以S型试件的五轴加工为对象进行了方法的测试研究。S型试件作为测试标准被用于测试机床的动态性能并能反应加工表面的光洁度。如图1所示为未经调整的加工刀路获得的加工结果。图中在奇异位姿区域有明显的加工缺陷。图2所示为刀路调整后获得的加工结果。明显地, 跟传统的方法相比, 加工曲面在奇异位姿区域更加光滑, 从而有效提高了加工的表面光洁度。

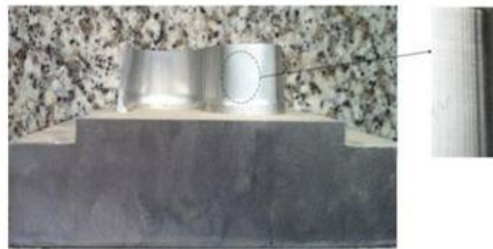


图1 未经调整的加工刀路获得的加工结果

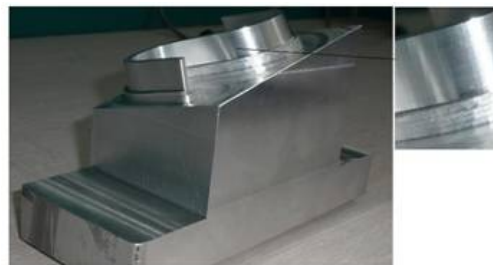


图2 刀路调整后获得的加工结果

数控加工给进率优化方面的研究进展主要有两个方面: 1. 最小时间给进率优化的线性规划求解及模型参数不确定情况下的鲁棒轨迹规划; 2. 运动学、动力学约束下的光滑给进率规划。

出于提高产率的目的, 最小时间运动规划一直是数控加工行业研究的热点问题。课题组的研究给出了求解时间最优轨迹的线性规划方法。研究证明了时间最优轨迹与速度累积最大轨迹的等价性, 进而获得了具有多项式时间复杂度的求解算法, 且大量的测试数据显示本算法的实际计算复杂度关于问题规模是次线性的, 即小于 $O(N)$, 优于线性规划最坏情况下的 $O((nN)^{3.5})$ 复杂度。

鲁棒轨迹规划的研究对于应对模型失配导致的轨迹失效是必要的。本研究中, 假定模型不确定是有界的, 进而通过将优化问题描述为min-max问题并进一步通过引入新的优化变量转化为线性规划问题实现求解。大量的数据测试表明提出的基于线性规划的鲁棒最优轨迹规划方法是有效的, 且规划的鲁棒轨迹可以保证对于满足不确定参数边界条件的所有数控加工过程, 不存在任何性能约束越界的情况。

运动学、动力学约束的光滑最优轨迹规划研究的必要性在于通过充分考虑数控设备的运动性能、振动特征等, 优化给进轨迹从而抑制加工过程振动进而提高加工质量。常规光滑轨迹规划方法只考虑速度约束, 力约束(加速度约束)和力变化率约束(加速度变化率约束)等。在此情况下, 为保证规划轨迹在快速移动时仍然具有较好的响应而不至于导致驱动器输出饱和, 速度约束、力约束等的设置都会偏向

于保守。而提出的考虑运动学、动力学性能的方案，其轨迹的可行域比常规方法显著增大。因此，得到的优化轨迹在运动时间、跟踪精度上都具有优势。如图3所示为一风扇图案的加工精度/效率对比图，图中指令策略越靠近左下角表明规划轨迹的加工精度/效率比越高，轨迹的性能也就越优秀。图中所示，提出的完整动力学方法较常规的方法具有更高的加工精度/效率比。同时，课题组给出了求解此轨迹的凸优化算法，保证了方法的计算效率。

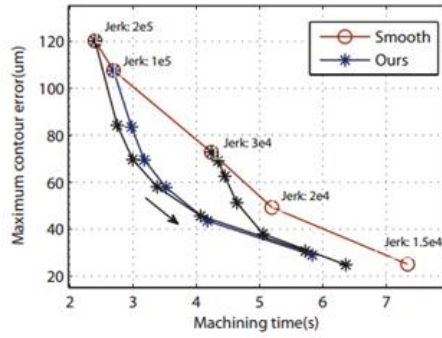


图3 指令轨迹的加工精度/效率对比图



欢迎访问国家数学与交叉科学中心

地址：北京海淀区中关村东路55号 邮编：100190 电话：86-10-62613242 Fax：86-10-62616840 邮箱：ncmis@amss.ac.cn