

# 数控加工中刀纹和干涉现象分析研究

田成功

(南雄市中等职业学校, 广东 南雄 512400)

摘要: 本文由实际加工情况和理论指导出发, 探讨了在数控铣削工件外表面不时出现的刀纹问题和铣削中常见的加工干涉现象, 并就产生刀纹问题和加工干涉的原因及采取的措施进行分析和实践, 保证了零件加工的精度(加工精度), 提升加工效率, 改善加工表面质量, 增强机床和刀具的使用寿命和推动技术创新和产业升级。

关键词: 数控加工; 刀纹; 干涉; 措施

## 一、绪论

本人于2007年7月毕业于贵州大学机械设计制造及自动化专业, 2007年8月至今就业于中等职业学校, 担任数控专业课教师, 在此期间担任的专业课程有:《数控编程及加工》《机械制图》《机械基础》《cad》《proe》《ug》《公差与配合》,《液压传动》等。作为一名数控专业的专业课老师, 除了上好每节课, 同时不断精进自己的专业业务水平, 此外每学年都会带学生去本校校企合作的数控企业顶岗实习, 通过不断的教学实践和技术研究, 培养了一大批实践能力专业水平高的技术人才。以下的技术总结即我顶岗实习和日常教学中遇到的问题及解决办法。

## 二、主体

与普通机床加工相比, 虽然数控机床具有自动化程度高、加工精度高、适用性强等优点, 但是在加工过程中也会出现很多问题, 所以在数控加工中必须注意加工过程的每一个细节, 周密考虑, 力求准确无误, 如不时出现的刀纹问题严重影响了零件的表面质量, 需要找到原因并解决问题; 在实际编程时, 由于一个很小的疏忽常会发生加工干涉, 所谓“加工干涉”是指在切削被加工表面时, 刀具切削了不该切削的部分, 产生过切。干涉现象严重影响了零件的加工精度和表面质量, 必须采取相应措施减小或消除加工干涉。

### (一) 数控铣削工件外表面不时出现的刀纹问题和解决办法

泉州荣华科技有限公司机床139台, 从进场一直在满负荷运行, 每天都是24小时, 人停机床不停, 经过了前期的磨合机床全部运行正常, 但工件外表面不时出现的刀纹问题却亟待解决, 通过实践摸索试验, 总结出了刀纹问题产生的原因以及解决刀纹问题的方法。

1、发现问题之一: 装夹工件的治具是通过吸附力吸紧工件的, 为了防止漏气, 在治具上会安装一圈密封垫圈, 我们发现, 在垫圈使用时间过长或者垫圈不够粗会导致吸附力不足, 加工时导致工件颤动, 导致刀纹。

改进方法: 改进密封圈。发现密封垫圈吸附力不足时, 会采取更换密封圈, 更换时我们会在单位距离内塞入更长的密封圈, 比如10MM长度的密封圈槽我们塞入15MM的密封圈, 这样能起到更好的密封效果, 特别是在转角位置。更换密封圈后要用切削液多冲下, 让它吃饱水效果更好, 现场的经验是要加工三片工件

才能吃饱水, 振纹也随之减轻。

2、发现问题之二: 加工时很多时候都会发现切削液喷射到刀柄上, 并未喷射到刀刃, 这样会导致刀具切削时排屑不好, 出现振纹甚至拉毛拉伤工件表面

改进方法: 调整切削液喷射角度或者改变刀具装夹长度, 确保切削液喷射到了刀具的刀刃上, 切削液正确喷射效果如下图

3、发现问题之三: 进给速度F值以及主轴转速S值不匹配

改进方法: 更改加工时的进给速度F值以及主轴转速S值, 减低进给速度效果是很明显的, 我们现场的边框加工只用到了一个加工子程序-----O2113, 在这个子程序中一共有三个F值, 其中第二和第三个F值分别是边框的粗铣和精铣速度。初始值是2000和1000, 对应的转速分别是20000和16000, 在调整刀纹的初期, 我们将两个F值降低, 分别在2000~1000以及1000~300范围进行调整, 很多时候效果立杆见影, 振纹消除, 光泽度提高, 但慢慢的, 在后期刀纹问题解决方法稳定下来, 需要提升加工效率时我们发现这种方法大大降低了加工效率, 因为客户对振纹要求高, 而对光泽度要求不是很高, 这种情况下, 我们将两个F值的调整范围提高, 分别改为3000~3500以及1500~1000, S值也分别降低, 在18000~5000以及15000~8000范围内调整, 也能达到很好的除振纹效果, 也有较好的光泽度。

4、发现问题之四: 我们现场的机床配的都是非防震的垫铁, 所以出现怎么都调不好的刀纹, 且每一次刀纹出现的位置都不一样时。

改进方法: 给机床加防震垫, 很多机床上的垫铁都是有橡胶底的, 这种垫铁叫做防震垫铁, 我们会要求机床厂家在垫铁下加装橡胶垫, 吸收和缓冲环境震动, 效果都比较好。

5、发现问题之五: 有些刀纹是在一个位置出现比较明显的一条竖纹, 机床运行时间间隙值补偿的不正确, 就会造成刀纹的产生。

改进方法: 更改间隙补偿值, 有些刀纹是在一个位置出现比较明显的一条竖纹, 这时候我们会考虑是否机床间隙造成, 因为很多工件的加工面看起来是一条直线, 好像机床只单独走了X轴或者Y轴, 但实际情况是程序中这一段是由很多的小的线段组成的这一大段直线进给, 这时候(根据现场用百分表测量三个轴的反向间隙误差, 将误差的数据填入到数控系统参数里面)。

6、发现问题之六：在加工表面出现鱼鳞状刀纹，斜刀纹时，如检测及解决方法：这很可能是刀具没装好或者主轴垂直度不好，可以用千分表打刀刃根部的跳动（正规打主轴跳动的方法是主轴夹检棒，旋转主轴，用表打检棒下端，看表读数，跳动太大就需要维修主轴了，而现在这个方法如果检测出异常，除了主轴可能有问题外，也可能是刀柄问题或者刀子的装夹问题，所以感觉这个方法效果更全面，因为造成这种刀纹的本质原因是刀具旋转时跳动大了，主轴，刀柄，刀具装夹都可能造成跳动大）。注意，要求表打刀刃的根部。

7、发现问题之七：工件表面出现横纹，或者出现的纹路比较粗糙感觉像是刀子不锋利切不光。

解决办法：可以更换或打磨刀具，或者从加工工件表面OK的机床上拆刀具过来切削看效果。

### （二）铣削加工中的干涉现象

#### 1、加工拐角时产生干涉的原因及对策

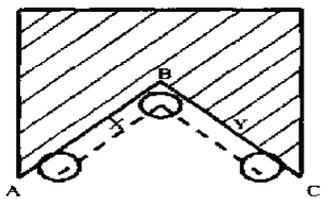


图1 内角交接处的干涉

加工内角交接处引起的干涉。如图5所示，在铣削零件轮廓内角时可能产生干涉，其原因如下：当铣刀运动至内角交接处（B点）时，铣刀与工件的接触面积增大，切削力随之增大，然后过拐角由铣两面变为铣一面时，切削力减小，工艺系统弹性变形恢复，致使刀具向工件加工表面内侧变形，产生干涉。此外，对大惯性系统，当进给速度较高时，由于其运动惯性也可导致刀具干涉。

解决措施：（a）选择刚性好，抗震及热变形小的短柄刀具，如：可选高速钢立铣刀。实验证明在大多数情况下，选择好的刀具虽然增加了刀具成本，但由此带来的加工质量的提高，则可以使整个加工成本大大降低。（b）采用进给速度分级编程。如图5所示，将AB和BC段均分为两段AX，XB及BY，YC，其中AX，YC段为正常速度段，XB，BY段为低速段，XB，BY的距离长度宜选为 $(1.2\sim 2)R$ ，R为刀具半径。并且，低速段的进给速度，当刀具半径较大或AB，BC夹角较小时，应进一步降低。

#### 2、建立或撤消刀补时产生干涉的原因及对策

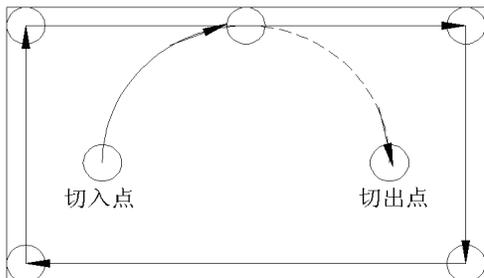


图2 建立或撤消刀补方式

建立或撤消刀补的路径不当引起的干涉。目前数控机床均具有自动刀具半径补偿功能指令（如：G40/G41/G42）。但是，不能在加工面的交接处建立和撤消刀补，刀具的切入和切出应选取在切线方向或延长线上。如刀具由横向切入变成径向切入，则轮廓加工时运动方向要改变，在工件表面有短暂的停留时间，因工艺系统的弹性变形，在工件表面会产生伤痕。应采用图6所示方式建立和撤消刀补。

### 三、总结

数控加工中解决刀纹和干涉现象具有重要意义，主要体现在以下几个方面：

#### （一）提高加工精度

1. 刀纹问题的解决：通过优化切削参数、更换磨损刀具、改善机床稳定性等措施，可以有效减少或消除刀纹，从而提高工件的表面粗糙度和尺寸精度。

2. 干涉现象的解决：通过精确的编程、合理的刀具路径规划、适当的刀具选择以及机床参数的调整，可以避免干涉现象的发生，保证工件的加工精度。

#### （二）改善加工表面质量

1. 减少表面缺陷：刀纹和干涉现象是加工表面常见的缺陷之一。通过解决这些问题，可以显著改善工件的表面质量，使其更加光滑、平整。

2. 提高美观度：对于需要外观质量的产品来说，减少或消除刀纹和干涉现象可以显著提升产品的美观度，满足客户的审美需求。

#### （三）增强机床和刀具的使用寿命

1. 减少机床振动：通过解决这些问题，可以降低机床的振动幅度和频率，从而延长机床的使用寿命。

2. 延长刀具寿命：不合理的切削参数和刀具路径规划会加速刀具的磨损。通过优化这些参数和路径规划，可以延长刀具的使用寿命，降低刀具更换频率和成本。

#### （四）推动技术创新和产业升级

1. 促进技术创新：解决数控加工中的刀纹和干涉现象需要不断探索新的技术方法和手段。这有助于推动相关领域的技术创新和进步。

2. 推动产业升级：随着数控加工技术的不断发展和完善，其对加工精度、效率和质量的要求也越来越高。解决刀纹和干涉现象有助于提升整个加工行业的水平，推动产业升级和发展。

综上所述，数控加工中解决刀纹和干涉现象对于提高加工精度、改善加工表面质量、增强机床和刀具的使用寿命以及推动技术创新和产业升级都具有重要意义。

#### 参考文献：

- [1] 张祥兵, 张恒, 于选坤, 等. 基于刀具摆角的内螺纹铣削干涉建模与应用[J]. 制造业自动化, 2023, 45(1): 32-37.
- [2] 周超. 非直纹曲面五轴数控加工避奇异路径生成方法研究[D]. 哈尔滨工程大学, 2023.