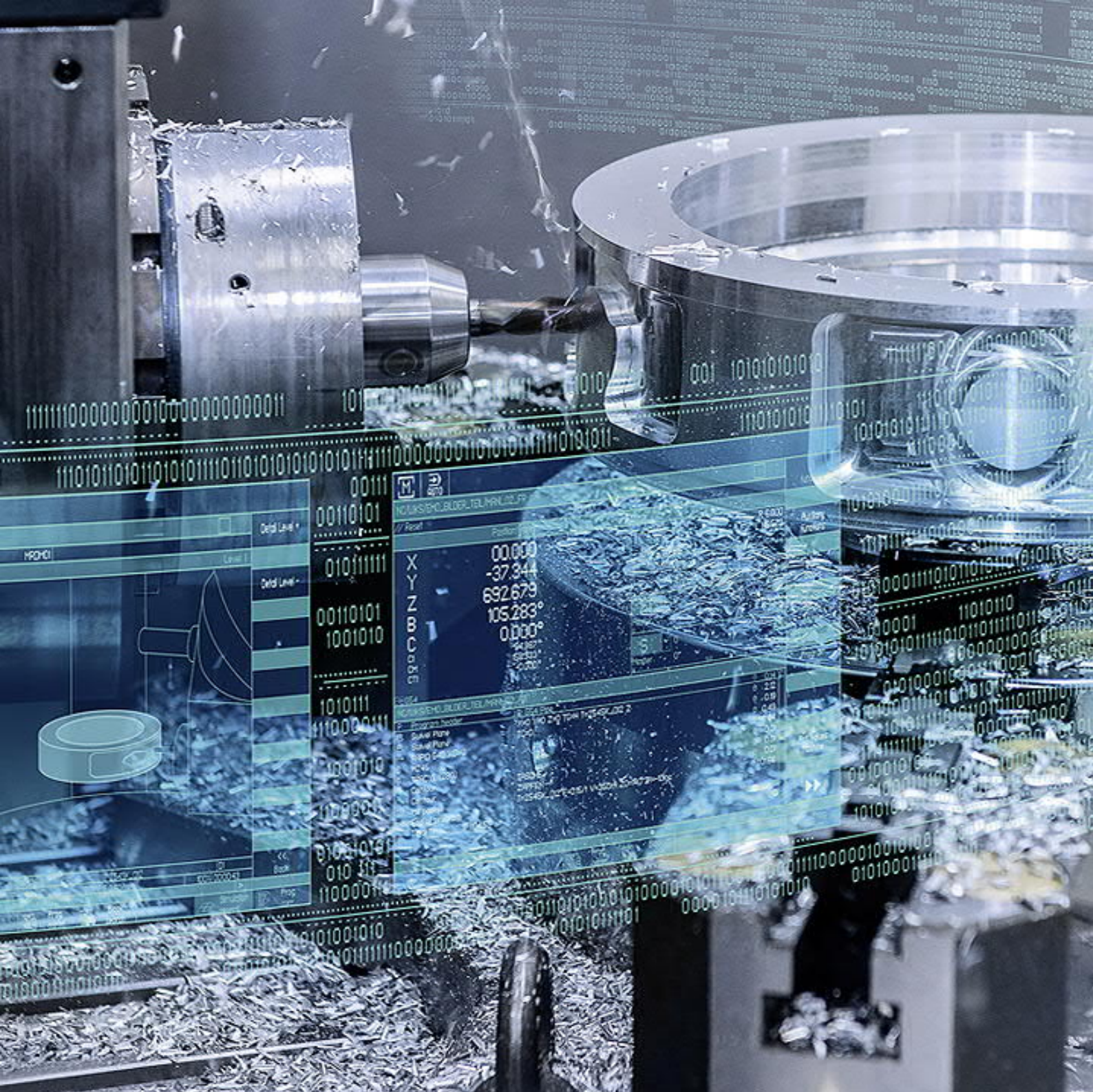




V1.0

SLC DF MC MTS APC

# 铣削加工典型问题分析 --刀圈痕

SINUMERIK 828D / 840D sl

铣削加工典型问题分析“刀圈”的分析与处理方法

内容

|   |        |   |
|---|--------|---|
| 1 | 概述问题现象 | 1 |
| 2 | 简要分析   | 1 |
| 3 | 处理步骤   | 2 |
| 4 | 具体过程   | 3 |
| 5 | 案例     | 6 |
| 6 | 作者/联系人 | 9 |
| 7 | 版本信息   | 9 |

免责声明

由于数控加工是个非常复杂和综合的问题，涉及控制系统，机床机械，程序，工艺，刀具等多方面因素。因此本文所列内容仅对部分遇到的典型问题进行分析，无法涉及所有问题。本文所涉及的加工问题均为日常工作中经验总结所得，仅供使用者参考借鉴，我们无法保证文中所介绍的方法和经验参数能百分之百解决您的问题，敬请谅解。

我们已对文章的内容进行检测，然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证所有内容完全无误，必要的修正将包含在下一版本中。

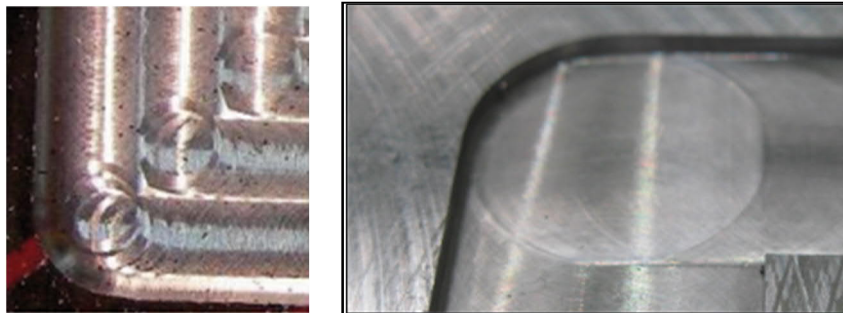
版权声明

本文著作权归作者所有，转载文本请注明文章出处及作者信息。

以上声明内容最终解释权归西门子（中国）有限公司所有，如有变动，恕不事先通知。

# 1 概述问题现象

在铣削过程中，因进给轴位置过冲、各种因素引发的振动、程序问题等导致工件表面产生刀圈痕现象。

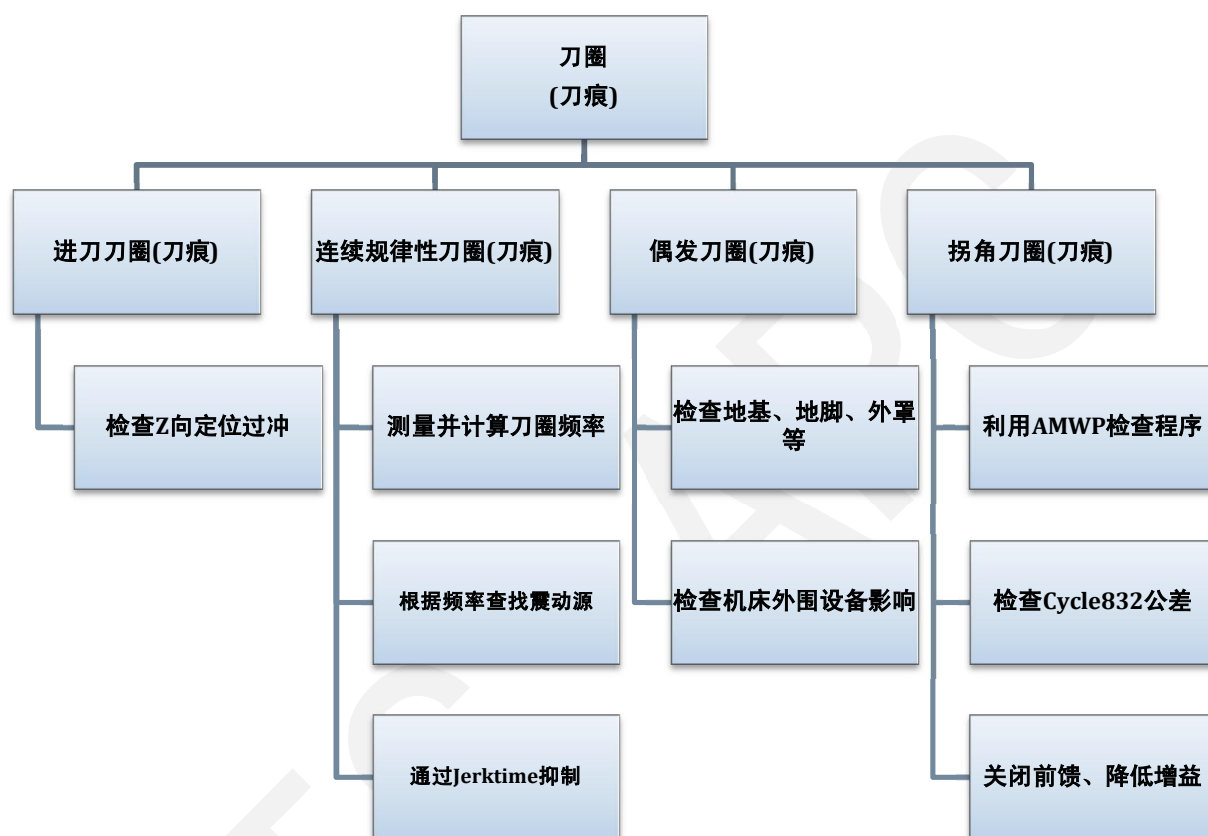


## 2 简要分析

出现问题首先需要判断哪些因素的影响，常见因素分成三部分：

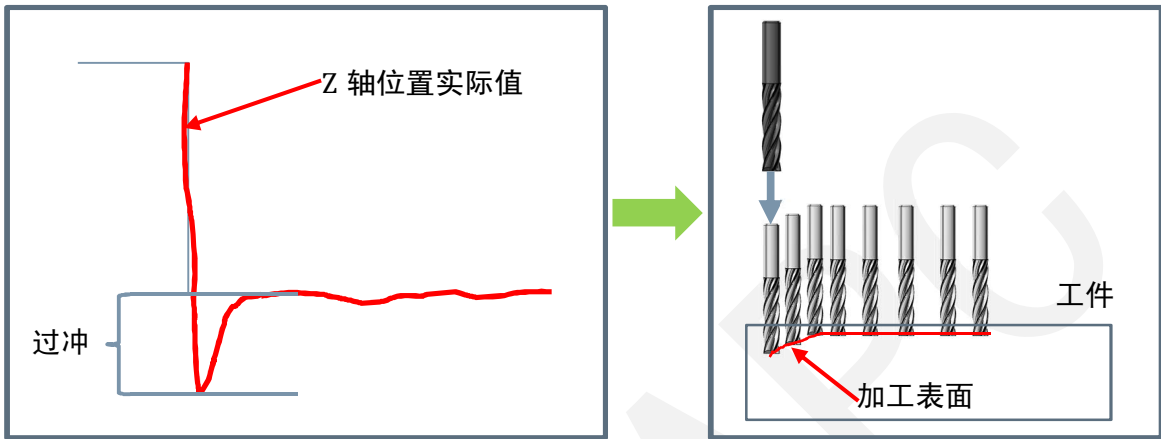
- a. 进刀时产生刀圈：Z 轴移动过冲造成的进刀刀圈，进刀处明显比后续铣削区域深；
- b. 振动原因：地基地脚、刀具、主轴及进给轴、外围设备、夹具等造成的振动刀圈，分为规律性与非规律性；
- c. 程序原因：CAM 公差刀路不正确，或 Cycle832 公差设置造成的刀圈，多发生在拐角或插补中。

### 3 处理步骤



## 4 具体过程

### 4.1 进刀刀圈(刀痕)



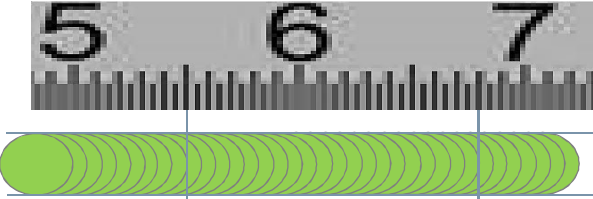
Trace Z 轴的设定位置、实际位置检查 Z 轴位置过冲，降低 Z 轴加速度 MD32300，加加速度 MD32431 的设定值，推荐值如下 (VMC850)：

| 参数 \ 设置  | Z 轴无配重 |         | Z 轴带配重 |       |
|----------|--------|---------|--------|-------|
|          | 推荐值    | 调整范围    | 推荐值    | 调整范围  |
| 32300[0] | 4      | 2-6     | 2      | 1-3   |
| 32300[1] | 4      | 2-6     | 2      | 1-3   |
| 32300[2] | 4      | 2-6     | 2      | 1-3   |
| 32300[3] | 2      | 1-3     | 1      | 1-2   |
| 32300[4] | 1      | 0.5-1.5 | 1      | 0.5-1 |
| 32431[0] | 80     | 40-120  | 40     | 20-60 |
| 32431[1] | 80     | 40-120  | 40     | 20-60 |
| 32431[2] | 80     | 40-120  | 40     | 20-60 |
| 32431[3] | 40     | 20-60   | 20     | 10-40 |
| 32431[4] | 20     | 5-20    | 10     | 1-20  |

必要时降低 Z 轴速度环增益 (p1460) 和提高积分时间 (p1462)

## 4.2 连续规律性刀圈(刀痕)

- 测量并计算刀圈频率



|      |            |       |
|------|------------|-------|
| 切削进给 | 2000mm/min |       |
| 主轴转速 | 8000r/min  |       |
| 刀具齿数 | 4          |       |
| 主轴频率 | 主轴转速 / 60  | 133Hz |
| 刀具频率 | 主轴频率 * 齿数  | 533Hz |

20 个刀圈，使用刻度尺测量，长度 13mm，每个刀圈间距 0.65mm，切削进给 F2000  
刀圈频率=2000/60/0.65=51Hz，刀圈频率与主轴频率及刀具频率不相同；

- 查找震动源

通过上述方法计算刀圈频率，查找与此频率的振动源，包括机床自身的设备，刀具切削频率、主轴频率、主轴风扇、电柜空调、水冷机等，以及附近其他设备如空压机等；

措施： 刀圈频率=刀具切削频率，更换刀具；

刀圈频率=主轴频率，检测主轴动平衡，降低震动值；

刀圈频率=主轴风扇频率，更换风扇；

刀圈频率=电柜空调，更改空调工作模式为环境温度模式，改善加强空调安装板厚度等；

刀圈频率=水冷机（油冷机），更改工作模式为环境温度模式，或将设备脱离床身独立摆放。

- 通过 Jerktime 抑制刀圈频率

如果机床附件设备无法找到 51Hz 的振动源，使用轴 Jerktime 抑制，设置所有轴参数：

MD32400=1；

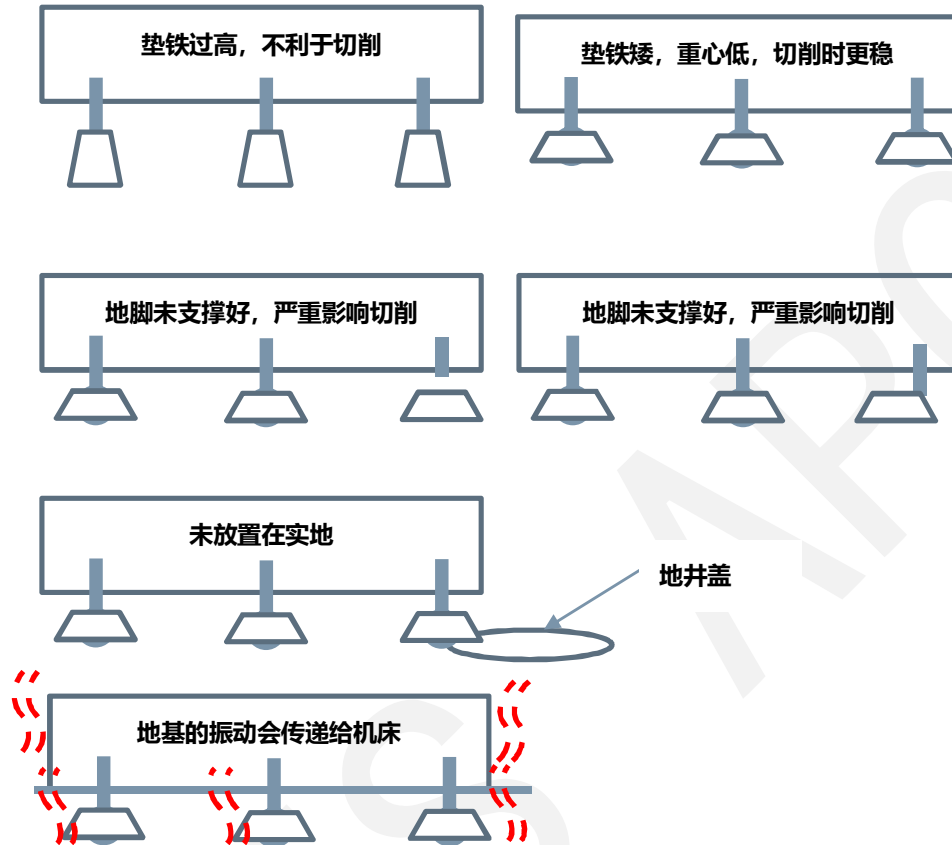
MD32402=2；

MD32410=1 / 刀圈频率 = 1/51=0.0196；

**注意：这三个参数影响轴的位置计算增益，因此，所有插补轴必须设置相同的值，不一样的设置值将导致轮廓加工出现严重错误！！包括主轴，否则攻丝同步误差会过大。**

### 4.3 偶发刀圈(刀痕)

- 检测地基、地脚、外罩支撑，是否可靠



- 周围是否存在外围的振动因素，如水冷机、空调启动时的振动，附近的设备重切削通过地基传递的振动等。

### 4.4 拐角刀圈(刀痕)

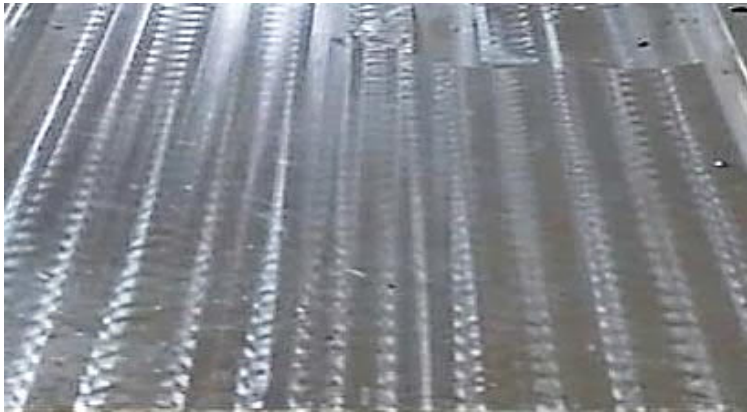
- 通过程序分析软件，检测拐角处是否存在异常刀具路径，如不应存在的 Z 向运动等；
- 根据 CAM 后处理公差，正确设置 Cycle832 公差；
- 关闭前馈，降低位置增益：
  - 设置所有轴 MD32630=1，可从程序中激活\关闭前馈控制，设置包含主轴；
  - 统一设置所有插补轴 MD32200[0]，取最小值，为保证攻丝正常，Z 轴 32200[1]=主轴 32200[1]；
  - 可尝试降低插补轴 32200[0]，调整范围 1~4；
  - 适当降低进给速度。

## 5 案例

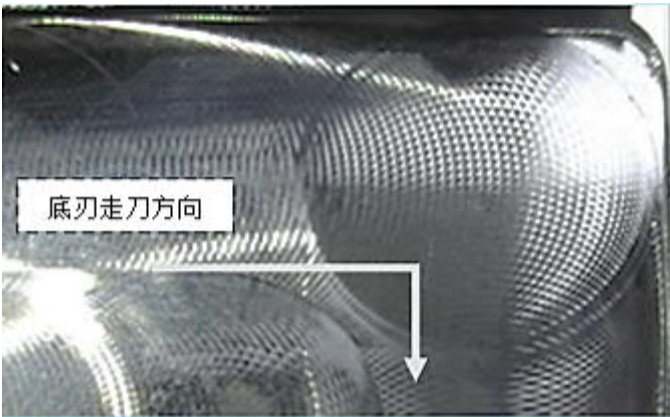
### 5.1 工装夹具造成的刀圈

|      |                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 现象描述 | S 类型的样件有不规则的竖条纹，用手可以摸出来                                                                                                                                                            |
| 问题图示 |                                                                                                  |
| 分析   | <p>振刀纹主要是由于震动造成的，因此要寻找振动源，通常会检查主轴震动，刀摆，工件装夹牢固程度（工装的刚性，装夹量），地脚支撑，机床本身刚性带来的震动，此外，可以适当提高伺服的刚性，使用 jerkfilter 来抑制一定的震动；</p> <p>如果刀圈是不完整的，如只有半圆，还要检查机床的水平，垂直度等。</p>                      |
| 解决方法 | <ul style="list-style-type: none"><li>● 检查机床水平，垂直度，地脚支撑，无异常。</li><li>● 检查主轴及刀具跳动良好，检查悬深更换刀具后问题依旧存在</li><li>● 降低进给速度，F2500-&gt;F500 无效果，刀圈间距也没变化。</li><li>● 更换了工装夹具后，问题解决</li></ul> |

## 5.2 Z 轴刚性不足产生刀圈

|      |                                                                                                                                              |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 现象描述 | 用立铣刀加工平面，效果较差，产生刀圈                                                                                                                           |  |
| 问题图示 |                                                            |  |
| 分析   | <ul style="list-style-type: none"><li>● 主轴自身跳动及刀摆；</li><li>● 机床由于地基或地脚问题导致的本体震动；</li><li>● 刀具自身问题；</li><li>● Z 轴的刚性或平衡缸问题导致震动。</li></ul>     |  |
| 解决方法 | <p>此案例通过对以上原因的逐一排查，发现由于 Z 轴刚性问题导致，通过优化调整 Z 轴增益参数解决。</p>  |  |

### 5.3 精优曲面功能的容差设置不合理导致的刀圈

|      |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 现象描述 | 用立铣刀铣工件平面时，有明显且密集的刀圈                                                                                                                                                                                                                         |  |
| 问题图示 |                                                                                                                                                            |  |
| 分析   | <ul style="list-style-type: none"><li>● CAM 生成程序问题</li><li>● 精优曲面的容差设置过大</li></ul>                                                                                                                                                           |  |
| 解决方法 | <ul style="list-style-type: none"><li>● 通过模拟检查加工程序，未发现问题；</li><li>● 减小 CYCLE832 中的容差</li></ul> <p>本例将 CYCLE832 中的容差从 0.1mm减小到 0.005mm后，明显的刀圈消失，如下图:</p>  |  |

## 6 参考文献

- 《加工问题分析总结 V2.0》— 石璇, 2018.07
- 《mill and M&D cutting knowledge and experience》— 赵伟, 2018.12
- 《模具加工问题分析汇总》— 王荣新, 2018.04

## 7 作者/联系人

Cao Peng

2019.1.1

## 8 版本信息

| 版本   | 日期       | 修改内容 |
|------|----------|------|
| V1.0 | 2019.1.1 |      |
|      |          |      |
|      |          |      |