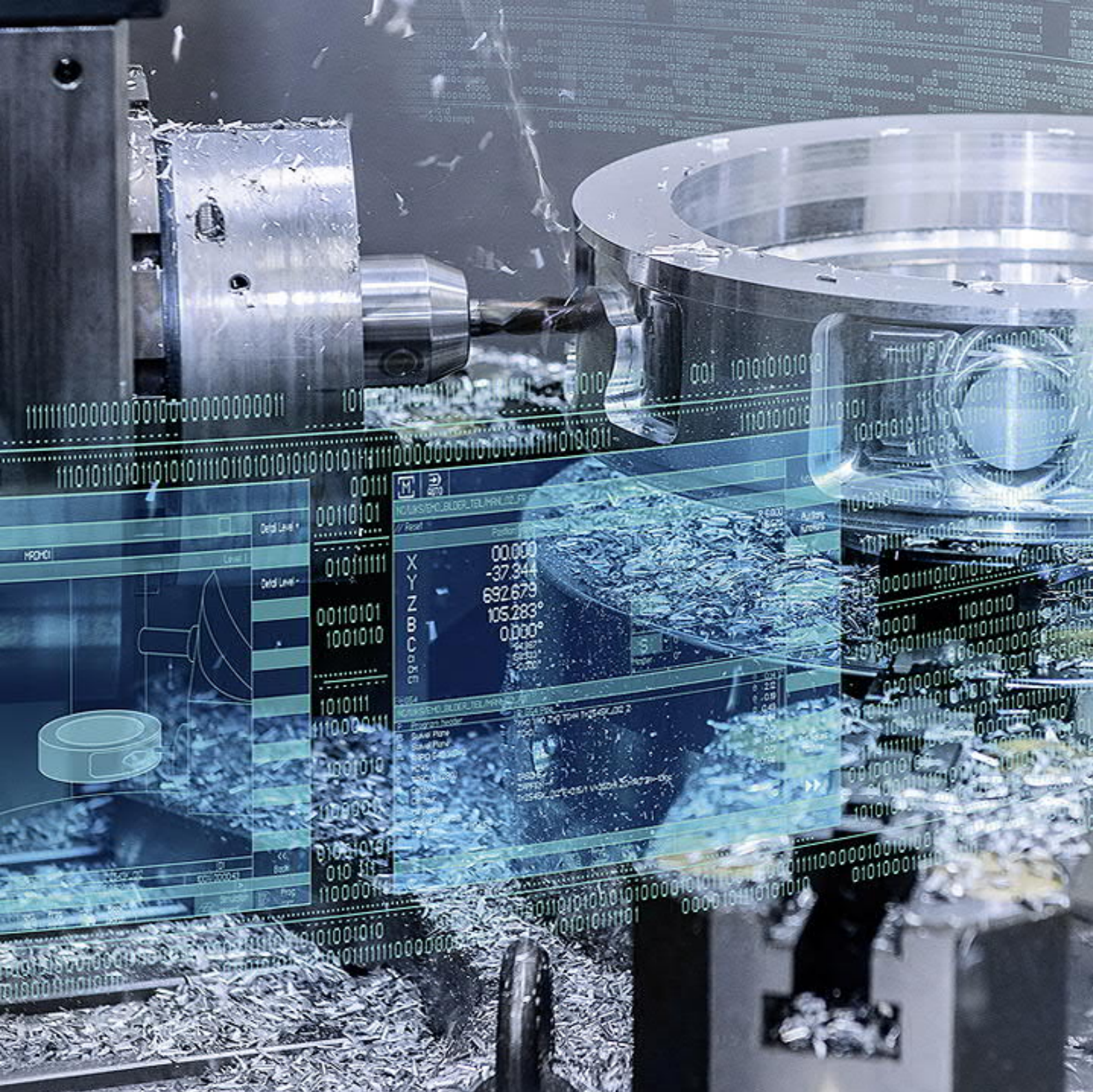




V1.0

SLC DI MC MTS APC

SINUMERIK 模具加工应用包 ——拉丝问题处理方法

SINUMERIK 828D / 840D sl

模具加工中典型问题“拉丝现象”的分析与处理办法

目录

内容

1	概述问题现象	1
2	简要分析	2
3	处理步骤（流程图）	3
4	具体过程	4
5	案例	7
6	参考文献	15
7	作者/联系人	15
8	版本信息	15

免责声明

由于模具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

工件表面加工，本应为高光加工面出现类似拉丝的现象，通常和走刀方向一致，可能出现在某一区域，或表现为一条线。



2 简要分析

对于模具加工出现的表面拉丝现象

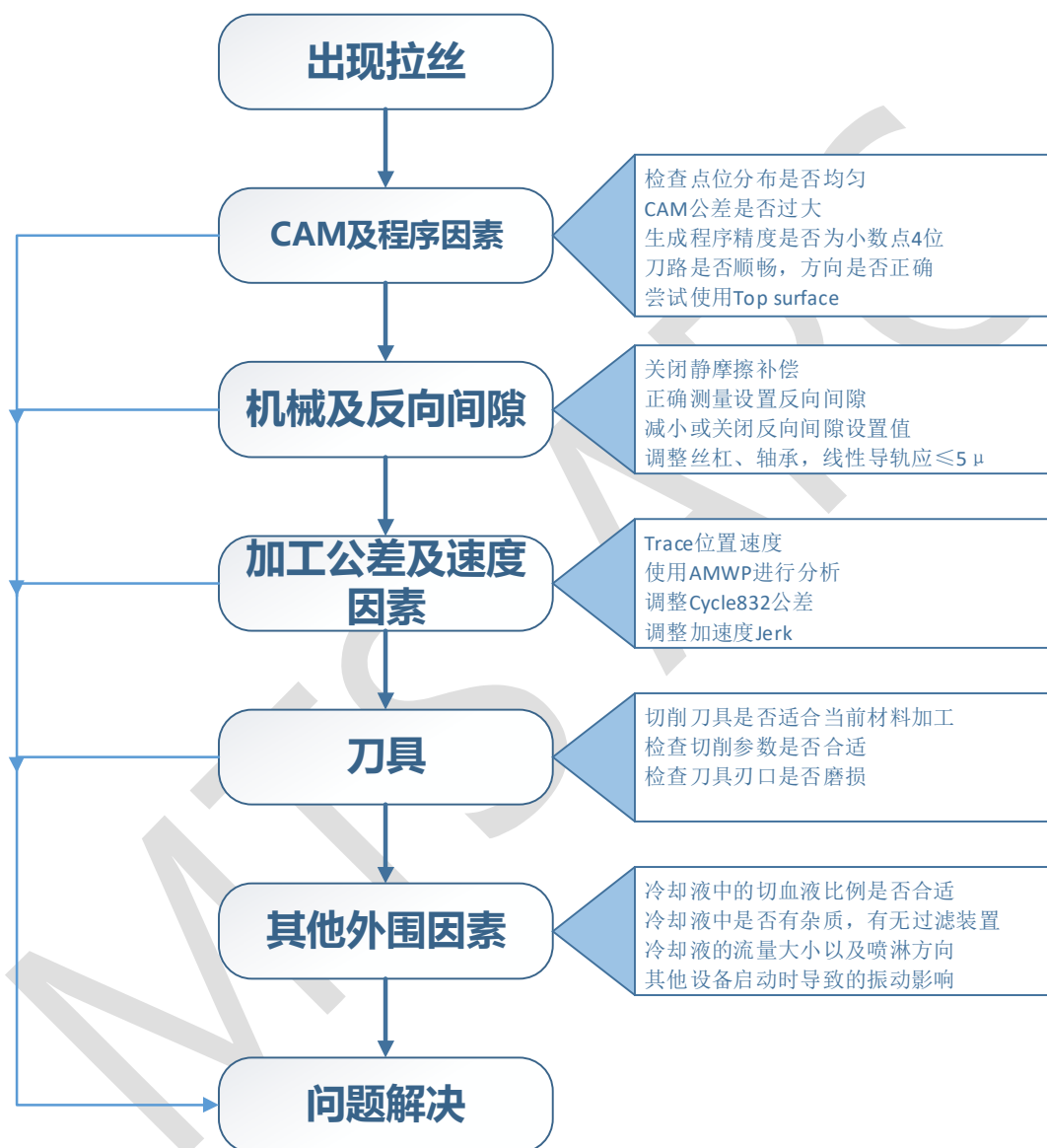
首先，使用球刀加工平面，刀尖的切削线速度接近于 0，如果刀具有磨损、冷却不充分等则易产生拉丝（拖刀现象），因此，应保证刀具锋利、工艺参数正确、冷却充分，此外更加推荐使用两齿球刀进行此类加工。

CAM 公差过大，及反向间隙、摩擦补偿过大，是导致拉丝问题最多的因素；

其它因素还包括速度因素、刀具及冷却因素、cycle832 公差设置、及外围设备振动影响等。

	分析
程序(CAM)	CAM 软件公差设置过大； 或生成刀路带有多余的点位（导致轴细微位移），即产生坏点导致拉丝，点位分布不均匀。
机械及反向间隙	轴的反向间隙补偿或摩擦补偿值过大，导致轴换向时反向补偿产生大的加速位移；
速度因素	加速度及加加速度设置过大导致的振动。
刀具及冷却	刀具破损、过度磨损，线速度与进给值不匹配,都可能在工件表面产生拉丝； 冷却不充分、冷却液存在杂质，也会导致拉丝；
公差	Cycle832 公差设置过小，导致运行时在程序点位密集和稀疏时速度变化大；
外围设备	机床自身振动，或外围设备启动，或周围其他设备导致的机械振动。

3 处理步骤（流程图）



4 具体过程

本文使用软件 Analyze MyWorkPiece 分析程序点位、刀路、Trace 记录的速度及位置。



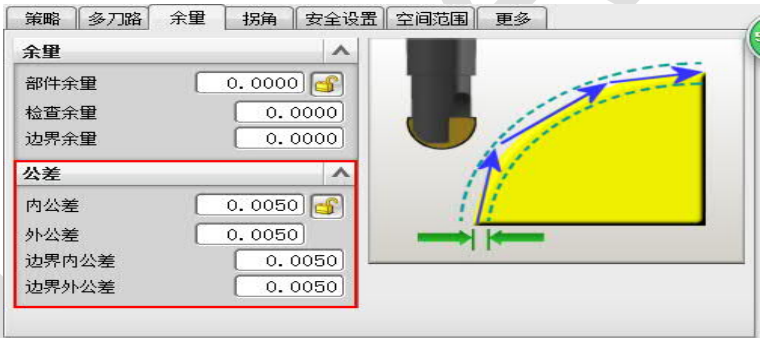
4.1 程序(CAM)

CAM 后处理生成 NC 程序时，建议使用容差和点分布：

	容差	5 轴 OTOL	点分布距离
粗加工	0.05 -- 0.1 mm	0.3 度	
半精加工	0.01 – 0.05 mm	0.15 度	
精加工	0.002-0.006 mm	0.01 – 0.1 度	0.3 – 0.5 mm

- 公差

程序公差大容易导致产生不理想的点位，在加工时就会产生因这些不理想点位导致的振动，从而影响表面质量；因此，程序编写时应采用合适的公差，如公差 1 μ

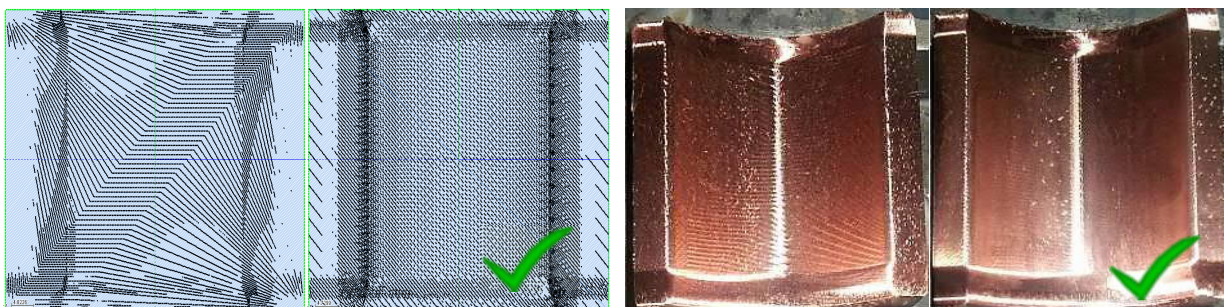


程序精度

三轴加工程序，直线轴（X，Y，Z）的数据精度至少要保证小数点后 4 位

- 点位分步

一个好的加工程序的点位分布应该是均匀的，越均匀的点位分布对加工越有利于表面质量



- 如果暂时无法修改刀路、程序等，可使用 Top surface 代替 Advance surface 进行切削，TS 会对程序中的不理想的点位、刀路进行重新优化，但解决问题的根源还应是良好的点位分布及刀路。

4.2 机械及反向间隙

- 关闭静摩擦补偿

不要使用轴的静摩擦补偿！静摩擦补偿为 MD32500、MD32520、MD32540 的参数组合，MD32500=0 使该轴静摩擦补偿失效。

- 反向间隙

使用千分表或激光干涉仪精确检测反向间隙值（MD32450），重点检测 Z 轴，如果方向间隙过大（线轨应不大于 0.005mm），则应进行必要的机械调整，如丝杠预拉伸及轴承调整等，如无法调整，可尝试设置值为实际反向间隙的一半，或关闭反向间隙进行适切。



调整前反向间隙大



调整后间隙小

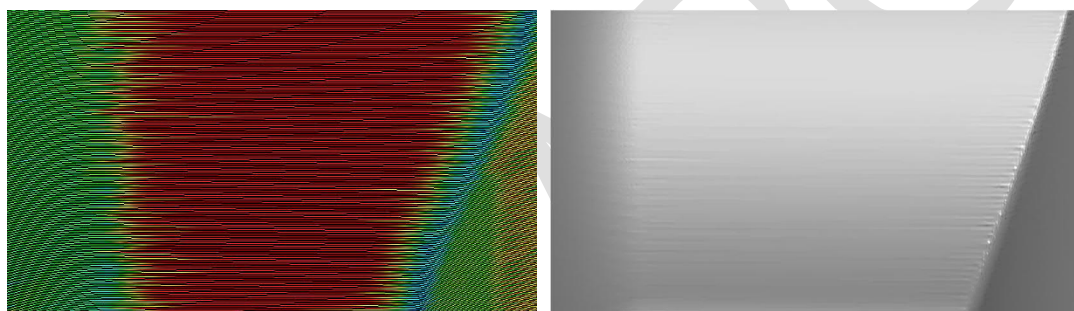
4.3 加工公差及速度因素

不理想的 cycle832 公差，及轴的加速度（加加速度）在曲率变化大的加工区域会导致速度（加速度）突变，不恒定的加工速度对表面质量影响极大，这也是导致拉丝的重要原因之一。

可通过 Trace 问题程序的 XYZ 轴位置及速度变量，保存后使用程 AMWP 进行速度（加速度）分析，AMWP 可还原各轴实际位置及速度，如下图：

可通过调整加工公差、三轴加加速度 Jerk，使加工速度更加趋于一致，避免降速或突然加速的情况发生。

公差通过 Cycle832 进行设置，三轴加加速度 Jerk，通过三轴的 MD32431 设置；



4.4 刀具

- 检查刀具是否适合切削材料；
- 不合适的主轴转速和进给速度，会造成某些加工区域行程拉刀，应根据加工材料、刀具信息计算主轴转速及进给速度；

检查刀具刀口是否磨损，并分析出现拉丝问题的刀具切削部位接触位，球刀中心点的线速度接近于零，此时加工的光洁度较差，当刀具不够锋利，很容易出现拉丝现象；

4.5 其他外围因素

- 冷却液冷却能力不足，造成刀刃积蓄热量，产生积屑瘤，或刀具磨损等；
- 其他设备如水冷机、油冷机、空压机、空调，这些设备在启动时的振动频率，或工作频率引发的微小振动都会造成表面质量瑕疵。

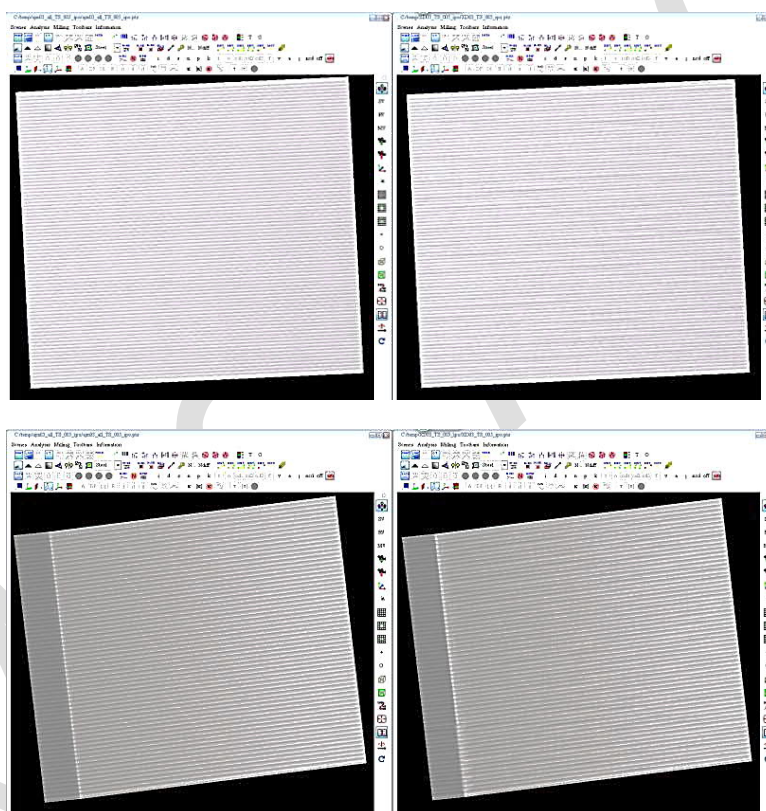
5 案例

5.1 CAM 程序导致拉丝—程序为小数点后 3 位

现象描述：工件表面有拉丝现象。

问题分析：

如下面四组图形所示，所有左侧的程序均由 4 位小数的程序模拟而成，右侧程序均为 3 位小数的程序模拟而成。从对比图可明显看出左侧的表面较平顺，右侧的明显有拉丝现象。



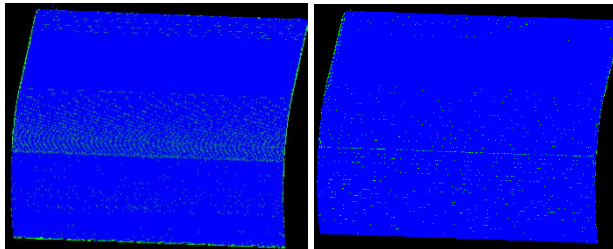
解决方法：使用 4 位小数的程序精度生成程序后，加工，问题解决。

5.2 程序点位分布不均匀—例 1

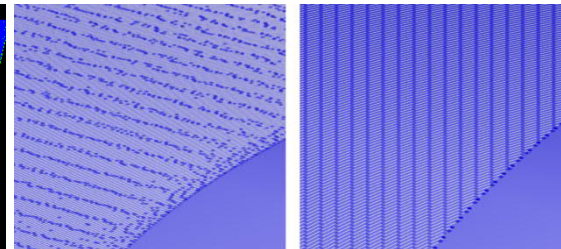
现象描述：工件表面质量不好，有拉丝现象。

问题分析：使用软件查看程序的点位分布如下，不够均匀。与重新生成均匀点位的对比。

原始程序，点位分布不均



修改后程序，点位分布均匀



解决方法：使用重新生成均匀点位后的程序加工，问题解决。

原始程序加工



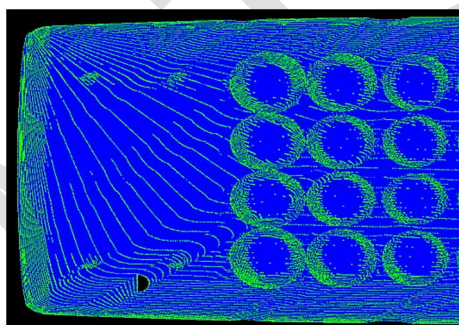
修改后程序加工



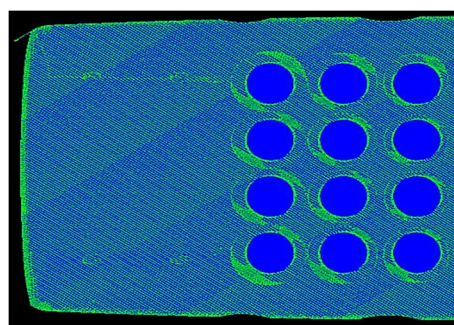
5.3 程序点位分布不均匀—例 2

现象描述：工件表面质量较差。

问题分析：检查程序点位，发现原始程序点位分布杂乱，使用 CAM 重新生成程序，对比如下



原始程序，程序点位分布杂乱



新程序，程序点位分布较均匀

实际加工结果也是如此，使用新的点位分布均匀的程序，表面效果明显提升：



原始程序加工效果



新程序加工效果

解决办法：重新生成点位均匀的刀路程序，加工后问题解决。

5.4 刀路问题导致的拉丝

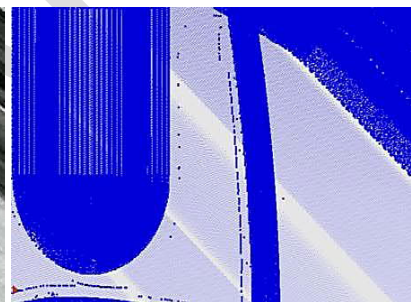
现象描述：平面亮线条：在平面上局部光洁度不同于整体。



问题工件



问题放大图



CAM 程序

问题分析：程序后处理步距不一致导致的光洁度不一致问题。

解决办法：编程时注意参数设定，调整刀路处理方式。修改均匀步距重新生成程序加工后问题解决。

5.5 使用臻优曲面代替精优曲面解决点位分布不均匀

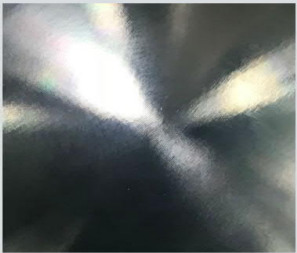
现象描述：加工半球形工件，工件材质 6061 铝合金，弧形表面有麻点，拉丝现象严重

问题分析：检查程序刀路及点位，发现点位分布并不均匀，造成对加工表面质量的影响

解决方法：

- 修改 CAM 程序，使点位均匀分布
- 使用 Top Surface（臻优曲面）代替 Advance Surface（精优曲面）

本例使用 Top Surface 再次加工，公差与 Advance Surface 相同：0.005mm

	未使用臻优曲面(Top Surface)	臻优曲面(Top Surface)
公差	0.005mm	0.005mm
加工时间	30min38s	30min32s
加工图片		
结论	- : 有麻点 - : 拉丝现象严重	+ : 没有麻点 + : 没有拉丝痕

5.6 机械问题导致的拉丝

现象描述：龙门机床加工一个平面，Y 轴以之字形走刀，过程中有 Z 轴抬起动作，在 Z 轴抬起的地方有明显的接刀痕，如图 1：



图 1

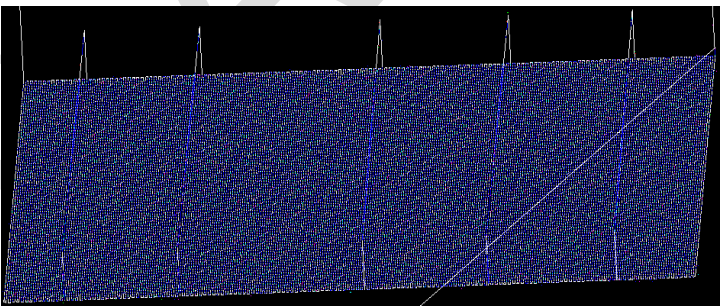
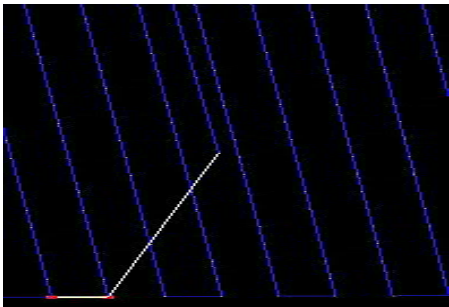
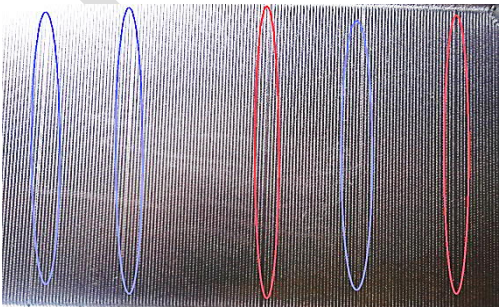


图 2

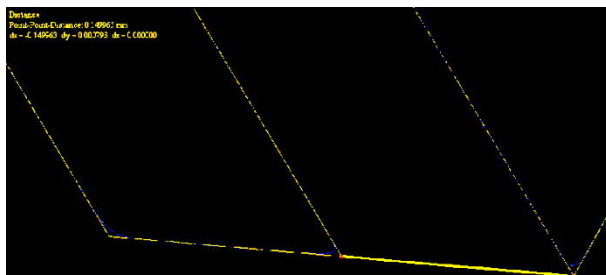
问题分析：使用 AMWT 观察程序，发现总共有 5 次抬刀路径，如图 2 所示：

仔细观察工件发现 5 条接刀痕中，有三条是相邻两条刀路之间间距过小（下图蓝色圈所示），有两条是相邻两条刀路之间间距过大（下图红圈所示），由此可知接刀痕实际为相邻两条刀路间距不均所致。

分析程序，相邻两条刀路之间的距离都为 0.15mm（包括 Z 轴抬刀处）



使用 trace 功能，trace3 轴的实际位置，实际速度，并将结果导入到 Analyze My Work Piece 中，然后将加工程序也一并叠加在一起进行分析，如下图所示，黄色为程序路径，蓝色为实际 trace 路径。

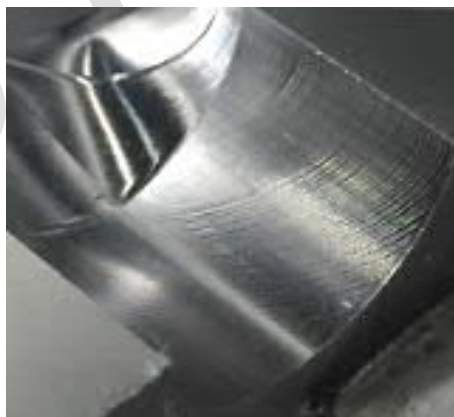


从上图可看出，实际编码器的反馈位置与程序完全吻合，Z 轴抬刀处的间距与其他地方的间距相同，都为 0.15mm，故可判断此问题与系统无关；

观察程序可知，当 Z 轴抬刀后，XY 轴走了一个小斜线插补定位到另一端再进行加工。这个斜线插补 Y 轴的移动量只有 0.15mm，X 轴移动距离很长，故 Y 轴速度会很低。此过程可能会造成 Y 轴机械在传动时产生误差，最终导致“接刀痕”。

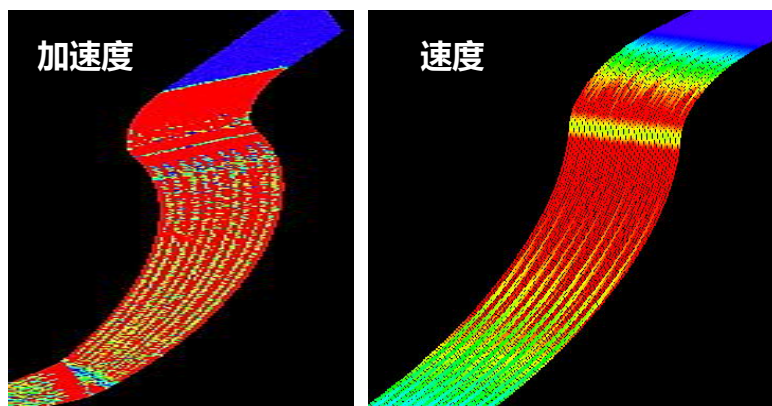
5.7 CYCLE832 公差过小（导致速度不均匀）产生拉丝

现象描述：龙门铣床加工在弧形曲面上出现拉丝现象

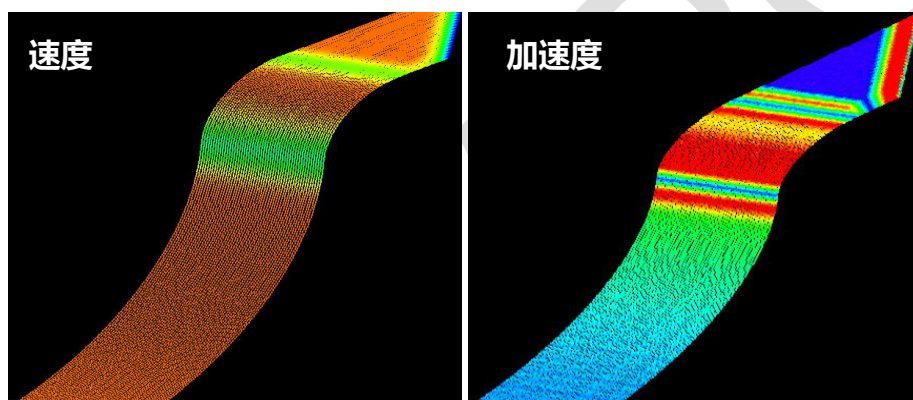


问题分析：

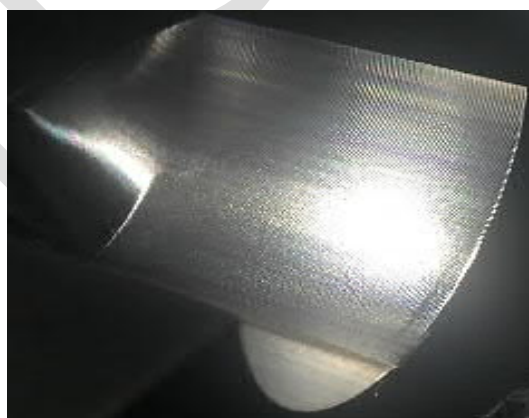
- Trace 轨迹，速度不均匀，速度波动在 2000~3000 间，导入 Analyze My Work Piece 可看到明显速度变化，与工件拉丝一致



b) 修改程序公差 0.002->0.01, 速度如下, 非常均匀:



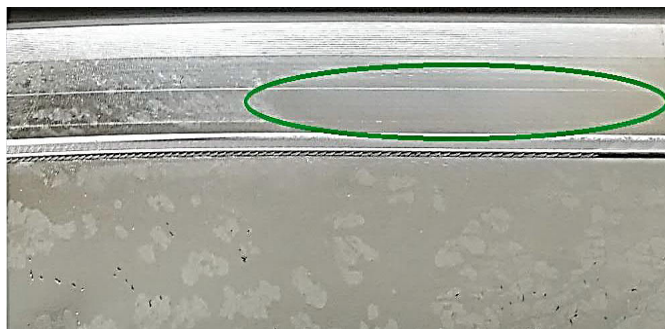
实际切削, 拉丝问题解决



点位过于密集的模具加工程序在用高速高精 (AS) 处理的时候, 如果公差设置的太小, 会造成速度变化不均匀, 容易引起拉丝。

5.8 外围（油冷机启动）振动导致拉丝

现象描述：模具加工表面偶尔会出现一条类似拉刀的纹路，或深或浅。

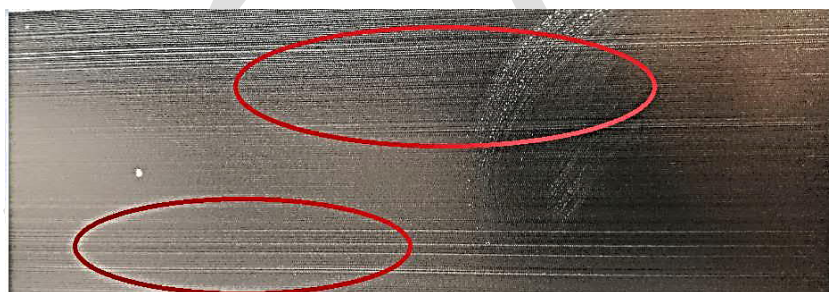


问题分析：模具表面类似平面，Z 轴没有明显的换向，而且程序步距一样，主轴转速与进给速度匹配，不存在拖尾现象，寻找偶发的外围影响因素。

解决方法：主轴油冷机启动的振动影响，将主轴油冷机设置为室温同调后，问题解决。

5.9 地基不佳传递振动导致拉丝

现象描述：平面加工在不确定的位置有拉丝



问题分析：客户的程序是往复走刀，Z 方向没有抬刀，不存在方向间隙，而且拉丝位置不是固定的

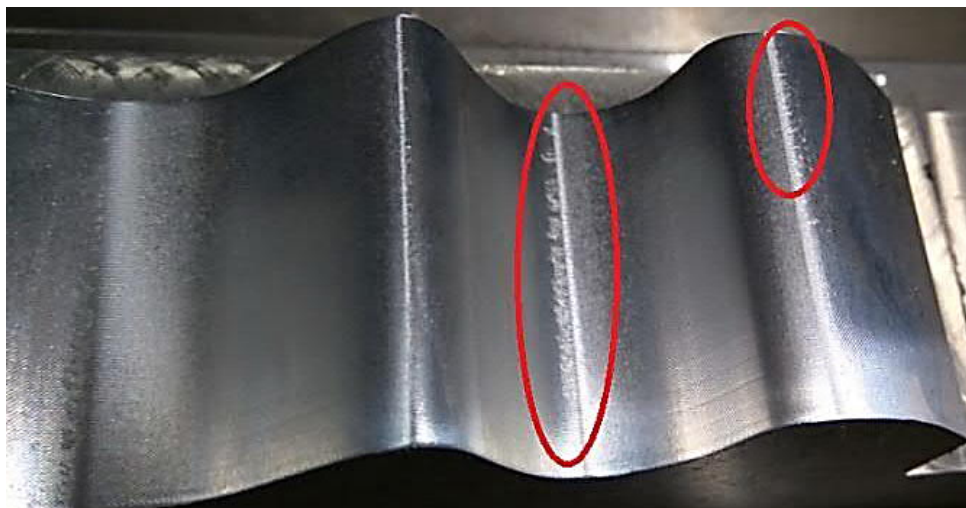
怀疑与油冷机有关系，与机床震动有关，与 Cycle832 选择有关系

问题解决：对上面三个问题进行逐一排查，最后确认与机床震动有关系，由于客户的地基很差，旁边的普通立加在开粗，站在机床边上，明显感觉到机床震，暂停立加加工，平面加工效果明显改善。



5.10 冷却液浓度导致拉丝

现象描述：在曲面爬坡过渡处有类似“拉丝”的现象。



问题分析：

冷却液中切削液比例不合适

冷却液中有杂质

解决方法：更换冷却液，更换冷却液后，“拉丝”现象消失



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

2019.3.15

8 版本信息

版本	日期	修改内容
V1.0	2019.3.15	第一版