

V1.0

SLC DF MC MTS APC

铣削加工典型问题分析 --攻丝

SINUMERIK 828D / 840D sl

铣削加工典型问题分析“象限”的分析与处理方法

目录

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	9
6	参考文献	10
7	作者/联系人	10
8	版本信息	10

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。

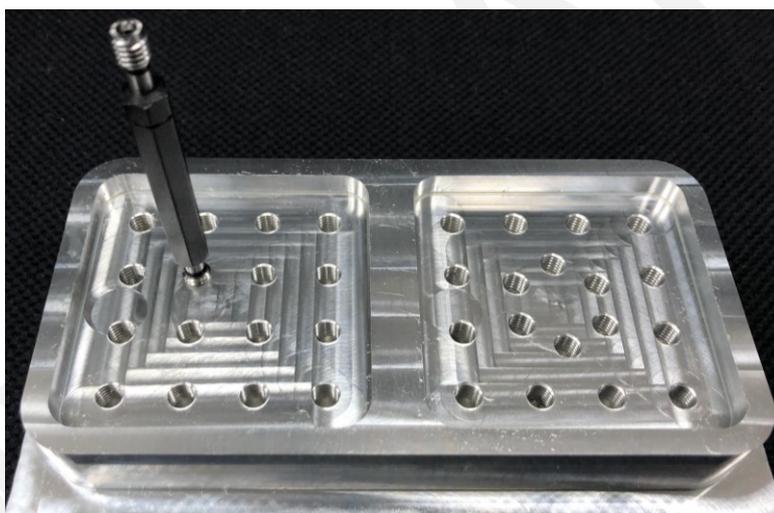
版权声明

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

攻丝问题主要包括加工中出现乱牙、无牙、断丝锥、主轴报警等问题现象。



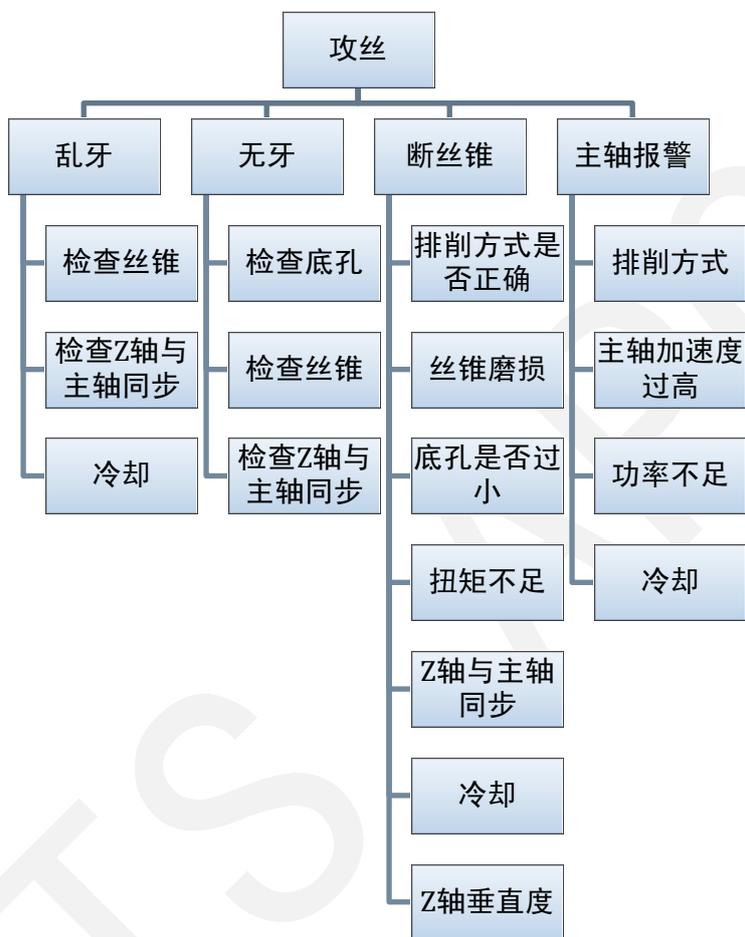
2 简要分析

乱牙及无牙，主要为 Z 轴和主轴不同步，丝锥磨损，底孔过大等；

断丝锥，主要原因是异常的切削力造成；

主轴报警，攻丝时功率不足，利用率到达 100%等。

3 处理步骤



4 具体过程

4.1 乱牙

- a) 检查丝锥是否磨损，使用正确，是否存在跳动，底孔是否合适；
- b) 检查 Z 轴与主轴同步（跟随误差），参考 4.6；
- c) 确保排屑方式正确，参考 4.5；
- d) 检查 Z 轴垂直度，机床水平等
- e) 检查冷却液，根据加工材料选择冷却液（油）。

4.2 无牙

- a) 检查底孔尺寸是否合适；
- b) 检查丝锥是否正确；
- c) 检查 Z 轴与主轴同步（跟随误差），参考 4.6；

4.3 断丝锥

- a) 检查丝锥排削方式是否正确，参考 4.5，
- b) 丝锥是否磨损；
- c) 检查底孔是否过小；
- d) 如果是大丝锥，计算攻丝扭矩，监控或查看主轴扭矩曲线图，检测是否扭矩不足，参考 4.8；
- e) 检查 Z 轴与主轴同步（跟随误差），参考 4.6；
- f) 检查冷却液，根据加工材料选择冷却液（油）。
- g) 检查 Z 轴垂直度，机床水平等

4.4 主轴报警

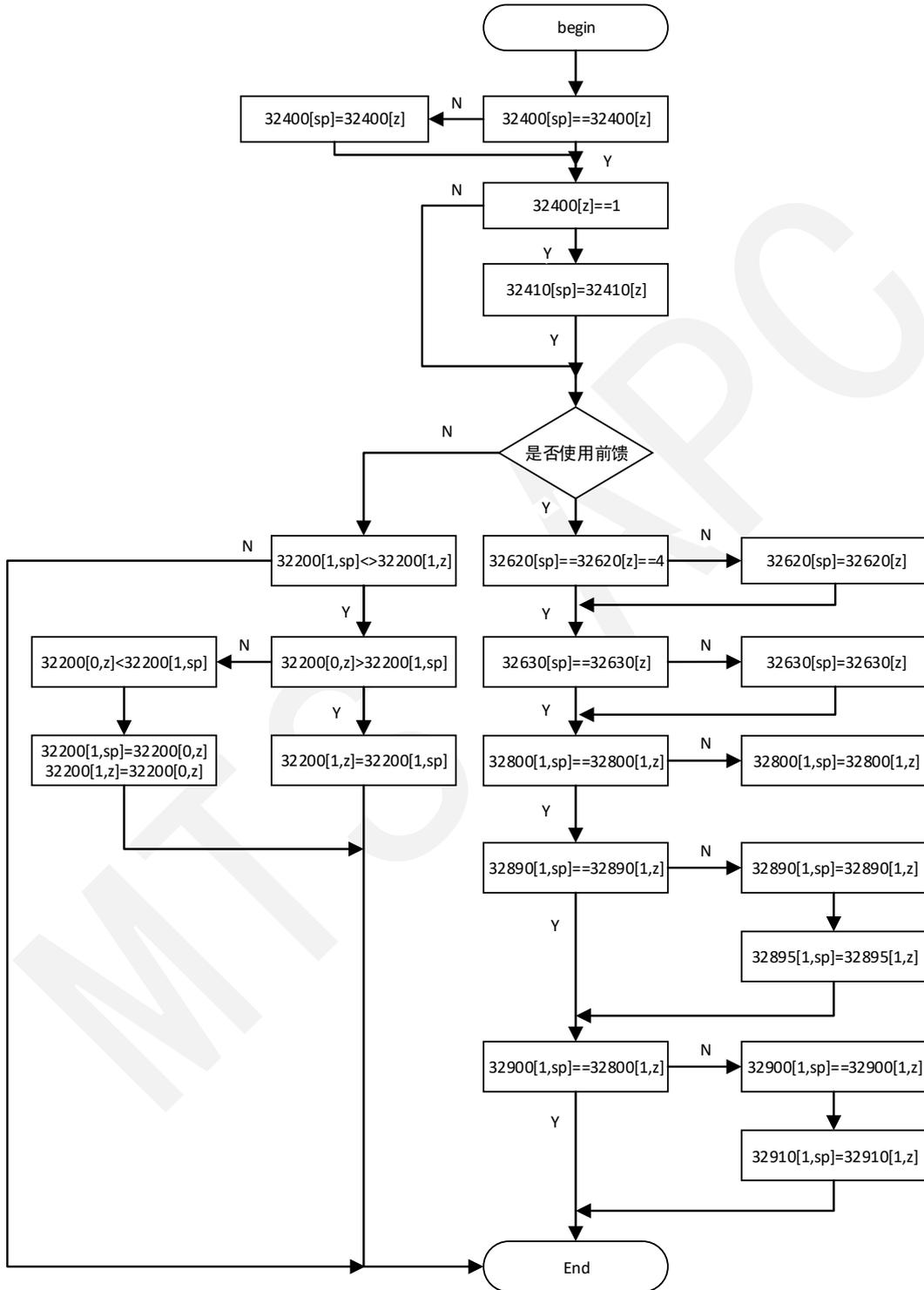
- a) 检查丝锥排削方式是否正确，参考 4.5，是否磨损；
- b) 检查主轴攻丝加速度是否过高（MD35210），导致利用率达到 100%；

- c) 按攻丝转速对比主轴电机功率曲线，攻丝转速尽可能靠近额定转速以保证主轴工作在高功率区；
- d) 检查冷却液，根据加工材料选择冷却液（油）。

4.5 直槽丝锥与螺纹丝锥区别，适用场合

	直槽丝锥	螺纹丝锥
排屑方式	碎屑向下	丝屑向上
适用于	通孔	盲孔

4.6 检查 Z 轴与主轴同步—Z 轴与主轴跟随误差一致



检查参数:

- 力矩控制时间 MD32800: 取最大力矩控制时间 (MD32620=4 时, 开启前馈生效)
Z: MD32800[0]与 SP: MD32800[1]同取最大时间填入各轴 MD32800[1]
- 轴位置环增益 MD32200: 取各轴最小增益 (未激活前馈)
Z: MD32200[0]与 SP: MD32200[1]同取最小增益填入两轴 MD32200[1]
- 轴冲击限制 MD32400、MD32402、MD32410, 所有轴应一致, 取最大值;
- 速度控制时间 MD32810: 取最大速度控制时间 (MD32620=3 时, 开启前馈生效)
Z: MD32810[0]与 SP: MD32810[1]同取最大时间填入各轴 MD32810[1]
- 轴参考频率 P1433: 取各轴最小频率 (V4.7 前版本)
Z: P1433[0]与 SP: P1433[0]同取最小频率填入两轴 P1433[0]

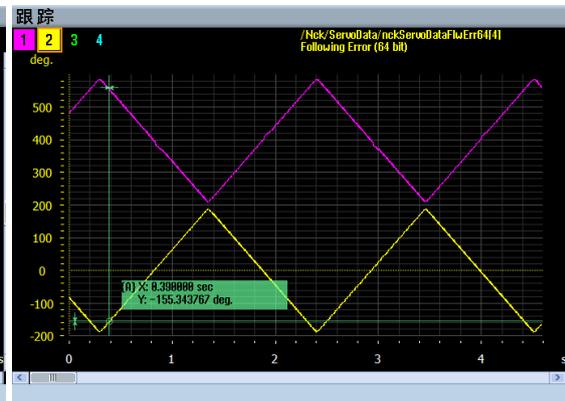
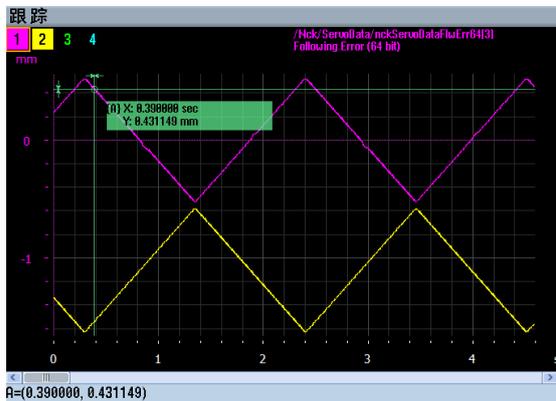
Z 轴与主轴跟随误差: **Z 轴跟随误差** \approx **主轴跟随误差 / 360 * 牙距** (测试时使用牙距 1 易于计算)

检测程序如下:

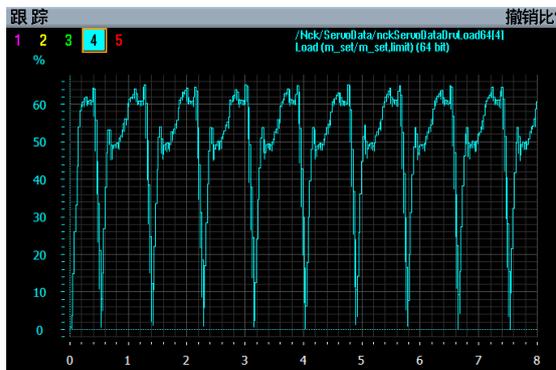
```
G01F1000
SUPA D0 G90 Z-50
FFWON
M19
SOFT
LAB:
G331 Z-75 S3200 K1
G332 Z-50 S3200 K1
Repeat LAB P9
M30
```

Trace 变量:

变量	注释	
:a/nckServoDataFlwErr64[3]	Following Error (64 bit)	Z 轴跟随误差
:a/nckServoDataFlwErr64[4]	Following Error (64 bit)	主轴跟随误差
/nckServoDataContDev64[4]	Contour deviation (64 bit)	主轴轮廓偏差
/nckServoDataDrvLoad64[4]	Load (m_set/m_set,limit) (64 bit)	主轴利用率



Z 轴跟随误差=0.431149，主轴跟随误差 155.34，换算： $155.34/360*1=0.4315 \approx 0.431149$ 。



主轴利用率不可超过 90%，通过降低主轴加速度 MD35210、或降低加加速度 MD32431 值，可使利用率降低，立加、小型龙门机床推荐值如下：

	皮带传动主轴	直连主轴
MD35210	100 (调整范围 80~120)	120 (调整范围 100~150)
32431[0]	600 (调整范围 400~800)	800 (调整范围 400~1000)
32431[1]	600 (调整范围 400~800)	800 (调整范围 400~1000)
32431[2]	600 (调整范围 400~800)	800 (调整范围 400~1000)
32431[3]	300 (调整范围 200~400)	400 (调整范围 200~500)
32431[4]	150 (调整范围 50~200)	200 (调整范围 100~300)

大型主轴应适当降低以上参数

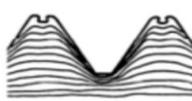
4.7 切削丝锥与挤压丝锥

挤压丝锥是通过金属的塑性形变加工螺纹，是无屑加工工艺，适用于铜铝不锈钢中低碳钢，且一般只适用于小规格的螺纹，一般使用在小于 M3 的螺纹；

切削丝锥是通过切削方式加工螺纹，有容屑槽，切削丝锥可分为直槽丝锥、螺旋丝锥。

直槽丝锥：直槽一般用于粉末状切削的材料、通孔、刚性好，切屑往孔内排（向下）；

螺旋丝锥：螺旋一般用于切屑呈条状的材料、盲孔，切屑往孔外排（向上）。

切削丝锥	有屑攻丝	工件截面 
挤压丝锥	无屑攻丝	工件截面 

4.8 攻丝扭矩计算

通过计算攻丝所需切削力，可与主轴扭矩曲线图对比，可以确定主轴工作区，快速判断问题。

切削丝锥，所需切削力公式：

$$\begin{aligned} \text{攻丝扭矩} &= \text{切削截面积} * \text{材料比切力} * \text{丝锥大径} / 1000 \\ &= 0.25 * \text{牙距}^2 * \text{材料比切力} * \text{丝锥大径} / 1000 \end{aligned}$$

挤压丝锥，所需切削力公式：

$$\begin{aligned} \text{攻丝扭矩} &= 1.5 * \text{切削截面积} * \text{材料比切力} * \text{丝锥大径} / 1000 \\ &= 1.5 * 0.25 * \text{牙距}^2 * \text{材料比切力} * \text{丝锥大径} / 1000 \end{aligned}$$

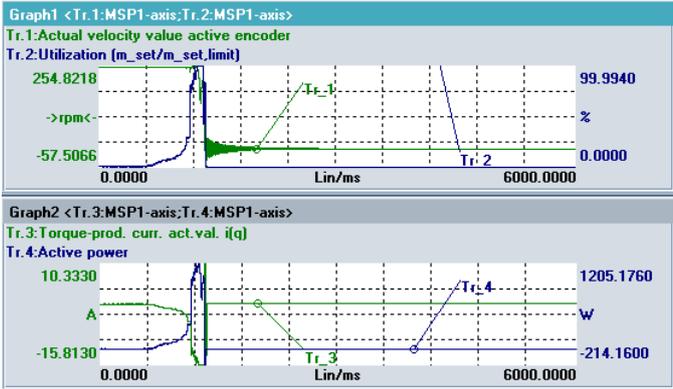
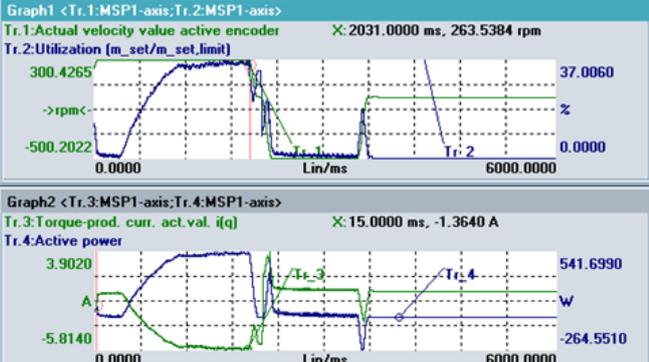
材料比切力，公制标准牙距参考表（来源于网络）

材料代号	材料类别	材料比切力	单位	标准螺距表	
1	抗拉强度小于850N/mm ² 的碳钢、合金钢	2500	N/mm ²	公制标准牙的牙距如下：	
2	抗拉强度小于1100N/mm ² 的碳钢、合金钢	3200	N/mm ²	M1*0.25	M20*2.5
3	抗拉强度小于1400N/mm ² 的碳钢、合金钢	3600	N/mm ²	M1.2*0.25	M22*2.5
4	灰口铸铁	2000	N/mm ²	M1.6*0.35	M24*3.0
5	球墨铸铁	2500	N/mm ²	M2*0.4	M27*3.0
6	铝合金	700	N/mm ²	M2.5*0.45	M30*3.5
7	黄铜	720	N/mm ²	M3*0.5	M33*3.5
8	镍合金及钛合金	4000	N/mm ²	M4*0.7	M36*4.0
9	HRC小于44的淬硬钢、高硬钢	4100	N/mm ²	M5*0.8	M42*4.5
10	HRC小于55的淬硬钢、高硬钢	4700	N/mm ²	M6*1.0	M48*5.0
11	HRC小于60的淬硬钢、高硬钢	5000	N/mm ²	M8*1.25	M56*5.5
				M10*1.5	M64*6.0
				M12*1.75	M72*6.0
				M14*2.0	M80*6.0
				M16*2.0	M90*6.0
				M18*2.5	M100*6.0

如，使用 M10*1.5 切削丝锥，材料为铝合金，则所需切削力为：0.25*1.5²*700*10/1000=3.9375Nm

5 案例

5.1 攻丝排屑问题--案例 1

现象描述	钻攻中心攻 M20 大螺纹出现“25050 主轴轮廓监控”报警，使用 Startup-tool 监控攻丝时主轴的利用率，功率以及电流等，如下图
问题图示	 <p>Graph1 <Tr.1:MSP1-axis;Tr.2:MSP1-axis> Tr.1:Actual velocity value active encoder Tr.2:Utilization [m_set/m_set_limit] 254.8218 ->rpm<- -57.5066 0.0000 Lin/ms 6000.0000 99.9940 % 0.0000</p> <p>Graph2 <Tr.3:MSP1-axis;Tr.4:MSP1-axis> Tr.3:Torque-prod. curr. act.val. i[q] Tr.4:Active power 10.3330 A -15.8130 0.0000 Lin/ms 6000.0000 1205.1760 W -214.1600</p>
分析	<ul style="list-style-type: none"> 当主轴的利用率达到 100%时便会触发轮廓监控，根据上图的最大电流，并查看电机曲线图可得出电机输出扭矩为 38.75Nm，经计算完全满足 M20 螺纹所需扭矩 20Nm，排除电机输出扭矩不够的情况； 更换直槽丝锥，改变排屑方式
解决方法	<p>更换如下图右侧所示刀具，攻丝轻松完成，下图左侧刀具攻丝时有报警。</p>  <p>M20 的螺纹，主轴转速 300RPM，利用率为 37%</p>  <p>Graph1 <Tr.1:MSP1-axis;Tr.2:MSP1-axis> Tr.1:Actual velocity value active encoder Tr.2:Utilization [m_set/m_set_limit] 300.4265 ->rpm<- -500.2022 0.0000 Lin/ms 6000.0000 37.0060 % 0.0000 X: 2031.0000 ms, 263.5384 rpm</p> <p>Graph2 <Tr.3:MSP1-axis;Tr.4:MSP1-axis> Tr.3:Torque-prod. curr. act.val. i[q] Tr.4:Active power 3.9020 A -5.8140 0.0000 Lin/ms 6000.0000 541.6930 W -264.5510 X: 15.0000 ms, -1.3640 A</p>

6 参考文献

- 《加工问题分析总结 V2.0》— 石璇, 2018.07
- 《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	