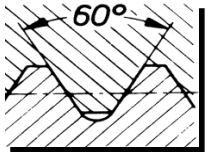
《丝锥札记》

曹福盼@NORIS

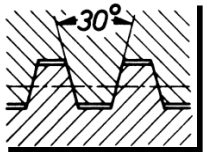
常见的螺纹种类

根据应用场合的不同，螺纹通常可分为三类：紧固螺纹、传动螺纹和密封螺纹。

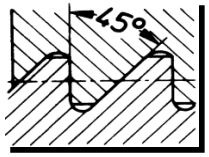
例如：



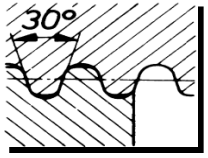
三角螺纹 ↔ 紧固螺纹



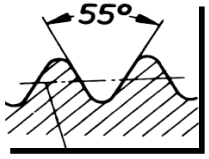
梯形螺纹 ↔ 传动螺纹



锯齿形螺纹 ↔ 用于单侧重载场合



圆管螺纹 ↔ 用于电路和管线部件联接



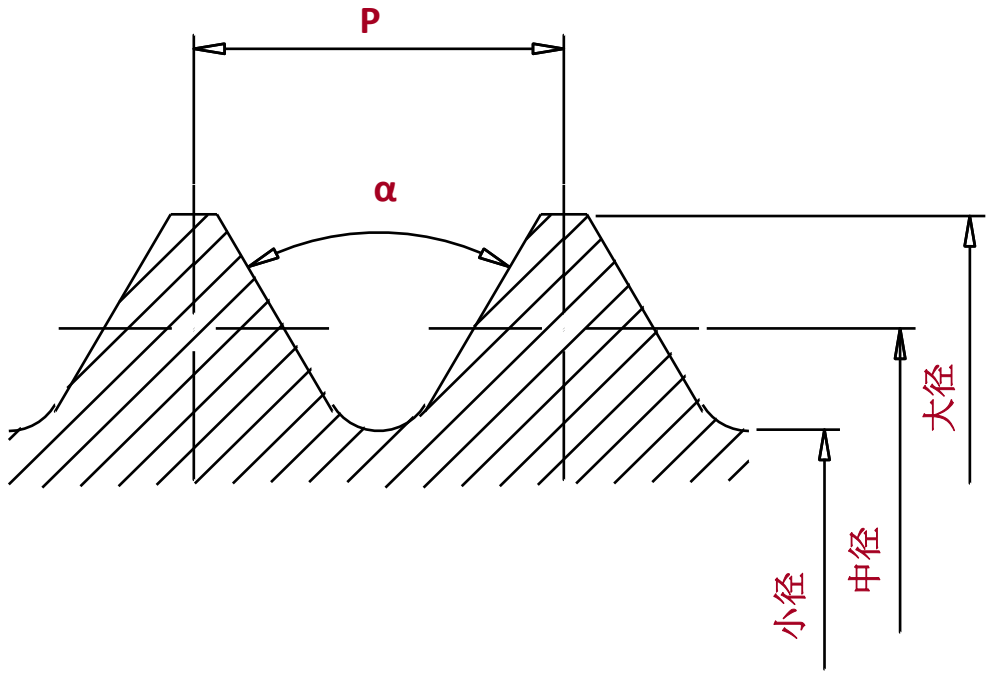
圆锥螺纹 ↔ 用于密封场合

螺纹参数

截面最能体现一种螺纹的基本要素。

包括：

- 大径
- 中径
- 小径
- 牙型角
- 螺距

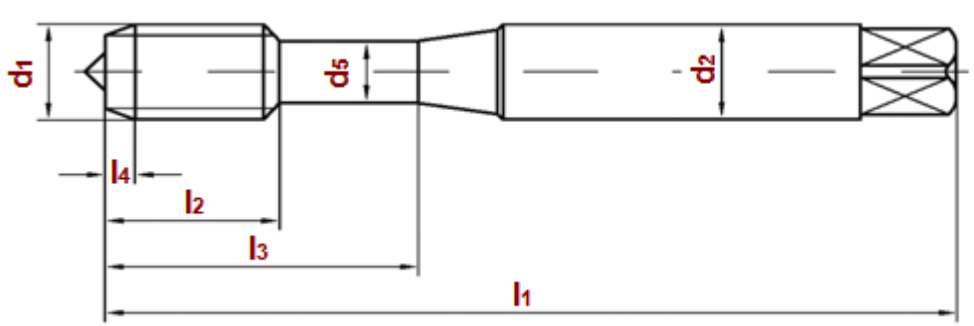


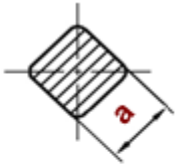
丝锥的常用尺寸

d1 大径
d2 柄径

l1 总长
l2 螺纹长度
l3 有效长度
l4 切削锥长度

a 方头尺寸





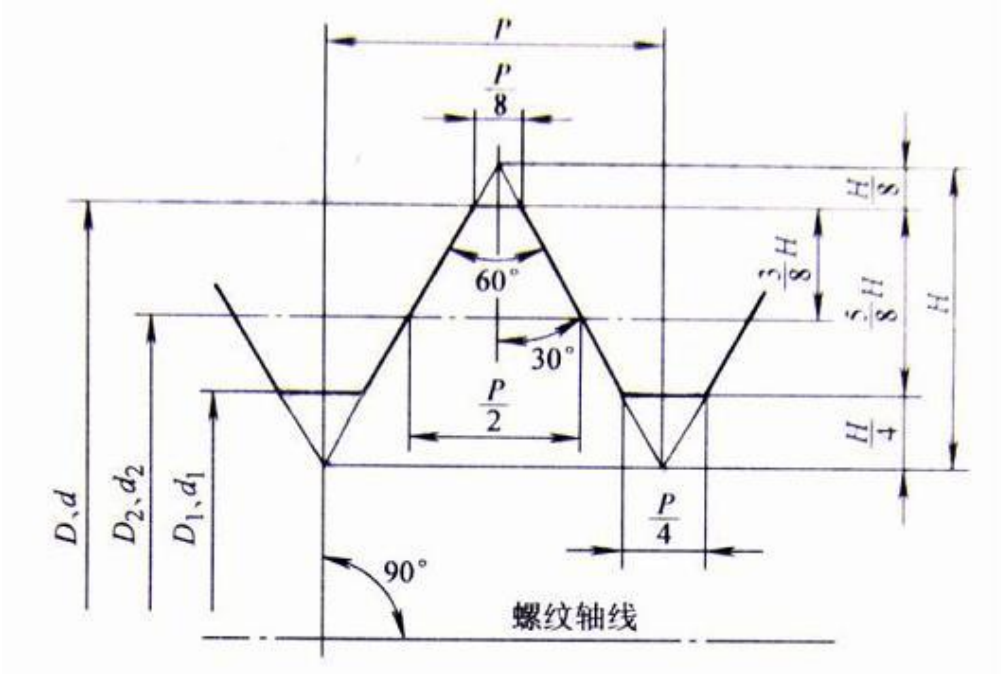
ISO-公制螺纹

定义值：

D = 内螺纹大径
D_2 = 内螺纹中径
D_1 = 内螺纹小径

d = 外螺纹大径
d_2 = 外螺纹中径
d_1 = 外螺纹小径

P = 螺距



标记示例：

公制螺纹标准代号
公称直径 / 大径
螺距（细牙必须标出）
公差

M 48 X 3 ISO2

公制螺纹用丝锥的“公差等级”

常用的三种公差：

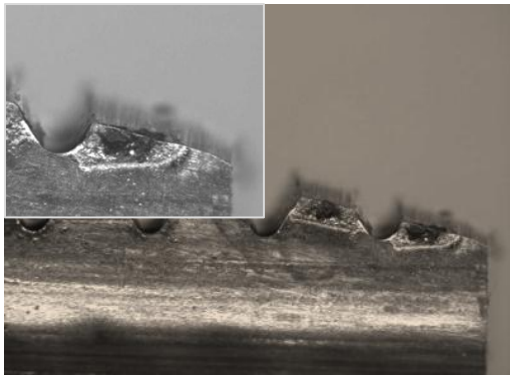
等级：	等级 1	-	等级 2	-	等级 3
标记：	ISO1	-	ISO2	-	ISO3

丝锥选用何种公差等级应根据内螺纹的公差而定！

如无特别说明，NORIS丝锥的等级与内螺纹公差的匹配如下表示：

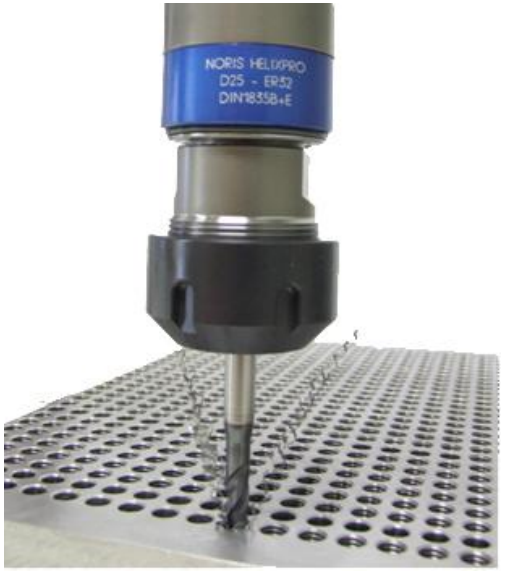
等级 1	**ISO 1**	适用于内螺纹公差 **4H、5H**
等级 2	**ISO 2**	适用于内螺纹公差 **6H、4G、5G**
等级 3	**ISO 3**	适用于内螺纹公差 **7H、8H、6G**

攻丝进程中应留意的五个方面：

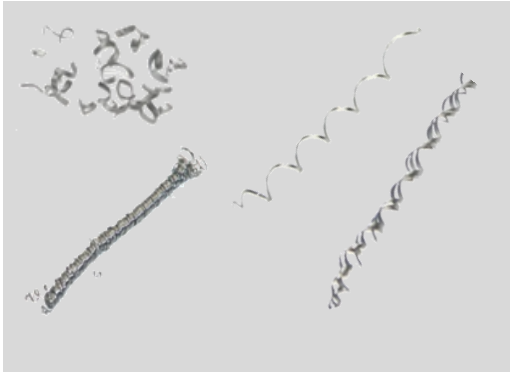


丝锥磨损

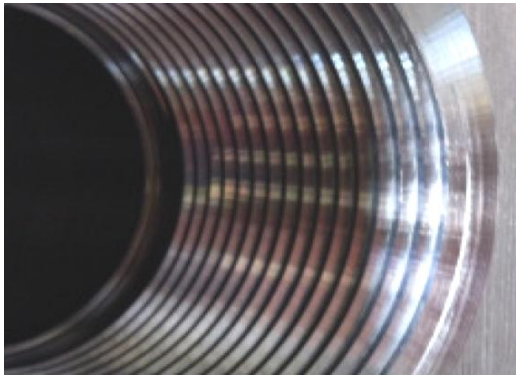
攻丝扭矩



操作状况



切屑形状



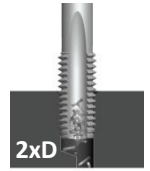
螺纹表面粗糙度

制造高性能丝锥的四个要点：

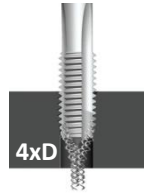
- 丝锥基材
- 几何角度
- 生产工艺
- 丝锥涂层

排屑槽的样式

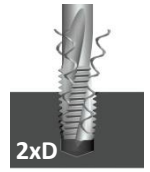
直槽适合较浅的盲孔和通孔螺纹



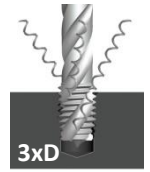
螺尖丝锥特别适合通孔螺纹，但禁止用于盲孔！



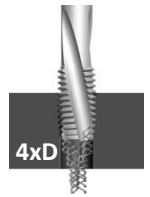
15° 、20° 、25° 和 30° 螺旋槽适合较浅的盲孔



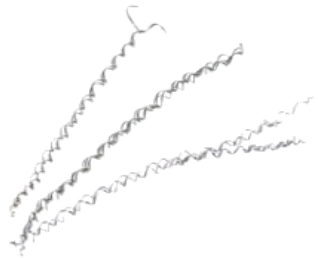
38° 、 42° 、 45° 和 50° 螺旋槽特别适合深孔螺纹



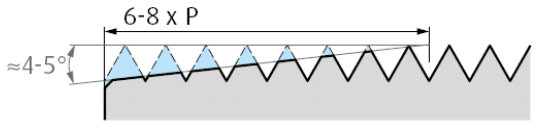
螺旋槽左旋为特殊工况下的通孔螺纹而设计
切屑从前端排出，类似于螺尖丝锥！



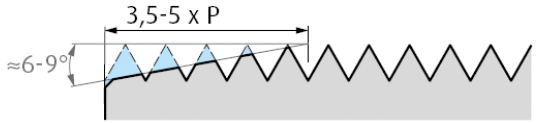
切屑的形式



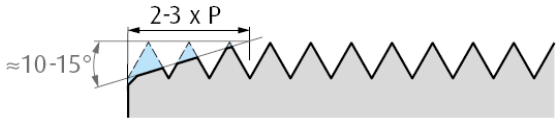
切削锥样式



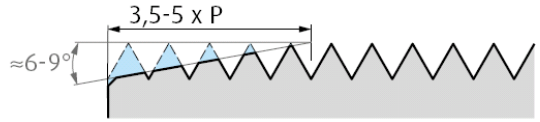
A型 – 切削锥较长，一般适用于较浅的通孔螺纹



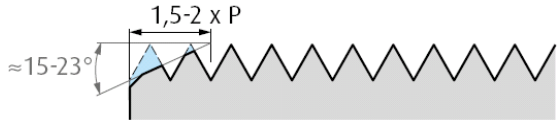
B型 – 头部带螺尖，通常用于中、长切屑的通孔螺纹



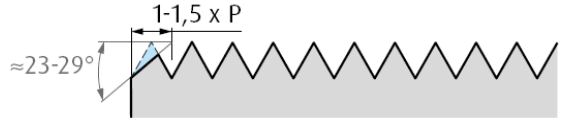
C型 – 最常见的一种，多用于盲孔螺纹，适合大多数材料



D型 – 头部不带螺尖，或直槽或螺旋槽，可用于盲孔及通孔螺纹



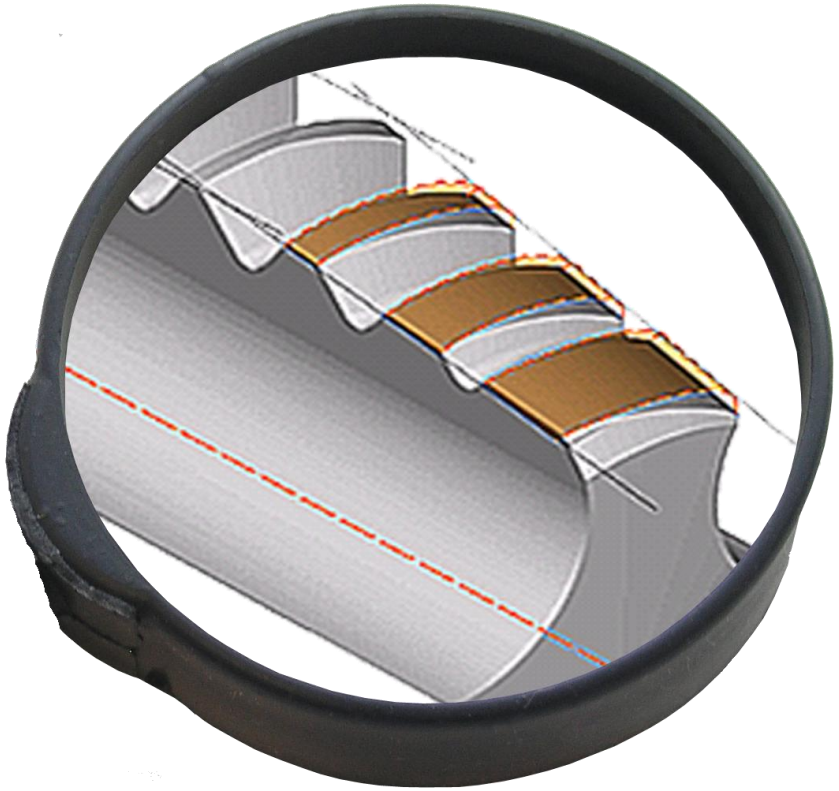
E型 – 短牙，通常用于螺纹孔底退刀长度受限的盲孔攻丝



F型 – 超短牙，如有可能（比如铣螺纹），应尽量避免使用

后角

为了既避免后刀面过早的磨损，又确保丝锥退刀时可靠地“剪断”切屑，因此，适当的后角是十分必要的。



后角举例：

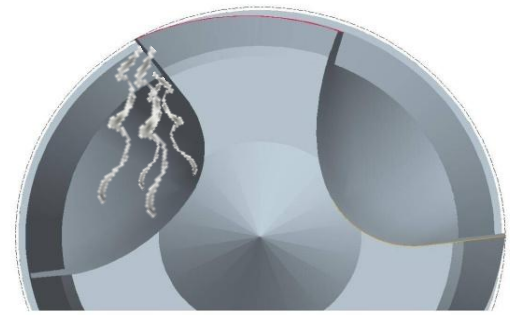
盲孔用丝锥：	1° 30`
通孔用丝锥：	2° 30`

想一想：

为什么通孔用丝锥后角会大一些呢？

前角

前角很大程度上决定了切屑的形状！



前角的大小一般取决于两个方面：

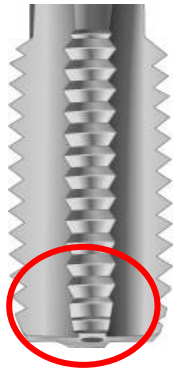
- 被加工材料
- 丝锥的样式

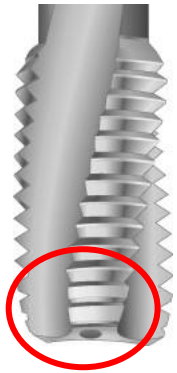
被加工材料	前角
抗拉强度＜850 N/mm²的钢件	12°-15°
铝合金、青铜、黄铜等有色金属	17°-20°
抗拉强度＜1100 N/mm²的钢件	5°-8°
抗拉强度＜1400 N/mm²的钢件	6°-9°
钛及钛合金	7°-10°
不锈钢	15°-18°
高硬度材材料 ＞55HRC	-12°- -15°
镍基合金钢	-2°- -5°

需要指出的是：前角的大小一般都是根据经验得来的。

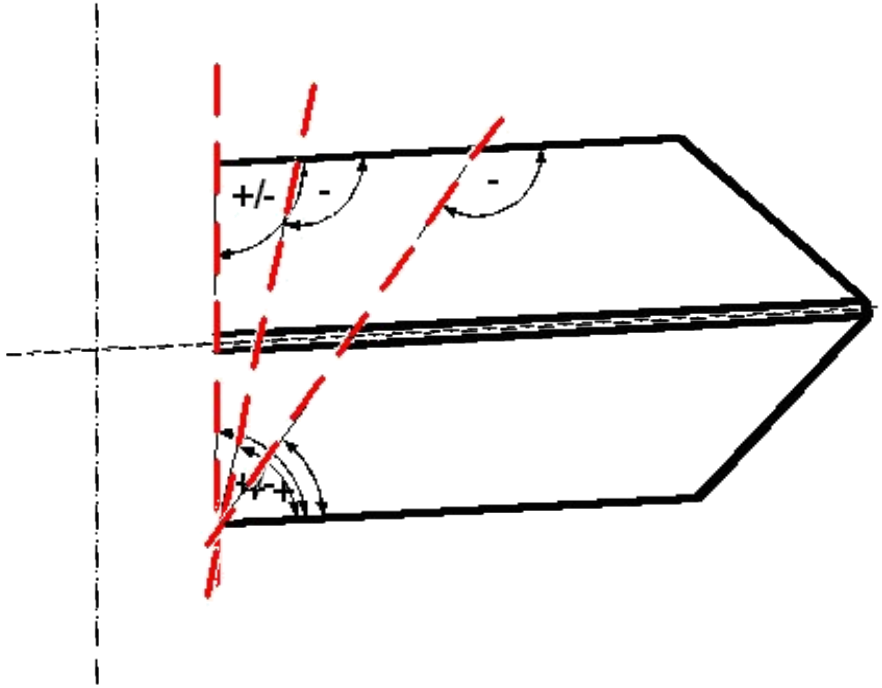
换句话说，最佳的前角都是一次次试出来的。

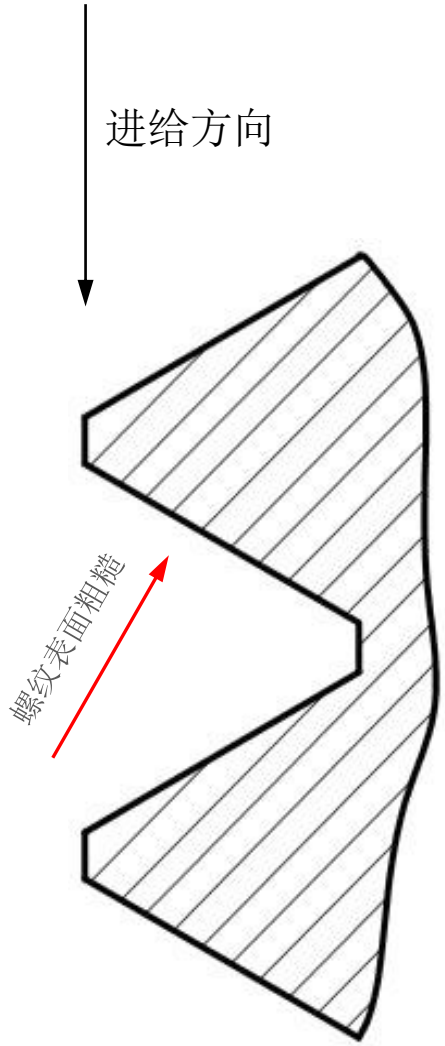
螺旋槽角度对前角的影响



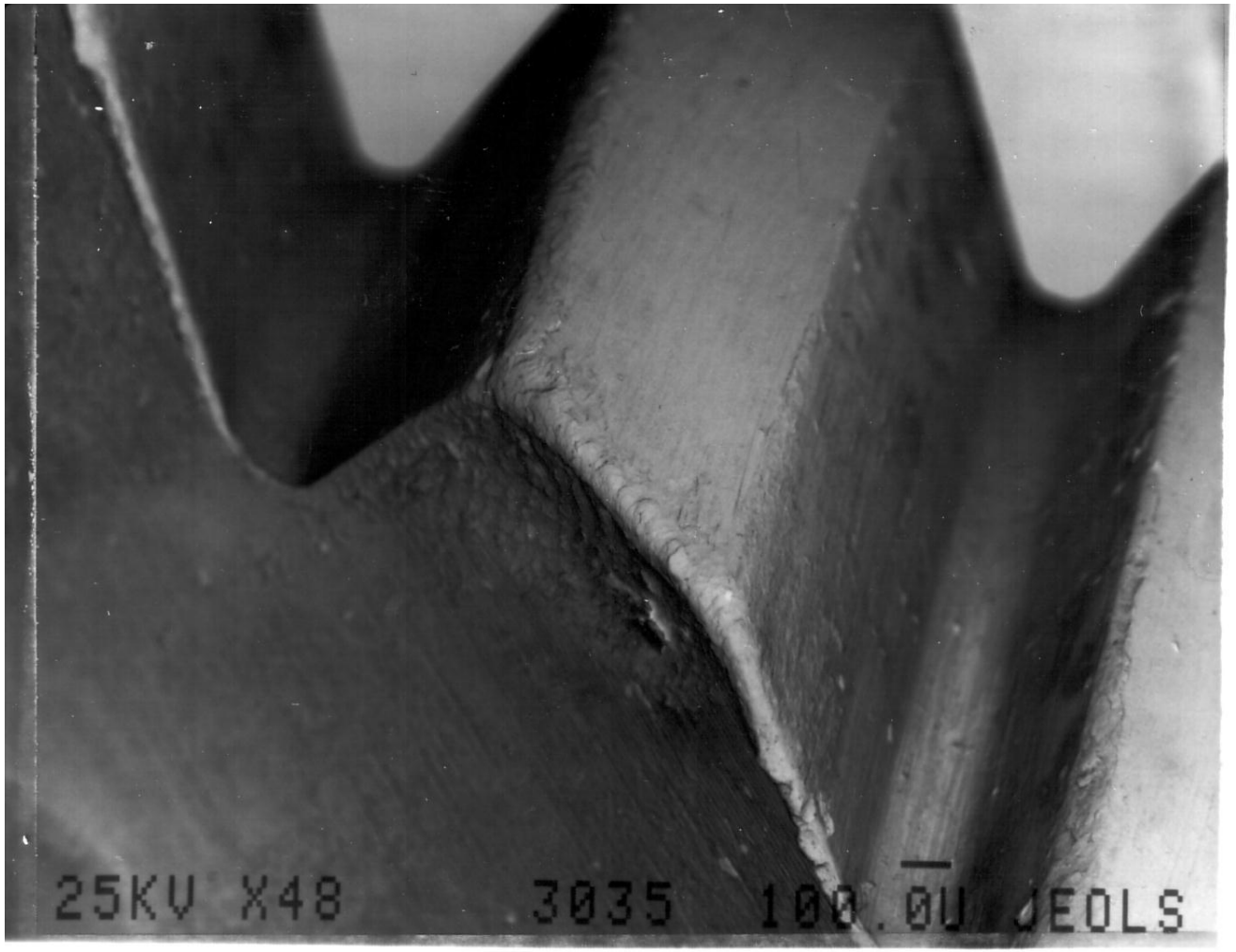


- 螺旋槽角度越大，切削齿尾部倾斜越严重，即刀口越钝



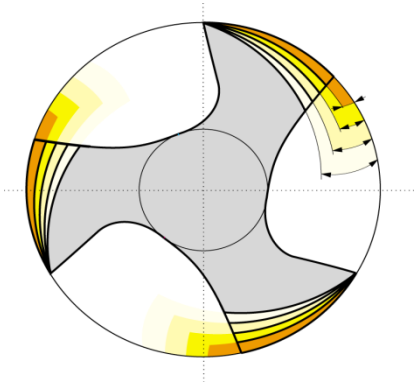


刃口放大图



齿侧容隙 / 后角

丝锥切屑齿的背部，在大径和中径上留出适当的容隙



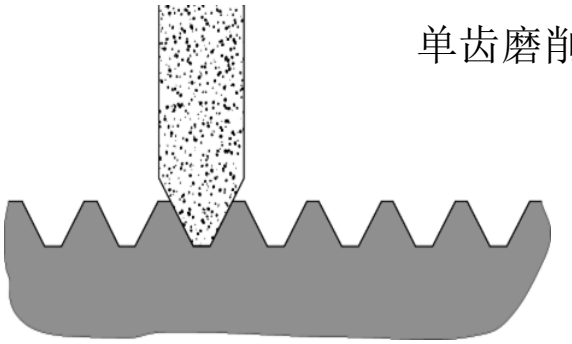
容隙大小取决于：

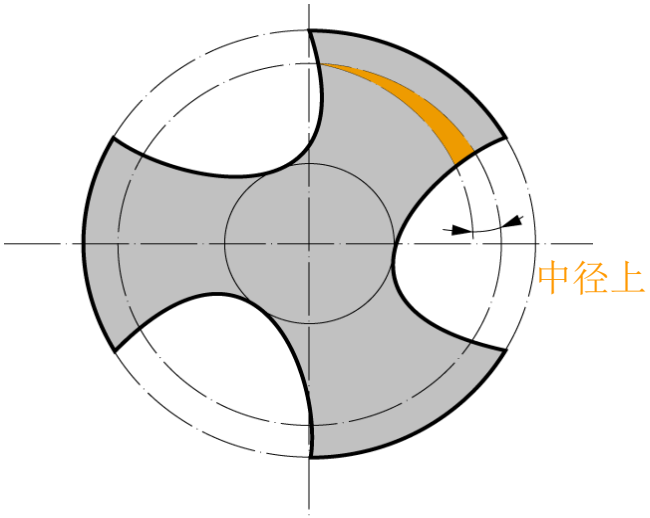
- 被加工材料
- 攻丝设备
- 攻丝夹具

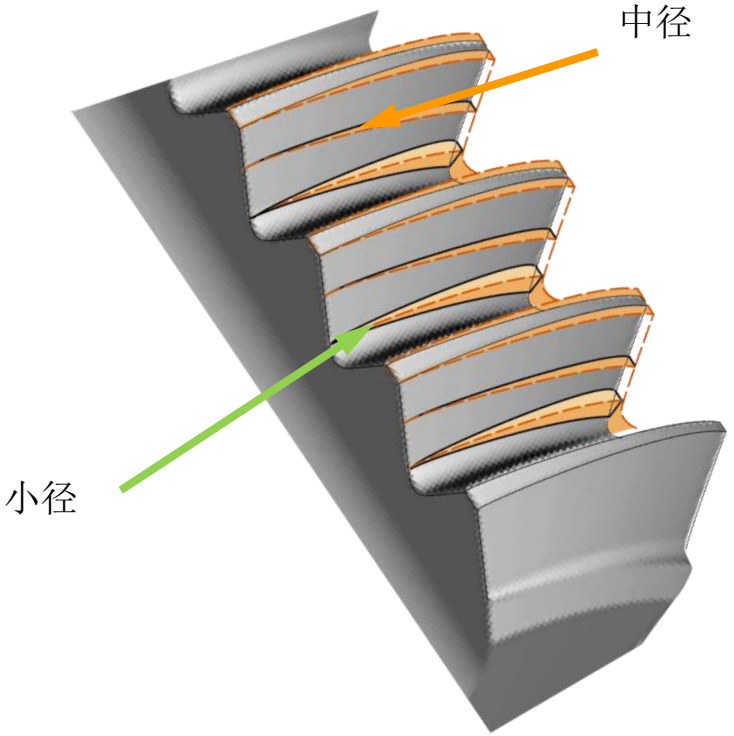
在CNC机床尤其是普通攻丝设备上攻丝时，丝锥必须要进行可靠的导向和对螺纹的修正，因为，合理的齿侧容隙特别重要！

磨削方式

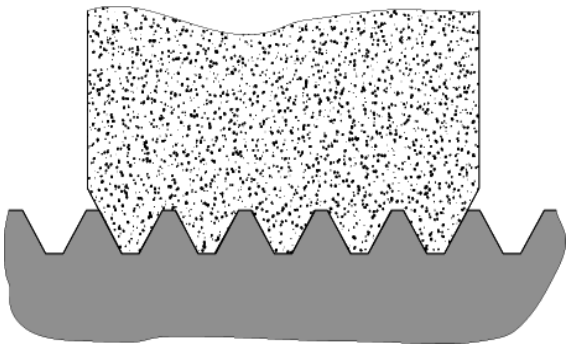
单齿磨削 – 只能同时磨削中径和小径上的齿侧后角



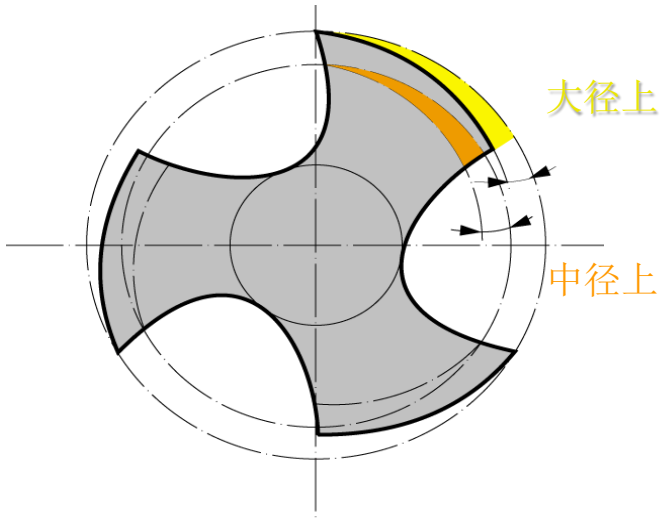


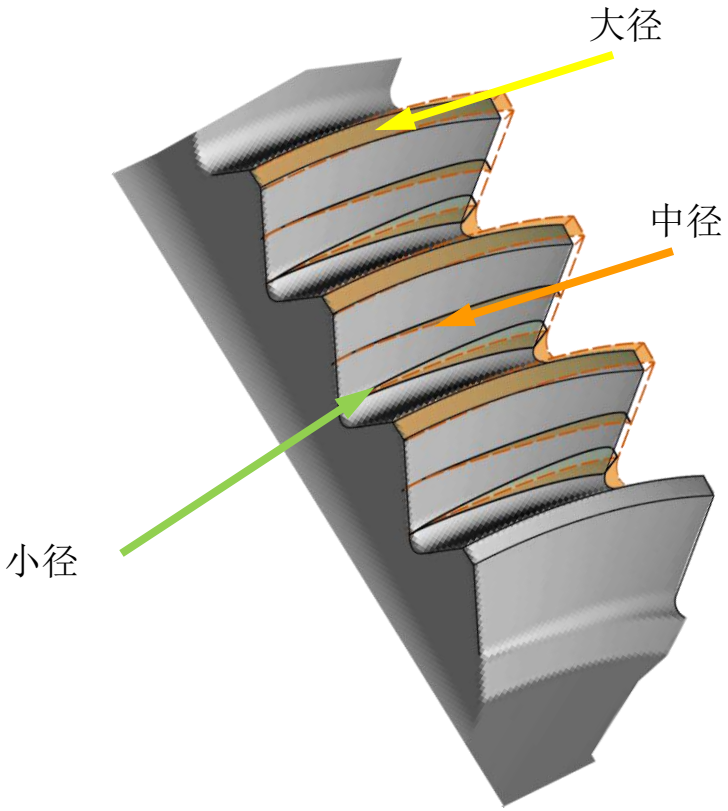


磨削方式



多齿磨削 – 能同时磨削大径、中径和小径上的齿侧后角





齿侧容隙的选用

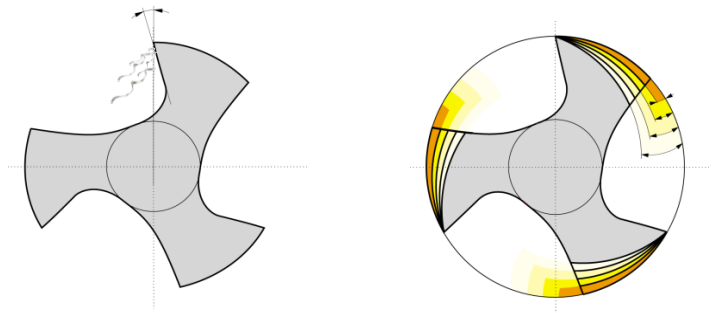
如何正确的选用合适的齿侧容隙

- ☞ 加工较软材料时，为保证良好的导向性，容隙不宜太大
- ☞ 加工比较黏刀的材料（如不锈钢等）时，为了减小摩擦，容隙应取较大值
- ☞ 机床带同步主轴时，容隙可适当增大

大容隙意味着低摩擦，因此，高速攻丝成为可能。同时，丝锥寿命往往也会有所提高。

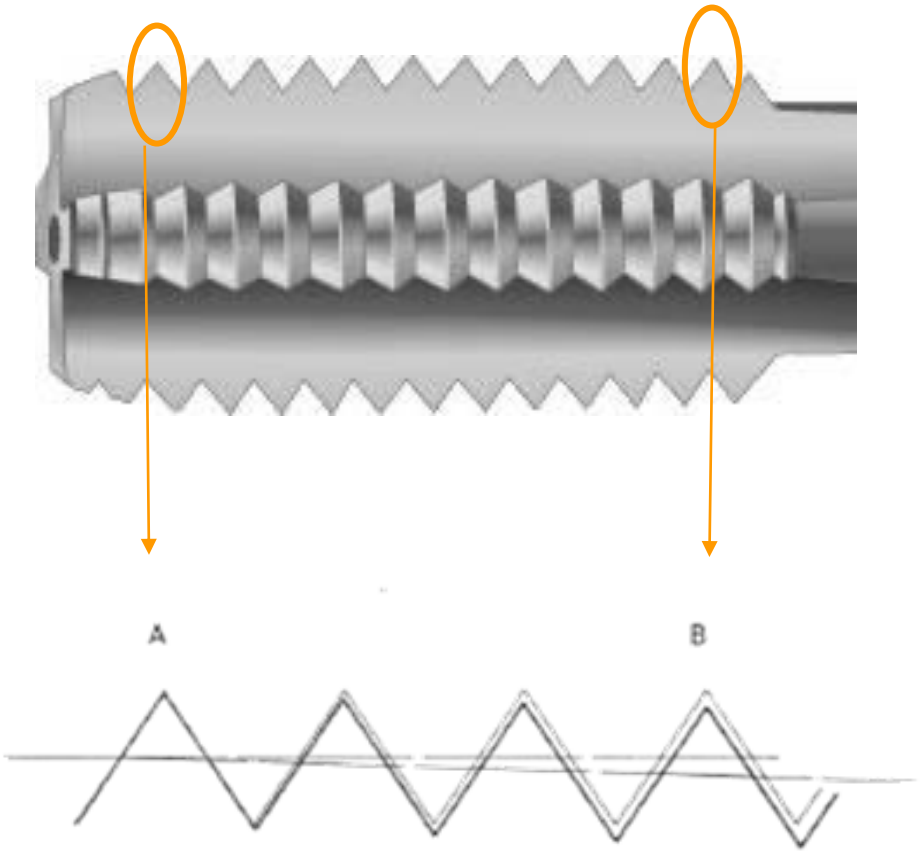
提示：容隙值的设定通常取决于经验！

前角和齿侧容隙



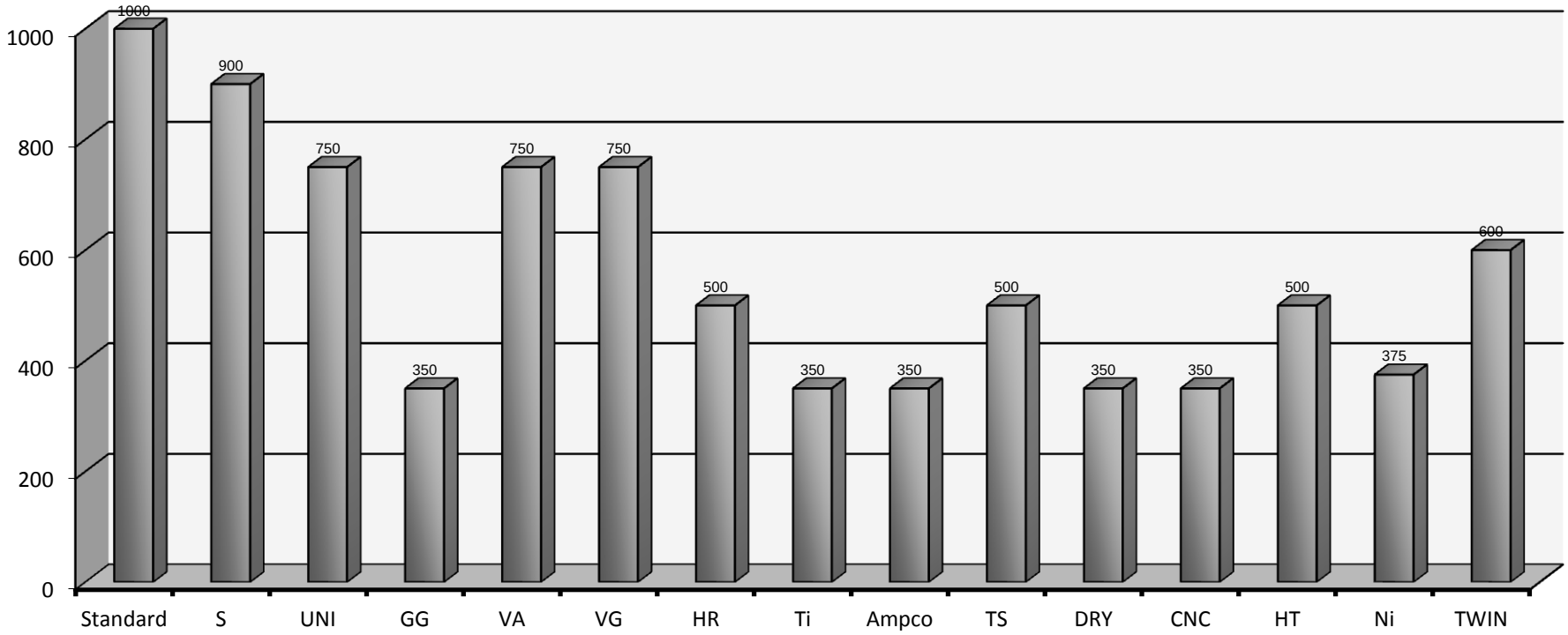
被加工材料	前角	齿侧容隙
抗拉强度＜850 N/mm²的钢件	12°-15°	1
铝合金、青铜、黄铜等有色金属	17°-20°	0,5
抗拉强度＜1100 N/mm²的钢件	5°-8°	0,7
抗拉强度＜1400 N/mm²的钢件	6°-9°	4
钛及钛合金	7°-10°	5
不锈钢	15°-18°	2,5
高硬度材材料 ＞55HRC	-12°- -15°	5
镍基合金钢	-2°- -5°	13

丝锥的缩径

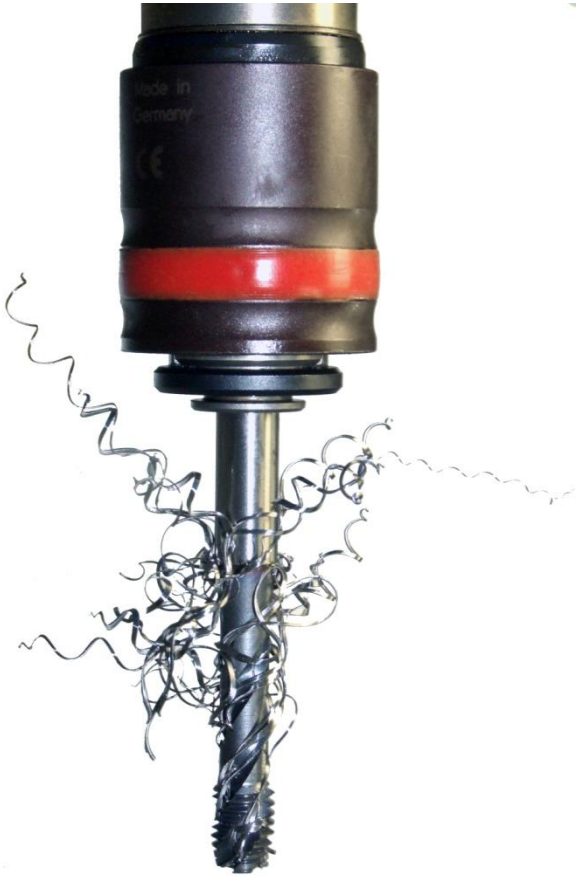


通用型	1:1000
不锈钢	1:750
中等硬度	1:750
高硬度	1:500
钛、镍合金	1:350
铸铁、CNC	1:350

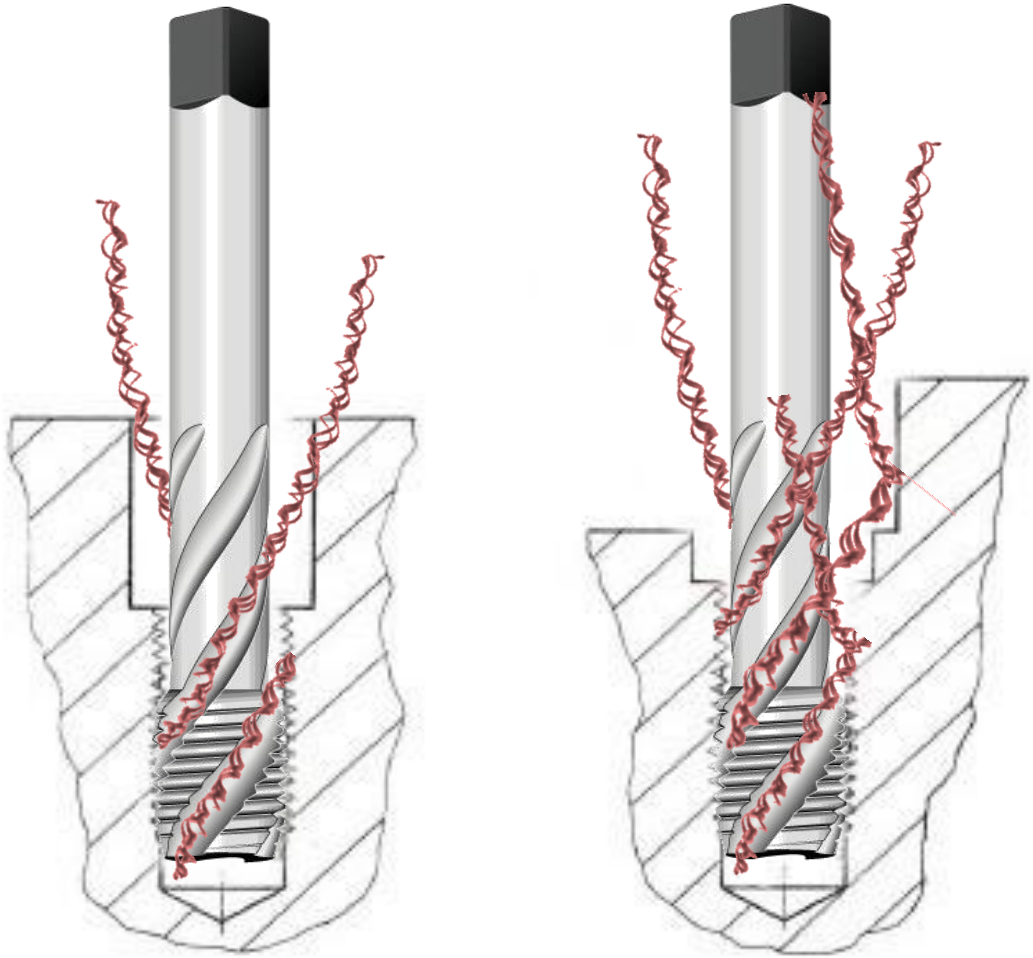
NORIS不同类型丝锥的缩径比例



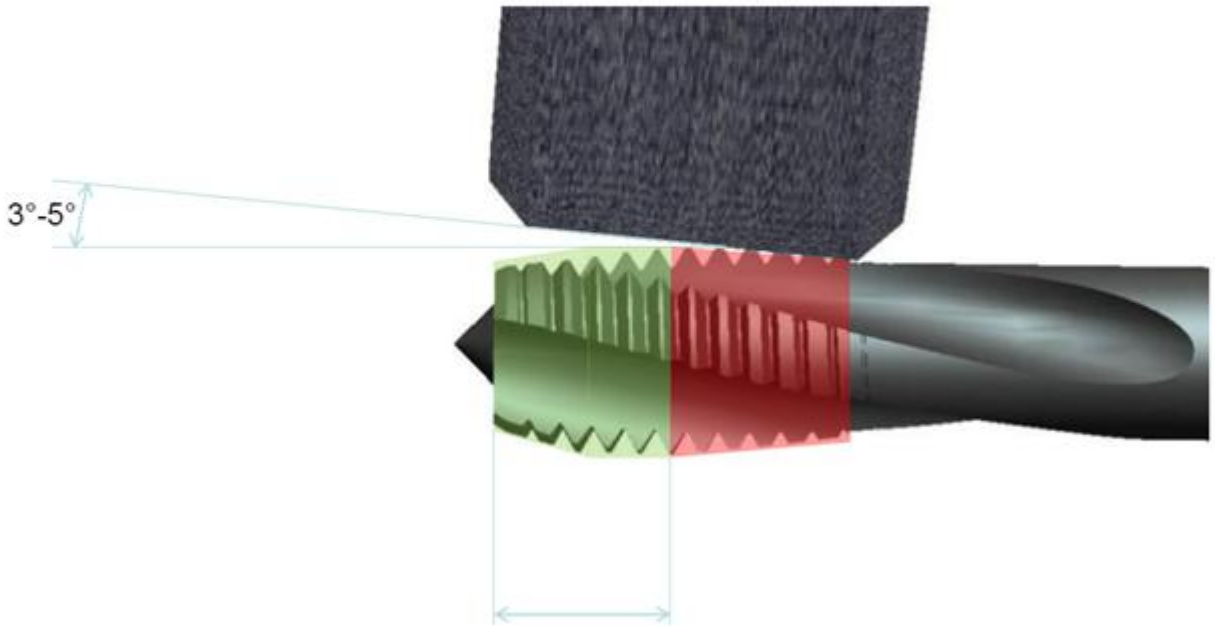
导向牙蹦刃



切屑干扰



磨平导向牙



切削锥 + 2或3个牙

底孔尺寸

影响丝锥寿命的主要因素：

- ☞ **底孔尺寸**
- ☞ 材料
- ☞ **攻丝深度**
- ☞ 切削锥样式

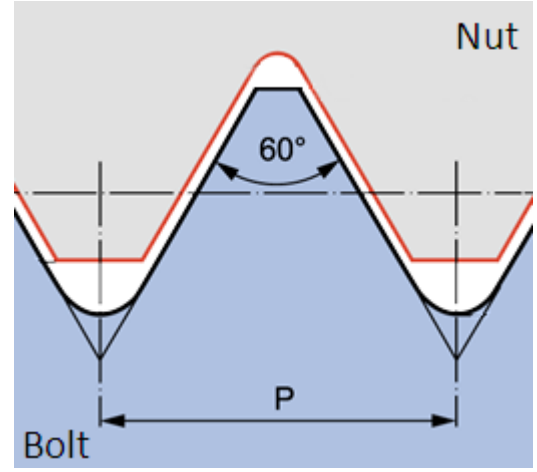
影响攻丝扭矩的主要因素：

- ☞ **底孔尺寸**
- ☞ 螺距

小贴士：

拉伸破坏试验表明，螺纹啮合深度（牙高率）在80%以上会得到很好的联结强度。

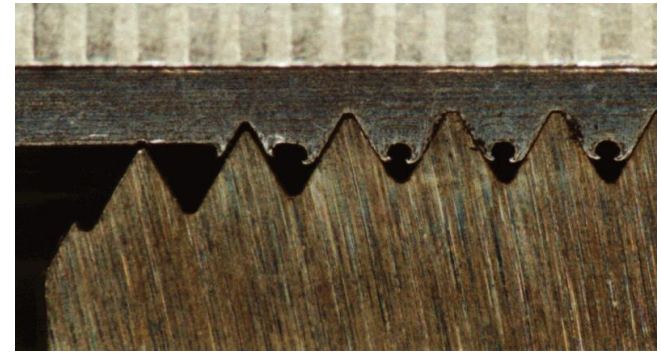
然而，过高的牙高率会极大的降低丝锥的寿命。通过测试，牙高率在70-75%左右时，丝锥寿命会大大的提高，并且螺纹联结可靠性并没有明显的降低。



切削丝锥底孔计算：

底孔 = 大径 – 螺距

例如：M10底孔尺寸 = 10 – 1.5 = Φ8.5



挤压丝锥底孔计算：

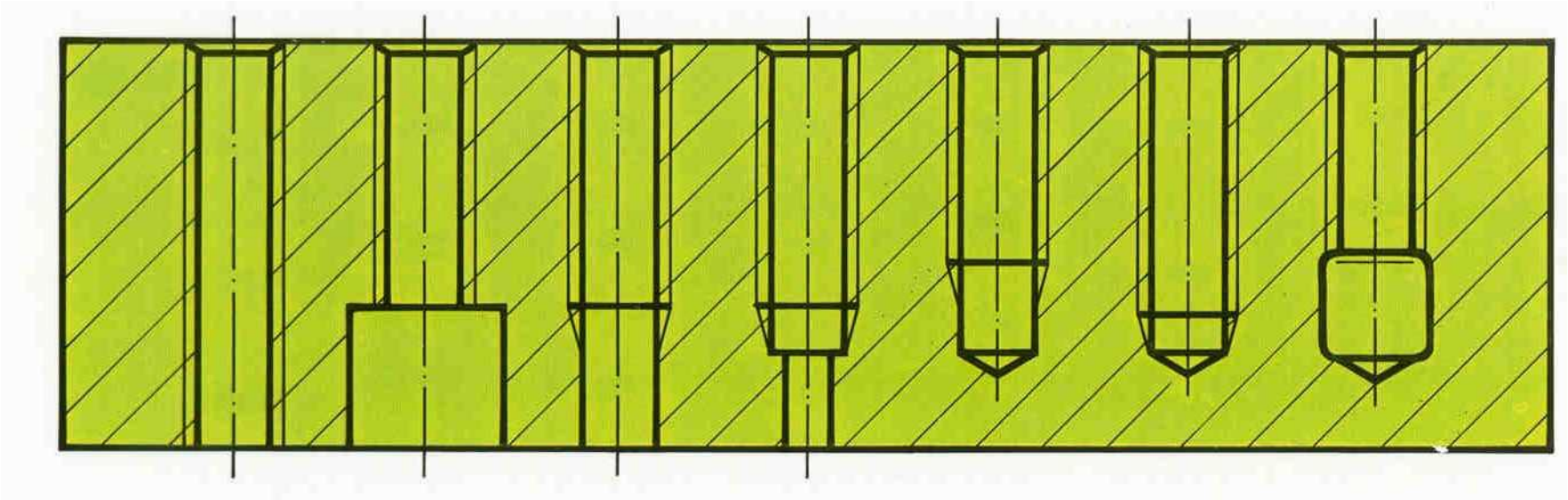
☞ 底孔尺寸计算

底孔 = 大径 – 螺距/2

例如：M10底孔尺寸 = 10 – 1.5/2 = Φ9.25

提示：以上只能大致估算出底孔尺寸，具体应根据材料和孔深以及牙高率进一步测试，以取得最佳值！

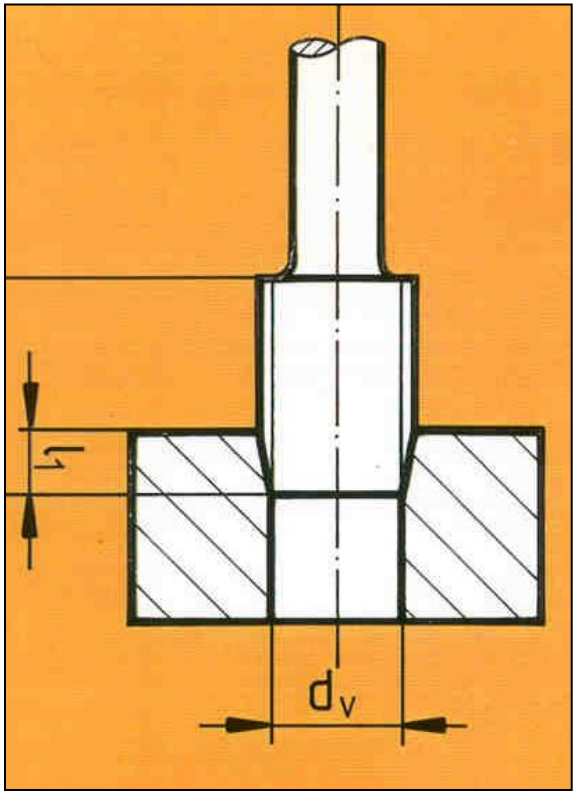
通孔和盲孔的不同形式



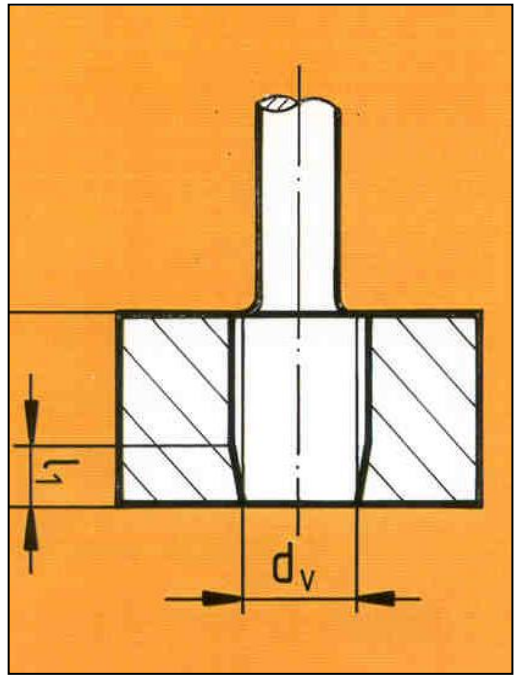
丝锥的选用应依据工件的材料和螺纹孔的形式来确定

上图中只有左一和左二为通孔螺纹，其余均为盲孔螺纹!

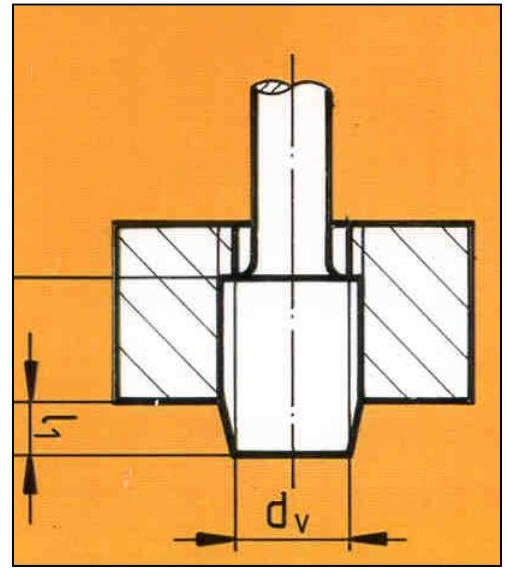
通孔攻丝过程



切削锥攻入

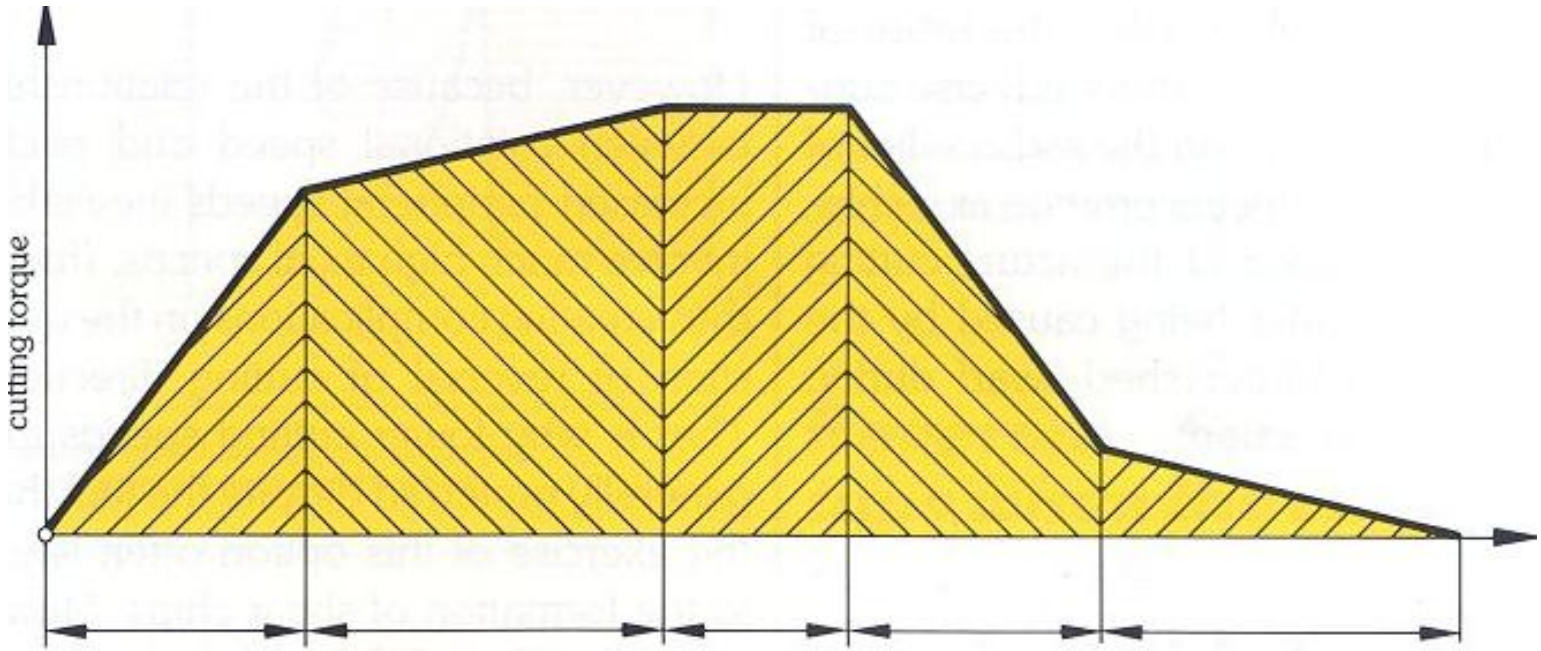


导向部分进入



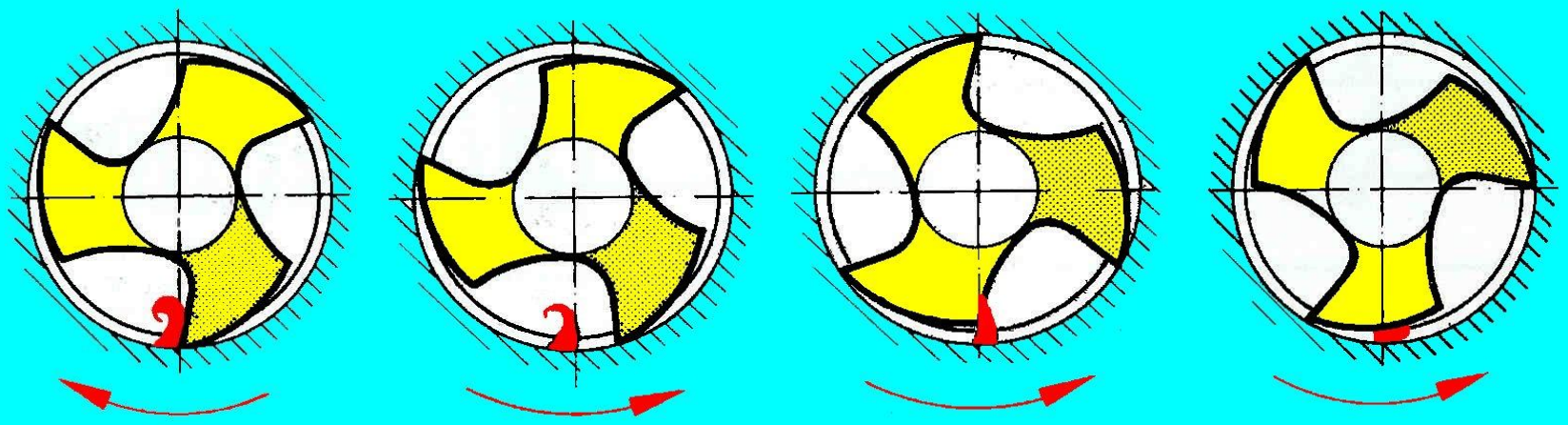
攻穿螺纹孔

通孔攻丝扭矩分布



切削锥切入 → 导向部分进入 → 平稳切削 → 攻穿螺纹孔 → 退刀旋出

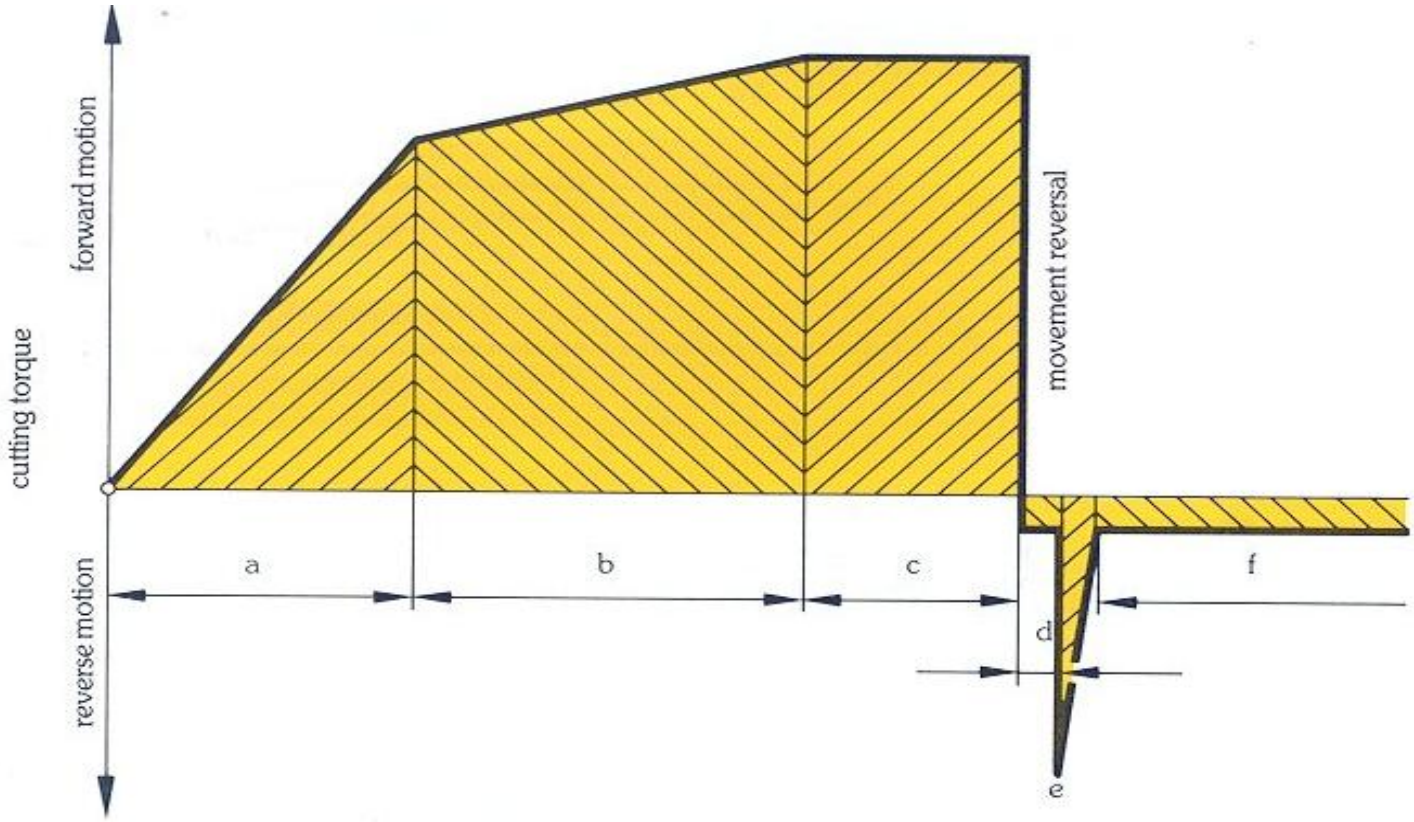
盲孔攻丝退刀反转过程



残留的切屑会使丝锥崩牙甚至断裂，这在扭矩图上会有一个冲击峰值！

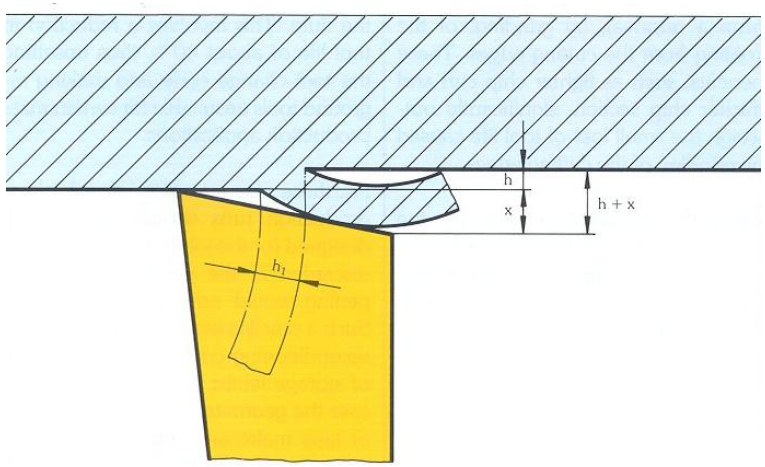
参考：螺旋槽丝锥退刀时为什么容易崩牙

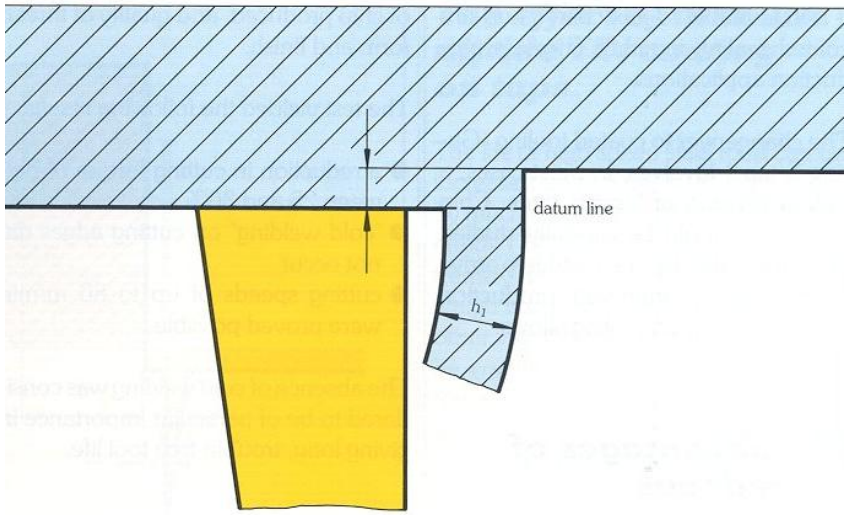
盲孔攻丝扭矩分布



e点：退刀时剪切残留切屑的冲击峰值

退刀时剪断残留切屑

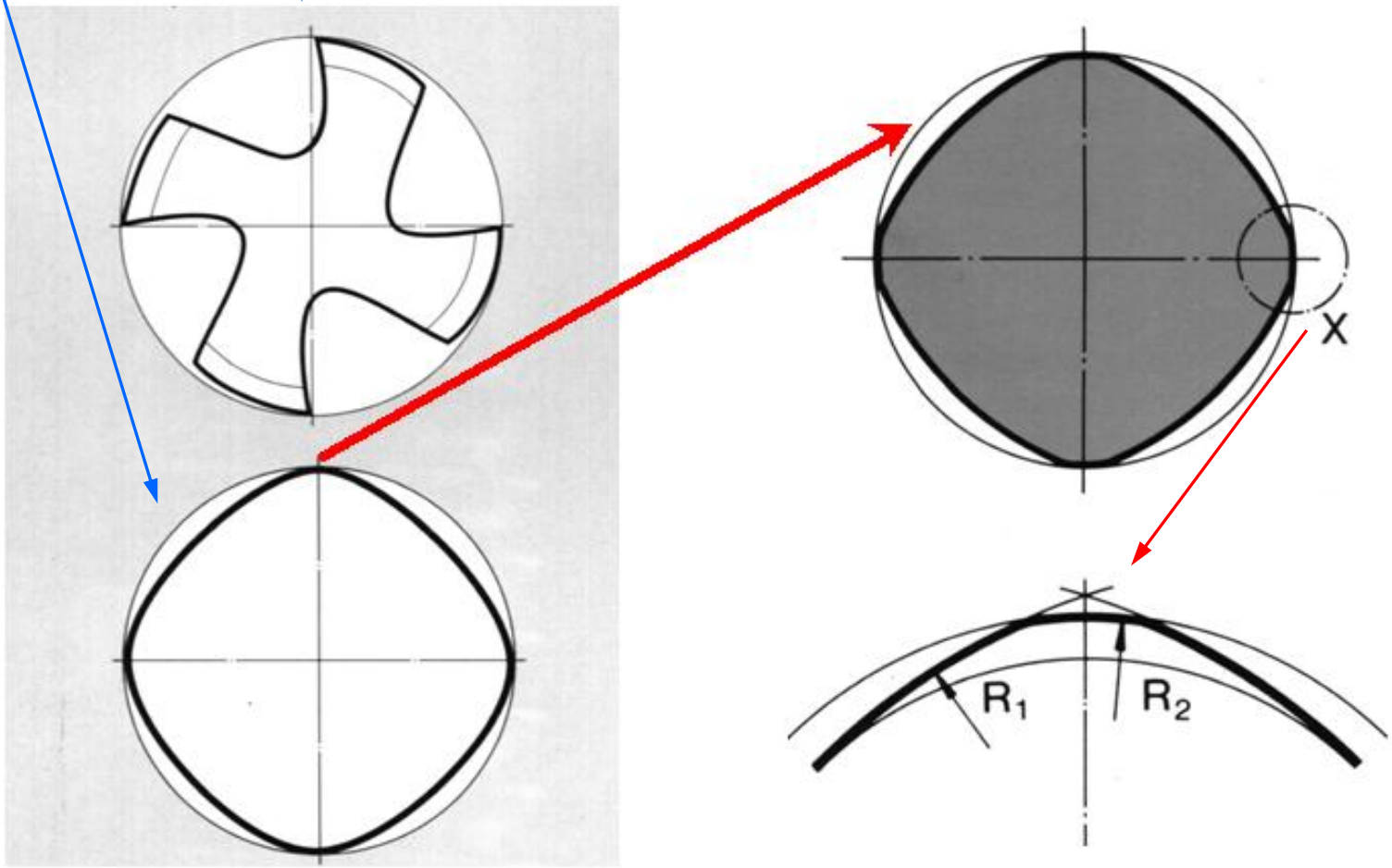




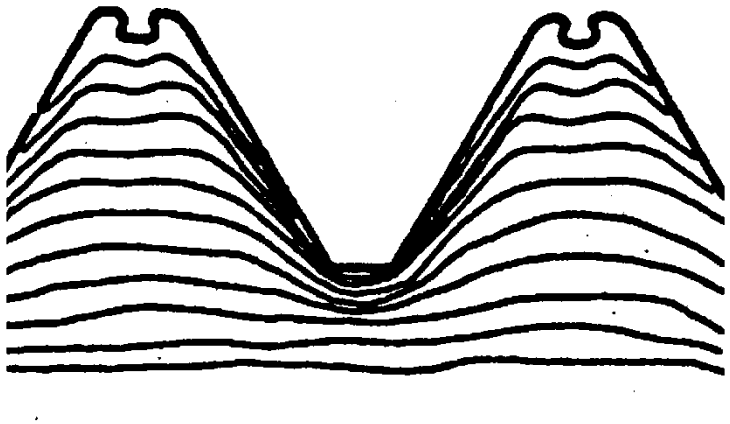
- 切屑从后刀面进入，挤压丝锥刃口
- 前角和后角越大，刃口越薄，丝锥退刀时越容易蹦刃

- 理论上，无后角对剪断残留切屑最有利
- 然而，这样会产生高摩擦、已加工表面粗糙和极大的费刀情况

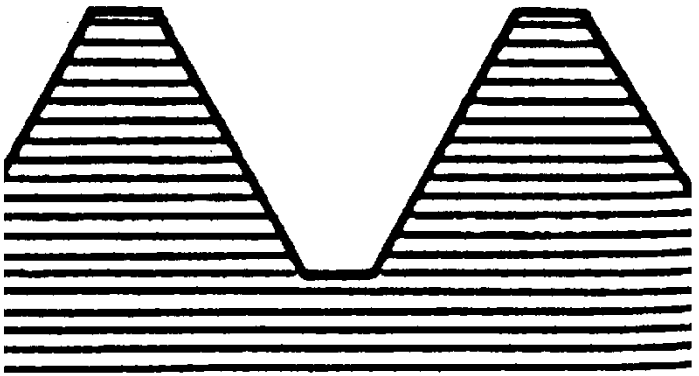
挤压丝锥 VS 切削丝锥 （外形）



挤压丝锥 VS 切削丝锥 （螺纹成型）

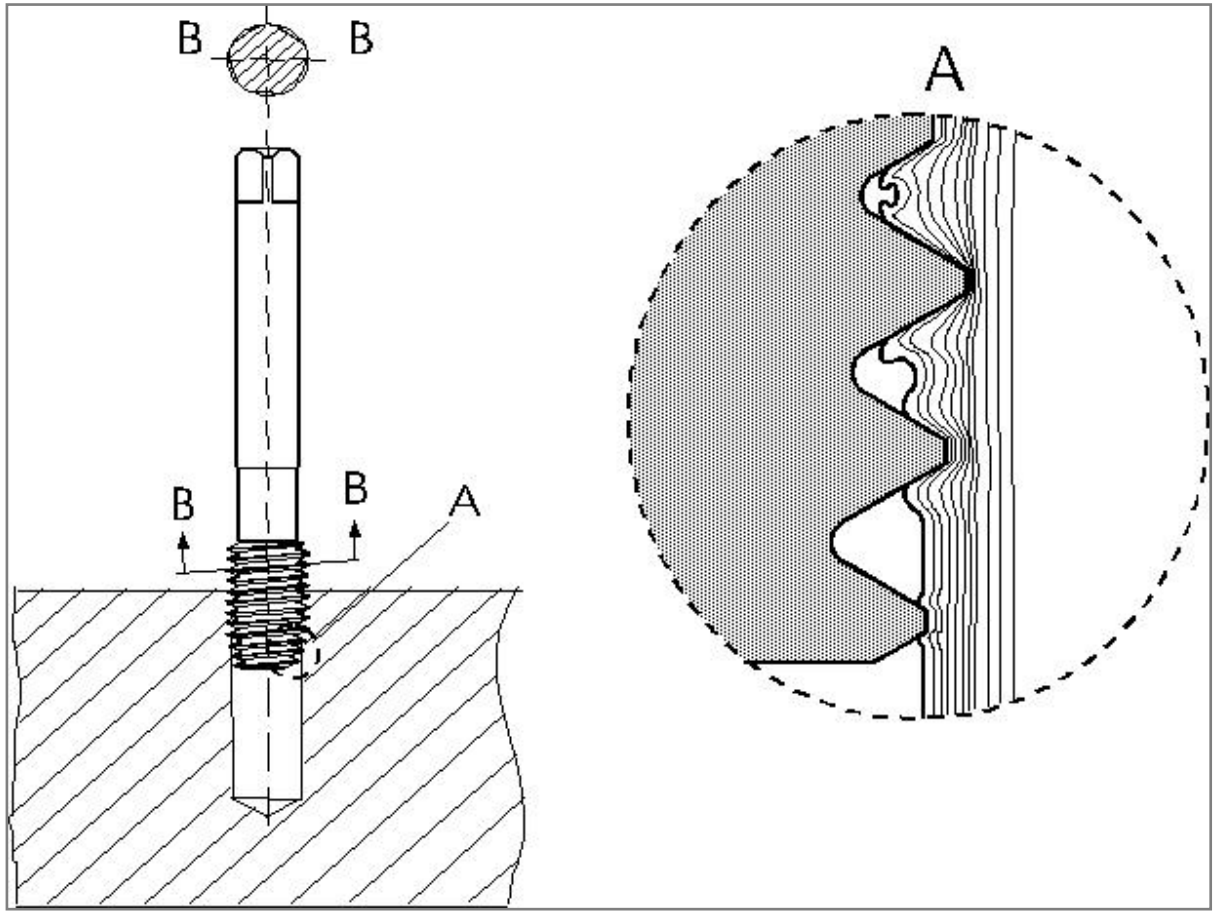


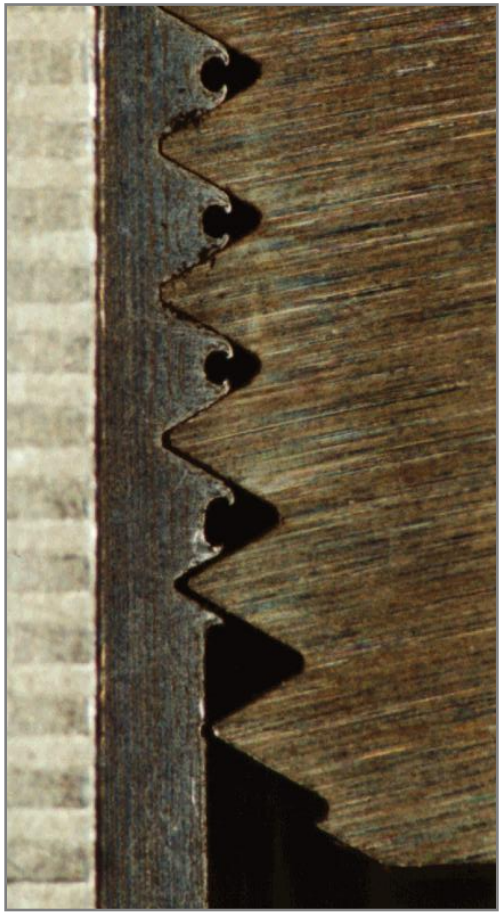
材料晶相纤维连续



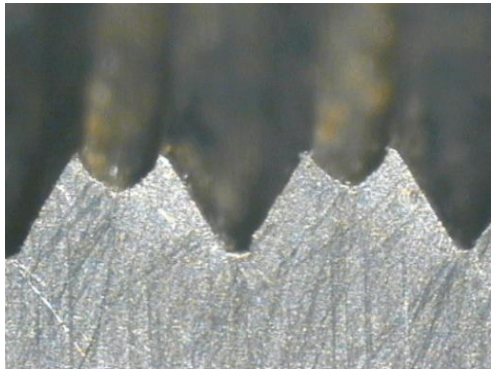
材料晶相纤维被破坏

挤压成型示意图

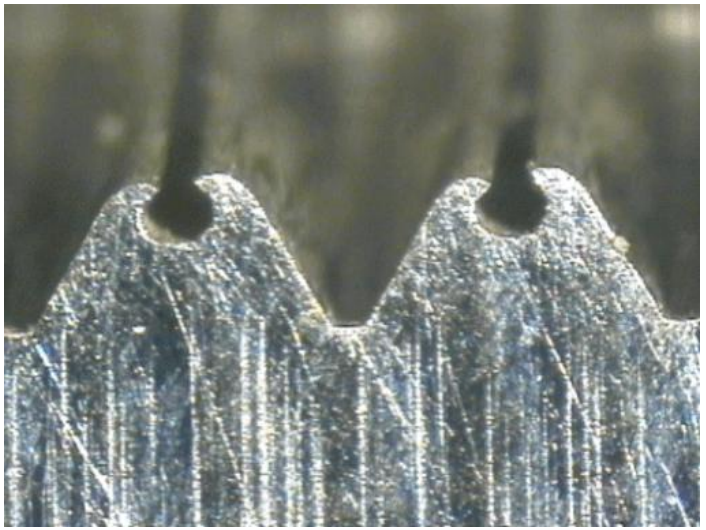




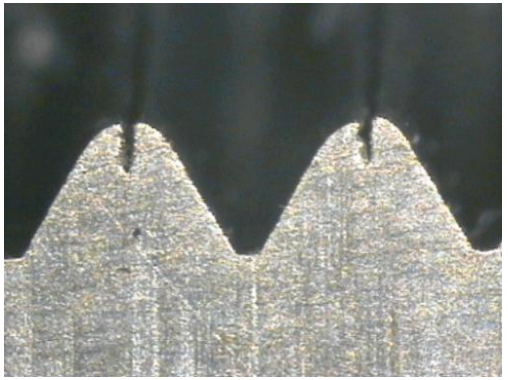
挤压成型示意图



×底孔太大，螺纹不饱满



√底孔合适，螺纹正常



×底孔太小，过于饱满

谢谢 !!