

从基础认识螺丝攻

『先端丝攻篇』



「精准的螺纹」是
YAMAWA的宗旨。

 Think threads with
YAMAWA

从基础认识螺丝攻

先端丝攻篇



1. 何谓先端丝攻? P3
2. 先端丝攻的切削扭力 P4
3. 内螺纹、螺丝攻和量规的关系 P5
4. 先端丝攻系列产品 P6
5. 通孔用螺旋型先端丝攻 P7
6. 通孔用螺旋型先端丝攻系列产品 P8
7. 产品介绍 P9
8. 各类被削材建议使用的先端丝攻 P12
9. 加工问题与对策 P14

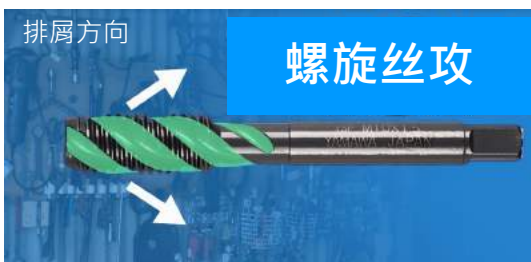
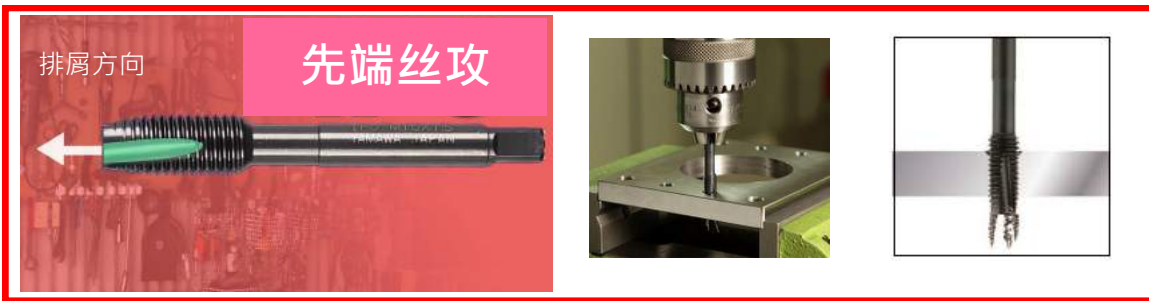
先端丝攻（PO）的市场使用率，仅次于螺旋丝攻。
这回从基础简易的说明、介绍先端丝攻。



1. 何谓先端丝攻？

和直沟丝攻一样，沟槽是直的，但在沟槽的前端，有切出一条斜沟，攻牙时切屑从前方排出，适合加工通孔。

○切削丝攻的构型种类 排屑方向和底孔形状



先端丝攻的特征，汇整如下：

- 1) 切屑从前方排出(丝攻前进的方向)，所以适合加工通孔。
- 2) 切削扭力小。
- 3) 浅直沟构型，抗折强度高。
- 4) 几乎不会因为切屑，造成加工问题。

2. 先端丝攻的切削扭力

比较直沟丝攻、螺旋丝攻、先端丝攻的攻牙扭力曲线图和扭力。

先端丝攻的切削扭力最小。



■切削式丝攻的攻牙扭力

攻牙时的切削扭力，会随着进刀数增加而增大，当吃入部全部进入被削材时，切削扭力也最强。之后切削扭力会维持在一定的扭力值上，从吃入部离开被削材开始，切削扭力将逐渐下降。

■攻牙扭力曲线图

下图为直沟丝攻、螺旋丝攻、先端丝攻测试之扭力曲线图。

加工范例	
螺丝攻: HSS P2 M8×1.25 攻牙速度: 6.1m/min 被削材: S50C 底孔形状: 10mm 通孔	底孔径: φ6.8 钻头 切削油: 不水溶性切削油 JIS2 种 15 号 使用机械: 攻牙机 检测器: 压电式扭力测定器

丝攻的种类	扭力曲线图	说明
直沟丝攻 (P2)	第一攻 (9 牙)	每牙的切削量较小，扭力曲线比较平缓，但切削时间较长。
	第二攻 (5 牙)	吃入部全部吃入底孔后，扭力曲线会维持在相同水平上，与第一攻丝攻相比，切削时间较短。
	第三攻 (1.5 牙)	当短吃入部全部切入被削材时，攻牙扭力会维持在相同水平上，此水平扭力的长度与第二攻的丝攻相比较长，切削时间则较短。
螺旋丝攻 (P2, 2.5 牙)		切屑向后排出，适用于盲孔的螺纹加工，切屑性也较好，与直沟丝攻相比，切削扭力较小。
先端丝攻 (P2, 5 牙)		切屑向前排出，适用于通孔的螺纹，与其他种类丝攻相比，切削扭力最小。

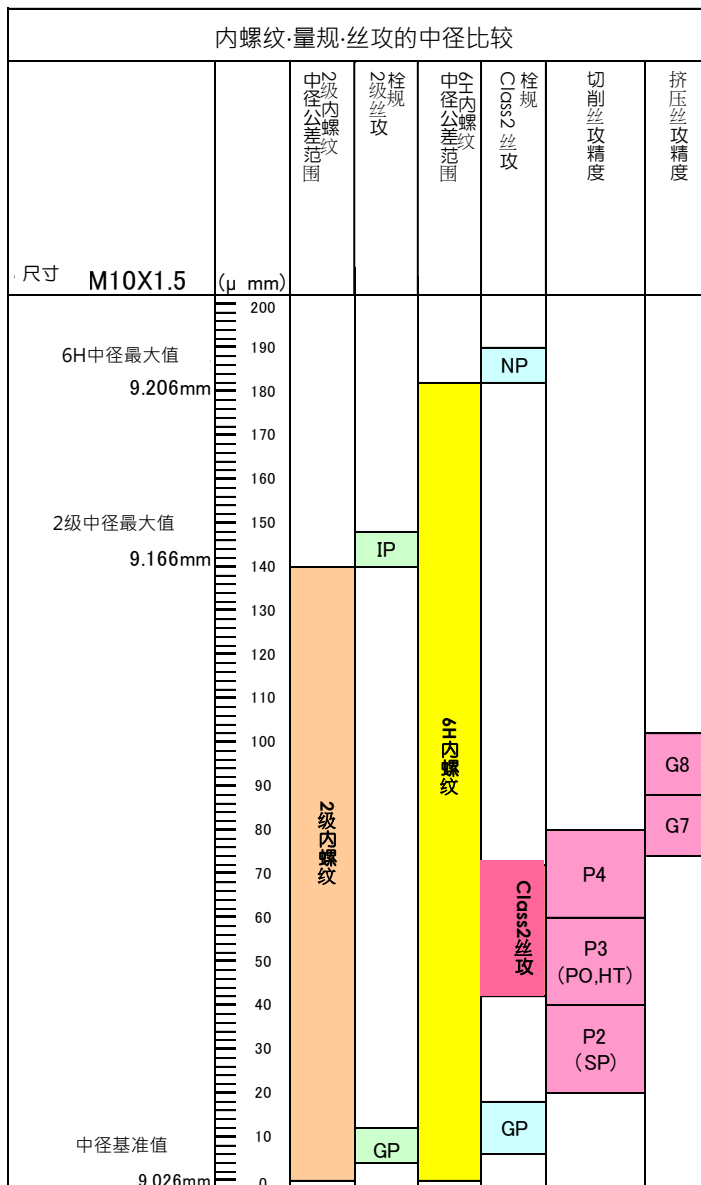
攻牙时的切削扭力，会受螺丝攻的种类、吃入部的牙数、沟槽数、被削材的种类和硬度、切削油及切屑等因素之影响，而有所变化。

3. 内螺纹、螺丝攻和量规的关系

用先端丝攻加工出的内螺纹，很少会扩孔，所以精度设定较大。

有下列情况时，建议采用加大精度丝攻。

- 1) 加工件的材质或形状，会收缩时。
- 2) 攻牙后内螺纹要进行电镀时(丝攻精度约需加大镀膜厚度的四倍)。
- 3) 内螺纹无扩孔的倾向，但螺丝攻却磨耗很快时。
- 4) 使用具有同步进给(刚性)构造的机械加工时，较不容易发生轴向扩孔的问题，建议采用最大精度的丝攻。



各种丝攻的标准等级和中径公差

- SP P2 M10X1.5
- PO P3 M10X1.5
- HT P3 M10X1.5

P2=+20~+40μm
P3=+40~+60μm

4. 先端丝攻系列产品 ①

产品代号	品名	用途、特性	尺寸范围
IPO	 I系列先端丝攻	钻床或手动攻牙用的丝攻。 适合少量加工SPC或SS400的被削材。 建议加工速度5m/min以下。	• M3~M10
PO	 标准型先端丝攻	使用范围广泛的标准丝攻。 建议加工速度5~10m/min。	• M1.2~M48 • U、W、SM
+PO	 +系列先端丝攻	使用范围广泛的标准丝攻。 建议加工速度10~15m/min。	• M2~M12
PO OX	 标准型先端丝攻 (氧化处理品)	表面氧化处理，可防止溶着。 建议使用油性切削油。 加工速度5~10m/min。	• M1.4~M42
+PO OX	 +系列先端丝攻 (氧化处理品)	表面氧化处理，可防止溶着。 建议使用油性切削油。 加工速度10~15m/min。	• M3~M6
PO LH	 先端丝攻 左牙用	左牙用的先端丝攻。	• M3~M30 • U、W
PO V	 镀钛先端丝攻	表面镀钛处理，耐磨耗、耐溶着性优异。	• M3~M12
LS-PO	 长柄先端丝攻	柄部的长度，比一般的丝攻长。一般丝攻长度不足时使用的长柄丝攻。	• M2~M30 • U、W
LS-PO V	 长柄镀钛先端丝攻	柄部的长度，比一般的丝攻长。 表面镀钛处理，耐磨耗、耐溶着性优异。一般丝攻长度不足时使用的长柄镀钛丝攻。	• M3~M12

4. 先端丝攻系列产品②

产品代号	品名	用途、特性	尺寸范围
SU+PO/ SU-PO	 不锈钢用先端丝攻	适合加工易产生加工硬化、材质较黏的不锈钢、铬钢、钼钢用的通孔用丝攻。	• M1.4~M42 • U、W
S-PO	 深孔加工用先端丝攻	因丝攻螺纹部长度短·摩擦抗力小·切削油的供给变佳·加工大径的2.5倍(2.5D)以上深度的内螺纹·效果优异的先端丝攻。	• M2~M42
HC+PO/ HC-PO	 高碳钢用先端丝攻	适合加工S55C等的高碳钢用先端丝攻。	• M1.4~M24
MC-PO	 带油孔先端丝攻	采用侧边出油孔构型·用于内部供油加工·切削部位可充分给油·使用寿命长·加工出的螺纹表面平滑的先端丝攻。	• M6~M24
EH-PO	 难削材用先端丝攻	适合加工高碳钢、合金钢的锻造物或调质材、模具材等·硬度25~35HRC的高硬度钢材通孔用的先端丝攻。	• M3~M24
ZEN-P	 镍合金用先端丝攻	可加工比钢耐蚀、耐热性佳的镍基合金用先端丝攻。	• M3~M20
PM-PO	 难削材用先端丝攻	适合加工高碳钢、合金钢的锻造物或调质材、模具材等·硬度35~45HRC的高硬度钢材通孔用的先端丝攻。 还有长柄产品：LS-PM-PO	• M3~M12

5. 通孔用螺旋型先端丝攻

排屑方向和先端丝攻一样，是从前方排出(与前进的方向相同)的「通孔用螺旋型先端丝攻」。



不锈钢通孔用螺旋型先端丝攻



钛合金通孔用螺旋型先端丝攻



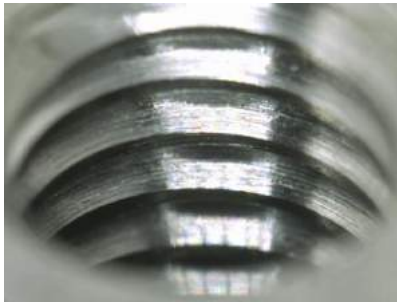
高速加工通孔用螺旋型先端丝攻

本类产品的沟螺旋方向，和螺旋丝攻相反(是左螺旋)，切屑从前方排出，与丝攻前进的方向相同。排屑性比中速加工用先端丝攻优异。

以往，不锈钢通孔用的丝攻，只有SU-PO一种，现在则有SU-PO和SU+SL二种，供您选用。建议加工速度：SU+SL是6~18m/min(加工速度超过8m/min以上时，建议使用完全同步进给机械。)

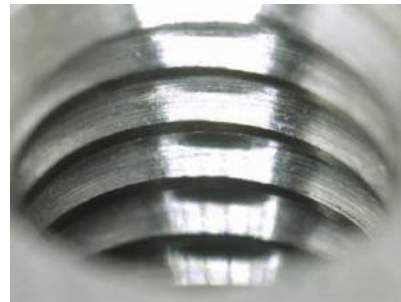


M6×1 用SU-PO加工出的内螺纹



用7m/min加工SUS304的内螺纹表面

M6×1 用SU+SL加工出的内螺纹



用15m/min加工SUS304的内螺纹表面

产品体系表 不锈钢材通孔加工用丝攻

		攻牙速度						
		慢				快		
		5m/min	8m/min	10m/min	15m/min	20m/min		
被削材例							被削材例	
SUS304		SU+SL					SUS304	
SUS303		SU-PO					SUS303	
		5m/min	8m/min	10m/min	15m/min	20m/min		

6. 通孔用螺旋型先端丝攻系列产品

产品代号	品名	用途、特性	尺寸范围
AU+SL	 高性能通孔用螺旋型先端丝攻	采用螺旋型先端沟，实现高速加工，排屑仍然安定顺畅。 从钢材到不锈钢材，可加工范围广泛，排屑性佳。	• M3~M20
SU+SL	 不锈钢通孔用螺旋型先端丝攻	最适合加工易产生加工硬化、材质较黏的不锈钢、铬钢、钼钢用的通孔用丝攻。采用螺旋型先端沟，排屑性比SU-PO优异、使用寿命更长。	• M3~M6
ZET-P	 钛合金通孔用螺旋型先端丝攻	可加工高强度、质轻且耐热性佳的钛合金等通孔用螺旋型先端丝攻。	• M3~M20
F-SL	 高速加工通孔用螺旋型先端丝攻	可用高速 15m/min ~ 25m/min 加工的通孔用螺旋型先端丝攻。若用于低速切削，切屑的形状或排出性变差，易发生切屑干扰等加工问题。	• M3~M12
HDISL	 干切削式钢铁合金通孔用螺旋型先端丝攻	采用可超高速加工或喷雾、干式加工的侧边出油孔构型。适合加工碳钢、合金钢等的通孔，立式、卧式加工兼用，可做为干式加工或超高速加工使用。	• M6~M20
MHSL	 中硬度碳钢用螺旋型先端丝攻	最适合加工S48C~S55C的锻造品以及调质材(20~30HRC)。采用耐磨耗性优异的HSS材和特殊表面涂层处理，大幅提升工具使用寿命！采用独创的沟形，在中速范围攻牙稳定，且切屑排出顺畅。加工出的螺纹表面平滑度提升。	• M6~M16

7. 产品介绍

高性能通孔用螺旋型先端丝攻



【特長】

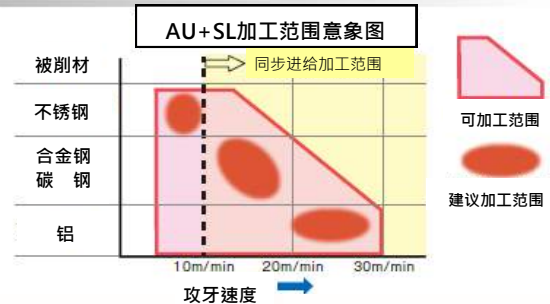
- 采用螺旋型先端沟，在高速加工时，切屑仍可顺畅排出。
- 从钢材到不锈钢材，可加工各种的被削材，且排屑顺畅。
- 采用能将镀膜的特长(耐磨耗性、耐热性、耐溶着性)，发挥到极限的特殊沟形，可加工各种的切削材。最适合使用水溶性切削油。



可加工各種被削材

AU+SL 加工條件建議表

被削材	建議加工速度 (m/min)
不銹鋼 SUS304	5~15
合金鋼 SCM/SCr	10~25
高碳鋼 S45~	10~25
中碳鋼 S25C~S45C	10~25
低碳鋼 ~S20C/SS400	10~25
鋁合金鑄物/鋅合金鑄物 AC/ADC/ZDC	~50



壽命長

加工條件[M6×1]

被削材	SCM440
切削速度	15m/min
底孔徑	φ5.0
攻牙長度	9mm 通孔
使用機械	直立式中心加工機
切削油	水溶性切削油(不含氮稀釋20倍)

加工3000孔後刀尖的狀態



排屑性佳

- 采用逆螺旋溝型設計，在高速加工時，切屑仍能順暢排出。
- 不論切削鋼材或不銹鋼材等各種被削材，排屑性佳。

排屑順暢



尺寸一覽表

單位 mm

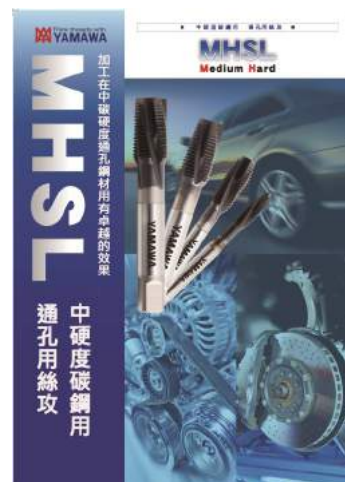
尺寸	等級	溝數	吃入部	L	ℓ	ℓ _n	ℓ _s	D _s	產品編號
M3×0.5	P2	3	5P	46	9	14	26	4	VSAPQ3.0GL
M4×0.7	P3	3	5P	52	11	17	29	5	VSAPR4.0IL
M5×0.8	P3	3	5P	60	13	22	33	5.5	VSAPR5.0KL
M6×1	P3	3	5P	62	15	26	33	6	VSAPR6.0ML
M8×1.25	P3	3	5P	70	19	-	36	6.2	VSAPR8.0NL
M8×1	P3	3	5P	70	19	-	36	6.2	VSAPR8.0ML
M10×1.5	P3	3	5P	75	23	-	38	7	VSAPR010OL
M10×1.25	P3	3	5P	75	23	-	38	7	VSAPR010NL
M10×1	P3	3	5P	75	23	-	38	7	VSAPR010ML
M12×1.75	P4	3	5P	82	26	-	42	8.5	VSAPS012PL

單位 mm

尺寸	等級	溝數	吃入部	L	ℓ	ℓ _n	ℓ _s	D _s	產品編號
M12X1.5	P3	3	5P	82	26	-	42	8.5	VSAPR012OL
M12X1.25	P3	3	5P	82	26	-	42	8.5	VSAPR012NL
M14X2	P4	3	5P	88	26	-	45	10.5	VSAPS014QL
M14X1.5	P3	3	5P	88	26	-	45	10.5	VSAPR014OL
M16X2	P4	3	5P	95	26	-	48	12.5	VSAPS016QL
M16X1.5	P3	3	5P	95	26	-	48	12.5	VSAPR016OL
M18X2.5	P4	4	5P	100	33	-	51	14	VSAPS018RL
M18X1.5	P4	4	5P	100	33	-	51	14	VSAPS018OL
M20X2.5	P4	4	5P	105	33	-	50	15	VSAPS020RL
M20X1.5	P4	4	5P	105	33	-	50	15	VSAPS020OL

中硬度碳钢用螺旋型先端丝攻

MHSL



【特性】

- 使用寿命长：表面特殊涂层处理，提高攻牙耐久力。
- 切屑排出性提升：独创的沟槽形状设计，实现优越的排屑性。
- 良好的内螺纹表面粗度：因为切削性能高，内螺纹表面平滑。

加工資料

耐磨效果升級

加工條件

尺寸	M12×1.25
被削材	S53C (25HRC)
攻牙长度	13mm
切削速度	30m/min
机械	MC
切削油	水溶性(外部給油)

舊規格在加工至1,239孔會有雜聲出現



左牙螺旋絲攻(TICN)加工1,239孔後異常

Good!
持續加工 2,800孔



改善表面粗糙度



先鋒絲攻表面未施以塗層處理(內螺紋)



左牙螺旋絲攻表面塗層處理(內螺紋)

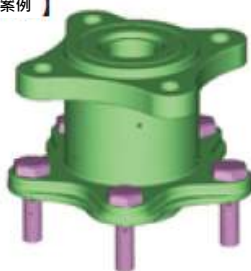
Good!

MHSL 使用結果

MHSL因其高切削性能因此能有良好的內螺紋表面粗糙度。



【加工案例】



在汽车零组件中「中硬度钢材钻削孔加工」以轮毂轴承为代表，实现绝对的耐久性，并将汽车零组件主要尺寸规格化。

构型及尺寸一览表

尺寸	等级	L (mm)	ℓ (mm)	ℓn (mm)	ℓs (mm)	Ds (mm)	沟数	吃入部的牙数	产品编号
M6 X1	P3	62	15	26	33	6	3	5	MHSLR6.0M5
M8 X1.25	P4	70	19	-	36	6.2	3	5	MHSLS8.0N5
M10X1.5	P4	75	23	-	38	7	3	5	MHLSL01005
M10X1.25	P4	75	23	-	38	7	3	5	MHLSL010N5
M12X1.75	P5	82	26	-	42	8.5	4	5	MHSLT012P5
M12X1.5	P5	82	26	-	42	8.5	4	5	MHSLT01205
M12X1.25	P5	82	26	-	42	8.5	4	7	MHSLT012N7
M14X1.5	P5	88	26	-	45	10.5	4	7	MHSLT01407
M16X1.5	P5	95	26	-	48	12.5	4	7	MHSLT01607

采用2段斜型沟，提高排屑效能。



能顺畅的排出切屑!

8. 各类被削材建议使用的先端丝攻 ①

被削材	被削材的特性	推荐的丝攻	用途/样式	表面处理	建议加工速度 (m/min)
低碳钢	虽然好加工，但丝攻容易发生溶着，造成内螺纹表面凹凸不平的加工问题。	IPO	手动/钻床加工用	氧化处理	~5
		PO OX	氧化处理	氧化处理	5~10
		+PO OX	+系列 氧化处理	氧化处理	10~15
		SU+PO/SU-PO	不锈钢用	氧化处理	~10
		SU+SL	不锈钢用	氧化处理	10~15
		PO V	表面镀层	表面镀层	10~20
		AU+SL	表面镀层	表面镀层	10~20
		F-SL	高速加工用	表面镀层	15~25
		HDISL	超高速加工用(干式加工)	表面镀层	20~50
中碳钢	使用范围广泛的材料，也是标准丝攻主要加工的材料。	PO	标准型	-	5~10
		+PO	+系列 标准型	-	10~15
		PO OX	氧化处理	氧化处理	5~10
		+PO OX	+系列 氧化处理	氧化处理	10~15
		PO V	表面镀层	表面镀层	10~20
		AU+SL	表面镀层	表面镀层	10~20
		SU+PO/SU-PO	不锈钢用	氧化处理	~10
		SU+SL	不锈钢用	氧化处理	10~15
		S-PO	深孔加工用	氧化处理	5~10
		MC-PO	带油孔	-	5~10
		F-SL	高速加工用	表面镀层	15~25
		HDISL	超高速加工用(干式加工)	表面镀层	20~50
高碳钢	含碳量：C的含量越高，硬度越高，丝攻的耐磨性也会增高。经过热处理(调质)的材料，请用「调质材」专用的丝攻。	HC+PO/HC-PO	高碳钢用	-	5~10
		PO V	表面镀层	表面镀层	5~10
		AU+SL	表面镀层	表面镀层	10~20
		S-PO	深孔加工用	氧化处理	5~10
		MHSL	中硬度碳钢用	表面镀层	10~20

※红字：完全同步进给专用丝攻。

8. 各类被削材建议使用的先端丝攻②

被削材	被削材的特性	推荐的丝攻	用途/样式	表面处理	建议加工速度 (m/min)
合金钢	硬度和韧性都很高的材料。丝攻磨损快。	AU+SL	表面镀层	表面镀层	20~30
不锈钢	材质黏且容易产生加工硬化，造成内螺纹表面凹凸不平和丝攻溶着的问题。切屑又硬又容易连串，常发生排屑不顺的问题。	SU+SL	不锈钢用	氧化处理	5~15
		SU+PO/SU-PO	不锈钢用	氧化处理	~10
钛合金	热传导性差，丝攻的刀尖容易蓄积热能，造成丝攻溶着或急速磨损的问题。常有因崩牙造成丝攻折损的问题。	ZET-P	钛合金用	氮化处理	5~10
镍合金	韧性高，所以不容易加工，容易发生丝攻溶着或急速磨损的问题。且内螺纹的收缩性大，丝攻常因材料收缩，造成折损。	ZEN-P	镍合金用	氮化处理 + 氧化处理	5~10
铝辊轧材 铝合金铸件	熔点低所以丝攻容易发生溶着，如果没有选用切削力好的丝攻，内螺纹表面容易凹凸不平。内螺纹也容易发生缩孔的问题。	AU+SL	表面镀层	表面镀层	20~30
		N-CT PO	超硬		10~20
调质钢	经处理后，硬度高达40HRC左右，用标准丝攻很难加工。加工数量大时，请选用调质材专用的丝攻。	MHSL	中硬度碳钢用	表面镀层	10~20
		EH-PO (25-35HRC用)	难削材用		~5
		PM-PO (35-45HRC用)	难削材用		~5

※红字：完全同步进给专用丝攻。

9. 加工问题与对策

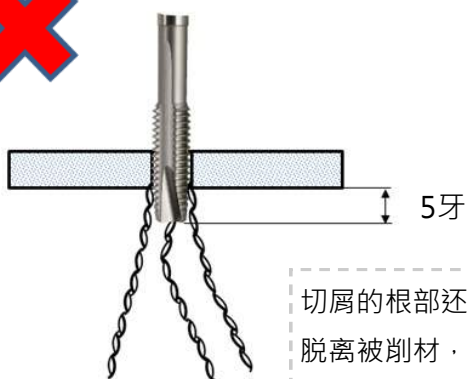
◇崩牙、折损

会造成先端丝攻折损或崩牙的原因不多，最大的问题可能就是切屑没有顺畅排出。

- 请确认加工时丝攻的贯穿量够不够？
- 排屑空间够不够？

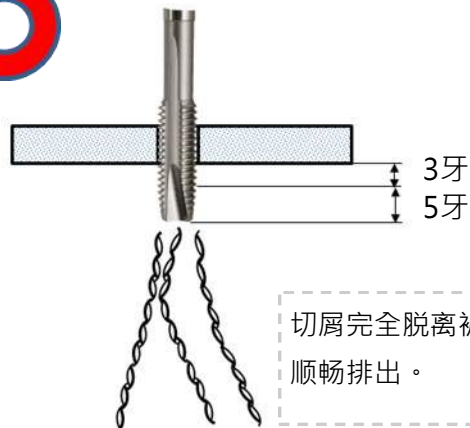
并做适度的调整~

①丝攻贯穿被削材5牙的长度时，就开始逆转(退刀)



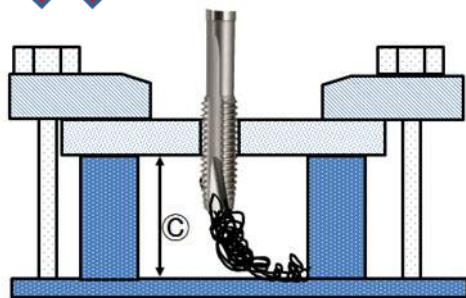
切屑的根部还没有完全脱离被削材，就逆转退刀时，切屑会被卷入螺牙。

②丝攻贯穿被削材5牙再加长3牙的长度时，才开始逆转(退刀)



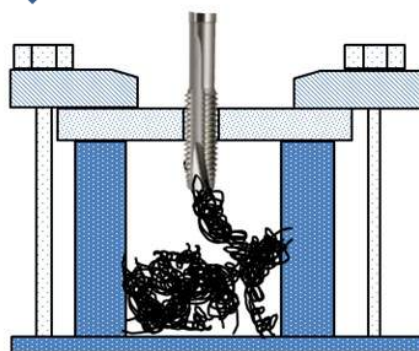
切屑完全脱离被削材，顺畅排出。

③排屑空间 ③狭隘



切屑触底，无法顺畅排出。

④切屑存积在槽底，与新切屑相抵触，无法顺畅排出。

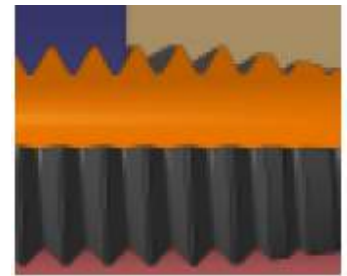


◇内螺纹扩孔的原因

1. 机械的进给量和丝攻的螺纹导程(牙距)不同步。
2. 丝攻崩牙。
3. 丝攻没有对正主轴或加工件。
4. 丝攻精度等级选用不当。
5. 底孔径尺寸不对。
6. 因为丝攻磨损，造成切削角钝。
7. 攻牙时，切削油量不足，润滑度差或不当的混合切削油。
8. 切屑卡在沟槽里。

◇内螺纹缩孔的原因

1. 丝攻的切削角不够锋利。
2. 丝攻精度等级选用不当。
3. 用量规检查时，内螺纹里有残屑或毛边。
4. 加工配管或薄板零件时，螺纹容易缩孔。
5. 跟钛合金一样，加工后会有收缩倾向的被削材。
6. 逆转(退刀)速度设定不当。
7. 切削角太大。



丝攻的螺纹导程，在攻牙上，是最重要的要素之一。为了确保导程的正确性，应该尽可能的依照丝攻的螺纹导程(牙距)来加工。

M6X1的螺纹导程，每转1圈前进1mm。

如果机械每转1圈误差2um，即使其他的螺纹规格和直径正确，用量规检查时，一样不合格(扩孔)，12mm的螺纹，就会产生24um的进给误差。

如果机械有和丝攻导程同步进给的功能，就可使用刚性夹头进行刚性攻牙。

机械无同步进给功能，使用浮动式夹头时要预留伸缩量，此伸缩量需调整在丝攻螺纹导程(牙距)的5%以下。