

# 攻牙時之切削速度及切削油建議參考表

## Recommended Tapping Speed and Cutting Fluids

下列圖表資料，為絲攻切削速度及切削油之建議參考。絲攻材質、種類、無效導角牙數、鑽頭孔徑形狀、被削材及切削油，都是影響攻牙加工切削速度選擇的重要因素。選用之切削油是否具有潤滑、冷卻及防毛屑黏著等作用，將影響其攻牙加工的效果。

被削材		攻牙切削速度(m/min)						切削油
		螺旋絲攻	先端絲攻	HSS手絞絲攻	無溝絲攻	鎢鋼絲攻	管牙絲攻	
低炭鋼	≤C 0.2%	8~13	15~25	8~13	8~13	-	3~ 6	氯化硫油(活性型) 攻牙油膏 非水溶性切削油 (乳化液型)
中炭鋼	C 0.25~0.4%	7~12	10~15	7~12	7~10	-	3~ 6	
高炭鋼	≥C 0.45%	6~ 9	8~13	6~ 9	5~ 8	-	2~ 5	
合金鋼	SCM	7~12	10~15	7~12	5~ 8	-	2~ 5	
硬質鋼	25~40HRC	3~ 5 (4~8)	4~ 6 (6~10)	3~ 5 (4~8)	5~ 8	-	2~ 5	
不銹鋼	SUS	5~ 8	8~13	4~ 7	5~10	-	5~10	
工具鋼	SKD	6~ 9	7~10	6~ 9	-	-	2~ 5	
鑄鋼	SC	6~11	10~15	6~11	-	-	2~ 5	
鑄鐵	FC	-	-	10~15	-	10~20	2~ 5	
可鍛鑄鋼	FCD	7~12	10~20	7~12	-	10~20	4~ 8	
銅	Cu	6~11	7~12	6~ 9	7~12	10~20	2~ 5	非水溶性切削油 (惰性型) 水溶性切削油 (乳化液型)
黃銅、黃銅鑄物	Bs、BsC	10~20	15~25	10~15	7~12	15~25	5~10	
青銅、青銅鑄物	PB、PBC	6~11	10~20	6~11	7~12	10~20	6~11	
鋁合金	AL	10~20	15~25	10~20	10~20	-	5~10	
鋁合金鑄物	AC、ADC	10~15	15~20	10~15	10~15	10~20	10~15	
鎂合金	MC	7~12	10~15	7~12	-	10~20	10~15	
鋅合金鑄物	ZDC	7~12	10~15	7~12	7~12	10~20	10~15	
熱固性塑膠	BAKELITE PHENOL、EPOXY	-	-	10~20	-	15~25	5~10	水溶性切削油、 霧狀潤滑油、空 氣冷卻、乾式
熱塑性塑膠	VINYL CHLORIDE NYLON	10~15	10~20	10~20	-	10~20	5~10	

( )括弧內數據是建議於使用粉末高速鋼絲攻時用。

## 無屑絲攻鑽頭孔徑對照表

## Recommended Tap Drill Sizes for Fluteless Taps

規 格	精度	最大	最小
Thread Sizes	Tap Limits	Max.	Min.
M 1 x 0.25	F4	0.92	0.9
M 1.2 x 0.25	F4	1.12	1.1
M 1.4 x 0.3	F4	1.294	1.27
M 1.6 x 0.35	F4	1.45	1.4
M 1.7 x 0.35	F4	1.58	1.54
M 2 x 0.4	F4	1.85	1.81
M 2.3 x 0.4	F4	2.15	2.11
M 2.5 x 0.45	F4	2.33	2.28
M 2.6 x 0.45	F4	2.43	2.38
M 3 x 0.5	F5	2.81	2.76
M 3.5 x 0.6	F5	3.26	3.2
M 4 x 0.7	F6	3.7	3.65
M 5 x 0.8	F6	4.66	4.59
M 6 x 1.0	F7	5.57	5.48
M 8 x 1.25	F7	7.41	7.34
M 10 x 1.25	F7	9.41	9.34
M 10 x 1.5	F7	9.28	9.18
M 12 x 1.75	F8	11.15	11.05
UNF 10 - 32	F5	4.48	4.41
UNF 1/4 - 28	F5	5.93	5.86
UNF 5/16 - 24	F6	7.46	7.38
UNF 3/8 - 24	F6	9.05	8.96
UNC 2 - 56	F4	2.02	1.96
UNC 4 - 40	F5	2.6	2.52
UNC 5 - 40	F5	2.93	2.86
UNC 6 - 32	F5	3.17	3.09
UNC 8 - 32	F6	3.83	3.75
UNC 10 - 24	F6	4.35	4.26
UNC 12 - 24	F6	5.01	4.92
UNC 1/4 - 20	F6	5.76	5.66
UNC 5/16 - 18	F7	7.29	7.18
UNC 3/8 - 16	F7	8.78	8.66

## 攻牙問題解決指南

## Trouble Shooting for Tapping

## 1. 尺寸的精度問題

問題	原因	解決方案
內螺紋牙徑擴大	選用不適當的絲攻	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用精度級數適合的螺絲攻。</li> <li>2. 加長無效導角牙長度。</li> </ol>
	切屑堵塞	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選用螺旋絲攻或先端絲攻。</li> <li>2. 降低絲攻的溝槽數，擴大排屑空間。</li> <li>3. 加大下孔徑。</li> <li>4. 加工深孔孔徑時，下孔儘量加深或縮短攻牙長度。</li> <li>5. 選用適當的切削油。</li> </ol>
	熔著	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選用表面氧化處理或鍍膜的絲攻。</li> <li>2. 選用適當的切削油。</li> <li>3. 降低攻牙速度。</li> <li>4. 依被削材材質，選用適當的切削角度。</li> <li>5. 加大螺紋孔徑規格。</li> </ol>
	不適當的攻牙條件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 提供適當的攻牙條件。</li> <li>2. 防止螺絲攻與下孔徑偏心或傾斜。</li> <li>3. 採用浮動式固定。</li> <li>4. 選用適當的攻牙條件，防止崩牙與牙部變形。</li> <li>5. 採用螺距進刀方式。</li> <li>6. 選用有良好性能的攻牙機。</li> <li>7. 避免加工機主軸偏擺與振動。</li> </ol>
	不適當的絲攻再研磨	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在切削刀口的溝槽，選用適當的引導角度。</li> <li>2. 研磨適當的切削角度與導角角度。</li> <li>3. 避免刀刃厚度過小。</li> <li>4. 移除毛邊。</li> </ol>
內徑擴大	下孔徑規格	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用最小的螺紋孔徑。</li> <li>2. 避免下孔徑傾斜。</li> <li>3. 選用導角牙長度適當的絲攻。</li> </ol>
	熔著	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選用表面氧化處理或鍍膜的絲攻。</li> <li>2. 選用適當的切削油。</li> <li>3. 降低攻牙速度。</li> <li>4. 依被削材材質選用適當的切削角度。</li> </ol>

# 攻牙問題解決指南

## Trouble Shooting for Tapping

### 1. 尺寸的精度問題

問題	原因	解決方案
內螺紋牙距縮小	選用不適當的絲攻	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選用加大絲攻。</li> <li>2. 選擇適當的導角角度。</li> <li>3. 加大切削角度。</li> </ol>
螺紋牙距縮小	螺紋損傷	1. 選用適當的回轉速度，防止螺紋孔徑損傷；尤其回轉退出時，速度應適當降低。
	切屑殘料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 提高加工性能，避免切屑殘留在加工孔洞中。</li> <li>2. 將孔洞中的殘料移除乾淨，便於牙規檢驗。</li> </ol>
內牙徑縮小	下孔徑規格	1. 使用最大的螺紋孔徑。

### 2. 絲攻壽命問題

問題	原因	解決方案
絲攻崩裂	選用不適當的絲攻	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 避免切屑堵塞在絲攻溝槽或加工孔洞的底部。</li> <li>2. 選用螺旋絲攻、先端絲攻或無溝絲攻。</li> <li>3. 選擇適當的表面處理，如氧化處理或無氧化處理。</li> </ol>
	切削扭力過大	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選用較大的螺紋孔徑。</li> <li>2. 縮短攻牙長度。</li> <li>3. 加大切削角度。</li> <li>4. 選擇具有更大螺紋間隙與降低刀刃厚度。</li> <li>5. 選用適當的表面處理，如氧化處理。</li> </ol>
	不適當的攻牙條件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 降低攻牙速度。</li> <li>2. 避免絲攻、攻牙下孔徑不在一直線上及下孔徑產生錐度傾斜。</li> <li>3. 選用浮動式的攻牙夾具。</li> <li>4. 選用扭力可調式的攻牙夾具。</li> <li>5. 盲孔攻牙時，避免螺絲攻碰擊孔底。</li> </ol>
	不適當的絲攻再研磨	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 勿研磨溝槽的底部。</li> <li>2. 避免刀刃厚度過小。</li> <li>3. 再研磨時，磨除所有磨損的部份。</li> <li>4. 更加經常地再研磨絲攻。</li> </ol>
積屑	選用不適當的絲攻	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 降低攻牙角度。</li> <li>2. 選用不同種類的高速鋼絲攻。</li> <li>3. 加長無效導角牙的長度。</li> <li>4. 選用螺旋絲攻或先端絲攻，防止切屑堵塞在刃部或孔洞的底部。</li> </ol>

## 攻牙問題解決指南

## Trouble Shooting for Tapping

## 2. 絲攻壽命問題

問題	原因	解決方案
積屑	不適當的攻牙條件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 降低攻牙速度。</li> <li>2. 避免絲攻及攻牙孔洞偏心。</li> <li>3. 盲孔加工時，避免突然的回轉退回絲攻。</li> <li>4. 避免黏結。</li> <li>5. 選用較大的下孔徑。</li> </ol>
磨耗	選用不適當的絲攻	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加工熱處理材質時，選用特殊設計的絲攻。</li> <li>2. 選用含鈮元素的高速鋼絲攻。</li> <li>3. 選用TiCN表面處理或硬化處理絲攻。</li> <li>4. 加長導角牙的長度。</li> </ol>
	不適當的攻牙條件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 降低攻牙速度。</li> <li>2. 選用適當的切削油。</li> <li>3. 避免加工高硬度孔。</li> <li>4. 選用較大的螺紋下孔徑。</li> </ol>
	不適當的絲攻再研磨	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研磨適當的攻牙角度。</li> <li>2. 研磨過程中，避免降低絲攻硬度。</li> </ol>

## 3. 絲攻表面光滑度問題

問題	原因	解決方案
崩牙及牙部 粗糙變形	無效導角牙過短	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加長導角牙的長度。</li> </ol>
	錯誤的切削角度	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選擇適當的攻牙角度。</li> </ol>
	熔著	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選用帶有牙後角的絲攻。</li> <li>2. 採用短牙式絲攻。</li> <li>3. 選擇適當的表面處理，如硬化處理或鉻化。</li> <li>4. 選用適當的切削油。</li> <li>5. 降低攻牙速度。</li> <li>6. 選用較大的螺紋孔徑。</li> <li>7. 避免絲攻與加工孔偏心。</li> </ol>
	切屑積塞	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選用螺旋絲攻或先端絲攻。</li> <li>2. 選用較大的下孔徑。</li> </ol>
振動與異音	非固定式攻牙	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 降低攻牙角度。</li> <li>2. 降低牙刀數。</li> </ol>
	不適當的絲攻再研磨	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 避免刀刃厚度過小。</li> <li>2. 切勿研磨溝槽的底部。</li> </ol>

# 銑削問題解決指南

## Factors for End Mill Operation

問題	原因	解決方案
異常聲音及振動	主軸回轉數過大 進刀速度過大 有效長或刀具突出量過多 加工件沒有穩固地締緊 切削刀口持續磨耗 夾具突出量過多	降低主軸回轉數 降低進刀速度 儘可能調整有效長及縮短刀具突出量 穩固地締緊加工件 使用新刀具或再研磨 調整夾具的突出量
銑刀崩裂	切削深度過多 切屑堵塞 每齒進刀速度過大 切削刀口持續磨耗	降低切削深度 調整切削油噴嘴至正確方向，以便順利移除切屑 降低每齒進刀速度 使用新刀具或再研磨
刀口崩裂	切削深度過多 進刀速度過大 加工件沒有穩固地鉗緊 主軸回轉數過大 有效長或刀具突出量過多 切削刀口持續磨耗 刀口太過鋒利 過多的冷卻液	降低切削深度 降低進刀速度 穩固地鉗緊加工件 降低主軸回轉數 儘可能調整有效長及縮短刀具突出量 使用新刀具或再研磨 選擇適當的鍍膜 使用空氣吹屑或油霧切削
刀刃異常磨耗	主軸回轉數過大 進刀速度太低	降低主軸回轉數 提高進刀速度
切屑堵塞與黏屑	切屑堵塞 進刀速度過大 切削深度過多 不適合的銑刀刀數 切削刀口持續磨耗	調整切削油噴嘴至正確方向，以便順利移除切屑 降低進刀速度 降低切削深度 選用較少刀數銑刀 使用新刀具或再研磨
銑刀偏斜	進刀速度過大 切削深度過多 有效長或刀具突出量過多 過大的刀部螺旋角度	降低進刀速度 降低切削深度 儘可能調整有效長及縮短刀具突出量 選用較低螺旋角度銑刀

# 銑削問題解決指南

## Factors for End Mill Operation

問題	原因	解決方案
精加工面 產生毛邊	切削刀口持續磨耗 過小的刃部螺旋角度 切削深度過多	使用新刀具或再研磨 選用較高螺旋角度銑刀 降低切削深度
不良的表面 粗糙度	切削刀口持續磨耗 切屑堵塞 進刀速度過大 有效長或刀具突出量過多 主軸回轉數過小 精加工後殘料殘留太多 夾具突出量過多	使用新刀具或再研磨 使用切削油，讓切屑排出順暢 降低進刀速度 儘可能調整有效長及縮短刀具突出量 提高主軸回轉數 改善中精加工過程 調整夾具的突出量
不良的加工精度	主軸熱量延展不一致 精加工後殘料殘留太多 進刀速度過大 夾具突出量過多	機器運轉前，讓主軸空轉預熱 改善中精加工過程 降低進刀速度 調整夾具的突出量
特點	操作指南與忠告	
機械的剛性	請選用有剛性之機械 切削深度可依機械之剛性條件，調節使用之	
夾具與銑刀鬆脫	請選用有剛性及精密的夾具	
振動	加工件必須穩固地締緊 若加工件沒有穩固地締緊，切削深度請調節使用之	
切削油與排屑	提供充足的切削油 重切削時，建議使用水溶性切削油 留意某些系列銑刀，只能用於乾式銑削 乾式銑削時，請使用空氣吹屑 加工部位的切屑要移除乾淨	
如何選用立銑刀	依據被削材材質及尺寸，選用適合的立銑刀 參考最前頁的索引目錄	
切削條件參考表	請參考建議的切削條件參考表 切削條件可依機械的剛性條件與加工物的積屑狀況，調整使用之	