

機床工人科學普及叢書

賴 鮑 金 著

# 螺 紋 加 工



機械工業出版社

PDG

蘇聯 А. Н. Раблин 著·Парезание резьбы' (Машииз  
1952 年第一版)

\* \* \*

著者：賴曉金 譯者：張春江 書號 0614 (工業技術)

---

1954 年 9 月第一版第一次印刷 0,001—5,500 册

787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 26 千字 1<sup>3</sup>/<sub>16</sub> 印張

機械工業出版社(北京盛甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

---

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號

定價 1,600 元

## 出版者的話

蘇聯國立機器製造書籍出版社出版「機床工人科學普及叢書」的目的是爲了幫助機床工人提高他們的理論知識和實際知識。這套叢書有系統地講解了金屬切削加工的基本原理。每一小冊深入淺出地敘述一個問題，文字通俗易懂，插圖多用立體圖，很適合工人閱讀。我們認爲這套叢書對我國機床工人系統地提高理論水平有很大幫助，所以決定把它陸續翻譯出版。

這套叢書分成三組，共 26 輯。第一組敘述有關金屬切削的一般問題，共 10 輯(1~10)；第二組說明金屬加工的各種方法，共 10 輯(11~20)；最後一組介紹各種金屬切削機床，共 6 輯(21~26)。

本書根據這套叢書第二組第七輯的螺紋加工(Нарезание резьбы)一書譯出。作者通俗地敘述了現代螺紋加工的方法，螺紋加工用的各種工具的構造和使用法以及蘇聯機器製造業和先進的斯大哈諾夫工作者在這方面的成就。

本書可作爲機床工人學習螺紋加工基本原理的一本學習材料。

## 目 次

一	前言	3
二	螺紋	4
三	用車刀和梳形刀切螺紋	7
四	用絲錐鉸螺紋	10
五	板牙和螺絲卡頭	18
六	銑螺紋	22
七	旋風式切螺紋法	25
八	磨螺紋	31
九	滾螺紋	33
十	結語	37

## 一 前言

螺紋接合在現代機械製造業中應用得非常廣泛：從最細小的直徑為 0.25 公厘的螺紋，如在鐘錶和儀器上常見到的小螺釘，一直到應用在重型機械上的直徑為 800 公厘的最大螺釘。

大家所熟知的螺栓和螺釘把單個的部件和零件聯結一起，使成爲複雜的機器：如汽車、腳踏車、機車、鐘錶、機床等。甚至最簡單的機器沒有螺栓或螺釘，也未必能被裝配起來。這並不是螺絲在機器中的唯一作用。在機器工作的時候，它還可用在移動機件之間的相互位置。

常常用螺紋接合作爲變旋轉運動成直線運動的機構。車床刀架和千斤頂便是很好的例子。車床刀架的滑板靠着絲槓和螺母的作用而能縱向和橫向移動。

蝸桿傳動是一種特殊的螺紋接合。蝸桿就是螺絲，而蝸輪是沒有止境的、一邊的螺母。

藉助於千分尺或其他儀器上的測微螺絲來進行精密測量。靠着螺絲來實現對機器上不同零件的相互位置和互相作用的精確調整。

我們常在各種工業部門中遇見應用螺旋件。例如碎粒材料輸送機的螺旋傳送桿；輪船上的螺旋槳；飛機上的螺旋推進器；水渦輪上轉動發電機的工作輪等。

螺紋在機械製造中的意義很大，並且切螺紋也是製造許多零件的主要工序之一。以前，這道工序曾是很煩難的，雖然現有很多的方法，但是依然還不能在所有情況下有足夠成效地切螺紋。

隨着金屬加工的發展，就出現了許多新的製造螺紋的方法。可是至今還沒有一個高生產率的方法，可應用於任何實際情況。

現在在機器製造業中用許多方法來製造螺紋，這些方法中的每一方法在個別情況下或者生產率最高，或者最經濟。

新方法的出現並不排斥早有的方法，而僅在或大或小的程度上減小了它們在切螺紋工作總範圍中的作用。

例如，至今還存在着並且也常常應用很古老的方法來切製螺紋，如用絲錐和板牙，雖然後者在滾製螺紋方法出現以後已失去它原有的重大意義。可是現在在許多情況中它依然是不能夠被代替的。

不久以前，蘇聯研究成功的高速切製螺紋法，暫時只能應用在少量的零件上。

## 二 螺 紋

螺紋是連接機器零件和部件用的。此外，它也可用於傳動運動和其他目的。

隨着螺紋在機器中的作用不同，它幾乎總是承受着或大或小的力量。

在工程中應用着各種不同形狀和尺寸的螺紋：三角形螺紋（尖牙），方形螺紋，梯形螺紋（其中包括模數螺紋），圓螺紋和承推（鋸齒形）螺紋；圓柱形和圓錐形的單頭和多頭螺紋。

除幾何形狀或齒形外，螺紋還可用螺距  $S$  和直徑來區分。

三角（尖牙）螺紋在機械製造業中應用最廣。它比別的螺紋製造較簡單。由於螺紋角大，它能保證被結合零件的可靠連接，所以常常用它作為緊定件。

螺紋的側面就是它的工作表面。螺釘不是靠內徑或外徑支持

在螺母中，而是專靠螺紋的側表面來支持的。因而螺釘和螺母的側表面應貼得很緊，不要有間隙。爲了這個，必須使螺釘和螺母的螺距和螺紋角都相等。因之當檢驗製好的螺紋時，不是很精確地檢查外徑和內徑，而是檢查所謂的中徑。

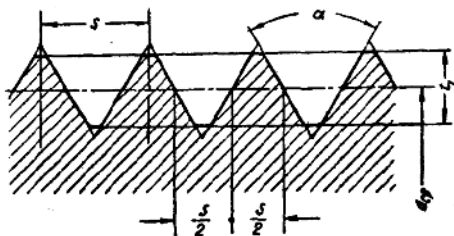


圖1 螺絲的各部分：

$S$ —螺距； $\alpha$ —螺紋角； $d_p$ —螺絲中徑；

$t$ —螺紋深度。

怎樣知道，這個中徑是在螺紋的甚麼地方呢？

這樣的一個直徑被叫做中徑，就在這個直徑的地方絲扣的厚度等於絲谷的寬度（圖1）。

螺柱和螺孔的絲扣相重合是旋入任何螺紋的必要條件。因此，製造螺距  $S$  應具有足夠的精確性。如果螺紋角  $\alpha$  對規定的形狀有了偏差，那麼這就使得正常的側面相貼緊遭到了破壞（圖2乙）。如

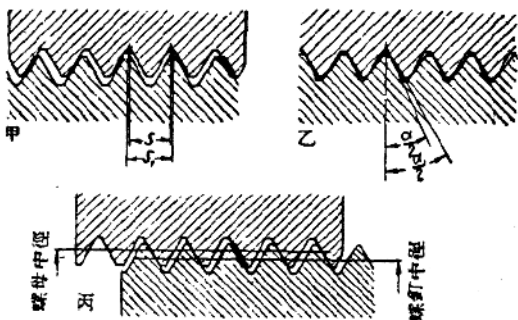


圖2 不精確對螺紋旋入不正常的影響：

甲—螺距不精確；乙—螺紋角不準確；丙—中徑不準確。

螺釘和螺母的中徑相同，由於螺距或螺紋角的不可避免的差誤將使螺紋旋入困難，甚至不能旋入；如它們之間有大的間隙，螺紋工作部分便要減小，並且螺紋結合便要削弱（圖 2 丙）。

梯形螺紋，方螺紋和承推螺紋（鋸齒形螺紋）是把一個直徑，通常是小的一個作得較精確一些來代替對中徑作得要求精確。

切三角形（尖牙）螺紋的時候，螺紋的各部分是同時得到的，所以製造時一部分不精確就要影響到各部分的精度。

爲了不多餘耗費，螺紋被作成各種精度等級。精度是隨着它的用途而定的。

在蘇聯工業中，三角形（尖牙）螺紋的精度分成三級：1 級、2 級和 3 級。可是遠遠低於普通光滑表面的那些精度等級。

例如：三角形（尖牙）螺紋中徑的第 2 級公差接近於光滑表面的第 4 級公差，而第 3 級的螺紋公差接近於光滑表面的 5 級公差。

三角螺紋的中徑公差中同時也包括了螺距及螺紋角的公差。所以跟光滑表面的公差相較，中徑的公差是要大得多的。

可是用以檢驗三角形螺紋製造正確性的螺紋驗規却有很嚴格的中徑公差、螺距公差和螺紋角公差。

螺紋驗規的公差是在光滑表面的 1 級 2 級精度界限之內。驗規的螺距公差在全部旋入長度內是從  $\pm 4$  到  $\pm 10\mu$ （公忽）。

螺紋角的公差不過  $\pm 14'$ 。倘若把角度公差轉換成直線公差的時候，那麼，對於螺距是 6 公厘的大螺紋，它的公差在 6 公厘的長度內大約是  $\pm 30\mu$ （公忽）。

絲錐、板牙、梳形刀以及其他用於切製螺紋的刀具上螺紋的各部分製造得較驗規的精度低一些。

方形和梯形螺紋主要地應用在那些情況下，即當機器零件需要得到準確的和相協調的運動的時候。



所以，在這些螺紋中，螺距的精度是具有最大的意義的。

不管螺距作得多麼精確，甚至誤差極小極小，在螺紋很大的長度上誤差被積累起來，終究會有時螺釘的絲扣將不能跟螺母相重合。這種誤差愈大，在小長度的螺紋上到達這個時候愈快。所以螺紋旋入的長度不能過於大。對於連接螺紋，它不應大於大直徑（外徑）的1.5~2倍。

### 三 用車刀和梳形刀切螺紋

如果你看一下走刀量很大的車床加工的表面，那麼便會看見梳齒形的刀痕繞着工件表面成螺旋狀。螺旋線的螺距等於工件每轉一轉時的走刀距離。

車床上製造螺紋時跟這種情況相同。這裏只不過是使刀具的運動嚴格地跟工件的旋轉相協調，以便使所得到螺旋線的螺距等於被切螺紋的螺距。可是，在所有其他製造螺紋的方法中也應保持這種條件。

用車刀車下一層金屬——加工留量時，是逐漸切下的，並且螺旋線狀梳齒形刀痕是由刀尖運動的結果而自己隨意形成的。切製螺紋時却是另外一回事。這裏螺旋線狀的梳齒形刀痕——絲扣是由按螺紋齒形特殊刃磨過的刀具來形成的。

車床上刀具和零件運動的協調性是由刀架靠着精確的絲槓的幫助順着工件移動而完成的，絲槓的旋轉是從主軸經過走刀變速箱而得到的。

用車刀切製螺絲的時候，金屬是從絲扣間的溝槽離開的。每次切去一薄層金屬，而需要好幾次走刀才能完成。這就使得每次走刀末了把刀退出，空搖回到螺絲開始的一端。並且每次新走刀較前深一些切入工件。

爲了得到足夠精確和光潔的螺紋，必須走刀 10 次到 20 次，或者更多的次數。這就是用車刀切製螺紋繁難性的主要原因。

車刀切製螺紋可用兩種方法來進行，這是按以後每次走刀時進刀的方向來區分的。

如果是徑向進刀(圖 3 甲)，那麼被切下的金屬有剛強的盒子一樣的形狀，需要大的力量來把它變成切屑。加上尖銳的刀尖被切屑從各方面包圍，很快就磨損了。

當走刀的方向是順着螺紋齒形的一邊時(圖 3 乙)，便改善了切製螺紋的情況。這裏金屬層是從一邊成帶狀被切下。切屑的變形比較小，並且從溝槽中流出也比較自由。刀尖磨損得慢。可是螺紋所得到的精度低。所以常常粗走刀用第二種方法，而精走刀用第一種方法。

螺絲車刀的切削刃磨損不均勻。刀尖磨損最大。這首先是因爲尖銳的刀尖截面小，把熱量導入刀體不夠快，並且跟其他切削部分相較，工作條件是比較沉重些。此外，它是自始至終參加着工作的，而側邊只是隨着刀具切入的加深而參加工作的。所以螺絲車刀的壽命較其他車刀低。

螺絲車刀的不均勻磨損的結果，使螺

紋的齒形走了樣子而變鈍了。起初螺紋角變動得那麼快，以致於在刀具正常磨損之前很久便超出了允許界限。所以爲了車刀能工作

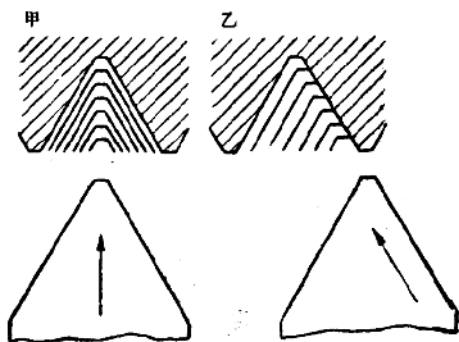


圖 3 切螺絲時車刀的走刀方向：  
甲—半徑方徑；乙—順着齒形側邊。

到正常磨損，必須使它的角度比螺紋角尖銳一些。如實際上對  $60^\circ$  螺紋角的公制螺紋常用刀尖角是  $59^\circ 30' \sim 59^\circ$  的螺絲車刀。

車床上切製螺絲的時候，刀具順工件軸線移動得比較快，尤其是切削速度高時。為使在走刀末了來得及退刀而不至切入卡盤或工件肩部，必須減低切削速度。

切製緊定螺絲的時候普通沒有應用切削速度在  $20$  公尺/分以上的。

以較低的切削速度切製螺紋，車工來得及適時地退刀，可是生產率也低。此外，在刀具上形成的切屑瘤傷害了螺紋表面。所以  $10 \sim 30$  公尺/分的中等切削速度用於螺紋預車，而以後幾次走刀的切削速度常使不大於  $4$  公尺/分。這樣，就得以保證被切螺紋的高度精度和光潔度。

高的切削速度能得到良好的表面光潔度並且使生產率增加好幾倍，可是大多情況下，車工不能利用這點，因為他來不及適時退出順軸線移動很快的車刀。

有些熟練車工能使自己動作達到這樣完善的地步，甚至於切製螺紋的時候，切削速度達到  $166$  公尺/分。例如蘇聯車工吉柯夫（Ю. Диков）應用上述速度切製沒有出口和入口的巨大梯形螺紋，曾達到了驚人的結果：他加工零件比以前快  $70$  倍。

在走刀末了想自動退刀和自動停車的企圖，至今還沒有得到很滿意的結果。所以用車刀在車床上完成大量的切製螺紋的工作，它的生產率很低，並且是在不得已情況下才用的，是當因某種原因而不能利用生產率較高的方法的時候。

常常在用別的方法預車螺紋以後，在車床上來作切製螺紋的最後加工，生產率可提高很多。

螺紋表面的精度和表面光潔度在很大的程度上是決定於車工

的技術。具有高精度的螺紋驗規是在車床上製造的。當用硬質合金刀具和切削速度大時能得到特別光潔的螺紋表面。這種刀具能成功的應用在具有自由出口的螺紋上。

#### 四 用絲錐鉸螺紋

用車刀切製外螺紋和內螺紋。可是用車刀切製直徑小的內螺紋便很困難。因為它抵抗不住所作用的力量。直徑是 16 公厘和更小的內螺紋，只在很少的情況下用車刀切製。對於這種螺紋來說，絲錐是不可缺少的工具。

內螺紋常常在巨大和笨重的零件(機座、機體等)上遇見，在機床上加工時要用車刀切製螺紋是不可能的。在這種情況下，就要應用絲錐。此外，當用絲錐加工的時候，比用車刀加工的生產率可提高得很多。

人們很早就知道用絲錐。數世紀以前，它們的形狀是在三稜或四方桿子上用手工銼出螺紋牙來的。

現代的絲錐就是具有縱向溝槽(直的或螺旋形的)的螺釘，溝槽用以形成切削刃(圖 4)。

鉸螺紋工作的進行是把絲錐旋入預先製好的孔中。同時絲錐就在孔的表面切出螺旋溝，溝的外形和絲錐螺紋齒形相符合。

完整齒形的螺紋不可能一下子切好。所以絲錐和螺絲車刀一樣，一薄層一薄層的切下金屬，而不是一下子切下全部金屬。假如用車刀切螺紋須走好幾次刀，那麼絲錐只須走一次刀就行了。

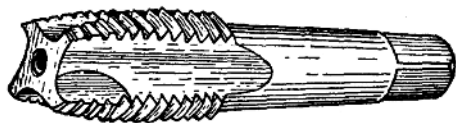


圖 4 絲錐。

了。這是由於它本身具有許多切削齒的關係。

絲錐的牙齒一個

跟一個按次序地排成螺旋線。絲錐的切削部分是在圓錐體上車出來的。因而每一個後邊的牙齒比前面的高一些。這樣，當絲錐旋入的時候，每個下一扣的牙齒把孔壁上的溝切得更深一些，並且這樣一直達到絲扣的完全高度(圖5)。

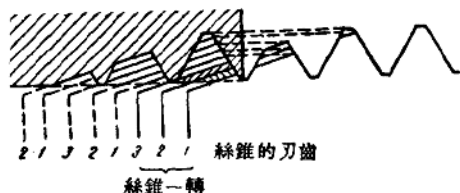


圖5 三刃齒絲錐切下切屑的情況。

跟在不同的刀具上一樣，絲錐上也作出前角以減少切屑的變形，和後角以減小

跟被加工零件表面的摩擦。所有這些都使絲錐的工作減輕和減小它的磨損，並且最後使它的使用壽命以及被得到螺紋的光潔度和精度增高。

絲錐切削部分的牙齒數愈多，每齒切下的切屑就愈薄。切削齒的數量是決定於絲錐的切削部分的長度和刃齒數。四刃齒的絲錐在切削部分等於螺距的一段長度上有四個切削齒，就是絲錐的刃齒數那麼多。在切削部分等於兩個螺距的長度上便有八個，以此類推。切削齒的數目隨着切削部分的長度增大而增加。

隨着絲錐旋入金屬切削部分的牙齒逐漸全部參加工作。同時總切削力也逐漸增長。同時參加切削的齒愈多，這個總切削力也就愈大。

當絲錐才進入孔中的最初切削力小。隨着絲錐的旋入力量逐漸增大，當切削部分全部進入孔中的時候，切削力達到最大值。只要絲錐切削部分從孔的另一端出去，切削力便開始減小(圖6)。

絲錐錐形切削部分的長度可大可小。它是取決於 $\varphi$ 角的。這個角度愈大，它就愈短，反過來， $\varphi$ 角愈小，那麼錐形部分愈長。隨着錐形部分長度的增大，也就是隨着 $\varphi$ 角的減小，每齒所切下的切

屑便變得較薄。可是對於絲錐工作所需要的力，在有些情況下增加，相反地在有些情況下減小。這是決定於鉸絲孔的長度。如果鉸

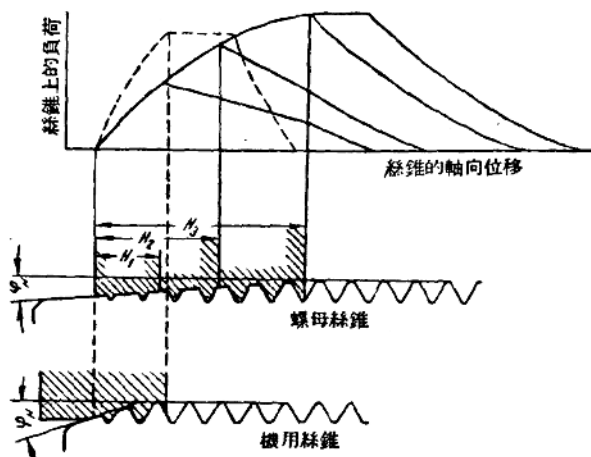


圖6 隨着絲錐旋入孔中的程度其負荷變化的情況。

絲孔較錐形部分短，那麼同時工作的只是絲錐的一部分齒。並且錐形部分愈長，同時參加切削的齒部分愈小，切屑的厚度和用絲錐工作所需的力愈小。如果被鉸絲孔比錐形部分長，那麼錐形部分愈長，絲錐工作愈沉重。同時參加切削的齒數增加，切屑厚度減小，而薄的切屑比厚的較難切下。

按構造和作用來分，現在有很多種不同的絲錐。可是應用最多的是螺母絲錐，手絲錐和機用絲錐。它們之間的差別在於錐形切削部分的長度。機用絲錐和手絲錐的錐形切削部分，由2~6絲扣組成，螺母絲錐的錐形切削部分可多到12絲扣。

用手絲錐切螺絲須鉸2~3道。第一把絲錐完成全部工作的一半以上，第二把不大於30%，第三把所完成的工作接近15%。如果

用兩把絲錐來工作，那麼第一把完成全部工作的75%，而第二把只完成25%（圖7）。

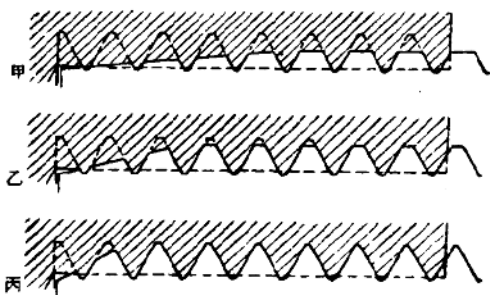


圖7 螺紋的齒形：

甲—第一把絲錐鉸過後；乙—第二把絲錐鉸過後；丙—第三把絲錐鉸過後。

用絲錐鉸螺紋的切削抗力的數值很大。相當大一部分的絲錐是因折損而毀壞。所以有時機用絲錐作成兩把一套。螺母絲錐鉸一道就給出螺紋的完整齒形。

螺母絲錐具有成套絲錐的長處。而它是把一套的三個切削部分結合在一個絲錐上。這就使切製螺紋過程加快和減輕得很多。可是，如它名稱所提示的那樣，螺母絲錐只不過能在螺母型零件上鉸製穿通了的長度不大孔內的螺紋。同時只是切削齒的一部分參加切削，並且鉸螺紋所需的力量將比短錐形部分的絲錐的來得小。如果螺紋長度大於一個直徑，那麼，螺母絲錐將工作得較壞，那時仍舊是具有短切削部分的絲錐優越。

絲錐上的負荷是由切下切屑的力量和絲錐對被切螺紋表面的摩擦力加起來的總和。而絲錐工作中的摩擦力跟其他刀具的工作相較，起着相當大的作用。所以使用好的潤滑劑（如脂肪油）能夠降低絲錐負荷的50%，甚至於到60%。

爲了減小絲錐對於被切螺紋表面的摩擦，絲錐在尾部的螺紋中徑作得比錐形工件部分的中徑小幾公忽( $\mu$ )。雖然中徑的錐度是這樣小，可是對於絲錐的順利工作却具有重大的意義。

絲錐工作時的切削抗力由許多原因來決定。這些原因比車刀或其他刀具工作時的原因大得多。其中主要的如下：被加工材料的性質、螺距、前角、螺母高度、絲錐刃齒數、錐形切削部分長度、潤滑劑、螺紋加工的精度和光潔度、絲錐的磨鈍等。銳利的絲錐比鈍了的絲錐切削容易得多。甚至當正常磨鈍的時候，絲錐負荷就增長到1.5倍。磨過的絲錐比沒有磨過的承受的負荷要小25~30%。

螺距愈大，被絲錐切下的金屬層的截面愈大(圖8)。所以隨着螺距的增大，絲錐的負荷增長得很厲害。如果螺距增加一倍，絲錐

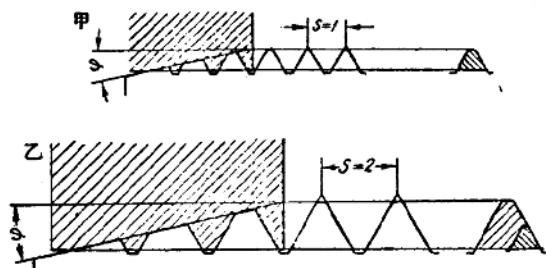


圖8 螺紋螺距不同時，被切下金屬橫截面的總面積：  
甲—螺距爲1公厘時；乙— $S=2$ 公厘時。

上的負荷，就是切削抗力增長到1.75倍。等於螺紋高度10~15%的螺紋內徑間隙就可降低絲錐上負荷的25%。可是繼續增大這個間隙，負荷降低得便不很大。

絲錐修光部分是用來修整和刮光螺紋的，以及使絲錐保證正確的行進方向，並可協助完成軸線方向的走刀運動。修光部分的長度是不同的，從5到12道絲扣，隨着絲錐的任務而決定。絲錐的修



光部分發生附加的摩擦，刃齒愈寬，刃齒數愈多，它的摩擦愈大。

實際中具三個和四個容屑溝的絲錐應用最普遍，而它們中間第一種加工時切削抗力要比第二種加工時的小10~20%。

絲錐容屑溝的形狀作成這樣，以便它能促進切屑很好的形成和導出，並且使它的容積要足夠把切削時得到的切屑儲存在裏面。假如絲錐的容屑溝容積小和它的形狀不完善時，那麼切屑就會阻滯在容屑溝中並且發生絲錐卡住現象。絲錐上負荷迅速增加，並且絲錐容易折斷。

爲使切屑容易導出，容屑溝常作成螺旋狀。隨容屑溝傾斜方向的不同，切屑向前滑出或向後滑出(圖9)。切屑向前滑出比較有

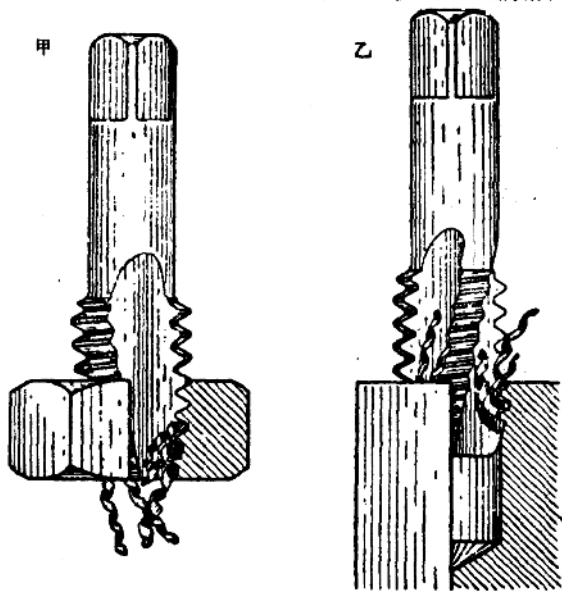


圖9 絲錐的容屑溝：  
甲一向前滑出；乙一向後滑出。