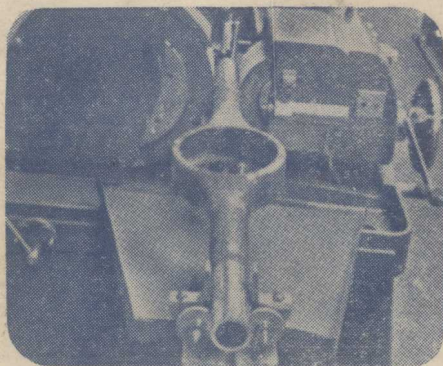


吳敏達編著

無心磨床的原理及使用



521.21

164



工 業 技 術

*

編著者：吳敏達 文字編輯：黃鴻年 責任校對：倪熙忠

1954年3月發排 1954年5月初版 0,001—9,000冊

書號 0515-8-155 $31 \times 43 \frac{1}{32}$ 18千字 13印刷頁 定價 1,200元(丙)

機械工業出版社(北京亞甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷

新華書店發行

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了「機械工人活葉學習材料」。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、鉚等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的「活葉」出版。

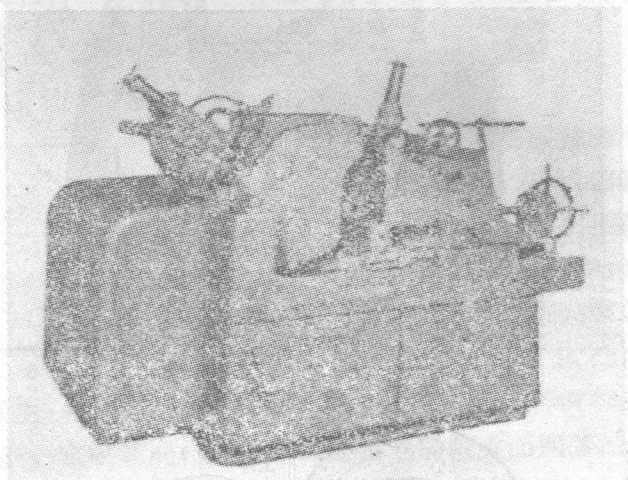
無心磨床是進行大量生產高質量工件的機床。本書所敘述的內容包括：無心磨床的基本原理，怎樣進行調整和整形工作，以及加工件發生誤差的原因和避免的方法等。

本書內容適合八級工資制三級到四級磨工同志學習。

目 次

一 無心磨床的基本原理.....	4
1 工件為什麼會磨得圓?——2 工件為什麼會自動地前進和轉動?	
二 調整和整形工作.....	7
1 工件支片的選擇——2 工件中心的高度——3 磨輪和調節輪的整形	
三 磨工件的方法.....	16
1 貫穿法——2 吃入法	
四 工件發生誤差的原因和避免方法.....	20
五 無心磨床的優缺點.....	22
附表.....	24
1 外圓無心磨床的磨削用量(貫穿法)	
2 外圓無心磨床的磨削用量(吃入磨法)	

無心磨床是一大量生產的機床，這種機床的操作很方便，所生產的工件不但質量高而且數量大，它是今後大量生產中的一種重要的機床。圖 1 所示的是兩種不同型式的無心磨床。

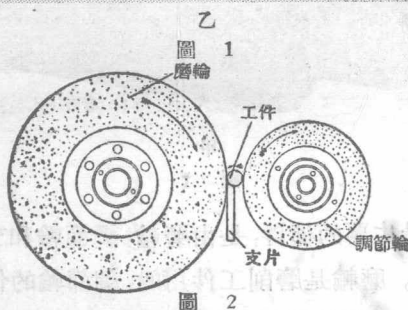
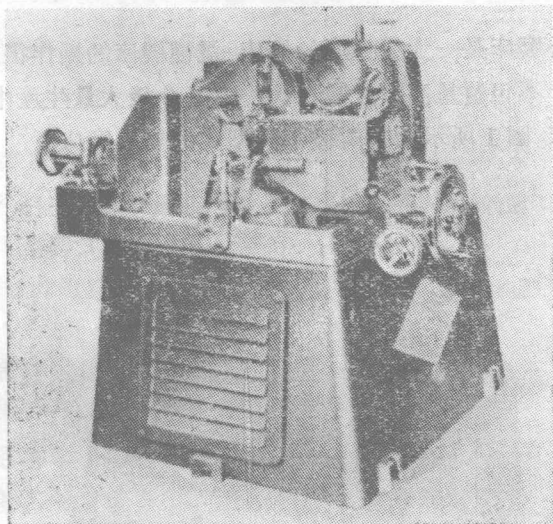


甲
圖 1

無心磨床最主要的機件，是由磨輪，調節輪和支片三者所構成的，如圖 2 所示。磨輪是磨削工件用的，調節輪的作用是控制工件自動的旋轉和向前移動，而支片是用來托住工件的。

在無心磨床上磨得工件的質量，（包括表面光潔度和圓度準確性等），完全決定於工件調整地位的是否適當和磨輪，調節輪整形後的形狀是否準確而定。因此，無心磨床的調整和整形是最重要的工作，是無心磨床的工作者應該完全掌握的。爲了使大家更好的掌

握住這項工作，我們不妨從無心磨床的基本原理談起。



一 無心磨床的基本原理

1 工件為什麼會磨得圓？

在無心磨床上不用頂針，工件的圓度似乎無法控制，但事實上

可以達到很高的圓度準確性。

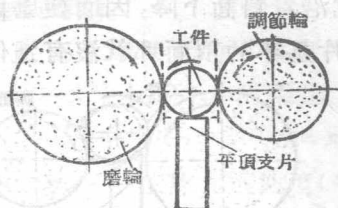


圖 3

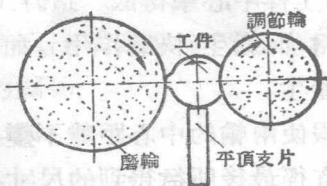


圖 4

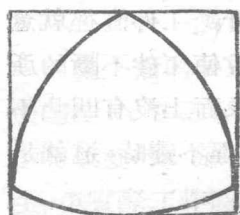


圖 5

我們首先假設，工件和兩輪的中心同在一直線上，如圖 3 所示。那末，兩個輪面跟工件接觸點的切線和支片平頂的引長線，就形成一個正方形的三邊，假使工件的表面上稍微有凸出的斑點，當磨削時斑點就會碰到磨輪或調節輪，因此在同一直線上，凸出部分的對方就產生一凹處，如圖 4 所示。這樣磨出的工件直徑雖然是相等的，但不一定成為圓柱體，要是這種毛病嚴重而顯著的話，工件的斷面就成為一個圓弧邊三角形，如圖 5 所示。

假使把支片提高一些，就是把工件升高一些，使工件中心高出兩輪中心線若干距離。那在磨削的時候，工件和調節輪的一面如果有了凸處，而跟磨輪接觸的地方所產生的凹點就不會同在中心線上，所以當工件磨削而轉動時凸點和凹點就不會有互相對稱的機會，因而漸漸使工件磨成圓形。

為了使工件的成圓作用更好更快，所以把支片的平頂改成一定角度的斜面，如圖 6 所示。支片改成斜面以後，能够使工件自動地貼緊調節輪，當工件表面的凹點跟調節輪接觸的時候（圖 6 中虛

線所示)，那工件的中心一定要比原來沒有凹點時的(圖 6 中實線所示)工件中心來得低。這時工件就沿着斜面下降，因而使磨削的深度增加，產生[快磨作用]。如果支片是平的頂面那就沒有這個作用的產生。

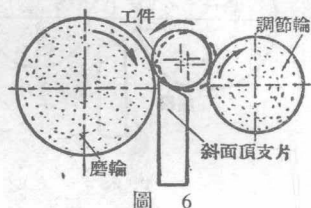


圖 6

假使兩輪的中心距離不變，而工件直徑最後所欲得到的尺寸，允許在兩輪中心線上磨出。工件中心愈向兩輪中心線下降，工件直徑就愈減小；相反的，工件中心愈向兩輪中心線上升，工件直徑就愈增大。所以當工件表面上有凹凸不平的地方就會使工件不斷的產生上下移動，而引起磨削作用，一直磨到工件表面上沒有凹凸不平時為止。當工件不產生上下移動而保持它的直徑不變時，這就是達到我們所需要的圓度和直徑了。

2 工件為什麼會自動地前進和轉動？

在無心磨床的加工過程中，工件在兩輪之間同時產生轉動和

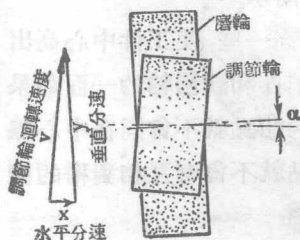


圖 7

前進的動作。這是什麼道理呢？因為無心磨床的磨輪軸和調節輪軸，在實際應用時是交叉成一個角度 (α) 的，並不是同在一水平面內而平行的，如圖 7 所示。

由於調節輪的軸和磨輪的軸互成一個 α 角，所以當磨削過程中調節輪所產生的迴轉速度 v ，可分解成兩個分速，就是水平分速 x 和垂直分速 Y 。水平分速 x 主要是使工件產生自動的前進，而垂直分速 Y

主要是控制工件產生轉動；因此在磨削過程中工件會產生自動的前進和轉動。

如圖 7 中所示的兩輪交叉角度 α ，一般是取 $0 \sim 5^\circ$ ，但通常是用 $1 \frac{1}{2} \sim 3^\circ$ 。由圖 7 中可看出下列的關係：

$$v_x = \pi \cdot d \cdot n \cdot \sin \alpha$$

其中 v_x ——工件前進速度(公尺/分)；
 n ——調節輪每分鐘的轉數(轉/分)；
 d ——調節輪的直徑(公尺)；
 α ——調節輪和磨輪交叉的角度。

從上面的公式中可以看出，當調節輪的直徑 d 一定的時候，前進速度 v_x 是隨着調節輪每分鐘的轉數 n 和它的交叉角度 α 的大小而改變的。這項計算是假定工件和調節輪間沒有滑動的現象發生，但實際工作時兩輪間難免會滑動，因此工件實際的前進速度約比理論上計算出來的小 2% 左右。調節輪的轉速^① 是根據實際工作情況來決定的，一般是在 11.5~28.8 公尺/分之間；磨輪只有一個轉數，一般標準的轉速約是 1800 公尺/分。

二 調整和整形工作

1 工件支片的選擇

工件支片材料的選擇

工件支片材料的選擇對支片的耐久性、工件的表面光度和精度，是有極大的關係。譬如經過淬火的而且硬度很高的工件，如果

^① 這裏所舉的實際數字和例子，讀者可以參考蘇聯 3181 型無心磨床。

用軟的材料作支片，那支片的使用壽命必定很短，只要磨削一個很短的時間支片本身磨損就很大，而必須重新另換一個，所以很不經濟。相反的，如果工件的材料較軟而採用了很硬的支片，那支片將會損傷工件的表面，使工件達不到很高的表面光度和精度。下面是幾種常用支片的材料。

1) 鑄鐵——適用於較軟的鋼料，以免支片損傷工件的表面。

2) 高速鋼——適用於非鐵金屬的工件或工件各段硬度不一律的，如麻花鑽頭等。

3) 碳化鎢——適用於磨削表面已淬硬之工件或非金屬材料之工件。更適宜用於不銹鋼的工件。

工件支片頂面角度的選擇

支片的材料選擇好之後，選擇頂面的角度也是非常重要的；因為支片斜面的角度能使工件自動的起改正作用，所以對工件成圓的快慢有很大的影響（見圖 6 的說明）。支片的頂面角度一般是隨着工件直徑的大小而改變的，工件直徑愈大，頂角應愈小；同時這角度又隨着磨輪面的寬度而改變。例如用 30° 頂面角的支片在 100 公厘寬的磨輪上磨削時沒有任何困難，如果磨輪面寬增加到 200 公厘時，頂角就應該減小到 20° 或 25° ，以減少支片上所受的旁壓力。一般常用的頂角是 $30\sim 45^\circ$ 。

工件支片厚度的選擇

工件支片的厚度也是隨着工件直徑而改變的，當直徑小的時候，支片的厚度要較工件的直徑小些，要是工件的直徑增大了，支片的厚度也要增大。增大支片厚度的原因是為了使它有足夠的剛度來承受磨削過程中所產生的壓力，但厚度過大也失去意義，一般是不超過 12 公厘。

支片的高低會直接影響到工件的高低，所以應先決定工件的高度之後才能決定支片的高度。

2 工件中心的高度

前面已經講過，要得到工件的成圓準確度高，工件應放得高出兩輪的中心線而且工件的高度愈高，成圓準確度也愈高。但是，工件不是能無限止的提高，當提高到一定的高度後如果再提高，那工件將要產生跳動的現象。

工廠中常用的蘇聯 3181 型無心磨床在磨削的時候，工件直徑在 30 公厘以下的，工件提高約為 0.15~0.25 的工件直徑。當工件直徑在 30 公厘以上者，它的提高距離不能大於 15 公厘，以免產生顫動現象而造成工件表面的不光潔。

假使要精確的計算工件提高的高度，可以應用下面的公式。

在圖 8 中

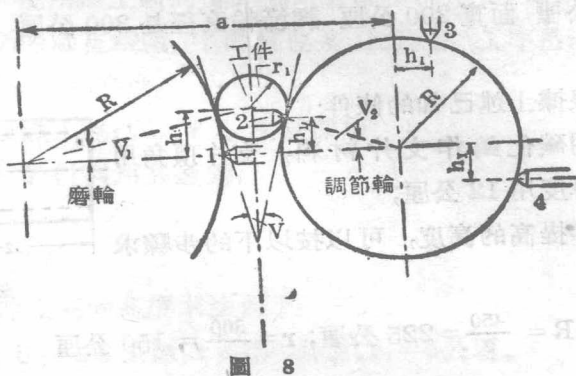


圖 8

R = 磨輪半徑(公厘);

r = 調節輪半徑(公厘);

r_1 = 工件半徑(公厘);

h = 工件中心跟磨輪中心的垂直距離(公厘);

h_1 = 工件和調節輪的接觸點跟調節輪中心垂直距離(公厘);

V = 輻角, 它隨着磨輪, 調節輪以及工件的不同尺寸而變化, 約在 5° 左右(指在 3181 型無心磨床時)。計算公式①:

$$k(\text{常數}) = \frac{r_1 + r}{r_1 + R} \quad (1)$$

$$h = (R + r_1) \sin\left(\frac{k \cdot V}{1 + k}\right) \quad (2)$$

$$\text{或 } h = (R + r_1) \sin\left(\frac{V}{1 + K}\right) \quad (3)$$

$$h_1 \textcircled{2} = \frac{r \cdot h}{r + r_1} \quad (4)$$

例 1 今使用蘇聯 3181 型無心磨床, 磨削已淬火的油幫套筒, 它的外徑是 36 公厘, 內徑是 26 公厘, 長 52 公厘。量得磨輪直徑是 450 公厘, 面寬 200 公厘, 調節輪直徑是 300 公厘, 求工件昇高的高度。

解 根據上述已知的條件:

1. 採用碳化鎢作支片材料, 支片頂角用 20° , 支片厚度用 12 公厘;

2. 工件提高的高度, 可以按以下的步驟求出。

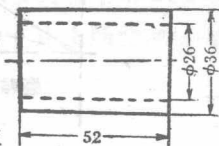


圖 9

已知: $R = \frac{450}{2} = 225$ 公厘; $r = \frac{300}{2} = 150$ 公厘

$r_1 = \frac{36}{2} = 18$ 公厘。

①② 註見第二十三頁。

應用公式(1):

$$k = \frac{r_1 + r}{r_1 + R} = \frac{18 + 150}{18 + 225} = 0.691$$

應用公式(2)(取 $V = 5^\circ$):

$$\begin{aligned} h &= (R + r_1) \sin\left(\frac{kV}{1+k}\right) \\ &= (225 + 18) \sin\left(\frac{0.691 \times 5}{1 + 0.691}\right) \\ &= 243 \times 0.035 \\ &= 8.5 \text{ 公厘。} \end{aligned}$$

應用公式(4):

$$\begin{aligned} h_1 &= \frac{r \cdot h}{r + r_1} = \frac{150 \times 8.5}{150 + 18} \\ &= 7.6 \text{ 公厘。} \end{aligned}$$

工件的提高高度 h 是 8.5 公厘, 約等於工件直徑的 0.236 倍。

例 2 使用跟上題同樣的機床磨削柄部是 45 號鋼的切削部分是高速鋼的蔴花鑽頭, 它的直徑是 12 公厘, 工序是淬火前的粗磨, 求工件提高的高度。

解 根據上述已知情況, 決定採用

1. 支片的材料用高速鋼,

它的頂角用 30° ,

厚度用 8 公厘。

2. 工件提高的高度求法如下:

已知: $R = 225$ 公厘; $r = 150$ 公厘; $r_1 = 6$ 公厘。

應用公式(1)

$$k = \frac{r_1 + r}{r_1 + R} = \frac{6 + 150}{6 + 225} = 0.675。$$

應用公式(2)(取 $V=2^\circ$):

$$\begin{aligned}h &= (R+r_1)\sin\left(\frac{kV}{1+k}\right) \\&= (225+6)\sin\left(\frac{0.675\times 2}{1+0.675}\right) \\&= 231\times 0.012\approx 3 \text{ 公厘}\end{aligned}$$

應用公式(4):

$$h_1 = \frac{r \cdot h}{r+r_1} = \frac{150 \times 3}{150+6} = 2.89 \text{ 公厘}$$

工件提高的高度是 3 公厘, 等於工件直徑的 0.25 倍。

例 3 使用 3181 型無心磨床, 磨削 58 公厘直徑的黃銅芯子, 它的長度是 120 公厘, 求工件提高的高度。

解 根據上述已知情況, 決定採用

1. 支片的材料為鑄鐵; 支片頂角為 20° ; 支片的厚度為 12 公厘。

2. 工件提高的高度, 由下列決定:

已知: $R=225$ 公厘; $r=150$ 公厘;

$r_1=29$ 公厘。

應用公式(1)

$$k = \frac{r_1+r}{r_1+R} = \frac{29+150}{29+225} = \frac{179}{254} = 0.705$$

應用公式(2)(取 $V=7^\circ$):

$$\begin{aligned}h &= (R+r_1)\sin\left(\frac{kV}{1+k}\right) \\&= (225+29)\sin\left(\frac{0.705\times 7}{1+0.705}\right) \\&= 254\times 0.051=12.95 \text{ 公厘}\end{aligned}$$

應用公式(4);

$$h_1 = \frac{r \cdot h}{r + r_1} = \frac{150 \times 12.95}{150 + 29} = 10.85 \text{ 公厘。}$$

工件提高的高度為12.95公厘，約等於工件直徑的0.223倍。

3 磨輪和調節輪的整形

我們知道磨輪是由許多細而硬的磨粒用黏土等結合而成的，在它的表面有着無數尖銳的刀刃，當磨削時每一刀刃磨掉工件上極小的一部分切屑。在使用一定時期之後，這許多刀刃漸漸由尖銳的而變成圓角，失去了磨削作用；因此，這時就需要加以整形，把磨輪表面失去磨削作用的磨粒車去，使內層新的磨粒來擔任磨削工作。這就是磨輪要整形的道理。那麼調節輪為什麼也要整形呢？原因是這樣的，調節輪的作用是控制工件旋轉和移動，它的表面跟工件的表面有一定的摩擦作用發生，如果使用時間太久了，調節輪表面因磨損而形成光滑，那將會加重工件的滑行現象，而失去調節輪的應有作用，所以調節輪使用一時期之後也需要整形一次。

除上面所說的情況之外，當工件外形改變時，譬如原來磨削圓柱體工件，以後要改磨圓錐體工件，那對調節輪或磨輪的外形要求就不同了，因此也需要整形。下面就工件不同的外形分別說明各種整形的方法。

一、圓柱體的工件

當無心磨床在磨削圓柱體的工件時（如銷子，圓環等），磨輪的外形也應該是一圓柱體的，所以整形比較簡單。一般是把金剛鑽在水平面上傾斜 $5 \sim 15^\circ$ ，然後把它接近磨輪，同時它的位置要在磨輪中心線上，如圖8中1。

調節輪的外形不是圓柱體的，因為在加工過程中它要跟磨輪互成一個 α 角度，而且要保證工件能穩妥地從一端推到另一端。要

達到這個目的，工件和調節輪間的接觸必須是直線的，如圖 10。這個接觸線跟工件行進方向平行，而且跟調節輪軸互成一個 α 角。所以，在整形的時候，金剛鑽所走的途徑必須跟這接觸直線相仿，如圖 11 所示，把調節輪面整形成一雙曲線體，如圖 12 所示。



圖 10

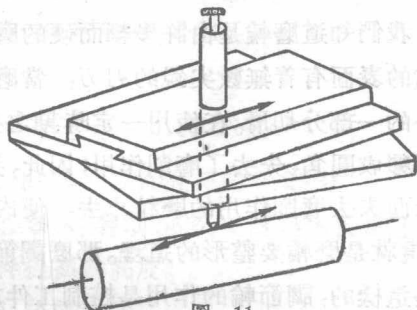


圖 11

要達到上述的目的，調節輪的金剛鑽須作下列三個校正的動作。

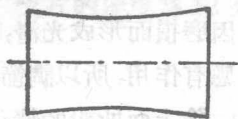


圖 12

1. 隨輪罩轉過一 α 角度，相等於調節輪和水平面（或即磨輪軸）所成的角度。
2. 整個金剛鑽滑座須轉過一角度，相等於調節輪所轉的 α 角度。它的旋轉方向是這樣決定的，假使調節輪迴轉方向，使輪軸近工作人員的一端算作向上（即由調節輪處看去是順時針向）的話，那麼金剛鑽滑座需在頂視圖上看去也是向順時針方向作同樣角度（即等於 α ）旋轉。

3. 金剛鑽接觸調節輪表面的地方，必須是工件和調節輪接觸的地方（如圖 8）。圖 8 上金剛鑽 2、3、4 跟調節輪中心線的垂直距離，也就是等於公式（3）中的 h_1 。

在調節輪整形的時候，總是選擇它最高的轉速，以便得到良好的結果。

二、圓錐體的工件

在無心磨床上磨削錐形工件時（如麻花鑽的錐柄），如果錐度較小（錐角較小），總是把磨輪的外形整形成所需要的錐度。整形的方法是把修磨輪的金剛鑽滑座轉動一角度，等於所需要的錐角（轉動方向是向工作人員處為下）。

調節輪的外形一般還是保持雙曲線體，就是跟工件接觸的地方成一條直線，圖 13 所示。

當磨削的圓錐角很大時，那也可以把磨輪和調節輪同時整形成圓錐體，如圖 14 上所示。調節輪的修成錐形的方法也跟磨輪相同。



圖 13

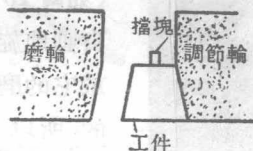


圖 14



圖 15

三、成形的工件

在無心磨床上有時也加工外形比較複雜的成形工件，如圖 15 所示。在這種情況下，一般是把磨輪整形成所需要的形狀。這是利用特殊的靠模方法來整形的，就是把靠模做成所需要的工件外形，在整形時使金剛鑽所走的軌跡符合於工件的外形。這時調節輪的軸是不轉動角度的，所以它的外形是一個圓柱體，整形方法跟上面所說的一樣。