

切削螺絲 齒輪計實

車床應用手冊

陳毓桂 溫學 趙合編

五洲出版社 印行



版權所有・請勿翻印

車床應用手冊

合編者：陳毓桂 溫學趙

發行人：丁 廼 庶

發行所：五洲出版社

總經理：五洲出版社

台北市重慶南路一段88號

電話：339630 352521號

海總經外：經鴻書局

香港九龍太子道379號A

中華民國六十三年十月出版

登記證 內版台業字第0562號

莊敬自強 處變不驚

車床應用手冊

目 錄

第一章 緒論	1—7
一 螺絲之形成及其種類	1
二 螺距之產生及其種類	2
(A) 英吋螺距	2
(B) 公厘螺距	3
(C) 模數螺距	3
(D) 徑節 (D.P.) 螺距	3
三 車削螺絲機構概述	4
(A) 傳動系統	4
(B) 配換齒輪	5
(C) 絲桿螺距與機動螺距	6
第二章 配換齒輪計算法	8—48
一 計算原理	8
二 英吋制絲桿計算及實例	11
(A) 欲車英吋螺距	11
(B) 欲車米厘螺距	17
(C) 欲車模數螺距	25
(D) 欲車 D.P. 螺距	30
三 米厘制絲桿計算及實例	37

(A) 欲車英吋螺距.....	37
(B) 欲車米厘螺距.....	40
(C) 欲車模數螺距.....	42
(D) 欲車 D.P. 螺距	45
第三章 疑難螺距之配換齒輪計算法	49—60
計算法則及實例.....	49
第四章 特種配換齒輪計算法	61—72
一 特種配換齒輪應用之範圍.....	61
二 絲桿每吋 6 牙應用特種配換齒輪之計算及實例.....	62
(A) 欲車英吋螺距.....	62
(B) 欲車米厘螺距.....	64
(C) 欲車模數螺距.....	66
(D) 欲車 D.P. 螺距	67
三 絲桿螺距 1.25 米厘應用特種配換齒輪之計算及實例	68
(A) 欲車英吋螺距.....	68
(B) 欲車米厘螺距.....	70
(C) 關於車削模數及 D.P. 螺距	71
第五章 機械運用上各項技術問題	73—81
一 六盤齒之應用.....	73
二 變更配換齒輪之技巧.....	74
三 平面螺絲配換齒輪計算概述.....	75
四 應用後列齒輪車製大螺距之方法.....	75
五 多頭螺絲(複螺紋)之分頭法.....	77
六 兩開螺帽把手之撤落法.....	79
(A) 標記法.....	79
(B) 看錶法.....	79
(C) 英吋絲桿車製米厘螺距之把手撤落法.....	81
附表 1. 配換齒輪綜合算式表	83—84
附表 2. 小數與近似分數換算表	85—86
附表 3. 1 至 10000 因數表	87—115
附表 4. 絲桿每吋 2 牙切削各式螺距配換齒輪表	116—133

切削英吋螺距	117
應用 127 牙齒輪關係切削米厘螺距	123
應用常備齒輪近似值關係切削米厘螺距	126
應用常備齒輪近似值關係切削模數螺距	129
應用 127 牙齒輪關係切削模數螺距	130
應用 97 牙齒輪關係切削模數螺距	131
應用 47 牙齒輪關係切削模數螺距	133
應用常備齒輪近似值關係切削 D.P. 螺距	134
應用 127 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	136
應用 125 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	137
應用 97 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	137
應用 47 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	137
應用 71 牙及 113 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	138
附表 5. 絲桿每吋 4 牙切削各式螺距配換齒輪表	139—158
切削英吋螺距	140
應用 127 牙齒輪關係切削米厘螺距	146
應用常備齒輪近似值關係切削米厘螺距	148
應用常備齒輪近似值關係切削模數螺距	150
應用 127 牙齒輪關係切削模數螺距	151
應用 97 牙齒輪關係切削模數螺距	152
應用 47 牙齒輪關係切削模數螺距	153
應用常備齒輪近似值關係切削 D.P. 螺距	154
應用 127 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	156
應用 125 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	157
應用 47 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	157
應用 97 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	157
應用 71 牙及 113 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	158
附表 6. 絲桿每吋 6 牙切削各式螺距配換齒輪表	159—177
切削英吋螺距	160
應用 127 牙齒輪關係切削米厘螺距	166
應用常備齒輪近似值關係切削米厘螺距	168

應用常備齒輪近似值關係切削模數螺距	170
應用 127 牙齒輪關係切削模數螺距	170
應用 97 牙齒輪關係切削模數螺距	171
應用 47 牙齒輪關係切削模數螺距	172
應用常備齒輪近似值關係切削 D.P. 螺距	173
應用 127 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	175
應用 125 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	176
應用 97 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	176
應用 47 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	176
應用 71 牙及 113 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	177

附表 7. 絲桿每吋 8 牙切削各式螺距配換齒輪表

切削英吋螺距	179
應用 127 牙齒輪關係切削米糧螺距	185
應用常備齒輪近似值關係切削米糧螺距	187
應用常備齒輪近似值關係切削模數螺距	189
應用 127 牙齒輪關係切削模數螺距	190
應用 97 牙齒輪關係切削模數螺距	191
應用 47 牙齒輪關係切削模數螺距	192
應用常備齒輪近似值關係切削 D.P. 螺距	193
應用 127 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	195
應用 125 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	196
應用 97 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	196
應用 47 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	196
應用 71 牙及 113 牙齒輪關係切削 D.P. 螺距	197

附表 8. 各式螺距尺度換算表

每吋牙數與螺距及米糧長度對照表	198
分數螺距與小數及米糧長度對照表	199
英吋螺距與小數及米糧長度對照表	200
米糧螺距與英吋長度對照表	201
模數螺距與英吋長度對照表	202
D.P. 螺距與米糧長度對照表	203

第一章 緒 論

一 螺絲*之形成及其種類

在等速旋轉之圓柱體上一點，沿着軸心方向作等速移動，即形成一螺絲。同樣，用刀具在等速之圓柱形工作物上，沿着軸心方向作等速移動，其車削結果即成普通所謂之螺絲，如圖 1 所示。車削螺絲通常均在車床上進行工作，因此，若將迴轉工作物之車頭與移動刀架之絲桿，兩者之速比施以適當之調整及連繫，即能得到粗細不同螺絲之產生。

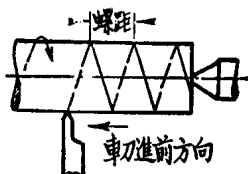


圖 1 螺絲之形成

機件之密接，傳動，固定及連繫上，由於用途及負荷各異，而需各種式樣不同之螺絲。大體可分為尖頭螺絲(或稱“V”形螺絲)(圖 2)，方頭螺絲(圖 3)，梯形或蝸旋螺絲(圖 4)，鋸齒形螺絲(圖 5)，及圓頭



圖 2 尖頭螺絲



圖 3 方頭螺絲



圖 4 梯形螺絲



圖 5 鋸齒形螺絲

*「螺絲」亦稱「螺紋」。

螺絲(圖 6)等。此外,在上述各式螺絲中,又可分為左旋或右旋螺絲,單頭或多頭螺絲(圖 7,8)。

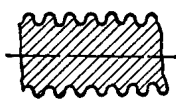


圖 6 圓頭螺絲

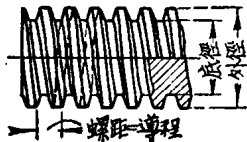


圖 7 右旋單頭端旋螺絲

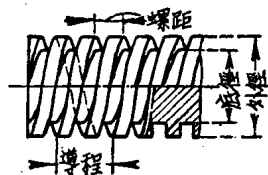


圖 8 左旋二頭方頭螺絲

二 螺距之產生及其種類

沿圓柱體之軸心平行線,量得其螺紋每環行一周後,起點與終點

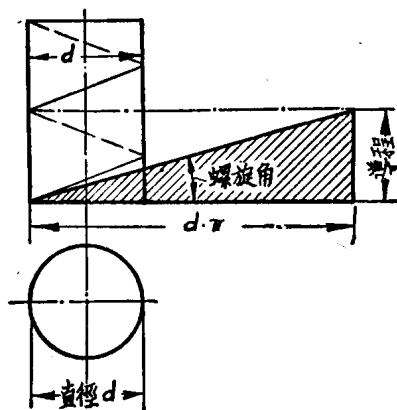


圖 9 導程之產生

之距離,謂之導程(圖 9)相鄰兩螺絲之相當點間,平行於軸線方向之距離謂之螺距。單螺紋時螺距等於導程,且普通螺絲多為單紋,故在討論車製單螺絲時多以螺距代替導程,此應予注意者。螺距在應用上之記載單位,普通均以英吋或米厘表示。茲分述如下:

(A) 英吋(inch)螺距

英吋螺距通稱英吋牙,其記載單位有二,第一種係以每吋若干牙數為標準,例如有一螺絲其螺距為 $1/8''$,即 1 吋之內共有 8 牙,稱為“每吋 8 牙”,如螺距為 $1/32''$,則稱為“每吋 32 牙”等;第二種係以每牙若干長度為標準,例如有一螺絲其螺距為 $3''/16$ 則稱為“1 分半 1 牙”,如螺距為 $3''$,則稱“3 吋 1 牙”等。

(B) 公厘(mm)螺距

公厘螺距通稱米厘牙，(茲為便利一般機械工作人員習慣上稱呼起見，此後在本書中如遇單位為公厘時，仍沿用“米厘”一詞稱呼之。)係以每牙為記載單位，例如有一螺絲其螺距為 1mm，則稱為“1 米厘 1 牙”，如螺距為 3.5mm，稱為“3 米厘半 1 牙”，如螺距為 0.4mm，則稱呼為“40 米厘絲 1 牙”等。

(C) 模數(Modul)螺距

模數螺距通稱模數牙或「模杜」牙，即米厘制之齒輪牙，在齒輪上之齒距圓直徑完全以米厘表示者，因此其圓周齒距及蝸形螺旋上之螺距，均由 π 之倍數所構成，謂之模數齒距或模數螺距。 π 之值為 22/7 或 3.14，精確而言乃為 3.1415927，在稱呼上通常視模數（簡寫 M）前所加之數字而定，如“3M”稱為“3 模數”等。螺距長度計算為：

$$\begin{aligned}\text{即 } 1M &= 3.14\text{mm} \\ 2M &= 2 \times 3.14 = 6.28\text{mm} \\ 3M &= 3 \times 3.14 = 9.42\text{mm 等。}\end{aligned}$$

(D) 徑節(Diametral Pitch 或簡作 D.P.)螺距

徑節螺距通稱 D.P. 牙或「匹取」(Pitch) 牙，亦係齒輪上牙齒之標誌方法應用於螺旋上者，乃以每吋節圓直徑表示在其圓周上所含之齒數，因此恰與模數牙相反，其螺距長度為 D.P. 之數除 π 所得之值，如 8D.P. 即每吋節圓直徑內含有 8 個牙齒，稱為“8 個 D.P. 牙”等。螺距長度計算為：

$$\begin{aligned}\text{即 } 1D.P. &= 3.14'' \\ 2D.P. &= \frac{3.14}{2} = 1.57'' \\ 3D.P. &= \frac{3.14}{3} = 1.047'' \text{ 等。}\end{aligned}$$

向，以便車削左旋或右旋螺絲之用，所屬「後列齒輪裝置」(back gears)只為減低整個傳動系統之迴轉速度，無關車削螺絲之一切。車頭傳動齒輪與配換輪軸固定輪之速比為 1:1，但亦有為 1:2 者如圖 11 所示，此型車床傳動結構較圖 10 略繁，後列齒輪除變更整個傳動

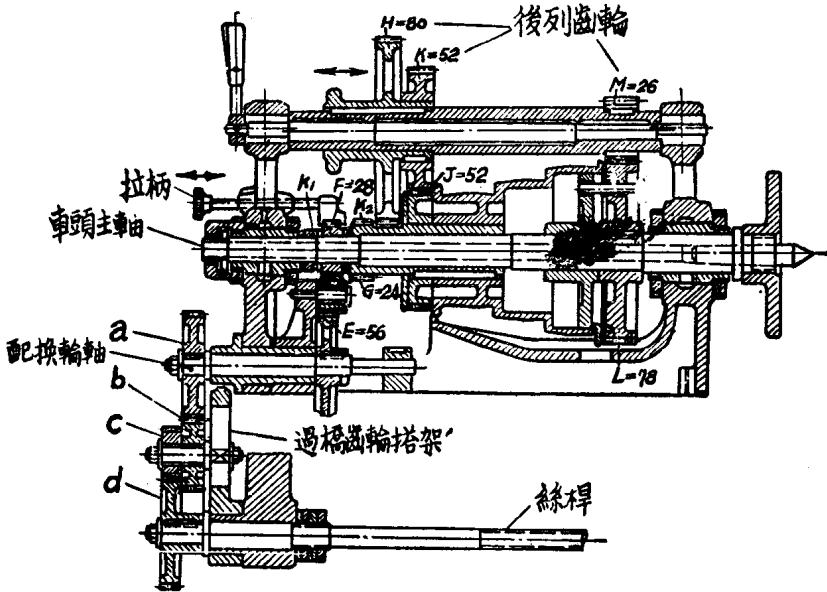


圖 11 應用後列齒輪變更固定速比之車床

系統迴轉速度外，若將拉柄向前移動，使齒輪 F 經過離合器 K_2 與寶塔帶輪空心軸上齒輪 G 相連接，則可增加其固定速比，俾便車削較大螺距之螺絲時用之。因此在固定速比不為 1:1 時，即車頭主軸與配換輪軸之迴轉數不同時，在計算齒輪配換關係時必須顧及。(詳見第 75 頁應用後列齒輪車製大螺距之方法)。

(B) 配換齒輪

轉動絲桿必須利用齒輪，因之切削各式螺距，自當變換使用齒數多少不同之齒輪，此類齒輪稱為「配換齒輪」(亦稱變速或變換齒輪)。

圖 12 所示, a 輪與 c 輪為主動齒輪, b 與 d 為從動齒輪, a 輪裝在配換輪軸上, b 輪與 c 輪裝在過橋齒輪搭架上, d 輪裝在絲桿上, 應用此種兩對配換齒輪所成之複式配換關係, 通稱“四盤齒”。但亦有只須

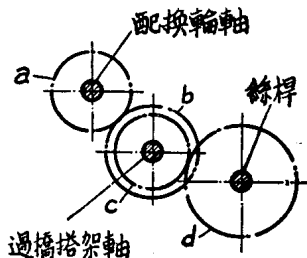


圖 12 四盤齒裝置

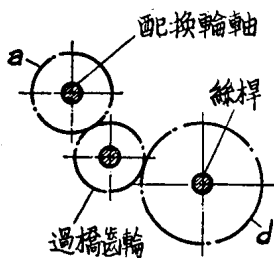


圖 13 兩盤齒裝置

應用一對配換齒輪者如圖 13, 在此種情形下, 其他 b, c 一對配換齒輪另以一單獨之齒輪代替之, 使與 a, d 兩輪連接, 通稱過橋齒

輪。因其迴轉速度與 a, d 兩輪不生影響, 故齒數多少可任意選擇, 只須與 a, d 兩輪, 三者同時能獲順利轉動即可, 此種簡單配換關係, 平常稱為“兩盤齒”。

每部車床均附有一套配換齒輪, 最通用之一種乃自 20 牙起, 每輪齒數遞增 5 牙, 直至 120 牙為止, 亦有從 25 牙起到 130 牙為止, (歐洲大陸國家採用此種系統) 在車製普通螺絲時 (指英吋牙及米厘牙而言) 其配換範圍, 除欲車牙數為質數, 像 29, 31, 41 等無法利用因數分解外, 其他均可配搭, 但在英吋絲桿之車床上車削米厘牙, 模數牙, D.P. 牙或在米厘絲桿之車床上車削英吋牙, 模數牙, 或 D.P. 牙, 除應用 127 牙, 47 牙或 97 牙之額外齒輪以外, 125 牙在配換齒輪計算時, 應用範圍亦廣, 按作者平日工作經驗, 在普通車床上最好能添用一只 125 牙之齒輪, 此點, 在例題中亦可見及。

在選擇配換齒輪時應注意配換輪軸與絲桿間已固定之距離, 能達適宜配搭為度。

(C) 絲桿螺距與機動螺距

由車頭主軸至絲桿之傳動系統中均有各種速比不變之傳動齒輪, 固定裝置於車頭內, 隱藏不易察見。因此, 在使用車床之先, 必須

確查其速比究係若干。其試驗方法，可於配換輪軸及絲桿上配搭一對齒數相同之配換齒輪，以手拉動皮帶，進行車削“試驗螺絲”，俟拖板前進一吋後，比較其工作物上每吋牙數與絲桿每吋牙數是否相符，如考察結果兩者相同，則知車頭傳動齒輪與配換輪軸固定輪之速比為1:1，而此絲桿每吋牙數即為以後配換計算中之標準，稱為“絲桿螺距”。

在車床上，主動齒輪與從動齒輪在齒數相等之前提下，例如：

- (一)車頭傳動齒輪與配換輪軸固定輪之速比為1:1，而絲桿螺距為 $1/4''$ ，車削所得之螺距為 $1/4''$ 。
- (二)亦有車床其車頭傳動齒輪與固定輪齒數之比 $Z_f:Z_e$ (或速比 $N_e:N_f$) 為1:2，絲桿螺距為 $1/2''$ ，則在試驗螺絲上所形成之螺距亦為 $1/4''$ 。
- (三)如在具有絲桿變速裝置之車床上，此時車頭傳動齒輪與固定輪之速比 $N_e:N_f$ 為1:2，絲桿螺距為 $3/8''$ ，並應用絲桿變速裝置改變其速比 $N_d:N_e$ 為4:3時，則在試驗螺絲上所形成之螺距亦為 $1/4''$ ，此種利用車床本身機械傳動關係，車削所得之螺距，統稱為“機動螺距”。故計算時不能單以絲桿螺距為標準。米徑絲桿之車床，同樣亦有機動螺距存在，計算之先，應注意及之。嗣後在計算例題中所云“機動螺距”一詞，即係指上述三種情形中任意一種而言。

第二章 配換齒輪計算法

一 計算原理

在第一章中曾已言及，用刀具在等速旋轉之圓柱形工作物上，沿着軸心方向作等速移動，車削結果即成普通所謂之螺絲。因此，裝置刀架之拖板，在床面上作等速運動時，移動速度之快慢，必須經由配換齒輪帶動之絲桿所控制，始能與所欲車削之螺距相適合；譬如在絲桿螺距為1"之車床上，並無其他不同之固定配換關係存在，即機動螺距為1"時，設欲車削螺距為1"之螺絲，在此種情形下，車頭與絲桿之迴轉數則必須相等，換言之，即裝在傳動系統中之一對配換齒輪——主動齒輪與從動齒輪之齒數必須相等。

相反之情形下，設在同一車床上欲車削螺距為2"之螺絲，則當車頭迴轉一次時，裝置刀架之拖板必須移動2"，但原來之絲桿螺距仍為1"，所以絲桿必須迴轉兩次。因此，只須將絲桿上從動齒輪之齒數，變成主動齒輪齒數之一半，就能達到上述之目的；亦即兩者迴轉數之比等於兩輪齒數之反比，此種關係過程，為使容易瞭解起見，以下列公式表示之。

設 L = 欲車螺距

l = 絲桿螺距

N_f = 車頭迴轉數

N_d = 絲桿迴轉數

Z_f = 車頭齒輪齒數(主動齒輪)

Z_d = 絲桿齒輪齒數(從動齒輪)

因 $L:N_f = l:N_d$ 及 $Z_d:N_d = Z_f:N_f$.

故
$$\frac{Z_f}{Z_d} = \frac{N_d}{N_f} = \frac{L}{l}$$

為完全以文字表示之,則得

公式 1:
$$\frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} = \frac{\text{絲桿迴轉數}}{\text{車頭迴轉數}} = \frac{\text{欲車螺距}}{\text{絲桿螺距(或機動螺距)}}$$

亦即主動齒輪與從動齒輪齒數之比,等於絲桿迴轉數與車頭迴轉數之比,亦等於欲車螺距與絲桿螺距之比。將上述之舉例應用於公式上,即得

$$\frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} = \frac{2}{1}$$

此種齒輪之配換關係只是一種分數式表示其比率而已,欲應用於車床之車削工作上,必須將其變成適當齒數之齒輪,按照普通道理,將分數式加以擴大,不過無論如何,原來之比率須始終保持不變,現將分數式中之分母分子用同一數字來分乘,如分母分子均用 30 乘之,即得

$$\frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} = \frac{2 \times 30}{1 \times 30} = \frac{60}{30}$$

同時亦可用其他之數字分乘之,如

$$\frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} = \frac{2 \times 40}{1 \times 40} = \frac{80}{40} \text{ 或 } = \frac{2 \times 50}{1 \times 50} = \frac{100}{50}$$

設選用上式最後一種配換關係,除將 100 牙之齒輪裝於配換輪軸上及 50 牙齒輪裝於絲桿上以外,在過橋齒輪搭架上,再行任意裝

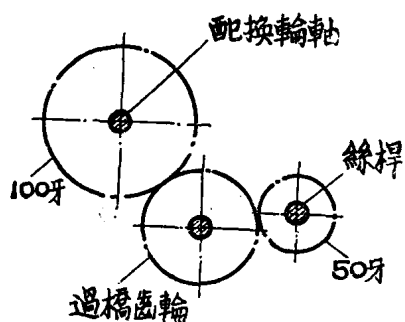


圖 14

能適合只用一對齒輪，例如：

$$\frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} = \frac{2}{15}$$

如用 15 來分乘結果，得

$$\frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} = \frac{2 \times 15}{15 \times 15} = \frac{30}{225}$$

而一個 225 牙之齒輪，在一套配換輪之內並不具備，吾人可將原來之比值變成另一種形式，通常不外將分母分子實行因數分解，再行擴大結果，便能應用所具備之齒輪，如

$$\frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} = \frac{2}{15} = \frac{1 \times 2}{3 \times 5} = \frac{1(\times 30) \times 2(\times 20)}{3(\times 30) \times 5(\times 20)} = \frac{30 \times 40}{90 \times 100}$$

既得到此種配換關係後，應將 30 牙與 40 牙齒輪作為主動齒輪（簡稱主輪），90 牙與 100 牙齒輪作為從動齒輪（簡稱從輪），其裝配程序如圖 15，有時在計算上不必如此呆板，可將分子上各因數或分母中各因數，分乘之數互調，例如：

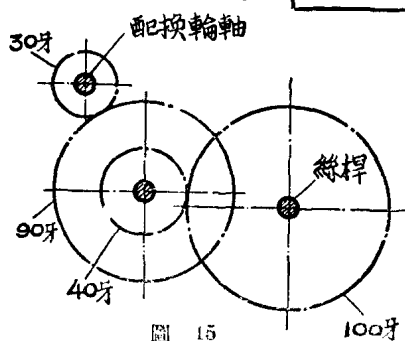


圖 15

上一只齒輪，當做過橋齒輪（圖 14），於是車削工作便可開始。

此外，在車床所屬之一套配換齒輪中，吾人已知乃從 20 牙起至 120 牙為止，每輪相差 5 牙，在選擇配換齒輪時，理應迅速加以想像，絕不能用 43 來分乘，使其得到 86 牙與 43 牙之齒輪。

有時，配換關係擴大結果，不

$$\frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} \left(= \frac{\text{主輪}}{\text{從輪}} \right) = \frac{1 \times 2}{3 \times 5} = \frac{1(\times 20) \times 2(\times 25)}{3(\times 25) \times 5(\times 20)} = \boxed{\frac{20 \times 50}{75 \times 100}}$$

此外，普通由分解因數擴大結果，其比率雖無錯誤，而實際上則不能應用，例如：

$$\frac{\text{主輪}}{\text{從輪}} = \frac{2}{15} = \frac{1 \times 2}{3 \times 5} = \frac{1(\times 30) \times 2(\times 15)}{3(\times 30) \times 5(\times 15)} = \frac{30 \times 30}{90 \times 75}$$

$$\text{或} = \frac{2}{15} = \frac{1 \times 2}{3 \times 5} = \frac{1(\times 25) \times 2(\times 15)}{3(\times 25) \times 5(\times 15)} = \frac{25 \times 30}{75 \times 75}$$

因在一套配換齒輪中從 20 牙以上每種僅有一個齒輪，所以計算時亦應加以注意。

如遇有配換比率不為整數，即分子或分母含有小數位之關係存在時，吾人可用同樣之倍數將其擴大，變成整數後再行化簡，使成適當之配換關係。例如：

$$\frac{\text{主輪}}{\text{從輪}} = \frac{17.5}{10} = \frac{17.5 \times 10}{10 \times 10} = \frac{175}{100} = \frac{7}{4} = \frac{7(\times 15)}{4(\times 15)} = \boxed{\frac{105}{60}}$$

二 英吋制絲桿計算及實例

(A) 欲車英吋螺距

$$\text{基本公式 1: } \frac{\text{主動齒輪}}{\text{從動齒輪}} = \frac{\text{欲車螺距}}{\text{絲桿螺距(或機動螺距)}}$$

〔例一〕今有一車床，其絲桿螺距為 $1/4''$ ，欲車一螺距為 $3/8''$ 之螺絲，試計算其配換齒輪。

按公式代入：

$$\frac{\text{主輪}}{\text{從輪}} = \frac{3/8''}{1/4''}$$

並使上列分數式變成整數，分母分子各乘以 8，則得