

配換齒輪的選擇

謝竹銘編

机械工业出版社

配 換 齒 輪 的 選 擇

謝 竹 銘 編



机械工业出版社

1959

出版者的話

在机床的調整工作中，選擇配換齒輪是工人、技術人員經常碰到的工作。配換齒輪選擇得是否精確，對工件的質量有很大關係，特別是加工齒輪。

本書編者是根據蘇聯希什科夫所著的「齒輪的選擇」，並結合個人的體會編成的。本書的特點是以對數法來選擇各机床上的換輪，這不但精確而且也非常方便。本書除了介紹對數法外，還簡單地介紹結合我國大家所熟悉的算盤的算法來選擇配換齒輪，書後附有傳動比對數與配換齒輪齒數對照表。

本書可供車工、銑工、齒輪工和技術人員作為解決選擇配換齒輪時的參考。

NO. 2529

1959年2月第一版 1959年2月第一版第一次印刷

850×1168¹/₃₂ 字數209千字 印張8¹/₁₆ 0,001—12,100冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)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証出字第008號 定價(11) 1.50元

目 次

前言	5
第一章 選擇配換齒輪的現代方法及其應用範圍	7
1. 調整誤差的求法	8
2. 近似比值的用法	11
3. 傳動比轉換成分數用表	14
4. 在計算尺上選擇換輪	18
5. 克納波法	20
6. 換輪選擇法的應用範圍	24
7. 換輪的嚙合條件	26
第二章 選擇換輪用的對數法及其用表	29
8. 對數的性質	29
9. 一套標準的配換齒數	30
10. 選擇換輪用的對數法	31
11. 採用一套非標準換輪時表格的用法	35
12. 典型調整舉例	36
13. 沒有對數表時換輪的選擇法	60
傳動比對數與換輪齒數對照表	68
第三章 配換齒輪選擇的特殊情形	173
14. 沒有所要求的配換齒輪時插齒機的調整	173
15. 沒有所要求的配換齒輪時滾齒機的調整	174
16. 加工帶螺旋槽工件時無差動滾齒機的調整	184
第四章 精密調整法	199
17. 第一種精密調整法	199
18. 第二種精密調整法	205
小數與分數傳動比對照表	218

前 言

在机床的调整工作中，經常要遇到選擇配換齒輪，或者叫做選擇挂輪。配換齒輪選擇得是否精確，對工件質量的好壞起着很大的影響，尤其是齒輪加工機床更是這樣。例如，一般滾齒機的差動系統若調整得精確，就可以加工出2級精度的螺旋齒輪來，否則就會達不到這樣的加工精度。因此，如何準確而迅速的選擇我們所需要的配換齒輪，這是工人與技術員很關心的問題。

目前我國討論這問題的書籍已有不少，但大部分僅是敘述車床上換輪的計算，而且對簡單情況下選擇換輪的方法討論較多，關於切齒機床上換輪的選擇法則很少。可是，在這祖國工業日益發展的今天，各工廠是很需要這方面資料的。因為我國工廠中常採用的小數化為繁分，再化成近似分數的方法來選擇配換齒輪，確實感到計算太繁，而且精度不很高。

但是，在蘇聯各工廠中解決車床、銑床、切齒機床上等配換齒輪選擇的問題，廣泛的採用着蘇聯科學工作者希什科夫(В. А. Шишков)所著的[齒輪之選擇] (Подбор зубчатых колес)一書。因其中是介紹了用新的方法——對數法來選擇各機床上的換輪，所以精確而非常方便。因而，本人願意根據該書，結合個人的一點體會，並參考下列各書：

М. В. Сандаков. Таблицы для подбор шестерен (Машгиз 1946).
Вестник машиностроения №10 1955.

E. Buckingham manual of gear design (萬鈞 1951年影印).

М. В. Зинин. Станки для обработки зубчатых колес (Машгиз 1953).

蘇聯機器制造百科全書 第九卷 (機械工業出版社 1955年出版).

Я. М. Хайлсович Фрезерное дело (Машгиз 1948).

對該問題想提出一些很不成熟的想法，供車工、銑工、切齒工及

6
技術員作為解決選擇配換齒輪時的參考。

本書前部分簡要敘述選擇換輪的各種方法，對於某些最基本的知識，由於其他書籍中已有介紹，所以不再贅述。關於對數法除了作介紹以外，還簡單敘述了結合我國大家最熟悉的算盤，怎樣利用該法來選擇換輪。對於利用對數法來選擇換輪的重要工具——傳動比對數與換輪齒數對照表已附於書中，表中所列各換輪齒數，是各機床上所有的（如 5A32 型滾齒機等換輪齒數就是根據本表中所有的齒數來設計的），所以對我們應用是非常方便的，利用該表可以調整要求的相對誤差在 $0.0001 \sim 0.00002$ 範圍內的各種機床。

書中的後部分着重介紹齒輪切削機床的調整，以及齒輪切削機床調整的某些特殊情形。

如果調整的精度要求很高，例如相對誤差要在 $0.000001 \sim 0.0000001$ 的範圍內，建議利用書中第四章所介紹的精密調整法進行試算。

最後所要說的：因本人水平很低，書中難免有不妥之處，甚至有錯誤存在，敬希同志們指正，不勝感謝。

謝 竹 銘

1957 年 1 月於北京

第一章

選擇配換齒輪的現代方法及其應用範圍

選擇配換齒輪的任務，就是要根據一定大小的傳動比來決定各個主動輪及被動輪的齒數，並且這些換輪要能安裝在機床上的。

我們知道，由車床加工出來的螺絲，它的螺距總是不太可能完全和我們所要求的螺距相等的，也就是有誤差存在。因此，在選擇配換齒輪時，在簡單的情況下應使得所選出的換輪要和理論上要求的相等，在複雜的情況下就不一定要使它們相等，只要根據工件的加工精度，用近似方法來選擇所需要的配換齒輪就可以了。但是，我們所要加工的工件有的極精密，有的不太精密，例如

普通車出來的螺絲，其螺距偏差為0.02%，也就是長度在1000公厘內螺距有0.2公厘的誤差，這差不多已能滿足一般機械工程的要求了。我們也應該知道，在製造許多更精密的工件時，要求我們選擇的配換齒輪達到很高的精度，例如相對誤差要求不超過一百万分之一或

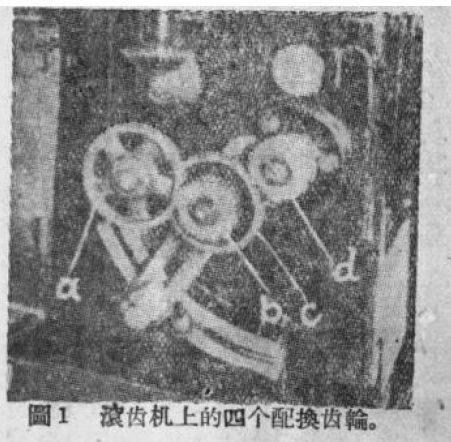


圖1 滾齒機上的四個配換齒輪。

更高。因此，我們應根據工件的加工精度，利用各種不同的方法來選擇換輪。在許多情況下，選擇換輪並不是很簡單就能達到我們的要求，所以在決定換輪的齒數時，應利用一些輔助表格的幫助，這樣，在實際中所遇到的問題，幾乎都能得到解答，也就是都可以足夠的精度來調整機床。

圖1中的a、b、c、d表示滾齒機上的四個配換齒輪。其中

a 、 c 是主动輪， b 、 d 是被动輪。而 a 、 c 及 b 、 d 的齿数应根据傳动比的大小来决定的。傳动比的公式是：

$$\text{傳动比 } x = \frac{\text{各主动輪的齿数的連乘积}}{\text{各被动輪的齿数的連乘积}};$$

所以，当安装四个配換齿輪时：

$$x = \frac{a \cdot c}{b \cdot d} \quad (1)$$

这样，我們只要根据机床上加工不同工件的情况，首先算出傳动比的大小后，就可以决定主动輪 a 、 c 及被动輪 b 、 d 的齿数了。如果已算得的傳动比比較簡單，例如为 $3/4$ 时，可以利用分解因数法来求得換輪：

$$x = \frac{3}{4} = \frac{1 \times 3}{2 \times 2} = \frac{1 \times 25}{2 \times 25} \times \frac{3 \times 20}{2 \times 20} = \frac{25}{50} \times \frac{60}{40}$$

其中 25、60 就是主动輪 a 、 c 的齿数；

50、40 就是被动輪 b 、 d 的齿数。

如果某种机床上要利用三对換輪时，我們也很容易看出：

$$\text{傳动比 } x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \quad (2)$$

其中 a 、 c 、 e 是換輪的主动輪；

b 、 d 、 f 是換輪的被动輪。

在某种情况下为了改变被动輪的旋轉方向，可以在換輪架上 c 、 d 輪（圖 1）之間加入一中間輪，其齿数的多少对傳动比的大小沒有影响，所以可自由的选择。

1 調整誤差的求法

从上面我們知道，在簡單的情况下利用分解因数法来选择配換齿輪是很方便的，而且沒有誤差。

但是，如果所給出的傳动比是多位小数的，或者虽然是分数而分子分母不能化成适当的因数，这个問題就很复杂化了。这时候就不能很精确地直接利用分解因数法，而必須用近似方法来選擇配換齿輪。也就是要找出一个小于或大于我們所要求的分数。

但是，这分数的分子、分母要能够很方便的分解成各因数的。

在这种情况下，因为用近似的传动比来代替了精确的传动比，所以被加工零件由于配换齿轮的近似选择也产生了误差。因此，对传动比误差要有正确的估计，求出得到的误差对被加工零件精度所发生的影响。

调整机床时，传动比的误差有两种，就是绝对误差和相对误差。

所谓绝对误差，就是所要求的传动比与得到的传动比之间的差数。例如要求的传动比 $x = 0.62546$ ，而得到的传动比 $x' = 0.62542$ ，那末，绝对误差就是：

$$0.62546 - 0.62542 = 0.00004.$$

相对误差就是绝对误差与传动比之比。如上面所举的例中其相对误差为：

$$0.00004 / 0.62546 = 0.000065.$$

我们还要知道：相对误差与绝对误差是不同的。绝对误差不易看出它对被加工零件精度的影响。但是，如果知道了相对误差后，就很快的求出它对被加工零件精度的影响了。

无论在车床上或者在铣床上，利用一定大小传动比的配换齿轮，都是希望得到我们所要求尺寸的工件。例如在车床上要得到一定大小螺距的螺纹。我们知道，螺距的大小是由工件转一转时，车刀移动一段距离来得到的。像这种为切削出一定大小螺距，而刀具在工件轴向位置所要移动的一段距离，我们叫它做位移。误差大小与位移的大小之间的关系，下面继续讨论。

加工螺纹时，假如使用的配换齿轮的传动比为 0.3392，所得的螺纹螺距为 4 公厘。如果我们使用近似传动比为 0.3391 的配换齿轮时，那末传动比就发生了绝对误差，即 $0.3392 - 0.3391 = 0.0001$ ；或产生了相对误差，即 $0.0001 / 0.3392 = 0.0003$ 。但是，这个相对误差对被加工螺丝的精度有了些什么影响呢？

因为传动比为 0.3392 的时候，我们所能得到的螺距为 4 公

厘，假如我們把傳動比減少二分之一，即減少 0.1696，这时傳動比就等于 $1/2 \times 0.3392$ ，那末得到的螺距就是 $1/2 \times 4 = 2$ 公厘了。也就是螺距产生了 2 公厘的变化，这时傳動比的相对誤差就是 $0.3392 - 0.1696 / 0.3392 = 1/2$ 。

在前例中所表示的相对誤差，那也就是把原来的傳動比改变了 0.3392 分之 0.0001，即 $1/0.3392 \times 0.0001 = 3/10000 = 0.0003$ 。那末这个相对誤差的数值，使螺距所产生的变化（当然和上面所举的例子一样算法）就等于 $0.0003 \times 4 = 0.0012$ 公厘。

因此，我們可以看出：当相对誤差为 0.0003 时，4 公厘的螺距产生了 $0.0003 \times 4 = 0.0012$ 公厘的誤差。所以相对誤差对被加工零件精度的影响，在这里就能很清楚地知道了。

从上面所說的我們可以得到下面的結論：

假如利用傳動比为 X 的配換齒輪，在被加工零件上所产生的位移为 L ，那末当傳動比的相对誤差为 δ 的时候，在位移中所产生的誤差 l 就等于 $\delta \cdot L$ 。即：

$$l = \delta \cdot L. \quad (3)$$

例1 当在車床上加工一个模数 3 的單头蜗杆时，如果應該使用傳動比为 0.78321 的換輪，但現在实际应用配換齒輪的傳動比为 0.78305，試求加工时位移誤差的大小。

〔解〕 傳動比的絕對誤差为：

$$0.78321 - 0.78305 = 0.00016.$$

而相对誤差是：

$$\delta = \frac{0.00016}{0.78321} = 0.0002.$$

單头蜗杆的螺距，也就是加工时的位移：

$$L = \pi \cdot m = 3.1416 \times 3 = 9.4248 \text{ 公厘}.$$

这样，可求得位移誤差，即加工出蜗杆螺距的誤差 l 如下：

$$l = \delta \cdot L = 0.0002 \times 9.4248 = 0.001885 \text{ 公厘}.$$

同样道理，我們可以用滾齒机作例子来討論相对誤差对被加工齒輪精度的影响，这时的詳細情况可參看后面例 19。

2 近似比值的用法

近似比值常应用在車床的調整工作中，我們利用公制进刀絲杆車床切削英制螺紋；利用英制进刀絲杆車床切削公制螺紋時，以及切削模数及徑节螺紋的時候，常常要采用近似比值來計算配換齒輪。因为这时在計算傳动比的式子中我們可以找到有乘数 π 和 25.4，或者在式子中却以 $\frac{\pi}{25.4}$ ， $\pi \times 25.4$ 的形式出現。这些数字我們很难利用質因数表來分解成各因数。因为 π 是无理数，不能用簡單分数來表示，而数字 25.4 如要精确的表示，那末，配換齒数應該有 127 牙，但这个換輪有的車床上可能沒有。

因此，为了計算方便起見，表 1 就表示了利用近似分数來代替上面所說的这些数字。

表 1 用近似分数來代替 π ；25.4； $\frac{\pi}{25.4}$ ； $\pi \times 25.4$

(在括号中的数字代表螺紋在 1 公尺長度上誤差的公厘数)

$25.4 = \frac{127}{5} (0); = \frac{18 \times 24}{17} (0.46); = \frac{40 \times 40}{7 \times 9} (0.12); = \frac{11 \times 30}{13} (0.61)。$	
$\pi = \frac{22}{7} (0.4); = \frac{32 \times 27}{25 \times 11} (0.07); = \frac{19 \times 21}{127} (0.04); = \frac{25 \times 47}{22 \times 17} (0.04);$ $= \frac{8 \times 97}{13 \times 19} (0.03); = \frac{13 \times 29}{4 \times 30} (0.02); = \frac{5 \times 71}{113} (0.00006); = \frac{5 \times 49}{6 \times 13} (0.2)。$	
$\frac{\pi}{25.4} = \frac{47}{4 \times 95} (0.005); = \frac{5 \times 19}{32 \times 24} (0.10); = \frac{12}{97} (0.21);$ $= \frac{22 \times 5}{7 \times 127} (0.4); = \frac{23}{6 \times 31} (0.23)。$	
$\pi \times 25.4 = \frac{22 \times 127}{7 \times 5} (0.40); = \frac{21 \times 19}{5} (0.05); = \frac{10 \times 17 \times 23}{7 \times 7} (0.01);$ $= \frac{128 \times 48}{7 \times 11} (0.05); = \frac{30 \times 125}{47} (0.01); = \frac{22 \times 330}{7 \times 13} (0.20);$ $= \frac{27 \times 65}{2 \times 11} (0.30)。$	

表 1 可用在利用英制进刀絲杆車床切削公制螺紋或利用公制

进刀絲杆車床切削英制螺紋等。下面举几个例子說明表 1 的用法:

例2 車床进刀絲杆每吋 4 牙, 現在要求切削模数螺距为 3π 公厘的蜗杆, 試选择配換齿輪。

〔解〕 因为車床上所要求的配換齿輪的傳动比等于工件的螺距 (公厘) 与进刀絲杆螺距 (公厘) 之比。

我們把进刀絲杆的螺距化成公厘, 則得到其螺距为 $25.4/4$ 公厘。

$$\text{所以, 配換齿輪的傳动比 } x = \frac{3\pi}{\frac{25.4}{4}} = 3 \times 4 \times \frac{\pi}{25.4}$$

因上式中有 $\frac{\pi}{25.4}$, 所以我們利用表 1 把 $\frac{\pi}{25.4}$ 用近似分数 $\frac{5 \times 19}{32 \times 24}$ (0.10) 代入上式, 則得到:

$$x \approx 3 \times 4 \times \frac{5 \times 19}{32 \times 24} = \frac{15 \times 19}{16 \times 12} = \frac{15 \times 5}{16 \times 5} \times \frac{19 \times 5}{12 \times 5} = \frac{75 \times 95}{80 \times 60}$$

主动輪为 75 和 95 牙; 被动輪为 80 和 60 牙。

75 牙安装在主动軸上, 60 牙装在絲杆上, 80 牙和 95 牙装在中間軸上, 而 80 牙和 75 牙相咬合, 95 牙和 60 牙相咬合。

利用这組配換齿輪来切削螺紋时, 所产生的誤差就是在括号中所表示的。即螺紋在 1 公尺長度上的誤差为 0.1 公厘。

如果加工的是多头螺絲或多头蜗杆, 那末工件的螺距就應該用工件的导程来代替, 而导程的大小应等于螺距乘上螺紋的头数。

例3 在絲杆螺距为 6 公厘的車床上, 加工 DP8 的單头蜗杆时, 問怎样計算配換齿輪?

〔解〕 單头蜗杆的导程与螺距 t 相等, 而

$$t = \frac{\pi}{DP} \times 25.4 = \frac{\pi}{8} \times 25.4 \text{ (公厘);}$$

$$\therefore x = \frac{\frac{\pi \times 25.4}{8}}{6} = \frac{\pi \times 25.4}{6 \times 8}。$$

根据表 1, 將 $\pi \times 25.4$ 用 $\frac{128 \times 48}{7 \times 11}$ 代入上式, 那末得到:

$$x = \frac{\frac{128 \times 48}{7 \times 11}}{6 \times 8} = \frac{128}{7 \times 11} = \frac{16 \times 8}{7 \times 11} = \frac{5 \times 16}{5 \times 7} \times \frac{8 \times 5}{11 \times 5} = \frac{80 \times 40}{35 \times 55}。$$

80 齿与 40 齿为主动輪，35 齿及 55 齿为被动輪。

用这組換輪工作时，加工出螺紋的誤差如表 1 中 括号所示，即螺紋在 1 公尺長度中的誤差为 0.05 公厘。

例4 現要加工螺距为 $\frac{3''}{8}$ 的螺紋，而所用的車床它的絲杆螺距为 5 公厘，試选择配換齿輪。

〔解〕 工件的螺距为：

$$t = \frac{3}{8} \times 25.4 \text{ (公厘)};$$

$$\therefore x = \frac{\frac{3}{8} \times 25.4}{5} = \frac{3 \times 25.4}{5 \times 8}。$$

根据表 1，将 25.4 用 $\frac{127}{5}$ 代入上式后得到：

$$x = \frac{3 \times \frac{127}{5}}{5 \times 8} = \frac{3 \times 127}{5 \times 5 \times 8} = \frac{3 \times 127}{5 \times 40} = \frac{10 \times 3}{10 \times 5} \times \frac{127}{40} = \frac{30}{50} \times \frac{127}{40}。$$

利用这組換輪工作时，对于被加工螺紋是不产生誤差的。但是，如果所用車床上沒有 127 齿的齿輪时，也可以将 25.4 用 $\frac{40 \times 40}{7 \times 9}$ 代入，就得到：

$$\begin{aligned} x &= \frac{\frac{3}{8} \times \frac{40 \times 40}{7 \times 9}}{5} = \frac{3 \times 40}{7 \times 9} = \frac{3 \times 2 \times 4 \times 5}{7 \times 9} \\ &= \frac{10 \times 6}{10 \times 7} \times \frac{20 \times 5}{9 \times 5} = \frac{60}{70} \times \frac{100}{45}。 \end{aligned}$$

用这組換輪工作时，螺紋在 1 公尺長度上的誤差为 0.12 公厘。

例5 在絲杆螺距为每吋 5 扣的車床上，加工螺距为 4 公厘的公制螺紋时，那末應該使用多少齿的配換齿輪？

〔解〕 絲杆的螺距为：

$$t = \frac{1}{5} \times 25.4 \text{ (公厘)};$$

$$x = \frac{4}{\frac{25.4}{5}} = \frac{4 \times 5}{25.4}。$$

如果把 25.4 按表 1 用 $\frac{40 \times 40}{7 \times 9}$ 代入則得到：

$$x = \frac{4 \times 5}{40 \times 40} = \frac{9 \times 7}{10 \times 8} = \frac{5 \times 9}{5 \times 10} \times \frac{7 \times 10}{8 \times 10} = \frac{70 \times 45}{80 \times 50}。$$

主动輪为 70、45；被动輪为 80、50。

加工时螺紋的誤差，在 1 公尺長度上为 0.12 公厘。

3 傳动比轉換成分数用表

在山达可夫 (M.B. Сандаков) 所著的[齿輪选取表]①一書中，已把从 0.03000 到 0.99899 之間的 52,000 个傳动比化成分数了。而其分子、分母的各因数的值是不超过 49 的(因数 127 除外)。所以我們可以根据所給出的傳动比，在山达可夫表中能找到相应的簡單分数。并把分子、分母分解成各因数后，再用配換齿輪的齿数来表示其分子和分母。

假如已給出的傳动比：

$$x = 0.94463。$$

我們可以在表中(該書第 389 頁)找到近似数：

$$x' = 0.94464。$$

这个数相当于分数(在这小数的右边)：

$$0.94464 = \frac{273}{289} = \frac{3 \times 7 \times 13}{17 \times 17} = \frac{13 \times 21}{17 \times 17} = \frac{65 \times 105}{85 \times 85}。$$

这样在簡單的情形下，我們就能較快的找到各換輪的齿数了。

如果我們手头沒有山达可夫所著的表格，那末也可以借用本書后面的表 10 (因这表实际上是連分数專門表格，供第四章作很精密的調整用)。这表的数值准确到小数后八位，但因为傳动比的数目較少，仅 4380 个，且小数化成分数后的分子、分母并不一定是小于 49 的各因数，所以对直接广泛的应用是受到了些限制。但是，如果我們所要求的傳动比和这表上的某一数值很近似，或者是相等的时候，那末这个表应用起来是非常方便的。

① 參看机械工业出版社：[挂輪选取表] (山达可夫著，曹存昌說明)

当所給出的傳动比是真分数时，那末我們可以把这分数先化成小数，然后到这表上去找和这小数相等或相近似的小数数值，在这找到的小数的左边兩項就是簡單分数的分子、分母。然后再把这簡單分数的分子、分母利用質因数表，再根据现有的一套配換齒輪，用普通的扩大分子、分母的倍数等方法来选取換輪組。

另外一种情况，当我们所要求的傳动比是假分数的时候（而分子、分母不能分解成各因数），也就是分子大于分母的时候，因为表 10 中的傳动比是小于 1 的，所以不能直接从表上查到。这时可以把我們所要的傳动比的分子、分母互相顛倒一下，即分子作为分母，分母作为分子来化成小数后，再到表 10 上去找。但得到了換輪后，應該把主动和被动輪也作相反的顛倒一下，这样就得到了原来傳动比的配換齒輪了。

例如我們所要求的傳动比为 $\frac{5.949}{2}$ ，那末把它化成小数后得到： $\frac{5.949}{2} = 2.9745$ 。这个数值在表 10 中沒有。因此，我們把这分数的分子、分母互相顛倒一下，得到 $\frac{2}{5.949}$ ，把它化成小数后，得到： $\frac{2}{5.949} = 0.3362063$ ，我們可以看出这个数相当于分数 $\frac{39}{116}$ 。这样，我們可以把这分数的分子、分母分解成各因数后，再選擇配換齒輪。但是选出換輪后应注意，这分数的分母上的齒輪要作为主动輪，而分子上的要作为被动輪。因为 $\frac{116}{39} \approx 2.9745$ 。

如果要求的傳动比大于 1，那末也可以利用下面的方法来查表，即把傳动比分成整数部分与小数部分，然后根据小数部分从表 10 上查到近似分数，而所要求的傳动比就近似等于整数加近似小数的分数。

例6 所要求的傳动比为 2.15290214，試利用表 10 化为能選擇換輪的近似分数并确定齒数。

〔解〕 把原傳动比分为：

$$2 + 0.15290214$$

然后从表上查到与小数部分近似的小数：

$$\frac{13}{85} = 0.15294118。$$

所以原傳动比可近似地写成：

$$\begin{aligned} 2 + \frac{13}{85} &= \frac{183}{85} = \frac{3 \times 61}{5 \times 17} = \frac{5 \times 3}{5} \times \frac{61}{17 \times 5} = \frac{4 \times 15}{4 \times 5} \times \frac{61}{85} \\ &= \frac{60}{20} \times \frac{61}{85}。 \end{aligned}$$

因此，利用这表格就可以使得我們平常計算較為繁雜的手續很快的得到解答。例如，車床上的絲杆因为用久后要磨損，或者有时制造得不够精确，这样，我們要制造精密的螺絲时，選擇換輪就遇到了困难，但有时利用这表的帮助，計算却很簡單。

例7 現要切削螺距为 2.5 公厘的螺絲，車床进刀絲杆每吋 4 牙，但它真正的螺距却不是 6.35 公厘，而只有 6.346 公厘。这时怎样利用表 10 来选出配換齒輪？

〔解〕 傳动比 $x = \frac{2.5}{6.346} = 0.39394。$

根据表 10 找得： $0.39393939 = \frac{13}{33} = \frac{1 \times 13}{3 \times 11} = \frac{30 \times 65}{90 \times 55}。$

所以我們就能求出四个配換齒輪如上。其中 30 牙及 65 牙为主动輪，90 牙及 55 牙为被动輪。

我們利用这組換輪在不精确絲杆的車床上車出的螺絲，其实际螺距为：

所用配換齒輪的傳动比 $\times$ 絲杆的螺距 $= \frac{30 \times 65}{90 \times 55} \times 6.346 = 2.49994$ (公厘)。

所以螺距的誤差为 $2.5 - 2.49994 = 0.00006$ 公厘，而 1 公尺長度上的誤差为 $\frac{1000}{2.5} \times 0.00006 = 0.024$ 公厘。

这样的誤差当然是很小的，所以用近似法利用表 10 来选出的配換齒輪是可以滿足我們要求的。

从上面的一些例题中我們已可以看出，直接应用表 10 时是很方便的。可是，有时候我們所要得到的傳动比与表上查到的近似小数相差較大，也就是直接应用表 10 上所查到的数值，超过了許可的誤差范围，那末表 10 是否还可以应用呢？我們說只要稍經過