

內容提要 本書有系統地介紹了螺旋銑床的基本原理和傳動系統，差動裝置的原理以及銑螺旋齒輪、正齒輪的差動挂輪計算原理和計算公式。為了幫助讀者閱讀時容易看懂起見，作者特地採用分類算式證明它的計算的方法；並舉出了很多計算實例。

本書內容切合實際，文字淺顯，適合五級到六級銑工同志學習的好材料。

編著者：薛金亮

NO. 0537

1954年8月第一版 1958年11月第一版第二次印刷

787×1092^{1/32} 字數19千字 印張¹⁵/₁₆ 8,001—24,500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

統一書號T15033·1210
定價(9)0.10元

机械工人活叶学习材料 167

薛金亮編著

螺旋銑床的差动挂輪計算



机 械 工 业 出 版 社

螺旋銑床是專門銑製齒輪(正齒輪、螺旋齒輪、蝸輪、鏈輪等)的機器。用螺旋銑床銑齒輪，質量精確，生產效率高，適合大量生產。齒輪是機器上最常用又是不可少的部件，所以說螺旋銑床是很重要的工作母機之一。關於螺旋銑床的操縱和計算的原理很複雜，特別是對差動掛輪的計算原理，更不容易瞭解。本書就針對以上情況，詳細的把各種差動掛輪計算原理和公式介紹如下。

一 螺旋銑床的傳動系統

在計算差動掛輪的時候，要根據螺旋銑床的傳動系統和傳動比來計算。所以要計算差動掛輪必須先知道螺旋銑床的傳動系統。螺旋銑床的傳動機構有兩種：一種是有差動裝置的，一種是沒有差動裝置的。沒有差動裝置的螺旋銑床，現在已很少有使用的了，所以我們就不談。下面專就談一談有差動裝置的螺旋銑床的傳動系統。

圖 1 是有差動裝置的螺旋銑床的傳動系統圖，表 1 是各傳動齒輪齒數表。圖 1 中電動機的動力要傳達的部分有：銑刀、工作台、刀架、差動裝置等四個部分。下面分別說明這四部分的傳動原理。

1 銑刀的旋轉運動 電動機旋轉時，帶動軸 1 旋轉，經過固定在軸 1 上的變速輪 a 。跟 a 相咬合的變速輪 b ， b 輪是固定在軸 2 上的，所以當變速輪 a 旋轉時變速輪 b 和軸 2 也跟着旋轉了。帶動了固定在軸 2 上的傘齒輪 c 和 d 。傘齒輪 d 是固定在滑鍵軸 3 上，因而當 d 旋轉便帶動了滑鍵軸 3 旋轉。傘齒輪 c 在滑鍵軸 3 上能上下滑動，但隨軸 3 旋轉。傘齒輪 f 和 e 相咬合而固定在軸 4 上，因而帶動了軸 4 旋轉。固定在軸 4 上的傘齒輪 h ，跟傘齒輪 g 相咬

表 1 各傳動齒輪齒數表

齒 輪 記 號	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>k</i>	<i>m</i>
齒 數	30	35	27	27	23	23	20	60

齒輪 記號	<i>J</i>	<i>V</i>	<i>W</i>	<i>g</i>	<i>y</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>H</i>	<i>B</i>	<i>M</i>
齒數	30	36	36	84	2 頭 蝸 桿	27	21	27	4 頭 蝸 桿	27

齒 輪 記 號	<i>N</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>G</i>	<i>x</i>	<i>Z</i>
齒 數	32	32	27	2	30	4 頭 蝸 桿	1 頭 蝸 桿	20

x (1個頭)和 x 相咬合和工作台固定在一起的蝸輪 g 帶動工作台旋轉。

3 刀架垂直升降運動 由於工作台系統中的軸 10 上的蝸桿 y (2個頭)旋轉,經過和 y 相咬合固定在軸 11 上的蝸輪 Z ,帶動軸 11 旋轉,再經過進刀掛輪 A_1 、 D_1 帶動軸 12 旋轉。固定在軸 12 上的傘齒輪 E ,跟 E 相咬合的傘齒輪 F ,而傘齒輪 F 是固定在軸 13 上,所以當軸 12 旋轉時而軸 13 也隨着旋轉。固定在軸 13 上的蝸桿 G (4 頭),經過和 G 相咬合的固定在軸 14 上的蝸輪 H 帶動軸 14 旋轉,再經過固定在軸 14 上的蝸桿 B (4 個頭),帶動和 B 相咬合的蝸輪 M 旋轉,蝸輪 M 裏眼是絲母,絲槓 (15公厘 1 扣)不轉。當絲母旋轉時,刀架就作垂直升降運動。

4 差動運動(工作台補充旋轉運動) 由於進刀系統中的軸 12 旋轉,帶動固定在軸 12 上的正齒輪 N 旋轉,經過中介輪 R 帶動正

齒輪 T 旋轉。 T 是固定在軸 16 上，所以軸 16 也隨着旋轉。當軸 16 旋轉的時候，經過差動掛輪 A_2 、 D_2 帶動軸 17 旋轉。在軸 17 上固定有蝸桿 S （2 個頭）而蝸桿又跟蝸輪 I 咬合，所以軸 17 一旋轉，它也隨着旋轉，然後再經過差動裝置就會使軸 8 比原來多轉或少轉。軸 8 和工作台之間有齒輪傳動，所以就會使工作台比原來多轉或少轉。

二 差動裝置說明

差動裝置的作用，是把從軸 6 傳到軸 8 的旋轉運動，從中途增加或減少它的轉速，下面介紹它的傳動機構。

圖 1 中的 u 、 o 、 p 、 r 是 4 個齒數相等互相咬合的傘齒輪。 u 是固定在軸 6 上， o p 套在軸 7 上能自由轉動，軸 7 和軸 8 固定在一起而成爲 T 字形狀。傘齒輪 r 和套筒 u 是一體的，蝸輪 I 固定在套筒 u 上，軸 8 穿過 r u ，但不和 r u 裝緊，因而 r u 能够自由轉動。正齒輪 V 和軸 8 之間有一固定的鍵，這個鍵把正齒輪 V 和軸 8 固定住，因而正齒輪 V 可以跟着軸 8 旋轉。齒輪 V 上有兩個凸起鍵，套筒 u 上有兩個缺口。蝸桿 S 是可以活動，可以跟蝸輪 I 咬合，也可以跟蝸輪 I 脫離開。

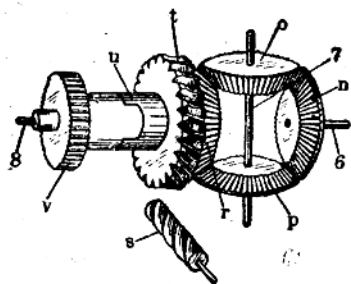


圖 2 差動裝置圖(甲)。

不用差動時，使蝸桿 S 和蝸輪 I 脫離開（如圖 2），把正齒輪 V 的凸起鍵朝裏安上，嵌入套筒 u 的缺口中如圖 2 所示。這樣軸 6 轉動時，由傘齒輪 u 帶動傘齒輪 o p 旋轉。 o p 是套在軸 7，而且軸 7 和軸 8

是用齒輪接合的，因而 o p 旋轉，軸 7、8 就隨着旋轉了。因為軸

8 和齒輪 V 是用鍵固定起來的，所以齒輪 V 隨着軸 8 同轉。又因為齒輪 V 的凸起鍵嵌入 u 的缺口中，所以帶動 u 一同轉。 u 和 r 是一體的，所以它們旋轉時一同轉。這樣一來，軸 6、軸 7、軸 8 和所有齒輪成爲一體；所以當軸 6 一旋轉，全部都隨着它轉動。在這時候軸 6 和軸 8 好像是直通一樣，轉數相等，因此差動裝置就不起作用。

齒輪 V 的凸起鍵嵌入 u 的缺口中的時候，要是蝸桿 S 沒跟蝸輪 t 脫離開，就會使機器損壞。

用差動裝置的時候，把 V 輪凸起鍵朝外安，使它跟 u 的缺口脫

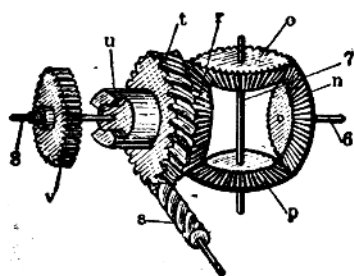


圖 3 差動裝置圖乙。

離關係，並且要使蝸桿 S 和蝸輪 t 咬合住（如圖 3）。這時要是傘齒輪 r 不動，而傘齒輪 n 轉動這樣就帶動了傘齒輪 o p 圍繞着傘齒輪 r 轉動，因而帶動軸 7 使軸 8 旋轉。根據差動原理，傘齒輪 n 轉 2 轉的時候，軸 8 才轉 1 轉。如果傘齒輪

n 不動，而轉動傘輪 r ，這時傘齒輪 o p 就圍繞着傘齒輪 n 旋轉。這時傘齒輪 r 轉 2 轉的時候，傘齒輪 o p 只圍繞傘齒輪 n 轉 1 轉，並且也帶動了軸 8 轉 1 轉。這樣能使軸 8 旋轉的主動力有兩個來源：一是傘齒輪 n 旋轉也能使軸 8 旋轉，另一是傘齒輪 r 旋轉也帶動了軸 8 旋轉。軸 8 的轉數 = $\frac{n \text{ 轉數} + r \text{ 轉數}}{2}$ 。如果 n 轉 2 轉， r

也轉 2 轉，那末軸 8 轉數就得 = $\frac{2+2}{2} = \frac{4}{2} = 2$ 轉，要是 n 轉

2 轉， r 轉 1 轉，那末軸 8 轉數就是 = $\frac{2+1}{2} = \frac{3}{2} = 1.5$ 轉。假使

傘齒輪 n 轉 2 轉而 r 不轉，軸 8 轉數得 $\frac{2+0}{2} = \frac{2}{2} = 1$ 轉；如

果 n 轉 2 轉， r 也反轉了 2 轉而軸 8 的轉數就等於 $\frac{2 + (-2)}{2} = \frac{0}{2} = 0$ (也就是說軸 8 是不轉的)。從上面這些情況看來，固定在軸 6 上的傘齒輪 n 的轉數不變的時候，而 r 的轉數就有了變化，因而軸 8 的轉數就要隨着變化。軸 8 的轉數變化，工作台就要比原來多轉或少轉。

差動掛輪就是把旋轉運動由軸 17 經過 s 、 t 傳到 r ，由於 r 的轉動變更軸 8 的轉數，使工作台多轉或少轉。多轉 或 少轉 是由差動被動輪轉的方向來決定（用增減中介輪來變更差動被動輪轉的方向）。多轉或少轉的量的大小由差動掛輪齒數比來決定。差動掛輪計算就是根據工作台需要多轉或少轉多少來計算出差動掛輪齒數比來。

三 銑螺旋齒輪差動掛輪計算原理

銑正齒輪時，銑刀轉 $\frac{N}{a}$ 轉時 (N 工件齒數， a 銑刀螺紋頭數) 工作台轉 1 轉，這個速比由分齒掛輪來負責。銑螺旋齒輪的時候，銑刀和工作台的速比要和銑正齒輪時不一樣。也就是說當銑刀轉 $\frac{N}{a}$ 時，工作台轉 1 轉多一點或少一點。因為分齒掛輪和銑正齒輪時一樣計算，所以這多轉或少轉要由差動掛輪來完成。只要利用差動掛輪傳動，使傘輪 r 轉動， r 一轉動軸 8 的轉數就要變化，工作台就要多轉或少轉。

當我們要在主動軸和被動軸兩軸上掛輪的時候，要求它的齒數比時，先要求出主動軸和被動軸的轉數比。轉數和齒數成反比，把轉數比倒轉過來就是齒數比。

假設我們要使主動軸轉 3 轉的時候而被動軸轉 5 轉，求它的齒數比。已知：主動軸的轉數是 3，被動軸的轉數是 5，那末主動軸

和被動軸轉數比是 $-\frac{3}{5}$ ，所以主動輪和被動輪齒數比是 $-\frac{5}{3}$ 。用這比數的齒輪掛輪，主動軸就可以得到 3 轉，被動軸就轉 5 轉。我們就根據這個道理來計算銑螺旋齒輪的差動掛輪。

前面已經說過，差動被動軸 17 轉動的時候，經過蝸桿 S 和蝸輪 t ，帶動傘齒輪 r 旋轉。傘齒輪 r 旋轉後變更了軸 8 的轉數，因而使工作台多轉或少轉。在計算差動掛輪時，首先看看工作台需要多轉還是少轉和多轉少轉若干，然後再進一步算出差動被動軸 17 需要多少轉，才能達到工作台所需要的轉數。求出差動被動軸 17 的轉數後，再計算出在同一時間內差動主動軸 16 的轉數，然後求出差動主動軸和被動軸的轉數比。因為轉數和齒數成反比，但是我們要求的是齒數比，所以把轉數比倒轉過來就是齒數比。下面就是用這種方法來求差動掛輪的。

銑螺旋齒輪，當銑刀下降到工件螺旋扣長 (L) 時，工作台應多轉或少轉 1 轉。銑刀下降 L 時絲母（就是蝸輪 M ）應轉 $-\frac{L}{P}$ 轉（ P 進刀絲槓螺距）。所以當蝸輪 M 轉 $-\frac{L}{P}$ 轉時，工作台應多轉或少轉 1 轉。蝸輪 M 和差動主動軸 16 之間有「輪系」傳動。工作台和差動被動軸 17 之間有「輪系」①傳動。我們可以根據「輪系值」計算出當蝸輪 M 轉 $-\frac{L}{P}$ 時，差動主動軸 16 的轉數，和當工作台轉 1 轉的時候，差動被動軸 17 的轉數。知道了差動主動軸和被動軸的轉數比。因為轉數和齒數成反比，所以把轉數比倒轉過來就是差動掛輪齒數比。

根據圖 1 的傳動系統和第 1 節表 1 所載的各輪齒數計算，當

① 甲軸的旋轉運動由兩個以上的齒輪傳到乙軸，這些齒輪叫做輪系。輪系的齒數比叫輪系值。

蝸輪 M 轉時, $\frac{L}{P}$ 差動主動軸 16 的轉數 $= \frac{L}{P} \times \frac{M}{B} \times \frac{H}{G}$
 $\times \frac{F}{E} \times \frac{N}{T}$ 。

把各輪齒數代入 $= \frac{L}{15} \times \frac{27}{4} \times \frac{27}{4} \times \frac{21}{27} \times \frac{32}{27}$, 化簡
 $= \frac{L \times 14}{5}$ (轉)。

當工作台轉 1 轉時, 差動被動軸 17 應轉 $1 \times \frac{g}{x} \times \frac{D}{A} \times 2$
 $\times \frac{1}{5}$ (根據差動原理軸 8 轉 1 轉時 r 要轉 2 轉, 所以式中乘 2),

把各輪齒數代入 $= 1 \times \frac{84}{1} \times \frac{D}{A} \times 2 \times \frac{30}{2}$, 化簡 $= \frac{84 \times 30}{1}$
 $\times \frac{D}{A}$ 。

因為 $\frac{D}{A} = \frac{N \text{ ①}}{48 \times a}$,

所以上式 $= \frac{84 \times 30 \times N}{48 \times a} = \frac{105 \times N}{2 \times a}$ 。

以上求出在同一時間, 差動主動軸 16 轉 $\frac{L \times 14}{5}$ 轉。差動被動
 軸 17 轉 $\frac{105 \times N}{2 \times a}$ 。差動主動軸和被動軸轉數比是:

$$\frac{\frac{L \times 14}{5}}{\frac{105 \times N}{2 \times a}}$$

因為轉數和齒數成反比, 所以差動掛輪齒數比是:

$$\frac{A_2}{D_2} = \frac{\frac{105 \times N}{2 \times a}}{\frac{L \times 14}{5}} = \frac{105 \times N \times 5}{2 \times a \times L \times 14}$$

化簡 $= \frac{75 \times N}{4 \times a \times L}$ 。求 L 的公式是:

① 這是分齒掛輪求齒比的公式。

$$L = \frac{\pi \times P.D \textcircled{1}}{\tan \alpha} \quad (\text{扣長} = \frac{3.1416 \times \text{節圓直徑}}{\alpha \text{ 角的正切}})。$$

把求 L 代入公式 $\frac{75 \times N}{4 \times a \times L}$ 得

$$\frac{A_2}{D_2} = \frac{75 \times N}{4 \times a \times \frac{\pi \times P.D}{\tan \alpha}} = \frac{75 \times N \times \tan \alpha}{4 \times a \times \pi \times P.D}。$$

又因為求 $P.D$ 公式是

$$P.D = \frac{M \times N \textcircled{2}}{\cos \alpha} \quad (\text{節圓直徑} \\ = \frac{\text{模數} \times \text{工件齒數}}{\alpha \text{ 角的餘弦}})。$$

再把求 $P.D$ 公式代入

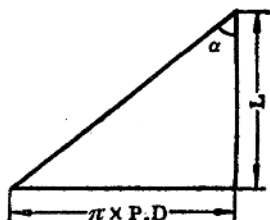
$$\frac{75 \times N \times \tan \alpha}{4 \times a \times \pi \times P.D}$$

式中得

$$\begin{aligned} \frac{A_2}{D_2} &= \frac{75 \times N \times \tan \alpha}{4 \times a \times \pi \times \frac{M \times N}{\cos \alpha}} = \frac{75 \times N \times \tan \alpha \times \cos \alpha}{4 \times \pi \times a \times M \times N} \\ &= \frac{75 \times \tan \alpha \times \cos \alpha}{4 \times \pi \times a \times M} \end{aligned}$$

因為 $\tan \alpha \times \cos \alpha = \sin \alpha$ ，所以得

① α 角是螺旋齒輪的螺旋角



$$\text{因為 } \frac{\pi \times P.D}{L} = \tan \alpha,$$

$$\text{所以 } L = \frac{\pi \times P.D}{\tan \alpha}。$$

② 螺旋齒輪的節圓直徑 = 端面模數 $\times$ 齒數

$$\text{因為 } \text{端面模數} = \frac{\text{法節模數}}{\cos \alpha}$$

$$\text{所以 } \text{節圓直徑} = \frac{\text{法節模數} \times \text{齒數}}{\cos \alpha}。$$

以後把法節模數，簡稱 L 模數 l 。

$$\frac{A_2}{D_2} = \frac{75 \times \sin \alpha}{4 \times \pi \times a \times M} = \frac{75}{4 \times \pi} \times \frac{\sin \alpha}{a \times M}。$$

式中的 $\frac{75}{4 \times \pi}$ 是永遠不變的，所以可以把它化成常數 5.9683，叫做銑模數螺旋齒輪用的差動定數，通常用 K_1 來代表，所以就可以得出下列一個銑模數螺旋齒輪的差動掛輪計算公式

$$\frac{A_2}{D_2} = \frac{K_1 \times \sin \alpha}{a \times M}。 \quad (1)$$

式中 α = 工件螺旋角； a = 銑刀螺紋頭數。

如果銑徑節 (DP) 螺旋齒輪時，因為 $M = \frac{25.4}{DP}$ 所以公式 (1) 可以變為

$$\begin{aligned} \frac{A_2}{D_2} &= \frac{5.9683 \times \sin \alpha}{a \times \frac{25.4}{DP}} = \frac{5.9683 \times \sin \alpha \times DP}{a \times 25.4} \\ &= \frac{5.9683}{25.4} \times \frac{DP \times \sin \alpha}{a}。 \end{aligned}$$

因為 $\frac{5.9683}{25.4}$ 是每次計算時都相同的，所以可以把它化為常數 0.235 叫做銑徑節 (DP) 螺旋齒輪的差動定數，通常是以 K_2 來代表。以 K_2 代入上式就得銑徑節 (DP) 螺旋齒輪的差動掛輪計算公式

$$\frac{A_2}{D_2} = \frac{K_2 \times DP \times \sin \alpha}{a}。 \quad (2)$$

例 1 $K_1 = 5.9683$ ，用一個頭的銑刀，銑模數 4，螺旋角 30° 的螺旋齒輪，那末差動掛輪是怎樣計算呢？

$$\begin{aligned} \text{解} \quad \frac{A_2}{D_2} &= \frac{K_1 \times \sin \alpha}{a \times m} = \frac{5.9683 \times 0.5}{1 \times 4} = \frac{2.984}{4} \\ &= \frac{2984}{4000} = \frac{373}{500}。 \end{aligned}$$

用公式計算結果，所得的掛輪，主動輪應該用 373 牙的齒輪。被動輪應該用 500 牙的齒輪。要是沒有這樣的搭配齒輪，那末就必須用近似掛輪的方法。它的方法如下。

$\frac{373}{500} = \frac{0.746}{1}$ 用搭配齒輪任意一個輪的齒數去乘分子。看所得

得的積數是不是近似另外一個搭配齒輪的齒數。如果不近似，再換一個搭配齒輪的齒數去乘分子，直到所得的積數近似另外一個搭配齒輪的齒數為止。所用的乘數就是被動輪，得的積數就是主動輪。要是用 73 (搭配齒輪有 73 的) 乘分子 = $73 \times 0.746 = 54.458$ ，這個積數不近似任何一個搭配齒輪的齒數，因此不能應用。假使用 71 (搭配齒輪有 71 的) 乘分子 = $71 \times 0.746 = 52.966$ 近似 53，因為搭配齒輪有 53 的所以可以利用這一個積數來差動掛輪，如

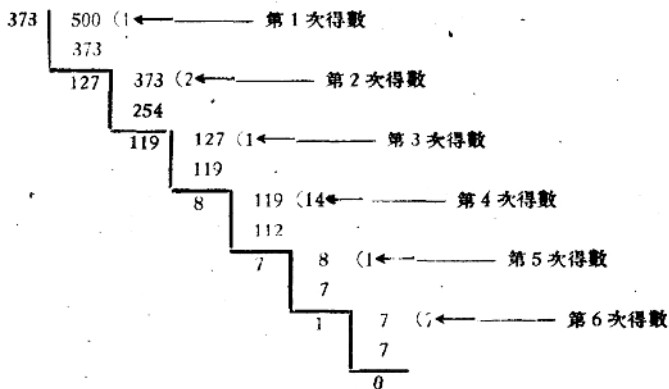
$$\frac{A_2}{D_2} = \frac{0.746}{1} \times \frac{71}{71} \div \frac{53}{71}。$$

如果用 67 乘分子 = $67 \times 0.746 = 49.982$ 近似 50，因為搭配齒輪有 67 和 50 的，所以也可以用來差動掛輪，

$$\frac{A_2}{D_2} = \frac{0.746}{1} \times \frac{67}{67} \div \frac{50}{67} (\div \text{爲近似號})。$$

另外一個方法，把 $\frac{373}{500}$ 輾轉相除，直到除盡為止。先把 500 被 373 除，得 1 餘 127。再把 373 被 127 除，得 2 餘 119，再把 127 被

輾轉相除演算圖解



119 除，得 1 餘 8。再把 119 被 8 除，得 14 餘 7。再把 8 被 7 除，得 1 餘 1。再把 7 被 1 除，得 7 除盡。共除 6 次除盡，6 個得數是 1、2、1、14、1、7，根據 6 個得數編成 6 組分數，編的方法如下：

$$\text{第 1 組分數} = \frac{1}{\text{第 1 次得數}};$$

$$\text{第 2 組分數} = \frac{\text{第 2 次得數}}{\text{第 2 次得數} \times \text{第 1 組分母} + 1};$$

$$\text{第 3 組分數} = \frac{\text{第 3 次得數} \times \text{第 2 組分子} + \text{第 1 組分子}}{\text{第 3 次得數} \times \text{第 2 組分母} + \text{第 1 組分母}};$$

$$\text{第 4 組分數} = \frac{\text{第 4 次得數} \times \text{第 3 組分子} + \text{第 2 組分子}}{\text{第 4 次得數} \times \text{第 3 組分母} + \text{第 2 組分母}};$$

$$\text{第 5 組分數} = \frac{\text{第 5 次得數} \times \text{第 4 組分子} + \text{第 3 組分子}}{\text{第 5 次得數} \times \text{第 4 組分母} + \text{第 3 組分母}};$$

$$\text{第 6 組分數} = \frac{\text{第 6 次得數} \times \text{第 5 組分子} + \text{第 4 組分子}}{\text{第 6 次得數} \times \text{第 5 組分母} + \text{第 4 組分母}}。$$

(如果得數多可以照以上方法類推編排)

根據 6 個得數按照以上方法編 6 組分數如下：

$$\text{第 1 組分數} = \frac{1}{1};$$

$$\text{第 2 組分數} = \frac{2}{2 \times 1 + 1} = \frac{2}{3};$$

$$\text{第 3 組分數} = \frac{1 \times 2 + 1}{1 \times 3 + 1} = \frac{3}{4};$$

$$\text{第 4 組分數} = \frac{14 \times 3 + 2}{14 \times 4 + 3} = \frac{44}{59};$$

$$\text{第 5 組分數} = \frac{1 \times 44 + 3}{1 \times 59 + 4} = \frac{47}{63};$$

$$\text{第 6 組分數} = \frac{7 \times 47 + 44}{7 \times 63 + 59} = \frac{373}{500}。$$

$$\text{以上 6 組分數} \frac{1}{1}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{44}{59}, \frac{47}{63}, \frac{373}{500}。$$

上面 6 組分數越前面的越簡單，但是跟原來的比數誤差很大

(越後邊的越和原來的比數近似，最後邊的 1 個和原來的相等)。我們可以在這 6 組裏，選擇 1 組數字比較簡單而誤差不大的來應用。最後邊的 1 組 $\frac{373}{500}$ 數字太大不能應用。前邊的 3 組 $\frac{1}{1}$ ， $\frac{2}{3}$ ， $\frac{3}{4}$ 誤差太大不能應用。其中只有 $\frac{44}{59}$ 和 $\frac{47}{63}$ 可以用。 $\frac{47}{63}$ 比 $\frac{44}{59}$ 誤差小，所以應該用 $\frac{47}{63}$ 來掛輪得

$$\frac{A_2}{D_2} = \frac{47}{63} = \frac{47 \times 50}{45 \times 70}$$

差動掛輪的作用，是使工作台多轉或少轉。如果銑刀的螺旋方向和工件的螺旋方向相同時（用右旋銑刀銑右旋螺旋齒輪，用左旋銑刀銑左旋螺旋齒輪），差動是應該使工作台多轉，差動補充運動方向和工作台原來旋轉方向相同。要是銑刀螺旋方向和工件的螺旋方向相反時（用右旋銑刀銑左旋螺旋齒輪，用左旋銑刀銑右旋螺旋齒輪），差動是應該使工作台少轉，差動的補充運動和工作台原來旋轉方向相反。掛好輪後，開車看看工作台轉的方向（工作台轉的方向由銑刀的右旋或左旋來決定。右旋銑刀工作台應逆時針方向轉，左旋銑刀工作台應順時針方向轉。調整工作台轉的方向增減分齒掛輪的中介輪。這裏所說的工作台轉的方向是指按銑刀的螺旋方向調整好的）和差動被動軸轉的方向。然後關上車搖差動被動軸使工作台轉（搖差動被動軸時搖的方向要跟開車時差動被動軸轉的方向相同），看看工作台轉的方向是不是跟我們所要求轉的方向一樣，要是不對的話就要加一個中介輪。

例 2 $K_2 = 0.235$ ，用 1 個頭的銑刀，銑 $D \cdot P 8$ 螺旋角 30° 的螺旋齒輪。求差動掛輪怎樣計算。

$$\begin{aligned} \text{解 根據公式 (2)} \quad \frac{A_2}{D_2} &= \frac{K_2 \times D \cdot P \times \sin \alpha}{a} = \frac{0.235 \times 8 \times 0.5}{1} \\ &= \frac{0.94}{1} = \frac{94}{100} = \frac{47}{50} \end{aligned}$$

四 銑 100 以上質數正齒輪的 差動掛輪計算原理

銑正齒輪一般的不用差動掛輪。但是銑 100 以上質數正齒輪的時候，因為工件齒數和分齒定數不能相約化簡，掛不上分齒輪。所以在分齒掛輪時，要用下列一個特殊公式來計算

$$\frac{A}{D} = \frac{\text{分齒定數} \times a}{N \pm T}。$$

式中 a —— 銑刀螺旋頭數，

N —— 工件齒數，

T —— $0 \sim 1$ 之間的任意量。

以上所說的 T 是 $0 \sim 1$ 之間的任意量，而它的作用是使 $N \pm$ 任意量 T 後和分齒定數能相約化簡。本來銑正齒輪當銑刀轉 $\frac{N}{a}$ 的時候，工作台應該轉 1 轉。但是如果分齒掛輪按 $\frac{A}{D} = \frac{\text{分齒定數} \times a}{N}$ 來計算掛輪，當銑刀轉 $\frac{N}{a}$ 時，工作台轉 1 轉。現在因為工件齒數和分齒定數不能相約掛輪，所以要用特殊公式 $\frac{A}{D} = \frac{\text{分齒定數} \times a}{N \pm T}$ 來求，所以當銑刀轉 $\frac{N \pm T}{a}$ 時，工作台轉 1 轉。而當銑刀轉 $\frac{N}{a}$ 時，工作台轉數就不是 1 轉了。下面我們也可以用比例方法來求出當銑刀轉 $\frac{N}{a}$ 時工作台的轉數。

設 x 是當銑刀轉 $\frac{N}{a}$ 時，工作台的轉數。所以

$$\frac{N \pm T}{a} : \frac{N}{a} = 1 : x$$

$$x = \frac{1 \times \frac{N}{a}}{\frac{N \pm T}{a}} = \frac{N \times a}{a \times (N \pm T)} = \frac{N}{N \pm T}。$$