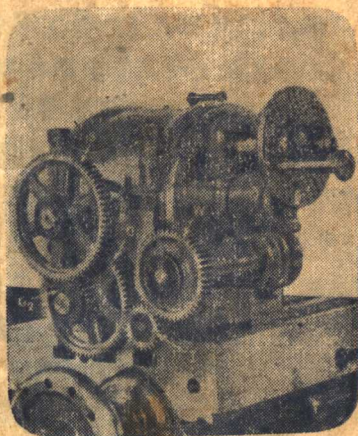


胡德民、徐應潮編著

頭 度 分 床 銑

中國科學院實驗生物研究所北京工作組



機械工業出版社

78.342

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。爲了使新工人能夠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、焊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。

銑床分度頭的原理和使用方法是銑工同志必須學會的基本知識。機械加工中的許多機件（如齒輪）和切削工具（如銑刀、蘇花鑽頭等），都是利用分度頭來達到圓周等分的。本書內容包括：分度頭的功用和構造，分度頭的原理和種類，直接分度法，單分度法，複分度法，差動分度法，角度分度法以及直線間隔分度法，還有實用的附表

本書是三級到六級銑工同志所要學習的材料。

目 次

一	分度頭的功用和構造	1
二	分度頭的原理	2
三	直接分度法	3
四	單分度法	5
	1 單分度法的原理和機構——2 計算公式——3 實例——4 操作注意	
五	複分度法	8
	1 複分度法的原理——2 計算公式——3 實例——4 近似複分度法	
六	差動分度法	13
	1 差動分度法的傳動機構——2 差動分度法的原理——3 計算公式——4 計算實例——5 差動分度法的驗算	
七	角度分度法	24
	1 直接法——2 查表法——3 掛輪法——4 角度分度的驗算	
八	直線間隔分度法	29
	1 定輪法——2 掛輪法——3 驗算法	
附表		35
	1 差動分度法的掛輪表	
	2 角度等分表	

一 分度頭的功用和構造

分度頭(也叫萬能車頭)是萬能銑床的主要附件。它的作用是把一個圓周很精確地分成所需要的等分;例如在銑齒輪時,銑完第一個齒後,必須把齒輪胚轉過一定的角度,才能再銑第二個齒,要使轉過的角度精確,就需要使用分度頭。銑製鉸刀、銑刀、蔴花鑽頭,以及有槽的工件,也都需要利用分度頭;同時,分度頭還可以用來作劃線、刻分度等工作。

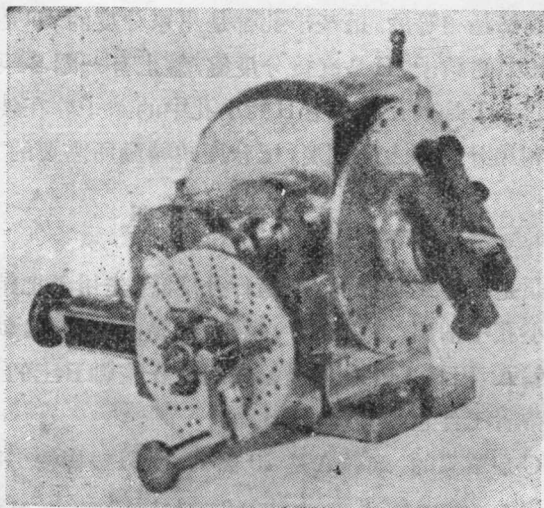


圖 1

圖 1 是分度頭的立體圖;圖 2 表示分度頭的構造。從圖 2 上可以看到, 在分度頭的主軸 B 上套着一個 40 齒的蝸輪 A; A 與單線

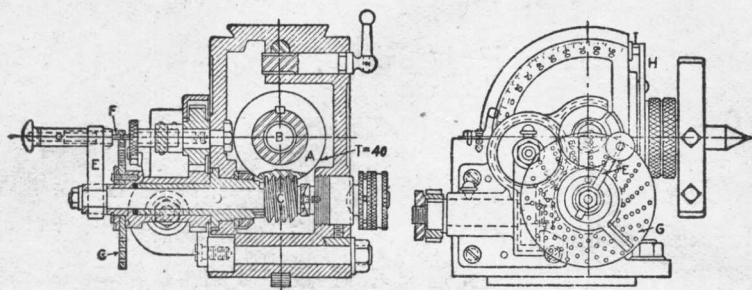


圖 2

蝸桿C相嚙合，蝸桿C是套在軸D上的。D軸的外端裝有一個曲柄E。G是分度盤，盤上有許多圈小孔，每圈的孔的數目不同，但小孔間的距離都是相等的。這些小孔都是用來分度的。F是插在分度盤G的小孔中的銷子。H是直接分度盤，盤上有一圈24孔，在直接分度時用它。I是插在分度盤H的小孔中的銷子。在銑製傘齒輪時，可以利用分度頭上的刻度，把分度頭轉動所需要的角度。

二 分度頭的原理

分度頭是用手來轉動的；在進行分度時，先用手把銷子F從分度盤G的小孔中抽出（參見圖2），然後轉動曲柄E，E就帶動了蝸桿C和蝸輪A。因為工件是和蝸輪A同裝在主軸B上的，所以蝸輪的轉動就帶着工件也轉動。

蝸桿C是單線的，蝸輪A是40齒的，所以蝸桿轉一轉，蝸輪只轉 $\frac{1}{40}$ 轉，工件也隨着轉 $\frac{1}{40}$ 轉。因此，曲柄E轉一轉，工件就轉 $\frac{1}{40}$ 轉，如果把曲柄只搖過 $\frac{1}{2}$ 轉，那末工件就只轉 $\frac{1}{80}$ 轉了。因為分度盤G一共有好幾塊，每塊上都有幾圈不同數目的小孔，所以我們可以利

用這些小孔，根據計算方法，算出工件在銑完一齒後，曲柄Ⅱ所要轉過的轉數（或孔數）。分度頭的分度作用，就是根據這個原理來完成的。

分度頭分度的方法有下面六種。

- 1) 直接分度法；
- 2) 單分度法；
- 3) 複分度法，
- 4) 差動分度法；
- 5) 角度分度法；
- 6) 直線間隔分度法。

這六種分度法的計算方法和應用都不相同，而應用前面三種分度方法，就可以解決銑床工作中一般分度問題。比較複雜的分度工作，就需要用後面的方法來解決。

三 直接分度法

直接分度法又叫快分度法，是分度頭分度裏最簡單的一種方法。

圖 2 的主軸上套着一個直接分度盤 H，在 H 的盤沿上，有 24 個等距離的小孔。另外有一個小手柄來操縱銷子 I，當我們用手轉動分度盤 H 時，可以將銷子插入任何一個孔內。因為工件和分度盤 H 都裝在主軸 B 上，所以轉動分度盤 H 時，工件也就隨着轉動了。例如：銑 12 齒的齒輪，每銑完一齒，必須將工件轉過 $\frac{1}{12}$ 轉；直接分度盤上有 24 個孔，轉過 2 個孔，工件就轉了 $\frac{1}{12}$ 轉。但是直接分度盤上只有 24 個孔，只有能整除 24 的數目才能分度，也就是只能分

2、4、6、8、12、24 等六個數目，所以它的應用範圍很小。表 1 是直接分度法所能分度的數目以及直接分度盤所需轉過的孔數：

表 1

分度數	分度盤應轉的孔數	計 算 方 法
2	12	$\frac{24}{\text{分度數}} = \text{分度盤應轉的孔數}$
4	6	
6	4	
8	3	
12	2	
24	1	

在進行直接分度時，應該特別注意的是：在分度頭裏面，主軸 B 上套着蝸輪 A，而 A 又與蝸桿啮合，當直接分度盤轉動時，會受到蝸桿 C 的限制。所以在用直接分度盤分度以前，應先使蝸輪 A 和蝸

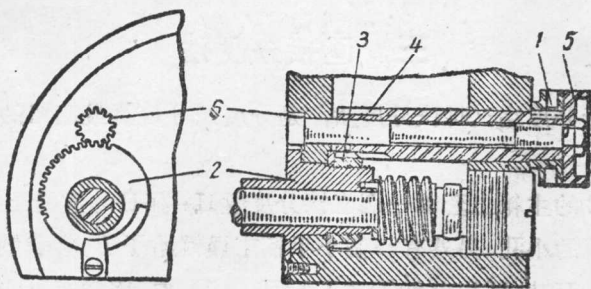


圖 3

桿脫開。分開 A 和 C 的方法如圖 3 所示，先把直接分度盤的銷子拔出，然後迴轉偏心把手 1 約 $\frac{1}{4}$ 轉，使箍在偏心套 2 上的螺帽 3 鬆脫，套管 4 及螺帽 3 是用齒輪啣接的，現在 3 既然已經鬆脫，再將把手 1 及 5 同時轉動，小齒輪 6 就開始迴轉，撥動了偏心套 2，使

蝸桿下降而與蝸輪脫離。

四 單分度法

1 單分度法的原理和機構 單分度法比直接分度法的應用範圍大一些。前面講過，分度頭的曲柄E（如圖2）迴轉一周，分度頭的主軸B迴轉 $\frac{1}{40}$ 周，也就是工件迴轉 $\frac{1}{40}$ 周。如果要銑的齒輪都是40齒的話，那末曲柄每轉一周銑一次就行了。但是如果銑的齒數是8，那末工件要轉 $\frac{1}{8}$ 周才銑一次了，曲柄E每次就必須轉過

$\frac{1}{8} \div \frac{1}{40} = \frac{40}{8} = 5$ 周。如果要銑的齒數是14，曲柄每次就要轉過 $\frac{1}{14} \times \frac{40}{1} = \frac{40}{14} = 2\frac{6}{7}$ 周。所以曲柄除了迴轉兩整周外，還要迴轉 $\frac{6}{7}$ 周，這就需要用分度盤G了。我們可以在分度盤上選擇21孔的一圈，每次再轉過18孔就行了，因為： $21 \times \frac{6}{7} = 18$ 。表2是一種分度頭的

表 2

孔數 \ 分度盤	1	2	3	4	5	6
第 1 塊	15	16	17	18	19	20
第 2 塊	21	23	27	29	31	33
第 3 塊	37	39	41	43	47	49

表 3

孔數 \ 分度盤	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
第 一 面	24	25	28	30	34	37	38	39	41	42	43
第 二 面	46	47	49	51	53	54	57	58	59	62	66

孔圈數目（它附有三塊分度盤），表 3 是另一種分度頭的孔圈數目（分度盤只一塊，但兩面都有圈）。

分度盤上的孔數那末多，如果要一個個的數，不但費時而且也容易出錯，爲了解決這個困難，分度盤上都附有數孔用的指示夾。

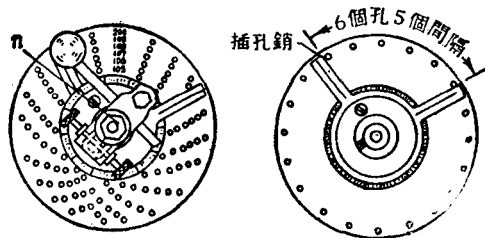


圖 4

指示夾是由與孔盤半徑同長的兩個臂叉所組成（如圖 4）。鬆動螺絲 n ，兩臂就可以自由轉動，而張合成任何大小的角度。例如我們要迴轉 $\frac{5}{20}$ 周，可在 20 孔的一圈中取 5 個孔間隔，把兩臂張開到 5 個孔間隔的距離，然後旋緊螺絲 n 。工作時，先使一臂緊靠着插孔銷，等銑完一次後，提起插孔銷，插至緊靠另一臂的孔中，再迴轉曲柄使先一個臂叉緊靠着插孔銷，再銑一次。用這樣的方法繼續工作下去，不但迅速而且不容易出錯誤。

2 計算公式 根據上面所說的分度原理，我們可以得出一個公式，用來計算分度時曲柄所須的轉數。

設 $N =$ 曲柄迴轉數

$n =$ 工件所須等分數

$$\text{公式: } N = \frac{40}{n} \quad (1)$$

3 實例

例1 假設工件要分成 7 等分，問怎樣分度？

解 $n=7$

代入公式(1)
$$N = \frac{40}{n} = \frac{40}{7} = 5\frac{5}{7}$$

就是曲柄每次需要迴轉 $5\frac{5}{7}$ 周。在表 2 上我們可以選擇第 2 塊分度盤的第一圈是 21 個孔，因為 $5\frac{5}{7} = 5\frac{15}{21}$ ，所以可用這塊分度盤來分度。曲柄每次搖過 5 轉又 15 個孔就行了。在操作時，我們可以利用指示夾來分 15 孔。

例2 假使要銑 34 齒的齒輪，問怎樣分度？

解 $n=34$

代入公式(1)
$$N = \frac{40}{n} = \frac{40}{34} = 1\frac{6}{34} = 1\frac{3}{17}$$

曲柄每次需要迴轉 $1\frac{3}{17}$ 周，從表 2 中選擇第一塊分度盤（第 3 圈是 17 孔），轉過一周後，再在 17 孔中旋過 3 孔就行了。

下面列出一個表，任意舉了幾個要分度的數，計算的方法，一看就明白了。

表 4

定數	需分割數	曲柄迴轉數	整周	孔數	孔盤數
40	45	$N = \frac{40}{45} = \frac{16}{18}$	0	16	18
40	6	$N = \frac{40}{6} = 6\frac{4}{6} = 6\frac{12}{18}$	6	12	18
40	65	$N = \frac{40}{65} = \frac{8}{13} \times \frac{3}{3} = \frac{24}{39}$	0	24	39
40	8	$N = \frac{40}{8} = 5$	5	0	任意
40	9	$N = \frac{40}{9} = 4\frac{4}{9} = 4\frac{12}{27}$	4	12	27
40	85	$N = \frac{40}{85} = \frac{8}{17}$	0	8	17

4 操作注意 當迴轉曲柄時，必須注意不可將曲柄上的銷子搖過所應插入的孔。如果不小心搖過了，就應該將曲柄倒轉半周或一周，然後再正轉重新插孔，不要立即退入所應插的孔中，因為這樣蝸輪和蝸桿之間可能發生相當的滑動，也就是說，曲柄在形式上雖然退回少許，但實際上工件並沒有跟着曲柄轉到足夠的角度。

五 複分度法

1 複分度法的原理 單分度法的應用範圍有限，不能滿足工作需要，如像銑 69 齒的齒輪，用單分度法就分不出來了。複分度法分度的範圍比單分度法大得多，現在來談談它的分度原理。

我們知道一個分數可以把它分成爲兩個分數的和，或兩個分數的差。複分度法就是利用這個方法，把一個不能用單分度法分度的分數分成兩個分數，再用兩次單分度法來完成。例如：我們要銑 69 齒的齒輪，因為 $N = \frac{40}{69}$ ，在分度盤上沒有 69 孔的圈，單分度法不能分出來。這時，我們可以把這個分數分成兩個，即 $\frac{40}{69} = \frac{63}{69} - \frac{23}{69} = \frac{21}{23} - \frac{1}{3}$ ，這兩個分數都能夠用單分度法來分了。在表 2 中，第二塊分度盤上有 23 和 33 的孔圈， $\frac{21}{23}$ 可以用 23 孔圈來分， $\frac{1}{3}$ 可以用 33 孔圈來分。具體的操作是：先用 23 孔圈，將曲柄正轉過 21 孔，再用 33 孔圈，將曲柄反轉過 11 孔。所以，利用兩次單分度法來完成的叫做複分數法。

在進行複分度法時，我們必須注意下面的事項：

1) 因為我們進行複分度法的目的，是要把分度盤上沒有的孔圈數，而又是我們所要分的這個數，約分成分度盤上有的孔圈數，如上面所說的 69，我們就把它約成 23（分度盤上有 23 孔圈）。但

是，有一些數却是不能約的（叫做質數，如 67, 71 等），那它們就不能用複分度法了。因此，複分度法只適用在能分解因子的數目。

2) 分成的兩個分數，必須要能在同一塊分度盤上，用單分度法來完成。

3) 分成的兩個分數如果是相加，兩次單分度曲柄都是正轉。如果是相減，那末前面的一個要正轉，後面一個要反轉。

4) 40 以下的數值，不需要用複分度法，因為 40 以下的數，都能用單分度法來分。

2 計算公式 上面說明了複分度法的原理和方法，可是要把一個分數分成兩個分數的和或差，每個數都與分母有公約數，如果全靠慢慢的試出來，實在是很麻煩的。現在用一個簡單的公式來計算就方便得多了。例如 69 這個數，用複分度法應該是 $\frac{40}{69} = \frac{21}{23} - \frac{11}{33}$ 。式內一共有三個分數；共有六個數目，除了 40 是固定不變的常數外，其他都跟着要分度的數目而改變。這裏 69 是要分度的數，用 N 來表示。 $\frac{21}{23}$ 、 $\frac{11}{33}$ 是兩次單分度法的分數，分母都是孔盤上可選的孔數，數值不同，用 H_1 和 H_2 表示。分子都是曲柄所要迴轉的孔數，用 n_1 及 n_2 來表示，可以得出如下的公式：

$$\frac{40}{N} = \frac{n_1}{H_1} \pm \frac{n_2}{H_2} \quad (2)$$

式中 $\pm$ 號表示兩次單分度時迴轉的方向， $+$ 號：正轉； $-$ 號是反轉。

3 實例

例1 假設銑一個 93 齒的齒輪，用複式分度法怎樣分度？

解 $93 = 31 \times 3$ 根據公式 (2)

$$\frac{40}{N} = \frac{n_1}{H_1} \pm \frac{n_2}{H_2} \quad \text{今 } N = 93; H_1 = 31, H_2 = 3$$

因此 $\frac{40}{93} = \frac{n_1}{31} \pm \frac{n_2}{3}$ 把 $\pm$ 分成兩式得:

$$\frac{40}{93} = \frac{n_1}{31} + \frac{n_2}{3} \quad (1)$$

$$\frac{40}{93} = \frac{n_1}{31} - \frac{n_2}{3} \quad (2)$$

把(1)式化簡: $40 = 3n_1 + 31n_2$

n_2 以任意簡單數代入, 求出 n_1 的適當整數值

今以 $n_2 = 1$ 代入, 則得 $40 - 31 \times 1 = 3n_1$

$$3n_1 = 9 \quad \text{所以 } n_1 = 3$$

再把 n_1 代入原式:

$$\frac{40}{93} = \frac{n_1}{H_1} + \frac{n_2}{H_2} = \frac{3}{31} + \frac{1}{3} = \frac{3}{31} + \frac{1}{3} \times \frac{11}{11} = \frac{3}{31} + \frac{11}{33}$$

分度時, 先把鉋子插在 33 孔圈的孔中, 再把曲柄在 31 分度盤上順搖 3 個孔, 然後抽出鉋子, 用手握曲柄連同分度盤一併依同一方向, 在 33 孔圈上轉過 11 個孔。

再用②式算一次: $\frac{40}{93} = \frac{n_1}{31} - \frac{n_2}{3}$

化簡: $40 + 31n_2 = 3n_1$; 用 $n_2 = 1$ 代入上式:

$$40 + 31 \times 1 = 3n_1$$

$n_1 = \frac{71}{3}$ 不是整數, 改用 $n_2 = 2$ 代入

$$40 + 31 \times 2 = 3n_1 \quad n_1 = \frac{102}{3} = 34$$

現在把 $n_1 = 34, n_2 = 2$ 代入原式:

$$\frac{40}{93} = \frac{n_1}{H_1} - \frac{n_2}{H_2} = \frac{34}{31} - \frac{2}{3} = \frac{34}{31} - \frac{22}{31} = 1\frac{1}{31} - \frac{22}{33}$$

分度時, 在 31 孔圈正轉 1 轉又 1 孔; 再在 33 孔圈反轉 22 孔。

用這個數目來計算，曲柄要轉一圈多，所以比上面的麻煩。

例2 將一圓盤作 87 等分，問怎樣分法？

解 先把 87 分成兩個因數，即 $87 = 29 \times 3$

$$\text{代入公式 (2) 得: } \frac{40}{87} = \frac{n_1}{H_1} \pm \frac{n_2}{H_2} = \frac{n_1}{29} \pm \frac{n_2}{3}$$

先用 (+) 號計算: $40 = 3n_1 + 29n_2$

以 $n_2 = 2$ 代入，得: $40 = 3n_1 + 29 \times 2$ $n_1 = -6$

$$\text{代入原式: } \frac{n_1}{H_1} + \frac{n_2}{H_2} = \frac{-6}{29} + \frac{2}{3} = \frac{-6}{29} + \frac{22}{33} = \frac{22}{33} - \frac{6}{29}$$

分度時，把曲柄在 33 孔的孔圈上迴轉 22 個孔，再在 29 個孔的孔圈上相反方向迴轉 6 孔。

再用 (-) 號計算: $40 = 3n_1 - 29n_2$

以 $n_2 = 1$ 代入得: $3n_1 = 69$ $n_1 = 23$

$$\text{代入原式 } \frac{n_1}{H_1} - \frac{n_2}{H_2} = \frac{23}{29} - \frac{1}{3} = \frac{23}{29} - \frac{11}{33}$$

分度時，我們把曲柄在 29 孔圈上正轉 23 個孔，再在 33 孔圈上反轉 11 孔就行了。

在實際操作時，因為一般分度頭中蝸輪和蝸桿之間總有點空隙，因此在複式分度時，如果第一次和第二次的轉向相反時，必定會有一小段空轉。這樣在銑完第一齒槽後，銑第二齒槽時，兩齒槽間的距離就有誤差。補救的辦法是：在開始銑第一齒槽以前，先來一次上面的分度動作，然後再銑就不會有誤差了。

4 近似複分度法 在遇到用上面的方法不能分度的數目時，我們可以用近似複分度法來分度。

近似複分度法的原理很簡單，上面所講的分度法，都是使工件迴轉一周，全部分度完畢。近似複分度法是使工件迴轉 1~20 周分度完畢，所分度出來的結果只有極小的誤差。現在用分 53 來作例

子，說明這種近似的複分度方法。

如果工件迴轉一周（完成分度），則每一次分度，曲柄應轉過 $\frac{40}{53} = 0.75471$ 周，可是分度盤上沒有 53 個孔的孔圈，而 53 又是質數，不能分因子，自然就不能用單分度法或普通複分度法來分度了。

如果使工件迴轉 9 周，完成分度，那末每一次分度，工件需要

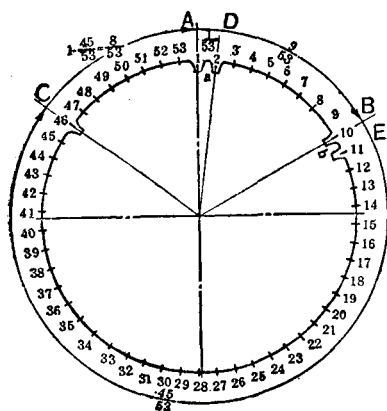


圖 5

迴轉 $\frac{1}{53} \times 9 = \frac{9}{53}$ 周。現在銑的是一個 53 齒的齒輪（如圖 5），銑過 A 齒槽後，把工件迴轉 $\frac{9}{53}$ 周，再銑 B 齒槽；這樣銑下去，到第五次時就應該銑到 C 齒槽了，C 距起點 A 只有 $\frac{8}{53}$ 周。當銑第六齒槽時，工件已經迴轉了 $\frac{9}{53} \times 6 = \frac{54}{53}$ 周，或者說已經越過 A 齒槽 $\frac{1}{53}$ 周，所以 D 齒槽

距 A 齒槽為 $\frac{1}{53}$ 周，正好形成一個齒（如圖 5 中的 a 齒）。如果自 D 處再轉過 $\frac{9}{53}$ 周，就可銑出 E 齒槽，這樣就又形成了一個齒（如圖 5 中 b 齒）。繼續這樣銑下去，其餘的牙齒都可以銑出來了。等全周都銑滿了齒，每齒的間隔都是 $\frac{1}{53}$ 周，銑出來的齒輪不就是 53 齒的嗎？但是，我們怎樣能使曲柄轉過的距離，正好是使工件轉過 $\frac{9}{53}$ 周呢？

照分度的公式：曲柄每次應迴轉 $40 \times \frac{9}{53} = 6.79245$ 周，曲柄轉 6

整周是無問題的，但怎樣轉出0.79245周呢？經過許多次的試驗，求出 $\frac{43}{47} - \frac{6}{49}$ 的值，或 $0.914894 - 0.122449 = 0.792445$ 與0.79245僅相差0.000005，非常近似。所以我們可以用 $\frac{43}{47} - \frac{6}{49}$ 來分度，這樣的誤差，是不會影響到工件的質量的。

如果讀者想知道某一複分度法的誤差是多少，可以用下面的公式來驗算：

$$\text{等分數} = 40 \times \text{主軸迴轉數} \div \text{曲柄迴轉數}$$

例如：59 應該等於 $40 \times 11 \div (7\frac{10}{47} + \frac{12}{49})$ ，它的值是58.9997，與59的誤差便知道了。

六 差動分度法

前面所講的複分度法，雖然可以解決大部分銑床的分度問題，但由於複分度法要經過兩次分度，所以操作不但費事，而且也容易出差錯。尤其是近似複分度法，每分度一次，曲柄要轉好幾圈，更是不方便。爲了克服這個缺點，可以用掛輪的方法來進行差動分度，只要算出掛輪，就可以進行分度操作了。這種方法，不但操作方便，而且分度準確。

1 差動分度法的傳動機構 差動分度法所以能分一些單分度法和複分度法不能分的數，是因為它的分度作用，是由兩個轉動來同時完成的。一個是曲柄的轉動；另一個是孔盤自己的轉動。至於曲柄迴轉一周時，孔盤轉動的多少和方向要由掛輪來決定了。

因為孔盤自己要轉動，所以應該把孔盤背後爲防止孔盤迴轉的定位釘拔出來。這是和單分度時不一樣的。

圖6是一種萬能分度頭進行差動分度的傳動機構。L是套

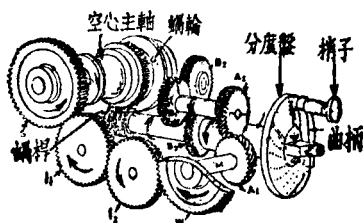


圖 6

在軸上的套管，它的一端和齒輪 B_3 固定，另一端和孔盤固定。當把銷子從孔盤上的小孔內拔出而轉動曲柄時，套筒 L 內的蝸桿也跟着轉動，帶動了蝸輪和固定在蝸輪中的空心主軸。如果在空心主軸的一端裝上交換齒輪 S ，並

經過過橋輪 I_1, I_2 (有時只用一個)，而和另一個交換齒輪 W 相咬合。因此，曲柄的轉動，便經過 S, I_1, I_2 而轉到齒輪 W ，再經過兩個等大的螺旋齒輪 A_1, A_2 傳到齒數相等的正齒輪 B_1, B_2, B_3 。 B_3 便帶動套管 L 轉動，於是孔盤也跟着轉動。當過橋輪是兩個，也就是 S 和 W 的迴轉方向相反時，孔盤和曲柄的迴轉方向也相反。如果過橋輪是一個，那末 S 和 W 的迴轉方向便一致，因而孔盤和曲柄的迴轉方向也一致。

2 差動分度法的原理 假設我們現在要分 41 等分，通常是選用 41 孔的孔盤，曲柄每次轉 $\frac{40}{41}$ 轉就行了。如果沒有 41 孔的孔盤，那末我們只要想法能使曲柄每次仍舊轉 $\frac{40}{41}$ 轉就行了。怎樣能辦到呢？

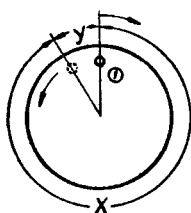


圖 7

當圖 6 中的 S 和 W 的齒數相等，而用兩個過橋輪，則如圖 7 所示，曲柄從孔盤上的一個定孔 ① 開始順時針方向迴轉，等到曲柄又碰到孔 ①，曲柄實際還沒有轉到一轉，只轉了 x 轉。因為孔盤上的孔 ①，這時正慢慢的朝反時針方向迴轉了 y 轉。從圖中可看出： x 轉 + y 轉 = 1 轉。