

機械工作法叢書

分度頭工作法

派克蘭特著

嚴志良譯



科學技術出版社·1951

機械工作法叢書

分度頭工作法

周文華執筆
顧永年編



科學出版社出版 · 1954

機械工作法叢書

分 度 頭 工 作 法

(德)派克蘭特著

嚴 志 良 譯



科學技術出版社

1951

39 Ka 11 · 25 K · P. 104 · 7,000

版權所有 不准翻印

原 著 書 名 Teilkopfarbeiten
原 作 者 W. Pockrandt
原 出 版 者 Verlag von Julius
Springer, Berlin
原 本 版 次 第二版
原本出版年月 1936 年

特約責任編輯：譚惠然 校對：婁燕翔

1951 年 7 月發排(新華) 1951 年 11 月付印(星光)

一九五一年十一月初版

北京造 0001——6000 册

科學技術出版社 北京燈市口甲 45 號

中國圖書發行公司總經售

出版者的話

在這本冊子裏，用簡明的敘述，說明了使用分度頭的目的，各種分度頭的基本構造，以及它的應用。書中列舉了很多例子，可以幫助讀者了解實際運用的方法。書後的附表，可供工作者查閱，以免臨時計算的麻煩。所以這本冊子是很適合於現場工作的同志參考的。

1951年10月

譯名對照表

德 文	中 文	德 文	中 文
Differentialteilen	差動分度法	Spiralwalzenfräser	螺旋銑刀
Einfaches Teilen	簡單分度	Steigung	螺距
Faktor	因數	Stirnfräser	盤形銑刀
Getriebenes Rad	從動齒輪	Stirnrad	正齒輪
Gewindebohrer	螺絲攻	Teilung	分度
Halbuniversal-Teilkopf	半萬能分度頭	Teilkopf	分度頭
Kegelrad	錐形齒輪	Teilkopfspindel	分度頭主軸
Klauenkupplung	爪形聯結器	Teilkurbel	分度曲柄
Klemmring	緊圈	Teilloch	分度眼
Lagerdeckelschraube	夾緊螺絲	Teilscheibe	分度盤
Lochkreis	分度圈	Tischvorschubspindel	工作台推動桿
Modul	模數	Traggestell	底座
Nonius	游標	Treibendes Rad	主動齒輪
Optischer Teilkopf	光學分度頭	Universal-Fräsmaschine	萬能銑床
Rad mit Innenverzahnung	內齒輪	Universal-Teilkopf	萬能分度頭
Raststift (Federstift)	梢釘；跳針	Verbundteilen	複式分度
Reibahle	銼刀	Winkelfräser	角度銑刀
Reitstock	頂針座	Zeiger	扇形指度針
Schleifen	研磨	Zwischenrad	介輪（中間齒輪）
Schnecke	蝸桿	Zylindrischer Hauptkörper	轉枕
Schneckenrad	蝸輪		
Schraubennrad	螺旋齒輪		

目 次

一	分度頭的作用	1
二	分度頭的構造	4
	1 萬能分度頭	4
	2 光學分度頭	12
	3 自動分度及進刀調節裝置	15
三	分度法	19
	1 應用分度盤的分度法	19
	2 利用交換齒輪的分度法	26
	3 差動分度法	28
	4 不等分的分度法	35
四	螺旋槽的銑切	39
五	帶有邊齒的盤形銑刀及角度銑刀的銑切	45
六	在萬能銑床上銑切各種齒輪的方法	49
	附表	63

一 分度頭的作用

分度頭(Teilkopf)的作用,主要是用在萬能銑床(Universal-Fräsmaschine)上來很精細的等分所要銑切的工作物;也就是說,將要銑切的工作物所要加工的槽或其他加工部分,依相等的角度來分度。不等的分度,只有在銑銸刀(Reibahle)齒時才遇到,但也可以應用分度頭來分度。所要分度的工作物,如正齒輪等,在每次銑切以前,必須繞本身的中心軸轉一定的角度,以達到分度的目的。如果工作物的切槽並不正直而成為螺旋形,如在銑切麻花鑽(Spiralbohrer)或螺旋齒輪(Schraubenrad)的時候,則分度頭必須在銑切時同時帶動工作物,使它繞着本身的中心軸,發生一緩慢而均勻的旋轉。

在一根分度頭的主軸上,裝一個在圓周邊緣刻有分格的分度盤(Teilscheibe),這種裝置只適於直接簡單的分度,限於很少幾種一定的應用;也就是說,用一個一定的分度盤所能發生的分度,只可能是這分度盤的分格數或是它的因數(Faktor)。譬如用一個24分格的分度盤所可能應用的分度,就只是2、3、4、6、8、12及24;如果還需要更多的分度,就必須另外再備很多的分度盤,隨着需要更換應用。利用裝在分度頭主軸上的分度盤來分度,可以免去因裝置交換齒輪等機構

而發生的誤差；但是這種分度盤本身的分格，就必須非常正確，不然一有誤差，就要直接傳達到加工物上。一般直接裝在主軸上的分度盤，常經過研磨(Schleifen)，將淬火後的分格做得極準確，勝過普通用在萬能分度頭(Universal-Teilkopf)上鑽眼的分度盤。很多廠家所製造的這類分度盤，每一分格間的誤差可以在 $\pm 0.002\text{mm}$ 以內，而每次分度所能發生的總誤差即可在 $\pm 0.005\text{mm}$ 以內。這類簡單的分度頭，特別適合用在製造大量生產的機件上，而並不需要用萬能分度頭來擔任。對於一定的工作，譬如銑切螺絲攻(Gewindebohrer)或鉸刀等，可以在這類分度頭上裝上簡單的傳動設備，即能完成工作；如要銑切麻花鑽等有螺旋槽的工具時，也可添加交換齒輪，利用銑床的工作台推動桿(Tischvorschubspindel)來帶動，使麻花鑽等加工物被銑切時，還發生一定的旋轉。這類分度頭構造簡單，在這小冊子裏不準備多說。但對於銑切螺旋槽時，帶動加工物旋轉所需要的交換齒輪的配合法，因這與利用萬能分度頭來分度時，所應用的交換齒輪的計算一樣，會在講到萬能分度頭的構造、工作情形以及操作法時一起說明。在這小冊子裏還特別要提到的是：利用光學儀器來測視的光學分度頭(Optische Teilkopf)，這類分度頭也只用一個裝配在分度頭主軸上的分度盤來直接分度，但它却並不只限於作簡單的分度，而能完成所有實際應用的分度；但這種構造並不能在銑切時同時讓分度頭的主軸也發生旋轉，因此無法用來銑切螺旋槽等加工物。

利用萬能分度頭所產生的分度作用是間接分度法；這就是說首先轉動一分度曲柄(Teilkurbel)，利用蝸桿及蝸輪(Schnecke und Schneckenrad)的傳動，有的還再經過一組交換齒輪的傳動，將動作最後傳至分度頭的主軸，使發生轉動而達到分度的目的。由於每一個

萬能分度頭都配有幾個分度盤（一般的情形是三個），而每一分度盤上都鑽有六圈或更多圈數等分的分度眼（Teilloch），此外還附有很多交換齒輪，因此利用這類分度頭通常已可能達到一般分度的需要。在這類分度頭的主軸上，通常也都裝有像前面所說的簡單分度盤，可在簡單分度時做直接的分度用。爲了在應用這類分度頭時，不但能銑切與加工物中心軸平行的槽，如正齒輪（Stirnrad）的齒槽，並且還須要能銑切與中心軸成一定傾斜角的槽，如錐形齒輪（Kegelrad）的齒槽，或是銑切垂直於中心軸的平面，如爪形聯結器（Klauenkupplung）的接觸面，因此分度頭的主軸應能繞着一水平軸旋轉，改變它的水平位置，或垂直，或成任意的傾斜地位。

二 分度頭的構造

1 萬能分度頭

萬能分度頭的構造，依據它所需要完成的工作任務，是由三個主要部分組合而成：(1)分度裝置，使分度頭主軸帶動加工物，在每次銑切前繞本身的中心軸轉過一定的角度；(2)齒輪傳動裝置，使在銑切

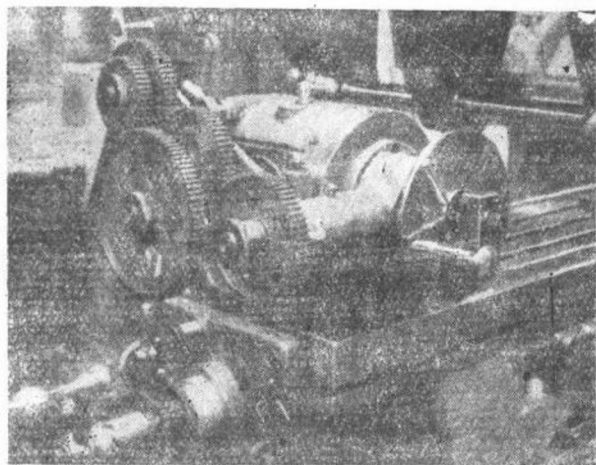


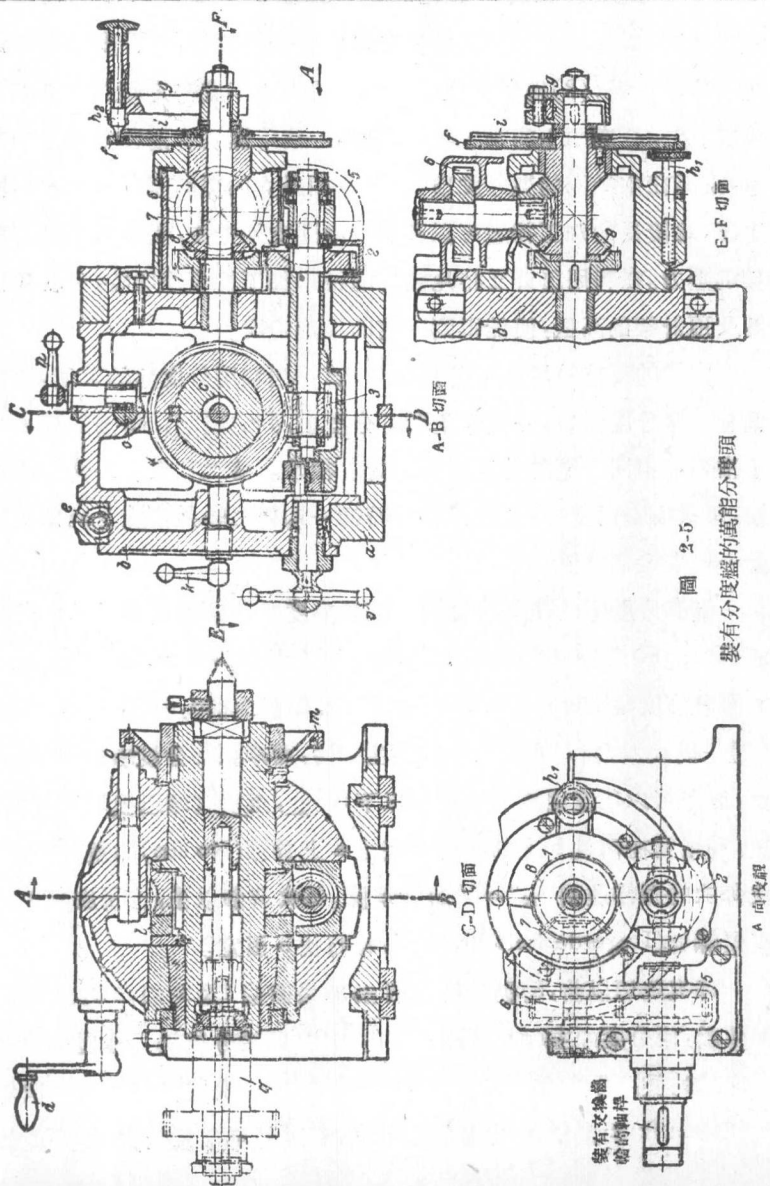
圖1 萬能分度頭(其上裝有分度盤及用作差動分度的交換齒輪)

螺旋槽時，可由銑床工作台的推動桿經過傳動齒輪，使分度頭主軸產生一定的旋轉；(3)轉動分度頭主軸，使與水平成一定傾斜度的調節裝置。裝在分度頭上的加工物，可利用一個用螺絲旋緊在主軸上的夾盤，或插在主軸內的夾頭或頂針，及一相對立的頂針座(Reitstock)固定住；比較長的加工物還可以利用一中間支架托住，使能承受銑刀的切削壓力。在利用頂針支持比較長的錐形加工物來銑切時，可改變頂針及頂針架的高低，使能得到一定的錐形角度。

常用的萬能分度頭可分為兩類：第一類利用分度盤的裝置，通常備有三個分度盤，每一個盤上鑽有分度眼，列成幾圈，每圈的眼數並不相等，但同一圈的分度眼間的間隔相等。第二類備有一套交換齒輪，每次齒輪的配合，使加工物在轉過一個銑槽時，指度曲柄每次轉動一個或幾個整圈。

備有分度盤的萬能分度頭 這類分度頭的構造見圖 1-5，在底座(Traggestell) a 內有圓柱形的轉枕 b (Zylindrischer Hauptkörper)，b 內有分度頭主軸 c (Teilkopfspindel)，轉動曲柄 d，經過蝸桿 e，傳動 b 體上的蝸輪，使 b 能繞水平軸發生旋轉，而來調節分度頭主軸的地位，使它可以任意固定於水平軸以下 10° 起，至垂直軸以後 10° 間的位置，利用刻在轉枕 b 上的度數及底座 a 上游標(Nonius)的差讀數，可使每次的調節達到 $1/12^\circ = 5'$ 的微差值。每次調節以後，旋緊底座上的夾緊螺絲(Lagerdeckelschraube)，將轉枕 b 固定。

每次銑切以前，轉動分度曲柄 g，經過齒輪 1 及 2，蝸桿 3 及蝸輪 4 的傳動，使分度頭主軸 c 轉動一定的角度(間接分度法)。用這種方法分度的時候，分度盤 f 本身並不轉動，而被一安裝在底座內的梢釘 h_1 (Raststift) 固定住， h_1 上有偏心的插梢，可轉至任意位置，從分度盤



的背面插入分度盤的分度眼中。裝置在分度曲柄內的梢釘 h_1 ，受彈簧的壓力，在曲柄每次轉動時，先從分度眼中拔出，待轉過一定的角度後，又插入另一分度眼中，固定住曲柄的地位。曲柄轉臂的長度能任意改變（即在軸殼間引長或縮短），使適合於分度盤上任意一分度圈（Lochkreis）的半徑。在分度盤前，有扇形指度針 i （Zeiger），可任意先配準一定大小的角度，在每次分度時，先撥動 i ，指示出梢釘 h_2 需要插入的另一分度眼，免去每次分度時重複數眼的工作，且可因此減少錯誤的發生。爲使分度的傳動機構，在銑切時不受切削壓力的作用，可利用支頭螺絲 k 及緊圈 l （Klemmring）將主軸固定。主軸後端的軸承，可用螺絲母由外側調整，以減少軸承間的間隙。浸沉在油內轉動的蝸桿 3，爲減小它與蝸輪接觸的間隙，不但能順軸向調節它的位置，而且也能提高蝸桿箱，使與蝸輪 4 接近。

應用這類分度頭分度，可能達到的精確度爲 $\pm 60''$ ；如若需要更高的精確度，還可以將分度頭製造得更精細，使提高到只有 $\pm 45''$ 的最大誤差。

分度頭分度的精確度，可以利用光學儀器來校正。在分度頭主軸上裝一量盤，隨主軸轉動。轉動分度手柄，經過分度頭內的蝸輪傳動裝置，傳動分度頭主軸，由量盤上刻劃的度數，及光學擴大鏡的目鏡玻璃板上的分割，可以讀出分度頭主軸每一分度的誤差。量盤及目鏡玻璃板上的刻度極精細，可顯示小至 $0.01'$ 的誤差角。

圖2中 m 是固定在分度頭主軸上的分度盤，可用來直接分度；盤上有 24 個孔，利用轉柄 n ，小齒輪及齒桿可使跳針來回移動；將跳針插入分度眼中，使能在銑切時固定住分度盤及主軸的地位（若分度頭不在直接分度時，則跳針務必從分度眼中拔出）。應用分度盤 m 直接

分度以前，必須先轉動轉柄 p ，改變其上偏心軸的位置，放下蝸桿箱及蝸輪，使蝸桿不與蝸輪發生接觸。在底座 a 上裝有保險設備，可確定蝸桿與蝸輪脫離或接觸的位置。

在銑切螺旋槽時，分度頭需要同時帶動加工物作一定有規則的旋轉，經常是用蝸桿及蝸輪的傳動來滿足這需要；但蝸桿 3 的動作，這時並不由分度曲柄經齒輪 $1、2$ 而帶動，却受銑床工作台推動螺桿的轉動，經過交換齒輪以及在分度頭內固定的齒輪機構 $5、6、7、8、1、2$ 而傳來，齒輪 $5、6、7、8、1、2$ 的傳動比常固定為 $1:1$ 。齒輪 8 空套在軸上，並不與軸固定一起；而分度盤却固定在齒輪 8 的軸套上。經過分度盤 f ，彈簧跳針 h_2 以及分度曲柄 g ，使齒輪 8 與齒輪 1 的傳動軸間接聯結。因此當分度頭主軸轉動時，分度盤 f 也發生旋轉（這時應當把跳針 h_2 拔出，不使固定）。分度頭主軸的旋轉方向，可以在交換齒輪間加入一個任意大小的介輪（Zwischenrad 亦稱中間齒輪）而使改變。

在差動分度時（關於差動分度見第28頁），分度盤 f 也是同樣的不受銑床工作台推動桿作用，而是受分度頭主軸的傳動發生旋轉，這時在主軸尾端需要插入一安裝主動齒輪（Treibendes Rad）的傳動軸 q （圖2）。關於這一切傳動過程，在以後講到分度方法時將再提及。

半萬能分度頭 (Halbuniversal-Teilkopf) 它的構造如圖 6-7，除了不能用來銑切螺旋槽以及施行差動分度外，所有其他的一切構造及作用，與前面所說的完全相同。這裏且裝有自動校正誤差的設備，可使所發生的分度誤差，小至 $10''$ （即一般所允許的誤差 $\pm 60''$ 的 $\frac{1}{6}$ ）以內，這種裝置的作用情形如下：

分度盤 a 並不用彈簧跳針固定在分度頭的底座上，而是利用軸套 b 與轉臂 c 聯結在一起，在轉臂 c 的末端裝有一梢釘 d ，分度頭內

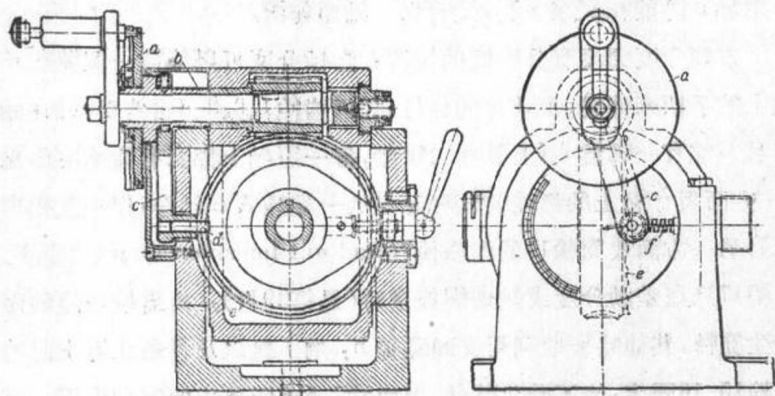


圖6-7 半萬能分度頭

蝸輪的側面有凸起的邊緣 *e*，梢釘 *d* 受彈簧 *f* 的作用，即壓在它的側面上。這凸起的側面並不平齊，而成曲線形的起伏，這樣就使分度盤受轉臂 *c* 的傳動，向前或向後發生旋轉，而減消每次相當於蝸桿與蝸輪

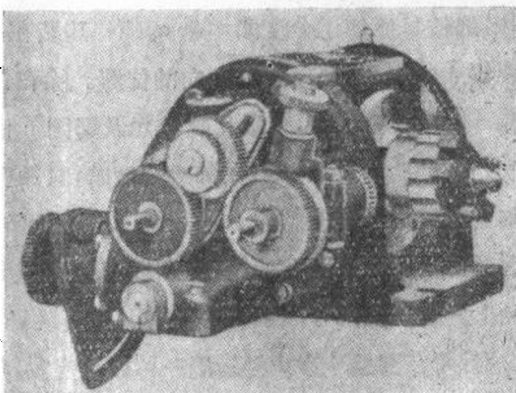


圖8 裝有交換齒輪的萬能分度頭

所發生的誤差。由於蝸桿與蝸輪的傳動所發生的誤差，可以用一個校正儀器（像前面所說的光學儀器）把分度頭主軸每轉過 $\frac{1}{360}$ 轉時的誤差找出來，然後根據轉臂 *c* 的傳動比以及螺桿的螺距（*Steigung*），將調節轉臂的曲面高低，在蝸輪的側面切割出來。

備有交換齒輪的萬能分度頭 圖 8-10 的分度頭的構造，轉枕 *b*

及主軸 c 仍能在底座 a 裏，繞着水平軸而旋轉。

這類分度頭沒有分度盤的裝置，直接分度可以旋轉一個裝在 d 軸上的手柄來傳達。由 d 軸的旋轉，經過齒輪 1、2、3、4 而傳至 e 軸，e 軸的另一端有一轉盤 f，f 上裝有二短軸，每一短軸上都套有齒輪 5，齒輪 5 一方面與 g 軸上的齒輪 6 接觸（g 軸的一端插入 e 軸內，但不互相聯結），另一方面與齒輪 17 的內齒輪 7（Rad mit Innenverzahnung）接觸。齒輪 17 只在差動分度或銑切螺旋槽時（見第 39 頁），由齒輪 16 傳動而發生旋轉，其他時候則利用支頭螺絲 h，將 i 軸以及聯結在這上面的齒輪 15、16 固定，使不發生轉動。由齒輪 7、5、6 所發生的傳動作用，可使 g 軸加速，而為 e 軸的倍數。g 軸的旋轉，經過齒輪 8、9 以及蝸桿 10，蝸輪 11 而傳達分度頭主軸 c。蝸桿 10 裝在一有箱蓋的盒箱 k 內，由螺母 l 的作用，可以調節軸向的位置。除在銑切螺旋槽外，分度頭主軸 c 在每次分度後，可以用螺栓 m 及緊圈 n 固定它的地位。

分度曲柄以及 d 軸在每次分度時，只轉動一整圈（只在很小的分割數時轉動 2 到 5 整圈）；這樣就不致發生像前面那樣因數讀分度盤上分度眼而可能引起的錯誤。在以前裝置分度盤的地方，這裏是在 d 軸上裝置一個只有一個槽的圓盤 0，彈簧跳針 p 在每次分度前從槽裏拔出，而在圓盤 0 及 d 軸旋轉一轉後又自動跳進槽內。把螺栓 s 旋鬆，經過蝸桿 q 及蝸輪 r，彈簧跳針 p 及圓盤 0，可使 d 軸發生旋轉，這樣再經過齒輪 1 到 11 的傳動，分度頭主軸 c 即起旋轉，而使加工物得到精細的分度。

在銑切螺旋槽時，由銑床工作台推動螺桿的轉動，經過交換齒輪（隨着需要配合）以及裝在分度頭內的齒輪 12、13、14、15、16、17、7、5、6、8、9、10、11 的傳動，可以使分度頭主軸同時發生旋轉（e 軸及轉盤 f