

金屬切削機床的 傳動系統

沙弗留加著 楊曾燾譯

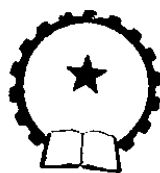


機械工業出版社

金屬切削機床的傳動系統

沙弗留加著

楊會燾譯



機械工業出版社

1953

出版者的話

本書詳細分析各種主要類型的金屬切削機床的傳動系統。選出蘇聯機器製造廠中最常見的機床，用這些機床的實際機構來說明：機床上各種傳動系統的分離方法，由它所聯繫的各個工作器官（如主軸、工作台、刀架等）的相對運動關係，如何寫出這些簡單或差動系統的方程式以及求得調整時所應用的計算公式等。

本書是從事機床裝備或調整工作的工程技術人員、工長們的讀物，並且可作為大專學生學習機床傳動系統的理論和設計新機床的傳動機構時的參考書。

本書原本有一些地方有疑問，已由譯者提出自己的意見。我們將它列成一修正意見表，除將該表寄往蘇聯國家機器製造出版局（Машгиз）審核外，並附在書末以供參考。

本書根據蘇聯 Н. И. Шавлюга 著 'Кинематические цепи металлоре-
жущих станков' (Машгиз 1950 年第一版) 一書譯出

* * *

著者：沙弗留加 譯者：楊曾濂
文字編輯：陳心錚 責任校對：唐佩卿

1953 年 7 月發排 1953 年 12 月初版 0,001—8,500 冊
書號 0327-0-80 31×43¹/₂₅ 292 千字 169 印刷頁 定價 20,000 元(乙)
機械工業出版社(北京鑒甲廠 17 號)出版
機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲 1 號)印刷
中國圖書發行公司發行

原 序

蘇聯的機器製造業，在黨和政府的領導下，由於科學研究人員和生產部門的工作人員的創造性的合作，蓬勃地發展起來。社會主義國家機器製造技術的發展，是爲了更進一步改善生產方法、提高勞動生產率、鞏固我們偉大的社會主義祖國的經濟實力、提高勞動人民的物質福利以及最後消滅體力勞動與智力勞動之間的界限。

斯大林同志交給我們以具有歷史意義的任務，是要在最近數年內趕上並且超過國外的現代科學水平。給蘇聯學者們、設計師們、發明家們以及斯達哈諾夫式革新者們指出了創造性的思想方向。爲了建設共產主義，他們正在不折不撓地、勝利地創立了蘇聯先進科學的新園地，爲社會主義生產技術鋪下了新的道路。

發展國民經濟，特別是發展機器製造業的戰後斯大林計劃，規定了：蘇聯金屬切削機床總額應予極大的增加。因爲機器製造業是國家工業實力和國防力量的基礎。蘇聯機床製造業的規模主要的是由機床製造工廠生產量的高漲而決定，它們以巨量的頭等機器設備供應各工業部門的需要。此外，各工業部門中的大、中規模的企業機構，並主動地設法自己製造個別類型的專用機床，以供增添設備、實行新的生產技術以及繁重生產過程機械化的需要，而在許多場合中，尤能革新本單位的生產情況。早在戰前，在蘇聯就首先出現了高速切削法。由於到處都在改裝舊有的機床，以適應高速切削的需要，因此對於機床便有新的要求。

在這種條件下，便出現了新的任務——擴大與充分利用金屬切削機床的工藝可能性，以及機床的改裝。這些問題與機床傳動系統的特點有很大的關係，因此普遍的介紹金屬切削機床傳動系統的擬定方法以及分析方法，是有特別重要意義的。

本書分述各種主要類型的金屬切削機床的傳動系統，其中主要的是本國的機器，也有幾種是我們工廠做製的外國型式的機器。同時本書是爲了對於機床有一般認識的讀者而寫的。

著者希望，本書能幫助讀者在研究金屬切削機床傳動系統的理論時，掌握傳動系統的分析原理，同時協助提高現有設備的運用效率。

在編寫期中，曾承蘇伯列夫(Н. П. Соболев) 教授仔細地評閱原稿，並給予許多寶貴的指示，著者特表謝忱。

著者希望讀者對本書多提意見，請投函：列寧格勒機器製造圖書出版社(Ленмашгиз)。

著 者

目 次

原序

前言	1
----------	---

第一章 基本概念和定義	7
-------------------	---

第二章 車床	9
--------------	---

1 簡單車床	9
--------------	---

2 內連電動機高速車床	16
-------------------	----

3 螺紋切削車床	19
----------------	----

4 轉塔車床	29
--------------	----

5 多刀半自動車床	34
-----------------	----

6 立式車床	41
--------------	----

7 鏟齒車床	49
--------------	----

第三章 分度頭	64
---------------	----

1 度圈式簡單分度頭	64
------------------	----

2 雙讀數式分度頭	65
-----------------	----

3 高爾基城銑床廠萬能分度頭	66
----------------------	----

4 行星式分度頭	69
----------------	----

5 新型分度頭	73
---------------	----

第四章 銑床	76
--------------	----

1 萬能銑床	76
--------------	----

2 立銑床	87
-------------	----

第五章 鑽床和鏜床	94
-----------------	----

1 立鑽床	94
-------------	----

2 旋臂鑽床	97
--------------	----

3 橫鏜床	100
-------------	-----

第六章 鉋床	112
--------------	-----

1 單柱大鉋床	112
---------------	-----

2 牛頭鉋床	119
--------------	-----

3 插床(立鉋床)	122
-----------------	-----

第七章 半自動齒輪銑床(滾床)	127
1 5E32 型半自動齒輪銑床	127
2 534-C 型半自動齒輪銑床	153
3 附有切削人字齒輪裝置的半自動齒輪銑床	159
4 萊涅格爾半自動齒輪銑床	180
5 製造小模數齒輪的半自動銑床	188
第八章 半自動齒輪插床(齒輪型鉋刀柱形齒輪鉋床)	194
1 5A12 型半自動齒輪插床	194
2 514 型半自動齒輪插床	202
3 半自動人字齒輪插床	210
第九章 半自動齒輪鉋床(齒條型鉋刀柱形齒輪鉋床)	219
1 馬格型半自動柱形齒輪鉋床	219
2 半自動人字齒輪鉋床	232
第十章 半自動直齒錐形齒輪鉋床	242
1 526 型半自動錐形齒輪鉋床	243
2 雷比德型半自動齒輪鉋床	255
第十一章 製造曲線齒錐形齒輪的半自動機床	272
1 半自動曲線齒錐形齒輪銑床	272
2 527 型製造圓弧齒錐形齒輪的半自動機床	286
第十二章 半自動柱形齒輪磨床	296
1 納里斯型半自動齒輪磨床	296
2 馬格型半自動齒輪磨床	305
參考文獻	320
中俄名詞對照表	322
修正意見表	326

前 言

每一部機床的完整的傳動機構(傳動簡圖)都是由若干個傳動系統組合而成的。在設計新構造的機床時,傳動系統的擬定是其中極重要的因素之一。

傳動系統的結構如何,就充分地決定了機床構造的複雜性、機床担任每一個工藝過程時的調整法的簡繁以及機床操縱的方便等等。

在許多情形下,傳動系統的結構,對於機床的剛性與耐振性有很重要的影響。

可見,機床傳動系統的結構,對於機床的生產率、加工的質量和加工精度也有極重要的影響。

機床裝備時的各種方式(即機床所具有的各種工藝可能性),也是由傳動系統的結構而決定的。甚至在許多情形下,製品的形狀及其基本參數也是由它決定的。

因此,在目前機器製造業,而特別是機床製造業蓬勃發展的條件下,金屬切削機床傳動系統的計算是一個很有意義的問題。

傳動系統分析方法的研究,對於確定現有機床的加工本領——能製造所需要的形狀的製品或保證該工件具有必要的幾何參數,——也有不少的關係。

關於金屬切削機床傳動系統理論方面的研究,俄國的研究家,而特別是蘇維埃的學者是十分先進的。

第一個基本的研究,便是關於主軸轉速(每分鐘轉數)數列的理論和變速箱傳動結構的原理,俄國學者、彼得布格工學院教授蓋鐸林 (A. B. Гадолин) 院士最先研究過這個問題。

早在 1877 年,他發表了自己的研究,在這篇著述中,找到了最有利的轉速數列的數學規律^①。

① 1947年11月,著者在列寧格勒加里寧工學院的科學技術報告會議上曾指出蓋鐸林 (A. B. Гадолин) 最早在這方面做了研究工作,報告的題目是‘俄國的生產革新者對於祖國和世界科學技術發展的貢獻’。

蓋鐸林院士最先用數學方法證明‘機床主軸轉速數列依照幾何級數排列是最適當的’。在他的著作‘車床和鑽床工作運動變速裝置的理論’^①發表多年之後，在許多技術先進的國家裏，都採用了這個理論。

這個研究發表之後十一年，即 1888 年，華盛頓造船廠向外定製車床時，在技術條件上破天荒第一次（這是美國雜誌的一篇論文作者伯爾斯^②所說的）提出下面的要求：主軸每分鐘轉數數列要‘儘可能地完全符合於幾何級數’。

蓋鐸林院士研究經過的情形可簡錄如下（在敘述中，仍保留他所採用的符號和數學公式）：

假設 v 是最有利的切削速度。

用 n_0 代表主動軸的每分鐘轉數，而傳到主軸時，它的每分鐘轉數，從低到高，可順序排列如下：

$$n_1, n_2, n_3, \dots, n_j, n_{j+1}, \dots, n_i。$$

各個轉速對於主動軸轉數的比例為

$$\frac{n_1}{n_0}, \frac{n_2}{n_0}, \frac{n_3}{n_0}, \dots, \frac{n_j}{n_0}, \frac{n_{j+1}}{n_0}, \dots, \frac{n_i}{n_0},$$

這些比值因變速機構的裝置而不同。蓋鐸林這樣寫：‘我們要解決的問題，是決定怎麼樣的比值，在實用時，才能使所車的物件或所鑽的孔的周邊速度越接近於 v ，也就是說，接近我們所希望的速度。’

若用 d （以公分計）代表所車的物件或所鑽的孔的直徑，則機床可得到下列的速度^③：

$$\frac{\pi d n_1}{60}, \frac{\pi d n_2}{60}, \frac{\pi d n_3}{60}, \dots, \frac{\pi d n_j}{60}, \frac{\pi d n_{j+1}}{60}, \dots, \frac{\pi d n_i}{60}。$$

設所需要的速度 v ，是在該數列某兩相鄰數值之間：

① Гадолин, ‘Теория устройства перемены скоростей рабочего движения на токарных и сверлильных станках’, Известия СПб Практического технологического института за 1877 г.

② Carl Barth, ‘Speeds and feeds of machine tools’, American Machinist, 1912, Jan. 11.

③ 蓋鐸林所用的速度 v 的單位為公分/秒。

$$\frac{\pi d n_j}{60} < v < \frac{\pi d n_{j+1}}{60}。$$

當
$$v = \frac{\pi d (n_j + n_{j+1})}{120}。 \quad (I)$$

時, 所需要的速度 v 與實際速度相差最大。故離開所需要的速度的最大偏差為

$$\Delta_j = \frac{\pi d (n_{j+1} - n_j)}{120}。 \quad (II)$$

或
$$\Delta_j = \frac{n_{j+1} - n_j}{n_{j+1} + n_j} \cdot v。 \quad (III)$$

設
$$\alpha_j = \frac{n_{j+1}}{n_j}, \quad (IV)$$

則(III)式可改變為

$$\Delta_j = \frac{\alpha_j - 1}{\alpha_j + 1} \cdot v。 \quad (V)$$

可以確定: 函數式 $\Delta_j = f(\alpha_j)$ 的第一階導數是正的數值; 而且知道: 當 $\alpha_j > 1$ 時, Δ_j 的值將隨着 α_j 的增大而增大。蓋鐸林繼着寫道: 設在主軸的某兩個相鄰速度的間隔內 α_j 為最大, 則 Δ_j 的數值也是最大。由此可知: 爲了使 Δ_j 的大小在任何情況下都不致於超過實際上所必要的數值, 則製造機床時, 必須使每一項的比例 α_j 都相等。因此, 最好的機床機構, 其主軸轉數

$$n_1, n_2, n_3, \dots, n_j, \dots, n_i$$

應當成幾何級數排列, 即

$$n_j = a^{j-1} n_1, \quad (VI)$$

或
$$a = \sqrt[i-1]{\frac{n_i}{n_1}}。 \quad (VII)$$

以後, 蓋鐸林選出 13 部車床和 22 部鑽床, 其中多半是德國貨, 一部分是英國貨。把這些機床主軸的最低和最高轉數各定爲 n_1 和 n_i , 計

算出每部機床的 a 、 n_j 和 $\frac{\Delta}{v}$ 的最有利的數值，然後再來和這些機床的實際數值作一個比較。

由此，蓋鐸林認定：‘把這些機床的實際轉數和理論轉數對照的結果，證明了：這些機床的設計者還沒有以上所述的關於主軸變速方面最有利的機床機構的見解’。

然後蓋鐸林導出一系列決定塔輪和齒輪的構造尺寸的計算式。根據這些式子計算，便可使機床主軸的轉速數列成幾何級數排列。

研究結果，蓋鐸林作出下面的總結：

‘爲了使所車的物件或鑽頭的周邊速度儘量接近於最有利的 工作速度，在設計機床零件的尺寸時，必須以新規則作爲基礎。機床設計者至今都還沒有採用過這些規則。這些規則就是規定變速塔輪的各級直徑的一定等級和齒輪傳動的齒數的一定比例。如果把這些新規則運用到現有的機床上，就必須改變它的一部分的尺寸，而在很少的情況下，才需要改變機床與各個組成部分的總排列。機床的尺寸經過這樣改變之後，工作時所需要的速度便能達到非常的準確。特別是那些運用齒輪來變速的機床。但是考查了這樣多的構造最新的機床，就可知道。這些機床的設計者却都沒有遵循任何的正確的規則’。

在七十多年以前，俄國學者蓋鐸林院士就建議‘以幾何級數作爲車床和鑽床主軸轉數排列的規律’。現在這個規律已經普遍地應用在所有的迴轉主運動的萬能機床上，而且在許多場合下，也應用在往復主運動的機床上。

許多外國的研究家，半個世紀以來企圖另外創造迴轉主運動的機床的主軸轉數排列的新規律，但是都沒有成功。結果，蓋鐸林所創立的理論，便成爲許多工業最發達的國家的機器製造中轉數標準化的基礎。

在機床轉速數列理論方面進一步的發展和研究是先進的蘇聯科學的功績之一。技術科學博士阿切爾根（Н. С. Ачеркан）教授關於金屬切削機床計算和設計的著作，對於轉速數列的理論及其個別規律作了深入的數學分析，並敘述了齒輪變速箱傳動關係計算的各種方法。

傳動系統決定機床上各工作器官的相對運動，也就是決定製件的空間幾何形狀。在現代化的機床上，傳動系統有了廣泛的發展。

機床傳動系統理論方面的研究和原理的創立的優先地位也完全是屬於蘇聯科學界的。

戈洛文 (Г. М. Головин) 教授的研究，創立了機床傳動系統的數學分析和綜合的理論。蘇聯的設計師們根據這個理論，造出了不少新型機床和創造了不少有價值的發明。在社會主義生產條件下，自動機床獲得了特別的發展。在傳動系統研究方面，最特色的人物首先要推技術科學博士蕭屋曼 (Г. А. Шаумян) 教授，他把現代化的自動機床的系統做了科學分析，並創立了設計的理論。

金屬切削機床實驗研究所 (ЭНИМС) 的研究成就，已替社會主義機床製造業在設計創作方面打下了基礎。該研究所從事於創造新型機床，使這些蘇聯機床在構造方面充分滿足設計時所提出的要求，而且避免那些資本主義國家生產的許多機床常有的極大的缺點。

在蘇聯科學院院士、技術科學博士琪柯星 (В. И. Дикущин) 的領導下，金屬切削機床實驗研究所設計出標準動力車頭。這個設計，在歐洲還是破天荒的創舉，由此進而設計和廣泛地生產各種生產率高的多軸自動機床。

傳動系統的計算問題，非但對於機床設計人員是很重要的，就是對於日常運用機床的技師們，也是同樣重要。

在改造舊有機床的過程中，幾乎都要重新審查傳動系統，而後根據新的要求，作適當的改變。例如，要改裝機床以適應高速切削或使某些運動自動化時，就不可避免地要改變它的傳動系統。

如果我們認為：非但每個傳動系統可以作出方程式來，而且每個方程式也可以找到相當的傳動系統，那末，創造新傳動系統的可能性便不再是設計師偶然靈機一動的結果了。只要設計者對那些確定機床工作器官運動規律的數學公式，積極創造出傳動系統的解答；那末，各種新構造的機器的設計問題，便迎刃而解了。

在今日，在設計新機床的工作中，機器的工作器官的位移關係至為

6
複雜，特別是製造複雜的空間表面的機床，要求也就更多，因此設計人員就必須精通機床傳動系統的綜合和分析方法。

本書的目的是敘述主要類型的機床的傳動裝置、機床型式的標準化，以及確定與機床的構造有關的傳動系統的鑑定值^①的範圍。所列舉的都是蘇聯機器製造廠中極普遍的幾種型式的機床。

本書中所用的傳動系統的計算和分析方法，適用於研究本書以外的機床的傳動機構，並可以應用於新機床傳動系統和傳動機構的設計。

① 鑑定值的定義見下面的第一章。

第一章 基本概念和定義

每一部金屬切削機床都有一套的工作器官，而且每一個器官都有一定的運動。這些運動是由機床的用途和機床工作的特點所決定的。這樣的工作器官就像主軸、刀架、工作台、刀具頭架以及其他傳遞工作運動或輔助運動給刀具或工件(毛坯)的各個部分。機床上每個工作器官與動力來源之間聯系成一個系統，這個系統是由許多個互相聯動的環節所組成，同時系統中的一個末端環節(機件)接收運動，例如，來自電動機，而另一個末端環節便把運動傳給機床的工作器官。此外，機床上各個工作器官之間，也依藉互相聯動的環節連繫着。這樣的系統確定了兩個工作器官之間的運動關係。

順次排列而互相聯動的許多環節(機件)，把機床上某一工作器官的運動和另一工作器官或者動力來源互相連繫起來，成爲一個系統，叫做機床的傳動系統 (或運動鏈)。

依照所擔任的運動性質的不同，傳動系統可分爲主運動系統、進給運動系統、分度系統、快速行程系統等。這些系統中最常見的環節(機件)如皮帶輪、齒輪、鏈輪、導螺桿、凸輪、從動件、推桿以及其他傳動的機件。

通常用一個傳動機構圖來表示各個傳動系統之間的連繫。這樣整個的系統，便代表着一部機器的構造原理。各個傳動系統的佈置以及其間互相連繫的方法，便確定了這一部機床的傳動機構的結構。

在某種情形下，要從傳動系統中隔離出一組互相聯動的環節(機件)，這樣的一組環節，叫做傳動系統中的組合。

每一個傳動系統既有永久聯動的環節，也可能有移動的環節和交換的環節。由一組交換環節或一組移動環節所組成的組合叫做調整組合。齒輪、凸輪等常用作交換機件；V形的迴轉臂、直邊靠板等常用作移動機件。調整組合多半是由交換齒輪組成。這些尺寸不同的交換齒輪可

以配成所需要的速比，裝置在掛輪鉢上。在不同的傳動系統上，調整組合的交換齒輪組的稱呼也不同。如果是在主運動的傳動系統上，便叫做變速交換齒輪；如果是在進給系統上，便叫做進給交換齒輪；如果是在分度系統上，便叫做分度交換齒輪。

在傳動系統中，由一對機件組成的傳動副各有一定的鑑定值（數字特性）。對於齒輪、皮帶輪和鏈輪來說，便是速比；對於導螺桿和螺母來說，便是螺距；對於凸輪機構來說，便是決定從動件或推桿的速度和位移範圍的凸輪曲線的參數。

每一個組合，也有它的鑑定值，一般說來，它的鑑定值恰等於該組合中各傳動副的鑑定值的連乘積。如果某一傳動系統全部是由齒輪組成，那末，它的鑑定值便可用傳動系統的速比來表示。

傳動系統的鑑定值，便是表示該系統中兩末端機件的運動關係。在計算末端機件的運動時，常取其中一個末端機件的某一定位移作為根據，最常用的如每分鐘轉數、1轉、單位長度的線位移等。這樣，另一個末端機件的位移大小便有一定的數值，除非在傳動系統中有調整組合時，才能有變化。

這樣，把傳動系統一端的機件位移作為根據，而另一端便是我們所要計算的位移，這兩個位移都叫計算位移。

連繫兩末端機件的計算位移的方程式，叫做傳動系統方程式。

在這樣的方程式中，只有調整組合的鑑定值是未知數。解傳動系統方程式時，把未知數移到等號的一端，把已知數移到另一端。這樣簡化而得的式子，而且只有一個未知數時，便叫做計算公式。計算公式便是表示所尋求的調整組合的未知鑑定值和傳動系統一端所需要的計算位移的關係。

如果在傳動系統中有差動裝置，或者一般地說，凡有行星機構（或稱為周轉輪系）時，這個系統便叫做差動系統。最普遍的傳動系統，一般地可用簡單的一次方程式表示，在個別的情形下，也要用二次方程式表示。在金屬切削機床上所見到的傳動系統，有時也需要用更複雜的關係來表示，甚至還要用微分方程式來表示。

第二章 車床

1 簡單車床

在簡單車床上，主要的運動便是工件的迴轉運動和刀架（也就是車刀）的直線運動。在車削內圓面或外圓面時，車刀的移動必須與工件的軸線相平行。在車削圓錐面時，車刀的移動必須與工件軸線成一個角度。總之，簡單車床在切削過程中的主要運動計有：主運動——工件的迴轉運動；進給運動——車刀的縱向或橫向移動。要使車刀與工件軸線偏成一個角度而移動，只須在裝備機床時作適當的校正，例如，把刀架安置成一個角度。除了上述的各種運動以外，也可能增加額外的運動，例如快速行程——以節省刀具引近或退走所需要的時間。

簡單車床的傳動機構所包括的幾個傳動系統，必須能完成以上所述的各種運動。各個傳動系統之間的連繫以及各個系統本身的結構，必須有調整的可能，以獲得所需要的切削速度和進給量。

以下敘述簡單車床的傳動機構（圖 1）。

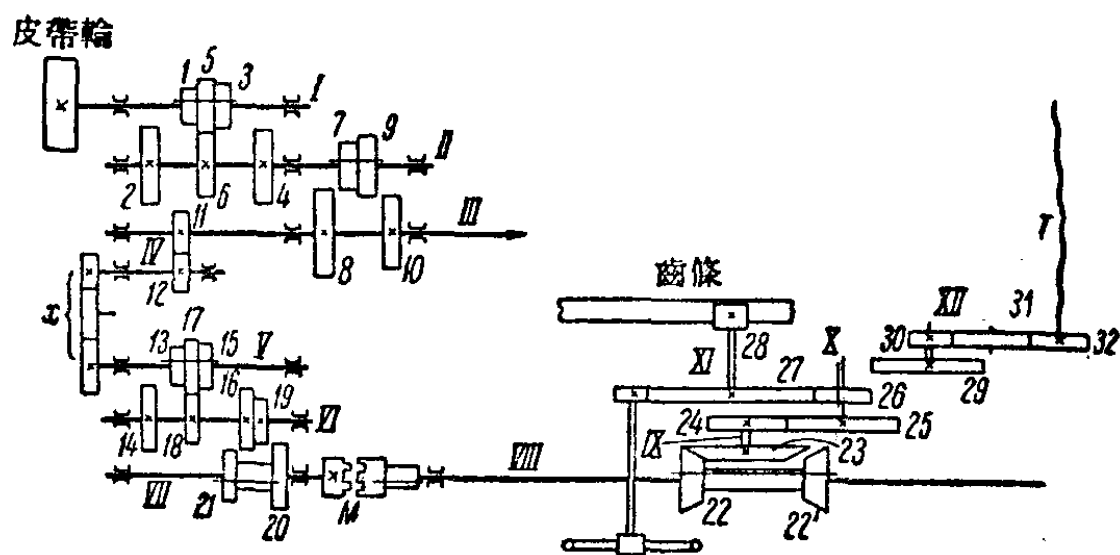


圖 1

用 z 字代表齒輪，並把圖上所註的號碼，標在 z 字的右下方。先看圖上運動傳遞的情形。最先由皮帶輪帶動變速箱上主傳動軸 I，由此經

過滑動齒輪組(連身齒輪組) z_1, z_5, z_9 以及和它相搭合的齒輪 z_2, z_6, z_4 而到軸 II, 軸 II 由此可得到三種速度; 再經過滑動齒輪組 z_7, z_9 及其相搭合的齒輪 z_8, z_{10} , 主軸 III 便得到六種速度。而後由主軸開始, 經過齒輪 z_{11}, z_{12} , 軸 IV, 交換齒輪(速比為 x), 而傳到進給箱的被動軸 V; 由軸 V 經過齒輪組 z_{13}, z_{15}, z_{17} 及其相搭合的齒輪 z_{14}, z_{16}, z_{18} , 軸 VI 便得到迴轉運動; 再而經過齒輪 z_{16}, z_{19} 及其相搭合的齒輪 z_{21}, z_{20} , 軸 VII 便轉動, 可用離合器 M 使軸 VII 和進給桿(光桿) VIII 相連接。在進給桿上有錐形齒輪組 z_{22}, z'_{22} , 輪內裝有滑鍵, 可在進給桿上左右滑動, 使其中一個齒輪和錐形齒輪 z_{23} 相搭合, 由此 z_{23} 得到正轉或反轉。在軸 IX 上有齒輪 z_{24} 與錐形齒輪 z_{23} 相固接, 齒輪 z_{24} 與軸 X 上的齒輪 z_{25} 相搭合, 齒輪 z_{26} 與齒輪 z_{25} 在同一軸上。

從齒軸 z_{26} 以後, 運動分為兩枝。如果由齒軸 z_{26} 傳到軸 XI 上的齒輪 z_{27} , 在該軸另一端有小齒輪 z_{28} , 與固定在床身上的齒條相搭合。小齒輪轉動, 刀架便縱向移動。如果由齒輪 z_{28} 傳到齒輪 z_{29} , 齒輪 z_{30} 與該齒輪固定在同一軸(軸 XII)上, 再由齒輪 z_{30} , 經過惰輪 z_{31} , 傳動齒輪 z_{32} , 於是橫進給螺桿(螺距為 T) 隨之旋轉, 使刀架得到橫向移動。由此可見, 只要把齒輪 z_{26} 前後移動, 便可得到縱進給或橫進給。

今後為了使傳動機構研究方便起見, 常利用一種慣用的代表圖。這個圖可以看作是機床傳動裝置的結構式。它表示着機床上各個傳動系統的排列、順序以及其間連繫的方法(參看結構式 1)。

相鄰兩軸間能互相搭合而有傳動關係的組, 表示着其間傳動的數目, 叫做傳動組。

在一部金屬切削機床上都有許多基本的組合。這些組合, 在這部床上, 各有一定的使命。任一個組合的機構, 也就是由結構式中許多項集成的一組。例如, 結構式中從‘皮帶輪’到‘主軸’各項所成的一組, 便相當於主傳動機構。各對括號內傳動數的連乘積, 便相等於主軸可能獲得的速度的級數。在這個情形下, 一對括號內有 3 個傳動組數, 另一對括號內有 2 個傳動組數, 因此, 主軸可以得到六種速度。

推求計算公式的方法如下。