

中央人民政府高等教育部推薦

中等技術學校教材試用本

金屬切削機床

上 冊

斯列巴克等



機械工業出版社

中央人民政府高等教育部推薦
中等技術學校教材試用本



金屬切削機床

上 冊

斯列巴克 著

王長勝、黎淑賢等譯



機械工業出版社

1954

出版者的話

本書係根據蘇聯國立機器製造書籍出版社 (Машгиз) 出版, 斯列巴克 (А. В. Слепак) 著的“金屬切削機床” (Металлорежущие станки) 1946年版譯出。原書係根據蘇聯中等技術學校金屬切削加工專業的“金屬切削機床”教學大綱寫成, 並經蘇聯人民委員會全蘇高等教育委員會審定為中等技術學校教科書。

本書內容包括金屬切削機床的結構、調整、功用和選擇。在書末附錄中, 並有為驗算機床典型機構及零件時需要的簡明資料。

本書中譯本分上下兩冊出版, 由北京航空學院王長勝、黎淑賢等翻譯, 並經清華大學金希武、陳克成、李民範和馮鐵孫等審校。

著者: 斯列巴克 譯者: 王長勝、黎淑賢等

文字編輯: 嚴啓浩 責任校對: 周任南

1954年2月發排 1954年4月初版 0,001—9,300 冊

書號 0497-10-83 31×43¹/₁₆ 345 千字 137 印刷頁 定價 19,200 元(乙)

機械工業出版社(北京壺甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲 1 號)印刷

新華書店發行

中央人民政府高等教育部推薦

高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月廿四日人民日報已經指出：“蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯繫實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決”。我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃的大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

譯校者的話

隨着祖國機械製造工業的發展，對培養這方面技術幹部所需要的關於“金屬切削機床”的書籍顯得愈為迫切。北京航空學院及清華大學機械系爲了部分地解決這方面教材的困難，便合作翻譯和校對了這本書。

本書內容先由機床基本規律開始，依次討論機床的典型機構、電氣驅動、操縱裝置和液體傳動，然後按機床分類，各舉一、二典型式樣，對其用途、工作及調整方法和特殊機構加以介紹和說明。最後一章對有關機床的運輸、安裝、試驗、修理及保安等問題亦作了扼要的敘述。書末並有附錄，供驗算機床典型機構及零件參考之用。

此書特點，在於材料很全面，編排有系統，同時說明的邏輯性也非常強。在敘述每類機床時，書中着重於少數典型機床的說明，使每章均有中心內容或重點。

此書雖係蘇聯人民委員會全蘇高等教育委員會審定的中等技術學校金屬切削機床教科書，但以目前我國教學水平來講，對我們的高等工業學校某些機械製造專業亦有很大參考價值。至於對專修科來講，這本書在目前是一本相當合適的教材。

由於本書是1946年出版的，書中介紹的某些機床，它們的型式在目前看來是比較陳舊一些；我們建議讀者另行參考介紹蘇聯機床方面的書，加以補充或代替。

本書翻譯工作係由北京航空學院王長勝、黎淑賢等擔任，經清華大學金希武、陳克成、李民範和馮鐵孫等校對後完成。

由於譯者及校者受文字及業務水平的限制，譯稿中錯誤和不妥之處必甚多。書中名詞，曾力圖採用合理而通用的譯法，但因分工譯校關係，可能尚有前後未能統一之處。因此，希望讀者多提意見和批評，以便再版時加以改正。

最後，山東工學院顏子平教授在試用本書譯稿後，曾提出很多寶貴意見和修正之點，這對改善譯稿起了很大的作用，我們在此謹致誠懇的謝意。

譯者、校者 1953年10月

原 序

本書的目的是為訓練機床製造師、機械師、設計師及機械製造工廠車間的工作人員之用。它也可以使機床製造設計師在有關金屬切削機床的選擇、調整和應用各方面獲得一般的知識。

在編寫本書的過程中，首先利用了以下各機關的資料和出版物：金屬切削機床試驗科學研究院(ЭНИМС)，機床製造部技術標準局 НКСС (БТИ)，全蘇金屬切削機床展覽會，以及蘇聯的很多機床製造廠。其中部分插圖係採自許多已出版的技術書籍，如哈伊莫維奇(Я.М.Хаймович)教授著“金屬工藝學”的第二編“金屬切削加工及機床”和奧格勞布林(А.Н.Оглоблин)著“銑床”等書。

此外，在很大程度上，曾利用了斯列巴克(А.В.Слепак)所編另一本“金屬切削機床”的材料。

根據原來計劃，本書應由作者與莫德節列夫斯基(А.А.Модзелевский)工程師二人合寫。但由於戰爭使莫德節列夫斯基對參加此項工作未能如願。

本書係根據1942年7月13日由中型機器製造部(НКСМ)、重型機器製造部(НКТМ)的教育司(ГУУЗ)和重工業部(НКТП)的教育處(СУЗ)等機關所批准的中等技術學校金屬切削加工專業用“金屬切削機床”的教學大綱寫成的。

本書較上述教學大綱內容有若干刪減。這係部分地由於必須縮減本書篇幅所致。為此，自原稿中刪掉了關於110A型單軸範形自動機、636型龍門銑床、371Л型平面磨床、3659型鑽頭磨床、751Д型剝床、製造蝸桿的機床和一些機床工作方法的敘述。很多機床的機構和部件構造圖也因此被刪掉了。

技術科學博士阿切爾亢(Н.С.Ачеркан)教授對本書作了異常細緻和卓越的校閱工作，作者在此謹致深厚的謝意。

作者

第一章 基本規律

1 金屬切削機床的分類

機床一般係根據其加工性質來分類，例如車床類，鉋床類，銑床類等等。但是分類的原則並不是非常嚴格。由於機床製造的發展，使其必需根據其他特徵來劃分機床的類別。例如：齒輪加工機床便被列為一個獨立的類別，屬於該類的如滾齒機，鉋齒機……等。

各類機床又可根據某些不同的特徵，分成各種型式。其中最主要的特徵是機床的功用、施工特性、機床工作機構的空間位置、構造特點及諸如此類。金屬切削機床實驗科學研究院(ЭНИМС)^①所擬定的機床分類草案中，機床係分為下列各類(組)：

1. 車床 這種機床係用來對各種不同的旋轉表面(內部的和外部的)進行加工，此時工件旋轉而刀具(一刀或多刀)作送進運動。
2. 鑽床 這種機床係用以進行鑽孔工作，此時工件固定不動而刀具作旋轉及直綫運動。
3. 銑床 用銑刀工作。
4. 鉋床 刀具對工件作相對往復運動。
5. 磨床 使用砂輪對各種不同表面加工。
6. 齒輪加工機床 用於齒輪加工，與刀具種類無關(例如可以用鉋刀、插刀、銑刀等)。
7. 剝床 用多齒刀具——用拉削剝刀及推削剝刀對各種不同內外面進行加工。
8. 研床及拋光機 用砂輪及磨料等對各種不同形狀的工件進行加工。
9. 螺紋機床 用以切削螺絲、螺栓、螺母等的螺紋。
10. 切料機床 切斷或鋸斷軋壓過的材料。
11. 輔助機床及其他機床 機械製造中使用的某些機器、儀器以及不屬於上述各類中的任何一種，都屬於此類，例如刻度機，平衡機……及其他等等。

不同類別的機床，根據其外形及型式的詳細分類，將在以下各章分述。

2 機床的編號

蘇聯機床製造業中所採用的機床編號系統，是以某些舊的分類為基礎。1943年

^① ЭНИМС 係 Экспериментальный Научно-исследовательский Институт Металлорежущих Станков 之縮寫。——校者

表 1 蘇聯機床的編號

機 床	加 組	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		自動與半自動機床									
車 床	1	專用 機床	單軸式	多軸式	六角車床	鑽一切 斷式	立 式	普通車床 及平面車 床	多刀式	專用車床	各 式
鑽床和鑽 床	2		標準單柱 及多柱式	單軸半 自動式	多軸半 自動式	鑽鑽鑽床	搖臂鑽床	鑽 床	金鋼刀 鑽床	臥式鑽床 及中心鑽 床	各 式
磨床、拋 光機和精 磨機床	3		外圓磨床	內圓磨床	外皮磨床	專用磨床		工具磨床	平面磨床	拋光機 研磨機	使用研之機 各床
專用之組 合機床	4		萬能機床	半自動 機床	自動機床						
螺紋機及 齒輪製造 機	5	螺絲 機	正齒輪 鉋(插) 齒機	准(傘)齒 輪鉋齒機	正齒輪及 花鍵齒輪 齒機	錐齒輪桿 製造機床	輪齒倒 楞機	螺紋銑床	制齒機、 齒輪檢驗 機研齒機	齒輪及螺 紋磨床	各 種
銑 床	6		膝架式 立銑床	連續工 作銑床		靠模銑床 刻字機	無膝架式 立銑床	龍門銑	膝架式專 用銑床	膝架式臥 銑床	各 種 銑 床
			龍 門 鉋								
鉋床、插 床和剃床	7		單支座式	雙支座式	牛頭鉋	插 床	臥式剃床		立式剃床		各 式 鉋 床
			切 斷 機				鋸 床				
切斷機	8		使用車 刀的	使用砂 輪的	使用磨 擦盤的	校直切 料機	帶 式	圓盤式	鋸條式		
其 他	9		銼 床	銼刀製 造機床	調直機及 無心粗切 機	平衡機	鑽頭及砂 輪試驗機	刻度機			

對編號系統又進行了某些修正。機床的號數是由三個數字組成，偶而也有四個數字的。在某些個別情況下，在第一與第二兩個數字之間，或在數字之後還加一字母，例如，5Y32。第一個數字表示所指機床是屬於那一類，這些數字係列在表 1 的豎行內。第二個數字表示機床的型別，列在表 1 的橫標題下面。第三個數字和有四個數目字時之第四個數字與機床的大小尺寸有關。第四個數字也用來表示其特性，例如高級精確度等。當製造出新的更完善的同類型同尺寸之機床或改變了舊式的構造時，在第一與第二數字之間加一字母。

例如第一種型式轉塔車床(六角車床)之編號是 136 (1—車削用的，3—帶有轉塔的，6—表示主軸孔之尺寸為 63 公厘)，在構造改善後其號碼為 1B36。

在數字後面增加的字母表示主要基本型式的改變。

中心高度 175 公厘和中心距離 750 公厘的車床原用 161 表示。如把該車床的中心距離改為 1000 公厘時，那就應該用 161A, 161B……等來表示了。

一些個別專用機床可用工廠的編號表示，並在工廠編號的前面加上該工廠的特定字母，例如機床製造(Станкоконструкция)工廠可用 А，紅色無產者工廠(Красный

пролетарий)可用К, 列寧工廠(Ленина)可用Л……等。

3 機床運動的分類

雖然金屬切削機床的類型及構造式樣, 為數甚多, 但其機構中有很多共同及相似的部分。這將大大增加研究各類機床的便利, 同時可以給其中大部分的機床訂出共同的調整方法。

所謂機床調整, 就是適當配合機床各機構的運動, 以便使工件與刀具刀口之間作必要的相對運動。機床內的運動可區分如下:

主體運動 主體運動的速度係根據所需要的切削速度而定。

機床絕大部分的功率都消耗在主體運動系統中。主體運動或與工件或與切具相聯系。例如, 在車床類中工件的旋轉為主體運動, 而在銑床、鑽床、磨床等類中——刀具的旋轉為主體運動。只有某些個別類型的機床, 其主體運動是工件及切具以不同速度作相對運動。例如某些自動車床在切削螺紋時, 不僅是工件旋轉而且切齒絲板也同樣旋轉, 如此在工件以原有的高速度旋轉時, 它們的相對運動速度可以得到必要的減少。然後使用改變絲板旋轉速度或方向的方法, 使它能夠從正被切削之工件上退出。大多數機床的主體運動是旋轉運動。僅僅在鉋床、插床、剝床及其他一些齒輪製造機床等類中, 主體運動才是往復運動。

送進運動(走刀運動) 它的速度是由一個刀刃所削下之切屑的截面某一尺寸(如厚度)來決定的。例如車床組的送進運動是切具對着旋轉之工件作慢慢的移動(一般是平行於或垂直於工件軸綫)。被刀具削下的切屑厚度即決定於這種移動的速度。銑床類的送進運動是工件對着旋轉的刀具作慢慢的移動。根據此種運動的速度, 銑刀每齒所削下的切屑厚度即可算出。

送進運動可能是連續不斷的, 如在車床、銑床、鑽床及其他類似的機床; 也可能是斷續的(週期性的), 例如龍門鉋床、牛頭鉋床的送進是當空車時亦即當刀具在加工工件外面時, 由刀具或工件作迅速橫向移動而產生。

某些機床的送進運動比較複雜, 例如外圓磨床之送進運動是由工件的旋轉運動(圓周送進)和工件或砂輪的軸向移動(縱向送進)等組合而成。除此而外, 在每次縱向行程完了時還使砂輪稍稍移動, 移動的方向垂直於工件軸。移動的多少將決定加工層之厚薄(橫向運動)。剝床沒有送進運動, 切屑之截面完全根據工具之尺寸及構造而定。

除去主要工作運動外——主體運動及送進運動, 在機床上還可遇到其他一些與切削過程沒有直接關係的運動。其目的是使工件對刀具有正確的位置, 及固定工件及刀具等之用。當有這些運動而不產生切屑時, 稱之為空轉。

4 傳動系統圖和符號

為了分析機床各種機構的運動, 可以使用很簡略的符號圖。這些簡圖不僅在機床

的運動方面，而且在一定程度上在他們的構造方面都給我們以簡單明確的概念。這種運動圖的清楚精確程度和他們的使用有很大的關係。在遵守一定的規則並以認真的態度來繪製運動圖時，假如已經了解機床的工作原理，往往可以不加任何補充解釋便能了解它。

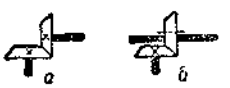
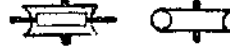
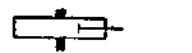
繪製運動圖時所使用的全部符號，在有關機床說明書編號法專門書籍中均已例舉。

表2所例舉的，僅僅是比較重要及較常碰到的各種機床零件和機構的基本符號。至於其他符號，可在研究本書材料的過程中逐漸熟習。在繪製運動圖時應盡量將運動系統畫到機床各主要投影的外廓及外形中，並盡量保持各機構的相對位置，但以不損害圖解之清楚明確為原則。

繪製運動圖的主要目的，是為對機床運動提供出完全清楚的概念。其他一切也是屬於這個目的。因此當繪製這種圖時，可以允許作某些變通，以便幫助了解及簡化。這種變通並不完全與機床的實際構造相符，例如旋轉的軸通常用直線表示，但有時在圖上也可能用曲線表示。

表2 機床結構基本標誌符號

名 稱		符 號
1. 軸		
2. 皮帶傳動		
3. 鏈條傳動		
4. 三角皮帶傳動		
5. 圓柱齒輪	a) 無縫 b) 有縫 a) 在鍵上滑動 b) 拉鍵	
6. 離合器	a) 片式(盤式) b) 錐式 a) 齒爪式	
7. 齒條傳動		
8. 軸承		

名 稱	符 號
9. 錐齒輪 a) 有鍵 b) 在鍵上滑動	
10. 蝸桿傳動 (蝸桿和蝸輪)	
11. 絲槓和螺母	
12. 棘輪傳動 (撥爪及棘輪)	

在機床說明書內繪製簡明正確的運動圖是主要工作之一。

5 傳動比(速比)

圓柱齒輪 假如已知軸 a 與軸 d 間的傳動, 由若干組齒輪組成(圖 1), 並且已知軸 a 的轉速 n_a , 那末軸 d 的轉速 n_d 能按公式求得:

$$n_d = n_a \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} = n_a \cdot i_{da}$$

式內

$$i_{da} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} \text{ 稱爲由 } a \text{ 至 } d \text{ 傳動系統的}$$

傳動比(或速比)。軸 d 轉速:

$$n_d = n_a \cdot i_{da}$$

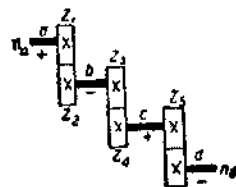


圖 1 六個齒輪的傳動

假如在上述傳動中已知者不是轉速 n_a 而是 n_d , 則其計算應依照下式進行:

$$n_a = n_d \cdot \frac{z_6}{z_5} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_2}{z_1} = n_d \cdot i_{ad}$$

此地,

$$i_{ad} = \frac{z_6}{z_5} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_2}{z_1} \text{ 是由 } d \text{ 至 } a \text{ 傳動系統的傳動比。非常清楚,}$$

$$i_{ad} = \frac{1}{i_{da}}$$

現在根據圖 2 分析由三個齒輪所組成的傳動。在該情況下:

$$n_c = n_a \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_3} = n_a \cdot \frac{z_1}{z_3}$$

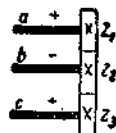


圖 2 有惰輪之傳動

由此可見中間輪 z_2 並不影響 c 軸的轉速。

這種中間輪稱爲惰輪。不論惰輪的數目多少總之可得出同樣的結果。

現在我們將研究在齒輪傳動中, 軸與齒輪的方向問題。

由兩個齒輪(z_1 及 z_2)所組成的傳動, 各齒輪向相反的方向旋轉。順時針旋轉的方向用(+)號表示; 逆時針旋轉的方向以(-)號表示。如在圖 2 的傳動中: 設齒輪 z_1 的

旋轉方向是(+), 那末惰輪 z_2 的旋轉方向將為(-), 而齒輪 z_3 的方向為(+). 因此惰輪 z_2 並不影響齒輪 z_3 的轉速, 但改變了後者的旋轉方向。

爲了判斷數個正齒輪所組成之傳動系統中的某一齒輪的旋轉方向, 我們製出一個一般的法則。爲此, 我們可利用(-1)之偶次方爲(+1), 奇次方爲(-1)的原理。此時求轉速的公式可以寫成以下的形式:

$$n_d = n_a \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} (-1)^m$$

此處 m 爲接連的數目。

將公式運用到圖 1 之傳動時, 得出:

$$n_d = n_a \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot (-1)^3 = -n_a \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6}$$

因爲在此種情況下, 軸 a 和軸 d 向相反方向旋轉, 所以理應如此。

假如用電動機把圖 1 傳動系統的軸 a 帶動旋轉時, 那末齒輪 z_1 稱爲主動輪而齒輪 z_2 稱爲被動輪。齒輪 z_3 和 z_5 同樣爲主動輪, 齒輪 z_4 和 z_6 爲被動輪。

在計算機床傳動系統中某些個別齒輪或軸的轉速時, 不管將何者作爲主動輪, 何者作爲被動輪, 所得結果都完全相同。又計算中的傳動方向可以和實際方向相同, 也可以和實際方向相反, 其所得結果都是一樣。這可由上述傳動運動的一般公式中看出。

鏈齒輪 鏈齒輪所組成之運動鏈的傳動比, 其公式和上述公式完全相同, 即

$$n_d = n_a \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6}$$

但是判斷個別軸的旋轉方向, 如直接使用上述之法則, 已不可能。

蝸桿傳動 蝸桿傳動比可用以下公式表示(圖 3):

$$i_{ba} = \frac{k}{z}$$

而蝸輪的轉速:

$$n_b = n_a \cdot \frac{k}{z}$$

此處 k —— 蝸桿螺紋頭數(螺紋數); z —— 蝸輪齒數。

蝸輪之旋轉方向不僅決定於蝸桿之旋轉方向, 並且還決定於蝸桿的螺紋方向——右旋還是左旋。

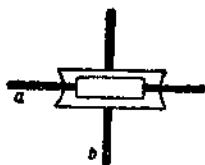


圖 3 蝸桿傳動

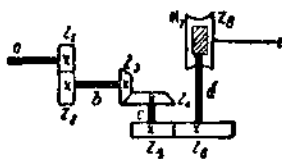


圖 4 不同齒輪所組成的傳動

在蝸桿傳動中, 蝸桿是主動機件, 蝸輪是被動機件。在大多數情況下, 由蝸輪到蝸桿的傳動運動, 因其制動關係而不可能實現。這種情形並不能影響按上述公式根據蝸輪的已知轉速(n_b)作蝸桿轉速(n_a)的計算。該公式可寫成以下形式:

$$n_a = n_b \cdot \frac{z}{k}$$

總括得出之結果：能構成一適合所有齒輪傳動之法則：

任何由各種齒輪和蝸桿所組成的運動鏈的傳動比，等於整個運動鏈中各個別傳動部分的傳動比的乘積。

例如：對於圖 4 之運動鏈：

$$n_e = n_a \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{k_7}{z_8} = n_a \cdot i_{ea}$$

$$n_a = n_e \cdot \frac{z_8}{k_7} \cdot \frac{z_6}{z_5} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_2}{z_1} = n_e \cdot i_{ae}$$

齒輪和齒條 這種機件(圖 5)用來改變旋轉運動為直線運動，或是相反地把直線運動變為旋轉運動。

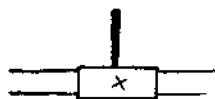


圖 5 齒條傳動



圖 6 蝸桿及齒條傳動

設齒條之齒距，亦即齒輪上按節圓量出之齒距，用 t 公厘表示，輪齒的齒數用 z 表示。又設齒輪轉 n 轉時，齒條移動的距離為 s 公厘。該距離可按下式計算：

$$s = n \cdot z \cdot t \text{ 公厘}$$

由此，如已知齒條的行程 s 而需要求得齒輪轉數 n 時，那末：

$$n = \frac{s}{z \cdot t}$$

例 齒條行程 $s = 125$ 公厘， $z = 20$ ， $t = 15.7$ 公厘，求齒輪的轉數 n ？

$$n = \frac{s}{z \cdot t} = \frac{125}{20 \cdot 15.7} = 0.398 \text{ 轉}$$

蝸桿和齒條 這種機構(圖 6)比前者使用的較少。其功用是使旋轉運動改變為直線運動。

用 k 表示蝸桿的螺紋頭數，用 t 公厘表示齒條齒距。蝸桿轉 n 轉時，齒條移動的距離為 $s = n \cdot k \cdot t$ 公厘。

絲槓和螺母 這種機構(圖 7)用來改變旋轉運動為直線運動。它很少用來改變直線運動為旋轉運動。後者僅僅在螺紋的導角相等大(具有適當數值)，而傳動機構不致使自己制動時才可能實現。



圖 7 絲槓傳動

茲用 t_s 表示絲槓之螺距。當絲槓旋轉 n 轉時，只能作直線移動的螺母應向前移動：

$$s = n \cdot t_s$$

假如已知螺母的行程 s ，現在需要求出與其相適應的絲槓轉數 n 。由此可得出：

$$n = \frac{s}{t_s} \text{ 轉}$$

此處 s 和 t_s 為同一長度單位。

例如螺母行程 $s = 2.5$ 公厘，絲槓螺距 $t_s = 10$ 公厘，絲槓轉數：

$$n = \frac{s}{t_s} = \frac{2.5}{10} = 0.25 \text{ 轉}$$

皮帶傳動和鏈條傳動 如果不計皮帶的滑動，則開口或交叉式皮帶的傳動比：

$$i_{21} = \frac{d_1}{d_2} \text{ 由此 } n_2 = n_1 \cdot \frac{d_1}{d_2} \text{ 或 } n_1 = n_2 \cdot \frac{d_2}{d_1}$$

此處 d_1 和 d_2 為皮帶輪的直徑。

在開口皮帶傳動中，兩個皮帶輪向同一方向旋轉，在交叉式傳動中則為反方向旋轉。

鏈條傳動：

$$i_{21} = \frac{z_1}{z_2} ; n_2 = n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2} \text{ 和 } n_1 = n_2 \cdot \frac{z_2}{z_1}$$

此處 z_1 和 z_2 為鏈輪輪齒數目，兩鏈輪旋轉方向相同。

6 機床主軸的轉速^①級數

主軸的轉數 帶動工件(車床)或是帶動刀具(銑床、鑽床、磨床)的主軸轉速，可根據下式計算：

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \text{ 轉/分}$$

此處 n ——主軸每分鐘的轉數；

v ——切削速度，公尺/分；

d ——工件或刀具之直徑，以公厘表示。

因為機床的功用是給不同直徑和不同材料的工件進行加工，而刀具(車刀、鑽頭及其他等)同樣也是用不同的材料製成，並且也可以有不同的直徑，因此在新式機床中 v 和 d 的變化範圍很大，其中以 d 值變化尤甚。所以機床的主軸必需根據 v 和 d ，產生不同的轉速 n 。每個機床都擁有一定的轉速級數，該級數決定於該機床的功用和使用範圍。機床主軸最大轉速和最小轉速的比值：

$$\frac{n_{\max}}{n_{\min}} = C$$

此數值稱為機床變速範圍。這個比值，在某種程度上表示機床的適用程度並給出一些可在該機床上進行加工工件(或應用刀具)的尺寸的變化範圍的概念。

萬能(通用)機床為加工各種工件，其變速範圍 $C \approx 30 \sim 80$ 。

加工件變化範圍較窄的專用機床，其變速範圍從 $5 \sim 30$ 。機床的專用性愈小，他的變速範圍自然也愈小。

例如普通車床 ДИП-200 型(1Д62)其變速範圍為：

$$C = \frac{600}{12} = 50$$

此種機床可用來加工直徑由 $20 \sim 400$ 公厘的各種不同材料的工件。1118 型單軸自動

① 轉速指每分鐘的轉數。

專用車床的變速範圍，由於在該自動車床上加工的桿料的直徑係限止在 12~18 公厘的狹小範圍內，故其數值僅為：

$$C = \frac{3200}{550} = 5.83$$

如上所述，在大多數情況下，機床不是隨意地在最小至最大的範圍內擁有任何轉速，而是擁有規定的轉速級數。目前有些機床已安裝了柔和無級式的變速機構。這種機構使用特種的流體，電力或機械等裝置。關於這些機構將在以後敘述。分級變速的主軸轉速，普通構成幾何級數。在某些專業技術書籍中，還例舉其他的機床轉速級數（例如算術級數和對數級數）。但是它們在實際的機床製造中還沒有廣泛應用，因而也未能代替主軸轉速的幾何分級法。

主軸轉速按其增長次序用下式表示：

$$n_1, n_2, n_3, \dots, n_k$$

至於由它組成的幾何級數之公比則以 φ 表示。根據幾何級數之定律，

$$n_k = n_1 \cdot \varphi^{k-1}$$

此處 k ——轉速的分級數目也就是主軸各種不同轉速的數目。

茲定出下列各數間的關係： $k, \varphi, n_{\min} = n_1$ 和 $n_{\max} = n_k$ 由公式 $n_k = n_1 \varphi^{k-1}$ 可得出下式：

$$\varphi^{k-1} = \frac{n_k}{n_1} = C \text{ 和 } \varphi = \sqrt[k-1]{\frac{n_k}{n_1}} = \sqrt[k-1]{C}$$

例如在 ДИП-200 型車床中 $k=18, n_1=12, n_k=600, C=50$ 和 $\varphi = \sqrt[17]{50} = 1.26$

現在將解釋機床主軸的轉速級數，採用幾何級數的原因。為此先需要熟習一種「射綫圖」。此種射綫圖對機床的使用有很大實際的意義，故往往刻在銅板上，並固定在變速箱的外殼上。

射綫圖 當知道直徑 d 公厘及選定之切削速度 v 公尺/分後，射綫圖可以使我們很快地求出主軸的轉數 n 。我們將用數字實例說明該圖的畫法。

茲給出車床主軸轉速：

$$\begin{array}{ll} n_1 = 17.8; & n_5 = 112.5; \\ n_2 = 23.7; & n_6 = 180; \\ n_3 = 44.6; & n_7 = 280; \\ n_4 = 71; & n_8 = 450. \end{array}$$

假定機床主軸以任何一定轉速旋轉，例如

$$n_3 = 44.6$$

在這個轉速下的工件圓周速度（即切削速度）將僅由工件的直徑決定，即：

$$v = \frac{\pi d n_3}{1000} = \frac{\pi n_3}{1000} \cdot d$$

使

$$\frac{\pi n_3}{1000} = a_s; \quad \text{這時 } v = a_s d$$

後一公式表示切削速度係與直徑大小 d 成正比。這種關係，可用通過垂直（笛卡兒）坐標原點的直線表示之。因為：

$$d=0 \text{ 時 } v=0$$

同理，可為其他主軸轉速 $n_1, n_2, \dots$ 得出 $v=a_1 d, v=a_2 d$ 等方程式。在垂直坐標上表示出這些公式後，我們可以得出通過坐標原點的許多直線——射綫圖。圖 8 代表上述轉速級數的射綫圖。

根據給出的轉速，茲簡單說明他的畫法如下：

因為圖中之綫條均穿過坐標原點，所以直綫上的一點是已知的。當繪製此直綫時，尚需知道其所穿過之另一點。適合於主軸轉速 n 的直綫公式在笛卡兒坐標上，為：

$$v = \frac{\pi \cdot n}{1000} \cdot d = \frac{\pi}{318} \cdot d$$

由此可以看出，假如我們令直徑 $d = 318$ 公厘，那末後一公式將變成：

$$v = n$$

即切削速度，公尺/分，將由每分鐘內主軸之轉

數決定。例如假定直徑 $d = 318$ 公厘，當 $n_1 = 17.8$ 轉/分時， $v = 17.8$ 公尺/分；當 $n_2 = 28.7$ 轉/分時， $v = 28.7$ 公尺/分……等等。

在射綫圖（圖 8）上作垂直綫 $d = 318$ ，並在此綫上取縱坐標為 17.8、28.7 和 44.6 諸點。假如將這些點與原點連起，便得出 17.8、28.7 和 44.6 等轉速的直綫。用相同方法可以繪出主軸其他轉速之直綫，但射綫圖尺寸不允許在直綫上註出 $d = 318$ 時的縱坐標 71、112.5……450；因此繪製這些直綫時可利用以下方法

令 $d = 31.8$ 公厘，在此種情況下

$$v = \frac{\pi}{318} \cdot 31.8 = \frac{n}{10}$$

此種方法： $d = 31.8$ 公厘

當	$n_4 = 71$	$v = 7.1$
	$n_5 = 112.5$	$v = 11.25$
	$n_6 = 180$	$v = 18$
	$n_7 = 280$	$v = 28$
	$n_8 = 450$	$v = 45$

在圖 8 繪出直綫 $d = 31.8$ 。在綫上挑出縱坐標為 7.1、11.25、18、28 和 45 的點。將得出各點和坐標原點連接後，即可得出主軸其他轉數的直綫。

現在用實際例子來說明射綫圖如何使用。假設加工的工件 $d = 200$ 公厘，並且希望使用切削速度 $v = 25$ 公尺/分。我們利用射綫圖即可求得這一切削速度的主軸轉速。

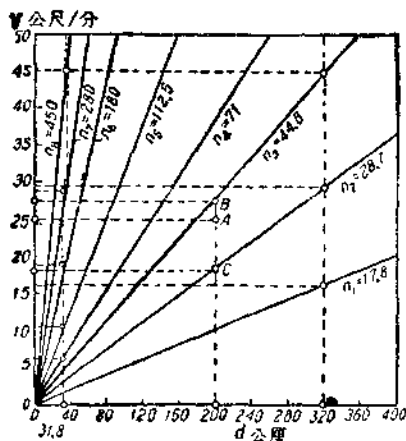


圖 8 射綫圖

在圖 8 取出一點其橫坐標 $d = 200$ (公厘), 縱坐標 $v = 25$ (公尺/分)。這一點 A 係在二線 $n_3 = 44.6$ 和 $n_2 = 28.7$ 之間。假如當該直徑 $d = 200$ 公厘時, 我們在車床上使用與 B 點相符之主軸轉速 $n_3 = 44.6$ 那麼切削速度將等於 $v = 27.5$ 公尺/分。一般而言, 將切削速度增加至高出於規定數值 $v = 25$ 公尺/分是不允許的或是不希望的。因此, 必須使用相當於 C 點的轉速 $n_2 = 28.7$ 轉/分工作, 即其切削速度 $v = 18$ 公尺/分。在這種情況下, 不得不採用速度 $v = 18$ 公尺/分。這比所希望的小, 因為機床不具備這種當直徑 $d = 200$ 公厘時切削速度恰為 25 公尺/分的主軸速度 (這種轉速等於下式所示的值, 即圖中之 A 點):

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3.14 \cdot 200} = 39.8$$

根據射綫圖可以說明, 為什麼機床主軸轉速按照幾何級數排列在機床製造中獲得如此廣泛的使用, 而其他別的級數則不然。假如我們繪製轉速幾何級數的綫圖 (圖 9), 則可在圖中找到它的特性。

先任意引一水平綫與圖綫相交, 並從得出的交點 2 和 3 (除第一條綫的點 1 外) 引出垂綫使與相隣之直綫相交於 2', 3', 4' 諸點。不難看出, 這些點均處在同一水平綫上。因此我們就能根據既有之射綫圖很容易並且很快地檢查, 機床的轉速是否構成幾何級數。現在我們證明, 上述之射綫圖的特性是任何轉速幾何級數所固有的。茲舉一例子: 圖 9 有二條綫 n_3 和 n_2 , 還有點 3 和點 3'。

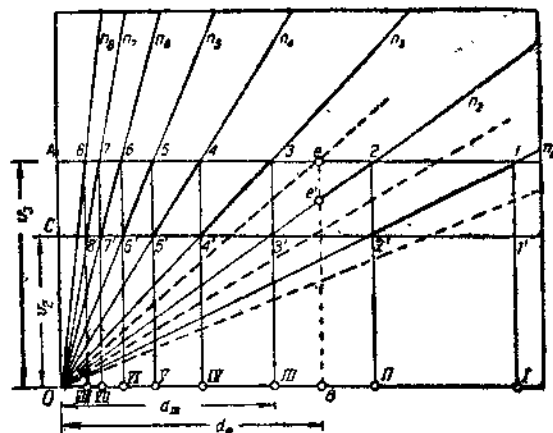


圖 9 射綫圖之性能

設:

點 3

$$v_3 = \frac{\pi \cdot d_{III} \cdot n_3}{1000}$$

點 3'

$$v_2 = \frac{\pi \cdot d_{III} \cdot n_2}{1000}$$

由此

$$\frac{v_2}{v_3} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{1}{\varphi}$$

或

$$\frac{v_3 - v_2}{v_3} = \frac{\varphi - 1}{\varphi}$$

但是 $v_3 - v_2 = AC$, $v_3 = AO$ 即 $\frac{AC}{AO} = \frac{\varphi - 1}{\varphi}$ 和 $AC = AO \cdot \frac{\varphi - 1}{\varphi}$

如果選定的各轉速為一幾何級數, 則 φ 對於任何轉速 n 均相同, 因此 $33' = 22' = 44' = \dots AC$ 。綫段 AC 表示該幾何級數和所採用切削速度 v_3 的速度損失的可能最大值。我們可以看到該機床共有以下幾種不同直徑, 即 $d_I = OI$, $d_{II} = OII$, $d_{III} = OIII$... 等。可以得出所擬定的切削速度 v_3 (1, 2, 3 點)。但對其他直徑, 則該機床不可能