

高等学校教学用书



精密工业机床

罗道生译

本书经苏联文化部高等教育司
批准作为高等技术学校教学参考书

出版者的話

本書对仪器制造業中所用的精密車床、鑽床、銑床、螺絲制造机床、彈簧制造机床、齒輪制造机床、坐标鏜床、坐标磨床、刻度机、光整加工机床及加工形狀复雜的零件所用的机床之工作原理及結構作了詳尽的敘述。

全書涉及各式苏联机床八十余种，文字簡朴，圖表詳明，並有各种机床的立体及平面傳动系統圖，有助於分析及使用复雜的机床。

此外，書中对各类精密机床所用校正裝置之結構，对各类液压傳动的机床之液压系統，討論特別詳細；对於各类机床之發展远景及今后研究工作之方向，均在每章之末加以闡明，誠为机床設計工作者、机床使用者及教学之良好参考書籍。

苏联 Н. П. Соболев 著 'Станки точной индустрии' (Оборонгиз 1953 年初版)

*

*

*

NO. 1130

1957 年 3 月第一版 1957 年 3 月第一版第一次印刷

787×1092 $\frac{1}{18}$ 字数 649 千字 印張 28 $\frac{2}{3}$ 0,001— 8,500 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号

定价(10) 3.50 元

目 次

原序	6
第一章 車床类机床	7
§1 車床类生產机床	11
1 中心車床(11)——2 附有光学裝置的車床类机床(22)——3 六角車床(28)——4 自动車床及半自动車床(30)	
§2 精密光整車床	65
§3 零件互配車床	65
参考文献	91
第二章 鑽床	92
§1 鑽小孔用的立式台鑽	97
1 C-3、C-12 及 C-13 型立式台鑽 (98)——2 具有变速电动机而以手动方法進給的鑽床(99)——3 具有变速电动机而以手动及自动方法進給的鑽床(100)——4 在玻璃質零件上鑽小孔用的鑽床(101)	
§2 12軸立鑽床	103
§3 C-44 型 8 軸及 C-44A 型 10 軸半自动鑽床	104
§4 在管子端部鑽及切制 8 个螺絲孔的組合机床	111
§5 鑽孔並压入銷子的机床	114
参考文献	119
第三章 銑床	120
§1 C-2 和 C-2A 型台上銑床	125
§2 678-M 型万能銑床	126
§3 帶有縮放器的 6461 型倣形銑床	142
§4 銑复錐形狀之凹部的半自动倣形銑床	155
§5 L 燕尾形導軌及楔銷銑床	163
§6 用於加工尖圓体的机床	168
1 尖圓体工作表面分点加工法所用的机床(170)——2 用倣形法加工尖圓体工作表面的机床(172)	
参考文献	177
第四章 螺絲制造机床	178
§1 ПБТ-5 型精密螺絲車床	186
§2 切削精密螺紋的螺絲車床	195
§3 高速切削螺紋用的机床	201
§4 在小孔內切削螺紋的特殊机床	205
§5 5964 和 5962 型螺絲滾床	210
1 5964 型螺絲滾床(210)——2 5962 型螺絲滾床(215)	
§6 MM-582 型万能螺絲磨床	216
§7 無心螺絲磨床	239
§8 研配多头目鏡螺紋的机床	243
§9 切削節距变化的螺紋之裝置和机床	245

1 附在利用做形法以切削節距不相等的螺絲之車床上的裝置(245)——2 普拉托諾夫和卡索諾夫所設計的,用以在車床上切削具有遞增節距之螺紋的裝置(246)——3 切削節距按拋物線規律變化的螺紋之螺絲車床(247)	
参考文献	251
第五章 制造螺旋彈簧的机床	252
§1 用心軸繞彈簧的机床	253
1 繞中小尺寸彈簧的机床(253)——2 繞小直徑彈簧的机床(254)——3 繞制中小尺寸彈簧的自动机床(257)	
§2 不用心軸繞彈簧的机床	258
繞制直徑為 10 至 40 公厘的彈簧的万能自动机床	258
参考文献	275
第六章 齒輪加工机床	276
§1 [刀具——毛坯]傳動系統內的誤差及其減低方法	279
§2 銑柱齒輪所用的一些机床	300
1 附有數把片銑刀的C-53型半自动銑床(300)——2 附有水平工件主軸的半自动齒輪滾床(307)——3 附有垂直工件主軸的半自动齒輪滾床(311)	
§3 制造小模數直齒錐齒輪所用的半自动齒輪鉋床	312
§4 3H-1 型小模數齒輪之剃齒机	326
§5 利用磨料蝸桿,以滾切法來工作的齒輪磨床	336
§6 齒輪之研配及研磨机床	340
参考文献	345
第七章 非圓形齒輪制造机床	346
§1 制造平面非圓形齒輪的机床	348
在平面非圓形齒輪上切削輪齒所用的机床	349
§2 制造多轉非圓形齒輪的机床	353
1 多轉非圓形齒輪之毛坯加工机床(353)——2 多轉非圓形齒輪之輪齒切削机床(357)	
参考文献	357
第八章 坐标鏜床及坐标磨床	358
§1 坐标鏜床	358
§2 坐标磨床及坐标磨床上的工作	416
参考文献	418
第九章 刻度机	419
§1 縱直刻度机	420
自动縱直刻度机	420
§2 圓刻度机	433
自动圓刻度机	433
参考文献	439
第十章 加工形狀複雜的零件之机床	440
§1 特形鉋床	441
§2 样板磨床	451
1 附有縮放器和平行儀的做形样板磨床(452)——2 附有縮放器和顯微鏡的光學样板磨床(457)	

—3 附有光幕的样板磨床(466)

参考文献	472
第十一章 利用磨料及細齒硬質合金銑刀來工作的光整加工机床	473
§1 万能測量顯微鏡縱向工作台圓形導軌槽之磨及研磨机床	479
1 導軌槽粗磨机床(479)——2 導軌槽精磨机床(481)——3 導軌槽研磨机床(481)	
§2 外徑測微器和千分表測量表面之研磨机床	483
§3 C-194A 型硬質合金工具的研磨机床	485
§4 小孔游磨机床	488
§5 圓柱表面之超精加工的机床和附屬裝置	493
1 外圓柱表面之超精加工的万能机床(493)——2 附在車床上而用以超精加工內圓柱表面的附屬裝置(497)	
§6 鐘表機構之銷子和軸心的不用磨料的研磨机床	500
1 利用細齒硬質合金銑刀以研磨鐘表機構的銷子和軸心的 C-8A 型机床(500)——2 在硬質合金盤上切削細齒所用的 C-196 型雙軸机床(503)	
§7 3890 型帶式拋光机床	506
参考文献	508
中俄名詞对照表	509

原 序

在我們的國家內，以高度技術為基礎的社會主義生產正在進行不斷的提高和改進。在執行這一任務中，最重要的一環是機器製造業，它是國民經濟各部門技術改進的基本力量。機器製造業本身之成就，將決定其他工業部門，建築、農業和運輸業的生產技術水平的高漲。

共產黨和蘇聯政府堅決地領導着社會主義的機器製造業不斷地向着改進技術的方向發展。

近年以來，精密儀器製造在機器製造業中的比重大大提高，促使精密工業所用的高度精密機床之生產增加。創造了並推廣了大量新型的、更完善的機器和機床，它們具有高度的生產率和高度的精密性，並且是用新型而複雜的儀表裝備起來的。

第十九次黨代表大會，關於在1951~1955年發展蘇聯的第五個五年計劃的指示中，規定了更進一步地高速發展機器製造業。在五年計劃的幾年中，機器製造業和金屬加工業之產品約將增加兩倍，特別是高度準確（精密）的機床之生產將增加四倍。

這樣就能保證進一步地提高機器製造業的技術水平，並保證生產足夠數量的、在技術上完善的機器設備，以滿足蘇聯國民經濟及兄弟人民民主國家之需要。

為了完成這些偉大的任務，蘇共第十九次黨代表大會指出，我們的專家們的中心工作應當是不斷地提高自己的文化技術水平，並完全掌握新的技術。

本書之目的，是為了向未來的精密機械及光學工程師們，介紹一些作為儀器製造的主要設備的現代化精密機床。

本書涉及精密工業所用的一些主要金屬加工機床。作者論述了精密車床、鑽床、銑床、螺絲製造機床、螺旋彈簧製造機床、齒輪製造機床、坐標鏜床、坐標磨床、刻度機、形狀複雜的零件之製造機床和光整加工機床之裝置原理、設計及工作方法。

本書作者，對於以約·維·斯大林命名的莫斯科機床工具學院的“金屬切削機床”教學研究室和列寧格勒精密機械和光學學院（ЛИТМО）的“儀器製造工藝學”教學研究室，以及技術科學博士阿切爾康教授（Н. С. Ачеркан），技術科學副博士馬他林（А. А. Маталин）副教授，工程師列克留多夫（Г. И. Неклюдов）等人在評論本書時所提的寶貴意見，致以深深的謝意。

本書作者，對於列寧格勒精密機械及光學學院前大學生沃布洛索夫（И. И. Обросов）和布加且夫（Н. И. Пугачев），以及實驗員布里諾夫（А. Н. Блинов）等人，在本書的整理方面所作的幫助，也致以謝意。

為改進本書所作的任何批評或意見，請寄：莫斯科彼得洛夫街24號國防書籍出版社。

第一章 車床类机床

在精密工業中所用的車床类机床，在它的構造方面与普通机器制造所用的类似机床没有什么很大的差别。

这些机床的特点，首先是它們所加工的零件尺寸小而精密度高。

机床的高度精确性，是由於：

- 1) 机床的設計考慮週詳；
- 2) 机床零件所用的材料選擇適當，而且其热处理得法；
- 3) 机床零件之制造精确度高，而且其裝配質量也高；
- 4) 採用特別的所謂校正裝置。

在精密工業中所用的車床，目的是用於細小直徑零件之加工，所以为了要保證合理的切削速度，这些車床要是高速的。

單独的电动机和沒有齒輪的皮帶傳動使主軸之旋轉平滑而沒有跳動及冲击（圖1）。

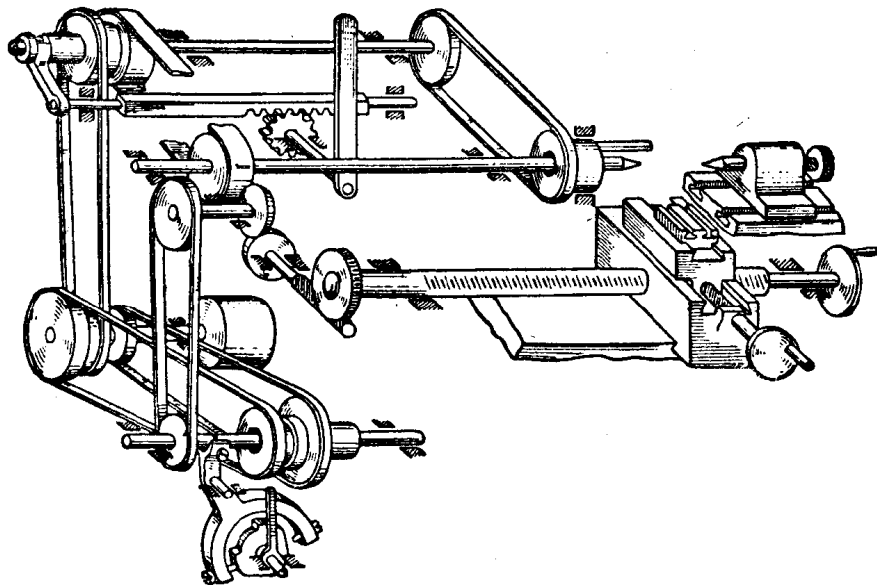


圖1 精密配准車床的傳動系統圖。

因此，主軸轉數的調節範圍不大，在4~10之間。

如果在主要驅動構造中有齒輪傳動（圖2），則它們的排列應使發生震動時，這些震動不致傳到机床主軸上去。

從圖2A及2B中可以看出，主軸1是安放在机床上部的兩個滑動摩擦軸承內。齒輪變速箱則安放在机床的下部。

由變速箱至主軸之傳動是用平皮帶，因此在變速箱中所發生的跳動及冲击都被

皮帶所吸收了。

視主軸轉速之不同，在車床類的精密机床中，採用滑動摩擦軸承和滾動摩擦軸承。

因為精密机床的工作精度要求很高，不得不避免主軸軸承受到因傳動皮帶之拉

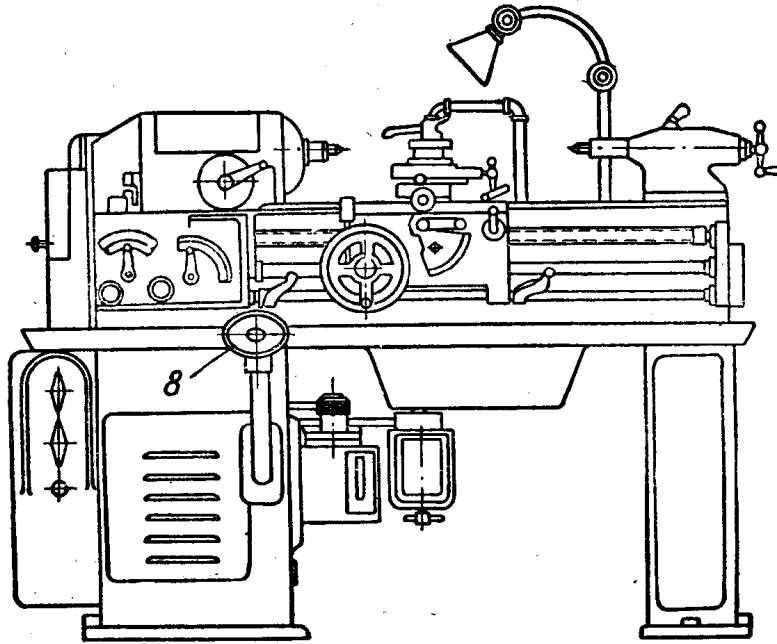


圖 2 1612-B型螺絲車床。

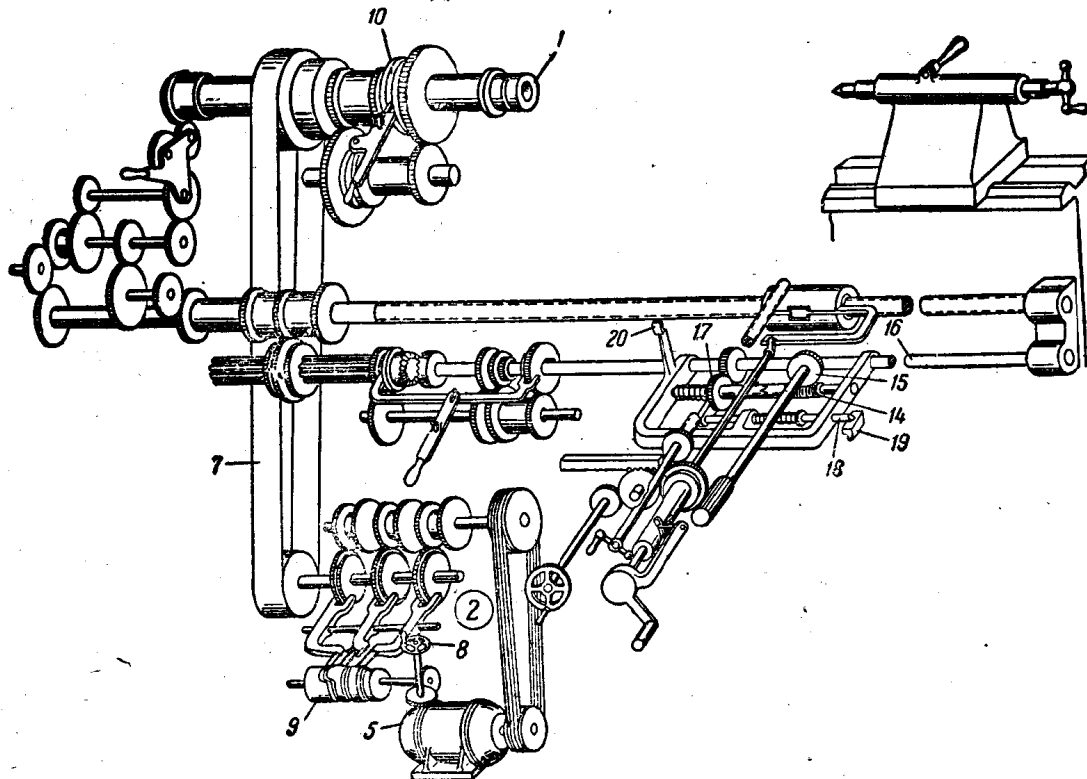


圖2A 1612-B 型螺絲車床的傳動系統圖。

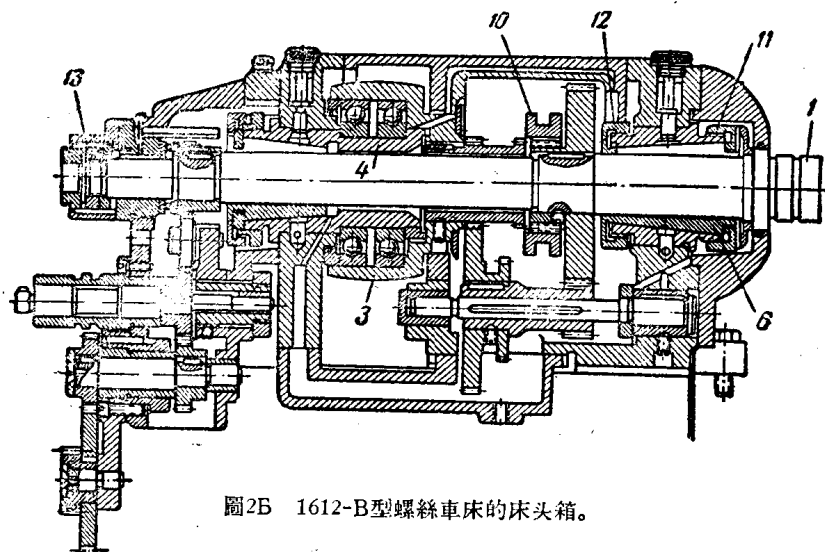


圖2B 1612-B型螺絲車床的床頭箱。

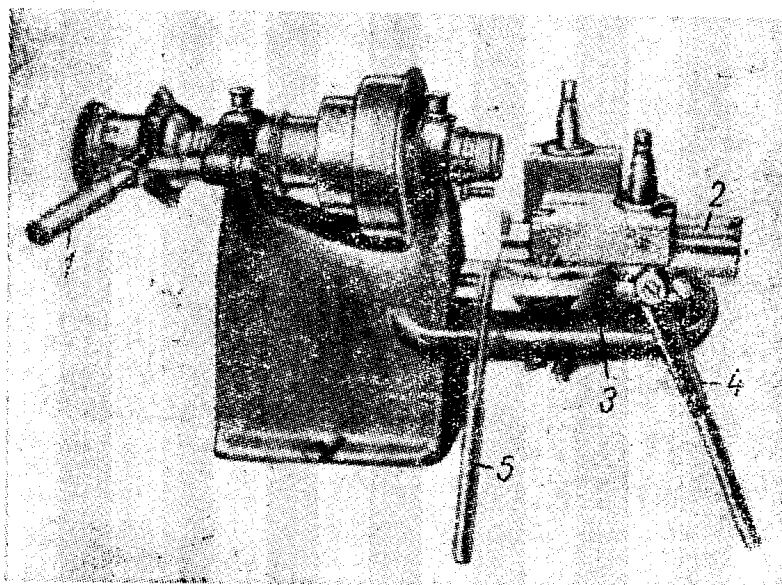


圖3 精密光整車床：

1—手柄；2—縱向鞍座；3—橫向鞍座；4、5—手柄。

力而發生的負荷，故將傳動皮帶輪3（圖2B）安置在軸套4上面的球軸承上；主軸1可在此軸套中自由通過，而軸套則固緊在床頭箱的體殼中。

在加工小零件時，機動時間與總時間比較起來很小，所以在精密工業用的一些機床上沒有自動進給機構，而進給是利用手柄4及5（圖3）來手動的。

機床零件所用材料及其熱處理之優劣，對精密機床之高度精確性、強度、剛度及穩定性有直接的關係。

精密機床製造所用的材料，應該是硬度高，抗磨性強，直線膨脹係數小，而且加工性良好。

精密機床的零件之製造，精確度應當很高，以保證整個機床的高度精確性。

在表1中，刊載了普通螺絲車床與精密螺絲車床的製造容許偏差之比較數據。

表1 制造螺絲車床时的容許偏差

單位:公厘

檢 驗 項 目	普 通 車 床	精 密 車 床
三角導軌在1000公厘內的直線度	0.02	0.01
平面導軌在1000公厘內的直線度	0.02	0.01
導軌在垂直面中1000公厘內的平行度	0.05	0.01
尾架之移动与床身導軌在水平面中1000公厘內的平行度	0.01	0.005
同上, 在垂直面內	0.01	0.003
主軸頂針尖端的旋轉准确度	0.01	0.005
主軸头上定中心部分的旋轉准确度	0.01	0.003
主軸圓錐孔, 在 300 公厘內的旋轉准确度	0.01	0.005
主軸圓柱孔的旋轉准确度	0.01	0.005
主軸支承平面的旋轉准确度	0.01	0.003
床頭箱主軸与床身導軌在 300 公厘內的平行度:		
a) 在水平面內	0.01	0.005
b) 在垂直面內	0.01	0.005
通过床頭箱頂針及尾架頂針之中心線与床身導軌的平行度:		
a) 在水平面內	0.01	0.003
b) 在垂直面內	0.01	0.01
尾架主軸与机床導軌在100公厘內的平行度:		
a) 在水平面內	0.01	0.002
b) 在垂直面內	0.01	0.002
刀架上鞍座之移动与床身導軌的平行度	0.02	0.01
刀架橫向鞍座之移动与花盤在300公厘內的平行度	0.02	0.015
絲槓之縱向移动	0.01	0.005
絲槓与床身導軌之平行度:		
a) 在水平面內	0.05	0.03
b) 在垂直面內	0.05	0.03
螺帽与絲槓之平行度:		
a) 在水平面內	0.1	0.05
b) 在垂直面內	0.1	0.05
關於橢圓度方面, 机床的工作精确度:		
a) 夾在頂針間工作	0.01	0.002
b) 夾在夾盤中工作	0.01	0.003
關於圓柱度方面, 在300公厘內机床的工作精确度:		
a) 夾在頂針間工作	0.01	0.005
b) 夾在夾盤中工作	0.01	0.003
絲槓節距之精确度	0.03(在300公厘內)	0.01(在420公厘內)

採用一些特种裝置, 其中如進給掛輪架之齒輪傳動比校正裝置、絲槓節距校正裝置、齒輪節距校正裝置、橢圓度校正裝置、圓錐度校正裝置及不直度校正裝置, 可使精密机床之精确性更進一步提高, 而且当机床之精确性喪失以后, 有可能定期地將精密性修復。

查瓦得斯基教授 (проф. Завадский) 的試驗証明, 一台工作了 20 年以上, 而最近車切螺絲的誤差为 43 公忽 (μ) 的 СИП 型精密螺絲車床, 經適當的校正以后, 可

在整个螺絲的長度上，以 ± 1 公忽的誤差來車切螺絲。

在精密工業中所用的車床类机床可分为下列的主要类型：1) 生產机床；2) 精密光整机床及 3) 零件互配机床。

§ 1 車床类生產机床

在車床类生產机床之中，有：

- 1) TB-80, 1612-B 及 C-193 型中心車床；
- 2) 附有光学裝置的車床；
- 3) C-193A 型六角車床；
- 4) 1112—1124 型自动六角車床，1104、110П 型縱向車削自动車床，C-107 型自动車床及 ГАЛЛ-14 型半自动車床。

1 中心車床

A TB-80 型螺絲車床

TB-80 型螺絲車床（圖 4 及 4A）之中心高 $h=80$ 公厘，兩頂針間之距離 $b=250$ 公厘。这种車床是用來精加工仪器上的小型零件，而對於工具制造工作是特別適用。

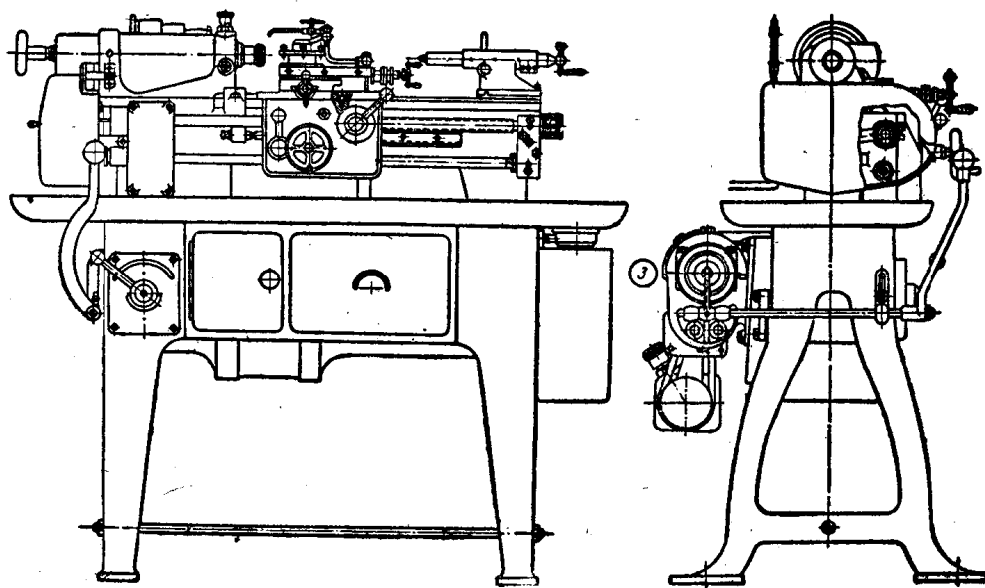


圖 4 TB-80 型螺絲車床。

主軸 1 由电动机 2 經過裝在机床后面的对軸 3 來帶着旋轉，电动机之功率 $N = 0.52$ 瓩、轉速 $n = 1430$ 轉/分。

主軸在順轉及倒轉时有六种速度，其範圍由 175 至 1750 轉/分。

刀架之縱向進給有手动及自动兩種方法，而橫向進給則只有手动。

根据進給掛輪架上的变换齒輪，刀架可有八种縱向進給量，範圍由主軸每轉

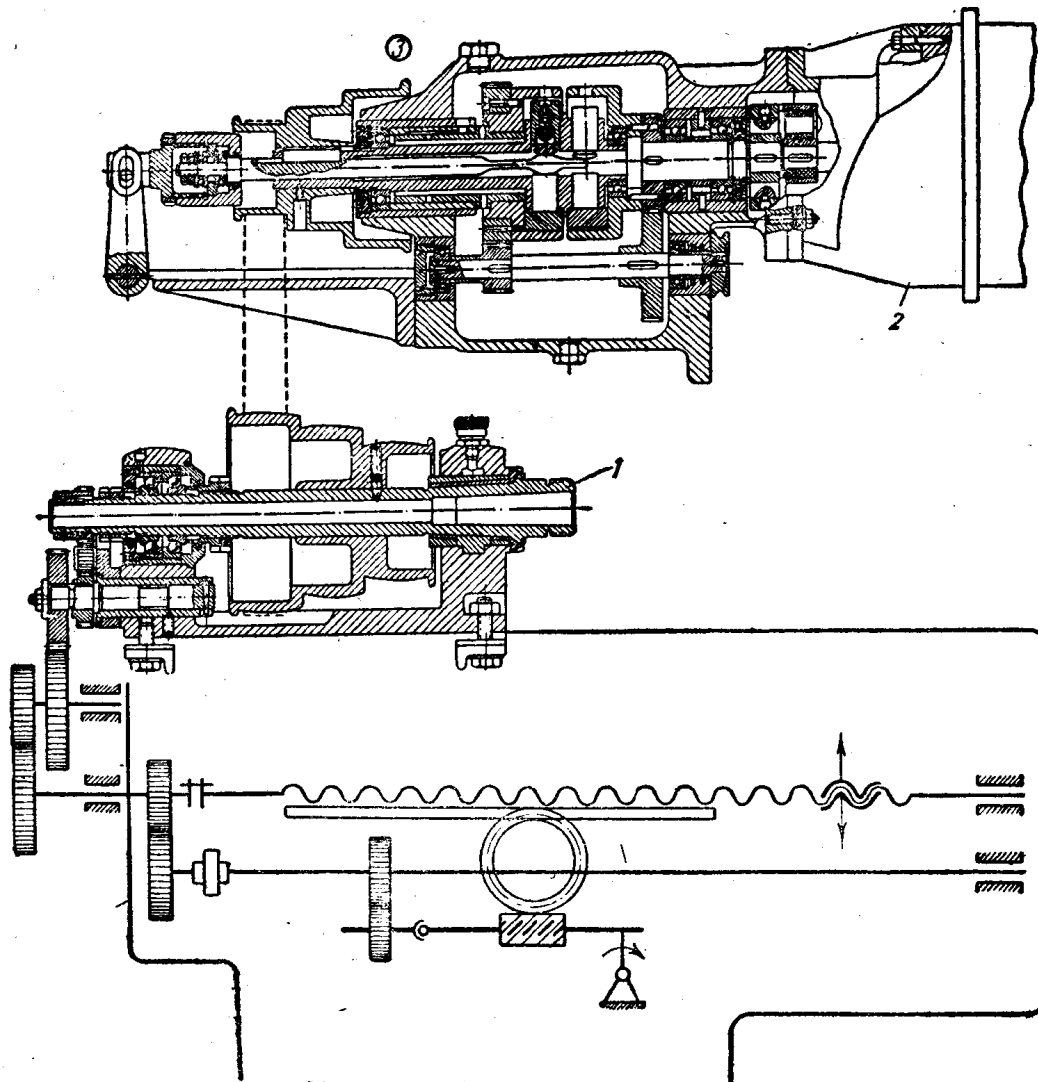


圖4A TB-80型螺絲車床的傳動系統圖。

0.04 至 0.30 公厘。當零件在本機床上加工時，可達到極高的幾何形狀精確度——橢圓度、圓錐度及不平度不超過 0.01 公厘。

絲槓節距的誤差，在 300 公厘長度內，不超過 0.014 公厘。

Б 1612-B 型螺絲車床

1612-B 型螺絲車床（圖 2，2A，2B）的中心高 $h=135$ 公厘，兩頂針間的距離 $l=500$ 公厘。

本機床適用於儀器零件製造中的各種工作。主軸 1 由電動機 5 經過裝在機床之左床腳內的齒輪變速箱 2 及平皮帶 7 來帶着轉動，電動機的功率 $N=1.5$ 瓩、轉速 $n=1440$ 轉/分。

速度之變換，是利用手輪 8 來操縱的；手輪轉動時，帶着滾筒 9 轉動並經過三個叉桿來操縱變速箱的齒輪。

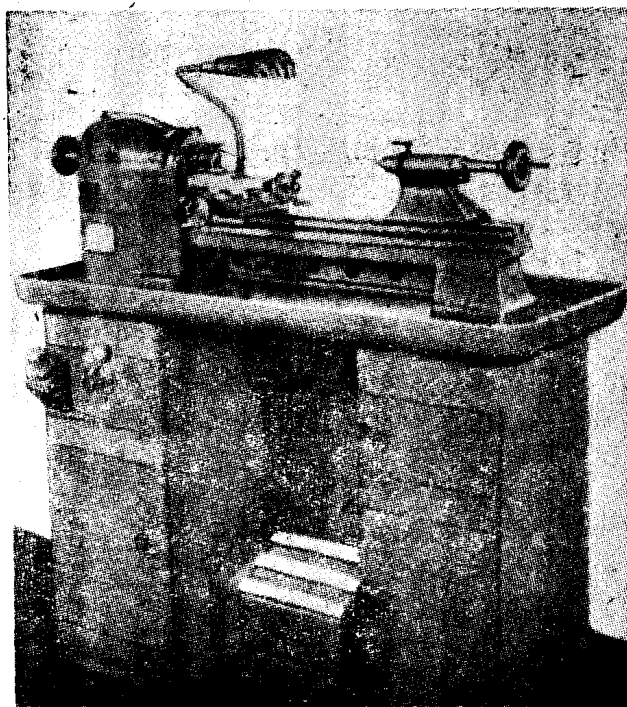


圖 5 C-193型万能車床。

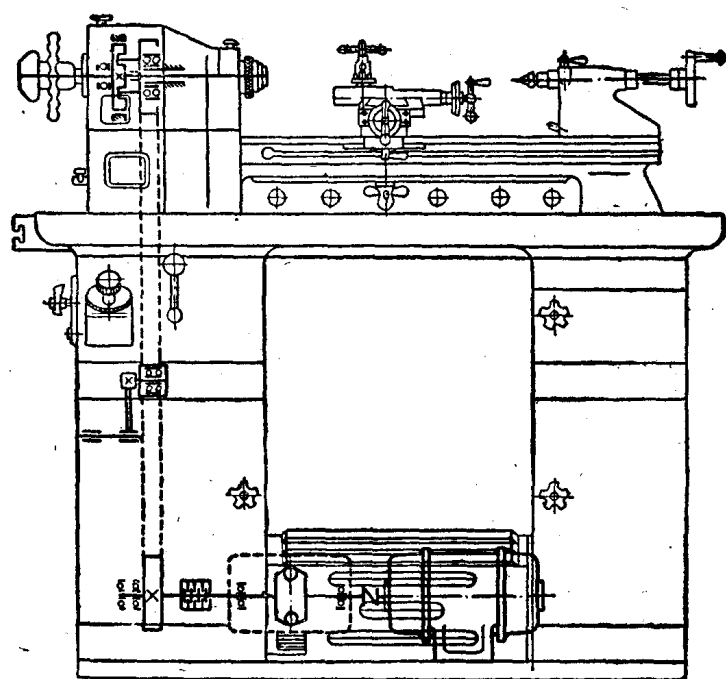


圖5A C-193 型万能車床的傳動系統圖。

齒輪變速箱使主軸可能以六種速度旋轉。若利用床頭箱內的慢檔齒輪，主軸的變速級數可以加一倍。因此，主軸可有12種轉速，其範圍是由33.5至1520轉/分。

為了防止慢檔齒輪損壞，裝有聯鎖機構，若离合器10沒有分開，則不可能撥動慢檔齒輪。

主軸軸頸與軸承6之間的余隙是用螺帽調節的。當松开螺帽12而將螺帽11之外圓周向右轉動1公厘時，余隙可減小0.001公厘。經過正確調節的軸承，其余隙應為0.005至0.01公厘。

主軸之軸向間隙用螺帽13來消除之。

机床之刀架，在縱向可借絲槓之作用而使之自動移動，也可借齒輪及齒條的作用來用手使之移動，但在橫向則只能用絲槓來使之移動。

在車削時，所有的進給都應當利用齒輪及齒條來進行。只有在車螺絲時才應利用絲槓。

刀架有九種縱向進給量，範圍為0.008至0.2公厘/轉；也有九種橫向進給量，範圍為0.003至0.075公厘/轉。

利用絲槓，可以車英制螺絲、公制螺絲及模數螺絲。

橫向進給螺絲上，裝有分度率為0.01公厘的刻度環。

刀架的上鞍座之螺絲上裝有分度率為0.05公厘的刻度環。

因為裝有可落下的蝸桿，故利用阻塊，可使刀架每次都在床身上的同一地點停下來。

當碰到阻塊時，刀架就停止了，而且蝸桿14和蝸輪15也停止了。但進給槓16和齒輪17還在繼續旋轉。由於使齒輪17與蝸桿相銜接的牙齒上有斜面，於是齒輪17就向着彈簧退縮，而使阻塊及軸18向左滑動。當這種動作達到一定的程度時，軸18就从支塊19上滑下，而蝸桿的體殼就繞着進給槓的中心線轉動。蝸桿14和蝸輪15就分開了。要使蝸桿與蝸輪重新接合，須利用槓桿20使蝸桿的體殼向上升起。此時軸18之右端，在彈簧作用之下，柵在支塊19之上，而蝸桿就與蝸輪銜接起來了。彈簧的最大壓力約為300公斤。

利用兩個螺絲的作用，尾架可在橫向移動。移動的距離用帶游標的尺指示出來。本機床上裝有靠模導板，以便車制內、外圓錐面。

B C-193 型萬能車床

C-193 型萬能車床（圖5及5A）是用於試造車間及工具車間中的精密工作。

本机床之規格如下：

中心高·····	100 公厘
兩頂針間的距離·····	500 公厘
工件最大直徑：	
用棒料·····	14 公厘
在床面上·····	200 公厘

主軸每分鐘轉數····· 由 150 至 3000

主驅動電動機:

功率····· 1 瓩

轉速····· 1400 轉/分

本機床上備有全套附屬裝置，使切螺絲、切齒輪、切离合器、銑、磨內圓、磨外圓等工作均能在本機床上進行。工作之進行可用彈簧夾頭、卡盤、花盤或頂針。

本機床在設計上的特征是機器及儀器製造工業部鐘表工業管理局產品設計室所設計的、變速範圍約為 20 倍的滾珠摩擦式無級變速傳動機構。

對於速度之無級調節，在目前有各種不同的傳動機構：電氣的、液壓的及摩擦式的。摩擦式的傳動機構是最簡單，最便宜，但通常調節範圍不大，只有 6~8 倍。調節範圍達 10~12 倍的很少見，而且這樣構造的傳動機構，外形尺寸很大。

在所述機床上，摩擦式傳動機構具有加大的調節範圍而外形尺寸不大。

這種傳動機構安放在體殼 1 中（圖 6, a, б），而體殼是由相同的兩半所組成的。兩個具有內圓錐的圓錐環 2 自由地裝置在主動軸 3 及被動軸 4 上，中間用滾珠离合器將圓錐環及軸連接起來。每一個离合器包括兩個鋼質墊圈 5，在每一個墊圈上有三條螺旋槽，用以安放鋼珠 6。

在兩個圓錐環之間，安放著四個鋼珠 7，用以將運動由主動軸傳到被動軸。

為避免開動時及逆轉時發生衝擊，用彈簧 8 將圓錐環的工作表面壓在鋼珠上。

每一個鋼珠均安放在兩個滾子 10 之間。滾子可在它的中心銷 9 上自由轉動。滾子之中心銷固定在蝸輪 11 中，並能迴繞著通過與滾子相鄰的兩個鋼珠中心之軸線轉動。

用蝸桿 12 來帶著蝸輪轉動，蝸桿之柄部 13 則穿過軸 4 而通至外面。蝸桿及蝸輪在滾珠籠中旋轉，滾珠籠是由相同的兩半 14 合成並用螺絲釘在一起。

利用圓環 15 將滾珠籠固定在傳動機構的體殼上，此圓環同時又限制著蝸輪之轉動。

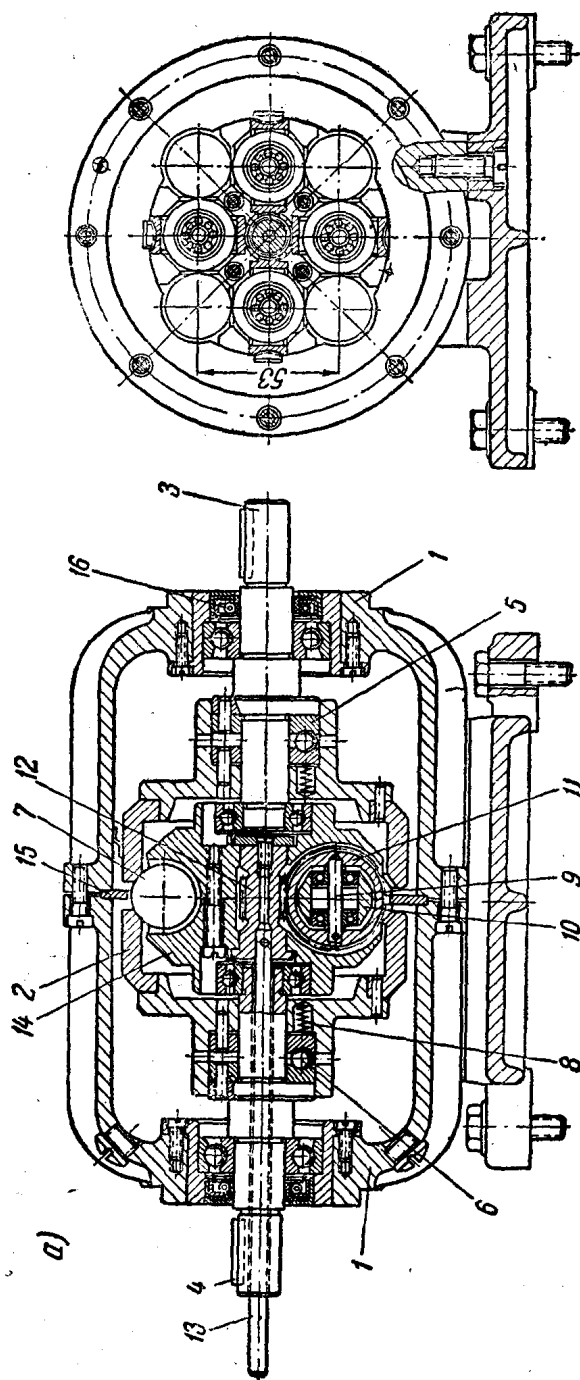
像這樣的構造，蝸輪不必負擔機構中所發生的力，無論傳動機構在最大負荷之下轉動時或在停止時，蝸輪都能夠很容易地轉動。

本傳動機構是浸在油中工作的，所以在軸的出口軸頸處裝置了特別的密封裝置 16。

當主動軸 3 旋轉時，隨著一同旋轉的圓錐環將使與圓錐環相接觸的鋼珠旋轉。這些鋼珠在旋轉時，就帶動另一圓錐環及被動軸 4。

因為每一個鋼珠與兩個滾子相接觸，所以根據這些滾子的中心線與傳動機構的中心線之相對位置，將決定在這樣的滾子中心線位置時，通過鋼珠之中心而鋼珠繞著旋轉的中心線之位置。

如果滾子的中心線與傳動機構的中心線相平行（圖 6, в），則鋼珠之旋轉中心線也將與傳動機構的中心線相平行（圖 6, г）。



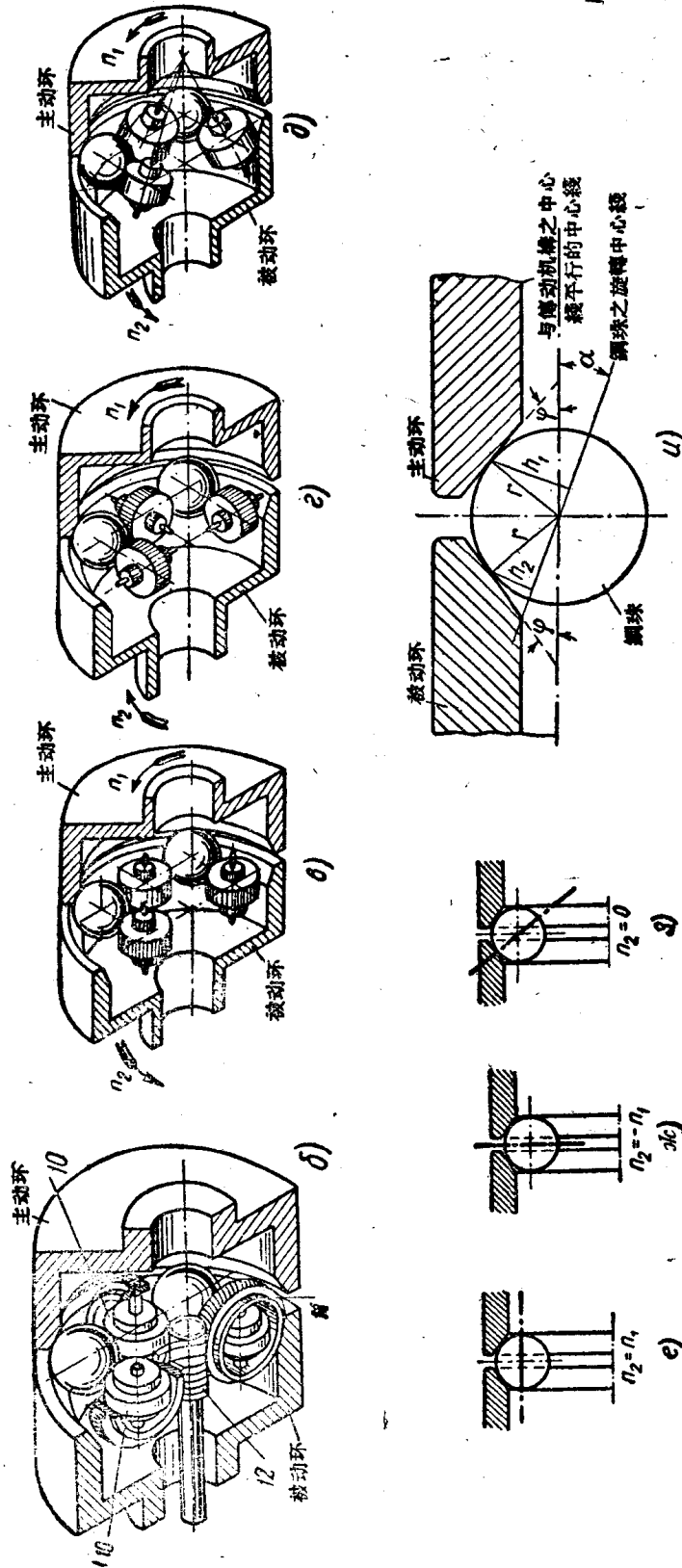


圖 6 C-193型万能车床的摩擦式传动机构：
 a—总图；b、c、d—摩擦式传动机构的滚子之位置；e、f、g—摩擦式传动机构的钢珠之位置；
 h—钢珠的中心线及传动机构的中心线之位置略图。